

ŠIAULIŲ UNIVERSITETAS
INŽINERIJOS KATEDRA

Austė Noreikaitė-Merkelienė

**ANEMOFILINIŲ ŽIEDADULKIŲ SKLAIDOS ORE IR
KRŪVIO ŠIAULIŲ MIESTE ĮVERTINIMAS**

Magistro darbas

Gamtinių sistemų valdymo magistro studijų programa

Vadovas: prof. dr. Ingrida Šaulienė

Šiauliai, 2018

TURINYS

IVADAS.....	3
1. LITERATŪROS ANALIZĖ	5
1.1. Žiedadulkių alerginės savybės ir poveikis žmogaus sveikatai	5
1.2. Skirtingų oro gaudyklių efektyvumas aerobiologinio monitoringo tyrimuose	7
1.3. Miesto žaliosios erdvės ir visuomenės sveikas poilsis.....	9
2. DARBO OBJEKTAS IR METODAI	11
2.1. Darbo objektas.....	11
2.2. Darbo metodai	12
3. REZULTATAI.....	18
3.1. Žiedadulkių įvairovė ir gausumas ciklonine gaudykle surinktuose mėginiuose....	18
3.2. Žiedadulkių sklaida Šiaulių mieste	22
3.3. Šiaulių aerobiologinės stoties duomenų analizė.....	30
3.4. Coriolis ir Hirst gaudyklių duomenų palyginimas	33
IŠVADOS.....	39
SANTRAUKA	40
SUMMARY	41
LITERATŪRA.....	42

IVADAS

Žaliųjų plotų svarba sveikai gyventi miestuose tampa vis aktualesne tema, tačiau, kaip nurodo Pasaulio sveikatos organizacija (World Health Organization, 2016), jau 19 a. viena iš varomųjų jėgų buvo miesto parkų judėjimas, kuris siekė miesto žaliąsias erdves pritaikyti sveikam laisvalaikio praleidimui. Žaliosios erdvės miestuose tai parkai, skverai, nedideli sodai, neužstatytos savaimė užžėlusios teritorijos, kurios yra tarsi nedidelis gamtos prieglobstis, įsiterpęs į urbanistines zonas ir leidžiantis miestiečiams būti bent šiek tiek arčiau gamtos. Tokios erdvės svarbios tiek ekologiniu, tiek estetiniu, ekonominiu ar socialiniu atžvilgiais, tačiau, kaip nurodo Lietuvos hidrometeorologijos tarnyba prie Aplinkos ministerijos (2017), kintančio klimato sąlygomis keičiasi augalų augimo arealai (invazinių augalų plotų didėjimas, ambrozijos plitimas iš Pietų Europos į šiaurines platumas), kurie sukuria palankias sąlygas gamtinių alergenų tokių kaip mikromicetų sporos ir žiedadulkės plitimui. Taip pat ilgėja augalų žydėjimo laikas ir dėl to aplinkoje padaugėja alergijas sukeliančių žiedadulkių. R. Dubakienės (2011) teigimu, viena iš pagrindinių priežasčių, didinančių alerginių ligonių skaičių Europoje ir pasaulyje yra žolių, dekoratyviųjų augalų, žemės ūkio kultūrų, medžių ir krūmų žiedadulkės.

Alerginiai susirgimai pasaulyje tampa vis aktualesne problema – ši liga daro įtaką žmonių sveikatai, ir dėl jo visuomenė patiria nuo 55 iki 151 mlrd. eurų netiesioginių išlaidų. D. Richter (2011), teigimu įprastai alerginis rinitas paveikia 10–30 proc. suaugusiųjų ir 20–40 proc. vaikų populiaciją, be to, alerginis rinitas gali sukelti ir gretutines ligas: astmą, sinusitą, depresiją, miego sutrikimus. Remiantis statistikos duomenimis, Lietuvoje pastebima panaši tendencija: 2016 metais iš 27277 sergančiųjų alerginiu rinitu, 21168 buvo jaunieji gyventojai iki 19 m., t. y. beveik 78 proc. sergančiųjų šia liga buvo asmenys iki 19 metų amžiaus (Skrobotovas, 2017). Higienos instituto (2017) atlikti tyrimai parodė, kad mieste alerginiu rinitu serga daugiau žmonių nei užmiestyje.

Darbo tikslas – įvertinti anemofilinių žiedadulkių sklaidą ore ir krūvį Šiaulių miesto teritorijose.

Darbo uždaviniai:

1. Atlikti Šiaulių aerobiologinės stotelės užfiksuotų žiedadulkių dinamikos analizę ir identifikuoti miesto žaliosiose erdvėse fiksuotas žiedadulkes bei atlikti jų gausumo analizę.
2. Įvertinti skirtingų metodų reprezentatyvumą ir jų naudojimo reikšmingumą.
3. Nustatyti labiausiai žiedadulkėmis užterštus miesto plotus ir pateikti argumentuotus pasiūlymus žaliųjų erdvių alergeniniam potencialui mažinti.

Temos naujumas ir aktualumas. Vis daugiau žmonių pajunta alergijos simptomus ir augalų žiedadulkių sukelta alergija tampa vis didesnė problema visame pasaulyje. Miesto žaliųjų erdvių sąvoka gali aprėpti tiek mieste sukurtus parkus, sodus ar skverus, tiek miškus, pievas ar kitas neužstatytas savaimė užžėlusias teritorijas. Visų šių žaliųjų plotų ekologinė reikšmė ir nauda yra neabejotina. Beveik visos išvardintos žaliosios teritorijos yra rekreacinis potencialas miesto gyventojams, tačiau miesto floros išbarstytos žiedadulkės didina oro alergenų kiekį žiedadulkių sezono metu ir gali neigiamai veikti žmonių sveikatą, trikdyti darbo ir poilsio režimą.

Atliktas anemofilinių žiedadulkių sklaidos ore ir krūvio Šiaulių mieste įvertinimas naudingas alergija sergantiems asmenims ir jų artimiesiems, savivaldybės tarnautojams, atsakingiems už viešųjų želdynų priežiūrą.

1. LITERATŪROS ANALIZĖ

1.1. Žiedadulkių alerginės savybės ir poveikis žmogaus sveikatai

Medžiagos, kurios patekusios iš aplinkos į organizmą gali pakeisti jo jautrumą ir sukelti neįprastą būklę, pasireiškiančią įvairių organų pažeidimu, vadinamos alergenais. Alergenų dažniausiai ieškome maisto produktuose, namų aplinkoje (dulkių erkių metabolitai, kačių ar šunų pleiskanų alergenai) ir kiek rečiau pagalvojame apie augalus. Augalai gali alergizuoti įvairiais būdais. Pagrindinis alergijos sukėlėjas yra žiedadulkės, organai pernešantys augalų vyriškąsias lytines ląsteles. Iš išorės žiedadulkes dengia apvalkalas egzina, o viduje yra intina ir protoplastas, kuriuose saugoma visa genetinė augalo informacija. Svarbiausioji žiedadulkių sudėtinė dalis yra baltymai, kurie yra intinoje. Baltymų kiekis žiedadulkėse svyruoja nuo 11,36 iki 51,2 proc. (Gendrolis, 2012). Kaip teigia G. D`Amato et al. (2007), šiaurinėje, centrinėje ir rytinėje Europoje labiausiai alergiškas medžių žiedadulkes gamina beržas. Tarp šimtų kitų beržo žiedadulkių baltymų pagrindinis alergenai yra „Bet v 1“, kuris 95 proc. žmonių įjautrina imuninės sistemos antikūnų – imunoglobuliną E (IgE). Imunoglobulinas E yra antikūnų tipas, susidarantis, kad kovotų su į organizmą iš aplinkos patenkančiomis dalelėmis. Pakitęs IgE kiekis gali būti alerginių reakcijų, parazitinių infekcijų požymis. Dažniausiai IgE tyrimas atliekamas kaip pradinis, atrankinis alergijos tyrimas (Sosdiagnostika, 2016). R. Dubakienės (2002) teigimu, Lietuvoje alergiją dažniausiai sukelia beržo, lazdyno, ąžuolo, alksnio, įvairių žolinių augalų (šunažolės, motiejuko, pašiaušėlio, miglės, eraičio, rugių, dirsės, įvairių varpinių augalų) bei piktžolių (pelyno (kiečio), varpučio, balandos, ambrozijos) žiedadulkės. Alksnio ir lazdyno žiedadulkės alergeniškumas priskiriamas tarp vidutinio ir aukšto (Sulmont, 2007). Alksnio žiedadulkės kaip ir lazdyno gali įjautrinti organizmą dėl ko vėliau pasireiškia daug stipresnė kryžminė alerginė reakcija beržo žiedadulkėms (Spieksma, Frenguelli, 1991). Beržo žiedadulkių alergeniškumas yra itin aukštas ir žiedadulkių alergeniškumo požiūriu beržo žiedadulkės yra vienos iš pavojingiausių, nes sukelia ne tik nepageidaujamas alergines reakcijas, bet ir pasak R. Dubakienės (2011), pasižymi kryžminėmis reakcijomis su ąžuolo, lazdyno, pelyno, motiejuko ir ambrozijos žiedadulkėmis. ąžuolo žiedadulkių alergeniškumas vidutinis (Sulmont, 2007). Varpinių (miglinių) šeimos augalai pasižymi labai aukštu alergeniškumu. Šios šeimos augalai yra pagrindiniai šienligės sukėlėjai ir jų didelės koncentracijos aptinkamos ore. M. Hrabina et al. (2008) teigimu, iki šiol yra nustatytos vienuolika žolių alergenų grupių, kurios sukelia specifinį IgE atsaką alergiškiems asmenimis. 1 ir 5 grupių alergenai yra svarbiausi žiedadulkių alergenai, dėl kurių alergiškų pacientų įsijautrina atitinkamai 90 proc. ir 65–85 proc. Žemiausia žolinių

augalų žiedadulkių koncentracija ore, dėl kurios pasireiškia šienligės simptomai yra nuo 10 iki 50 žiedadulkių/ m³ oro (D`Amato et al., 2007). Tuo tarpu kiečio ir ambrozijos žiedadulkės yra vienos iš labiausiai alergizuojančių žiedadulkių. Kaip teigia M. Puc (2006), nuo 3 iki 10 proc. visų šienlige sergančių pacientų yra alergiški kiečio žiedadulkėms. M. Malkiewicz et al. (2013) teigimu, alergijos dažnis kiečio žiedadulkėms yra nuo 3 iki 15 proc. Vidurio ir Rytų Europoje. Kiečio genties augalų žiedadulkių sukelta alergija gali sustiprėti dėl papildomos reakcijos į kitų astrinių šeimos augalų (ambrozijos, kiaulpienės, saulėgrąžos, salierų) žiedadulkes (Spieksma, Von Wahl, 1991). D. Bilinska et al. (2017) teigimu, labai mažos ambrozijos žiedadulkių koncentracijos (5–10 žiedadulkių/ m³ oro) jautriems žmonėms gali sukelti alergijos simptomus, o kaip teigia KC. Bergmann et al. (2008), 10–20 ambrozijos žiedadulkių/ m³ oro beveik visada sukelia alergijos simptomus. Didžiausias alergenas ambrozijos žiedadulkėse yra „Amb a 1“ baltymas, kuris 90 proc. sensibilizuoja alergija sergančių žmonių organizmus (Ghiani et al., 2016). Ambrozijų žiedadulkės registruojamos net ir tose šalyse, kuriose yra labai mažai arba apskritai nėra ambrozinių augalų (Šaulienė, Veriankaitė, 2012).

Pasak J. Staikūnienės (2008), šienligė gali pasireikšti ūmia sloga, nosies užburkimu, niežėjimu, pagausėjusių išskyrų iš nosies kiekiu, dažnu čiauduliu, uoslės pablogėjimu, akių perštėjimu, paraudimu, vokų patinimu, galvos skausmu. Pagal G. Danytę (2008), 15–20 proc. Europos gyventojų serga sunkia šienligės forma, kuri gali sutrikdyti įprastinę kasdieninę veiklą, miego kokybę, o tai gali pabloginti net tik fizinę būklę, bet psichosocialinę žmogaus gerovę.

R. Skrobotovas (2017) tyrimų duomenimis, per pastarąjį dešimtmetį (2006–2016 m.) alergijų ligotumas padidėjo 2 kartus (nuo 158,5/ 10000 gyv. iki 312/ 10000 gyv.). Dominuojančios alerginės astmos ir alerginio rinito ligotumo reikšmės 2006–2016 m. pakito labiausiai. Ligotumas šiomis ligomis išaugo apie 3 kartus. Taigi kintančio klimato sąlygomis ilgėja augalų žydėjimo laikas, aplinkoje padaugėja alergijas sukeliančių žiedadulkių, o tai lemia alerginių ligų augimą ir plitimą, dėl ko kenčia žmogaus sveikata ir aplinka.

1.2. Skirtingų oro gaudyklių efektyvumas aerobiologinio monitoringo tyrimuose

Aerobiologija – tai biologijos mokslų šaka, kuri tiria ore pasyviai plintančias bioorganines daleles, tokias kaip bakterijos, grybų sporos, labai maži vabzdžiai, žiedadulkės, virusai ir kitas aeroplanktonas (Inžinerijos katedra, 2017). Ore sklidančių žiedadulkių tyrimų pradžia siejama su žiedadulkių morfologinių savybių analize, kuri pradėta vystyti XVII a. išradus mikroskopą. Atskira mokslo šaka, nagrinėjanti iš augalų išbyrėjusias ir toli perneštas žiedadulkes ir sporas vadinama palinologija (Kabailienė, 1979).

Kiekvieno augalo rūšies žiedadulkės skiriasi forma, dydžiu, paviršiaus raštu ir spalva (Gendrolis, 2012). Aukščiau paminėti žiedadulkių struktūriniai elementai yra svarbūs atliekant žiedadulkių mikroskopinę analizę. Analizuojant žiedadulkes mikroskopavimo būdu, W. Punt et al. (2006) teigimu, žiedadulkių poliškumas yra vienas iš svarbiausių žiedadulkių atpažinimo aspektų. Skirtinga žiedadulkių padėtis poliarinės ar ekvatorinės ašies atžvilgiu lemia skirtingus vaizdus. Pirmame paveiksle pateikiama kiekčio (*Artemisia L.*) žiedadulkių nuotrauka, kurioje matomas skirtingos padėties vaizdas.



1 pav. Kiekčio (*Artemisia L.*) žiedadulkių vaizdas skirtingose padėtyse pro mikroskopą, $\times 40$ (IMS Health Incorporated, 2018)

Pagrindiniai metodai, kuriais naudojantis fiksuojamos ore sklidančios žiedadulkės yra gravimetrinis ir tūrinis (Rantio-Lehtimäki, 1991). Pirmuoju būdu ore sklidančios žiedadulkės ir kitos kietosios dalelės yra surenkamos ant lipnia terpia išteptų horizontaliai padėtų objektinių stiklelių. Taikant šį būdą dar yra naudojamos cilindro formos talpyklos, vadinamos Tauber gaudyklėmis (Pardoe et al., 2010). Taikant tūrinį metodą, ore sklidančios žiedadulkės surenkamos naudojant orą siurbiančius prietaisus, kurių viduje yra konteineriai su lipnia terpe ištepta juosta ar objektiniais stikleliais. Tūrinio metodu fiksuojant ore sklidančias įvairias biologines daleles dažniausiai naudojamas yra Hirst tipo (1952 m.) prietaisas-gaudyklė (Mandrioli et al., 1998). E. Carvalho et al. (2008) teigimu, „Bertin Technologies“ sukurta cikloninė oro gaudyklė Coriolis kartu su dideliu oro srautu (300 l/ min) siūlo 10 minučių efektyviausią dalelių surinkimą. Biologinės dalelės, tokios kaip toksinai, virusai, bakterijos,

pelėsiai, žiedadulkės ir sporos, surenkamos ir koncentruojamos skystyje, paruošto tirti mikrobiologiniais, ląsteliniiais ir molekulinės biologijos metodais.

Analizuojant skirtingus ore sklandančių žiedadulkių tyrimų metodus, kyla klausimas – kuris metodas tinkamiausias. Mokslininkų K. Piotrowska et al. (2003), K. L. Crispen et al. (2010) atliktų tyrimų rezultatai parodė, kad yra gaunamos panašios tendencijos bei duomenys taikant gravimetrinį ar tūrinį ore sklandančių žiedadulkių fiksacijos būdą. Tačiau tradiciniai metodai (tūrinis) ir naujos technologijos (cikloninis) siekiant efektyviausio rezultato sukuria naują tyrimų erdvę. 2007 metais Pietų Europoje buvo atliktas Coriolis gaudyklės efektyvumo įvertinimo tyrimas (Gomez-Domenech et al 2009). Tyrimas buvo atliktas naudojant Hirst tipo ir Coriolis gaudykles, jas įrengiant Ispanijoje ir Portugalijoje. Gaudyklės viena nuo kitos buvo įrengtos 2 m atstumu, o aerobiologiniai mėginiai imami tuo pačiu metu (nuo 10 iki 16 val.). Žiedadulkių mikroskopinė analizė atlikta taikant skirtingus skaičiavimo metodus. Hirst tipo gaudyklių mėginių analizė atlikta pagal Ispanijos Aerobiologijos Tinklo (Galan et al., 2007) rekomendacijas. Coriolis gaudykle surinktų oro mėginių analizė atlikta pagal E. Carvalho et al. (2008). Coriolis gaudyklės tyrimo rezultatai parodė, kad mėginių ėmimo efektyvumas yra skirtingas ir priklauso nuo dalelių. Kai dalelių dydis 4,6 μm efektyvumas 84 proc., kai 10 μm – 92 proc. Balandžio mėnesio duomenimis, Coriolis gaudykle buvo aptiktas mažesnis skaičius žiedadulkių lyginant su Hirst tipo gaudykle. Nepaisant to, Spearman testo rezultatai parodė, kad Hirst ir Coriolis gaudyklių duomenų koreliacija visada buvo teigiama ir reikšminga. Kaip parodė mokslininkų M. Gomez-Domenech et al (2009) gauti rezultatai, norint naudoti Coriolis oro gaudyklę, siekiant pagerinti oro kokybės vertinimo rezultatus, reikalingi tolesni moksliniai tyrimai.

2005–2008 metų laikotarpiu buvo įvykdytas projektas „MONALISA“ (MOnitoring Network of ALlergens by Immuno-Sampling), kurio tikslas buvo parodyti novatoriško oro mėginių ėmiklio naudojimą kartu su imunologinių tyrimų metodais, siekiant patvirtinti naują požiūrį į žiedadulkių stebėseną ore taikant tiesioginį antigeniškumo/ alergiško matavimą (Layman's report, 2008). Projektas vienu metu buvo vykdomas 8 šalyse (Ispanijoje, Portugalijoje, Italijoje, Lenkijoje, Prancūzijoje, Didžiojoje Britanijoje, Turkijoje, Šveicarijoje). Tyrimo metu lygiagrečiai buvo naudojamos skirtingo tipo oro gaudyklės: tūrinė (Hirst) ir cikloninė (Coriolis). Įgyvendinus projektą buvo pasiekti pagrindiniai mokslo ir technikos tikslai, tačiau, kaip teigia projekto mokslininkai, pradėti žiedadulkių duomenų matavimo rezultatai naudojant naują "Bertin Technologies" sukurtą cikloninę technologiją nėra įtikinami Europos ir tarptautinei aerobiologų mokslo bendruomenei, o tai sukuria naują mokslo tyrimų, veiklos ir eksperimentų nišą.

1.3. Miesto žaliosios erdvės ir visuomenės sveikatos poilsis

Lietuvos Respublikos Želdynų įstatyme (2007) miestų augalija vadinama įvairiai: žaliaisiais plotais, miesto žaluma, žaliaja struktūra, žaliaja architektūra, želdynų struktūra ir pan., tačiau svarbiausia yra tikslingai formuojama miesto želdynų sistema. E. Brinkytės (2010) teigimu, želdynų sistemą sudaro želdynų kompozicinė visuma, susieta tarpusavyje gamtinio karkaso dalimis, sudaranti funkciškai tikslingą ir kompozicijos požiūriu vientisą struktūrą, palaikančią ekologinį stabilumą ir gerinančią žmonių gyvenamosios ir darbo aplinkos sąlygas.

Analizuojant ryšius tarp miesto žaliųjų erdvių ir sveikatos, T. Hartig et al. (2014) pasiūlė keturis pagrindinius aspektus, per kuriuos žalioji miesto erdvė ar gamta, gali prisidėti prie žmogaus sveikatos: geresnė oro kokybė, padidėjęs fizinis aktyvumas, streso mažinimas ir didesnė socialinė sanglauda. Kituose tyrimuose nustatyta, kad tiesiog žiūrint pro langą į gamtinius vaizdus sumažėja kasdienio miesto gyvenimo stresas (Jackson, 2003), ligoninės pacientai palatose su vaizdu į žaliuojanti kraštovaizdį greičiau pasveiksta (Ulrich, 1984) ir yra užregistruojamas žemesnis smurto šeimoje lygis tarp gyventojų, gyvenančių vietovėse su medžiais (Sullivan, Kuo, 1996). Europos komisija 2011 m. pranešime teigė, kad 2031 m. miestuose gyvens 60 proc. pasaulio gyventojų. Pripažįstant miesto žaliųjų erdvių fizinę ir psichinę naudą sveikatai, daugelyje miestų valdžia aktyviai sodina daugiau medžių ir želdinių, kuria parkus. Taip siekiama sukurti "žaliuosius" miestus, tačiau P. Carinanos et al. (2015) teigimu, miesto žalieji plotai yra susiję ir su daugybe problemų. Miesto miškingos vietos gali sumažinti oro kokybę dėl išmetamų teršalų, biogeninių lakiųjų organinių junginių, dalyvaujančių ozono formavime, bet tai gali padidinti smogo problemas (Domm et al., 2008). Galbūt rimčiausias iššūkis yra miesto žaliųjų zonų floros žiedadulkių poveikis alergiškiems žmonėms. T. L. Ogren (2002), G. D'Amato et al. (2007) atlikti tyrimų duomenys rodo, kad mieste gyvenantiems žmonėms patirti žiedadulkių sukeltą alergiją yra 20 proc. didesnė tikimybė nei kaimo vietovėse. Higienos instituto (Higienos institutas, 2017) 2016 m. atliktas tyrimas taip pat parodė, kad Lietuvoje alerginėmis ligomis daugiau žmonių sirgo mieste nei kaimo vietovėse. P. Carinanos et al. (2007) teigimu, tokia situacija susidaro dėl keleto veiksnių, tarp kurių pagrindiniai yra vienalytės žaliosios zonos, kuriose nedaug rūšių. Dažniausiai rūšys parenkamos tokios, kad tiktų miesto aplinkos sąlygoms, tačiau kitos augalų savybės neanalizuojamos, pvz., sukuriamos palankesnės sąlygos tam tikrų rūšių žolinių augalų augimui, išprodukuojamas didelis kiekis žiedadulkių (Ziska et al., 2003).

Pagal 2009 m. Šiaulių miesto parkų, skverų, gatvių želdinių planą – žaliųjų plotų sistema užima apie 18,5 proc. (1634,2 ha) miesto teritorijos. Atskirieji rekreacinės paskirties želdynai:

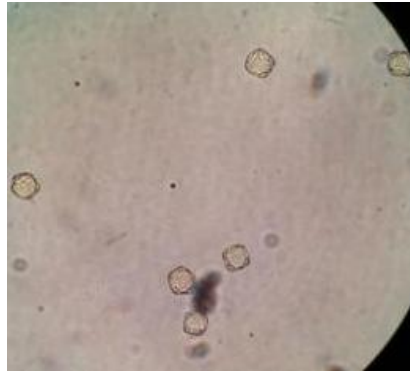
parkai, skverai, miesto sodai, žaliosios jungtys sudaro 8,6 proc. (756,9 ha) miesto teritorijos. Beveik pusė miesto žaliųjų plotų sistemų teritorijų ploto 48 proc. (783,8 ha) tenka miškams. E. Brinkytės (2010) atliktų tyrimų duomenimis, dažniausiai pasitaikantis medis Šiaulių miesto gatvėse, kaip ir daugelyje Lietuvos miestų, yra mažalapė liepa (*Tilia cordata* Mill.) – 41 proc. bendro gatvėse augančių medžių kiekio. Nemažai Šiaulių miesto gatvėse yra kaštonų – 8,3 proc., beržų – 4 proc., uosialapių klevų (*Acer negundo* L.) – 3,6 proc., paprastųjų šermukšnių (*Sorbus aucuparia* L.) – 2,8 proc, vakarinių tujų (*Thuja occidentalis* L.) ir jų formų – 3,2 proc. Tiek Šiaulių mieste, tiek daugelyje Europos miestų dažniausiai naudojamos miesto žaliųjų erdvių kūrimui yra anemofilinės augalų rūšys, kurios gamina didelius kiekius žiedadulkių, dėl kurių pasireiškia alerginis poveikis miesto gyventojams (Carinnanos, 2015).

Saugant, tvarkant ir naudojant Šiaulių miesto želdynus ir želdinius yra vadovaujama Šiaulių miesto tarybos sprendimais patvirtintais dokumentais bei Lietuvos Respublikos įstatymine želdynų tvarkymą reglamentuojančia baze. Pagrindinis – Šiaulių miesto želdynų ir želdinių apsaugos taisyklės (2008). Atliktame E. Brinkytės tyrime (2010), buvo nustatyta, kad kai kurie parkai ir skverai netvarkomi visiškai, juose auga neprižiūrima žolė, gausu menkaverčių krūmų, medžiai mechaniškai sužeisti. Šiaulių mieste žolės pjovimas vykdomas birželio–rugsėjo mėn. Pjovimas vykdomas pagal grafiką tam tikrose gatvėse, tačiau esant nepalankioms oro sąlygoms ar dėl techninių kliūčių pjovimo vietos keičiasi (Šiaulių miesto savivaldybė, 2018a). Mieste žolė pjaunama šalia gatvių esančiose žaliosiose zonose ir parkuose, tačiau kitos teritorijos turi būti prižiūretos privačių namų, žemės valdų, mėgėjiškų sodų teritorijų bendro naudojimo ar privačių žemės sklypų savininkų, valdytojų ir naudotojų. Želdinių specialistai, dendrologai 2017 m. tikrinę Šiaulių miesto medžius aikštėse ir prie gatvių, pateikė vienareikšmes išvadas, kad nemaža dalis medžių yra prastos būklės ir juos reikia pakeisti naujais augalais (Šiaulių miesto savivaldybė, 2018b). 2018 m. kovo mėn. Šiaulių miesto savivaldybės pranešime teigiama, kad Šiauliuose bus pradėti miesto rekonstrukcijos darbai, kurių metu prastos būklės medžius ir krūmus pakeis specialiai miesto sąlygoms pritaikytos augalų rūšys. Taigi Šiaulių miesto centrinės miesto dalies želdynų sistemos laukia pokyčiai ir atnaujintos teritorijos turėtų patenkinti visuomenės sveikos gyvensenos ir rekreacijos poreikius.

2. DARBO OBJEKTAS IR METODAI

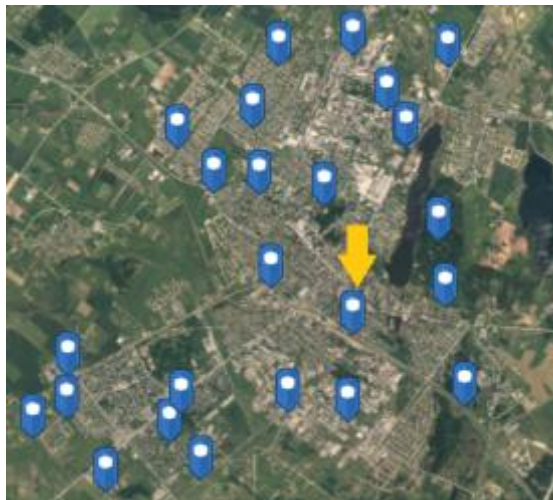
2.1. Darbo objektas

Tyrimo objektas – anemofilinių augalų žiedadulkių įvairovė oro mėginiuose (2 pav.). Šis objektas pasirinktas siekiant įvertinti žiedadulkių įvairovės ir gausumo skirtumus įvairiose Šiaulių miesto teritorijose. Atlikus magistro darbo tyrimą nustatytas anemofilinių augalų žiedadulkių spektras oro mėginiuose bei įvertintas Šiaulių miesto aerobiologinės stoties reprezentatyvumas.



2 pav. 2017-06-11 mėginio, surinkto ciklonine oro gaudykle, vaizdas pro mikroskopą, $\times 40$

Ciklonine oro gaudykle Coriolis mėginiai (10 min. mėginiai) buvo surinkti 2017 m. birželio–rugpjūčio mėn., 24-iose Šiaulių miesto vietovėse (3 pav.).



3 pav. Mėginių Coriolis gaudykle rinkimo taškai (mėlyna spalva). Geltona rodyklė žymi Šiaulių aerobiologinę stotelę (UAB Hnit-Baltic, 2018)

Teritorijos, kuriose buvo renkami 10 min. oro mėginiai, analizė buvo atlikta mėginių ėmimo laikotarpiu. Vizualiai buvo įvertinta mėginių ėmimo vietoje vyraujanti augalija.

Vyraujantys medžiai yra mažalapė liepa (*Tilia cordata* Mill.), paprastasis kaštonas (*Aesculus hippocastanum* L.), karpotasis beržas (*Betula pendula* Roth), uosialapis klevas (*Acer negundo* L.) ir daugiamečiai žoliniai augalai (paprastoji kiaulpienė, plačialapis gyslotis (*Plantago major* L.)) ir įvairūs miglinių šeimos (*Poaceae* (R. Br.) Bernhart) žoliniai augalai.

Oro mėginiai Šiaulių aerobiologinėje stotyje Burkard tipo tūrine oro gaudykle 2017 m. buvo renkami vasario–spalio mėn. Aerobiologinės stoties artimų teritorijų floros spektrą sudaro miesto gatvių želdiniai ir žaliosios juostos, kuriuose taip pat vyrauja aukščiau išvardinti augalai. Magistro baigiamojo darbo tyrimas buvo atliktas 2017–2018 metais. Oro mėginiai surinkti Šiaulių mieste. Mėginių identifikavimo ir analizės darbai vykdyti Šiaulių universiteto laboratorijose.

2.2. Darbo metodai

Literatūros analizė. Magistro baigiamasis darbas buvo pradėtas rašyti nuo literatūros analizės. Naudojantis Šiaulių universiteto centrinės bibliotekos elektroniniais katalogais, skaityklomis, Šiaulių universiteto bibliotekos prenumeruojamomis (EBSCOhost, ScienceDirect, Springer LINK ir kt.), mokslo publikacijų ir baigiamųjų darbų duomenų bazėmis bei *google.scholar.lt* duomenų baze buvo renkama ir analizuojama darbo temą atitinkanti ir su problematika susijusi mokslinė literatūra ir kiti įvairūs šaltiniai (metodinė medžiaga, žiniasklaida ir kt.).

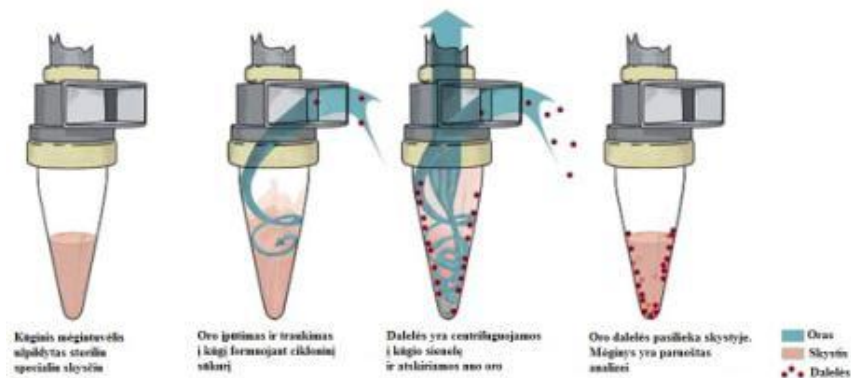
Oro mėginių rinkimas. 10 min. oro mėginiai (Coriolis mėginiai) buvo renkami naudojant cikloninę oro gaudyklę Coriolis (4 pav.).



4 pav. Cikloninė oro gaudyklė Coriolis

Ši gaudyklė remiasi patentuota ciklonine technologija, kurios pagrindą sudaro (5 pav.) dideliu srautu į kūginį mėgintuvėlį nukreipiamas oras.

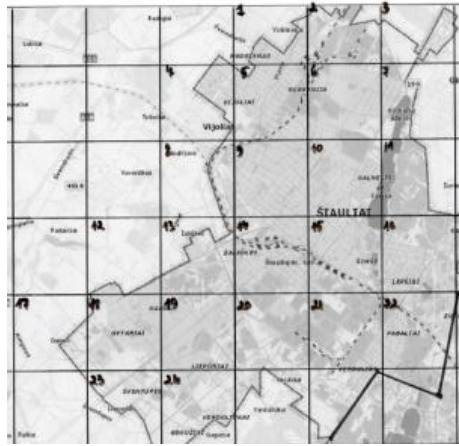
Naudojant pasirinktą siurbimą dėl centrifuginės jėgos ore esančios dalelės (žiedadulkės, sporos) nukreipiamos prie mėgintuvėlio sienelės, atskiriamos iš oro srauto ir surenkamos skystoje terpėje.



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

Atliekant magistro baigiamojo darbo tyrimą pasirinktas oro srautas 200 l/min, mėginių ėmimo laikas 10 min. Toks pats oro srautas ir mėginių rinkimo laikas pasirinkamas atliekant panašaus pobūdžio tyrimus: Carvalho E., et al., 2008; Gomez-Domenech M., et al. 2010. Mėginiai buvo renkami 1,5 m aukštyje nuo žemės paviršiaus į kūgines kolbas, jas pripildant 15 ml specialiu skysčiu. Skysčio praradimas mėginių ėmimo metu priklauso nuo garų susidarymo kūgyje. E Carvalhi et al. (2008) teigimu, normaliomis sąlygomis (temperatūra 20 °C, santykinė drėgmė 60 proc.) skysčio išgarinimas mėginių ėmimo metu yra apie 0,5 ml/min. Mėginių ėmimo laikotarpiu buvo surinkta 144 mėginiai. 24 mėginiai buvo imami per 2 dienas (kiekviena diena po 12 mėginių) kas 2 savaites. Mėginiai buvo imami bet koku oru išskyrus lyjant lietu. Mėginių ėmimo metu į mėginių registracijos žurnalą buvo įrašomas mėginio ėmimo laikas, laukelio numeris, aprašoma detali informacija apie vietos orus (temperatūra, debesuotumas, vėjas). Pirmojo mėginių ėmimo metu telefone naudojant GPS programėlę buvo pasižymimos mėginio ėmimo vietos koordinatės. Surinkti mėginiai buvo parsivežti į laboratoriją ir paruošiami tolimesnei analizei. Mėginių paruošimas identifikavimui buvo atliekamas surinkus visus 24 mėginius, iki tol 10 min. mėginiai buvo laikomi šaldytuve.

24 miesto taškai pasirinkti atsitiktinai, Šiaulių miesto teritoriją suskirstant į 3×3 cm kvadratus (6 pav.). Mėginio paėmimo taškas – kvadrato centras (įstrižainių susikirtimo taškas). Jei miesto teritorija pilnai neužpildo kvadrato (pvz., 4 kvadratas), tuomet pasirinkamas užpildančios teritorijos centrinis taškas. Pasislinkimai nuo centrinio kvadrato taško priklauso nuo situacijos teritorijoje, pvz., tyrimo taškas yra gatvėje ar dėl kokių kitų priežasčių žaliąji erdvė yra santykinai maža.



6 pav. 24-ios ciklonine oro gaudykle surinktų mėginių vietos

Teritorijose pasirenkami patogiau prieinami, privažiuojami, ne vandens telkiniuose, grioviuose, važiuojamose kelio dalyse ar privačiose teritorijose esantys kvadrato taškai. Jei centrinis taškas yra ant kelio, tarp kelių ar aukščiau paminėtoje vietoje, tai tame kvadrate pasirenkama netoli centrinio taško esanti teritorija, kurioje yra žalioji zona, erdvė.

Šiaulių aerobiologinėje stotyje (7 pav.), kuri įrengta miesto centrinėje dalyje, 143 m aukštyje virš jūros lygio (16,71 m virš žemės paviršiaus) ant atviro stogo atokiau nuo vietinių žiedadulkių šaltinių veikia specializuota tūrinė Hirst tipo sporų ir žiedadulkių gaudyklė, kurios pastatymas atitinka Tarptautinės Aerobiologų Asociacijos nustatytus reikalavimus.



7 pav. Šiaulių aerobiologinė stotis (Inžinerijos katedra, 2017)

Oro žiedadulkių mėginiai buvo renkami naudojant ištraukiamąjį dangtį su 7 dienas laikrodinio mechanizmo sukamu būgnu, ant kurio užklijuojama speciali juosta ir ištepama specialiu tirpalu. Per gaudyklės angą 10 l/min. tempu (greitis, koku sveikas žmogus įtraukia orą į plaučius) tolygiai traukiamas oras ir kartu su oru patekusios žiedadulkės ir kitos biologinės dalelės, kurios prilimpa prie specialios lipnios juostos. Juosta buvo keičiama kiekvieną savaitę tuo pačiu laiku ir parsinešama į laboratoriją apdorojimui. Magistro baigiamojo darbo rezultatų analizei iš Šiaulių aerobiologinės stoties buvo paimti 2017 metų birželio–rugpjūčio mėn. duomenys.

Preparatų paruošimas mikroskopavimui. 10 min. oro mėginių paruošimas identifikavimui buvo atliekamas surinkus 24 mėginius. Surinkti mėginiai parsivežami į laboratoriją ir naudojant specialią įrangą (8a pav.) paruošiami mikroskopavimui. Pirmiausiai mėginiai buvo nufiltruojami – naudojant Bunzeno kolbą ir „Sartorius“ celiuliozės nitrato filtriukus (porų dydis 0,45 μm).

Išfiltravus mėginį, filtriukas dedamas ant objektinio stiklelio ir uždengiamas dengiamuoju stikleliu išteptu specialiais kljais (8b pav.). Paruoštas mėginys paliekamas išdžiūti apie 30 min. Išdžiūvę mėginiai yra trumpalaikiai, todėl žiedadulkės identifikuojamos ne vėliau nei per parą nuo mėginio paruošimo.



8 pav. 10 min. oro mėginių paruošimas identifikavimui mikroskopu (a – naudotos priemonės, b – paruoštas mėginys)

Šiaulių aerobiologinėje stotyje surinkti oro mėginiai identifikavimui paruošiami pagal standartinę metodiką (Galan et al., 2014), kuri atliekama laboratorijoje specialistų.

Mėginių mikroskopavimas. Naudojant tiek cikloninę Coriolis tipo gaudyklę tiek tūrinę Hirst tipo gaudyklę, žiedadulkės analizuojamos šviesiniu mikroskopu didinančiu 400 kartų. Coriolis gaudykle surinktuose ir paruoštuose mėginiuose žiedadulkės buvo skaičiuojamos septyniose horizontaliose linijose, esant 3 mm mikroskopo matymo lauko žingsniui. Analizuojant mėginį veiksmas buvo pakartotas kas 3, 6, 9, 12, 15, 18 ir 21 mm (Carvalho, et al., 2008).

Šiaulių aerobiologinėje stotyje surinkti ir paruošti oro mėginiai analizuojami mikroskopu naudojant vertikalios skaičiavimo metodiką. Pagal šią metodiką kiekviename mėginyje skaičiuojama dvylika išilginių ruoželių (nuo vieno juostos krašto iki kito) kas 4 mm. Šiuo metodu įvertinama kiekvienos dienos žiedadulkių koncentracija dviejų valandų laikotarpiu. Šiaulių aerobiologinių tyrimų stotyje nustatomos šių žiedadulkių koncentracijos: ąžuolo (*Quercus* L.), alksnio (*Alnus* Mill.), ambrozijos (*Ambrosia* L.) balandos (*Chenopodium* L.), beržo (*Betula* L.), dilgėlės (*Urtica* L.), eglės (*Picea* A. Dietr.), gluosnio (*Salix* L.), kanapinių (*Cannabaceae* Endl.), kaštono (*Aesculus* L.), kiečio (*Artemisia* L.), kiparisinių (*Cupressaceae*

Rich. ex Bartl.), klevo (*Acer* L.), lazdyno (*Corylus* L.), liepos (*Tilia* L.), miglinių (*Poaceae* (R.Br.) Bernhart), pušies (*Pinus* L.), rapso (*Brassica* L.), salierinių (*Apiaceae* Lindl.), tuopos (*Populus* L.), uosio (*Fraxinus* L.).

Oro mėginiuose aptiktoms žiedadulkėms identifikuoti buvo naudojamas G. Sulmont 2007 metais išleistas elektroninis identifikavimo raktas „The pollen content of air: identification key“. Identifikuotas ir suskaičiuotas skirtingų augalų žiedadulkių skaičius (pagal Tarptautinės Aerobiologų Asociacijos reikalavimus skirtingų augalų žiedadulkių morfotipas identifikuojamas iki genties arba šeimos) suvedamas į pirminį duomenų skaičiavimo žurnalą (10 min. mėginių atveju) ir į specialią skaičiavimo ir duomenų saugojimo *EANpoll* (European Aeroallergen Network Database) programą (tūrine gaudykle surinktų mėginių atveju)

Duomenų apdorojimas. Baigus 10 min. oro mėginių analizę gauti duomenys buvo perrašomi iš pirminio duomenų skaičiavimo žurnalo į *Microsoft Excel* programą ir susisteminami. Gauti kiekvieno ėmimo duomenys buvo pateikti grafiškai. Sudaryti žiedadulkių kiekio dinamikos laukeliuose, identifikuotų žiedadulkių dinamikos grafikai. Momentiniam žiedadulkių duomenų vaizdavimui buvo pasirinktas žemėlapių kūrimas. Žemėlapių sudarymui kiekvieno ėmimo žiedadulkių duomenys buvo perskaičiuojami į procentinį žiedadulkių gausumą ir gauti rezultatai suskirstomi į intervalus-zonas bei pažymimi spalvomis:

- 0–20 proc. – tamsiai žalia spalva;
- 21–40 proc. – šviesiai žalia spalva;
- 41–60 proc. – geltona spalva;
- 61–80 proc. – oranžinė spalva;
- 81–100 proc. – raudona spalva.

Žemėlapiai buvo sudaromi naudojant ArcInfo 10 programos „Artimiausio kaimyno“ (Natural Neighbor interpolation) interpoliacijos metodą. Šiuo metodu interpoliuojamos vertės pagal proporcingas sritis ir nustatomi artimiausi įvesties pogrupiai pagal užklausos tašką. Metodo pagrindinė savybė yra ta, kad jis yra vietinis, naudojant tik mėginių pogrupį, kuris supa užklausos tašką, ir garantuojama, kad interpoliacijai bus naudojamas mėginių intervalas (Esri, 2016).

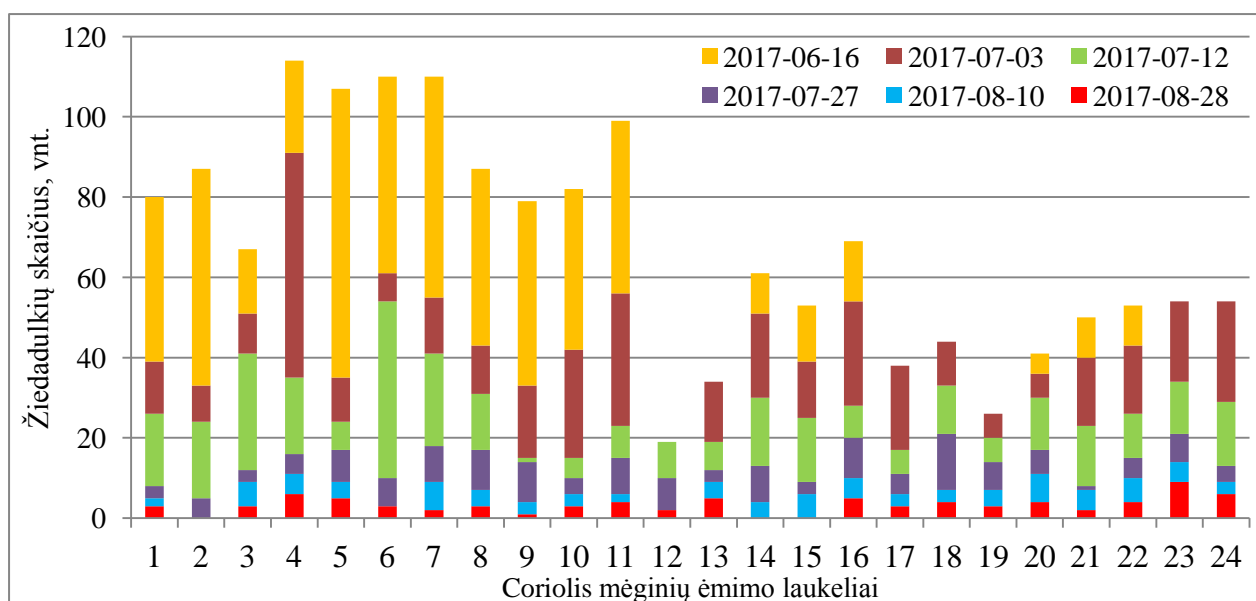
Iš Šiaulių aerobiologinės stoties gauti duomenys buvo perrašomi iš *EANpoll* programos į *Microsoft Excel* programą ir susisteminami. Kiekvieno augalo morfotipo pagrindinis žiedadulkių sezonas buvo apskaičiuavus pagal 2,5 proc. kriterijų (Emberlin et al., 1997). Sutvarkyti rezultatai surašomi į lenteles, kuriose pateikiamos žiedadulkių sezonų pradžios, pabaigos, pikų datos bei koncentracijos, sudaromos sumedėjusių ir žolinių augalų žiedadulkių histogramos, išryškinančios kiekvieno augalo rūšies žiedadulkių pasiskirstymą skirtingais laikotarpiais.

Tūrinės ir cikloninės gaudyklių duomenų lyginamoji analizė atlikta *Microsoft Excel* programa sudarius kiekvieno ėmimo abiejų gaudyklių duomenų skritulines diagramas. Diagramose pateikiamas procentinis žiedadulkių pasiskirstymas kiekvieno ėmimo metu. Naudojant *STATISTICA 12* programinį paketą buvo palyginti ciklonine ir tūrine gaudyklėmis fiksuotų žiedadulkių duomenys. Abiejų gaudyklių žiedadulkių duomenys šiame darbe pateikiami perskaičiuojant į kiekį m^3 oro. Stjudento t testu ($p > 0,05$) buvo siekiama nustatyti dviejų nepriklausomų grupių reikšmes: ar yra statistinių įrodymų, kad susijusi populiacija yra reikšmingai kitokia. Gauti rezultatai pavaizduoti grafiškai naudojant Wisker-box metodą. Kintančio pločio dėžutės iliustruoja Stjudento t testo vidurkio (mažas kvadratėlis) bei vidurkio su standartine paklaida (didelis kvadratėlis) reikšmes, o „ūšai“, pratęsti dėžutės galuose – minimalias ir maksimalias vertes.

3. REZULTATAI

3.1. Žiedadulkių įvairovė ir gausumas ciklonine gaudykle surinktuose mėginiuose

Tyrimo laikotarpiu (2017-06-16–2017-08-28) buvo padaryti 6 ėmimai 24 miesto taškuose. Per visą tyrimo laikotarpį surinkta 144 mėginiai. Didžiausi žiedadulkių kiekiai buvo surinkti I–III ėmimo metu (9 pav.). I (2017-06-16) ėmimo metu surinktų žiedadulkių kiekis sudaro 33,81 proc. visų žiedadulkių kiekio, surinktų per visą tyrimo laikotarpį. II (2017-07-03) ėmimo – 25,28 proc., o III (2017-07-12) ėmimo – 20,77 proc.



9 pav. Žiedadulkių dinamika Coriolis mėginių ėmimo laukeliuose 2017 m. birželio–rugpjūčio mėn.

I ėmimo metu iš viso per visus 24 laukelius buvo surinktas 547 žiedadulkių kiekis. Daugiausiai buvo surinkta 5 laukelyje – 72 žiedadulkės. II ėmimo metu buvo surinktos 409 žiedadulkės, didžiausias kiekis užfiksuotas 4 laukelyje 56 žiedadulkės. 336 žiedadulkės buvo surinktos III ėmimo metu, daugiausiai surinkta 6 laukelyje – 44 žiedadulkės.

Per visą tyrimo laikotarpį daugiausiai žiedadulkių buvo surinkta 4-7 bei 11 laukelyje. 4 laukelyje surinkta 8 proc. (114 žiedadulkių) viso tyrimo metu užfiksuotų žiedadulkių. Po 110 (7 proc.) žiedadulkių buvo užfiksuota 6 ir 7 laukeliuose. 5 laukelyje surinktos žiedadulkės (107) sudarė 6 proc. visų žiedadulkių kiekio, surinktų per visą tyrimo laikotarpį. 10 paveiksle pateikiamos laukelių, kuriuose užfiksuotas didžiausių žiedadulkių kiekis, nuotraukos.



4 laukelis

5 laukelis

6 laukelis

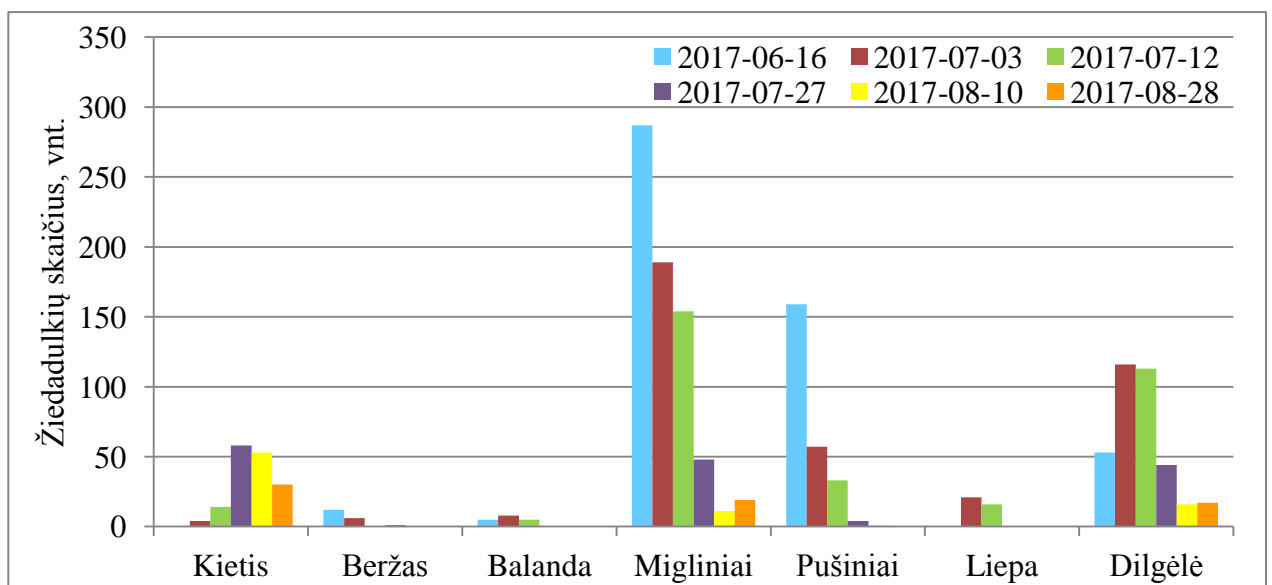
7 laukelis

11 laukelis

10 pav. 4-7 ir 11 laukelių ėmimo vietų nuotraukos, 2017 m. birželio mėn.

Nuotraukose matyti (10 pav.), kad 4-11 laukelio teritorijose auganti žolė pjaunama retai. Pagal Šiaulių miesto savivaldybės (2018a) pateiktus duomenis žolė šiose teritorijose buvo nupjauta po vieną kartą (4 ir 6 laukelis) arba visai nepjauta (7 ir 11 laukelis). 5 laukelio teritorija yra greta privačios teritorijos, todėl ji buvo nuolat prižiūrėta ir žolė buvo nupjauta. 11 laukelis įeina į Talkšos parko teritoriją, netoli Talkšos ekologinio-pažintinio tako. Šiaulių miesto parkų teritorijos buvo pjautos birželio mėn., tačiau šioje teritorijoje žolė nebuvo pjaunama. H. Liu et al. (2006), K. Behre (1981), teigimu vienas iš antropogeninių veiksnių lemiančių žiedadulkių koncentraciją ore yra reguliarus žolės pjovimas, šienavimas. Taigi vienas iš veiksnių, lėmusių didesnes žiedadulkių koncentracijas šiose teritorijose galėjo būti retai pjaunama žolė.

144-iose Coriolis mėginiuose buvo identifikuotos 7-ios anemofilinių augalų žiedadulkių rūšys: kietio, beržo, balandos, miglinių, pušinių, liepos ir dilgėlės. 11 paveiksle pateikiamas Coriolis mėginiuose identifikuotų žiedadulkių dinamikos grafikas.



11 pav. Coriolis mėginiuose identifikuotų žiedadulkių dinamika 2017 m. birželio–rugsėjo mėn.

Iš grafike (11 pav.) pateiktų duomenų matyti, kad miglinių augalų žiedadulkių viso tyrimo metu buvo užfiksuotą daugiausiai. Per viso tyrimo laikotarpį šių žiedadulkių kiekis sudaro 46 proc. (708 žiedadulkių) viso tyrimo metu fiksuotų žiedadulkių. M. P. Plaza et al. (2016) teigimu, pagrindinė polizonės priežastis Europoje yra žolinių augalų žiedadulkės, dėl kurių įsijautrina daugiau nei 50 proc. alergiją turinčių žmonių. Miglinių augalų žiedadulkių (287 žiedadulkės) daugiausiai buvo užfiksuota I ėmimo metu. Tai sudarė 52 proc. I ėmimo surinktų žiedadulkių kiekio. Iš 24 ėmimo laukelių daugiausiai miglinių augalų žiedadulkių buvo užfiksuota 6 laukelyje. Coriolis gaudyklei veikiant 10 min. ir siurbiant 200 l/min. buvo sugautos 45 žiedadulkės. Jei šioje teritorijoje būtų žmogus, tai per 10 min. kvėpuodamas 10 l/min. greičiu (toku tempu kvėpuoja sveikas žmogus), jis įkvėptų apie 20 miglinių augalų žiedadulkių. Įsijautrinimo riba miglinių augalų žiedadulkių yra 30 žiedadulkių/ m³ oro (Sulmont, 2007). Ši teritorija apsupta gyvenamųjų ir komercinių pastatų. Šienavimas šioje teritorijoje buvo vykdomas vieną kartą. II ėmimo metu miglinių augalų žiedadulkių užfiksuota 189, tačiau 6 laukelyje buvo užfiksuotos vos kelios žiedadulkės, o didžiausias kiekis užfiksuotas 11 laukelyje.

Tyrimo laikotarpiu užfiksuotas pušinių augalų žiedadulkių kiekis sudarė 16 proc. visų užfiksuotų žiedadulkių. Iš visų ėmimų labiausiai išskyrė I ėmimo metu identifikuotas pušinių augalų žiedadulkių kiekis – 159 žiedadulkės. Nors alergija žoliniams augalams yra labiau paplitusi, tačiau kaip teigia J. Dominguez-Ortega et al. (2016), jautrumas spygliuočių medžių (šeimos *Cupressaceae* ir *Pinaceae*) žiedadulkėms smarkiai išaugo ir šiuo metu yra pagrindinė alerginių kvėpavimo ligų priežastis žiemą Šiaurės Amerikoje, Japonijoje ir Viduržemio jūros šalyse. Kiparisinių šeimos augalų žiedadulkėms alergija pasireiškia nuo 5 iki 13 proc. žiedadulkėms jautrių asmenų (Charpin, et al., 2013). Pasak G. Gastaminza et al. (2009), pušinių augalų žiedadulkių alergenai yra žemo įjautrinimo ir šių augalų žiedadulkėms alergija pasireiškia nuo 2 iki 6 proc. asmenų. Bendrai spygliuočių augalų žiedadulkėms yra alergiški nuo 9 iki 35 proc. žmonių (Dominguez-Ortega et al., 2016).

Dilgėlės žiedadulkių kiekis sudarė 23 proc. visų tyrimo metu užfiksuotų žiedadulkių. Didžiausias kiekis buvo užfiksuotas II ėmimo metu 116 žiedadulkių. Daugiausiai buvo dilgėlės žiedadulkių buvo identifikuota 24 laukelio mėginyje – 12 proc. visų II ėmimo metu užfiksuotų dilgėlės žiedadulkių. Dilgėlės žiedadulkės laikomos mažai alergizuojančios, tačiau A. Tiotiu et al. (2016) biologinių ir imunocheminių tyrimų rezultatai parodė, kad alerginis rinitas kai kuriais atvejais yra susijęs su didžiosios dilgėlės (*Urtica dioica* L.) žiedadulkėmis. Didžioji dilgėlė Lietuvoje labai dažnas augalas, augantis puvenų ir azotinių medžiagų turtingose dirvose. 24 laukelio teritorijoje plyti laukai apaugę dilgėlių sąžalynais. Taigi didesnes šių augalų žiedadulkių koncentracijas mėginyje galėjo lemti teritorijos aplinka.

Kiečio žiedadulkių koncentracija tyrimo metu nebuvo didelė. Viso tyrimo metu buvo užfiksuotos 159 žiedadulkės (10 proc. visų tyrimo metu užfiksuotų žiedadulkių). IV (2017-07-27) ėmimo metu buvo užfiksuotos 58, o V (2017-08-10) ėmimo metu – 53 žiedadulkės. Kiečio žiedadulkės yra atsakingos už daugumą polinozės simptomų pastebimų vasaros pabaigoje (Puc, 2006). Iš piktžolių pagal alergeniškumą, kiečio žiedadulkės yra vienos iš stipriausių alergenų ir sukelia nepageidaujamas kryžmines reakcijas arba sustiprina organizmo jautrumą maisto produktams.

Kai kurioms augalų žiedadulkių rūšims nereikia didelio žiedadulkių kiekio, kad būtų įjautrintas asmuo ir sukeltų nepageidaujamas organizmo reakcijas. Ciklonine oro gaudykle surinktas žiedadulkių kiekis neatrodo didelis, tačiau šis žiedadulkių kiekis buvo užfiksuotas per 10 min. tam tikrame taške. Sekančiame skyriuje bus aptariama tikėtina žiedadulkių sklaida didesnėse teritorijose pagal momentinio siurbimo rezultatus.

3.2. Žiedadulkių sklaida Šiaulių mieste

Vieni reikšmingiausių aplinkos veiksnių vegetacijos metu, lemiančių žiedadulkių koncentraciją ore, kaip teigia L. Veriankaitė et al. (2011), yra santykinis drėgnumas ir oro temperatūra. Pagal Lietuvos hidrometeorologijos tarnybos prie Aplinkos ministerijos duomenis (2018), Lietuvoje 2017 m. birželio mėn. vidutinė oro temperatūra buvo artima standartinei klimato normai (SKN): 14,3–15,9 °C, kritulių šiauriniuose rajonuose iškrito 46–83 mm (0,7–1,1 SKN). Liepos mėnesio vidutinė oro temperatūra buvo 15,7–17,4 °C (daugelyje rajonų 1,2–1,9 °C žemesnė už SKN), kritulių iškrito 70–200 mm. Liepos mėnuo 2017 m. buvo lietingas. Rugpjūčio mėnesio vidutinė oro temperatūra buvo 16,2–18,5 °C (artima SKN), kritulių iškrito 35–180 mm. 2017 m. birželio–rugpjūčio mėn. oro sąlygos nebuvo palankios žiedadulkių sklaidai ore.

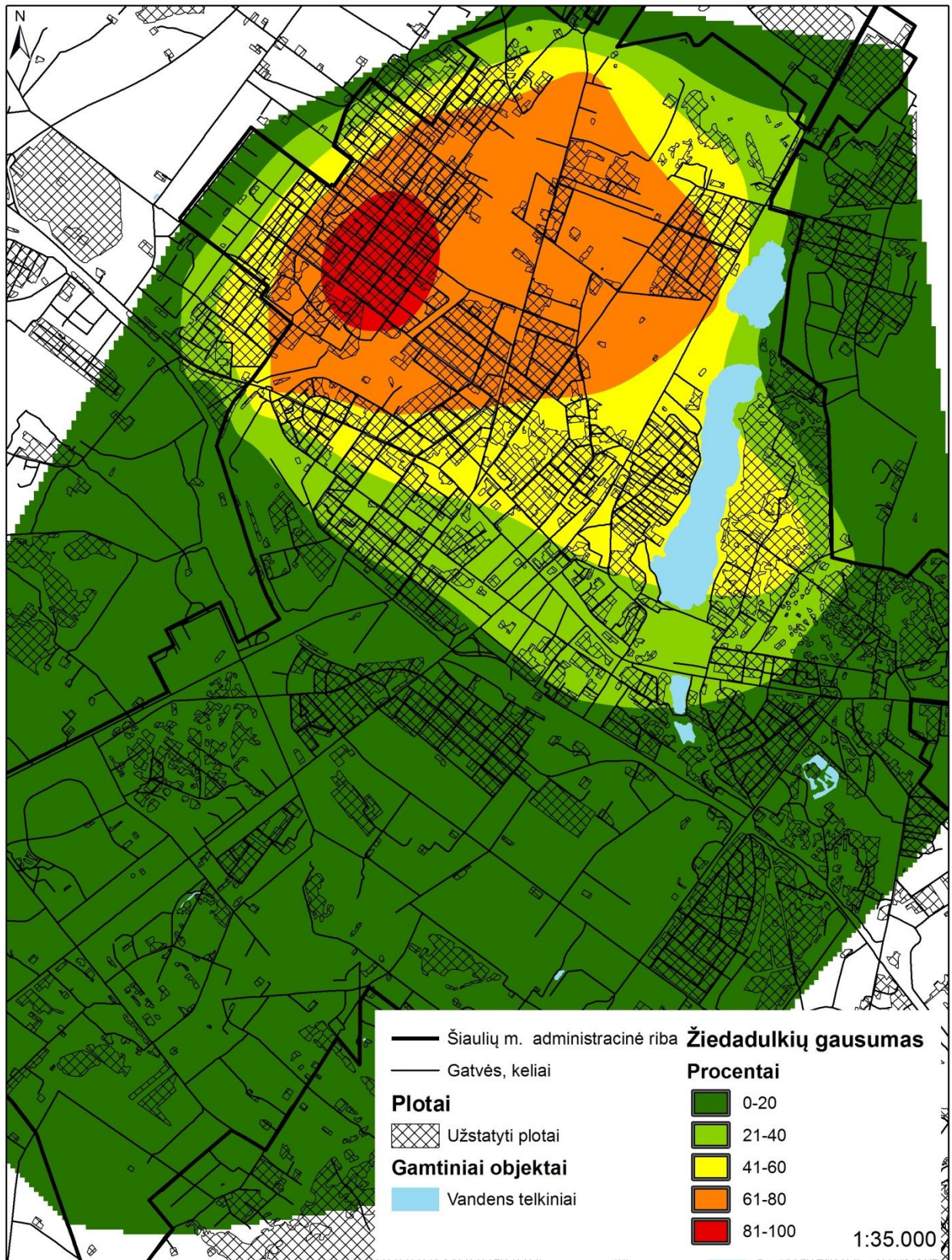
Pagal gautus momentinius Coriolis gaudyklės duomenis 24 miesto taškuose, naudojant ArcInfo 10 programos „Artimiausio kaimyno“ interpoliacijos metodą buvo sukurti žemėlapiai, kuriuose pateikiamas tikėtinas žiedadulkių gausumas Šiaulių miesto teritorijoje:

- 12 paveiksle (23 psl.) pateikiamas 2017 m. birželio 16-17 d. žiedadulkių gausumo žemėlapis. Iš pateikto žemėlapio matyti, kad didžiausias žiedadulkių gausumas (81–100 proc.) tikėtinas šiaurinėje miesto dalyje. Coriolis gaudykle šioje miesto dalyje per 10 min. buvo užfiksuota 70 žiedadulkių/ m³ oro. Pagal gautus interpoliacijos duomenis aerobiologinė stotelė patenka į 21–40 proc. žiedadulkių gausumo zoną. Pagal Šiaulių aerobiologinės stotelės duomenis, 2017 m. birželio 16 ir 17 d. Šiaulių miesto ore buvo 83 ir 118 žiedadulkių/ m³ oro.
- 13 paveikslo (24 psl.) žemėlapyje pateikiami 2017 m. liepos 3 d. interpoliacijos duomenys. Žiedadulkių gausumas didžiojoje miesto dalyje tikėtinas nuo 0 iki 40 proc. Pagal Šiaulių miesto aerobiologinės stotelės duomenis, liepos 3 d. buvo 59 žiedadulkės/ m³ oro. Per 24 taškus ciklonine oro gaudykle surinktas didžiausias žiedadulkių kiekis sudarė 31 žiedadulkę/ m³ oro.
- 14 paveikslas (25 psl.). Liepos 12 d. ir 14 d. aerobiologinė stotelė užfiksavo 72 ir 51 žiedadulkę/ m³ oro. Pagal interpoliacijos duomenis žiedadulkių gausumas didžiausias (61–100 %) tikėtinas šiaurinėje miesto dalyje. Likusi miesto dalis pasiskirsto tarp 0 ir 40 proc.
- 15 paveiksle (27 psl.) pateikiama tikėtina situacija, kaip pasiskirstytų žiedadulkių gausumas 2017 m. liepos 27-28 d. Šiaulių mieste. 21–60 proc. žiedadulkių gausumas vyravo didžiojoje miesto dalyje. Vietomis susidarė didesnės žiedadulkių koncentracijos zonos. Epicentras buvo užfiksuotas vakarinėje miesto dalyje. Pagal Šiaulių

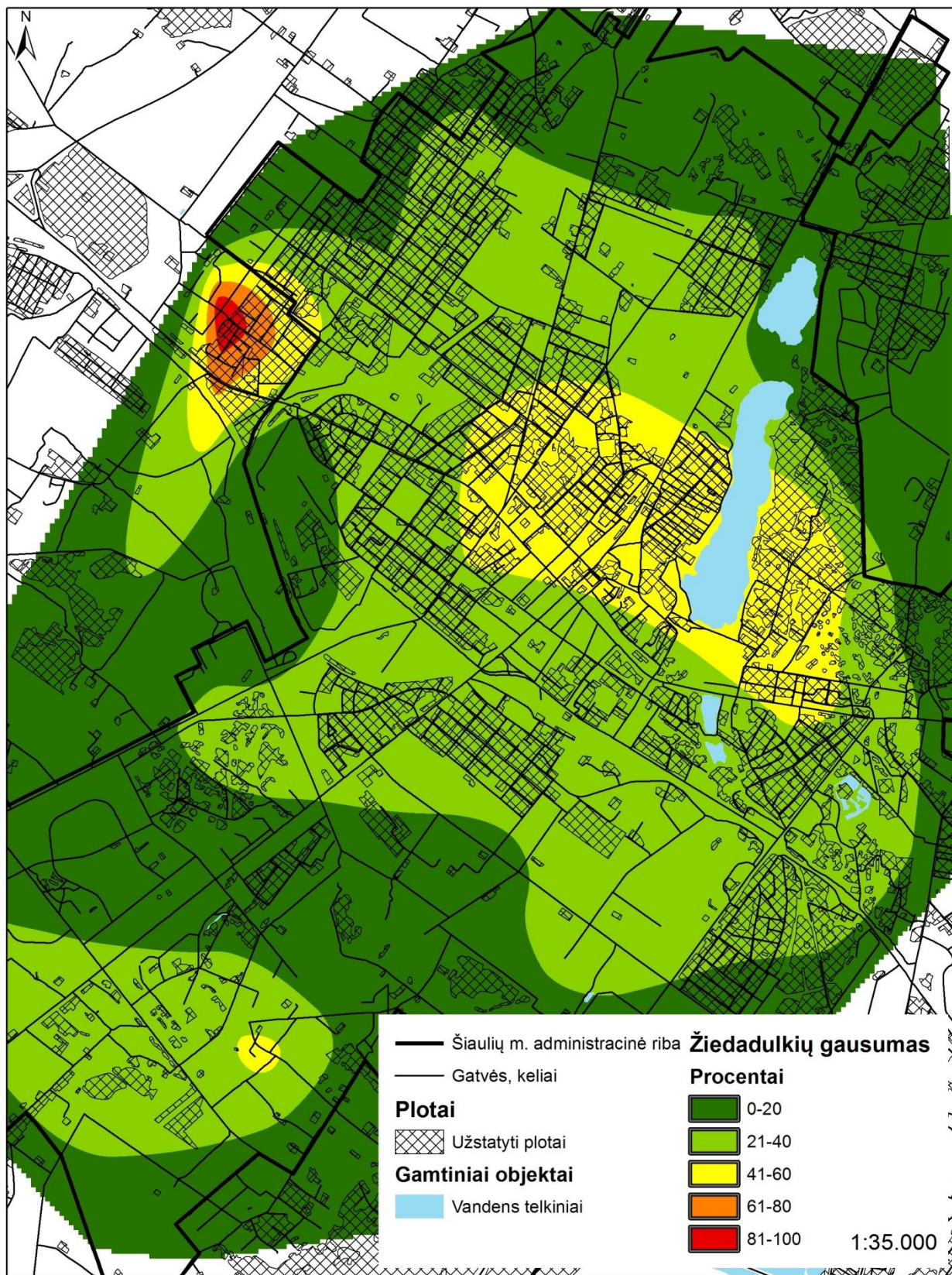
aerobiologinės stotelės duomenis, liepos 27-28 d. buvo užfiksuota 249 ir 114 žiedadulkių/ m³ oro koncentracija. Per 10 min. ciklonine oro gaudykle epicentre buvo užfiksuota 24 žiedadulkių/ m³ oro koncentracija.

- 16 paveiksle (28 psl.) pateikiami 2017 m. rugpjūčio 10-11 d. interpoliacijos duomenys. Iš pateikto žemėlapiu matyti, kad centrinėje miesto dalyje tikėtinas aukštas (nuo 61 iki 80 proc.) žiedadulkių gausumas. Šiaulių miesto aerobiologinė stotelė patenka į 61–80 proc. žiedadulkių gausumo zoną. Tomis dienomis (rugpjūčio 10-11 d.) stotyje buvo užfiksuota 56 ir 206 žiedadulkių/ m³ oro koncentracija. Per 24 cikloninės oro gaudyklės mėginių rinkimo taškus per 10 min. aukščiausia koncentracija sudarė 20 žiedadulkių/ m³ oro.
- 17 paveikslas (29 psl.). 2017 m. rugpjūčio 28 d. aerobiologinėje stotyje buvo užfiksuota žema žiedadulkių koncentracija (7 žiedadulkės/ m³ oro). Pagal gautus interpoliacijos duomenis, žiedadulkių gausumas didžiojoje miesto dalyje sudaro nuo 0 iki 40 proc. Epicentre (81–100 proc.) per 10 min. Coriolis gaudykle buvo užfiksuota 12 žiedadulkių/ m³ oro koncentracija. Šiaurinėje miesto dalyje buvo tikėtinas 41–80 proc. žiedadulkių gausumas.

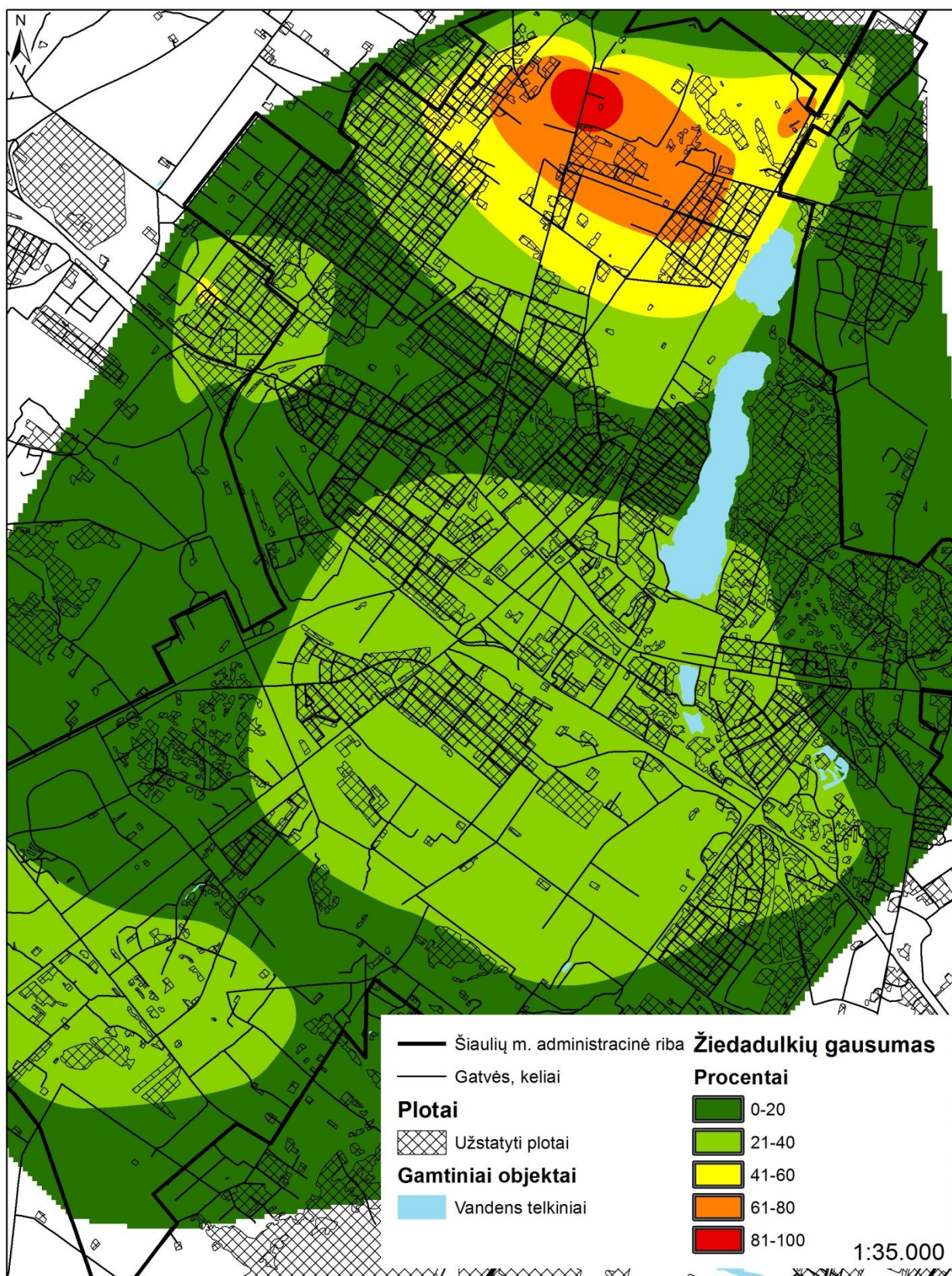
2017 metų vasara buvo lietinga, tai galėjo lemti neaukštas žiedadulkių koncentracijas ore. Gauti žemėlapiai parodė galimas žiedadulkių apkrovos tendencijas mieste. Atliekant reguliarius momentinius tyrimus ir sudarant interpoliacijos žemėlapius, žiedadulkėms alergiški asmenys turėtų galimybę žinoti apie potencialiai didesnę žiedadulkių koncentraciją pasižyminčia miesto dalį. Miesto želdynus tvarkantys specialistai galėtų derinti miesto želdynų tvarkymą, žolės pjovimą, siekiant mažinti žiedadulkių krūvį mieste.



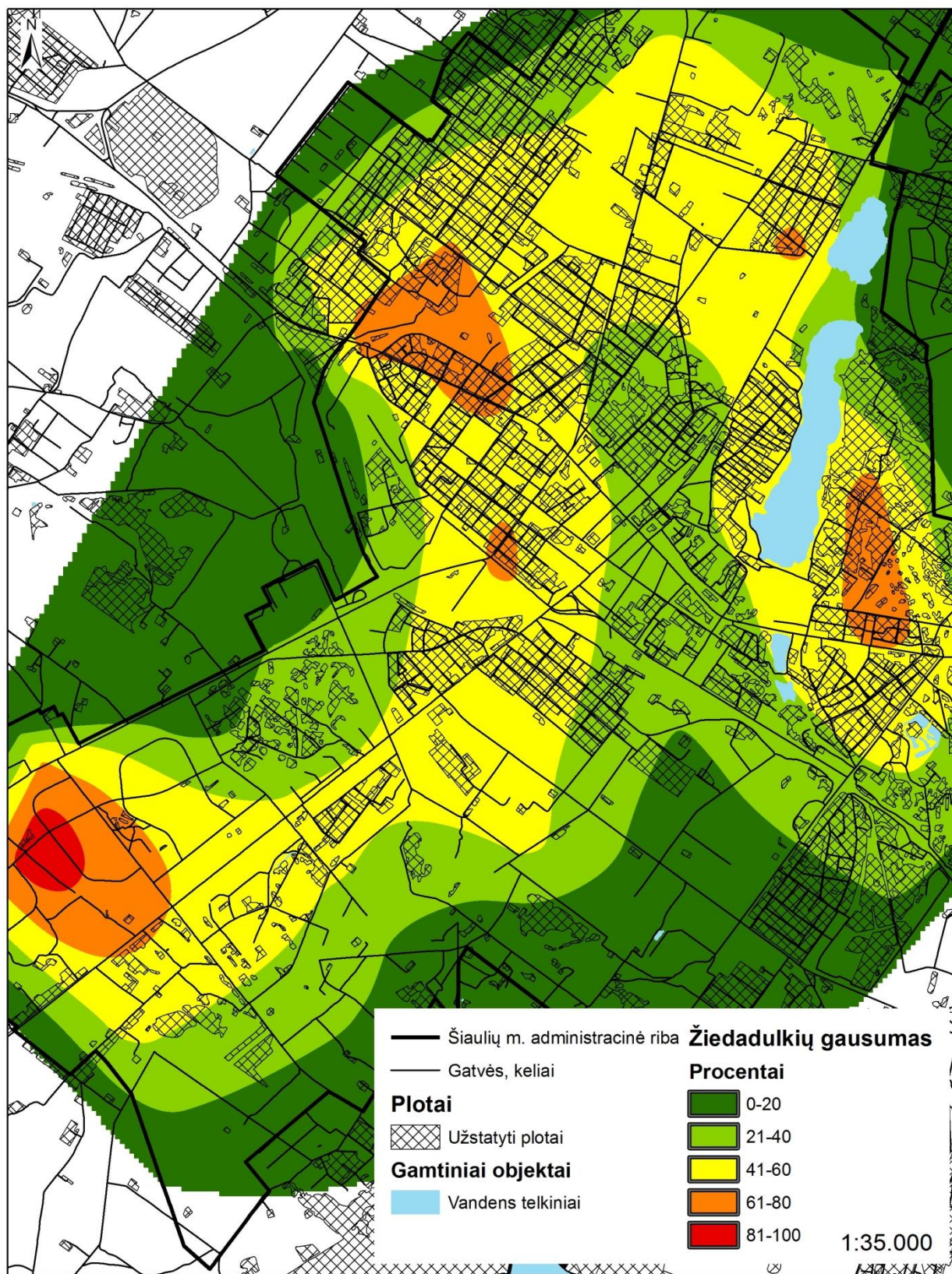
12 pav. Žiedadulkių gausumo žemėlapis, 2017 m. birželio 16-17 d.



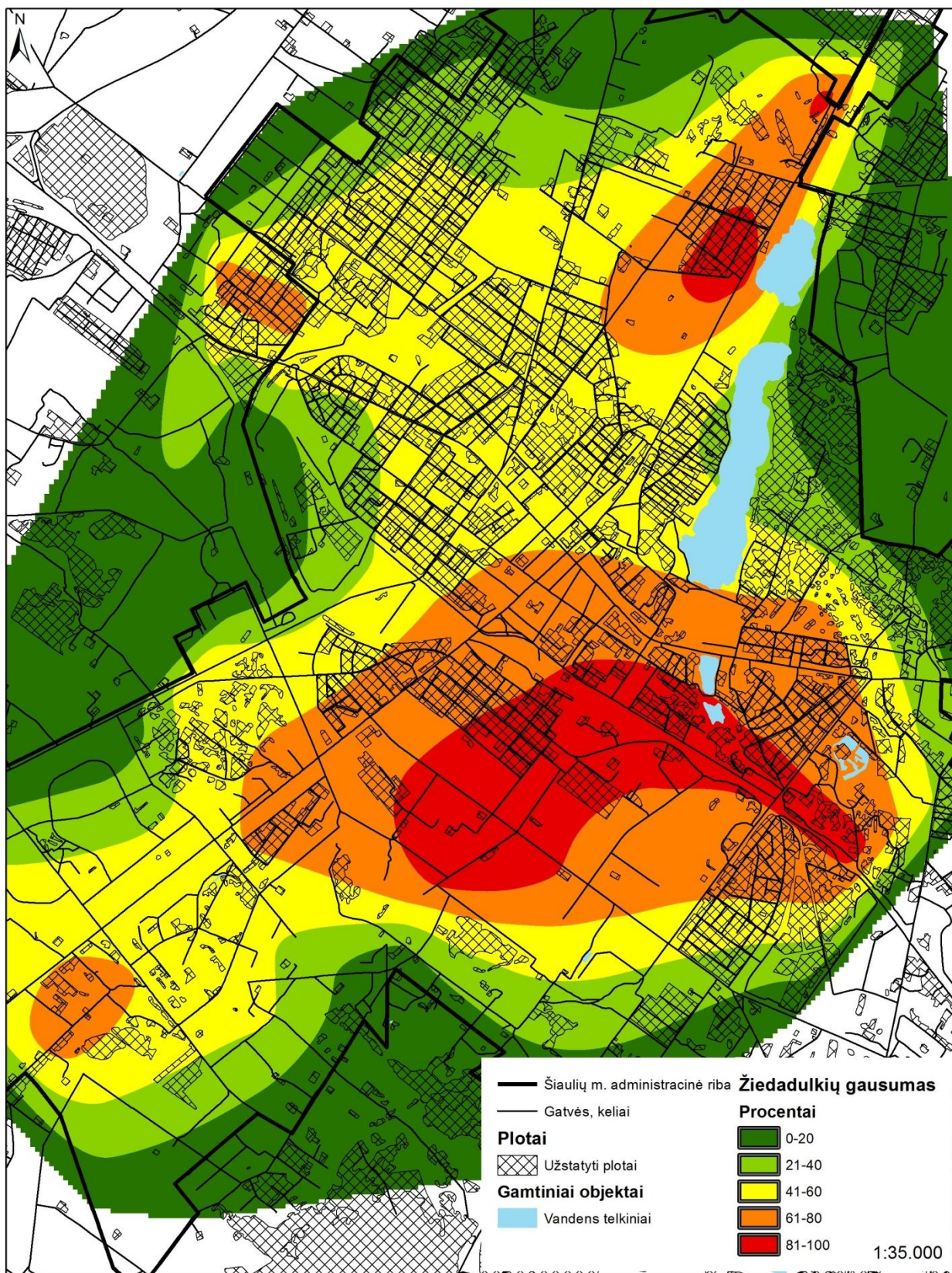
13 pav. Žiedadulkių gausumo žemėlapis, 2017 m. liepos 3 d.



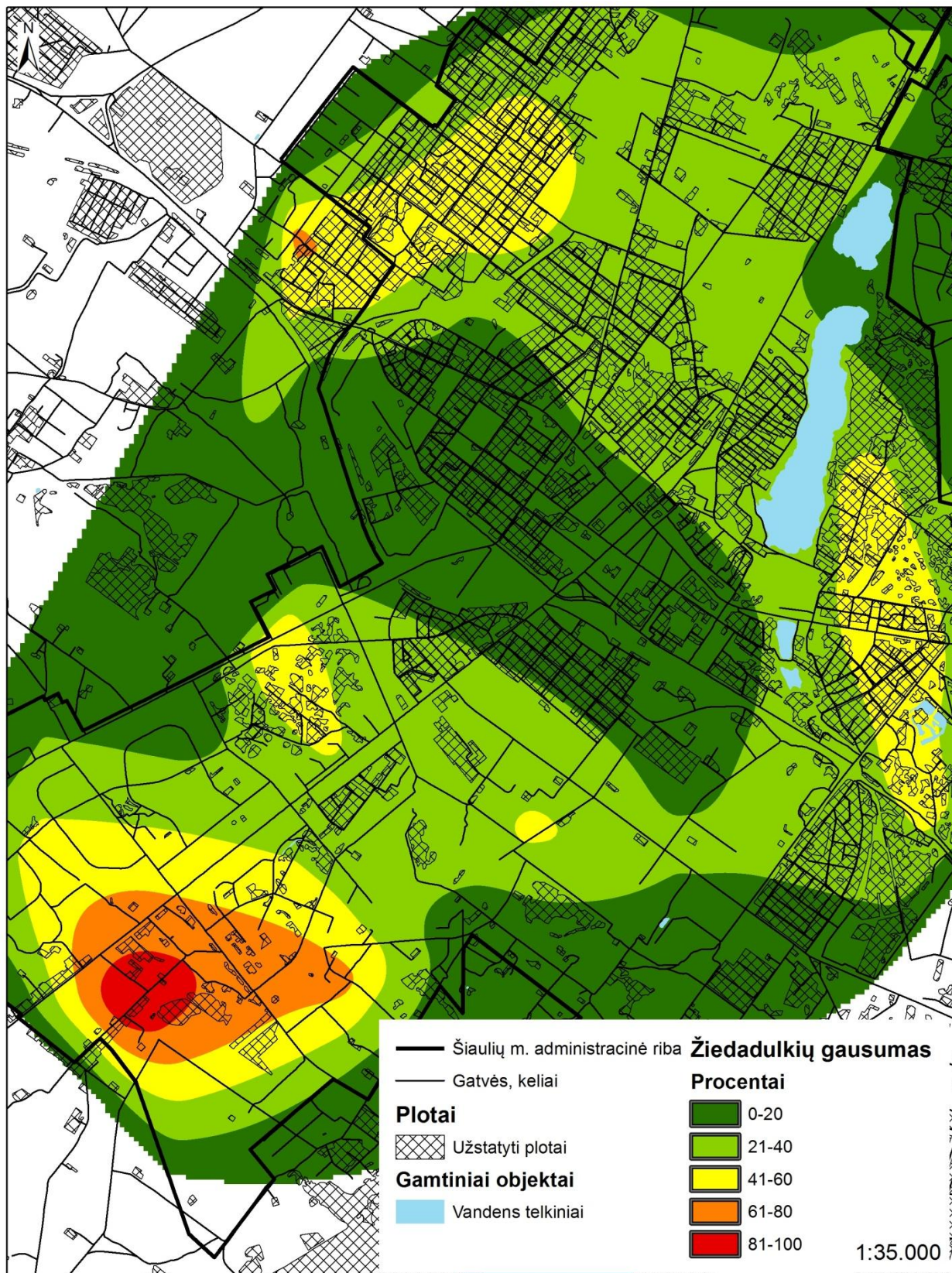
14 pav. Žiedadulkių gausumo žemėlapis, 2017 m. liepos 12 d. ir 14 d.



15 pav. Žiedadulkių gausumo žemėlapis, 2017 m. liepos 27-28 d.



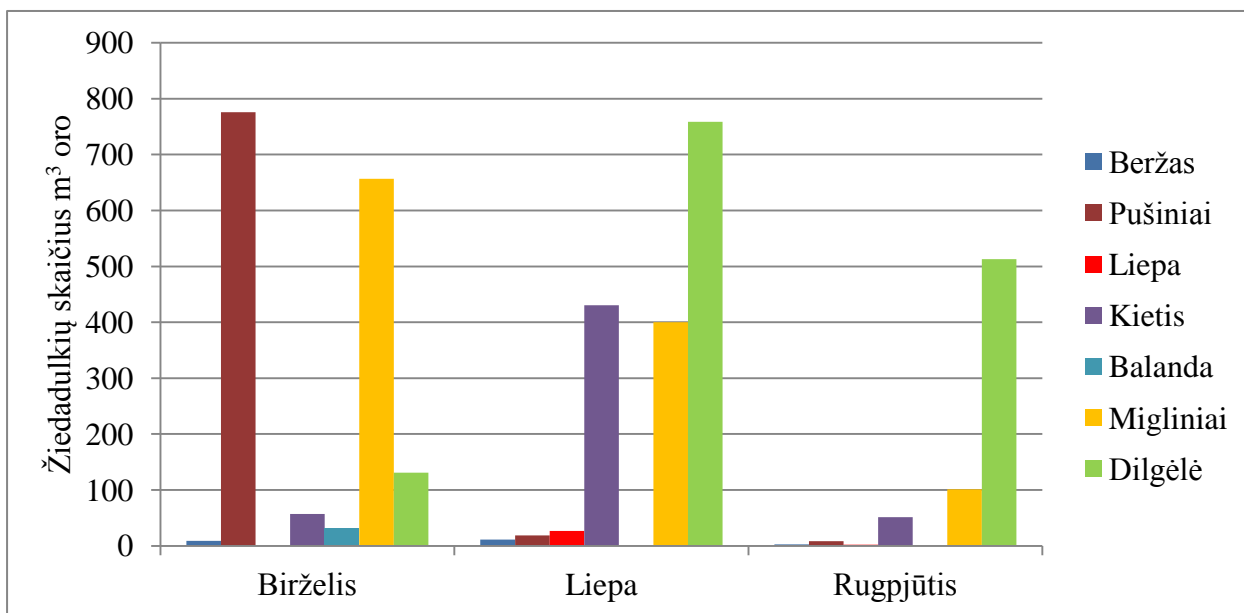
16 pav. Žiedadulkių gausumo žemėlapis, 2017 m. rugpjūčio 10-11 d.



17 pav. Žiedadulkių gausumo žemėlapis, 2017 m. rugpjūčio 28 d.

3.3. Šiaulių aerobiologinės stoties duomenų analizė

Analizuojant Šiaulių aerobiologinės stotelės duomenis buvo atrinktos tos pačios žiedadulkių rūšys, kurios buvo užfiksuotos ciklonine oro gaudykle per tiriamąjį laikotarpį (2017 m. birželis–rugpjūtis mėn.). Gauti duomenys pateikiami 18 paveiksle.



18 pav. Hirst mėginiuose identifikuotų žiedadulkių skaičius 2017 m. birželio–rugpjūčio mėn.

Birželio mėn. Šiaulių aerobiologinėje stotyje didžiausios žiedadulkių koncentracijos fiksuotos pušinių (776 žiedadulkės/ m³ oro) ir miglinių augalų (657 žiedadulkės/ m³ oro).

Nepriklausomai nuo to, kad žydėjimo sezonas buvo pasibaigęs, visus mėnesius buvo užfiksuotos nedidelės beržo žiedadulkių koncentracijos: birželio mėn. – 9 žiedadulkės/ m³ oro, liepos mėn. – 11 žiedadulkių/ m³ oro, rugpjūčio mėn. – 3 žiedadulkės/ m³ oro. J. Blando et al. (2012) teigimu, žiedadulkių koncentracija atmosferoje priklauso tiek nuo vietos floros žydėjimo sezono, tiek nuo žiedadulkių pernašos iš gretimų ir tolimesnių regionų. Kaip teigia L. Veriankaitė et al. (2009), Lietuvoje vietinę beržo žiedadulkių koncentraciją papildė vėjo srautais epizodiškai atnešamos žiedadulkės iš Lenkijos, Vokietijos ir Danijos.

Liepos mėn. žiedadulkių spektre dominavo dilgėlės (758 žiedadulkės/ m³ oro), kiečio (431 žiedadulkė/ m³ oro) ir miglinių augalų (400 žiedadulkių/ m³ oro) žiedadulkės. I. Šaulienės ir kt., (2003) tyrimų duomenimis Šiaulių aerobiologinės stoties birželio–liepos mėn. mėginiuose šios žiedadulkės sudarė nuo 12–38 proc. (miglinių) iki 70 proc. (dilgėlės) paros žiedadulkių skaičiaus.

Rugpjūčio mėn. žiedadulkių spektre be dilgėlės žiedadulkių, kurios sudarė 76 proc. (513 žiedadulkių/ m³ oro) visų rugpjūčio mėnesio tiriamųjų žiedadulkių kiekio, dominavo miglinių

augalų (101 žiedadulkė/ m³ oro) ir kiečio žiedadulkės (51 žiedadulkė/ m³ oro). Iš piktžolių pagal alergeniškumą, kiečio žiedadulkės yra vienos iš stipriausių alergenų, sukeliančių nepageidaujamas kryžmines reakcijas.

Analizuojant tiriamųjų žiedadulkių sezonus (1 lentelė), matyti, kad sezonai prasideda būdingu laiku, kuomet prasideda įprastinis augalų žydėjimas.

1 lentelė

Augalų žiedadulkių sezonas

	Sezonas					Pikas	
	Pradžia		Pabaiga		Trukmė	Data	Koncentracija (žiedadulkių skaičius m ³ oro)
	Data	Koncentracija (žiedadulkių skaičius m ³ oro)	Data	Koncentracija (žiedadulkių skaičius m ³ oro)	Dienos		
Beržas	04-11	3	05-30	3	48	05-06	487
Pušiniai	05-17	159	06-18	14	33	05-25	629
Liepa	07-06	1	08-05	1	31	07-12	4
Kietis	07-26	21	09-22	22	59	08-11	58
Balanda	06-07	8	06-23	1	17	06-07	8
Migliniai	05-29	9	08-29	2	97	06-15	87
Dilgėlė	06-20	1	08-25	1	67	08-03	1

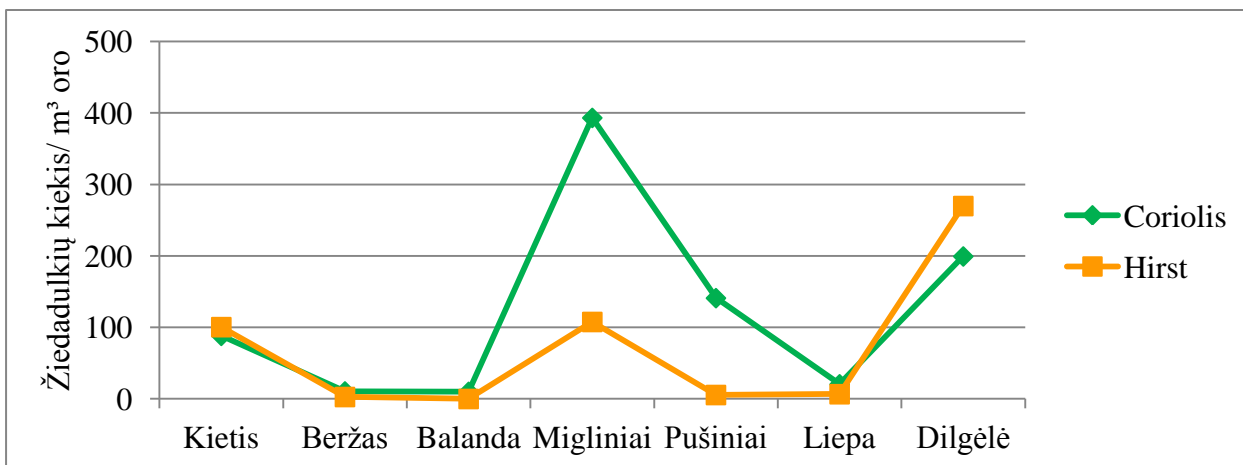
Beržo žiedadulkių sezonas prasidėjo balandžio 11d. ir tęsėsi 48 dienas. Pagal aerobiologinę daugiametę situaciją, beržo žiedadulkių sezonas trunka nuo 9 iki 56 dienų (Šaulienė et al., 2014). Išanalizavus žiedadulkių sezonus paaiškėjo, kad 2018 metais beržo žiedadulkių sezonas buvo neįprastai mažas. Gegužės 6 d. užfiksuoto piko metu žiedadulkių koncentracija buvo 487 žiedadulkių/ m³ oro, kai pagal daugiamečius duomenis, kurie pateikiami L. Veriankaitės et al., (2010a) tyrimuose, šių žiedadulkių koncentracija piko metu fiksuojama nuo 2000 iki 34000 žiedadulkių/ m³ oro. Birželio–rugpjūčio mėn. atlikto tyrimo metu ciklonine oro gaudykle Coriolis užfiksuotų beržo žiedadulkių koncentraciją galėjo sudaryti pavienės užsilikusios ar oro srautais atneštos žiedadulkės. Pušinių augalų žiedadulkių sezonas prasidėjo su aukšta 159 žiedadulkių/ m³ oro koncentracija. Piko dieną (05-25) pušinių augalų koncentracija sudarė 629 žiedadulkes/ m³ oro. Liepos žiedadulkių sezonas truko 33 dienas, tačiau žiedadulkių koncentracija ore nebuvo aukšta, piko dieną (07-12) užfiksuota 4 žiedadulkių/ m³ oro koncentracija. Kaip teigia, L. Veriankaitė (2010b) liepos genties žiedadulkių sezonai nesutampa su liepos pražydimu Lietuvoje. Viena iš nesutapimo priežasčių gali būti ribotas 2,5 proc. kriterijaus pritaikymas, nes šis kriterijus labiau tinkamas anemofilinių augalų žiedadulkių sezonams nustatyti.

Žolinių augalų žiedadulkių sezonas (1 lentelė) trunka ilgiau nei 50 dienų, išskyrus balandos žiedadulkių sezoną, kuris 2018 metais truko 17 dienų. Kiečio žiedadulkių sezonas prasidėjo liepos 26 d. ir tęsėsi 59 dienas. Pagal A. Drzeniecka-Osiadacz (2014) atliktus ilgamečius aerobiologinių tyrimų duomenis, kiečio žiedadulkių sezono trukmė varijuoja nuo 26 iki 45 dienų. Taigi 2018 metais kiečio žiedadulkių sezonas buvo daugiau nei 14 dienų ilgesnis, tačiau koncentracijos nebuvo didelės ir piko dieną (08-11) buvo užfiksuota 58 žiedadulkių/ m³ oro koncentracija. Iš analizuotų žiedadulkių, anksčiausiai žiedadulkių sezonas iš žolinių augalų prasidėjo – miglinių augalų (gegužės 29 d.) ir truko 97 dienas. Birželio 15 d. buvo užfiksuota aukščiausia miglinių augalų koncentracija – 87 žiedadulkės/ m³ oro. Miglinių augalų žiedadulkės, kurių sezonas paprastai parsideda gegužės viduryje ir tęsiasi iki rugpjūčio pabaigos, yra viena iš rimčiausių ir didžiausių alergijos priežasčių Europoje (Kasprzyk, Walanus, 2010).

Įvertinus analizuojamų žiedadulkių kiekio dinamiką nustatyta, kad Šiauliuose 2018 metais ore ilgiausiai sklاندė miglinių augalų žiedadulkės. Intensyviausias sumedėjusių augalų žiedadulkių sezonas buvo nuo balandžio vidurio iki gegužės vidurio, o žolinių augalų žiedadulkių – birželio ir liepos mėnesius. Per tyrimo laikotarpį Šiaulių aerobiologinėje stotyje iš analizuojamų sumedėjusių augalų daugiausiai buvo aptikta pušies (776 žiedadulkės/ m³ oro) žiedadulkių, o iš žolinių augalų – dilgėlės (758 žiedadulkės/ m³ oro), miglinių augalų (657 žiedadulkės/ m³ oro) žiedadulkių.

3.4. Coriolis ir Hirst gaudyklių duomenų palyginimas

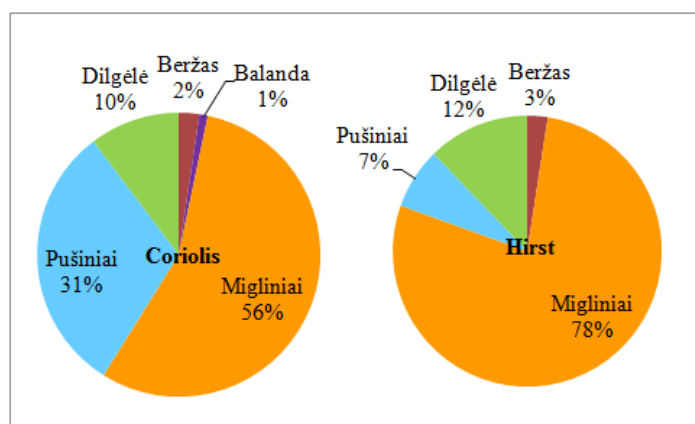
Tyrimo metu (2017-06-16–2017-08-28) Coriolis gaudykle surinktuose mėginiuose buvo identifikuotos kiečio, beržo, balandos, miglinių, pušinių, liepos ir dilgėlės žiedadulkės. Pagal gautus Coriolis gaudyklės rezultatus buvo analizuoti Hirst gaudykle užfiksuoti duomenys. Skirtumai viso tyrimo laikotarpio duomenų, pagal žiedadulkių rūšis pateikiami 19 paveiksle.



19 pav. Tyrimo laikotarpiu Coriolis ir Hirst mėginiuose identifikuotų žiedadulkių kiekis

Analizuojant grafike (19 pav.) pateiktus duomenis matyti, kad kai kurių rūšių žiedadulkių (kiečio, beržo, balandos, liepos) kiekiai tiek Coriolis tiek Hirst gaudykle buvo užfiksuoti panašūs. Beveik 4 kartus didesni žiedadulkių kiekis Coriolis gaudykle buvo užfiksuotas miglinių augalų. O pušinių augalų žiedadulkių kiekis užfiksuotas Coriolis gaudykle už Hirst gaudykle užfiksuotą žiedadulkių kiekį didesnis 23 kartus. Tūrine oro gaudykle užfiksuotas dilgėlės žiedadulkių kiekis didesnis 2 kartus nei ciklonine oro gaudykle sugautas žiedadulkių kiekis.

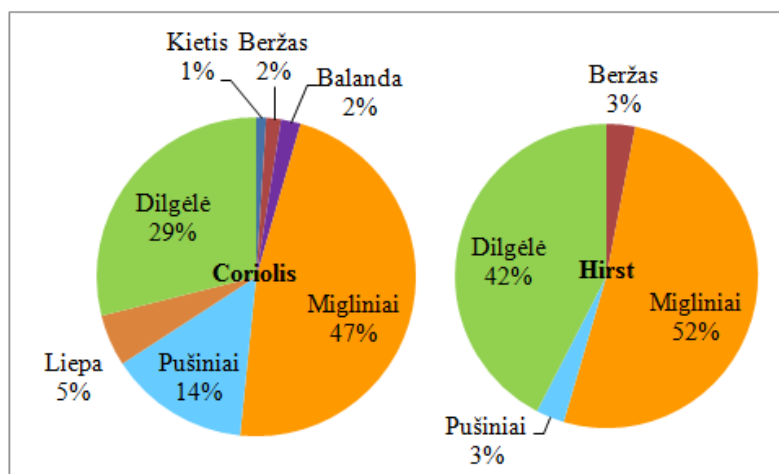
20 paveiksle pateikiamas procentinis žiedadulkių pasiskirstymas gaudyklėse I ėmimo metu.



20 pav. I ėmimo (2017 m. birželio 16-17 d.) žiedadulkių pasiskirstymas gaudyklėse, proc.

2017 m. birželio 16-17 d. Coriolis gaudykle buvo surinkti 24 mėginiai. Šiuose mėginiuose identifikuotos 5 žiedadulkių rūšys (20 pav.). Daugiau nei pusę (56 proc.) užfiksuotų žiedadulkių sudarė miglinių augalų žiedadulkės, 31 proc. – pušiniai. Hirst gaudykle tomis pačiomis dienomis buvo užfiksuotos 4 analizuojamos žiedadulkių rūšys, iš kurių didžiausią dalį (78 proc.) sudarė taip pat miglinių augalų žiedadulkės. Pušinių augalų žiedadulkių kiekis sudarė 7 proc., o 12 proc. – dilgėlės žiedadulkės.

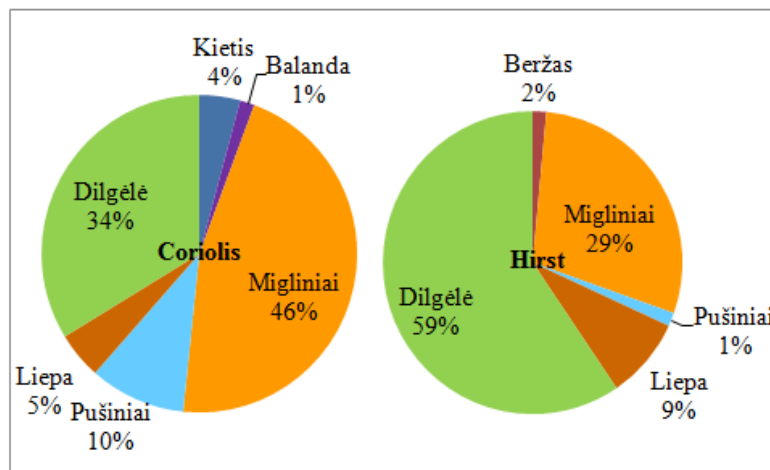
II ėmimo (2017 m. liepos 3 d.) žiedadulkių pasiskirstymas (proc.) pateikiamas 21 paveiksle.



21 pav. II ėmimo (2017 m. liepos 3 d.) žiedadulkių pasiskirstymas gaudyklėse, proc.

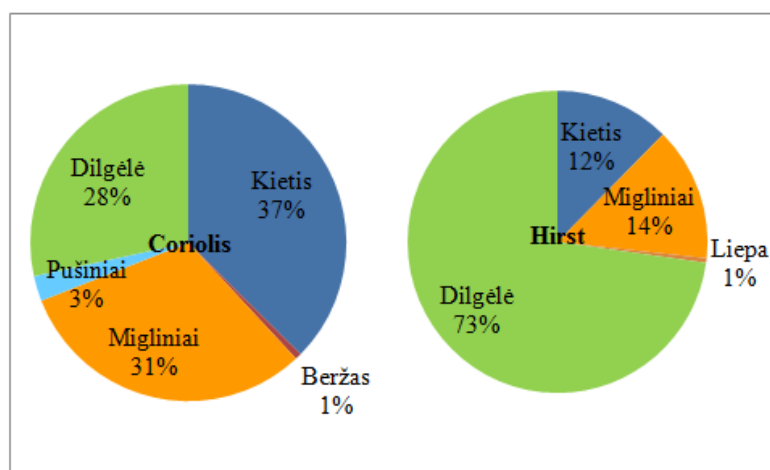
Ciklonine oro gaudykle liepos 3 d. buvo užfiksuotos visos analizuojamos žiedadulkių rūšys. Kiečio, beržo, baltos ir liepos žiedadulkių kiekis mėginiuose sudarė iki 5 proc. užfiksuotų žiedadulkių kiekio. Didžiausią kiekį užfiksuotų žiedadulkių sudarė miglinių augalų žiedadulkės – 47 proc. O dilgėlės ir pušinių augalų žiedadulkės sudarė 29 proc. ir 14 proc. Tūrine oro gaudykle iš analizuojamų žiedadulkių buvo užfiksuotos 4 rūšys žiedadulkių: miglinių, pušinių, beržo ir dilgėlės. Daugiausiai liepos 3 d. Hirst mėginyje sudarė miglinių augalų (52 proc.) ir dilgėlės (42 proc.) žiedadulkės. Po 3 proc. sudarė pušinių ir beržo identifikuotų žiedadulkių.

2017 m. liepos 12 d. ir 14 d. (III ėmimo metu) Coriolis gaudykle surinktuose mėginiuose buvo identifikuotos 6 žiedadulkių rūšys (22 pav.). 5 proc. užfiksuotų žiedadulkių kiekio sudarė kiečio, baltos ir liepos žiedadulkės. 10 proc. užfiksuotų žiedadulkių kiekio sudarė pušinių augalų žiedadulkės. Miglinių augalų žiedadulkių buvo užfiksuota 12 proc. mažiau nei dilgėlės žiedadulkių. Hirst gaudykle surinktuose mėginiuose iš analizuojamų žiedadulkių buvo identifikuotos 5 žiedadulkių rūšys.



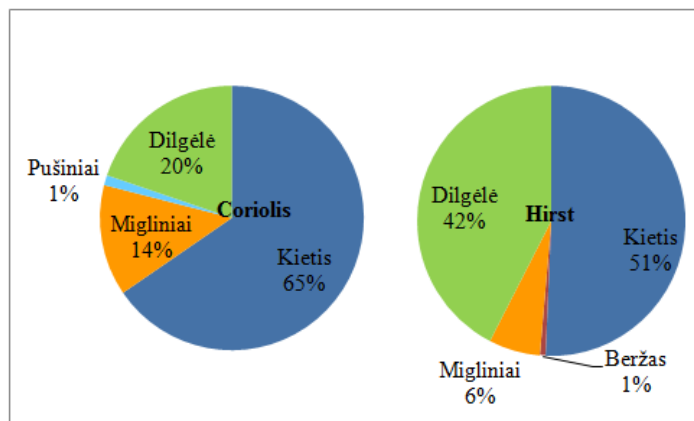
22 pav. III ėmimo (2017 m. liepos 12 d. ir 14 d.) žiedadulkių pasiskirstymas gaudyklėse, proc.

Daugiau nei pusę užfiksuotų analizuojamų žiedadulkių sudarė dilgėlės žiedadulkės (59 proc.). Miglinių augalų žiedadulkės sudarė 29 proc. IV ėmimo metu (23 pav.) Coriolis gaudykle surinktuose mėginiuose panašias užfiksuotų žiedadulkių kiekio dalis sudarė dilgėlės (28 proc.), miglinių (31 proc.) ir kiečio (37 proc.) žiedadulkės.



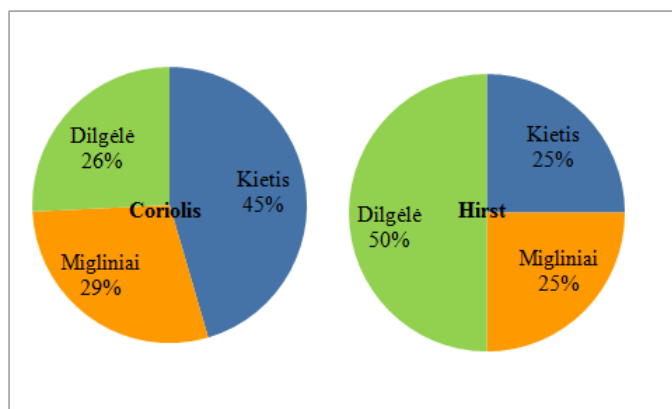
23 pav. IV ėmimo (2017 m. liepos 27-28 d.) žiedadulkių pasiskirstymas gaudyklėse, proc.

Tūrine oro gaudykle surinktuose mėginiuose dilgėlės žiedadulkių kiekis sudarė daugiausiai iš užfiksuotų analizuojamų žiedadulkių – 73 proc. Miglinių augalų žiedadulkių kiekis sudarė 14 proc., o kiečio – 12 proc. V ėmimo metu (24 pav.) tiek Coriolis tiek Hirst mėginiuose didžiausią užfiksuotų žiedadulkių dalį sudarė kiečio žiedadulkės: 65 proc. Coriolis mėginiuose, 51 proc. Hirst mėginiuose.



24 pav. V ėmimo (2017 m. rugpjūčio 10-11 d.) žiedadulkių pasiskirstymas gaudyklėse, proc.

Dilgėlės žiedadulkių dalis Coriolis mėginiuose sudarė 20 proc., o Hirst mėginiuose – 42 proc. Miglinių augalų žiedadulkių Coriolis gaudykle buvo užfiksuota daugiau nei Hirst gaudykle. Paskutiniojo VI ėmimo metu (25 pav.) Coriolis gaudykle surinktuose mėginiuose buvo užfiksuotos 3 žiedadulkių rūšys: dilgėlės, miglinių augalų ir kiečio. O iš analizuojamų žiedadulkių rūšių Hirst mėginiuose buvo taip pat identifikuotos tik 3 tos pačios žiedadulkių rūšys.



25 pav. VI ėmimo (2017 m. rugpjūčio 28 d.) žiedadulkių pasiskirstymas gaudyklėse, proc.

Coriolis mėginiuose didžiausią žiedadulkių dalį sudarė kiečio žiedadulkės – 45 proc. Miglinių ir dilgėlės žiedadulkių kiekis sudarė 29 ir 26 proc. Hirst gaudykle surinktuose mėginiuose didžiausią dalį sudarė dilgėlės žiedadulkės 50 proc., o kiečio ir miglinių augalų žiedadulkių buvo identifikuotas vienodas kiekis ir sudarė po 25 proc.

Lyginant viso tyrimo metu bendrą surinktų žiedadulkių kiekį, Coriolis mėginiuose miglinių augalų žiedadulkių identifikuotas kiekis buvo didesnis nei Hirst mėginiuose, tačiau I ir II ėmimo metu Hirst mėginiuose miglinių augalų žiedadulkių dalis buvo didesnė nei Coriolis mėginiuose: I ėmimas – Coriolis mėginiuose 58 proc., Hirst mėginiuose 78 proc.; II ėmimas – Coriolis mėginiuose 47 proc., Hirst mėginiuose 52 proc.

Tyrimo metu Hirst ir Coriolis mėginiuose užfiksuotų analizuojamų žiedadulkių kiekių skirtimui palyginti buvo apskaičiuotas t-testas. Gauti rezultatai pateikiami 2 lentelėje.

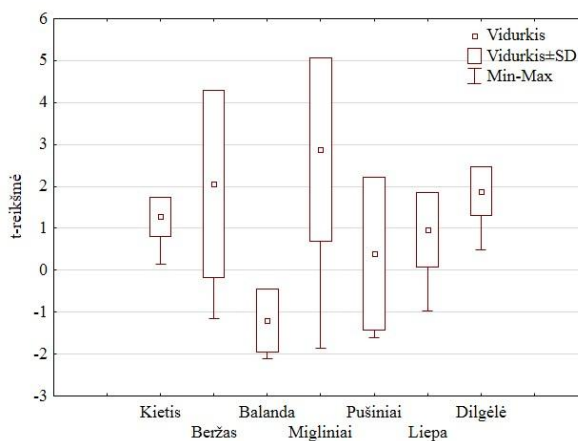
2 lentelė

Žiedadulkių kiekio Hirst ir Coriolis mėginiuose palyginimas, t-testo rezultatai

Hirst/ Coriolis	Kietis	Beržas	Balanda	Migliniai	Pušiniai	Liepa	Dilgėlė
t reikšmė	0,15	-1,15	-2,12	-1,87	-1,62	0,97	0,48
p	0,15	0,28	0,16	0,09	0,14	0,35	0,64

Apskaičiavus t-testą, paaiškėjo ($p > 0,05$), kad Hirst ir Coriolis mėginiuose identifikuotų žiedadulkių kiekio skirtumas yra nereikšmingas, t.y. statistiniu požiūriu žiedadulkių kiekis Hirst ir Coriolis mėginiuose yra panašus viso tyrimo laikotarpiu. Didžiausias absoliučių reikšmių skirtumas nustatytas lyginant dilgėlės žiedadulkių kiekį Hirst ir Coriolis mėginiuose, bet žemas patikimumo lygmuo ($p > 0,64$) parodo, kad tarp skirtingomis gaudyklėmis surinktuose mėginiuose identifikuoto žiedadulkių kiekio nėra jokio skirtumo. Panaši p vertė – 0,14; 0,15; 0,16 nustatyta pušinių augalų, kiekio ir balandos žiedadulkių grupėse. Mažiausia p vertė – 0,09 nustatyta tarp miglinių augalų žiedadulkių. Galima daryti prielaidą, kad iš visų palygintų analizuotų žiedadulkių, tarp skirtingomis gaudyklėmis užfiksuotų ir identifikuotų miglinių augalų žiedadulkių kiekis skiriasi labiausiai.

Gauti rezultatai pavaizduoti grafiškai naudojant *STATISTICA 12* programinio paketo Wisker-box metodą (26 pav.).



26 pav. Žiedadulkių kiekio palyginimo t-testo rezultatai

Pagal gautus duomenis, kurie pateikti 26 pav. matyti, kad skirtingomis gaudyklėmis užfiksuoto beržo, miglinių ir pušinių augalų žiedadulkių kiekio apskaičiuotos t reikšmės kistu didesniame intervale nei kiekio, balandos, liepos ir dilgėlės žiedadulkių kiekio apskaičiuotos t reikšmės. Beržo žiedadulkių kiekio t reikšmė kistu intervale nuo 0 iki 4, o miglinių augalų žiedadulkių – nuo 1 iki 5. Kuo didesnė t reikšmė tuo mažesnis p rezultatas. Esant mažesnei p

reikšmei galima daryti prielaidą, kad Hirst ir Coriolis mėginiuose identifikuotų žiedadulkių kiekio skirtumas yra reikšmingas. Apskaičiavus t-testą atskirai Hirst gaudyklės žiedadulkių kiekiui ir kiekvieno Coriolis taško kiekiui gauti rezultatai, iš kurių išsiskyrė beržo ir miglinių augalų žiedadulkių kiekio rezultatai (3 lentelė).

3 lentelė

Beržo ir miglinių augalų žiedadulkių kiekio Hirst ir Coriolis mėginiuose palyginimas, t-testo rezultatai (raudona spalva žymi $p < 0,05$)

Hirst gaudyklė/Coriolis gaudyklė	Beržas		Migliniai	
	t reikšmė	p	t reikšmė	p
Hirst/ Coriolis	1,15	0,27	-1,87	0,09
Hirst/ 1	0,73	0,49	3,19	0,01
Hirst/ 2	0,57	0,58	3,12	0,01
Hirst/ 3	2,71	0,02	3,14	0,01
Hirst/ 4	1,91	0,09	2,81	0,02
Hirst/ 5	0,29	0,78	2,23	0,05
Hirst/ 6	0,73	0,48	1,90	0,09
Hirst/ 7	1,91	0,09	2,61	0,03
Hirst/ 8	2,71	0,02	2,25	0,05
Hirst/ 9	0,23	0,82	2,95	0,01
Hirst/ 10	2,71	0,02	2,73	0,02
Hirst/ 11	2,71	0,02	2,81	0,02
Hirst/ 12	2,71	0,02	3,70	0,004
Hirst/ 13	2,71	0,02	3,37	0,01
Hirst/ 14	2,71	0,02	3,04	0,01
Hirst/ 15	2,71	0,02	3,12	0,01
Hirst/ 16	2,71	0,02	3,10	0,01
Hirst/ 17	2,71	0,02	3,45	0,01
Hirst/ 18	2,71	0,02	3,41	0,01
Hirst/ 19	2,71	0,02	3,67	0,004
Hirst/ 20	2,71	0,02	3,66	0,004
Hirst/ 21	2,71	0,02	3,48	0,01
Hirst/ 22	2,71	0,02	3,42	0,01
Hirst/ 23	2,71	0,02	3,46	0,01
Hirst/ 24	2,71	0,02	3,37	0,01

Iš lentelėje pateiktų duomenų matyti, kad tarp daugelio Coriolis atskirų taškų ir Hirst gaudykle užfiksuoto žiedadulkių kiekio yra reikšmingas skirtumas. Tokius rezultatus galėjo lemti skirtingi gaudyklių veikimo parametrai ir vienas iš pagrindinių faktorių – gaudyklės aukštis. Coriolis gaudykle imant mėginius kai kuriuose taškuose, kur buvo retai pjaunama žolė arba teritorija neprižiūrėta, žolinių augalų aukštis buvo panašus gaudykles aukščiui. Kaip teigia E. Carvalho et al. (2008), Hirst gaudyklė yra etaloninis aerobiologijos metodas, tačiau gauti t-testo rezultatai parodė, kad Hirst ir Coriolis mėginiuose identifikuotų žiedadulkių kiekio skirtumas nėra reikšmingas.

IŠVADOS

1. Išanalizavus Šiaulių aerobiologinės stotelės užfiksuotų žiedadulkių dinamiką, nustatyta, kad Šiauliuose 2018 metais ore ilgiausiai sklandė miglinių augalų žiedadulkės. Per tyrimo laikotarpį iš analizuojamų sumedėjusių augalų daugiausiai buvo aptikta pušinių augalų (776 žiedadulkės/ m³ oro) žiedadulkių, o iš žolinių augalų – dilgėlės (758 žiedadulkės/ m³ oro) ir miglinių augalų (657 žiedadulkė/ m³ oro) žiedadulkių.

2. Coriolis gaudykle surinktuose mėginiuose buvo identifikuotos 7 rūšių žiedadulkės: kiečio, beržo, miglinių, pušinių, balandos, liepos ir dilgėlės. Didžiausi žiedadulkių kiekiai buvo surinkti I–III ėmimo metu. Miglinių augalų žiedadulkių viso tyrimo metu buvo užfiksuota daugiausiai. Per viso tyrimo laikotarpį šių žiedadulkių kiekis sudarė 46 proc. (708 žiedadulkių) viso tyrimo metu fiksuotų žiedadulkių.

3. Sukurti žiedadulkių gausumo žemėlapiai parodo galimas žiedadulkių apkrovos tendencijas mieste. Žolinių augalų žydėjimo sezono metu asmenys jautrūs žiedadulkių alergenams turėtų vengti lankytis šiaurinėje ir šiaurės vakarinėje miesto dalyje, o savivaldybės tarnautojams, atsakingiems už viešųjų želdynų priežiūrą šiose miesto teritorijose reikėtų dažniau ir reguliariau vykdyti žolės pjovimo darbus.

4. Apskaičiuoto Stjudento t-testo ($p > 0,05$) rezultatai parodė, kad Hirst ir Coriolis mėginiuose identifikuotų žiedadulkių kiekio skirtumas yra nereikšmingas, t.y. žiedadulkių kiekis Hirst ir Coriolis mėginiuose yra panašus viso tyrimo laikotarpiu.

Austė Noreikaitė-Merkelienė

Anemofilinių žiedadulkių sklaidos ore ir krūvio Šiaulių mieste įvertinimas

SANTRAUKA

Miesto žaliosios erdvės tai potencialūs rekreaciniai plotai miesto gyventojams, tačiau miesto floros išprodukuotos žiedadulkės didele dalimi prisideda prie oro alergenų kiekio ir turi didelį neigiamą poveikį žmonių sveikatai.

Darbo tikslas – įvertinti anemofilinių žiedadulkių sklaidą ore ir krūvį Šiaulių miesto teritorijose. Siekiant įgyvendinti šį tikslą iškelti tokie uždaviniai: atlikti Šiaulių aerobiologinės stotelės užfiksuotų žiedadulkių dinamikos analizę ir identifikuoti miesto žaliosiose erdvėse fiksuotas žiedadulkes bei atlikti jų gausumo analizę; įvertinti skirtingų metodų reprezentatyvumą ir jų naudojimo reikšmingumą; nustatyti labiausiai žiedadulkėmis užterštus miesto plotus ir pateikti argumentuotus pasiūlymus žaliųjų erdvių alergeniniam potencialui mažinti. Darbas atliktas 2017–2018 metais Šiaulių mieste ir Šiaulių universitete. Coriolis gaudykle žiedadulkių fiksavimas ir mėginių analizė buvo atliekama pagal Carvalho E., et al., 2008; Gomez-Domenech M., et al. 2010. Hirst gaudykle – pagal Tarptautinės Aerobiologų Asociacijos nustatytus reikalavimus. Skirtingomis gaudyklėmis surinktų ir identifikuotų žiedadulkių palyginimui duomenys pateikiami m^3 oro. Apskaičiuotu Stjudento t testu ($p > 0,05$) buvo siekiama nustatyti dviejų nepriklausomų grupių reikšmes.

Išanalizavus Šiaulių aerobiologinės stotelės užfiksuotų žiedadulkių dinamiką, nustatyta, kad Šiauliuose 2018 metais ore ilgiausiai sklاندė miglinių augalų žiedadulkės. Per tyrimo laikotarpį iš analizuojamų sumedėjusių augalų daugiausiai buvo aptikta pušinių augalų (776 žiedadulkės/ m^3 oro) žiedadulkių, o iš žolinių augalų – dilgėlės (758 žiedadulkės/ m^3 oro), miglinių (657 žiedadulkės/ m^3 oro) žiedadulkių. Coriolis gaudykle surinktuose mėginiuose buvo identifikuotos 7 rūšių žiedadulkės: kiečio, beržo, miglinių, pušinių, balandos, liepos ir dilgėlės. Didžiausi žiedadulkių kiekiai buvo surinkti I–III ėmimo metu. Miglinių augalų žiedadulkių viso tyrimo metu buvo užfiksuotą daugiausiai. Per viso tyrimo laikotarpį šių žiedadulkių kiekis sudaro 46 proc. (708 žiedadulkių) viso tyrimo metu fiksuotų žiedadulkių. Sukurti žiedadulkių gausumo žemėlapiai parodo galimas žiedadulkių apkrovos tendencijas mieste. Žolinių augalų žydėjimo sezono metu asmenys jautrūs žiedadulkių alergenams turėtų vengti lankytis šiaurinėje ir šiaurės vakarinėje miesto dalyje, o savivaldybės tarnautojams, atsakingiems už viešųjų želdynų priežiūrą šiose miesto teritorijose reikėtų dažniau ir reguliariau vykdyti žolės pjovimo darbus. Apskaičiuoto Stjudento t-testo ($p > 0,05$) rezultatai parodė, kad Hirst ir Coriolis mėginiuose identifikuotų žiedadulkių kiekio skirtumas yra nereikšmingas, t.y. žiedadulkių kiekis Hirst ir Coriolis mėginiuose yra panašus viso tyrimo laikotarpiu.

The estimation of the distribution and charge of anemophilous pollen in Šiauliai city air

SUMMARY

City's green spaces are potential recreational areas for the city's population, but the pollen produced from urban flora to a large extent contributes to the amount of airborne allergens and has a significant negative impact on human health.

The aim of the study was to evaluate the distribution and charge of anemophilic pollen in the air of Šiauliai city. In order to achieve this goal, the following tasks were set up: to analyze the dynamics of the pollen recorded at the Šiauliai aerobiology station and to identify the pollen in the green spaces of the city and to carry out their abundance analysis; to assess the representativeness of different methods and significance of their use; to identify the most pollen-polluted urban areas and submit substantiated proposals to reduce the allergenic potential of green spaces. The work was carried out in 2017-2018 in Šiauliai city and Šiauliai University. Coriolis sampler was used to capture pollen and sample analysis was performed according to Carvalho E., et al., 2008; Gomez-Domenech M., et al. 2010. Hirst sampler was used according to the requirements of the International Association of Aerobiologists. The comparison of pollen collected and identified by different samplers is given per m³ of air. The calculated Student t test ($p > 0.05$) aimed to determine the meanings of two independent groups.

After analyzing the dynamics of the pollen recorded at the Šiauliai aerobic station, it was found that in 2018 poaceae plant pollen stayed in the air for the longest time in Šiauliai. During the study period, from lignified plants analyzed, pollen of pinaceae (776 pollen/m³ air) and pollen from grass plants – urtica (758 pollen/m³ air), poaceae (657 pollen/m³ air) were detected. 7 species of pollen were identified in the samples collected by Coriolis sampler: artemisia, betula, poaceae, pinaceae, chenopodium, tilia and urtica. The largest amounts of pollen were collected during the 1st–3rd sampling. Poaceae plant pollen has been recorded at most during the study. This pollen content was 46 % throughout the study period (708 pollen) in the total of recorded pollen. Created pollen abundance maps show the possible trends in pollinator load in the city. During the flowering season of herbaceous plants, individuals who are sensitive to pollen allergens should avoid visiting the northern and northwest parts of the city, and municipal officials responsible for maintenance of public green areas should carry out more often and regular grass cutting in these urban areas. The calculated Student's t-test ($p > 0.05$) showed that the difference between the pollen number detected by Hirst and Coriolis samplers is negligible, i.e. the pollen content in Hirst and Coriolis samplers is similar throughout the study period.

LITERATŪRA

1. Behre K. 1981. The interpretation of anthropogenic indicators in pollen diagrams. *Ex Pollen et Spores* **23**: 225-245. [viewed April 28, 2018]
https://www.researchgate.net/profile/Karl-Ernst_Behre/publication/233772643_The_interpretation_of_anthropogenic_indicators_in_pollen_diagrams/links/0912f5141975b28f7a000000.pdf
2. Bergmann KC., et al., 2008. The threshold value of Ambrosia pollen inducing acute nasal reactions is very low. *Allergo Journal* **17**: 375-376. [viewed March 20, 2018]
<https://link.springer.com/journal/15007/17/5/page/1>
3. Blando J., et al., 2012. Anthropogenic Climate Change and Allergic Diseases. *Atmosphere* **3**: 200-212. [viewed April 30, 2018]. <http://www.mdpi.com/2073-4433/3/1/200/html>
4. Brinkytė E., 2010. Šiaulių miesto želdynų sistemos analizė. Miesto želdynų formavimas **1(7)** 35-40. [žiūrėta: 2018 balandžio 7 d.]
http://www.krastotvarka.vhost.lt/documents/2010_06.pdf
5. Carinanos P., et al. 2007. Analysis of solid particulate matter suspended in the air of Cordoba, south-western Spain. *Annals of Agricultural and Environmental Medicine*, **14**: 159–164. [viewed April 20, 2018] <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/18247454>
6. Carinanos P., et al. 2015. Characterization of Allergen Emission Sources in Urban Areas. *Journal of Environmental Quality*. **45**:244–252. [viewed April 20, 2018]
<https://www.researchgate.net/publication/275824292>
7. Carvalho E., et al., 2008. Performance of the Coriolis air sampler, a high-volume aerosol-collection system for quantification of airborne spores and pollen grains. *Aerobiologia* **24**:191–201 [viewed April 18, 2018]
<https://link.springer.com/article/10.1007/s10453-008-9098-y>
8. Charpin D., et al. 2013. Cypress pollen allergy. *Rev Mal Respir* **30**:868–878. [viewed April 29, 2018] <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/24314710>
9. Crispen K. L., et al., 2010. A comparison of 1978 and 2006 peak pollen seasons and sampling methods in Missoula, Montana. *Grana*. **49**(2): 128–133. [viewed April 18, 2018]
<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC2998282/>
10. D'Amato G., et al., 2007. Allergenic pollen and pollen allergy in Europe. *Allergy* DOI: 10.1111. [viewed March 19, 2018]
https://www.eaaci.org/attachments/663_Allergenic%20pollen%20and%20pollen%20allergy%20in%20Europe.pdf

11. Danytė G., 2008. *Alergija žiedadulkėmis – ne tik sezoninis diskomfortas*. [žiūrėta: 2018 balandžio 7 d.] <https://www.sveikaszmogus.lt/Aktualijos-76->
12. Dominguez-Ortega J., et al. 2016. Prevalence of allergic sensitization to conifer pollen in a high cypress exposure area. *Allergy Rhinol (Providence)* **7(4)**: 200-206. [viewed April 28, 2018] <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC5244279/>
13. Domm J., et al. 2008. Recommended urban forest mixtures to optimize selected environmental benefits. *EnviroNews: International Society of Environmental Botanists*. **14(1)** 7–10. [viewed April 20, 2018] http://isebindia.com/05_08/08-01-2.html
14. Drzeniecka-Osiadacz A., et al, 2014. Statistical modelling of the main features of the Artemisia pollen season in Wrocław, Poland, during the 2002–2011 time period. *Theoretical and Applied Climatology* **119(3-4)**: 419-432. [viewed April 30, 2018].
<http://link.springer.com/article/10.1007/s00704-014-1109-z/fulltext.html>
15. Dubakienė R., 2011. *Klinikinė alergologija*. Vilnius: Vilniaus Universiteto leidykla.
16. Dubakienė R., 2002. *Alergologija*. Vilnius: Žiburio leidykla.
17. Esri, 2016. *How Natural Neighbor works*. ArcGis for Desktop. [viewed April 28, 2018] <http://desktop.arcgis.com/en/arcmap/10.3/tools/spatial-analyst-toolbox/how-natural-neighbor-works.htm#GUID-81A67F31-5180-4721-AF52-BCE7B6AFB761>
18. European Commission, 2011. Measures to reduce the urban pollen count. *News Alert*: 254. [viewed April 18, 2018]
http://ec.europa.eu/environment/integration/research/newsalert/pdf/255na5_en.pdf
19. Gastaminza G., et al. 2009. Allergenicity and cross-reactivity of pine pollen. *Clin Exp Allergy* **39**:1438–1446. [viewed April 29, 2018]
<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/19573163>
20. Gendrolis A., 2012. *Žiedadulkės ir bičių duonelė*. Kaunas.
21. Galan C., et al., 2014. Pollen monitoring: minimum requirements and reproducibility of analysis. *Aerobiologia*. **30** (4) :385–395. [viewed April 29, 2018].
<http://link.springer.com/article/10.1007%2Fs10453-014-9335-5>
22. Galan C., et al., 2007. Spanish Aerobiology Network (REA): Management and quality manual. Corodba: Servicio de publicaciones. [viewed April 29, 2018].
http://www.uco.es/rea/infor_rea/manual_eng.pdf
23. Ghiani A., et al., 2016. Is ragweed pollen allergenicity governed by environmental conditions during plant growth and flowering? *Scientific Reports* **6**: 30438 [viewed March 20, 2018] <https://www.nature.com/articles/srep30438>

24. Gomez-Domenech M., et al. 2010. Evaluation of the efficiency of the Coriolis air sampler for pollen detection in South Europe. *Aerobiologia* **26**:149–155 [viewed April 18, 2018] <https://link.springer.com/article/10.1007/s10453-009-9152-4>
25. Hartig T., et al. 2014. Nature and Health. *Annual Review of Public Health*. **35**: 207-228. [viewed April 18, 2018] <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/24387090>
26. Higienos institutas, 2017. *Visuomenės sveikatos netolygumai*. [žiūrėta 2018 m. kovo 14 d] <http://www.hi.lt/lt/serija-visuomenes-sveikatos-netolygumai.html>
27. Hrabina M. et al., 2008. Grass pollen allergens. *Clinical and Experimental Allergy Reviews*, **8**: 7–11. [viewed March 19, 2018] <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1111/j.1472-9733.2008.00126.x>
28. Inžinerijos katedra, 2017. Aerobiologiniai tyrimai. [žiūrėta 2018 m. balandžio 17 d.] <http://ekomokslas.lt/ziedadulkes/aerobiologiniai-tyrimai/>
29. Jackson L. E. 2003. The relationship of urban design to human health and condition. *Landscape and Urban Planning*. **64**: 191–200. [viewed April 18, 2018] <http://www.upv.es/contenidos/CAMUNISO/info/U0564951.pdf>
30. Kabailienė M., 1979. *Taikomosios palinologijos pagrindai*. Vilnius: Mokslas.
31. Kasprzyk I., Walanus A., 2010. Description of the main Poaceae pollen season using bi-Gaussian curves, and forecasting methods for the start and peak dates for this type of season in Rzeszow and Ostrowiec Sw. (SE Poland). *Journal of Environmental Monitoring* **12**(4): 906-916. [viewed April 30, 2018]. <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/20383372>
32. Layman's report, 2008. MONALISA Project. [viewed April 18, 2018] http://ec.europa.eu/environment/life/project/Projects/index.cfm?fuseaction=home.showFile&rep=file&fil=LIFE05_ENV_F_000068_LAYMAN.pdf
33. Lietuvos hidrometeorologijos tarnyba prie Aplinkos ministerijos, 2018. Mėnesio apžvalgos. [žiūrėta 2018 m. balandžio 29 d.] <http://www.meteo.lt/2017-Birzelis>
34. Lietuvos hidrometeorologijos tarnyba prie Aplinkos ministerijos, 2017. *Informacija apie ore sklindančias žiedadulkes*. [žiūrėta: 2018 m. kovo 19 d.]. http://old.meteo.lt/ivair_ziedadulkes.php
35. Lietuvos Respublika, 2007. Lietuvos Respublikos Želdynų įstatymas. Nr. X-1241. Vilnius: 2007-06-28.
36. Liu H., et al. 2006. Climatic and anthropogenic control of surface pollen assemblages in East Asian steppes. *Review of Palaeobotany and Palynology* **138**: 281–289. [viewed April 28, 2018] <http://ires.bnu.edu.cn/uploadfile/expert2012/1216/50cdc26f182d3.pdf>

37. Malkiewicz M., et al., 2013. Types of *Artemisia* pollen season depending on the weather conditions in Wrocław (Poland), 2002–2011. *Aerobiologia* (Bologna) **30**(1): 13–23. [viewed March 19, 2018] <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC3907919/>
38. Mandrioli P., Comtois P., Levizzani V., 1998. *Methods in aerobiology*. Italy: Pitagora Editrice Bologna.
39. Ogren T. L. 2002. Trees, shrubs and urban allergies. In WAA Annual Conference. Wisconsin ANR Urban Forestry Conference. [viewed April 20, 2018] https://www.researchgate.net/publication/233541034_Urban_green_zones_and_related_pollen_allergy_A_review_Some_guidelines_for_designing_spaces_with_low_allergy_impact
40. Pardoe S. H., et al., 2010. Comparing pollen spectra from modified Tauber traps and moss samples: examples from a selection of woodlands across Europe. *Veget Hist Archaeobot*. **19**:271–283. [viewed April 18, 2018]. https://www.academia.edu/3315078/Comparing_pollen_spectra_from_modified_Tauber_traps_and_moss_samples_examples_from_a_selection_of_woodlands_across_Europe
41. Piotrowska K., Weryszko-Chmielewska E., 2003. Pollen count of selected taxa in the atmosphere of Lublin using two monitoring methods. *Ann Agric Environ Med*. **10**: 79–85. [viewed April 18, 2018]. <http://www.aaem.pl/pdf/10079.pdf>
42. Plaza P.M., et al. 2016. Mismatch in aeroallergens and airborne grass pollen concentrations. *Atmospheric Environment* **144**: 361–369. [viewed April 28, 2018] <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1352231016307099>
43. Puc M., 2006. Ragweed and mugwort pollen in Szczecin, Poland. *Aerobiologia* **22**: 67 – 78. [viewed April 29, 2018] <https://link.springer.com/article/10.1007%2Fs10453-005-9010-y>
44. Punt W., et al., 2006. Glossary of pollen and spore terminology. Review of Palaeobotany and Palynology 143 (2007) 1–81. [viewed April 16, 2018] <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0034666706001291>
45. Rantio-Lehtimäki A., 1991. Sampling airborne pollen and pollen antigens. In: D`amato G., Spiekma F. Th. M., Bonini S., *Allergenic pollen and pollinosis in Europe*. Oxford: Marston Book Services Ltd, pp. 18–23.
46. Richter D., 2011. Allergic rhinitis in children. *Acta Med Croatica*. **65**(2):163–8. [viewed March 19, 2018] <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/22359883>
47. Skrobotovas R., 2017. Su klimato kaita susijusių alerginių ligų paplitimo Lietuvoje apžvalga 2016 m. Visuomenės sveikatos netolygumai. Nr. 8(27). [žiūrėta 2018 m. kovo 14 d.] [http://www.hi.lt/uploads/pdf/leidiniai/Informaciniai/2017,%208\(27\).pdf](http://www.hi.lt/uploads/pdf/leidiniai/Informaciniai/2017,%208(27).pdf)

48. Sosdiagnostika, 2016. *Imunoglobulinas E*. [žiūrėta: 2018 m. kovo 19 d.].
<http://sosdiagnostika.lt/paslaugos/kraujo-tyrimai/alergijos-tyrimai/imunoglobulinas-e/>
49. Spieksma F. Th. M., Frenguelli G., 1991. Allergenic significance of *Alnus* (alder) pollen. In: D'amato G., Spieksma F. Th. M., Bonini S., *Allergenic pollen and pollinosis in Europe*. Oxford: Marston Book Services Ltd, pp. 85–86.
50. Spieksma F. Th. M., Von Wahl G. P., 1991. Allergenic significance of *Artemisia* (mugwort) pollen. In: D'amato G., Spieksma F. Th. M., Bonini S., *Allergenic pollen and pollinosis in Europe*. Oxford: Marston Book Services Ltd, pp. 121–124.
51. Staikūnienė J., 2008. Polinozė (šienligė). *Sveikas žmogus. Gyvenimo būdas*. [žiūrėta 2018 m. balandžio 7 d.]. [http://www.sveikaszmogus.lt/Aktualijos-447-Polinoze_\(sienlige\)](http://www.sveikaszmogus.lt/Aktualijos-447-Polinoze_(sienlige))
52. Sullivan W.C., Kuo F. E. 1996. *Do trees strengthen urban communities, reduce domestic violence?* Evanston, IL: Northeastern Area State and Private Forestry, Urban Forestry Center for the Midwestern States. [viewed April 18, 2018]
<https://searchworks.stanford.edu/view/8421285>
53. Sulmont G., 2007. The pollen content of air: identification key. [CD]. RNSA
54. Šaulienė., ir kt., 2003. Oro užterštumo žiedadulkėmis Šiaulių mieste ypatumai. *Vadyba* 3 (2). [žiūrėta 2018 m. balandžio 30 d.].
<http://www.pollen.lt/failai/file/Publikacijos/Martyno%20apie%20vadyba>
55. Šaulienė I., et al., 2014. Comparison of *Alnus*, *Corylus*, *Betula* pollen seasons in Riga, Moscow and Vilnius. *Aerobiologia* **30**(4): 423-433. [viewed April 30, 2018].
<http://link.springer.com/article/10.1007%2Fs10453-014-9341-7>
56. Šaulienė I., Veriankaitė L., 2012. Analysis of high allergenicity airborne pollen dispersion: common ragweed study case in Lithuania. *Ann Agric Environ Med*. **19**(3): 415-419 [viewed March 20, 2018] <http://www.aem.pl/Analysis-of-high-allergenicity-airborne-pollen-dispersion-common-ragweed-study-case-in-Lithuania,71796,0,2.html>
57. Šiaulių miesto savivaldybė, 2018a. *Žemės ūkis, želdiniai*. [žiūrėta 2018 m. balandžio 20 d.] <http://www.siauliai.lt/lit/Zemes-ukis-zeldiniai/589/6/270>
58. Šiaulių miesto savivaldybė, 2018b. *Šiauliuose vykdomų projektų metu bus atnaujinami želdynai*. Miesto naujienos. [žiūrėta 2018 m. balandžio 20 d.]
<https://miestonaujienos.lt/siauliuose-vykdomu-projektu-metu-bus-atnaujinami-zeldynai/>
59. Tiotiu A., et al. 2016. *Urtica dioica* pollen allergy: Clinical, biological, and allergomics analysis. *Ann Allergy Asthma Immunol*. **117**(5):527-534. [viewed April 29, 2018]
<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/27788883>

60. Ulrich R. S. 1984. View from a Windows may influence recovery from surgery. *Science*. **224**: 420-421. [viewed April 18, 2018] <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/6143402>
61. Veriankaitė L. et al., 2009. Modelling analysis of source regions of long-range transported birch pollen that influences allergenic seasons in Lithuania. *Aerobiologia* **26**: 47–62. [viewed April 30, 2018]. <http://link.springer.com/article/10.1007/s10453-009-9142-6>
62. Veriankaitė L. et al., 2010a. Analysis of changes in flowering phases and airborne pollen dispersion of the genus *Betula* (birch). *Journal of Environmental Engineering and Landscape Management* **18**(2): 137-144. [viewed April 30, 2018]. <http://www.tandfonline.com/doi/abs/10.3846/jeelm.2010.16#.VS1fzNysVIw>
63. Veriankaitė L., 2010b. Žiedadulkių koncentracija ore: cirkuliaciniai ir fenologiniai aspektai. Daktaro disertacija. [žiūrėta 2018 m. balandžio 30 d.]. http://vddb.laba.lt/fedora/get/LT-eLABa-0001:E.02~2010~D_20101001_151032-00717/DS.005.1.01.ETD
64. Veriankaitė L., et al. 2011. Evaluation of meteorological parameters influence upon pollen spread in the atmosphere. *Journal of Environmental Engineering and Landscape Management*, **19**:1, 5-11. [viewed April 29, 2018] <https://www.tandfonline.com/doi/abs/10.3846/16486897.2011.557252>
65. VĮ Valstybės miškotvarkos institutas, 2009. Šiaulių miesto parkų, skverų, gatvių želdinių planas. Kaunas.
66. Ziska L. H., et al. 2003. Cities as harbingers of climate change: common ragweed, urbanization, and public health. *Journal of Allergy and Clinical Immunology*, **111**: 290–295. [viewed April 20, 2018] <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/12589347>
67. WHO Regional Office for Europe, 2016. *Urban green spaces and health*. Copenhagen. [viewed March 19, 2018] http://www.euro.who.int/_data/assets/pdf_file/0005/321971/Urban-green-spaces-and-health-review-evidence.pdf?ua=1
68. IMS Health Incorporated, 2018. PollenLibrary.com. [viewed April 16, 2018] <http://www.pollenlibrary.com/GENUS/Artemisia/>
69. Inžinerijos katedra, 2017. *Aerobiologinė stotelė Šiauliuose*. [žiūrėta 2017 m. lapkričio 14 d.] <http://ekomokslas.lt/ziedadulkes/aerobiologiniai-tyrimai/ziedadulkesaerobiologiniai-tyrimaisiauliu-aerobiologine-stotele/>
70. UAB Hnit-Baltic, 2014. Teminiai žemėlapiai. [žiūrėta 2017 m. lapkričio 14 d.] <http://www.maps.lt/map>

PATVIRTINIMAS APIE ATLIKTO DARBO SAVARANKIŠKUMĄ

Patvirtinu, kad įteikiamas magistro baigiamasis darbas „Anemofilinių žiedadulkių sklaidos ore ir krūvio Šiaulių mieste įvertinimas“

1. Yra atliktas mano pačios;
2. Nebuvo naudotas kitoje mokslo ir studijų institucijoje;
3. Nenaudojau šaltinių, kurie nėra nurodyti darbe, ir pateikiu visą panaudotos literatūros sąrašą.

Austė Noreikaitė-Merkelienė

.....
(data)

.....
(autorius vardas ir pavardė, parašas)

PATVIRTINIMAS APIE ATSAKOMYBĘ UŽ LIETUVIŲ KALBOS TAISYKLINGUMĄ ATLIKTAME DARBE

Patvirtinu lietuvių kalbos taisyklingumą atliktame darbe.

Austė Noreikaitė-Merkelienė

.....
(data)

.....
(autorius vardas ir pavardė, parašas)



ŠIAULIŲ
UNIVERSITETAS

PAŽYMĖJIMAS

Reg. Nr. INZK-7-53

2018 gegužės 17 d.
Šiauliai

Austė Noreikaitė-Merkelienė

dalyvavo

Šiaulių universiteto Inžinerijos katedros

13-oje mokslinėje konferencijoje „Studentų moksliniai darbai“

ir skaitė pranešimą tema

*Anemofilinių žiedadulkių sklaidos ore ir krūvio Šiaulių mieste
įvertinimas*

Organizacinio komiteto pirmininkė

dr. Ramunė Klevaitytė