

# **GEOGRAPHIA JUVENTA**

**VIII-osios nacionalinės jaunųjų geografo konferencijos medžiaga**

Leidinyje pateikiama VIII-osios nacionalinės jaunųjų geografo konferencijos „GEOGRAPHIA JUVENTA“, vykusios 2024 metų kovo 28 diena Vilniuje, medžiaga.



## VILNIAUS UNIVERSITETAS GAMTOS TYRIMŲ CENTRAS KLAIPĖDOS UNIVERSITETAS

### KONFERENCIJOS ORGANIZACINIS MOKSLINIS KOMITETAS

prof. Donatas Pupienis, Vilniaus universitetas / Gamtos tyrimų centras

prof. Egidijus Rimkus, Vilniaus universitetas

prof. Inga Dailidienė, Klaipėdos universitetas

doc. Gintaras Valiuškevičius, Vilniaus universitetas

dr. Darius Jarmalavičius, Gamtos tyrimų centras

dr. Dovilė Karlonienė, Gamtos tyrimų centras

dokt. Laurynas Klimavičius, Vilniaus universitetas

Bibliografinė informacija pateikiama Lietuvos integralios bibliotekų informacinės sistemos (LIBIS) portale [ibiblioteka.lt](http://ibiblioteka.lt).

ISSN 2783-7645 (skaitmeninė PDF)

© Vilniaus universitetas, 2024

© Gamtos tyrimų centras, 2024

© Klaipėdos universitetas, 2024



## TURINYS

<b>PRATARMĖ</b>	5
<b>Reikertas A., Mačiulevičiūtė-Turlienė N.</b> Kapinių erdvinis pasiskirstymas Lietuvoje	6
<b>Gintauskas J., Bučas M., Vaičiūtė D., Tiškus E.</b> Sintetinės apertūros radarų ir dronų panaudojimas Nemuno deltos užlietų teritorijų kartografavimui	8
<b>Kapilovaitė J., Misiūnė I.</b> Gamta pagrįsti sprendimai Lietuvoje: pritaikomumas, sprendžiamos problemos ir kylantys iššūkiai	10
<b>Mačiulaitis J., Veteikis D.</b> Lietuvos kraštovaizdžio poliarizacijos struktūros erdvinė analizė	12
<b>Skruzdys J., Balakauskas L.</b> Paleotemperatūrų atkūrimas Lietuvos teritorijoje pagal fosilinių žiedadulkių duomenis panaudojant šiuolaikinių analogų metodą	14
<b>Klimavičius L.</b> Kompleksiniai vėjo greičio ir kritulių kiekio įvykiai rytinėje Baltijos jūros regiono dalyje	16
<b>Nesteckytė L, Kelpšaitė-Rimkienė L., Stankūnavičius G.</b> Kodėl Klaipėdos uostas uždaromas per kiekvieną audrą?	18
<b>Brazdžiūnas P, Pupienis D., Jarmalavičius D., Žilinskas G.</b> Kuršių nerijos jūros kranto vystymąsi lemiančių veiksnių vertinimas	20
<b>Viliuvienė R.</b> Žemėlapių funkcinė stilių sistema (Lietuvos žemėlapių pavyzdžiu)	22
<b>Pipiraitė-Januškienė S.</b> Meteorologinių sąlygų įtaka erkių platinamų ligų plitimui Lietuvoje	24
<b>Vyšniauskienė V., Stankūnavičius G.</b> Atmosferos cirkuliacijos charakteristika anomalių kritulių laikotarpiais Pietryčių Baltijos regione 1500–2000 metais	26
<b>Shvets O.</b> Morphological features of the frontal shore of the Dzharylgach Spit	28
<b>Shevchuk Y.</b> Examining fire hotspots within the Kinburn Peninsula: a satellite-based analysis of activity from 2022 to 2023	30

## PRATARMĖ

Šiame leidinyje spausdinama medžiaga, kurią VIII-osios jaunųjų geografo konferencijos metu savo pranešimuose pateikė šio renginio dalyviai. Dauguma jų – geografijos ir jai gretimų mokslo krypčių doktorantai bei studentai, tad pranešėjų nagrinėjamos temos dažnai pasižymi originalumu ir naujumu, o jų analizei pasitelkiami inovatyvūs metodai. Šiųmetėje konferencijoje pristatomų klausimų spektras – itin platus: čia aptiksime tiek technologinių naujovių diegimui įvairiose geomokslų srityse skirtų pranešimų, tiek mėginimų modeliuoti specifinius geomorfologinius, meteorologinius ir hidrologinius procesus bei vertinti galimą jų poveikį Lietuvos gamtinei aplinkai, tiek savitus šalies kraštovaizdžio ir socialinės terpės pokyčių aspektus analizuojančių tyrimų.

Be kita ko, svarbu pabrėžti šio renginio svarbą jaunųjų tyrėjų prezentacinių įgūdžių formavimui. Daugelis žinome, kad atlikti tyrimą kitąsyk yra žymiai lengviau nei sėkmingai pristatyti ir argumentuotai apginti jo metu gautus rezultatus. Todėl konferencijos metu įgyta patirtis ateityje leis jos dalyviams efektyviau komunikuoti su kolegomis ir visuomene apie savo vykdomus darbus, padės atsakinėjant į netikėtus klausimus, palengvins dalyvavimo mokslinėse diskusijose galimybes tais atvejais, kuomet polemika pakrypsta nelabai patogių temų link.

Neabejotina, kad daugelis čia skelbiamų mokslinių idėjų vėliau bus plėtojamos, tad leidinyje skelbiami pranešimai reikšmingi ir kaip pradinės informacijos šaltinis. Tikimės, kad jame pateikti duomenys ir išvados bus naudingi ir patiems renginio dalyviams, ir daugeliui analogiškos tematikos klausimais besidominčių tyrėjų.

Sudarytojai

# Kapinių erdvinis pasiskirstymas Lietuvoje

Augustas Reikertas, Neringa Mačiulevičiūtė–Turlienė  
Vilniaus Universitetas (augustas.reikertas@chgf.stud.vu.lt)

## Įvadas

Atsisveikinimas su mirusiuoju jau nuo pat mūsų tautos susiformavimo ištakų buvo svarbus reiškinys bendruomenės gyvenime. Senosios palaidojimo vietos, tyrinėtos archeologų ir istorikų, atskleidžia, kad kiekvienas palaidojimo aspektas – nuo vietos pasirinkimo iki kapavietės apipavidalinimo – buvo kruopščiai apgalvotas. Įvairios palaidojimo vietos gali būti aptinkamos pradedant nuo tankiai urbanizuotų teritorijų ir baigiant miškais bei pelkėmis. Kapinės yra vienas iš Lietuvos kraštovaizdį formuojančių komponentų, galinčių perteikti krašto bei bendruomenės istoriją.

Kapinės turi svarbią vietą bendruomenėse kaip kultūrinis bei istorinis reiškinys. Nagrinėjant jų erdvinį pasiskirstymą regione galime sužinoti įvairius vykusius istorinius bei kultūrinius procesus, kurie gali būti susiję su karais, religijos ar tautybės sklaidos ypatumais regione. Jų daroma įtaka miestų planavimui bei dabartiniam kraštovaizdžiui yra nenuginčijama. Kapinių erdvinis pasiskirstymas Lietuvoje yra aktuali tema, kuri verta didesnio dėmesio nei jo sulaukiama dabar. Kapinės įvairiuose darbuose nagrinėjamos kaip kraštovaizdžio elementas (Valionienė, 2015), archeologinis objektas (Butrimas, 2012) ar kultūros paveldo objektas (Prascevičiūtė, 2012), tačiau išsamesnių tyrimų jų erdvinio pasiskirstymo tema daryta mažai. Todėl kapinių erdvinio pasiskirstymo nagrinėjimas ir tolesnis analizavimas yra tikslingas, nes apibendrinama visos Lietuvos kapinių statistika bei sudaromi žemėlapiai, kurie atskleidžia kapinių erdvinį pasiskirstymą.

Darbo tikslas – išanalizuoti kapinių erdvinį pasiskirstymą Lietuvoje. Siekiant tikslo buvo sukaupiti visos Lietuvos kapinių duomenys bei paruošti kartografavimui pagal kapinių pobūdį.

## Duomenys ir darbo metodika

Siekiant įvertinti Lietuvos kapinių erdvinį pasiskirstymą buvo atlikta visos Lietuvos kapinių inventorizacija, remiantis pateikiamais savivaldybių duomenimis (2005–2023 m.) bei nekilnojamojo kultūros vertybių registru (1990–2023 m.), kuriame duomenys apie kapines nuolat atnaujinami.

Lietuvos kapinių žemėlapių sudarymui buvo pasitelkti keli kartografavimo metodai: kartogramų, lokalizuotų diagramų bei taškų metodai. Kartogramų metodu buvo pasirinkta atvaizduoti Lietuvos kapinių kiekybinius rodiklius savivaldybių lygmeniu, vertinant jų skaičių 100 kv. km. Lokalizuotų diagramų metodas leido atvaizduoti kapines pagal jų veikimo statusą. Pagal statusą kapinės skirstomos į: neveikiančias, riboto laidojimo ir veikiančias (Lietuvos Respublikos žmonių palaikų laidojimo įstatymas, 2007), taip pat išskirtos ir kapinės, kurioms savivaldybės nėra suteikios jokio statuso. Kartografuojamų kapinių kokybinės informacijos kiekis bei pobūdis nėra tolygus savivaldybių lygmeniu, todėl taškų metodas geriausiai atspindi erdvinį šių duomenų pasiskirstymą. Nagrinėjamos karių, konfesinės bei jau neveikiančios istorinės kapavietės (pilkapiai, kapinynai, senkapiai).

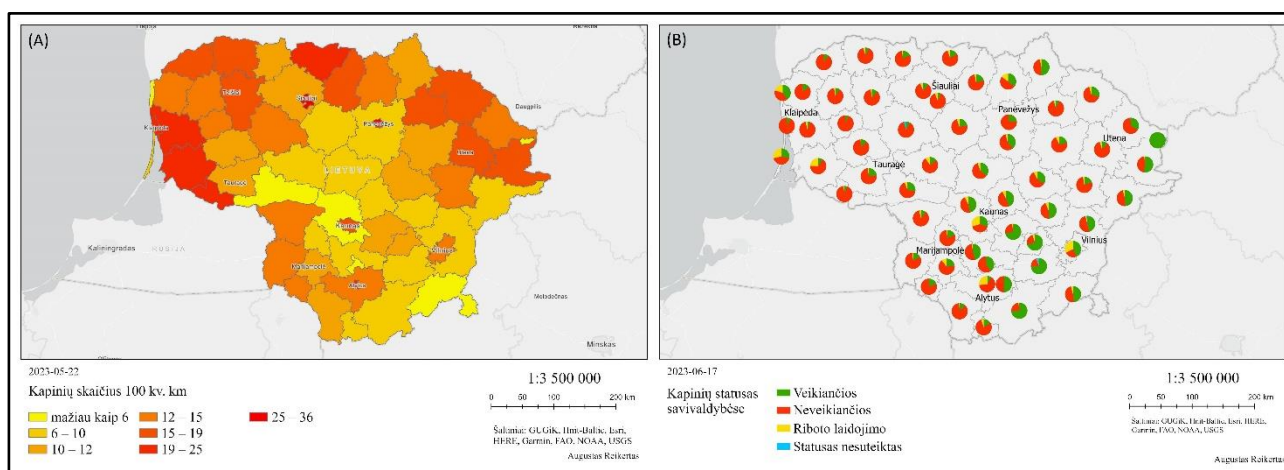
## Rezultatai

Duomenys atskleidė, kad daugiausia Lietuvoje – neveikiančių kapinių (5520 kapinės), joms priklauso įvairūs senkapiai, holokausto, karo aukų memorialai bei apleistos kaimo kapinės. Veikiančių statusą turi 2123 kapinės. Mažiausiai Lietuvoje – riboto laidojimo statusą turinčių kapinių (378 kapinės), tokios kapinės dažniausiai randamos miestuose bei miesteliuose, kuriuose daugiau nebėra laisvos žemės jų plėtrai. Viso nustatytos 8053 kapines.

Kartogramų metodu sudaryti žemėlapiai leido įvertinti kapinių skaičių tenkantį 100 kv. km savivaldybių lygmeniu. Nustatyta, kad savivaldybių lygmenyje kapinės yra pasiskirsčiusios netolygiai (1 pav., (A)). Didžiausias kapinių skaičius 100 kv. km plote yra fiksuojamas miestų savivaldybėse bei Vakarų Lietuvoje, mažiausiai – Rytų ir Vidurio Lietuvoje. Senųjų palaidojimo vietų paplitimas Lietuvoje taip pat netolygus. Daugiausiai tokių palaidojimų fiksuojama Rytų bei Vakarų Lietuvoje, mažiausiai pietvakarinėje Lietuvos dalyje.

Siekiant išanalizuoti kapinėms suteikto statuso pasiskirstymą Lietuvoje buvo pasitelktas lokalizuotų diagramų metodas (1 pav., (B)), kuris geriausiai atskleidžia kiekvieno kapinių statuso užimamą dalį, nuo bendro kapinių skaičiaus. Žvelgiant į visos Lietuvos kapinių pasiskirstymą pagal statusą, veikiančios kapinės sudaro 26 %, neveikiančios – 69 %, riboto laidojimo – 5 %. Pastebėta, kad Rytų Lietuvoje veikiančios kapinės

sudaro žymiai svaresnę dalį nei vakarinėje Lietuvos dalyje. Taip pat nustatyta, kad riboto laidojimo kapinių dalis didesnė miestų savivaldybėse.



**1 pav.** Kapinių pasiskirstymas Lietuvos savivaldybėse, kapinių sk. tenkantis 100 kv. km (A) ir kapinėms suteikto statuso pasiskirstymas Lietuvos savivaldybėse (B)

Taškų metodu sudaryti žemėlapiai atskleidė tam tikrų kapinių tipų pasiskirstymą Lietuvoje. Stebimas aiškus konfesinių kapinių Lietuvoje erdvinis pasiskirstymas: evangelikų–liuteronų kapinės paplitusios Vakarų Lietuvoje, stačiatikių – Šiaurės Rytų Lietuvoje, žydų kapinės pasiskirsčiusios visoje Lietuvoje tolygiai. Karių kapinių pasiskirstymas taip pat netolygus, stebimas didesnis jų susitelkimas, ties buvusiomis I ir II pasaulinių karų fronto linijomis, Šiaurės Rytų, Vakarų bei Pietvakarių Lietuvoje.

Tolesni kapinių erdvinio pasiskirstymo tyrimai galėtų paaiškinti istorinius, kultūrinius ar kitus vykusius procesus Lietuvoje. Tai leistų dar geriau suprasti kapinių reikšmę ir vietą Lietuvos visuomenėje, atskleidžiant galimus istorinius ar kultūrinius ryšius.

## Išvados

Savivaldybių kapinių inventORIZACIJA leido apibendrinti visos Lietuvos kapinių statistiką, o sudaryti žemėlapiai atskleidė erdvinio kapinių pasiskirstymo ypatumus savivaldybėse. Erdvinis kapinių pasiskirstymas Lietuvoje yra netolygus. Didžiausias kapinių skaičius, tenkantis 100 kv. km plote yra fiksuojamas miestų savivaldybėse bei Vakarų Lietuvoje, mažiausias – Rytų ir Vidurio Lietuvoje.

## Literatūra

- Butrimas, A. (2012). Donkalnio ir Spigino mezolito-neolito kapinynai: seniausi laidojimo paminklai Lietuvoje. Vilniaus dailės akademijos leidykla.
- Lietuvos Respublikos žmonių laidojimo įstatymas, 2007 m. gruodžio 20 d., Nr. X-1404, Vilnius.
- Prascevičiūtė, L. (2012). Senosios kaimų kapinės paveldosauginiu ir paveldotyriiniu aspektu. Lietuvos istorijos studijos, (29).
- Valionienė, O. (2015). Lietuvos miestų sakralinės erdvės struktūra viduramžiais ir naujaisiais laikais. Lietuvos istorijos metraštis.

# Sintetinės apertūros radarų ir dronų panaudojimas Nemuno deltos užlietų teritorijų kartografavimui

Jonas Gintauskas, Martynas Bučas, Diana Vaičiūtė, Edvinas Tiškus  
Klaipėdos universitetas (jonas.gintauskas@ku.lt)

## Įvadas

Potvynių bei poplūdžių metu užliejama teritorija yra dinamiška ir nuolat besikeičianti aplinka, kuri kinta kiekvienais metais priklausomai nuo hidrometeorologinių sąlygų: upės debito, vandens lygio, kritulių, vėjo. Užlietose ir drėgnose teritorijose pasikeičia augalų rūšių pasiskirstymas ir augimas (Kopecký et al., 2021). Ekstremalios situacijos – potvyniai, taip pat gali suniokoti turtą bei aplinką. Potvynių stebėjimui, jų žalos suvaldymui ir kompensacijoms skiriama daug laiko ir lėšų, kurių suma 1980–2017 m. laikotarpiu Europos Sąjungoje siekė 166 milijardų eurų (European Court of Auditors, 2018).

Tyrimo vieta yra Nemuno delta, esanti vakarų Lietuvoje (Šilutės rajone) ir Rusijos Karaliaučiaus krašte (Slavsko rajone), teritorijos ribos apibrėžtos pagal maksimalaus aptvano-inundacijos kontaktinį aukštį (Gudelis, 1998). Užliejamų teritorijų dydžio bei ploto matavimai yra svarbūs ekologinei Nemuno deltos būklės stebėsenai, tačiau lauko tyrimų sąlygomis tai yra sudėtinga užduotis, kadangi teritorija yra santykinai didelė, kartais patekimas į ją labai sudėtingas ar net neįmanomas dėl aukšto vandens lygio. Tyrimus Nemuno deltos teritorijoje apsunkina ir geopolitinė padėtis, kadangi ši teritorija priklauso Rusijai ir Lietuvai.

Potvynių stebėjimas įprastai vykdomas *in-situ*, bet šis metodas yra limituotas erdvėje. Palydovinių sintetinės apertūros radarų (SAR) duomenys suteikia galimybę tirti užlietus plotus visoje tyrimo teritorijoje, nepriklausomai nuo meteorologinių sąlygų, nes SAR yra aktyvūs sensoriai (t.y., jiems nereikia išorinio energijos šaltinio, pavyzdžiui, Saulės šviesos), kurie patys generuoja ir priima signalą. SAR generuojamas signalas yra mikrobangų spektro diapazone, kuriam atmosfera ir joje vykstantys reiškiniai yra maksimaliai pralaidūs, todėl signalas geba prasiskverbti pro debesis, o matavimai gali būti atliekami tiek dienos, tiek nakties metu. Šiame darbe pristatoma užliejamų teritorijų kartografavimo metodika panaudojant palydovinius Sentinel-1 SAR duomenis.

## Duomenys ir darbo metodika

Nemuno deltos užliejamų teritorijų kartografavimui per 2015–2019 metų laikotarpį, Lietuvos ir Rusijos teritorijoje buvo panaudoti 173 SAR palydovinių vaizdų duomenys, gauti iš Europos kosmoso agentūros (ESA). Užliejamų teritorijų kartografavimui buvo naudojamas pokyčių aptikimo metodas (angl. *Change Detection*) ir atsitiktinio miško (angl. *Random Forest*) klasifikacija. Pokyčių aptikimo metodo paruošimui pasirinkti 2 laikotarpiai: sausasis, kuris atrinktas pagal sausiausią kiekvienų tyrimo metų laikotarpį bei tiriamasis laikotarpis, kuris yra klasifikuojamas. Suklasifikuotas vaizdas skirstomas į 2 klases: sausumą ir užlietą teritoriją. Naudojant atsitiktinio miško klasifikaciją užliejimai suskirstyti į 3 klases: atvirą vandenį, užlietas teritorijas su iš vandens dalinai išnirusia augalija ir sausumą. Užlietų teritorijų klasifikavimo metodų validavimui buvo naudojamos bepilotė skraidyklė (dronu) surinktos ortofotonuotraukos, iš kurių buvo sudarytos mozaikos. Rezultatų validavimui buvo lyginami duomenys gauti naudojant bepilotę skraidyklę dvejose teritorijose (kiekvienos teritorijos plotas buvo apie 1 km<sup>2</sup>) ir tos pačios dienos duomenys iš palydovinių duomenų (1 pav.).

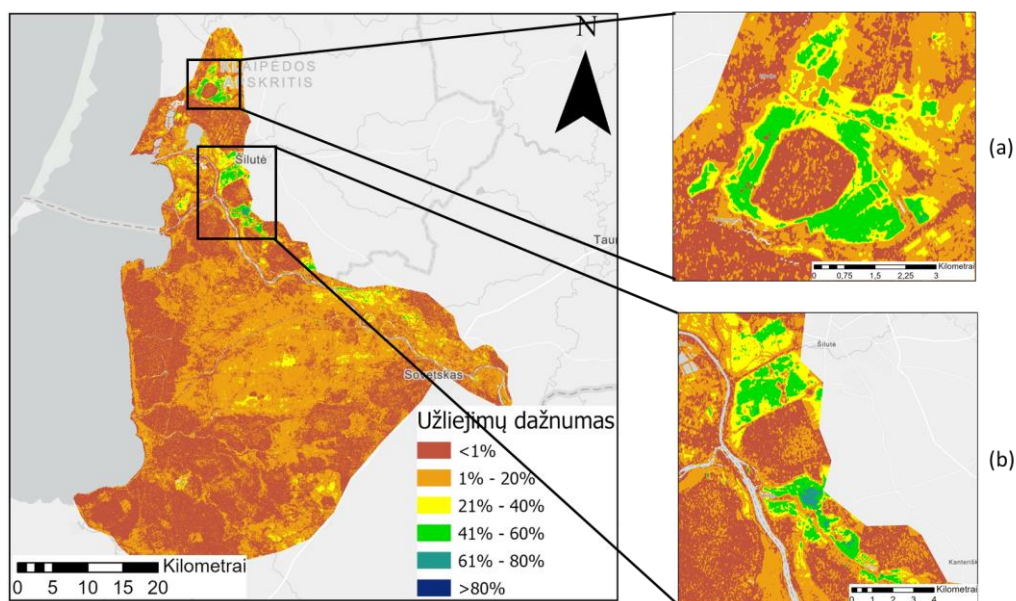


1 pav. Rezultatų analizės ir validavimo metodika



## Rezultatai

Užliejamos teritorijos tiksliausiai buvo sukartografuotos palydovinius Sentinel-1 SAR duomenis suklasifikavus atsitiktinio miško klasifikacijos metodu, kur  $92,9 \pm 2,2$  % atitiko užliejamas teritorijas nustatytas iš drono mozaikos. Mažesnis tikslumas ( $84,7 \pm 11,2$  %) buvo gautas SAR palydovines nuotraukas suklasifikavus pokyčių aptikimo metodu, šių metodų tikslumas statistiškai reikšmingai nesiskyrė ( $t(2) = 1,2$ ,  $p = 0,3$ ). 2017 m. reikšmingai išsiskyrė kaip didžiausio užliejimo metai, kai pavasarinio potvynio piko metu 8,7 % Nemuno deltos teritorijos buvo užlieta. 2016 m. reikšmingai išsiskyrė kaip mažiausio užliejimo metai – pavasarinio potvynio piko metu 5,4 % Nemuno deltos teritorijos buvo užlieta. 2015, 2018 ir 2019 m. reikšmingai tarpusavyje nesiskyrė. Dažniausiai užlietos teritorijos (41–80 % viso tyrimų laiko) buvo aptinkamos Lietuvai priklausančioje Nemuno deltos dalyje: aplink Sakūčių ir Bundalų mišką (šiaurinėje Nemuno deltos dalyje), šiauriau Žalgirių miško ties Šyšos upės santaka su Nemunu. Rečiausiai užliejamos teritorijos buvo aptinkamos pietvakarinėje Nemuno deltos dalyje, Karaliaučiaus krašte (2 pav.).



**2 pav.** Užlietų teritorijų santykinis dažnumas 2015–2019 m. laikotarpiu Nemuno deltoje, nustatytas iš SAR vaizdų ( $n = 173$ ). (a) Sakūčių ir Bundalų miškas, (b) Žalgirių miškas. Juodi stačiakampiai rodo dažniausiai užlietas teritorijas

## Išvados

Duomenų validacija naudojant bepilotę skraidyklę parodė, kad SAR duomenys yra tikslus būdas klasifikuoti potvynius Nemuno deltoje. Lyginant du metodus: atsitiktinio miško klasifikacijos ir pokyčių aptikimo, atviro vandens kartografavimo atveju statistiškai reikšmingų skirtumų nebuvo aptikta, tai patvirtina, kad šie metodai nors ir visai skirtingi, bet patikimai sukartografuoja atvirą vandenį.

Tyrimas parodė, kad dažniausi užliejimai yra Lietuvos teritorijoje, šiaurinėje Nemuno deltos dalyje. Aplink Žalgirių mišką kai kurios vietovės buvo užlietos ilgiau nei 50 % tiriamojo laikotarpio. Pietinė Nemuno dalis, esanti Rusijoje užliejama rečiau ir trumpiau. Šioje Nemuno deltos dalyje nebuvo vietovių, kurios buvo užlietos ilgiau nei 40 % tyrimo laikotarpio.

## Literatūra

- European Court of Auditors, 2018. Floods Directive: progress in assessing risks, while planning and implementation need to improve [WWW Document]. URL [https://www.eca.europa.eu/lists/ecadocuments/sr18\\_25/sr\\_floods\\_lt.pdf](https://www.eca.europa.eu/lists/ecadocuments/sr18_25/sr_floods_lt.pdf) (accessed 2.8.24).
- Gudelis, V. 1998. Lietuvos jūrų ir pajūris. Vilnius: Lietuvos mokslas.
- Kopecký, M., Macek, M., Wild, J., 2021. Topographic Wetness Index calculation guidelines based on measured soil moisture and plant species composition. Science of the Total Environment 757, 143785.

# Gamta pagrįsti sprendimai Lietuvoje: pritaikomumas, sprendžiamos problemos ir kylantys iššūkiai

Justina Kapilovaitė, Ieva Misiūnė  
Vilniaus universitetas (justina.kapilovaitė@chgf.stud.vu.lt)

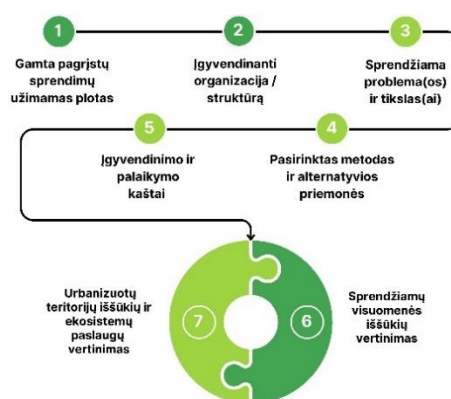
## Įvadas

Gamta pagrįsti sprendimai (angl. Nature-based Solutions) gali pasiūlyti veiksmingus būdus didinti miestų atsparumą pakeisdami arba papildydami pilkosios infrastruktūros priemones (Pathak et al., 2022). Pats terminas 2000-ųjų metų pabaigoje buvo įtvirtintas Pasaulio banko (MacKinnon et al., 2008) ir IUCN (2009), norint pabrėžti biologinės įvairovės išsaugojimo veiksmų integracijos į klimato kaitos švelninimo ir prisitaikymo strategijas svarbą. Veiksmingi gamta pagrįsti sprendimai turi būti pritaikyti lokaliai, efektyviai naudoti išteklius (Bauduceau et al., 2015) ir spręsti bent vieną iš IUCN (2020) nurodytų visuomenės problemų, įskaitant nelaimių rizikos mažinimą, prisitaikymą prie klimato kaitos ir jos švelninimą, ekosistemų degradaciją ir biologinės įvairovės praradimą, žmonių sveikatą, socialinį ir ekonominį vystymąsi, maisto ir vandens saugumą.

Šiame tyrime sudaryta integruota Lietuvoje esančių gamta pagrįstų sprendimų vertinimo metodika. Naudojantis šia metodika analizuoti septyni Lietuvos teritorijoje esantys gamta pagrįsti sprendimai, nagrinėjant jų, kaip daugiavfunkcinių problemų sprendimo komponentų, vaidmenį. Analizuota, kokie gamta pagrįstų sprendimų tipai yra taikomi Lietuvoje, kokias problemas jie sprendžia ir su kokiais iššūkiais susiduriama.

## Duomenys ir darbo metodika

Šiame tyrime identifikuoti ir naudojami sudaryta metodika (1 pav.) analizuoti 7 Lietuvos teritorijoje įgyvendinti gamta pagrįsti sprendimai. Ši metodika apjungia visuomenės iššūkius ir jų sprendimus vertinančius indikatorius, kurie buvo atrinkti Lietuvos teritorijai remiantis Europos komisijos (European Commission, 2021) vertinimui rekomenduojamais indikatoriais (1 pav. 7 žingsnis) bei urbanizuotų teritorijų iššūkių ir ekosistemų paslaugų vertinimo sistemą (1 pav. 6 žingsnis) pagal J. A. C. Castellar ir kt. (2021). Siekiant objektyviai įvertinti analizuojamus gamta pagrįstus sprendimus neatsižvelgiant į skirtingą turimų duomenų kiekį, buvo pasirinktas ekspertinis vertinimas naudojant dvejetainę sistemą: kiekvieno atvejo analizės rodikliai buvo įvertinti kaip teikiantys naudą arba ne. Taip pat gamta pagrįsti sprendimai pagal J. A. C. Castellar ir kt. (2021) buvo priskirti tinkančioms kategorijoms bei tarpusavyje palygintos jų teikiamos ekosistemų paslaugos ir poveikis urbanizuotų teritorijų iššūkiams.



**1 pav.** Gamta pagrįstų sprendimų Lietuvos teritorijoje vertinimo metodika. Sprendžiamų visuomenės iššūkių dalis paremta Europos komisijos rekomendacijomis (European Commission, 2021) ir adaptuota Lietuvai. Integruotas miesto iššūkių ir ekosistemų paslaugų vertinimas atliktas remiantis J. A. C. Castellar ir kt. (2021)

Atvejai analizei buvo atrinkti atsižvelgiant į užimamą plotą (teritorija didesnė nei 100 m<sup>2</sup>), gamta pagrįsto sprendimo tipą (atrinkti skirtingoms kategorijoms priklausantys gamta pagrįsti sprendimai) bei sprendžiamą problemą(as). Atrinktos šios teritorijos: lietaus vandens talpykla Šeškinėje, Vilnius (1), vertikalus apželdinimas ir sodas ant stogo VU botanikos sode, Vilnius (2), Neries senvagės slėnis Šnipiškėse,

Vilnius (3), paviršinio vandens surinkimo ir infiltracijos lobas bei įlomė su vandens augalais prie Babrungo upės ir Gandingos hidroelektrinės tvenkinio, Plungė (4), žalias stogas prekybos centre „Žali“, Vilnius (5), Vilniaus japoniškas sodas (6), įlomė ir mikro-reljefo pakeitimai Pastauninko parke, Kretinga (7).

Vertinimas atliktas remiantis viešai prieinama informacija bei apklausų rezultatais, savivaldybių projektais ir aeronuotraukomis iš Geoportalo.

## Rezultatai

Tyrimo rezultatai rodo, jog iš dvylikos Europos komisijos siūlomų vertinti visuomenės iššūkių, analizuoti gamta pagrįsti sprendimai didžiausią teigiamą įtaką daro žmogaus gerovei ir sveikatai, socialiniam teisingumui bei vandens tvarkymui. Didžiausią bendrą vertinimo balą surinko lietaus vandens talpykla Šeškinėje (0,85/1), Neries senvagės slėnis Šnipiškėse (0,82/1) bei paviršinio vandens surinkimo ir infiltracijos lobas ir įlomė su vandens augalais Plungėje (0,75/1). Vertinant pagal sudarytą metodiką didesni teigiami rezultatai pasiekiami, kai apjungiamos žalios ir mėlynos erdvės. Tokiu atveju sprendimas teikia platesnį spektrą naudų, todėl daugelyje kategorijų jam skiriami aukštesni balai.

Svarbu, jog įgyvendinant gamta pagrįstus sprendimus jie pirmiausia gerintų jau esamas ekosistemas ir vietinę biologinę įvairovę. Tačiau šio principo ne visada buvo laikomasi (pavyzdžiui Vilniaus japoniško sodo atveju). Be to, daugeliu analizuotų atvejų, vietinės bendruomenės ir piliečiai nebuvo įtraukiami į gamta pagrįstų sprendimų planavimo bei įgyvendinimo procesus. Skirtingai nuo pilkosios infrastruktūros, kuri problemą sprendžia tik techniškai, gamta pagrįsti sprendimai teikia ir socialinių bei aplinkosauginių naudų, todėl svarbu įtraukti vietinius gyventojus. Taip pat nustatyta, jog gamta pagrįstų sprendimų įrengimo ir palaikymo kaštų bei tikėtinos naudos palyginimas projektuose dar nėra plačiai taikomas.

## Išvados

Analizuoti gamta pagrįsti sprendimai Lietuvoje apima pastatų apželdinimą, miestų žaliųjų erdvių atkūrimą bei lietaus nuotekų tvarkymą įrengiant dirbtinius tvenkinius arba atliekant reljefo pakeitimus. Analizuotais atvejais buvo sprendžiama lietaus nuotekų tvarkymo problema, rekreacinių žaliųjų miesto erdvių poreikis, pastatų energetinis efektyvumas ir atliekamas ekologinės būklės gerinimas.

Nors yra sėkmingų pavyzdžių, tačiau ne visi analizuoti gamta pagrįsti sprendimai išsprendė pirminę problemą, dėl kurios buvo įrengiami. Kai kurie sprendimai vis dar susiduria su inžineriniais iššūkiais arba patiria dideles priežiūros ir tvarkymo išlaidas.

## Literatūra

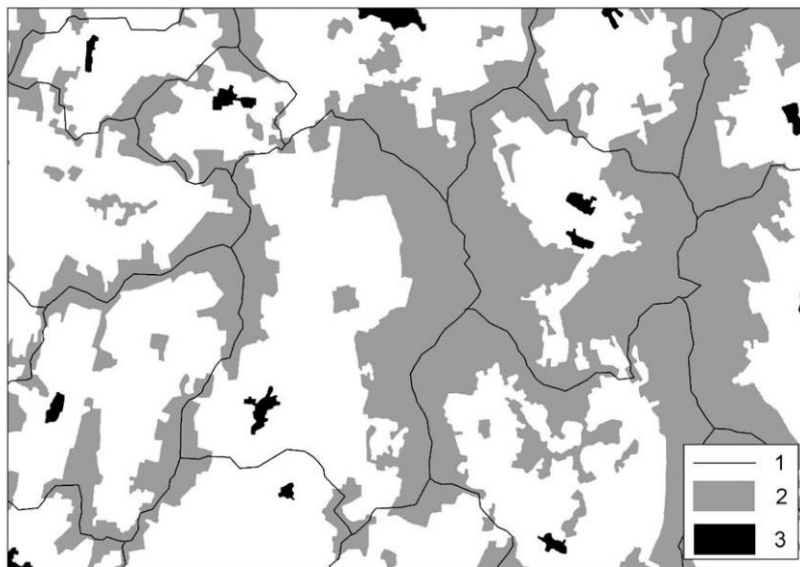
- Bauduceau, N., Berry, P., Cecchi, C., Elmqvist, T., Fernandez, M., Hartig, T., Krull, W., Mayerhofer, E., N, S., Noring, L., Raskin-Delisle, K., Roozen, E., Sutherland, W., & Tack, J. (2015). Towards an EU Research and Innovation Policy Agenda for Nature-based Solutions & Re-naturing Cities: Final Report of the Horizon miestų žaliųjų erdvių atkūrimą2020 Expert Group on 'Nature-based Solutions and Re-naturing Cities'. Publications Office of the European Union. <https://doi.org/10.2777/765301>
- Castellar, J. A. C., Popartan, L. A., Pueyo-Ros, J., Atanasova, N., Langergraber, G., Säumel, I., Corominas, L., Comas, J., & Acuña, V. (2021). Nature-based solutions in the urban context: terminology, classification and scoring for urban challenges and ecosystem services. *Science of the Total Environment*, 779. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2021.146237>
- European Commission. (2021). Evaluating the Impact of Nature-based Solutions: A Handbook for Practitioners. Publications Office of the European Union.
- MacKinnon K, Sobrevila C, Hickey V et al (2008) Biodiversity, climate change and adaptation: nature-based solutions from the Word Bank portfolio. World Bank, Washington, DC.
- IUCN (2009) No time to lose: make full use of nature-based solutions in the post-2012 climate change regime. Position paper on the fifteenth session of the conference of the parties to the United Nations Framework Convention on Climate Change (COP 15). IUCN, Gland.
- IUCN (2020). Global Standard for Nature-based Solutions. A user-friendly framework for the verification, design and scaling up of NbS. First edition. Gland, Switzerland: IUCN.
- Pathak, A., Hilberg, L. E., Hansen, L. J., & Stein, B. A. (2022). Key Considerations for the Use of Nature-Based Solutions in Climate Services and Adaptation. *Sustainability*, 14(24), 16817. <https://doi.org/10.3390/su142416817>

# Lietuvos kraštovaizdžio poliarizacijos struktūros erdvinė analizė

Julius Mačiulaitis, Darijus Veteikis  
Vilniaus universitetas (julius.maciulaitis@chgf.stud.vu.lt)

## Įvadas

Dauguma autorių *kraštovaizdžio poliarizacijos* ar *kraštovaizdžio poliarizacijos laipsnio* (kurie dažniausiai yra naudojami kaip sinonimai) terminą suvokia kaip antropogenizuotų ir natūralių žemės naudmenų santykį (Veteikis, Jankauskaitė, 2004; Veteikis, 2007; Bukantis ir kt., 2008; Vaitkuvienė, Dagys, 2008). Darbe remiamasi kompleksiniu požiūriu paremta idėja analizuoti kraštovaizdį kaip struktūrą ir sistemą, kurios funkcionavimui didelę įtaką turi antropogeninių ir natūralių žemės naudmenų santykis bei savybės. Toks antagonistinių procesų pasiskirstymas erdvėje dalina kraštovaizdį į du menamus poliūs, atstovaujančius kraštutinių tendencijų maksimumus – gamtinį ir antropogeninį (urbanistinį) poliūs. Remiantis požiūriu, kad kraštovaizdyje veikiančios jėgos – antropogenizacija ir natūralizacija dalina kraštovaizdį į du priešingus *poliūs*, skiriama nauja kraštovaizdžio struktūra – *kraštovaizdžio ląstelės* – sudėtingi, bet vienatipiai teritoriniai vienetai, vienodi savo sandara (1 pav.)



**1 pav.** Kraštovaizdžio poliarizacijos struktūros fragmentas: 1 – struktūros elementų (ląstelių, poliarizacijos gardelių) ribos, „membranos“; 2 – gamtinės teritorijos (miškai, pelkės ir kt.); 3 – „branduoliai“ (gyvenvietės) (Veteikis, 2012)

Viena pagrindinių poliarizacijos ląstelių dalių – jos „*membrana*“ (riba), einanti pačiomis gamtiškiausiomis žemėnaudos vietomis. Šios membranos, susikirdamos su kitų kelių kitų ląstelių membranomis, žymi pačias gamtiškiausias vietas – vadinamus *gamtinio poliaus mazgus*, arba tiesiog *gamtos mazgus*. Priešingai – gyvenvietės sudaro antropogeninio poliaus poliarizacijos ląstelės „branduolius“.

Darbo tikslas yra atskleisti Lietuvos kraštovaizdžio poliarizacijos erdvinius ypatumus ir taikymo galimybes. Darbe yra aiškinamasi kraštovaizdžio poliarizacijos struktūros koncepcija ir sampratos raida.

## Duomenys ir darbo metodika

Lietuvos kraštovaizdžio poliarizacijos struktūros erdviniai ypatumai, jos dedamųjų savybės yra analizuojamos remiantis GIS sudarant tankumo, paplitimo žemėlapius. Remiantis 2018 m. CORINE žemės dangos duomenimis atliekama kartografinė poliarizacijos ląstelių struktūros analizė. Darbe atliekama palyginamoji 2018 m. ir 2000 m. CORINE žemės dangos duomenų analizė paremta poliarizacijos ląstelių struktūra. Sudarius 2018 m. Lietuvos kraštovaizdžio poliarizacijos struktūros kartoschemas ir nustačius poliarizacijos ląstelių ribas, jos buvo palygintos su 2000 m. kraštovaizdžio poliarizacijos ląstelių ribomis. Darbe analizuojamas gamtos mazgų tankumas, padėtis žemės dangos struktūroje, taip pat analizuojami

erdviniai dėsningumai skirtingais laikotarpiais. Rezultatai lyginami su Aukso pjūvio (Fi) proporcija. Taip pat aptariamos kraštovaizdžio poliarizacijos erdvinės struktūros praktinio pritaikymo galimybės.

## Rezultatai

Naudojant CORINE 2000-ųjų metų žemės dangos duomenis, buvo paskaičiuotas ląstelių tankumas. Kraštovaizdžio poliarizacijos ląstelių struktūra taip pat palyginta su gyvenviečių (antropogeninių polių) tankumu Lietuvoje bei kraštovaizdžio rajonuose. Pagal 2000 metų CORINE žemės dangos duomenis išskirtose kraštovaizdžio poliarizacijos struktūros ląstelėse yra 10339 gamtos mazgai. Didžiausias ląstelių tankumas pastebimas šiaurės vakarų Lietuvos ruože ir vidurio Lietuvos žemumų ruože, Vilniaus apylinkėse bei Žemaičių aukštumos pietinėje dalyje, kur ląstelių tankumas didesnis nei 27 vnt./1000 kv. km. Ląstelių tankumui tiesiogiai proporcingas yra gyvenviečių struktūros (antropogeninių branduolių) tankumas, kurio erdvinė sklaida beveik sutampa su ląstelių tankumo sklaida. Palyginus pagal 2000 m. ir 2018 m. CORINE žemės dangos duomenis sudarytų poliarizacijos ląstelių struktūrą išryškėjo vienas ryškus skirtumas – poliarizacijos struktūros kaitos tendencija pagal ląstelių ribų pokytį. Gamtinio poliaus mazgai, atstovaujantys gamtiškiausias kraštovaizdžio vietas yra skirtingai pasiskirstę pagal atstumą nuo gamtos naudmenų. Patys „gamtiškiausi“ mazgai įsiterpę į gamtines naudmenas iki 2,3 km, o „mažiausiai gamtiški“, nutolę nuo tokių naudmenų iki 4,7 km atstumu. Gamtos mazgų tankumo pasiskirstymas sutampa su poliarizacijos ląstelių tankumo pasiskirstymu. Mažiausio tankumo arealuose aptinkama 1–49 vnt./1000 kv. km, o didžiausio tankumo arealuose iki 298 gamtos mazgų 1000 kv. km. Ryškiausios gamtinio poliaus mazgų nuokrypio tendencijos pastebimos Vidurio Lietuvos žemumų ruože, kur vyksta intensyviausias ūkinis teritorijos naudojimas, mažai gamtos naudmenų, todėl ir gamtiniai poliai nėra stipriai raiškūs.

## Išvados

Kraštovaizdžio poliarizacija Lietuvoje šiuo metu geriausiai suprantama kaip natūralių ir antropogeninių žemės naudmenų plotų santykis jo teritorinėje struktūroje, parodantis kraštutinių tendencijų kraštovaizdžio raidoje subalansuotumą. Kraštovaizdžio poliarizacijos ląstelių tankumas turi tiesioginį ryšį su gyvenviečių struktūros (antropogeninių branduolių) tankumu. Gamtinio poliaus mazgai, atstovaujantys gamtiškiausias vietas, yra skirtingai pasiskirstę pagal atstumą nuo gamtinių naudmenų. Kintant kraštovaizdžio poliarizacijos struktūrai, gamtinio poliaus mazgai išlieka gana stabilūs, jų vieta keičiasi nestipriai. Kraštovaizdžio poliarizacijos ląstelių struktūros sampratos taikymo galimybės kraštotvarkoje gali būti labai plačios – nuo detalesnio kraštovaizdžio suvokimo iki optimalių kraštovaizdžio struktūrų identifikavimo bei kraštotvarkinių (ūkinių) sprendimų padarinių įvertinimo teritoriniuose vienetuose.

## Literatūra

- Bukantis, A., Gedžiūnas, P., Giedraitienė, J., Ignatavičius, G., Jonynas, J., Kavaliauskas, P., Lazauskienė, J., Reipšleger, R., Sakalauskienė, G., Sinkevičius, S., Šulijienė, G., Žilinskas, G., Valiuškevičius, G. (2008). Lietuvos gamtinė aplinka, būklė, procesai ir raida, Vilnius: Petro ofsetas.
- Vaitkuvienė, D., Dagys, M. (2008). Lietuvos CORINE žemės danga 2006. Ataskaita. Vilnius: VU Ekologijos institutas.
- Veteikis, D. (2007). Polinė ląstelinė kultūrinio kraštovaizdžio struktūra. 1. Teoriniai aspektai. *Annales Geographicae*. 40(2): 3–13.
- Veteikis, D. (2012). Kraštovaizdžio antropogeninės struktūros. Vilnius.
- Veteikis, D., Jankauskaitė, M. (2004). Urbanizuotos aplinkos monitoringo sistemos elementai ir jų skyrimo problema. *Geografijos metraštis*. 37(1-2): 95–105

# Paleotemperatūrų atkūrimas Lietuvos teritorijoje pagal fosilinių žiedadulkių duomenis, panaudojant šiuolaikinių analogų metodą

Jonas Skruzdis, Lauras Balakauskas  
Vilniaus universitetas (jonas.skruzdis@chgf.stud.vu.lt)

## Įvadas

Tikslūs praeities klimato duomenys yra itin svarbūs siekiant suprasti klimato pokyčius ir prognozuoti ateities temperatūrų tendencijas. Vienas iš patikimiausių duomenų apie praeities klimatą šaltinių yra fosiliniai žiedadulkių duomenys (Lowe & Walker, 2014). Tačiau Lietuvos teritorijoje praeities klimato modeliavimo tyrimų, pasitelkiant žiedadulkių duomenis, atlikta labai mažai (Veski et al., 2015). Šiuolaikinių analogų metodas yra vienas iš būdų atlikti šiuos tyrimus ir panašias fosilines žiedadulkes priskiriant šiuolaikiniams atitikmenims išgauti apytikslius klimatinius parametrus. Neseniai atliktas bandymas atkurti vėlyvojo ledynmečio ir holoceno (apytikriai paskutinių 14 tūkst. metų) oro temperatūras Lietuvos teritorijoje, naudojant analogų metodą (Skruzdis & Balakauskas, 2023), atskleidė poreikį tobulinti tyrimų metodiką: rekonstrukcijai naudoti kuo daugiau datuotus žiedadulkių pjūvius, kuo detalesnius fosilinių žiedadulkių duomenis ir kuo pilnesnį šiuolaikinių analogų duomenų rinkinį. Siekiant įdiegti minėtus patobulinimus ir geriau suprasti praeities paleotemperatūrų pokyčius Lietuvoje, buvo pritaikytas išplėstas šiuolaikinių žiedadulkių analogų duomenų rinkinys. Šis atnaujintas modernių analogų rinkinys, taikytas itin detaliam datuotiems fosiliniams žiedadulkių pjūviams, leidžia geriau suprasti bei patikimiau rekonstruoti paleotemperatūrų pokyčius ir užpildyti spragas praeities klimato tyrimuose.

## Duomenys ir darbo metodika

Kiekybinis paleotemperatūrų atkūrimas buvo atliktas remiantis turimais bei publikuotais fosilinių žiedadulkių duomenimis. Siekiant užtikrinti vienodą chronologiją visi nuosėdų datavimo duomenys buvo perkalibruoti naudojant *R* programavimo kalbos (Posit Team, 2023) *clam* (versija 2.5.0) paketą (Blaauw, 2022) ir pritaikant *Intcal20* (Reimer et al., 2020) kalibracijos kreivę. Siekiant įdiegti planuojamus patobulinimus fosiliniams žiedadulkių duomenims, remiantis Eurazijos šiuolaikinių žiedadulkių duomenų bazės (EMPD) antros versijos (Davis et al., 2020) duomenimis, buvo pritaikytas naujos versijos kalibracinis šiuolaikinių žiedadulkių analogų duomenų rinkinys. Naudojant *R* programavimo kalbos *rioja* paketą (Juggins, 2023), šiuolaikinių analogų metodas buvo pritaikytas kokybiškai datuotiems žiedadulkių gręžiniams, taip buvo rasti modernūs analogai fosiliniams Lietuvos žiedadulkių gręžinių spektrams. Darant prielaidą, kad panaši žiedadulkių sudėtis atitinka panašius klimatinius parametrus, buvo sugeneruoti duomenys pagal šiuolaikinį žiedadulkių duomenų rinkinį, kurie apytiksliai nusako Lietuvos klimatą nuo vėlyvojo ledynmečio iki dabarties.

## Rezultatai

Atkurtos apytikslės Lietuvos vėlyvojo ledynmečio ir holoceno vidutinės metinės, vasaros bei žiemos temperatūros penkiuose fosilinių žiedadulkių pjūviuose suteikia daug detalesnės informacijos apie šio laikotarpio paleotemperatūras. Atkurtos vidutinės metinės oro temperatūros skirtinguose pjūviuose yra ganėtinai panašios tarpusavyje ir klimato optimumo metu (maždaug prieš 9000–5000 metų) siekia iki 7,4 °C. Vėlyvajame ledynmetyje atkurtos temperatūros Lietuvoje vidutiniškai siekia 0,5 °C. Tuo tarpu Holoceno pradžioje, Lietuvos klimatui keičiantis, temperatūra vidutiniškai siekia apie 2,8 °C. Holoceno pabaigoje, prieš 1500 metų, temperatūros nukrenta iki 5,6 °C, t.y. panašios į anksčiau atkurtas Holoceno pabaigos paleotemperatūras Lietuvos teritorijoje (Skruzdis & Balakauskas, 2023). Naujų analogų metodo paleotemperatūrų rekonstrukcijų skirtumai iš esmės atitinka dabartinį temperatūrų geografinį pasiskirstymą Lietuvoje – šiek tiek aukštesnės temperatūros būdingos pietų ir vakarų Lietuvai. Dauguma rytinės Baltijos jūros pakrantės regione atliktų paleotemperatūrų rekonstrukcijų yra paremtos fosilinių *Chironomidae* lervų duomenimis (Šeirienė et al., 2021). Šie duomenys labiau atspindi ežerinės aplinkas, priklauso nuo įvairių ežerų parametru, todėl atkurtų temperatūrų skirtumai galėtų būti paaiškinti metodiniais skirtumais. Tačiau dar didesni skirtumai pastebėti gautus rezultatus lyginant su Estijos žiedadulkių duomenimis paremta rekonstrukcija (Veski et al., 2015), vėlyvajame ledynmetyje atkurtos temperatūros yra net iki 5 °C žemesnės, lyginant su šio tyrimo metu atkurtomis Lietuvos

paleotemperatūromis. Vien geografinė padėtimi tokio didelio skirtumo paaiškinti negalima. Dėl panašių tyrimų regione trūkumo validuoti vienos ar kitos rekonstrukcijos duomenų patikimumą yra sudėtinga. Taigi, šio tyrimo metu atlikta preliminari geriausių analogų analizė rodo, kad didelė dalis netikslumų atkuriant paleotemperatūras galėjo atsirasti dėl kalibracinio duomenų rinkinio trūkumų.

### Išvados

Atlikta vėlyvojo ledynmečio ir holoceno paleotemperatūrų rekonstrukcija pagal žiedadulkių duomenis suteikė naujų, detalesnių duomenų apie šio laikotarpio klimatą Lietuvos teritorijoje. Gauti holoceno laikotarpio paleotemperatūrų duomenys gerai atitinka panašių rekonstrukcijų rytinės Baltijos jūros pakrantės regione rezultatus, tuo tarpu dėl vėlyvojo ledynmečio atkurtų paleotemperatūrų patikimumo yra abejonių dėl didelių atkurtų temperatūrų skirtumų lyginant su panašiais tyrimais. Siekiant įvertinti gautų rezultatų patikimumą reikalingi tolimesni tyrimai regione panaudojant skirtingus paleotemperatūrų atkūrimo modelius. Taip pat būtų naudinga detaliau iširti analogų metodo rekonstrukcijų pagal vėlyvojo ledynmečio žiedadulkių patikimumą bei šio metodo tolimesnio panaudojimo Lietuvos teritorijoje perspektyvas.

### Literatūra

- Blaauw M (2022). *\_clam: Classical Age-Depth Modelling of Cores from Deposits\_*. R package version 2.5.0. <https://CRAN.R-project.org/package=clam>
- Davis, B. A., Chevalier, M., Sommer, P., Carter, V. A., Finsinger, W., Mauri, A., ... & Zimny, M. (2020). The Eurasian Modern Pollen Database (EMPD), version 2. *Earth System Science Data Discussions*, 2020, 1–41. <https://doi.org/10.5194/essd-12-2423-2020>
- Juggins, S., (2023) *rioja: Analysis of Quaternary Science Data*, R package version (1.0-5). <https://cran.r-project.org/package=rioja>
- Lowe, J. J., & Walker, M. (2014). *Reconstructing quaternary environments*. <https://doi.org/10.4324/9781315797496>
- Posit team (2023). *RStudio: Integrated Development Environment for R*. Posit Software, PBC, Boston, MA. <http://www.posit.co/>
- Reimer, P. J., Austin, W. E., Bard, E., Bayliss, A., Blackwell, P. G., Ramsey, C. B., ... & Talamo, S. (2020). The IntCal20 Northern Hemisphere radiocarbon age calibration curve (0–55 cal kBP). *Radiocarbon*, 62(4), 725–757. <https://doi.org/10.1017/rdc.2020.41>
- Skruzdis, J., & Balakauskas, L. (2023). Lietuvos holoceno ir vėlyvojo ledynmečio paleotemperatūrų atkūrimas pagal žiedadulkių duomenis pritaikant analogų metodą. *Devintoji Lietuvos Geologijos krypties doktorantų konferencija. VU Geologijos ir mineralogijos katedra*.
- Veski, S., Seppä, H., Stančikaitė, M., Zernitskaya, V., Reitalu, T., Gryguc, G., ... & Heiri, O. (2015). Quantitative summer and winter temperature reconstructions from pollen and chironomid data between 15 and 8 ka BP in the Baltic–Belarus area. *Quaternary International*, 388, 4–11. <https://doi.org/10.1016/j.quaint.2014.10.059>

# Kompleksiniai vėjo greičio ir kritulių kiekio įvykiai rytinėje Baltijos jūros regiono dalyje

Laurynas Klimavičius

Vilniaus universitetas (laurynas.klimavicius@chgf.vu.lt)

## Įvadas

Pastaraisiais metais nustatyta, kad didžiausias neigiamas socioekonominis poveikis padaromas ir dauguma su orų bei klimato reiškiniais susijusių katastrofų kyla kuomet susidaro kompleksiniai klimato įvykiai – tuo pat metu veikia keli fiziniai procesai (Zscheischler et al., 2021). Vienas iš tokių įvykių – tuo pat metu fiksuojami vėjo greičio ir kritulių kiekio ekstremumai. Įvairiuose pasaulio regionuose atliktuose tyrimuose nustatyta, kad kompleksiniai vėjo greičio ir kritulių kiekio įvykiai (KVKĮ) sukelia ekonominius nuostolius, apgadina infrastruktūrą, daro neigiamą poveikį žemės ūkio sektoriui bei kitoms sritims (Martius et al., 2016; Zscheischler et al., 2021). Tačiau Baltijos šalyse šie kompleksiniai įvykiai iki šiol tirti nebuvo. Tad pagrindinis darbo tikslas – išskirti kompleksinius vėjo greičio ir kritulių kiekio įvykius rytinėje Baltijos jūros regiono dalyje 1950–2022 metais bei įvertinti šių įvykių pasikartojimą ir erdvinį pasiskirstymą.

## Duomenys ir darbo metodika

Darbe tirta rytinė Baltijos jūros regiono dalis, apimanti teritoriją nuo 53,5° iki 59,5° š. pl. ir nuo 20,0° iki 28,5° r. ilg. Kompleksinių vėjo greičio ir kritulių kiekio įvykių išskyrimui panaudoti valandiniai maksimalaus vėjo greičio ( $w_{max}$ ) ir paros kritulių kiekio ( $P$ ) reanalizės duomenys, gauti iš ERA–5 duomenų bazės. Duomenų gardelės dydis 0,25° x 0,25°. KVKĮ tirti tik žemyninėje tiriamos teritorijos dalyje, t.y. gardelėse, kurių daugiau nei 50 % ploto sudaro sausuma.

Siekiant išskirti KVKĮ iš valandinių  $w_{max}$  duomenų apskaičiuotas kiekvienos tiriamo 73 metų laikotarpio dienos  $w_{max}$  kiekviename tiriamos teritorijos taške. Tuomet kiekvienam tiriamos teritorijos taškui apskaičiuotos viso tyrimo laikotarpio, atitinkamai,  $w_{max}$  bei  $P$  98 percentilio vertės. Naudojant 98 percentilio reikšmes išskiriami vidutinio stiprumo įvykiai, galintys padaryti stiprų neigiamą socioekonominį poveikį bei gaunama pakankamai įvykių detalai statistinei analizei atlikti (Martius et al., 2016; Zhang et al., 2021). Kompleksiniu vėjo greičio ir kritulių kiekio įvykiu laikomi atvejai, kuomet tą pačią dieną tame pačiame tiriamos teritorijos taške tiek  $w_{max}$ , tiek  $P$  viršijo 98 percentilio reikšmes. Tyrimo metu nustatytas šių kompleksinių įvykių pasikartojimas atskirais tyrimo laikotarpio metais. Taip pat įvertintas KVKĮ pasikartojimas kiekvienoje tyrimo arealo gardelėje, nustatyti per tyrimo laikotarpį gauti pokyčiai.

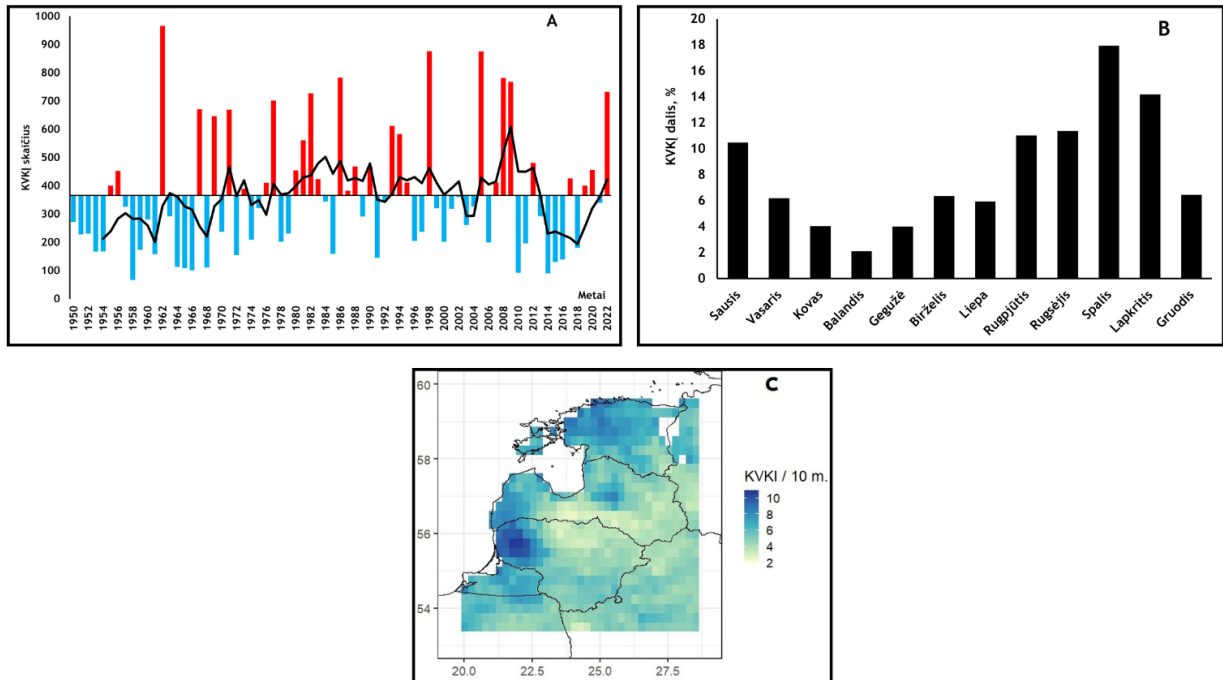
## Rezultatai

Per 1950–2022 metų laikotarpį kompleksiniai vėjo greičio ir kritulių kiekio įvykiai bent vieną dieną fiksuoti visais tyrimo laikotarpio metais, o vidutiniškai per vienerius tyrimo laikotarpio metus visoje analizuojamoje teritorijoje išskirti 366 KVKĮ. Daugiausiai šių įvykių gauta 1962, 1998 ir 2005 metais (atitinkamai 966, 876 ir 875 įvykiai) (1a pav.). 1962 metais daugiausiai, 30,4 % visų tų metų KVKĮ, vyko vasario mėnesį. Tuo tarpu 2005 metais net 69,9 % visų įvykių fiksuota rugpjūčio mėnesį, o 1998 metais KVKĮ dažniausiai vyko spalį (57,8 % visų įvykių). Būtent spalio mėnesį daugiausiai KVKĮ gauta vertinant visą 73 metų tyrimo laikotarpį. Iš viso šį mėnesį užfiksuota 17,9 % visų darbe tiriamų kompleksinių įvykių (1b pav.). Įvertinus KVKĮ pasikartojimą atskirais tiriamo laikotarpio dešimtmečiais, nustatyta, jog daugiausiai, 17,2 % šių įvykių pasitaikė 1980–1989 metais. Panašus KVKĮ skaičius gautas ir pirmajame XXI a. dešimtmetyje (16,9 %). Taip pat nustatyta, kad per 73 metų tyrimo laikotarpį KVKĮ skaičius išaugo. Tačiau šis pokytis nebuvo statistiškai reikšmingas (kai  $p < 0,05$ ).

KVKĮ pasikartojimas įvertintas ir atskiruose tiriamos teritorijos taškuose. Per visą tyrimo laikotarpį daugiausiai šių įvykių buvo vakarų Lietuvoje (10–11 įvykių per dešimtmetį), taip pat centrinėje Latvijos dalyje (8–9 įvykiai per dešimtmetį) ir šiaurinėje Estijos dalyje (8–10 įvykių per dešimtmetį) (1c pav.). Vertinant erdvinį KVKĮ pasiskirstymą skirtingais mėnesiais pastebėta, kad rugsėjį–kovą šie įvykiai dažniausiai pasikartojo vakarinėje–pietvakarinėje bei šiaurinėje tiriamos teritorijos dalyse. Balandžio–rugspjūčio mėnesiais atvirkščiai – KVKĮ daugiausiai kartų fiksuoti toliau nuo Baltijos jūros nutolusiose gardelėse rytinėje bei pietrytinėje tyrimo arealo dalyse. To priežastis – šaltuoju metų laiku dėl vyraujančios vakarų pernašos ir Atlanto ciklonų veiklos didesnis kritulių kiekis bei vėjo greitis fiksuojamas būtent vakarinėje bei šiaurinėje tyrimo arealo dalyse, pakrančių teritorijose. Tuo tarpu šiltuoju metų laiku didesnę įtaką turi terminė



atmosferos konvekcija, kuri dėl didesnių paviršiaus temperatūrų skirtumų įprastai intensyvesnė giliau į žemyną nutolusiose teritorijose. Tad šiltuoju metų laiku ten įprastai iškrenta daugiau kritulių bei susidaro didesni vėjo greičio maksimumai – išauga galimybė susidaryti KVKĮ.



**1 pav.** Kompleksinių vėjo greičio ir kritulių kiekio įvykių (KVKĮ) skaičius visoje tiriamoje teritorijoje 1950–2022 metais bei šių įvykių skaičiaus kaita taikant 5 metų slankųjį vidurkį (juoda linija) (a); atskirais mėnesiais užfiksuotų KVKĮ dalis (%) (b); vidutinis KVKĮ skaičius per dešimtmetį kiekviename tyrimo teritorijos taške (c)

Nustatyta, kad tą pačią tiriamo laikotarpio dieną daugiau nei pusėje gardelių KVKĮ susidarė vos tris kartus: 1971 metų spalio 22 dieną (51,1 % gardelių), 2009 metų spalio 14 dieną (57,4 % gardelių) ir, daugiausiai, 1998 metų spalio 28 dieną (75,4 % gardelių). Galiausiai gauta, kad per 1950–2022 metų laikotarpį 75,4 % gardelių KVKĮ skaičius išaugo. Tačiau pokyčiai daugeliu atvejų nežymūs ir statistiškai reikšmingi (kai  $p < 0,05$ ) vos 4,6 % tiriamos teritorijos taškų. Dauguma šių taškų yra pietų Lietuvoje bei šiaurės rytinėje Lenkijos dalyje.

## Išvados

1950–2022 metų laikotarpiu kompleksiniai vėjo greičio ir kritulių kiekio įvykiai nustatyti vidutiniškai 3 dienas per metus. Daugiausiai jų identifikuota 1962 metais, o dažniausiai šie kompleksiniai įvykiai pasitaikė spalio mėnesį. Daugiausiai KVKĮ per 73 metų laikotarpį nustatyta vakarų Lietuvoje, priešvėjiniuose Žemaičių aukštumos šlaituose, taip pat šiaurinėje Estijoje bei centrinėje Latvijos dalyje. Nors darbe tiriami kompleksiniai įvykiai buvo fiksuoti kiekvienais metais, tačiau tik tris kartus per visą tyrimo laikotarpį jie fiksuoti daugiau nei pusėje analizuojamos teritorijos gardelių, visais trimis atvejais – spalio mėnesį. Galiausiai, nustatyta, kad KVKĮ skaičius išaugo trijuose ketvirtadaliuose gardelių, tačiau šie pokyčiai statistiškai reikšmingi buvo vos keliose iš jų.

## Literatūra

- Martius, O., Pfahl, S., & Chevalier, C. (2016). A global quantification of compound precipitation and wind extremes. *Geophysical Research Letters*, 43(14), 7709–7717.
- Zhang, Y., Sun, X., & Chen, C. (2021). Characteristics of concurrent precipitation and wind speed extremes in China. *Weather and Climate Extremes*, 32, 100322.
- Zscheischler, J., Naveau, P., Martius, O., Engelke, S., & Raible, C. (2021). Evaluating the dependence structure of compound precipitation and wind speed extremes. *Earth System Dynamics*, 12(1), 1–16.

# Kodėl Klaipėdos uostas uždaromas per kiekvieną audrą?

Laura Nesteckytė<sup>1</sup>, Loreta Kelpšaitė-Rimkienė<sup>1</sup>, Gintautas Stankūnavičius<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Klaipėdos Universitetas (laura.nesteckyte@ku.lt)

<sup>2</sup>Vilniaus Universitetas

## Įvadas

Klaipėdos uoste kritinis vėjo greitis ir bangų aukštis yra atitinkamai: 20 m/s ir  $\geq 3$  m, kurias pasiekus ir viršijus uosto veikla apribojama arba net sustabdoma. Šiame darbe analizuotos bangų charakteristikos Klaipėdos uoste būtent tokiomis kritinėmis situacijomis. Didžiausias dėmesys skirtas ilgo periodo bangoms, dėl kurių smarkiai sutrinka uosto operatyvinis darbas.

Pakrančių regionams didelę grėsmę kelia įvairios kilmės ilgo periodo bangų sukelti ekstremalūs vandens lygiai (Monserrat et al. 2006; Vilibić 2008; Pellikka et al. 2022) o ypatingą pavojų kelia ilgo periodo bangų, uoste vadinamu Traukūnu, sukelti reiškiniai Klaipėdos uoste (Nesteckytė et al., 2023). Klaipėdos uostas yra gyvybiškai svarbus Lietuvos ekonomikai. Lietuvos Susisiekimo ministerijos duomenimis, jis sukuria apie 6 % šalies bendrojo vidaus produkto (Lietuvos Respublikos susisiekimo ministerija, 2024). Jis taip pat labai svarbus geografiniu požiūriu, nes yra šiauriausias neužšalantis Baltijos jūros uostas. Tačiau Klaipėdos uostas yra gerai žinomas jame susidarantiomis pavojingomis sąlygomis audrų metu, kai laivams yra draudžiama ne tik išplaukti iš uosto, bet ir įplaukti į jį, netgi pasilikti atviroje jūroje yra saugiau, nei būti prisišvartavus uosto akvatorijoje. Ekstremaliais atvejais dėl ilgo periodo bangų įėjimo į uostą gali susidaryti kritinės situacijos, kai vandens lygis už uosto vartų tampa žemesniu nei vandens lygis uosto akvatorijoje. Dėl tokio galimo scenarijaus audros bangolaužiai gali būti pralaužti. Bangolaužių paskirtis – apsaugoti nuo aukšto vandens lygio jūros pusėje. Tokios situacijos formuojasi, kai Lietuva atsideria ciklonų, kurių centrinės dalies trajektorija yra į šiaurę nuo Lietuvos, užnugaryje (Stankūnavičius et al. 2020). Siekiant apsaugoti Klaipėdos uostą nuo audros bangų sukeltų pavojų, buvo imtasi priemonių, įskaitant uosto įplaukos kanalo praplėtimą ir jo konfigūracijos pakeitimą (Šakurova et al. 2022), tačiau tokių atvejų vis dar pasitaiko (Nesteckytė et al. 2023).

## Duomenys ir darbo metodika

Regioninei orų analizei ir aktyvių ciklonų trajektorijoms nustatyti buvo naudotos Vokietijos orų tarnybos (Deutcher Wetterdienst) elektroniniai orų žemėlapiai, o vietinėms orų sąlygoms – Klaipėdos meteorologijos stoties 2023 m. lapkričio mėnesio valandiniai slėgio stoties lygyje ir vėjo standartiniame aukštyje (10 m) duomenys. Papildomai darbe naudoti meteorologinės stotelės, įrengtos Jūrinių tyrimų institute, atmosferos slėgio duomenys, kurių dažnis 1 min.

Bangų analizei šiame darbe naudoti vandens lygio duomenys gauti iš Lietuvos hidrometeorologijos tarnybos (LHMT). Vandens lygio matavimo stotis įrengta Klaipėdos sąsiauryje, vandens lygio matavimai atliekami kas 2 s, suvidurkinti duomenys įrašomi vieną kartą per minutę. Siekiant nustatyti Klaipėdos uoste užfiksuotų bangų kilmę buvo atlikta įrašo sekos detrendizacija, po to jis buvo konvertuotas į vandens lygių laiko eilutę, taikant tiesinę bangų teoriją (Kelpšaitė-Rimkienė et al. 2018). Gautiems vandens lygio duomenims taikyta galios tankio spektrinė analizė, siekiant nustatyti vyraujančius užfiksuotų svyravimų dažnius ir periodus. Siekiant išskirti skirtingo dažnio bangas iš vandens lygio eilučių buvo taikomi juostiniai filtrai (Bandpass filters). Pagal B. Gailiušio (2010) pasiūlytus pagrindinių bangų dažnius Klaipėdos uoste buvo nustatyti tokie ribiniai dažniai: vėjinės bangos –  $0,1 < f < 0,3$  Hz; uosto svyravimai, rezonansas –  $0,03 < f < 0,01$  Hz ir seišos –  $0,001 < f < 0,0006$  Hz.

## Rezultatai

Prie Lietuvos Baltijos jūros pakrantės artėjant giliam ciklonui, 2023 m. lapkričio 22 d. rytą 5 valandą vietos laiku Klaipėdoje buvęs aukštas atmosferos slėgis (1027,4 hPa) pradėjo staigiai kristi – apie 1,1 hPa/ 10 min. Tai buvo bene pagrindinė priežastis, dėl kurios susidarė į meteocunamį panaši 17 cm amplitudės solitono formos banga (silpnas traukūnas pagal LHMT metodologiją). Lapkričio 22 d. 23 val. vietos laiku, dėl nepalankių oro sąlygų buvo sustabdytos uosto operacijos Klaipėdoje. Vėjo gūšiai viršijo 27 m/s, o bangų aukštis įplaukos kanale – 3 m. Atmosferos slėgio kaitos neigiama tendencija dar padidėjo ir lapkričio 23 d. 1 val. vietos laiku jau siekė 2,5 hPa/ 10 min.

Lapkričio mėnesio audrų Baltijos jūroje analizė parodė, kad bangų signalo spektrai atskleidė ryškius kelių dažnių maksimumus. Nustatyta, kad Klaipėdos uoste padidėję 4 s ir 8 s periodų maksimumai rodė vėjinių bangų iš Baltijos jūros įėjimą į uostą. Išanalizavus jūros vandens lygio kaitą Karlshamno (Švedija) uoste, minėto periodo bangos nenustatytos. Ciklonas slinkęs iš šiaurės vakarų į pietryčius lėmė pietvakarių krypčių vėjus, o geografinė Karlshamno uosto padėtis sutrukdė susidaryti vėjinėms bangoms. Tačiau iš abiejų uostų, Klaipėdos ir Karlshamno, vandens lygio įrašų buvo išskirtos seišos, kurių periodai svyravo nuo 2 iki 28 minučių, o tai parodo ilgo periodo bangų susiformavimą Baltijos jūros centrinėje dalyje. Nors dažnių juostų analizė neatskleidė didelių svyravimų amplitudžių, nustatyta, kad seiša sklido per Baltijos jūrą nuo Karlshamno iki Klaipėdos. Klaipėdos uosto uždarymas užsitęsė ilgiau nei 24 valandas, ir net sumažėjus vėjui, uoste išliko nesaugios laivybos sąlygos, dėl į uostą įėjusios seišos ir susidariusio traukūno.

## **Išvados**

2023 mėnesio lapkričio mėnesio audrų Baltijos jūroje metu susidarę meteorologiniai ir okeanografiniai reiškiniai išryškina sudėtingą atmosferos slėgio pokyčių, vėjo krypčių ir pakrančių geografijos sąveiką, darančių didžiulį poveikį Klaipėdos uostui. Lapkričio 19–30 dienomis Klaipėdos uoste buvo užfiksuotos vėjinės bangos, kurių periodas – 4–8 s. Karlshamno uoste dėl vyraujančios tuo metu ciklonų judėjimo trajektorijos vėjinės bangos neužfiksuotos, tačiau susidarė seiša, kurios periodas daugiau kaip 2 min. ir ji nustatyta abėjuose tiriamuose uostuose. Taip pat nustatyta, kad uosto darbo dideliems trikdžiams (visiškai sustabdymui) turi įtakos ne vėjinės bangos, kaip dažniausiai tikimasi, o ilgo periodo bangos susidariusios atviroje jūroje. Seišų įėjimas į Klaipėdos uostą nėra išsamiai ištirtas todėl reikalingi tolimesni tyrimai.

## **Literatūra**

- Gailiūšis B. (2010). Klaipėdos valstybinio jūrų uosto laivybos kanalo gilinimo ir platinimo poveikio aplinkai vertinimo ataskaita 1 dalis.
- Lietuvos Respublikos susisiekimo ministerija. <https://sumin.lrv.lt/lt/veiklos-sritys/vandens-transportas-2/apie-sektoriu-9/v>. Žiūrėta: 2024-01-02.
- Kelpšaitė-Rimkienė L., Soomere T., Bagdanavičiūtė I., et al. (2018). Measurements of Long Waves in Port of Klaipėda, Lithuania. *Journal of Coastal Research* 85:761–765. <https://doi.org/10.2112/S185-153.1>
- Monserrat S., Vilibić I., Rabinovich A.B. (2006). Meteotsunamis: atmospherically induced destructive ocean waves in the tsunami frequency band. *Nat Hazards Earth Syst Sci* 6:1035–1051. <https://doi.org/10.5194/nhess-6-1035-2006>
- Nesteckytė L., Kelpšaitė-Rimkienė L., Rabinovich A.B. (2023). Hazardous meteotsunami-like sea-level oscillations in the Port of Klaipėda, the Baltic Sea. *Nat Hazards*. <https://doi.org/10.1007/s11069-023-06311-4>
- Pellikka H., Šepić J., Lehtonen I., Vilibić I. (2022). Meteotsunamis in the northern Baltic Sea and their relation to synoptic patterns. *Weather and Climate Extremes* 38:100527. <https://doi.org/10.1016/j.wace.2022.100527>
- Šakurova I., Kondrat V., Baltranaitė E., et al. (2022). Assessment of Coastal Morphology on the South-Eastern Baltic Sea Coast: The Case of Lithuania. *Water* 15:79. <https://doi.org/10.3390/w15010079>
- Stankūnavičius G., Pupienis D., Frišmantas D., Jarmalavičius D. (2020). Strongest Wind Storms in the Lithuanian Baltic Coast. *PROC* 10:13. <https://doi.org/10.15388/Klimatokaita.2020.6>
- Vilibić I. (2008). Numerical simulations of the Proudman resonance. *Continental Shelf Research* 28:574–581. <https://doi.org/10.1016/j.csr.2007.11.005>

# Kuršių nerijos jūros kranto vystymąsi lemiančių veiksnių vertinimas

Pranciškus Brazdžiūnas<sup>1</sup>, Donatas Pupienis<sup>1,2</sup>, Darius Jarmalavičius<sup>2</sup>, Gintautas Žilinskas<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Vilniaus universitetas (pbrazdziunas@gmail.com)

<sup>2</sup> Gamtos tyrimų centras

## Ivadas

Baltijos jūrą nuo Kuršių marių skiria Kuršių nerija. Šio natūralaus smėlio barjero vystymąsi lemia išilginis nešmenų srautas, o jūros krantą formuoja hidro-eolodinaminių veiksnių kompleksas (Pupienis et al., 2017). Vis dėl to, net ir šiame 98 km ilgio kranto ruože, skirtingose atkarpose krantas vystosi skirtingai (Jarmalavičius et al., 2020; 2019). Ankstesniuose tyrimuose (Kelpšaitė et al., 2011; Jarmalavičius et al., 2020) buvo naudoti vėjo, bangų ir jūros lygio duomenys iš Nidos atviros jūros bangų stoties ir Klaipėdos vandens matavimo, meteorologinės ir atviros jūros bangų stočių, tačiau minėtų duomenų panaudojimas leido tik iš dalies nustatyti kranto vystymąsi lemiančių veiksnių įtaką. Kadangi Kuršių nerijos jūros krante hidrometeorologinių stočių tinklas yra per retas, sunku paaiškinti, kokios priežastys lemia skirtingą kranto morfodinamikos kaitą atskiruose kranto ruožuose.

Tyrimo tikslas – įvertinti Kuršių nerijos jūros kranto vystymąsi lemiančius veiksnius. Gauti tyrimo rezultatai padės suprasti krantą formuojančių hidrodinaminių ir meteorologinių veiksnių poveikį atskirų kranto ruožų morfodinamikai. Nustatyti ryšiai tarp kranto morfodinamikos ir hidrometeorologinių parametru kaitos padės prognozuoti kranto pokyčius ateityje.

## Duomenys ir darbo metodika

Hidrodinaminių ir meteorologinių veiksnių vertinimas paremtas reanalizės modelių duomenimis. Tyrime naudojami Baltijos jūros bangų reanalizės duomenys, sukurti Suomijos meteorologijos instituto mokslininkų naudojant WAM bangų modelį. Hidrometeorologiniai veiksniai analizuoti naudojant ERA 5 modelio reanalizės duomenis. Duomenų validavimui tyrime naudoti Klaipėdos (vėjo, jūros lygio, bangų) meteorologijos, vandens matavimo stoties bei Nidos (bangų) atviros jūros bangų stoties duomenys. Kranto morfodinamika įvertinta panaudojus Gamtos tyrimų centro (Lietuva) ir P. P. Širšovo okeanologijos instituto (Rusija) skersinės kranto niveliacijos duomenis, kurie buvo surinkti 2003–2019 laikotarpiu 23 matavimo profiliuose.

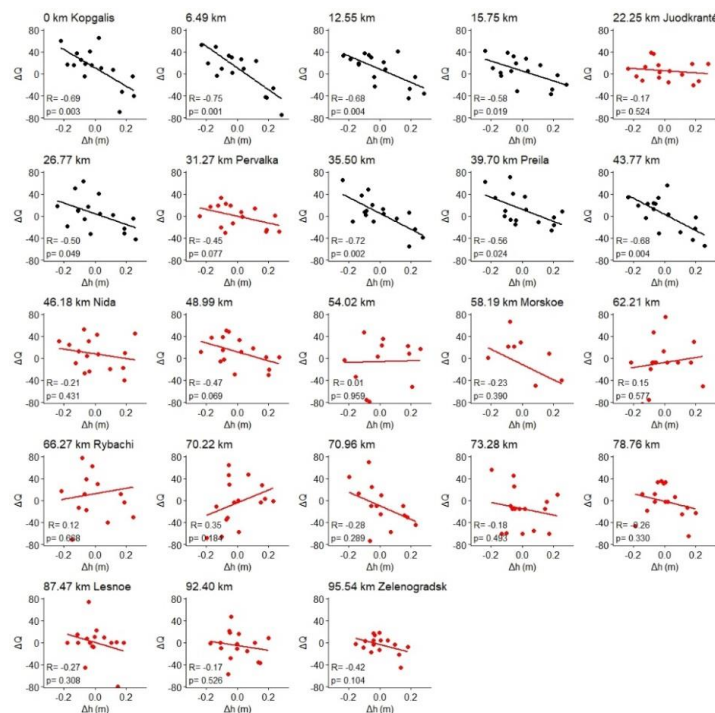
Remiantis skersinės niveliacijos duomenimis buvo apskaičiuotas nešmenų kiekis krante ir kranto linijos padėties kasmetinė kaita. Ties kiekvienu profiliu iš reanalizės duomenų bazės buvo atrinktos ir apskaičiuotos vidutinės metinės bangų (aukštis, kryptis, periodas) ir vėjo (kryptis, greitis) parametru reikšmės. Siekiant įvertinti hidrometeorologinių veiksnių įtaką kranto kaitai, buvo nustatyti koreliaciniai ryšiai tarp hidrometeorologinių ir morfometrinių parametru.

## Rezultatai

Kuršių nerijos šiaurinėje dalyje dominuoja akumuliaciniai procesai. Bangų kryptis ties šiaurine Kuršių nerijos dalimi mažai varijuoja ir krantą pasiekia beveik stačiu kampu ( $>80^\circ$ ). Pietinėje Kuršių nerijos dalyje vyrauja eroziniai procesai. Priekrantėje bangų aukštis kinta nuo 0,59 iki 0,78 m, o jų priėjimo prie kranto kampas kinta  $8^\circ$  ribose, nuo 67 iki 75 laipsnių. Didžiausias vidutinis bangų aukštis (0,82–85 m) nustatytas ties centrine Kuršių nerijos dalimi tarp Preilos ir Pervalkos gyvenviečių. Pietinėje Kuršių nerijos dalyje vyrauja stipresni vėjai, vidutinis vėjo greitis siekia 6,9 m/s, tuo tarpu šiaurinėje dalyje – 5,0 m/s.

Koreliacinių ryšių analizė parodė, kad statistiškai reikšmingi ( $p < 0,05$ ) koreliaciniai ryšiai tarp bangų aukščio ir nešmenų kiekio pokyčių krante dominuoja šiaurinėje dalyje (1 pav.). Taip pat statistiškai reikšmingi koreliaciniai ryšiai nustatyti tarp jūros lygio ir nešmenų kiekio pokyčių krante beveik visoje šiaurinėje dalyje, o pietuose tik ties Zelenogradsko gyvenvieta. Šiaurinėje Kuršių nerijos dalyje statistiškai reikšmingi koreliaciniai ryšiai nustatyti tarp vėjo greičio ir nešmenų kiekio krante bei kranto linijos pokyčių. Lietuvai priklausančioje Kuršių nerijos dalyje, ties Juodkrante, Preila ir Pervalka koreliacinių ryšių tarp hidrometeorologinių ir morfometrinių parametru nenustatyta. Matomai, šiuose kranto ruožuose kranto vystymąsi gali lemti ne tik aktyvūs, bet ir pasyvūs veiksniai, pavyzdžiui, geologinė kranto sandara (Jarmalavičius et al., 2017). Nors tyrimo metu nebuvo nustatyta reikšmingų koreliacinių ryšių tarp bangų

priėjimo kampo ir nešmenų kiekio kaitos, tačiau analizė atskleidė, kad eroziniai procesai dominuoja kranto ruožuose, kuriuose bangos krantą pasiekia mažesniu nei 75° kampu.



**1 pav.** Koreliaciniai ryšiai tarp bangų aukščio (m) ir nešmenų kiekio krante pokyčių šiaurinėje Kuršių nerijos dalyje, atstumas nuo Klaipėdos molo. Statistiškai nereikšmingi koreliaciniai ryšiai pažymėti raudonai

## Išvados

Nustatyti koreliaciniai ryšiai parodė, kad atskiruose Kuršių nerijos kranto ruožuose dominuoja skirtingi krantą formuojantys veiksniai. Šiaurinėje dalyje didesnę poveikį turi jūros lygio ir bangų aukščio svyravimai bei juos lemiantis vėjo greitis, o pietinėje vėjo ir bangų kryptis. Kranto morfodinaminius skirtumus tarp šiaurinės ir pietinės Kuršių nerijos dalių lemia kranto ekspozicija. Jeigu šiaurinėje Kuršių nerijos dalyje hidrometeorologiniai veiksniai turi didesnę poveikį kranto dinamikai, tai pietinėje ir centrinėje dalyje didesnę poveikį turi pasyvūs veiksniai: kranto ekspozicija, geologinė sandara ir kt. Atskirai reikia paminėti, kad dažnai kranto vystymąsi kontroliuojančius gamtinius veiksnius koreguoja antropogeninis poveikis, kuris neretai tampa dominuojantis.

**Padėka.** Šis tyrimas finansuotas pagal Lietuvos mokslo tarybos finansuojamos veiklos „Studentų tyrimai semestrų metu“ projektą Nr. P-ST-23-95 lėšomis.

## Literatūra

- Jarmalavičius, D., Žilinskas, G., Pupienis, D. (2017). Geologic framework as a factor controlling coastal morphometry and dynamics. Curonian Spit, Lithuania. *International Journal of Sediment Research*, 32(4), 597–603.
- Jarmalavičius, D., Pupienis, D., Žilinskas, G., Karaliūnas, V., & Jukna, L. (2019). The development and stability of beach-dune system on the wave-dominated coast: A case study of the Curonian Spit, Lithuania. *Aeolian Research*, 41, 100542.
- Jarmalavičius, D., Pupienis, D., Žilinskas, G., Janušaitė, R., & Karaliūnas, V. (2020). Beach-foredune sediment budget response to sea level fluctuation. Curonian Spit, Lithuania. *Water*, 12(2), 583.
- Kelpšaitė, L., Dailidienė, I., & Soomere, T. (2011). Changes in wave dynamics at the south-eastern coast of the Baltic Proper during 1993–2008.
- Pupienis, D., Buynevich, I., Ryabchuk, D., Jarmalavičius, D., Žilinskas, G., Fedorovič, J., ... & Cichoń-Pupienis, A. (2017). Spatial patterns in heavy-mineral concentrations along the Curonian Spit coast, southeastern Baltic Sea. *Estuarine, Coastal and Shelf Science*, 195, 41–50.

# Žemėlapių funkcinų stilių sistema (Lietuvos žemėlapių pavyzdžiu)

Rita Viliuvienė

Vilniaus universitetas (rita.viliuviene@chgf.vu.lt)

## Ižanga

Funkcinis stilius padeda sukurti pageidaujamos kartografinės kalbos savybėmis (vaizdingumu, gyvumu ir kt.) pasižymintį žemėlapij, tinkamai panaudoti grafines ir stilistines priemones skirtinguose kontekstuose. Nors žemėlapiai kuriami nuolat, jų vartojimo sričių daugėja, tačiau žemėlapių funkcinų stilių požymiai nėra išgryninti, šių stilių sistema nėra sudaryta. Dėl šios priežasties kartografinės kalbos teikiamos galimybės skirtingiems funkciniam stiliams reikšti išnaudojamos tik iš dalies. Dėl to nukenčia kartografinės komunikacijos kokybė. Sprendžiant problemą, sukurta žemėlapių funkcinų stilių sistema bei sudaryti skirtingus stilius iliustruojantys žemėlapių pavyzdžiai. Įvardinti „inventorinis“, „populiarus“, „mokslinis“ ir „meninis“ žemėlapių funkciniai stiliai, kuriais siūloma vadovautis sudarant žemėlapius. Sudarytieji žemėlapiai yra aktualios atsinaujinančių energijos išteklių (Kraak et al., 2020), t. y. vėjo energetikos Lietuvoje, tematikos.

Atlikus literatūros šaltinių analizę nustatyta, kad apibendrintą žemėlapių funkcinų stilių klasifikaciją dar XX a. 10 dešimtmetyje pateikė slovakų kartografas Jan Pravda (Pravda, 1990). Nors ši klasifikacija yra bendro pobūdžio ir nėra detalizuota, tačiau ji yra tinkamas pagrindas tolesniems žemėlapių funkcinų stilių sistemos kūrimo darbams. Su žemėlapių funkciniais stiliais tampriai siejasi kartografinės kalbos atliekamų funkcijų tyrimai. Remiantis H. Schlichtmann atliktų mokslinių tyrimų rezultatais, kartografinės kalbos atliekamos funkcijos yra šios: žymėjimas, išaiškinimas, akcentavimas (Schlichtmann, 2003). Paskutiniuosius du dešimtmečius pastebimos žemėlapių meninio stiliaus (Beconyte & Viliuviene, 2012; Christopher et al., 2013) ir topografinių žemėlapių stiliaus (Kent, 2008) tyrimo tendencijos. Be to, yra paskelbta žemėlapių meninio apipavidalinimo stilių klasifikacija, kurioje stilius orientuotas pagal žemėlapių paskirtį (funkciją) (Dumbliauskienė, 2002).

## Duomenys ir metodai

Vėjo energetikos Lietuvoje žemėlapių, iliustruojančių skirtingus žemėlapių funkcinus stilius, sudarymui naudojami erdvinių duomenų rinkiniai ir pradiniai duomenys, kurių teikėjai yra LR Aplinkos ministerija, Nacionalinė žemės tarnyba prie LR Aplinkos ministerijos, Valstybinė energetikos reguliavimo taryba, Lietuvos vėjo energetikos asociacija, AB Litgrid, OpenStreetMap fondas.

Pagrindiniai Lietuvos teritorijos geografiniai objektai, vaizduojami sudarytuose žemėlapiuose: vėjo elektrinių parkai, vėjo elektrinės, elektros oro linijos ir elektros pastotės bei transformatorinės, kelių tinklas, hidrografiniai objektai, saugomos teritorijos, miškai, užstatyta teritorija.

Žemėlapių sudarymo procese funkcinio stiliaus kūrimo aspektu svarbiausi etapai yra šie:

- duomenų atranka ir pertvarkymas atsižvelgiant į kontekstą;
- sutartinių ženklų sistemos kūrimas ir kartografavimo metodų parinkimas;
- grafinių bei stilistinių priemonių pritaikymas vyraujančiai kartografinės kalbos funkcijai išreikšti;
- daugiaplanio vaizdo kūrimas, akcentų išskyrimas;
- žemėlapių elementų komponavimas žemėlapių makete ir suderinimas tarpusavyje stilistiniam vientisumui užtikrinti.

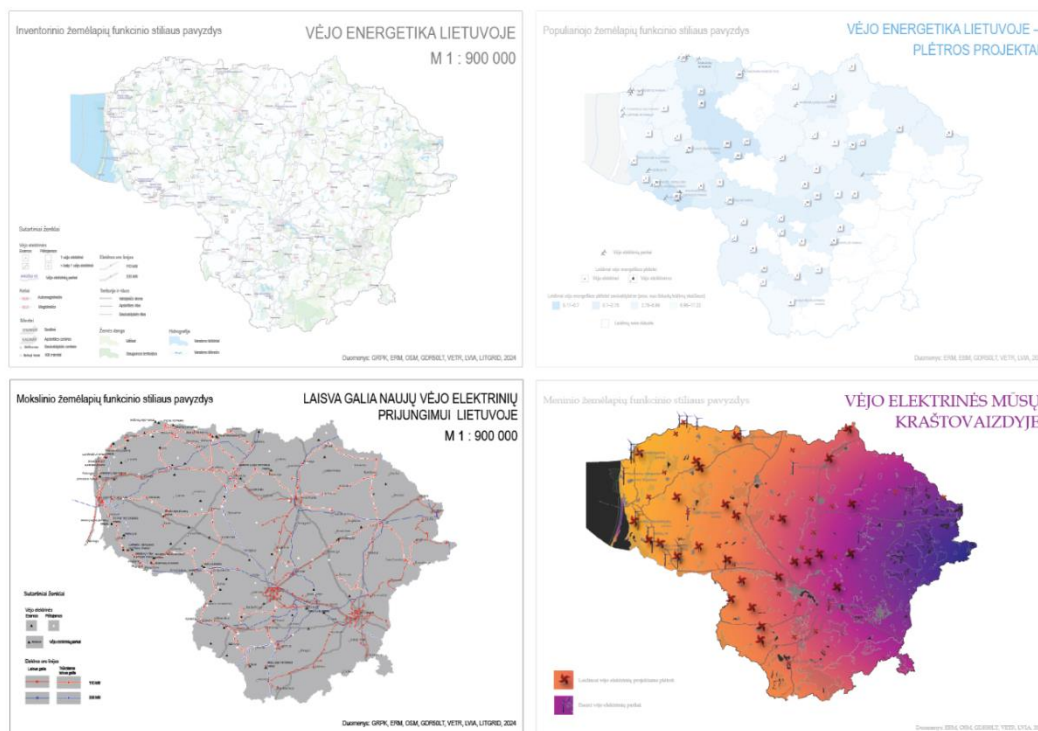
Skirtingus žemėlapių funkcinus stilius iliustruojantys vėjo energetikos Lietuvoje žemėlapiai sudaryti naudojant atviro kodo geografinės informacijos sistemų programinę įrangą „Qgis“. Žemėlapių mastelis yra 1:900 000.

## Rezultatai

Kiekviename iš sudarytų žemėlapių vyrauja tam tikra kartografinės kalbos funkcija. Inventorinio stiliaus žemėlapyje – žymėjimas, moksliniame ir populiariajame – išaiškinimas ir akcentavimas, meniniame – akcentavimas. Žemėlapius vienija bendra žemėlapių tematika, tačiau atskiruose funkcinio stiliaus žemėlapiuose jos plėtojimas skiriasi. Pavyzdžiui, inventorinio stiliaus žemėlapyje pažymėta, nenaudojant akcentų, pagrindinė su Lietuvos vėjo energetika susijusi infrastruktūra. Atitinkamai formuluojamas ir

žemėlapio pavadinimas. Mokslinio stiliaus žemėlapyje išryškintos tos elektros linijos ir pastotės, kuriose nebėra laisvos galios naujai planuojamų statyti vėjo jėginių prijungimui.

Sudaryti žemėlapiai teikiami naudojant vieningą žemėlapių maketo šabloną. Kiekvieno žemėlapių elementai (kartografinis vaizdas, mastelio užrašas, žemėlapių pavadinimas, legenda, žemėlapių metrika, rėmelis) apipavidalinami priklausomai nuo žemėlapių funkcinio stiliaus. Pavyzdžiui, į tai atsižvelgiama pasirenkant šrifto pobūdį minėtuose žemėlapiuose. Siekiama, kad grafinių ir stilistinių priemonių atrinkimas ir naudojimas sudarytuose vėjo energetikos žemėlapiuose būtų pagrįstas ir motyvuotas, atliktas atsižvelgiant į kontekstą. Žemėlapių funkcinius stilius sudarytų žemėlapių pavyzdžiu galima matyti 1 pav.



1 pav. Žemėlapių funkciniai stiliai Lietuvos žemėlapių pavyzdžiu

## Išvados

Žemėlapių funkcinių stilių sistemos sudarymas svarbus siekiant užtikrinti taisyklingos ir, kur reikia, įtaigios kartografinės kalbos naudojimą žemėlapių sudarymo procese bei leidžia valdyti kartografinės komunikacijos kokybę. Eksperimentinėje tyrimų dalyje sukurti žemėlapių funkcinių stilių pavyzdžiai parengti remiantis atlikta teorine tyrimų dalimi. Sudaryti žemėlapiai toliau bus teikiami naudotojų apklausai kartografinės kalbos funkcinių stilių atpažinimui ir vertinimui.

## Literatūra

- Beconyte, G., & Viliuviene, R. (2012). The concept and importance of style in cartography. *Geodesy and Cartography*, 35(3), 82–91.
- Christophe, S., & Hoarau, C. (2013). Expressive Map Design Based on Pop Art: Revisit of Semiology of Graphics?. *Cartographic Perspectives*, (73), 61–74.
- Dumbliauskienė, M. (2002). *Kartografinės komunikacijos pagrindai*. Vilnius: Vilniaus universiteto leidykla.
- Kent, A. (2008). A methodology to classify and visualize stylistic evolution in topographic maps. Conference: Symposium of the ICA Commission on the History of Cartography "Shifting Boundaries: Cartography in the 19th and 20th Centuries" At: Portsmouth, UK.
- Kraak, M. J., Roth, R., Ricker, B., Kagawa, A., & Sourd, G. (2020). *Mapping for a Sustainable World*. The United Nations: New York, USA.
- Pravda, J. (1990). The Stylistic Aspect of Maps. *Geografický Časopis*, 42(3), 233–250.
- Schlichtmann, H. (2002). Visualization in Thematic Cartography: Towards a Framework. The Selected Problems of Theoretical Cartography 2002. International Cartographic Association, 49–61.

# Meteorologinių sąlygų įtaka erkių platinamų ligų plitimui Lietuvoje

Silvija Pipiraitė-Januškienė

Vilniaus Universitetas, (silvija.pipiraite-januskiene@chgf.stud.vu.lt)

## Įvadas

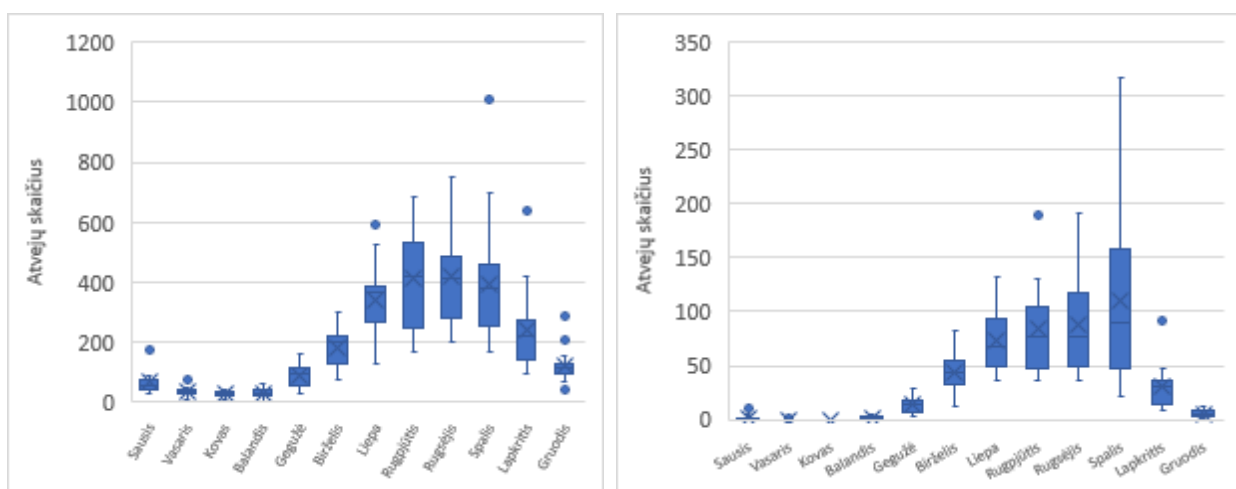
Lietuvoje esančios klimatinės sąlygos yra puikios gyvuoti ir daugintis erkėms. Pagal rūšį, Lietuvoje populiariausias yra miškinės arba kitaip vadinamos šuninės erkės (*Ixodes ricinus*). Jų gyvenimo ciklas yra prisitaikęs prie vietinių sąlygų, todėl Lietuvoje šio tipo erkės yra aktyviausios ankstyvą pavasarį ir vėlyvą rudenį. Lietuva yra viena iš Europos šalių, kurioje fiksuojama daugiausia užsikrėtimų erkių pernešamomis ligomis (Radzišauskienė et al., 2018). Vykstant klimato kaitai, sąlygos gyventi ir daugintis tampa tinkamos ir kitoms erkių rūšims. Prieš kelis metus buvo aptikta nauja erkių rūšis, kuriai, dėl vykstančios klimato kaitos sąlygos gyventi Lietuvoje tapo tinkamos (Paulauskas et al., 2020). Šių erkių aktyvumo langas nepersidengia su miškinės erkės aktyvumo laikotarpiu, o jį tik papildo. Todėl tikėtina, kad užsikrėtimas erkių pernešamomis ligomis tik augs. Kintančios klimatinės sąlygos padeda didesniai erkių kiekiui sėkmingai išgyventi žiemą, ir toliau daugintis (Elmieh, 2022). Pasaulyje atlikti tyrimai rodo, kad erkėms gyvuoti ir būti aktyvioms reikia tinkamų klimatinė sąlygų: svarbiausios – oro temperatūra ir drėgmė (kritulių kiekis). Dėl klimato kaitos sukeltų pokyčių fiksuojamas vis dažnesnis užsikrėtimas erkių pernešamomis ligomis (Voyiatzaki et al., 2022). Tikėtina, kad laikui bėgant, dėl klimato kaitos pradės keistis ir erkių aktyvumo periodai nes vis dažniau meteorologinės sąlygos bus tinkamos erkėms ieškoti maisto (Gray et al., 2009).

Šiuo tyrimu mėginama apskaičiuoti, koks yra ryšys tarp Lietuvoje vyraujančių meteorologinių sąlygų ir užsikrėtimų erkių platinamomis ligomis skaičiaus. Vertinimas atliekamas nustatant koreliacinį ryšį ir ieškant statistiškai reikšmingų ryšių tarp vidutinės mėnesio oro temperatūros ir suminio kritulių kiekio bei Laimo ligos ir erkinio encefalito atvejų skaičiaus. Taip pat stengiamasi įvertinti, kokia yra fiksuojamų ligų skaičiaus dinamika, kaip ji pasiskirsčiusi metų eigoje bei kas tai nulemia.

## Duomenys ir darbo metodika

Šiam tyrimui atlikti reikalingi duomenys buvo gauti iš Lietuvos Nacionalinės visuomenės sveikatos centro (mėnesiniai užsikrėtimų Laimo ligos ir erkinio encefalito atvejų skaičius Lietuvoje) bei Lietuvos hidrometeorologijos tarnybos (vidutinė mėnesio oro temperatūra ir kritulių kiekis). Tyrimo laikotarpis apima 2003–2022 metus. 2020 metų erkių pernešamų ligų atveju kiekis nebuvo įtrauktas į skaičiavimus, dėl pasaulyje vykusios COVID-19 pandemijos, nes smarkūs izoliaciniai ribojimai, galėjo iškreipti ar kitaip paveikti duomenų seką.

Tyrimas buvo atliekamas trimis etapais. Pirmiausia buvo tyrinėjama užsikrėtimo erkių pernešamomis ligomis kaita per metus (1 pav.). Erkėms žmonės kaip tinkami šeimininkai tampa tik pasiekus nimfos fazę, iki to laiko jos puola mažesnius gyvūnus.



1 pav. Laimo ligos (kairėje) ir erkinio encefalito (dešinėje) atvejų skaičiaus pasiskirstymo dinamikos skirtingais metų mėnesiais Box-Whiskers diagram



Taip pat buvo ieškoma ryšio tarp Laimo ligos ir erkinio encefalito atvejų skaičiaus bei vidutinės oro temperatūros ir suminio kritulių kiekio. Tuomet buvo sukurti daugianarės regresijos modeliai (įtraukiant vidutinę oro temperatūrą ir suminį kritulių kiekį). Šie modeliai leidžia tiksliau prognozuoti, kaip siejasi užsikrėtimų skaičius su meteorologinėmis sąlygomis. Vykdamas šią analizę buvo naudojama SPSS programa. Statistiškai reikšminga koreliacija laikoma kai  $p < 0,05$ . Norinti įvertinti, ar kelių praėjusių mėnesių meteorologinės sąlygos daro poveikį užsikrėtimo Laimo liga arba erkinio encefalitu svyravimams buvo vertinamas ankstesnių mėnesių meteorologinių sąlygų poveikis.

## Rezultatai

Statistiškai reikšmingas ryšys tarp oro temperatūros ir fiksuotų užsikrėtimo atvejų skaičiaus erkių pernešamomis ligomis nustatytas ankstyvą pavasarį (teigiama koreliacija) ir spalio mėnesį (neigiama koreliacija). Anksčiau prasidedantys pavasariai turi įtakos erkių suaktyvėjimui, kas gali lemti ir didesnį užsikrėtimų skaičių. Spalio mėnesi apskaičiuota atvirkštinė koreliacija, kuo temperatūra yra žemesnė, tuo daugiau užsikrėtimų erkių pernešamomis ligomis yra užfiksuojama. Tikėtina, kad tokia situacija susidaro dėl to, kad tais atvejais kai spalio mėnesio temperatūra yra neįprastai žema (artėja prie erkės kritinės  $4^{\circ}\text{C}$  temperatūros), erkės jūdamos artėjančią žiemą aktyviau pradeda ieškoti organizmų iš kurių galėtų gauti maisto prieš žiemos ramybės laikotarpį. Tyrime buvo skaičiuojama, ar fiksuotiems erkių pernešamų ligų atvejams įtakos galėjo turėti kelių prieš tai buvusių mėnesių oro temperatūros ir/ar suminių kritulių reikšmės. Šiuo atveju statistiškai reikšmingas ryšys gautas pavasarį ir ankstyvą vasarą.

Vertinant vidutinį metinį užsikrėtimų skaičių, galima teigti, kad didžiausią įtaką erkių pernešamų ligų atvejų kiekiui lemia spalio, lapkričio ir sausio mėnesių vidutinė oro temperatūra. Vertinant kritulių įtaką užsikrėtimų skaičiui nustatytas labai silpnas, dažniausiai statistiškai nereikšmingas koreliacinis ryšys. Skaičiuojant pagal daugianarės regresijos modelį, kuomet apjungiami oro temperatūros ir kritulių duomenys, vertinant jų įtaką fiksuotam užsikrėtimų skaičiui, nustatyta, jog stipriausias ryšys, vertinant tiek Laimo ligos, tiek erkinio encefalito atvejų skaičių, apskaičiuotas pavasario mėnesiais ir spalį. Daugianarės regresijos modelio pagalba nustatyta, kad kai kuriais mėnesiais užsikrėtimų skaičius koreliuoja su dviejų buvusių mėnesių oro temperatūros ir kritulių dydžiais. Laimo ligos atveju, gegužės, birželio ir spalio mėnesių koreliacijos koeficientas  $r > 0,4$ . Erkinio encefalito atveju balandžio, liepos ir spalio mėnesiais ( $r > 0,5$ ). Šie rezultatai patvirtina, kad oro temperatūra ir krituliai gali paveikti erkių aktyvumą, užsikrėtimų Laimo ir erkinio encefalito ligomis skaičių, nes esant netinkamoms orų sąlygoms erkės traukiasi arčiau žemės, arba tausoja energiją taip užkrėsdamos mažiau žmonių.

## Išvados

Atliekant tyrimą buvo rastas statistiškai reikšmingas ryšys tarp oro temperatūros, kritulių kiekio ir fiksuotų užsikrėtimų erkių pernešamomis ligomis atvejų skaičiaus. Stipriausias ryšys apskaičiuotas pavasario mėnesiais, kuomet erkės suaktyvėja po žiemos ramybės laikotarpio ir rudens antroje pusėje (spalį), kuomet oro temperatūra artėja prie kritinės ribos ( $4^{\circ}\text{C}$ ) ir tai paskatina erkes aktyviau ieškoti būsimo šeimininko/maisto šaltinio, kad galėtų sėkmingai peržiemoti ir daugintis.

## Literatūra

- Elmieh, N. (2022) National Collaborating Centre for Environmental Health (NCCEH). Review of environments that exacerbate tick related risks. Vancouver, BC: NCCEH.
- Gray, J. S., Dautel, H., Estrada-Peña, A., Kahl, O., & Lindgren, E. (2009). Effects of Climate Change on Ticks and Tick-Borne Diseases in Europe. *Interdisciplinary Perspectives on Infectious Diseases*, 2009, 1–12.
- Paulauskas, A., Sakalauskas, P., Kaminskienė, E., Šimkevičius, K., Kibiša, A., & Radzijeuskaja, J. (2020). First record of *Haemaphysalis concinna* (Acari: Ixodidae) in Lithuania. *Ticks and Tick-Borne Diseases*, 11(5).
- Radžišauskienė, D., Žagminas, K., Ašoklienė, L., Jasionis, A., Mameniškienė, R., Ambrozaitis, A., Jančorienė, L., Jatužis, D., Petraitytė, I., Mockienė, E. (2017) Epidemiological patterns of tick-borne encephalitis in Lithuania and clinical features in adults in the light of the high incidence in recent years: a retrospective study. *European Journal of Neurology*, 25, 268–274.
- Voyiatzaki, C., Papailia, S. I., Venetikou, M. S., Pouris, J., Tsoumani, M. E., & Papageorgiou, E. G. (2022). Climate Changes Exacerbate the Spread of *Ixodes ricinus* and the Occurrence of Lyme Borreliosis and Tick-Borne Encephalitis in Europe—How Climate Models Are Used as a Risk Assessment Approach for Tick-Borne Diseases. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 19, 11.

# Atmosferos cirkuliacijos charakteristika anomalių kritulių laikotarpiais Pietryčių Baltijos regione 1500–2000 metais

Vaiga Vyšniauskienė<sup>1</sup>, Gintautas Stankūnavičius<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Gamtos tyrimų centras (vaiga.vysniauskiene@gamtc.lt)

<sup>2</sup> Vilniaus Universitetas

## Ivadas

Vakarinė oro pernaša virš Šiaurės Atlanto ir Europos yra pagrindinis drėgmės tiekimo į Europą šaltinis, ypač šaltuoju metų laiku (spalis–kovo mėn.). Šios oro pernašos intensyvumas ir vyraujančios krypties svyravimai labai priklauso nuo atmosferos veiklumo centrų Šiaurės Atlante padėties ir stiprumo. Paprasčiausias ir dažniausias atmosferos cirkuliacijos vertinimui regione taikomas rodiklis yra Šiaurės Atlanto osciliacijos (NAO) indeksas, kurio dydis priklauso nuo slėgio nuokrypių skirtumo tarp Islandijos minimumo ir Azorų maksimumo rajonų. Priešingas intensyviai vakarų – rytų krypties pernašai reiškinys yra atmosferos blokavimo procesai, kuriuos reprezentuoja didelio masto ilgalaikės ir mažai judrios aukšto slėgio sistemos, kurios gali visiškai užblokuoti įprastą vakarų srautą virš didelių rajonų.

Darbo tikslas – išskirti Pietryčių Baltijos regione anomaliai drėgnus ir sausus periodus bei nustatyti pagrindinius didelio masto atmosferos cirkuliacijos bruožus tais periodais.

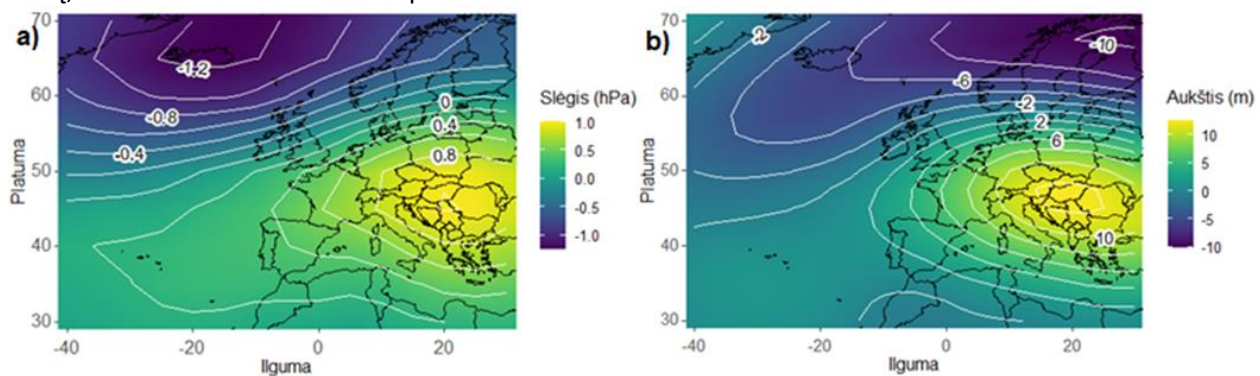
## Duomenys ir darbo metodika

Šiame tyrime, Pietryčių Baltijos regionas yra apibrėžiamas koordinatėmis: 52,75° – 57,75° š. pl. ir 19,75° – 27,75° r. ilg. Klimato charakteristikų nagrinėjimui buvo naudojami rekonstruoti sezoniniai kritulių, 500 hPa geopotencialaus aukščio, slėgio jūros lygyje ir Šiaurės Atlanto osciliacijos (NAO) indekso duomenys, apimantys 1500–2000 m. laikotarpį (Luterbacher et al. 2002, 2004; Pauling et al., 2006).

Pietryčių Baltijos regione anomaliai drėgnų ir sausų periodų išskirimui per visą analizuojamą 500 metų laikotarpį buvo panaudotas 30 metų slankiojo vidurkio metodas. Naudojant šį metodą kiekvienam šimtmečiui buvo nustatyti ilgalaikiai drėkinimo sąlygų nuokrypiai nuo daugiamečio vidurkio. Tuomet anomaliai sausi ir drėgni (30 metų trukmės) periodai buvo išskirti kaip atitinkamai sausesni/ drėgnesni už daugiamečių vidurkį metai, pridodant ir atimant po 15 metų prie/ nuo maksimalios/ minimalios išskirto periodo slenkančio vidurkio reikšmės. Anomaliems periodams ir jiems artimiems metams buvo apskaičiuotas septynerių metų slankiosios koreliacijos koeficientas ( $r$ ), tarp vidutinio mėnesio kritulių kiekio ir rekonstruoto Šiaurės Atlanto osciliacijos (NAO) indekso (Polanco-Martínez & López-Martínez, 2023).

## Rezultatai

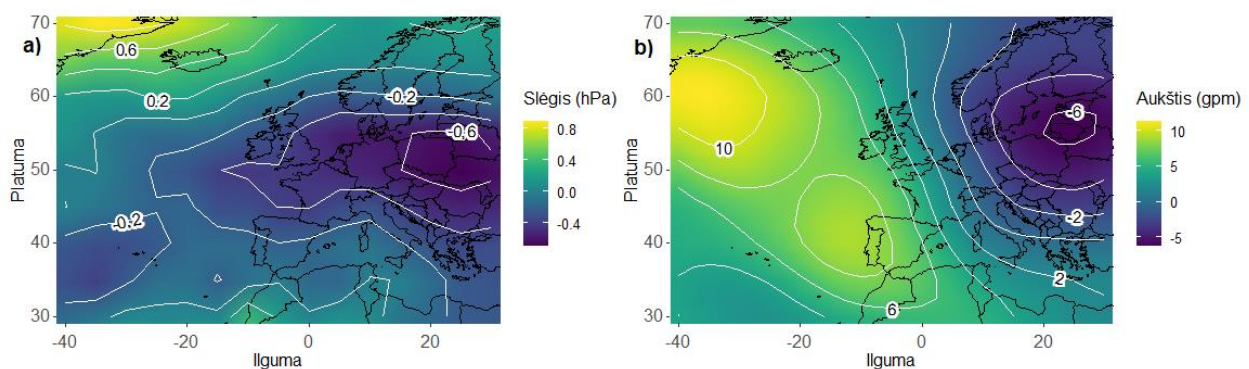
Tiriamuoju 1500–2000 metų laikotarpiu Pietryčių Baltijos regione buvo išskirti trys anomaliai drėgni (1555–1584 m., 1711–1740 m. ir 1922–1951 m.) ir du anomaliai sausi (1656–1685 m. ir 1845–1874 m.) periodai. Drėgnaisiais periodais vidutinė metinė kritulių suma buvo apie 18–40 mm didesnė už daugiamečių normą, o sausais – vidutiniškai tiek pat mažesnė.



**1 pav.** Vidutinio slėgio jūros lygyje (a) ir vidutinio 500 hPa geopotencialaus aukščio (b) skirtumas tarp 1711–1740 m. drėgno ir 1656–1685 m. sauso periodų išskirtų Pietryčių Baltijos regione: izolinijų intervalas – kas 0,2 hPa (a) ir kas 2 gpm (b).

Analizuojamų anomalių drėgno (1711–1740 m.) ir sauso (1656–1685 m.) periodų didžiausi slėgio jūros lygyje (SJL) ir geopotencialaus aukščio (H500) skirtumai rodo, kad drėgnu periodu slėgis jūros lygyje Islandijos – pietinės Grenlandijos rajone vidutiniškai buvo žemesnis, o Vidurio Europoje aukštesnis, atitinkamai vidurinėje troposferoje zoninė atmosferos cirkuliacija drėgnuoju periodu buvo stipresnė negu sausuoju (1 pav.). Aštuoniolikto amžiaus trečiojo dešimtmečio pradžioje buvo fiksuotas stipriausias ryšys ( $r=0.6$ ) tarp kritulių kiekio Pietryčių Baltijos regione ir NAO indekso.

Vidutiniškai tarp anomaliai drėgno (1922–1951 m.) ir anomaliai sauso (1845–1874 m.) periodų didžiausi vidutiniai metiniai teigiami SJL skirtumai susidarė Islandijos – Grenlandijos rajone, o neigiami – Vidurio ir Rytų Europoje (2a pav.). Pati vidutinių skirtumų struktūra nepaisant labai mažų reikšmių ( $-0,7$  -  $+0,9$  hPa, SJL ir  $-7$  -  $+11$  gpm, H500), primena anomalaus slėgio/geopotencialaus aukščio struktūrą esant neigiamai NAO fazei ir/arba Grenlandijos blokavimo režimui (Hanna at al., 2022) (2 pav.). Tiesioginė priklausomybė tarp Pietryčių Baltijos regiono kritulių kiekio ir NAO indekso pradėjo didėti vidutiniškai nuo 20 a. ketvirto dešimtmečio pradžios ir truko apie 15 metų. Šiuo laiku nustatytas glaudžiausias ryšys tarp kintamųjų siekė  $r=0,56$ . Kitais nagrinėjamais anomaliais periodais reikšmingo ryšio tarp NAO indekso ir vidutinio kritulių kiekio, nebuvo užfiksuota.



**2 pav.** Vidutinio slėgio jūros lygyje (a) ir vidutinio 500 hPa geopotencialaus aukščio (b) skirtumas tarp 1922–1951 m. drėgnojo ir 1845–1874 m. sausojo periodų išskirtų Pietryčių Baltijos regione.

## Išvados

Remiantis rekonstruotais slėgio (jūros lygyje) ir geopotencialaus aukščio (500 hPa lygyje) meteorologinių kintamųjų laukais, nustatyta, kad anomaliai drėgnu periodu (1711–1740 m.) vyravo intensyvesnė vakarinė oro pernaša nuo Atlanto, ypač žiemomis. Du trečdaliai šio laikotarpio vasarų buvo drėgnesnės už daugiamečių vidurkį. Dvidešimto amžiaus drėgnuoju periodu (1922–1951 m.) penkiolika žiemos sezonų buvo sausesni lyginant su daugiamečiu vidurkiu. Priešingai, to paties laikotarpio pavasario, vasaros ir rudens sezonai buvo drėgnesni už daugiamečių vidurkį. Nė vienas iš išskirtų anomalaus drėkinimo periodų nebuvo vienalytis. Drėgnais periodais pasitaikydavo išskirtinai sausų metų ar sezonų, o sausais – atvirkščiai, todėl tais periodais vidutiniai slėgio ir geopotencialaus aukščio nuokrypių nuo vidurkio laukai nebuvo labai anomalūs.

## Literatūra

- Hanna E., Cropper T.E., Hall R.J., Cornes R.C., Barriendos M. (2022). Extended North Atlantic Oscillation and Greenland Blocking Indices 1800–2020 from New Meteorological Reanalysis. *Atmosphere*, 13(3): 436.
- Luterbacher J., Xoplaki E., Dietrich D., Rickli R., Jacobeit J., Beck Ch., Gyalistras D., Schmutz C., Wanner H. (2002). Reconstruction of Sea Level Pressure fields over the Eastern North Atlantic and Europe back to 1500. *Climate Dynamics*, 18, 545–561.
- Luterbacher J., Dietrich D., Xoplaki E., Grosjean M., Wanner H. (2004). European Seasonal and Annual Temperature Variability, Trends, and Extremes Since 1500. *Science*, 303, 1499–503.
- Pauling A., Luterbacher J., Casty C., Wanner H. (2006). Five hundred years of gridded high-resolution precipitation reconstructions over Europe and the connection to large-scale circulation. *Climate Dynamics*, 26, 387–405.
- Polanco-Martínez J. M., López-Martínez J. L. (2023). NonParRolCor: An R package for estimating rolling correlation for two regular time series. *SoftwareX*, 22, 101353.

# Morphological features of the frontal shore of the Dzharylgach Spit

Oksana Shvets

Nature Research Centre (oksana.shvets@gamtc.lt)

## Introduction

Global climate change is expected to lead to an average sea level rise of 0.63-1.01m by 2100 (Fox-Kemper et al., 2021). This sea level rise will lead to the transformation of the coastal zone, especially within the coastal accumulation forms (Vousdoukas et al., 2020). Therefore, it is necessary to continuously monitor the morphological and morphodynamic conditions of coastal accumulation areas in order to determine current and future trends in their development.

Dzharylgach spit has an important coastal protection and nature conservation value. This territory belongs to the National Nature Park "Dzharylgatskyi" and is included in wetlands of international importance. The spit was also actively used for tourist purposes. Therefore, it is important to monitor the morphological and morphodynamic changes of the Dzharylgach spit in the context of global changes in order to preserve this natural object.

## Study area

Geographically, the Dzharylgach Spit is located in the northwestern part of the Black Sea. Morphologically and lithodynamically, the spit is the eastern part of the Tendra-Dzharylgach coastal system (Fig. 1). The total length of the spit is about 42 km, with a width ranging from 0.2 km to 5.0 km. Within its boundaries, four morphological elements are distinguished: the basal part, the narrow part (coastal barrier), the wide part (island) and the distal part (head) (Davydov et al., 2018; Davydov et al., 2022).



**Fig. 1.** Spatial location and morphological structure of Dzharylgach Spit: a - location within the European subcontinent; b - location of the spit within the Tendra-Dzharylgach coastal system; c - morphological components of Dzharylgach Spit.

## Methods and data

The study of the frontal bank of Dzharylgach Spit uses an integrated approach based on a combination of field, laboratory and remote sensing studies. The field and laboratory work carried out from 2018 to 2021. Remote sensing studies were conducted from 2021 to the present.

During the field surveys, a reference grid was established along the entire frontal shore to allow long-term monitoring of the dynamics. Within each benchmark, levelling was carried out, resulting in 22 profiles covering all components of the spit's coastal zone. The analysis of the profiles made it possible to

determine the diversity of morphological conditions and all the components of the spit. Remote sensing, based on the analysis of satellite imagery, has been used to determine the spatial location of the main forms of coastal relief and their dynamic trends.

## Results

Based on the results of comprehensive research, we have identified a variety of morphological and dynamic conditions within all the constituent elements of the Dzharylgach Spit. The root is the narrowest part of the spit, 1.2 km long, with gaps appearing and disappearing with a certain frequency. In terms of morphological features, the corresponding component is the lowest; its height does not exceed 0.1–0.2 m above sea level in certain areas. Dynamic features are due to the reversible nature of coastal processes.

The narrow part of the spit is a typical coastal barrier with a total length of 16 km. In contrast to the root, the corresponding component is wider, with a surface height of 0.4–1.0 m above sea level. An aeolian complex with absolute heights of up to 1.5 m has formed in the areas of the spit where long-term erosion trends are not evident. After the storm of 26–27 November 2023, two gaps were formed in the relevant part of the spit. This is the first time this situation has occurred in the last 30 years. The wide part is an extended component of the spit, which is formed by generations of coastal berms of different ages. From the lagoon side, secondary spits are distinguished within the relevant component. The length of the relevant component is 23 km, with a surface height of 0.4 to 2.3 m. Along the frontal shore, areas of erosion and accumulation are identified in turn. Absolute surface heights are determined within the limits of aeolian forms similar to foredune. The distal is the morphological component of the spit that is farthest from the connection to the mainland. The shape of the distal is hook-shaped and its length is 1.7 km. The surface height ranges from 0.4 to 1.1 m. The dynamic trends are characterised by the erosion of the frontal bank and the elongation of its distal part towards the east.

## Conclusions

The Dzharylgach Spit is a free coastal accumulation. It is the eastern component of the Tendra-Dzharylgach coastal system. Within the Dzharylgach Spit there are four component parts, each characterised by specific morphological and morphodynamic conditions. The wide part is the highest part of the braid, while the root part is the lowest. In this context, the root part is the most dynamic and the wide part the least dynamic.

## References

- Fox-Kemper, B., H.T. Hewitt, C. Xiao, G. Aðalgeirsdóttir, S.S. Drijfhout, T.L. Edwards, N.R. Golledge, M. Hemer, R.E. Kopp, G. Krinner, A. Mix, D. Notz, S. Nowicki, I.S. Nurhati, L. Ruiz, J.-B. Sallée, A.B.A. Slangen, and Y. Yu, (2021). Ocean, Cryosphere and Sea Level Change. In *Climate Change 2021: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change* [Masson-Delmotte, V., P. Zhai, A. Pirani, S.L. Connors, C. Péan, S. Berger, N. Caud, Y. Chen, L. Goldfarb, M.I. Gomis, M. Huang, K. Leitzell, E. Lonnoy, J.B.R. Matthews, T.K. Maycock, T. Waterfield, O. Yelekçi, R. Yu, and B. Zhou (eds.)]. Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA, 1211–1362, <https://doi.org/10.1017/9781009157896.011>
- Vousdoukas, M. I., Ranasinghe, R., Mentaschi, L., Plomaritis, T. A., Athanasiou, P., Luijendijk, A., Feyen, L. (2020). Sandy coastlines under threat of erosion. *Nature Climate Change*, 10 (3), 260–263, <https://doi.org/10.1038/s41558-020-0697-0>
- Davydov O.V., Kotovskiy I.M., Roskos N.O., Zinchenko M.O. (2018). The features of evolution of Tendra-Dzharylgach alongshore litodynamic system in the conditions of anthropogenic transformation. *Scientific Bulletin of Kherson State University. Series «Geographical Sciences»*, 9, 105–110
- Davydov O. V., Kotovskiy I. M., Onoyko Yu. Yu., Simchenko S. V. (2022). Surface morphology and dynamics coastline of the Dzharylhach spit distal end. *Odesa national university herald. Series: Geography and Geology*, 27, 2 (41), 11–27, [https://doi.org/10.18524/2303-9914.2022.2\(41\).268697](https://doi.org/10.18524/2303-9914.2022.2(41).268697)

# Examining fire hotspots within the Kinburn Peninsula: a satellite based analysis of activity from 2022 to 2023

Yuliia Shevchuk

Nature Research Centre (julija.shevchuk@gamtc.lt)

## Introduction

Global climatic changes and anthropogenic activities lead to the active transformation of the Earth's vegetation cover. The most significant changes occur in areas where existing climatic trends are reinforced by human activities and the high dynamism of the geological environment. The study aims to investigate the periodicity and spatial distribution of fires on the Kinburn Peninsula based on satellite data analysis.

## Study area

The Kinburn Peninsula is in the southern part of Ukraine, near the mouth of the Dnieper River and the Southern Bug (Fig. 1). The peninsula is a specific natural feature consisting of sandy sediments of alluvial and marine origin. In its natural state, the peninsula was dominated by psammophyte steppe, with some local groves of deciduous trees (Давиденко та ін. 2004; Кривульченко, 2016; Петрович, Редінов, 2020). The active introduction of sheep farming on the peninsula led to the degradation of the steppe vegetation, the denudation of the sandy rocks and the manifestation of aeolian processes. In order to stabilise the sandy surface, a significant part of the peninsula was covered with artificial pine forests in the middle of the twentieth century.



**Fig. 1.** Geographical position of the Kinburn Peninsula: A - within Europe; B - within the Dniepro and Pivdenny Bug estuaries; C - appearance of the Kinburn Peninsula.

The vegetation cover of the study peninsula includes many species listed in the Red Book of Ukraine and is, therefore, of great conservation value. After the beginning of active warfare, explosions, fires, and heavy machinery movements occur almost daily within the peninsula. This situation causes stress to the vegetation cover and contributes to its degradation.

## Methods and data

Satellite monitoring data has been used to identify and analyse fire hotspots. The data presented include information on surface temperature, fire danger index and thermal radiation, which allows us to identify

fire locations and track their dynamics. Based on the analysis of the data obtained, we determine the frequency of fires and the spatial pattern of changes in vegetation cover.

## Results

The results presented cover the period from 24<sup>th</sup> of February to 31<sup>st</sup> of October of 2023. During this period, 389 fire outbreaks were recorded within the Kinburn Peninsula, which affected the vegetation cover to a greater or lesser extent. The most frequent occurrences of these phenomena occur during the warm period when weather conditions are most conducive to the maintenance and spread of fire.



**Fig. 2.** Map of the territories of the Kinburn Peninsula affected by fires during the war period: 1- Objects of nature reserve fund: a – Black Sea Biosphere Reserve (Volyzhyn Lis); b – National Nature Park "Biloberezhya Svyatoslav"; c – Regional Landscape Park "Kinburnska Kosa"; 2 – Sentinel-2 satellite image from 2022. 02.24 to 2023.10.31: a – boundaries of the objects of natural reserve fund within the monitoring plot; b – scale of fires during the war until 31.10.2023; c – fire on the control date 31.10.2023.

The spatial analysis of the satellite data material for the study period allowed us to determine the area of the areas affected by fires, which is 14,742.96 ha (Fig. 2). It should be noted that within the peninsula, the identified areas of recurrent fires amounted to 705.05 ha. The selected areas represent different natural complexes, including steppe, grassland-steppe, halophytic grassland, shrub and tree complexes, as well as artificial forest plantations.

## Conclusions

The satellite monitoring data analysis allowed us to identify fire locations and construct a general spatial analysis of the vegetation cover state within the Kinburn Peninsula. The information obtained is essential for understanding trends in vegetation cover change under changing climatic conditions and active anthropogenic influence.

## References

- Давиденко В.М., Потапчик С.О. , Петрович З.Й. , Воротинцева Г.В. (2004). Кінбурнський півострів. Миколаїв, 41.
- Кривульченко А.І. (2016). Кінбурн: ландшафти, сучасний стан та значення: Монографія. Кропивницький: Центрально-Українське видавництво, 416 .
- Петрович З.О., Редінов К.О. (2020). Кінбурнська коса. Краєзнавчий альманах. Миколаїв, 244.
- TRAINING. NASA ARSET - Satellite Observations and Tools for Fire Risk, Detection, and Analysis, 2021. <https://appliedsciences.nasa.gov/get-involved/training/english/arset-satellite-observations-and-tools-fire-risk-detection-and>.
- CUSTOM SCRIPT.TUTORIAL. Create Useful and Beautiful Satellite Visualizations in EO Browser. Sinergise laboratory for geographical information systems, Ltd. 27.6.2019, Ljubljana. [https://www.sentinel-hub.com/docs/Custom\\_script\\_tutorial.pdf](https://www.sentinel-hub.com/docs/Custom_script_tutorial.pdf).

