



VILNIAUS UNIVERSITETAS
ŠIAULIŲ AKADEMIJA

GAMTINIŲ SISTEMŲ VALDYMO MAGISTRANTŪROS STUDIJŲ PROGRAMA

ERNESTA GARALĖ

Magistro darbas

**INVAZINIŲ AUGALŲ PAPLITIMAS IR JŲ KONTROLĖS PRIEMONĖS
MAŽEIKIUOSE**

Darbo vadovas: doc. dr. Martynas Kazlauskas

Šiauliai, 2024

TURINYS

ĮVADAS	3
1.1. Biologinės invazijos procesas	5
1.1.1. Prielaidos, samprata, mechanizmai	5
1.1.2. Žala ekosistemoms	7
1.1.3. Poveikis visuomenei	8
1.2. Invaziniai augalai Lietuvoje	9
1.3. Invazinių augalų tyrimo metodai	12
1.3.1. Paplitimo ir gausumo tyrimų metodai	13
1.3.2. Poveikio kitiems augalams tyrimų metodai	17
1.3.3. Naikinimo efektyvumo tyrimai	18
1.4. Invazinių augalų valdymo strategijos, teisinė bazė Europos Sąjungoje ir Lietuvoje	20
2. DARBO OBJEKTAS IR METODIKA	23
2.1. Darbo objektas	23
2.2. Darbo metodika	25
3. REZULTATAI IR JŲ APTARIMAS	32
3.1. Invazinių augalų paplitimo Mažeikių mieste įvertinimas	32
3.2. Invazinių augalų išplitimo poveikis kitiems augalams	37
3.2.1. Kanadinių rykštėnių poveikio augalams vertinimas	37
3.2.2. Tankiažiedžių rūgštynių poveikio augalams vertinimas	40
3.2.3. Uosialapių klevų poveikio augalams vertinimas	44
3.3. Invazinių augalų rekomendacinės valdymo priemonės Mažeikių mieste	50
IŠVADOS	56
SANTRAUKA	57
SUMMARY	58
LITERATŪROS SĄRAŠAS	60

IVADAS

Biologinės invazijos yra didžiulė grėsmė ekosistemoms, bioįvairovei, žmonių sveikatai ir ekonomikai. Pasauliniu mastu jos skatina ekosistemų degradaciją ir sukelia milžiniškus, kelių trilijonų eurų vertės, ekonominius nuostolius (Henry et al., 2023). Apskaičiuota, kad per ateinančius 50 metų pasaulyje gresia išnykimas maždaug milijonui rūšių. Invazinės rūšys yra viena iš pagrindinių šio biologinės įvairovės mažėjimo priežasčių (Diaz et al. 2019). Lietuvoje žinomos apie 548 svetimžemių augalų rūšys, iš kurių apie 46 rūšys yra invazinės ir apie 60 rūšių – potencialiai invazinės, ateityje galinčios sukelti ekologinių problem (Lietuvos gamtos fondas, 2024). Lietuvoje invazinių rūšių naudojimas ir plitimas kontroliuojamas nacionaliniais teisės aktais, Europos Sąjungos (ES) reglamentais, užtikrinančiais vienodą tvarką visoms valstybėms narėms. Siekiama įgyvendinti ES tikslą - iki 2030 metų atgaivinti Europos biologinę įvairovę, kovojant su jos nykimui įtaką darančiais veiksniais, prie kurių priskiriamos ir invazinės rūšys. Be to, tarptautiniai susitarimai, kaip Biologinės įvairovės konvencija, vis labiau pabrėžia invazinių rūšių prevenciją ir valdymą, nes pasaulinė prekyba, transportas ir klimato kaita didina invazinių rūšių keliamą pavojų (Gudžinskas ir kt., 2023). Nors augalų invazijos lygis Vidurio Europoje labai nevienodas įvairiose buveinėse, jis ypač didelis miestuose, pramonės rajonuose, soduose ir viešosiose žaliosiose erdvėse. Dėl didelio antropogeninio trikdymo ir invazinių augalų spartaus dauginimosi, miestų aplinka tapo biologinių invazijų židiniu (Wagner et al., 2020).

Aktualumas. Invaziniai augalai kelia pavojų biologinei įvairovei, išstumdami vietines augalų rūšis. Mažeikių mieste invaziniai augalai plačiai paplitę įvairiose teritorijose. Šiame tyrime pateikiami nauji duomenys apie invazinių augalų išplitimą Mažeikiuose. Situacijos žinojimas yra būtinas, norint planuoti kovos su invaziniais augalais plotus, būdus ir finansus. Šių augalų poveikio vietiniams augalams tyrimas prisideda prie žmonijos kaupiamo žinių fondo apie tokį poveikį įvairaus klimato sąlygomis bei įvairių tipų augalų bendrijose.

Naujumas. Nors Mažeikių mieste buvo vykdoma Sosnovskio barščių naikinimo programa, vis dar trūksta žinių apie kitas mieste paplitusias invazines augalų rūšis bei jų radavietes. Todėl tyrimo metu įvertinta esama situacija visame mieste.

Tikslas – nustatyti invazinių augalų paplitimą Mažeikiuose, jų poveikį vietiniams augalams ir būtinas invazinių augalų kontrolės priemones.

Uždaviniai:

1. Atliekant lauko tyrimus nustatyti invazinių augalų rūšinę įvairovę, jų sąžalynų paplitimo vietas ir tankumą.
2. Atliekant augalų rūšinės įvairovės ir projekcinio padengimo tyrimus, įvertinti invazinių augalų rūšių poveikį vietiniams augalams.
3. Parengti rekomendacijas, dėl invazinių augalų valdymo Mažeikių mieste.

Magistro baigiamąjį darbą sudaro trys skyriai. Pirmajame apžvelgiama mokslinė literatūra bei kiti šaltiniai, susiję su baigiamojo darbo tema. Antrajame skyriuje aprašomas tyrimo objektas ir vieta, pateikiama tiriamojo darbo metodika. Trečiajame skyriuje aptariami darbo rezultatai bei lyginami su kitų autorių rezultatais ir pateikiamos invazinių augalų valdymo Mažeikiuose rekomendacijos.

INVAZINIŲ AUGALŲ PROBLEMATIKA IR VALDYMO PRIEMONIŲ APŽVALGA

1.1. Biologinės invazijos procesas

Nevietinė rūšimi laikoma rūšis, tyčia ar atsitiktinai introdukuota už jos natūralaus geografinio paplitimo ribų. Invazinė rūšis – tai nevietinė rūšis, kuri daro (arba gali daryti) žalą ekonomikai, aplinkai ar žmonių sveikatai (Diaz et al., 2019). Didėjant globalizacijai, tarptautinei prekybai ir turizmui, dažnėja tyčinis ir atsitiktinis nevietinių rūšių introdukavimas. Nevietinės rūšys tampa invazinėmis, pereinamos penkis žmogaus sukeltos biologinės invazijos etapus (1) transportavimas, (2) introdukcija, (3) įsitvirtinimas, (4) plitimas ir (5) neigiamas poveikis (Blackburn et al. 2011).

1.1.1. Prielaidos, samprata, mechanizmai

Biologinės invazijos – tai kada svetimos, dėl natūralių sklaidos barjerų kartu neevoliucionavusios rūšys, kolonizuoja vietines bendrijas (Pearson et al., 2018). Pirmajame biologinės invazijos etape rūšis turi būti perkelta už savo gimtojo arealo ribų. Dėl globalizacijos pasaulis tampa vis labiau tarpusavyje susijęs, todėl vis dažniau rūšys peržengia natūralias plitimo ribas (Meyerson, Mooney, 2007). Geras pavyzdys – krovinių ir prekių, kurios reguliariai gabenamos per jūras ir vandenynus jūriniuose konteineriuose, transportavimas. Jūrinė prekyba sudaro daugiau kaip 80 proc. bendros pasaulio prekybos (United Nations Conference on Trade and Development, 2021). Importas yra gyvybiškai svarbus ekonomikai, o nevietinės rūšys gali būti gabenamos krovinyje (pvz., naminiai gyvūnai, dekoratyviniai augalai) arba kaip pakeleiviai krovinyje, ar laive (pvz. medienos kenkėjai mediniuose padėkluose, organizmai laivų balastiniame vandenyje). JAV pakrančių apsaugos tarnyba dabar reikalauja, kad laivai tvarkytų balastinį vandenį ir taip sumažintų potencialiai kenksmingų rūšių transportavimą (Rosenau et al., 2021).

Kai rūšis perkeliama į naują geografinę teritoriją, kitas etapas - jos introdukcija į potencialiai tinkamas buveines laukinėje gamtoje. Introdukcija gali būti atsitiktinė arba tyčinė. Pastaroji - tai sąmoningų žmogaus veiksmų rezultatas, dėl kurių rūšis patenka į natūralią aplinką arba šalia jos. Nevietinės rūšys paleidžiamos tiesiai į natūralią aplinką, siekiant sukurti tų rūšių veisimosi populiacijas: augalų introdukcija erozijos kontrolei, kopų sutvirtinimui, medžiojamųjų gyvūnų paleidimas medžioklei ir ežerų išuvinimas žvejybai. Taip pat, paleidžiami anksčiau uždaryti organizmai, siekiant atsikratyti nepageidaujamų augalų ar gyvūnų. Pvz., paleidžiami naminiai gyvūnai, gyvi masalai, išmetami augalai į vandens ar sausumos teritorijas (Harrower et al., 2018). Tačiau

organizmai taip pat dažnai įvežami atsitiktinai, kai jų šeimininkai (pvz., augalai, gyvūnai ar jų dalys, pvz., mediena ar vaisiai) sąmoningai vežami iš vieno regiono į kitą arba kai jie "užklysta" ant transporto priemonių (įskaitant laivus ir lėktuvus) (Blackburn et al., 2011; Simberloff et al., 2013).

Pasak L. Balčiausko ir kt. (2017), kai kurios svetimžemės rūšys gali išnykti po patekimo į naujas teritorijas, tačiau kitos prisitaiko prie naujų aplinkos sąlygų, formuodamos pastovias populiacijas, vadinamas natūralizavusiomis rūšimis. Šios rūšys gali užimti įvairias buveines, tačiau gali plisti lėtai arba beveik neplisti. Kai svetimžemė rūšis greitai plinta, darydama žalą ekosistemoms ir kelia pavojų žmonių sveikatai, ji laikoma invazine rūšimi. Išgyvenimas ir dauginimasis priklauso nuo daugelio abiotinių ir biotinių veiksnių, kurie gali skatinti arba trukdyti invazinėms rūšims įsitvirtinti. Braziliškas pipirenis (*Schinus terebinthifolius*) įsitvirtino pietų ir centrinėje Floridos dalyje, tačiau negali išgyventi didžiojoje šiaurinės Floridos dalyje, nes žiemos temperatūra yra per žema (abiotinis apribojimas) (Osland, Feher, 2020). Skunkinės vinkšnos (*Paederia foetida*) dauginimasis priklauso nuo apdulkintojų, kurių veiksmingumas ir gausumas įvairiose Floridos buveinėse skiriasi (biotinis apribojimas) (Liu et al., 2006). Įsitvirtinimas taip pat priklauso nuo introdukuotų rūšių savybių. Pvz., generalistai gali maitintis įvairiais šaltiniais arba klestėti įvairiose buveinėse, o specialistams dažnai apribota prieiga prie išteklių ir jie gyvena daug siauresnėje nišoje. Pvz., cilindrinė žolė (*Imperata cylindrica*) keičia savo augimo formą, kad gautų šviesos šešėlyje, o kartu gyvenančios vietinės rūšys to nedaro (Hiatt, Flory, 2020).

Plitimas priklauso nuo rūšies dauginimosi sėkmės, vietinės palikuonių sklaidos ir plitimo dideliais atstumais, prie kurio prisideda žmonės. Dideliu dauginimosi greičiu pasižyminčios rūšys, pvz., vabzdžiai, kurie dauginasi kelis kartus per metus, arba augalai, išauginantys dešimtis tūkstančių sėklų, kurias lengva išplatinti, turi pranašumą, ypač jei palikuonių išgyvenamumas yra didelis. Galiausiai žmonių tyčia ar atsitiktinai perkeltos rūšys gali plisti toli. Pvz., pramoginis plaukiojimas valtimis ir kibirų su masalu naudojimas gali išplatinti vandens invazines rūšis į naujus vandens telkinius, jei laivai nėra kruopščiai tikrinami (Vander Zanden, Olden, 2008).

Paskutiniame invazijos etape nevietinės rūšys daro neigiamą poveikį aplinkai (ekologinį), ekonomikai ar žmonių sveikatai. Bet koks reikšmingas nevietinės rūšies sukeltas ekologinio modelio ar proceso pokytis yra neigiamas ekologinis poveikis (Simberloff et al., 2013). Europos Komisijos (2024) teigimu, invazinės rūšys kelia rimtą grėsmę vietiniams augalams ir gyvūnams ir yra viena iš penkių pagrindinių biologinės įvairovės nykimo priežasčių. Be to, jos gali

daryti didelę neigiamą įtaką ekonomikai, taip pat žmonių sveikatai, sukeldamos stiprias alergijas ir nudegimus.

1.1.2. Žala ekosistemoms

Invazinės rūšys gali paveikti vietinę bendriją ir pačią ekosistemą, todėl galiausiai pablogėja buveinių būklė ir sumažėja biologinė įvairovė. Invaziniai augalai mažina vietinės biotos rūšių turtingumą, gausumą bei įvairovę, daro poveikį vietinių populiacijų genetinei variacijai dėl hibridizacijos (Pyšek et al., 2012). Puikus neigiamo ekologinio poveikio ekosistemai pavyzdys - Penkiagyslės mirtenės (*Melaleuca quinquenervia*) invazija į Everglades šlapynę. Šiuose medžiuose yra didelė koncentracija degių lakiųjų junginių, kurie skatina intensyvius medžių lapų gaisrus, pražudančius vietinius augalus ir sukeliančius milijonų Penkiagyslės mirtenės sėklų, kurios po gaisro gali vėl kolonizuoti teritoriją, išsiskyrimą (Serbesoff-King, 2003). Vėliau Floridoje ir Karibų jūros salose susiformavę tankūs Penkiagyslės mirtenės medynai išstūmė vietinę augaliją jautriose pelkių buveinėse (Rayamajhi et al., 2009). L. Balčiauskas ir kt. (2017) plačiai aprašo, kokią žalą ekosistemoms daro Lietuvoje paplitę invaziniai augalai. Pvz., Lietuvos pajūrio kopoms būdingi augalai labai nukenčia dėl raukšlėtalpio erškėčio (*Rosa rugosa* Thunb.) ir muilinės gubojos (*Gypsophila paniculata* L.) poveikio. Kopose invaziniai augalai sudaro tankius sąžalynus, todėl pasikeičia bendrijų struktūra, pakinta smėlynams būdingų samanų danga. Muilinės gubojos sutvirtina vėjo pustomas kopas, todėl labai sumažėja retiems augalams bei kitiems gyvenantiems organizmams, galintiems augti tik pustomame smėlyje, tinkamų buveinių plotai. Buveinėse didėjant vėlyvųjų ievų tankumui, rūšių įvairovė sumažėja ne tik žolių ir samanų, bet ir krūmų bei medžių arduose. Dėl ciano rūgšties, vėlyvųjų ievų nuokritos gali turėti įtakos įvairiems gyvūnams, yra užregistruota gyvulių apsinuodijimo atvejų. Upių pakrantėms pavojų kelia įsitvirtinusių uosalapių klevų (*Acer negundo* L.) tankūs sąžalynai, kurie ilgainiui išstumia vietines augalų rūšis, keičia tipišku paupių karklynų, aliuvinių ir eutrofinių pievų buveines. Vienas veiksnys, lemiantis neigiamą poveikį vietinėms augalų bendrijoms, yra šviesos blokavimas ir jos kiekio apribojimas kitoms rūšims (Veselkin et al., 2021). Didžiosios rykštenės iš dirvožemio pasisavina labai daug maisto medžiagų bei sudaro didelius ir beveik grynus sąžalynus, kuriuose susidaro tankus nesuirusių nuokritų sluoksnis, todėl juose beveik nebelieka vietinių augalų rūšių. Didžiosios ir kanadinės rykštenės (*Solidago canadensis* L.) kryžminasi su vietine paprastąja rykštene (*Solidago virgaurea* L.), tad kyla grėsmė šios rūšies populiacijoms. Pavasarį dideliuose rykštenių plotuose dėl likusių daugybės sausų stiebų kyla gaisrų pavojus (Balčiauskas ir kt., 2017). Kanadinės rykštenės

mažina augalų, kai kurių vabzdžių rūšių ir vabzdžiais mintančių paukščių įvairovę, sukelia dirvožemio degradaciją (Królak, 2021). Šluotiniai sausakrūmiai (*Sarothamnus scoparius* (L.) W. D. J. Koch), baltažiedės robinijos (*Robinia pseudoacacia* L.) ir gausialapiai lubinai (*Lupinus polyphyllus* Lindl.) sudaro simbiozę su azotą fiksuojančiomis bakterijomis, sudarydamos sąlygas skverbtis azotamėgiams augalams. Dėl to pakinta visų organizmų rūšių įvairovė (Balčiauskas ir kt., 2017).

1.1.3. Poveikis visuomenei

Ne mažiau nei gamtai invazinės rūšys kenkia ir žmonių sveikatai, žemės ūkiui bei kitoms ekonomikos šakoms. 2021 m. tyrime apskaičiuota, kad XX a. septintojo dešimtmečio pradžioje invazinės rūšys Šiaurės Amerikai kainavo 2 mlrd. dolerių per metus, o nuo 2010 m. - daugiau kaip 26 mlrd. dolerių per metus (Crystal-Ornelas et al., 2021). Apskaičiuota, kad visame pasaulyje per pastaruosius 50 metų invazinių rūšių ekonominiai kaštai sudarė 1,288 trilijono JAV dolerių (Zenni et al., 2021). Šiuo metu Europoje yra įvertinta tik 10 proc. invazinių rūšių daromos žalos, o kasmet jų padaromi nuostoliai skaičiuojami 12 mlrd. eurų. Europoje aptinkama apie 11 000 svetimžemių rūšių ir šis skaičius didėja neįtikėtina sparčiai: kiekvienais metais aptinkama dešimtys naujų augalų rūšių, pakliuvusių iš įvairių pasaulio regionų (Lietuvos gamtos fondas, 2024). McGillo universiteto tyrimas atskleidė didelę biologinių invazijų ekonominę naštą ES. Pasak tyrėjų, daugumos invazinių svetimžemių rūšių tikrasis ir potencialus poveikis ekonomikai nėra tinkamai įvertinamas, todėl daugelis skaičiavimų yra gerokai nepakankami. Siekdami užpildyti šią spragą, tyrėjai apskaičiavo biologinių invazijų ekonomines išlaidas Europos Sąjungai ir naudodamiesi prognozuojamaisiais modeliais įvertino būsimas invazijų sąnaudas. Analizė atskleidė, kad tik nedidelė dalis (maždaug 1 proc.) žinomų invazinių rūšių ES yra nurodytos išlaidos. Ekstrapoliavus patikimų duomenų apie išlaidas pogrupį ir įtraukus duomenis apie svetimų rūšių įsikūrimą, tyrime apskaičiuota, kad išlaidos gali būti 501 proc. didesnės nei šiuo metu užregistruotos, iš viso 28,0 mlrd. JAV dolerių. Be to, ateities prognozės rodo, kad išlaidos gerokai padidės ir iki 2040 m. pasieks 148,2 mlrd. Tyrime pabrėžiama, kad norint geriau suprasti invazinių rūšių ekonominį poveikį, reikia tobulinti išlaidų ataskaitų teikimą (Henry et al., 2023). Invazinių rūšių daroma žala ekonomikai pasireiškia tiek tiesiogine, tiek netiesiogine forma. Tiesioginės išlaidos apima kontrolės priemones (mechaninį, cheminį ir biologinį naikinimą), tyrimus ir monitoringo programas, sumažėjusį pasėlių derlingumą, darbo vietų praradimą (pvz., dėl miškų produktyvumo kritimo), infrastruktūros žalą bei poveikį tarptautinei prekybai. Netiesioginis poveikis pasireiškia ekosisteminių paslaugų praradimu (didėjantys potvyniai, mažėjantis

atsparumas klimato kaitai), biologinės įvairovės sumažėjimu, išteklių gavybos kritimu, turizmo ir poilsio sektorių nuostoliais, taip pat nekilnojamojo turto vertės mažėjimu (Invasive species centre, 2024). Pvz., Lietuvoje paplitusios tankiažiedės rūgštyinės (*Rumex confertus* Willd.) menkina pievų ūkinę vertę, nes gyvuliai jų neėda. Kanadinės elodėjos (*Elodea canadensis* Michx.) trukdo žvejybai, laivybai, kliudo nardyti, užkemša vandentakius, vandens ėmimo įrenginius. Melioracijos grioviuose susidarę sąžalynai sulėtina vandens tėkmę ir blogina drenavimąsi. Paplūdimiuose, kuriuose auga raukšlėtalapiai erškėčiai, sumažėja poilsiui tinkamų vietų plotai ir poilsiautojai renkasi šiais augalais neapaugusius paplūdimius ar jų dalis. Dėl to sustiprėja antropogeninis poveikis kitiems pajūrio paplūdimių ir kopų plotams (Balčiauskas ir kt., 2017).

Invazinės rūšys gali daryti neigiamą poveikį žmonių sveikatai: užkrėsti naujomis ligomis, pernešti jau esamas ligas arba sukelti žaizdas dėl įkandimų, įgėlimų, ar toksinų, taip pat sukelti alergines reakcijas (Mazza et al., 2013). Miestuose augantys uosialapiai klevai turi neigiamos įtakos žmonių sveikatai, nes vėjo išnešiojamos žiedadulkės kai kuriems žmonėms gali sukelti alergiją. Lietuvoje bene pats pavojingiausias žmogaus sveikatai Sosnovskio barštis (*Heracleum sosnowskyi* (Boiss.) C. Norman), kurio sultys, patekusios ant odos ir veikiamos saulės spindulių, sukelia stiprius odos (net 1-3 laipsnio) nudegimus, susidaro pūslės ir sunkiai gyjančios žaizdos (Balčiauskas ir kt., 2017; Lietuvos gamtos fondas, 2024).

1.2. Invaziniai augalai Lietuvoje

Lietuvoje augalijos įvairovė yra unikali ir svarbi ekosistemų stabilumui bei gyvūnijos įvairovei. Tačiau ši įvairovė dažnai gali būti sutrikdoma išplitus invaziniams augalams (Aplinkos apsaugos departamentas prie Aplinkos ministerijos, 2023). Šiame skyriuje bus analizuojami augalai, kurie aptariami tolesniuose skyriuose.

Uosialapis klevas – kilęs iš šiaurės rytų Amerikos, į Europą įvežtas kaip dekoratyvinis augalas. Plačiai paplitęs degradavusiose buveinėse ir upių krantuose daugelyje Europos šalių (Rutkovska et al., 2017). Lietuvoje uosialapiai klevai pradėti auginti apie 1930 m., o sulaukėjusių rasta 1963 m. Šiuo metu Lietuvoje yra dažnas, natūralizavęs ir toliau intensyviai plinta (Kuršių nerijos nacionalinio parko direkcija, 2023). Dėl didelės tolerancijos dirvožemio maistinių medžiagų ir drėgmės trūkumui, šie augalai lengvai užkariauja antropogenines buveines (Kostina et al., 2014), ypač plinta apleistose vietovėse – dirbamuose laukuose, pievose, dykvietėse, karjeruose (Gudžinskas ir kt., 2014), sparčiai

plinta į naujas pakrančių buveines, kadangi plitimą lengvina judėjimas upėmis; geba išgyventi pavasario potvynius, kas juos daro sėkmingais konkurentais (Straigyte et al., 2015). Greitas plitimas susijęs su gausia sėklų produkcija, dideliu sėklų daigumu, jų sklaida dideliais atstumais ir greitu augalų atsigavimu po pažeidimų. Sėkmingas augimas mieste rodo didelį rūšies invazinį potencialą, kuris realizuojamas jau ankstyvosiose vystymosi stadijose (Morozova, 2021). Nustatytas neigiamas ryšys tarp medžių lajos ir žolinių rūšių skaičiaus. Taigi, šviesos sulaikymas ir jos kiekio apribojimas kitoms rūšims yra vienas iš veiksnių, palaikantis neigiamą uosalapių klevų įtaką vietinėms augalų bendrijoms (Veselkin et al., 2021).

Raukšlėtalapis erškėtis savaime paplitęs Rytų Azijoje. Kaip natūralizavęsis augalas randamas daugelyje Europos šalių, taip pat plinta Šiaurės Amerikoje. Didžiausią įtaką plitimui turėjo tai, kad jis buvo plačiai auginamas želdynuose ir sodinamas gamtoje. Vidurio Europoje raukšlėtalapis erškėtis pradėtas auginti 1860 m., o Lietuvoje XX a. pirmoje pusėje – kaip dekoratyvus, maistinis bei vaistinis augalas. Pirmą kartą sulaukėjęs Lietuvoje aptiktas 1937 m. (Balčiauskas ir kt., 2017; Kuršių nerijos nacionalinio parko direkcija, 2023). Dabar paplitęs visoje Lietuvoje, o labiausiai rytinėje ir pietrytinėje šalies dalyse, ypač dažnas ir gausus Baltijos jūros pakrančių baltosiose ir pilkosiose kopose. Auga įvairiose buveinėse, dažniausiai įsikuria sausuose šlaituose, pievose, miškų pakraščiuose, pakelėse, smėlynuose (Balčiauskas ir kt., 2017; Gudžinskas ir kt., 2014). Kuršių nerijoje raukšlėtalapis erškėtis priskiriamas prie didžiausių pavojų ekosistemoms ir biologinei įvairovei keliančių augalų (Klaipėdos universiteto Jūros tyrimų institutas, 2020).

Baltažiedė robinija, kilusi iš Šiaurės Amerikos. Europoje robinijos kaip dekoratyvinis augalas pradėtos auginti XVII a. pradžioje (Balčiauskas ir kt., 2017). Auga šviesiuose miškuose, pamiškėse, dykvietėse, pakelėse, upių pakrantėse, pajūrio kopose (Gudžinskas ir kt., 2014). Lietuvoje pirmą kartą sulaukėjusios užregistruotos 1958 m. Dabar aptinkamos beveik visoje šalies teritorijoje, ypač gausu Kuršių nerijoje, parkuose (Kuršių nerijos nacionalinio parko direkcija, 2023). Greitai plinta atžalomis ir sėklomis, keičia dirvožemio cheminę sudėtį ir išstumia vietines rūšis, ypač smėlynuose. Labiausiai suveši plotuose, kur medžiai pažeisti gamtinių ar žmogaus veiklos veiksnių (stichinių reiškinių, kenkėjų, gaisrų ir kt.) (Balčiauskas ir kt., 2017; Aplinkos apsaugos departamentas prie aplinkos ministerijos, 2023). Tad kelia grėsmę natūralių augalų bendrijų atsinaujinimui. Šalinant robinijas iš medynų, susiduriama su labai sudėtingu, brangiu ir ilgai trunkančiu procesu. Robinijos dėl gyvybingumo, gebėjimo sparčiai plisti, greito augimo, gausios sėklų produkcijos ir azoto fiksavimo,

negrižtamai keičia ekosistemas. Nupjauti medžių kelmai labai greitai generuoja naujus ūglius (Černulienė, 2018).

Vienametė šiušėlė (*Phalacrolooma septentrionale* (Fernald & Wiegand) Tzvelev) kilusi iš Šiaurės Amerikos, Europoje pirmą kartą pastebėta XVIII a. pradžioje. Manoma, kad augalas paplito iš botanikos sodo. Dabar ji aptinkama daugelyje Vakarų Europos šalių, taip pat visoje Lietuvoje, ypač pietinėje dalyje. Lietuvoje iki 1980 m. vienametė šiušėlė buvo labai reta, vėliau ėmė sparčiai plisti (Balčiauskas ir kt., 2017). Gerai auga ir trąšiamame, vidutiniškai drėgname, ir nederlingame, sausame dirvožemyje bei smėlynuose. Paprastai įsikuria gerai apšviestose buveinėse, pievose, dykvietėse, pakelėse, tačiau taip pat auga ir gausiai dera šviesiuose miškuose, pamiškėse, krūmynuose. Daugiausiai žalos pridaro pievų bendrijoms (Gudžinskas ir kt., 2014). Dėl didelio sėklų kiekio ir gebėjimo augti įvairiose sąlygose, ji užima vis daugiau buveinių ir išstumia vietines augalų rūšis. Dėl šios priežasties ekosistemos į kurias įsiveržia vienametė šiušėlė, labai praranda ekonominę ir kultūrinę vertę (Pacanoski, 2017).

Sosnovskio barščiai kilę iš Kaukazo regiono. XX a. viduryje pradėti auginti kaip pašariniai augalai, tačiau vėliau išplito į gamtą ir tapo invazine rūšimi Rytų Europoje, įskaitant Lietuvą. Pirmą kartą sulaukėję Sosnovskio barščiai Lietuvoje aptikti 1987 m. (Balčiauskas ir kt., 2017). Dabar Lietuvoje aptinkami beveik visoje teritorijoje, išskyrus pietinę Vakarų Lietuvą ir kai kurias Pietų Lietuvos vietas, kur vyrauja sausi pušynai (Gudžinskas et al., 2018). Jie sparčiai plinta apleistuose laukuose, beveik visų tipų pievose, pamiškėse ir pakelėse. Vienas augalas gali subrandinti iki 100 tūkst. sėklų, todėl naikinimas tampa sudėtingas ir brangus. Sosnovskio barščiai ne tik kenkia gamtai, bet ir sukelia finansinius nuostolius žemės ūkiui (Lietuvos Respublikos Aplinkos ministerija, 2023; Gudžinskas et al., 2018). Dėl savo nereiklumo augimo sąlygoms kasmet net prieš tai naikintuose plotuose augalas dažnai atželia. Nekontroliuojamai želdami Sosnovskio barščiai užima didžiules teritorijas ir pažeidžia ekologinę pusiausvyrą, išstumia vietinę florą (Lietuvos Respublikos Aplinkos ministerija, 2023).

Tankiažiedė rūgštyinė savaime paplitusi Europos pietryčiuose ir Vakarų Azijoje. Vidurio ir Šiaurės Europoje tankiažiedė rūgštyinė pradėjo plisti XIX a. pabaigoje, o sparčiausiai ėmė plisti nuo XX a. vidurio. Lietuvoje pirmą kartą aptikta 1931 m. Manoma, kad į Lietuvą, kaip ir į kitas šalis, ši rūšis, pateko atsitiktinai. Dabar yra plačiai paplitęs ir toliau plintantis invazinis augalas. Sparčiausiai plito XX a. viduryje, ypač upių slėniais (Balčiauskas ir kt., 2017; Kuršių nerijos nacionalinio parko

direkcija, 2023). Tankiažiedžių rūgštynių sėklų sudygimui reikia didelės drėgmės, mažo dirvožemio druskingumo, vidutinės temperatūros ir šviesos. Dėl jautrumo šviesai, šios piktžolės greitai sudygsta pažeistų buveinių dirvožemyje, pvz., apleistuose žemės plotuose, pakelėse, šalia geležinkelio bėgių, pylimų vietose ar per daug nuganytose pievose. Taip pat įsiveržia į pusiau natūralią augaliją (pvz., pievas ir pakrančių krūmynus) (Kolodziejek, Patykowski, 2015; Kolodziejek, 2019).

Kanadinė rykštenė kilusi iš Šiaurės Amerikos. Kaip dekoratyvinis augalas Didžiojoje Britanijoje pradėtas auginti 1645 m. Pirmą kartą sulaukėjusi aptikta 1857 m. Vokietijoje, o Lietuvoje – 1983 m. (Balčiauskas ir kt., 2017; Kuršių nerijos nacionalinio parko direkcija, 2023). Kanadinė rykštenė aptinkama visoje Lietuvoje, tačiau daugiausia paplitusi pietrytinėje šalies dalyje. Daugiausia aptinkama aplink didžiuosius miestus, gyvenvietes, įsikuria sausame arba vidutinio drėgnumo dirvožemyje, pievose, pamiškėse, dykvietėse, rečiau retuose miškuose, kirtavietėse, vandens telkinių pakrantėse (Balčiauskas ir kt., 2017). Šis augalas sparčiai plinta dėl fenotipinio plastiškumo, didelio atsparumo klimato sąlygoms, dauginimosi požeminiais šakniastiebiais ir sėklomis, kurių subręsta daug. Invazijos sėkmę lemia ir alelopatinės savybės, darančios įtaką netoli augančių augalų sėklų dygimui, šaknų formavimuisi (Judžentienė et al., 2023). Tankiai suaugančios kanadinės rykštenės mažina augalų rūšių įvairovę bei gali turėti įtakos kai kurių vabzdžių rūšių kiekiui ir bioįvairovei (de Groot et al., 2007).

Gausialapis lubinas kilęs iš Šiaurės Amerikos, XX a. pabaigoje paplito visoje Lietuvoje. Ypač dažni ir gausūs aukštumų rajonuose, kiek retesni ir ne tokie gausūs žemumose. Auga įvairiose buveinėse, dažniausiai menkai naudojamose ar visai apleistose pievose, dirvonuose, pakelėse, šlaituose, pamiškėse ir t.t. (Balčiauskas ir kt., 2017; Aplinkos apsaugos departamentas prie aplinkos ministerijos, 2023). Gausialapio lubino plitimas kelia grėsmę vietinei bioįvairovei ir sukelia augalų rūšių nykimą (Gudžinskas ir kt., 2014; Balčiauskas ir kt., 2017).

Taigi, Lietuvoje invaziniai augalai kelia didelę grėsmę vietinėms augalų rūšims ir ekosistemoms. Šie augalai, atkeliavę iš kitų regionų, dažnai sparčiai plinta ir užima didelius plotus, išstumdami vietinius augalus ir mažindami biologinę įvairovę.

1.3. Invazinių augalų tyrimo metodai

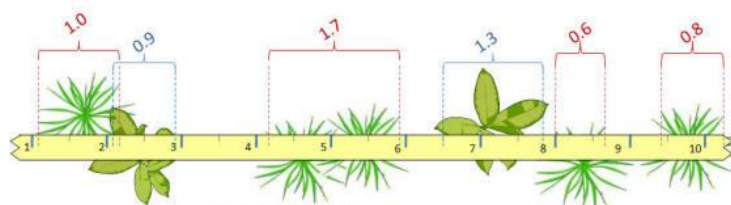
Šiame skyriuje aptariami įvairūs invazinių augalų tyrimo metodai, naudojami mokslininkų ir gamtosaugininkų šių augalų plitimui, poveikiui ir kontrolei tirti. Invazinių augalų populiacijų tyrimo

metodai skirti invazinių augalų populiacijų gausumui, struktūrai ir dinamikai įvertinti. Invazinių augalų poveikio tyrimo metodai skirti invazinių augalų poveikiui vietinėms augalų rūšims, ekosistemoms, vertinti. Invazinių augalų naikinimo efektyvumo tyrimai padeda įvertinti įvairių naikinimo metodų efektyvumą ir parinkti tinkamiausią būdą kovoti su invazinėmis rūšimis.

1.3.1. Paplitimo ir gausumo tyrimų metodai

Augalijos rūšių sudėties stebėjimai pasaulyje paprastai atliekami vykdant tradicinius lauko tyrimus (transektų ir kvadrantų metodai) arba vertinant palydovinius nuotolinio stebėjimo vaizdus. Tačiau tiek lauko matavimai, tiek palydovinis nuotolinis stebėjimas turi trūkumų. Lauko tyrinėjimai užima daug laiko, yra brangūs ir destruktivūs, o nuotolinis stebėjimas, vargu, ar užtikrins tinkamą erdvėlaikinę skiriamąją gebą atskirų rūšių pasiskirstymui nustatyti (Arif et al., 2017). Tradiciniai lauko darbų tyrimo metodai naudojami tirti pievų, medžių rūšinę sudėtį. Tam, kad atvaizduoti rūšinės sudėties ypatumus, naudojami įvairūs rodikliai: nurodomas rūšių skaičius (rūšių turtingumas), įvairovė, rūšių gausos tolygumas (Sun et al., 2018). Transektų tyrimai laikomi veiksmingu metodu ištirti erdvinių modelių funkcinis požymius ir juos pagrindžiančius mechanizmus nuo mažų plotų iki regioninio masto. Transekta tai tiesi linija, išilgai kurios skaičiuojamos ir fiksuojamos augalų rūšys (1 pav.). Pagrindinis transektų kartografavimo pranašumas yra jo pakartojamumas ir standartizavimas net ir sudėtingomis reljefo sąlygomis (Fuchs et al., 2019). Dai et al. (2020) tyrė *M. micrantha* paplitimą Čitvano buferinės zonos miškuose Nepale. Tyrimas vyko 2013-2015 m., po musonų sezono. Buvo įrengtos lygiagrečios transektos 200 m atstumu viena nuo kitos, o išilgai transektos – 50 m intervalais įrengtos mėginių aikštelės su dviem 5 × 5 m sklypais. Kiekviename sklype įvertintas *M. micrantha* padengimas, lajų danga ir nustatytos dominuojančios medžių bei žolinių augalų rūšys. Haq et al. (2020) tyrime naudojo kvadrantų ir transektų metodus. Kiekviena tiriamoji aikštelė buvo padalinta į skirtingus transektų kiekius. Kiekvienai transektai tirti buvo naudojami 2-5 kvadrantai, kurių plotai buvo 10 × 10 m, 5 × 5 m, 1 × 1 m atitinkamai medžiams, krūmams ir žolėms. Kvadrantuose buvo nustatoma rūšinė įvairovė. Aplinkos gradientai išilgai transektos suteikia puikių galimybių tyrinėtojams ištirti bendrijos struktūros ir ekosistemų funkcijų variklius, reaguojančius į aplinkos įvairovę ir globalius pokyčius (Mayor et al., 2017). 2019 m. tyrėjai Europoje ir Šiaurės Amerikoje stebėjo invazinio augalo pelėvirkščio (*Fallopia japonica*) augimo ir dauginimosi greitį. Jie naudojo dvi 10 m ilgio transektas, kurių duomenys buvo surinkti iš 10 mažesnių 1 m² plotų. Augalų augimo greitis ir plitimas buvo

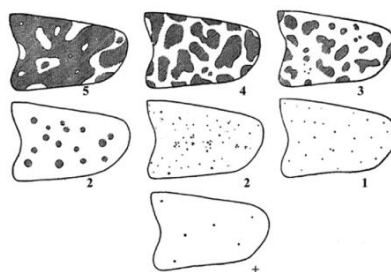
matuojami skirtingais metodais: matuojant tris ūglius pagal jų plotį ir aukštį, bei skaičiuojant naujus ūglius kas savaitę ir fiksuojant jų padėtį (Fuchs et al., 2019).



1 pav. Transektų metodas (University of Idaho, 2009)

Kvadrantų metodas taip pat gali būti naudojamas augalų pasiskirstymui tyrinėti. K. Pratašienė (2018) svetimkraščių lapuočių krūmų rūšių paplitimo tyrime naudojo skritulinius 500 m² (r=12,62 m) barelius, kiekviename iš jų registravo trako, pomiškio, gyvosios dirvožemio dangos augalų rūšis. Medyno, krūmų, pomiškio ir žolinės dangos padengimas buvo vertinamas vizualiai. Vertindama augalų projekcinį padengimą naudojosi Braun-Blanquet skale (2 pav.). Pagal V. Rašomavičių ir kt. (2012), Braun Blanquet skalė yra vienas iš būdų įvertinti augalų gausumą ir padengimą. Blanquet skalė apjungia šiuos rodiklius:

- + – individų mažai, jie dengia labai mažą plotą.
- 1 – individų daug, tačiau jie dengia mažą plotą arba individų mažai, tačiau jų padengimas didesnis, bet ne daugiau kaip 5 % tiriamojo laukelio.
- 2 – individų labai daug arba jie dengia bent 5 % tiriamojo laukelio.
- 3 – individų pasitaiko įvairiai, jie dengia nuo 25 % iki 50 % tiriamojo laukelio.
- 4 – individų pasitaiko įvairiai, jie dengia nuo 50 % iki 75 % tiriamojo laukelio.
- 5 – individų pasitaiko įvairiai, jie dengia ne mažiau kaip 75 % tiriamojo laukelio.



2 pav. Braun-Blanquet gausumo ir padengimo skalė (Rašomavičius, 2012)

Invaziniai augalai gali būti vertinami vizualiai, pvz., tam tikrame plote suskaičiuojami individai. Suskaičiavus visus individus, galima išvesti tankį – kiek vidutiniškai individų pasitaikė 100 m². Taip pat, galima minėti, ar augalai išaugę grupėmis, ar pavieniui, ar tankiai suaugę, ar tankumas nedidelis ir t.t. (Gudžinskas, 2020). Pasak V. Rašomavičiaus (2012), vizualiai nustatomos prie kurio nors buveinių tipo (arba prie kelių tipų) priskirtų plotų preliminarios ribos. GPS imtuvu nustatomos buveinės geografinės koordinatės. Poligone atliekamas buveinių floros sudėties, struktūros, būklės vertinimas. Jei inventorizuojamas nedidelis plotas, parametrai įvertinami įstrižai pereinant išskirtą poligoną. Jeigu užima didelį plotą, tipinėje vietoje išskiriamas tyrimų plotas (iki 100 m²). Užpildoma lauko tyrimų anketa: įrašomas poligono numeris, tyrimų laikas, tyrėjo pavardė, poligono geografinės koordinatės, buveinės tipas, jos rodiklių vertinimo rezultatai. Kartografinėje medžiagoje galutinai apibrėžiamas inventorizuotas kontūras, įrašomas numeris. Duomenų anketoje yra pateikiami šie rodikliai: augalijos rūšinė sudėtis, tipinių rūšių gausumas, projekcinis padengimas (%) medžių, krūmų, žolių, samanų, kerpių, plikos žemės. Registruojamas ruderalinių (augalai, įsikuriantys ir vyraujantys žmonių veiklos paveiktose vietose) ir svetimžemių rūšių gausumas/padengimas; įvertinamas šienavimas, ganymas, kirtimas (intensyvumas: nėra, neintensyvus, vidutinis, intensyvus, nevertintas); dangos pažaidos: gaisrai, trypimas, takai, provėžos, šernų išknisti plotai, laužavietės ir intensyvumas (nėra, neintensyvios, vidutinės, intensyvios). Sausinimo požymiai (grioviai, intensyvi durpių mineralizacija) (yra/nėra). Šlaito ekspozicija (Š, ŠR, R, PR, P, PV, V, ŠV) ir nuolydis (laipsniais, vertinama vizualiai) (Rašomavičius, 2012).

Vilniaus botanikos institute atliktuose invazinių augalų rūšių populiacijų dinamikos ir plitimo tyrimuose naudojami kvadrantų ir transektų metodai. Vertinami populiacijų ekologiniai ir morfologiniai parametrai, pagal kai kuriuos antžeminių ir požeminių organų požymius, nustatomos individų brandos amžiaus grupės. Augalų padengimas vertinamas balais pagal Braun-Blanquet skalę. Įvertinamas bendrasis kiekvieno ardo (medžių, krūmų, žolių, krūmokšnių, samanų ir kerpių) projekcinis padengimas procentais. Kiekvienoje tiriamoje populiacijoje parenkama 20 m ilgio transekta, einanti per tiriamos rūšies užimamo ploto vidurį. Nubraižoma transektos išsidėstymo schema, nurodomas atstumas iki svarbiausių orientyrų, nustatomos koordinatės ir orientacija pasaulio šalių atžvilgiu. Tiriamos rūšies stebėjimai vykdomi pastoviuose 1 m² ploto laukeliuose. Kiekvienoje populiacijoje įrengiama 20 stebėjimo laukelių. Užpildoma anketa (Botanikos institutas, 2008).

Dar vienas metodas stebėti augalų paplitimą – tai nuotolinis stebėjimas. Mokslininkai tyrė dronų (UAV) efektyvumą stebint Alpių pievų augalų įvairovę. 55 Šulės upės baseino pievose buvo lyginami du metodai: UAV metodas, kada augalų rūšys nustatomos pagal oro vaizdus, padarytus iš 2 m aukščio; kvadrantų metodas – augalų rūšys nustatomos tiriant augalus $0,5 \times 0,5$ m ploto kvadrantuose. Tyrimas parodė, kad UAV metodu buvo aptikta daugiau rūšių (71) nei kvadrantų metodu (63). Tai rodo, kad UAV yra efektyvesnis ir mažiau laiko reikalaujantis metodas, tinkamas ilgalaikiam stebėjimui, ypač didelės rūšinės įvairovės kraštovaizdžiuose. UAV metodas gali būti naudojamas gerinti rūšių sudėties dinamikos stebėjimą fiksuotuose taškuose, biologinės įvairovės tyrimams, didelio masto išsaugojimo ir pievų tvarkymo programoms. Būsiami tyrimai, skirti automatizuoti rūšių atpažinimą, dar labiau padidins UAV metodo efektyvumą (Qin et al., 2020; Sun et al., 2018).

Derlingumo tyrimo metu buvo vertinamas pelėvirkščio *Fallopia japonica* vaisių rinkinys, naudojant trijų žiedynų ir išvystytų žiedų santykį. Kadangi kiekvienoje gėlėje yra viena kiaušialąstė, vaisių rinkinys buvo prilygintas sėklų rinkiniui. Sėklų skaičius ir bendra sėklų gamyba buvo apskaičiuoti devyniems *F. japonica* klonams, remiantis vidutiniu sėklų skaičiumi ir klonų paviršiumi. Vidutinis išaugintų sėklų skaičius kvadratiniam metre buvo įvertintas dauginant sėklų skaičių ant stiebo \times stiebų skaičius. Bendras vieno klonų pagamintų sėklų skaičius buvo apskaičiuotas sėklų skaičius ant stiebo \times stiebų skaičius \times paviršius (Tiébré et al., 2007). Išsamiausiai 98 *Heracleum mantegazzianum* augalų vaisingumo tyrimą, pateikė Perglová et al. (2006). Kiekvienas augalo skėtis buvo klasifikuojamas pagal tvarką ir padėtį bei proporcingą vaisingumą. Vaisingumo lygiai buvo nustatyti kaip 0, 1–25 proc., 26–75 proc. ir >75 proc. žiedų turintys vaisių. Remiantis papildomų 100 skėčių duomenimis ir regresijos analize, kiekvienam skėčio tvarkos ir vaisingumo lygio deriniui buvo įvertintas vaisių rinkinys, grindžiamas skėčio skersmeniu (Perglová et al., 2006).

Jakobs et al. (2004) atliko didžiosios rykštenės derlingumo tyrimus. Visos populiacijos ūglių tankis buvo įvertintas suskaičiavus trijų atsitiktinai išdėstytų 1 m^2 kvadrantuose esančių ūglių skaičių; labai tankiose populiacijose (daugiau nei 100 ūglių viename m^2) sklypo dydis sumažintas iki $0,25 \text{ m}^2$. Išmatuotas augalo aukštis, stiebo skersmuo, žiedyno dydis, šakniastiebių skaičius, ilgis ir skersmuo. Visi antžeminiai parametrai buvo užregistruoti išvedant trijų aukščiausių populiacijos rametų vidurkį; požeminėms dalims išskirta 10 šakniastiebių ir išmatuoti trys didžiausi.

Skaitinės duomenų charakteristikos leidžia tiksliai palyginti statistinius duomenis arba juos pritaiko matematiniais skaičiavimams. Ypač plačiai jos taikomos darant išvadas apie populiaciją iš

imties duomenų. Tai koreliacinė analizė. Skaitinės duomenų charakteristikos yra dviejų rūšių: poslinkio – apibūdina duomenų reikšmių didumą (pvz.: vidurkis, mediana ir kt.); sklaidos – nusako tų reikšmių išdėstymą (dispersija, standartinis nuokrypis ir kt.) (Botanikos institutas, 2008). Pasak Balčiausko ir kt. (2016) duomenys iš anketų surašomi į Excel lenteles. Duomenų analizei naudojami standartiniai statistiniai metodai ir procedūros. Tarpusavyje lyginami:

- 1) populiacijos gausumas ir tankumas, pasiskirstymas brandos grupėmis;
- 2) individų morfometrinių rodiklių vidurkiai ir standartiniai nuokrypiai;
- 3) kartu augančių rūšių skaičius, dažnumas bei projekcinis padengimas;
- 4) lyginamas kartu augančių augalų rūšių, dirvožemio pažaidų ir nesuirusių augalų liekanų projekcinis padengimas su tiriamos rūšies gausumu.
- 5) stebėtų individų skaičiaus vidurkis,
- 6) individų tankumo vidurkis,
- 7) santykinio gausumo vidurkis.

Duomenims apdoroti naudojama bet kuri standartinius statistinės analizės metodus (vidurkių statistika, chi kvadrato kriterijaus) ir Stjudento kriterijaus (angl. Student test; t test) skaičiavimus) palaikanti programa (Balčiauskas ir kt., 2016).

Taigi, invazinių augalų paplitimo ir gausumo tyrimai naudoja įvairius metodus, skirtus kiekybiškai ir kokybiškai įvertinti invazinių rūšių paplitimą ir populiacijų dydį. Šie tyrimai padeda geriau suprasti invazinių augalų plitimo mechanizmus, identifikuoti rizikos veiksnius ir prognozuoti ateities plitimą.

1.3.2. Poveikio kitiems augalams tyrimų metodai

Šiame skyriuje apžvelgiami literatūros šaltiniuose aprašyti tyrimo metodai, naudojami vertinant invazinių augalų poveikį vietiniams augalams.

M. de Groot et al. (2007) Slovėnijoje atliko kanadinių rykštenių poveikio vietiniams augalams ir vabzdžiams tyrimą. Penkiose vietovėse buvo parinkti 20×5 m dydžio poriniai sklypai, kur viename dominavo *S. canadensis*, o augalų padengimas siekė 95-100 proc., ir kurio plotas buvo maždaug toks pat kaip šalia esančio kontrolinio sklypo. Pastarasis sklypas turėjo pusiau natūralią augaliją. Abu laukeliai turėjo panašų dirvožemį ir buvo panašiai naudojami/tvarkomi.

D. Vujanovic et al. (2022) tyrime vertino keturių invazinių augalų rūšių poveikį vietiniams augalams saloje. Buvo pasirinkti 20 laukelių (10 × 10 m) su kiekvienu invaziniu augalu atskirai, su visais augalais kartu ir be invazinių augalų (kontrolė). Sąlygos tiriamuosiuose laukeliuose buvo panašios: aukštis, kuriame buvo laukeliai, dirvožemio grūdėtumas. Augalų danga ploteliuose buvo vertinama naudojantis Braun-Blanquet skale. Rezultatai parodė, kad plotuose su vienu invaziniu augalu, vietinių augalų įvairovė sumažėjo, lyginant su kontroliniais plotais; plotuose su visais invaziniais augalais – vietinių augalų įvairovės sumažėjimas buvo daug stipriau išreikštas.

D. V. Veselkin ir D. I. Dubrovin (2019) tyrė uosialapių klevų invazijos poveikį žolinių augalų bendrijų bioįvairovei. Tyrimas lygino 26 bendrijas po uosialapių klevų ir kitų medžių lajomis. Kiekvienoje tyrimo vietoje buvo įrengti 2 pavyzdiniai laukeliai po 400 m². Tokie poriniai laukeliai leido palyginti uosialapių klevų poveikį su kontrolinėmis sąlygomis. Parenkant laukeliams vietas, buvo atsižvelgiama, kad būtų pakankamai vietos poriniams laukeliams, kad būtų panaši topografinė padėtis ir atstumas nuo žmonių gyvenamosios aplinkos, atstumas tarp porinių laukelių ne didesnis nei 0,4 km ir viename iš porinių laukelių būtinai dominuoja uosialapis klevas, o kitame – kitos medžių rūšys. Po uosialapiais klevais rasta 17 ± 3 žolių rūšių, o po kitų medžių – 28 ± 3. Nors rūšių skaičius skyrėsi, kiti bendrijos struktūros rodikliai reikšmingai nesiskyrė (Veselkin, Dubrovin, 2019).

Taigi, tiriant invazinių augalų poveikį kitiems augalams, yra svarbu tokį tyrimą daryti poriniuose plotuose, kuomet vienas jų dominuojamas invazinio augalo, o kitas kitų augalų rūšių. Taip pat svarbu, kad būtų panašios sąlygos, tokios kaip dirvožemio tipas, topografinis aukštis ir pan.

1.3.3. Naikinimo efektyvumo tyrimai

Mokslininkai tiria ir lygina skirtingų naikinimo metodų, pvz., mechaninio, cheminio ir biologinio, efektyvumą. N. R. Merceron et al. (2016) ieškojo ekologiško būdo uosialapio klevų kontroliavimui ir buveinių atkūrimui. Buvo išbandyti keturi skirtingi kontrolės metodai suaugusiems individams ir daigams: žiedinis nužievinimas, pjovimas skirtingame aukštyje ir pjovimas, po to panaudojant su jugloną (medžiagos iš graikinių riešutų). Poveikis buvo vertinamas per dvejus metus po kontrolės metodų taikymo. Žiedinis nužievinimas buvo veiksmingiausias metodas, nes jis reikšmingai padidino mirtingumą (65 ir 15 proc. mirusių uosialapių klevų praėjus dvejims metams po metodo taikymo). Autoriai rekomenduoja naudoti nužievinimą šalinant uosialapį natūraliose buveinėse. Pasak, Mędrzycki, P. (2011), prevencija yra efektyviausias būdas valdyti uosialapio klevų

invaziją. Tačiau uosialapio klevo kontroliavimas iš esmės gali būti įgyvendintas, mechaniniu būdu naikinant uosialapių klevų daigus ir jaunus individus. Cheminis apdorojimas taip pat turėtų būti gana veiksmingas – uosialapis klevas yra jautrus daugeliui herbicidų, pvz., glifosatui. Tačiau nors uosialapio kirtimas (kamieno pjovimas) yra taikomas siekiant pašalinti šią rūšį iš plantacijų, šis metodas nėra pakankamai veiksmingas. Taip yra todėl, kad ant kelmo iš miegančių pumpurų išauga daugybė ūglių. Kitaip tariant, nupjovus medį, jis vėl greitai atželia. Eksperimentai su uosialapių klevų jaunais medžiais, naudojant Tornado preparatą 50 proc. (herbicidas, kurio sudėtyje yra glifosato), parodė ūglių augimo sumažėjimą per mėnesį po naikinimo (Kling et al., 2014; Gofman, Kling, 2015). Nikolaeva, A. A. et al. (2020) panaudojo mechaninius ir cheminius metodus, kurie leidžiami saugomose teritorijose, kovojant su uosialapiu klevu. Tyrimo metu nustatyta, kad šviežiai nupjautų klevų kelmų apdorojimas 7,2 g/l glifosato koncentracijos tirpalu lemia 65 proc. augalų mirtį. Likusių klevų, kuriems panaudotas šis metodas, atžalų kiekis sumažėjo 5,2 karto, palyginti su įprastu nupjovimu (kontrole).

Šešerių metų eksperimente, siekiant atkurti vertingas, augalų rūšimis gausias pievas, buvo išbandyti skirtingi invazinių rykštenių rūšių naikinimo ir pievos atkūrimo būdai. Tiriant tris šalinimo būdus (herbicidų purškimą, kultivavimą, šienavimą) ir du sėklų papildymo būdus (žolinių augalų rūšių mišinio sėją, šviežio šieno iš natūralios pievos paskleidimą), nustatyta, kad šienaujant du kartus per metus labai sumažėjo *Solidago* dangos plotas (nuo 100 proc. iki 25 proc. tyrimo pabaigoje). Šviežaus šieno paskleidimas labai sumažino *Solidago* biomasę ir padidino pageidaujamų augalų įvairovę. Herbicidinis apdorojimas nepasirodė veiksmingesnis nei aplinkai draugiškesni metodai. Taigi, rekomenduojama naudoti šviežų šieną atkuriant laukus, apaugusius invaziniu *Solidago*, kartu su periodiniu šienavimu (Szymura et al., 2022). Tyrimai su *S. canadensis* parodė, kad efektyviausias metodas yra iškasti individus arba šienauti pakartotinai prieš vaisiams sunokstant. Papildomai gali būti kultivuojama dirva, mechaniškai šalinami žydintys stiebai, taip pat glifosato ir/ar fluoroksipiro panaudojimas (Kabuce, Priede, 2010). T. Rajdus et al. (2020) atliko kanadinių rykštenių naikinimo efektyvumo tyrimą Čekijoje. Viename laukelyje taikė šienavimo metodą, dvejuose – purškimą herbicidais ir dar dvejuose – nušienavimo ir nupurškimo kombinaciją. Tyrėjai nustatė, kad pastarasis kovos būdas buvo efektyviausias: šienavimas prieš žydėjimo pradžią liepos mėnesį, vėliau rugpjūtį purškiant herbicidus ant jaunų dygstančių individų. Šis metodas parodė ryškų rykštenių populiacijos sumažėjimą. Nors vėliau pastebėtas tam tikras atžėlimas, galutinis skaičiavimas parodė, kad liko tik 20 individų, palyginti su pradiniais 157, t.y. populiacija sumažėjo 87 proc.

Baltažiedės robinijos naikinimo metodai apima rankinį rovimą, kuris tinkamas daigams ir jauniems ūgliams. Svarbu pašalinti visas šaknis (Boer, 2013). Mechaninis metodas apima augalo nupjovimą žemai ir žiedinį nužievinimą. Tačiau tiek žemo pjovimo, tiek genėjimo efektyvumas yra diskutuotinas (Boer, 2013), nes, nupjovus pagrindinį stiebą, iš medžio pagrindo dažnai išauga ūgliai (Sabo, 2000). Cheminiai metodai – lapų purškimas ir medžių injekcija herbicidais (Boer, 2013), dažniausiai glifosatais (Sabo, 2000). Kombinuotas metodas – medienos pjovimas ar nužievinimas ir herbicido naudojimas ant kelmo ar nužievinotos kamieno dalies (Vítková, 2011; Vítková et al., 2016). Taip pat galima taikyti prevencines priemones, pvz., vengti trikdžių (pvz., dirvožemio ardymo), kurie sudaro palankias sąlygas *R. pseudoacacia* kolonizacijai/plitimui šaknų atžalomis (Boer, 2013).

U. Song et al. (2018) tyrime siekė nustatyti mechanizmus, kurie leido vienametei šiušelei tapti dominuojančiu augalu sąvartyne. Sėklos ir daigai nepasižymėjo geresniu prisitaikymu prie pažeisto dirvožemio, alelopatija bei konkurencija su kitomis rūšimis nebuvo akivaizdi, ir augimas nebuvo spartus, tai rodo, kad pagrindinė vienametės šiušelės dominavimo priežastis buvo šienavimo sukeltas trikdymas. Nešienautuose plotuose šiušelės paplitimas sumažėjo, o šienautuose plotuose padidėjo. Šienavimas vieną kartą 50 proc. padidino dauginimosi organų svorį ir slopino vietinių rūšių augimą. Be to, taikant selektyvų šienavimą, kuris buvo nukreiptas tik į vienametę šiušėlę, tris kartus nušienavus užaugo tik apie 10 proc. dauginimosi organų biomasės, palyginti su kontroliniu šienavimu. Kadangi vasaros pradžioje šiušelės žiedų stiebas buvo aukštas, palyginti su vietinėmis rūšimis ankti vasarą, selektyvus šienavimas taip pat galėtų būti sprendimas, kaip kontroliuoti invaziją. Todėl, pagerinus ekologines žinias apie vietovę ir rūšį, šienauti optimaliu sezonu ir tinkamu dažnumu yra aplinkai nekenksmingas vienametės šiušelės valdymo sprendimas.

Taigi, invazinių augalų naikinimo efektyvumo tyrimai yra itin svarbūs siekiant apsaugoti biologinę įvairovę ir užtikrinti sveiką aplinką. Šie tyrimai padeda įvertinti įvairių naikinimo metodų efektyvumą ir parinkti tinkamiausią būdą kovoti su invazinėmis rūšimis.

1.4. Invazinių augalų valdymo strategijos, teisinė bazė Europos Sąjungoje ir Lietuvoje

Pasaulyje nėra vieno visiems galiojančio teisės akto, reglamentuojančio invazinių augalų kontrolę. Tačiau egzistuoja keletas tarptautinių konvencijų ir susitarimų, kuriais siekiama užkirsti kelią invazinių rūšių plitimui ir kontroliuoti jį.

Biologinės įvairovės konvencija, priimta 1992 m., įpareigoja šalis nares imtis veiksmų, skirtų apsaugoti biologinę įvairovę, įskaitant invazinių rūšių kontrolę (neleisti plisti invazinėms rūšims, jas kontroliuoti ir naikinti). Lietuvos Respublika 1992 m. birželio 5 d. Rio de Žaneire taip pat pasirašė Biologinės įvairovės konvenciją, kurią 1995 m. ratifikavo Lietuvos Respublikos Seimas (European Union, 2020). Tarptautinė konvencija dėl laivų balastinių vandenų ir nuosėdų kontrolės ir valdymo, priimta 2004 m., siekia užkirsti kelią invazinių rūšių plitimui per laivų balasto vandenį (International maritime organization, 2004).

Nuo 1992 iki 2009 m. iš Europos Komisijos finansavimo programų kovai su biologinėmis invazijomis buvo išleista daugiau nei 132 milijonai eurų (Scalera, 2010). ES imasi teisinių priemonių ir strategijų, kad suvaldytų invazinių rūšių keliamą grėsmę gamtai ir ekonomikai. Pagrindinis tikslas – perpus sumažinti jų neigiamą poveikį vietinei bioįvairovei ir nykstančioms rūšims iki 2030 m. (European Commission, 2024). Europos mastu invazinių svetimų rūšių kontrolė yra vienas iš pagrindinių ES biologinės įvairovės strategijos tikslų, o jos pagrindas - Reglamentas (ES) Nr. 1143/2014 dėl invazinių svetimų rūšių, įsigaliojęs 2015 m. sausio 1 d. (Genovesi et al., 2015). Šiame reglamente „nustatytos taisyklės, kaip užkirsti kelią, sumažinti ir sušvelninti neigiamą poveikį biologinei įvairovei“, pvz., prevencinės priemonės, kaip prekybos ir importo kontrolė; stebėjimo programų vykdymas; invazinių rūšių plitimo kontrolės priemonių taikymas ir t.t.

Lietuvos Respublikos aplinkos ministerija yra atsakinga už invazinių augalų kontrolės politikos formavimą ir įgyvendinimą. Ministerija bendradarbiauja su kitomis institucijomis, įskaitant savivaldybes, mokslo institucijas ir nevyriausybinės organizacijas, siekdama užtikrinti efektyvią invazinių augalų kontrolę. Lietuvoje invazinių augalų kontrolę reglamentuoja Invazinių Lietuvoje rūšių sąrašas, patvirtintas LR aplinkos ministro 2004 m. rugpjūčio 16 d. įsakymu Nr. D1-433. 2016 m. lapkričio 28 d. patvirtintas naujas Invazinių Lietuvoje rūšių sąrašas (Lietuvos Respublikos Aplinkos ministras, 2016). Invazinės rūšys naikinamos vadovaujantis Invazinių rūšių kontrolės ir naikinimo tvarka, patvirtinta LR aplinkos ministro 2002 m. liepos 1 d. įsakymu Nr. 352 „Dėl Introdukcijos, reintrodukcijos ir perkėlimo tvarkos aprašo, Invazinių rūšių kontrolės ir naikinimo tvarkos aprašo, Invazinių rūšių kontrolės tarybos sudėties ir nuostatų, Introdukcijos, reintrodukcijos ir perkėlimo programos patvirtinimo“ ir kitais teisės aktais. Vadovaujantis šia tvarka, invazinių rūšių naikinimas žemės sklypuose gali būti vykdomas apie tai informavus žemės savininką ar naudotoją, valstybei nuosavybės teise priklausančioje teritorijoje, informavus žemės valdytoją. Lietuvoje naikinant

invazinius augalus, pirmenybė teikiama biologiniams gausos reguliavimo metodams. Kai jis neefektyvus - gali būti naudojami mechaniniai ar cheminiai būdai, arba visos šios priemonės kartu, kaip integruotas naikinimo būdas. Cheminės priemonės naudojamos tik ribotai ir atsakingai. Invazinių rūšių naikinimui gali būti naudojami tik tie preparatai, kuriuos teisės aktų nustatyta tvarka leidžiama įvežti ir naudoti Lietuvos Respublikoje. Naikinimui naudojamos cheminės medžiagos turi būti greit suyrantys junginiai ir nesikaupti maisto grandinėje. Be to, cheminės priemonės nenaudojamos, jei yra pastovi invazinių rūšių imigracija į tą teritoriją. Prieš introdukuojant naujas rūšis invazinių rūšių gausos reguliavimui ar naikinimui, turi būti kruopščiai įvertintas tokių rūšių galimas neigiamas poveikis ir gautas Aplinkos ministerijos Tarybos pritarimas (Lietuvos Respublikos Aplinkos ministras, 2002). Invazinių rūšių kontrolė ir naikinimas yra nuolatinis procesas, reikalaujantis koordinuotų pastangų iš įvairių institucijų ir visuomenės. Tik bendradarbiaujant galima pasiekti ilgalaikių rezultatų ir apsaugoti Lietuvos gamtą nuo invazinių rūšių daromos žalos.

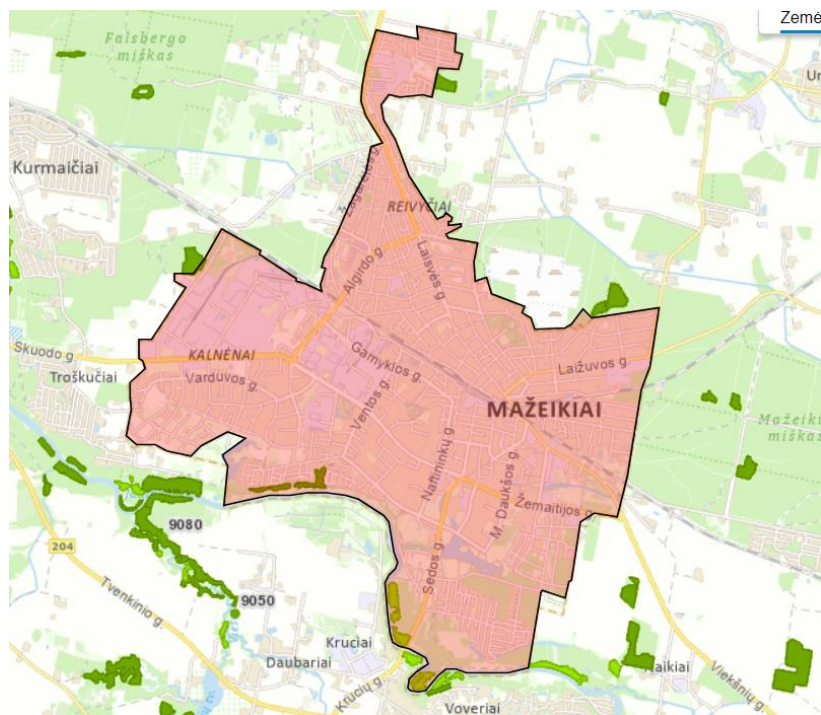
2. DARBO OBJEKTAS IR METODIKA

2.1. Darbo objektas

Darbo objektas – invazinių augalų paplitimas ir jų poveikis vietiniams augalams Mažeikių mieste. Tyrimo vieta pasirinkta neatsitiktinai. 2022 metų gruodžio mėn. susisiekus su Mažeikių rajono savivaldybe paaiškėjo, jog 2021-2023 metais Mažeikių rajone buvo vykdoma Sosnovskio barščio naikinimo programa. Panašus tyrimas, kuomet inventorizuojamos visų invazinių augalų radavietės ar tokių augalų poveikis vietiniams augalams, Mažeikių mieste iki šiol nebuvo atliktas. Savivaldybei tyrimas aktualus, tad buvo išreikštas susidomėjimas tyrimo rezultatais.

Mažeikiai – miestas šiaurės Lietuvoje, Telšių apskrityje, įsikūręs 10 km nuo Latvijos Respublikos sienos. Šiaurėje Mažeikių rajonas ribojasi su Latvija, rytuose – su Akmenės, pietryčiuose – Telšių, pietvakariuose – Plungės, vakaruose – Skuodo rajonais. Mažeikiai įsikūrę Ventos vidurupio žemumoje, Ventos dešiniajame krante. Miestą kerta Mažeikių–Rygos geležinkelio šaka ir Šiaulių–Liepojos (Latvija) geležinkelis. Plentai į Šiaulius, Telšius, Skuodą. Mažeikių apylinkėse lygus reljefas, kur teka Venta su savo giliais gausiais intakais. Prie Mažeikių yra Didžlaukių pelkė ir durpynas. 2020 m. duomenimis mieste gyveno 32 477 gyventojai (Mažeikių rajono savivaldybė, 2023; Visuotinė lietuvių enciklopedija, 2024).

Į Lietuvos invazinių augalų sąrašą įtraukti: Sosnovskio barštis, kanadinė elodėja, raukšlėtalapis erškėtis, vėlyvoji ieva (*Padus serotina* (Ehrh.) Borkh.), muilinė guboja, uosialapis klevas, varpinė medlieva (*Amelanchier spicata* K. Koch), ilgakotis lakišius (*Bidens frondosa* L.), gausialapis lubinas (*Lupinus polyphillus* Lindl.), didžioji rykštenė, kanadinė rykštenė, baltažiedė robinija, tankiažiedė rūgštyinė, šluotinis sausakrūmis, bitinė sprigė (*Impatiens glandulifera* Royle), smulkiažiedė sprigė (*Impatiens parviflora* DC.), vienametė šiušėlė ir dygliavaisis virkštenis (*Echinocystis lobata* (Michx.) Torr. & A. Gray) (Lietuvos Respublikos Aplinkos ministras, 2016). Mažeikių rajono savivaldybės svetainėje galima rasti duomenų, kad Mažeikiuose lyg šiol buvo fiksuotas Sosnovskio barštis, uosialapis klevas, baltažiedė robinija ir raukšlėtalapis erškėtis.



3 pav. Europos bendrijos svarbos natūralios buveinės (tamsiai žalia) Mažeikių miesto teritorijoje (raudona). Mastelis 1:50 000

Buveinės Mažeikiuose, kurios gali būti pažeistos invazinių augalų, apima žaliasias erdves – pievas, parkus, sodus, miesto teritorijai priklausančias Mažeikių bei Falsbergo miškų pamiškes, Ventos upės pakrantę. Mažeikių miesto teritorijoje (3 pav.) išskiriamos Europos bendrijos svarbos natūralios buveinės: pietvakarinėje miesto dalyje – 9180 – Griovų ir šlaitų miškai, pietinėje dalyje Ventos upės pakrantėje – 6210 – Stepinės pievos bei 6510 – Šienaujimų mezofitų pievos, į teritoriją miesto šiaurės vakaruose iš dalies patenka ir 9080 – Pelkėti lapuočių miškai (geoportal.lt, 2024).

Rajono bendrojo naudojimo savivaldybės teritorijoje (jei ji nepriskirta juridiniams asmenims) augančių želdynų planavimo, kūrimo, apsaugos, tvarkymo ir priežiūros darbus organizuoja Savivaldybės administracija, želdynų tvarkymo ir priežiūros darbus atlieka pagal sutartis kiti subjektai. Už rajono želdinių išsaugojimą, tinkamą jų priežiūrą ir tvarkymą atsako visų nuosavybės formų įmonės, įstaigos, organizacijos, maldos namai, visuomeninės ir politinės organizacijos, privačių valdų savininkai ir valdytojai, daugiabučių gyvenamųjų namų savininkų bendrijos (Mažeikių rajono savivaldybės taryba, 2022). Savivaldybė neskelbia jokios informacijos apie invazinius augalus Mažeikiuose, išskyrus tik tai, kad buvo naikinamas Sosnovskio barštis.

2.2. Darbo metodika

Pasiruošimas magistro darbui prasidėjo 2022 metais, kai buvo pradėta rinkti ir analizuoti mokslinė literatūra, pasirinkta tema apie invazinius augalus. 2023 metų gegužės mėnesį buvo tęsiami darbai – pradedami lauko tyrimai. Juos sudaro du etapai: pirmas – invazinių augalų rūšinės įvairovės ir paplitimo Mažeikių mieste nustatymas; antras – išplitusių invazinių augalų poveikio vietinei augalijai nustatymas. Tyrimui atlikti naudotos priemonės: invazinių augalų paplitimo ir augalų rūšių sudėties ir gausumo duomenų rinkimo anketos (žr. 1 ir 2 priedus); telefono programėlė „GPS Tracks“ (kūrėjas David Morneault) koordinatėms nustatyti, darytos fotonuotraukos, 30 metrų virvelė, kuoliukai, ruletė (5 m), kastuvėlis. Duomenų apdorojimui naudotos Excel ir SPSS programos, atliktas duomenų grupavimas, apibendrinimas, skaičiuoti vidurkiai, standartiniai nuokrypiai, apskaičiuotas rūšių pasiskirstymas pagal ploto padengimą, nustatomas Shannon-Wiener rūšinės įvairovės indeksas, taikyti tokie statistiniai metodai, kaip koreliacija (Spearman'o koreliacijos koeficientas), Mann-Whitney U testas. Atlikus mokslinės literatūros analizę bei išanalizavus tyrimų rezultatus, pateikiamos rekomendacinės invazinių augalų valdymo priemonės.

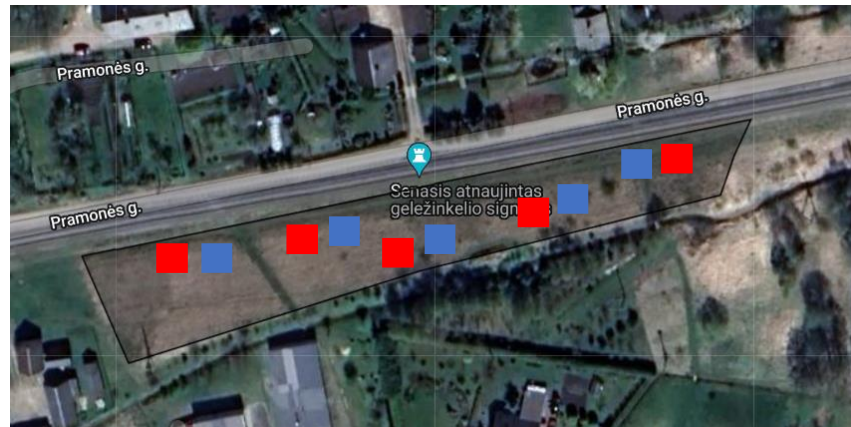
Pirmasis lauko tyrimų etapas. Šis etapas skirtas nustatyti invazinių augalų rūšinę įvairovę, jų sąžalynų paplitimo vietas. Tyrimo metu atlikti epizodiniai lauko (natūraliomis sąlygomis) tyrimai 2023 m. gegužės–rugsėjo mėnesiais. Tyrimas vykdomas Mažeikių miesto ribose. Invazinių augalų inventorizacija atlikta taikant maršrutinį metodą. Maršrutai buvo sudaryti taip, kad kiekviena teritorija būtų apžiūrėta kuo detaliau. Ypatingas dėmesys skiriamas potencialioms svetimžemių augalų invazijos teritorijoms – pakelėms, melioracijos grioviams, kapinėms, apleistoms vietovėms ir kt. Teritorijos, kuriose aptikti invazinių augalų tikimybė yra labai žema arba patekimas į tokias vietas yra ribojamas, pvz.: stadionai, privačios valdos, gyvenamųjų namų plotai, nebuvo tiriamos. Buvo tiriami parkai, kuriuose vaikščiota takeliais, apeinamos miesto teritorijoje esančios pamiškės. Taip pat apžiūrėti plotai sodų bendrijose, kur galima praeinama, kur negalima – sodai apeinami. Urbanizuotoje teritorijoje – daugiabučių ir gyvenamųjų namų kvartaluose, ir gamybinėse teritorijose – einama gatvėmis, takais. Pievose einama takais, takeliais, kur tokių nėra – pereinama skersai. Prioritetiškai pasirinkta aplankyti Ventos upės pakrantę (apie 5,5 km). Šie plotai prioritetiniai dėl to, kad jie mažai prižiūrimi, dėl ko tikimybė įsikurti invaziniams augalams yra didelė. Ventos upės pakrante buvo pereita pirmą kartą 2023 metais gegužės mėnesio pabaigoje, peržiūrint pakrantę 20-30 metrų atstumu nuo vandens. Invazinių augalų stebėjimo metu, naudojantis programėle “GPS Tracks”, buvo pasižymimos augalų radaviečių

koordinatės (žr. 1 priedą) ir fiksuojamos sąlygos bei rodikliai radavietėse: (1) plotas, (2) individų projekcinis padengimas, (3) biotopas: veja (tai žema tankia žole užžėlusi pieva), žolynas (plotas, kuriame auga įvairios žolės ir kiti smulkūs augalai), pieva (žemės plotas, apaugęs daugiametėmis žolėmis), krūmai, gėlynas, kita (šiuo terminu tyrime apibrėžiamos teritorijos, kurios negali būti priskirtos jokiai kitam išvardintam biotopui, pvz.: kada augalai išaugę tarp trinkelų ir pan.), (4) vertinama ar teritorija šienaujama (šienaujama, nešienaujama, kita (pvz.: gėlynuose ar neapibrėžtame biotope)), (5) teritorijos, kurioje yra radavietė, naudojimo intensyvumas: gerai prižiūrima, mažai naudojama, nenaudojama.

Antrasis lauko tyrimų etapas. Šis etapas skirtas atliekant augalų rūšinės įvairovės tyrimus, įvertinti invazinių augalų rūšių išplitimo poveikį vietinei augalijai. Darbai buvo atliekami liepos-rugpjūčio mėnesiais. Parenkami reprezentaciniai laukeliai, kuriuose vertinamas invazinių ir vietinių augalų gausumas. Pasirenkamos tos radavietės, kuriose pirmame etape buvo aptikti didžiausi invazinių augalų sąžalynai. Pasirinktas žolynas su kanadinėmis rykštenėmis, kuriame atliktas tyrimas kvadrantų metodu, kitas kvadrantų tyrimas atliktas tankiažiedžių rūgštynių sąžalyne nešienaujamoje pievoje ir dvi radavietės su uosialapiais klevais, kur buvo atliekamas ir kvadrantų, ir transektų tyrimas. Transektų metodas taikytas uosialapių klevų radavietėje Ventos upės pakrantėje, kuri apaugusi tankiais krūmais ir žolynais, kvadrantų metodas taikytas kitoje radavietėje pamiškėje, mažai naudojamoje teritorijoje, kur vyrauja jauni uosialapiai klevai. Kvadrantas buvo suformuojamas įsmeigus keturis kuoliukus į žemę ir apvyniojus juos virvele, kad susidarytų kvadratas. Transektai padaryti naudota ta pati virvelė pritvirtinus vieną galą prie medžio, o kitą prie žolyne įsmeigto kuoliuko. Šiame etape buvo nustatomas dirvožemio grūdėtumas kiekviename kvadrante bei transektoje. Iškasama šiek tiek dirvožemio ir bandoma suformuoti dešrelę, stebint, ar formuojasi, formuojasi prastai, visai nesiformuoja, ir iš to nusprendžiant, kad tai molis, priemolis, priemolis atitinkamai. Skaičiuojamas invazinio augalo stiebų skaičius, įvertinamas projekcinis padengimas bei vizualiai nustatomas augalo ontogenezės tarpsnis. Nustatomos kitų augalų rūšys, jų projekcinis padengimas (kvadrante procentais, transektoje išmatuojama centimetrais). Taip pat vertinama ar šienaujama teritorijoje, ar ne, bei trypinimas ir jo intensyvumas (yra, nėra, neintensyvus). Pildoma anketa (žr. 2 priedą).

Radavietėje su tankiažiedėmis rūgštyinėmis (plotas 30 arų) buvo pasirinkti 9 m² ploto sugrupuoti laukeliai, kuomet vienas laukelis užima plotą su tankiažiedėmis rūgštyinėmis, o kitas nepaveiktas invazijos laukelis pasirenkamas vakarų kryptimi nuo paveiktojo. Viso pasirinkti 8

laukeliai iš kurių 4 jau paveikti invazijos ir tiek pat laukelių nepaveiktų (4 pav.), kuriuose atliekami projekcinio padengimo matavimai. Šis metodas buvo pasirinktas todėl, kad invazinis augalas auga pievoje, kurioje augalija žolinė, nešienaujama, yra vos keli, nedideli, pavieniai medeliai. Nėra aplinkos sąlygų gradiento.



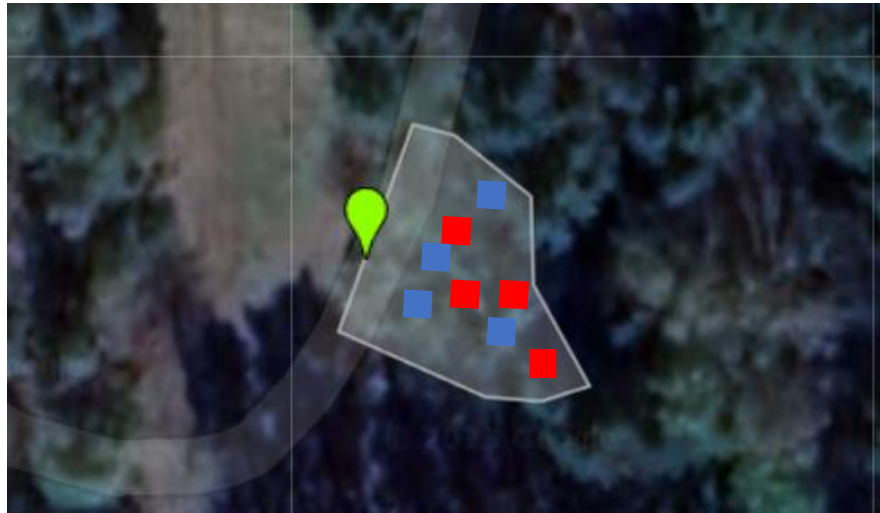
4 pav. Tiriama radavietė paveikta tankiažiedžių rūgštynių. Pilkai pažymėta radavietė, raudonai – reprezentaciniai laukeliai su invaziniu augalu, mėlynai – be jo. Mastelis 1:2000 (Geoportal.lt, 2023)

Kitoje tyrimui pasirinktoje radavietėje (plotas 0,15 ha) išdėstomos šešios transektos po 30 m. Trys uosialapio klevo invazijos paveiktose vietose, o kitos lygegričiai zonose, kuriose dar nėra uosialapio klevo invazijos (5 pav.). Transektos tiesiamos nuo upės pakrantės statmenai, išilgai aplinkos sąlygų gradiento. Pasirinktas transektų metodas, kadangi vyrauja nešienaujami tankūs žolynai, uosialapio klevo sąžalynai tankiai suaugę į krūmynus.



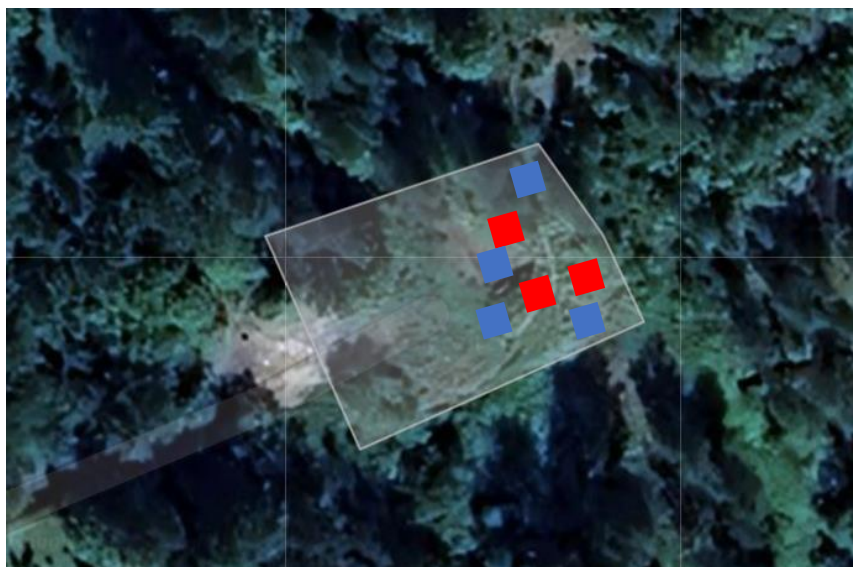
5 pav. Tiriama radavietė paveikta uosialapio klevo. Pilkai pažymėta radavietė, raudonai – transektos su invaziniu augalu, mėlynai – be jo. Mastelis 1:2000 (Geoportal.lt, 2023)

Kitoje tyrimui pasirinktoje radavietėje (plotas 0,025 ha) su jaunais uosialapio klevo individualais, išdėstomi 4 m² ploto suporuoti laukeliai, kuomet vienas laukelis užima plotą su uosialapiais klevais, o kitas nepaveiktas invazijos laukelis pasirenkamas vakarų kryptimi nuo paveiktojo (6 pav.). Viso pasirinkti 6 laukeliai iš kurių 3 jau paveikti invazijos ir tiek pat laukelių nepaveiktų, kuriuose atliekami augalų projekcinio padengimo matavimai. Radavietėje vyrauja žolynai ir krūmai, yra medžių. Reljefas ne lygus, yra duobė kurioje yra šiukšlių, šakų, kelmų, kur taip pat auga uosialapiai klevai.



6 pav. Tiriama radavietė paveikta uosialapio klevo. Pilkai pažymėta radavietė, raudonai – reprezentaciniai laukeliai su invaziniu augalu, mėlynai – be jo. Mastelis 1:2000 (Geoportal.lt, 2023)

Kitoje tyrimui pasirinktoje radavietėje (plotas 0,077 ha) su kanadinėmis rykštenėmis, išdėstomi 4 m² ploto suporuoti laukeliai, kuomet vienas laukelis užima plotą su kanadinėmis rykštenėmis, o kitas nepaveiktas invazijos laukelis pasirenkamas vakarų kryptimi nuo paveiktojo (7 pav.). Viso pasirinkti 6 laukeliai iš kurių 3 jau paveikti invazijos ir tiek pat laukelių nepaveiktų, kuriuose atliekami projekcinio padengimo matavimai. Šis metodas buvo pasirinktas todėl, kad invazinis augalas auga žolyne, kur vyrauja rykštenės, teritorija nešienaujama. Nėra aplinkos sąlygų gradiento. Reljefas yra lygus, dirvožemis kai kur padengtas senų augalų stiebais.



7 pav. Tiriama radavietė paveikta kanadinių rykštėnių. Pilkai pažymėta radavietė, raudonai – reprezentaciniai laukeliai su invaziniu augalu, mėlynai – be jo. Mastelis 1:2000 (Geoportal.lt, 2023)

Surinkus duomenis toliau atliekama statistinė duomenų analizė. Pirmajam lauko tyrimų etapui buvo susisteminti gauti invazinių augalų radaviečių Mažeikiuose duomenys ir apskaičiuotas invazinių augalų paplitimas pagal vidutinį santykinį projekcinį padengimą. Įvertintas radaviečių pasiskirstymas pagal biotopą, šienavimo darbus, teritorijos naudojimo intensyvumą.

Antrajam etapui buvo skaičiuojama, kiek augalų rūšių pasitaikė kvadrantuose ir transektose, apskaičiuojami rūšinės įvairovės, augalų projekcinio padengimo visuose kvadrantuose ir transektose vidurkiai bei standartiniai nuokrypiai. Apskaičiuojamas vidutinis invazinio augalo stiebų skaičius. Nustatant augalų rūšinę įvairovę bendrijose, apskaičiuotas Šenono–Vynerio (Shannon–Wiener) rūšinės įvairovės indeksas (H), kuris įvertina bendrijos rūšių skaičių ir rūšių vyravimą bei pasiskirstymą (Shannon, Weaver, 1949). H vadinamas entropijos (chaotiškumo) indeksu:

$$H = -\sum [(p_i) \times \log(p_i)],$$

(1) čia: p_i = i -tosios rūšies gausumas imtyje.

Šenono–Vynerio indekso kitimo sritis yra nuo 0 (maža rūšių įvairovė) iki $\ln N$ (didelė rūšių įvairovė). Skaičiuojami Šenono–Vynerio indekso vidurkiai bei standartiniai nuokrypiai.

Atliekama koreliacijos analizė nustatyti, ar invazinio augalo projekcinis padengimas koreliuoja su augalų rūšių skaičiumi. Iš pradžių nustatoma, ar projekcinio padengimo duomenys ir augalų rūšių skaičiaus duomenys pasiskirstę pagal normalųjį skirstinį.

Tegul X – projekcinis padengimas/augalų rūšių skaičius, M – normalusis skirstinys, p – statistinio reikšmingumo lygmuo.

H_0 : $X \sim M$ (pasiskirstę pagal normalųjį skirstinį)

H_A : $X \neq M$ (nėra pasiskirstę pagal normalųjį skirstinį)

$p=0,05$

Pasirinkta Spearman'o koreliacijos analizė, kadangi duomenys nepasiskirstę pagal normalųjį skirstinį. Toliau tiriama, ar augalų rūšių skaičius priklauso nuo invazinio augalo projekcinio padengimo.

H_0 : $r_s=0$ (koreliacijos koeficientas statistiškai reikšmingai nesiskiria nuo nulio)

H_A : $r_s \neq 0$ (koreliacijos koeficientas statistiškai reikšmingai skiriasi nuo nulio)

$p=0,05$

Jei p reikšmė yra mažesnė už statistinio reikšmingumo lygį, galima atmesti nulinę hipotezę ir priimti alternatyvią, ir teigti, kad yra dviejų dydžių kitimo priklausomybė vienas nuo kito. Jei p reikšmė yra didesnė už pasirinktą statistinio reikšmingumo lygį, nėra pakankamai įrodymų, kad nulinė hipotezė būtų atmesta.

Atliekama analizė nustatyti, ar augalų rūšių projekcinis padengimas statistiškai reikšmingai skiriasi invazijos paveiktuose ir nepaveiktuose kvadrantuose/transektose. Prieš tai vėl nustatoma, ar augalų rūšių projekcinio padengimo duomenys pasiskirstę pagal normalųjį skirstinį. Nustačius, kad duomenys nepasiskirstę pagal normalųjį skirstinį, buvo pasirinktas Mann-Whitney U testas.

H_0 : paveikti=nepaveikti (nėra statistiškai reikšmingo skirtumo)

H_A : paveikti \neq nepaveikti (yra statistiškai reikšmingas skirtumas)

$p=0,05$

Jei p reikšmė yra mažesnė už statistinio reikšmingumo lygį, galima atmesti nulinę hipotezę ir teigti, kad nėra dviejų imčių parametrų lygybės. Jei p reikšmė yra didesnė už pasirinktą statistinio reikšmingumo lygį, nėra pakankamai įrodymų, kad nulinė hipotezė būtų atmesta.

3. REZULTATAI IR JŲ APTARIMAS

3.1. Invazinių augalų paplitimo Mažeikių mieste įvertinimas

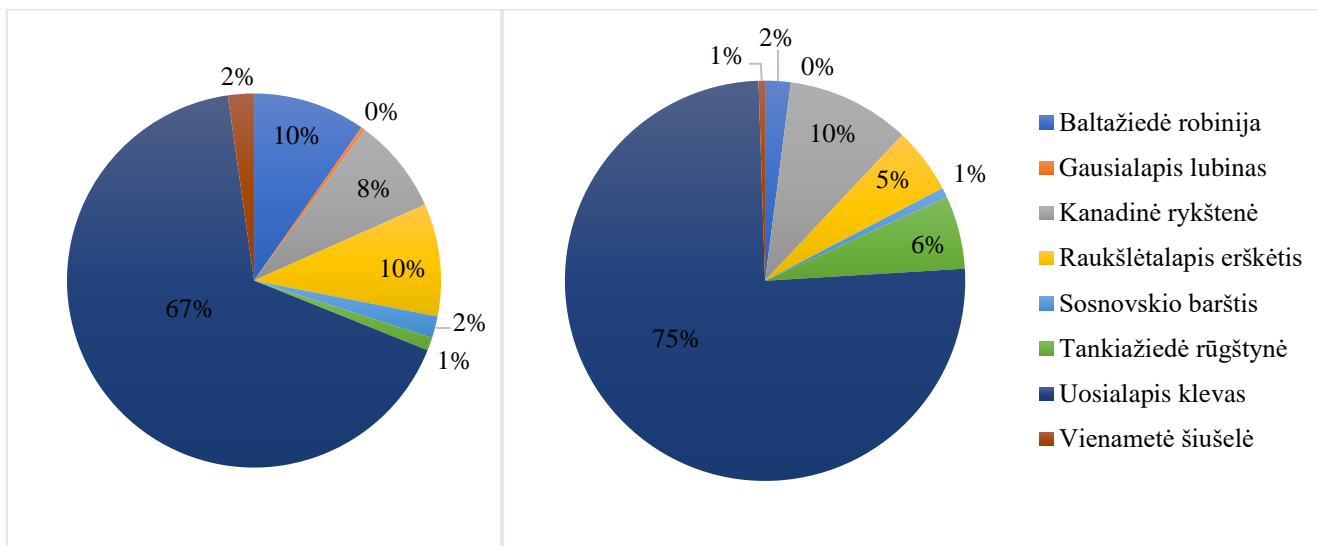
Miestų aplinka yra palanki terpė invazinių augalų plitimui. Didelė urbanizacija sukuria daug laisvų ekologinių nišų, kurias lengvai užpildo invazinės rūšys (Morozova, 2021). Mažeikių mieste viso buvo aptiktos 267 invazinių augalų radavietės su aštuoniomis invazinių augalų rūšimis: uosialapiu klevu, tankiažiede rūgštyne, raukšlėtalapiu erškėčiu, Sosnovskio barščiu, baltažiede robinija, kanadine rykštene, vienamete šiušele ir gausialapiu lubinu (1 lentelė). Remiantis Invazinių Lietuvoje rūšių sąrašu (Lietuvos Respublikos Aplinkos ministras, 2016), Mažeikiuose aptiktos invazinių augalų rūšys sudaro 44 proc. visų Lietuvoje oficialiai registruotų invazinių augalų rūšių.

1 lentelė. **Invaziniai augalai ir jų radaviečių skaičius Mažeikiuose**

Augalo pavadinimas	Radaviečių skaičius, vnt.	Rūšių pasiskirstymas pagal ploto padengimą, m ²
Baltažiedė robinija	26	139,30
Gausialapis lubinas	1	0,30
Kanadinė rykštenė	22	673,40
Raukšlėtalapis erškėtis	26	360,30
Sosnovskio barštis	5	52,35
Tankiažiedė rūgštyne	3	400,40
Uosialapis klevas	178	5103,57
Vienametė šiušelė	6	35,60

Buvo išanalizuotas invazinių augalų radaviečių skaičius ir augalų rūšių pasiskirstymas pagal ploto padengimą radavietėse. Vertinant pagal radavietes – daugiausiai (67 proc.) radaviečių sudarė uosialapis klevas, tuo tarpu pagal ploto padengimą – 75 proc. (8 pav.). Galima teigti, kad siekiant kontroliuoti invazinių augalų plitimą Mažeikių mieste, ypač reikia atkreipti dėmesį į šią vyraujančią invazinę rūšį, kadangi ji plačiai paplitusi visoje teritorijoje tiek pagal radaviečių skaičių, tiek pagal dengiamą plotą. Remiantis kitų miestų tyrimais, Rygos inventorizacijos duomenimis, uosialapis klevas paplitęs didžiojoje dalyje miesto teritorijų ir užfiksuotas 43 proc. parkų. Kaune gausiai uosialapio klevo individai auga Nemuno ir Neries pakrančių zonose. Kaip dekoratyvinis medis ši rūšis labai dažnai (58 proc.) sutinkama viešuosiuose parkuose ir skveruose (Straigyte et al., 2015). Po uosialapio klevo, pagal ploto padengimą, Mažeikiuose antroje vietoje – kanadinė rykštenė (10 proc.), nors pagal radaviečių skaičių rykštenė sudarė 8 proc. Raukšlėtalapis erškėtis ir baltažiedė robinija pagal radaviečių skaičių

pasidalijo po 10 proc., tačiau pagal ploto padengimą raukšlėtalapis erškėtis sudarė tik 5 proc., o baltažiedė robinija 2 proc., kas rodo, kad yra paplitę daug nedidelių šių augalų židinių. Mažiausiai aptikta gausialapio lubino radaviečių – viso tik viena. Taigi, matoma, kad kai kurių invazinių augalų radaviečių gali būti daugiau, bet jos mažesnės ir augalų padengimas nedidelis, ir atvirkščiai.



8 pav. Invazinių augalų radaviečių paplitimas pagal skaičių (kairėje) ir invazinių augalų rūšių pasiskirstymas pagal ploto padengimą visoje tyrimų teritorijoje (dešinėje)

Uosialapiai klevai urbanizuotose teritorijose dažniausiai gali būti aptinkami pakelėse, gėlynuose, kapinėse, miesto miškuose, parkuose, prie tvenkinių, palei upes (Baranova, Bralgina, 2015; Straigytė et al., 2015). Šiame tyrime uosialapiai klevai dažniausiai buvo randami pakelėse, melioracijos grioviuose, gyvenamųjų, daugiabučių namų valdose, želdynuose, apleistose, mažai prižiūrimose vietose, palei Ventos upę (9 pav.).



9 pav. Uosialapis klevas ir raukšlėtalapiai erškėčiai želdinyje (kairėje) ir uosialapiai klevai išaugę mažai naudojamose teritorijose tarp trinkelė (dešinėje)

Baltažiedė robinija yra labai populiarus dekoratyvinis medis Lietuvoje, ji dažnai sutinkama miestų gatvėse (Černulienė, 2018). Mažeikiuose baltažiedės robinijos ir raukšlėtalapiai erškėčiai daugiausiai aptikti gyvenamųjų ir daugiabučių namų valdose, gėlynuose, pakelėse, miesto gatvėse.

Sosnovskio barštis įsikuria pakelėse, palei upes, taip pat ne vien pažeistose buveinėse, bet ir pievose, upių slėniuose, pamiškėse (Baranova, Bralgina, 2015). Mažeikiuose didžiausi Sosnovskio barščio sąžalynai rasti apleisto gyvenamojo namo valdų žolynuose, drėgnoje vietoje (arti gruntinių vandenių) (10 pav.).



10 pav. Sosnovskio barščių sąžalynai

Tankiažiedė rūgštinė, kuri ypač dažna ir gausi salpų pievose, palei kelius ir geležinkelius (Botanikos institutas, 2008), buvo aptikta palei geležinkelį – daugiausia šalia jo esančioje pievoje (11 pav.). Vienametės šiušelės rastos neprižiūrimose, nešienaujamos teritorijose, pakelėse.



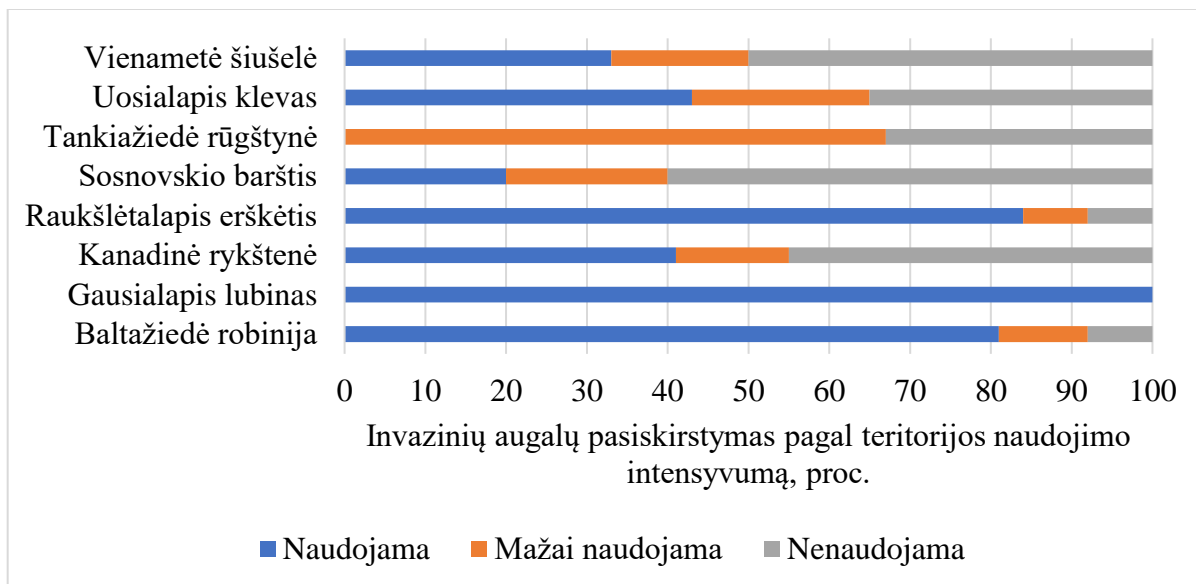
11 pav. Vienametė šiušelė (kairėje), tankiažiedė rūgštinė (viduryje); nepažydušiu kanadinių rykštenių sąžalynas (dešinėje)

Vertinant invazinių augalų paplitimą pagal biotopus, nustatyta, kad daugiausiai (42 proc.) radaviečių rasta vejoje (2 lentelė). Šiek tiek mažiau (28 proc.) žolyne. Krūmuose, gėlynuose 17 proc. ir 8 proc. atitinkamai. Kitose teritorijose 4 proc. Mažiausiai aptikta pievoje (1 proc.). 73 uosialapio klevo radavietės rastos vejoje, žolyne ir krūmuose 49 ir 41 radavietė atitinkamai. Raukšlėtalapio erškėčio daugiausiai rasta vejoje – 18 radaviečių. Baltažiedės robinijos taip pat vejoje – 20 radaviečių. Tankiažiedės rūgštinės radavietės aptiktos žolyne, pievoje ir kitur (visur po 1 radavietę). Kanadinės rykštenės daugiausiai žolynuose – 12 radaviečių.

2 lentelė. **Invazinių augalų radaviečių (vnt.) pasiskirstymas pagal biotopus**

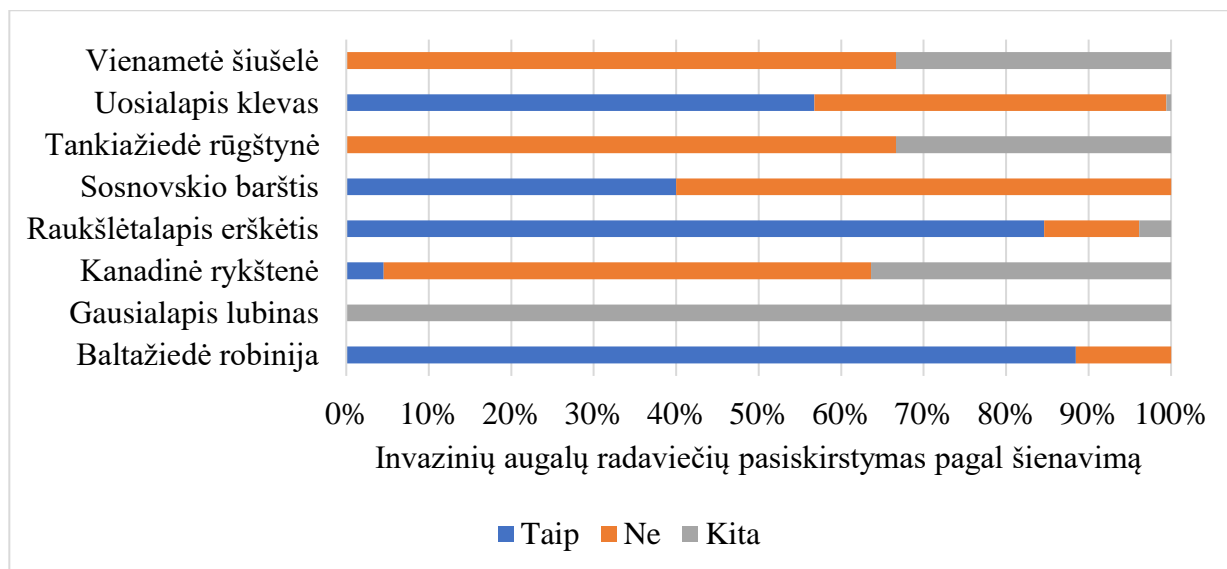
Biotopas	Veja		Žolynas		Pieva		Krūmai		Gėlynas		Kita	
	vnt.	proc.	vnt.	proc.	vnt.	proc.	vnt.	proc.	vnt.	proc.	vnt.	proc.
Invazinio augalo rūšis												
Baltažiedė robinija	20	77	1	4	0	0	4	15	1	4	0	0
Gausialapis lubinas	0	0	0	0	0	0	0	0	1	100	0	0
Kanadinė rykštenė	2	9	12	55	0	0	0	0	8	36	0	0
Raukšlėtalapis erškėtis	18	69	4	16	0	0	0	0	4	15	0	0
Sosnovskio barštis	1	20	4	80	0	0	0	0	0	0	0	0
Tankiažiedė rūgštinė	0	0	1	34	1	33	0	0	0	0	1	33
Uosialapis klevas	73	41	49	27	1	1	41	23	5	3	9	5
Vienametė šiušėlė	0	0	4	67	0	0	0	0	2	33	0	0

Vertinant pagal teritorijos naudojimo intensyvumą (12 pav.), nustatyta, kad beveik pusė radaviečių aptikta naudojamoje teritorijoje (49 proc.), mažai naudojamoje ir nenaudojamoje 20 proc. ir 31 proc. atitinkamai. 76 uosialapio klevo radavietės rastos naudojamoje, 40 radaviečių – mažai naudojamoje ir 61 radavietė – nenaudojamoje teritorijoje. Raukšlėtalapio erškėčio daugiausiai rasta naudojamoje – 22 radavietės. Baltažiedės robinijos taip pat naudojamoje teritorijoje – 21 radavietė. Kanadinė rykštenė panašiai tiek naudojamoje, tiek nenaudojamoje teritorijoje – 9 ir 10 radaviečių atitinkamai. Sosnovskio barščio rasta po vieną radavietę naudojamoje ir mažai naudojamoje, ir trys nenaudojamoje teritorijoje.



12 pav. Invazinių augalų radaviečių pasiskirstymas pagal teritorijos naudojimo intensyvumą

Vertinant pagal teritorijos šienavimą, 56 proc. aptiktų radaviečių yra šienaujamos (13 pav.). 39 proc. – nešienaujamos. Likę 5 proc. tai gėlynai ir kitos teritorijos. 101 (vnt.) uosialapio klevo radavietė šienaujama. Raukšlėtalapio erškėčio daugiausiai rasta šienaujamos – 22 radavietės. Baltažiedės robinijos taip pat šienaujamos – 23 radavietės. Tankiažiedės rūgštytės radavietės aptiktos nešienaujamos ir kita – 2 ir 1 radavietė atitinkamai. Kanadinės rykštenės daugiausiai nešienaujamos – 13 radaviečių. Sosnovskio barščio 3 nešienaujamos radavietės.



13 pav. Invazinių augalų radaviečių pasiskirstymas pagal šienavimą

Taigi, daugiausiai radaviečių rasta vejoje, žolyne, krūmuose – 42 proc., 28 proc. ir 17 proc. atitinkamai. Dažniausiai invaziniai augalai randami naudojamoje teritorijoje – 49 proc., 56 proc. radaviečių yra šienaujamos.

3.2. Invazinių augalų išplitimo poveikis kitiems augalams

Šiame skyriuje aptariami antrosios lauko tyrimų dalies rezultatai. Invazinių augalų poveikio vietiniams augalams vertinimo etape buvo pasirinkti keturi sąžalynai, kuriuose tiriama: trys sąžalynai kvadrantų metodu – kanadinių rykštenių, tankiažiedžių rūgštynių, bei uosialpio klevo sąžalynai; transektų metodu – uosialpio klevo sąžalynas.

3.2.1. Kanadinių rykštenių poveikio augalams vertinimas

Tyrime su kanadinėmis rykštenėmis iš viso buvo aptiktos 22 augalų rūšys (neskaičiuojant kanadinės rykštenės). Rykštenių invazijos paveiktuose kvadrantuose aptiktos juvenilinio ir generatyvinio amžiaus tarpsnio kanadinės rykštenės buvo labai tankiai suaugusios (14 pav.), jų vidutinis projekcinis padengimas siekė 99 proc., vidutinis stiebų skaičius laukeliuose 250 ± 40 vnt., o didžiausias rūšių skaičius paveiktuose laukeliuose – 6 (neskaičiuojant kanadinės rykštenės). Tyrimo teritorijoje nebuvo šienaujama, nebuvo trypimo požymių, nustatytas dirvožemio grūdėtumas – priemolis.



14 pav. Kanadinių rykštenių invazijos paveiktas tiriamasis 4 m^2 kvadrantas kairėje; nepaveiktas dešinėje (teritorijos centrinio taško geografinės koordinatės: $56^{\circ}19'17.42''\text{N}$ $22^{\circ}20'44.58''\text{E}$)

M. de Groot et al. (2007) analogiškame kanadinių rykštenių poveikio kitiems augalams tyrime Slovėnijoje nustatė, kad laukeliuose su kanadinėmis rykštenėmis didžiausias augalų rūšių skaičius buvo 9. O T. Rajdus et al. (2020) 1 × 1 m dydžio laukeliuose suskaičiavo vidutiniškai 207 vnt. kanadinės rykštenės stiebų.

Nustatyta, kad kanadinių rykštenių invazijos nepaveiktuose kvadrantuose, augalų rūšių skaičius buvo net 3 kartus didesnis (3 lentelė). Tai reiškia, kad augalų rūšių skaičius sumažėjo apie 67 proc. invazijos paveiktuose kvadrantuose. 60 proc. augalų rūšių sumažėjimą kanadinės rykštenės dominuojamuose plotuose nustatė ir M. de Groot et al. (2007). Nustatant rūšinę bendrijų įvairovę, apskaičiuotas Šenono–Vynerio rūšinės įvairovės indeksas H. Taigi, nustatyta, kad kanadinių rykštenių invazijos nepaveiktuose kvadrantuose augalų rūšių įvairovės indeksas buvo 1,6 karto didesnis, lyginant su invazijos paveiktais kvadrantais. Tai reiškia, kad augalų rūšių įvairovės indeksas sumažėjo apie 38 proc. invazijos paveiktuose kvadrantuose.

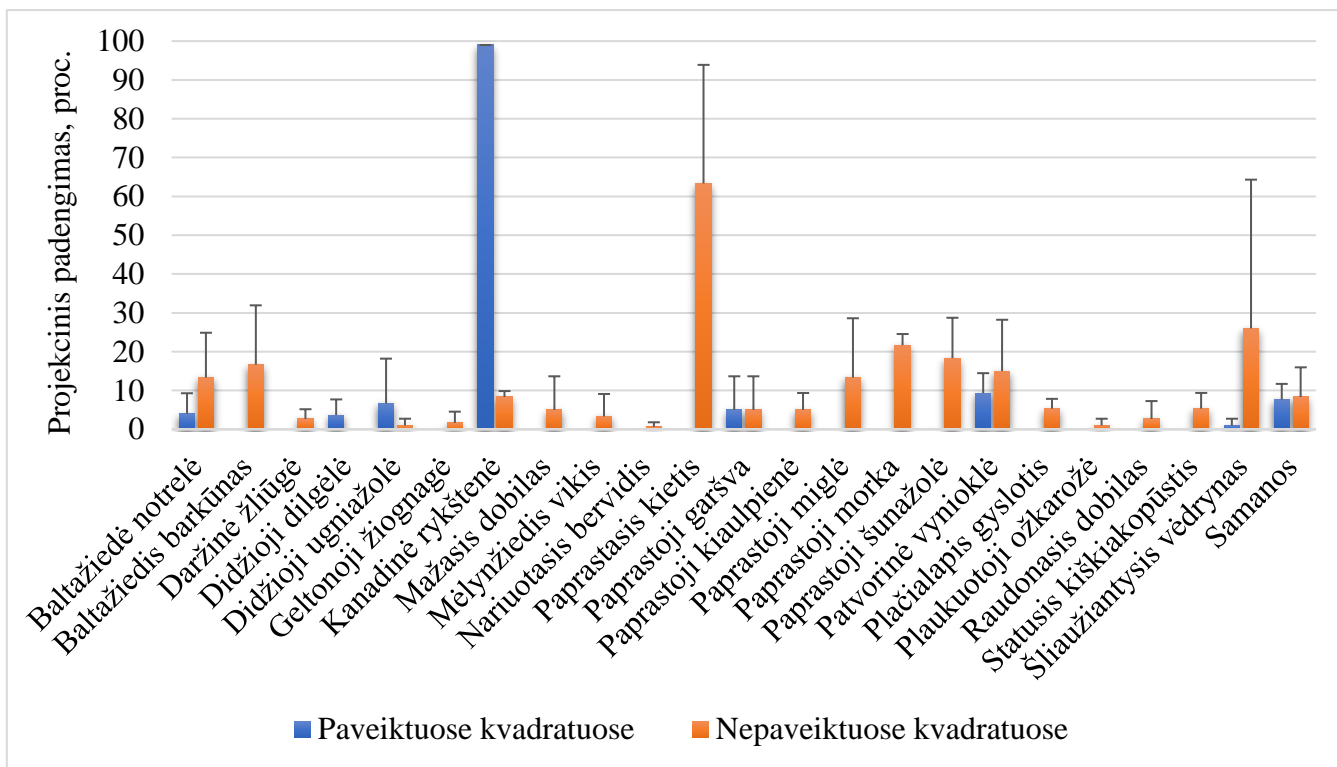
3 lentelė. **Augalų rūšių skaičius kanadinių rykštenių invazijos tyrime**

Kanadinių rykštenių invazijos paveikti kvadrantai						
Kvadranto nr.	rūšių skaičius	rūšių skaičiaus vidurkis	standartinis nuokrypis	Shannon-Weiner indeksas, H	vidutinis H	standartinis nuokrypis
SC-1	4	4,3	1,5	1,12	1,3	0,4
SC-2	3			1,02		
SC-3	6			1,67		
Kanadinių rykštenių invazijos nepaveikti kvadrantai						
SC-4	12	13	1,7	2,14	2,1	0,1
SC-5	15			2,22		
SC-6	12			2,08		

Invazijos nepaveiktuose kvadrantuose vyravo paprastasis kietis (*Artemisia vulgaris* L.), kurio vidutinis projekcinis padengimas siekė 63 proc. Šliaužiantysis vėdrynas (*Ranunculus repens* L.) dengė 26 proc., paprastoji morka (*Daucus carota* L.) – 22 proc., o paprastoji šnažolė (*Dactylis glomerata* L.) – 18 proc. Kvadrantuose su kanadinėmis rykštenėmis patvorinės vynioklės (*Calystegia sepium* R. Br.) projekcinis padengimas siekė 9 proc., didžiosios ugniažolės (*Chelidonium majus* L.) – 7 proc., paprastosios garšvos (*Aegopodium podagraria* L.) – 5 proc., bei didžiosios dilgėlės (*Urtica dioica* L.), kuri aptikta tik rykštenių dominuojamuose kvadrantuose, 4 proc. Patvorinė vynioklė kaip vienas pagrindinių augalų augantis kartu su kanadinėmis rykštenėmis pastebėtas ir kituose tyrimuose (de Groot et al., 2007).

Didžiausi skirtumai invazijos nepaveiktuose kvadrantuose lyginant su paveiktais kvadrantais, buvo pastebėti: baltažiedės notrelės (*Lamium album* L.), patvorinės vynioklės, šliaužiančiojo vėdryno, kurių projekcinis padengimas sumažėjo – 3,3, 1,6, 26,0 kartais atitinkamai (15 pav.). Tačiau didžiosios ugniažolės buvo aptikta 6,7 karto daugiau paveiktuose kvadrantuose negu nepaveiktuose. Taip pat invazijos nepaveiktuose kvadrantuose rasti: baltažiedis barkūnas (*Melilotus albus* Medik.), daržinė žliugė (*Stellaria media* (L.) Vill.), geltonoji žiognagė (*Geum urbanum* L.), mažasis dobilas (*Trifolium dubium* Sibth.), mėlynžiedis vikis (*Vicia cracca* L.), nariuotasis bervidis (*Scrophularia nodosa* L.), paprastoji kiaulpienė (*Taraxacum officinale* F. H. Wigg.), paprastoji miglė (*Poa trivialis* L.), paprastoji morka, paprastoji šunažolė, plačialapis gyslotis (*Plantago major* L.), plaukuotoji ožkarožė (*Epilobium hirsutum* L.), raudonasis dobilas (*Trifolium pratense* L.), statusis kiškiakopūstis (*Oxalis stricta* L.).

Pagal Mann-Whitney U kriterijų, nustatyta, kad paprastojo kiečio, paprastosios morkos, paprastosios šunažolės, plačialapio gysločio, stačiojo kiškiakopūščio bei samanų vidutinis projekcinis padengimas buvo statistiškai reikšmingai didesnis kanadinių rykštenių invazijos nepaveiktuose kvadrantuose lyginant su paveiktais ($p < 0,05$).



15 pav. Augalų rūšių projekcinio padengimo vidurkiai kanadinės rykštenės invazijos paveiktuose ir nepaveiktuose kvadrantuose

Vertinant pagal augalų rūšių aptinkamumą kvadrantuose, nustatyta, kad: mažasis dobilas, mėlynžiedis vikis, nariuotasis bervidis, plaukuotoji ožkarozė, raudonasis dobilas, geltonoji žiognagė viso buvo aptikti tik viename kanadinių rykštenių invazijos nepaveiktame kvadrante. Baltažiedė notrelė rasta keturiuose kvadrantuose – po du paveiktuose ir nepaveiktuose. Baltažiedis barkūnas, paprastoji morka, paprastoji šunažolė, paprastasis kietis, plačialapis gyslotis bei statusis kiškiakopūstis aptikti visuose invazijos nepaveiktuose kvadrantuose.

Ištyrus kanadinės rykštenės projekcinio padengimo kvadrantuose ir augalų rūšių skaičiaus koreliaciją, gauti rezultatai parodė statistiškai reikšmingą didelį neigiamą ryšį tarp šių kintamųjų ($r_s = -0,92$; $p < 0,05$). Remiantis šiais rezultatais, galima teigti, kad kanadinės rykštenės daro didelę žalą augalų įvairovei plotuose, kuriuose įsikuria.

3.2.2. Tankiažiedžių rūgštynių poveikio augalams vertinimas

Tyrime su tankiažiedėmis rūgštyinėmis viso buvo aptiktos 34 augalų rūšys (neskaičiuojant tankiažiedės rūgštynės). Paveiktuose kvadrantuose tankiažiedės rūgštynės buvo suaugusios į pavienius tankius sąžalynus, rūgštynių vidutinis projekcinis padengimas siekė 29 proc. (16 pav.). Botanikos instituto (2008) tyrime dažniausiai tankiažiedės rūgštynės individų vidutinis padengimas laukeliuose buvo nuo 7 proc. iki 12 proc, tik viename laukelyje šie augalai vidutiniškai dengė 43,45 proc. Vidutinis stiebų skaičius laukeliuose – 60 ± 31 vnt. Pagal dirvožemio grūdėtumą nustatytas priemolis. Tyrimo teritorijoje nebuvo šienaujama bei nebuvo trypimo požymių.



16 pav. Tankiažiedžių rūgštynių invazijos paveiktas tiriamasis 9 m^2 kvadrantas (centrinio taško geografinės koordinatės: $56^\circ 18' 38.30'' \text{N}$ $22^\circ 21' 52.64'' \text{E}$)

Didelio augalų rūšių skaičiaus ir įvairovės skirtumo tarp invazijos paveiktų ir nepaveiktų kvadrantų nepastebėta. Nustatyta, kad tankiažiedžių rūgštynių invazijos nepaveiktuose kvadrantuose, augalų rūšių skaičius buvo tik 1,07 karto, o augalų rūšių įvairovės indeksas 1,02 karto didesnis (4 lentelė). Tai reiškia, kad augalų rūšių skaičius invazijos paveiktuose kvadrantuose sumažėjo apie 7 proc., o augalų rūšių įvairovės indeksas – 1,8 proc.

4 lentelė. Augalų rūšių skaičius tankiažiedžių rūgštynių invazijos tyrime

Tankiažiedžių rūgštynių invazijos paveikti kvadrantai						
Kvadranto nr.	rūšių skaičius	rūšių skaičiaus vidurkis	standartinis nuokrypis	Shannon-Weiner indeksas, H	vidutinis H	standartinis knuokrypis
RC-1	12	13,5	1,9	1,85	2,24	0,31
RC-2	12			2,13		
RC-3	16			2,50		
RC-4	14			2,46		
Tankiažiedžių rūgštynių invazijos nepaveikti kvadrantai						
RC-5	10	14,5	3,1	2,09	2,28	0,14
RC-6	15			2,29		
RC-7	17			2,32		
RC-8	16			2,43		

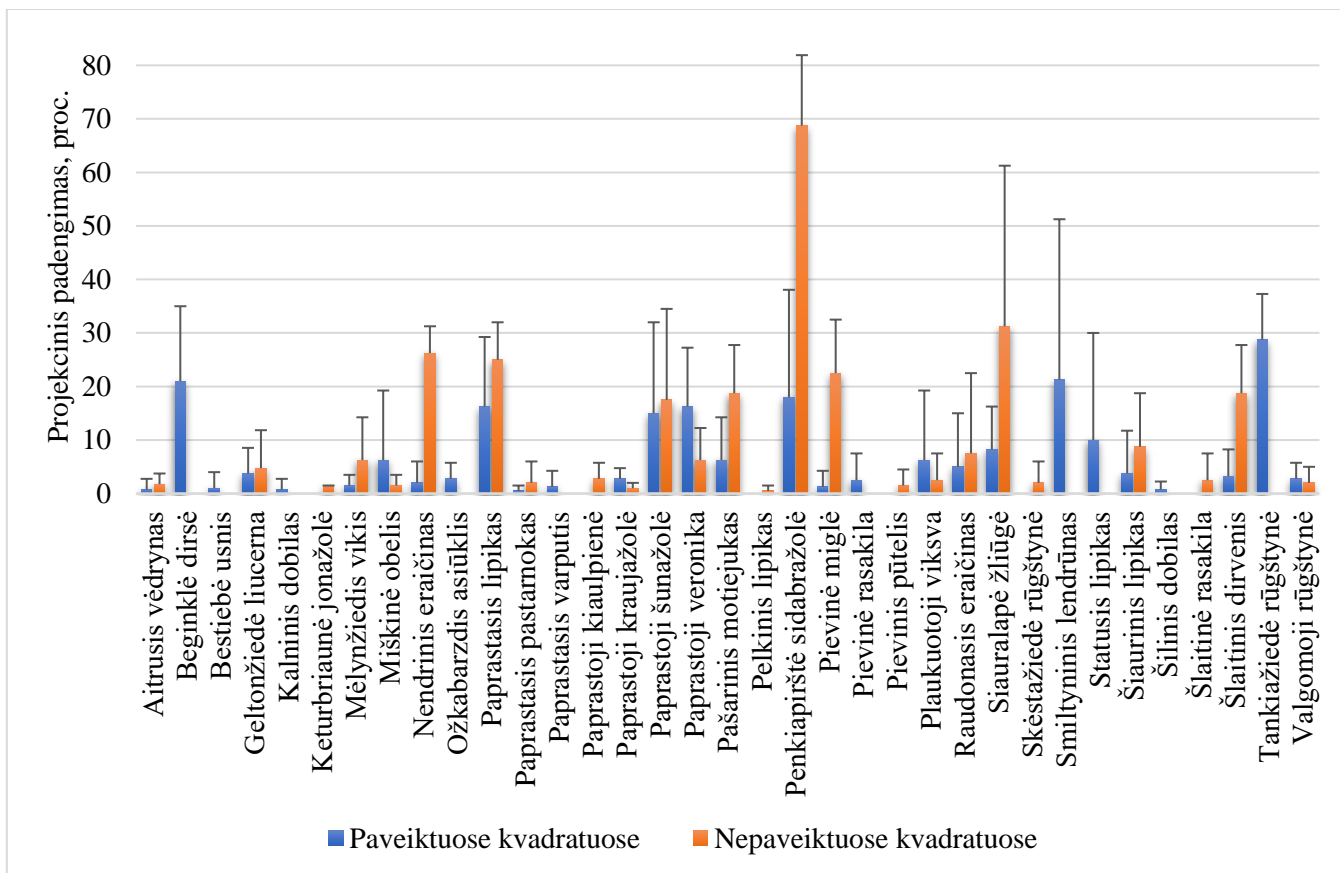
Penkiapirštė sidabražolė (*Potentilla reptans* L.) buvo aptikta visuose invazijos nepaveiktuose kvadrantuose ir turėjo didžiausią vidutinį projekcinį padengimą – 69 proc. Siauralapės žliūgės (*Stellaria graminea* L.) projekcinis padengimas siekė 31 proc., nendrinio eraičino (*Festuca arundinacea* Schreb.) – 26 proc., paprastojo lipiko (*Galium mollugo* L.) – 25 proc., pievinės miglės (*Poa pratensis* L.) – 23 proc. Didžiausias projekcinis padengimas invazijos paveiktuose kvadrantuose buvo: smiltyninio lendrūno (*Calamagrostis epigejos* Roth) ir beginklės dirsės (*Bromopsis inermis* (Leyss.) Holub) po 21 proc., penkiapirštė sidabražolė – 18 proc., paprastasis lipikas ir paprastoji veronika (*Veronica chamaedrys* L.) po 16 proc.

Didžiausi skirtumai invazijos nepaveiktuose kvadrantuose lyginant su paveiktais kvadrantais, buvo pastebėti: penkiapirštės sidabražolės, paprastojo pastarnoko (*Pastinaca sativa* L.), šlaitinio dirvenio (*Ononis arvensis* L.), siauralapės žliūgės, mėlynžiedžio vikio, pašarinio motiejuko (*Phleum pratense* L.), šiaurinio lipiko (*Galium boreale* L.), nendrinio eraičino, pievinės miglės, kurių projekcinis padengimas sumažėjo – 3,8, 4,0, 5,8, 3,8, 4,2, 3,0, 2,3, 13,1, 18,0 kartų atitinkamai (17 pav.). Tačiau, lyginant invazijos paveiktus kvadrantus su nepaveiktais kvadrantais: valgomosios

rūgštinės (*Rumex acetosa* L.), paprastosios veronikos, paprastosios kraujažolės (*Achillea millefolium* L.), miškinės obels (*Malus sylvestris* Mill.) ir plaukuotosios viksvos (*Carex hirta* L.) buvo aptikta daugiau paveiktuose kvadrantuose 1,4, 2,6, 2,8, 4,2, 2,5 karto atitinkamai. Invazijos nepaveiktuose kvadrantuose taip pat rasta: paprastoji kiaulpienė, skėstažiedė rūgštinė (*Rumex thyrsiflorus* Fingerh.), pievinis pūtelis (*Tragopogon pratensis* L.), šlaitinė rasakila (*Alchemilla subglobosa* C. G. Westerl.) bei pelkinis lipikas (*Galium palustre* L.). Taip pat buvo ir augalų, kurie rasti tik invazijos paveiktuose kvadrantuose: statusis lipikas (*Galium album* Mill.), šilinis dobilas (*Trifolium medium* L.), smiltyninis lendrūnas, paprastasis varputis (*Elytrigia repens* (L.) Nevski), beginklė dirsė, ožkabarzdžis asiūklis (*Equisetum pratense* Ehrh.), kalninis dobilas (*Trifolium montanum* L.), keturbriaunė jonažolė (*Hypericum maculatum* Crantz), pievinė rasakila (*Alchemilla xanthochlora* Rothm.), bestiebė usnis (*Cirsium acaule* (L.) A. A. Weber ex Wigg.).

Kituose tyrimuose, bendrijose, kuriose tirtos tankiažiedės rūgštinės, žolinių augalų padengimas labai didelis. Su tankiažiedėmis rūgštinėmis taip pat augo: beginklė dirsė, paprastasis lipikas, paprastoji šunažolė, paprastoji veronika, penkiapirštė sidabražolė, plaukuotoji viksva, raudonasis eraičinas, smiltyninis lendrūnas, valgomoji rūgštinė, geltonžiedė liucerna, paprastasis varputis, paprastoji kraujažolė (Botanikos institutas, 2008).

Pagal Mann-Whitney U kriterijų, nustatyta, kad penkiapirštės sidabražolės, šlaitinio dirvenio, nendrinio eraičino, pievinės miglės, paprastosios kiaulpienės vidutinis projekcinis padengimas buvo statistiškai reikšmingai didesnis tankiažiedžių rūgštinių invazijos nepaveiktuose kvadrantuose lyginant su paveiktais ($p < 0,05$). Tačiau smiltyninio lendrūno, ožkabarzdžio asiūklio, beginklės dirsės vidutinis projekcinis padengimas buvo statistiškai reikšmingai didesnis tankiažiedžių rūgštinių paveiktuose kvadrantuose lyginant su nepaveiktais ($p < 0,05$).



17 pav. Augalų rūšių projekcinio padengimo vidurkiai tankiažiedės rūgštynės invazijos paveiktuose ir nepaveiktuose kvadrantuose

Vertinant pagal augalų rūšių aptinkamumą kvadrantuose, nustatyta, kad: bestiebė usnis, kalninis dobilas, keturbriaunė jonažolė, paprastasis varputis, pievinė rasakila, šilinis dobilas, statusis lipikas, viso buvo aptikti tik viename tankiažiedės rūgštynės invazijos paveiktame kvadrante. Pelkinis lipikas, pievinis pūtelis, skėstažiedė rūgštynė, šlaitinė rasakila aptikti tik viename invazijos nepaveiktame kvadrante. Beginklė dirsė aptikta visuose invazijos paveiktuose kvadrantuose. Ožkabarzdis asiūklis – visuose invazijos paveiktuose ir viename nepaveiktame kvadrante. Nendrinis eraičinas, pievinė miglė – visuose invazijos nepaveiktuose ir viename paveiktame kvadrante.

Ištyrus tankiažiedės rūgštynės projekcinio padengimo kvadrantuose ir augalų rūšių skaičiaus koreliaciją, gauti rezultatai parodė, kad nėra statistiškai reikšmingo ryšio tarp šių kintamųjų ($r_s = -0,16$; N.S.). Remiantis šiais rezultatais, galima teigti, kad nėra statistiškai pagrįstų įrodymų, jog tankiažiedės rūgštynės buvimas veikia kitų augalų rūšių skaičių.

3.2.3. Uosialapių klevų poveikio augalams vertinimas

Tyrime kvadrantų metodu, su uosialapiais klevais, viso buvo aptiktos 35 augalų rūšys (neskaičiuojant uosialapio klevų). Invazijos paveiktuose kvadrantuose buvo aptikti tankiai suaugę uosialapių klevų daigai bei juveniliniai individai (18 pav.). Vidutinis uosialapio klevų projekcinis padengimas siekė 60 proc. Vidutinis stiebų skaičius laukeliuose – 80 ± 46 vnt. Pagal dirvožemio grūdėtumą nustatytas priemolis. Tyrimo teritorijoje nebuvo šienaujama bei nustatytas neintensyvus trypimas. Transektų tyrime su uosialapiais klevais iš viso buvo aptiktos 45 augalų rūšys (neskaičiuojant uosialapio klevų). Invazijos paveiktose transektose buvo aptikti generatyvinio ir juvenilinio amžiaus tarpsnio uosialapio klevų individai. Vidutinis uosialapio klevų padengimas 30 m ilgio transektose siekė 4,4 m (15 proc.). Vidutinis stiebų skaičius – 60 ± 26 vnt. Pagal dirvožemio grūdėtumą – nustatytas priemolis. Tyrimo teritorijoje nebuvo šienaujama bei nustatytas neintensyvus trypimas.



18 pav. Juvenilinių uosialapio klevų individų sąžalynas kairėje (teritorijos centrinio taško geografinės koordinatės: $56^{\circ}17'16.2''N$ $22^{\circ}20'12.0''E$); 30 m ilgio transekta link uosialapio klevų sąžalyno dešinėje (centrinio taško geografinės koordinatės: $56^{\circ}17'59.96''N$ $22^{\circ}19'38.18''E$)

Nustatyta, kad uosialapio klevų invazijos nepaveiktuose kvadrantuose, augalų rūšių skaičius buvo tik 1,2 karto didesnis, o rūšių įvairovės indeksas beveik nesiskyrė – 1,04 karto didesnis (5 lentelė). Tai reiškia, kad augalų rūšių skaičius invazijos paveiktuose kvadrantuose sumažėjo 15 proc., o bioįvairovės indeksas – 4 proc. D. V. Veselkin ir D. I. Dubrovin (2019) taip pat tyrė uosialapio klevų invazijos poveikį žolinių augalų bendrijų bioįvairovei. Tyrime nustatyta, kad augalų rūšių skaičius

uosialapio klevo invazijos nepaveiktoje teritorijoje buvo 1,6 karto didesnis: augalų rūšių skaičius po uosialapio klevo lajomis, lyginant su kitų medžių lajomis buvo 17 ± 3 ir 28 ± 3 atitinkamai. Tačiau bendrijos su ir be uosialapių klevų nesiskyrė pagal Šenono-Vynerio indekso reikšmes.

Uosialapio klevo invazijos nepaveiktose transektose tiek augalų rūšių skaičius, tiek augalų rūšių įvairovės indeksas buvo tik 1,09 karto didesnis, nei invazijos paveiktose transektose (5 lentelė). Paveiktose transektose augalų rūšių skaičius sumažėjo 3,7 proc., o bioįvairovės indeksas – 8 proc. Panašiuose tyrimuose pastebėta, kad uosialapio klevo individų dominuojamuose plotuose augalų rūšių gausumas sumažėjo 40 proc. (skirtingose buveinėse) ir 20 proc. (toje pačioje buveinėje), lyginant su vietinių medžių ir krūmų rūšių plotais (Veselkin et al., 2021).

5 lentelė. Augalų rūšių skaičius uosialapio klevo invazijos tyrime

Uosialapio klevo invazijos paveikti kvadrantai						
Kvadranto/ transektos nr.	rūšių skaičius	rūšių skaičiaus vidurkis	standartinis nuokrypis	Shannon-Weiner indeksas, H	vidutinis H	standartinis nuokrypis
AN-1	13	13,3	0,6	2,38	2,3	0,1
AN-2	13			2,15		
AN-3	14			2,37		
Uosialapio klevo invazijos nepaveikti kvadrantai						
AN-4	13	15,7	3,1	2,19	2,4	0,3
AN-5	15			2,36		
AN-6	19			2,71		
Uosialapio klevo invazijos paveiktos transektos						
AN-7	25	26,3	1,2	2,12	2,3	0,2
AN-8	27			2,28		
AN-9	27			2,52		
Uosialapio klevo invazijos nepaveiktos transektos						
AN-10	26	27,3	1,2	2,43	2,5	0,1
AN-11	28			2,44		
AN-12	28			2,66		

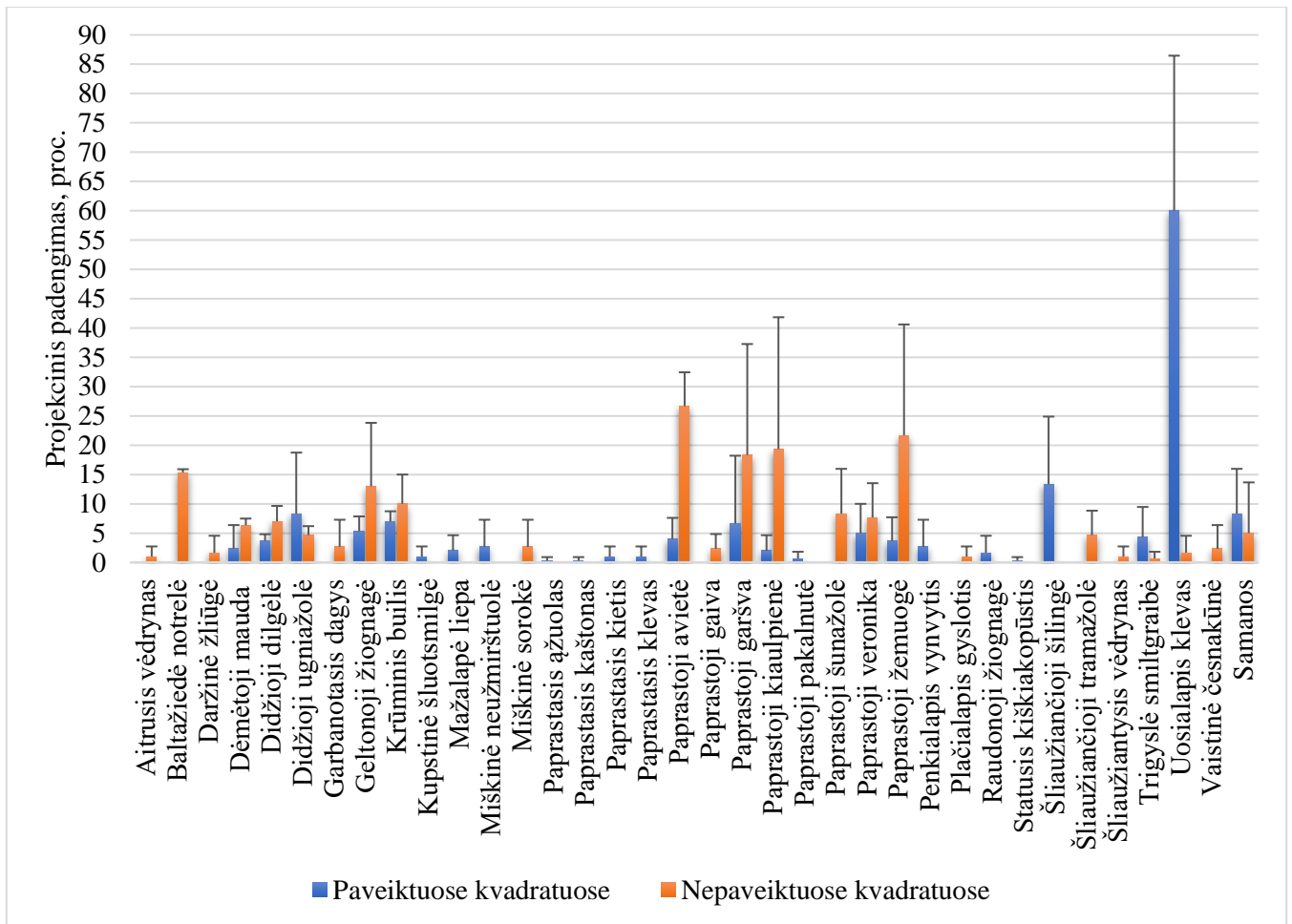
Nepaveiktuose kvadrantuose dažniausiai aptikta paprastoji avietė (*Rubus idaeus* L.), kurios vidutinis projekcinis padengimas siekė 27 proc., paprastoji žemuogė (*Fragaria vesca* L.) – 22 proc., paprastoji kiaulpienė – 19 proc., paprastoji garšva ir baltažiedė notrelė – 18 proc. ir 15 proc. atitinkamai. Invazijos paveiktuose kvadrantuose daugiausiai aptikta šliaužiančioji šilingė (*Lysimachia nummularia* L.), samanos, didžioji ugniažolė, krūminis builis (*Anthriscus sylvestris* Hoffm.), paprastoji

garšva, paprastoji veronika, kurių projekciniai padengimai: 13 proc., 8 proc., 8 proc., 7 proc., 7 proc. ir 5 proc. atitinkamai.

Didžiausi skirtumai invazijos nepaveiktuose kvadrantuose lyginant su paveiktais kvadrantais, buvo pastebėti: dėmėtosios maudos (*Conium maculatum* L.), geltonosios žiogmagės, paprastosios avietės, paprastosios garšvos, paprastosios kiaulpienės, paprastosios žemuogės, kurių projekcinis padengimas sumažėjo – 2,7, 2,5, 6,7, 2,7, 9,7, 5,9 karto atitinkamai (19 pav.). Tačiau, didžiosios ugniažolės, samanų ir trigyslės smiltgraibės (*Moehringia trinervia* (L.) Clairv.) buvo aptikta 1,8, 1,7, 6,1 karto daugiau atitinkamai paveiktuose kvadrantuose lyginant su nepaveiktais. Invazijos nepaveiktuose kvadrantuose taip pat rasti: aitrusis vėdrynas (*Ranunculus acris* L.), baltažiedė notrelė, daržinė žliūgė, garbanotasis dagys (*Carduus crispus* L.), miškinė sorokė (*Milium effusum* L.), paprastoji gaiva (*Lapsana communis* L.), paprastoji šunažolė, plačialapis gyslotis, šliaužiančioji tramažolė (*Glechoma hederacea* L.), šliaužiantysis vėdrynas, vaistinė česnakūnė (*Alliaria petiolata* Cavara et Grande). Taip pat buvo ir augalų, kurie rasti tik invazijos paveiktuose kvadrantuose: kupstinė šluotsmilgė (*Deschampsia cespitosa* (L.) P. Beauv.), mažalapė liepa (*Tilia cordata* Mill.), miškinė neužmirštuolė (*Myosotis sylvatica* Hoffm.), paprastasis ąžuolas (*Quercus robur* L.), paprastasis kaštonas (*Aesculus hippocastanum* L.), paprastasis kietis, paprastasis klevas (*Acer platanoides* L.), paprastoji pakalnutė (*Convallaria majalis* L.), penkialapis vynvytis (*Parthenocissus quinquefolia* (L.) Planch.), raudonoji žiogmagė (*Geum rivale* L.), statusis kiškiakopūstis, šliaužiančioji šilingė. D. V. Veselkin ir D. I. Dubrovin (2019) tyrime žolių ir menkaverčių krūmų sluoksnį dažniausiai sudarė didžioji dilgėlė ir šliaužiančioji tramažolė tiek invazijos paveiktose, tiek nepaveiktose teritorijose.

M. V. Kostina et al. (2016) tyrė uosialapių klevų sparčią invaziją į pušynus Maskvoje. Susiformavusioje miško paklotėje, kur vyravo jauni uosialapiai klevai, taip pat rasta: paprastoji avietė, paprastoji garšva, didžioji dilgėlė, paprastasis ąžuolas, paprastoji pakalnutė, geltonoji žiogmagė, didžioji ugniažolė, mažalapė liepa. Miško dalyje, kur beveik nebuvo uosialapių klevų, rasta: paprastoji avietė, paprastoji žemuogė, paprastoji pakalnutė.

Pagal Mann-Whitney U kriterijų, nustatyta, kad baltažiedės notrelės ir paprastosios avietės vidutinis projekcinis padengimas buvo statistiškai reikšmingai didesnis uosialapio klevo invazijos nepaveiktuose kvadrantuose lyginant su paveiktais ($p < 0,05$).



19 pav. Augalų rūšių projekcinio padengimo vidurkiai uosialapio klevo invazijos paveiktuose ir nepaveiktuose kvadrantuose

Vertinant pagal augalų rūšių aptinkamumą kvadrantuose, nustatyta, kad: vaistinė česnakūnė, šliaužiantysis vėdrynas, miškinė sorokė, daržinė žliugė, garbanotasis dagys, plačialapis gyslotis bei aitrusis vėdrynas viso buvo aptikti tik viename iš šešių uosialapio klevo invazijos nepaveiktų kvadrantų. Paprastasis ažuolas, paprastasis kaštonas, paprastasis kietis, paprastasis klevas, raudonoji žiognagė, kupstinė šluotsmilgė, miškinė neužmirštuolė, paprastoji pakalnutė, statusis kiškiakopūstis bei penkialapis vynvytis rasti tik viename invazijos paveiktame kvadrante. Baltažiedė notrelė aptikta visuose invazijos nepaveiktuose kvadrantuose. Dėmėtoji mauda, paprastoji garšva aptiktos viename invazijos paveiktame, tačiau visuose invazijos nepaveiktuose kvadrantuose. Didžioji dilgėlė, geltonoji žiognagė, krūminis buillis, paprastoji avietė užfiksuoti visuose šešiuose kvadrantuose.

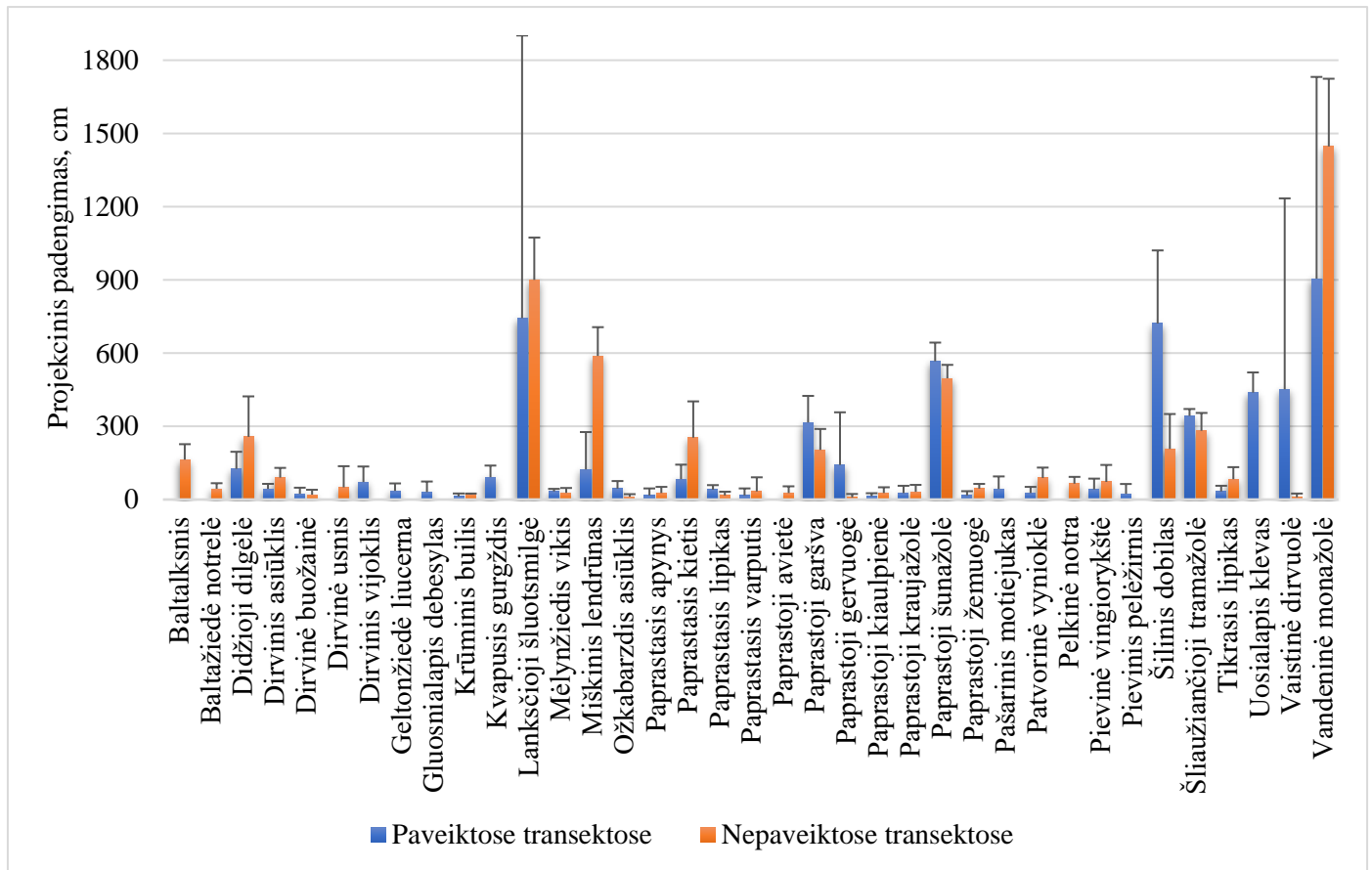
Invazijos nepaveiktose 30 m ilgio transektose didžiausias vidutinis projekcinis padengimas buvo: vandeninės monažolės (*Glyceria maxima* (Hartm.) Holmb.), kurios projekcinis padengimas siekė 14,5 m (48 proc.), lanksčiosios šluotsmilgės (*Deschampsia flexuosa* (L.) Trin.) – 9 m (30 proc.), miškinio lendrūno (*Calamagrostis arundinacea* Roth) – 5,9 m (20 proc.), paprastosios šunažolės – 5 m (17 proc.). Nepaveiktose transektose daugiausiai dengė vandeninė monažolė ir lanksčioji šluotsmilgė, kurių vidutiniai projekciniai padengimai siekė 9 m (30 proc.) ir 7,4 m (25 proc.) atitinkamai, šilinis dobilas – 7,2 m (24 proc.), paprastoji šunažolė – 5,7 m (19 proc.).

Didžiausi skirtumai invazijos nepaveiktose transektose lyginant su paveiktomis transektomis, buvo pastebėti: paprastojo kiečio, patvorinės vynioklės, paprastosios žemuogės, miškinio lendrūno, tikrojo lipiko, kurių projekcinis padengimas sumažėjo – 3,0, 3,3, 2,6, 4,8, 2,5, karto atitinkamai (20 pav.). Tačiau, lyginant invazijos paveiktas transektas su nepaveiktomis transektomis: ožkabardžio asiūklio, paprastosios gervuogės (*Rubus caesius* L.), šilinio dobilo bei vaistinės dirvuolės (*Agrimonia eupatoria* L.) buvo aptikta 3,8, 17,8, 3,5, 50,2 karto daugiau atitinkamai paveiktose transektose. Invazijos nepaveiktose transektose taip pat rasti: baltalksnis (*Alnus incana* Moench), baltažiedė notrelė, dirvinė pienė (*Sonchus arvensis* L.), dirvinė usnis, keturbriaunė jonažolė, mažoji ožiažolė (*Pimpinella saxifraga* L.), paprastoji avietė, paprastoji veronika, pelkinė notra (*Stachys palustris* L.), raudonoji žiogmagė. Taip pat buvo ir augalų, kurie rasti tik invazijos paveiktose transektose: dirvinis vijoklis (*Convolvulus arvensis* L.), geltonžiedė liucerna (*Medicago falcata* L.), gluosniapolis debesylas (*Inula salicina* L.), kvapusis gurgždis (*Chaerophyllum aromaticum* L.), melsvoji melvenė (*Molinia coerulea* (L.) Moench), pievinis pelėžirnis (*Lathyrus pratensis* L.), pašarinis motiejukas, miškinė obelis.

M. V. Kostina et al. (2016) tyrime, susiformavusioje miško paklotėje, kur vyravo jauni uosialapiai klevai, taip pat rasta: paprastoji avietė, paprastoji garšva, didžioji dilgėlė. Miško dalyje, kur beveik nebuvo uosialapių klevų, rasta: paprastoji avietė, miškinis lendrūnas, paprastoji žemuogė. Šiame tyrime miškinio lendrūno projekcinis padengimas paveiktose transektose sumažėjo 79 proc., didžiosios dilgėlės padengimas sumažėjo 51 proc. Paprastosios garšvos padengimas nepaveiktose transektose lyginant su paveiktomis sumažėjo 36 proc.

Pagal Mann-Whitney U kriterijų, nustatyta, kad baltalksnio, baltažiedės notrelės, dirvinio asiūklio, paprastojo kiečio, pelkinės notros, miškinio lendrūno vidutinis projekcinis padengimas buvo statistiškai reikšmingai didesnis uosialapio klevo invazijos nepaveiktose transektose lyginant su paveiktomis ($p < 0,05$). Tačiau dirvinio vijoklio, geltonžiedės liucernos, kvapiojo gurgždžio, šilinio

dobilo vidutinis projekcinis padengimas buvo statistiškai reikšmingai didesnis uosialapio klevo paveiktose transektose lyginant su nepaveiktomis ($p < 0,05$).



20 pav. Augalų rūšių projekcinio padengimo vidurkiai uosialapio klevo invazijos paveiktose ir nepaveiktose transektose (diagramoje nevaizduojamos rūšys, kurių projekcinio padengimo vidurkis tiek paveiktose, tiek nepaveiktose transektose buvo ≤ 20 cm)

Vertinant pagal augalų pasiskirstymą transektose, nustatyta, kad: dirvinė usnis, keturbriaunė jonažolė, mažoji ožiažolė, paprastoji veronika, raudonoji žiogmagė viso buvo aptikti tik vienoje iš šešių uosialapio klevo invazijos nepaveiktų transektų. Baltalksnis, baltažiedė notrelė ir pelkinė notra buvo aptikti visose trijose invazijos nepaveiktose transektose. Miškinė obelis bei melsvoji melvenė buvo aptiktos tik vienoje uosialapio klevo invazijos paveiktoje transekte. Didžioji dilgėlė, dirvinis asiūklis, lankščioji šluotsmilgė, mėlynžiedis vikis, paprastasis kietis, paprastoji garšva, paprastoji šunažolė, pievinė vingiorykštė (*Filipendula vulgaris*), šilinis dobilas, šliaužiančioji tramažolė, miškinis

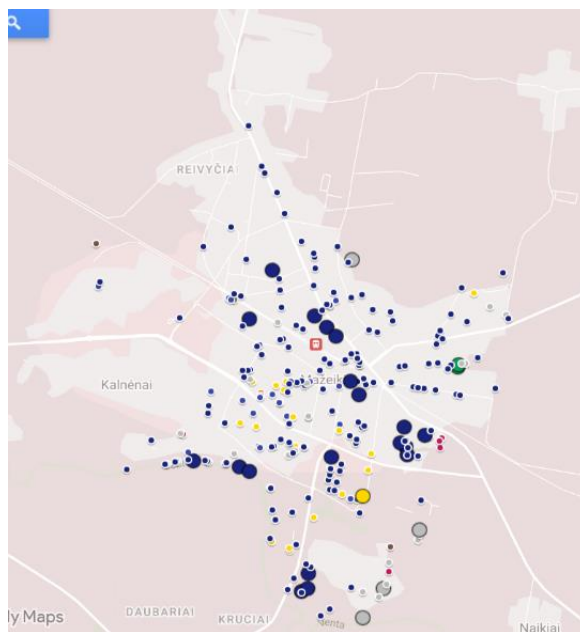
lendrūnas bei tikrasis lipikas aptikti visose transektose. Taip pat buvo ir augalų, kurie aptikti visose invazijos paveiktose transektose: dirvinis vijoklis, geltonžiedė liucerna, kvapūs gurgždis.

Ištyrus uosialapio klevo projekcinio padengimo ir tuose pačiuose kvadrantuose aptiktų augalų rūšių skaičiaus koreliaciją, nustatyta, kad nėra statistiškai patikimo ryšio tarp šių kintamųjų ($r_s = -0,55$; N.S.). Toks pat ryšio nebuvimas nustatytas ir rezultatuose iš tyrimo transektų metodu ($r_s = -0,62$; N.S.). Lyginant abiejų metodų rezultatus, ištirta uosialapio klevo padengimo ir tiriamuose plotuose aptiktų augalų rūšių skaičiaus koreliacija parodė, kad nėra statistiškai patikimo ryšio tarp šių kintamųjų ($r_s = -0,53$; N.S.). Nors remiantis šiais rezultatais, matoma, jog statistiškai pagrįstų įrodymų, kad uosialapio klevo buvimas sumažina kitų augalų rūšių įvairovę, nėra, tendenciją galima išvelgti. Tyrime kvadrantų metodu vidutinis uosialapio klevo projekcinis padengimas siekė 60 proc., o augalų rūšių skaičius nepaveiktuose kvadrantuose sumažėjo 15 proc. Transektų metodo atveju – vidutinis uosialapio klevo padengimas ir rūšių skaičiaus sumažėjimas nepaveiktose transektose buvo mažesni – 15 proc. ir 3,7 proc. atitinkamai, todėl galima išvelgti tendenciją, kad didėjant uosialapio klevo projekciniam padengimui, augalų rūšių skaičius mažėja. Taip pat, abiejų tyrimų rezultatuose pastebėta, kad labiausiai uosialapio klevo paveiktas augalas yra baltažiedė nortrelė, kurio vidutinis projekcinis padengimas statistiškai reikšmingai sumažėjo invazijos nepaveiktose vietose abiem atvejais ($p < 0,05$).

3.3. Invazinių augalų rekomendacinės valdymo priemonės Mažeikių mieste

Invazinių rūšių kontrolė ir naikinimas yra nuolatinis procesas, reikalaujantis koordinuotų pastangų iš įvairių institucijų ir visuomenės (Lietuvos Respublikos Aplinkos ministras, 2002). Svarbu nedelsti naikinti ir šviesti visuomenę Mažeikiuose apie invazines augalų rūšis ir jų daromą žalą, nes invaziniai augalai vis dar paplitę nuosavuose kiemuose, miestų želdynuose ir pan., kaip dekoratyviniai augalai.

Prioritetiškai turi būti pradėtas naikinti uosialapis klevas, nes jo individų Mažeikiuose paplitę daugiausiai – tiek pagal radaviečių skaičių, tiek pagal dengiamą plotą (8 ir 21 pav.).



21 pav. Invazinių augalų radavietės. Pilka spalva – kanadinė rykštenė, žalia – Sosnovskio barštis, ruda – vienametė šiušelė, geltona – raukšlėtalapis erškėtis, mėlyna – uosialapis klevas, šviesiai mėlyna – baltažiedė robinija, raudona – tankiažiedė rūgštyinė, oranžinė – gausialapis lubinas. Radavietės, kurių dydis $\geq 200 \text{ m}^2$ – pažymėtos didesniu apskritimu. Mastelis 1:50 000

Pirmiausia reikia tvarkyti sąžalynus paplitusius teritorijoje, kur susikerta Žemaitijos, Pavasario, Pavenčių ir Sedos gatvės, kadangi ten paplitę daug juvenilinio amžiaus tarpsnio individų, gausu daigų (apie 120 arų). Uosialapiai klevai čia daugiausia suaugę į tankius krūmus. Taip pat, Senkelio gatvės dalyje, kuri ribojasi su Vieکشnių ir Žemaitijos gatvėmis: pakelėse, garažų teritorijoje, aptikta 0,1-32 arų ploto židinių, ypač tankiai suaugusių juvenilinio amžiaus tarpsnio uosialapio klevų individų. Dauguma uosialapio klevų židinių mieste randami pakelėse bei melioracijos grioviuose, ypač nuosavų gyvenamųjų namų kvartaluose centrinėje ir šiaurinėje miesto dalyse (ypač senamiestyje), kur gausiai paplitę uosialapio klevų individai. Pakelėse dažniausiai auga pavieniai subrendę uosialapiai klevai. Nemažai uosialapių klevų aptikta pietvakarinėje Ventos upės pakrantės dalyje, kur dominuoja jauni, pribreštantys individai, dauguma suaugę į tankius sąžalynus. Siekiant užkirsti kelią tolesniam uosialapio klevų plitimui, pirmiausia reikia naikinti brandžius individus. Kadangi pjaunami uosialapio klevų medžiai, dėl miegančių pumpurų, iš kelmo sparčiai atželia, todėl subrendusius ir pribreštančius individus reikia naikinti cheminiu būdu. Į kamieną reikia įkalti cheminių preparatų kapsules arba įšvirkšti skystą cheminį preparatą su glifosato veikliąja medžiaga, po to, visiškai žuvusius po apdorojimo cheminėmis priemonėmis medžius, reikia nupjauti. Švirkščiant herbicidus tiesiai į medžio

kamieną, padaroma mažesnė žala aplinkai nei juos purškiant, tai ypač aktualu radavietėms, kurios yra arti vandens. Uosialapiai klevai cheminiais preparatais turi būti apdorojami nuo birželio mėn. vidurio iki rugpjūčio mėn. vidurio. Siekiant didžiausio priemonės efektyvumo ir norint išvengti neigiamo poveikio aplinkai, darbai turi būti vykdomi tik esant sausiems orams. Jei po cheminio apdoravimo medis nenudžiūsta, pakartotinis cheminis apdorojimas turi būti atliekamas vegetacijos laikotarpiu, bet ne anksčiau kaip po 30 dienų nuo pirmojo apdoravimo. Po visiško nudžiūvimo, uosialapiai klevai turi būti pjaunami arba kertami sausio – vasario mėnesiais, paliekant ne aukštesnius kaip 5 cm kelmus (Balčiauskas ir kt., 2017; Valstybinė saugomų teritorijų tarnyba prie Aplinkos ministerijos, 2021). Jaunus, iki 1,5 m aukščio uosialapio klevo individus galima efektyviai naikinti mechaniškai: juos raunant iš karto arba prieš tai kastuvu pakirtus jų šaknis, arba iškasant (Mędrzycki, 2011; Balčiauskas ir kt., 2017). Jaunus uosialapius klevus reikia rauti ir kasti vegetacijos laikotarpiu, nuo birželio mėn. vidurio iki rugpjūčio mėn. vidurio. Šiuo laiku jie lengviausiai pastebimi ir nesunkiai atskiriami nuo vietinių medžių bei krūmų (Valstybinė saugomų teritorijų tarnyba prie Aplinkos ministerijos, 2021). Uosialapio klevo medžių naikinimą reikia kartoti ne mažiau kaip 3 metus iš eilės. Po to būtina kelerius metus stebėti teritoriją ir rauti iš sėklų išaugančius naujus individus.

Kitas augalas, su kuriuo reikia taip pat skubiai kovoti – kanadinė rykštenė. Kolkas rasti tik penki didesni sąžalynai, tačiau šis augalais labai invazyvus, greitai stelbia vietinius augalus. Kadangi židinių dar nedaug – laiku veikiant galima nesunkiai suvaldyti tolesnę kanadinės rykštenės plitimą. Nekontroliuojant, židiniai sparčiai plėsis į naujas teritorijas ne tik šakniastiebiais, bet ir sėklomis. Pirmiausia reikia tvarkyti apie 8 arų teritoriją, kurios centrinio taško geografinės koordinatės: 56°19'17.42"N 22°20'44.58"E. Kadangi ten rykštenės sudaro labai tankų ir greitai plintantį sąžalyną, būtina taikyti kombinuotą pjovimo ir purškimo herbicidais metodą. Pjauti reikia traktorine žoliapjove prieš žydėjimo pradžią (liepos mėn.), nes taip bus sutrikdomas sėklų formavimasis, o vėliau (po maždaug mėnesio) panaudotas herbicidas sunaikins jaunus išdygusius individus (Rajdus et al., 2020). Likusiuose mažesniuose 1-5 arų ploto sąžalynuose (centrinio taško geografinės koordinatės: 56°17'6.50"N 22°20'51.42"E; 56°17'38.7"N 22°21'28.0"E; 56°17'17.28"N 22°21'4.92"E; 56°18'57.19"N 22°22'23.48"E) rykštenėms naikinti galima taikyti mažiau aplinkai kenksmingą metodą – šienavimą. Rykštenes reikia šienauti prieš sėklų subrandinimą, geriausia gegužės ir rugpjūčio mėnesiais, taip bus sutrikdytas rykštenių reprodukcinis ciklas. Nupjovus kanadines rykštenes, reikia pasėti vietinių žolių ir žydinčių augalų mišinius (eraičinų, miglių, motiejukų, svidrių, šunažolių, dobilų genčių augalus). Šie augalai konkuruos su atželiančiomis rykštenėmis bei slopins jų plitimą. Ten, kur

rykštenės auga dekoratyviniais tikslais, pvz., daugiabučių namų gėlynuose – jas reikia išrauti (Kabuce, Priede, 2010; Szymura et al., 2022). Naikinimas turi būti atliekamas bent tris metus iš eilės, siekiant sunaikinti visas atžalas. Nuskintų, nuvytusių žiedynų negalima mesti į šiukšlynus ar pamiškes, kadangi tai tik paskatins naujų augalų išaugimą iš sėklų. Nuvytusias rykštenes reikia kompostuoti, vežti į žaliąsias atliekų aikštes arba sudeginti.

Baltažiedė robinija daugiausiai paplitusi daugiabučių bei gyvenamųjų namų kvartaluose – vejose, pakelėse (2 lentelė). Didžiausi plotai rasti J. Vaičkaus ir Sodų gatvėse: pakelėse, kiemų vejose. Daug kur matytos naikinimo žymės – pjauti individai, iš kurių kelmų išaugę labai daug naujų ūglių. Tokius kelmus būtina naikinti herbicidais: įterpus herbicidų kapsulę į kelmą, bus sunaikinta šaknų sistema, todėl neatsiras naujų atžalų ir kelmas greičiau suirs. Baltažiedės robinijos daigus ir jaunus ūglius reikia iškasti, svarbiausia pašalinti visas šaknis. Siekiant efektyviai kontroliuoti baltažiedės robinijos plitimą, pirmiausia, būtina panaudoti herbicidus, kurie pažeistų medžių gyvybines funkcijas ir sukeltų jų nudžiūvimą. Medžiams reikia purkšti lapus arba injekuoti medį herbicidais (pvz., glifosatais) (Boer, 2013). Į kamiene ir pagrindinėse šaknyse išgręžtas skylės reikia įšvirkšti herbicidų tirpalo (Gudžinskas ir kt., 2023). Tik įsitikinus, kad medis yra visiškai nudžiūvęs, reikia jį nupjauti, geriausia kitą vegetacijos sezoną. Gyvo medžio pjauti negalima, kadangi iš šaknų išauga daug atžalų ir susidaro ypač tankūs sąžalynai. Taip pat būtina kelis metus stebėti ar teritorijoje neišauga naujų atžalų ar individų iš dirvožemyje likusių sėklų (Lietuvos Respublikos aplinkos ministerija, 2022). Reikia taikyti prevencines priemones, norint išvengti baltažiedės robinijos plitimo, pvz., vengti dirvožemio ardymo, kuris padeda robinijai plisti šaknų atžalomis (Boer, 2013).

Raukšlėtalapis erškėtis Mažeikiuose daugiausiai auginamas dekoratyviniais tikslais vejose ir gėlynuose (2 lentelė). Didesniuose sąžalynuose, esančiuose Daukšos g. pakelėse, Mažeikių Senamiesčio progimnazijos teritorijoje, erškėčio individus reikia nupjauti ir apipurkšti glifosatu. Net kai sunaikinami visi antžeminiai audiniai, kitais metais dažnai vėl pasirodo intensyvus ūglių augimas, todėl reikia apdoroti dar kartą, panaudotas glifosatas taip pat pažeidžia šakniastiebius ir šaknis (Bruun, 2005). Pavienius raukšlėtalapio erškėčio individus reikia iškasti, labai svarbu kruopščiai pašalinti visas šaknis, kad augalas neataugtų iš likusių dalių (Weidema, 2006; Gudžinskas ir kt., 2023). Išaugus naujoms atžaloms – pakartotinai jas iškasti. Taip pat labai svarbu mieste, tiek gyvenamųjų namų valdose, tiek viešose erdvėse papildomai nebesodinti raukšlėtalapio erškėčio kaip dekoratyvinio

augalo. Vietoj jo rekomenduojama rinktis Lietuvoje savaime paplitusius paprastąjį, miškinį, švelnialapį erškėčius.

Tankiažiedės rūgštyinės individus (radavietės plotas 30 arų), esančius pievoje (centrinio taško geografinės koordinatės: 56°18'38.30"N 22°21'52.64"E), reikia nušienauti anksti vasarą, žydėjimo pradžioje, geriausiai ne vėliau kaip iki birželio mėn. pabaigos, taip neleidžiant jiems subrandinti sėklų. Šienauti 2-3 kartus per sezoną. Nupjauti augalai labai retai išaugina naujus žiedynus. Pavienius augalus esančius pievoje, bei palei geležinkelį reikia iškasti (Gudžinskas ir kt., 2014; Gudžinskas ir kt., 2023). Naikinti reikia bent 3 metus iš eilės, kadangi rūgštyinės turi stiprią šaknų sistemą.

Vienametės šiušelės sąžalynus reikia šienauti bent tris kartus per sezoną (Song et al., 2018). Šienavimą reikia taikyti šių teritorijų pakelėse esantiems sąžalynams: 56°19'23.09"N 22°17'58.62"E; 56°17'32.46"N 22°21'8.62"E (plotas 2 arai). Pavieniui augančius vienametės šiušelės individus reikia išrauti žydėjimo pradžioje. Šiušelės gausumas turi būti kontroliuojamas visą vegetacijos laikotarpį, ne rečiau kaip kartą per 3 savaites, pjaunant žolę ir neleidžiant šiems augalams subrandinti sėklų (Gudžinskas ir kt., 2014). Kadangi dirvožemyje esančios sėklos ilgai išlieka gyvybingos, kontrolė ir naikinimas turi būti vykdomas nuolat ir ne trumpiau kaip 5 metus (Gudžinskas ir kt., 2023).

Kaip minėta anksčiau, 2021-2023 m. buvo vykdytas Sosnovskio barščio naikinimas Mažeikių mieste. Miesto ekologės teigimu, barščių naikinimo efektyvumas siekia 98 proc., o efektyviausiai išnaikinta ten, kur taikytas cheminis naikinimas. Tyrimo metu apleistose sodyboje, kurios centrinio taško geografinės koordinatės: 56°18'8.66"N 22°21'41.00"E, buvo aptikti du Sosnovskio barščio sąžalynai (1 aras). Jiems taip pat rekomenduojamas efektyvus naikinimo metodas – purškimas selektyviais herbicidais, kurių naudojimas leidžia išsaugoti tam tikrus vietinius augalus, todėl po purškimo tais pačiais metais beveik atsikuria žolinių augalų danga, kuri trukdo naujiems Sosnovskio barščio individams įsikurti arba juos nustelbia. Purkšti reikia kovo-balandžio mėnesiais. Optimalu Sosnovskio barščius purkšti, kada jų lapai išaugę iki 10–15 cm aukščio ir iš sėklų išaugę 2–5 cm aukščio daigai. Jeigu prieš purškimą lapai yra aukštesni kaip 30 cm, juos būtina nupjauti ir augalus herbicidu apdoroti tik tada, kai atžėlę lapai pasiekia 10–15 cm aukštį. Po to reikia, kad būtų kartu nupjaunami barščiai, kurie nežuvo po apdorojimo herbicidais ir užkirsti kelią brandinti sėkloms bei toliau plisti (Gudžinskas, 2020). Šienauti du kartus: birželio–liepos mėn. ir liepos–rugpjūčio mėn. Vėliau būtina stebėti užkrėstą plotą bei gretimus plotus, į kuriuos galėjo patekti sėklų, ir išnaikinti

viską, kas ataugo. Kadangi sėklos dirvožemyje gali išlikti gyvybingos kelerius metus, būtina vykdyti tolimesnę naikinimo vietas stebėseną bent penkerius metus tiek naikinimo teritorijoje, tiek už jos ribų.

Vienoje radavietėje, Žemaitijos g. esančiame daugiabučio namo kiemo gėlyne (geografinės koordinatės 56°18'28.53"N 22°19'44.94"E), rastą invazinį augalą – gausialapį lubiną, reikia iškasti vasaros pradžioje, kai išauga žiedynai (Gudžinskas ir kt., 2014) ir daugiau nebesodinti lubino dekoratyviniais tikslais.

Siekiant informuoti miesto ir rajono gyventojus apie invazinius augalus, kaip juos atpažinti, kur ieškoti, apie jų pavojus ir būtinumą naikinti, rekomenduojama pasitelkti įvairius kanalus. Reikia tai daryti per skelbimus savivaldybės internetinėje svetainėje, socialiniuose tinkluose ir vietinėse laikraščiu ("Būdas žemaičių", "Santarvė") rubrikose. Reikia sukurti specialią skiltį Mažeikių rajono savivaldybės interneto puslapyje, želdinių tvarkymo skiltyje, kur būtų pateikiama aiški ir suprantama informacija apie invazines rūšis, jų daromą žalą, atpažinimo būdus, aptikimo vietas, kovos priemonės, baudas už pažeidimus ir skatinimą pranešti apie pastebėtus augalus. Siūloma bendradarbiauti su žiniasklaida ir skelbti informaciją vietiniuose laikraščiuose ir interneto tinklalapiuose (www.santarve.lt; www.budas.lt). Naudotis socialinės žiniasklaidos platformomis (Mažeikių rajono savivaldybės "Facebook" puslapiu), siekiant pasiekti kuo platesnę auditoriją ir skatinti visuomenės įsitraukimą. Bendradarbiauti su mokyklomis ir ugdymo įstaigomis, siekiant šviesti vaikus ir jaunimą apie invazinių augalų problemą. Gyventojus būtina informuoti apie grėšiančias baudas, primenant, kad Lietuvoje nesunaikinus, neizoliavus ar nereguliuojant invazinių rūšių gausumo gresia baudos: fiziniams asmenims – nuo 30 iki 100 eurų, o įmonių atstovams – nuo 60 iki 200 eurų. Invazines rūšis laikant, auginant, veisiant, dauginant, mainant, gabenant ar kitaip naudojant pažeidžiant Lietuvos Respublikoje nustatytas tvarkas – baudos didesnės: fiziniams asmenims – nuo 200 iki 400 eurų, o įmonių vadovams – nuo 300 iki 600 eurų. Griežčiausiai baudžiama už invazinių rūšių pateikimą rinkai, tyčinį paleidimą į aplinką ar introdukciją: fiziniams asmenims – nuo 300 iki 500 eurų, o įmonių atstovams – nuo 800 iki 1500 eurų (Lietuvos Respublikos administracinių nusižengimų kodeksas, 2015). Taip pat galima organizuoti konkursą, kuriame dalyvautų tiek pavieniai asmenys, tiek organizacijos, juos skatinti teikti paraiškas invazinių augalų naikinimo projektams. Laimėjusiems būtų suteikiamos lėšos, įrankiai ar kitos priemonės, reikalingos projektui įgyvendinti. Taigi, aktyviai šviečiant visuomenę, galima pasiekti efektyvių, kovos su invaziniais augalais, rezultatų.

IŠVADOS

1. Mažeikiuose viso buvo aptiktos 8 invazinių augalų rūšys ir 267 jų radavietės. Pagal augalo ploto padengimą baltažiedė robinija užima – 139,30 m², gausialapis lubinas – 0,30 m², kanadinė rykštenė – 673,40 m², raukšlėtalapis erškėtis – 360,30 m², Sosnovskio barštis – 52,35 m², tankiažiedė rūgštyinė – 400,40 m², uosialapis klevas – 5103,57 m², vienametė šiušelė – 35,60 m².

2. Daugiausiai radaviečių rasta vejoje, žolyne, krūmuose – 42 proc., 28 proc. ir 17 proc. atitinkamai. Dažniausiai invaziniai augalai randami naudojamoje teritorijoje – 49 proc., o 56 proc. radaviečių yra šienaujamos.

3. Invaziniai augalai mažina vietinių augalų įvairovę plotuose, kuriuose įsikuria: kanadinės rykštenės poveikyje rūšių skaičius sumažėjo 67 proc., o augalų įvairovės indeksas – 38 proc., tankiažiedės rūgštyinės atveju – 7 proc., ir 1,8 proc., uosialapio klevo – 3,7-15 proc. ir 4-8 proc. atitinkamai. Nustatyta, kad kanadinės rykštenės projekcinis padengimas atvirksčiai proporcingas vietinių rūšių skaičiui ($r_s = -0,92$; $p < 0,05$).

4. Paprastojo kiečio, paprastosios morkos, paprastosios šunažolės, plačialapio gysločio, stačiojo kiškiakopūščio bei samanų vidutinis projekcinis padengimas statistiškai reikšmingai didesnis kanadinių rykštenių invazijos nepaveiktuose kvadrantuose ($p < 0,05$). Uosialapio klevo atveju – baltažiedės notrelės, paprastosios avietės, baltalksnio, dirvinio asiūklio, paprastojo kiečio, pelkinės notros, miškinio lendrūno ($p < 0,05$).

5. Kovai su uosialapiu klevu, raukšlėtalapiu erškėčiu bei baltažiede robinija rekomenduojama taikyti iškasimą ir cheminius preparatus, tankiažiedei rūgštynei, kanadinei rykštenei, vienametei šiušelei – šienavimą, gausialapiui lubinui – iškasimą, Sosnovskio barščiui – cheminius preparatus ir šienavimą. Numatyti bent 5 m. stebėseną šiose vietose.

Ernesta Garalė

Invazinių augalų paplitimas ir jų kontrolės priemonės Mažeikiuose

SANTRAUKA

Invaziniai augalai kelia pavojų biologinei įvairovei, išstumdami vietines augalų rūšis, o kai kurie kelia pavojų ir žmogaus sveikatai. Šiame tyrime pateikiami nauji duomenys apie invazinių augalų išplitimą bei poveikį vietiniams augalams Mažeikiuose. Darbo objektas – invazinių augalų paplitimas ir jų poveikis vietiniams augalams Mažeikių mieste. Tikslas – nustatyti invazinių augalų paplitimą Mažeikiuose, jų poveikį vietiniams augalams ir būtinas invazinių augalų kontrolės priemones.

2023 metų gegužės mėnesį pradėti ir rugsėjo mėnesį baigti lauko tyrimai. Maršrutiniu metodu nustatyta invazinių augalų rūšinė įvairovė ir paplitimas Mažeikiuose. Registruotos invazinių augalų radaviečių koordinatės, plotas, individų projekcinis padengimas, nustatytas biotopas, vertinta, ar teritorija šienaujama, nustatytas teritorijos naudojimo intensyvumas. Kvadrantų ir transektų metodais nustatytas kanadinės rykštenės, tankiažiedės rūgštyinės ir uosialapio klevo poveikis vietinei augalijai.

Iš viso aptiktos 8 invazinių augalų rūšys, 267 jų radavietės. Pagal augalo ploto padengimą baltažiedė robinija užima – 139,30 m², gausialapis lubinas – 0,30 m², kanadinė rykštenė – 673,40 m², raukšlėtalapis erškėtis – 360,30 m², Sosnovskio barštis – 52,35 m², tankiažiedė rūgštyinė – 400,40 m², uosialapis klevas – 5103,57 m², vienametė šiušelė – 35,60 m². Daugiausiai radaviečių rasta vejoje, žolyne, krūmuose – 42 proc., 28 proc. ir 17 proc. atitinkamai. Naudojamoje teritorijoje – 49 proc.; 56 proc. radaviečių yra šienaujamos. Nustatyta, kad invaziniai augalai mažina vietinių augalų įvairovę plotuose, kuriuose įsikuria: kanadinės rykštenės poveikyje rūšių skaičius sumažėjo 67 proc., o augalų įvairovės indeksas – 38 proc., tankiažiedės rūgštyinės atveju – 7 proc., ir 1,8 proc., uosialapio klevo – 3,7-15 proc. ir 4-8 proc. atitinkamai. Nustatyta, kad kanadinės rykštenės projekcinis padengimas atvirkščiai proporcingas vietinių rūšių skaičiui ($r_s = -0,92$; $p < 0,05$).

Siekiant išvengti invazinių augalų plitimo ir padidėjusių išlaidų delsiant tai daryti, kovai su uosialapiu klevu, raukšlėtalapiu erškėčiu bei baltažiede robinija rekomenduojama taikyti iškasimą ir cheminius preparatus, tankiažiedei rūgštynei, kanadinei rykštenei, vienametei šiušelei – šienavimą, gausialapiui lubinui – iškasimą, Sosnovskio barščiui – cheminius preparatus ir šienavimą. Numatyti bent 5 m. stebėseną šiose vietose.

Ernesta Garalė

Distribution of Invasive Plants and Their Control Measures in Mažeikiai

SUMMARY

Invasive plants threaten biodiversity by outcompeting native plant species and some also pose a risk to human health. This study provides new data on the spread and impact of invasive plants on native plants in Mažeikiai. The focus of the work is the distribution of invasive plants and their impact on native plants in Mažeikiai. The aim is to determine the distribution of invasive plants in Mažeikiai, their impact on native plants and the necessary control measures.

Field studies started in May 2023 and completed in September. The invasive plant species diversity and distribution in Mažeikiai was determined by a route method. The coordinates, area of location, projected cover of invasive plants were recorded, the biotope was determined, the location was assessed for mowing and the intensity of the land use was determined. The impact of *Solidago canadensis*, *Rumex confertus* and *Acer negundo* on native vegetation was determined using quadrat and transect methods.

A total of 8 invasive plant species and 267 locations were detected. In terms of plant cover, *Robinia pseudoacacia* covered 139,30 m², *Lupinus polyphyllus* – 0,30 m², *Solidago canadensis* – 673,40 m², *Rosa rugosa* – 360,30 m², *Heracleum sosnowskyi* – 52,35 m², *Rumex confertus* – 400,40 m², *Acer negundo* – 5103,57 m², *Phalacrolooma septentrionale* – 35,60 m². The highest percentage of the invasive plant locations was found in lawns, grasslands and shrubs – 42%, 28% and 17% respectively; in well-maintained area – 49%; 56% of the locations are mown. Invasive plants have been found to reduce the diversity of native plants in the areas where they are established: the number of species has decreased by 67% and the plant diversity index by 38% in the case of *Solidago canadensis*, by 7% and 1,8% in the case of *Rumex confertus* and by 3,7% to 15% and 4% to 8% in the case of *Acer negundo*. For *Solidago canadensis*, the projected cover was found to be inversely proportional to the number of native species ($r_s = -0,92$; $p < 0,05$).

To avoid the spread of invasive plants and the increased costs of delayed action, it is recommended to apply digging and chemical treatment for the control of *Acer negundo*, *Rosa rugosa* and *Robinia pseudoacacia*, for *Rumex confertus*, *Solidago canadensis* and *Phalacrolooma septentrionale* – mowing, for

Lupinus polyphyllus – digging and to control *Heracleum sosnowskyi* – the use of chemical treatment and mowing. Provide for at least 5 years of monitoring at these sites.

LITERATŪROS SĄRAŠAS

1. Arif, M. S. M., Gülch, E., Tuhtan, J. A., Thumser, P., Haas, C. (2017). An investigation of image processing techniques for substrate classification based on dominant grain size using RGB images from UAV. *International Journal of Remote Sensing*, 38(8-10), 2639–2661.
2. Balčiauskas, L., Baranauskas, K., Ferenca, R., Gudžinskas, Z., Gurskas, A., Ivinskis, P., Kesminas, V., Ložys, L., Rimšaitė, J., Sinkevičienė, Z., Staponkus, R., Steponėnas, A., Trakimas, G., Virbickas, T. (2016). *Europos bendrijos svarbos rūšių monitoringo metodikos. Žinduoliai, žuvis, varliagyviai, ropliai, moliuskai, vabzdžiai ir augalai*. Vilnius: Gamtos tyrimų centras, Valstybinė saugomų teritorijų tarnyba prie Aplinkos ministerijos.
3. Balčiauskas, L., Butkus, R., Dagys, M., Gudžinskas, Z., Šidagytė, E., Vaitonis, G., Virbickas, T., Žalneravičius, E. (2017). *Invazinės rūšys Lietuvoje*. Vilnius: UAB „Baltijos kopija“.
4. Baranova, O. G., Bralgina (Zyankina), E. N. (2016). Invasive plant species in three cities of the Udmurt Republic. *Russian Journal of Biological Invasions*, 7(1), 8–11. <https://doi.org/10.1134/S2075111716010033>.
5. Blackburn, T. M., Pyšek, P., Bacher, S., Carlton, J. T., Duncan, R. P., Jarošík, V., Wilson, J. R. U., Richardson, D. M. (2011). A proposed unified framework for biological invasions. *Trends in Ecology & Evolution*, 26, 333–339. <https://doi.org/10.1016/j.tree.2011.03.023>.
6. Boer, E. (2013). Risk assessment *Robinia pseudoacacia* L. *Risk assessment Robinia pseudoacacia* L.
7. BOTANIKOS INSTITUTAS. (2008). Mokslo tiriamojo darbo INVAZINIŲ AUGALŲ RŪŠIŲ POPULIACIJŲ DINAMIKOS IR PLITIMO TYRIMAI ATASKAITA. Vilnius.
8. Bruun, H. H. (2005). Biological Flora of the British Isles. No. 239. *Rosa rugosa* Thunb. ex Murray. *Journal of Ecology*, 93(2), 441-470. DOI: <http://www3.interscience.wiley.com/cgi-bin/fulltext/118645540/PDFSTART>.
9. Crystal-Ornelas, R., Hudgins, E. J., Cuthbert, R. N., et al. (2021). Economic costs of biological invasions within North America. *NeoBiota*, 67, 485-510. <https://doi.org/10.3897/neobiota.67.58038>.
10. Černulienė, S. (2018). BALTAŽIEDĖS ROBINIJOS (*ROBINIA PSEUDOACACIA* L.) PLITIMAS IR EKOLOGINIAI YPATUMAI LIETUVOS SĄLYGOMIS. Daktaro disertacija.

11. Dai, J., Roberts, D. A., Stow, D. A., An, L., Hall, S. J., Yabiku, S. T., Kyriakidis, P. C. (2020). Mapping understory invasive plant species with field and remotely sensed data in Chitwan, Nepal. *Remote Sensing of Environment*, 250, 112037. <https://doi.org/10.1016/j.rse.2020.112037>.
12. de Groot, M., Kleijn, D., Jogan, N. (2007). Species groups occupying different trophic levels respond differently to the invasion of semi-natural vegetation by *Solidago canadensis*. *Biological Conservation*, 136, 612-617. <https://doi.org/10.1016/j.biocon.2007.01.005>.
13. Diaz, S., Settele, J., Brondízio, E. S., Ngo, H. T., Agard, J., Arneth, A., Balvanera, P., Brauman, K. A., Butchart, S. H. M., Chan, K. M. A., Garibaldi, L. A., Ichii, K., Liu, J., Subramanian, S. M., Midgley, G. F., Miloslavich, P., Molnár, Z., Obura, D., Pfaff, A., Polasky, S., Purvis, A., Razzaque, J., Reyers, B., Chowdhury, R. R., Shin, Y.-J., Visseren-Hamakers, I., Willis, K. J., & Zayas, C. N. (2019). Pervasive human-driven decline of life on Earth points to the need for transformative change. *Science*, 366, eaax3100. <https://doi.org/10.1126/science.aax3100>.
14. European Union. (2020). Biologinės įvairovės konvencija. Prieiga per internetą: <https://eur-lex.europa.eu/LT/legal-content/summary/convention-on-biological-diversity.html>.
15. European Commission. (2024). Invasive alien species: Preventing and minimising the effects of invasive alien species on Europe's biodiversity. In *Nature and biodiversity* section. Prieiga per internetą: https://environment.ec.europa.eu/topics/nature-and-biodiversity/invasive-alien-species_en.
16. Fuchs, A., Pichler-Koban, C., Elmenreich, W., Jungmeier, M. (2019). Game of Clones: Students Model the Dispersal and Fighting of Japanese Knotweed (*Fallopia japonica*). *Diversity and Ecology of Invasive Plants*. doi: 10.5772/intechopen.82873.
17. Genovesi, P., Carboneras, C., Vilà, M., Walton, P. (2015). Eu adopts innovative legislation on invasive species: A step towards a global response to biological invasions? *Biological Invasions*, 17, 1307–1311.
18. Gofman, V. R., & Kling, A. P. (2015). Student Scientific Forum. In *Proceedings of the VII International Student Scientific Conference*, 15-31 March 2015, Moscow, Russia. *In Russ.*
19. Gudžinskas, Z. (2020). SOSNOVSKIO BARŠČIO (*HERACLEUM SOSNOWSKYI*) NAIKINIMO LENTVARIO DVARO PARKE IR JO APYLINKĖSE 2021–2023 m. VEIKSMŪ PLANAS. Vilnius.

20. Gudžinskas, Z., Petrulaitis, L., Uogintas, D., Vaitonis, G., Balčiauskas, L., Rakauskas, V., Arbačiauskas, K., Butkus, R., Karalius, S., Janulaitienė, L., Rašomavičius, V. (2023). *Invazinės ir svetimžemės rūšys Lietuvoje*. Vilnius: Gamtos tyrimų centras.
21. Gudžinskas, Z., Žalneravičius, E., Petrulaitis, L. (2018). Assessment of the potential of introduction, establishment and further spread of invasive alien plant species of European Union concern in Lithuania. *Botanica Lithuanica*, 24(1), 24-38. <https://doi.org/10.2478/botlit-2018-0004>.
22. Haq, U., Khan, S., Ahmad, Z., Abdullah, A., Shah, S., Mustafa, G., Ullah, A., Manan, F., Turi, M. (2020). An evaluation of conservation status and ecological zonation of *Alnus nitida*; A monophyletic species of the Sino-Japanese region. *Journal of Animal and Plant Sciences*, 30(5), 1224–1235. <https://doi.org/10.36899/JAPS.2020.5.0140>.
23. Harrower, C. A., Scalera, R., Pagad, S., Schonrogge, K., Roy, H. E. (2018). Guidance for interpretation of CBD categories on introduction pathways. Technical note prepared by IUCN for the European Commission. <http://nora.nerc.ac.uk/id/eprint/519129/1/N519129CR.pdf>.
24. Henry, M., Leung, B., Cuthbert, R. N., et al. (2023). Unveiling the hidden economic toll of biological invasions in the European Union. *Environmental Science & Policy*, 35(1), 43. <https://doi.org/10.1186/s12302-023-00750-3>.
25. Hiatt, D., Flory, S. L. (2020). Populations of a widespread invader and co-occurring native species vary in phenotypic plasticity. *New Phytologist*, 225, 584–594. <https://doi.org/10.1111/nph.16225>.
26. International maritime organization. (2004). INTERNATIONAL CONVENTION FOR THE CONTROL AND MANAGEMENT OF SHIPS' BALLAST WATER AND SEDIMENTS. <http://library.arcticportal.org/1913/1/International%20Convention%20for%20the%20Control%20and%20Management%20of%20Ships%27%20Ballast%20Water%20and%20Sediments.pdf>.
27. Invasive species centre. (2024). Economic impacts of invasive species. Prieiga per internetą: <https://www.invasivespeciescentre.ca/invasive-species/what-is-at-risk/invasive-species-economic-impacts/>.
28. Invazinių rūšių informacinė sistema. (2023). Herbicidų naudojimas invazinių augalų naikinimui melioracijos statinių ir vandens telkinių apsaugos zonose. [žiūrėta: 2024-05-19]. <https://inva.biip.lt/herbicidu-naudojimas-invaziniu-augalu-naikinimui-melioracijos-statiniu-ir-vandens-telkiniu-apsaugos-zonose/>.

29. Jakobs, G., Weber, E., Edwards, P. J. (2004). Introduced Plants of the Invasive *Solidago gigantea* (Asteraceae) Are Larger and Grow Denser than Conspecifics in the Native Range. *Diversity and Distributions*, 10(1), 11–19. <http://www.jstor.org/stable/3246888>.
30. Judžentienė, A., Būdienė, J., Labanauskas, L., Stancelytė, D., Nedveckytė, I. (2023). Allelopathic activity of Canadian goldenrod (*Solidago canadensis* L.) extracts on seed germination and growth of lettuce (*Lactuca sativa* L.) and garden pepper cress (*Lepidium sativum* L.). *Plants*, 12(7), 1421. <https://doi.org/10.3390/plants12071421>.
31. Kabuce, N., Priede, N. (2010). NOBANIS – Invasive Alien Species Fact Sheet – *Solidago canadensis*. In Online Database of the European Network on Invasive Alien Species - NOBANIS. [žiūrėta: 2024-02-24]. <http://www.nobanis.org>.
32. Kling, A. P., Gayvas, A. A., & Kumpan, V. N. (2014). Fruit and berry growing in Russia. *In Russ.*, 39, 105-109.
33. Kolodziejek, J. (2019). Growth performance and emergence of invasive alien *Rumex confertus* in different soil types. *Scientific Reports*, 9, 19678. <https://doi.org/10.1038/s41598-019-56068-9>.
34. Kolodziejek, J., & Patykowski, J. (2015). Effect of environmental factors on germination and emergence of invasive *Rumex confertus* in Central Europe. *The Scientific World Journal*, 2015, Article 170176. <https://doi.org/10.1155/2015/170176>.
35. Kostina, M., Yasinskaya, O., Barabanshchikova, N., Orlyuk, F. (2016). Toward a Issue of Box Elder Invasion into the Forests Around Moscow. *Russian Journal of Biological Invasions*, 7, 47-51. <https://doi.org/10.1134/S2075111716010069>.
36. Kostina, M. V., Minkova, N. O., Yasinskaya, O. I. (2014). Some biological features of *Acer negundo* L. in green plantations of Moscow. *Russian Journal of Biological Invasions*, 5(1), 21–28. <https://doi.org/10.1134/S2075111714010068>.
37. Królak, E. (2021). Negative and positive aspects of the presence of Canadian goldenrod in the environment. *Environmental Protection and Natural Resources*, 32(1) 6-12. <https://doi.org/10.2478/oszn-2021-0002>.
38. Kuršių nerijos nacionalinio parko direkcija. (2023). *Invaziniai augalai*. Kuršių nerijos nacionalinis parkas. Prieiga per internetą: <https://nerija.lrv.lt/lt/apie-nacionalini-parka/gamta-1/augalija/invaziniai-augalai/>.

39. Lietuvos gamtos fondas. (2024). SVETIMŽEMĖS RŪŠYS. Prieiga per internetą: <http://www.glis.lt/?pid=59>.
40. Lietuvos Respublikos Aplinkos ministerija. (2022). Baltažiedė robinija – gyvybingas invazinis augalas, todėl ją naikinant būtina laikytis mokslininkų rekomendacijų. [žiūrėta: 2024-04-26]. <https://am.lrv.lt/lt/naujienos/baltaziede-robinija-gyvybingas-invazinis-augalas-todel-ja-naikinant-butina-laikytis-mokslininku-rekomendaciju/>.
41. Lietuvos Respublikos Aplinkos ministerija. (2023). Informacija apie Sosnovskio barštį. Prieiga per internetą: <https://am.lrv.lt/lt/veiklos-sritys-1/gamtos-apsauga/invazines-rusys/porubrikes-informacija-apie-sosnovskio-barsti/>.
42. Lietuvos Respublikos Aplinkos ministras (2002). Dėl introdukcijos, reintrodukcijos ir perkėlimo tvarkos aprašo, invazinių rūšių kontrolės ir naikinimo tvarkos aprašo, invazinių rūšių kontrolės tarybos sudėties ir nuostatų, introdukcijos, reintrodukcijos ir perkėlimo programos patvirtinimo. Įsakymas Nr. 352, 2002-07-01. Galiojanti suvestinė redakcija: 2023-04-27. Valstybės žinios, Nr. 81-3505.
43. Lietuvos Respublikos Aplinkos ministras (2016). Dėl Lietuvos Respublikos aplinkos ministro 2004 m. rugpjūčio 16 d. įsakymo Nr. D1-433 „Dėl invazinių Lietuvoje organizmų rūšių sąrašo patvirtinimo ir dėl kai kurių aplinkos ministro įsakymų pripažinimo netekusiais galios“ pakeitimo. Įsakymas Nr. D1-810, 2016-11-28. TAR, Nr. 29280.
44. Lietuvos Respublikos administracinių nusižengimų kodeksas (2015). Lietuvos Respublikos administracinių nusižengimų kodekso patvirtinimo, įsigaliojimo ir įgyvendinimo tvarkos įstatymas. 2015-07-10, Nr. 2015-11216. Galiojanti suvestinė redakcija: 2024-05-16. TAR, Nr. 11216.
45. Liu, H., Pemberton, R. W., Stiling, P. (2006). Native and introduced pollinators promote a self-incompatible invasive woody vine (*Paederia foetida* L.) in Florida. *The Journal of the Torrey Botanical Society*, 133, 304–311. <https://www.jstor.org/stable/20063841>.
46. Mayor, J. R., Sanders, N. J., Classen, A. T., Bardgett, R. D., Clément, J. C., Fajardo, A., ... Chisholm, C. (2017). Elevation alters ecosystem properties across temperate treelines globally. *Nature*, 542, 91. <https://doi.org/10.1038/nature21027>.
47. Mazza, G., Tricario, E., Genovesi, P., & Gherardi, F. (2013). Biological invaders are threats to human health: An overview. *Ethology Ecology & Evolution*, 26, 112-129.
48. Mažeikių rajono savivaldybė. (2023). Kraštovaizdžio apsauga. [žiūrėta: 2024-02-24]. <https://old.mazeikiai.lt/savivaldybe/struktura-ir-kontaktin%C4%97->

informacija/administracija/aplinkos-ir-sveikatos-apsaugos-skyrius/kra%C5%A1tovaizd%C5%BEio-apsauga/.

49. Mažeikių rajono savivaldybės taryba, 2022. DĖL MAŽEIKIŲ RAJONO SAVIVALDYBĖS 2022 m. rugsėjo 30 d. įsakymo Nr. T1-240 “ŽELDYNŲ IR ŽELDINIŲ APSAUGOS TAISYKLIŲ“ PATVIRTINIMO. Teisės aktų registras, 2022-20113.

50. Merceron, N. R., Lamarque, L. J., Delzon, S., Porté, A. J. (2016). Killing it softly: Girdling as an efficient eco-friendly method to locally remove invasive *Acer negundo*. *Ecological Restoration*, 34(4), 297-305. <https://doi.org/10.3368/er.34.4.297>.

51. Meyerson, L. A., Mooney, H. A. (2007). Invasive alien species in an era of globalization. *Frontiers in Ecology and the Environment*, 5, 199–208. [https://doi.org/10.1890/1540-9295\(2007\)5\[199:IASIAE\]2.0.CO;2](https://doi.org/10.1890/1540-9295(2007)5[199:IASIAE]2.0.CO;2).

52. Mędrzycki, P. (2011): NOBANIS – Invasive Alien Species Fact Sheet – *Acer negundo*. – From: Online Database of the European Network on Invasive Alien Species – NOBANIS. [žiūrėta: 2024-02-18]. www.nobanis.org.

53. Morozova, G. Y. (2021). Vitality structure of *Acer negundo* populations in an urban environment. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 895(1), 012030. <https://doi.org/10.1088/1755-1315/895/1/012030>.

54. Nielsen, C., Ravn, H. P., Nentwig, W., Wade, M. (Eds.). (2005). The giant hogweed best practice manual: Guidelines for the management and control of an invasive weed in Europe. Forest & Landscape Denmark, Hoersholm, Denmark.

55. Nikolaeva, A. A., Golosova, E. V., Shelepova, O. V. (2020). Methods of combating *Acer negundo* L. in specially protected natural areas. *BIO Web of Conferences*, 24, 00063. <https://doi.org/10.1051/bioconf/20202400063>.

56. Osland, M. J., Feher, L. C. (2020). Winter climate change and the poleward range expansion of a tropical invasive tree (Brazilian Pepper—*Schinus terebinthifolius*). *Global Change Biology*, 26, 607–615. <https://doi.org/10.1111/gcb.14842>.

57. Pacanoski, Z. (2017). Current situation with invasive *Erigeron annuus* (L.) Pers. (daisy fleabane) in the Republic of Macedonia. *EPPO Bulletin*, 47(1), 118-124. <https://doi.org/10.1111/epp.12368>.

58. Pearson, D. E., Ortega, Y. K., Eren, Ö., Hierro, J. L. (2018). Community assembly theory as a framework for biological invasions. *Trends in Ecology & Evolution*, 33(5), 313-325. <https://doi.org/10.1016/j.tree.2018.03.002>.
59. Perglová, I., Pergl, J., Pysěk, P. (2006). Flowering phenology and reproductive effort of the invasive alien plant *Heracleum mantegazzianum*. *Preslia* 78, 265–285.
60. Pyšek, P., Jarosšík, V., Hulme, P. E., Pergl, J., Hejda, M., Schaffner, U., Vila, M. (2012). A global assessment of invasive plant impacts on resident species, communities, and ecosystems: The interaction of impact measures, invading species' traits, and environment. *Global Change Biology*, 18, 1725–1737. doi: 10.1111/j.1365-2486.2011.02636.x.
61. Pratašienė, K. (2018). SVETIMKRAŠČIŲ LAPUOČIŲ KRŪMŲ RŪŠIŲ PAPLITIMAS, KAITA IR POVEIKIS MIŠKO FITOCENOZIŲ STRUKTŪRAI BEI RŪŠINEI SUDĖČIAI. DAKTARO DISERTACIJA. <https://gs.elaba.lt/object/elaba:33310625/>.
62. Rayamajhi, M. B., Pratt, P. D., Center, T. D., Tipping, P. W., Van, T. K. (2009). Decline in exotic tree density facilitates increased plant diversity: The experience from *Melaleuca quinquenervia* invaded wetlands. *Wetlands Ecology and Management*, 17, 455–467. <https://doi.org/10.1007/s11273-008-9123-5>.
63. Rajdus, T., Svehlakova, H., Plohak, P., Stalmachova, B. (2020). Management of invasive species *Solidago canadensis* in Ostrava region (Czech Republic). *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 444(1). doi: 10.1088/1755-1315/444/1/012046.
64. Rašomavičius, V. (2012). EB svarbos natūralių buveinių inventorizavimo vadovas. *Buveinių aprašai, būdingos ir tipinės rūšys, jų atpažinimas. VII. Lauko darbų metodikos*. Vilnius: Gamtos tyrimų centras.
65. Rosenau, N. A., Gignoux-Wolfsohn, S., Everett, R. A., Miller, A. W., Minton, M. S., Ruiz, G. M. (2021). Considering commercial vessels as potential vectors of stony coral tissue loss disease. *Frontiers in Marine Science*, 8, 1302. <https://doi.org/10.3389/fmars.2021.709764>.
66. Rutkovska, S., Pučkina, I., Frolova, O. (2017). Inventory of the most invasive alien plant species of Latvia in the 'Daugavas Loki' nature park. *Environment. Technology. Resources*, 1, 246–252. <https://doi.org/10.17770/etr2017vol1.2585>.
67. Qin, Y., Sun, Y., Zhang, W., Qin, Y., Chen, J., Wang, Z., Zhou, Z. (2020). Species monitoring using unmanned aerial vehicle to reveal the ecological role of plateau pika in maintaining

vegetation diversity on the northeastern Qinghai-Tibetan Plateau. *Remote Sensing*, 12(15), 2480. <https://doi.org/10.3390/rs12152480>.

68. Sabo, A. E. (2000). *Robinia pseudoacacia* invasions and control in North America and Europe. *Restoration Ecology Review*, 3, 1–9.

69. Scalera, R. (2010). How much is Europe spending on invasive alien species? *Biological Invasions*, 12, 173–177.

70. Serbesoff-King, K. (2003). Melaleuca in Florida: A literature review on the taxonomy, distribution, biology, ecology, economic importance, and control measures. *Journal of Aquatic Plant Management*, 41, 98–112.

71. Shannon, C. E., Weaver, W. (1949). *The Mathematical Theory of Communication*. Urbana: University of Illinois Press.

72. Simberloff, D., Martin, J. L., Genovesi, P., Maris, V., Wardle, D. A., Aronson, J., et al. (2013). Impacts of biological invasions: What's what and the way forward. *Trends in Ecology & Evolution*, 28, 58–66. <https://doi.org/10.1016/j.tree.2012.07.013>.

73. Song, U., Son, D., Kang, C., Lee, E. J., Lee, K., Park, J. S. (2018). Mowing: A cause of invasion, but also a potential solution for management of the invasive, alien plant species *Erigeron annuus* (L.) Pers. *Journal of Environmental Management*, 223, 530–536. <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2018.06.057>.

74. Straigytė, L., Cekstere, G., Laivins, M., Marozas, V. (2015). The spread, intensity, and invasiveness of *Acer negundo* in Riga and Kaunas. *Dendrobiology*, 74, 157–168. <https://doi.org/10.12657/denbio.074.016>.

75. Sun, Y., Yi, S., Hou, F. (2018). Unmanned aerial vehicle methods make species composition monitoring easier in grasslands. *Ecological Indicators*, 95(1), 825–830. <https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2018.08.042>.

76. Szymura, M., Świerszcz, S., Szymura, T. H. (2022). Restoration of ecologically valuable grassland on sites degraded by invasive *Solidago*: lessons from a 6-year experiment. *Land Degradation & Development*, 33(12), 1985–1998. <https://doi.org/10.1002/ldr.4278>.

77. Tiébré, M. S., Vanderhoeven, S., Saad, L., Mahy, G. (2007). Hybridization and sexual reproduction in the invasive alien *Fallopia* (Polygonaceae) complex in Belgium. *Annals of botany*, 99(1), 193–203. <https://doi.org/10.1093/aob/mcl242>.

78. United Nations Conference on Trade and Development. (2021). *Review of Maritime Transport 2021*. United Nations Publications. #YNCTAD/RMT/2021. https://unctad.org/system/files/official-document/rmt2021_en_0.pdf.
79. University of Idaho. (2009). Principles of Vegetation Measurement & Assessment and Ecological Monitoring & Analysis. Line Intercept Techniques to estimate cover. https://www.webpages.uidaho.edu/veg_measure/Modules/Lessons/Module%20%28Cover%29/8_4_Lines.htm.
80. Valstybinė saugomų teritorijų tarnyba prie Aplinkos ministerijos. (2021). *Uosialapio klevo (Acer negundo) gausos reguliavimo Kuršių nerijos nacionaliniame parke 2022–2024 m. veiksmų planas: Klaipėdos apskritis, Klaipėdos miesto ir Neringos miesto savivaldybės*. Prieiga per internetą: https://vstt.lrv.lt/uploads/vstt/documents/files/Uosialapio%20klevo%20gausos%20reguliavimo%20KNNP%202022%E2%80%932024%20m_%20veiksm%C5%B3%20planas.pdf.
81. Vander Zanden, M. J., Olden, J. D. (2008). A management framework for preventing the secondary spread of aquatic invasive species. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 65(7), 1512–1522. <https://doi.org/10.1139/F08-099>.
82. Veselkin, D. V., Dubrovin, D. I., Pustovalova, L. A. (2021). High canopy cover of invasive *Acer negundo* L. affects ground vegetation taxonomic richness. *Scientific Reports*, 11, 20758. <https://doi.org/10.1038/s41598-021-00258-x>.
83. Visuotinė lietuvių enciklopedija. (2024). Mažeikiai. [žiūrėta: 2024-02-24]. <https://www.vle.lt/straipsnis/mazeikiai/>.
84. Vítková, M. (2011). Black locust growth management. *Cas Ochr Pri*, 6, 7-12.
85. Vítková, M., Pergl, J., Sádlo, J. (2016). 5.1 Black locust: from global ecology to local management—a case study from the Czech Republic. *opportunities and challenges*, 306.
86. Vujanovic, D., Losapio, G., Milić, S., Milić, D. (2022). The impact of multiple species invasion on soil and plant communities increases with invasive species co-occurrence. *Frontiers in Plant Science*, 13, 875824. <https://doi.org/10.3389/fpls.2022.875824>.
87. Wagner, S., Moser, D., Essl, F. (2020). Urban rivers as dispersal corridors: Which factors are important for the spread of alien woody species along the Danube? *Sustainability*, 12(6), 2185. <https://doi.org/10.3390/su12062185>.

88. Weidema, I. (2006): NOBANIS – Invasive Alien Species Fact Sheet – *Rosa rugosa*. – From: Online Database of the European Network on Invasive Alien Species – NOBANIS. [žiūrēta: 2024-02-18]. www.nobanis.org.

89. Zenni, R. D., Essl, F., García-Berthou, E., McDermott, S. M. (2021). The economic costs of biological invasions around the world. In Zenni, R. D., McDermott, S., García-Berthou, E., Essl, F. (Eds), *The economic costs of biological invasions around the world* (NeoBiota 67, pp. 1-9). <https://doi.org/10.3897/neobiota.67.69971>.



VILNIAUS UNIVERSITETO
ŠIAULIŲ AKADEMIJA

PAŽYMĖJIMAS

Nr. MVG-VUŠA-2024-988

(4.16 E) 850000-V-228

ERNESTA GARALĖ

dalyvavo jaunųjų tyrėjų tarptautinėje mokslinėje konferencijoje
„JAUNASIS TYRĖJAS IŠMANIAJAI VISUOMENEI“

Ir skaitė pranešimą tema:

**„Invazinių augalų paplitimas ir jų kontrolės priemonės
Mažeikiuose“**

VU ŠA direktorė



Šiaulių
akademija

Prof. dr. Renata Bilbokaite

2024 m. gegužės 9 d.

**PATVIRTINIMAS apie parengto darbo
savarankiškumą**

CONFIRMATION

Vardas, pavardė <i>Name, Surname</i>	Ernesta Garalė
Darbo pavadinimas <i>Thesis topic</i>	Invazinių augalų paplitimas ir jų kontrolės priemonės Mažeikiuose <i>Distribution of Invasive Plants and Their Control Measures in Mažeikiai</i>

Patvirtinu, kad įteikiamas darbas yra atliktas mano paties ir nėra pateiktas kitam kursui šiame ar ankstesniuose semestruose; nebuvo naudotas kitoje mokslo ir (ar) studijų įstaigoje Lietuvoje ir užsienyje; nenaudoja šaltinių, kurie nėra nurodyti darbe, ir pateikia visą panaudotos literatūros sąrašą.

Šiame darbe tiesiogiai ar netiesiogiai panaudotos kitų šaltinių citatos yra pažymėtos literatūros nuorodose.

I confirm that I am the author of submitted paper, which has been prepared independently and has never been presented for any other course or used in another educational institution, neither in Lithuania, or abroad. I also provide a full bibliographical list which indicates all the sources that were used to prepare this assignment and contains no un-used sources.

Quotes from other sources directly or indirectly used in this thesis, are indicated in literature references.

Aš, Ernesta Garalė, pateikdamas (-a) šį darbą, patvirtinu (pažymėti)
I, Ernesta Garalė, by submitting this paper confirm (check)



PADĖKA

Visų pirma, ypatingą padėką skiriu savo vadovui doc. dr. Martynui Kazlauskui už vertingus patarimus, pastabas bei įžvalgas. Dėkoju už kantrybę, nuolatinį skatinimą ir už tai, kad visuomet radote laiko atsakyti į mano klausimus bei padėjote išspręsti iškilusias problemas.

Nuoširdžiai dėkoju savo vyrui Lukui, mamai ir sesei už palaikymą bei pagalbą, kai jos reikėjo lauko tyrimų metu. Jūsų parama buvo nepaprastai svarbi šio darbo įgyvendinimui.