

GEOGRAPHIA JUVENTA

VII-osios nacionalinės jaunųjų geografo konferencijos medžiaga

Leidinyje pateikiama VII-osios nacionalinės-jaunųjų geografo konferencijos „GEOGRAPHIA JUVENTA“, vykusios 2023 metų kovo 28 diena Vilniuje, medžiaga.



VILNIAUS UNIVERSITETAS GAMTOS TYRIMŲ CENTRAS KLAIPĖDOS UNIVERSITETAS

KONFERENCIJOS ORGANIZACINIS - MOKSLINIS KOMITETAS

doc. Donatas Pupienis, Vilniaus universitetas / Gamtos tyrimų centras

prof. Egidijus Rimkus, Vilniaus universitetas

prof. Inga Dailidienė, Klaipėdos universitetas

dr. Darius Jarmalavičius, Gamtos tyrimų centras

doc. Gintaras Valiuškevičius, Vilniaus universitetas

dr. Dovilė Karlonienė, Gamtos tyrimų centras

dokt. Laurynas Klimavičius, Vilniaus universitetas

dokt. Dalia Grendaitė, Vilniaus universitetas

Bibliografinė informacija pateikiama Lietuvos integralios bibliotekų informacinės sistemos (LIBIS) portale ibiblioteka.lt.

ISBN 2783-7645 (skaitmeninė PDF)

© Vilniaus universitetas, 2023

© Gamtos tyrimų centras, 2023

© Klaipėdos universitetas, 2023

TURINYS

PRATARMĖ	4
Andriulė A. <i>Oro tarša urbanizuotose pakrančių teritorijose</i>	5
Brazdžiūnas P., Pupienis D. <i>Bangų parametru kaita Kuršių nerijos priekrantėje 2000-2019 m.</i>	7
Dailidė R. <i>Klimatografinių metodų taikymas jūros oro masių išplitimo įvertinimui Baltijos jūros regione</i>	9
Dubikaitienė A., Pupienis D. <i>Jūros kranto smėlio granulometrinės sudėties kaita 1993-2018 m. Klaipėdos ir Šventosios uosto molų poveikio zonose</i>	11
Gintauskas J., Bučas M., Vaičiūtė D., Tiškus E. <i>Aktyvaus palydovinio sensoriaus SAR panaudojimas klasifikuojant dinamiškas buveines: Svalbardo litoralę ir Nemuno deltos užliejamas teritorijas</i>	13
Grendaitė D., Stonevičius E. <i>Biofizinės klasės kaita Lietuvos ežeruose 2015-2021 m.</i>	15
Jurkus E., Povilanskas R., Taminskas J. <i>Nuotolinio zondavimo metodų taikymo jūrų ir pakrančių apsaugos srityje tendencijos ir perspektyvos</i>	17
Kapilovaitė J., Rimkus E. <i>Ledo dangos išplitimo Arkties vandenyne poveikis Baltijos regiono klimatui</i>	19
Klimavičius L. <i>Kompleksiniai sausros ir karščio bangos įvykiai rytinėje Baltijos jūros regiono dalyje</i>	21
Kondrat V., Šakurova I., Baltranaitė E., Kelpšaitė-Rimkienė L. <i>Savalaikė pajūrio aplinkos raidos vertinimo ir perspėjimo sistema</i>	23
Levachou Y., Stonevičius E. <i>Machine learning methods application for Žuvintas Lake macrophytes detection</i>	25
Mačiulytė D., Mačiulevičiūtė-Turlienė N. <i>Erkių platinamų ligų erdvinis pasiskirstymas Lietuvoje 2018–2020 m.</i>	27
Nesteckytė L., Kelpšaitė-Rimkienė L. <i>Meteocunamio sukelti pavojingi jūros lygio pokyčiai Klaipėdos sąsiauryje</i>	29
Piškinaitė E., Veteikis D. <i>Lietuvos žemėnaudos pokyčių XIX-XXI a. nustatymas</i>	31
Šakurova I., Kondrat V., Baltranaitė E., Vasiliauskienė E., Kelpšaitė-Rimkienė L. <i>Jūros kranto kaitos vertinimas Lietuvos kranto zonoje</i>	33
Vasiliauskienė E., Pociūtė G., Dailidienė I., Bučienė A. <i>Ekstremalūs vandens lygio atvejai Klaipėdos sąsiauryje ir jų poveikis Danės upės poplūdziams</i>	35
Viliuvienė R. <i>Žemėlapių kalbos funkcijai reikšti naudojamų spalvų analizė</i>	37

PRATARMĖ

Prieš jūsų akis – leidinys, kuriame pateikiama pranešimų, pristatytų VII-ojoje geografijos doktorantų ir studentų konferencijoje, medžiaga. Panašūs renginiai visada yra svarbūs skatinant diskusijas, žinių ir duomenų mainus, išryškinant aktualiausias geografijos bei kitų geomokslų tyrimų kryptis. Jų reikšmė ypač išaugo pastaraisiais metais, ne vienam mokslininkui vis dažniau pasiskundžiant gyvo bendravimo su kolegomis stoka. Todėl po daugiau nei dviejų dešimtmečių pertraukos atnaujinta jaunųjų geografijos tyrėjų konferencija suteikė puikią galimybę artimiau pabendrauti įvairių geomokslų sričių jaunimui, praplėsti pažinimo horizontus, o kai kam galbūt padėjo ir apsispręsti renkantis ateities karjeros kelius. Tokie bendraminčių susitikimai žymiai palengvina puoselėjamų idėjų sklaidą, kartu leisdami pasitikrinti, kiek jos svarbios kitiems, kokios yra vieno ar kito tyrimo mokslinės perspektyvos, išsiaiškinti ar vykdomi darbai iš tiesų rūpi visuomenei.

Konferencijos darbų tematika itin plati ir liečia tiek fizinės geografijos, tiek žmogaus ir visuomenės sąveikos su aplinka bei tai lemiančių veiksnių tyrimus, todėl leidinys turėtų sudominti ne tik geografus, bet ir gretimų mokslo sričių atstovus. Tikimės, kad čia skelbiamos jaunųjų geografų idėjos bus plėtojamoms ir ateityje, o leidinio medžiaga vėliau suteiks galimybę vystyti panašius tyrimus tiek patiems pranešimų autoriams, tiek visiems besigilinantiesiems į panašius klausimus.

Sudarytojai

Oro tarša urbanizuotose pakrančių teritorijose

Aistė Andriulė

Klaipėdos universitetas, Jūrų tyrimų institutas (aiste.andriule@ku.lt)

Įvadas

Oro tarša yra viena iš pagrindinių šiuolaikinio pasaulio problemų. Oro tarša ypatingai didelė stipriai urbanizuotose teritorijose, čia dulksės ir kietosios dalelės suformuoja smogus, mažina matomumą dėl atmosferos drumstumo priežemio sluoksnyje, taip pat sumažina Saulės spinduliuotę tenkančią miestui, pekeičia žemės paviršių pasiekiančių spindulių spektro sudėtį (Bukantis et al., 2003).

Klaipėda – trečiasis pagal dydį Lietuvos miestas, įkurtas greta Kuršių marių, Baltijos jūros bei Akmenos-Danės upės žiočių. Klaipėdos miestas yra svarbus Vakarų Lietuvos ekonomikos centras. Rytinėje miesto dalyje veikia Klaipėdos laisvoji ekonominė zona (LEZ), miestą kerta geležinkelio linijos, svarbūs automobilių transporto keliai, veikia jūrų uostas. Mieste veikia 5500 įmonių – iš jų 24 didelės. Miesto teritorijos geografinis išdėstymas, įmonių koncentracija miesto teritorijoje ir vyraujančios meteorologinės sąlygos lemia taršos koncentraciją ir sklaidą miesto teritorijoje. Siekiant stebėti oro taršą Klaipėdos mieste, įgyvendinant ES direktyvas, yra įrengtos dvi oro taršos stebėjimo stotelės, kurių paskirtis fiksuoti transporto keliamą taršą. Tačiau šios dvi stotelės fiksuoja tik nedidelę aplink stotelę esančios teritorijos taršą, o tarša keliami pramonės įmonių, uosto veiklos ir kitose zonose nefiksuojama.

Tyrimo tikslas – atlikti Lietuvos ir Klaipėdos miesto oro taršos monitoringo sistemos apžvalgą ir analizę, išnagrinėti Klaipėdos miesto valstybinių monitoringo stotelių duomenis. Tyrimu siekiama nustatyti teršalų teritorinį pasiskirstymą Klaipėdoje, labiausiai benzeno, kietosiomis dalelėmis ir lakiaisiais organiniais junginiais užterštas teritorijas, atsižvelgiant į vyraujančių vėjų kryptį įvertinti teršalų sklaidos mieste tendencijas.

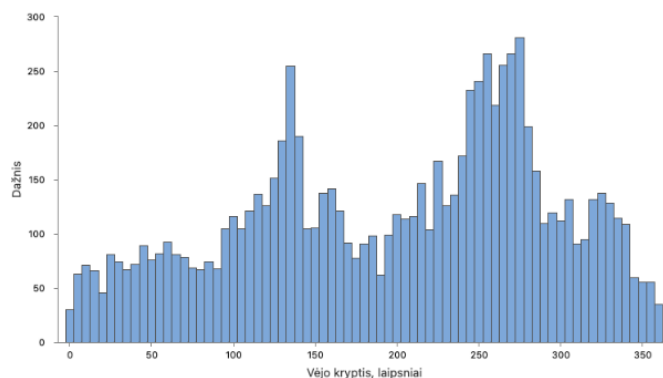
Duomenys ir darbo metodika

Darbe remiamasi Aplinkos oro kokybės vertinimo vadovu, Valstybinio audito ataskaita, Apibendrinta Lietuvos aplinkos būklės ir jos pokyčių ataskaita, Klaipėdos miesto savivaldybės aplinkos oro kokybės valdymo programa 2020-2023 m. Klaipėdos miesto oro taršos tyrime panaudoti dvejų aplinkos oro taršos monitoringo stotelių kasvalandiniai duomenys (Bangų gatvėje ir Šilutės plente). Analizuojama teršalų koncentracija Klaipėdoje, nustatomos labiausiai benzeno, kietosiomis dalelėmis ir lakiaisiais organiniais junginiais (LOJ) užterštos miesto. Darbe panaudoti papildomai išmatuoti duomenys suspenduotų kietųjų dalelių (SKD) iš trijų Klaipėdos vietų: dvi netoli jūros vartų į Klaipėdos miestą abipus Klaipėdos sąsiaurio ir viena Jakų transporto žiedo teritorijoje.

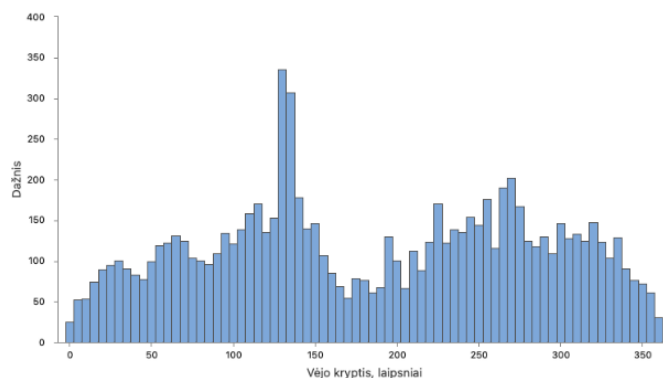
Rezultatai

Remiantis Klaipėdos miesto aplinkos monitoringo programos analize pastebėta, kad kietosiomis dalelėmis labiausiai užteršta miesto centro teritorija, benzeno – rytinė įvažiavimo į miestą dalis (LEZ teritorija), suspenduotomis kietosiomis dalelėmis – jūros vartų teritorija (abipus Kuršių marių uosto teritorijoje ties Smiltyne), o lakiaisiais organiniais junginiais – pietinė, pietvakarinė miesto dalis.

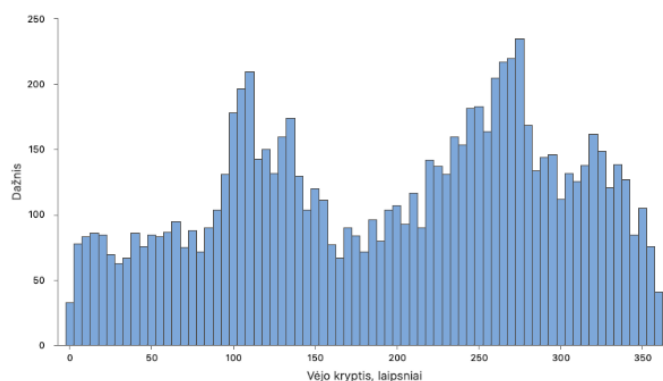
Vertinant vėjo kryptį, kaip svarbų teršalų pernešimo elementą, nustatyta, kad Klaipėdoje vyrauja pietvakarių ir vakarų krypties vėjai (1, 2 ir 3 pav.). LOJ (mp-ksileno, o-ksileno, amoniako, tolueno) dažnai pasižymi stipriu kvapu, todėl pučiant pietvakarių krypties vėjui LOJ pernašami ir paskleidžiami pietinėje miesto dalyje, tuo tarpu pietryčių Klaipėdoje esanti amoniako koncentracija paskleidžiama pietinėje miesto teritorijoje vyraujant pietryčių krypties vėjams. 2021 m. šios krypties vėjas buvo dominuojantis (2 pav.), kai tuo tarpu 2020 ir 2022 vyravo įprasta pietvakarių ir vakarų vėjų kryptis. Nors, monitoringo duomenimis, amoniako koncentracija neviršijo ribinės vertės, tačiau išlieka rekomendacija atlikti nuolatinius amoniako tyrimus, dėl tyrimų metu užfiksuotos aukštesnės nei vidutinės jų vertės. Amoniakas su kitais LOJ teršalais dėl vyraujančių vakarų, pietvakarių krypties ir pietryčių krypties vėjų lemia šių teršalų sklaidžiamą kvapą pietinėje miesto dalyje.



1 pav. 2020 m. Klaipėdoje vyravusios vėjų kryptys



2 pav. 2021 m. Klaipėdoje vyravusios vėjų kryptys



3 pav. 2022 m. Klaipėdoje vyravusios vėjų kryptys

Išvados

Atlikus Klaipėdos miesto oro taršos monitoringo analizę nustatyta, kad mažėjant bendriesiems teršalų kiekiams, išaugo SKD dalis. 2020 metais visose 3-ose matavimo vietose viršijo paros ribinę vertę. Vertinant, kad vyrauja vakarų ir pietvakarių krypties vėjai galima daryti prielaidą, kad tarša pernešama po miesto teritoriją rytų kryptimi, tad būtina miesto zonas, tokias kaip senamiestis ar gyvenamųjų namų teritorijos, apsaugoti nuo uosto keliamos taršos. Viena iš galimų priemonių – žaliųjų zonų įrengimas pietų – šiaurės kryptimi.

Literatūra

Bukantis, A., Rimkus, E., & Stankūnavičius, G. (2003). Atmosferos taršos kaitos urbanizuotose teritorijose prognozė. *Geografijos metraštis*, 36(2), 7–19.

Bangų parametų kaita Kuršių nerijos priekrantėje 2000-2019 m.

Pranciškus Brazdžiūnas¹, Donatas Pupienis^{1,2}

¹ Hidrologijos ir klimatologijos katedra, Vilniaus universitetas, Lietuva (pranciskus.brazdziunas@chgf.stud.vu.lt)

² Geoaplinkos tyrimų laboratorija, Gamtos tyrimų centras, Lietuva

Įvadas

Kuršių nerijos kranto zonoje dominuoja hidro-eolo-litodinaminiai procesai. Kranto zonos morfodinamiką lemia aktyvūs (vėjas, bangos, priekrantės srovės, vandens lygio svyravimai) ir pasyvūs (smėlio granulometrija, sąnašų kiekis, kranto ekspozicija ir t.t.) veiksniai, kurie apsprendžia skirtingą kranto vystymąsi atskiruose ruožuose (Jarmalavičius et al., 2016; 2017). Pasaulinio vandenyno vandens lygio kilimas, didėjantis cikloninis aktyvumas Baltijos jūros regione bei antropogeninė veikla lemia erozinius ir akumuliacinius procesus, kurių mastas erdvėje ir laike yra nevienodas. Krante vykstančių procesų kaita erdvėje ir laike priklauso nuo skersinės ir išilginės nešmenų pernašos, kurią apsprendžia bangų režimas (bangų aukštis, periodas, ilgis ir sklidimo kryptis). Siekiant nustatyti akumuliacinių ir erozinių procesų mastą Kuršių nerijos krante, labai svarbu yra įvertinti bangų režimo kaitą išilgai Kuršių nerijos Baltijos jūros kranto. Lietuvoje iki šiol bangų parametrai yra vertinami vizualiniu bangų stebėjimu metodu, kurie vertinami trijose stebėjimo vietose ties Klaipėda, Nida ir Palanga (Kelpšaitė et al., 2011; Pupienis et al., 2017).

Šio tyrimo tikslas yra įvertinti bangų parametų kaitą Kuršių nerijos priekrantėje 2000–2019 m. laikotarpiu. Tyrimas aktualus siekiant geriau suvokti krantodaros procesus, jų kaitą laike ir erdvėje bei prognozuojant galimus kranto pokyčius ateityje.

Duomenys ir darbo metodika

Siekiant įvertinti bangų parametų kaitą laike ir erdvėje, darbe analizuojami Baltijos jūros bangų reanalizės duomenys paimti iš „Copernicus“ žemės stebėjimo programos duomenų archyvo. Bangų duomenys yra sugeneruoti taikant *WAM* (angl. *wave modeling*) bangų modelį atsižvelgiant į specifinius Baltijos jūros bangų režimą veikiančius faktorius, naudojant Baltijos jūros meteorologinių bujų ir „ECMWF“ (angl. *European Centre for Medium-Range Weather Forecasts*) ERA5 klimato modelio reanalizės duomenis. Darbe analizuojami 2000–2019 m. laikotarpio valandiniai bangų parametų duomenys, kurių erdvinė skiriamoji geba yra 1 jūrmylė (1862 metrų).

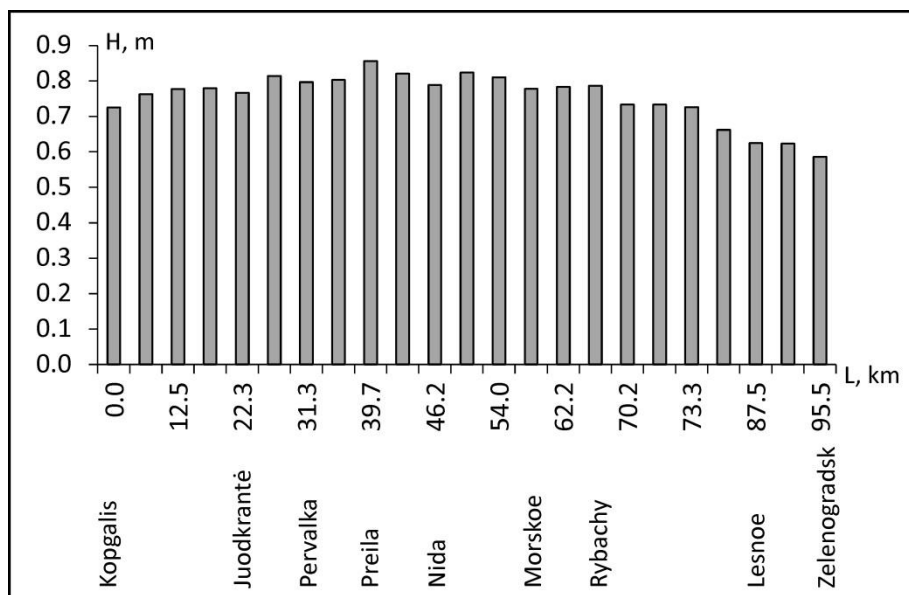
Duomenys buvo apdoroti *R* programavimo kalba, *RStudio* platformoje. 2003–2018 m. bangų parametrai (vidutinis bangų aukštis, periodas, kryptis) buvo analizuojami 24 taškuose. Tai pat buvo išanalizuoti šalčio sezono (spalio-kovo mėnesių) vidutiniai bangų parametrai.

Rezultatai

2000–2019 m. laikotarpiu vidutinis bangų aukštis išilgai visos Kuršių nerijos Baltijos jūros priekrantės siekė 0,75 m. Aukščiausios bangos (0,80–0,85 m) Kuršių nerijos priekrantėje nustatytos tarp Preilos ir Pervalkos gyvenviečių, o žemiausios (0,58–0,62 m) tarp Lesnoe ir Zelenogradsk gyvenviečių (1 pav.). Pietinėje Kuršių nerijos jūros priekrantės dalyje vyrauja ilgiausio periodo (4,81–4,84 s) bangos. Kuršių nerijos jūros šiaurinėje priekrantės dalyje vyrauja vakarų, o pietinėje – šiaurės vakarų krypties bangos. Tyrimas parodė, kad visoje Kuršių nerijos priekrantėje bangų parametrai išilgai kranto kinta vienodai, tai pagrindžia ir nustatyti stiprūs koreliaciniai ryšiai ($r > 0,90$) tarp bangų aukščio parametų kaitos. Bangų sklidimo krypties kaita didesnė yra pietinėje Kuršių nerijos priekrantės dalyje ($\sigma = 89,4-101,8$), o mažesnė šiaurinėje dalyje ($\sigma = 64,2-87,7$). Šaltuoju metų laikotarpiu (spalio-kovo mėnesiais) visoje Kuršių nerijos priekrantėje bangų aukštis ir periodas pakito nežymiai, o nustatyti pokyčiai buvo paklaidos ribose.

Išvados

Tyrimas atskleidė, kad bangų parametrai Kuršių nerijos priekrantėje kinta homogeniškai ir per tiriamąjį laikotarpį aukščiausios bei žemiausios bangos vyravo tose pačiose priekrantės vietose. Šaltuoju sezonu dažniausiai vyrauja stipresni vakarų krypties vėjai, todėl bangų aukštis yra didesnis, kas savo ruožtu gali lemti krantą formuojančių procesų Kuršių nerijos kranto zonoje sustiprėjimą.



1 pav. Vidutinio bangų aukščio kaita išilgai Kuršių nerijos jūros priekrantės 2000–2019 m.

Nustatyti bangų aukščio, periodo ir sklidimo krypties parametrų skirtumai išilgai Kuršių nerijos Baltijos jūros priekrantės gali paaiškinti krante vykstančių akumuliacinių ir erozinių procesų atskiruose kranto ruožuose dominavimą, kadangi krantodaros procesai priklauso nuo jūros bangų parametrų, kurie nulemia išilginio nešmenų srauto kryptį, greitį ir galingumą.

Literatūra

- Jarmalavičius, D., Šmatas, V., Stankūnavičius, G., Pupienis, D., & Žilinskas, G. (2016). Factors controlling coastal erosion during storm events. *Journal of Coastal Research*, 75 (10075), 1112–1116.
- 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.
- Kelpšaitė, L., Dailidienė, I., & Soomere, T. (2011). Changes in wave dynamics at the south-eastern coast of the Baltic Proper during 1993–2008. *Journal of Coastal Research*, SI64, 220–224.
- 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.

Klimatografinių metodų taikymas jūros oro masių išplitimo įvertinimui Baltijos jūros regione

Remigijus Dailidė

Jūros tyrimų institutas, Klaipėdos universitetas (remigijus.dailide@gmail.com)

Įvadas

Baltijos jūra yra jauna pusiau uždara, žemyno viduje esanti sekli jūra, turinti specifinį aplinkos unikalumą dėl ypatingų geografinių, klimatologinių ir okeanografinių ypatybių. Baltijos jūros regionas (įskaitant Kategatą) yra tarp jūrinio vidutinio ir žemyninio subarktinio klimato zonų (Meier et al., 2022). Žemyninio ir jūrinio klimato oro masės apibūdina vietines klimato sąlygas ir parodo kiek vietos klimatui įtakos turi jūros ir sausumos sąveika. Kaip ir dauguma kitų klimato rodiklių, šie parametrai yra dinamiški ir yra susiję tiek su pasauline klimato kaita, tiek su atmosferos cirkuliacijos pokyčiais (Stonevicius et al., 2018). Šiame darbe tiriamos jūrinių oro masių poveikio ribos ir jų kaita Baltijos jūros regiono žemyninėje dalyje pritaikant klimatografinius metodus ir nuotolinius duomenis. Siekiama pritaikyti naujus metodus Baltijos jūros pakrančių klimato kaitos įvertinimui.

Duomenys ir darbo metodika

Tiriamas plotas yra šiek tiek didesnis už Baltijos jūros regioną ir yra išsidėstęs kvadrato forma ($R5.64^\circ$, $\text{Š}52.27^\circ$, $R30.61^\circ$, $\text{Š}68.09^\circ$). Nors pati Baltijos jūra driekiasi nuo 53° šiaurės platumos iki 66° šiaurės platumos ir nuo 10° rytų ilgumos iki 30° rytų ilgumos ir yra daugiau nei 1600 km ilgio ir vidutiniškai 193 km pločio, tačiau pagal Köppen-Geiger klasifikaciją ši teritorija apima tik du klimato tipus (vidutinį ir subarktinį). Jūrinio ir kontinentinio klimato riba vertinama sudarant klimatografinius žemėlapius. Detalesni jūrinio klimato poveikio zonų ir plotų pasiskirstymo laike ir erdvėje tyrimai atliekami Lietuvos teritorijoje. Kartografavimui panaudoti oro temperatūros, bendrosios Saulės spinduliuotės ir vėjo krypties duomenys. Meteorologinių stočių duomenys gauti iš Lietuvos hidrometeorologijos tarnybos prie Aplinkos ministerijos. Iš WorldClim 2.0 duomenų rinkinio buvo pasirinkti mėnesio minimalios ir maksimalios temperatūros duomenys, siekiant apskaičiuoti ir atvaizduoti oro temperatūros amplitudžių žemėlapius. Tyrimui naudoti modelio NOAAH025_2.0 išvesties duomenys (Rodell et al., 2004; Li et al. 2020), kurie susideda iš $0,25 \times 0,25$ laipsnių raiškos. Koreliacijai nustatyti buvo naudojami Saulės spinduliuotės ir oro temperatūros prie žemės paviršiaus duomenys. Klimatiniai laikotarpiai lyginti periode nuo 1951 iki 2000 metų. Jūros brizo išplitimui ir jo fronto linijoms tirti pritaikyti EUMESAT palydovo Meteosat-10 duomenys. Jūrinių brizų cirkuliacijai ir jų frontams nustatyti panaudotos Meteosat-10 greitojo skanavimo SEVIRI sensoriaus HRV 1 km^2 raiškos pirmo lygio palydovinės nuotraukos matomajame spektre.

Rezultatai

Tyrimo rezultatai rodo, kad koreliacija tarp bendrosios Saulės spinduliuotės ir pažemio oro temperatūros kartu su oro temperatūros amplitudės skirtumais gali būti naudojami nustatant Baltijos jūros pakrančių klimatą ir jo kaitą. Tai, kiek Baltijos jūra daro įtaką oro temperatūrai jos pakrančių zonose, yra svarbus veiksnys, lemiantis vietinį Baltijos regiono pakrantės klimatą. Lyginant klimatinius periodus (1951–1980m., 1961–1990m., 1971–2000m.) fiksuojami didesni pakitimai šiaurinėje Baltijos jūros dalyje. Nustatytos pereinamos iš jūrinio į žemyninį klimato zonos buvo panašios su jūrinio brizo vidutinio išplitimo riba (apie 40 km nuo jūros pakrantės). Tyrimo rezultatai rodo, jog brizo fronto lokacija sutampa su Cumulus tipo konvergencinių debesų linija, kaip ir panašiuose tyrimuose (Damato et al., 2003; Anjos & Lopes, 2018), kuriuose buvo taikomi nuotolinių tyrimų metodai.

Išvados

Šiame darbe sudaryti bendrosios Saulės spinduliuotės ir pažemio oro temperatūros koreliacijos žemėlapiai rodo, kad šis kartografinis metodas gali būti naudojamas nustatant lokalų Baltijos jūros pakrančių klimatą ir jo kaitą. Sudaryti koreliacijos žemėlapiai padeda identifikuoti sritis, kurios gauna tiek pat energijos, bet kurių vidutinė oro temperatūra skiriasi nuo aplinkinių teritorijų. Siekiant nustatyti vandenynų ir jūrų pakrantėse jūrinio fronto liniją ir klimato poveikio plotus galima naudoti jūrinio brizo maksimalaus išplitimo ir ribų nustatymo nuotolinius tyrimo metodus. Jūrinio brizo formavimosi metu matoma ryški debesų juosta

padeda nustatyti fronto liniją, žyminčią jūrinės ir žemyninės oro masės ribą. Jūros brizų tyrimai Pietryčių Baltijos pakrantėje taikant nuotolinius metodus parodė, kad pučiant jūros brizams jų poveikis Vakarų Lietuvos teritorijoje vidutiniškai jaučiamas apie 40 km nutolus nuo jūros, tačiau maksimaliai jų frontai žemyninėje dalyje vyraujant ir stiprėjant vakarinių kryptų vėjams gali prasiskverbti ir toliau, vidutiniškai net iki maždaug 60 km. Gauti rezultatai gali būti pritaikomi tikslinant klimato klasifikacijas ir panaudojami jūros pakrančių klimato bei jūrinio klimato perėjimo į žemyninį tyrimams.

Literatūra

- Anjos, M., & Lopes, A. (2019). Sea breeze front identification on the northeastern coast of Brazil and its implications for meteorological conditions in the Sergipe region. *Theoretical and Applied Climatology*, 137, 2151–2165. doi.org/10.1007/s00704-018-2732-x.
- Damato, F., Planchon, O., & Dubreuil, V. (2003). A remote-sensing study of the inland penetration of sea-breeze fronts from the English Channel. *Weather*, 58, 219–226, <https://doi.org/10.1256/wea.50.0>
- Li, B., H. Beaudoin, and M. Rodell, NASA/GSFC/HSL (2020), GLDAS Catchment Land Surface Model L4 daily 0.25 x 0.25 degree GRACE-DA1 V2.2, Greenbelt, Maryland, USA, Goddard Earth Sciences Data and Information Services Center (GES DISC), Accessed: [11/12/2018], <https://doi.org/10.5067/TXBMLX370XX8>
- Meier, H. M., Kniebusch, M., Dieterich, C., Gröger, M., Zorita, E., Elmgren, R., ... & Zhang, W. (2022). Climate change in the Baltic Sea region: a summary. *Earth System Dynamics*, 13(1), 457–593, <https://doi.org/10.5194/esd-13-457-2022>
- Rodell, M., Houser, P. R., Jambor, U. E. A., Gottschalck, J., Mitchell, K., Meng, C. J., ... & Toll, D. (2004). The global land data assimilation system. *Bulletin of the American Meteorological society*, 85(3), 381–394, <https://doi.org/10.1175/BAMS-85-3-381>
- Stonevicius, E., Stankunavicius, G., & Rimkus, E. (2018). Continentality and Oceanity in the Mid and High Latitudes of the Northern Hemisphere and Their Links to Atmospheric Circulation. *Advances in Meteorology*, 2018, 12. <https://doi.org/10.1155/2018/5746191>

Jūros kranto smėlio granulimetrinės sudėties kaita 1993-2018 m. Klaipėdos ir Šventosios uosto molų poveikio zonose

Aira Dubikaltienė¹, Donatas Pupienis^{1,2}

¹ Hidrologijos ir klimatologijos katedra, Vilniaus universitetas, Lietuva (aira.dubikaltiene@chgf.vu.lt)

² Geoaplinkos tyrimų laboratorija, Gamtos tyrimų centras, Lietuva

Ivadas

Pietryčių Baltijos jūros išlygintuose akumuliaciniuose krantuose vyrauja smėlis, o atskiruose kranto ruožuose jis gali būti su žvirgždo ir gargždo priemaiša (Gudelis, 1998). Smėlėtuose krantuose sąnašų dalelių dydis yra vienas iš svarbesnių pasyvių veiksmų lemiančių kranto (paplūdimio ir kopagūbrio) morfometrinius rodiklius (aukštį, plotį, nuolydį). Kranto sąnašų dalelių dydį lemia kranto geologinė sąranga (Bitinas et al., 2005; Jarmalavičius et al., 2017), hidrodinaminiai veiksniai bei antropogeninė veikla (Pupienis et al., 2017). J. Abuodha (2003) teigia, kad smulkesnės smėlio dalelės vyrauja akumuliaciniuose, o stambesnės – eroziniuose kranto ruožuose. Tuo tarpu P. Komar ir C. Wang (1984) Nilo deltos krante nustatė priešingas tendencijas, kai akumuliaciniuose kranto ruožuose vyrauja stambesnės dalelės, o eroziniuose – smulkesnės. O. Frihy et al. (1991) mano, kad tokį smėlio dalelių dydžio pasiskirstymą galėjo nulemti hidrotechniniai įrenginiai. Tokiai nuomonei pritaria G. Žilinskas ir kt. (2001) bei pažymi, kad jūros kranto smėlio granulimetrinės sudėties pasiskirstymą lemia hidrotechniniai įrenginiai (uosto molai, bunos ir t.t.), o jų poveikis smėlio granulimetrinei sudėčiai gali būti jaučiamas 2-3 km kranto ruože abipus molų. Tyrimo tikslas yra įvertinti jūros kranto smėlio granulimetrinės sudėties kaitą 1993-2018 m. hidrotechninių įrenginių poveikio zonoje.

Duomenys ir darbo metodika

Siekiant įgyvendinti išsikeltą darbo tikslą, buvo pasirinkti du 10 km ilgio kranto ruožai. Smėlio ėminiai kas 500 m buvo atrenkami 5 km į šiaurę ir į pietus abipus Klaipėdos ir Šventosios uosto molų. Darbe analizuojama 164 smėlio ėminių granulimetrinė sudėtis, kurie buvo atrinkti 1993, 2011, 2014 ir 2018 m. iš paplūdimio vidurio ir kopagūbrio vakarinio šlaito. Smėlio ėminiai buvo atrinkti pavasarį (balandžio mėn.), vyraujant nusistovėjusioms hidrometeorologinėms sąlygoms, o ėminių vietos buvo fiksuojamos rankiniu GPS. Smėlio ėminiai buvo išdžiovinami Gamtos tyrimų centro laboratorijoje ir 15 min. mechaniškai sijojami kratytuvu *Fritsch Analysette 3 Spartan Pulverisette 0*, naudojant 11 sietų rinkinį. Siekiant įvertinti smėlio granulimetrinės sudėties kaitą buvo paskaičiuoti statistiniai rodikliai: vidutinis smėlio dalelių skersmuo (d) ir rūšiavimo laipsnis (So). Statistiniai rodikliai buvo apskaičiuoti *GRADISTAT 8.0* programa (Blot, Pye, 2001), taikant geometrinį momentų metodą.

Rezultatai

Apibendrinti smėlio dalelių statistiniai rodikliai abipus Šventosios ir Klaipėdos uosto molų 1993-2018 m. pateikti 1 lentelėje. Šventosios ir Klaipėdos kranto ruože abipus molų stambiausios smėlio dalelės paplūdimyje vyravo 2014 m. tuo tarpu kopagūbrio vakariniame šlaite – 2018 m. Matomai, tokius laikinus ir nevienalaikius smėlio dalelių skersmens pokyčius paplūdimyje ir kopagūbryje galėjo nulemti skirtingo stiprumo hidro-eolodinaminiai procesai. Smėlio dalelių pastambėjimas paplūdimyje dažnai įvyksta po stipresnių audrų, kai atsidengia senesni sąnašų sluoksniai. Bendrai, stambesnės dalėlės paplūdimyje ir kopagūbrio vakariniame šlaite aptinkamos šiauriniuose, o smulkesnės pietiniuose kranto ruožuose. Palyginus vidutinį smėlio dalelių skersmenį nustatyta, kad paplūdimyje didžiausia variacija išsiskiria kranto ruožas šiauriau Šventosios uosto, o mažiausia – kranto ruožas esantis piečiau Klaipėdos uosto molo. Mažesnę smėlio dalelių kaitą akumuliaciniuose kranto ruožuose (pavėjinėse uosto molų pusėse užtikrina išilginė nešmenų pernaša nukreipta iš pietų į šiaurę (Pupienis et al., 2017). Smėlio dalelės tiek paplūdimyje, tiek kopagūbryje yra prasčiau išrūšiuotos į šiaurę nuo molų esančiuose kranto ruožuose, kuriuose paprastai vyrauja eroziniai procesai dėl nešmenų deficito (Frihy et al., 1997; Žilinskas ir kt., 2001). Atsižvelgus į smėlio dalelių statistinių rodiklių kaitą nustatyta, kad Klaipėdos uosto molų poveikis yra stipresnis nei Šventosios uosto molų. Tai lemia Klaipėdos uosto molų ilgis, konstrukcija ir vykdoma molų rekonstrukcija, tuo tarpu Šventosios uosto molai jau ilgą laiką yra netvarkomi, po truputi trumpėja bei tampa pralaidūs (Kriaučiūnienė et al., 2013). Smėlio dalelių stambėjimas ir smulkėjimas rodo, kad Šventosios ir Klaipėdos

uosto molų poveikio zona apima maždaug 3 km ilgio ruožą į šiaurę ir 2,5 km – į pietus. Tačiau šiaurinėje Šventosios dalyje uosto molų poveikį iškraipo Būtingės buna.

1 lentelė. Smėlio dalelių vidutiniai statistiniai rodikliai (vidutinis smėlio dalelių skersmuo (d) ir rūšiuotumo laipsnis (So)) 1993-2018 m. abipus Šventosios ir Klaipėdos uosto molų.

Vieta	Metai	Rodiklis	Paplūdimys		Kopagūbrio vakarinis šlaitas	
			į šiaurę nuo molo	į pietus nuo molo	į šiaurę nuo molo	į pietus nuo molo
Šventoji	1993	$d, mm/So$	0,26/1,54	0,20/1,37	0,27/1,45	0,22/1,37
	2011	$d, mm/So$	0,25/1,44	0,25/1,39	0,25/1,41	0,23/1,37
	2014	$d, mm/So$	0,35/1,44	0,23/1,35	0,25/1,43	0,20/1,33
	2018	$d, mm/So$	0,26/1,38	0,21/1,38	0,28/1,39	0,21/1,41
Klaipėda	1993	$d, mm/So$	0,39/1,54	0,22/1,39	0,29/1,43	0,22/1,38
	2011	$d, mm/So$	0,37/1,50	0,21/1,30	0,28/1,33	0,21/1,33
	2014	$d, mm/So$	0,41/1,40	0,22/1,32	0,34/1,38	0,19/1,33
	2018	$d, mm/So$	0,38/1,38	0,20/1,36	0,36/1,40	0,20/1,34

Išvados

Bendros smėlio dalelių sudėties pasiskirstymo tendencijos kranto ruožuose abipus uosto molų patvirtina anksčiau nustatytus dėsningumus, kai akumuliaciniuose kranto ruožuose vyrauja smulkesnės ir geriau rūšiuotos smėlio dalelės, o eroziniuose kranto ruožuose dominuoja prasčiau rūšiuotos stambesnės dalelės. Klaipėdos ir Šventosios uosto molai stipriau veikia paplūdimio ir silpniau kopagūbrio smėlio granulimetrinės sudėties kaitą, nes molai tiesiogiai įtakoja jūros hidrodinaminį procesus ir netiesiogiai – eolinius procesus.

Literatūra

- Abuodha, J. O. Z. (2003). Grain size distribution and composition of modern dune and beach sediments, Malindi Bay coast, Kenya. *Journal of African Earth Sciences*, 36(1-2), 41–54.
- Bitinas, A., Žaromskis, R., Gulbinskas, S., Damušyte, A., Žilinskas, G., & Jarmalavičius, D. (2005). The results of integrated investigations of the Lithuanian coast of the Baltic Sea: geology, geomorphology, dynamics and human impact. *Geological Quarterly*, 49(4), 355–362.
- Blott, S. J., & Pye, K. (2001). GRADISTAT: a grain size distribution and statistics package for the analysis of unconsolidated sediments. *Earth surface processes and Landforms*, 26(11), 1237–1248.
- Frihy, O. E., Fanos, A. M., Khafagy, A. A., & Komar, P. D. (1991). Patterns of nearshore sediment transport along the Nile Delta, Egypt. *Coastal Engineering*, 15(5-6), 409–429.
- Gudelis, V. (1998). Lietuvos jūris ir pajūris. 444.
- 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.
- Komar, P. D., & Wang, C. (1984). Processes of selective grain transport and the formation of placers on beaches. *The Journal of Geology*, 92(6), 637–655.
- Kriauciūnienė, J., Žilinskas, G., Pupienis, D., Jarmalavičius, D., & Gailiūšis, B. (2013). Impact of Šventoji port jetties on coastal dynamics of the Baltic sea. *Journal of Environmental Engineering and Landscape Management*, 21(2), 114–122.
- 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.
- Žilinskas, G., Jarmalavičius, D., & Minkevičius, V. (2001). Eoliniai procesai jūros krante. 283.

Aktyvaus palydovinio sensoriaus SAR panaudojimas klasifikuojant dinamiškas buveines: Svalbardo litoralę ir Nemuno deltos užliejamas teritorijas

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

Ivadas

Dėl klimato kaitos intensyviai keičiasi priekrantės buveinės visame pasaulyje (užliejamos teritorijos kinta dėl besikeičiančių hidrologinių reiškinių (Erwin, 2009), litoralės zonos kenčia nuo erozijos ir amžinojo išalo atitirpimo (Rachold et al., 2005), priekrantėje augantys makrodumbliai išstumiami naujų nevietinių rūšių (Weslawski et al., 2010). Buveinių stebėjimas dažniausiai vykdomas *in situ* stebėjimais, bet šie stebėjimai yra limituoti erdvėje. Naudojant ESA (Europos kosmoso agentūros) *Sentinel-1* misijos SAR (sintetinės apertūros radaru) GRDH VV+VH (ESA, 2015) palydovinius duomenis, galima apimti didelę teritoriją, įvertinti pokyčius laike, gaunami duomenys nepriklausomi nuo debesų dangos, yra laisvai prieinami ir nemokami.

Šiame darbe pateikiami SAR duomenų panaudojimo pavyzdžiai stebint priekrantės buveines Lietuvoje ir Arktyje. Lietuvoje naudojant SAR duomenis analizuoti užliejimai Nemuno deltoje, kuri yra dinamiška ir nuolat besikeičianti aplinka, kintanti priklausomai nuo hidrometeorologinių sąlygų: upės debito, kritulių, vėjo. Arktyje SAR duomenys naudoti siekiant išskirti litoralės zoną Svalbarde, kuri kinta paros bėgyje ir dėl jos dinamiškumo sunkiai nustatoma taikant net ir labai geros erdvinės bei laiko skiriamosios gebos palydovinius vaizdus. Išskyrus litoralės zoną, iš vandens išnyra makrodumbliai, kuriuos galima sukartografuoti naudojant palydovinius duomenis. Makrodumbliai yra svarbi buveinė vandenyno gyvūnijai, kuri suteikia apsaugą, yra svarbi nerštui bei maistui. Šio darbo tikslas yra parodyti SAR duomenų panaudojimo galimybes vandens buveinių stebėsenai skirtingose meteorologinėse ir geografinėse sąlygose.

Duomenys ir darbo metodika

Buveinių kartografavimui ir Arktyje, ir Lietuvoje buvo panaudoti palydoviniai SAR duomenys, gauti iš ESA. SAR klasifikavimo rezultatų validacijai buvo naudoti dronu surinkti duomenys. Arkties duomenų validavimui naudoti drono duomenys surinkti per 2 ekspedicijas Svalbarde 2019 liepos mėn. ir 2021 m. liepos-rugpjūčio mėn. projekto metu. Lietuvoje surinktų duomenų validavimui naudoti vaizdai iš dronų gauti 2019–2022 metų žiemos ir pavasario potvynių metu.

1. Litoralės zonos išskyrimas. Litoralės zonos išskyrimui naudoti SAR vaizdai: potvynio metu gautas vaizdas iš palydovo ir atoslūgio metu gautas vaizdas. Šie vaizdai suklasifikuoti į sausumą ir vandenį naudojant k-vidurkių klasterizavimo metodą. Atlikus klasterizavimą vaizdai buvo palyginti ir išskirta litoralės zona. Validacija vykdyta naudojant *in situ* duomenis, surinktus ekspedicijos metu Arktyje. Aukščiausia litoralės zonos riba laikoma sekliausia guveinio (*Fucus spp.*) augavietė, o apatinė litoralės zonos vieta laikoma sekliausia laminarijos (*Laminaria spp.*) augavietė.

2. Litoralės buveinių klasifikavimas. Litoralės zonoje buveinių klasifikacijai naudotas SAR vaizdas su žemiausiu vandens lygiu dėl to, kad būtų atsivėrusi kuo platesnė litoralės teritorija. Buveinių klasifikavimas vykdytas naudojant atsitiktinio miško (angl. *Random Forest*) klasifikaciją, kurioje litoralės zona suklasifikuota į: akmenis, smėlį, uolas ir makrodumblius. Klasifikatoriaus mokymui naudoti *in situ* duomenys surinkti 3 įlankose Svalbardo saloje: St. Jonnsfjorden, Eidembukta, Trygghamna. Klasifikacijai naudota atviro kodo *Google Earth Engine* programa. Validavimas vykdytas panaudojant dronu surinktus vaizdus ekspedicijos Arktyje metu, kurie buvo suklasifikuoti ir palyginti su klasifikacijos rezultatais.

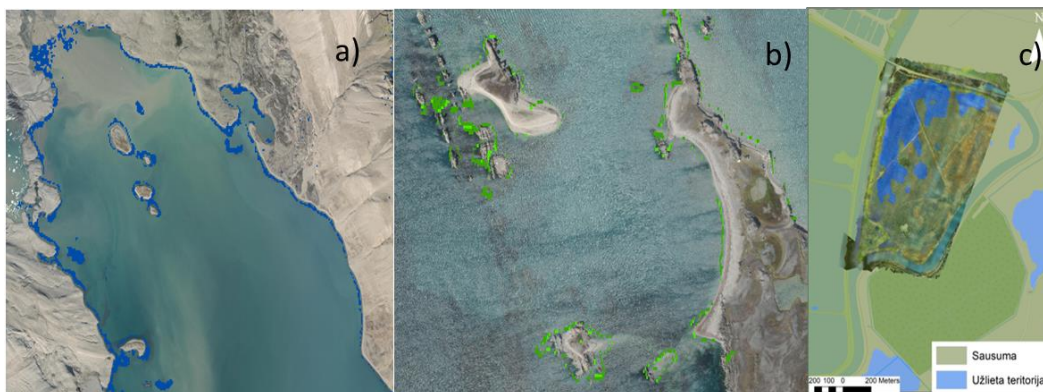
3. Užliejamų teritorijų kartografavimas. Užliejamų teritorijų kartografavimui Nemuno deltoje panaudoti 173 SAR vaizdai per 2015–2019 metų laikotarpį (Lietuvos ir Rusijos teritorijoje). Užliejamų teritorijų kartografavimui buvo naudojamas skirtumų tarp sausojo ir užliejimo laikotarpių metodas (angl. *Change Detection*) skirtas aptikti užlietoms teritorijoms, naudojant *Sentinel-1* SAR palydovinius duomenis (Clement et al., 2018). Kiekvieno klasifikavimo paruošimui pasirinkti 2 laikotarpiai: drėgnasis ir sausasis, kuris atrinktas pagal sausiausią kiekvienų tyrimo metų laikotarpį. Validavimas buvo vykdomas naudojant drono vaizdus vietose, kurios labiausiai reprezentuotų tiriamąją teritoriją: dinamiški ir dažni užliejimai, tyrimo vietose yra teritorijos su nepilnai užlieta augalija, yra pilnai patvinsusių ir visai neužlietų plotų.

Rezultatai

1. Litoralės zonos išskyrimo rezultatai parodė, kad 85 % litoralės zonos buvo suklasifikuota teisingai. 52 % validavimui išskirtų taškų pateko į litoralės zoną, o 33 % taškų pateko į 10 metrų buferinę zoną, kuri atitinka *Sentinel-1* palydovinių duomenų erdvinę rezoliuciją ir tai yra limituojantis veiksnys siauros litoralės zonos kartografavimui.

2. Litoralės buveinių klasifikacijos vidutinės makrodumblių atgalinės sklaidos reikšmės ($VV = 0,03 \pm 0,01$ ir $VH = 0,004 \pm 0,001$) buvo statistiškai reikšmingai ($p < 0,05$, $df = 89$) didesnės nei vidutinės vandens paviršiaus reikšmės ($VV = 0,02 \pm 0,01$ ir $VH = 0,002 \pm 0,001$). Žemės dangos be augalų litoralėje atgalinės sklaidos reikšmės ($VV = 0,08 \pm 0,01$ ir $VH = 0,01 \pm 0,01$) buvo didesnės nei kitų paviršių reikšmės, kas leidžia teigti, kad makrodumblių klasifikacija, naudojant SAR duomenis, yra įmanoma.

3. Užliejamų teritorijų kartografavimo rezultatų palydovinių duomenų validacija, panaudojant dronu surinktus duomenis parodė, kad kartografavimo tikslumas siekė $84,71 \pm 11,18$ %. 2017 m. reikšmingai išsiskyrė kaip didžiausio užliejimo metai, kai $3,7 \pm 2,5$ % Nemuno deltos teritorijos buvo užlieta. 2016 m. reikšmingai išsiskyrė kaip mažiausio užliejimo metai – $1,5 \pm 2$ % Nemuno deltos teritorijos buvo užlieta. 2015, 2018 ir 2019 m. reikšmingai tarpusavyje nesiskyrė (1 pav.).



1 pav. Litoralės zonos išskyrimas (a), litoralės buveinių klasifikavimas (b) ir užlietų teritorijų kartografavimas (c).

Išvados

Statistinė analizė ir rezultatai parodė, kad SAR duomenys yra tikslus būdas klasifikuoti ir išskirti litoralės zoną Arkties regione naudojant klasterizavimą. Statistinė atgalinės sklaidos analizė parodė, kad naudojant SAR duomenis galima tiksliai suklasifikuoti litoralės buveinių tipus. SAR panaudojimas galimas kartografuojant potvynius Nemuno deltoje, kur su SAR sukartografuotų duomenų tikslumas siekė $84,71 \pm 11,18$ %.

Padėka

Šis darbas buvo remiamas projekto „Arkties bentoso ekosistemų kaita: ledyno tirpsmo ir borealinių rūšių pernašos makroplastiku poveikis“ (ADAMANT), kuris vykdomas pagal bendrą Lietuvos–Lenkijos finansinės schemos „Daina“ kvietimą, finansuojamą Lietuvos mokslo tarybos ir Lenkijos Nacionalinio mokslo centro, pagal sutartį # S-LL-18-8.

Literatūra

- ESA (2015). Sentinel-1 Data Access and Products. Žiūrėta Kovo 9, 2023 (https://sentinels.copernicus.eu/documents/247904/1653440/Sentinel-1_Data_Access_and_Products).
- Clement, M. A., Kilsby, C. G. & Moore, P. (2018). Multi-Temporal Synthetic Aperture Radar Flood Mapping Using Change Detection. *Journal of Flood Risk Management*, 11(2), 152–68.
- Erwin, K. L. (2009). Wetlands and Global Climate Change: The Role of Wetland Restoration in a Changing World. *Wetlands Ecology and Management*, 17(1), 71–84.
- Rachold, V., Feliks, E. A., Atkinson, D. E., Cherkashov, G. & Steven, M. S. (2005). Arctic Coastal Dynamics (ACD): An Introduction. *Geo-Marine Letters*, 25(2), 63–68.
- Weslawski, J. M., Wiktor, J. & Kotwicki, L. (2010). Increase in Biodiversity in the Arctic Rocky Littoral, Sorkapland, Svalbard, after 20 Years of Climate Warming. *Marine Biodiversity*, 40(2), 123–30.

Biofizinės klasės kaita Lietuvos ežeruose 2015-2021 m.

Dalia Grendaitė, Edvinas Stonevičius

Geomokslų institutas, Vilniaus universitetas (dalia.grendaite@chgf.vu.lt)

Įvadas

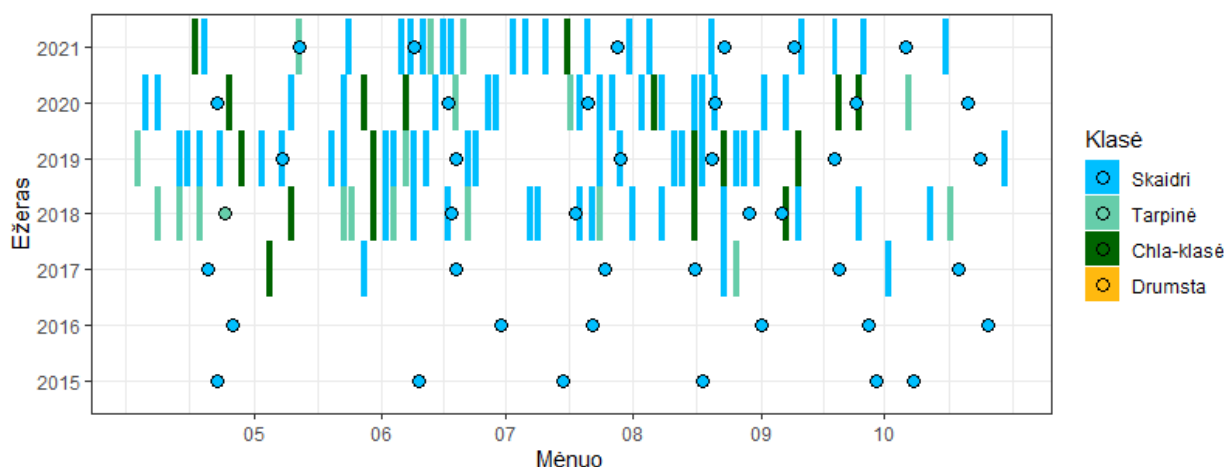
Palydoviniai duomenys suteikia galimybę stebėti vandens kokybės parametrus dažniau ir visame vandens telkinyje. Visgi siekiant panaudoti palydovinius duomenis vandens kokybės nustatymui susiduriama su iššūkiais: palydovu užfiksuojamas silpnas signalas nuo vandens (McClain, 2009) ir santykinai didelis atmosferos poveikis signalui (Grendaitė & Stonevičius, 2021). Be to, dėl vandenų kompleksiško yra sudėtinga sudaryti vieną universalų algoritmą vandens parametrai gauti. Todėl algoritmai sudaromi panašiomis optinėmis savybėmis pasižymintiems vandens telkiniams. Šiame tyrime pristatomas Lietuvos ežerų vertinimas atliktas ežero biofizinės klasės nustatymo modeliu, sukurtu pagal palydovinius duomenis ir taikant atsitiktinio miško algoritmą. Gauti rezultatai parodė, kad pagal biofizinę ežero klasę galima nustatyti vandens savybių pokyčius, nulemtus chlorofilo koncentracijos ir skaidrumo pokyčių.

Duomenys ir darbo metodika

Biofizinės klasės modeliui sudaryti buvo panaudoti Copernicus programos optinio Sentinel-2 palydovo jutiklio duomenys 2015–2020 m. ir Aplinkos Apaugos Agentūros išmatuotos chlorofilo ir suspenduotos medžiagos koncentracijos bei skaidrumas. Modelis pagal iš palydovinių duomenų sudarytus požymius pateikia vieną iš ežero klasių: skaidri, tarpinė, chl-a-klasė arba drumsta klasė. Detalesnis modelio sudarymas aprašytas D. Grendaitės ir E. Stonevičiaus (2022) publikacijoje. Čia pateikiami 2015–2021 m. duomenys modelį pritaikius 357 Lietuvos ežerams ir tvenkiniams, įtrauktiems į valstybinio monitoringo programą.

Rezultatai

Per 2015–2021 m. laikotarpį vienam ežerui teko nuo 36 iki 160 stebėjimų (vidurkis = 121, standartinis nuokrypis $\sigma = 21$). Mažiau debesuotais metais ir kai orbitoje buvo jau abu Sentinel-2 palydovai, 2018 m. vidutinis stebėjimų kiekis per metus buvo 26 ($\sigma = 6$), o 2019 m. – 29 ($\sigma = 5$). Kiek daugiau debesuotais metais – 2020–2021 m., vidutinis stebėjimų kiekis per metus buvo 20-21 ($\sigma = 4-5$), o itin debesuotais – 11 ($\sigma = 4$). Per tiriamą laikotarpį skaidri klasė kaip vyraujanti nustatyta 242-uose ežeruose (68%), tačiau iš jų 81-ame ežere skirtingais metais nustatyta klasės kaita. Šiuo atveju atskirais metais vyravo arba tarpinė klasė, arba chl-a-klasė, tai rodo, kad šiuose ežeruose vyksta nepastovūs vandens „žydėjimai“ Tarpinė klasė kaip vyraujanti nustatyta tik 23-uose ežeruose (6%), o chl-a-klasė, siejama su stipresniais vandens „žydėjimais“, vyravo 87-iuose ežeruose (24%). Kai kuriais atvejais skaidrios klasės ežeruose buvo užfiksuota klasės kaita, kuri gali būti siejama su trumpais epizodiniais vandens „žydėjimais“ – pavyzdžiui, 2018 m. birželio pradžioje ir rugpjūtį Platelių ežere (1 pav.). Tokie trumpi „žydėjimai“ retai kada užfiksuojami *in situ* stebėjimais.



1 pav. Biofizinės ežero klasės kaita Platelių ežere 2015-2021 m. Brūkšneliai žymi klasę, nustatytą iš Sentinel-2 duomenų, o taškai – pagal *in situ* duomenis nustatytą klasę.

Išvados

Palydovinių *Sentinel-2* duomenų panaudojimas padidina ežerų stebėjimo galimybes – stebėjimų skaičius padidėja vidutiniškai iki 21 per metus. Pasitelkus biofizinės klasės modelį buvo nustatyta, kad daugiau nei pusei (68 %) ežerų priskiriama skaidri klasė, kas parodo gerą vandens būklę, o 24 % ežerų dažnai ar kasmet vyksta vandens „žydėjimai“.

Literatūra

- Grendaitė, D. & Stonevičius, E. (2021). Uncertainty of atmospheric correction algorithms for chlorophyll α concentration retrieval in lakes from Sentinel-2 data. *Geocarto International*, 0, 1–25, doi:10.1080/10106049.2021.1958014.
- Grendaitė, D. & Stonevičius, E. (2022). Machine Learning Algorithms for Biophysical Classification of Lithuanian Lakes Based on Remote Sensing Data. *Water*, 14, 1732.
- McClain, C. R. (2009). A decade of satellite ocean color observations. *Annual Review of Marine Science*, 1, 19–42, doi:10.1146/annurev.marine.010908.163650.

Nuotolinio zondavimo metodų taikymo jūrų ir pakrančių apsaugos srityje tendencijos ir perspektyvos

Egidijus Jurkus¹, Ramūnas Povilanskas², Julius Taminskas¹

¹ Gamtos tyrimų centras, Klimato ir vandens tyrimų laboratorija (egidijus.jurkus@gamtc.lt)

² Klaipėdos Universitetas

Įvadas

Jūrų ir pakrančių apsauga apima išsamią priemonių sistemą, kurios paskirtis yra apsaugoti svarbiausias jūrų ir pakrančių buveines, ekosistemas, biologinę įvairovę, jūrovaizdžius nuo netvaraus žmogaus poveikio. Kachelreiss et al. (2014) pradėjo peržiūrėti nuotolinio zondavimo programas jūrų ir pakrančių apsaugai. Jie apžvelgė 125 literatūros šaltinius, išleistus 1986–2013 m., trimis esminiais klausimais:

1. Nuotolinio zondavimo naudojimas siekiant stebėti biologinės įvairovės kaitą, pvz., ekologinius ir okeanografinius parametrus, susijusius su jūrų biologine įvairove.
2. Nuotolinio zondavimo potencialas informuoti apie jūrų buveinių žemėlapių sudarymą ir stebėjimą.
3. Kaip nuotolinis zondavimas naudojamas antropogeninėms grėsmėms ir galimiems poveikiams jūrų ir pakrančių išsaugojimo srityje nustatyti.

Pristatomame tyrime daugiausia dėmesio skiriama būtinybei pateikti platesnį temų spektrą nuotolinio zondavimo taikymui jūrų ir pakrančių apsaugos srityje. Juos siekiama nustatyti ir aptarti pagrindines jūrų ir pakrančių apsaugos tyrimų kryptis ir perspektyvas.

Duomenys ir darbo metodika

Atliekamas tyrimas buvo sudėtinis. Jį sudaro keli segmentai:

1. Analitinis teksto analizės įrankis KH Coder 3.0, skirtas hierarchinei klasterinei teminių žodžių tinklų analizei akademinuose darbuose apie RS taikymą jūrų ir pakrančių apsaugos srityje 2015–2021 m.
2. Ekspertų grupės nuomonės, išskiriant ir suskirstant į grupes pagrindines tendencijas, taikomas nuotolinio stebėjimo taikymui jūrų ir pakrančių apsaugos srityje, tyrimas. Atlikti trys ekspertų vertinimo etapai, naudojantis ankstesnių Delphi tyrimų jūrų ir pakrančių apsaugos srityje metodu, rastu literatūroje (Hsu & Sandford 2007; La Sala et al., 2016; Lupp et al. 2013; Monavari et al., 2013; Olszewska et al., 2018).
3. Geololokaluotas fotofiksavimas nepilotuojamu orlaiviu, kuriuo siekiama pagrįsti pasaulyje populiarėjančio nuotolinio zondavimo naudojimo galimybes Lietuvos Baltijos jūros ir pakrančių tyrimuose, šiam tikslui naudojant nepilotuojamus orlaivius. Atlikti trys bandomieji fotofiksavimo dronu skrydžiai. Atliktas gautų nuotraukų vizualinės kokybės vertinimas, pasirenkant tokius parametrus kaip gautos nuotraukos rezoliucija, apimamo vaizdo plotas, bei nuotraukoje esančių objektų detalumas.

Rezultatai

Tyrimas atskleidė keturias pagrindines tendencijas, susijusias su nuotolinio zondavimo taikymo jūrų ir pakrančių apsaugos srityje tema:

1. Buveinių ir rūšių pasiskirstymo kartografavimas;
2. Ekosistemų ir biologinės įvairovės išsaugojimas ir išteklių valdymas;
3. Nuotoliniu zondavimu pagrįstas klasifikavimas ir modeliavimas;
4. Tropinių pakrančių ir jūrų buveinių išsaugojimas.

Ekspertų grupės diskusijos atskleidė keletą perspektyvių būdų, kaip toliau sutelkti dėmesį į nuotolinio zondavimo programas jūrų ir pakrančių apsaugos srityje. Pažanga priklauso nuo naujų stebėjimo technologijų kūrimo, įskaitant pigius nepilotuojamus orlaivius, taip pat jūrų bei pakrančių apsaugos tyrimų poreikio tirti nedidelio masto buveines, reaguojant į antropogeninius veiksnius ir jų poveikį.

Saugomų jūrų teritorijų tyrimai naudojant nuotolinį zondavimą visų pirma skirti antropogeninių arba natūralių jūrų buveinių pokyčių aptikimui, jūrų ir pakrančių biologinės įvairovės išsaugojimui ir klimato kaitos poveikiui. Taigi, nuotolinis zondavimas yra pritaikomas jūrų teritorijų valdymui ir išsaugojimui. Mažoms ir pažeidžiamoms pakrančių ir jūrų zonoms, turinčioms esminių ekologinių vertybių, ypač priemiesčio jūrų saugomose teritorijose, gali būti ypač naudinga naudoti nepilotuojamus skraidančius objektus stebėti ekosistemų procesus, biologinės įvairovės parametrus, antropogeninį poveikį (López &

Mulero-Pázmány 2019). Anksčiau daryta prielaida, kad piliečių mokslo kaip informacijos šaltinio naudojimas, yra perspektyvi nuotolinio zondavimo tyrimų kryptis nepasiteisino dėl vykdomo nuotraukų viešinimo ir dalijimosi programinės įrangos vystytojų vykdomos vaizdų viešinimo politikos. Tokiu būdu nuotolinio zondavimo metodų taikymo galimybių testavimui organizuotas pilotinis tyrimas Pajūrio regioninio parko pietinės dalies baterijos „Memel Nord“ ir Olandų kepurės skardžio ruože. Sukaupus nuotoliniam zondavimui tinkamą ir reprezentatyvią vaizdų duomenų bazę atsiranda puiki galimybė sukurti ir išbandyti nuotolinio zondavimo metodus derinant juos su geostatistiniais metodais. Tokie metodai gali būti panaudoti skardžio erozijos procesų ir antropogeninio poveikio mastui stebėti.

Išvados

Tyrimo metu atskleistos perspektyviausios nuotolinio zondavimo naudojimo jūros ir pakrančių tyrimuose kryptys, išskiriant galimybes tiems tikslams panaudoti nepilotuojamus orlaivius, naudojant juos jūrų bei pakrančių apsaugos poreikių išsiaiškinimui nedidelių buveinių lygmenyje, taip pat valdant antropogeninių veiksnių poveikį. Tyrimų metu nustatyta, kad šiuo metu nėra tinkamos struktūros panaudoti piliečių mokslo kaip informacijos šaltinio nuotolinio zondavimo tyrimuose, o šios tyrimų krypties perspektyvos priklausys nuo informacinių technologijų vystymosi. Pilotinis tyrimas parodė galimybes panaudoti nuotolinį zondavimą jūros ir pakrančių erozijos procesų bei antropogeninio poveikio tyrimams, ypač juos derinant su geostatistiniais metodais.

Literatūra

- Kachelreiss D., Wegmann M., Gollock M. & Pettoirelli N. (2014). The application of remote sensing for marine protected area management. *Ecological Indicators*, 36, 169–177.
- Hsu C.C., Sandford B.A. (2007). The Delphi technique: Making sense of consensus. *Practical Assessment, Research & Evaluation* 12(10):1–8
- La Sala P., Conto F., Conte A., Fiore M. (2016). Cultural Heritage in Mediterranean Countries: The Case of an IPA Adriatic Cross Border Cooperation Project. *International Journal of Euro-Mediterranean Studies* 9(1):31–50
- Lupp G., Konold W., Bastian O. (2013). Landscape management and landscape changes towards more naturalness and wilderness: Effects on scenic qualities—The case of the Murtitz National Park in Germany. *Journal for Nature Conservation* 21:10–21.
- Monavari S.M., Khorasani N., Mirsaeed S.S.G. (2013). Delphi-based Strategic Planning for Tourism Management – a Case Study. *Polish Journal of Environmental Studies* 22(2):465–473
- Olszewska A.A., Marques P.F., Ryan R.L., Barbosa F. (2018). What makes a landscape contemplative? *Environment and Planning B: Urban Analytics and City Science* 45(1):7–25.
- Jiménez López J., Mulero-Pázmány M. (2019). Drones for conservation in protected areas: Present and future. *Drones* 3:10.

Ledo dangos išplitimo Arkties vandenyne poveikis Baltijos regiono klimatui

Justina Kapilovaitė, Egidijus Rimkus
Vilniaus Universitetas (kapilovaite.justina@gmail.com)

Ivadas

Spartūs Arkties jūros ledo pokyčiai gali sukelti sudėtingus grįžtamojo ryšio procesus pasaulinėje klimato sistemoje, o tai gali turėti įtakos ekstremalioms klimato ir orų situacijoms Europoje (Coumou et al., 2018). Teigiama, jog mažėjanti Arkties jūros ledo danga padidina neigiamos Arkties osciliacijos (AO) ir Šiaurės Atlanto osciliacijos (NAO) fazės susidarymo galimybę, todėl, manoma, kad tai ateityje sukels dažniau pasikartojančius šaltų orų masių įsiveržimus iš šiaurės ir šiaurės rytų (Jakobson et al., 2017). Pagrindinis šio darbo tikslas įvertinti ryšius tarp Arkties jūros leduotumo ir atmosferos cirkuliacijos (AO ir NAO) bei išnagrinėti AO ir NAO daromą poveikį Baltijos jūros regiono klimatui.

Duomenys ir darbo metodika

Tyrimui pasirinktas 40 metų laikotarpis (1981 – 2020 m.). Tyrime naudoti mėnesiniai Arkties jūros ledo dangos duomenys (mln. km^2) iš nacionalinės vandenynų ir atmosferos tyrimų administracijos (NOAA) duomenų bazės bei Baltijos jūros ledo koncentracijos ($13^\circ - 30^\circ$ r. il., $53^\circ - 67^\circ$ š. pl.) mėnesiniai duomenys iš nacionalinio sniego ir ledo duomenų centro (NSIDC) pasirenkant minimalią 15% jūros ledo koncentracijos ribą. Taip pat darbe buvo naudoti Baltijos jūros regiono (Harris & Jones, 2020) bei Lietuvos oro temperatūros ($^\circ\text{C}$) duomenys (pagal Lietuvos hidrometeorologijos tarnybos tinklui priklausančių 17 stočių duomenis). Atmosferos cirkuliacijai įvertinti naudoti AO ir NAO (pagal Jones) mėnesiniai indeksai iš pasaulinės meteorologijos organizacijos (WMO) duomenų bazės. Įvertintos Baltijos jūros ledo koncentracijos, Arkties jūros ledo dangos, Lietuvos ir viso Baltijos jūros regiono oro temperatūros kitimo tendencijos tiriamu laikotarpiu. Ištirtas Arkties ledo dangos mažėjimo poveikis atmosferos cirkuliacijai (AO ir NAO) bei ryšiai su oro temperatūra visame Baltijos jūros regione ir Lietuvoje. Ryšiai tarp kintamųjų tirti naudojantis neparimetriniu Spirmeno koreliacijos koeficientu. Taip pat išnagrinėti atskiri atvejai, kai esant anomaliai neigiamoms AO/NAO fazėms Šiaurės Europoje fiksuotos teigiamos oro temperatūros anomalijos.

Rezultatai

Tyrimo rezultatai parodė, kad ledo danga Arktijoje bei Baltijos jūroje statistiškai reikšmingai mažėja, o oro temperatūra Baltijos jūros regione ir Lietuvoje auga. Šio tyrimo rezultatų nepakanka įrodyti, kad Arkties ledo dangos pokyčiai veikia NAO ir AO indeksų reikšmes, tačiau gauti rezultatai labiau palaiko nei paneigia šią hipotezę. Nustatyta, jog atskirais atvejais Arkties ledo išplitimas žiemą (sausio–vasario mėnesiais) vieno mėnesio vėlavimu statistiškai reikšmingai koreliuoja su AO ir NAO reikšmėmis (koreliacijos koeficientai svyruoja nuo 0,32 iki 0,55).

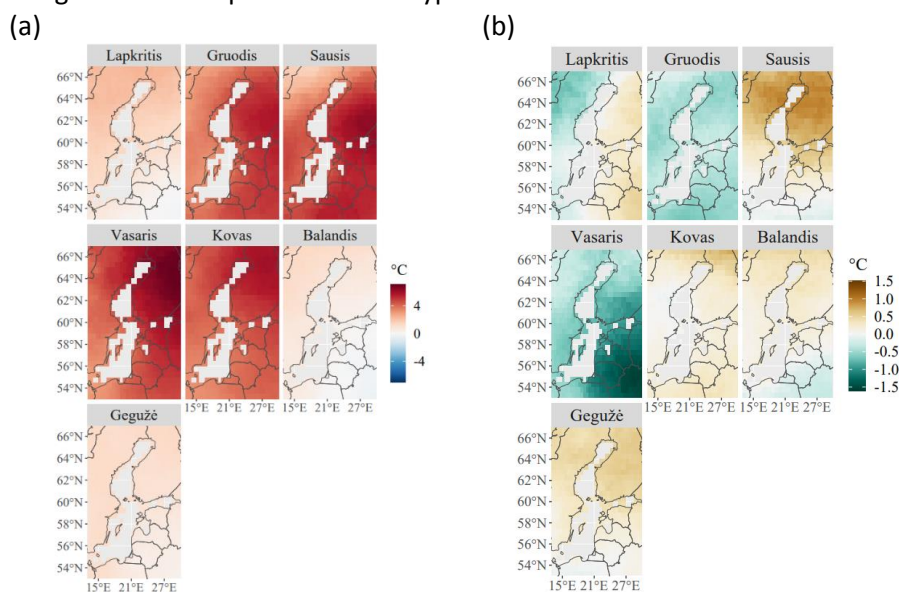
Stipriausi teigiami koreliaciniai ryšiai tarp Lietuvos oro temperatūros reikšmių ir AO/NAO indeksų nustatyti gruodžio–kovo mėnesiais (koreliacijos koeficientai svyruoja tarp 0,59 ir 0,73). Koreliacijos koeficientai tarp NAO/AO ir Baltijos jūros regiono oro temperatūros kinta nuo 0,6 iki 0,79. Stipriausi koreliaciniai ryšiai tarp oro temperatūros reikšmių ir AO/NAO indeksų gauti tais pačiais mėnesiais, o Baltijos jūros ledo koncentracija geriausiai koreliuoja su mėnesį prieš buvusiu AO ir NAO reikšme (koreliacijos koeficientai svyruoja nuo -0,35 iki -0,57).

Nustatyta, kad tarp Baltijos jūros leduotumo ir Lietuvos/Baltijos jūros regiono oro temperatūros egzistuoja neigiamas ryšys. Taip pat gauti rezultatai rodo, jog statistiškai reikšmingi ryšiai tarp Baltijos jūros leduotumo ir Lietuvos/Baltijos jūros regiono oro temperatūros egzistuoja tik esant stiprioms neigiamoms NAO ir AO fazėms. Gauti rezultatai rodo, jog esant stipriai teigiamoms NAO ir AO fazėms, oro temperatūra žiemos mėnesiais ir kovą buvo didesnė $2-7^\circ\text{C}$ lyginant su metais, kai NAO ir AO fazės stipriai neigiamos (1a pav.). Lapkritį, balandį ir gegužę oro temperatūra taip pat buvo didesnė keliais laipsniais esant aukštomis NAO ir AO indeksų reikšmėms. Stipriausias oro temperatūros skirtumas tarp teigiamos ir neigiamos AO/NAO fazės nustatytas vasario mėnesį.

Arkties jūros ledo danga daro dvejopą poveikį temperatūrai (1b pav.). Metais kada Arkties ledo danga buvo mažai išplitusi, gruodžio ir vasario mėnesio temperatūra buvo žemesnė. Vasario mėnesį Baltijos šalyse oro temperatūra buvo žemesnė $1-1,5^\circ\text{C}$ lyginant su tais metais, kai Arkties ledo danga stipriai išplitusi.

Lapkričio mėnesį oro temperatūra buvo žemesnė šiaurinėje Švedijos dalyje 0,5–1 °C, tačiau aukštesnė rytinėse Baltijos jūros pakrančių valstybėse. Kovo–gegužės mėnesiai oro temperatūra buvo aukštesnė lyginant su tais metais, kai Arkties ledo danga stipriai išplitusi. Stipriausias teigiamas oro temperatūros skirtumas (+1 °C) nustatytas sausio mėnesį ties Suomija ir šiaurine Švedijos dalimi. Mažėjanti Arkties jūros ledo danga sustiprina neigiamą NAO ar AO fazę žiemos mėnesiais. Taigi, tikėtina, jog mažėjant Arkties jūros ledo dangai bus jaučiama netiesioginė ledo dangos mažėjimo įtaka temperatūrai per stiprėjančias neigiamas AO/NAO fazes.

Tačiau, kai kuriais metais esant stiprioms neigiamoms NAO/AO reikšmių anomalijoms, Baltijos jūros regione buvo užfiksuoti teigiami oro temperatūros nuokrypiai nuo vidurkio. Atlikta atskirų atvejų analizė patvirtina, jog Baltijos jūros regiono orų sąlygoms įtaką daro ir kitos atmosferos cirkuliacijos struktūros, kurios gali lemti teigiamus oro temperatūros nuokrypius.



1 pav. (a) Vidutinės (mėnesio) oro temperatūros skirtumai (°C) atėmus metus, kai NAO indekso reikšmė aukščiausia ir NAO indekso reikšmė žemiausia (NAO⁺ - NAO⁻ metai) ir (b) vidutinės (mėnesio) oro temperatūros skirtumai (°C) atėmus metus, kai Arkties ledo dangos išplitimas mažiausias ir Arkties ledo dangos išplitimas didžiausias (min - max).

Išvados

Arkties ledo išplitimas žiemą (sausio–vasario mėnesiai) su vieno mėnesio vėlavimu lemia AO ir NAO reikšmes. Mažėjant Arkties ledo dangos išplitimui, AO ir NAO fazės labiau linkusios tapti neigiamomis. Tačiau nuo kovo mėnesio ryšiai tampa silpnai neigiami. Tiek Baltijos jūros leduotumui, tiek oro temperatūrai Baltijos jūros regione didelę įtaką daro AO ir NAO fazės. Stipriausi teigiami koreliaciniai ryšiai tarp Lietuvos oro temperatūros ir AO/NAO indeksų reikšmių nustatyti gruodžio–kovo mėnesiais. Vidutiniškai, esant teigiamai NAO/AO fazei Baltijos jūros regiono oro temperatūra iki 6°C aukštesnė nei esant neigiamai NAO/AO fazei.

Literatūra

- Coumou, D., di Capua, G., Vavrus, S., Wang, L., & Wang, S. (2018). The influence of Arctic amplification on mid-latitude summer circulation. *Nature Communications*, 9(1), 2959. <https://doi.org/10.1038/s41467-018-05256-8>
- Harris, I. C., & Jones, P. D. (2020, January 22). *CRU TS4.03: Climatic Research Unit (CRU) Time-Series (TS) version 4.03 of high-resolution gridded data of month-by-month variation in climate (Jan. 1901- Dec. 2018)*. University of East Anglia Climatic Research Unit; Centre for Environmental Data Analysis.
- Jakobson, L., Jakobson, E., Post, P., & Jaagus, J. (2017). Atmospheric teleconnections between the Arctic and the eastern Baltic Sea regions. *Earth System Dynamics*, 8(4), 1019–1030. <https://doi.org/10.5194/esd-8-1019-2017>

Kompleksiniai sausros ir karščio bangos įvykiai rytinėje Baltijos jūros regiono dalyje

Laurynas Klimavičius

Geomokslų institutas, Vilniaus universitetas, M. K. Čiurlionio g. 21, Vilnius (laurynas.klimavicius@chgf.vu.lt)

Įvadas

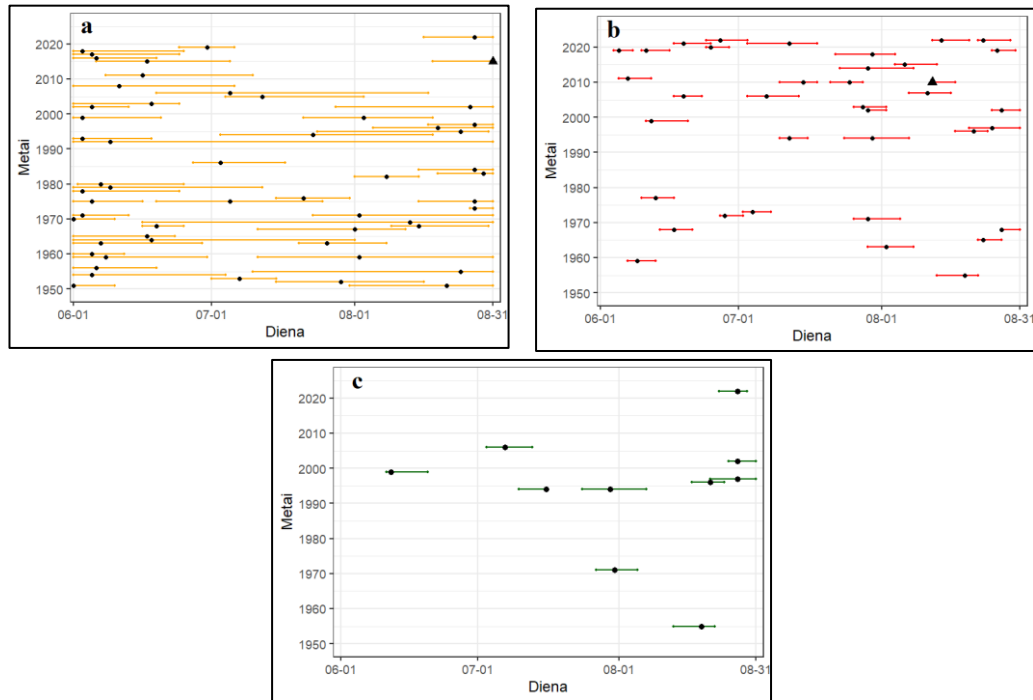
Pastaraisiais metais nustatyta, kad neretai didžiausias poveikis bei žala aplinkai, infrastruktūrai ir kitoms sritims padaroma kai tuo pačiu metu veikia keli fiziniai procesai – susidaro kompleksinis klimato įvykis (Zscheischler et al., 2018). Vienas iš tokių įvykių – tuo pat metu vykstanti sausra ir karščio banga. Nustatyta, kad kompleksiniai sausros ir karščio bangos įvykiai (KSKĮ) padaro žalą įvairioms gamtinėms sistemoms, gali sukelti neigiamą socioekonominį poveikį bei pavojų žmonių gyvybėms (Bezák, Mikoš, 2020; Zhang et al., 2022). Vis dėlto, KSKĮ susidarymas ir pasikartojimas Baltijos šalyse iki šiol analizuotas nebuvo. Tad pagrindinis šio tyrimo tikslas – išskirti KSKĮ rytinėje Baltijos jūros regiono dalyje 1950–2022 metų vasaromis bei įvertinti šių įvykių pasikartojimo tendencijas ir intensyvumą. Siekiant įgyvendinti darbo tikslą taip pat nustatyti sausrų ir karščio bangų laikotarpiai 1950–2022 metų vasaromis, įvertintas šių reiškinių pasikartojimas, išplitimas bei intensyvumas.

Duomenys ir darbo metodika

Darbe tirta rytinė Baltijos jūros regiono dalis – teritorija nuo 53,5° iki 60,0° š. pl. ir nuo 20,0° iki 28,5° r. ilg. Siekiant įvertinti sausras, karščio bangas ir KSKĮ buvo panaudoti maksimalios paros oro temperatūros (T_{max}) ir kritulių kiekio kasdieniai 1950–2022 metų reanalizės duomenys, gauti iš ERA-5 (angl. *European Centre of Medium-range Weather Forecast*) duomenų bazės. Duomenų gardelės dydis – 0,25 x 0,25°. Sausros darbe išskirtos naudojant standartizuotą kritulių indeksą SPI (angl. *Standardized Precipitation Index*). Sausra identifikuota jei SPI vertės buvo mažesnės už –1 penkias arba daugiau dienų iš eilės ir ši sąlyga didžiausio sausros išplitimo metu buvo tenkinama bent trečdalyje tiriamos teritorijos. Sausros pradžia laikyta data, kai daugiau nei dešimtadalyje tiriamos teritorijos taškų SPI vertės buvo mažesnės už –1, o pabaiga – kai šis kriterijus nebebuvo tenkinamas. Identifikuojant karščio bangas kiekvienai vasaros dienai ir kiekvienai tiriamos teritorijos gardelei apskaičiuota maksimalios paros oro temperatūros 90-to percentilio reikšmė T_{90} (naudojant 5 dienų slankųjį vidurkį). Jei gauta, kad $T_{max} > T_{90}$ bent penkias dienas iš eilės ir bent vieną dieną ši sąlyga patenkinama daugiau nei trečdalyje visos tiriamos teritorijos – identifikuojama karščio banga. Karščio bangų pradžios ir pabaigos datos nustatytos taikant tokią pačią metodiką, kaip ir sausrų atveju. KSKĮ šiame darbe išskirtas tuomet, kai ir sausra, ir karščio banga maksimalaus jų išplitimo metu buvo fiksuota bent trečdalyje tiriamos teritorijos.

Rezultatai

Pagal pasirinktus kriterijus iš viso rytinėje Baltijos jūros regiono dalyje 1950–2022 metų laikotarpiu išskirtos 55 sausros (1a pav.). Daugiausiai jų identifikuota 1970–1979 metų laikotarpiu (10). Nustatyta, kad per visą 1950–2022 metų tyrimo laikotarpį didžiojoje dalyje (89 %) tiriamos teritorijos taškų sausros dienų skaičius sumažėjo. Tačiau statistiškai reikšmingi pokyčiai (kai $p < 0,05$) nustatyti vos trijuose taškuose Estijoje. Pati intensyviausia sausra nustatyta 2015 metų vasaros pabaigoje. Didžiausią tiriamos teritorijos dalį apėmė dvi sausros – 1955 (trukusi nuo liepos 10 iki rugpjūčio 31 dienos) ir 1994 metų (trukusi nuo liepos 3 iki rugpjūčio 18 dienos). Abi jos maksimalaus išplitimo metu apėmė visą tiriamą teritoriją. Taikant 90-to percentilio ribos metodiką iš viso rytinėje Baltijos jūros regiono dalyje 1950–2022 metais nustatytos 37 karščio bangos. Pastebima, kad pastaraisiais dešimtmečiais karščio bangų pasitaiko vis daugiau – nuo 1978 iki 1993 metų šis reiškinys identifikuotas nebuvo, tuo tarpu per pastaruosius 13 metų (nuo 2010 iki 2022 metų) išskirta net 16 karščio bangų (1b pav.). Nustatyta, kad per tyrimo laikotarpį dienų skaičius, kai visoje tiriamoje teritorijoje vasaros metu buvo identifikuota karščio banga, išaugo. Šis pokytis siekė 7 dienas ir yra statistiškai reikšmingas (kai $p < 0,05$). Didžiausią tiriamo arealo dalį apėmė 2021 metų karščio banga, trukusi nuo birželio 17 iki birželio 25 dienos. Pati intensyviausia karščio banga nustatyta taip pat XXI a., 2010 metais. Karščio bangų dienų skaičius nuo 1950 iki 2022 metų išaugo visoje rytinėje Baltijos jūros regiono dalyje ir tik dvejose gardelėse, išsidėsčiusiose Latvijos vakaruose, šis pokytis nebuvo statistiškai reikšmingas (kai $p < 0,05$). Didžiausi pokyčiai gauti pakrančių regionuose.



1 pav. 1950–2022 metų laikotarpiu rytinėje Baltijos jūros regiono dalyje išskirtos sausros (a), karščio bangos (b) ir KSKJ (c) bei jų trukmė. Juodais kvadratėliais pažymėtos dienos, kai sausra (a), karščio banga (b) ar KSKJ (c) apėmė didžiausią tiriamos dalį. Juodas trikampis žymi datą, kai pati intensyviausia sausra (karščio banga) apėmė didžiausią tiriamos teritorijos dalį.

Iš viso rytinėje Baltijos jūros regiono dalyje 1950–2022 metų vasaros mėnesiais išskirta 10 KSKJ. Pusė visų KSKJ užfiksuota 1994–1999 metais. 1994 pasižymėjo ir kaip vieninteliai metai, kuomet buvo identifiukuoti du KSKJ. Antrasis tų metų kompleksinis įvykis buvo ilgiausias iš visų KSKJ, išskirtų šiame darbe – truko 15 dienų (nuo liepos 24 iki rugpjūčio 7 dienos), apėmė didžiausią tiriamos teritorijos dalį (94,2 %) bei buvo pats intensyviausias. Analizuojant atskiras tiriamos teritorijos gardeles, daugiausiai KSKJ nustatyta rytinėje bei pietrytinėje tiriamos teritorijos dalyse. Gauta, jog didžiojoje tiriamos teritorijos dalyje tokie įvykiai pasikartoja vis dažniau. Vis dėlto, pokyčiai statistiškai reikšmingi (kai $p < 0.05$) vos 1,6 % visos tiriamos teritorijos.

Išvados

Didžiojoje rytinio Baltijos jūros regiono dalyje (89 %) 1950–2022 metais nustatytas sausrų dienų skaičiaus mažėjimas. Tačiau beveik visi gauti pokyčiai statistiškai nereikšmingi. Priešingai nei sausrų, karščio bangų skaičius ir trukmė bei karščio bangų dienų skaičius atskiruose tiriamos teritorijos taškuose išaugo, pokyčiai – statistiškai reikšmingi. Regione išaugo ir karščio bangų ekstremalumas (intensyvumas bei maksimalaus išplitimo metu apimama tyrimo teritorijos dalis). To priežastis – kylanti oro temperatūra besikeičiant klimatui. Iš viso rytinėje Baltijos jūros regiono dalyje išskirta dešimt KSKJ. Net aštuoni iš jų fiksuoti 1994 metais arba vėliau. KSKJ atvejų skaičiaus augimas nustatytas 73 % tyrimo teritorijos. Didžiausi ir statistiškai reikšmingi pokyčiai, kaip ir tiriant karščio bangas, gauti pakrančių regionuose.

Literatūra

- Bezák, N., & Mikoš, M. (2020). Changes in the compound drought and extreme heat occurrence in the 1961–2018 period at the european scale. *Water*, 12(12), 1–13.
- Zhang, Q., She, D., Zhang, L., Wang, G., Chen, J., & Hao, Z. (2022). High Sensitivity of Compound Drought and Heatwave Events to Global Warming in the Future. *Earth's Future*, 10(11), 1–22.
- Zscheischler, J., Westra, S., Van Den Hurk, B. J. J. M., Seneviratne, S. I., Ward, P. J., Pitman, A., Aghakouchak, A., Bresch, D. N., Leonard, M., Wahl, T., & Zhang, X. (2018). Future climate risk from compound events. *Nature Climate Change*, 8(6), 469–477.

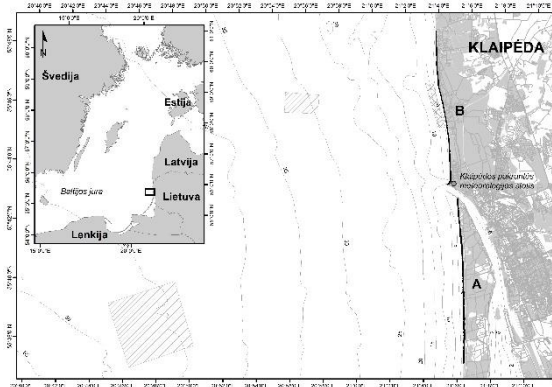
Savalaikė pajūrio aplinkos raidos vertinimo ir perspėjimo sistema

Vitalijus Kondrat, Ilona Šakurova, Eglė Baltranaitė, Loreta Kelpšaitė-Rimkienė
Klaipėdos universiteto Jūros tyrimų institutas, Klaipėda, Lietuva (vitalijus.kondrat@ku.lt)

Įvadas

Nuolatinė krantinių procesų stebėseną, jų poveikio ir intensyvumo vertinimas, remiantis kranto morfometrinių rodiklių kaitos tyrimais, yra svarbūs siekiant pažinti krantų formavimosi bei vystymosi ypatybes, planuojant ir tobulinant krantosaugos priemonių pritaikymo ir diegimo krante būdus (Žaromskis & Gulbinskas 2018; Žilinskas et al., 2020). Taip pat šiandien tvarus pajūrio aplinkos valdymas neįsivaizduojamas be pakrančių turizmo plėtros, pajūrio nekilnojamojo turto vertės augimo skatinimo, infrastruktūros vystymo ir pakrančių ekosistemų bei bendruomenių palaikymo klausimų integralumo.

Šiuo darbu siekta sudaryti perspėjimo sistemos apie kintančią pajūrio aplinkos būklę koncepciją (angl. EASTMOC), pasitelkiant aplinkos apsaugos, mokslo, savivaldos ir suinteresuotų vietos bendruomenių kaupiamų aplinkos stebėsenos duomenų dalinimosi, apdorojimo ir interpretavimo potencialą.



1 pav. Tyrimo objekto vieta

Duomenys ir darbo metodika

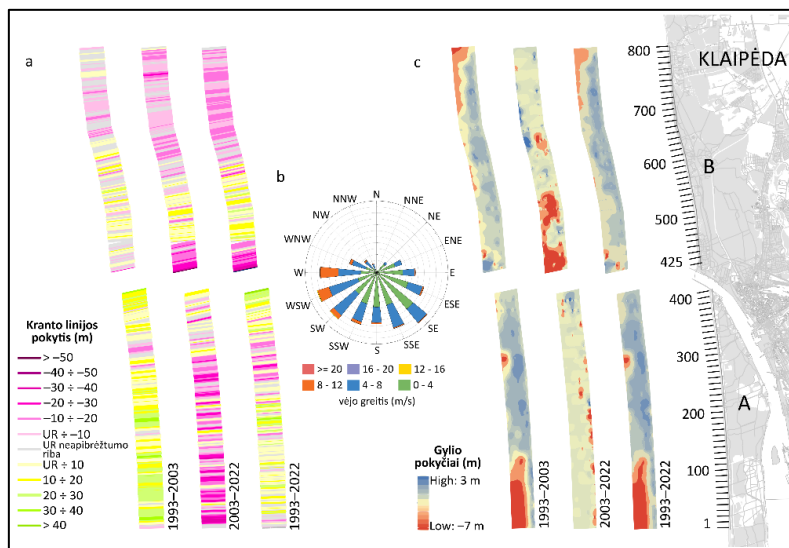
Ilgalaikiam kranto kaitos vertinimui dažniausiai pasitelkiami duomenys, apimantys kelis kranto ardus ir regeneracijos ciklus (Žilinskas & Jarmalavičius, 2003). Siekiant nustatyti ilgalaikes kranto linijos ir skersinio kranto profilių kaitos tendencijas, darbe pritaikytas kartografinis tyrimo metodas, atlikta lyginamoji kartometrinių ir geostatistinė analizės (Crowell et al., 1993; Kondrat et al., 2021). Lyginamajai kartometrinei analizei naudotos 1993–2022 m. stambaus mastelio aeronuotraukos ir GPS matavimų duomenys. Remiantis Fletcher ir kt. (2003) pasiūlytais paklaidų apskaičiavimo būdais, apskaičiuotos kranto linijos pozicijų nustatymo paklaidos, nustatytos kranto linijos pokyčių neapibrėžties ribos. Kranto linijos pokyčių statistinės vertės apskaičiuotos ArcGIS programinės įrangos papildiniu DSAS v. 5.0 (Digital Shoreline Analysis System). 1993–2003 m. skersinio kranto tūrių pokyčiai apskaičiuoti „Global Mapper“ programine įranga. Darbe panaudoti 1993–2021 m. Klaipėdos valstybinio jūrų uosto direkcijos ir Saugios laivybos administracijos suteikti Baltijos jūros dugno gylių duomenys, taip pat pačių autorių atliktų matavimų metu sukaupti priekrantės gylio (2022) ir paplūdimio niveliacijos profiliuose 2015–2022 m. duomenys.

EASTMOC koncepcijos pagrindu sukūrimui, buvo atlikta pilotinė studija, sudarytas suinteresuotų šalių žemėlapis bei apklaustos pagrindinės Baltijos jūros pakrantėje veikiančios įmonės ir organizacijos. Nustatytos aplinkos veiksnių ribinės vertės, galinčios daryti įtaką suinteresuotų šalių, tokių kaip Klaipėdos valstybinio jūrų uosto direkcija, Smiltynės perkėla, Klaipėdos paplūdimiai ir kt., kasdieniui veiklai.

Rezultatai

Ilgalaikių kranto linijos ir aukščių pokyčių skersiniuose kranto profiliuose geostatistinė analizė (2 pav.) iliustruoja kranto formuojančių procesų stebėsenos poreikio būtinybę, ypač Klaipėdos uosto poveikio zonoje (Kondrat et al., 2023; Šakurova et al., 2022). Todėl EASTMOC sistema apjungtų kranto morfologinių rodiklių, hidrometeorologinių sąlygų ir žmonių veiklos tyrimus ir stebėseną. Siekiant užtikrinti, kad EASTMOC atitiktų suinteresuotųjų šalių poreikius, jų apklausa padėjo nustatyti, kokius duomenis jie naudoja kasdienėje veikloje (pavyzdžiui, vėjo greitį ir kryptį, bangų kryptį ir aukštį, vandens ir oro temperatūrą,

atmosferos slėgi), duomenų spragas ir dalijimosi duomenimis praktika, taip pat nustatyti įvairioms pramonės šakoms svarbias aplinkos veiksnių ribines vertes. EASTMOC šalys domisi hidrometeorologinėmis ribinėmis vertėmis, nes jos riboja uostų administracijų, keleivinių keltų ir komercinių žvejų veiklą. Pavyzdžiui, stiprūs vėjai (≥ 15 m/s) riboja vietinio susisiekimo keleivinių keltų eismą AB „Smiltynės perkėla“ senojoje perkėloje, todėl nutrūksta transporto ryšiai su Kuršių nerija. Jie taip pat trikdo uosto veiklą, kartais dėl jų kelias valandas ar dienas uždaromas uostas laivų eismui. Be to, dėl ilgalaikio vietinių hidrometeorologinių sąlygų poveikio gali tekti koreguoti savivaldybių ir nacionalinio lygmens strateginius planus.



2 pav. (a) Kranto linijos pokyčiai. (b) 1993-2022 m. vėjo rožė. (c) Gylio (aukščio) pokyčiai skersiniuose kranto profiliuose.

Išvados

Suinteresuotosios šalys, dalyvaujančios EASTMOC kūrime, gaus pritaikytus įspėjimus, sukurtus pagal ribines vertes, kurios yra svarbios jų konkrečiai veiklai. Taigi EASTMOC gali užpildyti prielaidas prie aktualių duomenų spragų, būti dalijimosi žiniomis centru ir teikti suinteresuotosioms šalims išankstinius įspėjimus pagal ribines vertes, nustatytas atsižvelgiant į jų veiklos specifiką. Nors mūsų tiriamoji teritorija yra reikšminga regioniniu mastu, mūsų tyrimo metodiką galima pritaikyti vertinant panašias pakrantes visame pasaulyje.

Literatūra

- Crowell, M., Leatherman, S. P., & Buckley, M. K. (1993). Shoreline change rate analysis: Long term versus short term data. *Shore & Beach*, 61, 13–20.
- Fletcher C., Rooney J., Barbee, M., Lim, S.C., & Richmond, B. (2003). Mapping Shoreline Change Using Digital Orthophotogrammetry on Maui, Hawaii. *Journal of Coastal Research*, 38, 106–124.
- Kondrat, V., Šakurova, I., Baltranaitė, E., & Kelpšaitė-Rimkienė, L. (2021). Natural and Anthropogenic Factors Shaping the Shoreline of Klaipėda, Lithuania. *Journal Of Marine Science and Engineering*, 9(12). <https://doi.org/https://doi.org/10.3390/jmse9121456>
- Kondrat, V., Šakurova, I., Baltranaitė, E., & Kelpšaitė-Rimkienė, L. (2023). EASTMOC: Environmental Alert System for Timely Maintenance of the Coastal Zone. *Oceanography*, 36. <https://doi.org/10.5670/oceanog.2023.s1.26>
- Šakurova, I., Kondrat, V., Baltranaitė, E., Vasiliauskiene, E., & Kelpšaitė-Rimkienė, L. (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>
- Žaromskis, R., & Gulbinskas, S. 2018. Krantodara ir krantotvarka. Klaipėda: Klaipėdos universiteto leidykla.
- Žilinskas, G., Janušaitė, R., Jarmalavičius, D., & Pupienis, D. (2020). The impact of Klaipėda Port entrance channel dredging on the dynamics of coastal zone, Lithuania. *Oceanologia*, 62, 489–500.
- Žilinskas, G., & Jarmalavičius, D. 2003. Lietuvos jūrinio kranto dinamikos tendencijos. *Geografijos metraštis*, 36 (1), 80–89.

Machine learning methods application for Žuvintas Lake macrophytes detection

Yahor Levachou, Edvinas Stonevičius
Vilnius University (yahor.levachou@chgf.stud.vu.lt)

Introduction

Žuvintas Lake is a typical example of water body overgrown with aquatic vegetation. There are 14 emergent macrophytes species and 19 species in floating or submerged forms identified in Žuvintas (Zviedre et al., 2015). Macrophytes are sensitive to changes in the environment and are an indicator of water body health that can be observed by using remote sensing methods for instance satellites data (Tiškus et al., 2023). Satellites observe all vegetation stages in the range of electromagnetic wavelengths. Analyzing seasonal dynamics of reflectance from macrophytes and application of machine learning methods can help us better understand what kind of reflectance spectrum is most essential for aquatic vegetation detection.

The aim of this study is to define the most significant combination of observation seasonality and wavelength for the macrophytes detection model using machine-learning method based on seasonal dynamics of reflectance of Žuvintas Lake aquatic vegetation.

Materials and methods

Google Engine platform was used to collect Sentinel-2 MSI (Level-1C) reflectance data of macrophytes by polygon mask which include Žuvintas water body and its coastal strip. Considering the cloudiness and frequency of observations, 7 dates were chosen for analysis: April 19, May 11, June 18, July 10, September 08, September 26, October 31 in 2021. For testing of algorithm on 2022 data were used macrophytes reflectance data from March 22, May 09, June 25, July 20, August 24, September 26.

We used clustering and visual analysis of clusters to create the target labels for supervised learning - the application of machine learning algorithms. For clustering, the CLARA (Clustering Large Applications) Clustering using Manhattan distance method (Gupta et al., 2019) was applied which made it possible to distinguish water surface, two types of emergent macrophytes, floating and submerged macrophytes. Using images in two different vegetation stages allowed identifying floating and submerged macrophytes, because this combination shows plants that are underwater for part of the growing season.

The machine learning model was trained using the Recursive Partitioning and Regression Trees (RPART) method, which is used for classification (Strobl C et al., 2009). To evaluate the model and its behavior on independent data, the method of repeated cross-validation was applied, and the training set was divided into 10 folds, the test was carried out with 5 repeats. The results of repeated cross-validation were assessed using the accuracy metric. The complexity parameter $cp = 0.256$ was applied for tuning model.

Results

The training of the model was based on 20.2% of lake pixels with equal portions of all vegetation types and water surface. Training was carried out on a sample with high confidence in target labels to minimize the transfer of clustering definition errors to the decision tree model. The volume of the training and test data sets was 70 and 30 % respectively. The most optimal value of complexity parameter for model which was performed by using the RPART method is 0.256 corresponds to an accuracy of 0.85.

After applying the complexity parameter, the accuracy value increased by 19 % from 0.70 to 0.89. Model reasonably well identifies three types of vegetation and water surface. When testing the model on the test part of the data set with same date as training data set, the classification accuracy decreases slightly from 89.1% to 88.1%, and when applied to the entire dataset, the accuracy was 88.6%.

The final model shows that using only three Sentinel-2 bands for three dates is enough to determine the type of macrophytes, provided that the outer boundaries are defined. Values of near infrared band should be in the spring, when floating and submerged macrophytes are hidden under the water surface, the values of vegetation red edge bands should be in summer or early autumn. According to the spring value of reflectance, there is a separation between the water surface with submerged macrophytes and

emergent macrophytes. Summer and autumn reflectance data will distinguish water surface and submerged macrophytes, different species of emergent macrophytes.

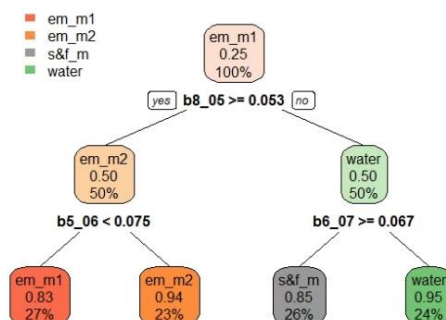


Fig. 1. Žuvintas Lake macrophytes detection model. This model shows that for identifying emergent (em_m1 and em_m2), floating and submerged (s&f_m) macrophytes and water surface (water) need to have data in near infrared range (842 nm) of May – b8_05, two in vegetation red edge (705 nm and 740 nm) in June and in July respectively – b5_06 and b6_07. May’s value of reflectance in near infrared range (b8_05) equals 0.053 divides surface on two groups: emergent macrophytes and water surface with submerged and floating macrophytes. Inside the first group all pixels with June’s value of spectral reflectance in 705nm-band (b5_06) less than 0.075 refers to one of types emergent macrophytes, rest of them is another one. The probability of identifying the first emergent macrophytes using this approach is 0.83, for second is 0.94. These two types of emergent macrophytes represent 27 and 23% of trainings dataset respectively. In the second group all pixels with July’s values of reflectance in 740nm-band (b6_07) equals and more than 0.067 identify as water surface with probability 0.95, correct identifying of floating and submerged macrophytes has less probability - 0.85. By using this approach 26% of the training data set was classified as floating and submerged macrophytes and 24 % as water surface.

Comparing the results of clustering and applying the model, it can be seen that the boundaries of macrophyte types cause the greatest questions. It is there that the model makes more errors and does not fall into the clustering results, or vice versa.

Applying the model to the 2022 dataset that wasn’t used as a training data makes it possible to determine the type of vegetation with an accuracy of 86.0%, which is slightly lower than applying the model to the data on which it was based and built, i.e. 2021. Wrong identified territories in 2022 have a similar distribution and configuration, but they are wider. However, in 2021 and 2022, the largest number of conflicting definitions of macrophytes and water surface occurs between submerged macrophytes and water, as well as between emergent macrophytes.

Conclusion

The three reflectance variables in spring and summer in near infrared and vegetation red edge bands respectively are sufficient to classify aquatic vegetation types and a water surface using developed machine-learning model.

References

- Zviedre, E., Vītola, I., Vizule-Kahovska L., & Upena, I. (2015). Evaluation of phytobenthos and macrophytes of the inland surface waters and ecological status defined by macrophyte reference index (Report). Latvian Environment, Geology and Meteorology Centre. Riga.
- Strobl C, Malley J, & Tutz, G. (2009). An introduction to recursive partitioning: rationale, application, and characteristics of classification and regression trees, bagging, and random forests. *Psychological Methods*, 14(4), 323–48. doi: 10.1037/a0016973. PMID: 19968396; PMCID: PMC2927982.
- T. Gupta, T. Gupta, S. P., & Panda, A. (2019). Comparison of K-Means Clustering Algorithm and CLARA Clustering Algorithm on Iris Dataset. *International Journal of Engineering & Technology*, 7, 4766–4768. <https://doi.org/10.14419/ijet.v7i4.21472>
- Tiškus, E., Vaičiūtė, D., Bučas, M. & Gintauskas, J. (2023) Evaluation of common reed (*Phragmites australis*) bed changes in the context of management using earth observation and automatic threshold. *European Journal of Remote Sensing*, 56, 1, 2161070, DOI: 10.1080/22797254.2022.2161070

Erkių plintamų ligų erdvinis pasiskirstymas Lietuvoje 2018–2020 m.

Darija Mačiulytė, Neringa Mačiulevičiūtė-Turlienė
Vilniaus Universitetas (darija.maciulyte@chgf.stud.vu.lt)

Ivadas

Zoonozinės ligos yra pavojingos visiems žmonėms, kai augantis gyventojų skaičius, aplinkos tarša, sparti urbanizacija, nenutrūkstami migracijos srautai ir visuotinis klimato atšilimas daro didelę įtaką formuojantis ligų protrūkio sąlygoms. Su zoonozinėmis ligomis buvo susiduriama visais laikais, todėl suvaldyti ir stebėti ligų plitimą visada buvo ir yra labai svarbus kiekvienos valstybės sveikatos apsaugos prioritetas. Vienas iš populiariausių ir dažniausiai naudojamų būdų stebėti ligas yra jų kartografavimas. Šiais laikais sudarant žemėlapius yra daugybė galimybių tiksliai vizualizuoti ir analizuoti ligų paplitimą. Geografinės informacijos sistemos (GIS) turi daug privalumų, kurie padaro ligų plitimo stebėjimą bei jų valdymą daug lengvesnį, todėl šios technologijos suteikia mokslininkams įrankius ir duomenis, leidžiančius išsiaiškinti geografinius ryšius tarp ligų sukėlėjų, jų buveinių, jų pernešėjų bei ligų atsiradimo žmonių populiacijoje.

Žemėlapiai yra pagrindinė priemonė vizualizuoti erdvinę informaciją apie patogenus ir pranešti apie galimą poveikio riziką. Ligų žemėlapiai jau seniai naudojami apibūdinant pernešėjų plintamų ligų pasiskirstymą. Jų sudėtingumas svyruoja nuo nubrėžtų atvejų (t. y. taškinių žemėlapių) iki numatomų rizikos prognozių, modeliuotų naudojant mašininio mokymosi algoritmus. Neatsižvelgiant į sudėtingumą, susieti produktai priklauso nuo geografinių duomenų rinkinių prieinamumo (Lippi et al., 2021).

Erkių plintamos ligos – erkinis encefalitas ir Laimo liga yra vis didėjanti problema pasaulyje ir ypač Lietuvoje, kur užsikrėtimai erkių plintamomis ligomis yra labai dažni, todėl yra svarbu žinoti, koks šių ligų pasiskirstymas vyrauja Lietuvoje. Darbo tikslas buvo išanalizuoti erkių plintamų ligų erdvinį pasiskirstymą ir dėsningumus Lietuvoje 2018–2020 metais, naudojant GIS programinės įrangos įrankius. GIS suteikia galimybę pateikti daug duomenų viename žemėlapyje, todėl taip yra lengviau analizuoti ligą, negu naudojant įprastus būdus (pvz. lenteles, diagramas). Yra daug skirtingų kartografavimo metodų, kurie gali atvaizduoti įvairius ligos duomenis – ligos atvejų skaičių ar ligos atvejus tenkančius tam tikram gyventojų skaičiui, su liga susijusias mirtis, vakcinavimo duomenis ir t.t.

Duomenys ir darbo metodika

Tiriant geografinį ligų paplitimą kaip pagrindinį stebėjimo vienetą yra naudojamos tiriamos ligos atvejų vietos. Svarbius duomenis ir informaciją apie aplinkos riziką ir galimą poveikį galima nustatyti žinant tikslią užsikrėtimo vietą. Tyrimui atlikti buvo naudojami nesusisteminti 2018–2020 metų erkių plintamų ligų – erkinio encefalito ir Laimo ligos atvejų Nacionalinio visuomenės sveikatos centro (NVSC) prie Sveikatos apsaugos ministerijos duomenys.

Lietuvoje erkės dažniausiai platina dvi ligas – erkinį encefalitą ir Laimo ligą, kasmet registruojama iki 3 tūkstančių Laimo ligos ir iki 500 erkinio encefalito atvejų (Nacionalinis visuomenės sveikatos centras, 2022). Lietuvoje sergamumas erkinio encefalitu yra vienas iš didžiausių Europoje ir 2020 metais siekė net 24,3 atvejo 100 tūkstančių gyventojų.

Erkių plintamų ligų duomenims geografiškai analizuoti buvo naudojami trys erdvinės statistinės analizės metodai: branduolio tankio, besiformuojančių karštųjų taškų ir artimiausio kaimyno atstumo analizė. Šie modeliai buvo sukurti siekiant patikrinti statistinį duomenų patikimumą, išnagrinėti ir pateikti įvairius erkinio encefalito ir Laimo ligos dėsningumus bei išryškinti didelės atvejų koncentracijos regionus. Jie gali būti labai naudingi siekiant suvokti regioninius ligų dėsningumus ir jų geografines sąsajas.

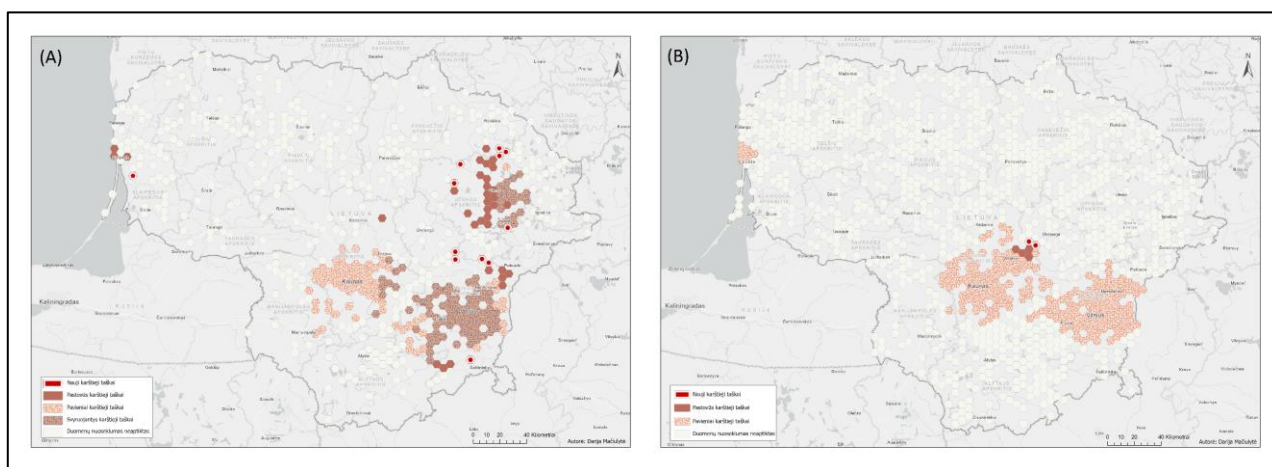
Rezultatai

Sudaryti branduolio tankio žemėlapiai leido įvertinti erkių plintamų ligų užsikrėtimo vietų tankio pokyčius Lietuvos teritorijoje. Gauti rezultatai leido išskirti vietas, kurios yra labiausiai paveiktos šių ligų. Gautas erkinio encefalito branduolio tankio analizės rezultatas rodo, kad didžiausia užsikrėtimų koncentracija yra Kauno mieste ir aplink jį. Didelis branduolio tankis taip pat nustatytas Vilniaus mieste ir aplink, kiek mažesnis tankis – Utenos ir Kauno apskrityse, taip pat aplink Klaipėdą ir Šiaulius. Laimo ligos branduolio tankio analizės rezultatai rodo, kad šiuo atveju branduolio tankis yra daug mažesnis lyginant su erkinio

encefalito tyrimo rezultatais. Didžiausias Laimo ligos branduolio tankis nustatytas didžiuosiuose Lietuvos miestuose – Kaune ir Vilniuje. Tokį pasiskirstymą galima susieti su gyventojų skaičiumi.

Besiformuojančių karštųjų taškų analizė leido įvertinti erkių platinamų ligų – erkinio encefalito ir Laimo ligos – karštąsias vietas. Duomenys žemėlapiuose atskleidė atvejų dėšningumus. Naujai besiformuojantys karštieji taškai (angl. *New Hot Spot*) yra pasiskirstę daugelyje vietų, tačiau jų daugiausiai pastebima Aukštaitijoje. Pastovūs karštieji taškai (angl. *Consecutive Hot Spot*) matomi Klaipėdoje, aplink Utenos miestą ir Vilniaus apskrities pakraščiuose. Pavienių karštųjų taškų (angl. *Sporadic Hot Spot*) didžiausias pasiskirstymas nustatytas Kauno mieste ir aplink jį bei Vilniaus apskrityje. Svyruojančių karštųjų taškų (angl. *Oscillating Hot Spot*) daugiausiai yra Vilniuje ir aplink jį bei aplink Utenos miestą.

Laimo ligos besiformuojančių karštųjų taškų analizės žemėlapyje matomi trys stipriai išreikšti pasiskirstymo tipai – naujai besiformuojantys, pastovūs ir pavieniai karštieji taškai. Naujai besiformuojančių karštųjų taškų yra mažai ir jie fiksuoti tarp Jonavos ir Ukmergės. Taip pat yra ir su pastoviais karštaisiais taškais, kurių yra kiek daugiau, tačiau jie taip pat yra tarp Jonavos ir Ukmergės miestų. Daugiausiai pastebima pavienių karštųjų taškų, kurie yra pasiskirstę didžiuosiuose Lietuvos miestuose – Vilniuje, Kaune ir Klaipėdoje, bei aplink Vilnių ir Kauną (jų apskrityse).



1 pav. Erkinio encefalito (A) ir Laimo ligos (B) karštųjų taškų analizės žemėlapiai

Išvados

Artimiausio kaimyno atstumo analizės rezultatai parodė, kad erkių platinamų ligų atvejai yra linkę grupuotis (susitelkę). Atlikta branduolio tankio ir karštųjų taškų analizė parodė panašų bendrą vaizdą apie erkių platinamų ligų užsikrėtimo vietų tankio pokyčius Lietuvos teritorijoje. Gauti rezultatai leido pamatyti vietas, kurios yra labiausiai paveiktos šių ligų. Išsiaiškinta, kad pagrindinės erkinio encefalito karštosios zonos yra Vilniaus, Kauno ir Utenos miestuose bei aplink juos, o Laimo ligos – Vilniuje ir Kaune bei aplinkiniuose rajonuose.

Literatūra

Lippi, C. A., Ryan, S. J., White, A. L., Gaff, H. D., & Carlson, C. J. (2021). Trends and opportunities in tick-borne disease geography. *Journal of medical entomology*, 58(6), 2021–2029.

Nacionalinis visuomenės sveikatos centras prie Sveikatos apsaugos ministerijos (2022). Erkių platinamos ligos. <https://nvscc.lt/lt/uzkreiamuju-ligu-valdymas/erkiu-pernesamos-ligos>

Meteocunamio sukelti pavojingi jūros lygio pokyčiai Klaipėdos sąsiauryje

Laura Nesteckytė, Loreta Kelpšaitė-Rimkienė
Klaipėdos Universitetas, JMTC, Klaipėda (laura.nesteckyte@ku.lt)

Ivadas

Iki šiol Lietuvoje buvo susiduriama su esminėmis ilgo periodo bangų Klaipėdos uoste prigimties identifikavimo ir analizės problemomis. Visi ilgų bangų patekusių į uostą sukelti reiškiniai vadinami vienu vardu – traukliu. Todėl skirtingos dinaminės prigimties ilgo periodo bangos visiškai neatskirtos viena nuo kitos, tačiau jų sukelti reiškiniai tokie kaip bangų rezonansas susidarantis uoste, staigūs vandens lygio svyravimai ir netipinis trumpalaikis srovių sustiprėjimas yra fiksuojami Klaipėdos uoste ir priskiriami pavojingiems hidrologiniams reiškiniams. Lietuvoje jūrines prognozes rengia Lietuvos hidrometeorologijos tarnyba (LHMT). Šiandien naudojama metodika skirta jūriniam pavojams ir vandens lygiui Klaipėdos uoste prognozuoti, buvo parengta 1980 m. dar prieš 2002 m. Klaipėdos uosto rekonstrukciją ir vėliau atliktus uosto gilinimo darbus.

Šiame darbe siekiame nustatyti ekstremalių ilgo periodo bangų (periodas didesnis nei 1 min) pasireiškimo Klaipėdos uoste pasikartojamumą, priežastingumą ir pagrindines charakteristikas. Iškeldami hipotezę, kad dalis šių reiškinų pagal savo prigimtį priklauso meteocunamiams.

Duomenys ir darbo metodika

Šiame darbe remiamasi teorinėmis žiniomis ir Lietuvos hidrometeorologijos tarnybos sukurta metodika. Ši metodika skirta pavojingiems ilgųjų bangų sukeltiems reiškiniams Klaipėdos uoste nustatyti ir prognozuoti.

Pavojingiems vandens lygio pokyčiams nustatyti naudojami Lietuvos hidrometeorologijos tarnybos Klaipėdos hidrologinių stoties, esančios šiaurinėje Klaipėdos uosto dalyje, vandens lygio duomenys. Darbe analizuotas vidutinis, maksimalus ir minimalus vandens lygis per 5 min. Vandens lygio matavimai paremti slėgio kitimu virš lygį matuojančio prietaiso daviklio.

Remiantis LHMT metodika pavojingu reiškiniumi laikoma, kai per 5 min tarp minimalaus ir maksimalaus vandens lygio nustatoma didesnė nei 0,2 m vandens lygio kaitos amplitudė. Siekiant išskirti pavojingas skirtingos kilmės ilgąsias bangas Klaipėdos uoste, didžiausias dėmesys skiriamas meteocunamiams. Meteocunamius sukelia staigūs atmosferos slėgio pokyčiai, dažnai susiję su atmosferos frontais, kurie lemia tokius reiškinius, kaip smarkios perkūnijos, šqualai ir kt. (Defant, 1961; Rabinovich & Monserrat, 1996; Monserrat et al., 2006). Todėl buvo analizuoti atmosferos slėgio pokyčiai virš tiriamosios teritorijos. Atmosferos slėgio jūros lygyje, vėjo greičio ir krypties Klaipėdos uoste duomenys, kurių dažnis – kartą per 3 valandas, buvo gauti iš Klaipėdos meteorologijos stoties. Sinoptinės meteorologinės situacijos analizei buvo naudojami Met Office parengti sinoptiniai žemėlapiai (<https://www.metoffice.gov.uk/>).

Rezultatai

Šiame darbe buvo nagrinėti 2017–2021 m. vandens lygio ir atmosferos slėgio duomenys. Stebėti ilgųjų bangų reiškiniai buvo skirtingos trukmės ir intensyvumo, tačiau pagal sezonus pasiskirstė gana tolygiai: žiemą – 24 %, pavasarį – 33 %, vasarą – 19 % ir rudenį – 24 %. Daugiausia reiškinų užregistruota vyraujant vakarų krypties vėjams. Čia plačiau nagrinėsime vieną iš vasaros tipo meteocunaminių atvejų.

2020 m. birželį buvo nustatytas neįprastai didelis ilgųjų bangų pasikartojamumas, daugelį šių svyravimų sukėlė staigūs oro slėgio pokyčiai, virš pietvakarinės Baltijos jūros dalies. Birželio 20 dieną virš Latvijos pradėjo formuotis aukšti konvekciniai debesys, kurie judėjo į pietvakarius, Klaipėdos link. Konvekcija suintensyvėjo, o liūtiniai kamuoliniai debesys pasiekė Klaipėdą, apie 10:50 UTC Klaipėdos meteorologijos stotis pradėjo fiksuoti perkūniją ir liūtį. CAPE (Convective Available Potential Energy – konvekcijai prieinamas potencinės energijos kiekis) vakarinėje Lietuvos ir Latvijos dalyje siekė 1400–1800 J/kg. Vidutiniškai stiprioms ir smarkioms audroms paprastai pakanka 1000 J/kg CAPE (Garner, 2015; Pešice et al., 2003; Punkka & Bister, 2015). Vandens lygio duomenys parodė, kad perkūnijos metu uosto teritorijoje staiga susiformavo vandens lygio svyravimas, kurio amplitudė siekė 0,25 m. Įvykis truko apie 20 min.

Reikia atsižvelgti į tai, kad meteocunamio banga gali susiformuoti jūroje, kai meteorologinės sąlygos pačioje uosto teritorijoje gali būti ramesnės nei jūroje kur susiformuoja meteocunamio banga. Nedidelė

banga, pasiekusi krantą, sustiprėja dėl Proudmano rezonanso, kai dėl kintančio jūros gylio pasireiškia antrinis bangos augimas (Williams et al., 2021).

Nedidelis bendras vidutinis Baltijos jūros gylis, siekiantis vov 55 m (Leppäranta & Myrberg, 2009) ir kranto konfigūracija sudaro puikias sąlygas formuoti meteocunamiams. Suomijos mokslininkų atlikti tyrimai parodė kad esat didesnems CAPE reikšmėms ir žaibų skaičiui virš Suomijos įlankos meteocunamių pasikartojamumas dažnėja šiltuoju metų laiku (gegužės–spalio mėn.) (Pellikka et al., 2020; Punkka & Bister, 2015; Rutgersson et al., 2022). Nors šaltuoju metų laiku Suomijos įlankos ledo formavimas sumažina meteocunamio tikimybę, pastebėta, kad šaltieji frontai ir šiaurės vakarų, vakarų krypties vėjai ir žiemos laikotarpiu sukelia meteocunamio bangas (Pellikka et al. 2022).

Išvados

Remiantis Lietuvos hidrometeorologijos tarnybos metodika, visos šiame tyrime nustatytos ilgosios bangos yra priskiriamos traukiui Tačiau pagal savo prigimtį jos yra skirtingos: sukeltos staigių, trumpalaikių atmosferos slėgio šuolių; sugeneruotos audrų metu atviroje jūroje; bangos susiformavusios Kuršių mariose.

Šių skirtingos kilmės ilgų bangų susidarymas Klaipėdos uoste ir pavojingų reiškinių prognozavimas šiuo metu remiasi tik viena metodika, kurios pagrindinis parametras yra vyraujančio vėjo greitis ir kryptis. Naudojamoje metodikoje neatsižvelgiama į kintantį jūros ir sąsiaurio gylį, uosto konfigūraciją, meteorologines sąlygas sukeliančias meteocunamio bangas, kas sumažina LHMT naudojamos trauklio prognozavimo metodikos tikslumą.

Atlikus tyrimą nustatyta, kad vertinant kokios meteorologinės orų sąlygos turi įtakos meteocunamių susidarymui Klaipėdos uoste, būtina atskirai nagrinėti šiltąjį sezoną, atsižvelgiant į konvekciją ir CAPE, o šaltąjį sezoną, daugiausia dėmesio skiriant cikloniniam aktyvumui ir frontų judėjimui.

Literatūra

- Defant, A. (1961). *Physical oceanography*. Pergamon Press, Oxford.
- Garner, S. (2015). The Relationship between Hurricane Potential Intensity and CAPE. *Journal of the Atmospheric Sciences*, 72, 141–163. <https://doi.org/10.1175/JAS-D-14-0008.1>
- Leppäranta, M., & Myrberg, K. (2009). *The Physical Oceanography of the Baltic Sea*. Springer, Berlin, Heidelberg.
- Met Office Surface pressure charts. <https://www.metoffice.gov.uk/>. Žiūrėta: 2023-02-13.
- Monserat S, Vilibić I, & Rabinovich A. B. (2006). Meteotsunamis: atmospherically induced destructive ocean waves in the tsunami frequency band. *Natural Hazards and Earth System Sciences*, 6, 1035–1051. <https://doi.org/10.5194/nhess-6-1035-2006>
- 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>
- Pellikka, H., Laurila, T. K., & Boman, H. (2020). Meteotsunami occurrence in the Gulf of Finland over the past century. *Natural Hazards and Earth System Science*, 20, 2535–2546. <https://doi.org/10.5194/nhess-20-2535-2020>
- Pešice, P., Sulan, J., & Řezáčová, D. (2003). Convection precursors in the Czech territory. *Atmospheric Research*, 67–68, 523–532. [https://doi.org/10.1016/S0169-8095\(03\)00070-X](https://doi.org/10.1016/S0169-8095(03)00070-X)
- Punkka, A.J., & Bister, M. (2015). Mesoscale Convective Systems and Their Synoptic-Scale Environment in Finland. *Weather and Forecasting*, 30, 182–196. <https://doi.org/10.1175/WAF-D-13-00146.1>
- Rabinovich, A. B., & Monserat, S. (1996). Meteorological tsunamis near the Balearic and Kuril Islands: Descriptive and statistical analysis. *Natural Hazards*, 13, 55–90. <https://doi.org/10.1007/BF00156506>
- Rutgersson, A., Kjellström, E., & Haapala, J. (2022). Natural hazards and extreme events in the Baltic Sea region. *Earth System Dynamic*, 13, 251–301. <https://doi.org/10.5194/esd-13-251-2022>
- Williams, D. A., Horsburgh, K. J., Schultz, D. M., & Hughes, C. W. (2021). Proudman resonance with tides, bathymetry and variable atmospheric forcings. *Natural Hazards*, 106, 1169–1194. <https://doi.org/10.1007/s11069-020-03896-y>

Lietuvos žemėnaudos pokyčių XIX-XXI a. nustatymas

Eglė Piškinaitė, Darijus Veteikis

Vilniaus universitetas, Chemijos ir geomokslų fakultetas, Geomokslų institutas, Geografijos ir kraštovarkos katedra, el. p. egle.piskinaite@chgf.vu.lt

Ivadas

Pokyčių kraštovaizdyje įvertinimas, kaitos veiksnių nustatymas ir ateities kraštovaizdžio kaitos scenarijų kūrimas yra aktualus geografijos mokslo uždavinys stiprėjančios kraštovaizdžio antropogenizacijos, bioįvairovės nykimo ir klimato kaitos kontekste. Lietuvoje vis plačiau taikant skaitmenines technologijas kraštovaizdžio, taip pat žemėnaudos/žemės dangos kaitos tyrimai suaktyvėjo pastarajame dešimtmetyje, tačiau jie apima trumpo laikotarpio, t. y. 5–50 metų tyrimo laikotarpius (Veteikis & Piškinaitė, 2019). Ilgo laikotarpio – kelių šimtų ar net tūkstančių metų – kraštovaizdžio pokyčių tyrimų mūsų šalyje dar labai trūksta. Šiems tyrimams kaip vienas iš pagrindinių šaltinių naudojami istoriniai žemėlapiai. Istoriniai žemėlapiai yra unikalus duomenų šaltinis, pateikiantis to meto kraštovaizdžio, žemėnaudos situaciją, tačiau jie yra vertingi moksliniams darbams tuomet, kai yra skaitmeninėje formoje. Tik įskaitmeninto žemėlapio duomenis galima analizuoti, rūšiuoti, modifikuoti, derinti su palydoviniais vaizdais, ortonuotraukomis, rastriniais ir vektoriniais žemėlapiais ir kitais erdviniais duomenų rinkiniais (Podobnikar, 2011). Lietuvoje iki šiol nebuvo pilnai įskaitmeninto šalies teritorijos istorinio žemėlapio. Todėl užpildant šią spragą ir siekiant nustatyti pagrindinius šalies žemėnaudos struktūros pokyčius per pastaruosius 150 metų, buvo: 1) išanalizuoti XIX a. Lietuvos kartografijos šaltiniai, 2) sukurtas XIX a. kraštovaizdžio, žemėnaudos struktūrų skaitmeninis žemėlapis, 3) nustatyti žemėnaudos struktūrų pokyčiai, įvykę šalies teritorijoje nuo XIX a. vidurio iki XXI a. pradžios.

Duomenys ir darbo metodika

Kartografinių šaltinių analizei ir tyrimui tinkamų žemėlapių atranka buvo vykdoma remiantis šiais atrankos kriterijais: 1) kartografinių šaltinių prieinamumas, 2) kartografinių šaltinių informatyvumas, 3) techniniai žemėlapio parametrai. Atlikus analizę nustatyta, kad tyrimo tikslams pasiekti tinkamiausias naudoti yra 1846–1872 m. sudarytas Europinės Rusijos imperijos dalies žemėlapis.

Popierinį žemėlapij transformuojant į skaitmeninį, pirmiausia žemėlapis nuskenuojamas, tuomet susiejamas su šiuolaikine koordinačių sistema ir galiausiai įskaitmeninamas žemėlapio turinys. Tyrimui buvo naudojamos jau skaitmeninės formos kopijos, kurias suteikė Lietuvos mokslų akademijos Vrublevskių biblioteka, trūkstami duomenys atsisiųsti iš viešai prieinamų duomenų šaltinių. Naudojant pagrindinius kontrolinius taškus, istorinis žemėlapis susietas su Lietuvos Respublikos teritorijos topografiniu žemėlapiu (M 1:50 000) LKS-94 koordinačių sistemoje. Automatinis žemėlapio turinio įskaitmeninimas dėl komplikuoto žemėlapio vaizdo ypatumų negalėjo būti vykdomas, todėl atliktas rankiniu būdu. Išskirtos 5 žemėnaudos klasės: 1) miškai 2) pelkės, 3) vandens telkiniai, 4) užstatytos teritorijos ir 5) kita žemėnauda (pievos, dirbami laukai, pajūrio smėlynai, gyvenvietės, mažesnės nei 25 ha ir kt.).

Kai kurie pokyčiai lyginant XIX a. ir XXI a. situaciją buvo matomi vizualiai: urbanistinė teritorijų raida, miškų teritorijų struktūriniai pokyčiai, nauji vandens telkiniai ir kt. Tiksliesniems duomenims gauti buvo atliktas žemės dangos klasių erdvinis palyginimas su CORINE žemės dangos duomenų bazės 2018 m. duomenimis. Pagrindiniai pokyčiai pateikiami dviem pagrindiniais rezultatų vaizdavimo būdais: 1) pokyčių žemėlapiais bei 2) skaitine išraiška (lentelės, diagramos ir kt.). Atkreiptinas dėmesys, kad žemėnaudos pokyčių analizė, pagrįsta kartografinė informacija, visada turi tam tikrų netikslumų, kurie susiję su žemėlapio sudarymo (matavimo, kartografavimo) ir transformacijos (nuskaitymo, georeferencijos, vektorizavimo) klaidomis (Govedarica & Borisov, 2011).

Rezultatai

Tyrimo metu sukurtas produktas, kuris atskleidė Lietuvos žemėnaudos situaciją XIX a. masteliu 1:126 000. Tokiame mastelyje nustatyta, kad transformacijas patyrė 33,16 proc. šalies teritorijos. Likusi dalis liko sąlyginai stabili t. y. žemės naudojimo pobūdis joje nepakito. Aiškiai pastebimas gyvenviečių stambėjimas ir urbanizuotų teritorijų tinklo kaita. XIX a. šis tinklas tankesnis ir jį sudaro didesnis kiekis mažesnių gyvenviečių. Pokyčiai žemės ūkyje, pramonės plėtra, susisiekimo infrastruktūros plėtra, demografiniai

pokyčiai lėmė tai, kad urbanizuotų teritorijų tinklas tapo retesnis, tačiau gyvenvietės, miestai tapo didesni. Užstatytų teritorijų kiekis padidėjo nuo 18 349 ha iki 220 756 ha. Didžiausia kaita pastebima iš užstatytų teritorijų žemėnaudos tipo į žemėnaudos tipą „Kita“ (48 proc.).

Rusijos imperijos sudėtyje vyko spartūs miškų kirtimai. Miškininkystės sektoriuje atitinkami sprendimai ir miškų atstatymo darbai pradėti XX a. vid. (Tebėra, 2018). XIX a. miškai užėmė 26,5 proc. teritorijos, tuo tarpu XXI a. turime 33,5 proc. teritorijos, padengtos miškais. Nuo 1938 iki 2010 metų Lietuvos miškingumo augimą lėmė miško želdinimas ir savaiminis miškų plėtimasis (Dagiliūtė & Kaktytė, 2013). Perėjimas prie rinkos ekonomikos nuo 1990-ųjų turėjo didelę įtaką bendram žemės naudojimo ekstensyvumui (Dolejš & Šimova, 2021), kas lėmė renatūralizacijos proceso spartą. Pagrindinė kaitos trajektorija yra miškų virtimas kitomis teritorijomis. 150 metų laikotarpyje miškingi plotai tapo labiau suskaidyti, smulkesnių struktūrų. Sovietmečiu vykdyti melioracijos darbai paliko esminį pėdsaką Lietuvos kraštovaizdyje. Nusausintos pievos, miškai ir pelkės lėmė ryškų drėgnų, pelkinių vietovių sumažėjimą nuo 4,3 proc. iki 0,8 proc. Ryškiausia kaita nustatyta iš pelkių į miškus (49 proc.), taip pat į kitas, daugiausiai dirbamų laukų teritorijas (40 proc.).

Vandens telkinių per 150 m. padaugėjo, ir tai daugiausiai siejama su dirbtinių vandens telkinių sukūrimu: užtvankomis, mariomis, žuvininkystei skirtais vandens telkiniais. Bendras vandens telkinių kiekis padidėjo nuo 2,2 proc. iki 5,7 proc. Daugiausiai kaita vyko į kitų teritorijų žemėnaudą (78 proc.).

Likusi šalies teritorijos žemėnauda, kuri priskirta klasei „Kita“ patyrė didžiausią pokytį. Ryškiausi pasikeitimai fiksuojami į klasę „Miškai“ (22 proc.). Dėl rusiškojo žemėlapių detalumo trūkumo sunku nusakyti vidinius šios žemėnaudos klasės pokyčius. Įvertinus bendras to meto Europoje vyravusias tendencijas, tikėtina, kad pokyčiai vyko žemės ūkio naudmenose didėjant dirbamos žemės ir ganyklų plotams. Taip pat atsirado ir kitos paskirties žemėnauda, kurios XIX a. nebuvo (daugiametės kultūros, didelės apimties vaismedžių ir uogų plantacijos, sąvartynai ir kt.).

Išvados

Istorinių žemėlapių įskaitmeninimas dažniausiai atliekamas tiriant pokyčius vietovių lygmenyje, apimant mažesnius teritorinius vienetų, kadangi didesnių teritorijų įskaitmeninimo procesas reikalauja didelių laiko sąnaudų, kurios ne visada adekvačios gaunamų rezultatų naudai.

Tyrimė pateikiamas pirmasis ilgalaikių (150 metų) žemėnaudos pokyčių Lietuvoje situacija. Nacionalinio lygmens duomenys tiek teminiu, tiek erdviu požiūriu gali prisidėti prie geresnio supratimo apie regioninius ar pasaulinius žemės dangos procesus.

Sudarytas 1846–1872 m. laikmečio Lietuvos žemės dangos žemėlapis yra priemonė, pateikianti bendrą to meto situaciją šalyje ir įrankis, leidžiantis detalesnių tyrimų rezultatus pateikti bendrame šalies kontekste, iš platesnės perspektyvos. Specifinėms teritorijoms (saugomoms teritorijoms, jautrioms teritorijoms, didelę kaitą patiriančioms teritorijoms) turėtų būti atliekami stambesnio mastelio tyrimai.

Nustatytus pokyčius žemėnaudoje lėmė politiniai, ekonominiai sprendimai. Kadangi vertinti du laiko momentai ir nėra bent vieno tarpinio laiko momento 150 metų laikotarpyje, nebuvo galimybės nusakyti ar pasikeitimas buvo laipsniškas ar staigus.

Tyrimo rezultatais galėtų naudotis ne tik geografijos, bet ir istorijos, sociologijos ir kitų sričių specialistai, kuriems informacija apie, žemėnaudos struktūrą bei kaitą gali papildyti jų tyrimus istoriniu-geografiniu kontekstu.

Literatūra

- Dagiliūtė, R., & Kaktytė, L. (2013). Miškingumo pokyčiai Lietuvoje ir įtaka klimato kaitai 2010-2020 m. Žmogaus ir gamtos sauga: 19-osios tarptautinės mokslinės-praktinės konferencijos medžiaga, 48–51.
- Dolejš, M., & Šimova, P. (2021). Legacy of Iron Curtain in border landscape development. *IGU-LUCC research reports*, 16, 115–124.
- Govedarica, M., & Borisov, M. (2011). The analysis of data quality on topographic maps. *Geodetski Vestnik*, 55(4), 713–725
- Podobnikar, T. (2011). Old Maps for Spatial Applications. *Sensors & Systems*. <https://sensorsandsystems.com/old-maps-for-spatial-applications/>
- Tebėra, A. (2018). Trumpa miškininkystės istorija. <http://miskininkas.eu/12342-2/>
- Veteikis, D., & Piškinaitė, E. (2019). Geografiniai žemėnaudos kaitos tyrimai Lietuvoje: raida, kryptys, perspektyvos. *Geologija. Geografija*, 5 (1), 14–29

Jūros kranto kaitos vertinimas Lietuvos kranto zonoje

Ilona Šakurova, Vitalijus Kondrat, Eglė Baltranaitė, Erika Vasiliauskienė, Loreta Kelpšaitė-Rimkienė
Klaipėdos universiteto Jūros tyrimų institutas, Klaipėda, Lietuva (ilona.sakurova@ku.lt)

Ivadas

Kranto zona dėl įvairių gamtinių procesų (jūros lygio kilimo, padidėjusio audringumo bei kitų hidrometeorologinių sąlygų kaitos) ir antropogeninės veiklos (uosto veiklos, įplaukos kanalo gilinimo, taikomų krantotvarkos priemonių, turizmo), apibrėžiama kaip dinamiška aplinka (Belibassakis & Karathanasi, 2017). XX a. pabaigoje žmogaus veikla tapo savarankišku geologiniu veiksmu, darančiu įtaką kranto zonos formavimosi procesams (Belibassakis & Karathanasi, 2017; Bitinas et al., 2005; Brown et al., 2017). Lietuvoje žmogaus veikla ir gamtiniai veiksniai pastaraisiais dešimtmečiais daro įtaką kranto zonos vystymuisi, didina krantinių procesų poveikį Lietuvos pajūrio ir priekrantės morfologinei būklei (Bitinas et al., 2005; Kondrat et al., 2021; Gudelis, 1998).

Nuosėdinės medžiagos kiekis ir sedimentacinės aplinkos geologinė sąranga, lemia kranto zonos geomorfologinę struktūrą ir jos kaitą (Liang et al., 2022; Masselink et al., 2006). Žmogaus veikla, daranti įtaką nuosėdų dinamikai kranto zonoje, gali pakeisti natūraliai susiklosčiusius erozijos ir akumuliacijos procesų dėsninumus (Liang et al., 2022; Masselink et al., 2006). Iš įvairių paplūdimių tipų visame pasaulyje, smėlėti paplūdimiai yra intensyviausiai naudojami ir geomorfologiškai sudėtingiausi, todėl kranto zona čia nuolat kinta dėl gamtinių ir antropogeninių veiksnių sąveikos, lemiančios erozijos ir/ar akumuliacijos procesų intensyvumo laipsnį (Kondrat et al., 2021; Masselink et al., 2006).

Pagrindinis šio darbo tikslas – įvertinti abipus Klaipėdos išorinių uosto vart, vykstantį antropogeninės veiklos ir gamtinių veiksnių poveikį skersinio profilio kaitai ir jos intensyvumui kranto zonoje.

Duomenys ir darbo metodika

Darbe naudoti 1993–2021 metų batimetriniai duomenys, gauti iš Klaipėdos valstybinio jūrų uosto direkcijos bei Saugios laivybos administracijos. Taip pat darbe naudoti 2022 metų batimetriniai duomenys, gauti iš autorių atliktų tiesioginių matavimų, pasitelkus 3 dažnių CHIRP Deeper echolotą. Hidrometeorologiniai duomenys, atitinkantys minėtą laikotarpį, gauti iš Lietuvos hidrometeorologijos tarnybos prie AM.

Batimetrijos duomenys buvo naudojami povandeninio dugno nuolydžio pokyčiams įvertinti ir nuosėdų tūrio pokyčiams apskaičiuoti. Dvidažniu GPS imtuvu „Leica 900“ atlikta skersinio kranto profilio niveliacija, gauti duomenys buvo naudojami, siekiant įvertinti nuosėdų tūrio pokyčius krante. Abu duomenų rinkiniai leido įvertinti nuosėdų tūrio pokyčius kranto zonoje. Siekiant nustatyti galimą Klaipėdos uosto rekonstrukcijos poveikį priekrantės vystymuisi, tiriamasis laikotarpis buvo padalytas į dvi dalis: 1993–2003 m. iki rekonstrukcijos ir 2003–2022 m. po rekonstrukcijos. Šių laikotarpių hidrometeorologiniai duomenys taip pat buvo analizuojami atskirai.

Rezultatai

Nustatyta, kad 1993–2022 metų tiriamuoju laikotarpiu Kuršių nerijoje ir žemyninėje dalyje sąnašų netekimas vidutiniškai siekė $Q = -1148,98 \text{ m}^3$ profilyje. Laikotarpiu po Klaipėdos uosto rekonstrukcijos, 2003–2022 metais, sąnašų kiekis, palyginti su laikotarpiu iki molų atnaujinimo, mažėjo, o bendras sąnašų kiekis žemyninėje dalyje sudarė $-1\,520\,535,2 \text{ m}^3$. Nepaisant to, Kuršių nerijos krante sąnašų kiekio mažėjimas lėtėjo, o bendras sąnašų tūris siekė $-553\,413,63 \text{ m}^3$, tai patvirtina, kad hidrotechninių statinių padėtis ir konstrukcija turi įtakos sąnašų pasiskirstymui kranto zonoje.

Atlikus 2003–2022 metų duomenų analizę, pastebėta, kad po Klaipėdos uosto rekonstrukcijos (2002 m.), tiek Kuršių nerijos, tiek žemyninės dalies kranto zonoje sumažėjo sąnašų kiekis, sausumoje ir po vandenu. Tai lėmė statesnio povandeninio šlaito formavimąsi ir paplūdimių siaurėjimą abiejuose krantuose. Pernešamos nuosėdinės medžiagos kiekio sumažėjimas po jūrų uosto molų rekonstrukcijos siejamas su hidrotechniniais statiniais (molų pailginimu) ir jų konfigūracijos pokyčiais (Jarmalavičius et al., 2012). Tiriamuoju laikotarpiu, nuo 1993 iki 2022 m., į šiaurę nuo šiaurinio Klaipėdos uosto molo povandeninis šlaitas statėja, todėl bangos krantą pasiekia didesne energija. Socialiniu aspektu tokie pokyčiai gali turėti nevienareikšmį poveikį paplūdimių lankytojams, nes siauras paplūdimys gali būti mažiau patrauklus saulės vonių mėgėjams, kurie dažnai lankosi rekreacinėse kranto zonos vietovėse. Tačiau stiprūs

vėjai ir bangos, pasiekiančios krantą didesne energija, yra palankios sąlygos ekstremaliai sportui, kuris naujai atrastas Lietuvos pajūryje.

Išvados

Klaipėdos uosto molų rekonstrukcija (2002 m.) lėmė erozijos procesų krante suintensyvėjimą. Atlikus aukščiau minėtų duomenų analizę, nustatyta, kad tiriamuoju laikotarpiu Kuršių nerijoje ir žemyninėje dalyje vidutiniškai buvo prarasta $Q = -1148,98 \text{ m}^3$ sąnašų profilyje. Pasikeitusi kranto geomorfologinėms savybėms, šiauriau Klaipėdos uosto įplaukos kanalo, leido atsirasti naujoms aktyvaus turizmo veikloms (banglenčių bei jėgos aitvarų sportui). Tiriamuoju laikotarpiu vėjo krypties režimo poslinkis ir vykdoma žmogaus ūkinė veikla prisidėjo prie kranto raidos (Kondrat et al., 2021).

Literatūra

- Belibassakis, K. A., & Karathanasi, F. E. (2017). Modelling nearshore hydrodynamics and circulation under the impact of high waves at the coast of Varkiza in Saronic-Athens Gulf. *Oceanologia*, 59, 350–364. <https://doi.org/10.1016/j.oceano.2017.04.001>
- Bitinas, A., Žaromskis, R., Gulbinskas, S., Damušyte, A., Žilinskas, G., & Jarmalavičius, D. (2005). The results of integrated investigations of the Lithuanian coast of the Baltic Sea: Geology, geomorphology, dynamics and human impact. *Geological Quarterly*, 49, 355–362.
- Brown, A. G., Tooth, S., Bullard, J. E., Thomas, D. S. G., Chiverrell, R. C., Plater, A. J., Murton, J., Thorndycraft, V. R., Tarolli, P., Rose, J., Wainwright, J., Downs, P., & Aalto, R. (2017). The geomorphology of the Anthropocene: emergence, status and implications. *Earth Surface Processes and Landforms*, 42, 71–90. <https://doi.org/10.1002/esp.3943>
- Cohn, N., Hoonhout, B. M., Goldstein, E. B., de Vries, S., Moore, L. J., Vinent, O. D., & Ruggiero, P. (2019). Exploring marine and aeolian controls on coastal foredune growth using a coupled numerical model. *Journal of Marine Science and Engineering*, 7, 1–25. <https://doi.org/10.3390/jmse7010013>
- Gudelis, V. (1998). Lietuvos jūris ir pajūris. Lietuvos mokslas. Vilnius.
- Hapke, C. J., Kratzmann, M. G., & Himmelstoss, E. A. (2013). Geomorphic and human influence on large-scale coastal change. *Geomorphology*, 199, 160–170. <https://doi.org/10.1016/j.geomorph.2012.11.025>
- Jarmalavičius, D., Satkunas, J., Žilinskas, G., & Pupienis, D. (2012). The influence of coastal morphology on wind dynamics. *Estonian Journal of Earth Sciences*, 61, 120–130. <https://doi.org/10.3176/earth.2012.2.04>
- Kondrat, V., Šakurova, I., Baltranaitė, E., & Kelpšaitė-Rimkienė, L. (2021). Natural and Anthropogenic Factors Shaping the Shoreline of Klaipėda, Lithuania. *Journal of Marine Science and Engineering*, 9(12) <https://doi.org/https://doi.org/10.3390/jmse9121456>
- Liang, T. Y., Chang, C. H., Hsiao, S. C., Huang, W. P., Chang, T. Y., Guo, W. D., Liu, C. H., Ho, J. Y., & Chen, W. B. (2022). On-Site Investigations of Coastal Erosion and Accretion for the Northeast of Taiwan. *Journal of Marine Science and Engineering*, 10. <https://doi.org/10.3390/jmse10020282>
- Masselink, G., Kroon, A., & Davidson-Arnott, R. G. D. (2006). Morphodynamics of intertidal bars in wave-dominated coastal settings - A review. *Geomorphology* 73, 33–49. <https://doi.org/10.1016/j.geomorph.2005.06.007>
- Ouillon, S. (2018). Why and how do we study sediment transport? Focus on coastal zones and ongoing methods. *Water*, 10, 1–34. <https://doi.org/10.3390/w10040390>

Ekstremalus vandens lygio atvejai Klaipėdos sąsiauryje ir jų poveikis Danės upės poplūdziams

Erika Vasiliauskienė¹, Gertrūda Pociūtė², Inga Dailidienė¹, Angelija Bučienė³

¹ Klaipėdos Universitetas, Jūros tyrimų institutas (erika.cepiene@ku.lt)

² Vilniaus Universitetas, Fizikos mokslų fakultetas

³ Klaipėdos universitetas, Socialinių ir humanitarinių mokslų fakultetas, Socialinės geografijos ir regionistikos studijų centras

Įvadas

Pastaraisiais dešimtmečiais Klaipėdos jūrų uoste stebimas jūros lygio kilimas, susietas su Baltijos jūros vandens lygio kilimu (Dailidienė et al., 2012). Dėl globalinės klimato kaitos prognozuojamas ne tik vandens lygio kilimas, bet ir dažnesni ekstremalus hidrometeorologiniai reiškiniai, kurie visoje Europoje yra siejami su ciklonais (Owen et al., 2021; Pepler & Dowdy, 2021). Klaipėdos uostamiestis, trečias pagal dydį Lietuvos miestas, yra pažeidžiamas staigių ekstremalių vandens lygio pokyčių Klaipėdos sąsiauryje. Patvankų susiformavimui ir vandens lygio pakilimui įtakos turi žemo slėgio sistemos, kurios veikia visą Baltijos jūros paviršių, vienur suformuodamos patvankas, kitur nuotvankas (Wolski et al., 2014). Maksimalių vandens lygių susiformavimą Klaipėdos sąsiauryje ir Danės upės žemupyje bei sudėtinius potvynius Klaipėdos mieste dažniausiai lemia stiprūs vėjai lydimi cikloninės cirkuliacijos. Klaipėdos sąsiauris skiria Baltijos jūrą ir Kuršių marias, palei kurias įsikūręs uostamiestis. Ekstremalus vandens lygio kilimas kelia grėsmę uosto veiklai, techniniams statiniams ir miesto gyventojams, pastatams bei infrastruktūrai. Vandens lygio kilimas Klaipėdos sąsiauryje didina ir Danės upės, kuri miestą skiria į dvi dalis, potvynių grėsmę Klaipėdos miesto pietinei daliai (Čepienė et al., 2022). Todėl šio tyrimo tikslas – nustatyti buvusius ekstremalius vandens lygio atvejus ir jų įtaką potvynių susidarymui Danės upėje Klaipėdos miesto teritorijoje 1961–2022 m. laikotarpiu. Tyrimo rezultatai gali būti naudingi ilgalaikiai miesto plėtrai, siekiant sušvelninti klimato kaitą ir prisitaikyti prie jos bei sumažinti galimus socialinius ir ekonominius nuostolius.

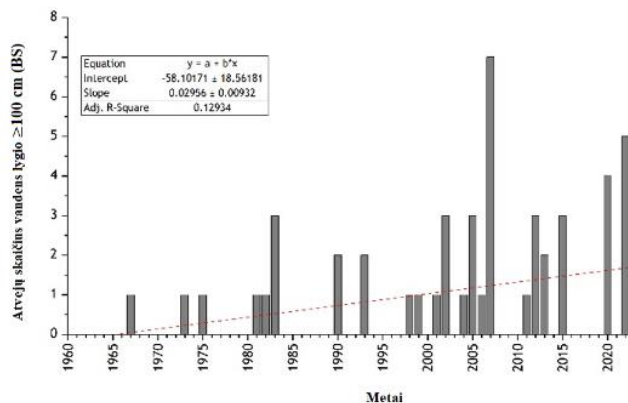
Duomenys ir darbo metodika

Siekiant įvertinti ekstremalius jūros lygio reiškinius Klaipėdos sąsiauryje ir jų poveikį Danės upės poplūdziams, atlikta ilgalaikė vandens lygio Klaipėdos sąsiauryje analizė pagal meteorologinius ir hidrologinius monitoringo duomenis per pastaruosius 61 metus (1961–2022 m.). Iš istorinių archyvų buvo atrinkti atvejai, kai Klaipėdos sąsiauryje susidarė patvankos, vandens lygiui esant ≥ 100 cm (Baltijos sistemoje, toliau – BS), ir vandens lygiui pasiekus stichinę reikšmę – ≥ 150 cm (BS). Išsamiau analizuoti šeši maksimalaus fiksuoto vandens lygio atvejai, įvykę 2000–2022 m.: a) keturi atvejai, kai vandens lygis siekė ir viršijo 130 cm (BS), ir b) du atvejai, kai vandens lygis siekė ir viršijo stichinį 150 cm (BS) lygį. Klaipėdos sąsiaurio Žiemos uostelio hidrologinės stoties jūros lygio duomenys buvo lyginami su vyravusia meteorologine situacija. Hidrologiniai ir meteorologiniai duomenys gauti iš Lietuvos hidrometeorologijos tarnybos prie Aplinkos ministerijos. Ciklonų judėjimo trajektorijoms virš Baltijos jūros regiono nustatyti panaudoti Meteorologinės situacijos oro slėgio žemėlapiai gauti iš Meteorologijos tarnybos „Met Office“ (Jungtinė Karalystė). Ilgalaikėms vandens lygio tendencijoms nustatyti taikyta tiesinė regresinė analizė. Nustatant priklausomybę tarp vėjo greičio, atmosferos slėgio, vandens lygio kilimo Klaipėdos sąsiauryje ir Danės upės žemupyje taikytas Pirsono koreliacijos koeficientas. Informacija apie regresijos kokybę buvo vertinama pagal r^2 – determinacijos koeficientą. Siekiant nustatyti ekstremalaus vandens lygio pakilimo Klaipėdos sąsiauryje įtaką Danės upės poplūdžių grėsmei, 2020 ir 2022 m. atvejų analizė papildyta Danės upės vandens lygio duomenimis iš hidrologinės stoties Klaipėdos miesto centre (1,3 km nuo Kuršių marių), kur vandens lygis pradėtas matuoti nuo 2008 m. Valandiniai Danės upės vandens lygio duomenys gauti tik nuo 2018 metų.

Rezultatai

Klimato kaita veikia vidutinio ir maksimalaus vandens lygio kilimą Klaipėdos sąsiauryje, o tuo pačiu didina maksimalių poplūdžių susidarymo Danės upės žemupyje Klaipėdos uostamiestyje tikimybę. Pietryčių Baltijos jūros krante vandens lygis 1961–2022 metų laikotarpiu vidutiniškai kilo 0,39 mm per metus. Nustatytas taip pat maksimalaus vandens lygio kilimas. Palyginus Klaipėdos sąsiaurio ir Danės žemupio

vandens lygių metinę kaitą (2008–2022) nustatytas ryšys ($r=0,81$).Maksimalių vandens lygių susiformavimą Klaipėdos sąsiauryje ir Danės upės žemupyje bei sudėtinius potvynius Klaipėdos mieste dažniausiai lemia stiprūs vėjai lydimi cikloninės cirkuliacijos. Cikloninė cirkuliacija dažnėja šaltuoju metų periodu. Stipresnės audros ir didesni potvyniai bei poplūdžiai fiksuojami dažniausiai gruodžio-kovo mėnesiais. Tiriamuoju 1961–2022 laikotarpiu iš viso buvo fiksuoti 48 atvejai (1 pav.), kai maksimalus vandens lygis viršijo kritinę ekstremalaus vandens lygio ribą (≥ 100 cm BS). Iš visų ekstremalaus vandens lygio pakilimo atvejų apie 71% (34 atvejai) buvo 2000–2022 metais. Ekstremalių vandens lygių atvejų skaičius išaugo nuo XXI a. pradžios.



1 pav. Atvejų, kai maksimalus vandens lygis buvo ≥ 100 cm (BS) skaičius Klaipėdos sąsiauryje 1961–2022 metais (n=48)

Tyrimo rezultatai parodė, kad vandens lygio kilimas Klaipėdos sąsiauryje tiesiogiai veikia vandens lygio kilimą Danės upės žemupyje. Todėl audros sukkelto vandens lygio kilimas turi įtakos poplūdžio susidarymui ir padidina potencialiai pažeidžiamą miesto zoną. Šiame tyrime nebuvo analizuotas Danės upės debitas ir kritulių poveikis potvynių susidarymui, bet žinoma, kad 2017 metų lapkritį vandens lygis Danės upėje buvo pakilęs beveik 2,5 metro dėl gausių kritulių. Tam didelę reikšmę turėjo miesto paviršinio vandens surinkimo sistemų techniniai parametrai. Ateityje svarbu atlikti kompleksinę visų potvynių susidarymo veiksnių analizę ir nustatyti pakrantės miesto silpnąsias vietas. Tai padėtų ateityje prisitaikyti prie galimo neigiamo audrų poveikio, įvertinti galimus socioekonominius nuostolius, sušvelninat padarinius ir sumažinant ar išvengiant socioekonominės žalos.

Išvados

Pietryčių Baltijos jūros krante vandens lygis 1961–2022 metų laikotarpiu vidutiniškai kilo 0,39 mm per metus. Klaipėdos sąsiauryje tyrimo laikotarpiu kilo maksimalus vandens lygis ir dažnėjo ekstremalių vandens lygių pasikartojimo atvejų skaičius. Trumpalaikius ekstremalius vandens lygio pakilimus Klaipėdos sąsiauryje dažniausiai lemia stiprūs vakarų ir pietvakarių kryptį vėjai lydimi cikloninės cirkuliacijos. 1961–2022 metais buvo užfiksuoti 48 atvejai, kai vandens lygis Klaipėdos sąsiauryje buvo ≥ 100 cm (BS). Ekstremalių vandens lygio pakilimų daugiausia fiksuota 2000–2022 m. Vandens lygio kilimas Klaipėdos sąsiauryje tiesiogiai veikia vandens lygio kilimą Danės upės žemupyje.

Literatūra

- Čepienė, E., Dailidytė, L., Stonevičius, E., & Dailidienė, I. (2022). Sea level rise impact on compound coastal river flood risk in Klaipėda city (Baltic Coast, Lithuania). *Water*, 14(3), 414.
- Dailidienė, I., Davulienė, L., Kelpšaitė, L., & Razinkovas, A. (2012). Analysis of the climate change in Lithuanian coastal areas of the Baltic Sea. *Journal of Coastal Research*, 28(3), 557–569.
- Owen, L. E., Catto, J. L., Stephenson, D. B., & Dunstone, N. J. (2021). Compound precipitation and wind extremes over Europe and their relationship to extratropical cyclones. *Weather and Climate Extremes*, 33, 100342.
- Pepler, A., & Dowdy, A. (2021). Fewer deep cyclones projected for the midlatitudes in a warming climate, but with more intense rainfall. *Environmental Research Letters*, 16(5), 054044.
- Wolski, T., Wiśniewski, B., Giza, A., Kowalewska-Kalkowska, H., Boman, H., Grabbi-Kaiv, S., ... & Lydeikaitė, Ž. (2014). Extreme sea levels at selected stations on the Baltic Sea coast. *Oceanologia*, 56(2), 259–290.

Žemėlapių kalbos funkcijai reikšti naudojamų spalvų analizė

Rita Viliuvienė

Vilniaus universitetas Geomokslų institutas Kartografijos ir geoinformatikos katedra (rita.viliuviene@chgf.vu.lt)

Išvadas

Tipinės žemėlapyje vaizduojamų objektų spalvos yra žalia spalva miškams, mėlyna spalva – hidrografijos objektams, rudos spalvos atspalviai – reljefui žymėti topografiniame žemėlapyje. Daugelyje teminių žemėlapių kartografuojamiems objektams, reiškiniams ir procesams žymėti taikomi spalviniai sprendimai nėra tiksliai apibrėžti ar nusistovėję, todėl tokiuose žemėlapiuose galima pastebėti įvairesnių spalvinių sprendimų ir derinių kartografiniame vaizde.

Vienas iš kriterijų, į kurį atsižvelgiant yra kuriamas žemėlapių kartografinis vaizdas, yra žemėlapių kalbos funkcija. Remiantis H. Schlichtmann, galima įvardinti šias žemėlapių kalbos funkcijas: žymėti, aiškinti, akcentuoti (Beconytė & Govorov, 2005; Viliuvienė, 2022).

Vykdomais tyrimais siekiama atlikti žemėlapių spalvų, naudojamų skirtingą žemėlapių kalbos funkciją turinčiuose žemėlapiuose, kiekybinę analizę. Spalvų analizės rezultatai leis įvardinti būdingą spalvų kiekį, jų proporcijas tiriamų žemėlapių grupėse. Spalva, kaip viena iš grafinės raiškos priemonių žemėlapyje, atlieka svarbų vaidmenį žemėlapių komunikacijos ir žemėlapių stiliaus formavimo procesuose, todėl spalvų statistinės analizės rezultatai leis geriau suvokti žemėlapių kalbos ypatumus.

Duomenys ir darbo metodika

Iš informacijos šaltinių analizės ir praktinės spalvinimo priemonių pasiūlos galima pastebėti, kad kuriant žemėlapių informacijos ir priemonių nagrinėjama tematika netrūksta ir galima rasti informatyvios medžiagos apie kartografuojamų objektų spalvas (Dumbliauskienė, 2002), sudarant žemėlapius rinktis išbaigtas ir tarpusavyje suderintas spalvų paletes (*ColorBrewer: Color Advice for Maps*, n.d.), spalvinti pasirinkto vaizdo stiliumi (Christophe & Hoarau, 2012), tačiau analizės apie spalvų kiekius, derinius ir proporcijas žemėlapių kartografiniame vaizde bei jų susiejimo su žemėlapių stilistika nėra atlikta.

Žemėlapių spalvų statistinei analizei atlikti taikomi spalvų analizatoriai viešai teikiami internete ir pasiekiami per mašininio mokymosi ir susijusias vaizdų atpažinimo paslaugas. Šios priemonės leidžia nustatyti tiriamo žemėlapių pavyzdžio (ar bet kokios kitos grafinės iliustracijos) spalvas, spalvų kodus taikomus spalvų modeliuose, apskaičiuoti kokia yra kiekvienos žemėlapyje panaudotos spalvos dalis visų žemėlapių spalvų atžvilgiu. Taip pat teikiama galimybė peržiūrėti kiekvienos spalvos pasiskirstymą žemėlapyje.

Išnagrinėtos 4 skirtingos žemėlapių grupės (naujiųjų žemėlapių, vaikų žemėlapių, nacionalinių erdvinės informacijos portalų pagrindo žemėlapių, didžiųjų duomenų analitikos žemėlapių), t. y. po 25 žemėlapių kiekvienoje iš grupių, ir nustatyta šiems žemėlapiams būdingų spalvų kiekybinė išraiška. Gauti rezultatai statistiškai apibendrinti, padarytos išvados.

Rezultatai

Naujiųjų žemėlapiuose ir didžiųjų duomenų analitikos žemėlapiuose spalvų skalės nedidelės, dažniausiai iki 5 spalvų. Pagrindinei spalvai tenka didžiausia visų spalvų procentinė dalis.

Europos pagrindinių erdvinės informacijos portalų pagrindo žemėlapiuose spalvų paletė didesnė nei naujiųjų ir didžiųjų duomenų analitikos žemėlapiuose, t. y. išskiriama iki 10 spalvų. Spalvų kontrastas santykinai yra nedidelis. Vyrauja kelios pagrindinės spalvos.

Vaikų žemėlapių išsiskiria ryškiais kontrastingomis spalvomis. Vyraujančių spalvų daugiau nei prieš tai minėtuose žemėlapiuose. Tai susiję su vaikų sukurtų žemėlapių kalbos funkcija, kuri skirta akcentuoti norimą informaciją.

Išvados

Gauti tyrimo rezultatai leidžia matyti, kokios spalvų proporcijos yra būdingos skirtingą žemėlapių kalbos funkciją turintiems žemėlapiams. Tiksliau gautų rezultatų interpretavimui toliau yra reikalingi tolesni žemėlapių kartografinio vaizdo spalvų tyrimai svarbiausių žemėlapių sričių automatiniam nustatymui bei objektų, iš kurių vaizdavimo pobūdžio naudotojai atpažįsta žemėlapių stilių, analizei. Tarp tokių objektų yra kelių tinklas, hidrografijos objektai, reljefas (Kent & Vujakovic, 2009; Ory et al., 2013; Ory et al., 2015).

Literatūra

- Beconyte, G., & Govorov, M. (2005). In search for models of cartographic representation (language oriented approach). In *Proc. 22nd International Cartographic Conference (ICC⁰⁵), 11–16 July, A Coruna, Spain*.
- Christophe, S., & Hoarau, C. (2012). Expressive map design based on pop art: revisit of semiology of graphics? *Cartographic Perspectives*, 73, 61–74.
- ColorBrewer: Color Advice for Maps*. (n.d.). <https://colorbrewer2.org/>
- Dumbliauskienė, M. (2002). Kartografinės komunikacijos pagrindai. Vilnius: Vilniaus universiteto leidykla.
- Kent, A. J., & Vujakovic, P. (2009). Stylistic diversity in European State 1:50 000 topographic maps. *The Cartographic Journal*, 46(3), 179–213.
- Ory, J., Christophe, S., & Fabrikant, S. I. (2013). Identification of Styles in Topographic. In *Proc. 26th International Cartographic Conference (ICC¹³), 25–30 August, Dresden (Germany)*.
- Ory, J., Christophe, S., Fabrikant, S. I., & Bucher, B. (2015). How do map readers recognize a topographic mapping style? *The Cartographic Journal*, 52(2), 193–203.
- Viliuvienė, R. (2022). Trumpa žemėlapių stiliaus istorija: nuo įtaigos iki funkcijų. *Geografija ir edukacija*, 10, 52–66.

