



VILNIAUS UNIVERSITETAS
ŠIAULIŲ AKADEMIJA

GAMTINIŲ SISTEMŲ VALDYMO MAGISTRANTŪROS STUDIJŲ PROGRAMA

Loreta Motuzienė

Magistro darbas

ŠIAULIŲ MIESTO ŽALIŲJŲ ZONŲ APKROVOS ORU
PLINTANČIŲ GRYBŲ SPROMIS VERTINIMAS

Darbo vadovė: prof. dr. Ingrida Šaulienė

Šiauliai, 2021

**PATVIRTINIMAS apie parengto
darbo savarankiškumą**

CONFIRMATION

Vardas, pavardė <i>Name, Surname</i>	Loreta Motuzienė
Darbo pavadinimas <i>Thesis topic</i>	Šiaulių miesto žaliųjų zonų apkrovos oru plintančių grybų sporomis vertinimas <i>The evaluation of airborne fungal spores distribution in the green areas of Šiauliai city</i>

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

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.

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

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

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



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

Patvirtinu lietuvių kalbos taisyklingumą atliktame darbe.

2021-05-25

(data)

Loreta Motuzienė

(studento vardas ir pavardė, parašas)

TURINYS

ĮVADAS.....	4
1. LITERATŪROS ANALIZĖ.....	6
1.1. Grybų sporos, jų vystymasis ir plitimas.....	6
1.2. Ore esančių grybų sporų poveikis žmonių sveikatai	8
1.3. Žaliosios erdvės mieste ir jų nauda žmonėms	10
2. DARBO OBJEKTAS IR METODAI.....	12
2.1. Darbo objektas	12
2.2. Darbo metodai.....	14
3. REZULTATAI IR JŲ APTARIMAS.....	17
3.1. Šiaulių miesto žaliųjų erdvių užterštumo grybų sporomis analizė	17
3.2. Hirst ir Coriolis metodais surinktų mėginių lyginamoji analizė.....	28
3.3. Šiaulių miesto žaliųjų erdvių ore esančių grybų sporų gausumo žemėlapiai	30
IŠVADOS.....	35
SANTRAUKA	36
SUMMARY	37
LITERATŪRA.....	38

IVADAS

Ore esančių biologinių dalelių tyrimai tampa vis aktualesni dėl ryšio, egzistuojančio tarp aerobiologijos mokslo ir kitų mokslų, tokių kaip medicina, žemės ūkis, visuomenės sveikatos mokslai, tiriantys miesto aplinką, klimato pokyčius ir jo įtaką kitoms sritims (Anton et al., 2019).

Jau yra atlikta nemažai tyrimų, patvirtinančių ore esančių grybų sporų poveikį žmonių sveikatai, grybų sporų plitimo rizikas kultūrinams augalams, jų auginimui bei sandėliavimui. Priešingai nei žiedadulkės, mikroskopinių grybų sporos ir (arba) micelinės ląstelės gali sukelti ne tik I tipo alergiją, labiausiai paplitusią pelėsių sukeltą ligą, bet ir daugybę kitų ligų, įskaitant alergines bronchų ir plaučių mikoze, alerginį sinusitą, padidėjusio jautrumo pneumonitą ir atopinį dermatitą ir, priešingai nei alergija žiedadulkėms, mikroskopinių grybų alergija dažnai siejama su alergine astma. Pranešama, kad pelėsiams jautrūs yra iki 80 % astma sergančių pacientų (Simon-Nobbe et al., 2008). Kaip svarbiausi aeroalergenai šiuo metu yra nurodomi *Alternaria* ir *Cladosporium* genties grybų sporos. Tačiau tyrimai iš įvairių pasaulio vietų aiškiai rodo, kad ir kitos grybų, tokių kaip *Ganoderma*, *Epicoccum*, sporos taip pat yra svarbūs ore esantys alergenai (Kasprzyk et al., 2021). Šiuo metu nerimą kelia alerginių sutrikimų, tokių kaip alerginis rinitas, bronchinė astma ir atopinis dermatitas, padaugėjimas iki 30 % tarp žmonių visame pasaulyje. Pranešama, kad šis procentas dramatiškai padidėjo ir tikimasi, kad per ateinančius dešimtmečius jis dar labiau padidės (Singh ir Mathur 2012). Lyginant su žiedadulkėmis, mikroskopiniai grybai ir jų sporos laikomi nepakankamai įvertintu kvėpavimo takų alergijos šaltiniu (Crameri et al., 2014).

Kitas aspektas – augantis gyventojų skaičius miestuose. Pagal S. Vaitiekūną (2004), 1987 metais gyventojų pasiskirstymas tarp miesto ir kaimo buvo 355 000 (~14,0 %) žmonių mieste ir 2 181 000 (~86,0 %) kaime. 2019 metų pradžioje mieste gyvena jau 1 875 400 (67,1 %), kaime – 918 800 tūkst. (32,9 %) (Oficialios statistikos portalas, 2019). Miesto teritorijose tankėja žmonių, tankėja ir miesto infrastruktūra, todėl žaliųjų plotų, pavienių medžių miestuose mažėja. Dėl to žmonėms, gyvenantiems urbanizuotoje teritorijoje, dažnai norisi ištrūkti iš miesto aplinkos ir patekti į gamtą, į žaliąsias erdves. Šiuo metu vėl pradėta gręžtis į miestuose esančius parkus kaip gyventojų poilsio, ramybės bei savotiškos atsvaros urbanizaciniais procesams oazes (Alistratovaitė-Kurtinaitienė, 2010). Dėl šios priežasties, nors grybų sporų yra randama visur, šiame darbe didesnis dėmesys bus skirtas žaliosioms erdvėms, jų apkrovai grybų sporomis, iširti, norint sužinoti, kuriose erdvėse alergiškiems žmonėms geriau leisti laiką. Žaliosios miesto erdvės yra ne tik vieta, kur gyventojai gali atsipalaiduoti ir pažaisiti, bet iš tikrųjų jos labai smarkiai prisideda prie kiekvieno

gyventojų kokybiško ir visaverčio gyvenimo mieste. Visame pasaulyje daugelis miestų savo žaliąsias erdves suprojektavo kaip botaninius akcentus ir daugelis šių unikalių erdvių pakeitė jų gyvenimo kasdienybę (Structum, 2021). Miesto parkai intensyviai urbanizuotose teritorijose atlieka pauzių vaidmenį, turi įtakos miesto ekologinei būklei bei žmogaus aplinkos higieninei kokybei, pagaliau formuoja miesto įvaizdį ir jo estetiką (Alistratovaitė-Kurtinaitienė, 2010). Problema atsiranda tada, kai susiduriame su alergija. Kad ir kaip atrodytų keista, tačiau žaliosios erdvės duoda ne tik naudos, bet alergiškiems žmonėms padaro ir nemažai žalos. Didesnis žaliųjų plotų, augalijos kiekis yra puiki terpė augti, daugintis ir produkuoti sporas mikroskopiniams grybams.

Pasitvirtinus hipotezei dėl sporų poveikio aplinkai, dabar grybų sporos tiriamos nebe norint išsiaiškinti, ar poveikis yra, tačiau koks tas poveikis, nuo ko priklauso, kaip kinta, bandomi kurti įvairūs modeliai, kuriais būtų galima prognozuoti kiekio kitimą laike ir erdvėje.

Darbo tikslas: įvertinti Šiaulių žaliųjų zonų alergeninį potencialą grybų sporomis.

Darbo uždaviniai:

1. Išanalizuoti Coriolis tipo gaudykle užfiksuotų sporų gausumą, dinamiką ir pasiskirstymą skirtingose žaliosiose erdvėse;
2. Palyginti skirtingais sporų fiksavimo metodais gautus duomenis, jų reikšmingumą;
3. Įvertinti Šiaulių miesto žaliąsias erdves pagal užterštumą grybų sporomis ir pateikti jų lankymo rekomendacijas.

Temos naujumas ir aktualumas. Neseniai atkreiptas dėmesys, kad alerginių susirgimų daugėja, pastebėtas ir grybų sporų kiekio padidėjimas. Nustatytas ryšys ir prognozės dėl sporų kiekio tikėtino didėjimo reikalauja išsamesnių tyrimų šioje srityje. Dėl didėjančios urbanizacijos, gyventojų masinio persikėlimo į miestus, norint leisti laisvalaikį žaliosiose erdvėse, alergiškiems žmonėms naudinga turėti informaciją apie žaliųjų erdvių alergeninį potencialą. Grybų sporų kiekio pasiskirstymas žaliosiose Šiaulių miesto erdvėse dar nebuvo atliktas. Šis tyrimas ir jo rekomendacijos bus pravarčios alergiškiems žmonėms, taip pat savivaldybės darbuotojams, atsakingiems už žaliąsias miesto erdves.

1. LITERATŪROS ANALIZĖ

1.1. Grybų sporos, jų vystymasis ir plitimas

Analizuojant sporų duomenis, svarbu žinoti, kaip mikroskopiniai grybai dauginasi, kaip plinta sporos, kokios sąlygos reikalingos išplisti, kokie veiksniai riboja ir pan. Gerai suprasti biologinę ir meteorologinę sąveiką, reguliuojančią organizmų pernešimą atmosferoje, būtina parengti novatoriškas ir sėkmingas žmonių ir gyvūnų sveikatos apsaugos ir daugybės sausumos ekosistemų palaikymo strategijas (Linares et al., 2010). Žinios apie sporų susidarymo ryšį skirtingame aukštyje ar esant skirtingoms oro sąlygoms gali būti pritaikytos efektyviau ir patikimiau naudojant pesticidus arba gerinant kvėpavimo takų alerginių ligų diagnostiką ir gydymą (Rodríguez-Rajo et al., 2005).

Mikroskopiniai grybai turi trumpą nelytinį dauginimosi ciklą, trunkantį kelias dienas, po kurio pagaminama daug sporų (Stennett, Beggs, 2004). Mikroskopiniai grybai išsklaido savo medžiagas atmosferoje grybienos ar sporų pavidalu. Jų dydis, forma, skaičius ir dispersijos diapazonas priklauso ir nuo taksono savybių, ir nuo abiotinių sąlygų ar klimato reiškinių, tokių kaip drėgmė, temperatūra, krituliai, vėjai ir substrato prieinamumas (Grinn-Gofroń, 2018). Daugelio grybų sporos iš savo motininių kolonijų yra išstumiamos pasyviais arba aktyviais mechanizmais. Pasyvus mechanizmas atsiranda dėl fizinių veiksnių, atsirandančių dėl oro srauto, lietaus lašų, vibracijos ar dėl specifinių dirgiklių, kaip pavyzdžiui, vabzdžių ir paukščių. Aktyviai sporos išskiriamos veikiamos hidrostatinio slėgio, greitų judesių, kuriuos sukelia citoplazmos dehidracija, ir dėl paviršiaus įtempimo jėgos (Grinn-Gofroń et al., 2018). Šie aktyvūs mechanizmai priklauso, žinoma, nuo grybo genties, jo taksonominės grupės. Atsiskyrusios sporos nusėda šalia jas produkuojančių motininių vaisiakūnių, jų dalių arba paplinta vienokiu ar kitokiu atstumu (Aleknavičius, 2011). Sporos gali būti mėtomos trumpais atstumais arba gali būti pernešamos didesniais atstumais vėjo pagalba kaip laisvos sporos arba kartu su vandens lašeliais. Išsibarstymas gali atsirasti nuo kelių centimetrų iki šimtų kilometrų, net ir tarp žemynų (Carlile et al., 2001). Taip pat sporų plitimas labai priklauso nuo jų fizinių savybių. Lengvos ir sausos sporos dažniausiai plinta oru. Sunkesnes ir lipnias sporas perneša vabzdžiai ir gyvūnai, vanduo. Pagal sporų plitimą aplinkoje grybai skirstomi į anemochorinius (vėjo pagalba), hidrochorinius (vandens pagalba), zoochorinius (gyvūnų pagalba) ir antropochorinius (žmonių pagalba) (Aleknavičius, 2011).

Alternaria genties grybai daugiausiai yra dirvožemyje plintantys grybai, gyvenantys pūvančiose organinėse medžiagose, įskaitant medieną, lapų nuokritas ir žoles (Mitakakis et al., 1997). Anot Escuredo et al. (2011), sporos daugiausia gaminamos ant negyvų ar mirštančių lapų. Sukurti regresijos modeliai rodo, kad iki 31,1 % *Alternaria* sporų koncentracijos kitimo galima paaiškinti meteorologiniais veiksniais. Ankstesni tyrimai nustatė sąsajas tarp *Alternaria* genties sporų koncentracijos ir meteorologinių kintamųjų, įskaitant temperatūrą, kritulius, santykinę drėgmę, rasos taško temperatūrą, vėjo greitį ir kryptį, saulės valandas, oro slėgį ir garavimą (Stennett, Beggs, 2004). Labiausiai įtakojantys veiksniai yra temperatūra, krituliai ir santykinė drėgmė (Escuredo et al., 2011). Optimali *Alternaria* genties grybų augimo temperatūra yra 22–28 °C (Carlile et al., 2001). Rodríguez-Rajo et al. (2005) paskelbtame tyrime buvo nurodyta, kad optimalios sąlygos didelei sporų koncentracijai ore buvo užfiksuotos esant 23–29 °C temperatūrai ir santykiniam drėgnumui apie 80 %. Neigiamai koreliuoja su krituliais ir santykinge drėgme. Kai kurios *Alternaria* rūšių sporos gali vystytis ir esant ilgalaikiam drėgmės trūkumui. Yra išvystytas toks mechanizmas, kad konidioforai vystosi per naktį, tada kai drėgmė didesnė, tuomet sugeba atlaikyti nepalankias sausas sąlygas dieną ir toliau vystosi naktimis (Escuredo et al., 2011).

Cladosporium gentis yra labiausiai paplitęs mikroskopinis oro grybas vidutinio klimato zonose (Şakiyan, İnceoglu, 2003). *Cladosporium* genties sporos teigiamai koreliuoja su temperatūra ir vėjo greičiu ir neigiamai koreliuoja su krituliais ir santykinge oro drėgme (Grinn-Gofroń et al., 2018).

Statistiškai reikšmingas sporų kiekio ryšys yra nustatytas ir su audromis. Prieš perkūniją oro temperatūra ir ozono koncentracija didėja. Tuo metu stebimas ir sporų koncentracijos padidėjimas. Audros metu ir po jos santykinė oro drėgmė didėja, o oro temperatūros ir ozono koncentracija kartu su sporų koncentracija mažėja. Sporų kiekio prognozavimui yra naudojami dirbtiniai neuroniniai tinklai (ANN). Geras ANN modelio veikimas rodo, kad iš meteorologinių kintamųjų galima numatyti sporų koncentraciją prieš 2 valandas ir taip įspėti žmones, turinčius su sporomis susijusių astmos simptomų (Grinn-Gofroń, Strzelczak, 2013).

Taigi, svarbu žinoti grybų sporų vystymosi sąlygas, plitimo tendencijas, kad būtų galima lengviau prognozuoti jų kiekio kitimą atmosferos ore, taip padedant alergiškiems žmonėms ir kultūrinius augalus auginantiems ūkininkams.

1.2. Ore esančių grybų sporų poveikis žmonių sveikatai

Grybai yra labiausiai paplitę ore esantys mikroorganizmai, nes jų sporos kyta iš su žmogaus veikla susijusios veiklos ir aplinkos, tokios kaip galvijų auginimas, fermentacijos procesai, pramonė, žemės ūkis ir atliekų tvarkymas (Rosas et al., 2020). Ore yra aptinkama įvairiausių rūšių ir kiekių grybų sporų. Šios mikroskopinės aerobiologinės dalelės yra svarbus veiksnys, sukeliantis alergijas. Anot Yamamoto et al. (2012), 2,8–10,7 % visų ore esančių sporų rūšių yra laikomos sukeliančiomis alergijas. Pramoninėse šalyse maždaug 20–30 % gyventojų turi įvairias alergijas ir bent 3–10 % gyventojų yra jautrūs grybų alergenams (Crameri et al., 2006). Pagal Kasprzyk et al. (2015), 3 % portugalų yra jautrūs *Alternaria* ir *Cladosporium* genties grybų sporoms, o Ispanijoje atlikti odos dūrio testai parodė, kad net 20 % šalies žmonių yra jautrūs grybų alergenams. Anot Dharmage et al. (2019), maždaug 300 milijonų žmonių serga astma visame pasaulyje ir tikėtina, kad iki 2025 m. tai gali paveikti dar 100 milijonų žmonių. Kasmet užregistruojama 13,2 mln. skubių vizitų pas sveikatos specialistus ir apie 4000 mirčių, susijusių su astma (Kasprzyk et al., 2021). Pasaulinė sveikatos organizacija (2007) teigia, kad 210 milijonų žmonių serga vidutinio sunkumo ar sunkia lėtine obstrukcine plaučių liga, o milijonai kitų serga lengva lėtine obstrukcine plaučių liga, alerginiu rinitu ir kitomis dažnai nediagnozuojamomis lėtinėmis kvėpavimo takų ligomis, ir kad kasmet nuo astmos pasaulyje miršta 250 000 žmonių.

Yra paskaičiuota, kad kasmet į žemės atmosferą yra išmetama 28–50 Tg mikroskopinių grybų dalelių. Pagal Tordoni et al. (2021), bakterijos ir mikroskopiniai grybai sudaro iki 11 % visų ore esančių dalelių. Kai kuriuose regionuose šios dalelės gali sudaryti net daugiau nei 20 % pirminės organinių teršalų emisijos (Yamamoto et al., 2012). Visuomenės susirūpinimas dėl aplinkos grybų sporų poveikio kvėpavimo takų sveikatai padidėjo, nes grybų sporos yra jau žinomi lauko alergenų šaltiniai, kurie dėl jų mažo skersmens (2–10 μm) įkvėpus lengvai prasiskverbia į kvėpavimo takus (Chen et al., 2014). Rosas et al. (2020) atliktame tyrime buvo tiriamas grybų sporų ir žiedadulkių kiekio atmosferos ore poveikis žmonių sveikatai. Buvo aiškiai stebimas alerginių susirgimų kamuojamų pacientų pagausėjimas vasarą ir rudenį, o tai reikšmingai koreliavo su didžiausiais žiedadulkių ir sporų koncentracijos kiekiais. Buvo prieita išvados, kad žmonės greitai reaguoja į žiedadulkių ir sporų buvimą atmosferoje.

Mokslinėje literatūroje galima rasti daug grybų rūšių, kurios įvardijamos kaip alergizuojančios, kelios iš jų yra *Alternaria*, *Cladosporium*, *Penicillium* ir kt. Žmonės nuolat susiduria su tokiomis ore esančiomis biologinėmis dalelėmis, tačiau jų visų veikimas nėra

identiškas, kiekviena rūšis turi savitą poveikį ir poveikio laipsnis priklauso nuo šios rūšies alergizuojančių dalelių koncentracijos (Rosas et al., 2020). *Alternaria* ir *Cladosporium* sporos yra geriau žinomos kaip lauke esantys alergenai ir šių genčių sporų poveikis žmonėms yra susijęs su astmos ir rinito išsivystymu, taip pat su astmos paūmėjimo epidemijomis, įskaitant ir gyvybei pavojingą paūmėjimą. Priešingos šioms yra *Penicillium* ir *Aspergillus* gentys, išskyrus *Aspergillus fumigatus*, kurios yra susijusios su vidaus patalpų alerginėmis ligomis (Fukutomi, Taniguchi, 2015). *Aspergillus fumigatus*, kaip ir dar kelios kitos *Aspergillus* rūšys, gali sukelti plaučių ir bronchų aspergiliozę. Kadangi grybų sporų ore yra beveik visada ir visur, šia liga, kaip ir kitomis alerginėmis ligomis, dažniausiai susergera žmonės, kurių imuninė sistema yra susilpnėjusi. Dažniausiai yra pažeidžiami plaučiai, tačiau gali būti sukeltos ir centrinės nervų sistemos infekcijos, odos ir akių, šlapimo takų infekcijos, endokarditas ar sinusitas (Užkrečiamųjų ligų ir AIDS centras, 2019).

Tyrimo, atlikto Cecchi et al. (2018), duomenimis, pastaraisiais dešimtmečiais pastebimas alerginių ligų padidėjimas, kuris išimtinai paaiškinamas tuo pačiu laikotarpiu įvykusiais aplinkos pokyčiais, kadangi vien genetiniais veiksniais tokio dramatiško didėjimo negalima paaiškinti. Nuo tada, kai buvo pradėtos tirti grybų sporos, daugiau dėmesio buvo skiriama grybų sporų ir jų gausumo įtakai žmonių alergijoms, tačiau dabar atkreipiamas dėmesys, kad alerginių susirgimų daugėja ir ieškomas priežastinis ryšys su klimato kaita ir kitais veiksniais. Todėl labai įdomi nuomonė pateikiama Cechi et al. (2018) straipsnyje, kur yra rašoma, kad klimato kaita, urbanizacija ir biologinės įvairovės nykimas yra vienas iš svarbiausių iššūkių, kylančių šiandien ir per ateinančius dešimtmečius vis didėjančio alergiškų pacientų skaičiaus sveikatai ir gyvenimo kokybei. Norint išsiaiškinti, kaip klimato kaita veikia ir kaip ateityje gali paveikti mikroskopinių grybų ir jų sporų augimą, buvo atliktas tyrimas. Grybų rūšys, turinčios didelį sporų alerginį potencialą ir sporų gausą atmosferoje, buvo auginamos ir eksperimentiškai tiriamos esant įvairioms temperatūroms ir esant skirtingam maistinių medžiagų prieinamumui. Visos mikroskopinių grybų rūšys augo greičiau esant aukštesnei temperatūrai. Dauguma rūšių turtingesnėje maistinėje terpėje gamino daugiau sporų, bet pakilus temperatūrai - mažiau. *Cladosporium cladosporioides* buvo išimtis, kuri eksponentiškai padidino savo sporų kiekį 2100 m. scenarijaus temperatūroje (Damialis et al., 2015). Dėl to galima prognozuoti, kad *Cladosporium* sporų kiekiai ore ateityje tik didės.

Taigi grybų sporų kiekio ore įtaka jautrių žmonių sveikatai nebekelia abejonių. Dabar atliekamais tyrimais žinios yra gilinamos, problema stebima iš įvairių pusių.

1.3. Žaliosios erdvės mieste ir jų nauda žmonėms

Žaliųjų erdvių apibrėžimas, kuriam pritaria ir ekologai, ekonomistai, ir socialinių mokslų mokslininkai, yra viešos ir privačios atviros erdvės miesto teritorijose, kurias dengia augmenija ir kurios yra tiesiogiai (pvz., aktyvus ar pasyvus poilsis) arba netiesiogiai (teigiama įtaka miesto aplinkai) prieinamos gyventojams (Haq, 2011).

Didėjant miestams, daugėjant žmonių miestuose, miesto infrastruktūra plečiasi, žaliųjų erdvių mažėja, vis daugiau nutiesiama kelių, statoma namų, mašinų stovėjimo aikštelių, todėl panaikinami žolynai, parkai, pavieniai medžiai. Tačiau didėjantis dėmesys klimato kaitai skatina žmones atkreipti dėmesį į savo gyvenimo būdą, įpročius ir aplinką, kurioje jie gyvena. Vis labiau yra matoma žala, kas nutinka, kai taip sparčiai naikinamos žaliosios erdvės, didėjanti tarša miestuose, smogai kelia didelį susirūpinimą.

Išsivysčiusios šalys supranta žaliųjų erdvių svarbą. Europos Sąjunga skatina žaliosios infrastruktūros plėtrą. Žalioji infrastruktūra apibūdinama kaip priemonė, kuri padeda užtikrinti ekologinę, ekonominę ir socialinę naudą pasinaudojant gamtoje esančiomis priemonėmis, taip pat padeda suprasti privalumus, kuriuos žmonių visuomenei teikia gamta, ir sutelkti investicijas, kuriomis tokia nauda palaikoma ir sustiprinama (Europos aplinkos agentūra, 2018). Miestų planavimas ir vietos iniciatyvos vis labiau siekia ne tik ekonominių ir aplinkosaugos prioritetų, bet ir visuomenės sveikatos tikslų (Kondo et al., 2018). Europos aplinkos agentūra yra paskelbusi ne vieną ataskaitą apie žaliąją infrastruktūrą, jos naudą žmonių gerovei ir jų gyvenimo kokybei, yra padėjusi rengti ES komunikatą dėl žaliosios infrastruktūros (Lietuvos arboristikos centras, 2015). Gerai suplanuotas žaliosios infrastruktūros tinklas gali sumažinti stichinių nelaimių poveikį, tokių kaip potvyniai, nuošliaužos, lavinos, miškų gaisrai, audros ir bangos, dėl kurių žūsta žmonės (European Environment Agency, 2017). Žaliosios erdvės vaidina svarbų vaidmenį gerinant gyventojų gyvenimo kokybę, savijautą, sveikatą, mažinant stresą ir sudarydamos sąlygas leisti laisvalaikį, taip pat gerina oro kokybę, kraštovaizdį ir mažina triukšmą (Pacione, 2003). Anot parkų tyrėjų, rašančių apie žaliąją miestų infrastruktūrą, parkų fizinis dydis suteikia galimybę juose eksponuoti ir stebėti stulbinančius elementus – kintančias oro sąlygas, geologines struktūras, horizonto platybes ir augmeniją. Be jų patirtinio ir kultūrinio poveikio, didieji parkai taip pat vertinami dėl savo ekologinių funkcijų – didžiuosius parkus galima vadinti „žaliaisiais plaučiais“, kurie apvalo, gaivina ir turtina gyvenimą urbanizuotose vietovėse (Alistratovaitė-Kurtinaitienė, 2010). Trumpai tariant, žaliosios erdvės teikia ekosistemos paslaugas ir funkcijas, tiesiogiai ar netiesiogiai gerinančias

gyvenimo kokybę ir gyventojų gerovę. Haq (2011) išskiria 3 miesto žaliųjų erdvių naudas: nauda aplinkai (ekologinė, taršos mažinimas, biologinės įvairovės ir gamtos išsaugojimas), ekonominė ir estetinė (energijos taupymas, turto vertė) ir socialinė ir psichologinė nauda (poilsis ir gerovė, žmonių sveikata). Būtent dėl socialinės ir psichologinės naudos šiame darbe yra plačiau tyrinėjamos žaliosios erdvės.

Bernat ir kt. (2018) gyventojų apklausos būdu atliktas tyrimas apie miesto žaliųjų erdvių lankymo įtaką gyventojų savijautai parodė, kad daugėjant prastesnės savijautos įvertinimo atvejų, dažnėjo apsilankymai miesto žaliosiose erdvėse. Taip pat respondentai, kurie skundėsi negalavimais, susijusiais su kvėpavimu, ar jautė raumenų įsitemimą, buvo linkę lankytis žaliosiose erdvėse tiek vasarą, tiek žiemą panašiu dažnumu. Šio tyrimo gauti rezultatai parodė, koks svarbus yra miesto miškų ir kitų žaliųjų miesto erdvių vaidmuo gyventojų savijautai. Kondo et al. (2018) skelbtoje publikacijoje teigiama, kad eksperimentinių, kvazi eksperimentinių ir išilginių tyrimų apžvalga parodė teigiamo miesto žaliosios erdvės ir dėmesio, nuotaikos ir fizinio aktyvumo ryšio ir neigiamo ryšio su mirtingumu, trumpalaikiais širdies ir kraujagyslių sistemos žymenimis (širdies susitraukimų dažniu) ir smurtu įrodymus.

Šiuo metu dideli augalijos plotai, tokie kaip miškai ir žemės ūkio naudmenos, ypač stambūs pasėliai, laikomi pagrindiniu mikroskopinių grybų sporų ore šaltiniu (Skjøth et al., 2016). Tačiau negalima pamiršti ir žaliųjų erdvių. Apie teigiamą žaliųjų erdvių įtaką yra daug kalbama, tačiau mažiau kalbama apie neigiamą pusę, kuri išties egzistuoja. Didelis kiekis augalų gali gaminti didesnę žiedadulkių kiekį, taip pat tai yra terpė mikroskopiniams grybams, kurie paleidžia į atmosferą sporas, kurios sukelia alergines reakcijas. Tai reiškia, kad miestuose žmonėms ne kiekviena žaluma yra naudinga (Kuchcik et al., 2016). Nepaisant žaliųjų erdvių neabejotinai naudingo poveikio sveikatai, yra sukuriama „meškos paslauga“, kuri gali pakenkti urbanizuotų teritorijų gyventojų gyvenimo kokybei ir sudaryti sąlygas patirti ekonominių, aplinkos ir (arba) socialinių išlaidų (Cariñanos et al., 2014). Dėl to labai svarbu yra tirti įvairios augalijos alerginių potencialą, kad būtų galima kuo efektyviau išnaudoti žaliųjų erdvių teikiamą naudą ir sumažinti keliamas neigiamas pasekmes. Tam yra nustatinėjami augalų alergiškumo indeksai, pagal kuriuos galima rinktis augalus, kuriant žaliają infrastruktūrą.

2. DARBO OBJEKTAS IR METODAI

2.1. Darbo objektas

Tyrimo objektas yra oru plintančios *Alternaria* ir *Cladosporium* genties grybų sporos. Šių dviejų genčių sporos pasirinktos kaip vienos iš labiausiai žinomų sporų, kurios sukelia alergijas. Tarp įvairių alergizuojančių grybelių sporų aerobiologiniai tyrimai nurodo, kad *Alternaria* yra labiausiai paplitęs ore esantis grybelio tipas ir svarbus aeroalergenai, o *Cladosporium* dažnai nurodomas kaip gausiausias aeroalergenai ir kaip antras labiausiai alergizuojantis mikroskopinių grybų tipas visame pasaulyje (Kasprzyk et al., 2020). Carvalho et al. (2008) pateikia sąrašą žiedadulkių ir sporų, kurias dėl alerginio potencialo privalu iširti pirmiausia, ir tame sąrašo yra minimos *Alternaria* genties sporos. Taip pat šių genčių sporos yra vienos iš dažniausiai randamų mūsų teritorijoje ir yra nesunkiai identifikuojamos.

Tyrimui duomenis rinkti nuspręsta 6-iose Šiaulių miesto žaliosiose erdvėse (žr. 1 pav.):

1. „Beržynėlyje“ (55°54'42.1" šiaurės platumos, 23°15'25.2" rytų ilgumos);
2. Dainų parke (55°55'03.0" šiaurės platumos, 23°16'03.9" rytų ilgumos);
3. Šiaulių centriniame miesto parke (55°56'14.9" šiaurės platumos, 23°18'57.0" rytų ilgumos);
4. Talkšos ežero pakrantėje (55°55'50.8" šiaurės platumos, 23°19'40.3" rytų ilgumos);
5. Salduvės piliakalnyje (55°55'37.1" šiaurės platumos, 23°21'28.0" rytų ilgumos);
6. Rėkyvos parke (55°51'20.2" šiaurės platumos, 23°19'36.1" rytų ilgumos).

Žemėlapyje pateiktos Šiaulių miesto ribos, jas žyminti rausva linija, bei geltonomis rodyklėmis ir skaičiais pažymėti mėginių ėmimo taškai. Koordinatės pažymėtos pirmą kartą vykstant imti mėginių, naudojantis „Google“ žemėlapiu.

Buvo pasirinktos 6 dažniausiai lankomos Šiaulių miesto žaliosios poilsio ir laisvalaikio erdvės, kad būtų galima įvertinti žaliųjų erdvių būklę pagal ore esančių grybų sporų apkrovą.



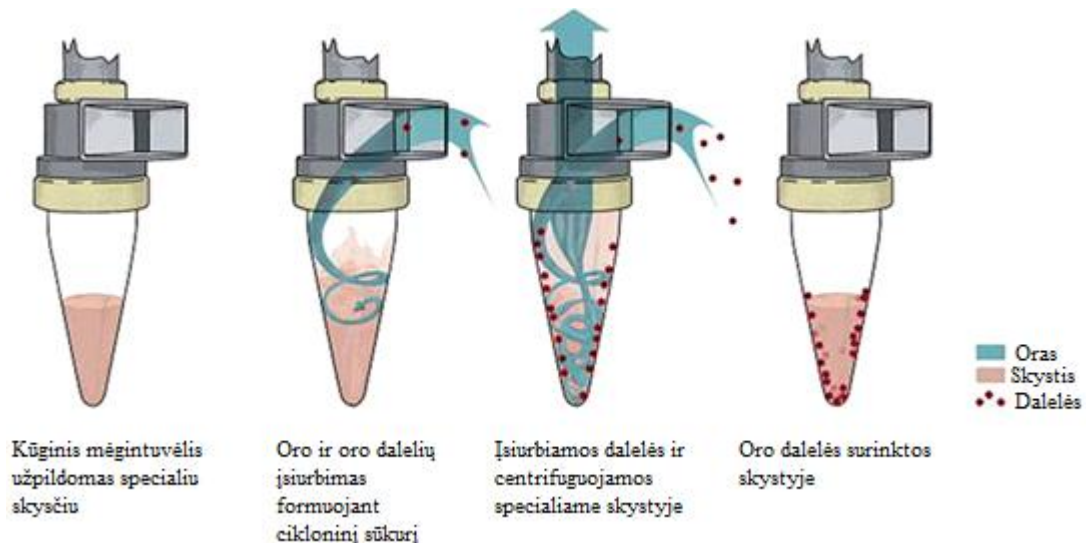
1 pav. Mėginių ėmimo vietos Šiaulių mieste (Google žemėlapiu duomenys, 2020)

Teritorijų, esančių aplink mėginio ėmimo vietą, vizualinė analizė atskleidė, kad miesto centre esančių mėginių ėmimo vietų teritorijose 100–200 m spinduliu galimų vietinių taršos šaltinių (daržovių darželiai, šiltnamiai, kompostinės dėžės ir pan.) yra nedaug, vyrauja žolynai ir gėlynai. Nustatyta, kad daugiausiai galimų taršos šaltinių yra prie Salduvės piliakalnio ir teritorijoje aplink Talkšos ežerą. Prie Salduvės piliakalnio, netoli mėginio paėmimo vietos, yra restoranas „S baras“ (~50 m atstumu), šalia kurio yra 4 dideli atliekų konteineriai, taip pat šalia gyvenamieji namai su palyginti nemažais daržų plotais, apšodintais daržovėmis. Į šiaurę nuo Talkšos ežero pakrantės mėginio ėmimo vietos yra gyvenamųjų namų kvartalas, kuriame bent kas antras namų ūkis turi šiltnamį ir daržą. Taip pat svarbu paminėti, kad didžiąją dalį tiriamojo laikotarpio Šiaulių centrinis miesto parkas buvo rekonstruojamas, kaip ir nemaža dalis viso Šiaulių miesto centro, todėl centrinio parko mėginių ėmimo vieta buvo už 100 m nuo centrinio parko šalia esančiame parkelyje, tačiau taškas vis tiek imamas, kaip reprezentuojantis centrinio miesto parko alergeninį potencialą.

Mėginiai mikroskopavimui ir analizei ruošiami Šiaulių universitete, jo laboratorijoje.

2.2. Darbo metodai

Oro mėginių rinkimas. Oro mėginiai imami panaudojant cikloninę oro gaudyklę Coriolis (žr. 2 pav.). Coriolis gaudyklė, kurią gamina „Bertin Technologies“ (Prancūzija), yra oro dalelių gaudyklė, skirta ore esančių sporų ir žiedadulkių stebėjimui (Carvalho et al., 2008). Prieš pajungimą, mėgintuvėlis pripildomas specialiu skysčiu arba distiliuotu vandeniu, tuomet pradedamas centrifuginės jėgos oro siurbimas į mėgintuvėlį. Oro dalelės (grybų sporos ir augalų žiedadulkės) patenka į mėgintuvėlį ir prilimpa prie sienelių ir galiausiai susikoncentruoja paruoštame skystyje. Coriolis oro ėminiai gali būti imami veikiant 100–600 l/min oro srauto greičiui iki 6 h, jei cirkuliuojantis skystis yra periodiškai papildomas (West, 2015). Šiame magistro darbe buvo pasirinktas 200 l/min oro srautas. Mėginiai renkami 10 min. viename taške po du pakartojimus.



2 pav. Coriolis cikloninės oro gaudyklės veikimo mechanizmas (Carvalho et al., 2008)

Coriolis gaudyklė pastatoma reikalingame taške 1,2 metrų aukštyje. Gaudyklėje įdedama 15 ml distiliuoto vandens pripildyta kūginė kolba, kurioje koncentruojamos oro dalelės (žr. 3 pav.).



3 pav. Mėginio paėmimas Coriolis gaudykle tiriamojoje vietovėje

Mėginiai buvo imami nuo balandžio 27 d. iki rugsėjo 3 d. kas dvi savaites. Mėginiai buvo renkami 10 kartų/dienų po du pakartojimus, viso paimti 120 mėginių. Taip pat sudarytas mėginių registracijos žurnalas, kuriame ėmimo metu buvo fiksuojamas laikas, vieta, meteorologinės sąlygos. Surinkti mėginiai buvo vežami į Šiaulių universiteto laboratoriją tolimesniam apdorojimui.

Kitas metodas surinkti oro daleles, su kuriuo lyginami Coriolis gaudyklės pagalba surinkti duomenys, yra panaudoti Hirst tipo tūrinę oro dalelių gaudyklę. Šią gaudyklę Šiaulių universiteto mokslininkai yra įrengę 143 m aukštyje virš jūros lygio, miesto centre, ant universiteto pastato stogo. Šios gaudyklės veikimo principas kitoks, nei Coriolis. Čia veikia vakuuminė pompa, kuri siurbia orą tokiu pačiu tempu, kokiu orą traukia, kvėpuoja žmogus. Šioje gaudyklėje yra užvyniojama kibi juosta, kuri laikrodinio mechanizmo pagalba yra sukama 2 mm per valandą greičiu. Įjungus prietaiso siurbį, oras yra traukiamas pro įsiurbimo angą ir dalelės prikimba prie kibios juostelės.

Mėginių paruošimas ir mikroskopavimas. Coriolis ciklonine oro gaudykle surinkti mėginiai pirmiausia buvo išfiltruojami naudojant Bunzeno kolbą ir celiuliozės nitrato filtriukus, kurių porų dydis yra 0,45 μm . Vėliau filtras dedamas ant objekcinio stiklelio, ant jo užlašinama specialių klijų, kad sporos nusidažytų ir būtų lengviau matomos, mėginys uždengiamas dengiamuoju stikleliu ir taip būna paruoštas mikroskopavimui (žr. 4 pav.).



4 pav. Mėginių paruošimas mikroskopavimui

Mėginiai buvo mikroskopuojami šviesiniu mikroskopu su 400x didinimu (matymo laukas 0,5 mm). Kiekvienas mėginys, jo filtriukas buvo padalintas į tris dalis, mikroskopuojamos buvo trys horizontalios juostos, vertikalčiai sužymėjus taškus kas 0,63 mm, kadangi filtrinio popieriaus skersmuo yra 2,5 cm.

Duomenų analizė. Coriolis gaudykle surinkti duomenys buvo pildomi duomenų skaičiavimo žurnale, o Hirst tipo gaudyklės - specialioje *EANpoll* (European Aeroallergen Network Database) programoje, kurios duomenis pateikė Šiaulių universiteto mokslininkai. Visi duomenys perkelti į *Microsoft Excel* programą tolimesniam apdorojimui ir analizei. Statistinei duomenų analizei buvo naudojama MS Excel ir R programa. R programa buvo paskaičiuoti Spirmeno koreliacijos koeficientai bei atliktas *Mann-Whitney U* testas.

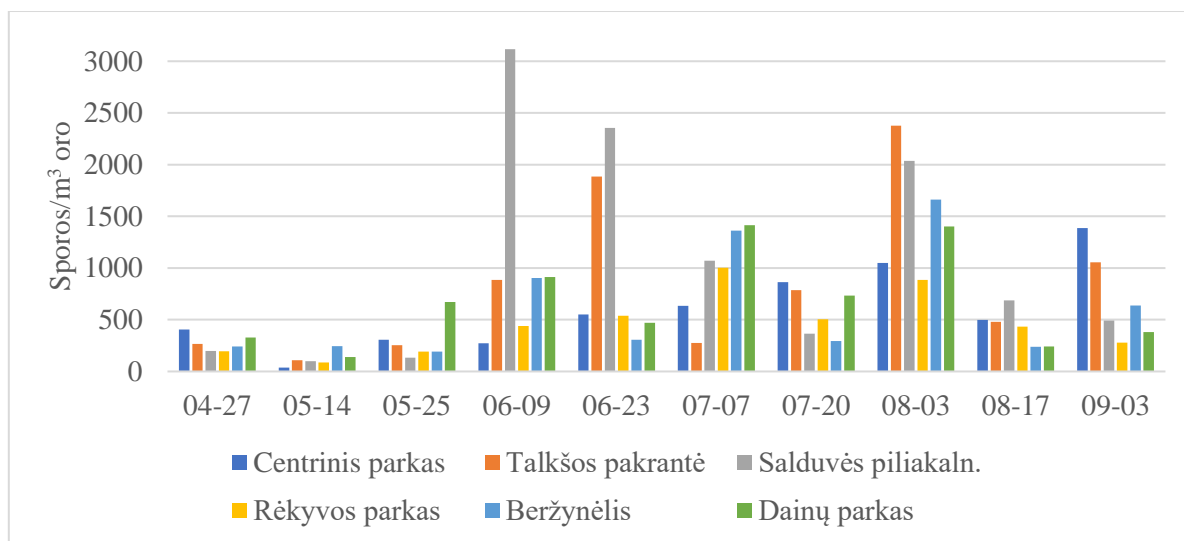
Kadangi mikroskopuojamos buvo tik 3 Coriolis mėginių objekcinio stikliuko su filtriniu popieriumi linijos, sužinoti visą surinkto mėginio sporų kiekį buvo paskaičiuotas filtrinio popieriaus plotas, mikroskopuotų linijų plotas, ir sudarytos proporcijos pagalba buvo nustatytas bendras sporų kiekis. Duomenys paversti į sporas/m³ oro naudojantis Carvalho et al. (2008) metodika.

3. REZULTATAI IR JŲ APTARIMAS

3.1. Šiaulių miesto žaliųjų erdvių užterštumo grybų sporomis analizė

Tyrimui atlikti mėginiai buvo imti Coriolis gaudykle nuo 2020 m. balandžio 27 d. kas dvi savaites iki 2020 m. rugsėjo 3 d. 6 Šiaulių miesto žaliosiose erdvėse. Kiekviename taške buvo imami du mėginiai, kad būtų galima paskaičiuoti duomenų standartinį nuokrypį. Per tiriamąjį laikotarpį iš viso buvo paimta 120 mėginių.

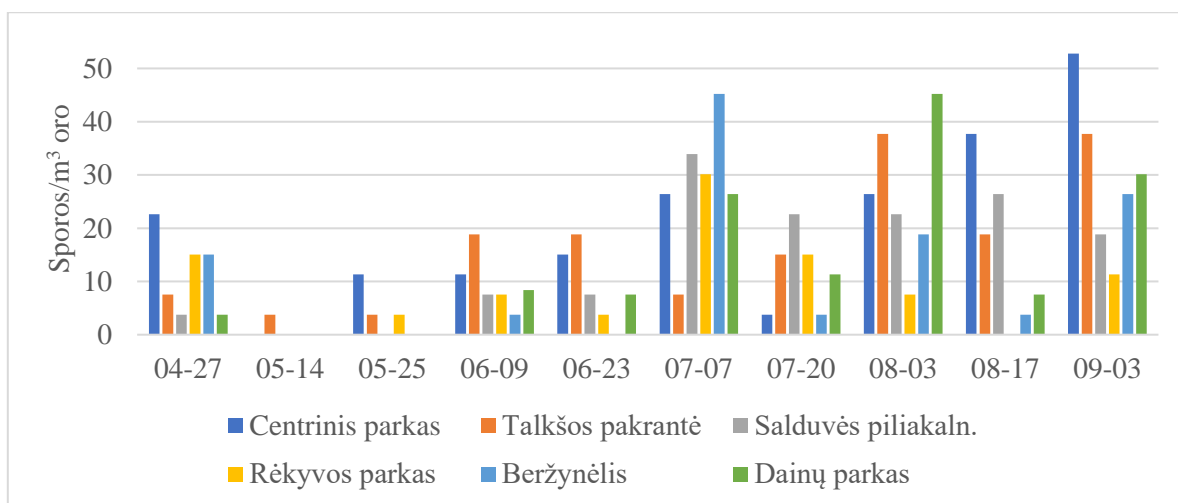
Pirminė Coriolis gaudykle surinktų duomenų analizė parodė, kad daugiausiai *Cladosporium* spp. sporų buvo užfiksuota birželio 9 d. (3 117,15 sporų/m³ oro ± 922,18) ir 23 d. (2 355,77 sporų/m³ oro ± 1 764,39) Salduvės piliakalnio tiriamajame taške (žr. 5 pav.). Taip pat iš kitų duomenų išsiskiria Talkšos pakrantėje rinktų mėginių duomenys - birželio 23 d. buvo rasta 1 884,62 sporų/m³ oro ± 53,30, o rugpjūčio 3 d. – 2 378,38 sporų/m³ oro ± 719,62.



5 pav. *Cladosporium* spp. sporų pasiskirstymas

Alternaria spp. sporų pasiskirstymas tiriamuoju laikotarpiu pateiktas 6 pav. Matome, kad didžiausias kiekis *Alternaria* genties sporų užfiksuotas Centriniam miesto parke rugsėjo 3 d. (52,77 sporos/m³ oro ± 10,66), Dainų parke rugpjūčio 3 d. (45,23 sporos/m³ oro ± 10,66) ir Beržynėlyje liepos 7 d. (45,23 sporos/m³ oro ± 21,32). Mažiausiai šios genties sporų buvo gegužės 14 d., kurią *Alternaria* spp. sporų užfiksuota buvo tik viename tiriamajame taške, Talkšos ežero pakrantėje – 3,77 sporų/m³ oro ± 5,33.

Standartiniai nuokrypiai nustatyti tikrai nemaži. Tai rodo, kad sporų kiekiai ore atsiranda labai momentiška. Galima daryti prielaidą, kad taip yra dėl tuo metu vyraujančių meteorologinių sąlygų, šiuo atveju, kadangi mėginiai taip skiriasi 20 min. laikotarpyje, dėl vėjo greičio, gūsių, kai sporos pakeliamos nuo žemės, mechaniškai nutraukiamos nuo grybienos dėl stipresnio vėjo arba atnešamos iš tolimesnių teritorijų.



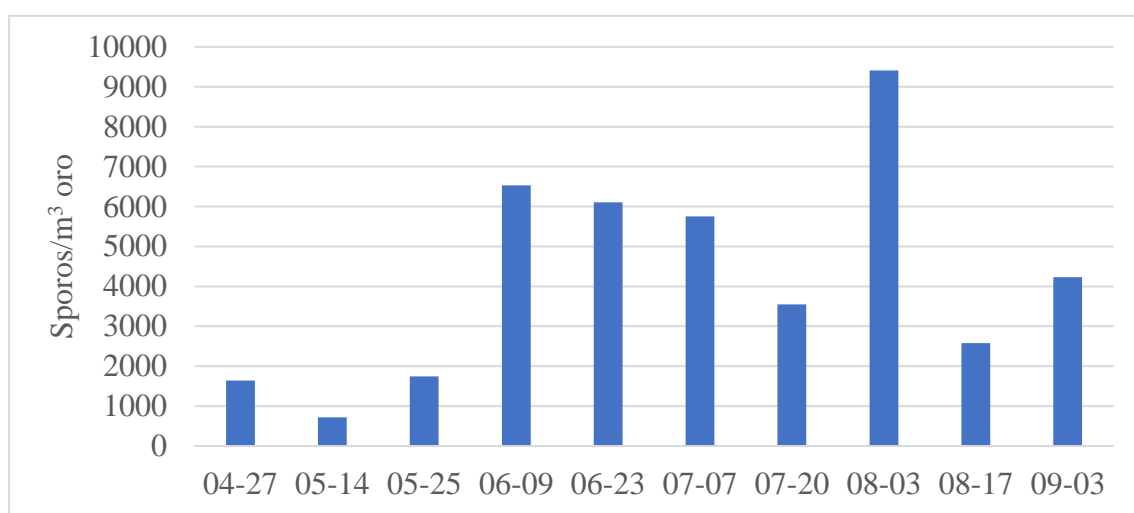
6 pav. *Alternaria* spp. sporų pasiskirstymas

Lyginant šiame tyrime gautus duomenis su kitų mokslininkų, Almeida et al. (2018) 2013–2014 m. atliktame tyrime *Cladosporium* spp. sporų didžiausios dienos vertės per visą tiriamąjį laikotarpį niekada neviršijo 2 000 sporų/m³ oro. *Alternaria* spp. didžiausias kiekis buvo nustatytas 333 sporos/m³ oro. *Cladosporium* spp. sporų maksimalios vertės šiame tyrime buvo didesnės – būta ir virš 3000 sporų/m³ oro. O *Alternaria* spp. didžiausios vertės žymiai mažesnės – tik virš 50 sporų/m³ oro. Pažymėtina, kad Almeida et al. (2018) tyrimas atliktas naudojant Hirst tūrinę sporų gaudyklę. Kituose šaltiniuose galima rasti, kad *Cladosporium* spp. maksimalios dienos sporų vertės pasiekia 12 000 sporų/m³ oro (Recio et al., 2012), o *Alternaria* spp. – 700 sporų/m³ oro (Recio et al., 2012, Mikaliūnaitė et al., 2009).

Yra šaltinių, kad alergijoms pasireikšti ribinė *Alternaria* spp. sporų kiekio ore koncentracija yra apie 80 sporų/m³ oro (Rapiejko et al., 2004), o jautriems pacientams sunkumas kvėpuoti dažniausiai pasireiškia esant apie 300 sporų/m³ oro (Kasprzyk et al., 2015). Tyrimo laikotarpiu (2020 m.) tiriamosiose vietovėse didžiausia *Alternaria* spp. sporų koncentracija siekė tik 52,77

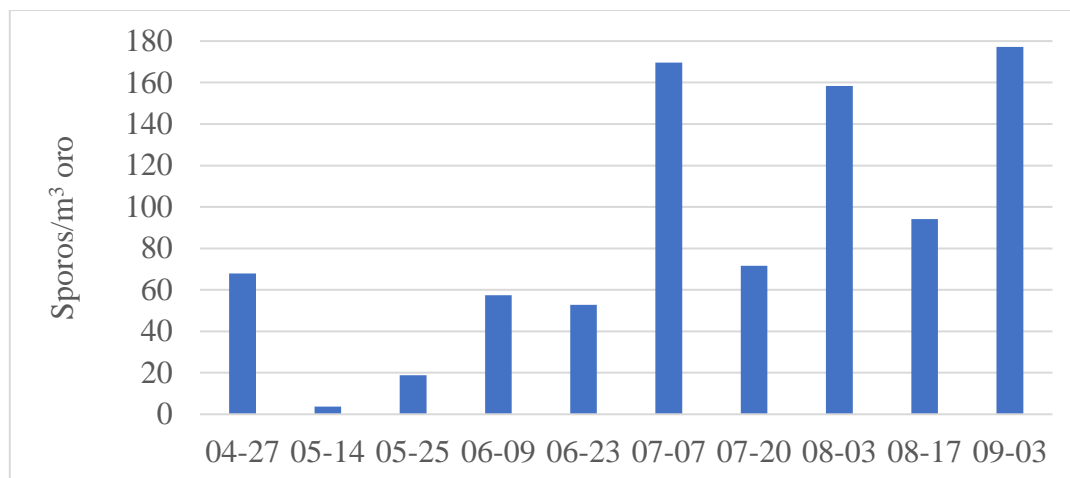
sporų/m³ oro, vadinasi sporų koncentracija nepasiekė ribinės koncentracijos, kuri paveikia alergiškus žmones.

Susumavus visų tiriamųjų vietų sporų kiekį per dieną, mažiausiai *Cladosporium* genties sporų fiksuota gegužės 14 d. – 716,15 sporų/m³ oro (2 % viso tiriamojo laikotarpio fiksuotų sporų). Birželio mėnesį matomas sporų gausos padidėjimas, lyginant su balandžio ir gegužės mėnesiais, tuomet liepos 20 d. šiek tiek mažiau ir rugpjūtį pasiekiamas didžiausias kiekis. Daugiausiai *Cladosporium* spp. sporų buvo surinkta rugpjūčio 3 d. – 9 411,77 sporos/m³ oro (22 % viso tiriamojo laikotarpio) (žr. 7 pav.) susumavus sporų duomenis visose 6 tyrimo vietose.



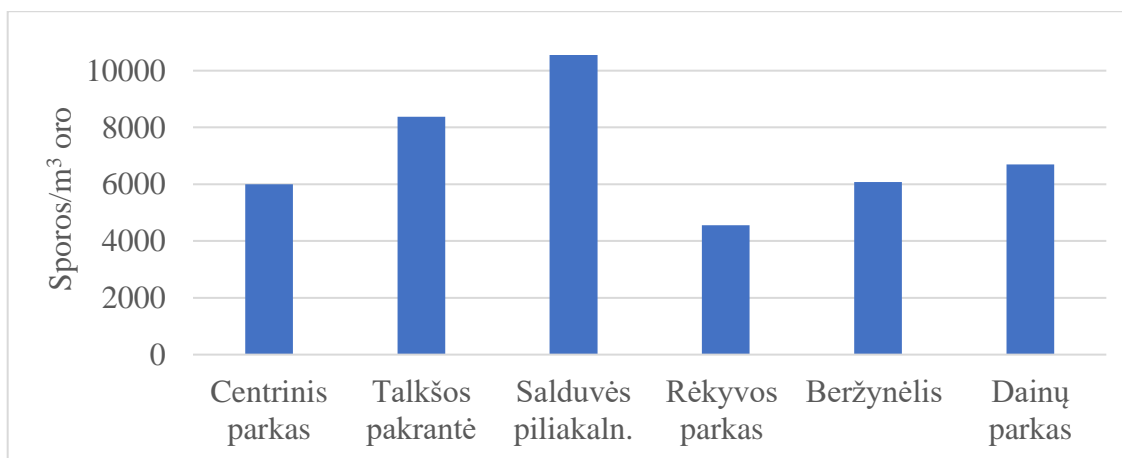
7 pav. *Cladosporium* spp. suminiai sporų kiekiai tiriamosiomis dienomis

Alternaria spp. sporų kiekiai, lyginant su *Cladosporium* spp., buvo fiksuoti žymiai mažesni (žr. 8 pav.). Diena, kuomet buvo nustatytas mažiausias *Alternaria* spp. sporų kiekis sutampa su *Cladosporium* spp. mažiausia verte užfiksuota diena – balandžio 14 d. Daugiausiai *Alternaria* spp. sporų užfiksuota rugsėjo 3 d. – 177,15 sporos/m³ oro (20 % viso kiekio per tiriamąjį laikotarpį) susumavus visose žaliosiose erdvėse užfiksuotas sporas. Didžiausi *Alternaria* spp. sporų kiekiai mūsų regione dažniausiai būna nustatomi rugpjūčio mėnesį (Mikaliūnaitė et al., 2009). Bendrai didžiausi sporų kiekiai vidutinio klimato sąlygomis būna nustatomi liepos–rugpjūčio mėnesiais (Kasprzyk et al., 2021). Mažiausi sporų kiekiai šiame tyrime nustatyti gegužės mėnesį.



8 pav. *Alternaria* spp. suminiai sporų kiekiai tiriamosiomis dienomis

Norint sužinoti tiriamųjų vietovių alergeninį potencialą, buvo suskaičiuotas bendras užfiksuotų sporų kiekis tiriamosiose vietovėse per visą tiriamąjį laikotarpį. Buvo nustatyta, kad daugiausiai *Cladosporium* genties sporų buvo surinkta Salduvės piliakalnio tiriamajame taške – 10 553,85 sporų/m³ oro (žr. 9 pav.). Taip pat nemaža dalis buvo rasta ir Talkšos pakrantėje – 8 375,23 sporų/m³ oro per tiriamąjį laikotarpį. Mažiausiai *Cladosporium* genties sporų rasta Rėkyvos parke, prie Rėkyvos ežero – 4 560,77 sporų/m³ oro.

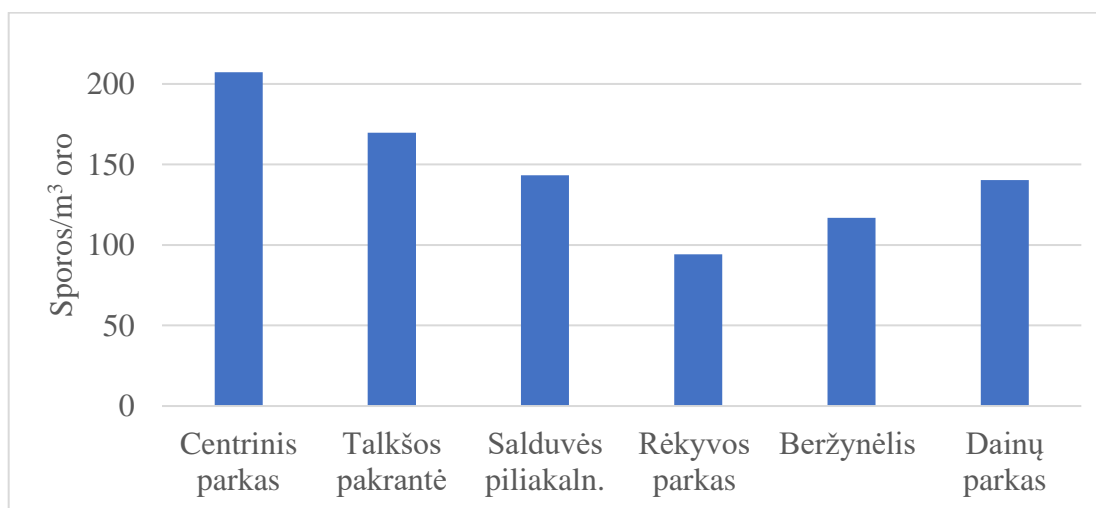


9 pav. *Cladosporium* spp. sporų kiekiai per visą tiriamąjį laikotarpį

Galima daryti prielaidą, kad nustatyti *Cladosporium* genties sporų kiekiai koreliuoja su vizualinės analizės duomenimis, kurie parodė, kad daugiausia vietinių taršos šaltinių yra prie Salduvės piliakalnio ir Talkšos ežero teritorijoje.

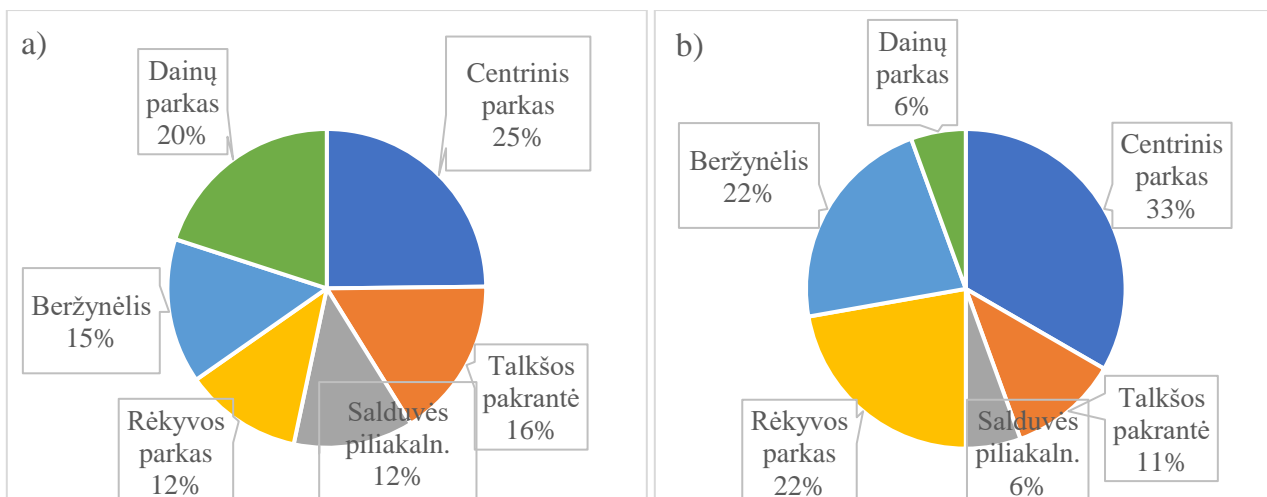
Bendras užfiksuotas *Alternaria* genties sporų kiekis skiriasi nuo *Cladosporium* genties sporų duomenų. *Alternaria* spp. sporų daugiausia nustatyta Šiaulių centriniame miesto parke – 207,31 sporos/m³ oro per visą tiriamąjį laikotarpį (žr. 10 pav.). Antroje vietoje yra Talkšos ežero pakrantė su 169,62 sporų/m³ oro. Mažiausiai šios genties sporų rasta Rėkyvos parke – 94,23 sporų/m³ oro.

Pagal bendrą viso tiriamojo laikotarpio *Alternaria* ir *Cladosporium* genties sporų kiekį, mažiausiai abiem atvejais nustatyta Rėkyvos parke. Todėl galima daryti prielaidą, kad grybų sporoms alergiškiems žmonėms saugiausia laisvalaikį leisti Rėkyvos parke.



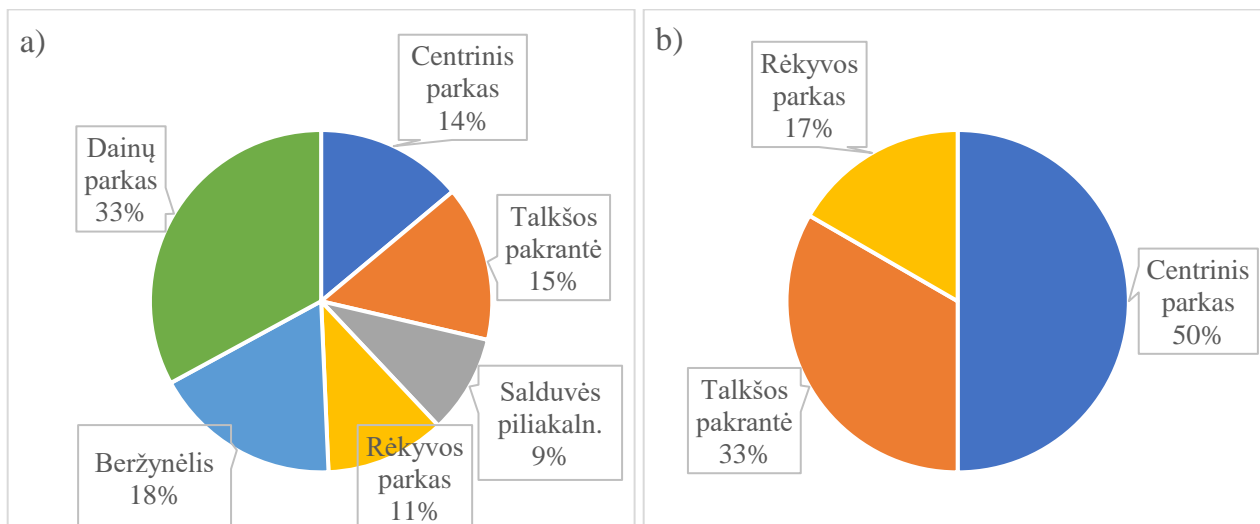
10 pav. *Alternaria* spp. sporų kiekiai per visą tiriamąjį laikotarpį

Žemiau esančiose skritulinėse diagramose yra pateiktas *Cladosporium* spp. ir *Alternaria* spp. procentinis sporų pasiskirstymas tiriamosiose vietovėse. 11 pav. matome, kad balandžio 27 d. daugiausiai buvo užfiksuota Centriniame miesto parke tiek *Alternaria*, tiek *Cladosporium* genčių sporų. *Cladosporium* spp. sporų kiekiai visose tiriamosiose vietovėse smarkiai nesiskyrė ir įvairavo nuo 12 % (Rėkyvos parke ir Salduvės piliakalnyje) iki 25 % (Centriniame miesto parke). *Alternaria* spp. sporų kiekiai tarp žaliųjų erdvių skiriasi ryškiai – Dainų parke ir Salduvės piliakalnyje buvo mažiausiai (po 6 % viso užfiksuoto kiekio), o Centriniame miesto parke buvo surinkta trečdalis viso tos dienos sporų kiekio (33 %).



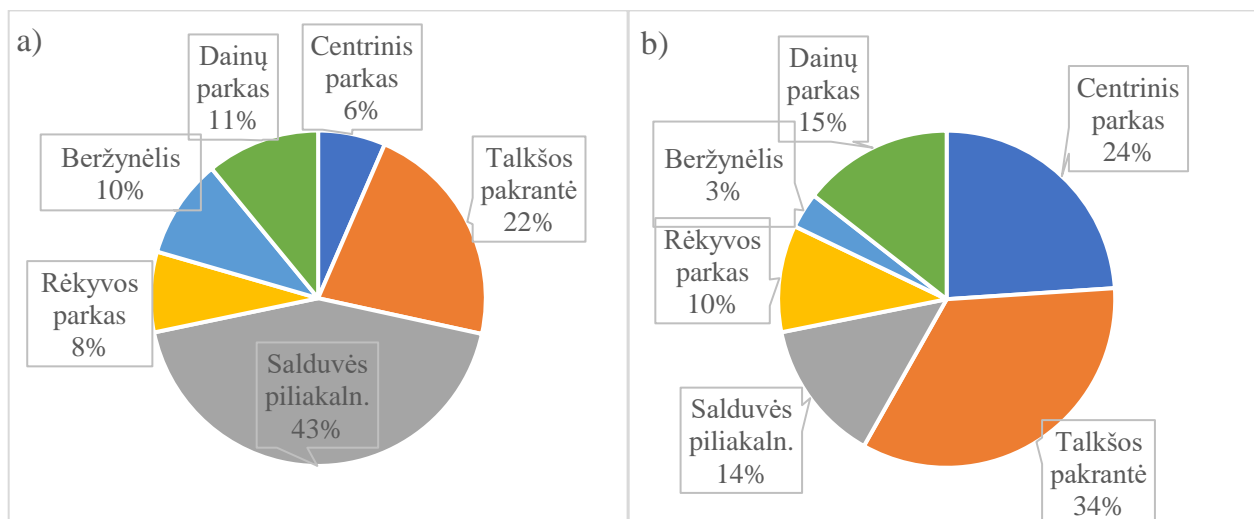
11 pav. Balandžio mėn. (27 d.) *Cladosporium* spp. (a) ir *Alternaria* spp. (b) sporų pasiskirstymas (proc.)

12 paveikslas reprezentuoja gegužės mėnesį tirtų dienų sporų pasiskirstymą žaliosiose erdvėse. Abiejų genčių sporų duomenys ryškiai skiriasi. *Cladosporium* spp. sporų daugiausiai buvo nustatyta Dainų parke (33 %), visose kitose žaliosiose erdvėse įvairavo nuo 9 % Salduvės piliakalnyje iki 18 % Beržynėlyje. *Alternaria* spp. sporų buvo rasta tik Centriniam miesto parke (pusė viso ištirto kiekio), Talkšos pakrantėje (33 %) ir Rėkyvos parke (17 %). Tomis dienomis Salduvės, Beržynėlio ir Dainų parko erdvėse *Alternaria* spp. sporų užfiksuota nebuvo.



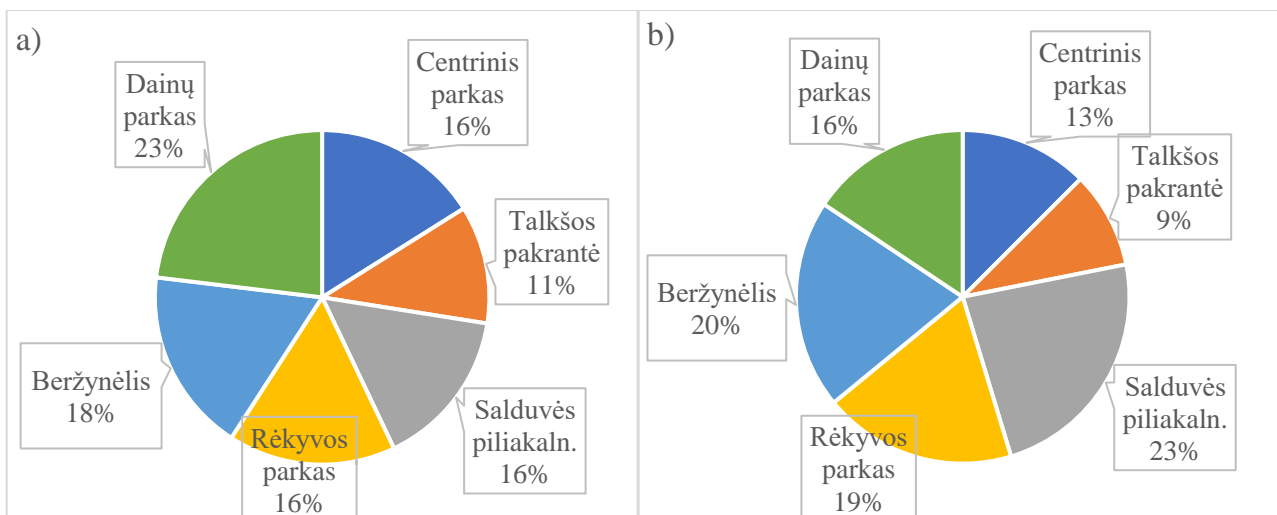
12 pav. Gegužės mėn. (14 d. ir 25 d.) *Cladosporium* spp. (a) ir *Alternaria* spp. (b) sporų pasiskirstymas (proc.)

Coriolis ciklonine oro gaudykle tirti mėginiai parodė, kad birželio mėn. (žr. 13 pav.) sporų duomenys tarp genčių didelio panašumo neturi. *Cladosporium* spp. sporų daugiausiai fiksuota Salduvės piliakalnyje (43 %), Talkšos ežero pakrantėje (22 %), mažiausiai – Centriniam miesto parke (6 %). 34 % *Alternaria* spp. sporų viso birželio mėnesį tirtu kiekiu buvo rasta Talkšos ežero pakrantėje. Taip pat nemaža dalis nustatyta Centriniam miesto parke – 24 %. Mažiausiai *Alternaria* spp. sporų šį mėnesį buvo Beržynėlio žaliwoje erdvėje – 3 %.



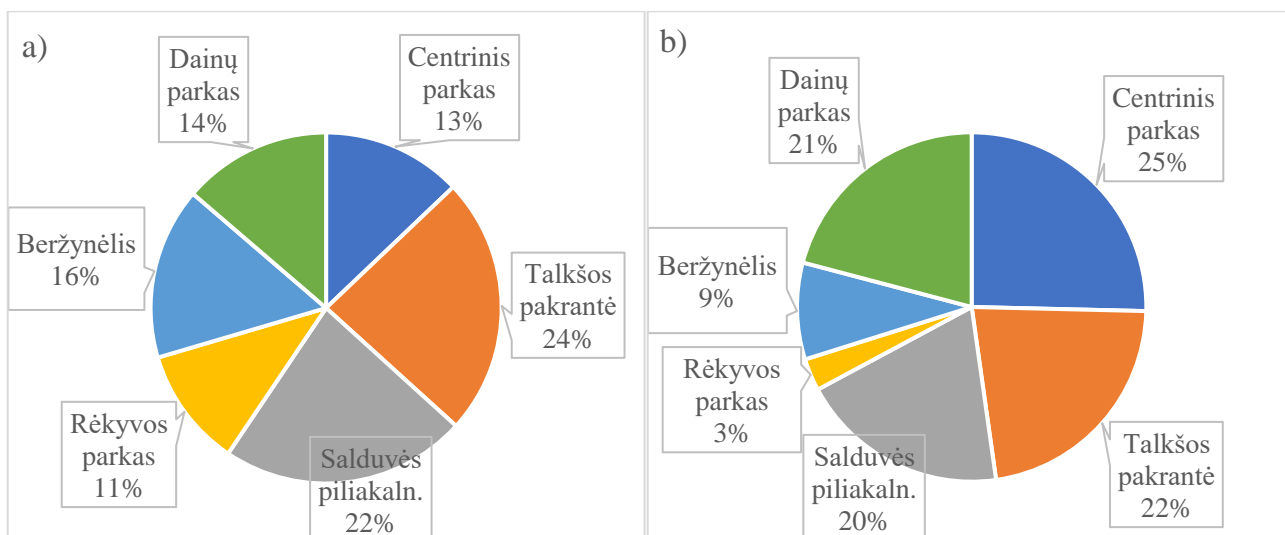
13 pav. Birželio mėn. (9 d. ir 23 d.) *Cladosporium* spp. (a) ir *Alternaria* spp. (b) sporų pasiskirstymas (proc.)

Liepos mėnesį reprezentuojančiomis dienomis *Cladosporium* spp. ir *Alternaria* spp. sporų procentiniai kiekiai buvo nustatyti panašūs tuo, kad abiejų sporų kiekiai tarp žaliųjų erdvių didelių skirtumų neturi, nėra sporų gausa išsiskiriančių žaliųjų erdvių. *Cladosporium* spp. sporų kiekis įvairuoja nuo 11 % Talkšos ežero pakrantėje iki 23 % Dainų parke (žr. 14 pav.). *Alternaria* spp. sporų gausa varijuoja nuo 13 % Centriniam miesto parke iki 23 % Salduvės piliakalnyje.



14 pav. Liepos mėn. (7 d. ir 20 d.) *Cladosporium* spp. (a) ir *Alternaria* spp. (b) sporų pasiskirstymas (proc.)

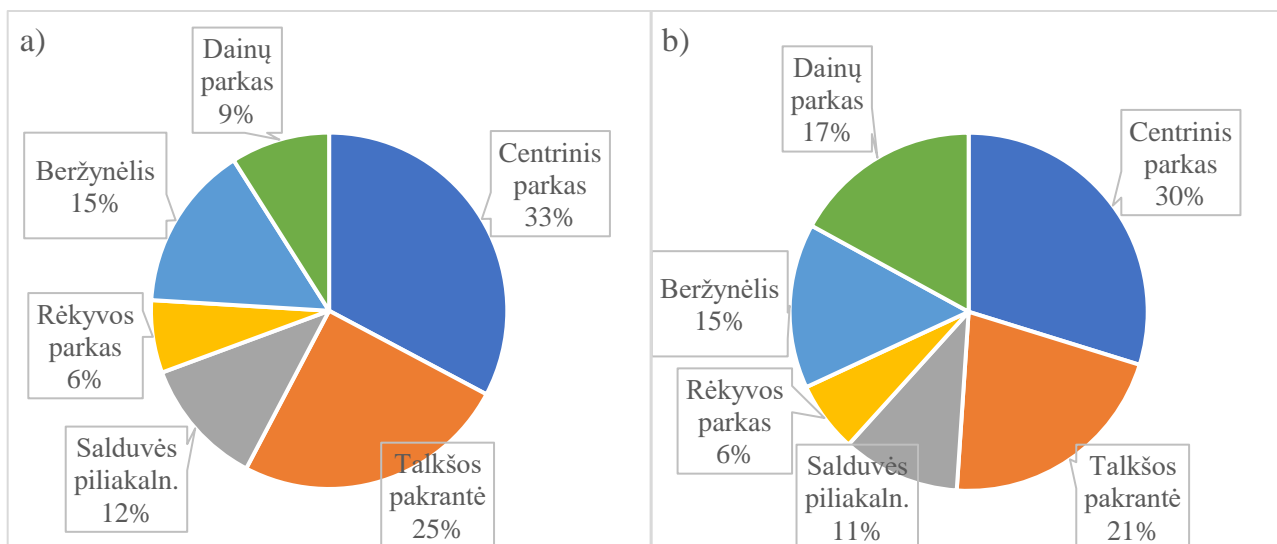
Rugpjūčio mėn. Coriolis gaudykle surinktuose mėginiuose abiejų genčių sporų procentiniai kiekiai vizualiai išsidėstę panašiai (žr. 15 pav.). *Cladosporium* spp. sporų daugiausia rasta Talkšos ežero pakrantėje (24 %) ir Salduvės piliakalnyje (22 proc.). *Alternaria* spp. sporų daugiausia nustatyta Centriniam miesto parke (25 %), tuomet nuo 20 % iki 22 % išsidėstę Salduvės piliakalnyje, Dainų parke ir Talkšos ežero pakrantėje atitinkamai.



15 pav. Rugpjūčio mėn. (3 d. ir 17 d.) *Cladosporium* spp. (a) ir *Alternaria* spp. (b) sporų pasiskirstymas (proc.)

Paskutinis tiriamasis mėnuo buvo rugsėjis. Rugsėjo mėnesį mėginiai imti vieną kartą, rugsėjo 3 d. Kaip ir rugpjūčio mėnesį, abiejų genčių gauti rezultatai turi panašumą. Abiejų genčių didžiausi kiekiai fiksuoti Centriniam miesto parke, antroje vietoje – Talkšos ežero pakrantė (žr. 16 pav.). Mažiausiai abiejų genčių nustatyta Rėkyvos parke – po 6 %. *Cladosporium* spp. sporų Centriniam miesto parke rugsėjo mėnesį užfiksuota 33 % viso kiekio, 25 % Talkšos pakrantėje, 15 % Beržynėlyje. *Alternaria* spp. sporų rugsėjį Centriniam miesto parke rasta 30 %, Talkšos ežero pakrantėje – 21 %, 17 % Dainų parke.

4 iš 6 mėnesių daugiausiai *Alternaria* spp. sporų buvo rasta Centriniam Šiaulių miesto parke. Per visą tiriamąjį laikotarpį šiame parke *Alternaria* spp. sporų ir buvo fiksuota daugiausiai. *Cladosporium* spp. sporų Centriniam parke didžiausias sporų procentas buvo sporų sezono pradžioje ir pabaigoje (balandį ir rugsėjį). Nors *Cladosporium* spp. sporų Salduvės piliakalnyje didžiausias procentas buvo nustatytas tik 1 mėnesį iš visų 6 (birželio mėn.), bet tą mėnesį koncentracija buvo tokia didelė, kad bendras viso tiriamojo laikotarpio suminis kiekis didžiausias būtent Salduvės piliakalnyje.



16 pav. Rugsėjo mėn. (3 d.) *Cladosporium* spp. (a) ir *Alternaria* spp. (b) sporų pasiskirstymas (proc.)

Įvertinti žaliųjų erdvių panašumą ar skirtumą sporų gausos atžvilgiu, buvo paskaičiuoti Spirmeno koreliacijos koeficientai. Iš 1 lentelės matome, kad *Cladosporium* genties sporų kiekis stipriai teigiamai koreliuoja Salduvės piliakalnyje ir Rėkyvos parke ($r = 0,97$), Salduvės piliakalnyje

ir Talkšos ežero pakrantėje ($r = 0,78$), Rėkyvos parke ir Dainų parke ($r = 0,77$) bei Rėkyvos parke ir Beržynėlyje ($r = 0,75$). Taigi galima teigti, kad tarp šių koreliuojančių žaliųjų erdvių egzistuoja statistinis ryšys, jos yra statistiškai susijusios.

1 lentelė

***Cladosporium* genties sporų koreliacijos koeficientų pasiskirstymas žaliosiose erdvėse**

	Centrinis parkas	Talkšos pakrantė	Salduvės piliakaln.	Rėkyvos parkas	Beržynėlis	Dainų parkas
Centrinis parkas		0,67**	0,28***	0,59***	0,50***	0,38***
Talkšos pakrantė	0,67**		0,78**	0,66**	0,66**	0,42***
Salduvės piliakaln.	0,28***	0,78**		0,97**	0,68**	0,56***
Rėkyvos parkas	0,59***	0,66**	0,97**		0,75**	0,77**
Beržynėlis	0,50***	0,66**	0,68**	0,75**		0,70**
Dainų parkas	0,38***	0,42***	0,56***	0,77**	0,70**	

*Statistinis patikimumas ($p < 0,01$); ** ($p < 0,05$); *** ($p > 0,05$)

Silpna koreliacija tarp žaliųjų erdvių pagal *Cladosporium* spp. sporų kiekius nustatyta Centriniam parke ir Salduvės piliakalnyje ($r = 0,28$), Centriniam parke ir Dainų parke ($r = 0,38$) bei Talkšos pakrantėje ir Dainų parke ($r = 0,42$). Taigi tarp šių erdvių statistinis ryšys yra silpnas.

Alternaria genties sporų koreliacinė analizė parodė, kad stipri teigiama koreliacija nustatyta tarp Rėkyvos parko ir Beržynėlio ($r = 0,74$) ir Talkšos ežero pakrantės ir Dainų parko ($r = 0,76$) bei Salduvės piliakalnio ir Dainų parko ($r = 0,76$) (žr. 2 lentelę). Labai silpna koreliacija nustatyta tarp Rėkyvos parko ir Talkšos ežero pakrantės ($r = 0,06$) ir silpna tarp Rėkyvos ir Centrinio parko ($r = 0,19$).

2 lentelė

***Alternaria* genties sporų koreliacijos koeficientų pasiskirstymas žaliosiose erdvėse**

	Centrinis parkas	Talkšos pakrantė	Salduvės piliakaln.	Rėkyvos parkas	Beržynėlis	Dainų parkas
Centrinis parkas		0,63***	0,59***	0,19***	0,70**	0,56***
Talkšos pakrantė	0,63***		0,49***	0,06***	0,43***	0,76**
Salduvės piliakaln.	0,59***	0,49***		0,39***	0,66**	0,74**
Rėkyvos parkas	0,19***	0,06***	0,39***		0,74**	0,54***
Beržynėlis	0,70**	0,43***	0,66**	0,74**		0,78*
Dainų parkas	0,56***	0,76**	0,74**	0,54***	0,78*	

*Statistinis patikimumas ($p < 0,01$); ** ($p < 0,05$); *** ($p > 0,05$)

3 lentelėje pateikiami Spirmeno koreliacijos koeficientai tarp *Alternaria* ir *Cladosporium* genties sporų skirtingose vietovėse. Iš lentelės matome, kad stipriai šių dviejų genčių sporų duomenys koreliuoja Talkšos ežero pakrantėje ($r = 0,92$), taip pat nustatytas aukštas statistinis patikimumas ($p < 0,01$).

3 lentelė

***Alternaria* ir *Cladosporium* genties sporų koreliacija per visą tiriamąjį laikotarpį
žaliosiose erdvėse**

Tiriamoji vietovė	Koreliacijos koeficientas
Centrinis parkas	0,62***
Talkšos pakrantė	0,92*
Salduvės piliakalnis	0,50***
Rėkyvos parkas	0,45***
Beržynėlis	0,60***
Dainų parkas	0,63***

*Statistinis patikimumas ($p < 0,01$); ** ($p < 0,05$); *** ($p > 0,05$)

Galima daryti prielaidą, kad šioje žaliojoje erdvėje sąlygos šioms dvejoms skirtingoms grybų rūšims augti yra panašiai palankios. Mažiausiai *Alternaria* ir *Cladosporium* genties sporų kiekiai koreliuoja ir nustatyta silpna koreliacija Rėkyvos parke. Vadinasi, reikalingos sąlygos šioms gentims augti ir produkuoti sporas šioje vietovėje yra mažiau panašios, statistinis ryšys yra mažesnis.

Kasprzyk et al. (2021) atliktame tyrime lyginant, kaip koreliuoja *Alternaria* spp. ir *Cladosporium* spp. sporos, buvo nustatyta, kad koreliacija skirtinguose parkuose įvairavo nuo 0,56 iki 0,65, kuri buvo nustatyta panaši ir šiame tyrime.

3.2. Hirst ir Coriolis metodais surinktų mėginių lyginamoji analizė

Cladosporium spp. sporų Hirst tipo tūrinės sporų gaudyklės mėginiuose buvo nustatyta tik birželio 23 d. Visomis kitomis tyrimo dienomis šios genties sporų šiuo metodu nebuvo užfiksuota. Todėl metodų lyginimui naudojami tik *Alternaria* genties sporų duomenys. Birželio 9 d. Hirst metodu rinktuose duomenyse yra duomenų trūkis, todėl metodų lyginimui ši diena nenaudojama.

Iš pateiktos lentelės matosi, kad daugiausiai *Alternaria* genties sporų buvo užfiksuota Hirst tipo tūrine sporų gaudykle rugpjūčio 17 d. – 722,40 sporų/m³ oro (žr. 4 lentelę). Coriolis gaudykle daugiausiai fiksuota rugsėjo 3 d. – 177,15 sporų/m³ oro, liepos 7 d. – 169,62 sporų/m³ oro ir rugpjūčio 3 d. – 158,31 sporų/m³ oro.

4 lentelė

Hirst ir Coriolis metodais gauti *Alternaria* spp. genties sporų kiekiai (sporos/m³ oro)

Data	Hirst (sporos/m³ oro)	Coriolis (sporos/m³ oro)
2020-04-27	0,00	67,85
2020-05-14	0,00	3,77
2020-05-25	0,00	18,85
2020-06-23	27,44	52,77
2020-07-07	12,32	169,62
2020-07-20	129,92	71,62
2020-08-03	419,44	158,31
2020-08-17	722,40	94,23
2020-09-03	45,36	177,15
Iš viso:	1356,88	814,15

Taip pat buvo aiškintasi, ar skirtingais metodais gauti duomenys koreliuoja tarpusavyje, todėl buvo nustatytas Spirmeno koreliacijos koeficientas – 0,59 ($p > 0,05$), kuris rodo vidutinę koreliaciją. Reikšmingumo lygmuo $p > 0,05$ rodo, kad koreliacijos duomenys nėra statistiškai patikimi. Šiame tyrime, naudojant Coriolis sporų gaudyklę, žymiai daugiau buvo rasta *Cladosporium* genties sporų, tačiau mėginiuose, kurie buvo paimti naudojant Hirst tipo gaudyklę, tomis pačiomis dienomis daugiau buvo rasta *Alternaria* genties sporų. Kasprzyk et al. (2021) atliktame miesto parkų ore esančių grybų sporų tyrime taip pat didžiausia koncentracija buvo nustatyta *Cladosporium* genties sporų, o *Alternaria* – vieno iš mažiausia. Šie rezultatai sutampa su šiame darbe nustatytais

duomenimis, kad *Coriolis* gaudykle, kuri buvo 1,2 m aukštyje nuo žemės, žymiai daugiau buvo *Cladosporium* genties sporų. Lyginant šio tyrimo Hirst ir *Coriolis* gaudyklėmis gautus duomenis, rezultatai gauti priešingi. Ieškant priežasčių ir paaiškinimų, peršasi išvada, kad sporų kiekio skirtumus įtakojantis faktorius gali būti aukščių skirtumai, kuriuose buvo sporų gaudyklės. Bergamini et al. (2004) atliktų tyrimų rezultatai leido daryti išvadą, kad *Alternaria* spp. sporų koncentracija yra žymiai didesnė žemės lygyje vyraujant augmenijai, net kai sporų koncentracija yra labai maža (< 10 sporų/m³ oro). Khattab ir Levetin (2008) atliktame tyrime buvo nustatyta, kad mėginiuose, imtuose arčiau žemės (1,5 m aukštyje) *Penicillium/Aspergillus* genčių sporų koncentracija buvo žymiai didesnė nei mėginių, imtų ant stogo (12 m aukštyje). Nors *Alternaria* spp. sporų – priešingai, ant stogo sumontuota gaudyklė užregistravo žymiai didesnę koncentraciją. Šiame tyrime susumavus Hirst ir *Coriolis* gaudyklėmis užfiksuotą *Alternaria* spp. sporų kiekį per tiriamąjį laikotarpį didesnis kiekis yra Hirst tūrine sporų gaudykle užfiksuotų mėginių (1,67 karto daugiau), tačiau pasižiūrėjus į 4 lentelę matome, kad tik 3 dienas iš 9 sporų buvo fiksuota daugiau Hirst sporų gaudykle, o likusiomis 6 dienomis vis tik daugiau sporų nustatyta *Coriolis* gaudykle. Lyginant duomenis su Carvalho et al. (2008) gautais *Alternaria* spp. sporų duomenimis, nustatyta labai panaši tendencija – Hirst sporų gaudykle surinkta 1,72 karto daugiau sporų nei su *Coriolis*.

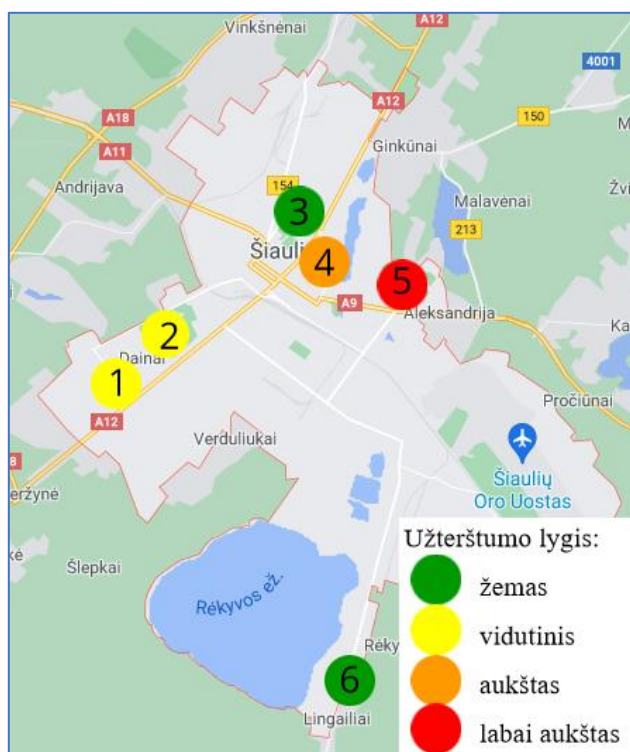
Nagrinėjant, kokie yra sporų kiekių skirtumai gaudyklėms esant skirtinguose aukščiuose, būtų įdomu atlikti lyginamąjį tyrimą vienu metodu, vieno tipo sporų gaudykle ir tuomet lyginti kiekių skirtumus. Kadangi Bergamini et al. (2004) ir Khattab ir Levetin (2008) gauti rezultatai yra priešingi, šiame atliktame tyrime taip pat nėra vieningo gauto rezultato, kuriuo būtų galima teigti, kad *Alternaria* spp. sporų yra daugiau didesniame arba žemesniame aukštyje, todėl manytina, kad tai yra biologiniai procesai, kuriuos veikia labai daug faktorių, todėl aukščių skirtumų įvertinimui būtų reikalingi išsamesni, daugiau metų apimantys, tyrimai, koreliacinė analizė.

Grįžtant prie metodų lyginimo, šių dviejų metodų lyginimą jau yra atlikę Carvalho et al. (2008) *Aerobiologia* žurnale publikuotame straipsnyje. Šiame straipsnyje buvo teigiama, kad šių metodų sporų bei žiedadulkių tyrimų rezultatai reikšmingai nesiskyrė (W testas, $\alpha = 0,05$). *Mann-Whitney U* testas buvo atliktas ir šiame darbe. Jis buvo atliktas siekiant palyginti medianas ir nustatyti, ar skirtumai tarp medianų, gautų naudojant du metodus, buvo reikšmingi, ar nereikšmingi. Atliktas testas parodė, kad nėra reikšmingo skirtumo tarp šiais dvejais metodais gautų duomenų imčių ($p > 0,05$).

3.3. Šiaulių miesto žaliųjų erdvių ore esančių grybų sporų gausumo žemėlapiai

Šiaulių miesto žaliųjų erdvių oro užterštumui grybų sporomis grafiniam vaizdavimui buvo sukurti sporų gausumo žemėlapiai. Žemėlapiuose pateikiami mėnesiniai duomenys. Mėnesiais, kuriais mėginiai buvo imti du kartus, buvo išvesti to mėnesio duomenų vidurkiai. Pateikiamas abiejų genčių suminis sporų kiekis. Žemėlapyje esančiuose apskritimuose žymimi žaliųjų erdvių numeriai, kurie yra pateikti metodikos skyriuje: 1. „Beržynėlis“; 2. Dainų parkas; 3. Šiaulių centrinis miesto parkas; 4. Talkšos ežero pakrantė; 5. Salduvės piliakalnis; 6. Rėkyvos parkas. Oro užterštumo grybų sporomis kiekiai buvo suskirstyti į potencialius sąlyginius užterštumo lygius: žemas (žalia spalva – > 500 sporų/m³ oro), vidutinis (500–1 000 sporų/m³ oro), aukštas (1 000–2 000 sporų/m³ oro), labai aukštas ($> 2 000$ sporų/m³ oro).

Balandžio ir gegužės mėnesių žaliųjų erdvių užterštumo grybų sporomis žemėlapių nebuvo sudaryta, kadangi abiem mėnesiais vidutinės mėnesio reikšmės nesiekė 500 sporų/m³ oro, todėl abiem mėnesiais sporų užterštumo lygis buvo žemas visose tirtose žaliosiose erdvėse ir užterštumo lygio skirtumo tarp tiriamųjų vietovių nebuvo.



17 pav. 2020 m. birželio mėnesio vidutinis žaliųjų erdvių užterštumas grybų sporomis

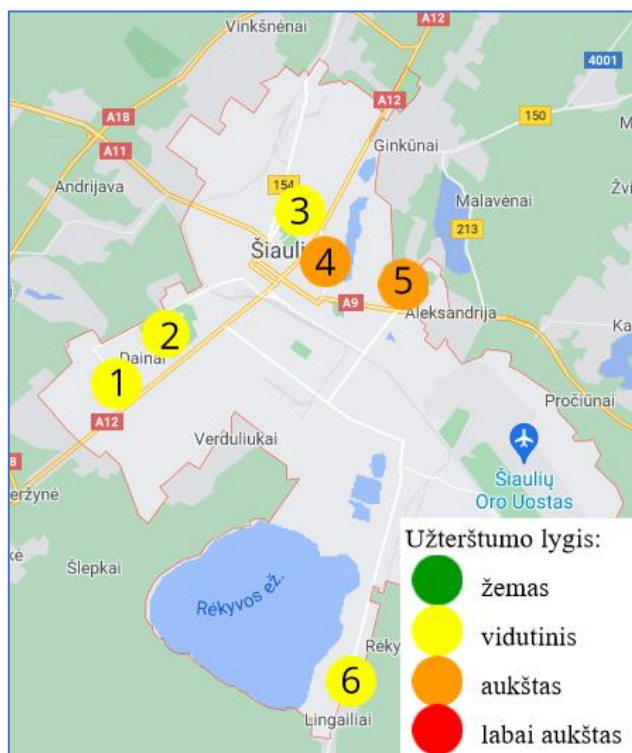
2020 m. birželio mėnesį žaliųjų erdvių užterštumo grybų sporomis lygiai įvairavo nuo žemo iki labai aukšto tarp tiriamųjų vietovių (žr. 17 pav.). Birželio mėnesį tikėtinas labai aukštas lygis Salduvės piliakalnio žaliojoje erdvėje – 2020 m. šį mėnesį užfiksuota vidutiniškai 2 744 sporos/m³ oro ± 538,38. Aukštas užterštumo lygis birželio mėnesį galimas Talkšos ežero pakrantėje, kadangi vidutinis sporų kiekis 2020 m. buvo 1 404,04 sporos/m³ oro ± 706,29. Vakariniėje Šiaulių miesto dalyje, „Beržynėlyje“ ir Dainų parke, birželį užterštumas alergeninėmis grybų sporomis tikėtinas vidutinio lygio. Žemas užterštumo lygis nustatytas Šiaulių centriniam miesto parke (424,04 sporos/m³ oro ± 199,89) ir Rėkyvos parke (495,65 sporos/m³ oro ± 66,63).

18 pav. pateikti 2020 m. liepos mėnesį nustatyti užterštumo grybų sporomis lygiai. Labai aukšto ir žemo užterštumo lygių nustatyta nebuvo. Liepos mėnesį 5 žaliosiose erdvėse nustatytas vidutinis užterštumo grybų sporomis lygis ir tik 1-oje – aukštas. „Beržynėlyje“, Šiaulių centriniam miesto parke, Talkšos ežero pakrantėje, Salduvės piliakalnyje ir Rėkyvos parke tikėtinas vidutinis užterštumo grybų sporomis lygis (500–1 000 sporų/m³ oro). Aukštas liepos mėnesio užterštumo lygis tikėtinas Dainų parke – 2020 m. 10 min. ėmimo laiko mėginių vidutinis sporų kiekis šioje žaliojoje erdvėje buvo 1 093,08 sporų/m³ oro ± 490,41.



18 pav. 2020 m. liepos mėnesio vidutinis žaliųjų erdvių užterštumas grybų sporomis

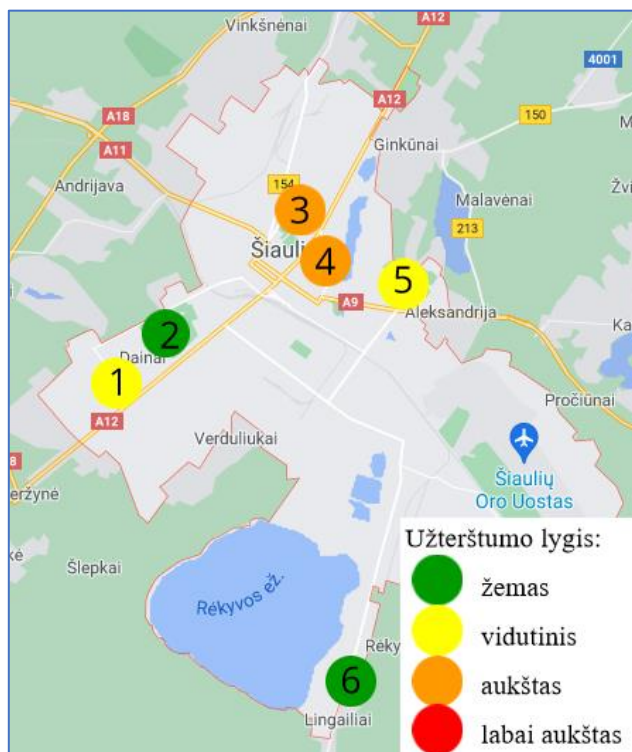
Rugpjūčio mėnesį užterštumo lygis tiriamosiose vietovėse labai panašus kaip ir liepos mėnesį. „Beržynėlyje“, Dainų parke, Šiaulių centriniame miesto parke ir Rėkyvos parke užterštumo lygis rugpjūčio mėnesį tikėtinas vidutinis (žr. 19 pav.). Aukštas užterštumo alergeninėmis grybų sporomis lygis rugpjūčio mėnesį galimas Talkšos ežero pakrantėje ir Salduvės piliakalnio žaliosiose erdvėse (1 000–2 000 sporų/m³ oro). Labai aukšto ir žemo lygių 2020 m. rugpjūčio mėnesį žaliosiose erdvėse nebuvo nustatyta.



19 pav. 2020 m. rugpjūčio mėnesio vidutinis žaliųjų erdvių užterštumas grybų sporomis

20 pav. pateiktas 2020 m. rugsėjo mėnesio žaliųjų erdvių užterštumas grybų sporomis. 10 min. Coriolis mėginiai imti tik vieną kartą per šį mėnesį, todėl reikšmės, priešingai nei kitais mėnesiais, nėra vidutinės, tai vieno ėmimo reikšmės. Aukštas užterštumo *Alternaria* ir *Cladosporium* genčių sporomis lygis rugsėjo mėnesį tikėtinas Šiaulių centriniame miesto parke (2020 m. nustatyta 1 439,85 sporų/m³ oro) ir Talkšos ežero pakrantės žaliojoje erdvėje (2020 m. nustatyta 1 093,08 sporų/m³ oro). Vidutinis užterštumas grybų sporomis rugsėjo mėnesį tikėtinas „Beržynėlyje“ ir Salduvės piliakalnio žaliojoje erdvėje. Visai mažai grybų sporų 2020 m. rugsėjo mėnesį Coriolis mėginiuose nustatyta Dainų (410,85 sporų/m³ oro) ir Rėkyvos parke (290,23

sporų/m³ oro), dėl to tikėtinas rugsėjo mėnesio užterštumas grybų sporomis šiose žaliosiose erdvėse yra žemas.



20 pav. 2020 m. rugsėjo mėnesio žaliųjų erdvių užterštumas grybų sporomis

Šiaulių miesto žaliųjų erdvių lankymo rekomendacijos:

1. Balandžio ir gegužės mėnesiais visose tirtose Šiaulių miesto žaliosiose erdvėse užterštumo *Cladosporium* ir *Alternaria* genties sporomis lygis buvo žemas, todėl tikėtina, kad nėra skirtumo, kurioje žaliojoje erdvėje grybų sporoms alergiškiems žmonėms leisti laisvalaikį.

2. Birželio mėnesį sąlyginai labai aukštas užterštumas grybų sporomis tikėtinas Salduvės piliakalnio žaliojoje erdvėje. Todėl alerginiu rinitu, alergine astma, alerginiu sinusitu ar kitomis panašaus tipo alerginėmis ligomis sergantiems žmonėms birželio mėnesį geriau vengti lankytis Salduvės piliakalnyje. Šį mėnesį saugiausia lankytis Rėkyvos parke ir Šiaulių centriniame miesto parke, kur 2020 m. buvo nustatytas žemas užterštumo grybų sporomis lygis.

3. Liepos mėnesį Dainų parke tikėtinas aukštas užterštumas grybų sporomis lygis (1 000–2 000 sporų/m³ oro). Kitose žaliosiose erdvėse lygis vidutinis. Todėl tikėtina, kad nėra skirtumo, kurioje žaliojoje erdvėje, išskyrus Dainų parką, alergiškiems žmonėms geriau leisti laiką.

4. Rugspjūčio mėnesį geriau vengti Talkšos ežero pakrantės ir Salduvės piliakalnio žaliųjų erdvių ir verčiau rinktis „Beržynėlių“, Dainų parką, Šiaulių centrinį miesto parką arba Rėkyvos ežerą.

5. Rugsėji grybų sporoms alergiškiems žmonėms rekomenduotina lankytis Dainų ir Rėkyvos parke, kur tikėtinas užterštumas grybų sporomis yra sąlyginai žemas. Rekomenduojama vengti Šiaulių centrinio miesto parko ir Talkšos ežero pakrantės dėl tikėtino aukšto užterštumo *Cladosporium* ir *Alternaria* genčių sporomis.

Nepaisant to, kad grybų sporų ore yra visur ir visada, miesto žaliosios zonos ar parkai yra labai tinkama aplinka mikroskopinių grybų augimui, todėl grybų sporų čia yra ypač daug (Kasprzyk et al., 2021). Dėl šios priežasties diferencijuoti miesto žaliasias zonas pagal sporų gausumą yra labai reikalinga, o reikšmingoms rekomendacijoms teikti reikia ilgalaikių ir daugiau miesto žaliųjų zonų taškų apimančių tyrimų.

IŠVADOS

1. Coriolis ciklonine oro gaudykle surinktuose mėginiuose daugiausiai *Cladosporium* genties sporų buvo surinkta Salduvės piliakalnio tiriamajame taške – 10 553,85 sporų/m³ oro per tiriamąjį laikotarpį. Mažiausiai *Cladosporium* genties sporų rasta Rėkyvos parke, prie Rėkyvos ežero – 4 560,77 sporų/m³ oro. *Alternaria* genties sporų daugiausia nustatyta Šiaulių centriname miesto parke – 207,31 sporos/m³ oro per visą tiriamąjį laikotarpį. Mažiausiai šios genties sporų rasta Rėkyvos parke – 94,23 sporų/m³ oro.

2. Pagal bendrą viso tiriamojo laikotarpio *Alternaria* ir *Cladosporium* genties sporų kieki, mažiausiai abiem atvejais nustatyta Rėkyvos parke. Todėl galima daryti prielaidą, kad grybų sporoms alergiškiems žmonėms saugiausia laisvalaikį leisti Rėkyvos parke.

3. Tikėtina, kad balandžio ir gegužės mėnesiais grybų sporoms alergiškiems žmonėms saugu leisti laisvalaikį bet kurioje žaliojoje erdvėje. Birželį rekomenduojama vengti Salduvės piliakalnio. Tikėtina, kad šį mėnesį saugiausia lankytis Rėkyvos parke ir Šiaulių centriname miesto parke. Liepos mėnesį rekomenduojama vengti Dainų parko. Rugpjūčio mėnesį vengti Talkšos ežero pakrantės ir Salduvės piliakalnio žaliųjų erdvių ir verčiau rinktis „Beržynėlių“, Dainų parką, Šiaulių centrinį miesto parką arba Rėkyvos ežerą. Rugsėį grybų sporoms alergiškiems žmonėms rekomenduotina lankytis Dainų ir Rėkyvos parke, vengti Šiaulių centrinio miesto parko ir Talkšos ežero pakrantės.

4. Hirst ir Coriolis gaudykle užfiksuoti grybų sporų duomenys koreliuoja vidutiniškai, nustatytas koreliacijos koeficientas – 0,59 ($p > 0,05$). Reikšmingo skirtumo tarp šių dviejų metodų nebuvo nustatyta ($p > 0,05$).

5. Tyrimo laikotarpiu žaliosiose erdvėse didžiausia *Alternaria* spp. sporų koncentracija siekė tik 52,77 sporų/m³ oro, sporų koncentracija nepasiekė ribinės koncentracijos, kuri paveikia alergiškus žmones.

Loreta Motuzienė

Šiaulių miesto žaliųjų zonų apkrovos oru plintančių grybų sporomis vertinimas

SANTRAUKA

Jau yra atlikta nemažai tyrimų, patvirtinančių ore esančių grybų sporų poveikį žmonių sveikatai, grybų sporų plitimo rizikas kultūriniam augalams, jų auginimui bei sandėliavimui. Šiuo metu nerimą kelia alerginių sutrikimų, tokių kaip alerginis rinitas, bronchinė astma ir atopinis dermatitas, padaugėjimas iki 30 % tarp žmonių visame pasaulyje. Pranešama, kad šis procentas dramatiškai padidėjo ir tikimasi, kad per ateinančius dešimtmečius jis dar labiau padidės. Dėl didėjančios urbanizacijos, gyventojų masinio persikėlimo į miestus, norint leisti laisvalaikį žaliosiose erdvėse, alergiškiems žmonėms naudinga turėti informaciją apie žaliųjų erdvių alergeninį potencialą.

Tyrimo tikslas – įvertinti Šiaulių žaliųjų zonų alergeninį potencialą grybų sporomis. Šiam tikslui įgyvendinti iškelti uždaviniai: išanalizuoti Coriolis tipo gaudykle užfiksuotų sporų gausumą, dinamiką ir pasiskirstymą skirtingose žaliosiose erdvėse; palyginti skirtingais sporų fiksavimo metodais gautus duomenis, jų reikšmingumą; įvertinti Šiaulių miesto žaliąsias erdves pagal užterštumą grybų sporomis ir pateikti jų lankymo rekomendacijas. Tyrimas buvo atliekamas 2020–2021 metais.

Tyrimo objektas buvo oru plintančios *Alternaria* ir *Cladosporium* genties grybų sporos. Tyrimas su Coriolis sporų gaudykle buvo atliktas vadovaujantis Carvalho E., et al., (2008) straipsnyje pateikta metodika, o Hirst tipo gaudyklės duomenys buvo gauti iš Šiaulių universiteto mokslininkų. Statistinei duomenų analizei buvo naudojama MS Excel ir R programa.

Coriolis gaudykle surinktuose mėginiuose daugiausiai *Cladosporium* genties sporų buvo surinkta Salduvės piliakalnio tiriamajame taške – 10 553,85 sporų/m³ oro per tiriamąjį laikotarpį. Mažiausiai – Rėkyvos parke – 4 560,77 sporų/m³ oro. *Alternaria* genties sporų daugiausia nustatyta Šiaulių centriniame miesto parke – 207,31 sporos/m³ oro per visą tiriamąjį laikotarpį. Mažiausiai šios genties sporų rasta Rėkyvos parke – 94,23 sporų/m³ oro. Pagal bendrą viso tiriamojo laikotarpio *Alternaria* ir *Cladosporium* genties sporų kiekį, mažiausiai abiem atvejais nustatyta Rėkyvos parke. Todėl galima daryti prielaidą, kad grybų sporoms alergiškiems žmonėms saugiausia laisvalaikį leisti Rėkyvos parke. Analizuojant Hirst ir Coriolis gaudyklių duomenis, reikšmingo skirtumo tarp šių dviejų metodų nebuvo nustatyta ($p > 0,05$).

Loreta Motuzienė

The Evaluation of Airborne Fungal Spores Distribution in the Green Areas of Šiauliai City

SUMMARY

A number of studies have already been carried out confirming the effects of airborne fungal spores on human health, the risks of the spread of fungal spores on cultivated plants, their cultivation and storage. At present, the increase in allergic disorders such as allergic rhinitis, bronchial asthma and atopic dermatitis to 30 % among people worldwide is worrying. This percentage is reported to have increased dramatically and is expected to increase further in the coming decades. Due to increasing urbanization, the mass migration of the population to cities, in order to spend their free time in green spaces, it is useful for people with allergies to have information about the allergenic potential of green spaces.

The aim of the study was to evaluate the allergenic potential of Šiauliai green areas with fungal spores. To achieve this goal the following tasks were set: to analyze the abundance, dynamics and distribution of spores captured in the Coriolis type trap in different green spaces; to compare the data obtained by different spore fixation methods, their significance; to evaluate the green spaces of Šiauliai city according to the contamination with fungal spores and to provide recommendations for their visit. The study was conducted in 2020–2021. The object of the study was airborne spores of fungi of the genera *Alternaria* and *Cladosporium*. The study with Coriolis spore trap was performed according to the methodology presented in the article by Carvalho E., et al., (2008), and the data of Hirst type trap were obtained from the researchers of Šiauliai University. MS Excel and R program were used for statistical data analysis.

In the samples collected in the Coriolis trap, the most spores of the genus *Cladosporium* were collected at the Salduvė mound research point - 10,553.85 spores/m³ of air during the study period. The lowest - in Rėkyva Park - 4,560.77 spores/m³ of air. *Alternaria* spores were mostly detected in Šiauliai central city park - 207.31 spores m³ of air during the whole study period. The lowest number of spores of this genus was found in Rėkyva Park - 94.23 spores/m³ of air. According to the total number of *Alternaria* and *Cladosporium* spores during the whole study period, at least in both cases it was found in Rėkyva Park. Therefore, it can be assumed that it is safest to spend free time in Rėkyva Park for people allergic to fungal spores. Analysis of Hirst and Coriolis trap data revealed no significant difference between the two methods ($p > 0.05$).

LITERATŪRA

1. Aleknavičius, B. (2011). *Miško medžių ligos Lietuvos miškuose ir hidrometeorologinių sąlygų įtaka epifitotijoms* (Magistro darbas). [žiūrėta: 2021 balandžio 27 d.]. https://www.vdu.lt/cris/bitstream/20.500.12259/113399/1/bronislovas_aleknavicius_md.pdf
2. Alistratovaitė-Kurtinaitienė, I. (2010). Parko Problematika Struktūrinėje Miesto Plėtroje (Sėdulių Miesto Pavyzdžiu). *Town Planning and Architecture*, 34(4), 216-234. [žiūrėta: 2021 m. balandžio 27 d.]. <https://www.tandfonline.com/doi/abs/10.3846/tpa.2010.21>
3. Almeida, E., Caeiro, E., Todo-Bom, A., Ferro, R., Dionísio, A., Duarte, A., & Gazarini, L. (2018). The influence of meteorological parameters on *Alternaria* and *Cladosporium* fungal spore concentrations in Beja (Southern Portugal): preliminary results. *Aerobiologia*, 34(2), 219-226. [viewed May 23, 2021]. <https://link.springer.com/article/10.1007/s10453-018-9508-8>
4. Anton S. F., et al. 2019. Analysis of the airborne fungal spores present in the atmosphere of Salamanca (MW Spain): a preliminary survey. *Aerobiologia*, 35:447–462. [viewed November 12, 2019]. <https://link.springer.com/article/10.1007/s10453-019-09569-z>
5. Bergamini, B. M., Grillenzoni, S., Andreoni, A. D., Natali, P., Ranzi, A., & Bertolani, M. F. (2004). *Alternaria* spores at different heights from the ground. *Allergy*, 59(7), 746-752. [viewed May 22, 2021]. https://onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1111/j.1398-9995.2004.00423.x?casa_token=eMbkQTD7C6cAAAAA:CSIUVQwpmFYZINIGmqwx9EOtWu2XDNewdGFbt-YqmNcAUtNyDCGUx5BmIuvoBZPCJesfhMQI0q3dDo
6. Bernat, A., Marozas, V., & Žalkauskas, R. (2018). Miesto žaliųjų erdvių lankymo įtaka gyventojų savijautai. *Žemės ūkio mokslai.*, 2018, t. 25, nr. 2. [žiūrėta: 2021 m. balandžio 27 d.]. https://www.researchgate.net/profile/Vitas-Marozas/publication/326954611_Investigation_of_the_impact_of_visiting_urban_green_spaces_on_wellbeing_of_residents/links/5b976017a6fdccfd5447df33/Investigation-of-the-impact-of-visiting-urban-green-spaces-on-wellbeing-of-residents.pdf
7. Cariñanos, P., Casares-Porcel, M., & Quesada-Rubio, J. M. (2014). Estimating the allergenic potential of urban green spaces: A case-study in Granada, Spain. *Landscape and urban planning*, 123, 134-144. [viewed April 24, 2021]. https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0169204613002405?casa_token=-

[JgQhuCpCSYAAAAA:DIS3eibndttKXG23hqS0NBBFP-5PtrCfYGYvCtvsOiONk2FgffT5vK9UUPtsoB21Bf6eNyXs3S8](https://books.google.it/books?hl=it&lr=&id=I5zfkLu2qoQC&oi=fnd&pg=PP1&dq=Carlile+et+al.+2001&ots=1q3U8pbtJj&sig=tImNFvwC77TDLAYbOfUrp9fApsE&redir_esc=y#v=onepage&q=Carlile%20et%20al.%202001&f=false)

8. Carlile, M. J., Watkinson, S. C., & Gooday, G. W. (2001). *The fungi*. Gulf Professional Publishing. [viewed April 27, 2021]. https://books.google.it/books?hl=it&lr=&id=I5zfkLu2qoQC&oi=fnd&pg=PP1&dq=Carlile+et+al.+2001&ots=1q3U8pbtJj&sig=tImNFvwC77TDLAYbOfUrp9fApsE&redir_esc=y#v=onepage&q=Carlile%20et%20al.%202001&f=false
9. 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 January 23, 2020]. <https://link.springer.com/article/10.1007/s10453-008-9098-y>
10. Cecchi, L., D'Amato, G., Annesi-Maesano, I. (2018). External exposome and allergic respiratory and skin diseases. *Journal of Allergy and Clinical Immunology*. 141(3), 846-857. [viewed April 20, 2021]. <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0091674918301404>
11. Chen, B. Y., Chao, H. J., Wu, C. F., Kim, H., Honda, Y., & Guo, Y. L. (2014). High ambient Cladosporium spores were associated with reduced lung function in schoolchildren in a longitudinal study. *Science of the Total Environment*, 481, 370-376. [viewed April 27, 2021]. https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0048969714000965?casa_token=NXEd4OmHcaIAAAAA:L778LR0mtQa-p8_0Di8Sz0FaVhS-mCOpPFM4AseerozBC02m9R9KXvI9i36fiBotkHapEOpkonE
12. Cramer R. et al., 2006. Fungal allergies: a yet unsolved problem. *Chem Immunol Allergy* 91: 121–133. [viewed November 12, 2019]. https://www.researchgate.net/publication/7415099_Fungal_Allergies_A_Yet_Unsolved_Problem
13. Cramer, R., Garbani, M., Rhyner, C., & Huitema, C. (2014). Fungi: the neglected allergenic sources. *Allergy*, 69(2), 176-185. [viewed April 24, 2021]. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC3406301/>
14. Damialis, A., Mohammad, A. B., Halley, J. M., & Gange, A. C. (2015). Fungi in a changing world: growth rates will be elevated, but spore production may decrease in future climates. *International Journal of Biometeorology*, 59(9), 1157-1167. [viewed April 24, 2021]. <https://link.springer.com/article/10.1007/s00484-014-0927-0>

15. De Linares, C., Belmonte, J., Canela, M., de la Guardia, C. D., Alba-Sanchez, F., Sabariego, S., & Alonso-Pérez, S. (2010). Dispersal patterns of *Alternaria conidia* in Spain. *Agricultural and Forest Meteorology*, 150(12), 1491-1500. [viewed April 27, 2021]. https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0168192310001930?casa_token=spmwwqLpPiBYAAAAA:zcmKE-Q2Iw1S8WpJ8fkNN3gccq--UpU7Rf7txf5fOf3fZ_8nslILTUcZH6xxzoCP9eitGYBWX00
16. Dharmage, S. C., J. L. Perret, A. Custovic. Epidemiology of asthma in children and adults. *Frontiers in pediatrics*. 7 (2019): 246. [viewed April 20, 2021]. <https://www.frontiersin.org/articles/10.3389/fped.2019.00246/full>
17. Escuredo, O., Seijo, M. C., Fernández-González, M., & Iglesias, I. (2011). Effects of meteorological factors on the levels of *Alternaria* spores on a potato crop. *International Journal of Biometeorology*, 55(2), 243-252. [viewed April 27, 2021]. <https://link.springer.com/article/10.1007/s00484-010-0330-4>
18. European Environment Agency, 2017. Can nature help reduce the impacts of climate change? [viewed November 13, 2019] <https://www.eea.europa.eu/highlights/can-nature-help-reduce-the>
19. Europos aplinkos agentūra, 2018. Žalioji infrastruktūra. Geresnės gyvenimo sąlygos pasinaudojant gamtoje esančiomis priemonėmis. [žiūrėta: 2019 m. lapkričio 13 d.]. <https://www.eea.europa.eu/lt/articles/zalioji-infrastruktura-geresnes-gyvenimo-salygos>
20. Fukutomi Y., Taniguchi M., 2015. Sensitization to fungal allergens: Resolved and unresolved issues. *Allergology International*, 64:321-331. [viewed November 12, 2019]. <https://reader.elsevier.com/reader/sd/pii/S1323893015001161?token=7F3C34C9A330C3D52A0E7CCB562B09A3A46ADF10EC8D632A01E9CFB1D79BE7846BE9073EC4E871F3F87BD0416B2B326D>
21. Google žemėlapių duomenys, 2020. Palydovinis žemėlapis. [žiūrėta: 2020 sausio 23 d.]. <https://www.google.com/maps/place/%C5%A0iauliai/@55.9066457,23.2385659,17189m/data=!3m1!1e3!4m5!3m4!1s0x46e5e25c49ce7c89:0x400d18c70e9db00!8m2!3d55.9349085!4d23.3136823>
22. Grinn-Gofroń, A., & Strzelczak, A. (2013). Changes in concentration of *Alternaria* and *Cladosporium* spores during summer storms. *International Journal of Biometeorology*, 57(5), 759-768. [viewed April 27, 2021]. <https://link.springer.com/article/10.1007/s00484-012-0604-0>

23. Grinn-Gofroń, A., Bosiacka, B., Bednarz, A., & Wolski, T. (2018). A comparative study of hourly and daily relationships between selected meteorological parameters and airborne fungal spore composition. *Aerobiologia*, 34(1), 45-54. [viewed April 27, 2021]. <https://link.springer.com/article/10.1007/s10453-017-9493-3>
24. Haq Sh. Md. A., 2011. Urban Green Spaces and an Integrative Approach to Sustainable Environment. *Journal of Environmental Protection*, 2:601-608. [viewed November 13, 2019]. https://www.researchgate.net/profile/Shah_Md_Atiquel_Haq/publication/276488760_Urban_Green_Spaces_and_an_Integrative_Approach_to_Sustainable_Environment/links/5a6fdd1da6fdcc33daa7db7b/Urban-Green-Spaces-and-an-Integrative-Approach-to-Sustainable-Environment.pdf
25. Yamamoto N. et al., 2012. Particle-size distributions and seasonal diversity of allergenic and pathogenic fungi in outdoor air. *The ISME Journal*, 6:1801–1811. [viewed November 12, 2019]. https://www.researchgate.net/publication/223958219_Particle-size_distribution_and_seasonal_diversity_of_allergenic_and_pathogenic_fungi_in_outdoor_air
26. Kasprzyk I., Rodinkova V., Šaulienė I., Ritenberga O., Grinn-Gofroń A., Nowak M., Sulborska A., Kaczmarek J., Weryszko-Chmielewska E., Bilous E., Jedryczka M., 2015. Air pollution by allergenic spores of the genus *Alternaria* in the air of central and eastern Europe. *Environmental Science and Pollution Research*. 22(12): 9260-9274. [viewed November 12, 2019]. <http://link.springer.com/article/10.1007/s11356-014-4070-6>
27. Kasprzyk, I., Grinn-Gofroń, A., Ćwik, A., Kluska, K., Carinanos, P., & Wojcik, T. (2021). Allergenic fungal spores in the air of urban parks. *Aerobiologia*, 37(1), 39-51. [viewed April 24, 2021]. <https://link.springer.com/article/10.1007/s10453-020-09671-7>
28. Khattab, A., & Levetin, E. (2008). Effect of sampling height on the concentration of airborne fungal spores. *Annals of Allergy, Asthma & Immunology*, 101(5), 529-534. [viewed May 22, 2021]. <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S1081120610602931>
29. Kondo, M. C., Fluehr, J. M., McKeon, T., & Branas, C. C. (2018). Urban green space and its impact on human health. *International journal of environmental research and public health*, 15(3), 445. [viewed April 27, 2021]. <https://www.mdpi.com/1660-4601/15/3/445>
30. Kuchcik, M., Dudek, W., Błażejczyk, K., Milewski, P., & Błażejczyk, A. (2016). Two faces to the greenery on housing estates—mitigating climate but aggravating allergy. A Warsaw case study. *Urban forestry & urban greening*, 16, 170-181. [viewed April 24, 2021]. https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1618866716000340?casa_token=ICf0b_T6Kuk

[AAAAA:xbeZi6vTb5BZ8Y_TdyHG5x_b-xyBC_1k0v1QrC8dZXgjpGIUpNYO9O8fLW46iGR1PrmG4hzBvUk](#)

31. Lietuvos arboristikos centras, 2015. Žalioji infrastruktūra. [žiūrėta: 2019 m. lapkričio 13 d.] <http://www.arboristai.lt/articles/zalioji-infrastruktura/422-straipsniai28/1327-zalioji-infrastruktura-geresnes-gyvenimo-salygos-pasinaudojant-gamtoje-esanciomis-priemonemis>

32. Mikaliūnaitė, R., Kazlauskas, M., & Veriankaitė, L. (2009). Prevalence peculiarities of airborne *Alternaria* genus spores in different areas of Lithuania. *Scientific Works of the Lithuanian Institute of Horticulture and Lithuanian University of Agriculture*, 28, 135-143. [viewed May 2, 2021]. http://www.lsdil.lt/straipsniai/28-3/18_Mikaliunaite.pdf

33. Mitakakis, T., Ong, E. K., Stevens, A., Guest, D., & Knox, R. B. (1997). Incidence of *Cladosporium*, *Alternaria* and total fungal spores in the atmosphere of Melbourne (Australia) over three years. *Aerobiologia*, 13(2), 83. [viewed April 27, 2021]. <https://link.springer.com/content/pdf/10.1007/BF02694423.pdf>

34. Montagna T. M., et al., 2017. Evaluation of *Legionella* Air Contamination in Healthcare Facilities by Different Sampling Methods: An Italian Multicenter Study. *Environment Research and Public Health*. 14(7): 670. [viewed April 15, 2020]. <https://www.mdpi.com/1660-4601/14/7/670/htm>

35. Oficialios statistikos portalas, 2019. Lietuvos gyventojai (2019 metų leidimas). Miesto ir kaimo gyventojai. [žiūrėta: 2019 m. lapkričio 9 d.] <https://osp.stat.gov.lt/lietuvos-gyventojai/lietuvos-gyventojai-2019/salies-gyventojai/miesto-ir-kaimo-gyventojai>

36. Ortega Rosas, C. I., Calderón-Ezquerro, M. D. C., & Gutiérrez-Ruacho, O. G. (2020). Fungal spores and pollen are correlated with meteorological variables: effects in human health at Hermosillo, Sonora, Mexico. *International journal of environmental health research*, 30(6), 677-695. [viewed April 27, 2021]. https://www.tandfonline.com/doi/full/10.1080/09603123.2019.1625031?casa_token=S4w5vjzrk8A_AAAA%3AE8ZBFuLflhMKVs0tkh7w8zs1zY0u4MGrornEQkNyvrzrmpnwE1-Sa30XcAFMxsXb6KZTw_gZuiuAgg

37. Pacione, M. (2003). Urban environmental quality and human wellbeing—a social geographical perspective. *Landscape and urban planning*, 65(1-2), 19-30. [viewed April 24, 2021]. https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0169204602002347?casa_token=Ep0ivqBvBgU

[AAAAA:UOvbwxFdI5qNhnXPsHZhdja8zf1CmK-7B9-Gp3Hz7zpbO2ZS1P1EYL8WoupCBq7hbZt9dt WpR8](#)

38. Recio, M., del Mar Trigo, M., Docampo, S., Melgar, M., García-Sánchez, J., Bootello, L., & Cabezudo, B. (2012). Analysis of the predicting variables for daily and weekly fluctuations of two airborne fungal spores: *Alternaria* and *Cladosporium*. *International journal of biometeorology*, 56(6), 983-991. [viewed May 23, 2021]. <https://link.springer.com/article/10.1007/s00484-011-0509-3>

39. Rodríguez-Rajo, F. J., Iglesias, I., & Jato, V. (2005). Variation assessment of airborne *Alternaria* and *Cladosporium* spores at different bioclimatical conditions. *Mycological research*, 109(4), 497-507. [viewed April 27, 2021]. <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0953756208614434>

40. ŞAKIYAN, N., & İNCEOĞLU, Ö. (2003). Atmospheric concentrations of *Cladosporium Link* and *Alternaria Nées* spores in Ankara and the effects of meteorological factors. *Turkish Journal of Botany*, 27(2), 77-81. [viewed April 27, 2021]. <https://journals.tubitak.gov.tr/botany/issues/bot-03-27-2/bot-27-2-2-0109-5.pdf>

41. Simon-Nobbe, B., Denk, U., Pöll, V., Rid, R., & Breitenbach, M. (2008). The spectrum of fungal allergy. *International archives of allergy and immunology*, 145(1), 58-86. [viewed April 24, 2021]. <https://www.karger.com/Article/Abstract/107578>

42. Singh, A. B., & Mathur, C. (2012). An aerobiological perspective in allergy and asthma. *Asia Pacific Allergy*, 2(3), 210. [viewed April 24, 2021]. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC3406301/>

43. Skjøth, C. A., Damialis, A., Belmonte, J., De Linares, C., Fernández-Rodríguez, S., Grinn-Gofroń, A., ... & Werner, M. (2016). *Alternaria* spores in the air across Europe: abundance, seasonality and relationships with climate, meteorology and local environment. *Aerobiologia*, 32(1), 3-22. [viewed April 24, 2021]. <https://link.springer.com/content/pdf/10.1007/s10453-016-9426-6.pdf>

44. Stennett, P. J., & Beggs, P. J. (2004). *Alternaria* spores in the atmosphere of Sydney, Australia, and relationships with meteorological factors. *International Journal of Biometeorology*, 49(2), 98-105. [viewed April 27, 2021]. <https://link.springer.com/article/10.1007/s00484-004-0217-3>

45. Structum, 2021. Žaliosios erdvės: atsipalaidavimo oazės šurmuliuojančiuose miestuose. [žiūrėta: 2021 balandžio 27 d.]. <https://structum.lt/straipsnis/zaliosios-erdves-atsipalaidavimo-oazes-surmuliuojanciuose-miestuose/>
46. Tordoni, E., Ametrano, C. G., Banchi, E., Ongaro, S., Pallavicini, A., Bacaro, G., & Muggia, L. (2021). Integrated eDNA metabarcoding and morphological analyses assess spatio-temporal patterns of airborne fungal spores. *Ecological Indicators*, 121, 107032. [viewed April 27, 2021]. <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1470160X20309717>
47. Užkrečiamųjų ligų ir AIDS centras, 2019. Užkrečiamos ligos. Aspergiliozė. [žiūrėta: 2019 m. lapkričio 12 d.]. <http://www.ulac.lt/ligos/A/aspergilioze>
48. Vaitekūnas S., 2004. Gyventojų tankumas ir koncentracija. Tiltai, (4): 21-39. [žiūrėta: 2019 m. lapkričio 9 d.]. <https://etalpykla.lituanistikadb.lt/object/LT-LDB-0001:J.04~2004~1367181928858/J.04~2004~1367181928858.pdf>
49. West J. S, Kimber R. B. E., 2015. Innovations in air sampling to detect plant pathogens. *Annals of Applied Biology*. **166**: 4-17 [viewed April 15, 2020]. <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/epdf/10.1111/aab.12191>
50. World health organization, 2007. Global surveillance, prevention and control of chronic respiratory diseases. [viewed April 20, 2021]. <https://www.who.int/gard/publications/GARD%20Book%202007.pdf>



Šiaulių
akademija

VILNIAUS UNIVERSITETO
ŠIAULIŲ AKADEMIJA

PAŽYMĖJIMAS

Nr. MVG-VUŠA-2021-474

LORETA MOTUZIENĖ

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

ir skaitė pranešimą tema:

**„Šiaulių miesto žaliųjų zonų apkrovos oru plintančių grybų sporomis
vertinimas“**

Direktorė



Renata Bilbokaitė

Šiauliai, Lietuva
2021 m. gegužės 13 d.