



VILNIAUS UNIVERSITETAS
CHEMIJOS IR GEOMOKSLŲ FAKULTETAS
GEOMOKSLŲ INSTITUTAS
GEOGRAFIJOS IR KRAŠTOTVARKOS KATEDRA

GABIJA KAŽUKAUSKAITĖ

Studijų programa Geografija
Bakalauro baigiamasis darbas

**RAUKŠLĖTALAPIO ERŠKĖČIO (*ROSA RUGOSA*) PLITIMO
ERDVINIAI DĖSNINGUMAI NAGLIŲ GAMTINIAME
REZERVATE**

Darbo vadovė
Doc. dr. Rasa Šimanauskienė

Vilnius, 2026



**VILNIUS UNIVERSITY
FACULTY OF CHEMISTRY AND GEOSCIENCES
INSTITUTE OF GEOSCIENCES
DEPARTMENT OF GEOGRAPHY AND LAND MANAGEMENT**

GABIJA KAŽUKAUSKAITĖ

Geography programme
Bachelor thesis

**SPATIAL DISTRIBUTION PATTERNS OF *ROSA RUGOSA* IN THE
NAGLIAI NATURE RESERVE**

Scientific advisor
Doc. dr. Rasa Šimanauskienė

Vilnius, 2026

SANTRUMPŲ SĄRAŠAS

SANTRUMPA	REIKŠMĖ (angl.)	REIKŠMĖ (liet.)
NP	Number of patches	Fragmentų skaičius
EB	European Community	Europos Bendrija
ANN	Average Nearest Neighbor	Vidutinis artimiausio kaimyno indeksas
LPI	Largest Patch Index	Didžiausio fragmento indeksas
SI	Shape Index	Vingiuotumo (formos) indeksas
UAV	Unmanned Aerial Vehicle	Bepilotis orlaivis
ES	European Union	Europos Sąjunga
KNNP	Curonian Spit National Park	Kuršių nerijos nacionalinis parkas
PD	Patch Density	Fragmentų tankis

TURINYS

ĮVADAS	5
1. LITERATŪROS APŽVALGA	7
1.1 Raukšlėtalapio erškėčio ekologiniai tyrimai	7
1.2 <i>Rosa rugosa</i> erdvinio pasiskirstymo tyrimo metodai	8
2. TYRIMO METODAI.....	11
2.1 Tyrimo teritorija	11
2.2 Darbo rengimo metodika.....	12
2.3 <i>Rosa rugosa</i> plitimo erdvinių dėšningumų vertinimo metodika	14
2.3.1 <i>Rosa rugosa</i> skaitmeninimas	14
2.3.2. Kraštovaizdžio indeksų analizė	15
3. REZULTATAI.....	18
3.1 Europos Bendrijos svarbos natūralių buveinių analizė Naglių gamtiniame rezervate.....	18
3.2.1 Erdviniai dėšningumai 2013-2021 m. Naglių gamtiniame rezervate	20
3.2.2 <i>Rosa rugosa</i> erdviniai dėšningumai EB svarbos buveinėse 2013-2021 m.....	22
3.3 Veiksnių, lemiančių <i>Rosa rugosa</i> plitimą, analizė.....	25
3.3.1 Atstumo nuo vandens analizė	25
3.3.2 Aukštis virš jūros lygio	27
3.3.3 Meteorologinių rodiklių analizė	29
IŠVADOS	31
NAUDOTA LITERATŪRA.....	32
SANTRAUKA.....	35
SUMMARY	36
PRIEDAI.....	37
1 priedas.....	38
2 priedas	40
3 priedas.....	41
4 priedas.....	42
5 priedas.....	43

IVADAS

Temos aktualumas. Svetimžemė rūšis – rūšis, kuri tam tikroje teritorijoje atsirado dėl tiesioginės arba netiesioginės žmonių veiklos arba į tą teritoriją pateko savaime iš kitų regionų, kuriuose ji yra svetimžemė (Gudžinskas, 2023). Invazinė rūšis - natūralizavusi svetimžemė rūšis, kuri sparčiai dauginasi, greitai plinta, užima dideles teritorijas ir daro neigiamą poveikį vietinėms rūšims, ekosistemoms, ekonomikai ir (arba) žmonių sveikatai (Gudžinskas, 2023). Tokios rūšys yra dažnai įvardijamos kaip viena pagrindinių grėsmių augalų bioįvairovei visame pasaulyje (Kaushik ir kt., 2022), kadangi dažnai pasižymi efektyvesniu resursų įsisavinimu nei vietinė flora, o tai lemia jų ekologinį pranašumą ir sėkmingą natūralizaciją naujose buveinėse (Sesay ir kt., 2024). Aplinkos sąlygos, kurios turi įtakos invazinių rūšių įsitvirtinimui ir plitimui - kraštovaizdžio struktūra, buveinės sąlygos, klimatas, bei tai, kiek augalų ir kaip dažnai jų pateko į naują teritoriją (Sesay ir kt., 2024). Šių veiksnių sąveika yra ypač palanki invazijoms pajūrio kopų ekosistemose, kadangi jos pasižymi atviru smėlio paviršiumi, skurdžia vietine augalija, nuolatinio vėjo ir bangų trikdymu bei sezoniniu nestabilumu, o tai palankią terpę invazinėms rūšims plisti.

Viena tokių rūšių, sparčiai plintančių Europos pakrantėse, yra raukšlėtalapis erškėtis (*Rosa rugosa*). XIX a. ši rūšis buvo pakartotinai įvežama į Šiaurės Europą, dėl to vėliau gavo invazinės rūšies statusą - šiuo metu ji daugiausiai plinta nepažeistose pajūrio kopose palei Atlanto vandenyno, Baltijos ir Šiaurės jūrų pakrantes (Helsen ir kt., 2021). Manoma, kad Lietuvoje ši rūšis pradėta auginti XIX a. pabaigoje arba XX a. pradžioje, o labiausiai paplito XX a. antrojoje pusėje, kai buvo naudojami šlaitams apželdinti ir pajūrio smėlynams sutvirtinti (Gudžinskas, 2023). Šiuo metu, *Rosa rugosa* yra aptinkama visoje šalyje atvirose, sausų dirvožemių buveinėse, labai dažnai aptinkama būtent pajūrio kopose, o Kuršių nerijoje aptinkama visoje teritorijoje (Kuršių nerijos nacionalinio parko direkcija, 2025). Kuršių nerija pasižymi turtinga gamtos ir kultūros vertybių įvairove ir yra vienas įspūdingiausių žmogaus ir gamtos bendros kūrybos pavyzdžių Europoje, tačiau klimato kaita ir intensyvėjanti žmogaus veikla kelia nuolatinį pavojų šiam jautriam kraštovaizdžiui (Lietuvos nacionalinė UNESCO komisija, 2026). Kuršių nerijos, kaip UNESCO pasaulio paveldo teritorijos, pažeidžiamumo klimato kaitai vertinime, invazinių rūšių plitimas įvardytas kaip vienas iš veiksnių, didinančių teritorijos pažeidžiamumą, o jų stebėsenos stiprinimas išskirtas kaip prioritentinė tolimesnių tyrimų kryptis (Heron ir kt., 2025).

Naglių gamtinis rezervatas, esantis Kuršių nerijoje tarp Juodkrantės ir Preilos gyvenviečių, yra priskirtas griežtos apsaugos zonai (KNNP, 2022), todėl ūkinė veikla ir kiti tiesiogiai susiję antropogeniniai veiksniai, galintys skatinti *Rosa rugosa* plitimą, yra riboti. Tai rodo, kad šiame rezervate rūšies plitimas atspindi, visų pirma, gamtinių veiksnių įtaką, kurių poveikį yra svarbu suprasti, siekiant efektyvaus rūšies valdymo. Šio supratimo poreikis ypač išryškėja vertinant rūšies reguliavimo perspektyvas.

Nuo 2022 m. Naglių gamtiniame rezervate pradėtos taikyti *Rosa rugosa* reguliavimo priemonės (KNNP direkcija, 2022). Vis dėlto, šios rūšies sąžalynų naikinimas yra ilgalaikis procesas, galintis trukti kelerius ar net keliolika metų, o pradėtas naikinimas negali būti nutrauktas tol, kol keleri metai iš eilės neišauga nė vienas naujas ūglis (Gudžinskas, 2023). Tai reiškia, kad efektyvus rūšies valdymas reikalauja ne tik nuoseklaus naikinimo ilgalaikėje perspektyvoje, bet ir gilesnio plitimo dėsningumų supratimo - ypač griežtai saugomoje, išskirtinai gamtinių procesų veikiamoje teritorijoje.

Tyrimo naujumas. Lietuvoje *Rosa rugosa* plitimo erdviniai dėsningumai iki šiol nebuvo nagrinėti taikant kraštovaizdžio indeksų metodiką, todėl šis darbas prisideda prie esamos žinių

spragos užpildymo. Pasirinktas 2013-2021 m. tyrimo laikotarpis apima būklę iki reguliavimo priemonių pradžios, todėl gauti rezultatai gali būti naudingi kaip atskaitos taškas vertinant tolesnius rūšies plitimo pokyčius bei valdymo priemonių efektyvumą. Tema yra aktuali ir tarptautiniu mastu - šiuo metu (2024-2030 m.) yra įgyvendinamas LIFE for Dunes PL projektas, apimantis Lenkijos, Vokietijos ir Lietuvos Baltijos pakrantės teritorijas, kurio vienas iš pagrindinių uždavinių yra invazinių augalų rūšių kontrolė Natura 2000 tinklo saugomose dalyse (Jūros tyrimų institutas, 2026). Projekto įgyvendinime kaip asocijuotas partneris dalyvauja Kuršių nerijos nacionalinio parko direkcija, todėl šio darbo rezultatai galėtų papildyti Lietuvoje vykdomą stebėseną ar prisidėti, o metodika - prie kitų krūminių invazinių rūšių stebėjimų.

Tyrimo objektas - Raukšlėtalapio erškėčio (*Rosa rugosa*) paplitimo teritorijos Naglių gamtiniame rezervate.

Tyrimo tikslas - prisidėti prie raukšlėtalapio erškėčio (*Rosa rugosa*) reguliavimo tobulinimo Naglių gamtiniame rezervate.

Uždaviniai:

- 1) Apžvelgti atliktus mokslinius tyrimus šio darbo tema;
- 2) Apibūdinti Europos Bendrijos svarbos buveinių pasiskirstymą Naglių gamtiniame rezervate;
- 3) Išanalizuoti *Rosa rugosa* erdvinių dėšningumų kaitą Naglių gamtiniame rezervate 2013-2021 m. laikotarpiu;
- 4) Įvertinti abiotinių veiksnių įtaką *Rosa rugosa* plitimui.

Darbo struktūra. Darbą sudaro trys pagrindinės dalys. Pirmojoje - literatūros apžvalgoje - aptariama *Rosa rugosa* ekologija, plitimo dėšningumai bei tyrimo metodų taikymas invazinių rūšių plitimui vertinti. Antrojoje dalyje - metodologijoje - aprašoma tyrimo vieta, naudoti duomenys, kartografovimo ir skaitmeninimo metodika, kraštovaizdžio metrikų analizė bei veiksnių analizės metodika. Trečiojoje dalyje - rezultatuose - pateikiama Naglių gamtinio rezervato buveinių analizė, *Rosa rugosa* erdvinių dėšningumų kaitos įvertinimas 2013–2021 m. laikotarpiu tiek rezervate, tiek atskirose ES svarbos buveinėse bei abiotinių veiksnių, lemiančių erškėčio paplitimą, analizė.

Dirbtinio intelekto naudojimo deklaracija: Rengiant šį baigiamąjį darbą buvo naudojami dirbtinio intelekto įrankiai (Elicit, Claude) literatūros šaltinių paieškai ir teksto redagavimui. DI buvo naudojamas kaip pagalbinis įrankis, tačiau visos pagrindinės idėjos, tyrimo koncepcija, empirinių duomenų rinkimas, analizė ir išvados yra asmeninis indėlis.

Padėka. Darbo autorė dėkoja darbo vadovei doc. dr. Rasai Šimanauskienei už nuolatinę pagalbą, vertingas įžvalgas ir palaikymą viso darbo rengimo metu. Taip pat autorė dėkoja Kuršių nerijos nacionalinio parko direkcijos specialistams už suteiktus erdvinius duomenis ir šios įstaigos ekologui Žygmantui Valiuškai už susitikimą bei konsultacijas.

1. LITERATŪROS APŽVALGA

1.1 Raukšlėtalapio erškėčio ekologiniai tyrimai

Rosa rugosa, dar vadinama raukšlėtalapiu erškėčiu arba japoniška rože, yra daugiametis *Rosaceae* šeimos krūmas, kilęs iš vidutinio ir šalto klimato Rytų Azijos pakrančių zonų. Natūralus šios rūšies arealas apima šiaurės Japoniją (Hokaido ir Honšiu salas), Korėjos pusiasalį, šiaurės rytų Kiniją ir Rusijos Tolimuosius Rytus (Ribotta ir kt., 2021). Dažniausiai auga pajūrio buveinėse, sausuose šlaituose, žvirgždynuose bei pievose (Gudžinskas, 2023). Natūraliame areale *Rosa rugosa* yra saugoma rūšis: Kinijoje ji įrašyta į Raudonąją knygą, o Japonijoje - į pažeidžiamų rūšių sąrašą, dėl sparčiai mažėjančių populiacijų, kurių nykimą lemia pramoninė plėtra, turizmas ir buveinių degradacija (Woch ir kt., 2023).

Europoje *Rosa rugosa* pradėta auginti 1860 m., o labiausiai paplito XX a. pradžioje, kai daugelyje šalių ją imta sodinti gėlynuose ir parkuose, auginti dėl daug vitaminų turinčių vaisių ir naudoti kopoms apželdinti (Gudžinskas, 2023). Šiandien rūšis yra laikoma invazine Baltijos ir Šiaurės jūros pakrančių šalyse - Belgijoje, Danijoje, Estijoje, Suomijoje, Vokietijoje, Latvijoje, Lietuvoje, Nyderlanduose, Norvegijoje ir Švedijoje (Ribotta ir kt., 2021). Kaip svetimžemiai arba invaziniai augalai jie taip pat plinta Šiaurės Amerikoje ir kai kuriuose Azijos regionuose (Gudžinskas, 2023).

Šios rūšies invazinio plitimo „sėkmę“ lemia išskirtinis gebėjimas prisitaikyti prie įvairių aplinkos sąlygų: *Rosa rugosa* toleruoja sausrą, druskingumą, smėlio užpustymą bei mechaninius pažeidimus (Garbary ir kt., 2013). Tolimesnį rūšies plitimą skatina tiek biotiniai veiksniai (paukščiai, žinduoliai, kurie perneša sėklas), tiek abiotiniai (jūrų srovėmis ir bangomis) (Garbary ir kt., 2013). Rūšies vaisiai gali plūduriuoti vandenyje iki 40 savaičių, užtikrindami plitimą tolimesniais atstumais (Kunttu ir kt., 2024).

Pajūrio kopos, kuriose *Rosa rugosa* plinta ypač aktyviai, yra vienas vertingiausių buveinių tipų Europoje - jose gyvena daug retų augalų ir gyvūnų rūšių, svarbių regioniniu mastu, o pagal ES buveinių direktyvą 92/43/EEB jos laikomos prioritetiniu buveinių tipu (Isermann, 2008). Šiaurės Europoje *Rosa rugosa* kolonizuoja visą kopų spektrą - baltąsias, pilkąsias bei rudąsias kopas, pasižymėdama dideliu gebėjimu prisitaikyti prie skirtingų aplinkos sąlygų (Ribotta ir kt., 2021). Isermann (2008) tyrimas atliktas Vokietijos Šiaurės jūros salų kopų bendrijose, atskleidė, kad didėjant *Rosa rugosa* dangai, mažėja bendras augalų rūšių skaičius visų tipų kopų buveinėse, tačiau kaip labiausiai paveiktos išskirtos pilkosios kopos. Reikšmingą bioįvairovės skurdėjimą invazijos paveiktose teritorijose liudija ir Shannon rūšių įvairovės indekso skaičiavimai *Rosa rugosa* krūmynuose – šio indekso vertės buvo ženkliai mažesnės nei kitų tipų kopų buveinėse (Isermann, 2008). Vis dėlto Helsen ir kt. (2021) nustatė, kad *Rosa rugosa* invazija neturėjo esminės įtakos rūšių gausai, tačiau lėmė giluminius jų struktūros pokyčius. Tai rodo, kad invazijos poveikis biologinei įvairovei yra nevienalytis ir priklauso nuo konkrečios buveinės bei tyrimo konteksto.

Woch ir kt. (2023), tyrę *Rosa rugosa* poveikį Baltijos pakrantės kopų bendrijose Helio nerijoje (Lenkija), nustatė, kad invazijos poveikis skiriasi priklausomai nuo buveinės tipo. Baltosiose kopose erškėtis tiesiogiai išstūmė daugumą vietinių rūšių - augalų danga vietose, kuriose auga *Rosa rugosa*, buvo beveik keturis kartus mažesnė nei vietose, kuriose šio augalo nėra - rūšių skaičius sumažėjo nuo vidutiniškai 9,4 iki 6,7 rūšių tiriamame plote (Woch ir kt., 2023). Dirvožemio savybės baltosiose kopose beveik nepakito, todėl daroma išvada, kad poveikis vietinei augalijai pasireiškia tiesiogiai - užimant erdvę ir uždengiant kitus augalus nuo saulės šviesos (Woch ir kt., 2023). Tuo tarpu, pilkosiose kopose - priešingai, *Rosa rugosa* nesumažino rūšių skaičiaus,

tačiau pakeitė sudėtį - dominuojančias kopų žolines bendrijas pakeitė miško pakraščiai būdingos rūšys, taip pat, pažymima, kad organinio sluoksnio storis po erškėčių sąžalynais padvigubėjo, tad autorių išvada - *Rosa rugosa* pilkosiose kopose veikia kaip ekosistemos transformatorius, spartinantis sukcesiją miško kryptimi (Woch ir kt., 2023).

Anot tyrėjų Europoje (Helsen ir kt., 2021; Zhang ir kt., 2018) *Rosa rugosa* konkuruoja su vietinėmis rūšimis žymiai efektyviau nei savo natūraliame areale. Helsen ir kt. (2021) nustatė, kad rūšies ir vietinių augalų funkcinės savybių sutapimas invazijos paveiktoje teritorijoje Belgijoje siekė tik 40% palyginti su 92% vietinėse bendrijose Japonijoje. Ši konkurencinį pranašumą kiekybiškai patvirtina ir Zhang ir kt., (2018) duomenys: lyginant *Rosa rugosa* augimo ir reprodukcinis rodiklius Šiaurės Vakarų Europos ir vietinėse Kinijos populiacijose, nustatyta, kad invazinės populiacijos pranoko vietines 2-4 kartus pagal krūmo dydį, dangą ir sėklų produkciją.

Invazijos ekologinis poveikis neapsiriboja augalinės dangos lygmeniu. Grzes ir kt. (2021) nustatė, kad tanki *Rosa rugosa* paklotė didina dirvožemio drėgmę, todėl kopų ekosistemoms būdingos skruzdžių rūšys buvo išstumiamos drėgmei atsparesnių rūšių.

Kunttu ir kt. (2024) atliko pirmąją sistemingą *Rosa rugosa* paplitimo inventorizaciją Alandų salų Baltijos jūros pakrantėse Suomijoje, dokumentuodami 57 fragmentų vietą, plotą ir buveinės tipą. Tyrimas atskleidė ryškią erdvinę tendenciją - 76% fragmentų aptikta pietinėse salų pakrantėse, kas sietina su hidrochoriniu (vandeniu) plitimu (Kunttu ir kt., 2024). Taip pat, pasak With (2002), invazinių rūšių fragmentai dažniau sudaro erdviškai pasiskirsčiusias populiacijas, kurios yra vadinamos *nascent foci* - jos auga ir susijungia, kas galėtų paaiškinti mozaikišką *Rosa rugosa* paplitimo pobūdį pakrantės buveinėse.

Taigi, *Rosa rugosa* ekologiniai tyrimai daugiausia koncentruojasi Baltijos ir Šiaurės jūrų pakrančių šalyse (ypač Vokietijoje, Lenkijoje bei Suomijoje), kur didžiausias dėmesys skiriamas šios rūšies konkurencinio pranašumo ir erdvinio paplitimo analizei. Mokslininkų darbuose išryškėja dėsningumas, kad invazijos poveikis yra nevienalytis ir aiškiai diferencijuotas priklausomai nuo konkretaus kopų buveinės tipo bei vietos ekologinių sąlygų.

1.2 *Rosa rugosa* erdvinio pasiskirstymo tyrimo metodai

Invazinių rūšių stebėsenai taikomi įvairūs nuotolinio stebėjimo metodai - palydoviniai vaizdai, UAV ir aerofotografiniai duomenys - visi jie skiriasi erdviu tikslumu, kaina ir tinkamumu skirtingo masto tyrimams. Sladonja ir kt. (2021) teigia, kad nemokamų palydovų (pvz.: MODIS) erdvinė skiriamoji geba dažnai yra nepakankama smulkių invazinių augalų fragmentų identifikavimui; aukštos skiriamosios gebos palydovai (pvz.: Pleiades, WorldView) yra brangūs ir priklauso nuo debesuotumo; UAV pasižymi aukštu tikslumu, tačiau tinka tik nedideliems plotams tirti. Villalobos Perna ir kt. (2023) sisteminėje literatūros apžvalgoje, apimančioje 68 tyrimus, nustatė, kad nuotolinio stebėjimo metodų taikymas invazinių augalų kartografavimui pakrančių ekosistemose sparčiai augo nuo 2015 m. Autoriai pabrėžia, kad pakrantės buveinių siaurumas ir mozaikiškas pobūdis reikalauja itin aukštos erdvinės skiriamosios gebos duomenų, nes invaziniai augalai dažnai sudaro nedidelius fragmentus tarp atvirų plotų.

Smulkaus masto invazinių augalų aptikimui būtini vaizdai, kurių pikselio dydis yra mažesnis nei 10 m, nes žemesnės skiriamosios gebos duomenys yra veiksmingi tik tada, kai fragmentai yra pakankamai dideli (Alvarez-Taboada ir kt., 2017). Šią ribą papildė Meyer ir kt. (2024), kad mažėjant vaizdo skiriamajai gebai nuo 2,5 iki 10 cm/pikselį, invazinių rūšių fragmentų plotas negali būti nuosekliai įvertintas - ypač jų pakraščiuose.

Boardman ir Smith (2016), taikydami ortofoto skaitmeninimo ir GIS analizės metodą, sėkmingai atskleidė invazijos erdvinius dėsningumus 24 metų laikotarpyje. Kollmann ir kt. (2009) šį metodą išplėtojo, sukurdami sistemingą *Rosa rugosa* invazijos rekonstravimo ir prognozavimo metodiką Šiaurės Vakarų Danijos kopose (2354 ha). Tyrimo metu naudota penkių laikotarpių aerofoto ir ortofoto serija (1986, 1999, 2002, 2004, 2006), kurios skiriamoji geba siekė 25-58 cm/pikselį. Kartu buvo derinami GPS kartografavimas ir GIS modeliavimas. Remiantis fragmentų ploto pokyčiais tarp nuotraukų serijų, apskaičiuotas vidutinis vegetatyvinio plitimo greitis - 0,42 m per metus, atitinkantis 16,4% metinį ploto prieaugį. Remiantis šio tyrimo duomenimis, 2004 m. *Rosa rugosa* užėmė 0,33% tiriamos teritorijos - prognozuojama, kad be valdymo priemonių iki 2034 m. ji padengtų 3,9-9,5% ploto.

Jorgensen ir Kollmann (2009), GPS kartografavę 1321 *Rosa rugosa* fragmentą toje pačioje Šiaurės Vakarų Danijos kopų teritorijoje, analizuojant su ArcGIS 9.2 nustatė, kad fragmentų dydis skiriasi priklausomai nuo buveinės tipo - pilkosiose kopose fragmentai buvo mažesni nei baltosiose ar rudosiose kopose, o tai sietina su skirtingomis dirvožemio savybėmis ir konkurencingumu. 75% visų fragmentų aptikta per 257 m nuo kranto linijos, kas patvirtino hidrochorinės sklaidos įtaką erdviniam pasiskirstymui.

Bergamo ir kt. (2023) tyrė *Rosa rugosa* paplitimą septyniose Estijos pakrantės vietovėse, derinant bepiločiu orlaiviu rinktus RGB vaizdus su daugiaspektriniais PlanetScope palydoviniais vaizdais (3,125 m/pikselį). Tyrimo rezultatai parodė, kad *Rosa rugosa* krūmynai daugiausia formuojasi viršutinėje pakrantės dalyje, prie miško pakraščio, o invazijos laipsnis skirtingose vietovėse ženkliai skiriasi - nuo tankių, vietinę žolinę augmeniją slopinančių krūmynų iki pavienių, mozaikiškai išsibarsčiusių krūmų. Autoriai nustatė, kad tankiems, monokultūriniais *Rosa rugosa* krūmynams būdingas homogeniškesnis spektrinis parašas, palyginti su kitais augmenijos tipais, kas palengvina jų identifikavimą nuotoliniais metodais. Svarbu tai, kad RGB pagrįsti metodai pasiekė panašų kartografavimo tikslumą kaip brangesniais multispektriniais jutikliais pagrįsti sprendimai, o tai patvirtina ekonomiškai efektyvių įrankių tinkamumą aplinkos apsaugos institucijoms, dažnai turinčioms ribotus išteklius. Tyrimas taip pat atskleidė, kad ne tik spektriniai duomenys, bet ir topografiniai kintamieji - atstumas iki kranto ir aukštis virš jūros lygio - reikšmingai lemia *Rosa rugosa* erdvinį pasiskirstymą. Vis dėlto šis tyrimas apėmė tik vieno laikotarpio duomenis, todėl invazijos dinamika laikui bėgant liko neįvertinta.

Kraštovaizdžio indeksų taikymas invazinių rūšių erdviniam pasiskirstymui analizuoti reikalauja metodologiškai pagrįsto rodiklių pasirinkimo. Wang ir kt. (2014), įvertinę 64 klasės lygio erdvinės struktūros indeksus naudojant 89 100 simuliuotų ir 713 realių kraštovaizdžių, nustatė, kad daugelis plačiai taikomų rodiklių yra glaudžiai susiję su buveinės gausa, o ne su tikrąja erdvine struktūra, todėl jų taikymas fragmentacijos matavimui yra ribotas. Autoriai argumentuoja, kad tinkamas klasės lygio indeksas turi (1) gebėti atskirti kraštovaizdžius skirtingų erdvinės agregacijos lygių atžvilgiu ir (2) nepriklausyti nuo buveinės užimamo ploto. Remiantis šiais kriterijais, tokie indeksai kaip fragmentų tankis (PD), didžiausio fragmento indeksas (LPI), vidutinis artimiausio kaimyno atstumas (ENN) ir formos indeksas (LSI) priskiriami grupėms, kurių reikšmės priklauso nuo bendro klasės dydžio (Wang ir kt., 2014). Tačiau autoriai pabrėžia, kad šie rodikliai išlieka tinkami statiniam kraštovaizdžio struktūros aprašymui bei pokyčių fiksavimui skirtingais laikotarpiais, kai tikslas nėra atskirti rūšies užimamo ploto ir fragmentacijos efektų. Lietuvoje tokio pobūdžio ir tematikos tyrimai nebuvo atlikti, tačiau, šiuo metu, yra vykdomas ES finansuojamas projektas Life for DUNES PL, kurio metu yra išbandomi mišraus metodo - palydovinių bei UAE duomenų kombinacija, siekiant atpažinti ir įvertinti invazinių rūšių paplitimą bei būklę Kuršių nerijoje (Jūros tyrimų institutas, 2026).

Taigi, galima daryti išvadą, kad *Rosa rugosa* tyrimuose vyrauja kombinuoti nuotolinių tyrimų bei lauko tyrimų metu atliekamos inventorizacijos metodai, tačiau išvelgiama auganti perspektyva ir aktualumas vien nuotolinių žemės stebėjimo tyrimų, naudojant aukštą skiriamąją gebą turinčius palydovus bei UAE. Vis dėlto, aukštos skiriamosios gebos palydovai vis dar yra sunkiai prieinami institucijoms, atliekančioms tyrimus.

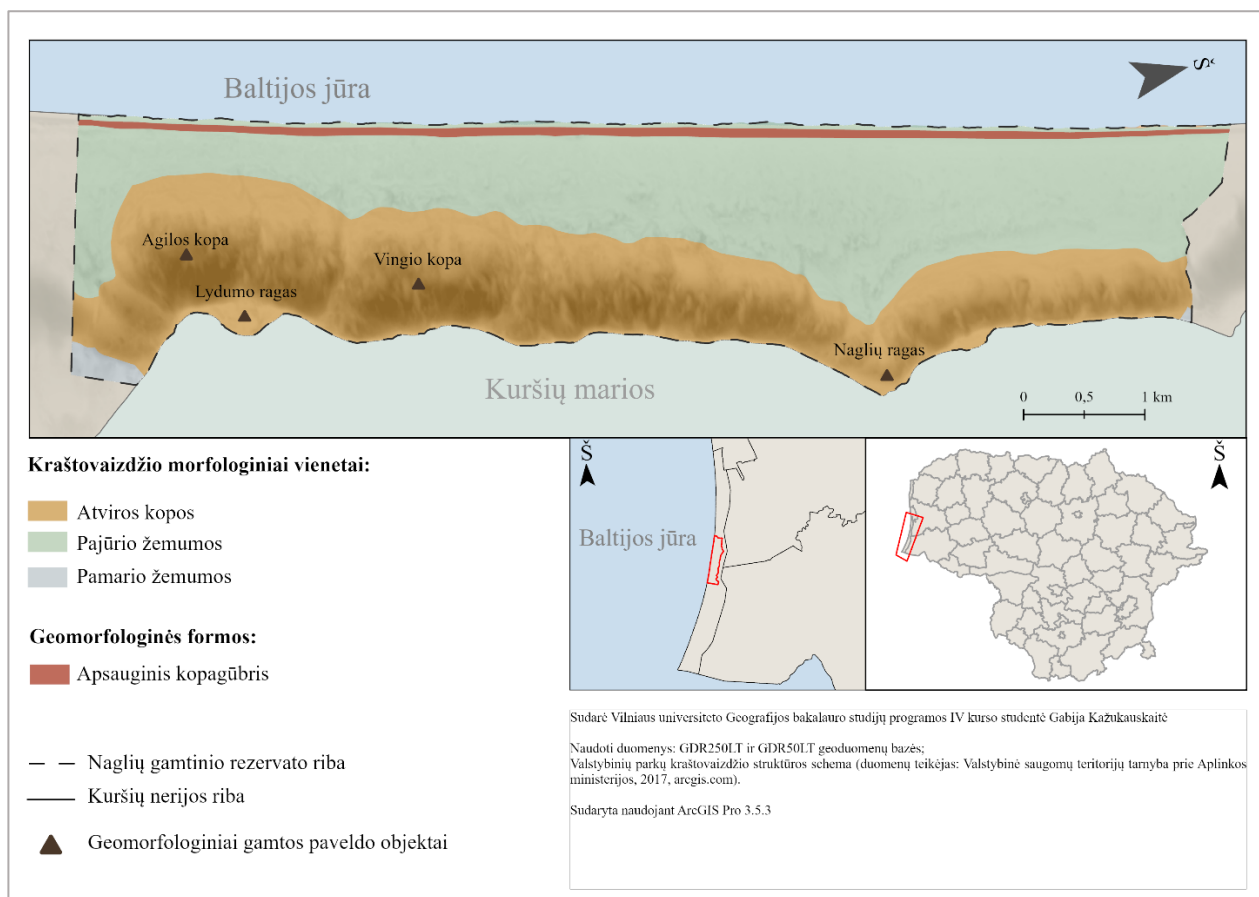
2. TYRIMO METODAI

2.1 Tyrimo teritorija

Pasirinkta teritorija šiam tyrimui - Naglių gamtinis rezervatas, esantis vakarinėje Lietuvos dalyje, Kuršių nerijoje. Šis rezervatas yra Kuršių nerijos nacionalinio parko dalis - griežtai saugoma teritorija, kuri skirta išsaugoti unikalų Naglių kraštovaizdžio apylinkės gamtinį kompleksą (KNNP, 2025) - toks apsaugos režimas eliminuoja tiesioginį antropogeninį poveikį kaip galimą plitimo veiksnį. Rezervato plotas - 1669, 01 ha ir tęsiasi 9 kilometrus iš šiaurės į pietus tarp Juodkrantės ir Pervalkos (KNNP, 2025). Vakarinėje rezervato dalyje driekiasi Baltijos jūros pakrantė, o rytinėje - Kuršių marių krantas.

Visa Kuršių nerija patenka į UNESCO globojamo Pasaulio paveldo sąrašą (įrašyta 2000 metais) (Kavaliauskas, 2011), tad teritorija pasižymi svarba ne tik Lietuvos, bet ir Europos mastu. Naglių gamtinis rezervatas taip pat patenka į Natura 2000 įsteigtą BAST (Buveinių apsaugai skirtos teritorijos) Kuršių nerija LTNER500 teritoriją, kuri išskiria dėl joje aptinkamų užuomazginių pustomų kopų (2110), baltųjų kopų (2120), pilkųjų kopų (2130), kopų varnauogynų (2140), kopų gluosnyų (2170), medžiais apaugusių pajūrio kopų (2180), drėgnų tarpkopių (2190), pajūrio smėlynų tyrulių buveinių (2320) (KNNP, 2025). Šios buveinės yra ypač jautrios invazinių rūšių plitimui. Pavyzdžiui, *Rosa rugosa*, kaip turinti tvirtą šaknų sistemą bei pasižyminti atsparumu rūšis, geba sėkmingai įsitvirtinti tiek atvirose smėlio buveinėse, tiek stabilizuotose kopose, kur išstumia natūralią augaliją ir sutrikdo sukcesijos eigą. Nors BAST teritorijoje yra išskiriamos aštuonios natūralių buveinių kategorijos, atliktoje tyrimų apžvalgoje, *Rosa rugosa* plitimo kontekste, išryškėjo dvi buveinės - baltosios ir pilkosios kopos, tad jos aktualiausios šiam tyrimui. Baltosios kopos, užimančios apsauginio kopagūbrio vakarinį šlaitą ir didžiojo kopagūbrio pustomų kopų ruožus, yra biraus, maisto medžiagomis neturtingo smėlio buveinės, kuriose įsitvirtinti gali tik stambūs, retakeriai, užpustymą ir nupustymą pakeliantys varpiniai augalai (Rašomavičius ir kt., 2001). Pilkųjų kopų buveinėse smėlio paviršių tvirtina kerpės ir samanės, sudarančios beveik ištisinę dangą (Rašomavičius ir kt., 2001). Tai lėtai atsinaujinančios bendrijos, kuriose invazinės rūšies atsiradimas ir plitimas gali turėti ilgalaikių pasekmių natūraliai augalijos struktūrai.

Naglių gamtinis rezervatas pasižymi mozaikiška geomorfologine sandara. Čia susitelkę atviri kupstuotieji kopagūbriai, pajūrio palvė, apsauginis kopagūbris ir pamario ragų žemumos (Valstybinė saugomų teritorijų tarnyba, 2019). Anot Kavaliausko (2011), Kuršių nerija priklauso kraštovaizdžio arealų grupei, kuri išskiria santykinę saugomų gamtos objektų gausa. Naglių gamtiniame rezervate yra saugomi šie geomorfologiniai objektai: Naglių ragas, Vingio kopa, Lydumo ragas bei Agilos kopa. Pagal Kuršių nerijos nacionalinio parko kraštovaizdžio struktūros schemą, rezervatas yra įvardijamas kaip Naglių kraštovaizdžio apylinkė, susidedanti iš dviejų kraštovaizdžio tipų: miškingos kauburiuotos pajūrio žemumos su apsauginiu kopagūbriu vakarinėje dalyje, bei atvirų gūbriškųjų kupstuotųjų Naglių kopų Didžiojo kopagūbrio su defliacinių kupstų prieškoje ir pamario ragų žemumos fragmentais rytinėje dalyje (Valstybinė saugomų teritorijų tarnyba, 2019)(1 pav.). Tokia sandara sudaro nevienodas sąlygas augimvietėse skirtinguose morfologiniuose vienetuose, kas suteikia galimybę analizuoti, kaip geomorfologiniai veiksniai lemia invazinės rūšies plitimo erdvinis dėsniumas. Pedologiniu požiūriu, rezervate esantys dirvožemiai atitinka paprastuosius smėlžemius (Volungevičius ir Kavaliauskas, 2009). Smėlingos ir maisto medžiagomis neturtingos nuogulos sudaro palankias sąlygas eoliniam procesams ir kartu invazinių rūšių įsitvirtinimui atvirose buveinėse.



1 pav. Tyrimo teritorijos padėtis, kraštovaizdis bei geomorfologija (sudarė autorė).

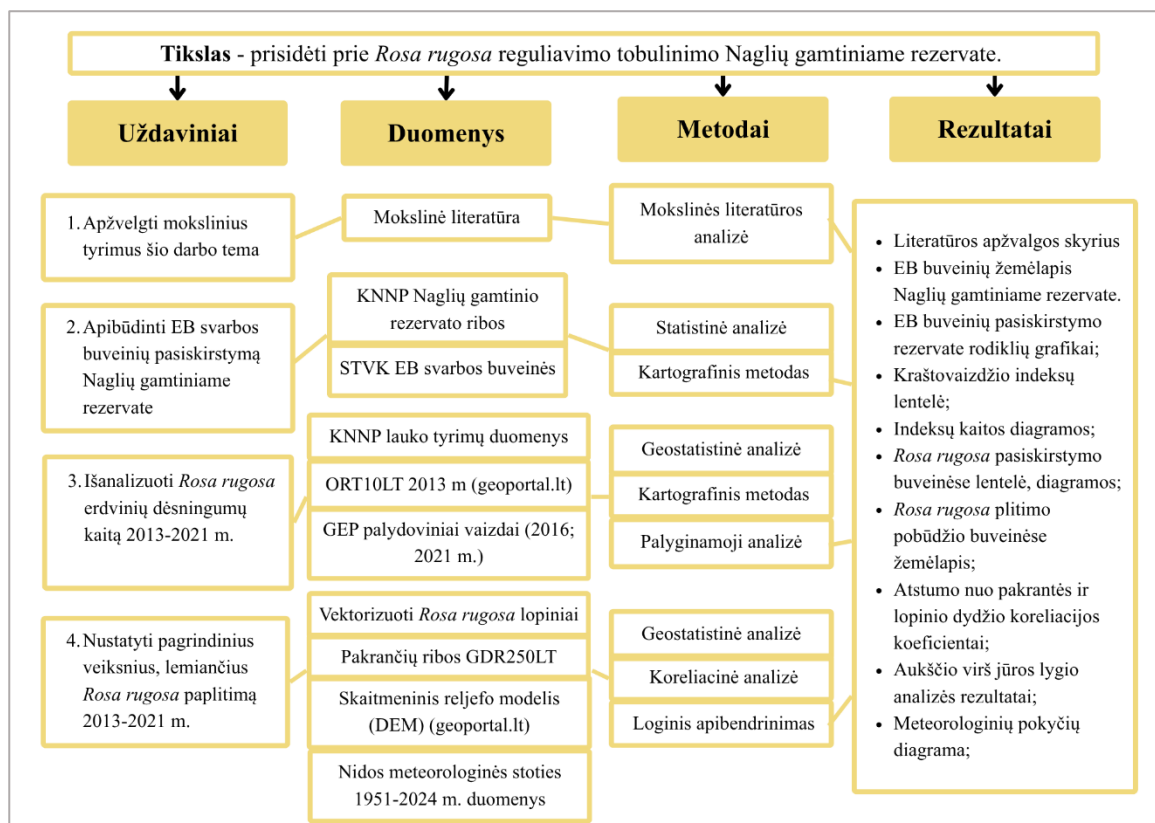
Pagal Lietuvos klimato rajonavimą, Naglių gamtinis rezervatas priklauso Pajūrio klimatiniam rajonui, Kuršių nerijos parajoniui (Galvonaitė ir kt., 2015). Teritorijai būdingi ryškūs jūrinio klimato bruožai: švelnios žiemos, šiltos vasaros, palyginti nedidelė metinė temperatūros amplitudė, didelė oro drėgmė, gausūs krituliai bei stiprūs vakarų ir pietvakarių vėjai (Galvonaitė ir kt., 2015). Pastaraisiais dešimtmečiais Kuršių nerijoje yra fiksuojami reikšmingi pokyčiai: 1951-2023 m. vidutinė metinė oro temperatūra Nidoje išaugo 2,7 °C, metinis kritulių kiekis padidėjo 173 mm, o Baltijos jūros lygis kyla beveik 5 mm per metus - daugiau nei 50 % sparčiau nei pasaulinis vidurkis (Heron ir kt., 2025). Sniego dangos mažėjimas silpnina natūralią kopų apsaugą nuo erozijos, o kylanti vidutinė temperatūra didina gaisrų riziką (Heron ir kt., 2025). Tarp papildomų veiksnių, kurie kartu su klimato kaita stiprina poveikį teritorijai, ypač išskiriama didėjanti rizika invazinių rūšių plitimui, o temperatūros pokyčių poveikis vertinamas kaip ekstremalus (Heron ir kt., 2025).

Atsižvelgiant į šios teritorijos charakteristiką - griežtą apsaugos režimą, išskirtinę buveinių įvairovę, nevienalytę geomorfologinę bei kraštovaizdžio sandarą ir klimato kaitos sukeltą didėjančią invazinių rūšių plitimo riziką - Naglių gamtinis rezervatas pasirinktas kaip tinkamiausia teritorija šiam tyrimui.

2.2 Darbo rengimo metodika

Šiame bakalauro darbe yra keturi pagrindiniai rengimo etapai, kurie atspindi tyrimo eigą nuo duomenų rinkimo iki rezultatų interpretavimo (2 pav.) Pirmiausia, buvo suformuluota darbo idėja, tikslas, uždaviniai bei metodologija, susipažinta su teminiais moksliniais šaltiniais.

Pirmajame etape buvo atlikta mokslinės literatūros ir tyrimų apžvalga, taikant lyginamąją analizę, kuri skirta suprasti *Rosa rugosa* ekologiją, plitimo dėsningumus ir priežastis bei nuotolinių tyrimo metodų taikymą invazinių rūšių kartografavimui pakrančių ekosistemose. Remiantis surinktais moksliniais straipsniais buvo išryškintos vyraujančios tyrimų kryptys ir aptarta metodų gausa.



2 pav. Darbo metodologinė schema (sudarė autorė).

Verta paminėti, kad tarp pirmojo ir antrojo etapų, buvo susisiekiama su Kuršių nerijos nacionalinio parko direkcija, ir su jos ekologu susitarta dėl susitikimo nuvykti į Naglių gamtinį rezervatą pažintinei išvykai, tam, kad būtų galima tiesiogiai susipažinti bei vizualiai įvertinti *Rosa rugosa* būklę 2026 m. balandžio 16 dieną (1 priedas).

Antrajame etape atlikta Naglių gamtinio rezervato EB svarbos natūralių buveinių erdvinė analizė, remiantis Saugomų teritorijų valstybinio kadastro (STVK) buveinių duomenimis (geoportal.lt). EB svarbos buveinių duomenys į ArcGIS Pro 3.5.3 programinę įrangą buvo importuoti GeoPackage formatu. Kiekvienos buveinės užimamas plotas apskaičiuotas naudojant *Calculate Geometry* įrankį, o jo dalis nuo bendro rezervato ploto aprašyta aprašomąją statistinę analizę. Taip pat, buveinių erdvinis pasiskirstymas buvo vizualizuotas, taikant kartografinius metodus ArcGIS Pro 3.5.3 aplinkoje.

Trečiajame etape buvo atliktas *Rosa rugosa* krūmynų kartografavimas ir skaitmeninimas trimis laikotarpiais - 2013, 2016 ir 2021 m. remiantis *Geoportal.lt* ortofoto ir *Google Earth Pro* palydoviniais vaizdais. Skaitmenintų duomenų pagrindu, taikant geostatistinę analizę apskaičiuoti septyni kraštovaizdžio indeksai (NP, CA, MPA, LPI, PD, NND, SI), leidžiantys kiekybiškai įvertinti erdvinę struktūrą ir jos kaitą nagrinėjamu laikotarpiu. Taikant erdvinės analizės metodą, kiekvienas *Rosa rugosa* fragmentas priskirtas tai buveinei, kurioje yra fragmento geometrinis centras, o gautų duomenų pagrindu atlikta aprašomoji statistinė analizė, kurios tikslas buvo įvertinti

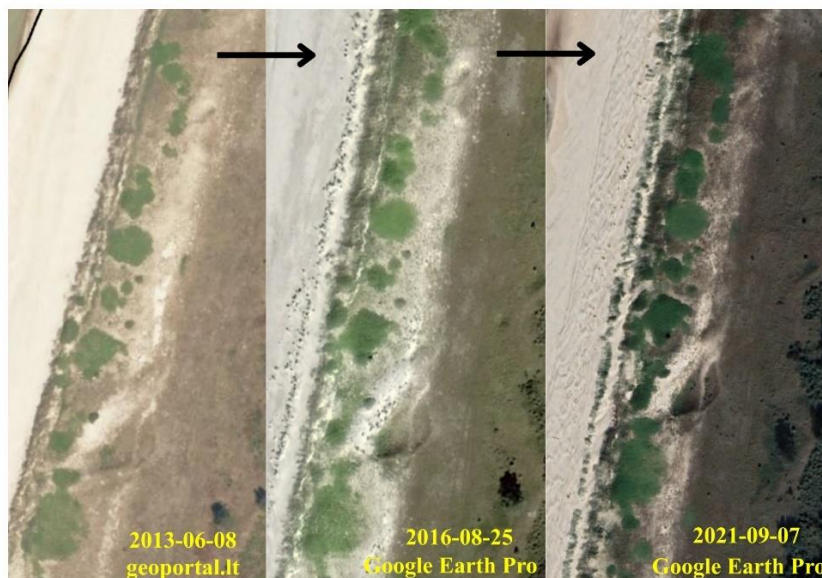
Rosa rugosa užimamą plotą ir jo dalį kiekvienoje buveinėje. Rezultatai pateikiami palyginamosios analizės forma, lyginant tris tyrimo laikotarpius.

Ketvirtajame etape atlikta veiksmų, lemiančių *Rosa rugosa* paplitimą, analizė. Taikant geostatistinę analizę, įvertinti trys abiotiniai veiksniai: atstumas nuo artimiausio vandens telkinio (Baltijos jūros/Kuršių marių), aukštis virš jūros lygio bei meteorologinių rodiklių (oro temperatūros ir kritulių) kaita tyrimo laikotarpiu (2013-2021 m.). Kiekvieno fragmento atstumas iki artimiausio vandens telkinio apskaičiuotas naudojant *Near* įrankį, kuriam naudotos krantų ribos iš GDR250LT duomenų bazės. Aukščio duomenys išgauti iš GDR50LT skaitmeninio reljefo modelio (DEM) ir kiekvienas fragmentas suskirstytas į aukščio zonų intervalus. Meteorologiniai duomenys gauti iš Nidos meteorologinės stoties (LHMT) ir palyginti su 1991-2020 m. standartinė klimato norma (meteo.lt). Ryšiui tarp abiotinių veiksnių ir fragmentų ploto įvertinimui taikyta koreliacinė analizė. Atstumo nuo vandens telkinių ir fragmento ploto ryšiui įvertinti naudotas Pearson koreliacijos koeficientas, kadangi abu kintamieji yra tolydūs. Aukščio virš jūros lygio ir fragmento ploto ryšiui įvertinti naudotas Spearman koreliacijos koeficientas. Analizei naudoti visi trys tyrimo laikotarpiai (2013, 2016, 2021 m.), siekiant įvertinti ne tik dabartinę invazijos būklę, bet ir veiksmų poveikio kaitą laike.

2.3 *Rosa rugosa* plitimo erdviųjų dėšningumų vertinimo metodika

2.3.1 *Rosa rugosa* skaitmeninimas

Rosa rugosa fragmentų erdviųjų dėšningumų analizei pasirinkti trys laikotarpiai: 2013, 2016 ir 2021 m. (3 pav.). Šių laikotarpių vaizdai pasirinkti atsižvelgiant į šiuos veiksnys: vegetacijos laikotarpį ir duomenų kokybę. 2021 m. riba pasirinkta, kadangi nuo 2022 m. Naglių gamtiniame rezervate imtasi *Rosa rugosa* tvarkymo (naikinimo) priemonių (KNNP direkcija, 2022).

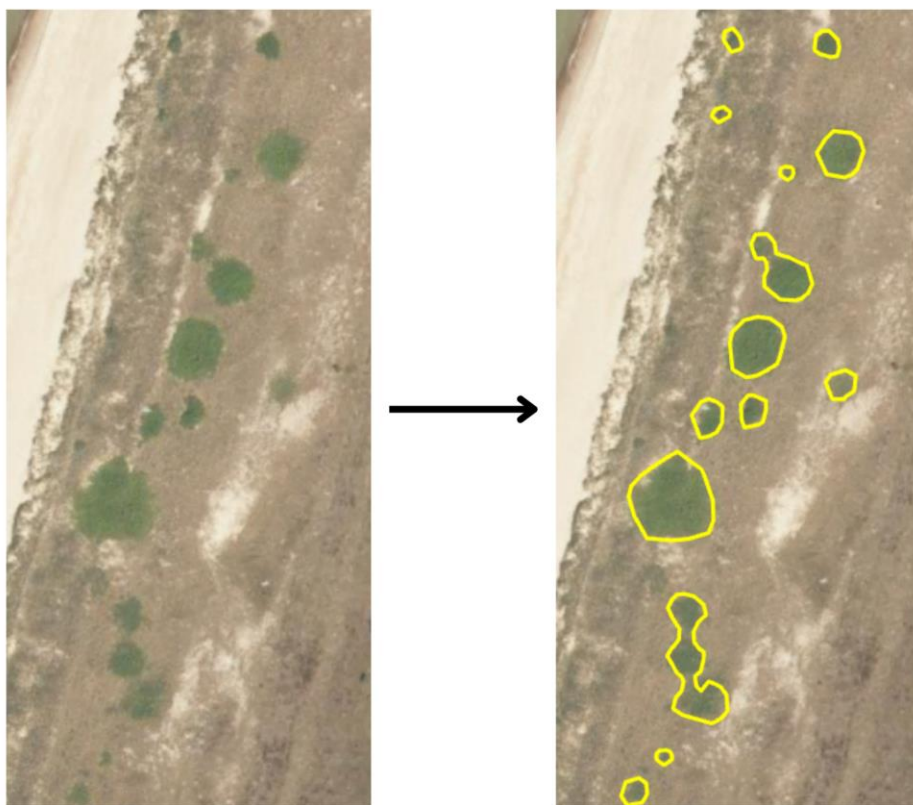


3 pav. Naudotų vaizdinių duomenų šaltiniai bei *Rosa rugosa* matomumas pasirinktomis datomis, toje pačioje vietoje (sudaryta autorės; šaltiniai: geoportal.lt (2013), Google Earth Pro (2016, 2021)).

Remiantis Kollmann ir kt. (2009) bei Boardman ir Smith (2016) buvo pasirinktas rankinis skaitmeninimo būdas. 2013 m. *Rosa rugosa* krūmynai buvo skaitmeninami naudojant ArcGIS Pro 3.5.3 programinę įrangą. 2016 ir 2021 m. krūmai buvo skaitmeninami naudojant Google Earth Pro,

tuomet duomenys išsaugomi KML formatu bei importuojami į ArcGIS Pro 3.5.3. Turint visų trijų laikotarpių duomenis vienoje programinėje įrangoje - visi suvienodinti į LKS94 koordinacių sistemą. Analogiškai Kollmann ir kt. (2009) taikytam metodui, kuomet skaitmeninimas grindžiamas lauko tyrimų duomenimis, šiame darbe tikslumas buvo tikrinimas remiantis Kuršių nerijos nacionalinio parko direkcijos lauko tyrimų metu rinktais erdviniais duomenimis (2016, 2022 m.).

Skaitmeninimo metu buvo laikomasi nuoseklių identifikavimo kriterijų: 1) žymėti tik aiškiai vizualiai atpažįstamus *Rosa rugosa* fragmentus, išsiskiriančius jiems būdinga spalva ir tekstūra: sodriai šviesiai ar tamsiai (priklausomai nuo tiriamo mėnesio) žalia spalva, ryškiai kontrastuojančia smėlio fone, bei tankia vientisa tekstūra; 2) abejotini plotai, kuriuose augalijos tipas nebuvo aiškiai suprantamas, neįtraukti; 3) susijungę krūmai buvo žymimi kaip vienas fragmentas, o tarp atskirų krūmų esant aiškiai fizinei ribai - kaip atskiri fragmentai (4 pav.). Vis dėlto, neatmetama galimybė, nustatant fragmentų ribas, įtakos galėjo turėti ir subjektyvumas, ko pasekmė - nedidelės paklaidos *Rosa rugosa* krūmų skaičiui ir plotui.



4 pav. *Rosa rugosa* krūmų identifikavimas ir skaitmeninimas (sudarė autorė, 2026; šaltiniai: ORT10LT 2013, geoportal.lt)

2.3.2. Kraštovaizdžio indeksų analizė

Siekiant įvertinti *Rosa rugosa* erdvinių dėšningumų kaitą, kiekvienam tyrimo laikotarpiui (2013, 2016, 2021 m.) buvo apskaičiuoti septyni kraštovaizdžio rodikliai, remiantis McGarigal ir kt. (2023) metodika (1 lentelė). Vadovaujantis principu, kad pasirenkamos tik informatyviausios ir tarpusavyje nekoreliuojančios metrikos (Uuemaa ir kt., 2009), jos buvo atrinktos siekiant atskleisti tris skirtingus *Rosa rugosa* paplitimo aspektus: 1) bendrąjį paplitimo mastą; 2) fragmentų erdvinę struktūrą; 3) fragmentų formos sudėtingumą (McGarigal ir kt., 2023). Panašios metrikos naudotos

analogiškuose *Rosa rugosa* erdvinės analizės tyrimuose (Kollmann ir kt., 2009; Boardman ir Smith, 2016; Kunttu ir Kunttu, 2024).

1 lentelė. Darbe naudoti kraštovaizdžio indeksai (McGarigal ir kt., 2023)

Rodiklis	Santrumpa	Formulė	Dedamieji	Vienetai	Lygmuo
Fragmentų skaičius	NP	n_i	n_i — fragmentų skaičius klasėje	-	Klasės
Bendras plotas	CA	$\sum a_{ij} \times (1/10\,000)$	a_{ij} — fragmento plotas (m^2)	ha	Klasės
Vidutinis fragmento plotas	MPA	CA/NP	CA — bendras plotas (ha), NP — fragmentų skaičius	m^2	Klasės
Formos indeksas	SI	$0,25p_{ij} / \sqrt{a_{ij}}$	p_{ij} — fragmento perimetras (m), a_{ij} — fragmento plotas (m^2)	-	Fragmento vidurkis
Fragmentų tankumas	PD	$(n_i/A) \times 100$	n_i — fragmentų skaičius, A — tyrimo teritorijos plotas (ha)	vnt./100 ha	Klasės
Artimiausio kaimyno atstumas	NND	h_{ij}	h_{ij} — atstumas (m) iki artimiausio kaimyninio fragmento	m	Fragmento vidurkis
Didžiausio fragmento indeksas	LPI	$LPI = (\max(a_{ij}) / A) \times 100$	$\max(a_{ij})$ — didžiausio fragmento plotas (m^2); A — bendras tyrimo teritorijos plotas (m^2)	%	Klasės

Bendram plitimo mastui įvertinti buvo panaudoti keturi rodikliai. Fragmentų skaičius (NP) apskaičiuotas kaip bendras *Rosa rugosa* fragmentų skaičius kiekvienu laikotarpiu, ir nors vertinamas kaip paprasčiausias fragmentacijos rodiklis, yra vertingas kitų, sudėtingesnių, rodiklių skaičiavimams (McGarigal ir kt., 2023). Bendras plotas (CA) apskaičiuotas kaip visų fragmentų plotų suma, išreikšta hektarais - tai pagrindinis invazijos masto rodiklis, leidžiantis įvertinti bendrą *Rosa rugosa* užimamą teritoriją (McGarigal ir kt., 2023). Vidutinis fragmento plotas (MPA) apskaičiuotas dalijant bendrą plotą iš fragmentų skaičiaus. Augančios šio rodiklio reikšmės parodo, jog *Rosa rugosa* krūmynai plečiasi, kartu sudėtingėja ir invazija. Didžiausio fragmento indeksas (LPI) apskaičiuotas kaip didžiausio erškėčio fragmento ploto santykis su Naglių gamtinio rezervato bendru plotu (1669,01 ha), išreikštas procentais. LPI apskaičiuotas tyrimo teritorijos ploto atžvilgiu, siekiant įvertinti invazijos koncentracijos mastą visos tyrimo teritorijos kontekste.

Fragmentų erdvinės struktūros vertinimui naudoti du rodikliai: fragmentų tankumas (PD) bei artimiausio kaimyno atstumas (NND). PD nurodė kiek *Rosa rugosa* fragmentų tenka 100 ha tyrimo teritorijos - tai santykinis rodiklis, leidžiantis lyginti fragmentų pasiskirstymo intensyvumą,

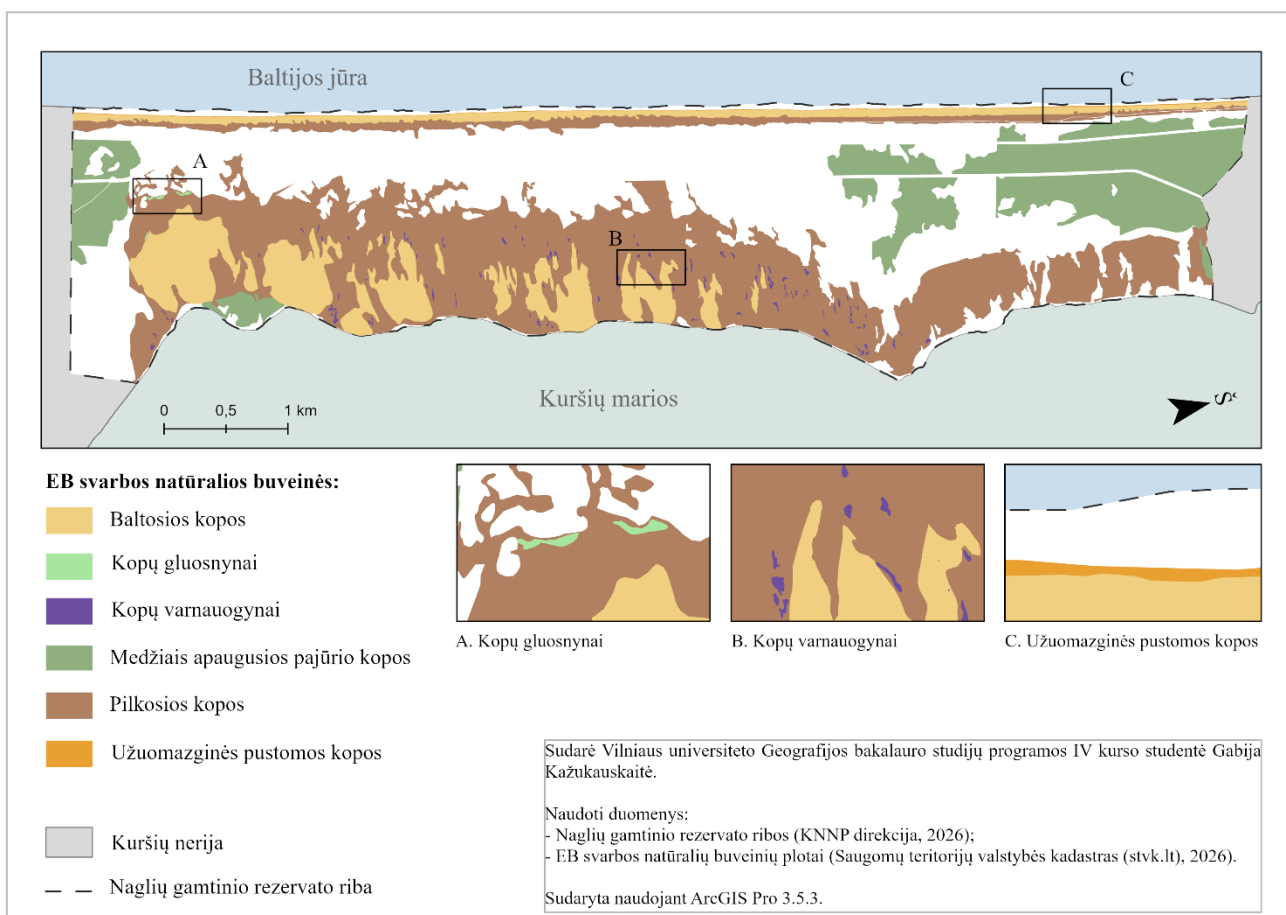
nepriklausomai nuo teritorijos dydžio, kas ypač svarbu, vertinant ar invazija tolygiai plinta po visą rezervatą, ar koncentruojasi tam tikrose zonose (McGarigal ir kt., 2023). NND rodiklis parodo vidutinį atstumą tarp artimiausių kaimyninių *Rosa rugosa* fragmentų. Mažėjantis NND rodo, kad fragmentai artėja vienas prie kito ir gali susijungti į didesnius plotus (konsolidacija), o didėjantis - kad invazija plečiasi į naujas, nutolusias nuo esamų fragmentų teritorijas (ekspansija) (McGarigal ir kt., 2023). NND apskaičiuotas naudojant *Average Nearest Neighbor* įrankį ArcGIS Pro 3.5.3.

Fragmentų formos sudėtingumui įvertinti naudotas formos indeksas (SI). Šis rodiklis parodo, kiek fragmento forma nukrypsta nuo taisyklingo kvadrato. $SI = 1$ reiškia paprastą, taisyklingą formą, tuo tarpu didėjančios reikšmės rodo sudėtingesnę formą. Invazijos kontekste, SI pokyčiai leidžia spręsti apie fragmentų brandą - seni, įsitvirtinę fragmentai dažnai įgauna sudėtingesnę formą (McGarigal ir kt., 2023). Kadangi SI apskaičiuojamas fragmento lygmenyje, analizei naudotas visų fragmentų klasės vidurkis kiekvienam laikotarpiui. Visi rodikliai, išskyrus NND, apskaičiuoti ArcGIS Pro 3.5.3 *Calculate Field* įrankiu pagal atitinkamas formules.

3. REZULTATAI

3.1 Europos Bendrijos svarbos natūralių buveinių analizė Naglių gamtiniame rezervate

Į Naglių gamtinio rezervato teritoriją patenka 6 EB svarbos natūralių buveinių tipai (5 pav.). Šie EB svarbos natūralių buveinių tipai yra: baltosios kopos, pilkosios kopos, kopų gluosnynai, kopų varnauogynai, medžiais apaugusios pajūrio kopos ir užuomazginės pustomos kopos. Šioje darbo dalyje paskaičiuota į rezervato dalį patenkanti ir EB svarbos pajūrinės linažolės (*Linaria loeselii*) augimvietė, kuri auga tik baltųjų kopų buveinėse ir yra saugoma Lietuvoje ir visoje Europos sąjungoje (Kuršių nerijos nacionalinio parko direkcija, 2025). Pajūrinės linažolės augimvietė vertinama kaip papildomas ekologinio jautrumo elementas, kadangi ji yra siejama su baltųjų kopų buveinėmis, jos erdvinis persidengimas su *Rosa rugosa* fragmentais leidžia geriau suprasti invazijos potencialų poveikį ne tik EB svarbos buveinių struktūrai, bet ir jose aptinkamoms saugomoms rūšims.



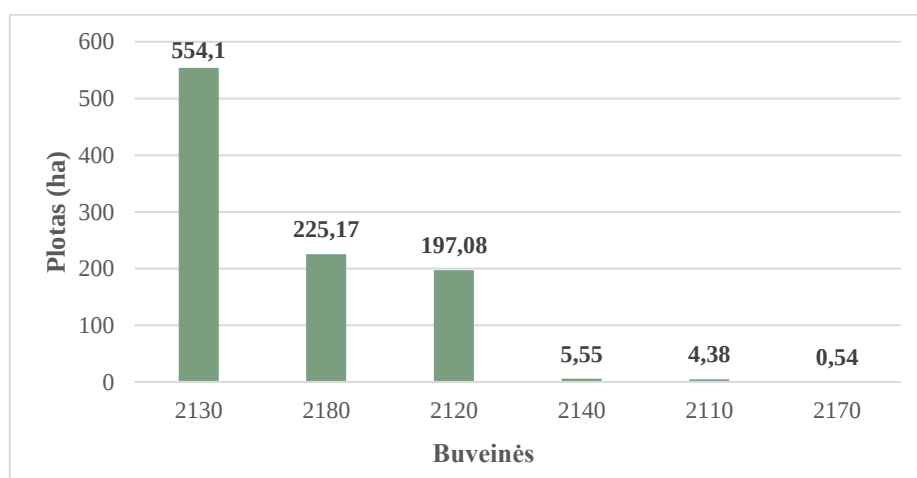
5 pav. EB svarbos natūralių rūšių buveinės Naglių gamtiniame rezervate (sudaryta autorės).

Bendras Naglių gamtinio rezervato plotas siekia 1669,01 ha, iš kurių 1013,0 ha (60,7%) yra priskirta EB svarbos buveinėms ir saugomų rūšių augimvietėms (2 lentelė). Likusi teritorijos dalis - apie 656 ha (39,3%) - daugiausiai apima apželdintus miškų plotus ar infrastruktūros elementus, kurie nepriskirti nagrinėjamiems buveinių tipams.

2 lentelė. EB svarbos natūralių buveinių plotas Naglių gamtiniame rezervate (sudaryta autorės)

Buveinės kodas	Buveinės pavadinimas	Plotas (ha)	% nuo rezervato ploto
2130	Pilkosios kopos	554,10	33,2
2180	Medžiais apaugusios pajūrio kopos	225,17	13,5
2120	Baltosios kopos	197,08	11,8
2140	Kopų varnauogynai	5,55	0,3
2110	Užuomazginės pustomos kopos	4,38	0,3
2170	Kopų gluosnynai	0,54	0,03
-	Pajūrinė linažolė	26,1	1,6
-	Nepriskirta buveinei	~656	39,3
-	Iš viso	1669,01	100

Didžiausią rezervato ploto dalį užima pilkosios kopos (2130) - 554,10 ha (33,2%) (6 pav.). Jų plotai yra aptinkami tiek vakarinėje (Baltijos jūros), tiek rytinėje (Kuršių marių) rezervato dalyse, tad pasiskirstymas nevienodas. Antrąją vietą pagal plotą rezervate užima medžiais apaugusios pajūrio kopos (2180) - 225,17 ha (13,5%). Didžiausi šios buveinės plotai telkiasi šiaurinėje rezervato dalyje, mažesni aptinkami ir pietinėje. Baltosios kopos (2120) užima 197,08 ha (11,8%) ir yra išsidėsčiusios vakarinėje rezervato dalyje, išilgai Baltijos jūros pakrantės. Rytinėje dalyje ši buveinė aptinkama, tačiau matomas išsiskiriantis fragmentiškumas - įsiterpia pilkųjų kopų apsuptyje Didžiajame kopagūbryje. Ši atvira ir dinamiška buveinė pasižymi reta vietine augalija, tokių kaip Pajūrinė linažolė, tad *Rosa rugosa* naujų fragmentų atsiradimas ir brandžių fragmentų plėtra šioje buveinėje gali turėti reikšmingos įtakos bioįvairovei.



6 pav. EB svarbos natūralių buveinių plotas Naglių gamtiniame rezervate (ha) (sudaryta autorės)

Gerokai mažesnius plotus užima kopų varnauogynai (2140) - 5,55 ha (0,3%), užuomazginės pustomos kopos (2110) - 4,38 ha (0,3%) ir kopų gluosnynai (2170) - vos 0,54 ha (0,03%). Pastaroji buveinė yra labai reta kontinentinėje pajūrio dalyje (Ulevičius ir Tupčiauskaitė. 2013), kas išryškina jos svarbą. Užuomazginės pustomos kopos sudaro dinamišką pereinamąją zoną tarp paplūdimio ir baltųjų kopų, tad *Rosa rugosa* aptikimas šioje buveinėje yra mažai tikėtinas. Nepaisant to, kad šių buveinių plotai nedideli, fragmentiškos ir mažos buveinės gali būti jautresnės aplinkos pokyčiams, tad net nedidelė invazija gali santykiniai stipriau paveikti jų struktūrą.

Pajūrinės linažolės (*Linaria loeselii*) augimvietės, patenkančios į baltųjų kopų buveines, užima 26,1 ha (1,6% rezervato ploto). Kadangi tai saugomos rūšies augimvietė, o ne atskiras

buveinės tipas, EB svarbos buveinės kodo neturi ir tolimesniuose skaičiavimuose nėra vertinamos, siekiant išvengti ploto dubliavimosi su baltųjų kopų buveinėmis.

Kadangi kiekviena iš šių buveinių pasižymi savitumu, *Rosa rugosa* įsitvirtinimo ir plitimo galimybės gali būti skirtingos, todėl invazijos erdvinį dėšningumą analizė buveinių kontekste yra svarbi, norint suprasti, kurios buveinės yra labiausiai pažeidžiamos ir koku pobūdžiu vyksta plitimas.

3.2 *Rosa rugosa* plitimo erdviniai dėšningumai

3.2.1 Erdviniai dėšningumai 2013-2021 m. Naglių gamtiniame rezervate

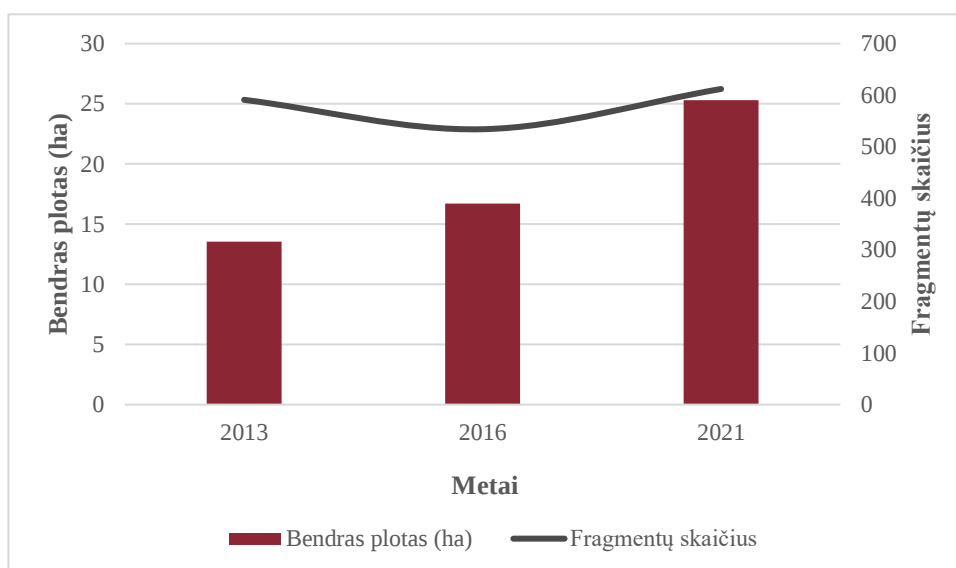
Rosa rugosa erdvinį dėšningumą kaitos įvertinimui buvo pasirinkti septyni kraštovaizdžio indeksai, vertinamos klasės ir fragmento vidurkio lygmenimis (3 lentelė). Klasės lygmenyje nagrinėjamas bendras užimamas plotas (CA), fragmentų skaičius (NP), fragmentų tankumas (PD) ir didžiausio fragmento indeksas (LPI). Fragmento vidurkio lygmenyje nagrinėjami - vidutinis fragmento plotas (MPA), formos indeksas (SI) ir artimiausio kaimyno atstumas (NND). Tokia analizės struktūra buvo siekiama įvertinti tiek bendrą *Rosa rugosa* invazijos mastą, tiek atskirų fragmentų struktūrinius pokyčius, ir išsiaiškinti ar rūšis plinta per esamus fragmentus, ar per naujų židinių atsiradimą.

3 lentelė. *Rosa rugosa* kraštovaizdžio rodiklių kaita Naglių gamtiniame rezervate 2013–2021 m. (sudarė autorė)

	2013	2016	2021
Fragmentų skaičius (NP)	591	534	612
Bendras plotas (CA), ha	13,53	16,71	25,31
Vidutinis fragmento plotas (MPA), m ²	228,9	312,9	413,5
Didžiausio fragmento indeksas (LPI), %	0,079	0,137	0,230
Formos indeksas (SI)	1,15	1,17	1,17
Fragmentų tankumas (PD), vnt./100 ha	35,41	32,00	36,67
Artimiausio kaimyno atstumas (NND), m	29,99	36,99	34,41

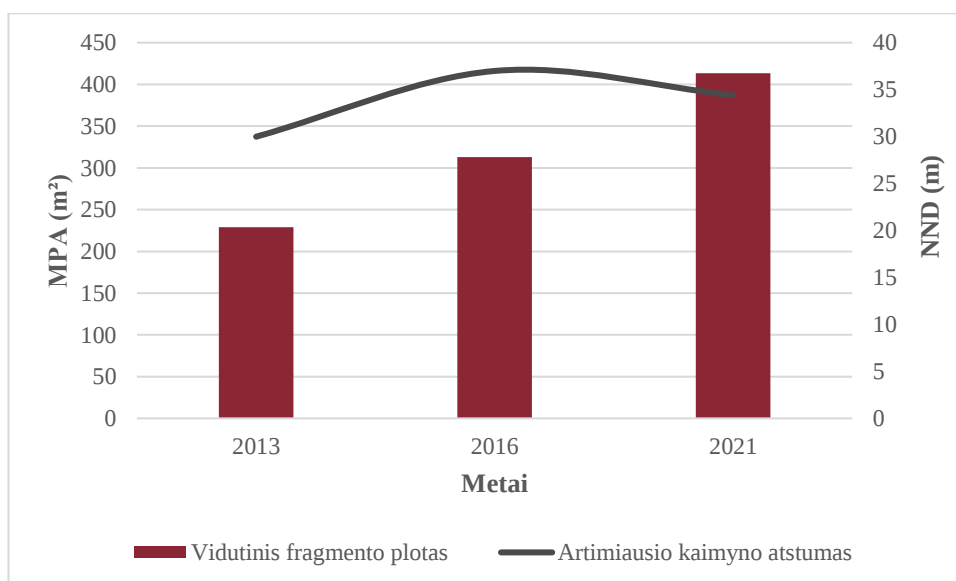
Rosa rugosa bendras plotas Naglių gamtiniame rezervate 2013-2021 m. nuosekliai didėjo nuo 13,53 ha (2013 m.) iki 16,71 ha (2016 m.) ir 25,31 ha (2021 m.). Per visą tiriamąjį laikotarpį bendras plotas padidėjo 11,78 ha, arba 87,1%. Ryškiausias ploto prieaugis nustatytas 2016-2021 m. laikotarpiu, kai *Rosa rugosa* plotas padidėjo net 8,6 ha, kas yra beveik tris kartus daugiau nei 2013-2016 m. laikotarpiu (3,18 ha). Toks bendro ploto augimo pobūdis rodo, kad invazija rezervate tiriamu laikotarpiu sparčiai intensyvėjo. *Rosa rugosa* fragmentų skaičius Naglių gamtiniame rezervate kito netolygiai. 2013 m. nustatyti 591 fragmentai, 2016 m. jų sumažėjo iki 534, o 2021 m. padidėjo iki 612 fragmentų (7 pav.). Fragmentų skaičiaus sumažėjimas 2016 m., vertinamas kartu su tuo pačiu metu augančiu bendru plotu, rodo, kad dalis smulkesnių ar gretimų fragmentų jungėsi į didesnius plotus. 2021 m. fragmentų skaičius vėl išaugo ir viršijo 2013 m. lygį, o tai rodo, kad šiuo

laikotarpiu rūšis plito dviem būdais vienu metu: 1) plečiantis esamiems fragmentams, bei 2) atsirandant naujiems.



7 pav. *Rosa rugosa* bendrojo ploto ir fragmentų skaičiaus kaita Naglių gamtiniame rezervate 2013–2021 m. (sudaryta autorės)

Vidutinis fragmento plotas (MPA) taip pat nuosekliai didėjo nuo 228,9 m² (2013 m.) iki 312,9 m² (2016 m.) ir 413,5 m² (2021 m.) (8 pav.). Per aštuonerius metus MPA tapo beveik dvigubai didesnis, kas patvirtina, kad ne tik pavieniai krūmai, bet ir ištisi sąžalynai plečiasi, užimdami vis didesnius buveinių plotus. Toks rūšies plitimas yra ekologiškai reikšmingas, kadangi didesnius *Rosa rugosa* plotus, dėl tvirtų šaknų yra sudėtingiau naikinti. Fragmentų tankumas (PD) šiuo laikotarpiu pakito nedaug - 35,41 vnt./100 ha (2013 m.), 32,00 vnt./100 ha (2016 m.) ir 36,67 vnt./100 ha (2021 m.). Sumažėjimas 2016 m., vėlgi, atitinka fragmentų konsolidacijos procesą, o 2021 m. padidėjimas atspindi naujų fragmentų atsiradimo procesą.



8 pav. *Rosa rugosa* vidutinio fragmento ploto (MPA) ir artimiausio kaimyno atstumo (NND) kaita Naglių gamtiniame rezervate 2013–2021 m. (sudaryta autorės)

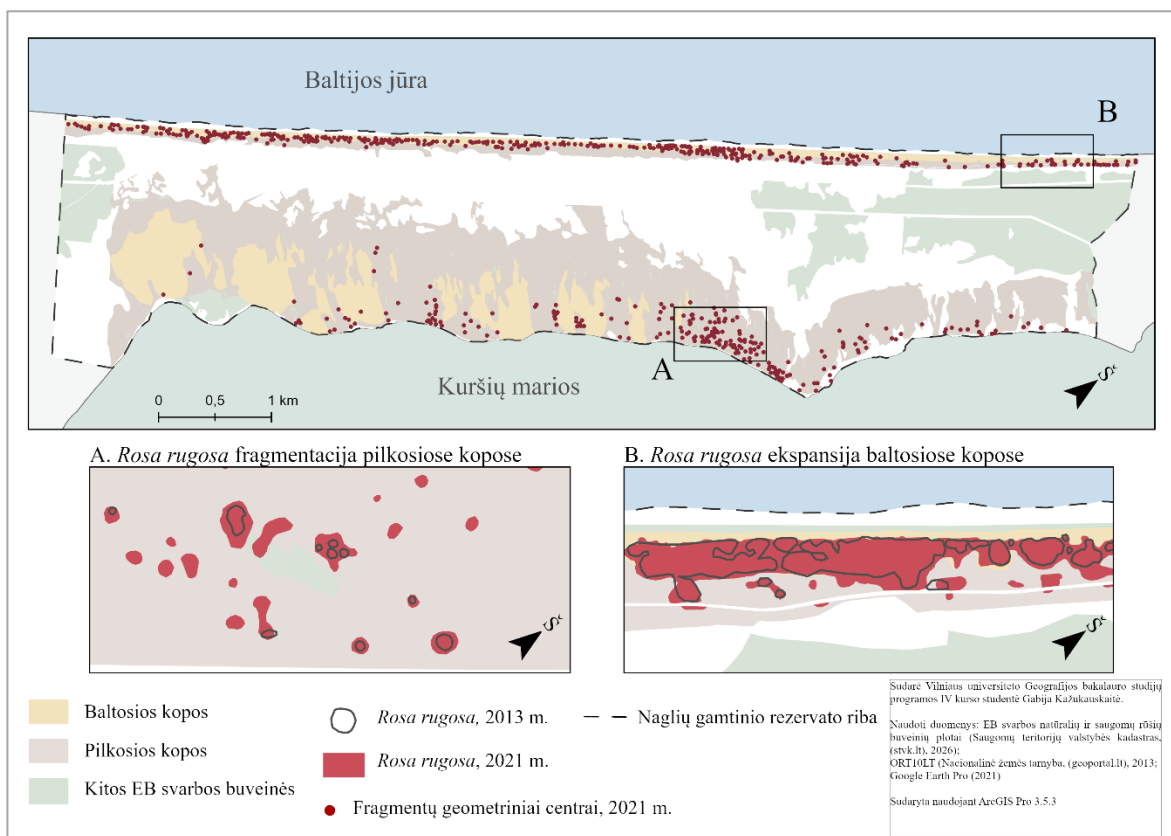
Artimiausio kaimyno atstumas (NND) 2013 m. siekė 29,99 m, 2016 m. skaičius išaugo iki 36,99 m, o 2021 m. sumažėjo iki 34,41 m. Šis rodiklis koreliuoja su fragmentų skaičiaus pokyčiais - 2016 m. sumažėjus fragmentų skaičiui, vidutinis atstumas tarp jų padidėjo. Tuo tarpu, 2021 m. fragmentų skaičiui vėl išaugus, atstumas sumažėjo. Tai gali reikšti, kad nauji fragmentai atsirado arčiau prieš tai jau buvusių fragmentų. Didžiausio fragmento indeksas (LPI) nuosekliai didėjo nuo 0,079% (2013 m.) iki 0,137% (2016 m.) ir 0,230% (2021 m.). Nors šios reikšmės viso rezervato ploto atžvilgiu išlieka nedidelės, santykinis augimas vis vien yra reikšmingas - per aštuonerius metus LPI išsaugo beveik tris kartus. Didėjantis LPI rodo, kad Naglių gamtiniame rezervate formuojasi dominuojantis centras, o tai, kartu su MPA skaičių didėjimu patvirtina, kad fragmentai didėja. Formos indeksas, viso Naglių gamtinio rezervato mastu, per tiriamąjį laikotarpį beveik nekito: 2013 m. indekso reikšmė atitiko 1,15, o 2016 ir 2021 m. - 1,17. Kadangi reikšmės artimos 1, galima teigti, kad *Rosa rugosa* fragmentai išlaikė kompaktišką formą, nepriklausomai nuo to, ar keitėsi dydis. Tai gali reikšti, kad rūšis plinta tolygiai į visas puses nuo esamų židinių, vietoj to, kad formuotų išsišakojusias ar linijines struktūras. Įtakos šio rodiklio rezultatams galėjo turėti ir atlikti skaičiavimai visos Naglių gamtinio rezervato mastu.

Apibendrinant, *Rosa rugosa* plitimas Naglių gamtiniame rezervate 2013-2021 m. buvo netolygus - du skirtingi procesai keitė vienas kitą. 2013-2016 m. išryškėjo fragmentų konsolidacija ir stambėjimas, o 2016-2021 m. - naujų fragmentų atsiradimas. Taigi, *Rosa rugosa* invazija rezervate tapo sudėtingesnė.

3.2.2 *Rosa rugosa* erdviniai dėsningumai EB svarbos buveinėse 2013-2021 m.

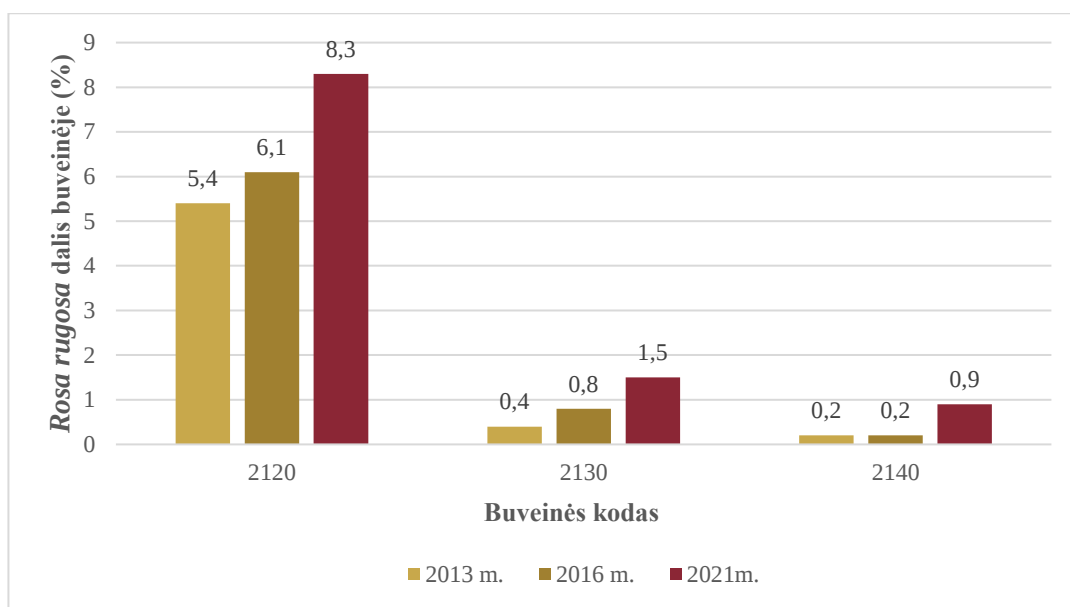
Siekiant įvertinti, ar *Rosa rugosa* plitimas Naglių gamtiniame rezervate vyksta tolygiai visose EB svarbos buveinėse, ar koncentruojasi konkrečiuose buveinių tipuose, buvo atlikta šios rūšies erdvinio dėsningumų EB svarbos buveinėse analizė. Skirtingos buveinės pasižymi nevienodomis ekologinėmis sąlygomis - stabilumu, augalijos danga bei reljefo ypatumais, tad *Rosa rugosa* plitimas gali skirtis (9 pav.). Pasiskirstymas šiose buveinėse buvo įvertintas dviem būdais. Siekiant nustatyti tikrąjį rūšies plotą buveinėse, taikyta persidengimo analizė - *Intersect*, kurios metu *Rosa rugosa* fragmentai buvo suskaidyti pagal EB svarbos buveinių ribas. Tokiu būdu tiksliai apskaičiuota, kokia kiekvieno fragmento dalis patenka į konkrečią buveinę. Siekiant išvengti fragmentų dubliavimosi, kai vienas fragmentas kerta kelių buveinių ribas, fragmentų struktūros rodiklių skaičiavimui, kiekvienas *Rosa rugosa* fragmentas buvo priskirtas buveinei pagal jo centroidą (geometrinį centrą).

Nagrinėjamu 2013-2021 m. laikotarpiu, *Rosa rugosa* buvo aptikta trijose EB svarbos natūralių buveinių tipuose: baltosiose kopose, pilkosiose kopose ir kopų varnauogynuose. Užuomazginėse pustomose kopose taip pat užfiksuotas, tačiau tik 2013 m. vienu, reikšmės neturinčiu fragmentu (0,01 ha). Tai gali būti susiję tiek su metodologiniu apribojimu, kad 2016 ir 2021 m. naudotų vaizdinių duomenų skiriamoji geba smulkių fragmentų neužfiksavo, arba su buveinės pobūdžiu, dėl kurio pavieniai augalai gali būti užpustyti smėlio.



9 pav. *Rosa rugosa* erdviniai dėsningumai EB svarbos buveinėse 2013-2021 m.

Bendras *Rosa rugosa* plotas EB svarbos buveinėse nuosekliai augo - nuo 13,14 ha (2013 m.) iki 16,27 ha (2016 m.) ir 24,78 ha (2021 m.). T.y. per tiriamąjį laikotarpį skaičius išaugo beveik dvigubai. Pagal absoliutų plotą visais tirtais metais dominuoja baltosios kopos - 10,64 ha (2013 m.), 11,93 ha (2016 m.) ir 16,40 ha (2021 m.) (10 pav.). *Rosa rugosa* dalis baltųjų kopų plote augo nuosekliai nuo 5,4% (2013 m.) iki 8,3% (2021 m.). Baltosios kopos pasižymi atvira, retai apaugusia augalija ir nestabiliu smėlio paviršiumi, todėl jose susidaro palankios sąlygos *Rosa rugosa* įsitvirtinimui - ši rūšis kolonizuoja atviras buveines, kuriose vietinės augalijos danga yra skurdi (Woch ir kt., 2023). Pilkosiose kopose *Rosa rugosa* plotas augo sparčiau nei baltosiose - nuo 2,48 ha (2013 m.) iki 8,33 ha (2021 m.), kas yra daugiau nei tris kartus. Nors rūšies dalis pilkosiose kopose ploto atžvilgiu išliko nedidelė - 2021 m. siekė 1,5% - skaičiaus augimo tempas rodo, kad šioje buveinėje plitimas intensyvėja sparčiau. Kopų varnauogynuose *Rosa rugosa* plotas išliko labai mažas - tik iki 0,05 ha, o rūšies dalis šios buveinės plote 2021 m. siekė 0,9%. Atsižvelgiant į itin mažą fragmentų skaičių kopų varnauogynuose ir užuomazginėse pustomose kopose, šios buveinės į tolimesnę kraštovaizdžio rodiklių analizę neįtrauktos.



10 pav. *Rosa rugosa* užimamo ploto dalis EB svarbos buveinėse 2013–2021 m. (%) (sudarė autorė)

Kraštovaizdžio metrikų analizė atskleidė, kad *Rosa rugosa* plitimo pobūdis baltosiose ir pilkosiose kopose skiriasi (4 lentelė). Baltosiose kopose fragmentų skaičius mažėjo - nuo 345 (2013 m.) iki 272 (2016 m.) ir 232 (2021 m.). Tačiau tuo pačiu metu bendras plotas ir vidutinis fragmento plotas nuosekliai didėjo. MPA 2013-2016 m. laikotarpiu išaugo nuo 311,1 m² iki 459,4 m², o 2016-2021 m. iki 816,2 m². Tai rodo, kad fragmentų stambėjimo procesas ne tik tęsėsi, bet ir spartėjo - antrasis laikotarpis pasižymėjo ryškesniu fragmentų plėtimusi nei pirmasis. LPI taip pat nuosekliai didėjo nuo 0,67% (2013 m.) iki 1,16% (2016 m.) ir 1,94% (2021 m.), kas patvirtina, kad Naglių gamtiniame rezervate tuo metu formavosi dominuojantis stambus *Rosa rugosa* plotas. Fragmentų tankumas (PD) mažėjo visą laikotarpį nuo 175,1 iki 138,0 ir 117 vnt./100 ha, atitinkamai mažėjant fragmentų skaičiui. Formos indekso (SI) didėjanti reikšmė nuo 1,03 iki 1,2 atskleidė, kad fragmentų kontūrai tampa sudėtingesni, kas būdinga besiplečiantiems ir besikonsoliduojantiems krūmynams.

4 lentelė. *Rosa rugosa* kraštovaizdžio metrikos EB svarbos buveinėse 2013–2021 m. (sudarė autorė)

Buveinė	Metai	NP	CA (ha)	MPA (m ²)	SI	PD (vnt./100 ha)	NND (m)	LPI (%)
Baltosios kopos	2013	345	10,73	311,1	1,03	175,1	31,47	0,67
	2016	272	12,5	459,4	1,04	138,0	38,26	1,16
	2021	232	18,93	816,2	1,20	117,7	39,85	1,94
Pilkosios kopos	2013	232	2,42	104,4	1,00	41,9	42,84	0,09
	2016	250	3,82	152,6	1,03	45,1	47,12	0,10
	2021	365	5,93	162,6	1,15	65,9	37,18	0,06

Pilkosiose kopose stebima priešinga tendencija. Fragmentų skaičius 2013-2016 m. augo nedaug - nuo 232 iki 250, tačiau 2016-2021 m. augimas buvo akivaizdesnis - iki 365 fragmentų. Fragmentų tankumas, atitinkamai, irgi kito nuo 41,9 iki 45,1 vnt./100 ha (2013-2016 m.) ir iki 65,9 vnt./100 ha (2021 m.). Tai rodo, kad naujų fragmentų atsiradimas pilkosiose kopose intensyvėjo

būtent antrojo laikotarpio metu. LPI išliko itin mažas - 0,09% (2013 m.), 0,10% (2016 m.) ir 0,06% (2021 m.), kas patvirtina, kad stambių dominuojančių fragmentų pilkosiose kopose nesiformuoja, arba, kad toks erdvinis dėsniumas nėra būdingas tiek, kiek baltosiose kopose. Artimiausio kaimyno atstumas (NND) 2013-2016 m. šiek tiek išaugo - nuo 42,84 m iki 47,12 m, tačiau 2016-2021 m. sumažėjo iki 37,18 m. Tai gali reikšti, kad nauji fragmentai formavosi santykinai arti jau esamų, o ne tolimose pilkųjų kopų vietose. Vidutinis fragmento plotas (MPA) pilkosiose kopose didėjo lėčiau nei baltosiose - nuo 104,4 m² (2013 m.) iki 152,6 m² (2016 m.) ir 162,6 m² (2021 m.). Tai dar kartą patvirtina, kad pilkosiose kopose fragmentai išlieka smulkesni, o plitimas vyksta per naujų židinių atsiradimą. Formos indeksas kito nedaug - nuo 1,00 iki 1,15, tačiau augimas rodo, kad fragmentų formos šiek tiek sudėtingėja.

Apibendrinant, baltosiose ir pilkosiose kopose *Rosa rugosa* plitimo pobūdis iš esmės skiriasi. Baltosiose kopose vyrauja fragmentų stambėjimas ir konsolidacija - krūmynai susijungia į didesnius plotus. Pilkosiose kopose plitimas mozaikiškas, kadangi atsiranda vis daugiau smulkių, išsisklaidžiusių fragmentų, atspindinčių naujų židinių formavimąsi (10 pav.)

3.3 Veiksnių, lemiančių *Rosa rugosa* plitimą, analizė

Rosa rugosa plitimo erdviniai dėsniumai gali būti susiję ne tik su rūšies biologinėmis savybėmis, bet ir su abiotinėmis aplinkos sąlygomis. Siekiant įvertinti, ar šie veiksniai koreliuoja su *Rosa rugosa* paplitimo pobūdžiu Naglių gamtiniame rezervate, analizei buvo pasirinkti trys abiotiniai rodikliai: atstumas nuo artimiausio vandens telkinio, aukštis virš jūros lygio ir meteorologinių rodiklių (temperatūros ir kritulių) pokyčiai. Šie veiksniai pasirinkti remiantis literatūroje išskiriamomis pagrindinėmis *Rosa rugosa* plitimą lemiančiomis sąlygomis pajūrio kopų ekosistemose - hidrochorine sklaida, reljefo ypatumais ir klimato kaita.

3.3.1 Atstumo nuo vandens analizė

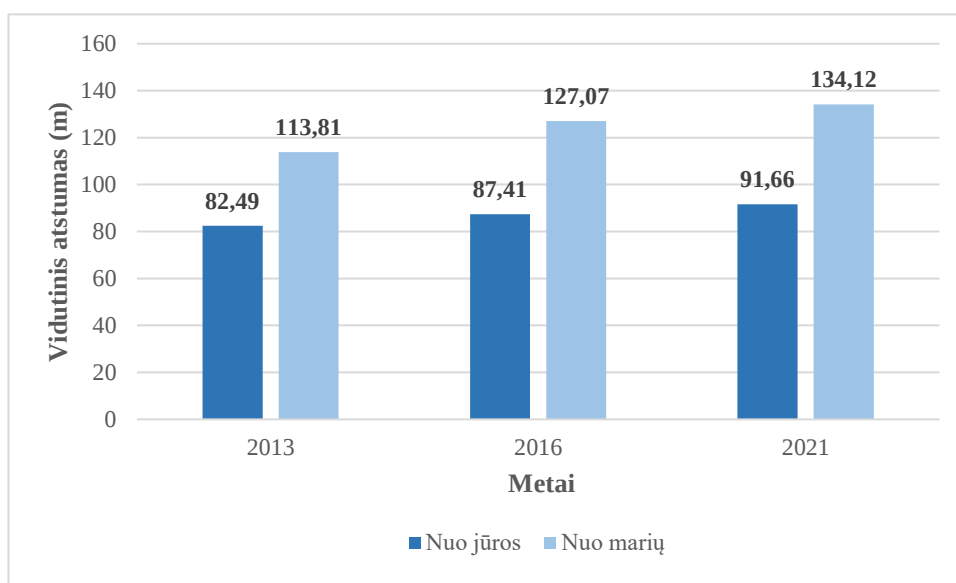
Siekiant įvertinti galimą pakrantės padėties ir hidrochorinio plitimo reikšmę *Rosa rugosa* erdviniam pasiskirstymui, kiekvienam 2013, 2016 ir 2021 m. fragmentui apskaičiuotas atstumas iki artimiausio vandens telkinio. Kadangi Naglių gamtinis rezervatas yra siauroje Kuršių nerijoje, fragmentai suskirstyti į dvi grupes pagal padėtį rezervate: jūros pusės fragmentams atstumas skaičiuotas iki Baltijos jūros pakrantės, marių pusės fragmentams iki Kuršių marių pakrantės. Svarbu pažymėti tai, kad gauti rezultatai interpretuojami kaip bendros erdvinės tendencijos, o ne kaip tikslūs skirtumai, kadangi 2013-2021 m. fragmentai buvo skaitmeninti iš skirtingų vaizdinių duomenų šaltinių, kurių skiriamoji geba galėjo skirtis.

Jūros pusėje *Rosa rugosa* fragmentai visais tiriamaisiais metais buvo susitelkę gana siauroje pakrantės zonoje (5 lentelė). Vidutinis atstumas iki Baltijos jūros pakrantės per tiriamąjį laikotarpį palaipsniui didėjo nuo 82,49 m (2013 m.) iki 87,41 m (2016 m.) ir 91,66 m (2021 m.). Svarbu atkreipti dėmesį į tai, jog maksimalus atstumas visais metais neviršijo 173 m, kas rodo, kad vakarinėje rezervato dalyje *Rosa rugosa* paplitimas išlieka glaudžiai susijęs su siaura pakrantės juosta. Fragmentų skaičius jūros pusėje mažėjo - nuo 445 (2013 m.) iki 378 (2021 m.). Tai susiję su jau minėtu *Rosa rugosa* krūmynų susijungimu baltosiose kopose.

5 lentelė. *Rosa rugosa* fragmentų atstumo nuo vandens telkinių kaita 2013–2021 m. (sudarė autorė)

Jūros pusė	n	Min. (m)	Vid. (m)	Max. (m)
2013	445	34,46	82,49	159,7
2016	377	37,47	87,41	173,2
2021	378	37,72	91,66	173,08
Marių pusė	n	Min. (m)	Vid. (m)	Max. (m)
2013	146	8,72	113,81	647,4
2016	157	3,75	127,07	678,29
2021	234	4,51	134,12	678,27

Marių pusėje fragmentų erdvinis pasiskirstymas buvo gerokai heterogeniškesnis. Vidutinis atstumas iki Kuršių marių pakrantės per tiriamąjį laikotarpį taip pat didėjo nuo 113,81 m (2013 m.) iki 127,07 m (2016 m.) ir 134,12 m (2021 m.). Skirtingai nei jūros pusėje, maksimalios reikšmės siekė daugiau kaip 670 m, o minimalios - vos kelis metrus nuo pakrantės. Tai rodo, kad rytinėje Naglių gamtinio rezervato dalyje *Rosa rugosa* fragmentai yra išsidėstę plačiau, nėra apriboti erdvine prasme. Fragmentų skaičius marių pusėje augo nuo 146 (2013 m.) iki 234 (2021 m.), kas kartu su didėjančiu vidutiniu atstumu gali reikšti, kad rūšis plinta į gilesnes rezervato dalis, toliau nuo pakrantės (11 pav.).



11 pav. Vidutinis *Rosa rugosa* fragmentų atstumas nuo vandens telkinių 2013–2021 m. (sudarė autorė)

Siekiant patikrinti, ar fragmento atstumas nuo vandens telkinio statistiškai yra susijęs su fragmento plotu, buvo atlikta Pearson koreliacijos analizė kiekvienais tiriamaisiais metais atskirai jūros ir marių pusėms (6 lentelė). Baltijos jūros pusėje visais tiriamaisiais metais nustatytas labai silpnas neigiamas ryšys - r reikšmės svyravo nuo -0,081 (2013 m.) iki -0,099 (2021 m.). Statistiškai reikšmingo ryšio tarp atstumo nuo jūros ir fragmento ploto nenustatyta - tai įrodo p reikšmės viršijančios 0,05 kiekvienais metais. Tai reiškia, kad nors didesni fragmentai kiek labiau linkę koncentruotis arčiau pakrantės, ši tendencija nėra pakankamai stipri, kad būtų galima ją laikyti statistiškai patikima. Marių pusėje nustatytas taip pat silpnas, tačiau statistiškai reikšmingas

neigiamas ryšys. r reikšmės kito nuo -0,174 (2013 m.) iki -0,147 (2021 m.), o p reikšmės visais atvejais buvo mažesnės nei 0,05.

6 lentelė. Ryšys tarp *Rosa rugosa* fragmentų ploto ir atstumo nuo vandens telkinių 2013–2021 m.

Metai	Jūros pusė		Marių pusė	
	r	p	r	p
2013	-0,081	0,088	-0,174	0,036
2016	-0,088	0,087	-0,164	0,040
2021	-0,099	0,054	-0,147	0,025

Apibendrinant, atstumas nuo vandens telkinių padeda paaiškinti bendrą *Rosa rugosa* pasiskirstymo pobūdį, tačiau silpnai lemia fragmentų dydžio skirtumus. Jūros pusėje fragmentai išlieka susitelkę siauroje pakrantės zonoje, tačiau statistiškai reikšmingo ryšio tarp atstumo ir fragmento ploto nenustatyta. Marių pusėje fragmentai išsidėstę plačiau, o nustatytas statistiškai reikšmingas, bet silpnas ryšys rodo, kad atstumas nuo marių gali turėti nedidelę įtaką fragmento dydžiui. Tai leidžia manyti, kad hidrochorinis plitimas ir pakrantės padėtis yra svarbūs veiksniai formuojantis bendrajam *Rosa rugosa* paplitimui, tačiau fragmentų dydžiui daugiau įtakos turi kiti veiksniai - buveinės tipas, augalijos danga, reljefas.

3.3.2 Aukštis virš jūros lygio

Rosa rugosa plitimo erdviniai dėsninčiai gali būti iš dalies susiję ir su reljefu - aukštis virš jūros lygio lemia vėjo poveikį, dirvožemio drėgmę, temperatūrą ir smėlio užpustymo intensyvumą, taip formuodamas skirtingas ekologines sąlygas įvairiose kopų zonose. Naglių gamtinis rezervatas pasižymi ryškiu ir dinamišku kopų reljefu - rezervato teritorijoje stūkso Agilos kopa (52,26 m) ir Vingio kopa (48,6 m), o aukščiausias rezervato taškas siekia 59,9 m virš jūros lygio. Siekiant įvertinti, kokiose aukščio zonose susikongregavę *Rosa rugosa* fragmentai ir ar šis pasiskirstymas kito per analizuojamą laikotarpį, kiekvienų metų fragmentams buvo atlikta aukščio virš jūros lygio analizė, naudojant GDR50LT skaitmeninį reljefo modelį. Gautos reikšmės apibendrintos, apskaičiuojant visų fragmentų vidutinį, minimalų ir maksimalų aukštį kiekvieniems tiriamiesiems metams (7 lentelė). Daliai fragmentų aukščio reikšmės nebuvo priskirtos, nes nepateko į skaitmeninio reljefo modelio rastrinių gardelių aprėptį, todėl aukščio zonų ir koreliacijos analizėje naudoti tik tie fragmentai, kuriems aukščio reikšmės buvo apskaičiuotos.

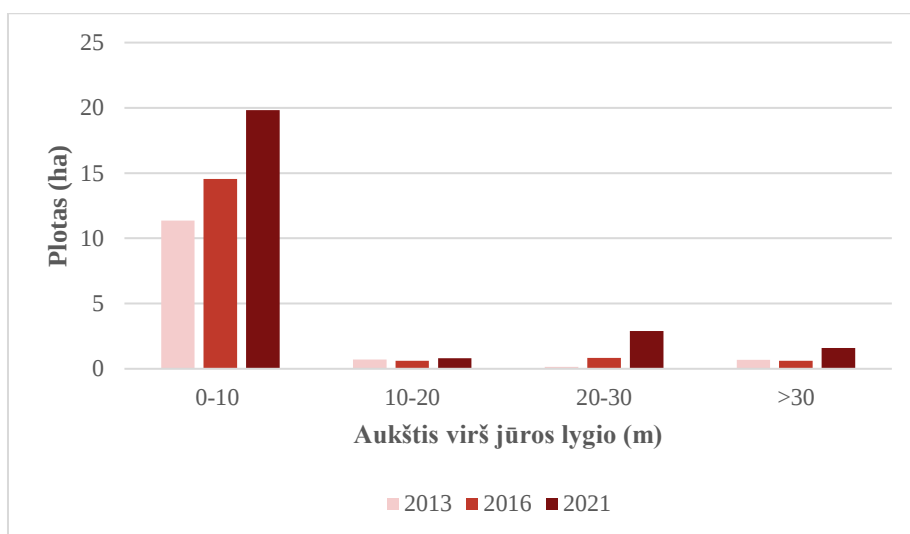
7 lentelė. *Rosa rugosa* lopinių aukščio virš jūros lygio statistiniai rodikliai 2013–2021 m.

Metai	Min (m)	Max (m)	Vidutinis aukštis (m)
2013	1,04	53,88	10,64
2016	1,04	53,73	12,33
2021	0,82	53,88	13,97

Rezultatai atskleidė, kad *Rosa rugosa* visuose trijuose laikotarpiuose užėmė platų aukščių intervalą nuo beveik jūros lygio, iki aukštų kopų viršūnių. Minimalios reikšmės kito nežymiai: 2013 ir 2016 m. jos siekė 1,04 m, o 2021 m. - 0,82 m. Maksimalios reikšmės visais metais buvo panašios - apie 53,7–53,9 m. Tai rodo, kad rūšis nėra apribota viena konkrečia reljefo zona ir yra aptinkama tiek žemose, tiek aukštesnėse rezervato dalyse. Vis dėlto, lyginant skirtingus laikotarpius, išryškėjo

nuoseklus vidutinio fragmentų aukščio didėjimas nuo 10,64 m (2013 m.) iki 12,33 m (2016 m.) ir 13,97 m (2021 m.). Per analizuojamą laikotarpį vidutinis aukštis padidėjo apie 3,3 m. Kadangi šie rodikliai neatspindi bendro vaizdo, papildomai buvo įvertintas *Rosa rugosa* plotų pasiskirstymas pagal aukščio virš jūros lygio intervalus (2 priedas).

Daugiausia *Rosa rugosa* ploto visais analizuojamais metais buvo 0-10 m aukščio intervale - 11,35 ha (2013 m.), 14,55 ha (2016 m.) ir 19,83 ha (2021 m.) (12 pav.). Nors šiame intervale *Rosa rugosa* plotas didėjo, jo santykinė dalis bendrame plote mažėjo nuo 88,1% (2013 m.) iki 78,9% (2021 m.). Tai rodo, kad rūšis sparčiau plito į aukštesnes kopų dalis. Labiausiai tai išryškėjo 20-30 m aukštyje, kuomet plotas išaugo nuo 0,14 ha (2013 m.) iki 2,90 ha (2021 m.), o santykinė dalis išaugo nuo 1,1% iki 11,6%. Didesniame nei 30 m aukštyje skaičių augimas taip pat pastebimas nuo 0,68 ha iki 1,60 ha, tačiau, bendrai, reikšmės išliko nežymios.



12 pav. *Rosa rugosa* ploto pasiskirstymas pagal aukščio virš jūros lygio zonas 2013–2021 m. (sudarė autorė pagal GDR50LT skaitmeninį reljefo modelį ir ortofotografinėje medžiagoje išskirtus fragmentus)

Siekiant įvertinti, ar fragmentų dydis yra susijęs su aukščiu virš jūros lygio, buvo atlikta Spearman koreliacijos analizė tarp fragmento ploto ir vidutinio fragmento aukščio (8 lentelė). 2013 ir 2016 m. nustatytas silpnas, tačiau statistiškai reikšmingas neigiamas ryšys - koreliacijos koeficientas siekė -0,178 ($p < 0,001$) ir -0,147 ($p = 0,001$), kas rodo, kad didesni fragmentai telkiasi žemesnėse kopų dalyse. 2021 m. šis ryšys susilpnėjo ir tapo statistiškai nereikšmingu - r reikšmės siekė -0,071 ($p = 0,084$), kas dera su tuo, kad 2021 m. rūšis paplito ir aukštesnėse kopų dalyse.

8 lentelė. *Rosa rugosa* fragmentų ploto ir aukščio virš jūros lygio Spearman koreliacijos koeficientai (sudarė autorė)

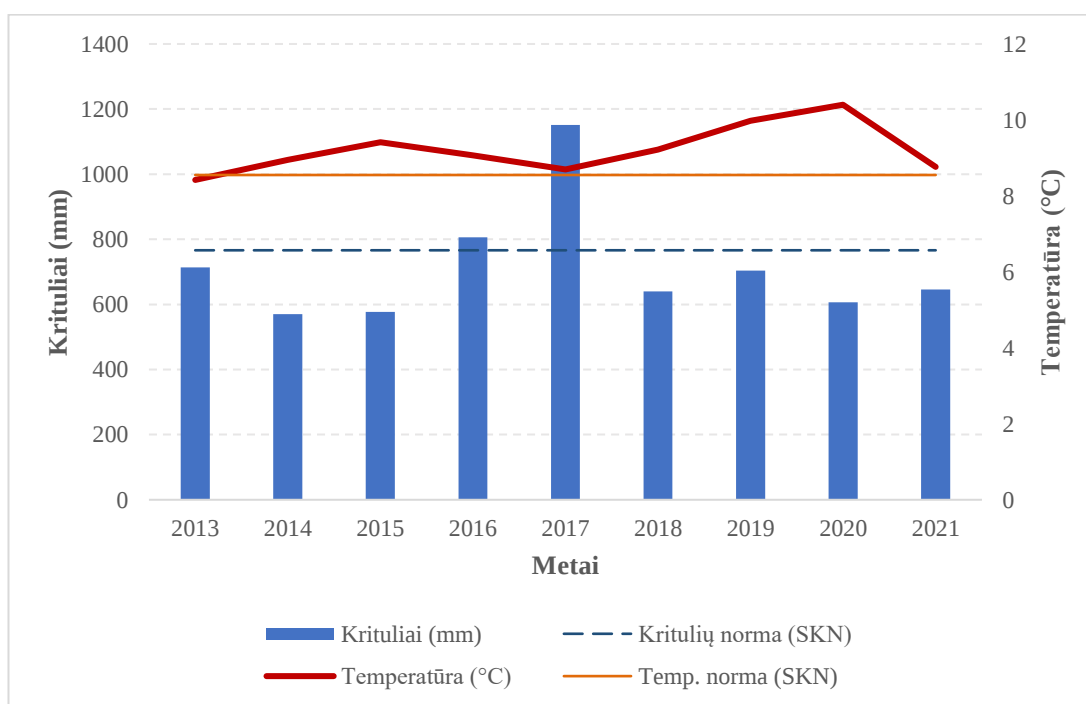
Metai	n	Spearman r	p reikšmė
2013	543	-0,178	<0,001
2016	513	-0,147	0,001
2021	598	-0,071	0,084

Apibendrinant, galima teigti, kad aukštis virš jūros lygio nėra *Rosa rugosa* ribojantis veiksnys, kadangi rūšis yra aptinkama plačiame aukščių intervale. Vis dėlto, pagrindinė fragmentų dalis išlieka žemiausiose kopų dalyse.

3.3.3 Meteorologinių rodiklių analizė

Klimato sąlygos yra vienas iš svarbiausių abiotinių veiksnių, lemiančių augalų rūšių plitimą ir vegetacijos sezono trukmę. Temperatūros pokyčiai gali prailginti vegetacijos laikotarpį, o kritulių režimas turėti įtakos augimo sąlygoms, drėgmės prieinamumui ir bendrai buveinių būklei. Invazinėms rūšims šie veiksniai yra ypač svarbūs, kadangi palankesnės klimatinės sąlygos gali sudaryti galimybes greičiau įsitvirtinti, augti bei plisti į naujas teritorijas. Vis dėlto, pajūrio kopų ekosistemose klimatas nėra vienintelis rūšių paplitimą lemiantis veiksnys. Svarbų vaidmenį taip pat atlieka smėlingi dirvožemiai, atvirų buveinių pasiskirstymas, vėjo poveikis, reljefas, buveinių būklė ir stabilumas bei antropogeninis poveikis. Taigi, šiame darbe klimato analizė naudojama kaip vienas iš galimų *Rosa rugosa* plitimą skatinančių ar ribojančių veiksnių, o ne kaip vienintelis rūšies paplitimą paaiškinantis veiksnys.

Siekiant įvertinti, ar tyrimo laikotarpiu klimatinės sąlygos buvo palankios *Rosa rugosa* plitimui Naglių gamtiniame rezervate, buvo analizuojami Nidos meteorologinės stoties oro temperatūros ir kritulių duomenys (1951–2024 m. laikotarpiui), iš kurių išskirti tyrimo laikotarpį atitinkantys 2013–2021 m. rodikliai (13 pav.) Nidos meteorologinė stotis pasirinkta kaip artimiausia rezervatui esanti stotis, kadangi yra Kuršių nerijoje bei geriausiai reprezentuoja šios vietovės pajūrinį klimatą. Atskaitos tašku pasirinkta 1991–2020 m. standartinė klimato norma (SKN), kurios reikšmės Nidai pateikiamos oficialiame LHMT duomenų rinkinyje: vidutinė metinė oro temperatūra – 8,5 °C, vidutinis metinis kritulių kiekis (765 mm) (LHMT, 2021).



13 pav. Oro temperatūros ir kritulių kaita tyrimo laikotarpiu (2013–2021 m.) lyginant su SKN (1991–2020) (sudarė autorė).

Analizuojamu laikotarpiu dauguma metų buvo šiltesni už SKN. Vieninteliai metai, kai vidutinė metinė oro temperatūra buvo žemesnė už normą, buvo 2013 m. Tuomet ji siekė 8,42 °C, t.y. 0,08 °C žemiau SKN. Visi kiti metai buvo šiltesni už normą - didžiausias skirtumas užfiksuotas 2020 m. (10,40°C, + 1,90°C nuo SKN) ir 2019 m. (9,98 °C, +1,48°C nuo SKN). Lyginant du laikotarpius, vėlesnis (2017-2021 m.) buvo šiltesnis - vidutinė temperatūra siekė ~9,41 °C, o ankstesniuojų (2013-2016 m.) ~8,96 °C, t.y. skyrėsi ~0,45 °C. Verta atkreipti dėmesį, kad, platesniame kontekste, Nidoje dienų su teigiama temperatūra skaičius, lyginant SKN (1961-1990 m.) ir SKN (1991-2020 m.), išaugo daugiausiai Lietuvoje - 26 dienomis, o žiemos sezonas sutrumpėjo 21 diena (LHMT, 2023). Tai rodo, kad Nida yra viena iš labiausiai klimatiškai besikeičiančių vietovių Lietuvoje, o ilgesnis šiltasis periodas gali sudaryti palankesnes sąlygas *Rosa rugosa* vegetatyviniam plitimui į gretimas buveines.

Kritulių režimas tyrimo laikotarpiu buvo kintamesnis nei temperatūros rodikliai. Daugumoje analizuojamų metų, metinis kritulių kiekis buvo mažesnis už SKN - mažesni krituliai fiksuoti 2013, 2014, 2015, 2018, 2019, 2020 ir 2021 m. Tik 2016 ir 2017 m. kritulių kiek viršijo normą. Ypač išsiskyrė 2017 m., kai Nidoje iškrito 1151,3 mm kritulių, t.y. 386,3 mm daugiau nei SKN. Lyginant laikotarpius, 2013-2016 m. vidutinis kritulių kiekis siekė ~666,9 mm (apie 98 mm mažiau nei SKN), o 2017-2021 m. - ~749,7 mm. Vis dėlto, pastarąjį skaičių ženkliai padidina 2017 m. anomalija. Vertinant tik 2018-2021m., kritulių kiekis vėl nuosekliai nesiekė normos, todėl galima teigti, kad tyrimo laikotarpiu dominavo šiltesnės ir dažniausiai sausesnės nei įprastai sąlygos.

Šie pokyčiai sutampa su šiltesniu klimatinio laikotarpiu po 2016 m., kai vidutinė temperatūra buvo aukštesnė, o 2017 m. pasižymėjo ir išskirtinai dideliu kritulių kiekiu. Vis dėlto, vien metinių temperatūros ir kritulių duomenų nepakanka tiesioginiam priežastiniam ryšiui tarp meteorologinių rodiklių ir *Rosa rugosa* plitimo įrodymui - rūšies plitimą lemia ir kiti veiksniai: pradinė židinių geografinė vieta, buveinių struktūra bei atstumas iki trikdomų teritorijų, todėl meteorologiniai rodikliai šiame darbe interpretuojami kaip palankaus aplinkos fono rodiklis, o ne kaip vienintelis plitimą nulėmęs veiksnys.

IŠVADOS

1. Moksliniuose tyrimuose *Rosa rugosa* dažnai yra nagrinėjama ekologiniu aspektu, vertinant rūšies poveikį pajūrio kopų bendrijoms ir jos sąveiką su vietine augalija. Pastaraisiais metais daugėja ir erdvinio pasiskirstymo tyrimų, pagrįstų nuotolinio stebėjimo metodais, kas atspindi augantį mokslinį susidomėjimą invazinėmis rūšimis - viena opiausių grėsmių bioįvairovei. Lietuvoje tokio pobūdžio tyrimų kol kas nebuvo atlikta, tačiau pastaraisiais metais susidomėjimas invazinių rūšių stebėseną pajūrio teritorijose auga.
2. Naglių gamtinio rezervato Europos Bendrijos svarbos natūralios buveinės užima 60,7 % rezervato ploto, šį plotą sudaro: baltosios kopos, pilkosios kopos, kopų gluosnynai, kopų varnauogynai, medžiais apaugusios pajūrio kopos ir užuomazginės pustomos kopos. Didžiausią dalį sudaro pilkosios (33,2 %) ir baltosios kopos (11,8 %).
3. Naglių gamtiniame rezervate išryškėjo du *Rosa rugosa* plitimo procesai: 2013-2016 m. dominavo fragmentų jungimasis į stambesnius sąžalynus, o 2016-2021 m. - naujų fragmentų atsiradimas kitose rezervato vietose. Tai rodo, kad invazija ne tik intensyvėjo (bendras plotas išaugo 87,1 %, nuo 13,53 ha iki 25,31 ha), bet ir plėtėsi į naujas teritorijas.
4. *Rosa rugosa* plitimas skirtingose buveinėse vyko nevienodai: baltosiose kopose dominavo fragmentų jungimasis į stambesnius sąžalynus, o pilkosiose kopose - naujų fragmentų atsiradimas. Tai rodo, kad invazijos pobūdis priklauso ne tik nuo buveinės užimamo ploto, bet ir nuo jos struktūrinių savybių.
5. Atstumas nuo vandens telkinių padeda paaiškinti bendrą *Rosa rugosa* pasiskirstymo pobūdį, tačiau fragmentų dydžio nelemia: jūros pusėje fragmentai išliko susitelkę siauroje pakrantės juostoje (maks. 173 m nuo kranto), o marių pusėje pasiskirstė plačiau (iki 678 m). Aukštis virš jūros lygio taip pat nėra ribojantis veiksnys — rūšis aptinkama plačiame intervale nuo beveik jūros lygio iki 53,9 m. Vis dėlto, vidutinis fragmentų aukštis tiriamuoju laikotarpiu nuosekliai didėjo nuo 10,64 m iki 13,97 m, o 20–30 m aukščio zonoje plotas išaugo nuo 0,14 ha iki 2,90 ha. Tai rodo, kad *Rosa rugosa* invazija plinta į aukštesnes ir labiau nuo vandens nutolusias rezervato dalis.
6. Tyrimo laikotarpiu Naglių gamtiniame rezervate vyravo šiltesnės ir dažniausiai sausesnės nei standartinė klimato norma (1991–2020 m.) sąlygos, sutampančios su intensyviausiu *Rosa rugosa* plitimo etapu po 2016 m. Tiesioginio priežastinio ryšio iš metinių meteorologinių duomenų nustatyti negalima, tačiau Nida priskiriama prie labiausiai klimatiškai besikeičiančių vietovių Lietuvoje, todėl klimato kaitos sąlygomis ši rūšis gali turėti vis palankesnes plitimo aplinkybes.

NAUDOTA LITERATŪRA

- Alvarez-Taboada, F., Paredes, C., & Julián-Pelaz, J. (2017). Mapping of the invasive species *Hakea sericea* using Unmanned Aerial Vehicle (UAV) and WorldView-2 imagery and an object-oriented approach. *Remote Sensing*, 9(9), 913. <https://doi.org/10.3390/rs9090913>
- Bergamo, T. F., de Lima, R. S., Kull, T., Ward, R. D., Sepp, K., & Villoslada, M. (2023). From UAV to PlanetScope: Upscaling fractional cover of an invasive species *Rosa rugosa*. *Journal of Environmental Management*, 336, 117693. <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2023.117693>
- Boardman, C., & Smith, P. H. (2016). Rates of spread of *Rosa rugosa* (Japanese Rose) determined by GIS on a coastal sand-dune system in Northwest England. *Journal of Coastal Conservation*, 20(5), 351–360. <https://doi.org/10.1007/s11852-016-0439-7>
- Galvonaitė, A., Kilpys, J., Kitrienė, Z., & Valiukas, D. (2015). Lietuvos kurortų klimatas. Lietuvos hidrometeorologijos tarnyba prie Aplinkos ministerijos. <https://www.meteo.lt/klimatas/leidiniai/>
- Garbary, D. J., Hill, N. M., & Miller, A. G. (2013). Invasion of *Rosa rugosa* (Rugosa Rose) into coastal plant communities of Brier Island, Nova Scotia. *The Canadian Field-Naturalist*, 127(4), 319–331. <https://doi.org/10.22621/cfn.v127i4.1513>
- Gudžinskas, Z. (2023). Raukšlėtalapiai erškėčiai. Ar lengvas tokiomis rožėmis klotas kelias? Gamtos tyrimų centras. <https://gamtostyrimai.lt/wp-content/uploads/2023/06/21-ersketis.pdf>
- Gudžinskas, Z., Žalneravičius, E. (2017). Invaziniai augalai. In L. Balčiauskas, R. Butkus, M. Dagys, Z. Gudžinskas, E. Šidagytė, G. Vaitonis, T. Virbickas, & E. Žalneravičius, *Invazinės rūšys Lietuvoje* (pp. 27–44). Baltijos kopija.
- Grześ, I. M., Rożej-Pabijan, E., Stefanowicz, A. M., & Woch, M. W. (2021). Community composition of ants beneath invasive plant *Rosa rugosa*. *Entomological Science*, 24(4), 361–365. <https://doi.org/10.1111/ens.12483>
- Helsen, K., Matsushima, H., Somers, B., & Honnay, O. (2021). A trait-based approach across the native and invaded range to understand plant invasiveness and community impact. *Oikos*, 130(6), 1001–1013. <https://doi.org/10.1111/oik.08034>
- Heron, S. F., Zavišaitė, J., Bugenienė, S., Day, J. C., Dėringytė, R., Kepežinskienė, R., Liukaitytė-Kukienė, J. (2025). Climate Vulnerability Index assessment for the Lithuanian component of the Curonian Spit World Heritage property. James Cook University. https://www.researchgate.net/publication/390329786_Climate_Vulnerability_Index_assessment_for_the_Lithuanian_component_of_the_Curonian_Spit_World_Heritage_property
- Isermann, M. (2008). Effects of *Rosa rugosa* invasion in different coastal dune vegetation types. In B. Tokarska-Guzik ir kt. (red.), *Plant Invasions: Human Perception, Ecological Impacts and Management* (p. 289–306). Backhuys Publishers. https://www.researchgate.net/publication/236132136_Effects_of_Rosa_rugosa_invasion_in_different_coastal_dune_vegetation_types
- Jørgensen, R. H., & Kollmann, J. (2009). Invasion of coastal dunes by the alien shrub *Rosa rugosa* is associated with roads, tracks and houses. *Flora — Morphology, Distribution, Functional Ecology of Plants*, 204(4), 289–297. <https://doi.org/10.1016/j.flora.2008.03.002>
- Kavaliauskas, P. (2011). *Kraštovaizdžio samprata ir planavimas*. Vilniaus universitetas
- Kaushik, P., Pati, P. K., Khan, M. L., & Khare, P. K. (2022). Plant functional traits best explain invasive species' performance within a dynamic ecosystem—A review. *Trees, Forests and People*, 8, 100260. <https://doi.org/10.1016/j.tfp.2022.100260>
- Klaipėdos universitetas. (n.d.). LIFE for Dunes PL. Žiūrėta 2026 m. balandžio 23 d., <https://jti.ku.lt/lt/projektai-8/life-for-dunes-pl>

- Kollmann, J., Jørgensen, R. H., Roelsgaard, J., & Skov-Petersen, H. (2009). Establishment and clonal spread of the alien shrub *Rosa rugosa* in coastal dunes — A method for reconstructing and predicting invasion patterns. *Landscape and Urban Planning*, 93(3–4), 194–200. <https://doi.org/10.1016/j.landurbplan.2009.07.006>
- Kunttu, P., & Kunttu, S.-M. (2024). Occurrence of the invasive Japanese rose (*Rosa rugosa*) in the Åland Islands. *Memoranda Societatis Pro Fauna et Flora Fennica*, 100, 1–9. <https://journal.fi/msff/article/view/148441>
- Kuršių nerijos nacionalinio parko direkcija. (2022). Raukšlėtalapio erškėčio (*Rosa rugosa*) gausos reguliavimo Kuršių nerijos nacionalinio parko Naglių gamtiniame rezervate 2021–2026 m. veiksmų planas (Nr. V-2). Žiūrėta 2026 m. balandžio 10 d. https://biomon.lt/info/gamtotvarkos_planai/Rosa_rugosa_NGR.pdf
- Kuršių nerijos nacionalinis parkas. (2025). Naglių gamtinis rezervatas. Žiūrėta 2026 m. kovo 6 d. <https://nerija.lrv.lt/lt/apie-nacionalini-parka/gamta-1/rezervatai/nagliu-gamtinis-rezervatas/>
- Kuršių nerijos nacionalinio parko direkcija. (2022). Raukšlėtalapio erškėčio (*Rosa rugosa*) gausos reguliavimo Kuršių nerijos nacionalinio parko Naglių gamtiniame rezervate 2021–2026 m. veiksmų planas (Nr. V-2). Žiūrėta 2026 m. balandžio 14 d., https://biomon.lt/info/gamtotvarkos_planai/Rosa_rugosa_NGR.pdf
- Lietuvos hidrometeorologijos tarnyba prie Aplinkos ministerijos. (2021). Lietuvos klimato pokyčių vertinimas lyginant 1961–1990 m. ir 1991–2020 m. standartines klimato normas. Žiūrėta 2026 m. kovo 15 d., [https://www.meteo.lt/app/uploads/2023/11/Lietuvos klimato pokyciu vertinimas lyginant klimat o normas.pdf](https://www.meteo.lt/app/uploads/2023/11/Lietuvos_klimato_pokyciu_vertinimas_lyginant_klimato_normas.pdf)
- Lietuvos hidrometeorologijos tarnyba prie Aplinkos ministerijos. (n.d.). Žiūrėta 2026 m. gegužės 10 d. <https://www.meteo.lt/klimatas/lietuvos-klimatas/skn/>
- Lietuvos nacionalinė UNESCO komisija. (2026). Kuršių nerija. Žiūrėta 2026 m. balandžio 10 d., <https://unesco.lt/kultura/pasaulio-paveldas/pasaulio-paveldo-sarasas/kursiu-nerija/>
- McGarigal, K. (2023). FRAGSTATS documentation. FRAGSTATS. <https://www.fragstats.org/index.php/documentation>
- Meyer, M. de F., Gonçalves, J. A., & Bio, A. M. F. (2024). Using remote sensing multispectral imagery for invasive species quantification: The effect of image resolution on area and biomass estimation. *Remote Sensing*, 16(4), 652. <https://doi.org/10.3390/rs16040652>
- Park, Y., & Guldman, J.-M. (2020). Measuring continuous landscape patterns with Gray-Level Co-Occurrence Matrix (GLCM) indices: An alternative to patch metrics? *Ecological Indicators*, 109, 105802. <https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2019.105802>
- Rašomavičius, V., Sinkevičienė, Z., Balsevičius, A., Čiuplys, R., Patalauskaitė, D., Olenin, S., & Daunys, D. (2001). Europinės svarbos buveinės Lietuvoje: Lietuvoje aptinkamų Europos Sąjungai svarbių buveinių tipų aiškinamasis vadovas. Daigai.
- Ribotta, S., Liccari, F., Muggia, L., Pallavicini, A., Bagnolini, F., Tordoni, E., & Bacaro, G. (2021). Invasion at the edge: The case of *Rosa rugosa* (Rosaceae) in Italy. *Diversity*, 13(12), 645. <https://doi.org/10.3390/d13120645>
- Saugomų teritorijų valstybės kadastras. (n.d.). Saugomų teritorijų valstybės kadastro žemėlapis [Interaktyvus žemėlapis]. Žiūrėta 2026 m. balandžio 3 d., <https://stvk.lt/map?x=21.5117&y=55.6093&zoom=9.0&st=%5B14,15,16,17,18,19,20,21,22,23,24,25,26,27,28,58,59,60,61,62,63,65,66,67%5D&ktz=%5B0,1,2,3,4,5,6,7,8,9,10,11,12,13,14,15,16,17,18,19,20,21,22,23,24,25,26,27,28,29,30,31,32,33,34,35,36,37,38,39%5D>

- Sesay, R. E. V., Sesay, F., Azizi, M. I., & Rahmani, B. (2024). Invasive species and biodiversity: Mechanisms, impacts, and strategic management for ecological preservation. *Asian Journal of Environment & Ecology*, 23(9), 82–95. <https://doi.org/10.9734/ajee/2024/v23i9600>
- Sladonja, B., & Damijanić, D. (2021). Remote sensing in invasive species detection and monitoring. *International Journal of Environmental Sciences & Natural Resources*, 29(1), 556255. <https://doi.org/10.19080/IJESNR.2021.29.556255>
- Statybos sektoriaus vystymo agentūra. (n.d.). GDR50LT: Lietuvos Respublikos teritorijos M 1:50 000 georeferencinių erdvinių duomenų rinkinys [Erdvinių duomenų rinkinys]. Lietuvos erdvinės informacijos portalas. Žiūrėta 2026 m. gegužės 1 d., <https://www.geoportal.lt/geoportal/web/georeferenced-public-datasets-of-the-republic-of-lithuania/gdr50lt>
- Statybos sektoriaus vystymo agentūra. (n.d.). GDR250LT: Lietuvos Respublikos teritorijos M 1:250 000 georeferencinių erdvinių duomenų rinkinys [Erdvinių duomenų rinkinys]. Lietuvos erdvinės informacijos portalas. Žiūrėta 2026 m. gegužės 13 d., <https://www.geoportal.lt/geoportal/web/georeferenced-public-datasets-of-the-republic-of-lithuania/gdr250lt>
- Ulevičius, A., & Tupčiauskaitė, J. (2013). Ekosistemų praktikumas. Buveinės ir būdingosios jų rūšys. Vilniaus universitetas.
- Uuemaa, E., Antrop, M., Roosaare, J., Marja, R., & Mander, Ü. (2009). Landscape metrics and indices: An overview of their use in landscape research. *Living Reviews in Landscape Research*, 3(1), 1–28. <https://doi.org/10.12942/lrlr-2009-1>
- Valstybinė saugomų teritorijų tarnyba. (2019). Valstybinių parkų kraštovaizdžio struktūros schemų parengimas. IV etapas. III grupės VP kraštovaizdžio struktūros schemų ir aprašų parengimas. Žiūrėta 2026 m. balandžio 14 d. https://vstt.lrv.lt/uploads/vstt/documents/files/VP_kr_str_schemas/Kursiu_nerijos_NP_krastovaizdzio_strukturos_schemas_aprasas.pdf
- Villalobos Perna, P., Di Febbraro, M., Carranza, M. L., Marzioletti, F., & Innangi, M. (2023). Remote sensing and invasive plants in coastal ecosystems: What we know so far and future prospects. *Land*, 12(2), 341. <https://doi.org/10.3390/land12020341>
- Volungevičius, J., & Kavaliauskas, P. (2009). Lietuvos pedologinio rajonavimo problema. *Žemės ūkio mokslai*, 16(1–2), 1–13. <http://mokslozurnalai.lmaleidykla.lt/publ/1392-0200/2009/1-2/1-13.pdf>
- Wang, X., Blanchet, F. G., & Koper, N. (2014). Measuring habitat fragmentation: An evaluation of landscape pattern metrics. *Methods in Ecology and Evolution*, 5(7), 634–646. <https://doi.org/10.1111/2041-210X.12198>
- With, K. A. (2002). The landscape ecology of invasive spread. *Conservation Biology*, 16(5), 1192–1203. <https://doi.org/10.1046/j.1523-1739.2002.01064.x>
- Woch, M. W., Kapusta, P., Stanek, M., Możdżeń, K., Grześ, I. M., Rozej-Pabijan, E., & Stefanowicz, A. M. (2023). Effects of invasive *Rosa rugosa* on Baltic coastal dune communities depend on dune age. *NeoBiota*, 82, 163–187. <https://doi.org/10.3897/neobiota.82.97275>
- Zhang, S., Isermann, M., Gan, W., & Breed, M. F. (2018). Invasive *Rosa rugosa* populations outperform native populations, but some populations have greater invasive potential than others. *Scientific Reports*, 8, 5735. <https://doi.org/10.1038/s41598-018-23974-3>

SANTRAUKA

VILNIAUS UNIVERSITETAS CHEMIJOS IR GEOMOKSLŲ FAKULTETAS

GABIJA KAŽUKAUSKAITĖ

Raukšlėtalapio erškėčio (*Rosa rugosa*) plitimo erdviniai dėsniniai Naglių gamtiniame rezervate

Pajūrio kopos yra vienos dinamiškiausių ir biologine įvairove turtingiausių ekosistemų Europoje, tačiau dėl savo atviro pobūdžio ir priklausomybės nuo aplinkos pokyčių, jos yra itin jautrios svetimžemių krūmų invazijai. Naglių gamtinis rezervatas, esantis Kuršių nerijoje (Lietuvoje), apima šešis Europos Bendrijos svarbos natūralių buveinių tipus ir jam taikomi griežti apsaugos reikalavimai. Invazinio krūmo raukšlėtalapio erškėčio (*Rosa rugosa*) plitimas kelia didėjančią grėsmę šių buveinių, ypač baltųjų ir pilkųjų kopų, vientisumui, nes ši rūšis išstumia vietinę augaliją ir keičia kopų buveinių ekologinį pobūdį. Šio tyrimo tikslas – prisidėti prie raukšlėtalapio erškėčio reguliavimo gerinimo Naglių gamtiniame rezervate.

Tyrimas apima 2013–2021 m. laikotarpį, analizuotą trijuose laiko pjūviuose, naudojant ortofotografines nuotraukas ir palydovinius vaizdus. *Rosa rugosa* fragmentų skaitmeninimas rankiniu būdu buvo atliktas vadovaujantis nuosekliais identifikavimo kriterijais ir patikrintas pagal Kuršių nerijos nacionalinio parko direkcijos pateiktus lauko tyrimų duomenis. Siekiant įvertinti bendrą invazijos mastą, fragmentų erdvinę struktūrą bei formos sudėtingumą, buvo atrinkti ir apskaičiuoti septyni kraštovaizdžio indeksų rodikliai. Abiotiniai veiksniai (atstumas iki vandens telkinių (Baltijos jūros ir Kuršių marių), aukštis virš jūros lygio ir meteorologinės sąlygos) buvo įvertinti taikant erdvinę bei koreliacinę analizę GIS aplinkoje, naudojant programinę įrangą ArcGIS Pro 3.5.3.

Rezultatai parodė, kad tyrimo laikotarpiu *Rosa rugosa* užimamas plotas žymiai padidėjo, o invazija vyko pakaitomis vykstant dviem procesams: fragmentų stambėjimui (konsolidacijai) ir naujų fragmentų formavimuisi. Šie procesai skirtingai pasireiškė priklausomai nuo buveinės tipo: baltosiose kopose esami krūmai išsiplėtė ir susijungė į dominuojančius plotus, o pilkosiose kopose vis dažniau formavosi nauji išsibarstę fragmentai, nurodantys labiau difuzinį ir erdviškai sudėtingesnį plitimo pobūdį. Nei atstumas iki vandens telkinių, nei aukštis virš jūros lygio nebuvo ribojantys veiksniai, nors augalų fragmentai išliko daugiausia susitelkę žemesnėse pakrantėse. Klimato sąlygos tyrimo laikotarpiu apskritai buvo šiltesnės ir sausesnės už daugiametę normą, o tai galėjo sudaryti palankų foną suintensyvėjusiam plitimui. Užfiksuoti *Rosa rugosa* invazijos erdviniai dėsniniai faktoriai iki pradedant naikinti rūšį rezervate suteikia atskaitos tašką būsimai stebėsenai ir priemonių efektyvumo vertinimui. Nustatyti invazijos dinamikos skirtumai baltosiose ir pilkosiose kopose rodo, kad šios rūšies valdymo planavimas Naglių gamtiniame rezervate turėtų būti erdviškai diferencijuotas ir pritaikytas konkrečioms buveinėms.

SUMMARY

VILNIUS UNIVERSITY FACULTY OF CHEMISTRY AND GEOSCIENCES

GABIJA KAŽUKAUSKAITĖ

Spatial distribution patterns of *Rosa rugosa* in the Nagliai Nature Reserve

Coastal dunes are among the most dynamic and species-rich ecosystems in Europe, yet their openness and disturbance-dependent nature makes them particularly susceptible to invasion by alien shrub species. The Nagliai Nature Reserve, located on the Curonian Spit, Lithuania, encompasses six EU-important natural habitat types and is subject to strict conservation regulations. The spread of the invasive shrub *Rosa rugosa* poses a growing threat to the integrity of these habitats, particularly white and grey dunes, where the species outcompetes native vegetation and alters the ecological character of dune habitats. The aim of this study is to contribute to the improvement of *Rosa rugosa* management in the Nagliai Nature Reserve by identifying the spatial distribution patterns of this invasive species before the start of active control measures, which commenced in 2022.

The study covers the period 2013-2021, analysed across three time stamps using orthophotographic and satellite imagery. Manual digitization of *Rosa rugosa* patches was done following consistent identification criteria and verified against field survey data provided by the Curonian Spit National Park Administration. Seven landscape metrics were calculated to assess overall invasion extent, spatial patch structure, and patch shape complexity. Abiotic factors (distance from water bodies (Baltic Sea and Curonian Lagoon), elevation above sea level, and meteorological conditions) were evaluated using GIS-based spatial and correlation analyses in ArcGIS Pro 3.5.3

The results showed that *Rosa rugosa* cover increased substantially over the study period, with the invasion progressing through alternating processes: patch consolidation and new patch formation. These processes manifested differently depending on habitat type: in white dunes, existing shrubs enlarged and merged into dominant patches, while in grey dunes, new scattered foci emerged increasingly, reflecting a more diffuse and spatially complex pattern of spread. Neither distance from water bodies nor elevation acted as a strict limiting factor, though fragments remained predominantly concentrated in lower coastal areas. Climatic conditions during the study period were generally warmer and drier than the long-term norm, potentially providing a favourable background for intensified spread. The documented spatial patterns of *Rosa rugosa* invasion prior to active management provide a baseline for future monitoring and effectiveness assessment. The identified differences in invasion dynamics between white and grey dunes suggest that management planning in the Nagliai Nature Reserve should be spatially differentiated and habitat-specific.

PRIEDAI

- 1 priedas. Lauko išvykos į Naglių gamtinį rezervatą nuotraukos (2026 m. balandžio 16 d.).
- 2 priedas. *Rosa rugosa* užimamas plotas ir jo dalis EB svarbos buveinėse 2013–2021 m.
- 3 priedas. *Rosa rugosa* fragmentų pasiskirstymas pagal aukštį virš jūros lygio 2013-2021 m.
- 4 priedas. Vidutinė metinė oro temperatūra ir kritulių kiekis Nidos meteorologinėje stotyje 2013-2021 m. lyginant su 1991-2020 m. standartine klimato norma (SKN).
- 5 priedas. *Rosa rugosa* plitimo erdviniai dėsningumai Naglių gamtiniame rezervate (2013-2021 m. paplitimo, fragmentacijos pokyčių ir abiotinių veiksnių vertinimas)

1 priedas
**LAUKO IŠVYKOS Į NAGLIŲ GAMTINĮ REZERVATĄ NUOTRAUKOS (2026 M.
BALANDŽIO 16 D.)**



Baltosios kopos



Rosa rugosa baltosiose kopose (tvarkyti plotai-*Rosa rugosa* atauga)



Rosa rugosa šaknys



Rosa rugosa sąžalynų horizontas Baltosiose kopose

2 priedas

**ROSA RUGOSA UŽIMAMAS PLOTAS IR JO DALIS EB SVARBOS BUVEINĖSE 2013-
2021 M**

Buveinė	Buveinės plotas (ha)	2013		2016		2021	
		ha	%	ha	%	ha	%
Baltosios kopos	197,077	10,64	5,4	11,93	6,1	16,40	8,3
Pilkosios kopos	554,095	2,48	0,4	4,33	0,8	8,33	1,5
Kopų varnauogynai	5,553	0,01	0,2	0,01	0,2	0,05	0,9
Užuomazginės pustomos kopos	4,377	0,01	0,2	-	-	-	-

**ROSA RUGOSA FRAGMENTŲ PASISKIRSTYMAS PAGAL AUKŠTĮ VIRŠ JŪROS
LYGIO 2013-2021 M.**

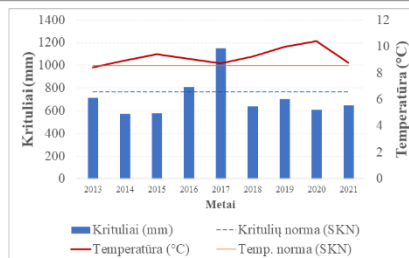
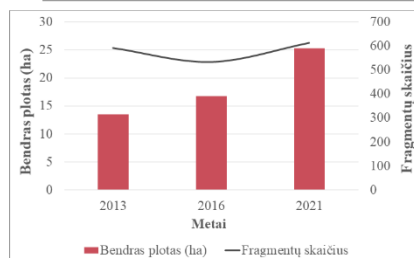
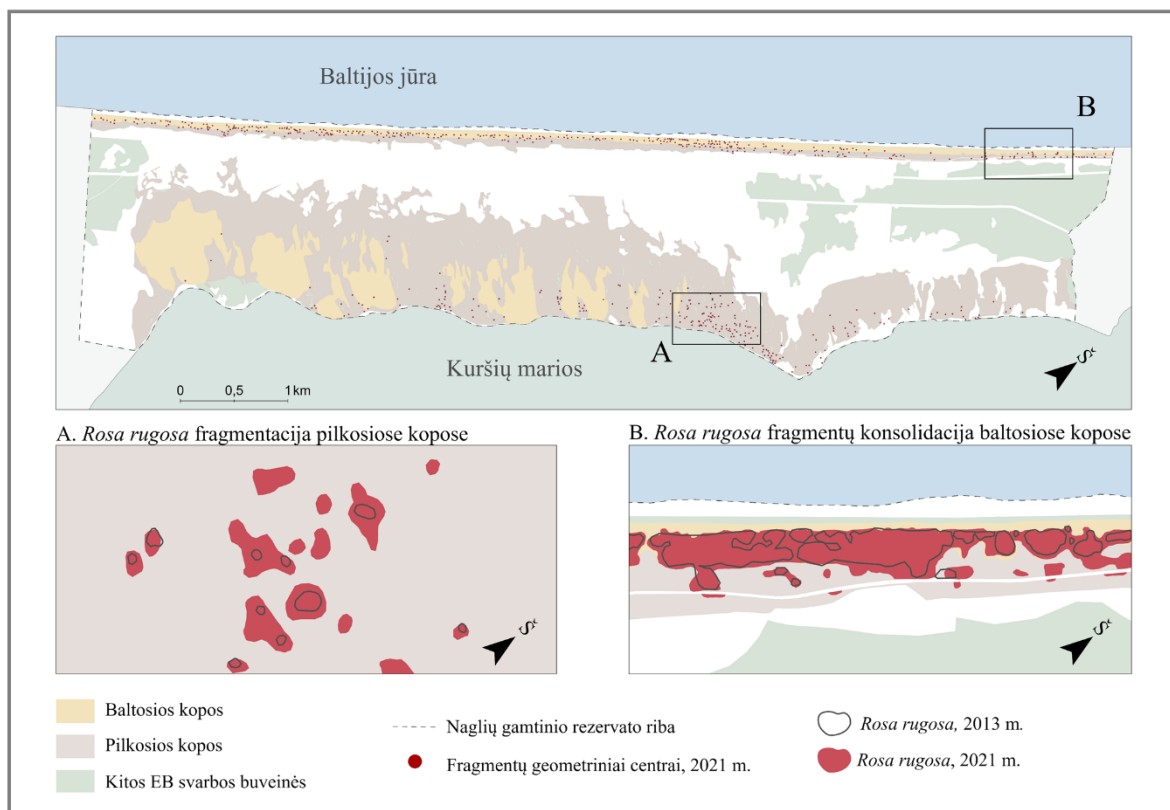
Aukštis (m)	2013			2016			2021		
	n	Plotas (ha)	%	n	Plotas (ha)	%	n	Plotas (ha)	%
0-10	429	11,349	88,1	366	14,547	87,6	379	19,833	78,9
10-20	36	0,720	5,6	40	0,606	3,7	53	0,802	3,2
20-30	36	0,136	1,1	44	0,827	5,0	69	2,904	11,6
>30 m	42	0,679	5,3	63	0,623	3,8	97	1,602	6,4
Iš viso	543	12,884	100	513	16,603	100	598	25,141	100

**VIDUTINĖ METINĖ ORO TEMPERATŪRA IR KRITULIŲ KIEKIS NIDOS
METEOROLOGIJOS STOTYJE 2013-2021 M. LYGINANT SU 1991-2020 M.
STANDARTINE KLIMATO NORMA (SKN) (DUOMENYS: LHMT)**

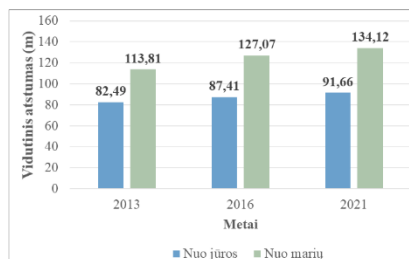
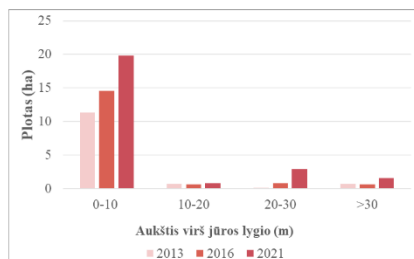
Metai	Vid. temp. (°C)	Skirtumas nuo SKN	Vid. krituliai (mm)	Skirtumas nuo SKN
SKN (1991-2020)	8,5	-	765	-
2013	8,42	-0,08	713,6	-51,4
2014	8,95	0,45	570,3	-194,7
2015	9,41	0,91	577,3	-187,7
2016	9,07	0,57	806,2	41,2
2017	8,70	0,20	1151,3	386,3
2018	9,22	0,72	640,2	-124,8
2019	9,98	1,48	704,2	-60,8
2020	10,40	1,90	606,7	-158,3
2021	8,76	0,26	646,1	-118,9

ROSA RUGOSA PLITIMO ERDVINIAI DĖSNINGUMAI NAGLIŲ GAMTINIAME REZERVATE

2013–2021 m. paplitimo, fragmentacijos pokyčių ir abiotinių veiksnių vertinimas



Rosa rugosa šaknys Pilkosiose kopose (nuotrauka: autorės)



Rosa rugosa sąžalynai Baltosiose kopose (nuotrauka: autorės)

Sudarė Vilniaus universiteto Geografijos bakalauro studijų IV kurso studentė Gabija Kazdauskaitė.

Šis plaktas yra bakalauroinio darbo „Raukšlėtalaipio erškėčio (*Rosa rugosa*) plitimo erdviniai dėsningumai Naglių gamtiniame rezervate“ darbo vadovė: doc. dr. Rasa Simanavičienė.

Naudoji duomenys: GDR250LT: Lietuvos Respublikos teritorijos M1:250 000 georeferencinių erdvininių duomenų rinkinys (2023 m.), duomenų teikėjas: Statybos sektoriaus vystymo agentūra (geoportal.lt); ES svarbos natūralios buveinės žemėlapis, duomenų teikėjas: Valstybinė saugomų teritorijų tarnyba (sttk.lt); ORT10LT: Lietuvos Respublikos teritorijos skaitmeniniai raštriniai ortofotografiniai žemėlapis (M 1:10 000) (2013 m.), duomenų teikėjas: Statybos sektoriaus vystymo agentūra (geoportal.lt); Google Earth Pro palydoviniai vaizdai (2016 ir 2022 m.); GDR50LT: Lietuvos Respublikos teritorijos M 1:50 000 georeferencinių erdvininių duomenų rinkinys (2017 m.), duomenų teikėjas: Statybos sektoriaus vystymo agentūra (geoportal.lt); Lietuvos hidrometeorologijos tarnybos prie Aplinkos ministerijos meteorologiniai duomenys, (2013–2021 m.) (metro.lt)

Buveinė	Buveinės plotas (ha)	2013		2016		2021	
		ha	%	ha	%	ha	%
Baltosios kopos (2120)	197,077	10,64	5,4	11,93	6,1	16,40	8,3
Pilkosios kopos (2130)	554,095	2,48	0,4	4,33	0,8	8,33	1,5
Kopų varnauogynai (2140)	5,553	0,01	0,2	0,01	0,2	0,05	0,9
<i>Rosa rugosa</i> bendras užimamas plotas EB svarbos natūraliose buveinėse							