



**VILNIAUS UNIVERSITETAS
ŠIAULIŲ AKADEMIJA**

GAMTINIŲ SISTEMŲ VALDYMO MAGISTRANTŪROS STUDIJŲ PROGRAMA

VILMA KUNDROTIENĖ

Magistro darbas

**ALERGENINIŲ ŽIEDADULKIŲ SKLAIDOS RASEINIŲ MIESTE
ĮVERTINIMAS**

Darbo vadovė: prof. dr. Ingrida Šaulienė

Šiauliai, 2022

**PATVIRTINIMAS apie parengto darbo
savarankiškumą**

CONFIRMATION

Vardas, pavardė <i>Name, Surname</i>	Vilma Kundrotienė
Darbo pavadinimas <i>Thesis topic</i>	Alergeninių žiedadulkių sklaidos įvertinimas Raseiniuose <i>Evaluation of allergenic pollen dispersion in Raseiniai</i>

Patvirtinu, įteikiamas darbas yra atliktas mano paties ir nėra pateiktas kitam kursui šiame ar ankstesniuose semestruose; nebuvo naudotas kitoje mokslo ir (ar) studijų įtaigoje Lietuvoje ir užsienyje; nenaudojau šaltinių, kurie nėra nurodyti darbe ir pateikiau 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, Vilma Kundrotienė, pateikdama šį darbą, patvirtinu
I Vilma Kundrotienė, by submitting this paper confirm

**PATVIRTINIMAS APIE ATSAKOMYBĘ UŽ LIETUVIŲ KALBOS
TAISYKLINGUMĄ ATLIKTAME DARBE**

Patvirtinu lietuvių kalbos taisyklingumą atliktame darbe.

2022-05-22

Vilma Kundrotienė

TURINYS

ĮVADAS	4
1. MOKSLINĖS LITERATŪROS ANALIZĖ.....	6
1.1. Klimato ir biologinės įvairovės kaita	6
1.2. Vėjadulkių augalų žiedadulkių alergeniskumas pagal alerginių savybių analizę.....	7
1.3. Įkvepiamų alergenų poveikis gyvenimo kokybei	11
1.4. Miesto žaliosios erdvės teikiamos ekosistemų paslaugos ir jų svarba visuomenei.....	13
1.5. Žaliųjų erdvių, želdynų tvarkymo, plėtros ir priežiūros teisinis reglamentavimas	15
2. DARBO OBJEKTAS IR METODAI.....	19
2.1. Darbo objektas	19
2.2. Darbo metodai	24
3. TYRIMŲ REZULTATAI IR JŲ APTARIMAS	30
3.1. Raseinių miesto žaliosiose erdvėse surinktų žiedadulkių kiekio įvertinimas.....	30
3.2. Žiedadulkių kiekio priklausomybės nuo želdynuose augančių augalų įvairovės įvertinimas	32
3.3. Žiedadulkių kiekio ir meteorologinių veiksnių sąsajų analizė	36
IŠVADOS	46
LITERATŪRA	51
PRIEDAI	65

ĮVADAS

Miesto želdynai turi strateginę reikšmę miesto gyventojų gyvenimo kokybei. Žaliosios erdvės teikia daugybę ekosistemų paslaugų, kurios turi tiesioginį ir netiesioginį poveikį visuomenės sveikatai. Planuojant parkų želdinius, daugiausiai orientuojamasi į bendras miesto aplinkos sąlygas, ekosistemų funkcijas ir biologinę įvairovę bei žmogaus poreikius ir lūkesčius. Daugėjant žinių apie miesto parkuose augančių augalų alergines savybes (D'Amato et al., 2007; Cariñanos et al. 2011; Green et al., 2018), reikia naujo požiūrio ir priimant sprendimus dėl želdynams tinkamų augalų asortimento, aplinkos priežiūros darbų organizavimo ar teritorijų užstatymo planavimo.

Pasaulio sveikatos organizacijos duomenimis (toliau - PSO) astma sergančių pacientų skaičius pasaulyje siekia 300 mln., o esant didėjimo tendencijoms tikimasi, jog iki 2025 m. ligonių skaičius gali išaugti iki 400 mln. (Panwakar, 2014). PSO yra susirūpinusi dėl pasaulyje didėjančios alerginių ligų naštos ir yra įsipareigojusi glaudžiau bendradarbiauti su įvairaus lygmens atsakingais asmenimis, skatinant vyriausybes ir politikos formuotojus nukreipti pastangas ir išteklius, kad alerginės ligos būtų pripažintos visuomenės sveikatos problema (PSO, 2014). Jau dabar apie 30 proc. pasaulio gyventojų kenčia nuo tam tikros formos alerginių reakcijų į žiedadulkes (de Weger et al., 2013). 2019 metais Lietuvoje alerginėmis ligomis sirgo daugiau miesto nei kaimo gyventojai (HI, 2020). Pagal apibendrintus alerginėmis ligomis Lietuvoje sergančiųjų asmenų statistinius duomenis (HI, 2014), Raseinių rajono savivaldybėje didžiausias alergijos pažeistų asmenų skaičius buvo 2014 metais ir siekė vidutiniškai 57,4 atvejo 1000 gyventojų.

Raseiniuose įvairios paskirties želdynai (parkai, skverai), įskaitant miesto pakraščiuose išsidėsčiusius miško paskirties, upelių slėnių žaliuosius plotus, želdynai užima 55,3 ha plotą, o tai sudaro 4,5 proc. miesto teritorijos (Raseinių miesto teritorijos bendrasis planas, 2008). Žaliųjų erdvių plėtra yra itin svarbi tiek už planavimą atsakingiems asmenims, tiek miestų gyventojams (Jim and Chen, 2006; Lee and Maheswaran, 2011; Kasprzyk et al., 2019b). Atsižvelgiant į plano sprendinius yra numatoma želdynų plėtra ir atnaujinimas, padidinant plotus apie 19 proc. (233 ha ploto). Želdynų plėtra, atnaujinimas numatomas tiek miesto centrinėje dalyje, kurioje gyventojai daugiausia praleidžia laisvalaikį, tiek už jos ribų. Informacija apie alerginių žiedadulkių sklaidą dabartiniuose Raseinių želdynuose būtų veiksmingas rodiklis, vykdant želdynų plėtrą.

Darbo tikslas – įvertinti anemofilinių augalų žiedadulkių sklaidą Raseinių miesto želdynuose ir pasiūlyti sprendimų žiedadulkių krūviui sumažinti.

Uždaviniai:

1. Įvertinti ore pasklidusių žiedadulkių koncentraciją reprezentatyviose Raseinių miesto teritorijose.
2. Nustatyti meteorologinių veiksnių įtaką žiedadulkių koncentracijai vertintose teritorijose.
3. Pateikti pasiūlymų, padėsiančių priimti sprendimus dėl želdynų alerginio potencialo sumažinimo.

Temos naujumas ir aktualumas. Reprezentatyvių žaliųjų erdvių ore pasklidusių žiedadulkių kiekio įvertinimas ir ryšio su vietiniais augalais analizė Raseinių mieste buvo atlikta pirmą kartą. Siejant meteorologinių elementų ir mėginiuose surinktų žiedadulkių duomenis tarpusavyje, nustatytos tendencijos leidžia geriau suprasti želdinių vaidmenį želdynuose. Šio darbo metu gautos naujos žinios galėtų būti naudojamos želdinių atrankai ir želdynų tvarkymui Raseinių mieste ir visame rajone bei prisidėti kuriant gyventojams saugesnę aplinką. Tyrime pateiktos išvalgos galėtų būti taikomos teritorijoms želdinti, atnaujinti, plėsti ir kituose šalies urbanizuotose teritorijose.

Tyrimo rezultatai buvo aprobuoti tarptautinėje konferencijoje „Jaunasis tyrėjas išmaniajai visuomenei“ (7 priedas).

1. MOKSLINĖS LITERATŪROS ANALIZĖ

1.1. Klimato ir biologinės įvairovės kaita

Dabartiniu metu neabejojame dėl antropogeninių veiksnių sukeltos oro taršos įtakos šiltnamio efektui ir klimato kaitai. Mokslinių tyrimų duomenimis (Damialis et al., 2019), klimato kaitos poveikis labiausiai paveikė aplinką ir biologinę įvairovę. Klimato kaita ir globalinis atšilimas turi įtakos kritulių kiekiui, intensyvumui ir dažnumui (D'Amato et al, 2020). Augalai ir gyvūnai, reaguodami į klimato kaitą, keičia savo geografinį arealą, sezoninę veiklą, migracijos ypatybes bei rūšių tarpusavio sąveiką (Kateris, Beggs, 2018). Oro kokybės, žemės, augalijos naudojimo pokyčiai, augalų įvairovė ir jų pasiskirstymas keitė žiedadulkių sezonus, žiedadulkių gausą (Kolek et al., 2021). Visuotinis atšilimas turi įtakos žiedadulkių sezono pradžiai, trukmei ir intensyvumui, taip pat žiedadulkių alergiskumui (D'Amato et al., 2015, Damialis et al., 2019). Auganti anglies dioksido (CO₂) koncentracija atmosferoje, gali paskatinti greitesnį ir intensyvesnį augalų augimą, paankstinti žydėjimą ir pakeisti trukmę (Ziska et al., 2009, D'Amato et al, 2020).

Medžių žiedadulkių išbarstymą lemia įvairūs veiksniai, įskaitant paros laiką, biologinius ir meteorologinius parametrus, tokius kaip žiedadulkių sezono eiga, temperatūra, santykinė drėgmė ir vėjo greitis (Nowosad 2016, Ojrzyńska et al., 2020). Žiedadulkių kiekis kinta ir dažnai priklauso nuo konkrečių metų meteorologinių sąlygų (Šaulienė ir kt., 2015). Žiedadulkių sklaidos ore sezono pradžios pokytis ir jo piko kaita ryškiausia tarp anksti pavasarį žydinčių augalų, nes jie į aukštesnę oro temperatūrą reaguoja labiau (Kolek et al., 2021). Tyrimai rodo, kad kylanti oro temperatūra (Kateris, Beggs, 2018) ir teigiama augalų reakcija į padidėjusį atmosferos CO₂ lygį, skatina fotosintezę ir reprodukciją bei gausesnę žiedadulkių kaip šių reiškinių pasekmę (D'Amato et al, 2015). J. Nowosad (2016) teigia, kad ir nedideli temperatūros pokyčiai, gali turėti reikšmingos įtakos įprastam žydėjimo režimui. Jis pranešė, kad žiedadulkėms pabirti iš kuokelių padeda nedidelio vėjo kuriama šiluminė konvekcija ir turbulencija. Visgi, žiedadulkių atsiskyrimą nuo augalo ir pasklidimą ore indukuoja, tam tikros slenkstinės ribos. Jei vėjo greitis viršija 5 m/s, tuomet nebeturi įtakos žiedadulkių atsipalaidavimo greičiui (Sofiev et al, 2013). Savo tyrime M. Puc ir I. Kasprzyk (2013) nustatė neigiamą koreliaciją tarp santykinės drėgmės ir alksnio (*Alnus Mill.*) žiedadulkių koncentracijos ore daugelių tirtų sezonų, L. Menutas su bendradarbiais (2014) nustatė, kad kritulių kiekis, drėgmė ir temperatūra reikšmingai koreliuoja žiedadulkių koncentraciją: kuo temperatūra aukštesnė, tuo greičiau augalai pražysta ir tuo anksčiau į aplinką paleidžiamos žiedadulkės. Oro tarša gali įvairiais būdais paveikti alergenų (Galán et al., 2017) ir alergiškus asmenis, todėl užterštoje aplinkoje imuninė reakcija tampa aštresnė ir pasunkina alergiško asmens sveikatos būklę (Barta et al, 2007). Schiavoni su kolegomis (2017) parodė, kad

tiesioginiai oro teršalai, tiek ir kietosios dalelės sustiprina alerginį įsijautrinimą žiedadulkėms ir prisideda prie astmos simptomų paūmėjimo.

1.2. Vėjadulkių augalų žiedadulkių alergeniškumas pagal alerginių savybių analizę

Žiedadulkė yra žiedinių augalų mikrospora arba vyriškasis augalų lytinio dauginimosi pradai, gamtoje nešantis rūšies genetinę informaciją. Šis kuokelio dulkinėje susidarantis augalo organas padeda augalams plisti ir išsitvirtinti Žemėje. Augalai, kurie yra prisitaikę, kad jų žiedadulkes perneštų vėjas ir / ar oro srovės, priskiriami anemofiliniams arba vėjadulkiams augalams, o kurių žiedadulkes perneša vabzdžiai – entomofiliniams ir tie, kurių žiedadulkių pernašai reikalingas vanduo - hidrofiliniams augalams (Green et al., 2018). Vėjadulkis augalas pagamina tūkstančius ar net milijonus žiedadulkių (Šaulienė ir kt., 2015). Žiedadulkės gali skirtis tiek forma, tiek dydžiu. Lu Xiaojian ir kt. (2021) atlikto tyrimo rezultatai parodė, kad morfologiniu atžvilgiu daugumos anemofilinių augalų rūšių žiedadulkės yra mažos (15,00–22,98 μm) ar vidutinio (25,90–49,90 μm) dydžio, lengvos, turi gana lygią, sausą paviršiaus ornamentiką, aptakios, o entomofilinių rūšių žiedadulkės yra sunkios, lipnios, vidutinio (29,50–48,05 μm) ir didelio (56,60–83,00 μm) dydžio, turi šiurkščius paviršiaus ornamentus. Evoliucinis prisitaikymas anemofilinių augalų žiedadulkių pernešimui yra būtina dauginimosi ir genetinių mainų tarp atokių populiacijų sąlyga (Golovko et al., 2021). Nors žiedadulkės dažniausiai nusėda netoli šaltinio (Green et al., 2018), jos gali nukeliauti didelius atstumus, nuo kelių šimtų metrų iki kelių tūkstančių kilometrų (Veriankaitė, 2010, Šaulienė ir kt., 2015). Lietuvoje pagrindinis žiedadulkių sezonas apima laikotarpį nuo kovo iki spalio mėnesio, o didžiausias pikas būna nuo balandžio iki gegužės mėnesio (Šaulienė et al., 2019).

Anemofiliniams augalams yra būdingi specifiniai baltymai, kurie rūšyje veikia kaip atpažinimo informacija. Jau daugiau nei 100 metų žinoma, kad per kvėpavimo takus ar gleivinę patekę į organizmą daliai visuomenės jie sukelia įsijautrinimą, alerginę reakciją ar astmos eigos paūmėjimą. Išskiriamos trys augalų grupės, pagal žydėjimo laiką, t. y. pavasarį, vasarą ir rudenį žydintys augalai, augantys gamtinėje ar urbanizuotoje aplinkoje. Augalai taip pat skirstomi net tik pagal žydėjimo laiką, bet ir alergines savybes, poveikį žmogaus sveikatai ar gyvenimo kokybei. Mokslininkai deklaruoja didėjančią alerginių žiedadulkių kiekį tam tikrose klimatinuose regionuose arba tam tikroms žiedadulkių rūšims (Ziello et al., 2012). Be to, to paties taksono augalų žiedadulkės vienose šalyse būna stipriai alergeniškos, kitose alergenų potencialas mažesnis (Buters et al., 2015). Neabejotina, kad didžiausią alergenų krūvį sukuria vietinių augalų išbarstytos žiedadulkės. Todėl, augalus parenkant viešųjų erdvių želdinimui urbanizuotose teritorijose, reikėtų

atkreipti dėmesį ne tik į dizaino ir augalų priežiūros aspektus, bet įvertinti alergeninį sodinamo taksono potencialą.

Lietuvoje alergines reakcijas gali sukelti beržo (*Betula L.*), lazdyno (*Corylus L.*), kiečio (*Artemisia L.*), skroblo (*Carpinus L.*), alksnio, uosio (*Fraxinus L.*), gluosnio (*Salix L.*), ąžuolo (*Quercus L.*) genčių ir kiparisinių (*Cupreasaceae* Bartleti), miglinių (*Poaceae* R. Br. Bernhart) šeimų oru plintančios žiedadulkės (Šaulienė ir kt., 2015). Toliau pateikiama informacija apie alergeninius augalus remiasi informacija tinklalapio <http://pasyfo.lt/>, skirto iš alergijos rizikos prognozėms Lietuvoje ir kitų šaltinių.

Iš sumedėjusių augalų grupės, pagrindine alergizuojančias žiedadulkes barstančia augalų grupe yra *Betulaceae* Gray šeimos augalai. Jiems priklausančio beržo (*Betula L.*) genties augalų žiedadulkių sklaidos sezonas vyksta balandžio – gegužės mėnesiais, dar lapams skleidžiantis (Pasyfo, 2022a). Šis augalas, turi didžiausią alerginį potencialą (D'Amato et al., 2007). Beržų žiedadulkėse yra daugiau kaip 70 alergenų ir panalergenų (Allergome, 2022), tačiau svarbiausias yra *Betv1* homologas dėl kryžminės reakcijos (Asam et al., 2015, Dubakienė, 2019). Būdingos kryžminės reakcijos su lazdyno, alksnio, skroblo ir bukiečių (*Fagales* Engl.) šeimos augalų žiedadulkėmis bei kai kuriuo maistu (pvz., obuoliais, kaulavaisiais, riešutais, morkomis) (Pasyfo, 2022a). Tyrimais buvo įrodyta, kad beržų žiedadulkių alergeniškumas padidėja, esant aukštesnei temperatūrai (Bicakci, 2017). A. Picornell et al. (2019) teigia, kad Ispanijoje beržo žiedadulkių sezono piką ir pabaigą lemia nuo vasario mėnesio sukauptos šilumos, kai temperatūra pasiekia virš 10 °C, atvejų skaičius.

Skroblas yra kitas beržinių (*Betulaceae* Gray) šeimos augalų genties medis, galintis būti ir krūmo formos (Vilkonis, 2020). Žydi gegužės mėnesį. Žiedadulkių alergeniškumas žemas (Pasyfo, 2022b). Skroblo žiedadulkėse yra daugiau kaip 18 alergenų ir panalergenų (Allergome, 2022), tačiau Car b 1 išskiriamas kaip pagrindinis alergenas (Asam et al., 2015). Skroblo svarba alergologijoje siejama su kryžminiu aktyvumu su kitų augalų alergenais, pavyzdžiui beržo, alksnio, lazdyno bei su maisto alergenais: obuoliais, persikais, riešutais, migdolais, pomidorais, salierais ir morkomis (Kopacz-Bednarska et al., 2022). Skroblo žiedadulkės pasižymi santykinai silpnomis aerodinaminėmis savybėmis, todėl ore išlieka gana trumpą laiką, o tai riboja jų gebėjimą plisti toli (Puc et al., 2018).

Lazdynas lazdyninių (*Corylaceae* Mirb.) šeimos augalų genties anksti, dažnai pirmasis Lietuvoje pražįstantis dekoratyvinis krūmas ar medis (Vilkonis, 2020). Žiedadulkės pasižymi aukštu alerginiu potencialu. Žiedadulkes barsto sausio – kovo mėnesiais, prieš lapų skleidimąsi (Patalauskaitė, 2022). L. Grewling, su kolegomis (2014) mano, kad žiedadulkės ore gali pasirodyti pirmoje sausio mėnesio pusėje, jei vidutinė temperatūra gruodžio mėnesį dvi savaites būna

pakankamai $>3,0^{\circ}\text{C}$ ir atvirksčiai, ilgos-šaltos žiemos gali atidėti lazdyno žiedadulkių sezoną iki balandžio pradžios. Lazdyno žiedadulkėse yra daugiau kaip 30 alergenų ir panalergenų (Allergome, 2022). Pagrindinis alergizuojantis baltymas yra *Cor a 1* tipo alergenai (Asam et al., 2015). Alergenai gali sukelti šienligę (Dubakienė, 2019). Dalis baltymų dėl kryžminės reakcijos, sukelia maisto alergiją (Allergome, 2022).

Kartu su lazdynais dėl ankstyviausiai pražįstančio augalo konkuruojantys alksniai yra dar viena beržinių šeimos augalų gentis (Vilkonis, 2020). Vietinių augalų žiedadulkių sklaidos sezonas prasideda kovo – balandžio mėnesiais, prieš skleidžiantis lapams (Pasyfo 2022c), bet ore Lietuvoje aptinkama anksčiau dėl su oro masėmis atkeliaujančių iš piečiau esančių Europos teritorijų. G. D'Amato su kolegomis (2007) teigia, kad alksnio žiedadulkės turi aukštą alergeniškumo potencialą. Allergome (2022) duomenimis, žiedadulkėse nustatyti 3 alergenai ir 2 panalergenai. Pagrindinis alergenai - *Aln g1* (Asam et al., 2015), kuris daugiau kaip 90% identiškas su *Bet v1* alergenai (Pasyfo 2022c). Tiek lazdyno, tiek alksnio žiedadulkių alergenai gali kryžmintis su beržo žiedadulkėmis, todėl kai kurie beržų žiedadulkėms jautrūs asmenys, gali įsijautrinti lazdyno žydėjimo metu.

Nuo kovo pabaigos, kartu su beržinių šeimos augalais žydi gluosniai. Jiems būdinga ne tik anemofilinio tipo apsidulkinimo strategija, nes žiedadulkių pernašoje dalyvauja ir vabzdžiai. Šių gluosninių (*Salicaceae* Mirb.) šeimos augalų žiedai redukuoti, sutelkti į žirginius pavasari, patraukia vabzdžius ryškiais kuokeliais (Sinkevičienė, 2022), bet pagrindinį žiedadulkių kiekį perneša vėjas. Žiedadulkių alergeniškumas žemas, tačiau, kaip teigia J. Ślusarczyk et al., (2021), galimos kryžminės reakcijos tarp gluosnių ir tuopų žiedadulkių, kurie atstovauja tą pačią šeimą. Žydėjimo sezonas dažniausiai apima kovo - balandžio mėnesius (Pasyfo, 2022d). Gluosnio žiedadulkėse yra 5 galimi alergenai (Allergome, 2022).

Iki išskleidžiant lapus žydinčios tuopos (*Populus* L.) taip pat gluosninių šeimos augalų gentis vyriški ir moteriški žiedai susitelkę į žirginius. Medžiai žydi balandžio – gegužės mėnesiais. Alergenų duomenų bazės Allergome (2022) duomenimis, žiedadulkėse yra 8 galimai alergizuojantį poveikį turintys baltymai. Nors žiedadulkių alergeniškumas žemas (Pasyfo, 2022e), tačiau Kinijoje žiedadulkės yra laikomos svarbiu aeroalergenu, sukeliančiu sunkias alergines ligas (Wang et al., 2018).

Uosio alyvmedinių (*Oleaceae* Hoffmanns. Et Link) šeimos medžių ir krūmų genties augalai žydi kiek vėliau už minėtuosius, t. y. gegužės mėnesį žiedynai susitelkę šluotelėse šakų galuose ar lapų pažastyse. Žiedadulkių alergeniškumas žemas (Pasyfo, 2022f), bet uosio žiedadulkėse aptinkama daugiau kaip 10 alergenų ir panalergenų (Allergome, 2022), o pagrindiniu

laikomas alergenais Fra e 1. Literatūros šaltinių duomenis, galimos uosio kryžminės reakcijos su kitais giminingais alyvmedinių šeimos augalų žiedadulkėmis (Castiñeiras et al., 2019).

Gegužės mėnesį pradeda žydėti ir žiedadulkes barstyti ąžuolai. Šie bukinių (*Fagaceae* R. Br.) šeimos augalai Lietuvoje žydi iki birželio mėnesio, tačiau M. Reico et al. (2018) žymi juos galint žydėti anksčiau ar vėliau, priklausomai nuo augalų geografinio paplitimo. Manoma, kad ąžuolas yra šiek tiek alergizuojanti rūšis, kurios klinikinė svarba yra vidutinė (Kopacz-Bednarska et al., 2022). ąžuolo žiedadulkės turi 8 alergenų (Allergome, 2022), tačiau pagrindinis alergizuojantis baltymas yra *Que a1* tipo alergenais (Asam et al., 2015). ąžuolas pasižymi kryžminiu aktyvumu su kitais žiedadulkių tipais, tokiais kaip beržo, alksnio, buko genties ar miglinių šeimos augalų žiedadulkėmis (D'Amato, 2007; Recio et al., 2018).

Alergeniniu požiūriu mažai aktyvios pušys (*Pinus* L.) - pušinių (*Pinaceae* Lindley) šeimos medžių gentis, kurios augalai žydi gegužės - birželio mėnesiais. Tai didžiausiai žiedadulkes, lyginant su kitais anemofilinių augalų grupės taksonais, barstantys augalai. Išskiriami 2 pagrindiniai pušies augalų maisto alergenais: Pin k 2, Pin p 1. Literatūroje rašoma, kad turi kryžminį reaktyvumą su miglinių augalų baltymais (Cariñanos, Casares-Porcel, 2011) todėl gali dirginti gleivinę, ypač akių, sukeldami svetimkūnio akyje jausmą.

Metų bėgyje, vėliausiai iš oro mėginiuose surenkamų medžių žiedadulkių, galima aptikti liepų (*Tilia* L.) liepinių (*Tiliaceae* Juss) šeimos augalų gentis. Žydi birželio – liepos mėnesiais. Liepos žiedadulkės turi vieną galimai alergizuojantį baltymą Til c (Allergome, 2022). Nors žiedadulkių alergenaiškumas žemas, tačiau įkvėpus gali sukelti alergiją (Dąbrowska-Zapart et al., 2020).

Alergines reakcijas sukelia ne tik medžių, bet žolinių augalų žiedadulkės. Vieni iš žinomiausių šienligės sukėlėjų yra miglinių augalų šeima. Alergeniniu požiūriu tai yra labiausiai paplitusi vėjo apdulkinamų augalų šeima visame pasaulyje (Damialis et al., 2019). Alergenų duomenų bazės duomenimis (Allergome, 2022), aprašyta daugiau kaip 450 galinčių alergizuoti šios šeimos augalų alergenų bei panalergenų. Žiedadulkės yra labai alergenaiškos (González-Fernández et al., 2022), sukelia šienligę, iššaukia astmos priepuolius. Lietuvoje dažniausiai alergiją sukelia motiejuko, šunažolės, rugių, miglės, eraičino, žiedadulkėse esantys alergenais. Žydėjimas apima gegužės – rugsėjo mėnesius (Bogawski et al., 2014).

Alergeniniu požiūriu vidutinišką potencialą, turintis gyslotis (*Plantago* L.) priklauso gyslotinių (*Plantaginaceae* Juss) šeimos augalų genčiai. Paprastai žiedadulkių sezonas prasideda birželio mėnesį ir baigiasi spalio mėnesį (Pasyfo, 2022g). Ši augalų šeima žiedadulkėse turi 10 alergizuojančių baltymų, tačiau pagrindiniai alergizuojantys - Pla l 1, Pla l 2 (Allergomy, 2022).

Rūgtinių (*Polygonaceae* Juss) šeimos augalų genties - augalas rūgštynė (*Rumex* L.) žydi nuo gegužės iki rugsėjo mėnesio. Žiedadulkių alergeniškumas žemas (Pasyfo, 2022i). Manoma, kad šios augalų šeimos žiedadulkės dėl galimų alergeno poveikio išskiria 3 alergizuojančius baltymus (Allergomy, 2022). Didesniu alergeniniu potencialu nei rūgštynė pasižymi astrinių (*Asteraceae* Dumort.) šeimos augalų genčiai priklausantis Kietis (*Artemisia* L.) ir Kiaulpienė (*Taraxacum* F. H. Wigg.). Kietis yra tipiška ir plačiai paplitusi piktžolė (Ščevková et al., 2021), labai alergiškas, sklaida paprastai būna liepos - rugsėjo mėnesiais (Pasyfo, 2022i). 140 cm aukščio kiečio augalas turi vidutiniškai 4987 žiedynų ir gamina apie $3,19 \times 10^9$ žiedadulkių (Šikoparija et al., 2012).

Dilgelė (*Urtica* L.) dilgelinių (*Urticaceae* Juss) šeimos augalų gentis. Žiedadulkių sklaidos sezonas prasideda nuo liepos iki rugsėjo mėnesio. Dilgelių žiedadulkės nealergeniškos (Pasyfo, 2022y). Lietuvoje savaime paplitę du dilgėlės genties augalai: didžioji dilgelė (*Urtica dioica* L.) ir gailioji dilgelė (*Urtica urens* L.), kuri yra daržų ir kiemų piktžolė. Alergenines žiedadulkes produkuojanti dilgelinių augalų šeimai priklausanti sienžolė (*Parietaria* L.) turi alergizuojančių 18 alergenų bei panalergenų, pagrindiniai iš jų yra Par j 1, Par j 2, Par j 3, Par j 4, Par o 1, Par m 1 (Allergomy, 2022).

Aukščiau paminėti augalai yra ne visi, kurių žiedadulkių įkvėpus sukiamas įsijautrinimas ar pasireiškia alerginės reakcijos. Literatūros apžvalgoje šiems augalams skirta daugiau dėmesio, nes vertintose Raseinių miesto aplinkose tokių taksonų žiedadulkių buvo aptikta daugiausiai. Paminėtina, kad tyrimų analizėje žiedadulkių sklaida vertinama ne tik teritoriniu aspektu, bet ir atsižvelgiant į augalų gyvenimo formą, t. y. suskirstant į sumedėjusius augalus ir žolinius augalus.

1.3. Įkvepiamų alergenų poveikis gyvenimo kokybei

Anemofilinių, skirtingai nuo hidrofilinių ar entomofilinių, augalų žiedadulkėse esantys specifiniai baltymai - alergenai, gali sukelti alergines reakcijas, kvėpavimo sutrikimus ar kitas su kvėpavimo sistema susijusias sveikatos pažaidas, žiedadulkėms alergiškiems asmenims. Alergenas – tai antigenas, kuriam patekus į organizmą pradeda gamintis antikūniai (imunoglobulinai- IgE) arba specifiskai jautrūs limfocitai (Tamošiūnas ir kt., 2012). Asmenis, kurių imuninė sistema alergenų atpažįsta kaip pavojingus įsibrovėlius pradeda gaminti antikūnius – jautriams alergenams. Antikūnai, sąveikaudami su alergenais sukelia įsijautrinimą – alerginį uždegimą (Bousquet et al., 2012). Jautriems asmenims nemalonus pojūčius sukelia skirtingas žiedadulkių kiekis. Remiantis moksliniais tyrimais, pirminius nemalonus pojūčius, primenančius alerginio rinito požymius, asmenys patiria, kai beržo žiedadulkių skaičius per parą siekia 35

žiedadulkių /m³ (de Weger et al., 2013). H. Ojrzyńska (2020) teigimu pirmieji simptomai alksnio žiedadulkėms pasireiškia, kai per parą pasiekia 45 žiedadulkių/m³, D' Amato et al. (2007) mano, kad miglinių augalų žiedadulkės rinito požymius asmenims gali sukelti 50 žiedadulkių m³.

Padidėjus alergizuojančių augalų žiedadulkių produkcijai, jų gausumui aplinkos ore (Damialis et al, 2019), kinta ir didėja alerginių ligų sunkumas ir dažnumas (Higienos institutas, 2020). Pasak G. D'Amato et al. (2007) žiedadulkių alergija turi didelį klinikinį poveikį visoje Europoje ir yra daug įrodymų, kad per pastaruosius dešimtmečius žiedadulkių sukeltų kvėpavimo takų alerginių reakcijų paplitimas Europoje didėjo. Alergija žiedadulkėms dėl padidėjusio paplitimo ir susijusių išlaidų dabar yra svarbi visuomenės sveikatos problema tiek išsivysčiusiose, tiek besivystančiose šalyse (Damialis et al, 2019). Laipsniškas visuotinis alerginių ligų naštos didėjimas paveikė industrinį pasaulį (Ziello et al, 2012, Vandenplas et al., 2018). Alerginės ligos riboja kasdieninę žmogaus veiklą ir blogina gyvenimo kokybę. Alergija ne tik sutrikdo asmens gyvenimo ritmą, ji yra didelė ekonominė ir socialinė našta pacientams ir jų šeimos nariams (Brożek et al., 2016). Alergijos žiedadulkėms kaina – pablogėjęs darbingumas, nes dėl didelio įsijautrinimo sergantys asmenys blogai jaučiasi, neišsimiega. Asmenims kartais tenka imti nedarbingumo dienas, dažniau lankytis pas gydytojus konsultacijoms ir išlaidos vaistams generuoja aukštas socialines - ekonomines išlaidas (Cardell et al., 2016).

Klinikinėje praktikoje alergija žiedadulkėms gali pasireikšti įvairiomis reakcijos formomis, pavyzdžiui tai gali būti alerginis rinokonjunktivitas, dilgėlinė, anafilaksija, atopinis dermatitas (egzema), kontaktinis dermatitas, alerginė astma (Halken et al., 2017). Astma sergantys vaikai yra dar jautresni dėl jų uždegiminių ir hipereaktyvių kvėpavimo takų (D' Amato et al., 2015). Kvėpavimo takų ligų, tokių kaip alerginis rinitas (įprasta šienligė) ir astma, dažnis ir paplitimas gali būti susiję ne tik su oro tarša ir gyvenimo būdo pokyčiais, bet ir su realiu alergizuojančių žiedadulkių kiekio ore padidėjimu (Ziello et al, 2012). Klimato kaita gali prisidėti prie šių pokyčių, tačiau neatrodo, kad padidėjusi temperatūra būtų pagrindinis veiksnys (Ziello et al., 2012).

R. Panwakar (2014) teigia, kad Pasaulio sveikatos organizacijos duomenimis (PSO) astma sergančių pacientų skaičius pasaulyje siekia 300 mln., o esant didėjimo tendencijoms prognozuojama, jog iki 2025 m. ligonių skaičius gali išaugti iki 400 mln. 30 proc. pasaulio gyventojų kenčia nuo tikros formos alerginių reakcijų į žiedadulkes (Cariñanos et al., 2017). PSO yra susirūpinusi dėl pasaulyje didėjančios alerginių ligų naštos ir yra įsipareigojusi glaudžiau bendradarbiauti su įvairaus lygmens atsakingais asmenimis, skatinant vyriausybes ir politikos formuotojus nukreipti pastangas ir išteklius, kad alerginės ligos būtų pripažintos visuomenės sveikatos problema (PSO, 2014).

Analizuojant apibendrintus alerginėmis ligomis Lietuvoje sergančiųjų asmenų statistinius duomenis (HI, 2014), nustatyta, kad Raseinių rajono savivaldybėje didžiausias alergijos pažeistų asmenų skaičius buvo 2014 metais ir siekė vidutiniškai 57,4 atvejo 1000 gyventojų. Vėlesniais metais rajone sergančiųjų alergijos ligomis asmenų skaičius sumažėjo, tačiau, padidėjusiu ligotumu Raseinių rajono savivaldybėje išsiskyrė 2019 m. sezoniniu alerginiu rinitu bei alergine astma. 2017 m Lietuvoje alergijas gydėsi 89 tūkst. asmenų, o 2019 m. – 85 tūkst. asmenų (HI, 2018, HI, 2020). Didžiausias Lietuvoje sergančiųjų ligotumas registruotas dėl alerginio rinito, atopinio dermatito, alerginės astmos, konjunktyvito (1 lentelė) ligų.

1 lentelė

Ligotumas alerginėmis ligomis Lietuvoje, 2017 m. (HI, 2018), 2019 m (HI, 2020)

Ligos pavadinimas	Ligotumas 10 000 gyv., %	
	2017 m	2019 m
Alerginis rinitas	31	34
Atopinis dermatitas	28	27
Alerginė astma	26	24
Konjunktyvitas	3	4
Augalų sukeltas kontaktinis dermatitas	1	1

Higienos instituto 2020 m. ataskaitoje pažymėta, kad Lietuvoje 2019 metais alerginėmis ligomis sirgo daugiau miesto nei kaimo gyventojų. Daugiausia sergančiųjų alerginiu rinitu bei alergine astma buvo 10-14 m. amžiaus asmenų grupėje, konjuktyvito atvejų daugiausiai registruota 0-4 mėnesių vaikams (HI, 2020). Sergančiųjų asmenų amžiaus intervalas varijuoja nuo 4 mėnesio vaiko iki 85 metų amžiaus asmens.

1.4. Miesto žaliosios erdvės teikiamos ekosistemų paslaugos ir jų svarba visuomenei

Miesto žalioji erdvė yra esminis miesto aplinkos elementas, teikiantis įvairaus pobūdžio ekosistemų paslaugas miesto gyventojams šaltinis (Ugolini et al., 2020 Noszczyk et al., 2022). Viena iš pagrindinių šių žaliosios infrastruktūros elementų funkcijų – pagerinti oro kokybę, mažinant dujų ir kietųjų dalelių (KD) buvimą aplinkos ore (Dzierżanowski et al., 2011). Šios miesto ekosistemų sudedamosios dalys prisideda prie darnaus vystymosi, kraštovaizdžio ir gyvenimo kokybės (Jim and Chen, 2006), reguliuoja mineralų ciklus, palaiko dirvožemio

formavimasi (Kasprzyk et al., 2019a). Manoma, kad augalija slopina akustinę triukšmą, suteikia natūralių garsų ir kvapų (Kasprzyk et al., 2019b).

Miesto žaliosios erdvės ne tik daro didelę poveikį gyventojų gerovei, bet ir, nepaisant kultūrinių skirtumų, suteikia didelę teigiamą poveikį visuomenės fizinei ir psichinei sveikatai. Apsilankymai parkuose yra naudingi nutukusių, diabeto, širdies ir kraujagyslių problemų turinčių žmonių sveikatai, skatina fizinę aktyvumą ir socialinę sanglaudą (van der Berg et al., 2010), taip pat pagerina psichinę sveikatą, savijautą ir nėštumo rezultatus (van den Bosch, 2017). E. A. Richardsonas ir R. Mitchellas (2010), ištyrę Didžiosios Britanijos gyventojų fizinę būklę, nustatė, kad vyrai, kurių gyvenamojoje aplinkoje daug žalių erdvių; rečiau skundžiasi širdies ir kraujagyslių ligomis, nei tie, kurių gyvenamojoje aplinkoje nėra žaliųjų erdvių, G. N. Bratman et al. (2015) nustatė, kad žaliosios aplinkos poveikis tiesiogiai veikia nervų sistemos aktyvumą ir užkerta kelią depresijai. M. G. Berman et al. (2012), C. J. Gidlow et al. (2016) parodė, kad pagerėjo atmintis ir dėmesys po vaikščiojimo natūralioje aplinkoje, palyginti su vaikščiojimu miesto urbanizuotomis gatvėmis. Van den Bosch (2017) tyrime įvardijo, kad psichinės sveikatos rezultatai labiau pagerėjo dėl fizinio aktyvumo žalioje zonoje, palyginant su sportavimu salėje bei pažymėjo, kad gamta suteikia galimybę psichologiškai atsigauti ir apmąstyti, taip atkuriant psichinio dėmesio gebėjimus ir gali suvaidinti ypatingą reikšmę ir pagyvenusių žmonių gyvenime. Kaip teigia H. Samawi (2013), vaikščiojimas ar važinėjimas dviračiu į žaliasias erdves gali skatinti fizinę aktyvumą ir sumažinti nutukimo tikimybę, sustiprinti kaulus, raumenis, pagerinti širdies darbą ir plaučių funkcijas.

Vertinant socialinės sanglaudos aspektą, žmonės, gyvenantys arčiau gamtos, jaučiasi mažiau vieniši, daugiau bendrauja su kaimynais (Zijlema et al., 2017). Tyrimai parodė - socialinė sanglauda kaimynystėje ypač svarbi vyresnio amžiaus žmonėms (Elliott et al., 2014): jie nori žaliojoje erdvėje pasėdėti, atsipalaiduoti, susitikti su kitais asmenimis. Analogiškai ir vaikus veiklos lauko žaliosiose erdvėse veikia teigiamai, sukuria papildomų kūrybinių emocijų, skatina ir gerina vaikų bendravimo įgūdžius ir santykius, o tai besąlygiškai paliečia ir jų tėvus.

Miesto žaliosios erdvės vaidino pagrindinį vaidmenį COVID-19 ligos sukeltos pandemijos metu, teikdamos ekosistemų paslaugas, susijusias su sveikata, rekreacija ir laikinai apribotu visuomenės gyvenimu (Noszczyk et al., 2022). Atliekant pirmosios izoliacijos poveikio ir žaliųjų erdvių poreikio (Ugolini et al., 2020) anketinį tyrimą bendrai tirtų šalių (Kroatijos, Izraelio, Italijos, Lietuvos, Slovėnijos ir Ispanijos) korespondentai įvardijo, kad žaliosiose erdvėse geidžiamiausios veiklos pandemijos metu buvo fiziniai pratimai ir atsipalaidavimas, gamtos stebėjimas, vaikų išvedimas į lauką ir šunų vedžiojimas. Rezultatai taip pat parodė, kad lankantis žaliosiose zonose lygiagrečiai buvo svarbūs kai kurie miesto infrastruktūros aspektai, tokie kaip

pėsčiųjų takai, saugumas ir apsauga nuo eismo (triukšmo). Tyrimo metu Lietuvos respondentų atsakymai išsiskyrė noru keliauti pėsčiomis, o ne automobiliais, toliau už miesto ribų. Panašus tyrimas analizuojant želdynų lankymosi priežastis buvo atliktas ir Krokuvoje (Noszczyk et al., 2022). Respondentai išreiškė norą COVID-19 pandemijos metu pasivaikščioti dėl bendros savijautos gerinimo ir lengvo želdynų pasiekiamumo (galima pasiekti pėsčiomis) bei poreikį bendrauti su gamta ir streso lygio mažinimą.

Žaliųjų erdvių prieinamumas yra svarbus veiksnys, siekiant žaliųjų erdvių panaudojimo žmonių fiziniam aktyvumui gerinti (Lee and Maheswaran, 2011). Van den Bosch et al (2017) atliktas tyrimas parodė, kad patrauklumas pasireiškia, kai miesto žaliosios erdvės nuo asmens nutolusios linijiniu ne daugiau, kaip 300 metrų atstumu, o želdynų ploto dydis turėtų būti ne mažesnis kaip 1 ha. Van den Berg et al. (2010) turi kitą nuomonę ir deklaruoja, kad želdynai turėtų būti nutolę nuo gyvenamosios aplinkos apie 3 km, nes didesnis atstumas nuo savo gyvenamosios aplinkos žmonėms suteikia galimybes apmąstyti ir susitelkti, o ši aplinkybė neįmanoma (nėra buferinio poveikio), kai želdynai yra arčiau, pavyzdžiui, 1 km. atstumu.

Apibendrinant atliktą mokslinių šaltinių analizę, reikia pažymėti, kad miesto žaliosios erdvės suteikia tiesioginės ir netiesioginės rekreacijos paslaugas, gerina aplinkos kokybę ar kelia socialinę vertę, o visa tai kartu sukuria ekonominę naudą. P. Harnir ir J. L. Cromton (2014) atliktas tyrimas parodė, jog miesto žaliosios erdvės teikia ir ekonominę vertę miestams, įskaitant jų kaimynystėje esančio nekilnojamojo turto vertės padidėjimą, t. y. daugelis žmonių yra pasirengę mokėti daugiau už turtą, esantį netoli parko, nei už namą, kuris nesiūlo šio patogumo. Kraštovaizdžio sutvarkymas apsodinant medžiais yra ekonomiškai naudingas vietos valdžios institucijoms, kad jos galėtų pritraukti naujų gyventojų, lankytojų.

1.5. Žaliųjų erdvių, želdynų tvarkymo, plėtros ir priežiūros teisinis reglamentavimas

Želdynų priežiūros vadybos sistema, paremta patvirtinta politika ir poįstatyminiais teisės aktais. Miesto žaliosios erdvės yra pagrindinis šiuolaikinių miestų planavimo elementas, natūrali aplinka. Sukurtos rekreacinės vietovės tenkina žmogaus poreikius, gerina gyvenimo kokybę, gerovę, skatina sveiką gyvenseną vietos gyventojams. Tačiau planavimo trūkumas projektuojant miesto erdves ir renkantis santykinai dekoratyvias, bet svetimžemes rūšis buvo vienas iš veiksnių, sukeliančių vieną iš labiausiai paplitusių miesto gyventojų ligų - žiedadulkių alergiją (Cariñanos, Casares-Porcel, 2011). Žaliųjų erdvių plėtra yra itin svarbi tiek už planavimą atsakingiems asmenims, tiek miestų gyventojams (Kasprzyk et al., 2019b). Priemonės žiedadulkių paskleistiems alergenams mažinti gali būti įgyvendinamos įvairiomis gamtinių objektų integracijos į

urbanizuotas teritorijas formomis ir sprendimų priėmimo lygmenimis: planuojant ir projektuojant, tvarkant ir valdant bei stiprinant miesto žaliosios infrastruktūros elementus (P. Cariñanos et al., 2017).

Vertinant pasauliniu mastu alergizuojamų augalų sodinimą, priežiūrą yra analizuojama daugybėje mokslinių straipsnių. P. Cariñanos su bendraminčiu Casares-Porcel (2011) pateikė rekomendacijas sveikų žaliųjų erdvių planavimo ir projektavimo srityje, pažymėdami, jog reikėtų didinti miestų biologinę įvairovę, kontroliuoti egzotinių ir kitų naujų rūšių įvedimą, laikytis minimalių sodinimo atstumų tarp medžių ir pastatų be abejo taip pat užtikrinti, kad alergeniškos augalų rūšys būtų sodinamos vietovėse, esančiose toliau nuo gatvių, namų. Taip pat atkreipiamas dėmesys, jog reikėtų sumažinti skirtingų žiedadulkių tipų kryžminį reaktyvumą, bei numatyti, kad teisės aktuose būtų nustatytos miesto žaliųjų erdvių, turinčių mažą alergijos poveikį, projektavimo gairės, o į planavimo etapus įtraukti aerobiologijos srities ekspertus, specialistus. Vėliau P. Cariñanos su kolegomis (2017) rekomenduojamų priemonių sąrašą papildė ir pasiūlė, introdukuoti tas augalų rūšis, kurios turi trumpą žiedadulkių sezoną bei savalaikiai atlikti želdinių genėjimo darbus. J. B. Green su kolegomis (2018) mano, kad norint, jog būtų išvengta augalų rūšių, kurios gali sustiprinti sezonines alergijas jautriems asmenims, siūlo esamus anemofilinių rūšių augalus, keisti entomofiliniais, mažai alergenu gaminančiais želdiniais, sodinti dvinamių rūšių moteriškus augalus ir atsisakyti sodinti invazininių augalų rūšis. Jochner-Oette et al. (2018) nurodė, kad nors papildomų rūšių įvedimas didina rūšių įvairovę, tačiau ne visada gali sumažėti bendras parko augalijos alergenu potencialas, nes kai kurie taksonai padidina naujų įjautrinimų ir alerginių reakcijų paūmėjimo riziką.

Nuolatinis želdinių genėjimas ir savalaikė priežiūra mažina žiedadulkių gamybą ir emisiją (Cariñanos et al., 2011). 2019 m. Europos arboristikos taryba (European Arboricultural Council – EAC) išleido vadovą „Europos medžių priežiūra. Praktinis sodinimo genėjimo ir saugaus darbo praktikos vadovas“ (EAC, 2019). Jame pateiktos bendrosios rekomendacijos, atsižvelgiant į sodinukų kokybės kriterijus (t. y., į šaknų sistemą, į lają), pasirinkimo galimybes, dokumente taip pat apžvelgti sodinimo principai ir etapai, pateiktos želdinių įskaitant dekoratyvinius augalus, priežiūros (genėjimo) gairės ir būdai bei išskirti bendri saugos reikalavimai atliekant darbus. Tačiau vadove nėra aptariama, kokie galėtų būti rekomenduojami augalai sodinti, atsižvelgiant į mažesnę alergizavimą.

Šiuo klausimu, dėl žiedadulkių emisijos kontrolės, yra pažengęs Naujosios Meksikos Alburkerkės miestas, kurio savivaldybės taryba dar 1994 m., pasinaudojusi informacija, kad tam tikri medžiai ar krūmai barsto alergizuojančias žiedadulkes, kurios neigiamai veikia dalies gyventojų sveikatą ir gerovę, priėmė „Žiedadulkių kontrolės potvarkį“ (Code of Ordinances,

1994). Potvarkio 9 skyriaus 12 straipsnis reglamentuoja reikalavimą ženklinti medžius ir krūmus, atsižvelgiant į augalų alergeninį potencialą. Toks ženklėjimas leidžia patiekti gyventojams priimti sprendimus dėl augalų sodinimo, įskaitant kontrolę dėl draudimo parduoti ir pirkti vėjo apdulkinamus tam tikrų genčių, rūšių ar veislių medžius. Tuo pačiu Alburkerkės tarybos dokumentu numatytas vėjo apdulkinamų medžių inventorizavimas tiek privačiose, tiek viešosiose teritorijose, monitoringas bei visuomenės švietimas. Pažymėtina, jog už reikalavimų nesilaikymą gali būti skiriama bauda iki 500 dolerių.

Dar vienas panašus atvejis buvo ir Tempe mieste (Arizonos valstijoje, JAV). 2005 m. buvo priimtas zonavimo ir plėtros potvarkis (AZ, 2005), kurio 4-702 skirsnio dalyje buvo patvirtinti bendrieji miesto kraštovaizdžio standartai, ribojantys alergenes žiedadulkes gaminančių alyvmedžio (*Olea europaea* L.), šilkmedžio (*Morus alba* L.), guobos, gluosnio ar tuopos genties medžių sodinimą.

Lietuvoje dar iki LR želdynų įstatymo (LR Seimas, 2022) pakeitimo (t. y. iki 2021 m. lapkričio 1 d.) (toliau – Įstatymas) galiojo daugiau kaip 25 teisės aktai, kurie vienaip ar kitaip reglamentavo su želdinių tvarkymu, kūrimu, veisimu, stebėseną, apsaugą, projektavimu ar planavimo sritimi susiję poįstatyminiai teisės aktai. Pasikeitus Įstatymui, didesnė atsakomybė ir pareigos dėl želdynų apsaugos, tvarkymo, naudojimo, kūrimo ir plėtros perkeltos savivaldai. Kaip mano R. Aerts et al. (2021), kruopštus ir atsakingas medžių rūšių pasirinkimas svarbus miesto žaliųjų erdvių politikoje ir planavime, gali sumažinti neigiamą ir padidinti teigiamą poveikį gyventojams bei estetinį miesto pripažinimą (Vogt et al., 2017). Įrengiant viešuosius želdynus ir veisiant želdinius viešosiose erdvėse, gatvėse, privačiose valdose, Lietuvoje vadovaujamosi želdynų įrengimo ir želdinių veisimo taisyklėmis (LR Aplinkos ministerija, 2007a), sodmenų kokybės reikalavimais (LR Aplinkos ministerija, 2007b), statybos techniniu reglamentu STR 2.06.04:2014 „Gatvės ir vietinės reikšmės keliai. Bendrieji reikalavimai“ (LR Aplinkos ministerija, 2011). Pagal Lietuvoje patvirtintus sodmenų (medžių, krūmų ir lianų) kokybės reikalavimus yra reglamentuoti, minimalūs sodmenų kokybės reikalavimai viešiesiems želdynams įrengti ir želdiniams viešosiose erdvėse sodinti, atsižvelgiant į augalo aukštį, kamieno apimtį ir kitas morfologines charakteristikas ar atsparumą ligoms. Peržiūrėjus teisinį reglamentavimą, galima sakyti, kad dabartiniu metu Lietuvoje nei viename valstybės lygio teisės akte, išskyrus keletą savivaldybių, nėra atsižvelgta į augalų alergenes savybes ir žiedadulkių sklaidą. Tuo pačiu pažymėtina unikali iniciatyva Skuodo bei Radviliškio rajonų savivaldybėse, kurios turi tarybos sprendimu patvirtinusias želdynų ir želdinių apsaugos taisykles ir yra numačiusios draudimą sodinti urbanizuotoje aplinkoje augalus, barstančius alergenes žiedadulkes. (Skuodo rajono savivaldybė, 2022; Radviliškio rajono savivaldybė, 2022).

Atsižvelgiant į daugelio mokslininkų nuomonę, jog invazinių augalų naikinimas taip pat prisideda prie žiedadulkių emisijos mažinimo, žmogaus sveikatos gerinimo, Lietuvoje yra pavirtintas invazinių rūšių sąrašas (LR Aplinkos ministerija, 2016). Lietuvoje, dažniausiai miestuose, pasitaikančios invazinės rūšys: uosialapis klevas (*Acer negundo* L.), baltažiedė robinija (*Robinia pseudoacacia* L.). Želdynų ir želdinių savininkams ir valdytojams Įstatyme yra numatyta prievolė nenaudoti invazinių rūšių augalų želdynams įrengti ir nesodinti invazinių rūšių augalų, išskyrus istorinius želdynus. Invaziniai augalai nėra priskiriami saugotiniams ir jiems šalinti leidimas nereikalingas (LR Vyriausybė, 2018), jie naikinami vadovaujantis Invazinių rūšių kontrolės ir naikinimo tvarka (LR Aplinkos ministerija, 2022).

Nors LR želdynų įstatymas (LR Seimas, 2022) neseniai buvo pakeistas ir iki šiol keičiami su juo susiję poįstatyminiai teisės aktai, tačiau nėra imtasi atitinkamo teisinio reglamentavimo žiedadulkių emisijos kontrolei suvaldyti. Atsižvelgiant į daugelio mokslininkų padarytas išvadas, pateiktas pastabas ar rekomendacijas - teisės aktai, dokumentai susiję su želdinių veisimu, želdynų plėtra, planavimu ar priežiūra turėtų būti rengiami, bendradarbiaujant su kitos srities specialistais, ekspertais – aerobiologais.

2. DARBO OBJEKTAS IR METODAI

2.1. Darbo objektas

Raseinių miesto bendrą erdvinės kompozicijos plotą sudaro 1227 ha (Raseinių miesto teritorijos bendrasis planas, 2008). Statistikos departamento duomenimis (Oficialios statistikos portalas, 2022), Raseinių mieste 2021 metais gyveno 9503 gyventojų, iš kurių 0,8 proc. sudarė iki 1 metų amžiaus grupės gyventojai, o 1,6 proc. nuo 10 metų iki 14 metų grupės gyventojai.

Raseinių mieste žaliuosius plotus sudaro bendrojo naudojimo (urbanizuotų teritorijų viešosios erdvės — parkai, skverai, aikštės ir kiti želdiniai bei kapinių) teritorijos, miškai, šiuo metu žemės ūkio paskirtį turinčios teritorijos bei kiti mieste esantys žalieji plotai. Bendrai įvairios paskirties želdynai (parkai, skverai) mieste, kurie mažiau ar daugiau yra išnaudojami sudaro 44,85 ha ploto, o tai užima 3,6 proc. miesto teritorijos dalies. Visame mieste, įskaitant miesto pakraščiuose išsidėsčiusius miško paskirties, upelių slėnių žaliuosius plotus, želdynai sudaro bendrą 55,3 ha plotą, o tai užima 4,5 proc. miesto teritorijos (Raseinių miesto teritorijos bendrasis planas, 2008). Miesto gyvenamuosiuose kvartaluose dauguma želdynų sudaro pavieniai želdiniai. Miesto želdiniai, apimant po 35 lajinę augalų teritoriją, užima 3 proc. miesto teritorijos (Straigyte, 2008).

1 paveiksle pažymėta teritorija, kurioje išsidėstę pagrindiniai miesto skverai ir parkai. Aprašant tyrimo duomenis ir juos analizuojant, šios miesto centrinės dalies pavadinimas trumpinamas ir toliau naudojamas trumpinys – MCD.



1 pav. Raseinių miesto teritorijos planas su mėlynu apskritimu pažymėta centrine Raseinių miesto dalimi (Raseinių miesto teritorijos bendrasis planas, 2008). *MCD- miesto centrinė dalis

MCD esančiuose parkuose, skveruose iš aplinkinių daugiabučių ir kitų gyvenamųjų namų žmonės laisvalaikiu mėgsta vaikščioti, kadangi šie žalieji plotai apšviesti, lankytojų galima sutikti ir vėly vakarą arba ankstų rytą bėgiojančius ar kita aktyvia sportine veikla užsiimančius, savo augintinius vedžijančius asmenis. Čia periodiškai vyksta įvairios miesto ir rajono šventės, kultūriniai renginiai, kuriuose susirenka apie 500 - 1000 dalyvių. Sukurta infrastruktūra palanki rekreacijai: žaidimo aikštelėse žaidžia vaikai, krepšinio ir kitus sporto įrenginius naudoja sportuojantis jaunimas ir kiti gyventojai. Mieste yra 2 lopšeliai - darželiai, 6 kito tipo švietimo įstaigos, kuriose ugdomi vaikai iš aplinkinių teritorijų, 1 ligoninė bei 1 vaikų globos namai.

Siekiant gerinti žmonių darbo ir gyvenamosios aplinkos sąlygas, tenkinti visuomenės rekreacinius poreikius, palaikyti miesto teritorijos ekologinį stabilumą, vienam miesto gyventojui minimali atskirųjų rekreacinės paskirties želdynų plotų dalis turėtų sudaryti ne mažiau, kaip 20 m² (t. y., po 10 m² vietiniams ir centriniais želdynams) (LR Aplinkos ministerija, 2007c). Raseinių mieste šią normą atitinka tik centriniai želdynai, kur vienam gyventojui tenka 13,3 m². Bendras atskirųjų rekreacinės paskirties želdynų, įskaitant vejas ir gėlynus, plotas, tenkantis vienam gyventojui, mieste sudaro 126813 m² (Straigyte, 2008), kai turėtų pagal normas būti 190060 m² (LR Aplinkos ministro įsakymas, 2007).

Savivaldybės inicijuoto želdynų būklės vertinimo metu (Straigyte, 2008) nustatyta, kad mieste reikėtų papildomai reikėtų suformuoti vietinių (>85750 m²) želdynų, išdėstant grupėmis gyvenamuose kvartaluose, aptarnaujančiose gatvėse ir pritaikyti juos rekreacijai. Vietiniai želdynai turėtų būti įrengti ne toliau kaip 300 metrų nuo gyventojų (Raseinių miesto centrinės dalies detalusis planas, 2013). L. Straigytes pastebėjimu (2008), dalis miesto teritorijos ribose esantys želdynai negali būti priskiriami želdynų kategorijai, nes neįrengti takai, nesutvarkytos želdinių kompozicijos, kai kur yra tik pievos. Tuo pačiu pažymima, kad esamas žaliųjų plotų potencialas nėra pilnai išnaudojamas.

Vadovaujantis Raseinių miesto bendrojo plano sprendiniais (2008) yra numatoma želdynų plėtra ir atnaujinimas, padidinant plotus apie 19 proc. (233 ha ploto). Želdynų plėtra, atnaujinimas numatomas tiek miesto centrinėje dalyje, kurioje gyventojai daugiausia praleidžia laisvalaikį, tiek už jos ribų. Bendrai esami ir naujai numatomi želdynai mieste ir apy miestyje užimtų apie 23 proc. nuo bendro viso Raseinių miesto teritorijos ploto. Vietinius rekreacinius želdynus, kartu su vaikų žaidimo aikštelėmis numatyta įkurti šiuo metu neužstatytose teritorijose, įsiterpusiose tarp gyvenamųjų sklypų. Apsauginiai želdynai numatomi esamų ir planuojamų kapinių apsaugos zonose, Raseinių buitinių nuotekų valymo įrenginių apsaugos juostoje, vandens telkinių pakrančių apsaugos juostose. Išsamesnė esamų ir planuojamų želdynų plėtra detalčiau pavaizduota Raseinių miesto teritorijos bendrojo plano (2008) ekologinės dalies sprendinių

iškarpoje (1 priedas). Želdinių plėtra, konkretizuojanti naujus želdinius pagal augalų rūšį ar gentį, teritorijų planavimo dokumente nenumatyta.

Raseinių miesto želdinių inventorizacijos duomenimis (Straigyte, 2008) 2008 metais buvo inventorizuota 4853 želdinių ir jų grupių, iš jų ~70 proc. želdinių sudaro anemofilinių rūšies augalai, gaminančios didelius žiedadulkių kiekius (Cariñanos et al., 2011). Atsižvelgiant į tai, kad pagrindinės Raseinių miesto žaliosios erdvės susitelkę MCD, o pagal teritorijų planavimo dokumentą (Raseinių miesto teritorijos bendrasis planas, 2008) yra skiriamas didžiausias dėmesys, numatant želdinių plėtrą ir atnaujinimą, pagrindinėse miesto administracinėse ribose, tyrimui atlikti buvo pasirinkta nuolat gyventojų naudojama MCD ir jos prieigos. Šios rekreacinės paskirties žaliosios erdvės (parkai) MCD užima (kartu su miško paskirties želdynais) 18,811 ha ploto (2 lentelė).

2 lentelė

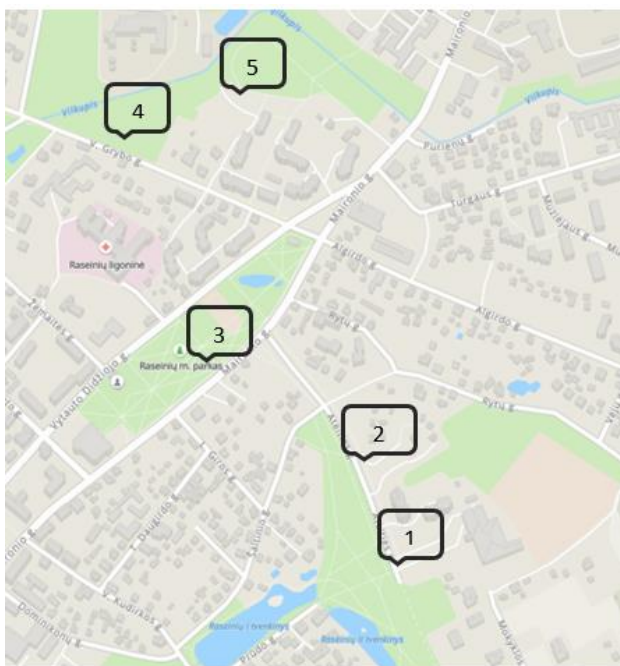
Raseinių miesto centrinės dalies teritorijoje esančios rekreacinės paskirties

žaliosios erdvės, želdynai. Parengta pagal Raseinių miesto želdinių inventorizaciją (Straigyte, 2008), Raseinių miesto teritorijos bendrąjį planą (2008), Raseinių miesto centrinės dalies detalųjį planą (2013)

Eil. Nr.	Pavadinimas	Plotas, ha	Vyraujančios medžių gentys, %	Želdinių polajinės dalies užimamas plotas (m ² /%)	Sukurta infrastruktūra taip (+)/ne(-)/ iš dalies (±)			
					sporto	žaidimo	renginių	takai, suolai
1.	Raseikos parkas	6,05	alksniai~24%, ąžuolai~4%, beržai~21%, liepos~10%, eglės~7%, klevai~7%, drebulės~5%, uosiai~5%, gluosniai~4%, pušys~4 %	4721/17	+	+	+	+
2.	Maironio parkas	3,718	klevai~33%, liepos~26%, uosiai~20%, ąžuolai~6%, guobos~5%, tuopos~3%	15700/34	+	+	+	+
3.	Valstybės atkūrimo 100-čio	7,85	beržai~74%, tuopos~6%, liepos~4%, uosiai~4%	Nėra duomenų	-	-	-	±
4.	Nepriklausomybės gynėjų aikštė	0,598	liepos~71%, klevai~10%, kaštonai~12%	Nėra duomenų	-	-	+	+
5.	Žemaičio aikštė	0,595	liepos~77%, beržai~13%, klevai ~ 7%	1990/33	-	-	+	+
Iš viso:		18,811						

Želdiniai auginami 50-yje miesto gatvių. Gatvių želdynuose lapuočių medžių – 91 proc., spygliuočių – 9 proc. Mieste gausiausiai auginamos lapuočių medžių rūšys: mažalapė liepa (*Tilia cordata* Mill.), paprastasis klevas (*Acer platanoides* L.), karpotasis beržas (*Betula pendula* Roth.), paprastosios alyvos (*Syringa vulgaris* L.), didžialapė liepa (*Tilia platyphyllos* Scop.), paprastasis ąžuolas (*Quercus robur* L.), uosialapis klevas (*Acer negundo* L.), paprastasis uosis (*Fraxinus excelsior* L.), o iš spygliuočių – paprastoji eglė (*Picea abies* (L.) H. Karst.), paprastoji pušis (*Pinus sylvestris* L.), vakarinė tuja (*Thuja occidentalis* L.) ir dygioji eglė (*Picea pungens* Engelm.). Augalų vardai ir jų autoriai tikslinti pagal Tarptautinį augalų vardų sąvadą (IPNI, 2022).

Anemofilinių augalų žiedadulkių sklaidos analizei atlikti buvo nuspręsta bioerozolio mėginius rinkti ciklonine oro gaudykle penkiose MCD vietose (2 pav., 1 priedas), skirtose visuomenės poreikiams tenkinti vystomuose rekreacinės paskirties želdynų plotuose. Surinktos žinios apie alergenes žiedadulkes barstančius augalus ir žiedadulkių sklaidą tyrimo vietose bus vienas iš argumentų padėsiančių plėtoti ir atnaujinti plotus mažiau alergizuojančiais augalais.



2 pav. Tyrimo vietų Raseiniuose, kuriuose 2021 m. atliktas žiedadulkių kiekio matavimo išdėstymas (žemėlapis iš Raseinių miesto bendrasis planas, 2008). 1 – Raseikos parko rytinė dalis (LKS koordinatės 444632, 6138769), 2 – Raseikos parko šiaurės rytų dalis (LKS koordinatės 444591, 6138935), 3 – Maironio parko pietinė dalis (LKS koordinatės 444332, 6139035), 4 – 100-čio parko rytinė dalis (LKS koordinatės 444256, 6139396), 5 – Šiaurės rytų dalis (LKS koordinatės 44397, 6139466). Daugiau informacijos 2-3 prieduose.

Du tyrimų taškai (2 paveiksle pažymėti Nr. 1, Nr. 2) žiedadulkių mėginių iš oro surinkimui buvo Raseikos parke, išsidėsčiusiame MCD rytinėje dalyje. Parko teritorijos dalyje telkšo 2 tvenkiniai: Raseinių I tvenkinys – 0,82 ha ploto, Raseinių II tvenkinys – 0,38 ha ploto (Raseinių miesto centrinės dalies detalusis planas, 2013) turi išvystytą rekreacinę infrastruktūrą: vaikų žaidimo aikšteles, takus, suolus, apšvietimą, įrengtos mokomosios dendrologinės, botaninės mokomosios klasės, apsodintas dekoratyviaisiais augalais (medžiais, krūmais). Parko populiarumą lemia didelis dydis, atviras, su įsiterpusia mėlynąja infrastruktūra kraštovaizdis, įrengti pėsčiųjų ir dviračių takai. Parke anemofiliniai sudaro apie 91 proc. sumedėjusių želdinių. Daugiausia parke auga juodalksnių (*Alnus glutinosa* L.), karpotųjų beržų (*Betula pendula* Rooth) bei plaukuotųjų beržų (*Betula pubescens* Ehrh). Parke yra apie 250 m ilgio skroblo genties augalų gyvatvorė bei keletas kiparisinių (*Cypripedium* Rich. ex. Bartl.) šeimos augalų, pavyzdžiui: vakarinė tuja (*Thuja occidentalis* L.) paprastasis kadagys (*Juniperus communis* L.), o iš lazdyninių (*Corylaceae* Mirb.) parke auga tik 2 paprastieji lazdynai (*Corylus avellana* L.). Medžių aukštis svyruoja nuo 2 iki 22 m aukščio, storiausi medžiai, kurių skersmuo siekia 90 cm., yra juodalksniai. Teritorija nuolat šienaujama, prižiūrima.

Maironio parkas išsidėstęs pačioje MCD centrinėje dalyje. Žiedadulkių mėginiai rinkti vienoje vietoje, kuri 2 pav. pažymėta Nr. 3. Parke yra 0,1 ha ploto bevardis tvenkinys, išvystyta rekreacinė infrastruktūra - takai, sporto bei vaikų žaidimo aikštelės, amfiteatras. Ši viešoji erdvė nuolat prižiūrima, šienaujama. Parke auga apie 93 proc. įvairios rūšies anemofilinių augalų. Parke gausu paprastųjų klevų, mažalapių liepų bei paprastųjų uosių (*Fraxinus excelsior* L.) Medžių aukštis svyruoja nuo 2 iki 27 m aukščio.

Dar dvi žiedadulkių kiekio stebėjimo vietos - Nr. 4, Nr. 5 (2 pav.) buvo Valstybės atkūrimo 100-čio parke, kuris išsidėstęs MCD šiaurės rytų pakraštyje. Parkas neturi išvystytos, visuomenės poreikius atitinkančios infrastruktūros, išskyrus pėsčiųjų takus. 20 proc. parko teritorijos dalyje yra miško paskirties želdiniai. Parke auga apie daugiau kaip 84 proc. anemofilinių rūšies augalų, dominuojanti medžių gentis – beržo.

Visose tyrimo vietose aplink parkus dominuoja mažaukštis užstatymas (Raseinių miesto detalusis planas, 2018), medžiai aukštesni už pastatus, šalia išsidėsčiusi mažo ir didelio intensyvumo gatvių konfigūracija, skatina oro judėjimą (Kasprzyk et al., 2019a). Miesto plėtra ir gatvių išdėstymas stipriai keičia oro cirkuliaciją, susiformuoja oro srautas tinkamas ore pasklidusiems žiedadulkėms pernešti ir nusėsti (Peel et al., 2014).

2.2. Darbo metodai

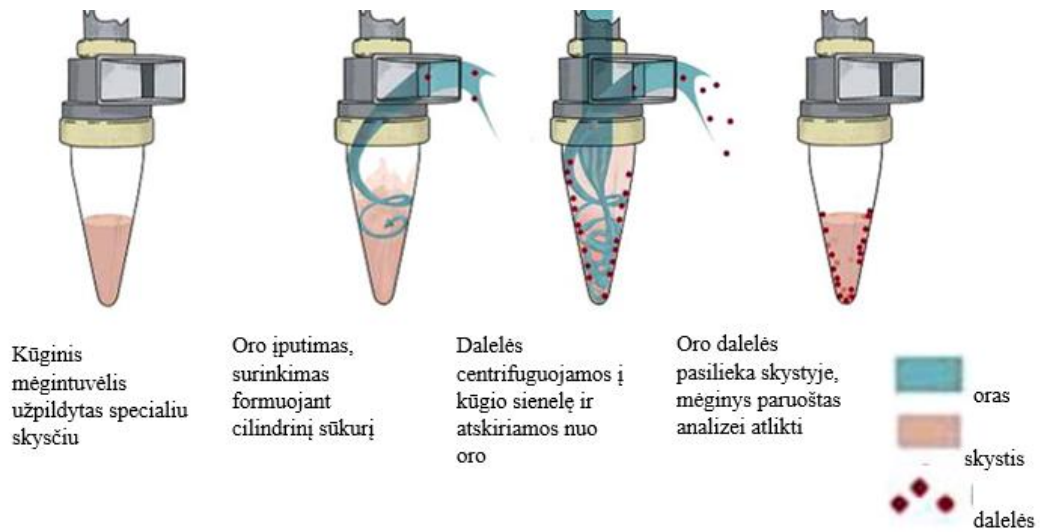
Literatūros analizė apėmė visą magistro darbo rengimo laikotarpį. Pradžioje buvo atrinkti literatūros šaltiniai, siekiant įsivertinti ar želdynų alergeniškumo problematika yra aktuali. Atskiras dėmesys buvo sutelktas į tyrimų metodų pasirinkimo pagrįstumą ir duomenų analizės metodus. Vertinant magistro darbe gautus rezultatus, surinkta ir pasinaudota papildomais šaltiniais, įgalinusiai paaiškinti rezultatų priežastingumą. Pagrindiniais šaltiniais buvo mokslo straipsniai, norminiai dokumentai, skirti želdinių ir želdynų valdymui ir priežiūrai. Renkant informaciją apie tyrimo vietą buvo naudotasi Raseinių miesto teritorijų planavimo dokumentais, Raseinių mieste atlikta želdinių inventORIZACIJA, Lietuvos statistikos departamento oficialiai skelbiamais duomenimis. Medžiagai surinkti naudojami Vilniaus universiteto elektroniniais katalogais, prumeruojamomis mokslo publikacijų duomenų bazėmis, interneto šaltiniais, susijusiais su želdynų priežiūros ir augalų alergeninių savybių tematikomis (*pasyfo.lt*, ir kt.).

Duomenys apie tiriamosios teritorijos (2 pav.) želdinius surinkti naudojantis specialistų atliktų vertinimų ataskaitomis bei patikrinant faktinę atitiktį vietoje. Anemofilinių ir entomofilinių augalų gausumas ir paplitimas trijose MCD parkuose, kur buvo vykdomas ore pasklidusių žiedadulkių matavimas, aprašytas vadovaujantis 2008 m. atlikta Raseinių miesto želdinių inventORIZACIJA (Straigytė, 2008). Atsižvelgiant į tai, kad nuo inventORIZACIJOS praėjo daugiau kaip 10 metų, duomenys buvo tikslinami, atlikus papildomą stebėjimą. Tuo tikslu pirmiausiai, buvo atrinkti su tiriamąja teritorija susiję duomenys. Juos sudarė augalų įvairovė ir gausumas. Nuvykus į kiekvieną tyrimo vietą, vizualiai įsitikinta, kad minėtoje ataskaitoje pateikta informacija sutampa su faktine 2021m. situacija.

Kadangi vienas iš magistro darbo uždavinių yra susijęs su rekomendacijų parengimu, buvo svarbu nustatyti kokie tikslai keliami analizuojamų teritorijų paskirčiai ir vystymui. Raseinių miesto teritorijų planavimo dokumentai, norminiai teisės aktai, leido įvertinti įvairios paskirties želdynų užimamą plotą ir plėtros galimybes. Atsižvelgiant į atskirųjų rekreacinės paskirties želdynų plotų normas (LR aplinkos ministro 2007 m. gruodžio 21 d. įsakymas Nr. D1-694), leido įvertinti želdynų plotų atitiktį minimalioms normoms, reglamentuojamoms teisės akte ir nustatyti poreikį papildomiems rekreaciniams plotams sukurti.

Ore pasklidusių žiedadulkių mėginių surinkimas. Siekiant stebėti ore esančių žiedadulkių gausos ir sezoniškumo dinamiškumą, aeroalergenų stebėjimo stotys paprastai veiklos vietos nekeičia, o mėginiai renkami naudojant Europos standartą EN 16868 (Kolek et al., 2021). Šiame darbe turėjome specializuotą tikslą, todėl ore pasklidusių žiedadulkių mėginiai buvo renkami naudojant cikloninę atmosferoje pasklidusių dalelių gaudyklę – Coriolis μ (Bertin

Technologies SAS) (toliau – Coriolis) pagal E. Carvalho su bendraminčiais (2008) sukurtą metodą. Sukamuoju judesiu veikiančio siurblio pagalba oras išsiurbiamas į mėgintuvėlį, kuriame yra distiliuoto vandens. Ore esančios dalelės atsiskiria nuo oro ir surenkamos skystoje terpėje (3 pav.).



3 pav. Coriolis gaudyklės veikimo principas (Carvalho et al., 2008)

Matavimo prietaisas statomas želdyno vietoje, kuris mažiausiai uždengtas medžių laja. Prieš naudojant prietaisą, į konusinį indelį pripilama 15 ml distiliuoto vandens ir indelis prisukamas prie gaudyklės. Mėginio ėmimo laikas Coriolio prietaisu – 10 min, išsiurbimo oro srautas – 200 l/min. Mėginiai buvo surenkami 1,2 metro aukštyje nuo žemės paviršiaus (4 pav.). Toks aukštis pasirenkamas kaip vidutinis rodiklis tarp vaiko ir suaugusio ūgio ir sudaro galimybę gauti informacijos įkvepiamų biologinės kilmės dalelių kiekį.



4 pav. Mėginių surinkimo įrenginiai lauko sąlygomis: kairėje 120 cm aukščio stalis su mėginių surinkimo įranga, dešinėje cikloninė oro gaudyklė „Coriolis μ“

Mėginiai buvo surinkti 2021 metais per 24 dienas, pradedant nuo kovo mėnesio 11 d. ir baigiant paskutiniu mėniniu rugšėjo mėnesio 10 d. (3 lentelė). Laikotarpis pasirinktas taip, kad būtų surinkta duomenų apie žiedadulkių sklaidą visų aplinkoje augančių augalų žydėjimo metu. Iš viso buvo paimta 120 mėginių.

3 lentelė

Mėginių ėmimo datos

Mėginio eil. Nr.	Data	Laikas, val.	Mėginio eil. Nr.	Data	Laikas, val.
1	2021-03-11	14.00	13	2021-06-04	11.00
2	2021-03-20	12.00	14	2021-06-12	12.00
3	2021-03-26	12.00	15	2021-06-19	18.00
4	2021-04-02	16.00	16	2021-06-26	12.00
5	2021-04-09	14.00	17	2021-07-02	16.00
6	2021-04-18	14.00	18	2021-07-12	18.00
7	2021-04-25	11.00	19	2021-07-22	18.00
8	2021-05-02	12.00	20	2021-07-30	16.00
9	2021-05-09	15.00	21	2021-08-09	18.00
10	2021-05-16	15.00	22	2021-08-20	11.00
11	2021-05-22	12.00	23	2021-09-03	17.00
12	2021-05-30	12.00	24	2021-09-10	12.00

Bioaerozolių mėginių surinkimo laikas koreguotas atsižvelgiant į žiedadulkių barstymui tinkamas oro sąlygas: žemas santykinis drėgnis, pageidautina saulėta diena ir išlaikant principą, kad mėginiai renkami 1 kartą per savaitę, su 7 dienų tarpu tarp matavimų. Atžvelgiant į tai, lietu lyjant mėginiai negalėjo būti imami, rugpjūčio mėnesį tarpas tarp 21 ir 22 matavimo buvo daugiau nei 7 dienos. 2021-08-09 ir 2021-08-20 mėginiai paimti didesniu laiko skirtumu, nes tyrimo metu prasidėjo lietus. Kai mėginiai buvo renkami tą pačią dieną po lietaus, laikomasi principo, kad matavimas pradedamas ne anksčiau nei po 5 valandų po to, kai pasibaigė lietus. Mėginių surinkimas registruotas fiksuojant mėginio paėmimo datą, laiką, vizualų žolės nušienavimo įvertinimą, meteorologines sąlygas.

Pirmą kartą vykstant imti mėginių buvo nustatytos tyrimo vietų geografinės koordinatės. Šiam tikslui naudotas maps.lt® (HNIT-BALTIC, 2021). Lauke surinkti mėginiai pernešti į patalpas tolimesniam ruošimui (5 pav.). Kiekvienas mėginys filtruotas naudojant vakuuminės

kietafazės ekstrakcijos įrangą (toliau – KFE) ir membraninius „Fisenette“ celiuliozės nitrato 0,22 μm porų dydžio filtrus. Taip atskirtas ir pašalintas vanduo, o ant filtro liekant žiedadulkėms ir kitos aerozolio dalelėms.



5 pav. Surinktų žiedadulkių ekstravimo darbo aplinka ir naudojamos darbo priemonės

Nufiltravus mėginį, filtras dėtas ant objekcinio stiklelio, užlašinta klijų ir uždengta dengiamuoju stikleliu. Klijai – tai specialus tirpalas, kuris sudarytas iš movalio, distiliuoto vandens, glicerolio, fenolio ir fuksino reagentų, ne tik užtikrina mėginio sukibimą, bet esantis fenolis stabdo žiedadulkių dygimą, o fuksinas nudažo žiedadulkių sienelės, kas palengvina žiedadulkių atskyrimą nuo kitų dalelių, kurių lieka ant filtro. Po kiekvieno filtravimo, mėginiams surinkti naudotas konusinis indelis išplaunamas steriliu vandeniu.

Žiedadulkių indentifikavimas ir kiekybinis vertinimas atliktas kiekviename surinktame mėginyje. Mėginiuose surinktų žiedadulkių morfotipui nustatyti atlikta ėminio mikroskopinė analizė. Paruošti mėginiai buvo analizuojami šviesiniu mikroskopu, didinančiu 400 kartų. Buvo analizuotas visas mėginys, t. y. 100 procentų filtro ploto, žiedadulkės buvo skaičiuojamos mėginį peržiūrint horizontaliomis juostomis, naudojant 2 mm matymo lauko žingsnį. Žiedadulkių indentifikavimas pagal jų išorines morfologines savybes atliktas naudojant elektroninį indentifikavimo raktą „The pollen content of air: identification key“ (Sulmont, 2007) bei palynologinę duomenų bazę (PalDat, 2021). Žiedadulkių duomenys buvo registruojami pagal morfotipus, vėliau analizuoti grupuojant rezultatus pagal tikrinamas hipotezes.

Meteorologiniai duomenys žiedadulkių sklaidos dinamikai analizuoti buvo gauti iš Raseinių meteorologijos stoties (Kęstučio g. 2, Guzdiškės k., Raseinių sen.), kuri yra oficialus Lietuvos hidrometeorologijos tarnybos prie Aplinkos ministerijos padalinys (LHT, 2021).

Atsižvelgiant į mokslo žinias apie žiedadulkių sklaidą determinuojančius veiksnius, buvo atrinktas specifinis meteorologinių duomenų kompleksas (3 lentelė). Duomenys apima dvi grupes, t. y. informaciją apie orų sąlygas iki eksperimento dienos ir charakteristikas mėginių surinkimo dieną. Kritulių rodikliai įtraukti, siekiant nustatyti kiek matavimo dieną žiedadulkių koncentraciją galėjo paveikti keliomis paromis anksčiau lijęs lietus. Rinkimo dieną analizuotas santykinio drėgno poveikis, nes tyrimui atlikti buvo pasirinktos dienos be lietaus. Temperatūra yra svarbi žiedadulkių barstymui (Šaulienė et al., 2019), todėl duomenys surinkti koreliaciniams ryšiams įvertinti. Vėjo charakteristikos svarbios tik mėginio rinkimo metu, todėl analizuoti tik faktinės valandos duomenys.

3 lentelė

Tyrimo naudotų meteorologinių elementų matrica

Meteorologinių parametrų fiksavimo laikas		Vidutinė temperatūra (T), C°	Minimali temperatūra (T _{min}), C°	Maksimali temperatūra (T _{max}), C°	Krituliai (P), mm	Santykinė drėgmė (RH), %	Vėjo kryptis (Wd)	Vėjo greitis (Ws), m/s
Iki mėginio rinkimo	Ketvirtos paros	+	-	-	+	-	-	-
	Trijų parų	+	-	-	-	-	-	-
Žiedadulkių mėginių rinkimo dieną	Rinkimo dienos	+	+	+	-	+	-	
	Mėginio ėmimo metu	-	-	-	-	+	+	+

Meteorologiniai duomenys buvo sisteminami ir analizuojami atžvelgiant į paimtų oro mėginių datą, valandos tikslumu. Atsižvelgiant į tai, kad meteorologiniai duomenys buvo gauti pagal pasaulinį koordinuotąjį laiką (UTC), duomenys buvo perskaičiuoti į Lietuvos laiką, UTC+2 val., kai galioja vasaros laikas + 3 val. Meteorologinių parametrų duomenys buvo koreliuojami su ore pasklidusių žiedadulkių koncentracija bei nustatomi regresijos rodikliai.

Tyrimo duomenų analizė ir statistinis vertinimas. Atsižvelgus į kitų mokslinių tyrimų praktiką, Coriolis gaudykle surinkti ore pasklidusių žiedadulkių duomenys bei iš meteorologijos stoties gauti meteorologiniai duomenys buvo perkelti į *Microsoft Excel* programą tolimesniam apdorojimui, susistemimui, analizei atlikti. Statistinei duomenų analizei atlikti buvo naudojama SPSS programinė įranga. SPSS programos paketu, naudojant Kolmogorovo Smirnov testą, buvo apskaičiuoti pasisklidusių lygmenys, statistiniams vertinimams atlikti buvo apskaičiuoti Pearsono (kai duomenys pasiskirstę pagal normalųjį skirstinį) bei Spearmano (kai duomenys nėra pasiskirstę pagal normalųjį skirstinį) koreliacijos koeficientai. Atliekant koreliacinę analizę, buvo analizuota, kaip žiedadulkės absoliutusias rodiklis koreliuoja ir meteorologinių duomenų absoliutūs rodikliai.

Prieš atliekant lyginamąją statistiką buvo patikrinta, ar matuojamų dydžių kiekis pasiskirstęs pagal normalųjį skirstinį ($\alpha=0,05$). Skaičiavimai buvo atliekami naudojantis vienos imties Kolmogorovo, Smirnov testą ($\alpha=0,05$ – klaidos tikimybė; X – matuojamasis dydis):

$H_0: X \sim N$ (Matuojamasis dydis pasiskirstęs pagal normalųjį skirstinį)

$H_A: X \neq N$ (Matuojamasis dydis nėra pasiskirstęs pagal normalųjį skirstinį)

Sprendimas dėl matuojamų dydžių pasiskirstymo priimtas laikantis taisyklės (p – matuojamasis dydis): jei $p < \alpha$, tai tokiu atveju H_0 atmetama; jei $p > \alpha$, tai tokiu atveju H_0 nėra pagrindo atmesti.

Gauti skirtingų imčių (žiedadulkių, meteorologinių veiksnių) reikšmingumo lygmenys pagal Kolmogorovo, Smirnov testą pavaizduoti 5 priede. Jei matuojamasis dydis $p > 0,05$, vadinasi H_0 nėra pagrindo atmesti. Tai rodo, jog duomenys yra pasiskirstę pagal normalųjį skirstinį, todėl tolimesnius koreliacinius statistinius skaičiavimus, meteorologinių veiksnių daromą žiedadulkių sklaidai, atliksiu naudojantis Pearsono koreliacija. Jei matuojamasis dydis $p < 0,05$, vadinasi H_0 tokiu atveju atmetame. Tai rodo, jog duomenys nėra pasiskirstę pagal normalųjį skirstinį. Duomenims nepasiskirsčiusiems pagal normalųjį skirstinį, Pearsono koreliacijos skaičiuoti negalima. Skaičiavimas atliekamas tik Spearmano koreliacija. Pearsono koreliacijos koeficientas naudojamas, kada abu kintamieji pasiskirstę pagal normalųjį skirstinį. Esant nors vienam iš kintamųjų imties duomenų nepasiskirsčiusiam pagal normalųjį skirstinį, skaičiuojama Spearmano koreliacija. Koreliacija tarp skroblo, lazdyno, guobos žiedadulkių koncentracijos koreliacija buvo neatliekama dėl mažų duomenų imčių. Galutinėje analizėje buvo naudojami tie atvejai, kurie turėjo statistinę reikšmę ($p < 0,05$). Statiškai reikšmingi gauti rezultatai (kai $p < 0,05$) pavaizduoti grafiškai.

Koreliacija tarp alksnio, beržo, liepos, eglės, pušies genties bei žolių, piktžolių žiedadulkių ir meteorologinių parametrų buvo įvertinta atliekant neparametrinį Spearmano koreliacijos testą. Ši neparametrinė statistika buvo pasirinkta, nes duomenys nepasiskirstė pagal normalųjį skirstinį. Koreliacija tarp tuopos, gluosnio, ąžuolo ir meteorologinių parametrų, išskyrus 1 paros (3 paros prieš) kritulius, buvo įvertinta atliekant Pearsono koreliacijos testą.

Mikroskopu suskaičiuotas žiedadulkių kiekis mėginyje buvo perskaičiuotas į žiedadulkių koncentraciją m^3 (Galan et al., 2017) ore, vadovaujantis E. Carvalho et al. (2008) metodika, pagal formulę:

$$\check{Z}_{\text{konc.}} = \frac{M \text{ (vnt.)}}{L \text{ (min)} * S \text{ (m}^3/\text{min)}}$$

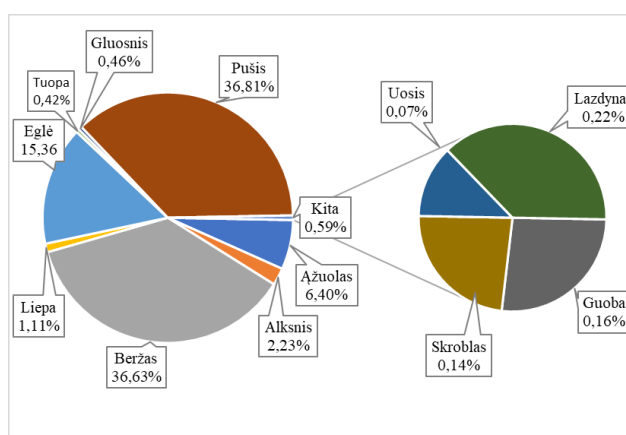
Kur $\check{Z}_{\text{konc.}}$ - žiedadulkių koncentracija m^3 oro; M – suskaičiuotas žiedadulkių skaičius, vnt.; L – traukimo laikas (10 min); S – oro srautas, ($0,2 \text{ m}^3/\text{min}$).

3. TYRIMŲ REZULTATAI IR JŲ APTARIMAS

3.1. Raseinių miesto žaliosiose erdvėse surinktų žiedadulkių kiekio įvertinimas

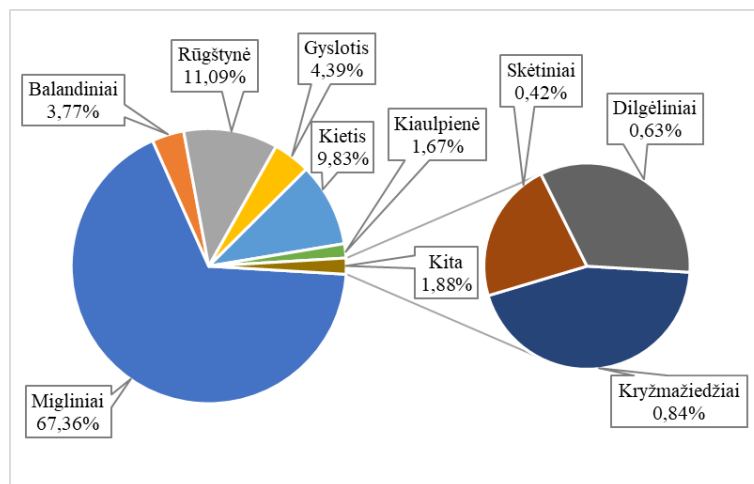
Tyrimo laikotarpiu ore pasklidusių žiedadulkių mėginiai surinkti per 24 dienas Raseinių miesto centre, rekreacijai svarbiose viešosiose erdvėse. Penkiuose tyrimo taškuose ciklonine oro gaudykle „Coriolis μ “ buvo paimta 120 mėginių, surinkta 11411 vnt. žiedadulkių. Mėginiai buvo imti visą vegetacijos sezoną, beveik nuo augalų žydėjimo pradžios, taip siekiant surinkti sumedėjusių ir žolinių augalų žiedadulkių. Didžiausias žiedadulkių kiekis buvo surinktas Valstybės 100-čio parko teritorijoje, 5-toje tyrimo vietoje. Čia medžių yra daugiau negu kituose tiriamosiuose taškuose ir tai galėjo turėti įtakos gausesniam žiedadulkių kiekiui. Kaip teigia Kasprzyk su kolegomis (2019a) žiedadulkių kiekiui želdyne turi įtakos ne tik pačių medžių skaičius ar bendras lajos tūris, bet jų augimo būdas ar vieta, pvz., auga pavieniui, ar grupelėmis, atviras ar platus vainikas, pavėsingoje ar saulėtoje buveinėje. Jei laja gerai apšviesta saulės, augalas formuoja daugiau žiedų. Atokaitoje ar šiltesnėje vietoje žydėjimas prasideda anksčiau nei vėsesnėje ir dėl to bendras augalų žydėjimo laikotarpis mieste gali užtrukti ilgiau (Masseti et al., 2015). Analizuojant per visą tyrimo laikotarpį surinktų žiedadulkių kiekyje proporcingąsias dalis, nustatyta, kad 5 tyrimo taške surinkta 31 proc. visų žiedadulkių fiksuotų Coriolio gaudykle per 2021 metus, 1 vietoje – 24 proc., 2 vietoje dar mažiau – 17 proc. Mažiausias žiedadulkių kiekis buvo 3 bei 4 vietoje, kuriose sudarė po 14 proc. visų žiedadulkių kiekio dalį.

Vertinant bendrą sumedėjusių augalų žiedadulkių kiekį surinktą visose tyrimo vietose (6 pav.) gauta, kad daugiausia buvo aptikta beržo bei pušies genties žiedadulkių (po ~36 proc. nuo bendro kiekio), eglės (*Picea A. Dietr.*) šiek tiek mažiau (15 proc.). Mažiausiai mėginiuose aptikta uosio (iš viso 8 žiedadulkės), skroblo (iš viso 15 žiedadulkių), guobos (*Ulmus L.*) (iš viso 17 žiedadulkių) bei lazdyno (iš viso 24 žiedadulkės) genties žiedadulkių (duomenys pateikti 4 priede). Tikslesnė sumedėjusių augalų analizė pagal tyrimo vietas pateikta 3.2. skyriuje.



6 pav. Bendras tyrime surinktų sumedėjusių augalų žiedadulkių kiekis pagal gentis

Didžiausią žolinių augalų žiedadulkių kiekį (7 pav.) mėginiuose sudarė miglinių šeimos augalų žiedadulkės. Jų surinkta 322 vnt., o tai sudarė daugiau kaip 67 proc. visų žolinių augalų žiedadulkių kiekio. Vos po kelias buvo aptikta skėtinių, dilgėlinių bei kryžmažiedžių (atitinkamai 2; 3; 4 žiedadulkės) šeimos augalų žiedadulkių (4 priedas).



7 pav. Bendras tyrime surinktų žolinių augalų žiedadulkių kiekis pagal taksonus

F. Kolek et al (2021) teigia, kad pagrindinis ore pasklidusių žiedadulkių sezonas dažniausiai deklaruojamas nuo kovo iki spalio mėnesio, o didžiausias pikas būna nuo balandžio iki gegužės mėnesio, tai yra tuo metu, kai žiedadulkes barsto medžiai. Būtina pažymėti, kad skėtinių, dilgėlinių bei kryžmažiedžių šeimos augalų žiedadulkių aptikta vos 1-2 vnt. per rinkimo laikotarpį ir tik kai kuriose tyrimo vietose. Tai gali nulėmti kelios priežastys, viena svarbiausių, tokių augalų žydėjimas tyrimo aplinkos sustabdytas dėl savalaikio šienavimo. Be to žinoma, kad žiedadulkių koncentracija kinta dienos eigoje (Grewling et al., 2016) ir tai leidžia daryti prielaidą, kad mažą surinktą žiedadulkių kiekį galėjo lemti mėginių ėmimo laikas. F. Kolek et al. (2021) tyrimas parodė, kad didesnė dilgėlių ar gysločio genties bei miglinių šeimos augalų koncentracija būna nuo vidurdienio iki ankstyvos popietės, kai matuojama ne pagal standartizuotą metodą EN 18686 (2019), o arčiau žemės paviršiaus. D. Bogawski et al. (2014) mano, kad žemės naudojimo praktika, savalaikiai atlikti šienavimo darbai taip pat gali prisidėti prie dilgėlinių šeimos žiedadulkių sezonų pokyčių ir intensyvumo.

Nors žolinių augalų žiedadulkių barstymo sezonas paprastai yra ilgesnis nei medžių, sumedėjusių augalų žiedadulkės sudarė 96 proc. visų surinktų žiedadulkių kiekio. Surinktų žolinių augalų žiedadulkių kiekis nuo sumedėjusių augalų skiriasi todėl, kad medžiai daugiau produkuoja žiedadulkių nei žoliniai augalai. Net ir tankiuose medynuose augančių medžių lajose susidarančios žiedadulkės turi palankesnes sklaidai aplinkybes ir gali būti pernešamos daug toliau, nei atvirose pamiškėse augantys žoliniai augalai (Kuparinen et al., 2007, Kasprzyk et al., 2019a).

Didžiausias mėginiuose užfiksuotas žiedadulkių kiekis buvo gegužės mėnesio 2, 16, 30 dienomis (atitinkamai iš viso 2278; 1413; 2901 žiedadulkės), kai srautą sudarė beržo, eglės, ąžuolo genties augalų žiedadulkės, bei birželio mėnesio 4 dieną (1938 žiedadulkės) – pušies. Apibendrinant galima pažymėti, jog mėginiuose aptiktų žiedadulkių įvairovė ir santykinis gausumas atspindėjo vietinių augalų žydėjimą.

3.2. Žiedadulkių kiekio priklausomybės nuo želdynuose augančių augalų įvairovės įvertinimas

Žiedadulkių sklaidos Raseinių mieste analizei atlikti buvo pasirinktos 5 tyrimo vietos, išdėstytos miesto centrinėje dalyje 3 parkų (Raseikos, Maironio, Valstybės atkūrimo 100-čio) teritorijų dalyse. Kaip mano B. Lara et al. (2020), žiedadulkių poveikio erdvinį pasiskirstymą lemia anemofilinių augalų rūšių buvimas ir gausa, rūšys, o žiedadulkių produktyvumas, turintis įtakos žiedadulkių gausai, skiriasi tarp rūšių (Charalampopoulos et al, 2018).

Analizuojant sumedėjusių augalų žiedadulkių sklaidos tyrimo rezultatų duomenis pagal atskiras tyrimo vietas (8 pav.), matoma, kad pagrindinį žiedadulkių srautą visose tyrimo vietose sudaro aukštą alergiško potencialą turinčio beržo bei mažą - pušies genčių augalų žiedadulkės. Pastarųjų žiedadulkių mėginiuose buvo aptikta ištisus 4 mėnesius. Prielaidai dėl mėginių surinkimo kokybės leidome atmesti, nes ypatingai daug atidumo įrangos ir priemonių švarumui buvo skiriama pasiruošimas kiekviename surinkimo etape. Neatmestinas žiedadulkių pasirodymas ore pakylant nuo kamienų ar kankorėžių.

Beržo žiedadulkių krūvis yra didelis iššūkis visuomenės sveikatos sistemai, nes maždaug nuo 8 proc. iki 16 proc. Europos populiacijos yra jautrūs Bet v1 alergenui (Biedermann et al., 2019). Tie patys autoriai pažymi, kad augalinis maistas turi Bet v 1 alergenų homologų, o tai reiškia, kad dauguma pacientų, sergančių beržo žiedadulkių sukelta alergija, kenčia ir nuo žiedadulkių - maisto sindromo, todėl jų ligos eiga yra dar sunkesnė. Moksliniai modeliai rodo, kad beržų medynų ateityje gali mažėti dėl kintančio klimato, tačiau artimiausiu metu šie augalai neabejotinai pagamins gausiau žiedadulkių dėl augančio CO², kuris yra palankus augalų biomasei auginti (Rojo et al., 2021). Formuojasi tendencija, kad daugelyje (80 proc.) mėginių ėmimo vietų beržo genties žiedadulkių gausumas gana proporcingas beržų skaičiui tiriamų želdynų plotuose (21-70 proc.). Tačiau prielaidos patvirtinimas nėra stabilus dėl rezultatų, gautų įvertinus žiedadulkių kiekius mėginiuose, surinktuose trečiojoje tyrimų vietoje. Čia želdyne auga pavienis beržas, o žiedadulkių koncentracija iš esmės sutapo su kitose miesto vietose imtais mėginiais. Kaip mano B. Green et al. (2018), nors žiedadulkės dažniausiai nusėda netoli šaltinio, jos gali būti

pernešamos iš kitų įvairių teritorijų dideliais atstumais, nuo kelių šimtų metrų iki kelių tūkstančių kilometrų (Veriankaitė, 2010). Tą pačią teoriją, apie žiedadulkių pernašą, patvirtino F. Kolek su bendraminčiais (2021), atliekant žiedadulkių matavimus stogo lygyje. A. Charalampopoulos su kolegomis (2018) apskaičiavo, kad artimiausi augalų žiedadulkių sklaidos šaltiniai gali būti nutolę nuo 6 iki 15 km atstumu.

Nors Raseikos parko teritorijoje (kurioje yra 1; 2 tyrimo vieta) augantys alksniai sudaro 30 proc., beržai - 21 proc., o pušys vos 5 proc. sumedėjusių augalų, tačiau beržų ir pušų žiedadulkės dominavo 1 bei 2 tyrimo vietose surinktose mėginiuose nei alksnio žiedadulkės. Pušų žiedadulkės sudarė 36 proc., 39 proc. nuo bendro žiedadulkių kiekio atitinkamai. Beržų žiedadulkių šiek tiek mažiau, 1 vietoje -33 proc., o 2 vietoje – 38 proc. Alksnio žiedadulkių minėtose tyrimo vietose aptikta tik po 2 proc. Tokius rezultatus galima paaiškinti tuo, kad ėminių rinkimo metu vyraujančios vėjų kryptis galėjo atnešti žiedadulkių iš toliau nuo tyrimo vietos augančių augalų. Nežiūrint į tai, kad tik vienoje vietoje (iš visų tyrimo objektų) - Raseikos parke, auga apie 250 m ilgio skroblo genties augalų gyvatvorė, šios šeimos žiedadulkių buvo aptikta visose mėginių ėmimo vietose surinktuose mėginiuose, išskyrus 5 tyrimo taške. Nors krūmų gyvatvorių žiedadulkės išsiskiria 1,5 – 2,0 aukščio lygyje (Peel et al., 2014), darytina prielaida, pučiant rytų-pietryčių krypties vėjui kitose tyrimo vietose aptiktos žiedadulkės galėjo būti atneštinės (Kolek et al., 2021) nuo Raseikos parko teritorijoje augančių želdinių.

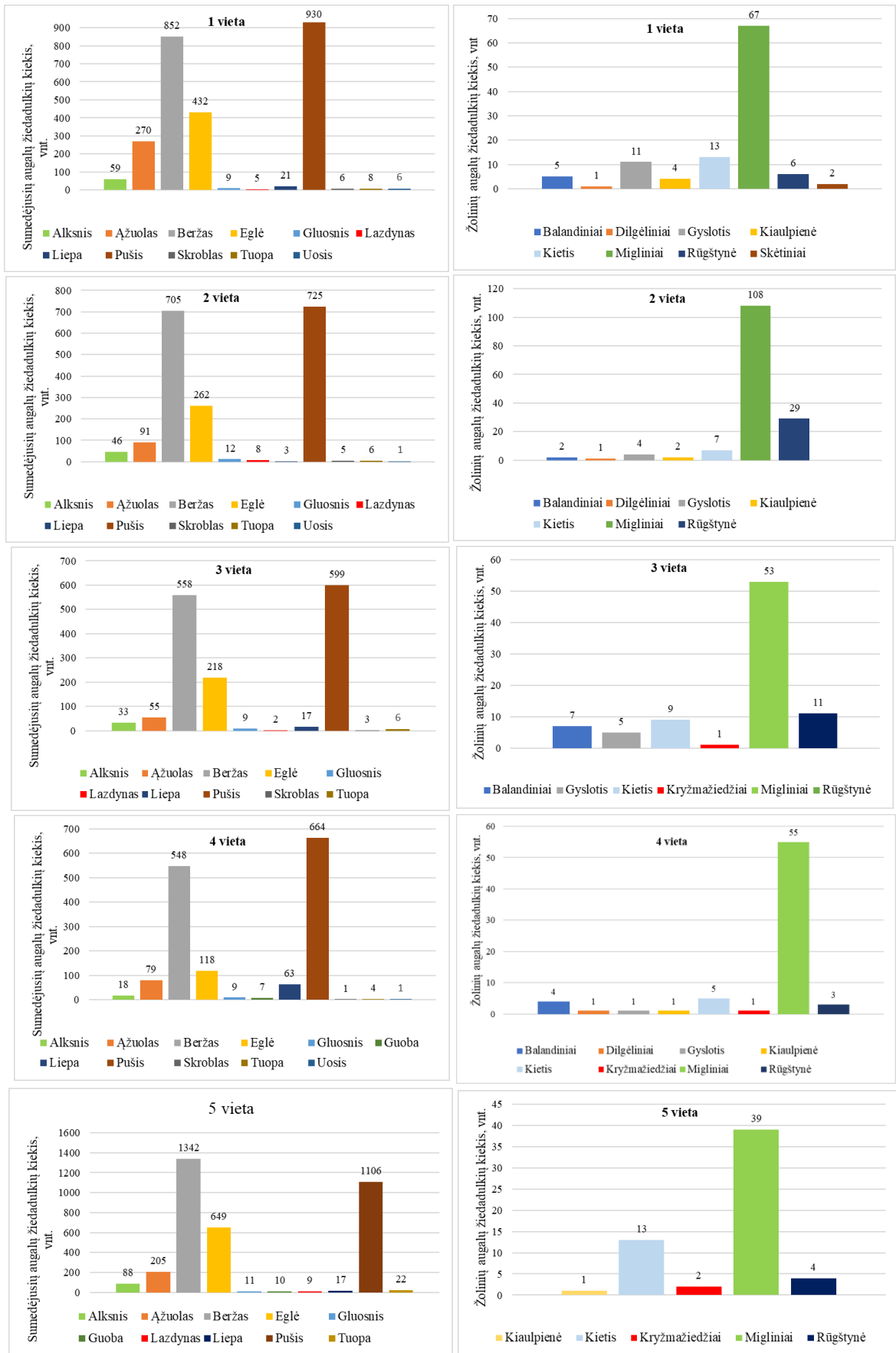
Analizuojant Maironio parko teritorijoje, t. y., 3 tyrimo vietoje augančių sumedėjusių augalų ir analogiškų taksonų žiedadulkių sklaidą, pastebėta, kad klevų žiedadulkių tyrimo vietoje nebuvo aptikta išvis, kai šių želdinių bendrame želdyno plote sudaro ~ 33 proc. Liepų žiedadulkių buvo surinkta tik 1 proc., kai želdinių kiekis - 26 proc. visų augalų. Atsižvelgiant į R. Peel et al (2014) išvadą, jog miesto plėtra ir gatvių išdėstymas stipriai veikia oro cirkuliaciją, ir dėl to kinta žiedadulkių koncentracija ore bei erdvinis pasiskirstymas, galima prielaida, kad Maironio parke, apsuptame horizontaliai išdėstytos gatvių konfigūracijos ir dominuojančio mažaaukščio užstatymo, susidaro specifinės sąlygos. Būtent tokia urbanizuotos teritorijos konfigūracija gali būti palanki žiedadulkių išnešimui iš teritorijos.

Analizuojant didžiausiu surinktų žiedadulkių kiekiu išsiskiriančią 5 vietą (Valstybės atkūrimo 100-čio parko teritorijos dalyje), verta paminėti, kad mėginiuose aptiktų žiedadulkių reikšmės yra žymiai didesnės (1,5-5,5 karto) daugelio taksonų atžvilgiu nei kitose tyrimo vietose. Šiame tyrimo taške beržo žiedadulkių, lyginant su kitais tyrimo taškais, aptikta daugiausiai. Tai sudarė 39 proc. nuo visų 2021 metais surinktų šios genties žiedadulkių kiekio. Atsižvelgiant į tai, kad Valstybės atkūrimo 100-čio parke beržai sudaro daugiau kaip 75 proc. teritorijoje augančių augalų ir surinktuose mėginiuose aptikta daugiausiai žiedadulkių, būtų naudinga peržiūrėti

želdyno augalų atnaujinimo strategiją, palaipsniui mažinant beržų skaičių šioje teritorijoje. Tokią prielaidą siūlo ir Kasprzyk et al., (2019), teigdama, kad alergiški žmonės neturėtų ilgai būti parkuose beržų dulkėjimo laikotarpiu, nes vienas beržas pagamina apie 10 milijonų žiedadulkių.

Analizuojant tyrimų duomenis apie augalų taksonus, augančius atskirame rekreacinės paskirties viešųjų erdvių želdyne bei gautus žiedadulkių tyrimo rezultatus, pastebima, kad kai kuriuose želdynų taškuose buvo aptikta tokių žiedadulkių, kurių augalų atskirame želdyne ar 100 m spinduliu aplink nuo mėginių ėmimo vietą, neauga. Tokius rezultatus parodė 5 tyrimo vieta, kurioje buvo aptiktas didžiausias pušų žiedadulkių kiekis, nors visame želdyne šios genties augalų neauga. Maironio parko želdyne neauga nei gluosnio, nei lazdyno, skroblo ar alksnio genties bei kiparisinių šeimos augalų, tačiau 3 tyrimo taške surinktų mėginių duomenų analizės rezultatai rodo ore esant minėtų augalų žiedadulkių. Toks žiedadulkių įvairovės pasiskirstymas mėginiuose galėjo būti sąlygotas aplinkos veiksnių. Šią prielaidą patvirtina mokslininkų tyrimai, parodantys, kad medžių aukštis, lajos tūris ir vėjo greitis apdulkinimo laikotarpiu yra pagrindiniai parametrai, turintys įtakos žiedadulkių nusėdimui nuo šaltinio (Adams-Groom et al., 2017).

Buvo surinkta miglinių, balandinių, skėtinių, dilgėlinių, kryžmažiedžių šeimos bei rūgštyinės, gysločio, kiekio kiaulpienės genties žolinių augalų žiedadulkės. Žolynai parkuose padengia didelę dalį biotopo ir gamina didžiulį žiedadulkių kiekį, kurios lengvai pasklinda ore (Peel et al., 2014). Analizuojant žiedadulkių duomenis apie mėginiuose aptiktas žolinių augalų žiedadulkes (7 pav.), nustatytas miglinių šeimos augalų žiedadulkių dominavimas visose tyrimo taškuose. Kaip teigia H. García-Mozo (2017), šios šeimos augalai gamina didelius kiekius skirtingų rūšių žiedadulkių, kurios patenka į atmosferą ir šiuo metu yra priskiriamos pagrindiniams vasaros įkvepiamiesiems alergenams. Reikėtų atkreipti dėmesį į tai, kad 1-4 tyrimo taškuose, kuriose per visą vasaros sezoną sistemingai buvo atliekami žolės pjovimo darbai, surinktuose mėginiuose miglinių augalų žiedadulkių buvo daugiau nei 5 tyrimo vietoje, kurioje buvo palikta natūraliai augti pieva. Darytina prielaida, kad tokius mėginiuose aptiktus miglinių augalų žiedadulkių kiekius galėjo lemti iš teritorijos neišvežta nupjauta žolė. Tai patvirtina Kasprzyk et al., (2019b) pažymėdama, kad po pjovimo padidėja žolių žiedadulkių koncentracija, o jos išskiria alergenų, kurie įjautrina alergiškus asmenis. Tuo pačiu mokslininkė teigia, kad net didžiausi žolių plotai kelia mažesnę alergijos riziką jautriems asmenims nei miesto parkai, kuriuose auga dideli, daug alergeninių žiedadulkių pagaminantys medžiai.



8 pav. Surinktų žiedadulkių kiekis pagal tyrimų vietas: grafikai kairėje vaizduoja mėginiuose surinktų sumedėjusių augalų žiedadulkių kiekį, dešinėje – žolinių augalų.

A. Dahl su bendraminčiais (2013) mano, kad miglinių šeimos augalų didžiausia žiedadulkių koncentracija būna šviesiu paros metu, saulėtomis valandomis ir esant aukščiausiai vidutinei paros temperatūrai. Per 2021 m. atliktus tyrimus, mėginiai buvo imti skirtingu dienos laiku, patenkančiu į tarpsnį nuo 12.00 iki 18.00 valandos. Didžiausias miglinių šeimos augalų žiedadulkių kiekis buvo užfiksuotas mėginiuose, surinktuose nuo 16.00 iki 18.00 valandos, o aukščiausia koncentracija, siekianti 357 žiedadulkes/ m³ oro buvo 2021 m. birželio 19 d.

Antroje vietoje pagal bendrą surinktų žiedadulkių kiekį buvo rūgštyinės genties augalų žiedadulkės. Daugiausiai šių žiedadulkių buvo surinkta 2 tyrimo taške, periodiškai šienaujama želdyno plote. Labai didelį alergeniškumo potencialą turinčio kiečio genties augalų žiedadulkių, buvo aptikta visuose tyrimų vietose surinktuose mėginiuose. Pirmosios kiečio žiedadulkės buvo aptiktos liepos mėnesio pabaigoje, 4 tyrimo taške, Valstybės 100-čio atkūrimo parko teritorijos dalyje. Kaip aukščiau minėta, miglinių augalų žiedadulkių atžvilgiu - kitų žolinių augalų vegetacija priklauso nuo dienos šviesos režimo. Žydėjimo iniciacijai reikalingas 4-16 val. fotoperiodas, kuris susijęs su augalo rūšimi. Nuo aplinkos temperatūros ir dienos trukmės, priklauso žiedynų vystymasis bei augimo procesas (Dahl et al., 2013). Be to, mokslinių tyrimų rezultatai rodo (D'Amato et al., 2007), kad įvairiose Europos miestuose žolių žiedadulkių koncentracija atmosferoje mažėja. Toks miglinių žiedadulkių koncentracijos mažėjimas buvo siejamas su didelių pievų sumažėjimu bei miestų teritorijose nuolat šienaujama plotais: kuo didesnė rūšių įvairovė, tuo mažesnė alergiją sukeliančių rūšių tikimybė (Cariñanos et al., 2017). Žemės naudojimo valdymo praktikos pokyčiai yra svarbūs ir susiję su mažėjančiu miglinių šeimos žiedadulkių koncentracija ore, pvz., urbanizacija, mažinant pievų ir žaliųjų plotų kiekį ir dažnesniu šienavimu (Bogawski et al., 2014).

3.3. Žiedadulkių kiekio ir meteorologinių veiksnių sąsajų analizė

Dauguma alergologų, siekdami nustatyti svarbius su žiedadulkių alergijomis susijusius veiksnius, augalus pagal žiedadulkių sezoniškumą bei jautrumą temperatūrai ir krituliams, skirsto į medžius, žoles, piktžoles (De Roos et al., 2020, Pablos et al., 2016). Medžiai paprastai yra pirmieji augalai, barstantys žiedadulkes pavasarį, piktžolių žiedadulkių ore aptinkama nuo liepos mėnesio iki rugsėjo, o žolės (tiksliau miglinių šeima) yra nuolat, beveik viso vegetacijos sezono metu žiedadulkes barstantys augalai (Schramm et al., 2021). Atliekant Raseinių miesto viešosiose erdvėse surinktų oro mėginių analizę, juose aptiktų žiedadulkių koreliacijai su meteorologiniais veiksniais dėl mažų duomenų imčių, žoliniai augalai tyrime išskirti į dvi augalų rūšis: žoles ir

piktžoles. Žolėms priskiriami miglinių šeimos augalai, o piktžolėms – gysločio, rūgštyinės, kiaulpienės, kiečio genties bei balandinių, skėtinių, dilgėlinių, kryžmažiedžių šeimos augalai.

Analizuojant dešimties meteorologinių parametrų sąsajas su atskirų žiedadulkių morfotipo koncentracijomis, buvo atliekamos Spearmano bei Pearsono koreliacijos, apskaičiuota analizuojamųjų parametrų santykinė svarba kintamųjų rinkinyje. Vertinant žiedadulkių koncentracijos ir meteorologinių veiksnių ryšį, buvo atsižvelgta į šiuos parametrus: minimalią, maksimalią ir vidutinę temperatūrą, santykinę oro drėgmę, kritulius bei vėjo greitį ir kryptį. Gautos koreliacijos atspindi pagrindinę oro sąlygų įtaką ore esančių žiedadulkių koncentracijai, mėginių surinkimo laiku. Kaip ir buvo tikėtasi, šiltomis ir sausomis dienomis stebėjome didesnę beržo, pušies bei žolinių augalų žiedadulkių koncentraciją. Apskaičiuoti sumedėjusių bei žolinių augalų žiedadulkių koncentracijos bei meteorologinių veiksnių koreliacijos koeficientai pateikti 4 ir 6 lentelėje atitinkamai, o tiesinės regresinės analizės rezultatai pateikiami 6 priede.

4 lentelė

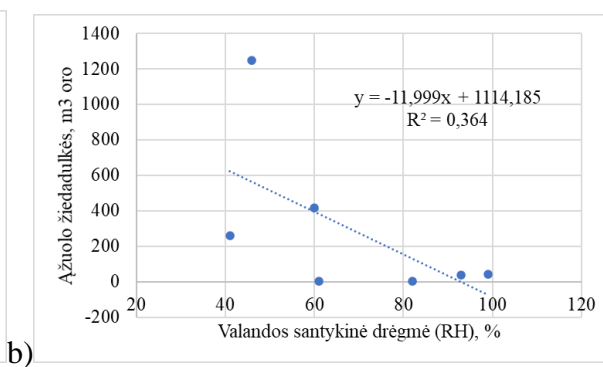
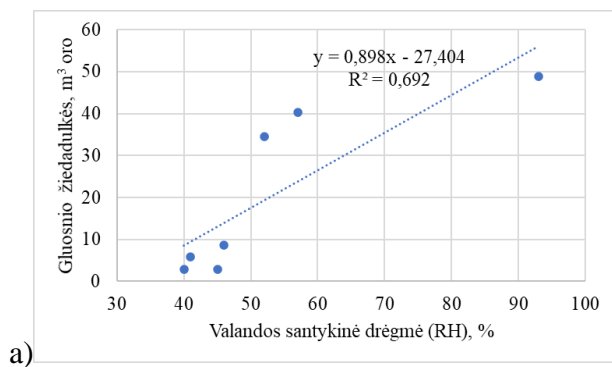
Koreliacija tarp sumedėjusių augalų žiedadulkių koncentracijų ir meteorologinių parametrų. Absoliučiosios koreliacijos vertės, rodančios stiprų ar vidutinio stiprumo ryšį, nurodomos paryškintu šriftu.

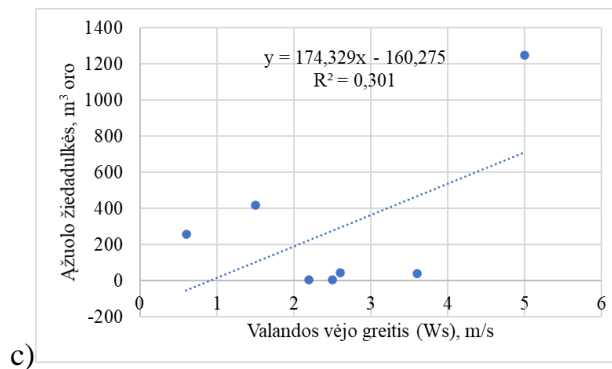
Augalų taksonai	Statistinis rodiklis	Valandos			Paros				Paskutinių 3 -jų parų vidutinė temperatūra (T), C°	Paros (3 paros prieš)	
		santykinė drėgmė (RH), %	greitis (Ws), m/s	kryptis (Wd), m/s	vidutinė temperatūra (T), C°	minimali temperatūra (T_min), C°	maksimali temperatūra (T_max), C°	Santykinė drėgmė (RH), %		krituliai (P), mm	vidutinė temperatūra (T), C°
Alksnis	r	-0,407	0,384	-0,120	-0,667**	-0,691**	-0,378	-0,166	-0,666**	-0,451	-0,607
	p	0,148	0,176	0,682	0,009	0,006	0,182	0,570	0,009	0,105	0,021
Ąžuolas	r	-0,603	0,548	-0,558	-0,692	-0,708	-0,697	0,073	-0,707	0,185	-0,622
	p	0,151	0,203	0,193	0,085	0,075	0,082	0,876	0,076	0,691	0,136
Beržas	r	-0,035	0,477	-0,172	-0,521*	-0,376	-0,521*	0,211	-0,450	0,303	-0,372
	p	0,902	0,072	0,541	0,047	0,167	0,047	0,451	0,093	0,272	0,172
Eglė	r	0,253	-0,001	-0,166	-0,139	-0,050	-0,139	0,219	-0,049	-0,009	0,088
	p	0,345	0,996	0,538	0,609	0,854	0,609	0,415	0,858	0,974	0,745
Gluosnis	r	0,832*	0,452	0,344	-0,259	0,046	0,244	0,078	-0,211	-0,709	0,118
	p	0,020	0,308	0,450	0,575	0,922	0,597	0,869	0,650	0,074	0,801
Liepa	r	0,523	-0,400	-0,364	0,873*	0,873*	0,873*	-0,073	0,873*	-0,454	0,709
	p	0,228	0,374	0,423	0,010	0,010	0,010	0,877	0,010	0,307	0,074
Pušis	r	-0,049	-0,102	-0,311	0,135	0,149	0,280	0,112	0,129	0,000	0,076
	p	0,841	0,677	0,195	0,581	0,541	0,246	0,649	0,598	1,00	0,758
Tuopa	r	-0,034	0,568	0,570	-0,774	-0,424	0,598	-0,370	-0,740	-0,353	-0,296
	p	0,948	0,240	0,238	0,071	0,402	0,210	0,470	0,093	0,493	0,569

* - statistinis patikimumas (p<0,01) **; (p<0,05)*

Koreliacinės analizės rezultatai atspindi dvejetainę (teigiamą ir neigiamą) meteorologinių veiksnių įtaką atskirų žiedadulkių sklaidai. Duomenys parodė, kad kritulių poveikis aplinkos ore esančioms gliuosnio, alksnio bei liepos žiedadulkėms yra didelis arba vidutinis. Rezultatai rodo stiprų neigiamą ryšį tarp gliuosnio ($r=-0,709$) bei vidutinio stiprumo neigiamą ryšį tarp alksnio ($r=-0,451$) bei liepos ($r=-0,454$) žiedadulkių koncentracijos ir paros kritulių kintamojo, registruoto prieš 3 paras iki mėginio ėmimo. Kitaip sakant, didėjant kritulių kiekiui, mažėja žiedadulkių kiekis aplinkos ore. Toks veiksnys galimas, kaip mano J. Rojo et al. (2015) dėl žiedadulkių išplovimo. Priešingą rezultatą, t. y. vidutinį teigiamą ryšį gavome analizuojant kritulių įtaką su miglinių augalų žiedadulkių koncentracijai (5 lentelė). Tyrimų rezultatai parodė, kad didėjant kritulių kiekiui ($r=0,562$, $p=0,068$), didėja miglinių augalų žiedadulkių koncentracija aplinkos ore, regresijos modelio tinkamumu reikėtų abejoti (6 priedas), nes $r^2 < 0,25$, kai žolės $r^2 = 0,108$.

Ore esančių gliuosnio, liepos, ąžuolo genties žiedadulkių koncentracija yra statistškai reikšmingai susijusi su valandos santykinės drėgmės ($r=0,832$, $p=0,020$; $r=0,523$, $p=0,228$; $r=-0,603$, $p=0,151$ atitinkamai), vėjo greičio ($r=0,452$ $p=0,308$; $r=-0,400$, $p=0,374$; $r=0,548$, $p=0,203$ atitinkamai) rodikliais mėginio ėmimo metu. Duomenys rodo, kad mažėjant santykiniai drėgmei (9 pav. a) bei vėjo greičiui, mėginio ėmimo metu gliuosnio žiedadulkių koncentracija aplinkos ore mažėja. Atvirkštines sąsajas rodo ąžuolo žiedadulkių atžvilgiu: mažėjant santykiniai drėgmei (9 pav. b) ir didėjant vėjo greičiui (9 pav. c), žiedadulkių kiekis didėja, o liepos žiedadulkių koncentracijos atžvilgiu matomas priešingas rezultatas, t. y. didėjant santykiniai drėgmei ir mažėjant vėjo greičiui, liepos žiedadulkių ore koncentracija – didėja, tačiau šiuo regresijos modelio tinkamumu reikėtų abejoti, nes $r^2 < 0,25$ (6 priedas).





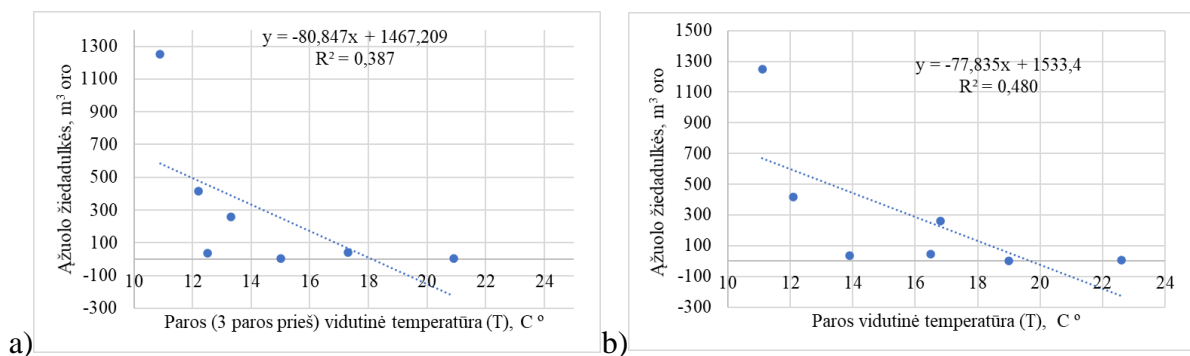
9 pav. Žiedadulkių koncentracijos ir meteorologinių veiksnių matavimų valandinio vidurkio ryšio sklaidos diagrama: a) gluosnio ir santykinės drėgmės; b) ąžuolo ir santykinės drėgmės; c) ąžuolo ir vėjo greičio.

Alksnio žiedadulkių mėginio ėmimo metu koreliaciją rodo tik su santykinė drėgme ($r=-0,407$, $p=0,148$). Nustatyta, kad kuo mažesnė santykinė drėgmė, tuo žiedadulkių koncentracija didesnė. Kaip teigia A. Dahl et al. (2013), sumedėjusių augalų žiedadulkės pabyra, kai dėl osmosinio slėgio pasikeitimo dulkinėje plyšta dulkinės sienelė. Garavimas dulkinėje priklauso nuo aplinkos santykinės drėgmės. Dulkinė atsidaryti gali bet kurios paros metu, garavimas atsiranda sausomis paros valandomis. Tačiau rezultatai susiję su paros santykinė drėgmė pateikė mažas koreliacijos vertes, t. y. mažiau nei 0,370 visiems sumedėjusių augalų žiedadulkių taksonams, rodančias silpną ar labai silpną tiesinę priklausomybę. Tačiau regresijos modulio tinkamumu reikėtų abejoti (6 priedas), nes $r^2 < 0,25$, kai alksnis ($r^2=0,011$); ąžuolas ($r^2=0,005$); beržas ($r^2=0,047$); eglė ($r^2=0,035$); gluosnis ($r^2=0,006$); liepa ($r^2=0,016$); pušis ($r^2=0,034$); tuopa ($r^2=0,137$). Padidėjusi drėgmė skatina žiedadulkių hidrataciją, todėl greičiau nusėda (Cariñanos et al., 2017).

Rezultatai parodė, kad vietinė vėjo kryptis daugiausia buvo atsakinga už ore esančių ąžuolo ir tuopos žiedadulkių koncentracijos pokyčius. Duomenys apie valandos vėjo kryptį mėginio ėmimo metu rodo atvirkštinę vidutinio stiprumo tiesinę priklausomybę ($r=-0,558$, $p=0,193$) ąžuolo žiedadulkių atžvilgiu bei vidutinę koreliaciją ($r=0,570$, $p=0,238$) su tuopos žiedadulkių koncentracija. Tačiau rezultatai statistiškai nereikšmingi, nes $p > 0,05$. Centrinės Ispanijos Gadalacharos mieste, tiriant meteorologinių kintamųjų poveikį žiedadulkių sklaidai, buvo įvertintas ir artimiausių žiedadulkių šaltinių potencialas (Rojo et al., 2015). Atlikta tyrimo vietos augalijos ir ją 20 km spinduliu supančios teritorijos žemėnaudos analizė. Vertindami surinktus duomenis, tyrėjai nustatė, kad vėjo kryptis lėmė ore esančių žiedadulkių koncentracijos pokyčius, o žemės naudojimo būdas apsprendė žiedadulkių morfotipų įvairovę.

Atliktas tyrimas parodė, kad 99 proc. tikslumu egzistuoja neigiama vidutinio stiprumo tiesinė priklausomybė tarp ore pasklidusių alksnio žiedadulkių koncentracijos ir paskutinių 3 parų vidutinės oro temperatūros ($r=-0,666$, $p=0,009$), matavimo dienos vidutinės paros oro temperatūros ($r=-0,667$, $p=0,009$) bei minimalios oro temperatūros ($r=-0,691$, $p=0,006$). Daroma išvada, kad kuo labiau kyla temperatūra, didėja kritulių kiekis ($r=-0,451$, $p=0,607$) bei didėja valandos (mėginio ėmimo metu) santykinė drėgmė ($r=-0,407$, $p=0,607$), tuo alksnio žiedadulkių kiekis m^3 oro mažėja. K. Boryckos su kolega (2018) atliktas tyrimas parodė priešingus rezultatus šiame darbe pateiktiems skaičiavimams ir padarė išvadą, kad temperatūros padidėjimas ir faktinė saulės spindėjimo trukmė buvo susiję su kasdienės žiedadulkių koncentracijos padidėjimu, o santykinės drėgmės ir kritulių padidėjimas buvo susijęs su paros žiedadulkių koncentracijos sumažėjimu.

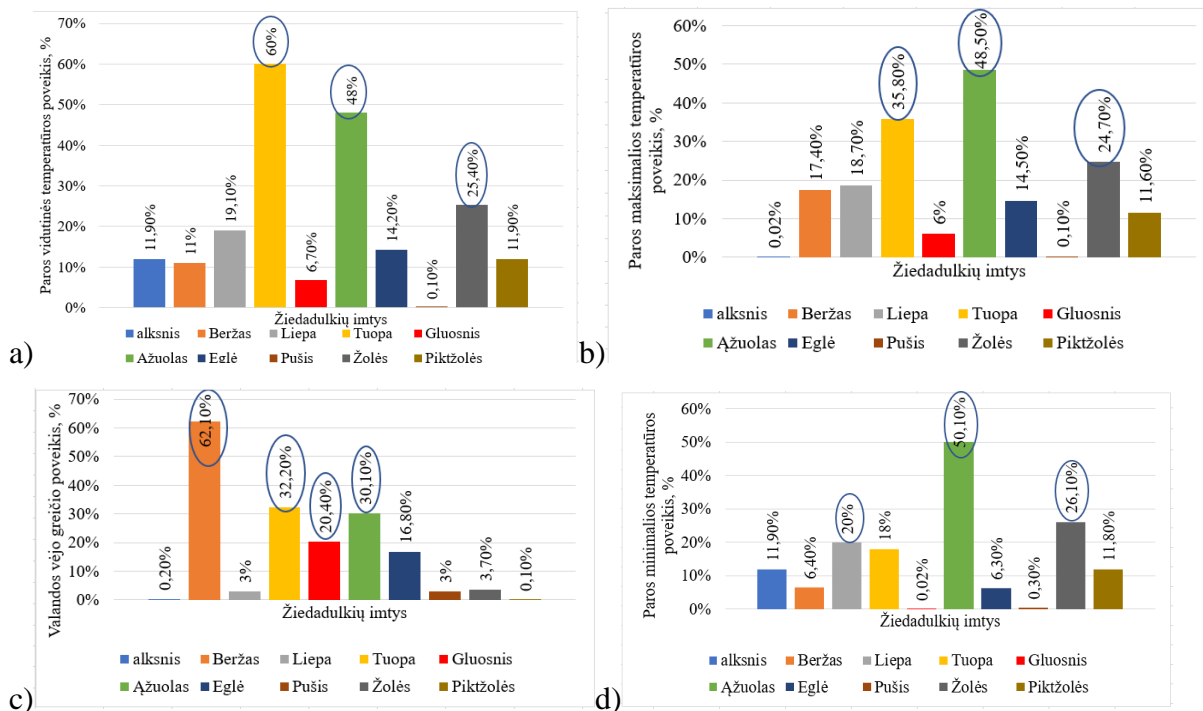
Mėginiuose užfiksuotų ąžuolo žiedadulkių koncentracija teigiamai koreliuoja su vidutine paros temperatūra užregistruota 3 dienas prieš mėginių ėmimą ($r=0,622$; $p=0,136$ (10 pav. a)) ir neigiamai koreliuoja su kasdienine minimalia ($r=-0,708$; $p=0,075$), vidutine ($r=-0,692$; $p=0,085$ (10 pav. b)) ir maksimalia ($r=-0,697$; $p=0,082$) temperatūra. Šių regresijos modulių tinkamumu reikėtų neabejoti (6 priedas), nes $r^2 > 0,25$. Nustatytas silpnas nereikšmingas kritulių ($r=0,185$) poveikis mažinant ąžuolo žiedadulkių koncentraciją ore. M. Reico et al. (2018) atlikto tyrimo atveju, vėjo greitis parodė reikšmingą teigiamą koreliaciją su ąžuolo žiedadulkių koncentracija. J. Rojo su kolegomis (2015) mano, kad meteorologiniai veiksniai turi įtakos žiedadulkių išskirimui. ąžuolo žydėjimas gali prasidėti anksčiau, jei ankstesnio laikotarpio žiema buvo šilta. (Recio et al., 2018). Mokslinėje literatūroje yra rašoma, kad daugeliui anemofilinių medžių aukšta temperatūra, žema drėgmė ir vidutinio stiprumo vėjo greitis skatina pasyvią dehidrataciją, dėl kurios sprogstą dulkinės. Dulkinės atsidaro, kai pasiekiamas pakankamas minimalus drėgnumas juose (Helbig et al., 2004, Dahl et al., 2013).



10 pav. ąžuolo žiedadulkių koncentracijos ir oro temperatūros ryšio sklaidos diagrama:

a) paros (3 paros prieš) vidutinė temperatūra; b) paros vidutinė temperatūra.

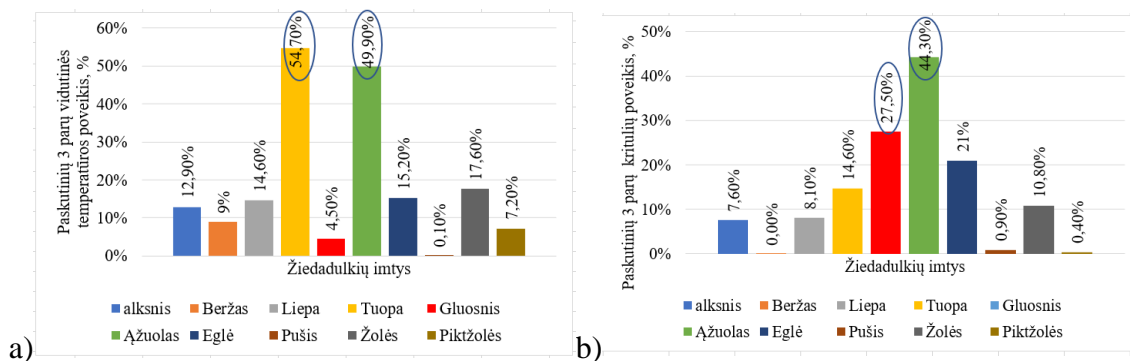
Rezultatai parodė, kad beržo žiedadulkių koncentracija su 95 proc. tikslumu neigiamai koreliuoja su kasdienine vidutine ($r=-0,521$, $p=0,047$) bei maksimalia ($r=-0,521$, $p=0,047$) oro temperatūra bei teigiamai su vėjo greičiu ($r=0,477$, $p=0,072$), šių meteorologinių veiksnių kintamųjų poveikumas lemia 11 proc. (11 pav. a), 17 proc. (11 pav. b) bei 62 proc. (11 pav. c) beržo žiedadulkių koncentracijai atitinkamai. Kiek kitokius rezultatus gavo K. Borycka su kolega (2018), teigiantys kad temperatūra turėjo didelę įtaką beržo žiedadulkių koncentracijai. Temperatūros padidėjimas ir faktinė saulės spindėjimo trukmė buvo susiję su kasdienės žiedadulkių koncentracijos padidėjimu, o santykinės drėgmės ir kritulių padidėjimas buvo susijęs su paros žiedadulkių koncentracijos sumažėjimu.



11 pav. Meteorologinių veiksnių poveikio žiedadulkėms grafikai: a) paskutinės paros vidutinė oro temperatūra; b) paskutinės paros maksimali oro temperatūra; c) mėginio ėmimo metu vėjo greitis; d) paskutinės paros minimali oro temperatūra. Mėlynas apskritimas rodo poveikį didesnį kaip 25 proc. ir regresijos modelio tinkamumu reikėtų neabejoti.

Su 95 proc. tikslumu tyrimo rezultatai rodo stiprią ir labai stiprią teigiamą liepos žiedadulkių koncentracijos koreliaciją su vidutine paros ($r=0,873$, $p=0,010$), minimalia ($r=0,873$, $p=0,010$), maksimalia ($r=0,873$, $p=0,010$), paskutinių trijų parų vidutine ($r=0,873$, $p=0,010$) oro temperatūra bei mėginio ėmimo metu santykinė drėgme ($r=0,523$, $p=0,228$). Liepos žiedadulkės parodė neigiamą vidutinio stiprumo tiesinės priklausomybės ryšį su vėjo greičiu ($r=-0,400$, $p=0,374$) ir krituliais ($r=-0,454$, $p=0,307$), tačiau regresijos modelio tinkamumu reikėtų abejoti,

nes $r^2 < 0,25$, (6 priedas). Šių meteorologinių veiksnių kintamųjų pokytis lemia po ~ 19 proc. paros vidutinė (11 pav. a) ir maksimali (11 pav. b), 20 proc.- minimali (11 pav. d), ~15 proc. - paskutinių trijų parų vidutinė (12 pav. a) oro temperatūra bei 3 proc. vėjo greitis (11 pav. c) ir 8 proc. krituliai (12 pav. b) liepos žiedadulkių koncentracijai atitinkamai.



12 pav. Meteorologinių veiksnių poveikio žiedadulkėms grafikai: a) paskutinių 3 parų vidutinė temperatūra; b) paskutinių 3 parų krituliai. Mėlynas apskritimas rodo poveikį didesni kaip 25 proc. ir regresijos modelio tinkamumu reikėtų neabejoti.

Analizuojant pušies ir eglės koreliacijas su meteorologiniais parametrais, rezultatai pateikė mažas koreliacijos vertes, t. y. daugeliu atveju mažiau nei $r=0,2$ beveik visoms koreliacijoms.

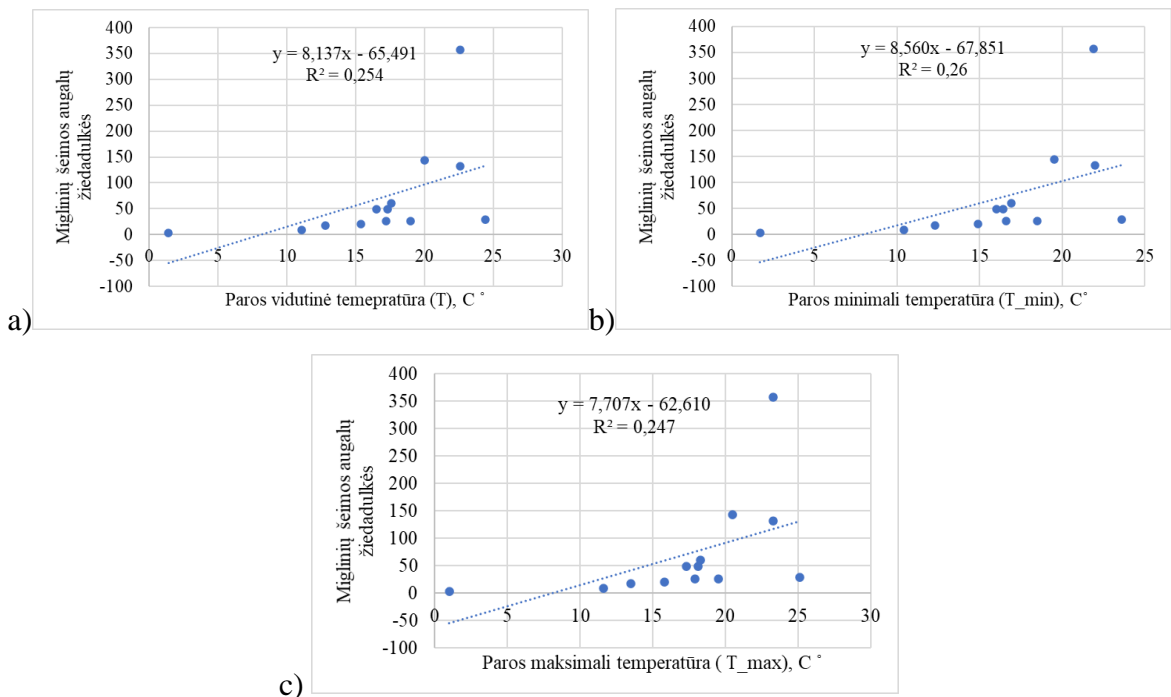
5 lentelė

Koreliacija tarp žolinių augalų žiedadulkių koncentracijų ir meteorologinių parametru. Absoliučiosios koreliacijos vertės, rodančios stiprų ar vidutinio stiprumo ryšį, nurodomos paryškintu šriftu

Augalo gentis	Statistinis rodiklis	1 valandos			1 paros				Paskutini ų 3 -jų parų vidutinė temperat ūra (T), C °	1 paros (3 paros prieš)	
		santykinė drėgmė (RH), %	greitis (Ws), m/s	kryptis (Wd), m/s	vidutinė temperat ūra (T), C °	minimali temperat ūra (T_min), C °	maksi mali temperat ūra (T_max)	santyki nė drėgmė (RH), %		krituliai (P), mm	vidutinė temperat ūra (T), C °
Žolės	r	0,228	-0,438	-0,121	0,797**	0,774**	0,797**	-0,089	0,744**	0,562*	0,521
	p	0,455	0,135	0,693	0,001	0,002	0,001	0,773	0,004	0,045	0,068
Piktžolės	r	-0,134	0,063	-0,016	0,367	0,349	0,367	-0,76	0,286	0,053	0,250
	p	0,609	0,810	0,951	0,147	0,170	0,147	0,054	0,267	0,841	0,334

* - statistinis patikimumas ($p < 0,01$) **, ($p < 0,05$)*

Analizuojant žolinius augalus (5 lentelė) stiprią teigiamą (su 99 proc. tikslumu) koreliaciją parodė žolės, t. y. miglinių šeimos augalų žiedadulkių rodikliai su kasdienine paros vidutine ($r=0,797$, $p=0,001$) (13 pav. a), minimalia ($r=0,774$, $p=0,002$) (13 pav. b), maksimalia ($r=0,797$, $p=0,001$) (13 pav. c), paskutinių 3 parų vidutine ($r=0,744$, $p=0,004$), paros (3 dienas iki mėginio ėmimo) ($r=0,521$, $p=0,068$) oro temperatūra bei krituliais ($r=0,521$, $p=0,068$). Rezultatai rodo, kad kylant temperatūrai bei didėjant kritulių kiekiui, žolių žiedadulkių koncentracija didėja. Gauti tyrimo rezultatai patvirtina J. Rojo el. al (2015) rezultatą - vidutinį teigiamą ryšį parodė analizuojant koreliaciją žolės žiedadulkėms, didėjant kritulių kiekiui, didėja žolės koncentracija aplinkos ore. Kaip teigia D. Bogawski et al. (2018), kylanti temperatūra gali pailginti augalų vystymosi ir žiedadulkių barstymo laikotarpį. L. Massetti su bendraminčiais (2015) atlikto tyrimo rezultatai parodė, kad skirtingas žemės paviršius nevienodai išskaido šilumą, todėl aplinkos tvarkymo pasirinkimuose svarbus žaliųjų paviršių vaidmuo, ypač kuriant rekreacinių teritorijų mikroklimatą. Želdynus pakeitus kietosiomis dangomis, galima iš dalies sumažinti žiedadulkių krūvį, bet tuo pačiu prarandamos rekreacijai svarbios aplinkos.



13 pav. Miglinių šeimos augalų žiedadulkių koncentracijos ir oro temperatūros ryšio sklaidos diagrama: a) paros vidutinė temperatūra; b) paros minimali temperatūra; c) paros maksimali temperatūra.

Piktžolių žiedadulkių koncentracija ore mūsų matavimų duomenimis mažai priklausė nuo meteorologinių parametrų išskyrus atvejus, kai lyginama su matavimo paros santykinė drėgme ($r=-0,797$): žiedadulkių kiekis padidėja, sumažėjus santykinėi drėgmei. Santykinės drėgmės

pokytis paaiškina 15,7 proc. piktžolių žiedadulkių koncentracijos ore pokytį. Kaip mano D. Bogawski et al. (2018), kiečio žiedadulkių sezono pradžios datos labai koreliuoja su vidutine minimalia paros temperatūra liepos mėnesį. Aukšta minimali temperatūra pagreitina kiečio žiedynų vystymosi greitį ir žiedadulkių išsiskyrimą. Kiečio žiedadulkių sezonų pradžios datos labai priklauso nuo birželio ir liepos mėnesių temperatūros, augalai pradeda barstyti žiedadulkes, kai oro temperatūra pasiekia maždaug 13 C ribą. (Šikoparija et al., 2012). Pasak, G. D'Amato et al. (2007) įvairiose Europos miestų žolių žiedadulkių koncentracija atmosferoje mažėja. Žolės žiedadulkių koncentracijos mažėjimas buvo siejamas su didelių pievų sumažėjimu bei miestų teritorijose nuolat šienaujama plotais.

3.4. Raseinių viešųjų erdvių alerginio potencialo mažinimo galimybės

Atlikus tyrimą, susidarė dvejopa nuomonė, visų pirma miestų viešosios žaliosios erdvės, kiti rekreaciniai visuomenės paskirties želdynai yra neatskiriama visuomenės dalis. Šios erdvės tiek tiesiogine, tiek netiesiogine prasme visuomenės gyventojams, lankytojams teikia naudą. Visuomenei reikia žaliųjų erdvių, šiuose plotuose lankytojai, ypatingai miesto gyventojai žaliosiose erdvėse praleidžia savo laisvalaikį, eina pailsėti nuo kasdieninių darbų, atgauti emocijų, psichologinį ryšį, aišku, reikėtų nepamiršti, kad žalieji plotai valo aplinkos orą. Tačiau šio tyrimo rezultatai parodė, kad ne visą laiką želdynai gali teikti gerovę ir naudą, jie taip gali kelti pavojų visuomenės sveikatai.

Atsižvelgiant į daugelio mokslinių tyrimų gautus rezultatus, pateiktas rekomendacijas ir išvadas (Cariñanos et al., 2017), kitų užsienio šalių teisinio reglamentavimo praktiką (Code of Ordinances, 1994, AZ, 2005), atsižvelgiant į Raseinių miesto bendrą kraštovaizdį, į gamtinio karkaso elementus, į teritorijų planavimo dokumentuose numatytas plėsti želdynų plotus ir vietas (Raseinių miesto teritorijos bendrasis planas, 2008) bei į tai, kad žiedadulkės gali būti pernešamos iš kitų įvairių teritorijų dideliais atstumais, nuo kelių šimtų metrų iki kelių tūkstančių kilometrų (Veriankaitė, 2010), siūloma didelių kaštų nereikalaujančias prevencines priemones įgyvendinti visapusiškai visame mieste. Rezultatai parodė, kad visgi reikėtų vengti sodinti beržo genties medžių ne tik viešosiose erdvėse, bet ir rekomenduoti šios genties medžių nesodinti ir privačiose valdose. Atsižvelgiant į tai, kad mieste dar auga invazinių augalų, siūloma atlikti intensyvesnį, tokių, kaip vėjo apdulkinamų uosialapių klevų šalinimą. Atsižvelgiant į tai, kad genėjimas gali apriboti vegetatyvinį medžio augimą ir sumažinti pumpurų atsiradimą (Cariñanos, Casares-Porcel, 2011, Cariñanos et al., 2017, Alejano et al., 2008), siūloma atlikti savalaikį, kasmetinį medžių genėjimą visose miesto želdynuose.

Siekiant sumažinti miglinių augalų žiedadulkių koncentraciją, siūloma atlikti nupjautos žolės surinkimą, ypačingai tose viešo naudojimo teritorijose, kuriose yra vaikų žaidimo aikštelės.

Teisinio reglamentavimo srityje, siūloma želdynų ir želdinių apsaugos taisyklėse numatyti draudimą sodinti urbanizuotoje aplinkoje augalus, barstančius alergenines žiedadulkes. Atsižvelgiant į tai, kad žaliųjų erdvių planavimas ir projektavimas prisideda prie sveikų želdynų statuso, siūloma visuomenei sudaryti rekomenduojamų sodinti augalų sąrašą ir jį paskelbti rajono savivaldybės internetiniame puslapyje.

IŠVADOS

1. Įvertinus anemofilinių augalų žiedadulkių sklaidą Raseinių miesto želdynuose, nustatyti 22 alergeninių žiedadulkių morfotipai, apimantys sumedėjusių ir žolinių augalų taksonus. Iš sumedėjusių augalų grupės, mėginiuose daugiausia buvo aptikta aukštą alergiškumo potencialą turinčio beržo (36 proc.) bei mažą – pušies (36 proc.) genties žiedadulkių, o iš žolinių augalų – miglinių šeimos (67 proc.) žiedadulkių.

2. Nustatyta, kad viešosiose erdvėse, kuriose buvo žolė pjaunama sistemingai, miglinių augalų žiedadulkių kiekis ore buvo aukštesnis, nei teritorijoje, kur pieva palikta natūraliai vegetacijos eigai. Vertinant žiedadulkių kiekį, nustatyta, kad skroblų žydėjimo metu žiedadulkių aptikta keturiose iš penkių tyrimo vietų, nors augalų gyvatvorė yra tik viename želdyne. Analogiška situacija nustatyta ir beržų žiedadulkių atžvilgiu.

3. Daugumai augalų temperatūra buvo reikšmingas meteorologinis veiksnys, apsprendęs žiedadulkių koncentraciją, bet didžiausias poveikis fiksuotas ąžuolo ($r^2 > 0,45$) ir tuopos ($r^2 > 0,55$) žiedadulkių atvejais. Mėginių rinkimo metu vėjo greitis buvo svarbus veiksnys beržo žiedadulkių ($r^2 = 0,621$) surinkimui, o santykinis drėgnis – gluosnio ($r^2 = 0,692$). ąžuolo žiedadulkių sklaidai buvo reikšmingi beveik visi analizuoti meteorologiniai veiksniai, iš kurių pagrindiniais yra temperatūra ($r^2 > 0,48$) ir prieš keturias paras iki mėginių surinkimo laiko iškritę krituliai ($r^2 = 0,443$). Vertinant tyrimų duomenis nustatyta, kad, skirtingai nuo kitų augalų taksonų, nei vienas iš analizuotų meteorologinių veiksnių nebuvo reikšmingi eglių ir pušų žiedadulkių koncentracijai.

4. Atliktas tyrimas leidžia daryti išvadą, kad anemofilinių žiedadulkių sklaida mieste yra tik iš dalies susijusi su konkrečiame želdyne augančiais augalais. Todėl siūlytina, atnaujinant ar plečiant miesto želdynus ir pasirenkant želdinius, daugiau sodinti entomofilinių augalų ir taip sumažinti želdynų alergeninį potencialą. Skatintinas miesto skverų ir kitų teritorijų, kuriose dominuoja žoliniai augalai priežiūros atnaujinimas, ypač atsižvelgiant į žolės pjovimo ir pievų įrengimo strategijas.

Vilma Kundrotienė
Alergeninių žiedadulkių sklaidos Raseinių mieste įvertinimas
SANTRAUKA

Urbanizuotų teritorijų viešosios erdvės yra svarbi miesto rekreacinės paskirties konstrukto dalis, kuri neatsiejama nuo žaliųjų erdvių. Želdynai šiame konstrukte turi ypatingą reikalavimą priežiūrai, nes augalų vegetacijos ir ontogenezės procesuose vyksta morfogenetiniai pakitimai, reikalaujantys sprendimų ir teritorijų administravimo. Alergeniniai augalai yra naujas iššūkis želdynų tvarkytojams, nes anemofilinių augalų barstomos žiedadulkės gali sukelti alergines reakcijas, kvėpavimo sutrikimus ar kitas su kvėpavimo sistema susijusias sveikatos pažaidas asmenims, kurie jautrūs žiedadulkių alergenams.

Šiame darbe įvertinta anemofilinių augalų žiedadulkių sklaida Raseinių miesto želdynuose ir pasiūlyta sprendimų žiedadulkių krūviui sumažinti. Tikslui pasiekti, ore pasklidusių žiedadulkių koncentracija reprezentatyviuose miesto teritorijose buvo matuojama žiedadulkių mėginiuose, surinktuose ciklonine oro gaudykle „Coriolis μ “. Naudojant Carvalho et al., (2088) metodika atliktas mėginių surinkimas, identifikavimas mikroskopu ir duomenų apdorojimas. Meteorologiniai duomenys žiedadulkių sklaidos analizei atlikti buvo paimti iš Lietuvos hidrometeorologijos tarnybos prie Aplinkos ministerijos padalinio Raseinių padalinio stoties.

Penkiose tyrimo vietose surinktuose mėginiuose buvo identifikuoti 22 žiedadulkių morfotipai. Raseiniuose iš sumedėjusių augalų grupės daugiausiai buvo aptikta beržo (11534 žiedadulkės/ m^3 oro) bei pušies (11560 žiedadulkės/ m^3 oro), o iš žolinių augalų – miglinių (921 žiedadulkės/ m^3 oro) ir rūgštyinės (152 žiedadulkės/ m^3 oro) žiedadulkių. Šių žiedadulkių kiekis sudaro daugiau kaip 73 proc. viso tyrimo metu užfiksuotų žiedadulkių. Vertinant žiedadulkių kiekį, nustatyta, kad skroblų žydėjimo metu žiedadulkių aptikta keturiose iš penkių tyrimo vietų, nors augalų gyvatvorė yra tik viename želdyne. Analogiška situacija nustatyta ir beržų žiedadulkių atžvilgiu. Nustatyta, kad viešosiose erdvėse, kuriose buvo žolė pjaunama sistemingai, miglinių augalų žiedadulkių kiekis ore buvo aukštesnis, nei teritorijoje, kur pieva palikta natūraliai vegetacijos eigai. Daugumai augalų temperatūra buvo reikšmingas meteorologinis veiksnys, apsprendęs žiedadulkių koncentraciją, bet didžiausias poveikis fiksuotas ąžuolo ($r^2>0,45$) ir tuopos ($r^2>0,55$) žiedadulkių atvejais. Mėginių rinkimo metu vėjo greitis buvo svarbus veiksnys beržo žiedadulkių ($r^2=0,621$) surinkimui, o santykinis drėgnis – gluosnio ($r^2=0,692$). ąžuolo žiedadulkių sklaidai buvo reikšmingi beveik visi analizuoti meteorologiniai veiksniai, iš kurių pagrindiniais yra temperatūra ($r^2>0,48$) ir prieš keturias paras iki mėginių surinkimo laiko iškritę krituliai ($r^2=0,443$). Vertinant tyrimų duomenis nustatyta, kad, skirtingai nuo kitų augalų taksonų, nei

vienas iš analizuotų meteorologinių veiksnių nebuvo reikšmingi eglių ir pušų žiedadulkių koncentracijai.

Atliktas tyrimas leidžia daryti išvadą, kad anemofilinių žiedadulkių sklaida mieste yra tik iš dalies susijusi su konkrečiame želdyne augančiais augalais. Todėl siūlytina, atnaujinant ar plečiant miesto želdynus ir pasirenkant želdinius, daugiau sodinti entomofilinių augalų ir taip sumažinti želdynų alergeninį potencialą. Skatintinas miesto skverų ir kitų teritorijų, kuriose dominuoja žoliniai augalai priežiūros atnaujinimas, ypač atsižvelgiant į žolės pjovimo ir pievų įrengimo strategijas.

Vilma Kundrotienė

Evaluation of allergenic pollen dispersion in Raseiniai

ABSTRACT

The public spaces of urban areas are an important part of the urban recreational construct that is inseparable from green spaces. The greenery in this construction has a special maintenance requirement, because the processes of plant vegetation and ontogenesis determine morphogenetic changes that require action and site management. Allergenic plants are a new challenge for landscaping managers, as pollen from anemophilous plants can cause allergic reactions, respiratory problems, or other respiratory-related health problems in individuals who are sensitive to pollen allergens.

In this work, the dispersion of anemophilous plants pollen in the greenery of Raseiniai is evaluated and recommendations to reduce the pollen load are proposed. To achieve this goal, the concentration of airborne pollen in representative urban areas was measured in pollen samples collected with the “Coriolis μ ” cyclone air trap. Sample collection, microscopic identification, and data processing were performed using the method of Carvalho et al. (2008). Meteorological data for the analysis of pollen dispersion were taken from the station of the Raseiniai unit of the Lithuanian Hydrometeorological Service under the Ministry of Environment.

22 pollen morphotypes were identified in samples collected at five study sites. In Raseiniai, from the group of woody plants, birch (11534 pollen / m³ air) and pine (11560 pollen / m³ air) pollen were most commonly encountered, while from herbaceous plants – grass (921 pollen / m³ air) and sorrel (152 pollen / m³ air) pollen. The content of those pollen is more than 73 % pollen recorded throughout the study. Assessing the amount of pollen found, during the flowering period of hornbeams, their pollen was found in four out of five study sites, regardless of the fact that the plants are only present in one of the plantations. A similar situation was found regarding birch pollen as well. It was found that in the public areas where the grass was cut systematically, the amount of airborne Poaceae pollen was higher than in the area where the meadow was left for natural vegetation. For most plants, temperature was a significant meteorological factor in determining pollen concentration, but the greatest effect was observed for oak ($r^2 > 0.45$) and poplar ($r^2 > 0.55$) pollen. During sampling, wind speed was an important factor in the collection of birch pollen ($r^2 = 0.621$), while relative humidity – in the trapping of willow pollen ($r^2 = 0.692$). Almost all analyzed meteorological factors were significant for the distribution of oak pollen, the main ones being temperature ($r^2 > 0.48$) and the amount of precipitation four days before the time of sampling ($r^2 = 0.443$). The evaluation of the research data revealed that, unlike other plant taxa,

none of the meteorological factors analyzed were significant for the pollen concentration of spruce and pine.

The study leads to the conclusion that the distribution of anemophilous pollen in urban areas is only partly determined by local plants. Therefore, while modernizing or expanding urban green spaces or selecting new locations for greeneries, it is recommended to increase the planting of entomophilous plants and thus reduce the allergenic potential of green areas. The renewal of maintenance of urban squares and other areas dominated by herbaceous plants is also encouraged, especially regarding lawn management strategies.

LITERATŪRA

1. Adams-Groom B., Skjøth C. A., Baker M., Welch T. E., 2017. Modelled and observed surface soil pollen deposition distance curves for isolated trees of *Carpinus betulus*, *Cedrus atlantica*, *Juglans nigra* and *Platanus acerifolia*. *Aerobiologia*. 33(3): [žiūrēta: 2022 gegužēs 2 d.]. 407-416. <https://doi.org/10.1007/s10453-017-9479-1>.
2. Aerts R., Bruffaerts N., Somers B., Demoury C., Plusquin M., Nawrot T. S., Hendrickx M., 2021. Tree pollen allergy risks and changes across scenarios in urban green spaces in Brussels, Belgium. *Landscape and Urban Planning*. 207: 104001. [žiūrēta: 2022 kovo 2 d.]. <https://doi.org/10.1016/j.landurbplan.2020.104001>.
3. Alejano R., Tapias R., Fernández M., Torres E., Alaejos J., Domingo, J., 2008. Influence of pruning and the climatic conditions on acorn production in holm oak (*Quercus ilex* L.) dehesas in SW Spain. *Annals of Forest Science*. 65(2): 209-209. [žiūrēta: 2022 gegužēs 2 d.]. <https://link.springer.com/content/pdf/10.1051/forest:2007092.pdf>.
4. Allergomy, 2022. Liepa (*Tilia*), Beržas (*Betula*), Skroblas (*Carpinus*), Lazdynas (*Corylus*), Tuopa (*Populus*), Alksnis, (*Alnus*), Gluosnis (*Salix*), Uosis (*Fraxinus*), Ažuolas (*Quercus*), Gyslotis (*Plantago*), Migliniai (*Poaceae*), Rūgštynė (*Rumex*) [žiūrēta: 2022 balandžio 7 d.]. https://www.allergome.org/script/search_step2.php.
5. Asam C., Hofer H., Wolf M., Aglas L., Wallner M., 2015. Tree pollen allergens—an update from a molecular perspective. *Allergy*. 70(10): 1201-1211. [žiūrēta: 2022 vasario 10 d.]. <https://doi.org/10.1111/all.12696>.
6. AZ zoning and development Code, 2005. Tempe. https://library.municode.com/az/tempe/codes/zoning_and_development_code?nodeId=ZONING_DEVELOPMENT_CODE_PT4_DEST_CH7_LAWA_S4-702GELAST
7. Bartra T. J., Mullol M. J., Cuvillo Bernal A. D., Dávila I., Ferrer, M., Jáuregui, I., Montoro J., Joaquín S., Valero A., 2007. Air pollution and allergens. *Journal of Investigational Allergology and Clinical Immunology*. 17(3-8). [žiūrēta 2020 kovo 9 d.]. <http://diposit.ub.edu/dspace/handle/2445/158573>.
8. Beck I., Jochner S., Gilles S., McIntyre M., Buters J. T., Schmidt-Weber C., Behrendt H., Ring J., Menzel A., Traidl-Hoffmann C., 2013. High environmental ozone levels lead to enhanced allergenicity of birch pollen. *PloS one*. 8(11). [žiūrēta: 2022 gegužēs 18 d.]. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0080147>.
9. Berman M. G., Kross E., Krpan K. M., Askren M. K., Burson A., Deldin P. J., Kaplan S., Sherdell K., Gotlib I. H., Jonides, J., 2012. Interacting with nature improves cognition and

affect for individuals with depression. *Journal of affective disorders*. 140(3), 300-305. [žiūrėta: 2022 vasario 25 d.]. <https://doi.org/10.1016/j.jad.2012.03.012>.

10. Biedermann, T., Winther, L., Till, S. J., Panzner, P., Knulst, A., & Valovirta, E. (2019). Birch pollen allergy in Europe. *Allergy*, 74(7), 1237-1248. [žiūrėta: 2022 gegužės 2 d.].

11. Bogawski P., Grewling Ł., Nowak M., Smith M., Jackowiak B., 2014. Trends in atmospheric concentrations of weed pollen in the context of recent climate warming in Poznań (Western Poland). *International journal of biometeorology*, 58(8), 1759-1768. <https://doi.org/10.1007/s00484-013-0781-5>.

12. Borycka K., Kasprzyk, I., 2018. Do the threats of alder and birch allergenic pollen differ within an urban area? *Urban Forestry & Urban Greening*. 34: 281-293. [žiūrėta: 2022 gegužės 2 d.]. <https://doi.org/10.1016/j.ufug.2018.07.013>

13. Bousquet J., Schünemann H. J., Samolinski B., Demoly P., Baena-Cagnani C. E., Bachert, C., Nafti, S., 2012. Allergic Rhinitis and its Impact on Asthma (ARIA): achievements in 10 years and future needs. *Journal of Allergy and Clinical Immunology*. 130(5): 1049-1062. [žiūrėta: 2022 kovo 20 d.]. <https://doi.org/10.1016/j.jaci.2012.07.053>

14. Bratman G. N., Hamilton J. P., Hahn K. S., Daily G. C., Gross J. J., 2015. Nature experience reduces rumination and subgenual prefrontal cortex activation. *Proceedings of the national academy of sciences*. 112(28): 8567-8572. [žiūrėta: 2022 kovo 25 d.]. <https://doi.org/10.1073/pnas.1510459112>.

15. Brożek J. L., Bousquet J., Agache I., Agarwal A., Bachert C., Bosnic-Anticevich S., Schünemann, H. J., 2017. Allergic Rhinitis and its Impact on Asthma (ARIA) guidelines—2016 revision. *Journal of Allergy and Clinical Immunology*. 140(4): 950-958. [žiūrėta: 2022 kovo 10 d.]. <https://doi.org/10.1016/j.jaci.2017.03.050>.

16. Buters J., Prank M., Sofiev M., Pusch G., Albertini R., Annesi-Maesano I., Antunes C., Behrendt H., Berger U., Brandao R., Celenk S., Galan C., Grewling Ł., Jackowiak B., Kennedy R., Rantio-Lehtimäki A., Reese G., Sauliene I., Smith M., Pharm M. T., Weber B., Cecchi L., 2015. Variation of the group 5 grass pollen allergen content of airborne pollen in relation to geographic location and time in season. *Journal of Allergy and Clinical Immunology*. 136(1): 87-95. [žiūrėta: 2022 gegužės 2 d.]. <https://www.clinicalkey.com/#!/content/playContent/1-s2.0-S0091674915004121?returnurl=null&referrer=null>.

17. Cardell L. O., Olsson P., Andersson M., Welin K. O., Svensson J., Tennvall G. R., Hellgren J., 2016. TOTALL: high cost of allergic rhinitis—a national Swedish population-based questionnaire study. *NPJ primary care respiratory medicine*. 26(1): 1-5. [žiūrėta: 2022 kovo 9 d.]. <https://doi.org/10.1038/npjpcrm.2015.82>.

18. Cariñanos P., Casares-Porcel M., de la Guardia C. D., Aira M. J., Belmonte J., Boi M., Maray A. M. V., 2017. Assessing allergenicity in urban parks: A nature-based solution to reduce the impact on public health. *Environmental Research*. 155: 219-227. [žiūrėta: 2022 gegužės 2 d.]. <https://doi.org/10.1016/j.envres.2017.02.015>.
19. Cariñanos P., Casares-Porcel, M., 2011. Urban green zones and related pollen allergy: A review. Some guidelines for designing spaces with low allergy impact. *Landscape and urban planning*. 101(3): 205-214. [žiūrėta: 2022 kovo 3 d.]. <https://doi.org/10.1016/j.landurbplan.2011.03.006>.
20. Cariñanos P., Grilo F., Pinho P., Casares-Porcel M., Branquinho C., Acil N., Andreucci M. B., Anjos A., Bianco P. M., S., Calaza-Martínez P., Calvo E., Carrari E., Castro J., Chiesura A., Correia O., Gonçalves A., Gonçalves P., Mexia T., Mirabile M., Paoletti E., Santos-Reis M., Semenzato P., Vilhar U. (2019). Estimation of the allergenic potential of urban trees and urban parks: towards the healthy design of urban green spaces of the future. *International journal of environmental research and public health*. 16(8): 1357. [žiūrėta: 2022 balandžio 12 d.]. <https://doi.org/10.3390/ijerph16081357>.
21. Carvalho E., Sindt C., Verdier A., Galan C., O'Donoghue L., Parks S., Thibaudon M., 2008. Performance of the Coriolis air sampler, a high-volume aerosol-collection system for quantification of airborne spores and pollen grains. *Aerobiologia*. 24(4): 191-201. [žiūrėta: 2021 sausio 12 d.]. <https://doi.org/10.1007/s10453-008-9098-y>.
22. Castiñeiras P., Vázquez-Ruiz R.A., Fernández-González M., 2019. Production and viability of *Fraxinus* pollen and its relationship with aerobiological data in the northwestern Iberian Peninsula. *Aerobiologia*. 35: 227–241. [žiūrėta: 2022 balandžio 1 d.]. <https://doi.org/10.1007/s10453-018-09553-z>.
23. Charalampopoulos A., Lazarina M., Tsiripidis I., Vokou D., 2018. Quantifying the relationship between airborne pollen and vegetation in the urban environment. *Aerobiologia*. 34(3): 285-300. [žiūrėta: 2022 balandžio 12 d.]. <https://doi.org/10.1007/s10453-018-9513-y>.
24. Code of Ordinances, 1994. City of Albuquerque, New Mexico. [žiūrėta: 2022 balandžio 12 d.]. https://codelibrary.amlegal.com/codes/albuquerque/latest/albuquerque_nm/0-0-0-13379.
25. D'Amato G., Cecchi L., Bonini S., Nunes C., Annesi-Maesano I., Behrendt H., Van Cauwenberge, P., 2007. Allergenic pollen and pollen allergy in Europe. *Allergy*. 62(9), 976-990. [žiūrėta: 2020 kovo 9 d.]. <https://doi.org/10.1111/j.1398-9995.2007.01393.x>.
26. D'Amato G., Holgate S. T., Pawankar R., Ledford D. K., Cecchi L., Al-Ahmad M., Al-Enezi F., Al-Muhsen S., Ansotegui I., Baena-Cagnani C. E., Baker D. J., Bayram H., Bergmann

K. C., Louis-Philippe B., Buters T, M., D'Amato M., Dorsano S., Douwes J., Finlay S. E., Garrasi D., Gómez M., Haahtela T., Halwani R., Hassani Y., Mahboub B., Marks G., Michelozzi P., Montagni M., Nunes C., Jae-Won Oh. J., Popov A., Portnoy J., Ridolo E., Rosário N., Rottem M., Sánchez-Borges M., Sibanda E., Sienna-Monge J. J., Vitale C., Annesi-Maesano I., 2015. Meteorological conditions, climate change, new emerging factors, and asthma and related allergic disorders. A statement of the World Allergy Organization. *World Allergy Organization Journal*, 8(1): 1-52. [žiūrėta: 2021 kovo 20 d.]. <https://doi.org/10.1186/s40413-015-0073-0>.

27. Dąbrowska-Zapart K., Sulborska A., Weryszko-Chmielewska E., Piotrowska-Weryszko K., Lipiec A., Siergiejko G., Ziemianin M., Kalinowska E., Jurkiewicz D., Puc M., Rapiejko P., 2020. Analysis of the concentration of *Tilia* sp. Pollen in selected Polish cities in 2020. [žiūrėta: 2022 gegužės 1 d.]. [Dabrowska_Zapart_analysis_of_the_concentration_of_tilia.pdf](https://www.us.edu.pl/dabrowska_zapart_analysis_of_the_concentration_of_tilia.pdf) (us.edu.pl)

28. Dahl Å., Galán C., Hajkova L., Pauling A., Sikoparija B., Smith M., Vokou D., 2013. The onset, course and intensity of the pollen season. In *Allergenic pollen*. 29-70. Springer. [žiūrėta: 2022 kovo 12 d.]. https://doi.org/10.1007/978-94-007-4881-1_3.

29. Damialis A., Traidl-Hoffmann C., Treudler R., 2019. Climate change and pollen allergies. *Biodiversity and health in the face of climate change*. 47-66. [žiūrėta: 2020 kovo 9 d.]. <https://library.oapen.org/handle/20.500.12657/22910>.

30. De Roos A. J., Kenyon C. C., Zhao Y., Moore K., Melly S., Hubbard R. A., Schinasi L. H., 2020. Ambient daily pollen levels in association with asthma exacerbation among children in Philadelphia, Pennsylvania. *Environment International*. 145: 106138. [žiūrėta: 2022 gegužės 3 d.]. <https://doi.org/10.1016/j.envint.2020.106138>

31. De Weger L. A., Bergmann K. C., Rantio-Lehtimäki A., Dahl A., Buters J., De'champ C., Belmonte J., Thibaudon M., Cecchi L., Jean-Pierre B., Galán C., Waisel Y., 2013. Impact of pollen. In Sofiev M., Bergmann K. C, *Allergenic Pollen* 161–215. Springer [žiūrėta: 2022 gegužės 2 d.]. https://doi.org/10.1007/978-94-007-4881-1_6.

32. Dubakienė R., 2019. *Alergija. Priežastys, simptomai, gydymas*. Vilnius: UAB „Tylo alba leidykla“

33. Dzierżanowski K., Popek R., Gawrońska H., Sæbø A., Gawroński S. W., 2011. Deposition of particulate matter of different size fractions on leaf surfaces and in waxes of urban forest species. *International journal of phytoremediation*. 13(10): 1037-1046. [žiūrėta: 2022 kovo 3 d.]. <https://doi.org/10.1080/15226514.2011.552929>).

34. EAC. European Arboricultural Council, 2019. European Tree Care (First Edition) – A Practical Guide to Planting, Pruning and Safe Work Practice. [žiūrėta: 2022 vasario 7 d.]. https://www.eac-arboriculture.com/eac_guides.aspx.
35. Elliott J., Gale C. R., Parsons S., Kuh D., HAL Cyon Study Team., 2014.. Neighbourhood cohesion and mental wellbeing among older adults: a mixed methods approach. *Social Science & Medicine*. 107: 44-51. [žiūrėta: 2022 vasario 7 d.]. <https://doi.org/10.1016/j.socscimed.2014.02.027>
36. EN 16868:2019 Aplinkos oras. Ore sklindančių žiedadulkių ir grybelių sporų ėminių ėmimas ir analizė alergijos tyrimo tinklams. Tūrinis Hirsto metodas. <https://www.lsd.lt>.
37. Galán C., Ariatti A., Bonini M., Clot B., Crouzy B., Dahl, A., Fernandez-González D., Frenguelli G., Gehrig R., Isard S., Levetin E., Li D. W., Mandrioli P., Rogers C. A., Thibaudon M., Sauliene I., Skjoth C., Smith M., Sofiev, M., 2017. Recommended terminology for aerobiological studies. *Aerobiologia*. 33(3): 293-295. [žiūrėta: 2022 gegužės 2 d.]. <https://doi.org/10.1007/s10453-017-9496-0>
38. García-Mozo H., 2017. Poaceae pollen as the leading aeroallergen worldwide: A review. *Allergy*. 72(12): 1849-1858. [žiūrėta: 2022 balandžio 2 d.]. <https://doi.org/10.1111/all.13210>.
39. Gidlow C. J., Jones M. V., Hurst G., Masterson D., Clark-Carter D., Tarvainen M. P., Nieuwenhuijsen M., 2016. Where to put your best foot forward: Psycho-physiological responses to walking in natural and urban environments. *Journal of environmental psychology*. 45: 22-29. [žiūrėta: 2022 vasario 20 d.]. <https://doi.org/10.1016/j.jenvp.2015.11.003>.
40. Golovko V. V., Zueva G. A., Kiseleva, T. I., 2021. Anemophilous Plant Pollen Grains Entering the Atmosphere: Cluster Composition. *Atmospheric and Oceanic Optics*. 34(5): 483-490. [žiūrėta: 2022 sausio 9 d.]. <https://doi.org/10.1134/S1024856021050092>
41. González-Fernández E., Álvarez-López S., Garrido A., Fernández-González M., Rodríguez-Rajo F. J., 2022. Data mining assessment of Poaceae pollen influencing factors and its environmental implications. *Science of The Total Environment*. 152874. [žiūrėta: 2022 balandžio 2 d.]. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2021.152874>.
42. Green B. J., Levetin E., Horner W. E., Codina, R., Barnes C. S., Filley W. V., 2018. Landscape plant selection criteria for the allergic patient. *The Journal of Allergy and Clinical Immunology: In Practice*. 6(6): 1869-1876. [žiūrėta 2022 balandis 2 d.]. <https://doi.org/10.1016/j.jaip.2018.05.020>
43. Grewling Ł., Jackowiak B., Nowak M., Uruska A., Smith, M., 2012. Variations and trends of birch pollen seasons during 15 years (1996–2010) in relation to weather conditions in

Poznań (western Poland). Grana. 51(4): 280-292. [žiūrėta: 2022 gegužės 1 d.].
<https://doi.org/10.1080/00173134.2012.700727>.

44. Grewling L., Janerowicz D., Nowak M., Polanska A., Jackowiak B., Czarnecka-Operacz M., Smith M., 2014. Clinical relevance of Corylus pollen in Poznan, western Poland. Annals of Agricultural and Environmental Medicine. 21(1). [žiūrėta: 2022 kovo 29 d.].
<https://agro.icm.edu.pl/agro/element/bwmeta1.element.agro-cfac9ec0-d076-4e64-95c9-2dc4d2b13553>.

45. Halken S., Larenas-Linnemann D., Roberts G., Calderón M. A., Angier E., Pfaar O., Muraro, A., 2017. EAACI guidelines on allergen immunotherapy: prevention of allergy. Pediatric Allergy and Immunology. 28(8).728-745. [žiūrėta: 2022 kovo 8 d.].
<https://doi.org/10.1111/pai.12807>.

46. Harnik P., Crompton J. L., 2014. Measuring the total economic value of a park system to a community. Managing Leisure. 19(3): 188-211. [žiūrėta: 2022 gegužės 7 d.].
<https://doi.org/10.1080/13606719.2014.885713>

47. Helbig N., Vogel B., Vogel H., Fiedler F., 2004. Numerical modelling of pollen dispersion on the regional scale. Aerobiologia. 20(1): 3-19. [žiūrėta: 2022 gegužės 2 d.].
<https://doi.org/10.1023/B:AERO.0000022984.51588.30>.

48. HI. Higienos institutas, 2015. Visuomenės sveikatos netolygumai. Alerginiai susirgimai Lietuvoje:Ligotumas ir tendencijos. Nr. 3(12). [žiūrėta: 2022 kovo 14 d.].
<https://www.hi.lt/uploads/pdf/leidiniai/Informaciniai/Ligotumas%20alergijomis%20Lietuvoje.pdf>

49. HI. Higienos institutas, 2018. Visuomenės sveikatos netolygumai. Su klimato kaita susijusių alerginių ligų paplitimo 2017 m. Lietuvoje apžvalga. Nr. 5(32). [žiūrėta: 2022 kovo 14 d.] https://www.hi.lt/uploads/pdf/leidiniai/Informaciniai/alergijos_2017_VSN_2018_11.26_1.pdf

50. HI. Higienos institutas, 2020. Visuomenės sveikatos netolygumai. Su klimato kaita susijusių alerginių ligų paplitimo 2019 m. Lietuvoje apžvalga. Nr. 2(41). [žiūrėta: 2020 kovo 10 d.]
<https://www.hi.lt/index.php?mact=News,cntnt01,detail,0&cntnt01articleid=1675&cntnt01returnid=503>.

51. HNT-BALTIC, 2021. [žiūrėta: 2021 kovo 11 d.].
<https://beta.maps.lt/page/about?b=topo&bl=true&c=2542116.4%2C7498013.8&r=0&s=1155581.108577>.

52. IPNI International Plant Names Index. 2022., The Royal Botanic Gardens, Kew, Harvard University Herbaria & Libraries and Australian National Botanic Gardens. [žiūrėta: 2022 kovo 10 d.] <http://www.ipni.org>.
53. Jim C. Y., Chen W. Y., 2006. Perception and attitude of residents toward urban green spaces in Guangzhou (China). *Environmental management*. 38(3): 338-349. [žiūrėta: 2022 kovo 5 d.]. <https://doi.org/10.1007/s00267-005-0166-6>.
54. Jochner-Oette S., Stitz T., Jetschni J., Cariñanos P. (2018). The influence of individual-specific plant parameters and species composition on the allergenic potential of urban green spaces. [žiūrėta: 2022 balandžio 7 d.]. *Forests*. 9(6): 284. <https://doi.org/10.3390/f9060284>.
55. Kasprzyk I., Ćwik A., Kluska K., Wójcik T., Cariñanos P., 2019a. Allergenic pollen concentrations in the air of urban parks in relation to their vegetation. *Urban Forestry & Urban Greening*. 46: 126486. [žiūrėta: 2022 vasario 26d.]. <https://doi.org/10.1016/j.ufug.2019.126486>
56. Kasprzyk I., Wójcik T., Cariñanos P., Borycka K., Ćwik A., 2019b. Evaluation of the allergenicity of various types of urban parks in a warm temperate climate zone. *Aerobiologia*. 35(1), 57-71. [žiūrėta: 2022 vasario 26d.]. <https://doi.org/10.1007/s10453-018-9537-3>.
57. Katelaris C. H., Beggs P. J., 2018. Climate change: allergens and allergic diseases. *Internal medicine journal*, 48(2): 129-134. [žiūrėta: 2022 kovo 15 d.]. <https://doi.org/10.1111/imj.13699>
58. Kolek F., Plaza M. P., Charalampopoulos A., Traidl-Hoffmann C., Damialis A., 2021. Biodiversity, abundance, seasonal and diurnal airborne pollen distribution patterns at two different heights in Augsburg, Germany. *Atmospheric Environment*. 267, 118774. [žiūrėta: 2022 kovo 20 d.]. <https://doi.org/10.1016/j.atmosenv.2021.118774>.
59. Kopacz-Bednarska A., Połowska J., Ślusarczyk J., 2022. Oak and hornbeam pollen season in Kielce in 2021. *Alergoprofil*. [žiūrėta: 2022 gegužės 3 d.]. <https://journalsmededu.pl/index.php/alergoprofil/article/download/1754/1661>
60. Kuparinen A., Markkanen T., Riikonen H., Vesala T., 2007. Modeling air-mediated dispersal of spores, pollen and seeds in forested areas. *Ecological modelling*. 208(2-4): 177-188. . [žiūrėta: 2022 sausio 11 d.]. <https://doi.org/10.1016/j.ecolmodel.2007.05.023>.
61. Lara B., Rojo J., Fernández-González F., González-García-Saavedra A., Serrano-Bravo M. D., Pérez-Badía R., 2020. Impact of plane tree abundance on temporal and spatial variations in pollen concentration. *Forests*. 11(8): 817. [žiūrėta: 2022 gegužės 1 d.]. <https://doi.org/10.3390/f11080817>.

62. Lee A. C., Maheswaran R., 2011. The health benefits of urban green spaces: a review of the evidence. *Journal of public health*. 33(2): 212-222. [žiūrėta: 2022 kovo 1 d.]. <https://doi.org/10.1093/pubmed/fdq068>.
63. LHT. Lietuvos hidrometeorologijos tarnyba prie aplinkos ministerijos Klimato ir tyrimų skyriaus 2021 m. spalio 29 d. raštas Nr. (8.42-10)-B8-2834 „Pažyma apie hidrometeorologines sąlygas“.
64. Lietuvos hidrometeorologijos raštas
65. LR Aplinkos ministerija, 2007a. Dėl želdynų įrengimo ir želdinių veisimo taisyklių patvirtinimo. Įsakymas Nr. D1-717, 2007-12-29. Valstybės žinios, Nr. 2-77.
66. LR Aplinkos ministerija, 2007b. Dėl sodmenų kokybės reikalavimų patvirtinimo. Įsakymas Nr. D1-674, 2007-12-14. Valstybės žinios, Nr. 80-3215.
67. LR Aplinkos ministerija, 2011. Dėl statybos techninis reglamento STR 2.06.04:2014 „Gatvės ir vietinės reikšmės keliai. Bendrieji reikalavimai“ patvirtinimo. Įsakymas Nr. D1-933, 2011-12-02. Valstybės žinios, Nr. 149-7009.
68. LR Aplinkos ministerija, 2022. Dėl Lietuvos Respublikos aplinkos ministro 2002 m. liepos 1 d. įsakymo 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“ pakeitimo. Teisės aktų registras, Nr. 2022-02734.
69. LR Aplinkos ministro įsakymas, 2007c. Dėl atskirųjų rekreacinės paskirties želdynų plotų normų ir priklausomųjų želdynų normų (plotų) nustatymo tvarkos aprašo patvirtinimo. Įsakymas Nr. D1-694, 2007-12-21. Valstybės žinios Nr. 137-5624.
70. LR Seimas, 2022. Lietuvos Respublikos Želdynų įstatymas. Teisės aktų registras, Nr. 2021-07437.
71. LR Vyriausybė, 2018. Dėl Lietuvos Respublikos Vyriausybės 2008 m. kovo 1 d. nutarimo Nr. 206 „Dėl kriterijų, pagal kuriuos medžiai ir krūmai, augantys ne miškų ūkio paskirties žemėje, priskiriami saugotiniams, sąrašo patvirtinimo ir medžių ir krūmų priskiriami saugotiniams,, pakeitimo. Teisės aktų registras, Nr. 2018-09339.
72. Lu Xiaojian, Xiufen Ye, Jiaxi Liu., 2021 Morphological differences between anemophilous and entomophilous pollen. *Microscopy research and technique*. [žiūrėta: 2022 gegužės 1 d.]. <https://doi.org/10.1002/jemt.23975>.
73. Massetti L., Petralli M., Orlandini S., 2015. The effect of urban morphology on *Tilia× europaea* flowering. *Urban Forestry & Urban Greening*. 14(1): 187-193. [žiūrėta: 2022 balandžio 7 d.]. <https://doi.org/10.1016/j.ufug.2014.10.005>.

74. Menut L., Vautard R., Colette A., Khvorostyanov D., Potier A., Hamaoui-Laguel L., Viovy N., Thibaudon, M., 2014. A new model of ragweed pollen release based on the analysis of meteorological conditions. *Atmospheric Chemistry and Physics Discussions*. 14(7): 10891-10927. [žiūrėta: 2022 gegužės 1 d.]. <https://acp.copernicus.org/preprints/14/10891/2014/acpd-14-10891-2014.pdf>.
75. Noszczyk T., Gorzelany J., Kukulska-Kozieł A., Hernik J., 2022. The impact of the COVID-19 pandemic on the importance of urban green spaces to the public. *Land Use Policy*. 113: 105925. [žiūrėta: 2022 balandžio 12 d.]. <https://doi.org/10.1016/j.landusepol.2021.105925>.
76. Nowosad J., 2016. Spatiotemporal models for predicting high pollen concentration level of *Corylus*, *Alnus*, and *Betula*. *International journal of biometeorology*. 60(6): 843-855. [žiūrėta: 2022 kovo 9 d.]. <https://doi.org/10.1007/s00484-015-1077-8>.
77. Oficialios statistikos portalas, 2022. Nuolatinių gyventojų skaičius pagal lytį ir amžiaus grupes apskrityse ir savivaldybėse metų pradžioje (XLSX) 2021. [žiūrėta: 2022 kovo 12 d.]. <https://osp.stat.gov.lt/gyventojai1>.
78. Ojrzyńska H., Bilińska D., Werner M., Kryza M., Malkiewicz M., 2020. The influence of atmospheric circulation conditions on *Betula* and *Alnus* pollen concentrations in Wrocław, Poland. *Aerobiologia*. 36(2): 261-276. [žiūrėta: 2022 kovo 1 d.]. <https://doi.org/10.1007/s10453-020-09629-9>.
79. Pablos I., Wildner S., Asam C., Wallner M., Gadermaier G., 2016. Pollen allergens for molecular diagnosis. *Current Allergy and Asthma Reports* 16: 31. [žiūrėta: 2022 gegužės 2 d.]. <https://doi.org/10.1007/s11882-016-0603-z>.
80. PalDat – a palynological database. 2021. [žiūrėta: 2021 birželio 11 d.] www.paldat.org.
81. Pasyfo, 2022a. Beržas (*Betula*) [žiūrėta: 2022 kovo 2 d.]. <http://pasyfo.lt/ziedadulkiu-prognoze/alergenai/berzas/>.
82. Pasyfo, 2022b. Skroblas (*Carpinus*) [žiūrėta: 2022 kovo 2 d.]. <http://pasyfo.lt/ziedadulkiu-prognoze/alergenai/skroblas/>
83. Pasyfo, 2022c. Alksnis (*Alnus*) [žiūrėta: 2022 kovo 9 d.]. <http://pasyfo.lt/ziedadulkiu-prognoze/alergenai/alksnis/>
84. Pasyfo, 2022d. Gluosnis (*Salix*) [žiūrėta: 2022 balandžio 7 d.]. <http://pasyfo.lt/ziedadulkiu-prognoze/alergenai/gluosnis/>.
85. Pasyfo, 2022e. Tuopa (*Populus*) [žiūrėta: 2022 kovo 10 d.]. <http://pasyfo.lt/ziedadulkiu-prognoze/alergenai/tuopa-drebule/>

86. Pasyfo, 2022f. Uosis (*Fraxinus*) [žiūrėta: 2022 kovo 12 d.]. <http://pasyfo.lt/ziedadulkiu-prognoze/alergenai/uosis/>
87. Pasyfo, 2022g. Gyslotis (*Plantago*) [žiūrėta: 2022 kovo 12 d.]. <http://pasyfo.lt/ziedadulkiu-prognoze/alergenai/gyslotis/>
88. Pasyfo, 2022h. Rūgštinė (*Rumex*) [žiūrėta: 2022 kovo 12 d.]. <http://pasyfo.lt/ziedadulkiu-prognoze/alergenai/rugstine/>
89. Pasyfo, 2022y. Dilgelė (*Urtica*) [žiūrėta: 2022 kovo 12 d.]. <http://pasyfo.lt/ziedadulkiu-prognoze/alergenai/dilgeliniai/>
90. Pasyfo, 2022i. Kietis (*Artemisia*) [žiūrėta: 2022 kovo 12 d.]. <http://pasyfo.lt/ziedadulkiu-prognoze/alergenai/kietis/>
91. Patalauskaitė D., 2022. Lazdynas (*Corylus*). Visuotinė lietuvių enciklopedija. [žiūrėta: 2022 vasario 7 d.]. <https://www.vle.lt/straipsnis/lazdynas/>
92. Pawankar R., 2014. Allergic diseases and asthma: a global public health concern and a call to action. *World Allergy Organization Journal*. 7(1): 1-3. [žiūrėta: 2022 balandžio 20 d.]. <https://doi.org/10.1186/1939-4551-7-12>.
93. Peel R. G., Ørby P. V., Skjøth C. A., Kennedy R., Schlünssen V., Smith, M., Sommer J., Hertel O. (2014). Seasonal variation in diurnal atmospheric grass pollen concentration profiles. *Biogeosciences*. 11(3): 821-832. [žiūrėta: 2022 vasario 26 d.]. <https://bg.copernicus.org/articles/11/821/2014/bg-11-821-2014.pdf>.
94. Picornell A., Buters J., Rojo J., Traidl-Hoffmann C., Damialis A., Menzel A., Bergmann K. C., Werchang M., Schmidt-Weber C., Oteros, J., 2019. Predicting the start, peak and end of the *Betula* pollen season in Bavaria, Germany. *Science of The Total Environment*, 690: 1299-1309. [žiūrėta: 2022 kovo 20 d.]. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2019.06.485>.
95. PSO. Pasaulio sveikatos organizacija, 2014. [žiūrėta: 2022 kovo 12 d.]. https://apps.who.int/iris/bitstream/handle/10665/162870/A67_R23-en.pdf?sequence=1&isAllowed=y
96. Puc M., Kasprzyk I., 2013. The patterns of *Corylus* and *Alnus* pollen seasons and pollination periods in two Polish cities located in different climatic regions. *Aerobiologia*. 29(4): 495-511. [žiūrėta: 2021 kovo 10 d.]. <https://doi.org/10.1007/s10453-013-9299-x>
97. Puc M., Kotrych D., Piotrowska-Weryszko K., Piotrowska-Weryszko E., Lipiec A., Siergiejko G., Stacewicz A., 2018. Hornbeam pollen in the air of Poland in 2018. *Alergoprofil*. 14(3), 72-76. [žiūrėta: 2022 balandžio 29 d.]. <https://journalsmededu.pl/index.php/alergoprofil/article/download/124/103>

98. Radviliškio rajono savivaldybė, 2022. Dėl Radviliškio rajono savivaldybės želdynų ir želdinių apsaugos taisyklių patvirtinimo. Teisės aktų registras, Nr. 2022-05808.
99. Raseinių miesto centrinės dalies detalusis planas, 2013. [žiūrėta: 2022 sausio 3 d.]. https://www.raseiniai.lt/uploads/Teritorij%C5%B3%20planavimas/Patvirtinti%20planai/Raseini%C5%B3%20m.%20detalusis%20planas/Raseiniu_centro_DP_aiskinamasis.pdf.
100. Raseinių miesto teritorijos bendrasis planas, 2008. [žiūrėta: 2021 kovo 9 d.]. <https://www.raseiniai.lt/uploads/VEIKLOS%20SRITYS/Terit.planavimas/Bendrieji%20planai/AiskinamasisRastasRaseiniumiesto.pdf>.
101. Recio M., Picornell A., Trigo M. M., Gharbi D., García-Sánchez J., Cabezudo, B., 2018. Intensity and temporality of airborne Quercus pollen in the southwest Mediterranean area: Correlation with meteorological and phenoclimatic variables, trends and possible adaptation to climate change. *Agricultural and Forest Meteorology*. 250: 308-318. [žiūrėta: 2022 gegužės 2 d.]. <https://doi.org/10.1016/j.agrformet.2017.11.028>.
102. Richardson E. A., Mitchell R., 2010. Gender differences in relationships between urban green space and health in the United Kingdom. *Social science & medicine*. 71(3): 568-575. [žiūrėta: 2022 vasario 26d.]. <https://doi.org/10.1016/j.socscimed.2010.04.015>.
103. Rojo J., Oteros J., Picornell A., Maya-Manzano J. M., Damialis A., Zink K., Werchan M., Werchan B., Smith M., Menzel A., Timpf S., Traidl-Hoffmann C., Karl-Christian B., Schmidt-Weber C. B., Buters, J. (2021). Effects of future climate change on birch abundance and their pollen load. *Global Change Biology*. 27(22): 5934-5949. [žiūrėta: 2022 gegužės 2 d.]. <https://doi.org/10.1111/gcb.15824>
104. Rojo J., Rapp A., Lara B., Fernández-González F., Pérez-Badia R. 2015. Effect of land uses and wind direction on the contribution of local sources to airborne pollen. *Science of the Total Environment*. 538: 672-682. [žiūrėta: 2022 gegužės 5 d.]. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2015.08.074>.
105. Samawi H. M., 2013. Daily walking and life expectancy of elderly people in the Iowa 65 rural health study. *Frontiers in public health*. 1: 11. [žiūrėta: 2022 vasario 10 d.]. <https://doi.org/10.3389/fpubh.2013.00011>
106. Sauliene I.; Sukiene L., Kazlauskienė V., 2019. The assessment of atmospheric conditions and constituents on allergenic pollen loads in Lithuania. *Journal of environmental management*. 250: 109469. [žiūrėta: 2022 gegužės 2 d.]. <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2019.109469>.

107. Schiavoni G., D'Amato G., Afferni C., 2017. The dangerous liaison between pollens and pollution in respiratory allergy. *Annals of Allergy, Asthma & Immunology*. 118(3): 269-275. [žiūrėta: 2022 kovo 14 d.]. <https://doi.org/10.1016/j.anai.2016.12.019>.
108. Schramm P. J., Brown C. L., Saha S., Conlon K. C., Manangan A. P., Bell J. E., Hess J. J., 2021. A systematic review of the effects of temperature and precipitation on pollen concentrations and season timing, and implications for human health. *International Journal of Biometeorology*. 65(10): 1615-1628. [žiūrėta: 2022 gegužės 2 d.]. <https://doi.org/10.1007/s00484-021-02128-7>
109. Sinkevičienė Z., 2022 Gluosnis (Salix). Visuotinė lietuvių enciklopedija. [žiūrėta: 2022 balandžio 7 d.]. <https://www.vle.lt/straipsnis/gluosnis/>
110. Skuodo rajono savivaldybė, 2022. Dėl Skuodo rajono savivaldybės želdynų ir želdinių apsaugos taisyklių patvirtinimo. Teisės aktų registras, Nr. 2022-05970.
111. Ślusarczyk J., Kopacz-Bednarska A., Posłowska J., 2021. Characteristics of ash, maple, yew/juniper, and willow pollen seasons in the air of Kielce in 2021 in correlation with weather conditions. *Alergoprofil*. 17(4): 44-51. [žiūrėta: 2022 kovo 20 d.]. <https://www.journalsmededu.pl/index.php/alergoprofil/article/download/1443/1403>
112. Sofiev M., Siljamo P., Ranta H., Linkosalo T., Jaeger S., Rasmussen A., Rantio-Lehtimäki A., Severova E., Kukkonen J., 2013. A numerical model of birch pollen emission and dispersion in the atmosphere. Description of the emission module. *International journal of biometeorology*. 57(1): 45-58. [žiūrėta: 2021 kovo 12 d.]. <https://doi.org/10.1007/s00484-012-0532-z>.
113. Straigytė L., 2008. Raseinių, Ariogalos miestų urbanizuotų teritorijų želdynų ir želdinių, augančių ne miškų ūkio paskirties žemėje, atlikto inventorizavimo bei šių želdynų, želdinių 2009-2013 m. tvarkymo programa. [CD]. Kaunas: Lietuvos žemės ūkio universitetas.
114. Sulmont G., 2007. The pollen content of air: identification key. [CD]. RNSA.
115. Šaulienė I., Kainov D., Šukinė L., Greičiuvienė J., 2015. Alerginis rinitas: kaip išvengti? Vilnius: UAB „BMK Leidykla“.
116. Ščevková J., Dušička J., Hrabovský M., Vašková Z., 2021. Trends in pollen season characteristics of *Alnus*, *Poaceae* and *Artemisia* allergenic taxa in Bratislava, central Europe. *Aerobiologia*. 37(4): 707-717. [žiūrėta: 2022 balandžio 12 d.]. <https://doi.org/10.1007/s10453-021-09717-4>.
117. Šikoparija B., Mimić G., Panić M., Marko O., Radišić P., Pejak-Šikoparija T., Pauling A., 2018. High temporal resolution of airborne *Ambrosia* pollen measurements above the

source reveals emission characteristics. *Atmospheric Environment*. 192: 13-23. [žiūrėta: 2022 kovo 1 d.]. <https://doi.org/10.1016/j.atmosenv.2018.08.040>.

118. Šikoparija B., Skjøth C. A., Radišić P., Apatini D., Magyar D., Páldy A., Yankova R., Sommerg J., Kasprzyk I., Myszkowska Uruska D. A., Zimny M., Puck M., Jäger S., Smith M., 2012. Variation in *Artemisia* pollen seasons in Central and Eastern Europe. *Agricultural and Forest Meteorology*. 160: 48-59. [žiūrėta: 2022 gegužės 2 d.]. <https://doi.org/10.1016/j.agrformet.2012.02.013>.

119. Tamošiūnas V., Dubakienė R., Žvirblienė, A. (2012). *Aiškinamasis imunologijos ir alergologijos terminų žodynas*. Vilnius: Mokslo ir enciklopedijų leidybos centras.

120. Ugolini F., Massetti L., Calaza-Martínez P., Cariñanos P., Dobbs C., Ostoić S. K., Marin A. M., Pearlmutter D., Saaroni H., Šaulienė I., Simoneti M., Verlič A., Vulitic D., Sanesi G., 2020. Effects of the COVID-19 pandemic on the use and perceptions of urban green space: An international exploratory study. *Urban forestry & urban greening*. 56: 126888. [žiūrėta: 2022 vasario 10 d.]. <https://doi.org/10.1016/j.ufug.2020.126888>.

121. Van den Berg A. E., Maas J., Verheij R. A., Groenewegen P. P., 2010. Green space as a buffer between stressful life events and health. *Social science & medicine*. 70(8): 1203-1210. [žiūrėta: 2022 vasario 19 d.]. <https://doi.org/10.1016/j.socscimed.2010.01.002>

122. Van den Bosch M., Mudu P., Uscila V., Barrdahl M., Kulinkina A., Staatsen B., Swart W., Kruize H., Zurlyte I., Egorov, A. I. (2016). Development of an urban green space indicator and the public health rationale. *Scandinavian journal of public health*. 44(2), 159-167. [žiūrėta: 2022 kovo 17 d.]. <https://doi.org/10.1177/1403494815615444>

123. Van den Bosch, M., 2017. In *Oxford Research Encyclopedia of Environmental Science*. [žiūrėta: 2022 vasario 26 d.]. <https://doi.org/10.1093/acrefore/9780199389414.013.333>.

124. Vandenplas O., Vinnikov D., Blanc P. D., Agache I., Bachert C., Bewick M., Bousquet J., 2018. Impact of rhinitis on work productivity: a systematic review. *The Journal of Allergy and Clinical Immunology: In Practice*. 6(4): 1274-1286. [žiūrėta: 2022 kovo 15 d.]. <https://doi.org/10.1016/j.jaip.2017.09.002>.

125. Veriankaitė L., Siljamo P., Sofiev M., Šaulienė I., Kukkonen J., 2010. Modelling analysis of source regions of long-range transported birch pollen that influences allergenic seasons in Lithuania. *Aerobiologia*. 26(1), 47-62. [žiūrėta 2022 kovo 1 d.]. <https://doi.org/10.1007/s10453-009-9142-6>.

126. Vilkonis K. K., 2020. *Lietuvos žaliasis rūbas. Trečiasis leidimas*. Kaunas: leidykla „LUTUTĖ“.

127. Vogt, J., Gillner S., Hofmann, M., Tharang, A., Dettmann, S., Gerstenberg, T., Roloff, A., (2017). Citree: A database supporting tree selection for urban areas in temperate climate. *Landscape and Urban Planning*. 157: 14-25. [žiūrėta: 2022 balandžio 18 d.]. <https://doi.org/10.1016/j.landurbplan.2016.06.005>)
128. Wang L., Zhang X., Zhang J., Fan W., Lu M., Hu J., 2018. Proteomic analysis and identification of possible allergenic proteins in mature pollen of *Populus tomentosa*. *International journal of molecular sciences*. 19(1): 250. [žiūrėta: 2022 balandžio 2 d.]. <https://doi.org/10.3390/ijms19010250>.
129. Weryszko-Chmielewska E., Piotrowska-Weryszko K., Dąbrowska A., 2019. Response of *Tilia sp. L.* to climate warming in urban conditions—Phenological and aerobiological studies. *Urban forestry & urban greening*. 43: 126369. [žiūrėta: 2022 balandžio 30 d.]. <https://doi.org/10.1016/j.ufug.2019.126369>.
130. Z. Gudžinskas, 2022. Visuotinė lietuvių enciklopedija [žiūrėta: 2022 balandžio 7 d.]. <https://www.vle.lt/straipsnis/skroblas/>
131. Ziello C., Sparks T. H., Estrella N., Belmonte J., Bergmann K. C., Bucher E., Brighetti M. A., Damialis A., Detandt M., Galán C., Gehrig R., Grewling L., Gutiérrez Bustillo A. D., Menzel A., 2012. Changes to airborne pollen counts across Europe. *PloS one*. 7(4). [žiūrėta: 2020 kovo 9 d.]. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0034076>.
132. Zijlema W. L., Triguero-Mas M., Smith G., Cirach M., Martinez D., Dadvand, P., Gascon M., Jones M., Gidlow C., Hurst G., Masterson D., Ellis N., Van den Berg M., Maas J., Van Kamp I., Julvez, J., 2017. The relationship between natural outdoor environments and cognitive functioning and its mediators. *Environmental research*. 155: 268-275. [žiūrėta: 2022 vasario 20 d.]. <https://doi.org/10.1016/j.envres.2017.02.017>.
133. Ziska L. H., Epstein P. R., Schlesinger W. H., 2009. Rising CO₂, climate change, and public health: exploring the links to plant biology. *Environmental health perspectives*. 117(2): 155-158. [žiūrėta: 2022 kovo 20 d.]. <https://doi.org/10.1289/ehp.11501>.

PRIEDAI

1 priedas

Raseinių miesto teritorijos bendrojo plano (2008) ekologinės dalies sprendinių iškarpa



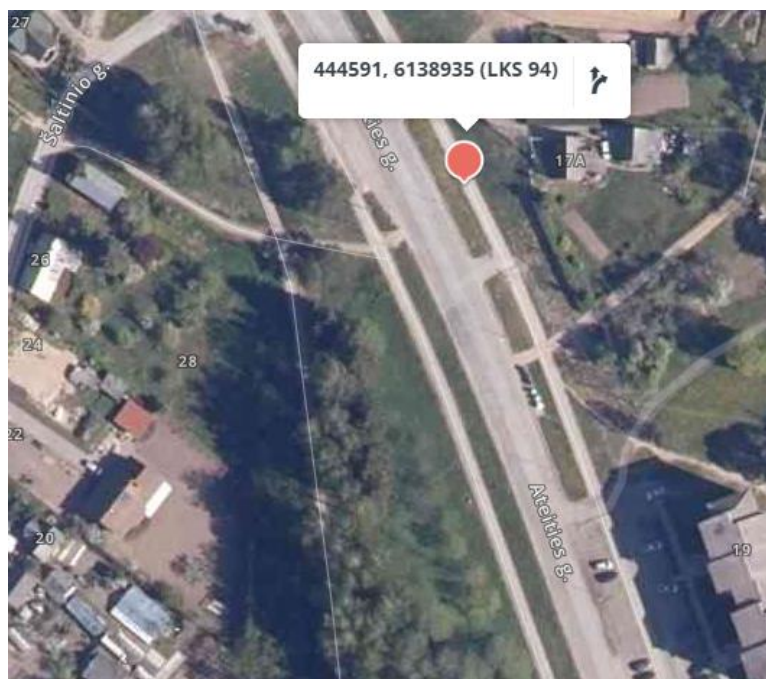
SUTARTINIAI ŽENKLAI:

Žymuo	reikšmė	Žymuo	reikšmė
	Kapinės		Migracijos koridoriai
	Vidiniai ekologinio stabilizavimo arealai		Išoriniai ekologinio stabilizavimo arealai
	Kapinių sanitarinė apsaugos zona (300 m, uždarytųjų – 100 m)		Nuotekų valymo įrenginių sanitarinė apsaugos zona (500 m)
<i>Intensyviai antropogenizuotos gamtinio karkaso dalys, kuriuose prioritetas teikiamas:</i>		<i>Silpnai antropogenizuotos gamtinio karkaso dalys, kuriuose:</i>	
	naujų želdinių formavimui ar esamų gausinimui		būtinai natūralių kraštovaizdžio komponentų atstatymas ir gausinimas
	esamos želdynų sistemos gerinimui ir vystymuisi		išlaikomas ir stiprinamas esamas natūralaus kraštovaizdžio pobūdis
	esamos želdynų sistemos palaikymui ir rekonstravimui		būtinai esamos želdynų sistemos palaikymas ir rekonstravimas
			naujų želdynų formavimui

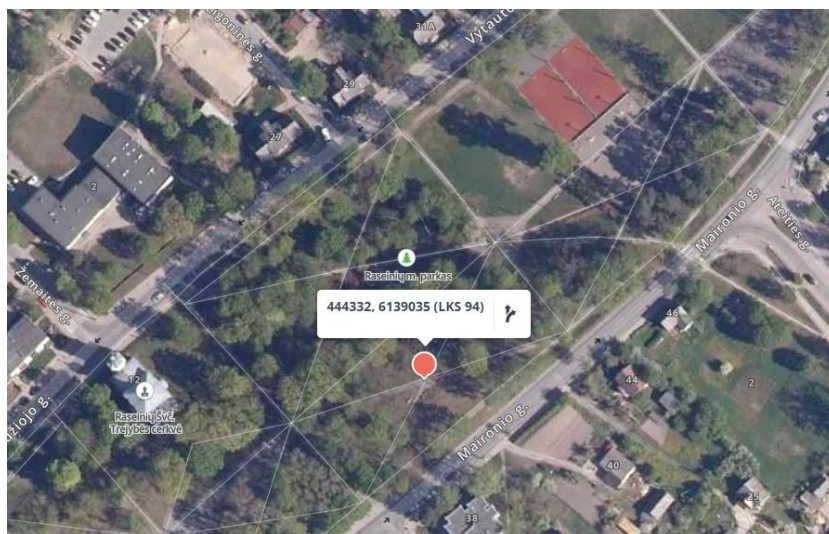
Tyrimo vietos Raseiniuose



14 pav. Žiedadulkių ėminių rinkimo 1 vieta (HNIT-BALTIC, 2021)



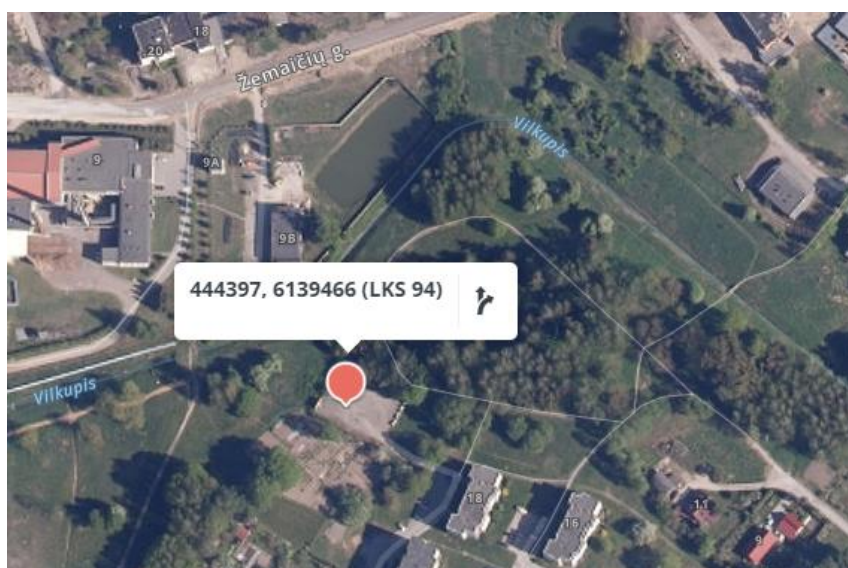
15 pav. Žiedadulkių ėminių rinkimo 2 vieta (HNIT-BALTIC, 2021)



16 pav. Žiedadulkių ėminių rinkimo 3 vieta (HNIT-BALTIC, 2021)

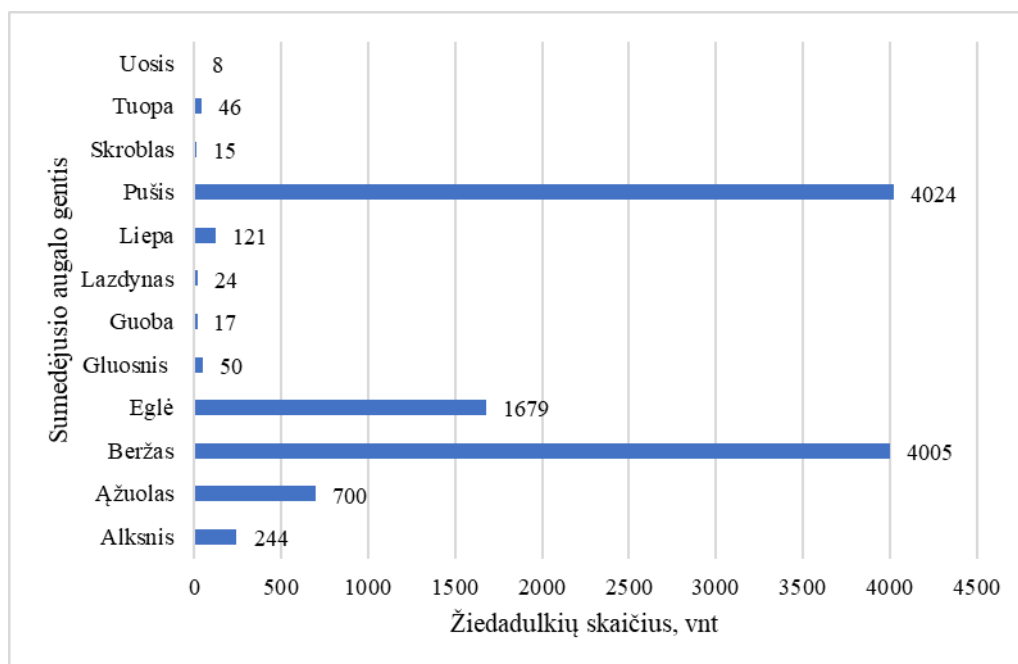


17 pav. Žiedadulkių ėminių rinkimo 4 vieta (HNIT-BALTIC, 2021)

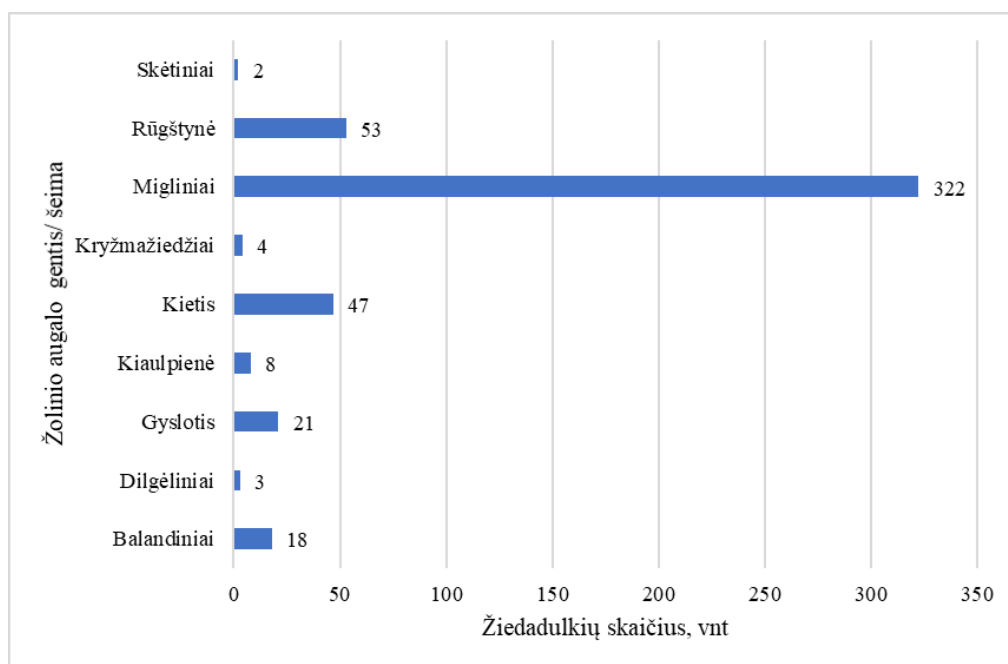


18 pav. Žiedadulkių ėminių rinkimo 1 vieta (HNIT-BALTIC, 2021)

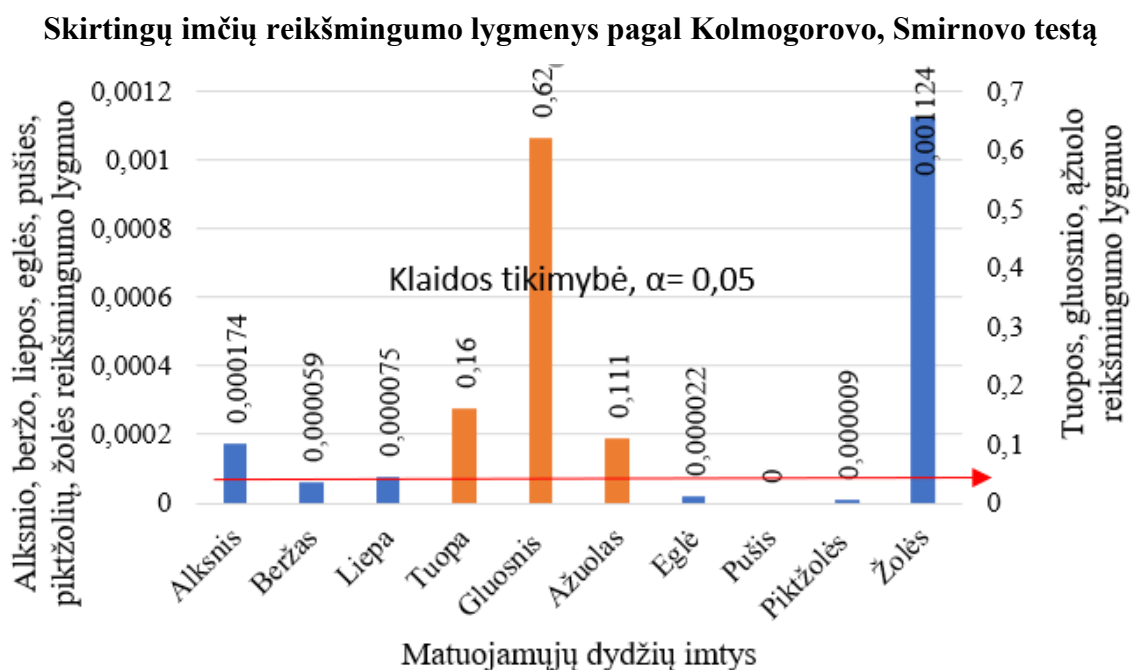
Bendras tyrime surinktų augalų žiedadulkių kiekiai pagal taksonus



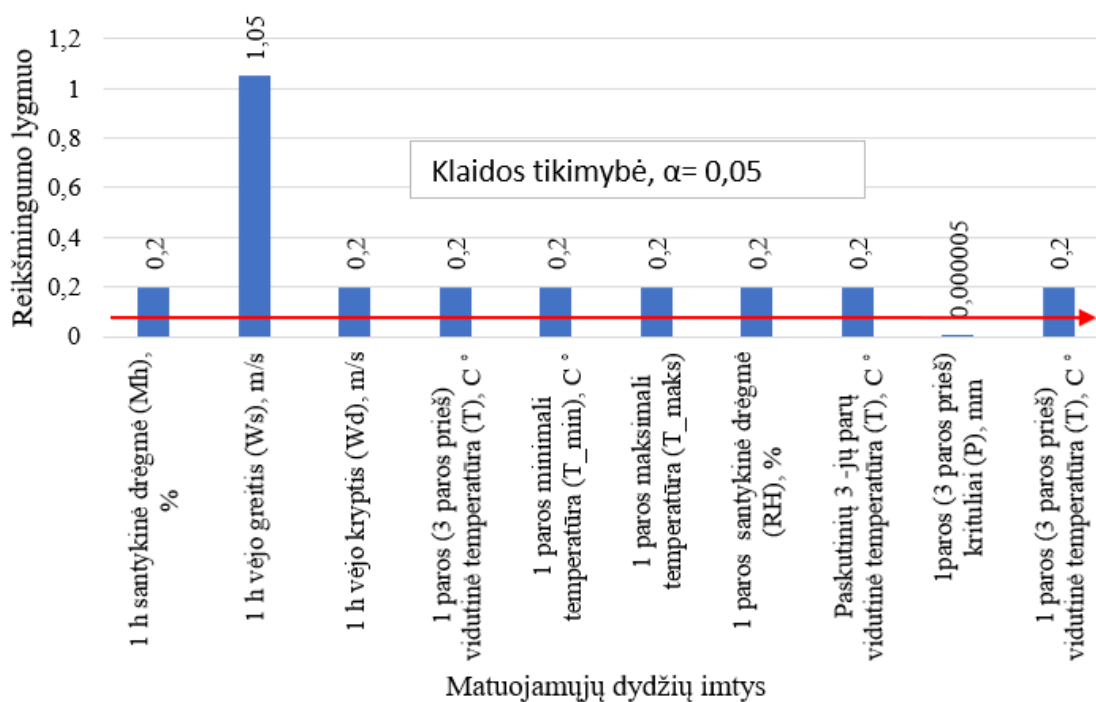
19 pav. Surinktų sumedėjusių augalų žiedadulkių kiekis



20 pav. Surinktų žolinių augalų žiedadulkių kiekis



21 pav. Surinktų augalų žiedadulkių (koncentracijų) patikrintų imčių reikšmingumo lygmenys



22 pav. Meteorologinių parametrų patikrintų imčių reikšmingumo lygmenys

**Regresinis modelis prognozuojantis meteorologinių parametų pokyčių tendencijas
žiedadulkių koncentracijos ore atžvilgiu**

Augalo gentis	Paros (3 paros prieš)							
	Krituliai (P), mm		Vidutinė temperatūra (T), C°					
	r ²	Lygtis	r ²	Lygtis				
Alksnis	0,076	y=-70,293x+65,809	0,146	y=-4,803x+92,258				
Ažuolas	0,443	y=-1582,1295x+39,354	0,387	y=-80,847x+1467,209				
Beržas	0,000	y=-24,737x+770,791	0,067	y=-70,016x+1623,616				
Eglė	0,21	y=264,846x+258,520	0,104	y=-36,820x+876,387				
Gluosnis	0,275	y=-57,998x+27,780	0,140	y=0,84x+13,154				
Liepa	0,081	y=-133,572x+65,048	0,062	y=2,663x+8,391				
Pušis	0,009	y=373,044x+544,235	0,000	y=-3,973x+662,642				
Tuopa	0,146	y=-52,093x+28,765	0,088	y=-3,135x+48,883				
Žolės	0,108	y=-82,511x+89,299	0,035	y=2,620x+28,523				
Piktžolės	0,004	y=-8,647x+28,852	0,001	y=0,200x+24,259				
Paskutinių 3-jų parų Vidutinė temperatūra (T), C°								
Augalo gentis	r ²		Lygtis					
Alksnis	0,129		y=-4,135x+85,546					
Ažuolas	0,499		y=-75,202x+1466,530					
Beržas	0,090		y=-76,833x+1744,231					
Eglė	0,152		y=-49,020x+1092,054					
Gluosnis	0,045		y=0,946x+29,346					
Liepa	0,146		y=4,049x-12,797					
Pušis	0,001		y=5,843x+527,962					
Tuopa	0,547		y=-5,310x+65,619					
Žolės	0,176		y=5,993x-26,694					
Piktžolės	0,072		y=1,827x-0,281					
Paskutinės paros duomenys:								
Augalo gentis	Vidutinė Temperatūra (T), C°		Minimali Temperatūra (T _{min}), C°		Maksimali Temperatūra (T _{max}), C°		Santykinė drėgmė (RH), %	
	r ²	Lygtis	r ²	Lygtis	r ²	Lygtis	r ²	Lygtis
Alksnis	0,119	y=-4,063x+86,062	0,119	y=-4,069x+81,289	0,002	y=-0,133x+51,720	0,011	y=-0,852x+110,492
Ažuolas	0,480	y=-77,835x+1533,366	0,501	y=-79,943x+1520,259	0,485	y=-77,163x+1570,008	0,005	y=4,646x-58,494
Beržas	0,110	y=-82,416x+1876,626	0,064	y=-58,194x+1476,208	0,174	y=-89,62x+2208,952	0,047	y=-37,426x+3403,761
Eglė	0,142	y=-49,109x+1116,822	0,063	y=-26,757x+712,780	0,145	y=-49,442x+1153,851	0,035	y=13,395x-675,605
Gluosnis	0,067	y=-1,033x+30,884	0,002	y=0,166x+19,252	0,060	y=0,549x+12,402	0,006	y=0,148x+10,486
Liepa	0,191	y=5,354x-36,882	0,200	y=5,697x-39,493	0,187	y=5,061x-34,598	0,016	y=1,490x-53,465
Pušis	0,001	y=6,492x+515,638	0,003	y=10,302x+472,347	0,001	y=-6,054x+707,975	0,034	y=25,454x-1190,7676
Tuopa	0,600	y=-4,768x+64,277	0,180	y=-2,496x+38,556	0,358	y=1,671x-2,037	0,137	y=-0,879x+81,537
Žolės	0,254	y=8,137x-65,491	0,261	y=8,560x-67,851	0,247	y=7,707x-62,610	0,043	y=-2,420x+246,226
Piktžolės	0,119	y=2,462x-10,847	0,118	y=2,526x-10,439	0,116	y=2,365x-10,657	0,157	y=-2,160x+187,508
valandos (mėginio ėmimo metu)								
	Vėjo kryptis (Wd)		Vėjo greitis (Ws), m/s		Santykinė drėgmė (RH), %			

Augalo gentis	r ²	Lygtis	r ²	Lygtis	r ²	Lygtis
Alksnis	0,009	$y=0,087x+33,212$	0,002	$y=-1,520x+56,515$	0,039	$y=-0,960x+110,616$
Ažuolas	0,311	$y=-2,678x+705,395$	0,301	$y=174,329x-160,275$	0,364	$y=-11,999x+1114,185$
Beržas	0,155	$y=-7,266x+1873,380$	0,621	$y=524,883x-959,655$	0,000	$y=-4,33x+796,362^*$
Eglė	0,168	$y=-2,776x+740,630$	0,153	$y=175,693x-156,777$	0,011	$y=-3,142x+508,008$
Gluosnis	0,118	$y=0,76x+12,309$	0,204	$y=3,211x+5,756$	0,692	$y=0,898x-27,404$
Liepa	0,226	$y=-0,423x+113,739$	0,030	$y=-5,366x+66,877$	0,078	$y=1,708x-70,750$
Pušis	0,128	$y=-4,442x+1393,781$	0,030	$y=-90,553x+934,430$	0,043	$y=-14,022x+1498,467$
Tuopa	0,325	$y=0,161x+3,152$	0,322	$y=6,403x-11,747$	0,001	$y=-0,048x+24,742$
Žolės	0,036	$y=-1,83x+106,632$	0,037	$y=-8,480x+96,723$	0,029	$y=0,890x+8,496$
Piktžolės	0,005	$y=-0,032x+33,246$	0,001	$y=-0,769x+29,377$	0,000	$y=0,47x+23,964$

Jaunųjų tyrėjų tarptautinės mokslinės konferencijos „Jaunasis tyrėjas išmaniajai visuomenei“
dalyvavimo pažymėjimas

