

Rytis VEVERSKIS
Edvinas STONEVIČIUS
Vilniaus Universiteto Geomokslų instituto Hidrologijos ir klimatologijos katedra
El. p. rveverskis6@gmail.com
edvinas.stonevicius@gf.vu.lt

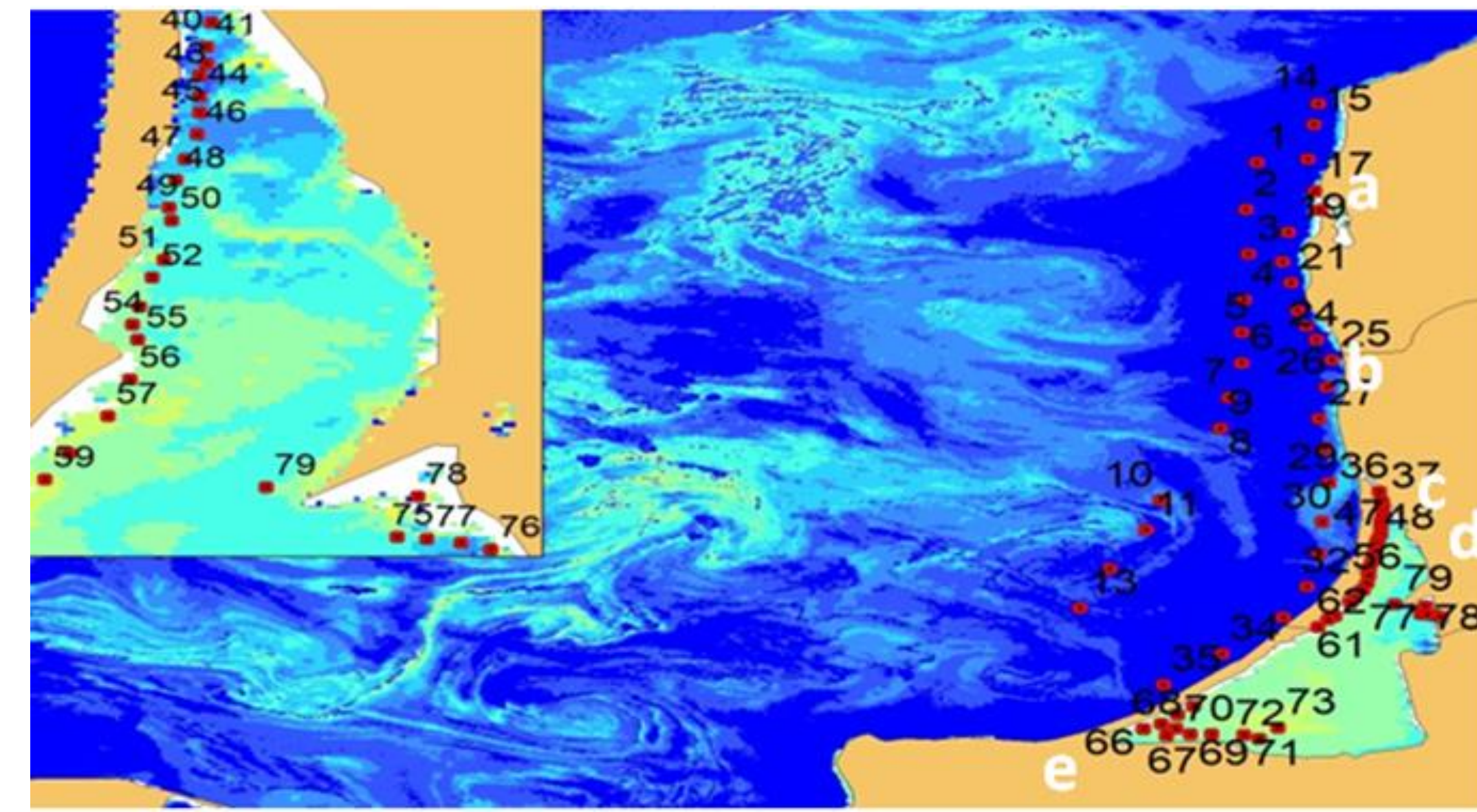
Įvadas

Eutrofikacija – procesas, kurio metu dėl per didelio maistinių medžiagų kiekio vandenyje prasideda aktyvus fitoplanktono dumblių augimas, dar kitaip žinomas kaip „vandens žydėjimas“ (Wozniak ir kt., 2014). Pigmento chlorofilo-a koncentracija yra pagrindinis fitoplanktono biomasės rodiklis (Mishra, 2017). Dumblių žydėjimą skatina kartu su lietumi, požemiais vandenimis atitekėjusios maistinės medžiagos (Daniel ir kt., 2009). Daugiausiai jų būna pakrantės zonoje. Dėl dažnesnių ir intensivesnių žydėjimų sudėtingiau klestėti žuvims ir kitoms jūrų gyvybėms, o kai kurios dumblių rūšys yra kenskmingos ir žmogui. Baltijos jūroje taip pat vyksta intensyvūs vandens žydėjimai. Kadangi tai yra optiškai sudėtingas vandens telkinys, jam tirti nuotoliniu būdu reikia itin jautrių prietaisų. Tokius turi specialiai vandens kokybės pokyčiams stebėti, Europos komisijai bendradarbiaujant su Europos kosmoso agentūra (ESA) sukurtas palydovas Sentinel-3. Remiantis jo teikiama chlorofilo-a koncentracijos duomenimis, galima sužinoti fitoplanktono dėsningumus Baltijos jūroje. Juos žinant, bus galima imtis prevencijos ir prognozuoti vandens žydėjimus.

Šio darbo tikslas - remiantis Sentinel 3 palydovų duomenimis įvertinti 2018-2019 metų chlorofilo-a koncentracijos kaitą laike ir erdvėje, pietrytinėje Baltijos jūros dalyje.

Pradiniai duomenys ir darbo metodika

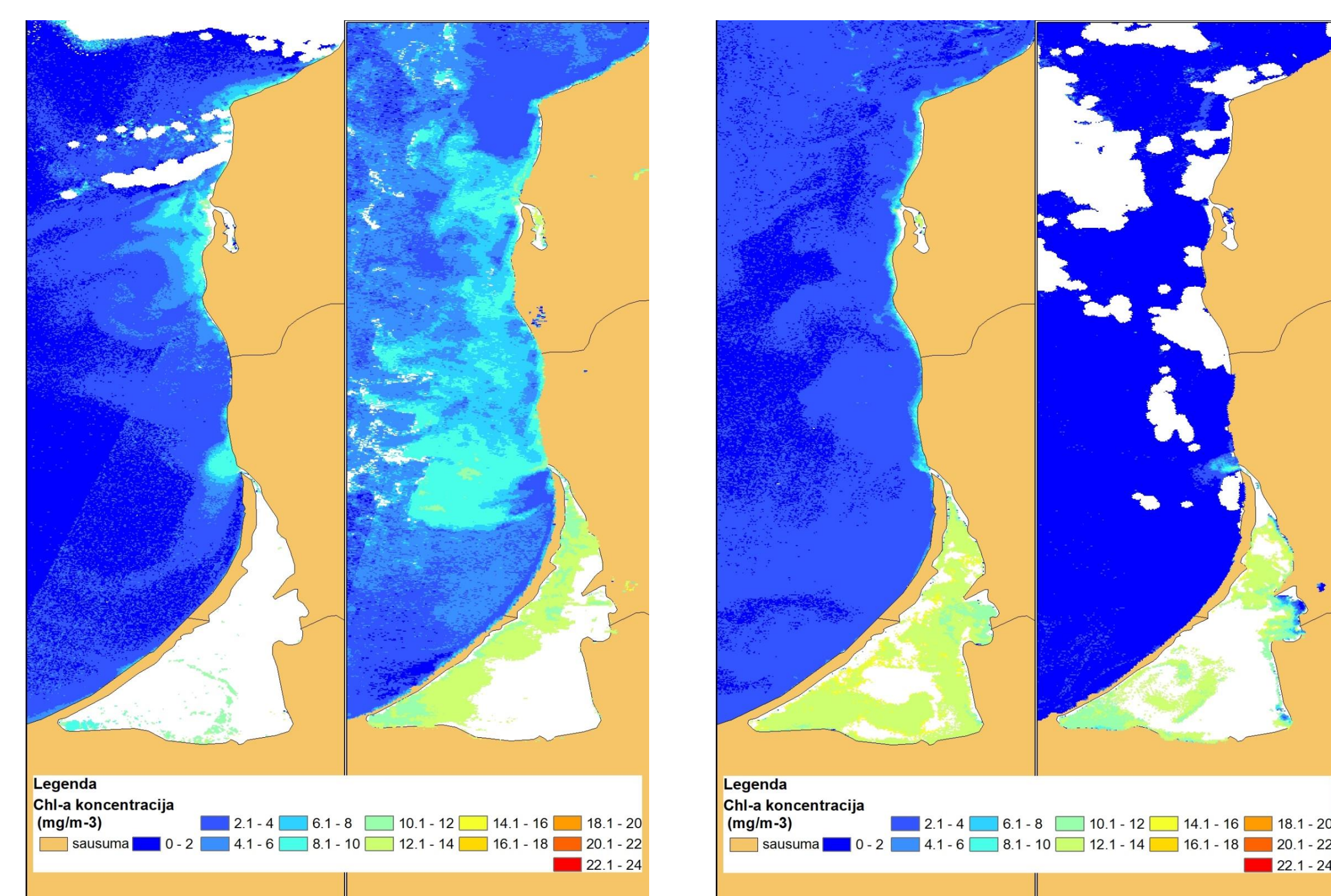
Internetinėje platformoje „EO-Browser“ (sentinel-hub.com) buvo pasirinktos mėnesio dienos, kuriose Baltijos jūra buvo kuo mažiau padengta debesimis. Pasirinktų dienų (n=18) duomenys atsisiųsti iš CODA (COPERNICUS programos duomenų prieigos programos). Senesni nei 2019 m. balandžio mėn. duomenys atsisiųsti iš EUMETSAT duomenų bazės (eumetsat.int). Chl-a vertinimui atsisiųsti OL_2_WFR (OLCI prietaiso, skirto perduoti paviršiaus vaizdą, 2 apdorojimo lygio, pilnos vandens ir atmosferos parametru, 300 m. erdvinės skiriamosios gebos rezoliucijos) duomenys. Buvo pasirinktas CHL_NN kanalas, nes chl-a koncentracija skaičiuojama remiantis Case2R algoritmu, labiau tinkamu sudėtingų optinių savybių vandens telkiniams ir pakrantėms. Atsisiųsti duomenys vizualizuoti su programa ESA SNAP. Buvo sukurtas filtras, kurį uždėjus, išskiriamos užstojamose debesų (CLOUD, CLOUD_AMBIGUOUS, CLOUD_MARGIN) ir dėl algoritmo klaidų netinkamos vertinti chl-a (OCNN_FAIL) pikselių reikšmės. Pritaikius šį filtrą lygtyje sukurtas naujas žemėlapis, kuriame netinkamos chl-a reikšmės nebuvo vertinamos. Toliau duomenys buvo apdoroti su „ArcMap“ programa. Pagal pasirinktą taškų koordinates (n=79) (1 pav.) iš palydovinių duomenų buvo gautos jų reikšmės. Pietrytinėje Baltijos jūros dalyje labiausiai orientuota į Lietuvos-Latvijos priekrantės zonas ir Kuršių marias. Naudojantis ArcMap atstumo matavimo įrankiu, buvo sudėtos 2 taškų zonos, kurių atstumas skyrėsi nuo kranto. Pirmoji zona (1-13 tšk.) orientuota toliau į jūrą (8-30 km. atstumu), antroji (14-35 tšk.) – arčiau pakrantės (1-6 km. atstumu). Kiti taškai buvo sudėti Kuršių marių šiaurinėje dalyje (37-62 tšk.) ir prie Nemuno žiočių (75-79 tšk.). Kadangi daugumoje mėnesių centrinė šios lagūnos dalį užstojo dešys, likę taškai (63-73) sudėti pietvakarinėje jos dalyje. Išskyrus taškus buvo atskirai nagrinėjama chlorofilo-a koncentracija upių įtakos zonoje. Naudojantis „Mapbox“ navigacijos portalu žemėlapyje buvo pažymėtos vietos, kuriose į Baltijos jūrą ir Kuršių marias įteka upės. Išeksportavus pasirinktų taškų chl-a koncentracijos reikšmes, pradėta daryti duomenų analizę. Buvo apskaičiuotos kiekvieno mėnesio taškų didžiausios ir mažiausios, vidutinės mėn.reikšmės, analizuota erdvinė ir laiko kaita pasirinktose vietovėse. Visi žemėlapiai vizualizuoti 150 dpi raiška, „ArcMap“ programa.



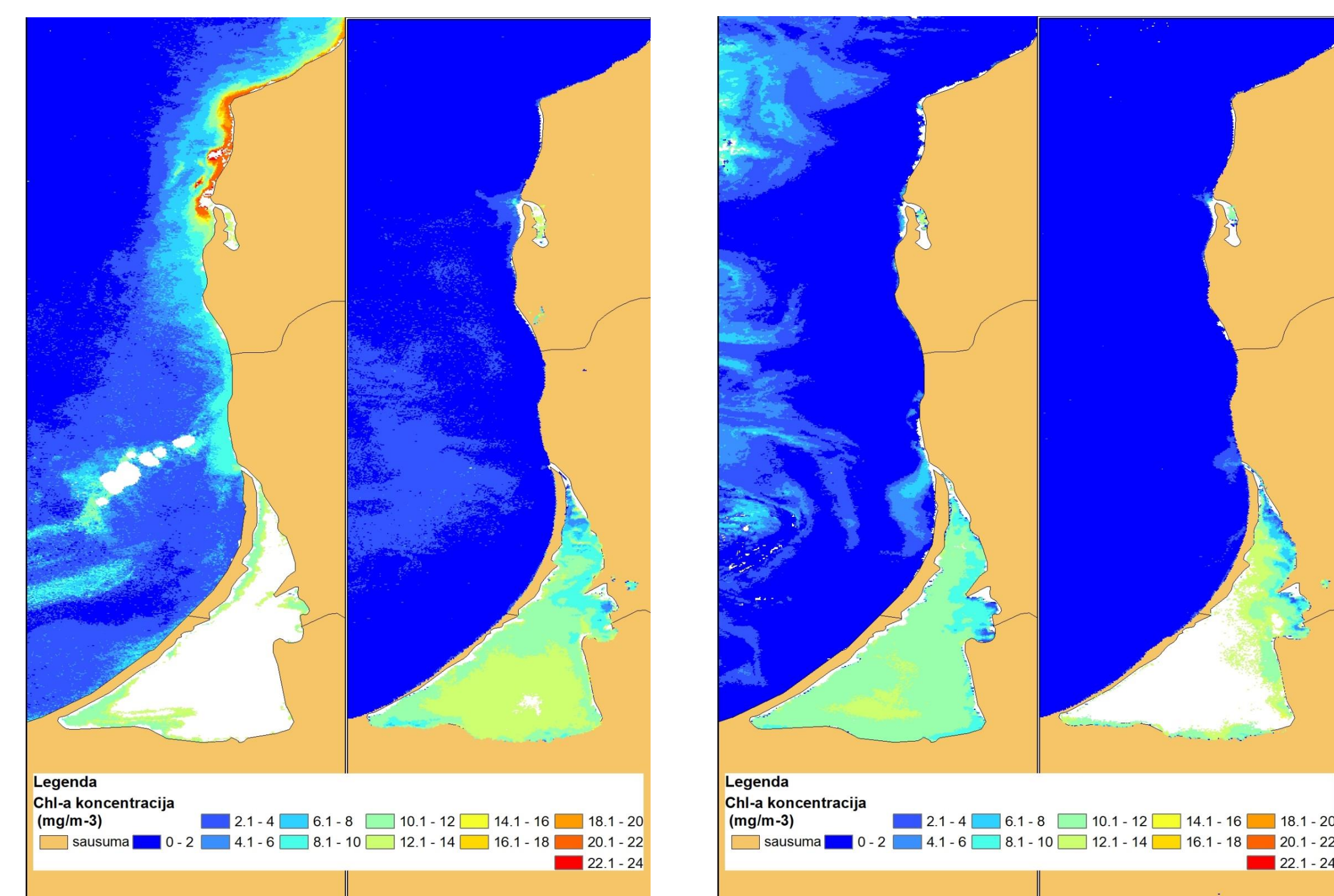
1 pav. Tyrimo vietos Baltijos jūros pietrytinėje dalyje ir pagrindinės į ją įtekančios upės ir kanalai (a-Liepojos uosto kanalas, b-Šventoji, c-Vilhelmo kanalas, d-Nemunas, e-Trostyanka)

Rezultatai

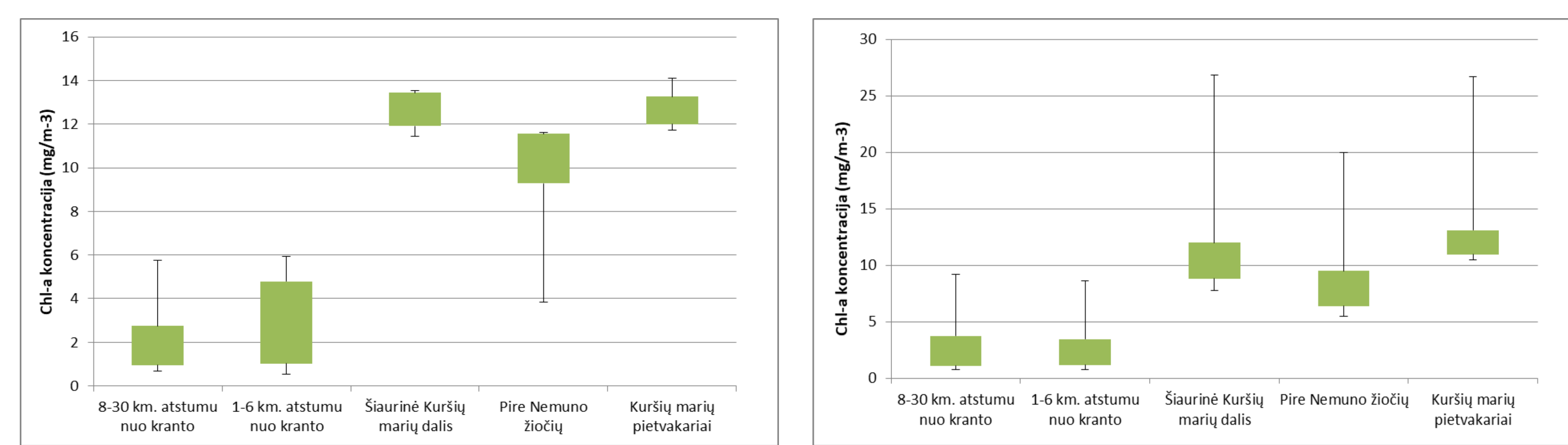
Analizuojant 2018 metų duomenis, pastebėta, jog chlorofilo-a reikšmės padidėja dviejų sezonų laikotarpiu – pavasario pradžioje ir vasaros gale. Visame tiriamajame regione vidutinės šio parametro reikšmės padidėja balandžio mėnesiais (3 pav.) Toliau nuo kranto (5,7 mg/m³) jos buvo mažesnės nei pakrančių zonoje (5,9 mg/m³) ar Kuršių mariose (12,0 mg/m³). Kuršių mariose dar didesnės chlorofilo-a koncentracijos pastebimos rugpjūtį (12,3 mg/m³), o liepą pasiekia didžiausią vidurkį – 13,1 mg/m³. Vienos didžiausių reikšmių šioje lagūnoje pastebimos šiaurinėje jos dalyje. Viso 2018 metų analizuojamo laikotarpio metu šioje dalyje chlorofilo-a koncentracija nebuvo fiksuota mažiau 11 mg/m³. Liepos mėnesio reikšmių vidurkis čia buvo 13,5 mg/m³, o rugpjūtį fiksuota didžiausia 2018 metų pikselio reikšmė – 15,2 mg/m³. Didžiausia chlorofilo-a koncentracija visose Kuršių mariose buvo pietvakarinėje dalyje. Metinis reikšmių vidurkis buvo 12,5 mg/m³, o reikšmės visais mėnesiais svyravo tarp 11 ir 14,1 mg/m³. Didžiausios koncentracijos 2019 metais tiek nuo kranto (5,2 mg/m³), tiek arčiau jo (8,7 mg/m³) buvo kovo mėnesį (4 pav.). Taip pat šį mėnesį, prie Liepojos uosto (17 taškas) fiksuota didžiausia viso tiriamojo laikotarpio reikšmė – 21,0 mg/m³. Aukštos chlorofilo-a reikšmės Kuršių mariose vyrauja visais analizuotais mėnesiais. Čia kovo mėnesio reikšmių vidurkis yra 11,0 mg/m³, o didžiausias 11,3 mg/m³ – rugpjūčio mėnesį. Aukščiausias reikšmių vidurkis šiaurinėje jų dalyje buvo fiksuotas birželio mėnesį (14,8 mg/m³). Kovo mėnesį prie Nemuno žiočių (74-79 taškai) buvo aukštesnis reikšmių vidurkis, nei šiaurinėje jų dalyje. To priežastis galėjo būti Nemuno pavasarinis nuotėkis. Kaip ir 2018 m., pietvakarinėje Kuršių marių dalyje reikšmės buvo didesnės nei šiaurinėje. Čia balandžio ir birželio mėnesiais vidutinės chlorofilo-a koncentracijos reikšmės buvo 11,8 ir 12,2 mg/m³, atitinkamai. Kaip ir 2018 m., pietvakarinėje Kuršių marių dalyje reikšmės buvo didesnės nei šiaurinėje. Čia balandžio ir birželio mėnesiais vidutinės chlorofilo-a koncentracijos reikšmės buvo 11,8 ir 12,2 mg/m³, atitinkamai.



3 pav. Chl-a koncentracija Baltijos jūros pietrytinėje dalyje kovo-balandžio (kairėje) ir rugpjūčio-rugsėjo (dešinėje) mėn. 2018 metais



4 pav. Chl-a koncentracija Baltijos jūros pietrytinėje dalyje kovo-balandžio (kairėje) ir rugpjūčio-rugsėjo (dešinėje) mėn. 2019 metais



2 pav. Chl-a koncentracijos tikimybinės dežutės diagramos skirtingose Baltijos jūros dalyse kovo-balandžio mėnesiais 2018 (kairėje) ir 2019 (dešinėje) metais

Išvados

- Chl-a koncentracija abejais tiriamaisiais metais padidėjo 2 kartus per metus. Pavasario pradžioje, 2018 metais **kovo-balandžio**, 2019 – **kovo** mėn. ir vasaros pabaigoje, 2018 metais **rugpjūčio**, o 2019 – **liepos** mėnesiais.
- Didžiausios vidutinės reikšmės fiksuotos **Kuršių mariose**. Didžiausia vidutinė koncentracija 2018 metais buvo **rugpjūtį (12,8 mg/m³)**, o 2019 – **birželį (12,6 mg/m³)**.
- Pačiose Kuršių mariose didžiausios vidutinės reikšmės fiksuotos **pietvakarinėje** dalyje, prie Trostyankos žiočių. 2018 metų **birželio (13,0 mg/m³)** ir 2019 metų **rugsėjo (13,6 mg/m³)** mėnesiais.
- Aukščiausia fiksuota **pikselio reikšmė** tyrime buvo 17 taške (**21,0 mg/m³**), prie Liepojos uosto.
- Chl-a koncentracija priekrantės zonoje tirtuose taškuose (1-6 km. atstumu nuo kranto) didesnė nei taškuose, esančiuose toliau jūroje (8-30 km. atstumu nuo kranto).

Literatūros sąrašas

- Daniel J. C., Hans P., Robert W. H., Boesch D., Seitzinger S., Havens K., CHRISTIANE Lancelot Ch., Likens G. 2009. Controlling Eutrophication: Nitrogen and Phosphorus. Science 20 feb. 1014-1015
- Mishra D. R., Ogashawara I., Gitelson A. A. 2017. Bio-optical Modeling and Remote Sensing of Inland Waters Elsevier
- Wozniak M., Katarzyna M., Bradtke K. 2014. Comparison of satellite chlorophyll a algorithms for the Baltic Sea," J. Appl. Rem. Sens. 8(1) 083605