

LIETUVOS AGRARINIŲ IR MIŠKŲ MOKSLŲ CENTRO FILIALAS
MIŠKŲ INSTITUTAS

Ekologijos skyrius

II LYGIO MIŠKŲ MONITORINGAS

2019 metų ataskaita

Užsakovas: Valstybinė miškų tarnyba

Instituto direktorius

Marius Aleinikovas

Skyriaus vedėjas

Vidas Stakėnas

Darbo vadovas

Vidas Stakėnas

Girionys, 2019

VYKDYTOJŲ SĄRAŠAS

| | |
|-------------------------|---|
| dr. Valda Araminienė | lauko darbai, fenologiniai stebėjimai, duomenų analizė ir verifikacija |
| dr. Kęstutis Armolaitis | dirvožemio profilių aprašymas, konsultacijos |
| dr. Dalia Jasinevičienė | kritulių ir oro taršos analizė |
| dr. Vidas Stakėnas | lauko darbai, duomenų apdorojimas, ataskaitos parengimas, vadovavimas darbams |
| inž. Laima Stakėnienė | lauko darbai, nuokritų ėminių analizė, duomenų apdorojimas |
| dr. Povilas Žemaitis | lauko darbai, bandinių surinkimas, duomenų apdorojimas |

Referatas

Ataskaitos apimtis 111 psl., tame sk. 54 pav., 59 lent.

Turinį žymintys žodžiai: miškų monitoringas, miško dirvožemis, miškų būklė, defoliacija, medžių pažeidimai, teršalų koncentracijos, teršalų iškritos, dirvožemio tirpalas, priežemio ozonas, nuokritos, fenologija, meteorologiniai stebėjimai.

Ataskaitoje pateikiama II lygio miškų monitoringo darbų, atliktų tarptautinės miškų monitoringo programos *ICP-Forests* sudėtyje, apžvalga. Nurodytos 2019 metų intensyvaus miškų monitoringo darbų apimtys. Pateiktas Intensyvaus miškų monitoringo barelių aprašymas ir trumpa darbų metodika. Apžvelgti atskirų darbų medžių būklės (lajų defoliacijos), biotinių ir abiotinių pažeidimų vertinimo intensyvaus miško ekosistemų monitoringe, teršalų koncentracijų krituliuose bei iškritų miške ir atviroje vietoje, dirvožemio vandens analizės, oro taršos SO₂, NO₂, ir NH₄, miško nuokritų, meteorologinių stebėjimų, vizualiai matomų priežemio ozono sukeltų lapijos pažeidimų vertinimo ir fenologinių stebėjimų) rezultatai. 2019 metais atliktas pakartotinis miško dirvožemio monitoringas II lygio bareliuose bei pateikti jo pirminiai rezultatai.

Analizuojamos atskirų miško ekosistemos rodiklių intensyvaus monitoringo bareliuose sekos 1995-2019 metais, vertinamos jų tendencijos ir priežastys.

TURINYS

| | |
|--|-----|
| ĮVADAS | 5 |
| 1. DARBO TIKSLAS, OBJEKTAI, METODAI IR APIMTYS | 7 |
| 1.1. Darbo tikslas ir uždaviniai | 7 |
| 1.2. II lygio miškų monitoringo objektų charakteristika..... | 8 |
| 1.3. Tyrimo metodai..... | 10 |
| 1.4. 2019 metų darbų apimtys..... | 16 |
| 2. MEDŽIŲ BŪKLĖ IR JOS KAITA INTENSYVAUS MONITORINGO BARELIUOSE..... | 19 |
| 3. PAŽEMIO OZONO SUKELTI LAPIJOS PAŽEIDIMAI | 37 |
| 4. TERŠALŲ KONCENTRACIJOS ATMOSFEROS KRITULIUOSE 2018 METAIS IR JŲ IŠKRITŲ KAITA..... | 45 |
| 5. DIRVOŽEMIO TIRPALO CHEMINĖ SUDĖTIS..... | 61 |
| 6. ORO TARŠOS TYRIMAI PASYVAUS KAUPIMO METODU..... | 64 |
| 7. NUOKRITŲ MASĖS KAITA INTENSYVAUS MONITORINGO BARELIUOSE..... | 67 |
| 8. FENOLOGINIAI STEBĖJIMAI | 78 |
| 9. MEDŽIŲ LAPIJOS CHEMINĖ SUDĖTIS..... | 81 |
| 10. MIŠKO DIRVOŽEMIO MONITORINGO REZULTATAI..... | 86 |
| 11. METEOROLOGINIAI STEBĖJIMAI | 99 |
| APIBENDRINIMAS IR IŠVADOS | 104 |
| LITERATŪROS SĄRAŠAS | 107 |

IVADAS

Miškų monitoringo programa ICP-Forests - tai didžiausios apimties ir ilgiausiai veikiantis biomonitoringo tinklas pasaulyje. Šiuo metu 42 šalys bendradarbiauja ICP Forests programoje ir virų 20 šalių nuolat teikia programos koordinatoriams stebėjimų duomenis. ICP Forests yra tarptautinis miškų stebėjimo ir tyrimų tinklas, įsteigtas 1985 m. Tarptautinė oro taršos poveikio miškams vertinimo ir stebėsenos bendradarbiavimo programa (ICP Forests), sukurta pagal Jungtinių Tautų Europos ekonominės komisijos (JT EEK) konvenciją dėl tolimų tarpvalstybinių oro teršalų pernašų (Oro konvencija, anksčiau LRTAP konvencija arba CLRTAP). Programos būtinybę lėmė prasidėjusi miško ekosistemų degradacija; buvo suvokta, kad būklės kaitos stebėseną turi būti regioninio masto ir nenutrūkstama, o ją lemiantys veiksniai dažnai neturi valstybinių sienų. Programos pagrindinis tikslas yra rinkti ir apibendrinti duomenis apie miško ekosistemų būklę visoje Europoje ir stebėti būklės pokyčius laiko skalėje. Informacija apie miško ekosistemų būklę ir tendencijas bei jų atsaką į aplinkos pokyčius Europoje ir už jos ribų yra renkama daugiau kaip 30 metų pagal ICP Forests programą ir metodiką.

Miškų ir miško ekosistemų būsenos stebėjimas programos apimtyje vykdomas 2 lygiais. Kiekybinė informacija, susijusi su oro taršos ir kitų stresinių veiksnių poveikiu miškams, yra renkama sistemingai plataus masto stebėjimų tinkle (I lygis) ir intensyvi stebėseną vykdoma nuolatiniuose tyrimo bareliuose (II lygis), kur instaliuota speciali įranga daugelio miško ekosistemos komponentų kokybės stebėjimui. Tarptautinis stebėsenos metodų ir duomenų rinkimo derinimas bei jų įvertinimo standartizavimas padaro ICP Forests unikaliu pasauliniu miškų monitoringo tinklu. ICP Forests surinkti duomenys saugomi centrinėje duomenų bazėje ir yra prieinami mokslinių tyrimų tikslais visame pasaulyje.

Per pastaruosius 30 metų šios programos tikslas yra rinkti ir kaupti duomenis apie miško ekosistemų būklę visoje Europoje ir stebėti jos pokyčius laike (Seidling & Michel 2015). ICP Forests ne tik vykdo tyrimus susijusius su CLRTAP, taip prisidedama prie oro taršos mažinimo priemonių tobulinimo Europoje, bet ir teikia kiekybinę informaciją politinių sprendimų priėmėjams ir kitoms nacionalinėms ir tarptautinėms miškų ir aplinkosaugos srities institucijoms apie stebimą ir sumodeliuotą oro taršos poveikį miškams. 2017 metais ICP-Forests koordinaciniam centrui duomenis pateikė 26 valstybės. Pagrindinės programos veiklos kryptys ir tikslai atsispindi Europos miškų ministrų konferencijų S1 (Strasbūro), 4H (Helsinkio) ir L2 (Lisabonos) rezoliucijose.

Europos Komisijos (EC, 1995) 1994 m. balandžio 29 d. rezoliucija įpareigojo ES valstybėse vykdyti II lygio miškų monitoringą, kuris įgavo intensyviojo miško ekosistemų monitoringo pavadinimą. Intensyvaus monitoringo schema sukurta siekiant geriau įvertinti užteršto oro ir kitų stresinių veiksnių įtaką labiausiai paplitusioms miškų ekosistemoms. Lietuva, kaip ir visos to meto ES bei daugelis kitų Europos valstybių, į šią programą įsijungė 1995 metais. Buvo nustatyti šie Intensyvaus monitoringo tikslai: 1) rinkti ir įvertinti informaciją apie aplinkos taršos ir kitų stresinių veiksnių įtaką labiausiai paplitusioms (būdingoms) miškų ekosistemoms; 2) geriau suprasti medžių būklės ir oro taršos bei kitų stresinių veiksnių, kurie galėtų įtakoti miško ekosistemų būklę, priežastinį ryšį. Lajos būklės rodikliai (lajų defoliacija, dechromacija) buvo pasirinkti esminiais indikatoriais vertinant biotinių, abiotinių ir antropogeninių veiksnių poveikį miško ekosistemoms (I ir II lygio bareliuose). Siekiant minėtų tikslų, ICP-Forests programoje dalyvaujančiose valstybėse įkurta intensyvaus monitoringo barelių (IMB) sistema, kur atliekami detalesni ir gilesni atskirų miškų ekosistemų komponentų bei jų būklės tyrimai. Per visą programos veikimo laikotarpį įkurti 1041 intensyvaus monitoringo bareliai. Visgi, barelių skaičius yra kintantis dėl stichinių gamtos reiškinių poveikio, nutraukto finansavimo ar vandalizmo atvejų. 2000 metais ICP Forests duomenų bazėje buvo 791 barelis (De Vries et al., 2003), o 2004 metais 860 barelių (Lorenz et al., 2005), kuriuose buvo vykdomi stebėjimai. Dabartiniu metu 34 Europos šalyse įkurti ir ICP-Forests įregistruoti 938 Intensyvaus monitoringo bareliai (IMB) (Michel, Seidling, 2015; Lorenz, Becher, 2012).

Plečiant tyrimų apimtį ir kompleksiskumą atsirado pagrindinių Intensyvaus monitoringo barelių kategorija (angl. *core plots*). Juose vykdoma išplėstinė tyrimų programa, įskaitant meteorologinius stebėjimus, nepertraukiamą oro taršos fiksavimą, automatizuotus ir nuolatinis medžių augimo, kai kurių medžių fiziologinių parametrų fiksavimo ir kitus tyrimus. Dabartiniu metu visoje Europoje priskaičiuojama apie 100 tokių barelių (Lorenz, Becher, 2012). Lietuvoje, Girionyse įkūrus automatizuotą meteorologinę stotelę bei 2014 metais pradėjus vykdyti fenologinius stebėjimus, naujai įsteigtas 11M IMB beveik atitinka „core plot“ reikalavimus. Siekiant visiško atitikimo reikalinga dar organizuoti nuolatinį aktyvų pagrindinių oro taršos komponentų registravimą, bent jau meteorologijos stotelėje.

1. DARBO TIKSLAS, OBJEKTAI, METODAI IR APIMTYS

1.1. Darbo tikslas ir uždaviniai

Europos Sąjungos politikų bei II lygio miškų monitoringo koordinatorių numatytas svarbiausias ir pagrindinis II lygio miškų monitoringo tikslas – nuolat kaupti, sisteminti ir analizuoti duomenis apie labiausiai paplitusių miško ekosistemų ir atskirų jų komponentų (medyno, augalijos, oro, dirvožemio ir kt.) būklės rodiklius, o taip pat teikti informaciją ES institucijoms bei visuomenei, politikams bei mokslininkams nuolatinę objektyvią informaciją apie miško ekosistemų būklę bei jos kaitą.

Nuo 2015 metų ICP-Forests uždaviniai buvo pakoreguoti sekančiais:

- 1) teikti nuolatinės apžvalgas apie miškų būklę, miškų gyvybingumą, miško dirvožemių ir biologinės įvairovės būklę, atsižvelgiant į antropogeninius (oro tarša, atmosferos iškritos) ir gamtinius stresorius;
- 2) prisidėti prie geresnio supratimo tarp fizinių bei antropogeninių stresorių ir miškų būklės procesų;
- 3) teikti aukštos kokybės ir atviroios prieigos duomenis vienai centrinei duomenų bazei, siekiant analizuoti ir vertinti didelio masto ir ilgalaikes rizikos tendencijos miškų būklei visoje Europoje;
- 4) plėtoti ir palaikyti patikimai įrengtas miškų tyrimo stočių, centrinių duomenų centrų ir standartizuotų miškų monitoringo ir mokslinių tyrimų infrastruktūras Europoje.

Įgyvendinant šį pagrindinį darbo tikslą, Lietuvoje išskirtuose 9-ioose II lygio (intensyvaus miškų monitoringo) tyrimo bareliuose (IMB) 2019 metais buvo atliekami šie darbai:

- 1) renkami, analizuojami ir apibendrinami II lygio miškų monitoringo duomenys 9 išskirtuose intensyvaus monitoringo bareliuose (IMB);
- 2) Miškų monitoringo koordinaciniam centrui (ICP-Forests) formuojamos, tikrinamos bei teikiamos 2018 metų duomenų bazės ir specialios duomenų bylos bei duomenis papildančios anketos.

Monitoringo duomenų periodišką rinkimą (pagal ICP-Forests programoje ir metodikoje nustatytus reikalavimus (Michel and Seidling, 2015)), analizę ir apibendrinimą 2019 metais apėmė:

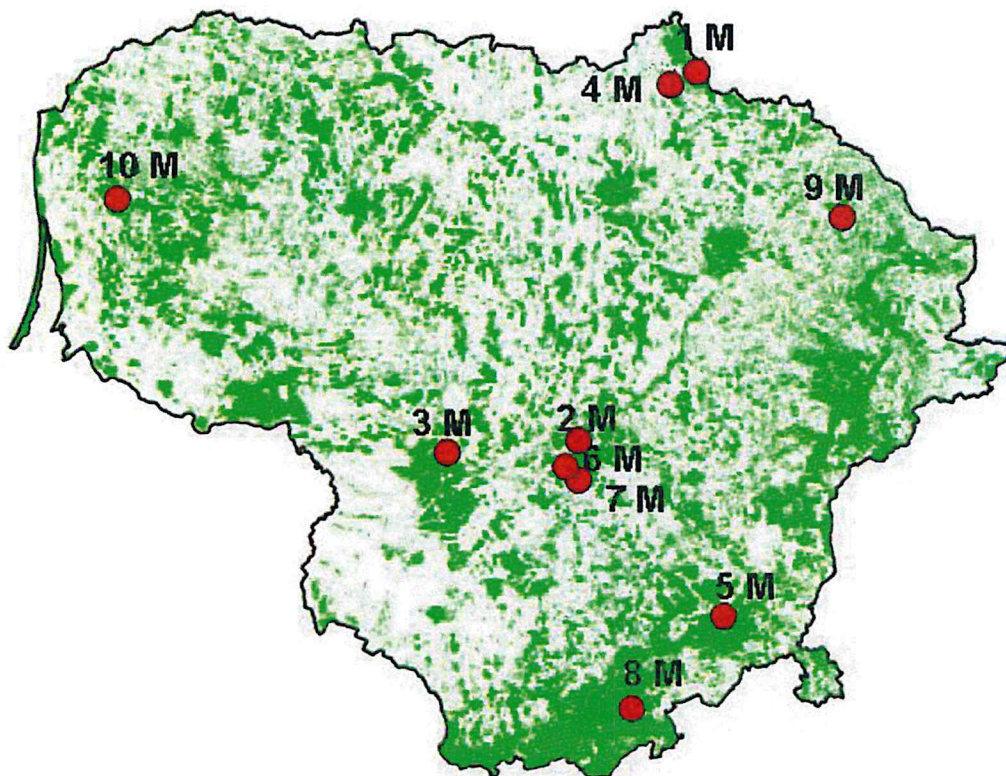
1. Medžių lajų būklės vertinimą pagal privalomuosius ir papildomus būklės rodiklius (9 IMB, 497 apskaitos medžiai).

2. Vizualiai matomų pažemio ozono sukeltų lapijos pažeidimų įvertinimą (9 IMB).
3. Oro (SO_2 , NO_3 , ir NH_4) kokybės periodišką (6 kartus per aktyvios vegetacijos periodą) vertinimą pasyviųjų kaupiklių metodu (3 IMB).
4. Periodišką (1 kartą per mėnesį) polajinių ir atviros vietos kritulių surinkimą, bandinių paruošimą ir cheminę analizę (3 IMB).
5. Periodišką (6 kartus vegetacijos periodo metu) dirvožemio tirpalo bandinių surinkimą, paruošimą ir cheminę analizę (3 IMB).
6. Periodišką (1 kartą per mėnesį 10-tyje rinktuvų) nuokritų surinkimą, bandinių paruošimą ir masės nustatymą pagal nuokritų frakcijas (3 IMB).
7. Nuolatinį meteorologinių elementų (oro temperatūros, oro drėgnumo, kritulių kiekio, vėjo greičio ir krypties) fiksavimą Girionyse įkurtoje automatinėje meteorologijos stotyje;
8. Fenologinių stebėjimų vykdymą vegetacijos periodo metu (3 IMB).
9. Tyrimo barelių priežiūros darbus (esant reikalui, medžių žymėjimo atnaujinimą, įrangos pakeitimą ir kt. (9 IMB).
10. 2018 metų Intensyvaus monitoringo duomenų bylų suformavimą, duomenų verifikavimą bei 2017 metų duomenų pateikimą pateikimą koordinaciniam centrui.

1.2. II lygio miškų monitoringo objektų charakteristika

Pagal intensyvaus monitoringo barelių išskyrimo kriterijus, nustatytus Europos Komisijos nurodymuose (EC, 1994), 1995 metais Lietuvoje buvo įsteigti 9 Intensyvaus miško ekosistemų (II lygio) monitoringo bareliai (IMB). Rekomenduojamas barelio dydis yra ne mažesnis kaip 0,25 ha ir IMB turi reprezentuoti paplitusias tame regione miškų ekosistemas (miško tipus). Parenkant Intensyvaus monitoringo barelius, didelis dėmesys buvo skirtas medyno formavimosi istorijai bei buvusiam moksliniam-eksperimentiniam įdirbiui, stebint pagrindinių ekosistemos komponentų kitimo tendencijas. Šeši IMB buvo parinkti Lietuvos miškų institute prieš 35-45 metų sukurtuose tyrimo bareliuose, juos pritaikant intensyviojo monitoringo bareliams keliamiems reikalavimams. Trys IMB (1M, 3M, ir 5M) buvo išskirti naujai (1.1 pav.). Pateiktoje schemoje paliktas ir 9M barelis (eglynas), kuris 2005 metais buvo išimtas iš IMB sąrašo dėl intensyvių vėjavartų. Vietoje jo 2006 Vakarų Lietuvoje (Kretingos miškų urėdija) metais buvo įsteigtas 10M barelis (eglynas), siekiant geriau atspindėti šalies teritoriją. 2018 metais vietoje buvusio reprezentacinio 6M barelio, kuris 2017 metais buvo nuniokotas vėjavartų bei gretimuose sklypuose atlikus plynuosius kirtimus tyrimo barelis liko iš 3 pusių atidengtas, todėl toliau jis nebegali tinkamai reprezentuoti miško aplinkos. Miškų instituto ir Miškų Tarnybos ekspertai nusprendė parinkti

naują II lygio monitoringo barelį, instaliuojant pilną įrangos komplektą bei atliekant pirminius darbus reikalingus tyrimo barelio registravimui ICP-Forests bazėje pagal duomenų bylos *General.PLT* reikalavimus. Tyrimo barelis įsteigtas Valstybinių miškų urėdijos (VMR) Dubravos padalinio Vaišvydavo girininkijos 82 kvartalo 29 sklype. Parenkant tyrimo barelio vietą atsižvelgta į atstumą nuo meteorologinės stoties ir medyno amžių. Išskirtas tyrimo barelis yra 1,7 km nutolęs nuo Girionių meteorologinės stoties, tuo tarpu 6M barelis buvo beveik 6 km atstumo nuo meteorologinės stotelės. Mažesnis atstumas iki meteorologinių rodiklių fiksavimo vietos garantuoja geresnę meteorologinių rodiklių reprezentaciją.



1.1 pav. Intensyvaus monitoringo barelių tinklas Lietuvoje

Pagrindinės intensyvaus monitoringo barelių charakteristikos pateiktos 1.1 lentelėje. Išskirti IMB atstovauja grynus pušynus (2), eglynus (2), beržynus su antruoju eglės ardu (1), nusausintus beržo ir juodalksnio medynus (1), uosynus (1), ąžuolynus (1) bei mišrų kultūrinės kilmės eglės, pušies ir ąžuolo medyną (1).

1.1 lentelė. Miškų monitoringo antrojo lygio pastovių tyrimo barelių aprašymas (2017 m.) pagal 2015 metų apskaitos duomenis

| Barelio Nr. | Įkūrimo data | VMR reg. padalinys | Girininkija | Kvar-talas | Barelio plotas, ha | Amžius, 2015 metais, m. | DTG | Miško Tipas | Medžių rūšių sudėtis, 2014 metais* |
|-------------|--------------|--------------------|-------------|------------|--------------------|-------------------------|-----|-------------|------------------------------------|
| 1M | 1995 05 25 | Biržų | Latvelių | 88 | 0,25 | 59 | Lf | Aeg | 34E31U13J9K6 D5BT1B1B1 |
| 2M | 1962 09 24 | Dubravos | Vaišvydavos | 68 | 0,30 | 105 | Ld | Oxn | 55A33E8B3P |
| 3M | 1995 05 31 | Kazlų Rūdos | Jūrės | 224 | 0,25 | 59 | Nb | V | 99P1B |
| 4M | 1957 10 06 | Biržų | Latvelių | 34 | 0,26 | 93 | Nc | Ox | 37B63E |
| 5M | 1995 06 05 | Valkininkų | Pirčiupių | 502 | 0,25 | 78 | Mb | Ur | 35J33B31E1U |
| 7M | 1976 05 20 | Dubravos | Šilėnų | 139 | 0,25 | 63 | Pbn | M | 54B46E |
| 8M | 1976 06 30 | Varėnos | Dainavos | 186 | 0,24 | 98 | Nb | V | 100P |
| 10M | 2006 11 04 | Kretingos | Mikoliškių | 53 | 0,24 | 46 | Lc | m-ox | 10E |
| 11M | 2017. 08 23 | Dubravos | Vaišvydavos | 82 | 0,25 | 23 | Nc | h-ox | 74E20P6A |

* - skaičiuojant pagal I ir II ardo tūrius

1.3. Tyrimo metodai

Intensyvaus miškų monitoringo darbų vykdymo periodiškumas ir tyrimų apimty nustatytos ICP-Forests programos metodikoje (<http://www.icp-forests.org/Manual.htm>) (1.2 lentelė). Kai kurie tyrimai, dėl jų sudėtingumo, specialios įrangos poreikio bei kainos, rekomenduojami vykdyti 10-15 % visų šalies IMB. Lajų būklės vertinimas, dirvožemio bei lapijos cheminė analizė, augalijos dangos apskaita ir augalijos įvairovės vertinimas, pažemio ozono galimai sukeltų pažeidimų įvertinimas bei priaugio matavimai yra pagrindiniai tyrimų blokai, Europoje atliekami daugumoje, o Lietuvoje – visuose IMB. Be to, kiekviename tyrimų bloke numatyti privalomieji bei papildomieji rodikliai. Tyrimo vietų išdėstymo Lietuvos intensyvaus monitoringo bareliuose principinė schema pateikta 1.2 paveiksle.

Intensyvaus (antrojo lygio) miškų monitoringo duomenų rinkimo, analizės bei kontrolės darbai vykdomi pagal vieningą visoms ICP-Forests programos dalyvėms (šalims) metodologiją bei metodines rekomendacijas, neskaitant kai kurių nacionalinių apskaitos metodų ir vertinimo rodiklių panaudojimo. Programai vystantis ir plečiantis tyrimams, metodologija nuolat papildoma bei atnaujinama. Miškų monitoringo metodikos papildymai, pataisymai bei atnaujintos versijos pateikiamos ICP-Forests tinklalapyje (<http://www.icp-forests.org/Manual.htm>).

Medžių lajų būklės ir vizualiai matomų pažeidimų vienkartinis vertinimas kiekvienais metais vykdomas liepos – rugsėjo mėnesiais. Darbas vykdomas pagal tarptautinės bendradarbiavimo programos (ICP Forests) 2016 m. papildytą ir aprobuotą „Lajų būklės vizualinio vertinimo“ vadovą (Visual Assessment of Crown Condition and Damaging Agents). Kiekviename IMB yra išskirti medžių būklės vertinimo plotai, kuriuose yra atrinkta apie 50 I-III

Krafto klasės medžių jų būklės apskaitai. Medžių būklės rodikliai kasmet vertinami tiems patiems apskaitos medžiams. Jeigu apskaitos medžių skaičius dėl padidėjusio cenotinio stebimo (IV Krafto klasė) arba medžių žuvimo sumažėja, apskaitos plotas yra nuolat didinamas, apskaitai ir vertinimui parenkant naujus I-II Krafto klasės medžius.

1.2 lentelė. ICP-Forests rekomenduojamos intensyvaus miškų monitoringo tyrimų kryptys ir darbų periodiškumas (<http://www.icp-forests.org/Manual.htm>)

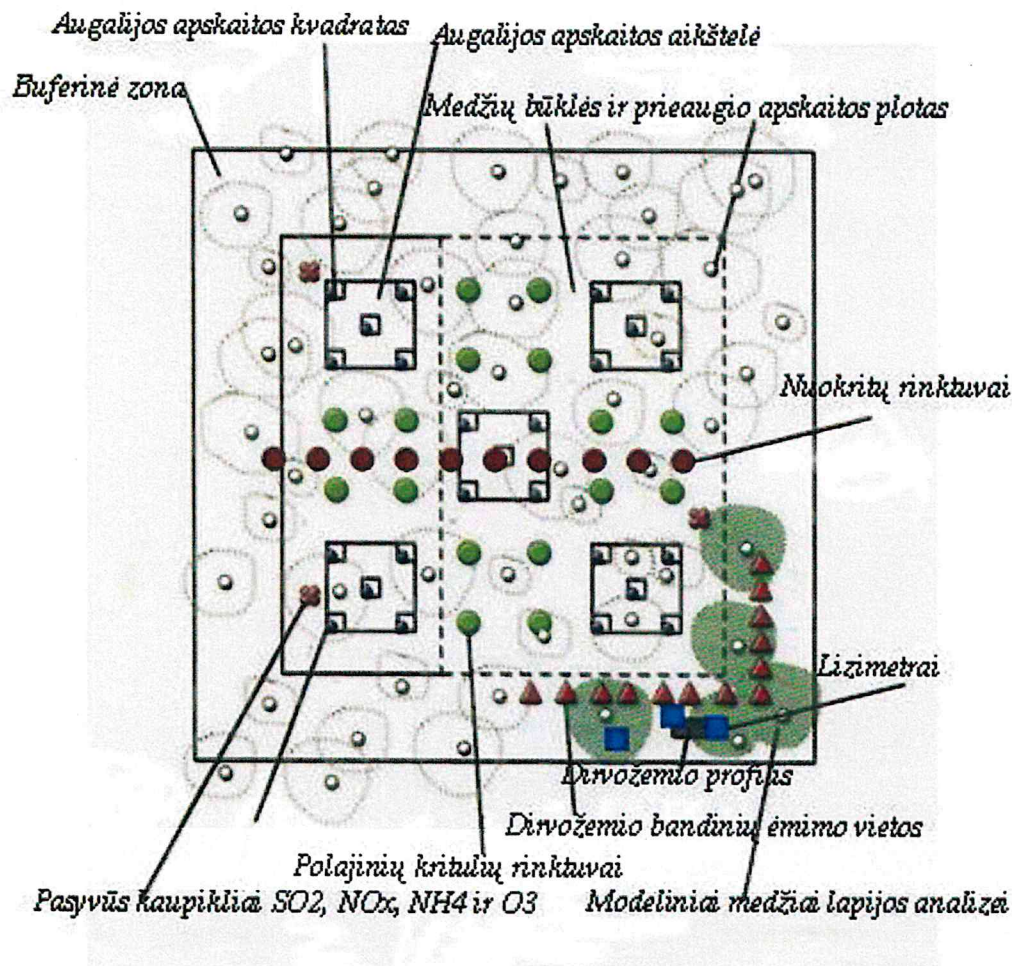
| Tyrimų kryptis | Periodiškumas | Rekomenduojamas IMB kiekis |
|--|---------------|----------------------------|
| Lajų būklės įvertinimas | Kasmet | Visuose IMB |
| Dirvožemio tyrimai | Kas 10 metų | Visuose IMB |
| Dirvos tirpalo analizė | Pastoviai | 10-15 % visų šalies IMB |
| Lapijos analizė | Kas 2 metai | Visuose IMB |
| Prieaugio matavimai | Kas 5 metai | Visuose IMB |
| Teršalų iškritos | Pastoviai | 10-15 % visų šalies IMB |
| Augalijos dangos apskaita | Kas 5 metai | Visuose IMB |
| Meteorologiniai matavimai | Pastoviai | 10-15 % visų šalies IMB |
| Biologinės įvairovės apskaita* | Nenustatytas | Visuose IMB |
| Fenologiniai stebėjimai | Pastoviai | 10-15 % visų šalies IMB |
| Oro kokybė ir ozono sukelti pažeidimai | Pastoviai | 10-15 % visų šalies IMB |
| Distanciniai (foto) metodai** | Vieną kartą | Visuose IMB |

*- Tyrimai vykdyti 2006 metais pagal „Forest Focus“ BioSoil projekto pasiūlytą schemą;

** - Lietuvoje tyrimai nevykdomi.

Teršalų (atviroje vietoje ir polajiniuose krituliuose) iškritos analizuojamos ištisus metus surenkant informaciją vieną kartą per mėnesį sausio – gruodžio mėnesiais. Darbas vykdomas pagal ICP Forests 2016 m. aprobuotą „Teršalų iškritų surinkimo ir analizės“ vadovą (Sampling and Analysis of Deposition). Lietuvoje trijuose intensyvaus monitoringo bareliuose (3M, 6M ir 11M) (1.2 pav.) yra sumontuota polajinių kritulių rinkimo įranga, kurią sudaro 16 18 cm skersmens sistemiskai 1 metro aukštyje išdėstytų rinktuvų (1.3 pav.). Kritulių rinktuvai yra patalpinti į juodus polietileningus vamzdžius, siekiant sumažinti tiesioginės šviesos ir temperatūros svyravimų poveikį renkamiems krituliams. Dėl aplinkos poveikio, kartais ir atsitiktinių veiksnių (žmonių, gyvūnijų ar stichinių veiksnių) susidėvėjusi ar sugadinta kritulių rinkimo įranga yra nuolat atnaujinama. Atviros vietos krituliai yra renkami netoli barelio (ne daugiau kaip 500 m atstumu) esančiose plynose kirtavietėse. Čia kritulių rinkimui sukonstruota po 3 tokius pat rinktuvus. Teršalų koncentracijos atviros vietos ir polajiniuose krituliuose nustatomos skystinės chromatografijos metodu Fizinių ir technologijos mokslų centro Fizikos

instituto Aplinkotyros skyriaus Aplinkos fizikos ir chemijos laboratorijoje, kuri daugelį metų sėkmingai dalyvauja UNEP interkalibracijoje.



1.2 pav. Matavimo vietų išdėstymo schema intensyvaus monitoringo barelyje

Dirvožemio tirpalo surinkimas (vakuuminiais lizimetrais) ir cheminės sudėties analizė atliekamas 6 kartus metuose gegužės–spalio mėnesiais. Darbas vykdomas pagal ICP Forests 2016-05 m. aprobuotą „Dirvožemio tirpalo rinkimo bei cheminės sudėties analizės“ vadovą (Soil Solution Collection and Analysis). Lietuvoje dirvožemio tirpalo surinkimas ir cheminė analizė nuo 2001 metų buvo vykdoma 6M, nuo 2006 metų – 3M, nuo 2008 metų 10M ir nuo 2018 metų – 11M bareliuose. Šiuose bareliuose instaliuota po 10–12 Prenart firmos tefloninių vakuuminių lizimetų (po 4-5 vienetus 20 ir 50 cm gyliuose). Nuo 2003 m. dirvožemio tirpalo cheminę analizę atlieka LAMMC filialas Agrocheminių tyrimų laboratorija, kuri turi leidimą atlikti aplinkos ir jos taršos šaltinių laboratorinius matavimus, dalyvauja daugelyje tyrimų programų, tarplaboratoriniuose palyginamuosiuose bandymuose, 2002, 2005, 2007, 2009, 2011 ir 2013 m.

sėkmingai dalyvavo „ICP-Forests“ programos interkalibracijoje. Dirvožemio tirpalo cheminei analizei naudojami tarptautiniame lygmenyje įteisinti metodai: N-NO₃⁻ – LST ISO 7890-3:1998E (spektrometrinis metodas, naudojant sulfasalicilo rūgštį); Ca²⁺ ir Mg²⁺ – ISO 7980 atominės absorbcijos spektrometrinis metodas; K⁺ - ISO 9964 liepsnometrinis metodas; suminis Al – LST EN ISO 12020; organinė anglis (DOC) – ISO 8245.



1.3 pav. Polajinių kritulių rinktuvai 10M barelyje.

2018 metais, pasikeitus metodinėms rekomendacijoms 3M, 10M ir 11M bareliuose papildomai instaliuota trimis pakartojimais po 3 lizimetrus 10, 30 ir 60 cm dirvožemio gyliuose.

Oro kokybės (NO_x, SO₂ bei NH₄) matavimas atliekamas 6 kartus metuose gegužės – spalio mėnesiais. Darbas vykdomas pagal ICP Forests 2016 m. aprobuotą „Oro kokybės monitoringo“ vadovą (Monitoring of Air Quality). Lietuvoje naudojami paprastesni už aktyvios analizės metodus, nebrangūs, tačiau pakankamai efektyvūs oro monitoringo metodai. Jie pagrįsti pasyvaus kaupimo filtrų naudojimu, įgalinančiu periodiškai vykdyti oro kokybės stebėjimus gana tankiame monitoringo taškų tinkle. Pasyvus kaupiklis surenka iš atmosferos dujų ir garų pavidalo

teršalų pavyzdžius greičiu, kuris priklauso nuo fizinių procesų (tokių kaip difuzijos per statinį oro sluoksnį ar prasiskverbimo per membraną) (Brown, 1993).

Kaip azoto junginius ir sieros dioksidą kaupiantis elementas naudojamas Whatman 1Chr filtrinis popierius, impregnuotas 0,1 ml 20 proc. vandeniniu TEA (trietanolamino) tirpalu (Krochmal, Kalina, 1995). Azoto dioksido, amoniako ir sieros dioksido kaupikliai eksponuojami apie 1 mėnesį.

NO₂ koncentracija nustatoma spektrofotometriškai (bangos ilgis $\lambda=540$ nm) po ekstrakcijos distiliuotu vandeniu ir reakcijos su Saltzmano reagentu ir apskaičiuojama (Krochmal, Kalina, 1995). Sieros dioksido bei amoniako koncentracija nustatoma jonų chromatografijos metodu.

SO₂, NO₂ ir NH₃ bandiniai buvo analizuojami Fizikos instituto Aplinkotyros skyriaus Aplinkos fizikos ir chemijos laboratorijoje, keletą kartų dalyvavusioje ICP-Forests organizuotuose interkalibraciniuose patikrinimuose. 2010-05 parengta nauja „Oro kokybės monitoringo“ vadovo redakcija reikalauja pasyvaus kaupimo metodą naudoti kartu su aktyviuoju, tačiau šiuo metu tokiems darbams Lietuvoje nėra techninių ir finansinių galimybių.

Vizualiai identifikuojamų ozono sukeltų pažeidimų vienkartinis vertinimas kasmet atliekamas rugpjūčio mėnesį. Darbas vykdomas pagal ICP Forests 2016 m. aprobuotą „Vizualių ozono sukeltų pažeidimų Europos miškų ekosistemose vertinimo“ vadovą. Pagal ICP-Forests "Assessment of Ozone Injury" pateiktą metodiką, vizualius ozono sukeltus pažeidimus rekomenduojama nustatyti atvirose saulės apšviestose vietose (SATA), išskirtose II lygio monitoringo barelių aplinkoje. Saulės apšviesta tyrimų aikštelė (SATA) parenkama pietiniame (pietvakariniame, pietrytiniame) miško masyvo ar kirtavietės pakraštyje. Pamiškės juosta, tam tikru, sistemiskai parinktu atstumu, padalinama į 1x2 m plotelius. Ozono pažeidimų ieškoma sisteminiu arba atsitiktiniu metodu būdu parinktuose ploteliuose (ne mažiau nei 10-yje). Savo tyrimuose 2019 metais vertinimai atlikti ne mažiau kaip 14 SATA kiekvieno tyrimo barelio aplinkoje. Ozono sukeltų pažeidimų ieškoma nuolatos saulės apšviestose augalų lapų pusėse. Dėmesys kreipiamas į sumedėjusius augalus.

Nuokritų surinkimas ir frakcinės sudėties analizė atliekama ištisus metus surenkant informaciją vieną kartą per mėnesį 12 kartų per metus (žiemos mėnesiais – jeigu rinktuvuose yra daug sniego, imamas vienas bandinys už atitinkamą laikotarpį). Darbas vykdomas pagal ICP Forests 2016 m. patikslintą „Nuokritų surinkimo ir analizės“ vadovą (Sampling and Analysis of Litterfall). 3 Lietuvos intensyvaus monitoringo bareliuose (3M, 10M ir 11M) sukonstruota po 10 0,25 m² ploto polietileninių nuokritų rinktuvų, kurie pakelti 1 m nuo žemės paviršiaus. Nuokritų

rinktuvai barelyje išdėstyti sistemiškai (1 linijoje vienodu atstumu tarp rintuvų) (2.2 pav.). Surinktos nuokritos yra džiovinamos 60°C temperatūroje. Vėliau nuokritos skirstomos į 4 frakcijas: spygliai, kankorėžiai, šakelės ir kitos (žievė, žvynai ir kt.) nuokritos. Nuo 2017 metų, pagal ICP-Forests rekomendacijas lapijos nuokritų frakcija yra skirstoma į eglų, pušų spygliuos ir lapus. Papildomai išdžiovinus nuokritas (iki pastovaus svorio prie 105 °C temperatūroje), jos yra sveriamos 0,01 g tikslumu. Analizuojant lapijos (spyglių) nuokritas iš 60°C temperatūroje išdžiovinutų spyglių atrenkama po 1000 kiekvienos medžių rūšies spyglių absoliučiai sausos masės bei 100 lapų lapijos paviršiaus ploto nustatymui. Surinktos ir suskirstytos frakcijomis nuokritos saugomos Miškų institute ne mažiau kaip 3 metus.

Meteorologiniai stebėjimai atliekami 2011 metais Girionyse įkurtoje automatinėje meteorologinėje stotelėje. Darbai vykdomi pagal ICP Forests 2016 m. aprobuotą „Meteorologinių matavimų“ vadovą (Meteorological Measurements). Visi davikliai turi patikimai veikti bet kokiomis oro sąlygomis: -25 – +35°C temperatūroje, krintant įvairiems krituliams, susidarant šerkšnui bei plikledžiui. Matavimai vykdomi pastoviai kas valandą surenkant informaciją apie:

- 1) vėjo greitį ir kryptį (10 m aukštyje nuo žemės paviršiaus);
- 2) oro drėgmę (2 m aukštyje);
- 3) vidutinę, maksimalią ir minimalią oro temperatūrą (2 m aukštyje);
- 4) kritulių kiekį (1,5 m. aukštyje), naudojant pašildomą automatinį kritulmatį;
- 5) saulės spinduliavimo intensyvumą;
- 6) atmosferos slėgį.

Fenologiniai stebėjimai atliekami balandžio – spalio mėnesiais. Intensyvaus pavasarinio vystymosi metu fenologinės datos registruojamos du kartus per savaitę, šiam periodui pasibaigus – kas antrą savaitę. Fenologinių tyrimų duomenys surašomi į stebėjimų anketas. Darbas vykdomas pagal tarptautinės bendradarbiavimo programos (ICP Forests) 2016 m. aprobuotą „Fenologijos vertinimo“ vadovą (Phenological Observations). Vertinimas atliekamas naujai įkurtame 11M barelyje, kuriame auga paprastoji eglė, paprastoji pušis bei paprastasis ąžuolas. Kiekviename barelyje atrinkta po 10–20 medžių (I-II klasės medžiai pagal Krafto klasifikaciją), iš viso tyrimams atrinkti 36 medžiai (12 paprastųjų ąžuolų, 11 paprastųjų eglų ir 13 paprastųjų pušų). Vertinimo metu fenologinio vystymosi fazė nusatomą tiek visam stebėjimo ploteliui bendrai, tiek kiekvienam atrinktam apskaitos medžiui individualiai. Taikomi fenologinių fazių diagnostiniai požymiai. Lapuočiams vertintos šios fazės: pumpurų sprogimas, antriniai ūgliai, žydėjimas, rudeninis lapų geltimas ir lapų kritimas. Spygliuočiams vertinama mažiau fazių: pumpurų sprogimas, antriniai ūgliai, žydėjimas. Taip pat, visiems medžiams registruojami nauji

biotiniai (lapgraužių požymiai, grybinių ligų sukelta dechromacija) ir abiotiniai pažeidimai (vėjo ar kt.) bei jų intensyvumas.

Medžių lapijos bandinių surinkimas, bandinių paruošimas cheminei analizei bei jų cheminės analizės atlikimas vykdomas vieną kartą metuose, kas dvejus metus. Tyrimui atrenkami II Krafto klasės medžiai. Lapijos ėminiai imami nuo tų pačių medžių. Vertinimui negali būti parenkami medžiai, kuriems yra vertinama būklė, siekiant nepaveikti jų būklės. Ėminiai imami iš viršutinės lajos dalies, stengiantis išvengti ūksmėje esančių šakų. Mėginių ėmimui rekomenduojama pietinė pusė. Sausa masė nustatoma 1000 spyglių (po 1000 pirmų ir antrų metų) ir 100 lapų, juos išdžiovinus iki pastovaus svorio 105 °C temperatūroje. Analizuojamos šių cheminių elementų koncentracijos lapijoje ir pirmų/antrų metų spygliuose: azotas, kalis, kalcis, magnis, fosforas ir siera.

2019 metais II lygio miškų monitoringo bareliuose buvo atliktas pakartotinis miško dirvožemių monitoringas. Kiekviename barelyje buvo iškastas iki 150 cm gylio dirvožemio profilis ir aprašyti jo horizontai. Dirvožemio profilis buvo fotografuojamas. Gilesniems podirvio horizontams įvertinti buvo kalamas 1 m ilgio zondas. Profilyje arba zondo kerne buvo nustatytas karbonatų slūgsojimo gylis (10% HCl tirpalu). Miško paklotės ėminiai buvo renkami, naudojant 25x25 cm dydžio metalinį rėmą trijose transektose po 4 ėminius. Kiekvienoje transekte iš 4 vietų buvo formuojamas jungtinis ėminys paklotės masei bei jos cheminei sudėčiai nustatyti. Miško paklotė buvo skiriama į tris horizontus (OL, OF ir OH). Vėliau miško paklotės ėminiai išdžiovinoti kambario temperatūroje. Iš šių ėminių buvo atrinkta apie 300-400 g paklotės cheminei analizei, o likusioji dalis buvo džiovinama 105 °C temperatūroje iki pastovios masės.

Mineralinio dirvožemio ėminiai imti tose vietose kur buvo surinkti miško paklotės ėminiai 1 m ilgio zonda iš 4 gylių (0-10, 10-20, 20-40 ir 40-80 cm). Kiekvienoje transekte dirvožemis buvo imamas iš 6-8 vietų ir formuojamas jungtinis ėminys. Dirvožemio cheminei bei granulimetrinei analizei kiekviename IMB buvo suformuota po 3 jungtinius ėminius. Cheminė analizė atliekama pagal visus privalomuosius rodiklius (pagal Cools N, De Vos B, 2016).

1.4. 2019 metų darbų apimtys

2019 metų lauko darbai intensyvaus monitoringo bareliuose vizualusis vertinimas, bandinių surinkimas ir kameraliniai darbai (ėminių paruošimas analizei bei cheminės analizės) atlikti pagal ICP-Forests metodikos reikalavimus, nurodytus šio darbo techninėje užduotyje bei pateiktus ICP-Forests tinklalapyje.

Vykdam 2019 metų lauko darbus atlikta:

- 1) medžių būklės vertinimas (9 IMB, iš viso 497 apskaitos medžiai) pagal privalomuosius (rūšis, Krafto klasė, lajų apsupimas, lajų matomumas, medžio žuvimo priežastis, defoliacija, dechromacija, medžių pažeidimų simptomai, simptomų specifikacija, pažeidimo vieta lajoje, priežastis, pažeidimo amžius ir intensyvumas) ir papildomus (lapijos ažūriškumas, derėjimas, žydėjimas, antriniai ūgliai, epifitai) medžių būklės rodiklius;
- 2) 9 IMB aplinkoje išskirtose aikštelėse (SATA), dažniausiai kirtaviečių pakraščiuose arba pamiškėje, po 12 plotelių kiekviename IMB, įvertinti vizualiai matomi galimai pažemio ozono sukelti pažeidimai;
- 3) 3M, 10M ir 11M bareliuose 11 kartų (sausio-gruodžio mėn.) surinkti, paruošti analizei ir išanalizuoti pagal privalomus rodiklius (pH; H⁺ μekv./l; laidumas, μS/cm; SO₄²⁻, mg/l; NO₃⁻, mg/l; Cl⁻, mg/l; NH₄⁺, mg/l; Na⁺, mg/l; K⁺, mg/l ir Ca²⁺, mg/l) polajiniai (po 16 rinktuvų) ir atviros vietos (po 3 rinktuvus) kritulių jungtiniai bandiniai. Pilna analizė atlikta sausio-spali mėnesių bandiniuose, lapkričio mėnesio bandiniai pateikti cheminei analizei, o gruodžio mėnesio bandiniai bus surinkti kitų metų pirmosiomis dienomis, o rezultatai pateikti 2020 metų ataskaitoje;
- 4) 3 IMB (3M, 10M ir 11M) šešis kartus (gegužės-spali mėn.) atlikta oro taršos (SO₂, NO_x, ir NH₃) analizė atviroje vietoje (iš viso eksponuoti ir analizuoti 54 pasyvūs kaupikliai). SO₂, NO_x ir NH₃ analizė atlikta Fizinių ir technologijos mokslų centro Fizikos instituto Atmosferos užterštumo tyrimų sektoriuje;
- 5) 3M, 10M ir 11M bareliuose – 7 kartus surinktas dirvožemio tirpalas iš vakuuminių lizimetrų bei atlikta analizė pagal privalomus (pH, SO₄²⁻, NO₃⁻, Ca², K⁺, Mg²⁺, Al, organinė C) ir dalį rekomenduojamų (laidumas, μS/cm; NH₄) rodiklių. Bandinių analizė atlikta LAMMC Agrocheminių tyrimų laboratorijoje;
- 6) 11 kartų (sausio-lapkričio mėn.) surinktos nuokritos 3M, 10M ir 11M bareliuose (iš viso 330 nuokritų bandinių). Nuokritos buvo išdžiovintos, išskirstytos į 6 frakcijas (eglių spygliai, pušų spygliai, lapai, šakelės, kankorėžiai ir kitos nuokritos) ir nustatyta jų sausa masė;
- 7) 2019 metų sausio-lapkričio mėnesiais surinkti Girionyse įsteigtos automatinės meteorologinės stotelės duomenys. Surinkti kiekvienos valandos oro temperatūros (vidutinė, maksimali ir minimali), santykinės oro drėgmės (vidutinė, maksimali ir

- minimali), saulės spinduliuotės intensyvumas, vėjo greičio (vidutinis, maksimalus ir minimalus), vėjo krypties, rasos taško temperatūros, atmosferos slėgio duomenys;
- 8) 1 intensyvaus monitoringo barelyje (11M), esančiame Dubravos miške, 2019 metais pagal ICP-Forests rekomenduojamą periodiškumą atlikti fenologiniai eglių, pušų ir ąžuolų stebėjimai. Iš viso tokie stebėjimai atlikti po 14–17 kartų;
 - 9) 2019 metais visuose IMB paimti lapijos bandiniai cheminei analizei bei atlikta jų analizė LAMMC Agrocheminių tyrimų laboratorijoje;
 - 10) Iki 2019 metų vasario 15 dienos ICP-Forests buvo parengtos duomenų bylos ir duomenų bazėje programoje verifikuoti 2017 metų II lygio monitoringo duomenys. Paarengtos 2018 metų duomenų bylos, kurias koordinaciniam centrui reikės pateikti 2020 metų pradžioje.

Iš 2018 metais surinktų duomenų suformuotos arba formuojamos duomenų bylos:

- 1) medžių būklės (LT2019.plt, LT2019.trc, LT2019.trd);
- 2) dirvožemio tirpalo analizės (LT2019.pss, LT2019.ssm, LT2019.ss.lqa);
- 3) teršalų iškritų (LT2019.pld, LT2019.dem, LT2019.dp.lqa);
- 4) nuokritų duomenų (LT2019.lfp, LT2019.lfm);
- 5) oro taršos duomenų (LT2019.pps, LT2019.aqp);
- 6) vizualiai įvertintų ozono sukeltų pažeidimų (LT2019.pll, LT2019.lss, LT2019.ltf);
- 7) meteorologinių stebėjimų duomenų (LT2019.plm, LT2019.mem);
- 8) fenologinių stebėjimų duomenų (LT2019.phe, LT2019.plp, LT2019.phi);
- 9) lapijos cheminės sudėties duomenų bylos (LT2017.plf, LT2017.fon, LT2017fo.lqa).

2. MEDŽIŲ BŪKLĖ IR JOS KAITA INTENSYVAUS MONITORINGO BARELIUOSE

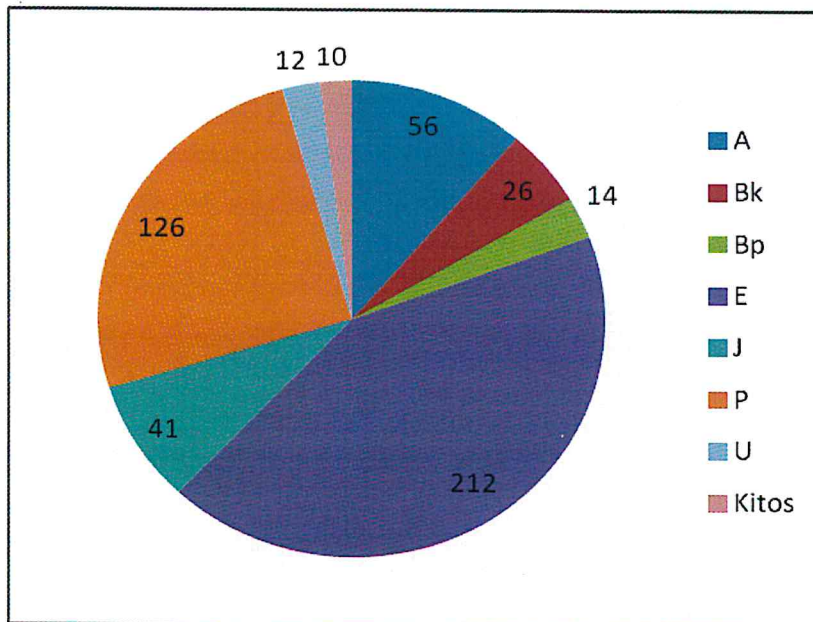
Europos miškų monitoringo kontekste medžių būklė (dažniausiai vertinama lajų defoliacijos, lapijos dechromacijos bei biotinių ir abiotinių medžių pažeidimų) yra vienas iš svarbiausių miškų sveikatingumo (būklės) rodiklių. Medžių būklė pagal privalomuosius ir papildomus būklės rodiklius 2019 metais vertinta 9 intensyvaus monitoringo bareliuose. Kadangi atskiri ekosistemos komponentai yra vertinami tam tikru periodiškumu, šių metų apžvalgoje bus analizuojami 2019 metais vykdytų tyrimų (medžių būklės vertinimo apskaitų) rezultatai bei šių rodiklių kaita per visą stebėjimo laikotarpį visuose IMB.

Lajos būklės, išreiškiamos lajų defoliacija, bei lapijos dechromacija vertinimas buvo pagrindinis kriterijus vykdyti ICP miškų stebėseną jau daugiau nei prieš 30 metų. Ne mažiau svarbiais medžių būklės vertinimo rodikliais buvo priskirti vizualiai matomi biotiniai ir abiotiniai medžių pažeidimai. Vertinant medžių būklę papildomais rodikliais yra laikomi medžių derėjimo, žydėjimo, lajų skaidrumo (peršviečiamumo), antrinių ūglių gausos rodikliai. Kaip galintys turėti nemažą įtaką medžių būklei ir jos vertinimui taip pat naudojami medžių apsupimo (cenotinės konkurencijos išraiška), lajos matomumo (galima vizualaus vertinimo paklaida), medžio išsivystymo laipsnio (vertinamo pagal Krafto klasę) rodikliai.

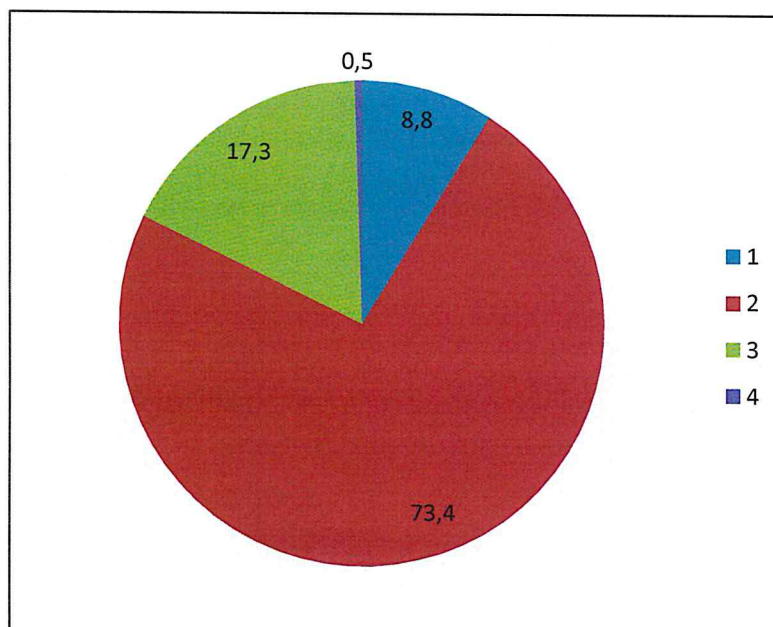
Medžių būklė 2019 metais įvertinta pagal 497 apskaitos medžių būklės rodiklius. Iš viso įvertinta 212 eglių (42,7 % visų apskaitos medžių), 126 pušų (25,4 %), 40 beržų (8,0 %), 56 ąžuolų (11,3 %), 41 juodalksnio (8,2 %), 12 uosių (2,4 %) ir 10 kitų rūšių medžių (8 klevai, 1 baltalksnis ir 1 drebulė) būklė 9 intensyvaus monitoringo bareliuose (2.1 pav.).

Apskaitos medžių dalis pagal išsivystymo (Krafto) klasę parodyta 2.2 pav. Didžioji apskaitos medžių dalis buvo priskirta 2 Krafto klasei (73,4%). 3 Krafto klasės medžių dalis sudarė 17,3%, o pirmos klasės – 8,8%.

Vidutinė 1-3 Krafto klasės medžių defoliacija II lygio bareliuose 2019 m. buvo 16,0 % ir, lyginant su 2018 metų duomenimis, ji sumažėjo 0,1 procentinio vieneto (2.1 lentelė). Viršutinio lajos trečdaliao vidutinė defoliacija buvo beveik 4 procentiniais vienetais mažesnė, nei visos lajos defoliacija. Didžiausia lajų defoliacija 2019 metais buvo įvertinta plaukuotiesiems beržams (20,7 %), tačiau, lyginant su 2018 metais sumažėjo 4,3 procentinio vieneto. 2,2 procentinio vieneto (iki 19,6 %) padidėjo ąžuolų vidutinė defoliacija. 17,5 % vidutinė lajų defoliacija nustatyta uosiams (1M barelis). Klevų ir juodalksnių vidutinė lajų defoliacija buvo itin maža – 10,0 % ir 11,3 % atitinkamai. Kitų rūšių medžių defoliacija kito 12-15% ribose (2.1 lent.)



2.1 pav. Medžių būklės apskaitos medžių skirstinys 2019 metais (vienetais) pagal medžių rūšis II lygio miškų monitoringo bareliuose.

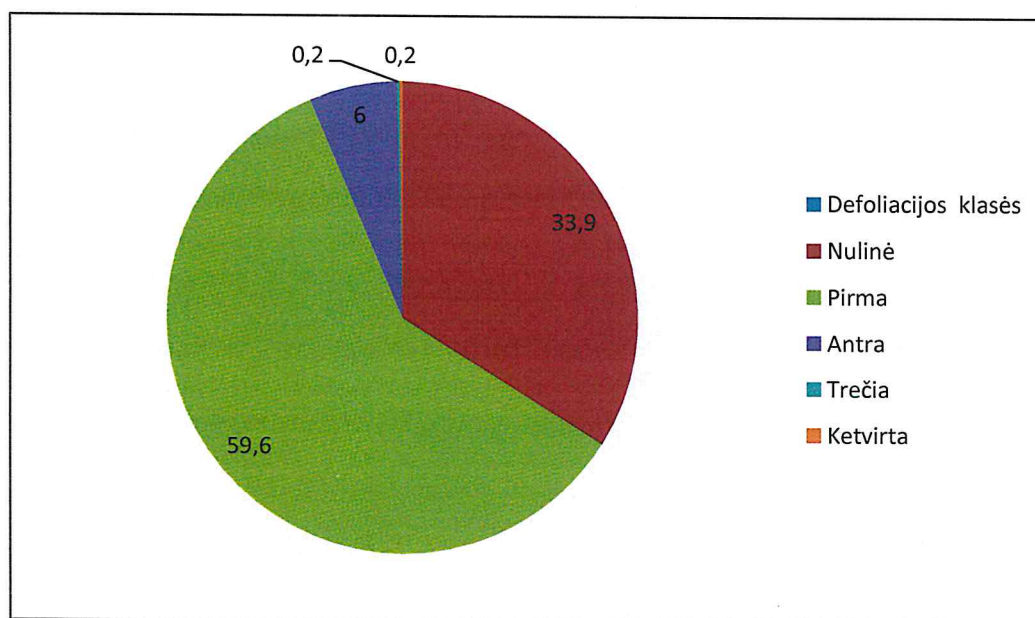


2.2 pav. Medžių būklės apskaitos medžių procentinis skirstinys pagal Krafto klasę II lygio miškų monitoringo bareliuose.

Pagal lajos defoliaciją daugiausia apskaitos medžių buvo priskirta 1 defoliacijos klasei (defoliacija 15-25%). Tokie medžiai sudarė net 60% visų vertintų medžių (2.3 pav.). Net 34% medžių buvo įvertinti kaip sąlygiškai sveiki (0 defoliacijos klasė, defoliacija 0-10%).

Vidutiniškai defoliuotų medžių 2019 metais II lygio bareliuose buvo tik 6%, o žuvę medžiai (defoliacija 100%) sudarė 0,2%.

2019 metais intensyvaus monitoringo bareliuose vidutiniškai 7,6 % apskaitos medžių buvo užfiksuoti vizualiai matomi biotiniai ar abiotiniai lapijos, lajos bei kamienų pažeidimai (3.1 lent.). 2016 metais pažeistų medžių skaičius sudarė 12,5, 2017 – tik 6,9%, o 2018 – 7,9%. Medžių mirtingumas buvo 0,2 %, kai tuo tarpu 2018 metais jis siekė 0,5. Vidutinis visų rūšių medžių derėjimo balas 2019 m. buvo 1,35, o lyginant su 2018 metais ženkliai padidėjo (nuo 1,16 balo). Priminsime, kad pagal ICP-Forests metodiką (<http://www.icp-forests.org/Manual.htm>) medžių derėjimas vertinamas 3 balų skalėje: 1 – derėjimo nėra arba jis nežymus (nematomas); 2 – vidutiniškas derėjimas; 3 – gausus derėjimas. Gausiausiai šiais metais derėjo juodalksniai (vidutinis derėjimo balas buvo 1,41), karpuotieji beržai (1,46), eglės (1,38) ir pušys (1,35). (3.1 lentelė). Vidutinis lajų ažūriškumas buvo 19,4 %, o vidutinė lapijos dechromacija buvo tik 0,20%.



2.3 pav. Apskaitos medžių pasiskirstymas (%) defoliacijos klasėse 2019 metais II lygio miškų monitoringo bareliuose.

Analizuojant vidutinius medžių būklės vertinimui įtaką galinčių turėti rodiklių duomenis vertinta apskaitos medžių Krafto klasė, lajų apsupimo ir jų matomumo balas bei antrinių ūglių santykinis kiekis, balais. Medžių apsupimas vertintas 4 balų sistema (1 – medžio laja apsupta iš 1 pusės, 2 – iš 2 pusių, 3 – iš 3 pusių, 4 – medis apsuptas iš 4 pusių). Tiesa, 5 balais vertinamas

laisvai augantis medis, o 6 – nustelbtas medis, tačiau mūsų bareliuose šių kategorijų medžių nėra. Lajos matomumas (<http://www.icp-forests.org/Manual.htm>) vertintas 4 balais: 1 – visa laja gerai matoma; 2 – laja matoma nepilnai; 3 – laja matoma blogai ir 4 – laja nematoma.

2.1 lentelė. Medžių būklės duomenys II lygio bareliuose 2019 m.

| Rūšis | Medžių skaičius, vnt. | Vid. 1/3 defoliacija | Vid. visos lajos defoliacija | Pažeidimai, % | Derėjimas, balai | Dechromacija, % |
|-------|-----------------------|----------------------|------------------------------|---------------|------------------|-----------------|
| A | 55 | 16,5±0,9 | 19,6±0,9 | 23,2 | 1,27 | 1,36±0,7 |
| BK | 26 | 14,8±1,1 | 16,5±1,2 | 7,6 | 1,46 | 0 |
| BP | 14 | 17,5±1,8 | 20,7±2,1 | 50,0 | 1,07 | 0,36±0,36 |
| Bt | 1 | 15,0 | 20,0 | 0 | 1,0 | 0 |
| D | 1 | 10,0 | 10,0 | 0,0 | - | 0 |
| E | 212 | 11,7±0,5 | 14,6±0,5 | 4,7 | 1,38 | 0,09±0,07 |
| J | 41 | 9,3±1,0 | 11,3±1,0 | 7,3 | 1,51 | 0,0 |
| K | 8 | 6,9±0,9 | 10,0±0,9 | 0,0 | 1,25 | 0,0 |
| P | 126 | 13,8±0,6 | 17,9±0,7 | 0,1 | 1,35 | 0,0 |
| U | 12 | 14,6±2,2 | 17,5±2,6 | 16,6 | 1,08 | 0,0 |
| Visos | 497 | 12,9±0,3 | 16,0±0,3 | 7,6 | 1,35 | 0,20±0,03 |

Vidutinė visų apskaitos medžių Krafto klasė buvo 2,09, vidutinis medžių apsupimas – 2,25 balo, o vidutinis lajų matomumas – 1,79 balo (2.2 lentelė). Aukščiausia buvo karpotųjų beržų Krafto klasė – 1,50.

2.2 lentelė. Medžių būklės vertinimui įtaką galinčių turėti rodiklių duomenys

| Rūšis | Medžių skaičius, vnt. | Krafto klasė | Apsupimas, balais | Matomumas, balais | Antrinių ūglių kiekis, balais |
|-------|-----------------------|--------------|-------------------|-------------------|-------------------------------|
| A | 56 | 2,20 | 2,55 | 1,87 | 1,40 |
| BK | 26 | 1,50 | 1,85 | 1,96 | 1,0 |
| BP | 14 | 2,21 | 2,36 | 1,79 | 1,07 |
| E | 212 | 2,08 | 2,28 | 1,80 | 1,0 |
| J | 41 | 2,02 | 2,34 | 1,98 | 1,46 |
| K | 8 | 2,38 | 1,88 | 1,75 | 1,0 |
| P | 126 | 2,19 | 2,19 | 1,64 | 1,0 |
| U | 12 | 1,91 | 1,58 | 1,91 | 1,42 |
| Visos | 497 | 2,09 | 2,21 | 1,79 | 1,10 |

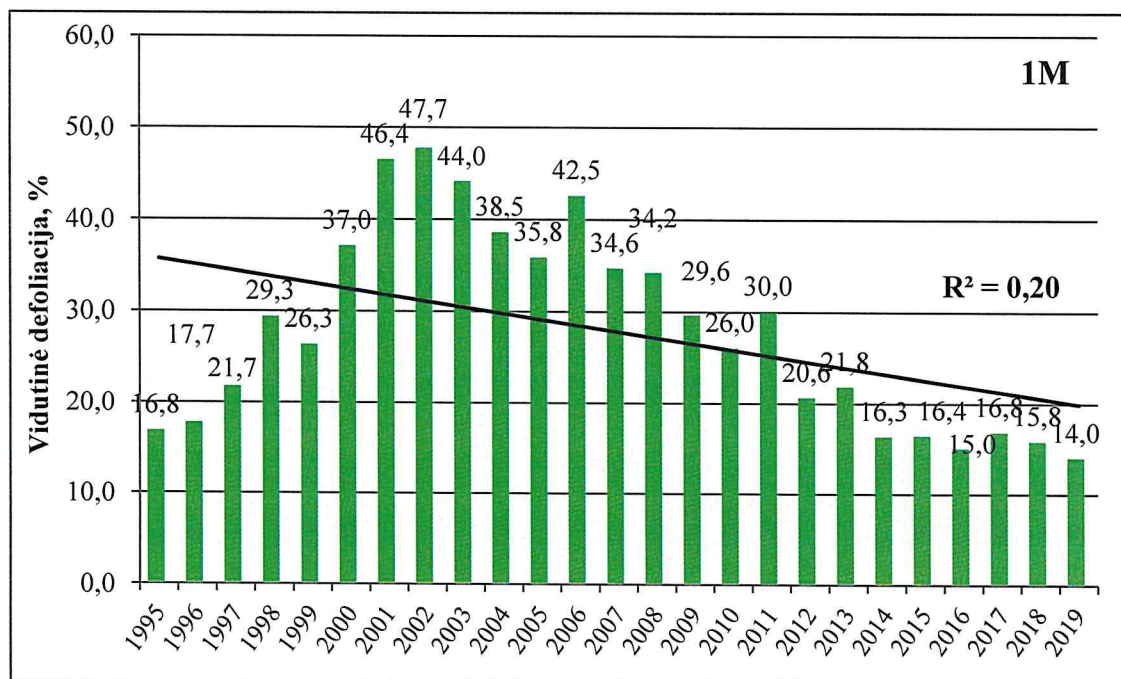
Medžių būklė 1M barelyje. Barelis įkurtas Biržų miškų urėdijos (dabar Valstybinės miškų urėdijos Biržų regioninio padalinio) Latvelių girininkijoje 1995 metais savaiminės kilmės uosio medyne (Lf augavietė, garšvinis miško tipas). Dabar pirmojo uosių ardo amžius yra 60 metų. Medžių būklės stebėjimų laikotarpiu šiame barelyje labai ryškiai atsispindėjo paskutiniu metu visoje Lietuvoje ženkliai pablogėjusi uosių būklė. Dabartiniu metu medyną 1M barelyje galima įvardinti kaip įvairiaamžį ir įvairiarūšį. Pirmajame medyno arde vyrauja eglė, uosis ir juodalksnis. Pilna I ardo rūšinė sudėtis pagal tūrį 2015 metų apskaitos duomenimis yra: 31E21U20J12D9K6Bt2B. Medyne šiuo metu susiformavo perspektyvus eglės, klevo bei drebulės pomiškis, kurį dabartiniu metu galima traktuoti kaip antrą ardą, o dalis apskaitos medžių nuo 2014 metų buvo pervesta į I ardą. Rūšių sudėtyje tiek I, tiek ir II arde žymiai padidėjo klevo ir eglės iškrentančių uosių sąskaita.

2019 metais medžių būklė 1M barelyje nustatyta pagal 49 apskaitos medžių duomenis. Iš jų 18 buvo eglių, 12 uosių bei po 8 juodalksnius bei klevus. 2019 m. vidutinė lajų defoliacija 1M barelyje buvo 14,0 % (2.4 pav.) ir 1,8 procentinio vieneto sumažėjo, lyginant su 2018 metais.

2019 metais būklės apskaitos medžiai uosiai sudarė tik 24,5 % visų būklės apskaitos medžių, kai tuo tarpu iki 1999 metų jų buvo virš 90 %. Vidutinė uosių defoliacija 17,5 %. Medžių būklei barelyje nuo 1997 metų pradėjus sparčiai blogėti, 2002 metais vidutinė defoliacija pasiekė net 47,7 % (2.4 pav.). Vidutinė viso stebėjimo laikotarpio medžių defoliacija šiame barelyje buvo 27,8%. Visgi, barelyje jau 14 metų stebima aiški medžių būklės gerėjimo tendencija. Paskutinių 6 metų laikotarpiu vidutinė lajų defoliacija 1M barelyje svyruoja 14–16,8% ribose, todėl šiuo metu medyno būklę galima vertinti kaip gerą ir stabilią. Tam turi įtakos tai, kad žuvę apskaitos medžiai (dažniausiai uosiai) buvo keičiami jaunesniais ir geresnės būklės medžiais - eglėmis ar klevais. Visgi, išlikusių uosių defoliacija 2018 m. siekė 24,6 %, o salyginai sveiki (defoliacija 0-10 %) buvo tik 2 uosiai. Vertinant visus barelio medžius 45 % priskiriami salyginai sveikų medžių grupei, 45 % menkai pažeisti, 6 % vidutiniškai pažeisti. Žuvusių medžių 2019 metais šiame barelyje nebuvo.

Vizualiai identifikuojami medžių pažeidimai šiame barelyje 2019 m. užfiksuoti tik 6,1 % apskaitos medžių, t. y. mažiausiai per laikotarpį nuo 2010 metų (2.3 lentelė). Dėl praretėjusio I medyno ardo šiame barelyje yra palyginti geras lajų matomumas (2,0 balo), vidutinis apsupimo balas, iš dalies dėl atliktų kirtimų, sumažėjo iki 1,8. Vidutinis lapijos ažūriškumas 2019 m. buvo 17,6 %, o antrinių ūglių balas buvo 1,17 ir tai yra mažiausios reikšmės 2010–2019 m. apskaitos laikotarpiu. Vidutinis derėjimo balas 0,27 balo padidėjo, lyginant su 2018 metais (1,18), ir buvo didesnis, nei 2010–2019 m. vidurkis. Vidutinės lajų defoliacijos rodikliai, mažėjantis medžių

mirtingumas bei kiti papildomi būklės rodikliai (2.3 lentelė) rodo, kad 1M barelyje medžių būklė ženkliai pagerėjo. Ateityje, matyt, uosių dalis medyne dar sumažės bei padidės eglių ir lapuočių (klevų, drebulių, juodalksnių ir kt.) dalis.



2.4 pav. Vidutinė lajų defoliacija 1M barelyje 1995-2019 metais

2.3 lentelė. Medžių būklės rodiklių kaita 1M barelyje 2010-2019 metais

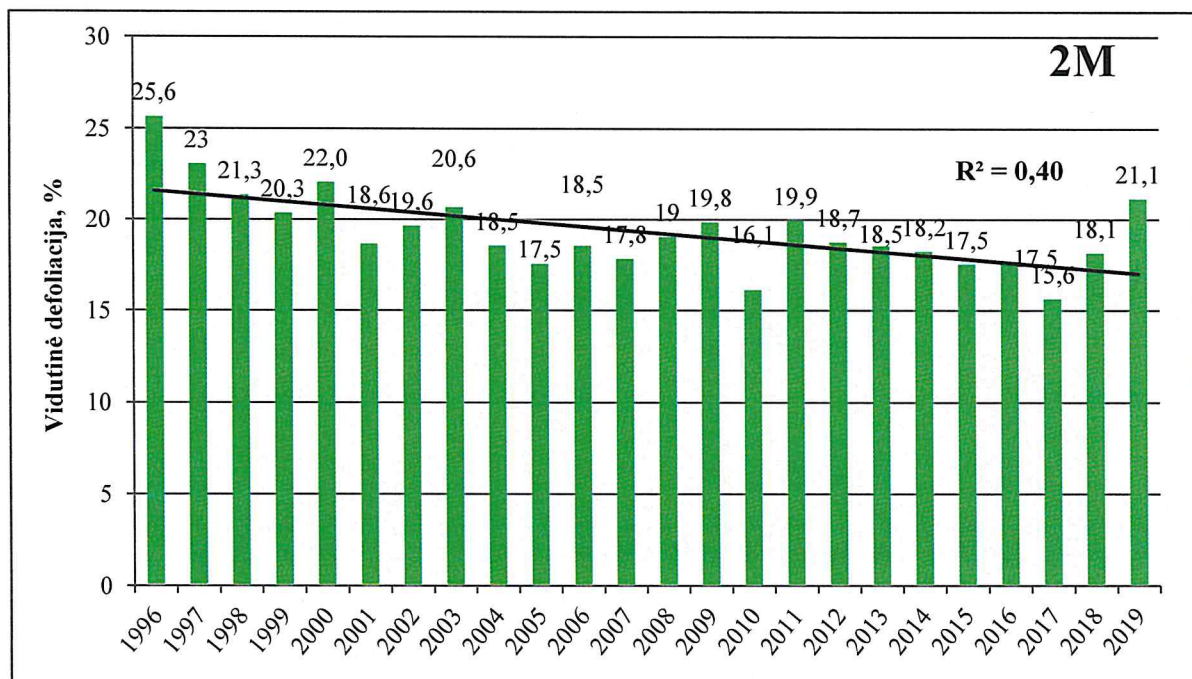
| Rodiklis | 2010 | 2011 | 2012 | 2013 | 2014 | 2015 | 2016 | 2017 | 2018 | 2019 | Vid. 2010-2019 |
|---------------------------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|----------------|
| Mirtingumas, % | 2,0 | 11,4 | 0,0 | 7,7 | 2,1 | 0,0 | 0,0 | 2,0 | 2,0 | 0,0 | 2,7 |
| Vidutinė dechromacija, % | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,2 | 0,6 | 0,2 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,1 |
| Medžių su pažeidimais kiekis, % | 20,4 | 15,9 | 18,6 | 15,4 | 12,5 | 15,7 | 21,6 | 13,7 | 26,0 | 6,1 | 16,6 |
| Lapijos ažūriškumas, % | 28,3 | 25,1 | 22,4 | 18,8 | 17,6 | 18,8 | 18,0 | 16,2 | 17,2 | 17,6 | 20,0 |
| Antriniai ūgliai, balais | 1,48 | 1,51 | 1,44 | 1,32 | 1,28 | 1,25 | 1,24 | 1,22 | 1,18 | 1,17 | 1,31 |
| Derėjimas, balais | 1,31 | 1,23 | 1,16 | 1,22 | 1,36 | 1,14 | 1,20 | 1,28 | 1,18 | 1,35 | 1,24 |

Medžių būklė 2M barelyje. Anksčiau buvęs kontrolinis medynas M. Lukino eksperimente, įveisiant liepų pomiškį po ažuolų lajomis, 1995 metais buvo pritaikytas intensyvaus miško ekosistemų monitoringo stebėjimams. Mišriame ažuolyne su antru eglės ardu

(2M barelyje) tyrimai pradėti 1962 metais. Dabar medyno amžius yra 107 metai. Atliekant medžių prieaugio apskaitą 2015 metais barelyje apskaityti 266 medžiai. Iš jų pirmajame arde buvo 59 ąžuolai, 28 eglės, 7 beržai ir 2 pušys. Bendras medyno tūris 2015 metais buvo 508,2 m³/ha, iš jų antrojo ardo medžių tūris buvo 78,5 m³/ha. Rūšių sudėtis per visą stebėjimo laikotarpį išlieka palyginti stabili.

Pagal 55 apskaitos medžius, iš kurių ąžuolai sudaro 78 % (42 medžiai), įvertinta vidutinė lajų defoliacija 2019 metais buvo 21,1% ir, lyginant su 2018 metais, padidėjo 2 procentiniais vienetais (2.5 pav.). Sąlyginai sveiki medžiai sudarė tik 1,8%, o vidutiniškai pažeisti 14,5%. Daugiausia, beveik 84 %, buvo menkai pažeistų (defoliacija 15-25%) medžių.

Per visą stebėjimų laikotarpį yra stebima bendra medžių būklės gerėjimo tendencija ($R^2=0,40$). 1996-1999 metais medžių būklė gerėjo po žievėgraužio tipografo invazijos, kuomet žuvo keletas barelio pakraštyje augusių eglė, o nuo 2004 iki 2018 metų vidutinė lajų defoliacija 2M barelyje neviršijo 20%. Defoliacijos svyravimai dažniausiai buvo nulemti klimatinė bei atsitiktinių veiksnių, dažniausiai susijusių su biotiniais ir abiotiniais pažeidimais. 2010–2019 m. laikotarpiu barelyje vidutiniškai apie penktadaliui medžių (19,3 %) užfiksuojami pažeidimai (2.4 lent.). 2019 m. medžių su vizualiai identifikuojamais pažeidimais procentas nustatytas beveik tris kartus didesnis, nei 2018 metais. Vidutinė lapijos dechromacija buvo 1,4%. Vidutiniškai (2010–2018 m.) šiame barelyje būna apie 1,9 % pakeitusios spalvą (dechromuotos) lapijos (2.4 lentelė).



2.5 pav. Vidutinė lajų defoliacija 2M barelyje 1996-2019 metais

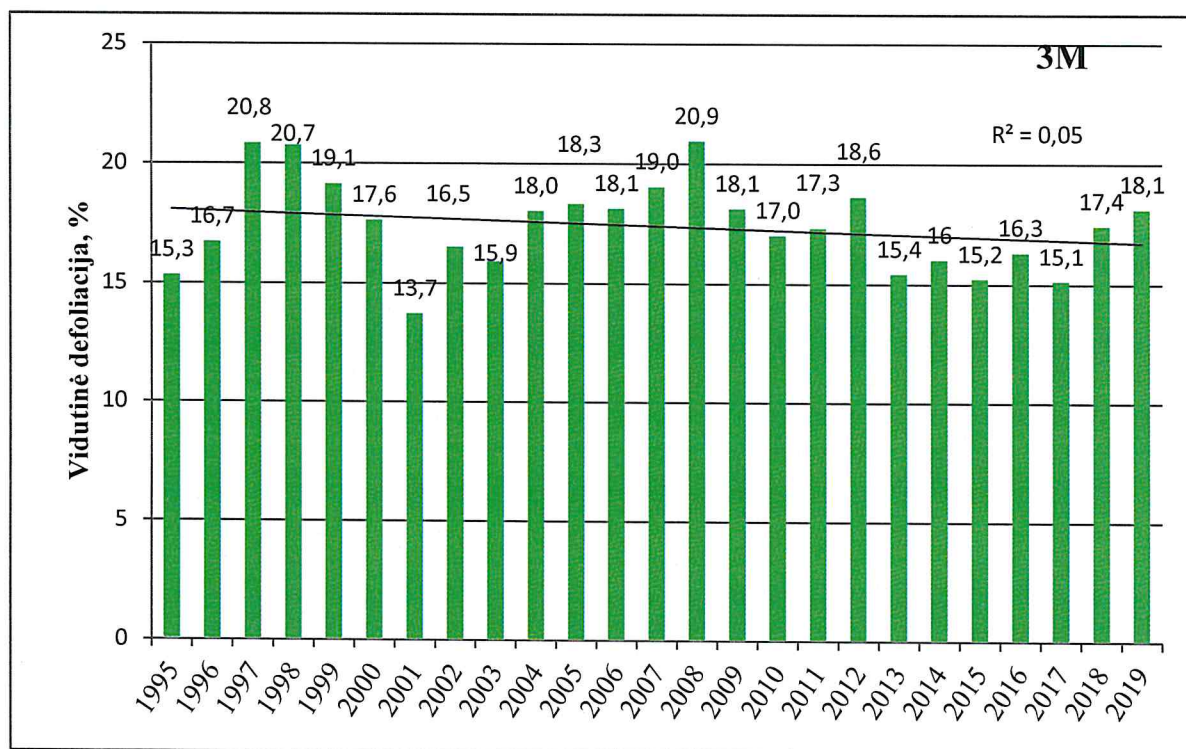
2.4 lentelė. Medžių būklės rodiklių kaita 2M barelyje 2010-2019 metais

| Rodiklis | 2010 | 2011 | 2012 | 2013 | 2014 | 2015 | 2016 | 2017 | 2018 | 2019 | Vid. 2010-2019 |
|---------------------------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|----------------|
| Mirtingumas, % | 0,0 | 2,1 | 0,0 | 0,0 | 1,8 | 1,8 | 0,0 | 1,9 | 0,0 | 0,0 | 0,8 |
| Vidutinė dechromacija, % | 3,9 | 1,1 | 3,0 | 3,5 | 1,9 | 1,8 | 2,1 | 0,0 | 0,6 | 1,4 | 1,9 |
| Medžių su pažeidimais kiekis, % | 23,4 | 14,9 | 30,4 | 32,6 | 21,8 | 23,6 | 13,2 | 1,9 | 7,3 | 23,6 | 19,3 |
| Lapijos ažūriškumas, % | 21,2 | 22,6 | 22,8 | 22,5 | 21,3 | 18,6 | 22,3 | 20,0 | 23,4 | 26,1 | 22,1 |
| Antriniai ūgliai, balais | 1,19 | 1,37 | 1,23 | 1,24 | 1,39 | 1,30 | 1,35 | 1,32 | 1,40 | 1,42 | 1,32 |
| Derėjimas, balais | 1,26 | 1,72 | 1,23 | 1,09 | 1,15 | 1,17 | 1,32 | 1,11 | 1,13 | 1,20 | 1,24 |

2019 metais užfiksuotas vidutinis derėjimo balas buvo artimas 2010-2019 metų vidurkiui (1,20 balo) (2.4 lentelė). Antrinių ūglių kiekis 2M barelyje 2010-2019 metais vidutiniškai buvo įvertintas 1,32 balo, o 2019 metais buvo didesnis už vidurkį (1,42). Vidutinis medžių mirtingumas šiame barelyje nežymus (0,8%). 2019 metais žuvusių apskaitos medžių nebuvo.

Medžių būklė 3M barelyje. Barelis įkurtas dabartinio VMU Kazlų Rūdos regioninio padalinio Jūrės girininkijoje 1995 metais gryname brukniniame pušyne. Medyno tūris 2014 metais pasiekė 479,8 m³/ha. 2014 metų prieaugio apskaitos duomenimis barelyje apmatuoti 325 medžiai.

3M barelio medžių būklė 2019 metais įvertinta pagal 48 apskaitos medžius. Septynerius paskutinius metus vidutinė pušų defoliacija mažai kinta (svyruoja nuo 15,1 iki 18,1 %). 2019 metais vidutinė lajų defoliacija šiame barelyje buvo 18,1 %, arba 0,7 procentinio vieneto didesnė, nei 2018 metais. Per visą stebėjimų laikotarpį (nuo 1995 metų) vidutinė defoliacija svyravo 13,7–20,9 % ribose (2.6 pav.). Sąlyginai sveikų medžių procentas 2019 metais buvo 20,8 %, o vidutiniškai pažeistų medžių buvo 10,4 %. 2019 metais (kaip ir ankstesniais) šiame barelyje nebuvo nustatyta spyglių dechromacijos požymių ir vizualiai matomų medžių pažeidimų. Vidutiniškai čia pažeidimai fiksuojami tik 0,4 % apskaitos medžių. Žuvusių medžių 2019 metais nebuvo užfiksuota. Vidutinis medžių mirtingumas barelyje – 0,2 %.



2.6 pav. Vidutinės lajų defoliacijos kaita 3M barelyje 1995-2019 metais

2.5 lentelė. Medžių būklės rodiklių kaita 3M barelyje 2010-2019 metais

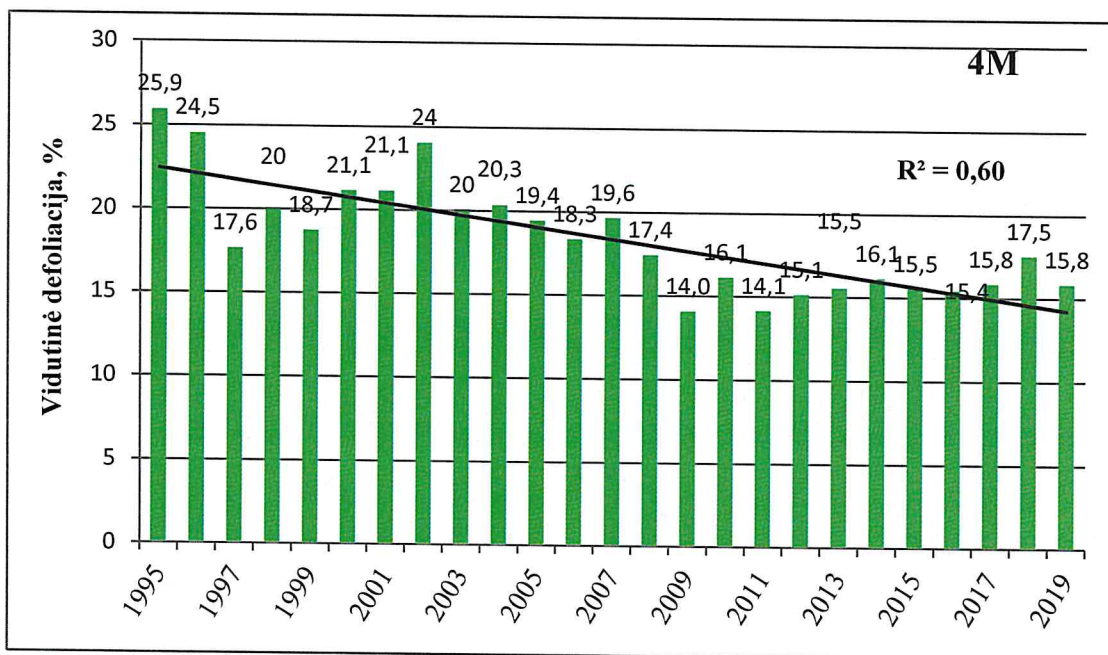
| Rodiklis | 2010 | 2011 | 2012 | 2013 | 2014 | 2015 | 2016 | 2017 | 2018 | 2019 | Vid. 2010-2019 |
|---------------------------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|----------------|
| Mirtingumas, % | 0,0 | 0,0 | 1,9 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,2 |
| Vidutinė dechromacija, % | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 |
| Medžių su pažeidimais kiekis, % | 1,9 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 2,1 | 0,0 | 0,4 |
| Lapijos ažūriškumas, % | 20,9 | 21,2 | 21,2 | 21,1 | 20,2 | 20,5 | 20,0 | 16,7 | 20,6 | 22,6 | 20,5 |
| Antriniai ūgliai, balais | 1,0 | 1,0 | 1,0 | 1,0 | 1,0 | 0,0 | 0,0 | 1,0 | 1,0 | 1,0 | 0,8 |
| Derėjimas, balais | 1,40 | 1,73 | 1,90 | 1,39 | 1,29 | 1,25 | 1,78 | 1,38 | 1,42 | 1,33 | 1,49 |

Pušų derėjimo balas 2019 m. buvo mažesnis už 2010–2019 m. vidurkį, kuris yra 1,49 (2.5 lentelė). Lapijos ažūriškumas, kaip ir vidutinė lajų defoliacija, barelyje kinta labai nežymiai, bet 2019 metais lapijos ažūriškumas padidėjo 3,9 procentinio vieneto.

Medžių būklė 4M barelyje. Valstybinių miškų urėdijos Biržų regioniniame padalinyje Latvelių girininkijoje esančiame intensyvaus monitoringo barelyje 4M (kiškiakopūstiniame beržyne su antru eglės ardu) medyno pirmasis ardas, kurį sudaro beržai, yra pasiekęs techninės

brandos amžių. 2014 metų prieaugio apskaitos duomenimis pirmojo ir antrojo ardu medžių tūriai yra beveik vienodi. 2014 metais barelyje iš viso buvo 219 medžių, iš kurių 71 – beržas. 91 metų amžiaus medyno tūris pasiekė 421,4 m³/ha, o pirmojo ardo beržų tūris – 224,4 m³/ha. Per stebėjimų laikotarpį (nuo 1995 metų) medyno sudėtyje nežymiai didėja eglės dalis.

Intensyvaus monitoringo barelyje 4M medžių būklė 2019 metais įvertinta pagal 46 apskaitos medžius. Iš jų apie 40% sudarė beržai, o 60% eglės. Vidutinė visų medžių lajų defoliacija šiais metais buvo 15,8 % (2.7 pav.) ir lyginant su 2018 metais sumažėjo 1,7 procentinio vieneto. Vidutinė beržų lajų defoliacija buvo 14,5 %, o eglių 16,7 %. Barelyje sąlygiškai sveiki medžiai sudarė 39%, o vidutiniškai pažeisti 4,3 %. Vyraavo menkai (defoliacija 15-25%) pažeisti medžiai. Žvelgiant į defoliacijos kaitos tendencijas, nuo 1995 m. stebima lajų defoliacijos mažėjimo tendencija ($R^2=0,60$), o pastaruosius vienuolika metų vidutinė lajų defoliacija yra palyginti žema – kinta nuo 14 iki 18 %.



2.7 pav. Vidutinės lajų defoliacijos kaita 4M barelyje 1995-2019 metais

Medžių mirtingumo bei dechromacijos požymių 2010-2019 m. laikotarpiu neužfiksuota. 2019 m. medžių su vizualiai nustatomais pažeidimais buvo 6,5 % (dažniausiai eglių kamienų puviniai ir žaizdos), o vidutiniškai 2010-2019 metais jų buvo apie 13 % (2.6 lentelė). Beržai ir eglės 2019 metais barelyje derėjo palyginti gausiai (vidutinis derėjimo balas – 1,36). Vidutinis lapijos ažūriškumas nedidelis ir artimas lajų defoliacijos reikšmėms.

2.6 lentelė. Medžių būklės rodiklių kaita 4M barelyje 2010-2019 metais

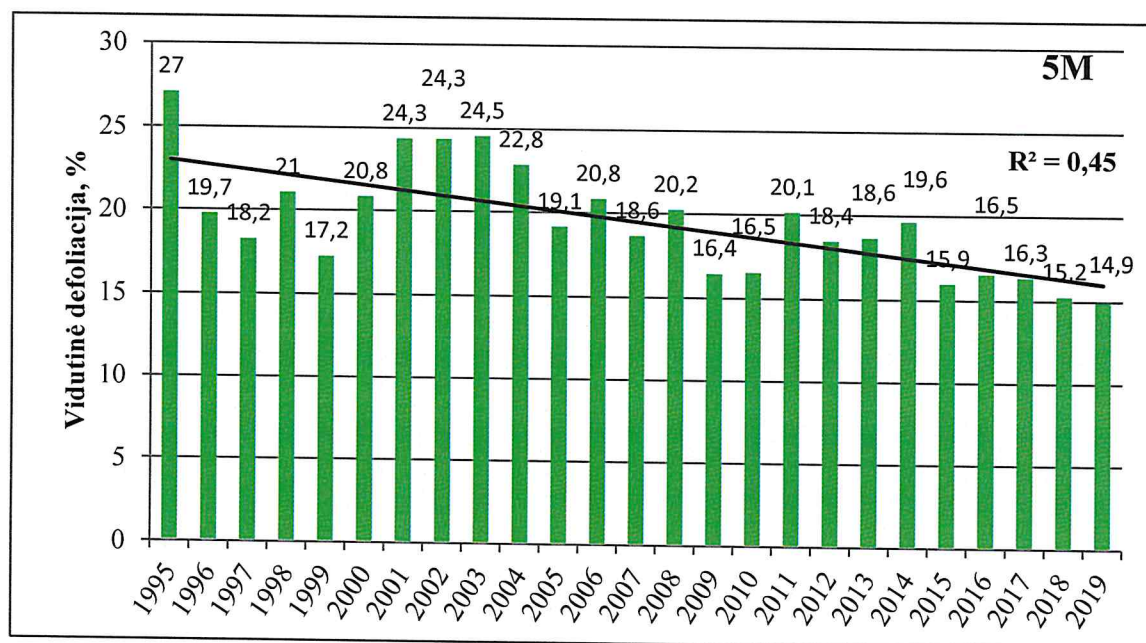
| Rodiklis | 2010 | 2011 | 2012 | 2013 | 2014 | 2015 | 2016 | 2017 | 2018 | 2019 | Vid. 2010- 2019 |
|---------------------------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|-----------------------|
| Mirtingumas, % | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 |
| Vidutinė dechromacija, % | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 |
| Medžių su pažeidimais kiekis, % | 5,3 | 6,9 | 8,6 | 6,9 | 22,4 | 27,6 | 17,5 | 17,0 | 13,2 | 4,3 | 12,7 |
| Lapijos ažūriškumas, % | 19,6 | 17,9 | 17,4 | 19,8 | 19,1 | 19,0 | 18,4 | 18,1 | 20,9 | 19,3 | 19,0 |
| Antriniai ūgliai, balais | 1,0 | 1,0 | 1,0 | 1,0 | 1,0 | 1,0 | 1,0 | 1,0 | 1,0 | 1,0 | 1,0 |
| Derėjimas, balais | 1,19 | 1,03 | 1,22 | 1,03 | 1,03 | 1,00 | 1,17 | 1,57 | 1,08 | 1,36 | 1,17 |

Medžių būklė 5M barelyje. 5M barelis įkurtas Valstybinių miškų Valkininkų regioninio padalinio Pirčiupių girininkijoje nusausintoje pelkinėje augavietėje mišriame plaukuotojo beržo ir juodalksnio medyne su antru eglės ardu. Medyno amžius – 78 metai. Didelė dalis 2 ardo eglaičių stipriai pažeistos elninių žvėrių. Rūšinėje sudėtyje nuolat didėja juodalksnio dalis, dėl dažniau iškrentančių plaukuotųjų beržų ir sąlyginai mažo antro ardo eglaičių prieaugio. 2014 metų prieaugio apskaitos duomenimis barelyje apmatuoti 268 medžiai. Iš jų 1 ardo juodalksnių buvo 49, beržų – 37, o eglių – 24 (dalis jų perėjo iš antrojo ardo). Medyno tūris 2014 metais buvo 410,8 m³/ha, o antrojo ardo tūris - 119,4 m³/ha.

5M barelyje pagal 52 apskaitos medžių duomenis įvertinta vidutinė lajų defoliacija buvo 14,9 % ir buvo artima pastarųjų penkerių metų defoliacijai (2.8 pav.). 2019 metais vidutinė juodalksnių defoliacija buvo 11,4 %, o plaukuotųjų beržų – 21,3 %. Vidutinės defoliacijos kaitoje 1995-2019 metais matome lajų būklės gerėjimo tendenciją ($R^2=0,45$). Atskirais laikotarpiais lajų defoliacija svyravo nuo 14,9 % (2019 m.) iki 27,0 % (1995 m.).

2019 metais žuvusių apskaitos medžių nebuvo užfiksuota (2.7 lentelė). 2014–2015 metų laikotarpiu pažeistų medžių procentas buvo aukštas – 30,8 ir 34,7 % atitinkamai, tačiau vėliau šis procentas sumažėjo. 2019 metais medžių su užfiksuotais biotiniais ar abiotiniais pažeidimais buvo 23,1%, t.y. artimas skaičius 2010-2019 metų vidurkiui. Daugeliui plaukuotųjų beržų buvo nustatyti lapų bei kamienų grybinių ligų pažeidimo požymiai. Būtent beržų kamienų grybinės ligos buvo svarbiausia medžių žuvimo priežastimi 2010-2018 metų laikotarpiu. Vidutinė lapijos dechromacija 2019 metais buvo 0,46 % ir buvo 3 kartus mažesnė už 2010-2019 metų vidurkį.

Vidutinis derėjimas šiais metais padidėjo iki 1,42 balo. Tai nulėmė barelyje augančių eglėlių ir juodalksnių derėjimo pagausėjimas.



2.8 pav. Vidutinės lajų defoliacijos kaita 5M barelyje 1995-2019 metais

2.7 lentelė. Medžių būklės rodiklių kaita 5M barelyje 2010-2019 metais

| Rodiklis | 2010 | 2011 | 2012 | 2013 | 2014 | 2015 | 2016 | 2017 | 2018 | 2019 | Vid. 2010-2019 |
|---------------------------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|----------------|
| Mirtingumas, % | 0,0 | 4,1 | 0,0 | 2,2 | 5,8 | 0,0 | 0,0 | 2,0 | 3,7 | 0,0 | 1,8 |
| Vidutinė dechromacija, % | 0,0 | 2,8 | 5,1 | 0,22 | 1,2 | 0,8 | 1,63 | 0,71 | 0,28 | 0,48 | 1,32 |
| Medžių su pažeidimais kiekis, % | 9,8 | 44,9 | 22,7 | 14,6 | 30,8 | 34,7 | 24,5 | 22,4 | 11,1 | 23,1 | 23,9 |
| Lapijos ažūriškumas, % | 20,6 | 19,3 | 21,3 | 20,7 | 18,3 | 18,9 | 21,5 | 17,6 | 15,4 | 19,2 | 19,3 |
| Antriniai ūgliai, balais | 1,08 | 1,27 | 1,36 | 1,37 | 1,39 | 1,47 | 1,43 | 1,50 | 1,46 | 1,38 | 1,37 |
| Derėjimas, balais | 1,38 | 1,23 | 1,25 | 1,37 | 1,37 | 1,10 | 1,62 | 1,33 | 1,13 | 1,42 | 1,32 |

Medžių būklė 7M barelyje. VMU Dubravos regioninio padalinio Šilėnų girininkijoje įkurtas 7M barelis – nusausintoje augavietėje susiformavęs mėlyninis beržynas su antru eglės ardu yra 61 metų amžiaus. 2014 metų apskaitos duomenimis medyno tūris siekė 431 m³/ha. Pirmojo ardo beržų tūris buvo 242 m³/ha, o antrojo ardo eglėlių – 190 m³/ha. Beržai buvo pasiekę 23,3 cm vidutinį skersmenį bei 24,5 m vidutinį aukštį. 2015 metais antruoju atveju iškirtus

pirmąjį beržo arda įvyko esminiai medyno struktūros pokyčiai. Šiuo metu tai grynas eglės medynas (2.9 pav.).

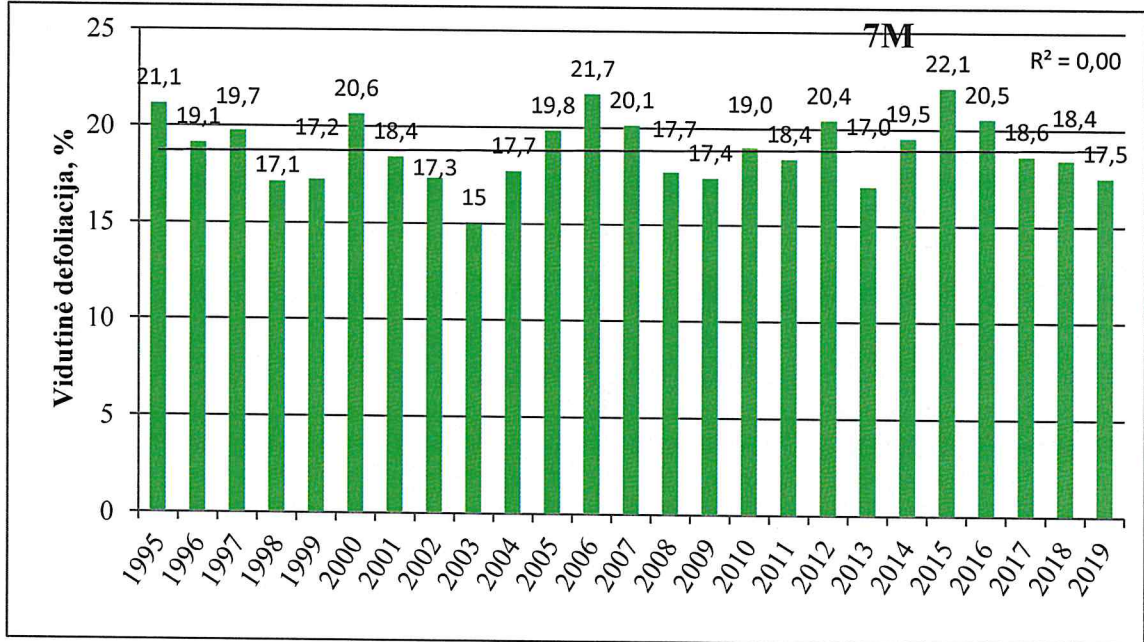
Pasikeitus medyno rūšių sudėčiai ir iškirtus didžiąją dalį apskaitos medžių, vietoj jų buvo atrinkti nauji. Šiame barelyje medžių būklė 2019 metais įvertinta pagal 60 apskaitos medį (59 eglės ir 1 pušis). Vidutinė lajų defoliacija buvo 17,5 % (2.10 pav.). 2019 metais barelyje 12 apskaitos medžiai (20 % nuo visų apskaitytų) buvo įvertinti kaip sąlyginai sveikas (lajų defoliacija 0-10 %), 4 medžiai (6,6 %) kaip vidutiniškai pažeisti, o likusi dalis – menkai pažeisti (defoliacija 11-25 %). Defoliacijos padidėjimas 2015 metais didžia dalimi buvo nulemtas naujų į apskaitą įvestų medžių, kurių didžioji dalis buvo buvusio antrojo ardo eglės, kurias atidengus nuo beržų pavėsio, išryškėjo didžiulis lajų peršviečiamumas (angl. *crown transparency*). Visgi, 2016-2019 metais stebimas defoliacijos mažėjimas. Tikėtina, jog buvusios antrojo ardo eglės po keleto metų suformuos dar sodresnes lajas ir defoliacija stabilizuosis.



2.9 pav. 7M barelio vaizdas po atvejinių kirtimų 2018 metais

Vizualiai identifikuojami pažeidimai 2019 metais šiame intensyvaus monitoringo barelyje užfiksuoti 10,0 % apskaitos medžių. Didžiąją pažeidimų dalį sudarė kamienų ir lajų pažeidimai, susiję su kirtimu. Lapijos dechromacija nebuvo nustatyta, kaip ir medžių mirtingumas. Eglių derėjimas šiais metais buvo 1,13 balo (2.8 lentelė).

2016 - 2019 metais barelyje stebima eglių lajų ažūriškumo mažėjimo tendencija, kuri sutampa su aptartu lajų defoliacijos mažėjimu.



2.10 pav. Medžių defoliacijos kaita 7M barelyje 1995-2019 metais

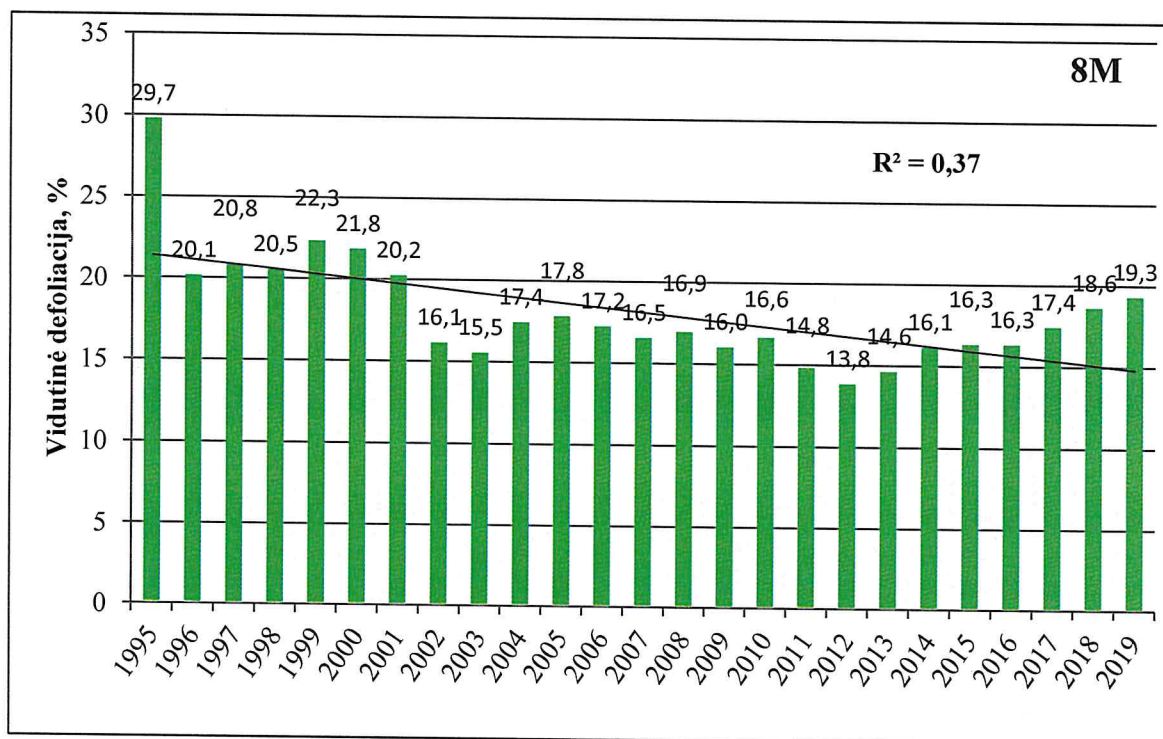
2.8 lentelė. Medžių būklės rodiklių kaita 7M barelyje 2010-2019 metais

| Rodiklis | 2010 | 2011 | 2012 | 2013 | 2014 | 2015 | 2016 | 2017 | 2018 | 2019 | Vid. 2010-2019 |
|---------------------------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|----------------|
| Mirtingumas, % | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 1,6 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,2 |
| Vidutinė dechromacija, % | 0,7 | 0,0 | 1,0 | 0,66 | 1,1 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,3 | 0,0 | 0,4 |
| Medžių su pažeidimais kiekis, % | 7,9 | 3,2 | 11,5 | 3,3 | 39,3 | 8,1 | 12,9 | 9,7 | 13,1 | 10,0 | 11,9 |
| Lapijos ažūriškumas, % | 24,1 | 22,4 | 23,4 | 21,5 | 21,8 | 28,3 | 24,9 | 22,6 | 23,4 | 22,1 | 23,5 |
| Antriniai ūgliai, balais | 1,0 | 1,18 | 1,05 | 1,0 | 1,0 | 1,0 | 1,0 | 1,0 | 1,0 | 1,0 | 1,0 |
| Derėjimas, balais | 1,21 | 1,02 | 1,34 | 1,08 | 1,16 | 1,05 | 1,23 | 1,15 | 1,00 | 1,13 | 1,14 |

Medžių būklė 8M barelyje. Valstybinių miškų urėdijos (VMU) Varėnos Regioniniame padalinyje Dainavos girininkijoje, Pietų Lietuvai būdingame gryname brukniniame pušyne įkurtame 8M barelyje medyno amžius – 99 metai. 2002 metų vasarą Varėnos apylinkėse praūžus škvalui, barelyje išversta ar nulaužta beveik ketvirtadalis (22,8 %) apskaitos medžių. Medžių tankumas šiame barelyje sumažėjo nuo 513 vnt./ha (2000 m.) iki 392 vnt./ha (2005 m.). Medyno tūris 2014 metais buvo 403,3 m³/ha. Po škvalo barelyje pradėjo formuotis gana tankus pušies ir beržo pomiškis.

Medžių būklė 2019 metais įvertinta pagal 51 apskaitos medį. Vidutinės lajų defoliacijos kaitoje (nuo 1995 m.) 8M barelyje stebima ryški jos mažėjimo tendencija ($R^2=0,37$), tačiau paskutiniuosius 6 metus vidutinė lajų defoliacija padidėjo nuo 13,8 % iki 19,3 % (2.11 pav.).

2019 metais tik 1 apskaitos medžiui (2,0 %) buvo užfiksuoti vizualiai nustatomi medžių pažeidimai (2.9 lentelė). Vidutinis derėjimo balas 2019 metais buvo 1,35, o vidutinis pušų derėjimo balas 2010-2019 metų laikotarpiu buvo 1,52. Žuvusių medžių bei spyglių dechromacijos požymių 2019 metais, kaip ir ankstesniais metais, 8M barelyje neužfiksuota (3.10 lentelė).

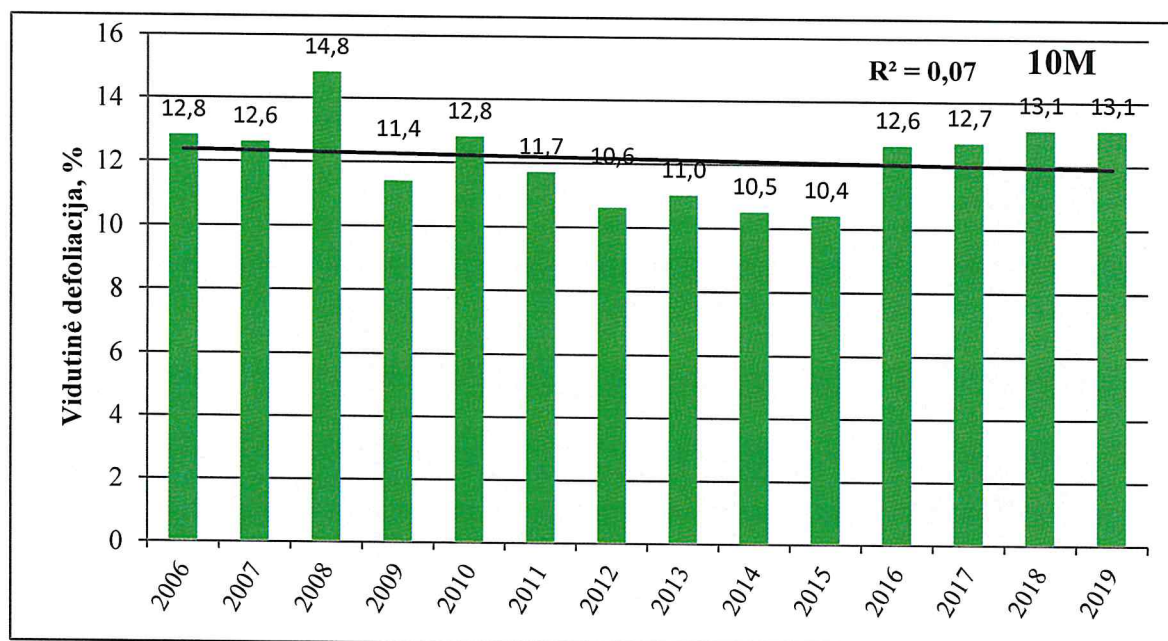


2.11 pav. Vidutinės defoliacijos kaita 8M barelyje 1995-2019 metais

2.9 lentelė. Medžių būklės rodiklių kaita 8M barelyje 2010-2019 metais

| Rodiklis | 2010 | 2011 | 2012 | 2013 | 2014 | 2015 | 2016 | 2017 | 2018 | 2019 | Vid. 2010-2019 |
|---------------------------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|----------------|
| Mirtingumas, % | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 |
| Vidutinė dechromacija, % | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 |
| Medžių su pažeidimais kiekis, % | 5,7 | 1,9 | 1,9 | 1,9 | 1,9 | 3,8 | 3,8 | 3,9 | 3,8 | 2,0 | 3,1 |
| Lapijos ažūriškumas, % | 22,0 | 19,8 | 18,1 | 19,2 | 20,8 | 20,5 | 21,3 | 21,8 | 28,8 | 24,3 | 21,7 |
| Antriniai ūgliai, balais | 1,0 | 1,0 | 1,0 | 1,0 | 1,0 | 1,0 | 1,0 | 1,0 | 1,0 | 1,0 | 1,0 |
| Derėjimas, balais | 1,68 | 1,72 | 1,42 | 1,79 | 1,33 | 1,48 | 1,73 | 1,43 | 1,27 | 1,35 | 1,52 |

Medžių būklė 10M barelyje. Barelis išskirtas 2006 metais VMU Kretingos RP Mikoliškių girininkijoje, Lc augavietėje, buvusioje žemės ūkio paskirties žemėje įveistuose bandomuose eglės želdiniuose. Barelis apima bandymo variantą, kur medynas 2003 metais buvo išretintas iki 600 vnt/ha tankumo dabartiniu metu medžių tankumas barelyje sumažėjo iki 535 vnt/ha. Iš viso 0,243 ha barelio plote yra 135 apskaitos medžiai. Medžių amžius – 40 metų. Medyno tūris – 346,7 m³/ha (2014 metais).



2.12 pav. Vidutinės lajų defoliacijos kaita 10M barelyje 2006-2019 metais

Pagal 54 būklės apskaitos medžius įvertinta vidutinė eglės defoliacija buvo 13,1 % ir yra nepakitusi lyginant su 2018 metais. (2.12 pav.). Nuo barelio įkūrimo (2006 m.) vidutinė lajų

defoliacija kinta 10,4 – 14,8 % ribose o ryškesnės vidutinės defoliacijos pokyčių tendencijos neišryškėjo. Barelyje visu stebėjimo laikotarpiu išlieka stabili gera lajų būklė. 2019 metais pusę apskaitos medžių sudarė sąlygiškai sveiki medžiai, o vidutiniškai pažeistų eglių 2019 metais nebuvo užfiksuota.

Lapijos dechromacijos požymiai apskaitos medžiams 2019 metais, kaip ir ankstesniais, nebuvo nustatyti. Medžių su visualiai matomais pažeidimais taip pat nenustatyta. Eglės 2018 metais derėjo labai gausiai (2.13 pav.). Vidutinis derėjimo balas siekė net 2,30 balo. Tik viena eglė iš visų apskaitos medžių nederėjo. (2.10 lentelė).



2.13 pav. Eglių derėjimas 10M barelyje 2019 metais

2.10 lentelė. Medžių būklės rodiklių kaita 10M barelyje 2010-2019 metais

| Rodiklis | 2010 | 2011 | 2012 | 2013 | 2014 | 2015 | 2016 | 2017 | 2018 | 2019 | Vid. 2010-2019 |
|---------------------------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|----------------|
| Mirtingumas, % | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 1,8 | 1,8 | 0,0 | 0,0 | 0,4 |
| Vidutinė dechromacija, % | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 |
| Medžių su pažeidimais kiekis, % | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 3,6 | 0,0 | 1,8 | 0,0 | 0,0 | 1,9 | 0,6 |
| Lapijos ažūriškumas, % | 16,0 | 14,4 | 12,9 | 15,8 | 12,5 | - | 14,0 | 13,4 | 15,6 | 15,6 | 14,5 |
| Antriniai ūgliai, balais | 1,0 | 1,0 | 1,0 | 1,0 | 1,0 | - | 1,0 | 1,0 | 1,0 | 1,0 | 1,0 |
| Derėjimas, balais | 1,02 | 1,11 | 1,28 | 1,0 | 1,05 | 1,00 | 1,06 | 1,0 | 1,0 | 2,30 | 1,18 |

Medžių būklė 11M barelyje. Barelis išskirtas Valstybinių miškų urėdijos Dubravos padalinio Vaišvydavos girininkijos 82 kvartalo 29 sklype eglės, pušies ir ąžuolo želdiniuose. Želdiniai pasodinti 4,8 ha ploto sklype po plynujų sanitarinių kirtimų dėl žievėgraužio tipografo invazijos 1996 metais. Barelio rūšių sudėtyje pagal medienos tūrį vyrauja eglės (74%), pušys (20%) ir ąžuolai (6%).

Medžių būklė 11M barelyje 2019 metais įvertinta pagal 81 apskaitos medį (44 eglės, 25 pušys ir 12 ąžuolų). Pagrindiniai medžių būklės rodikliai pateikti 2.11 lentelėje. Dauguma medžių būklės rodiklių 2019 metais, lyginant su 2018 metais beveik nepakito. Ženkliai padidėjo (iki 1,37 balo) vidutinis medžių derėjimo balas dėl ženklus eglų derėjimo barelyje (kaip ir visoje Lietuvoje) padidėjimo.

2.11 lentelė. Pagrindiniai medžių būklės rodikliai 10M barelyje 2018 ir 2019 metais

| Rodiklis | 2018 | 2019 |
|--|-----------|-----------|
| Visos lajos defoliacija, % | 12,6±0,5 | 12,0±0,5 |
| Viršutinio lajos trečdaliao defoliacija, % | 9,1±0,4 | 9,2±0,4 |
| Lajų apsupimas, balai | 2,45±0,6 | 2,48±0,6 |
| Lajos matomumas, balai | 2,06±0,03 | 2,10±0,05 |
| Mirtingumas, % | - | 0,0 |
| Vidutinė dechromacija, % | 0,19±0,14 | 0,0 |
| Medžių su pažeidimais kiekis, % | 2,5 | 0,0 |
| Lapijos ažūriškumas, % | 16,8±0,4 | 15,6±0,6 |
| Antriniai ūgliai, balais | 0,0 | 0,0 |
| Derėjimas, balais | 1,09±0,03 | 1,37±0,05 |

3. PAŽEMIO OZONO SUKELTI LAPIJOS PAŽEIDIMAI

Priežemio ozonas (O_3) yra antrinis oro teršalas, kuris susidaro fotocheminių reakcinių metu iš savo pirmtakų. Yra nustatyti du pagrindiniai ozono susidarymą skatinantys šaltiniai – autotransportas ir teršalai, kuriuos išmeta energetikos bei pramonės įmonės (Pudasainee et al., 2006). Ištirta, kad 64,8 % visų į orą patenkančių teršalų, kurių sudėtyje yra ozono formavimasi sukeliančių pirmtakų NO_x , angliavandenilių ir CO išmeta autotransportas (Lam et al., 2005). Šiuo metu O_3 koncentracija yra ženkliai didesnė Šiauriniame Žemės pusrutulyje (35-50 ppb), lyginant su Pietiniu (15-25 ppb).

Troposferoje esantis ozonas yra žalingas oro teršalas, kenkiantis ne tik žmonių sveikatai, bet ir pažeidžiantis augaliją (Agathokleous et al., 2015; Ochoa-Hueso et al., 2017). Mokslininkai pripažįsta, kad šiuo metu tai yra pats kenksmingiausias augalijai oro teršalas (Matyssek et al., 2010; Ainsworth et al., 2012; Fuhrer et al., 2016). Didesnė priežemio ozono koncentracija paveikia augalų lapus, todėl sumažėja fotosintezę vykdančio paviršiaus plotas, nukenčia medžių prieaugis bei javų derlius. Pavyzdžiui, Ashworth ir kt. (2013) nustatė, kad dėl troposferos ozono sukeltų pažeidimų metinis kviečių, priskiriamų labai jautrių ozono pažeidimams augalų grupei, derlius sumažėjo 3,5 %, o kukurūzų, kurie priklauso atsparių ozono pažeidimams augalų grupei, 1,0 %. Buvo iškelta hipotezė, kad panašiai didesnės priežemio ozono koncentracijos gali veikti ir medžių prieaugį. Tyrimai patvirtino, kad medžiai, augantys užterštose teritorijose, dalį savo prieaugio praranda dėl O_3 poveikio, tačiau mokslininkai iki šiol nesurado vieningo atsakymo. Proietti ir kt. (2016) nustatė, kad Europos miškai dėl troposferos ozono poveikio 2000-2010 metais prarasdavo nuo 0,4 iki 30% savo pirminės produkcijos per metus.

Europoje svarbios medžių rūšys – paprastasis bukas ir paprastoji eglė – yra laikomos jautrios O_3 poveikiui. Nustatyta, kad Europos Intensyvaus monitoringo ploteliuose paprastasis bukas dažniausia turi vizualiai matomų ozono pažeidimų ant lapų (Michel, Seidling, 2016). Vienas Šveicarijoje atliktas tyrimas su paprastuoju buku parodė, kad stebėti medžiai prarado 19,5% savo prieaugio dėl priežemio ozono poveikio (Braun et al. 2014). Wittig ir kt. (2009) padarė išvadą, kad miško biomasė sumažėjo vidutiniškai 7% dėl troposferoje esančio O_3 koncentracijos padidėjimo nuo prieš industrinio lygio (10 ppb) iki dabartinio (40 ppb). Taip pat, remiantis šiuo tyrimu prognozuojama, kad iki 2100 metų miško biomasė sumažės vidutiniškai 17% lyginant su prieš industriniu laikotarpiu. Mokslininkai atkreipia dėmesį į tai, jog Europoje galiojantys augalijos apsaugos nuo oro taršos standartai yra pagrįsti ozono koncentracijos troposferoje reguliavimu, tačiau reikėtų prisiminti, kad O_3 patenka pro praviras lapų žioteles,

todėl net ir nedidelė jo koncentracija gali pažeisti augalą. Taip pat, literatūroje nurodoma, kad vizualiai matomų lapijos pažeidimų atsiradimas labiau priklauso nuo individualaus augalo savybių bei aplinkos sąlygų, negu nuo ozono koncentracijos (Anav et al., 2016; De Marco et al., 2015). Todėl, nors ir esant nedidelei pažemio ozono koncentracijai Lietuvoje nustatytas didesnis negu 50% ozono pažeidimų paplitimas tyrimo vietose, kai tuo tarpu didelės troposferos ozono koncentracijos veikiamose šalyse, tokiose kaip Italija, vizualiai matomų lapijos pažeidimų didesnėje teritorijoje nebuvo nustatyta, tik keliuose stebėjimo ploteliuose jų paplitimas siekė iki 50% tyrimo vietų (Bussotti, Ferretti, 2009; Michel, Seidling, 2016).

Šiuo metu troposferos ozono koncentracijos stebėjimas bei jo sukeltų lapijos pažeidimų vertinimas yra kertinė programos ICP-Forest kryptis. Remiantis 2016 metų ICP Forest ataskaitos duomenimis, devyniolika Europos valstybių, dalyvaujančių Intensyvaus miškų monitoringo programoje, vykdo ozono poveikio sumedėjusių augalų lapijai stebėjimus (Michel, Seidling, 2016). Naujausioje ICP-Forest programos ataskaitoje pranešama, kad 2000-2014 metų laikotarpiu Europoje stebimas troposferos ozono koncentracijos mažėjimas po 0,63 ppb per metus vegetacijos sezono (gegužė-rugsėjis) metu (Schaub et al., 2018). Lietuvos II lygio miškų monitoringo ploteliuose 2001-2014 metų laikotarpiu buvo nustatytas labai nedidelis minėto teršalo koncentracijos mažėjimas (nuo 0.011 ppb 10M iki 0,46 ppb 3M ploteliuose). Tačiau nepaisant ozono koncentracijos mažėjimo troposferoje (Oltmans et al., 2013; Schaub et al., 2018), Europoje vis dar stebima jo sukelta žala augalijai (Sicard et al., 2017; Cailleret et al., 2018; Mills et al., 2018). Taip pat svarbu pastebėti, kad nors Europoje ir stebima pirminių oro teršalų koncentracijų, lemiančių ozono susidarymą troposferoje mažėjimas, vis dėl to jo susidarymui didžiausią įtaką turi meteorologiniai veiksniai. Vieni iš svarbiausių aplinkos veiksnių, darančių įtaką vizualiai matomų priežemio ozono sukeltų lapijos pažeidimų ant augalų lapų paviršiaus atsiradimui yra aplinkos oro temperatūra ir saulės spinduliuotė. Vidutinė oro temperatūra Lietuvoje pakilo 0,7-0,9°C 1991-2006 laikotarpiu, palyginus su 1961-1990 (Republic of Lithuania, 2010). Didžiausia metinė saulės spinduliuotė nustatoma Pietvakarinėje šalies dalyje (apie 3690 MJ m⁻²) (Buivydaite, 2005).

Lietuvos teritorija yra įsikūrusi tarp Centrinės Europos, kur oro tarša yra opi problema, ir Skandinavijos, kurioje yra mažesnis oro užterštumas (EPA, 2018). Todėl mūsų šalis tinkamiausia vieta norint ištirti vidutinės oro taršos poveikį miškų būklei ir augimui (Ozolinčius et al., 2005). Priežemio sukelti ozono pažeidimai Lietuvoje vertinami 12 metų. Mūsų šalis, kartu su Ispanija, Šveicarija, Vengrija, Italija ir Slovakija yra priskiriama prie ilgiausiai šiuos pažeidimus stebinčių šalių. Po daugiamečių stebėjimų jau galima nustatyti tam tikras tendencijas.

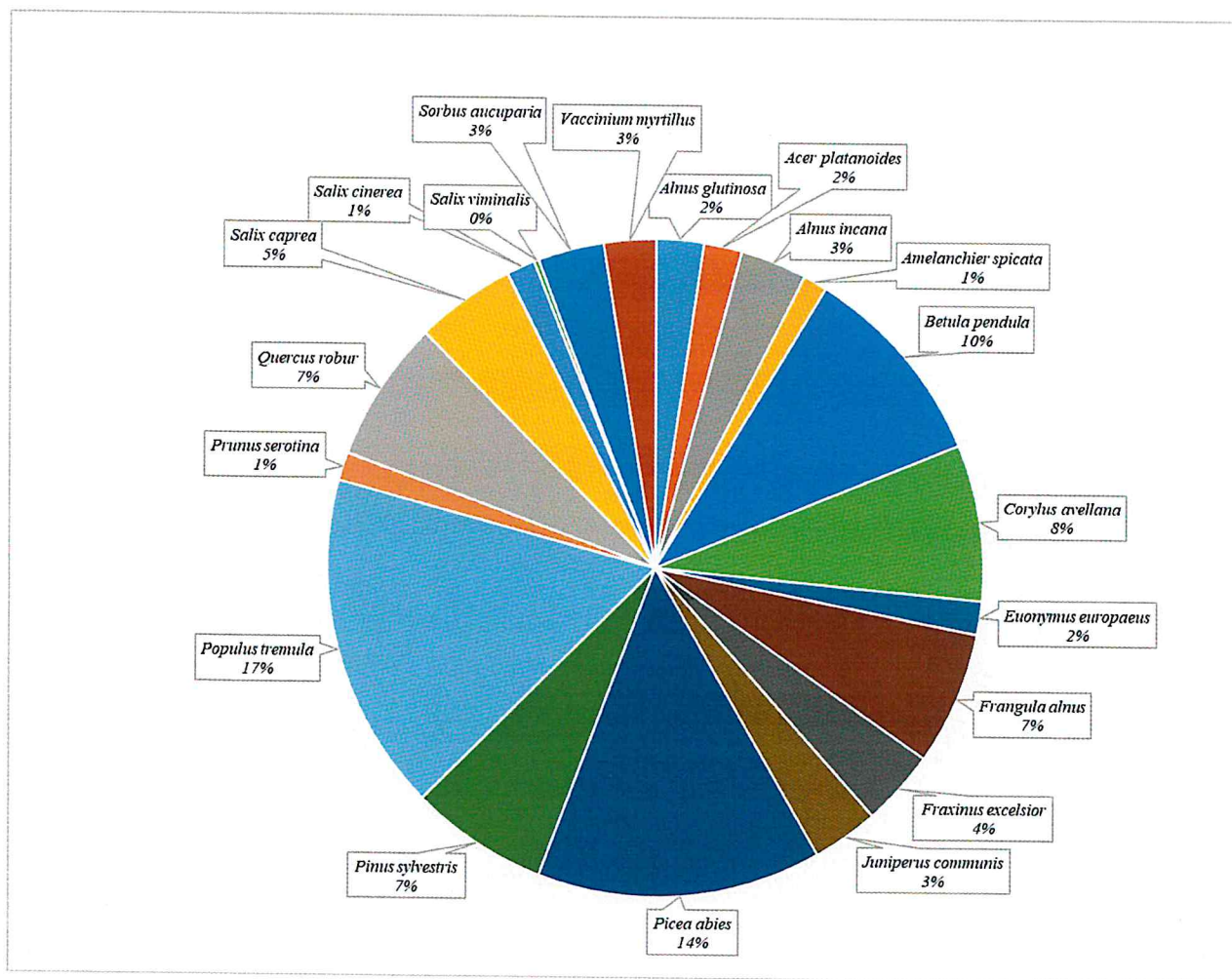
Nepaisant to, kad Šiaurės rytų Europoje AOT40 (bendras poveikis viršijus žemiausią 40 ppb ribą) neviršija kritinio lygio, mūsų tyrimai parodė, kad ozono koncentracija troposferoje gali būti pakankama, kad pažeistų augaliją. O₃ sukeltų pažeidimų vertinimas II lygio intensyvaus miškų monitoringo ploteliuose atliekamas remiantis ICP-Forest programos standartizuotą metodiką, pasirenkamas laikas rugpjūčio mėn. pabaigoje - rugsėjo mėn. pradžioje. Buvo nustatyta, kad Lietuvos teritorijoje 2001–2014 metais priežemio ozono koncentracija mažėjo nuo 0,46 iki 0,11 ppb per metus (Araminienė et al., 2019). Ankstesni tyrimai parodė, kad Lietuvoje 1982–2008 metais priežemio ozono koncentracija didėjo po 4.2 ppb per metus (Girgždienė et al., 2009). Naudojant WRF-CHIMERE programa buvo sumodeliuotas priežemio ozono koncentracijos kitimas 2001–2014 metais kiekviename II lygio monitoringo plotelyje. Gauta, kad visuose ploteliuose ozono koncentracija palaipsniui mažėjo: 1M plotelyje – 0,024; 2M – 0,036; 3M – 0,046; 4M – 0,025; 5M – 0,032; 6M – 0,040; 7M – 0,043; 8M – 0,030 ir 10M – 0,011 (Araminienė et al., 2019).

2019 metais prie kiekvieno IMB atviroje vietoje buvo išskirtos saulės apšviestos aikštelės (SATA). Kiekvienoje aikštelėje vizualiai matomi pažemio ozono sukelti pažeidimai vertinti 14-oje 1x2 m dydžio plotelių. 2019 metais visuose IMB buvo vertintos 20 sumedėjusių augalų rūšių (3.1 pav.). Visose SATA dominavo *Populus tremula* (sudarė 17% visų vertintų rūšių), *Picea abies* (14%) ir *Betula pendula* (10%). Taip pat nemažai buvo vertinta *Corylus avellana* (8%), *Quercus robur* (7%), *Frangula alnus* (7%) ir *Pinus sylvestris* (7%).

Per 2007–2019 metų laikotarpį, devyniuose II lygio miškų monitoringo ploteliuose, vertintos vidutiniškai 64 sumedėjusių augalų rūšys. Šiuo laikotarpiu, kasmet Lietuvoje įvertinta vidutiniškai 14 sumedėjusių augalų rūšių. Vykdamas Intensyvaus miškų monitoringo programą, 2002–2014 metais, Europoje vertintos 285 sumedėjusių augalų rūšys, augančios 169 monitoringo ploteliuose. Gauti rezultatai parodė, kad ozono pažeidimai nustatyti 55% stebėjimo barelių, o 26% vertintų augalų rūšių turėjo vizualiai matomus lapijos pažeidimus (Michel, Seidling, 2016).

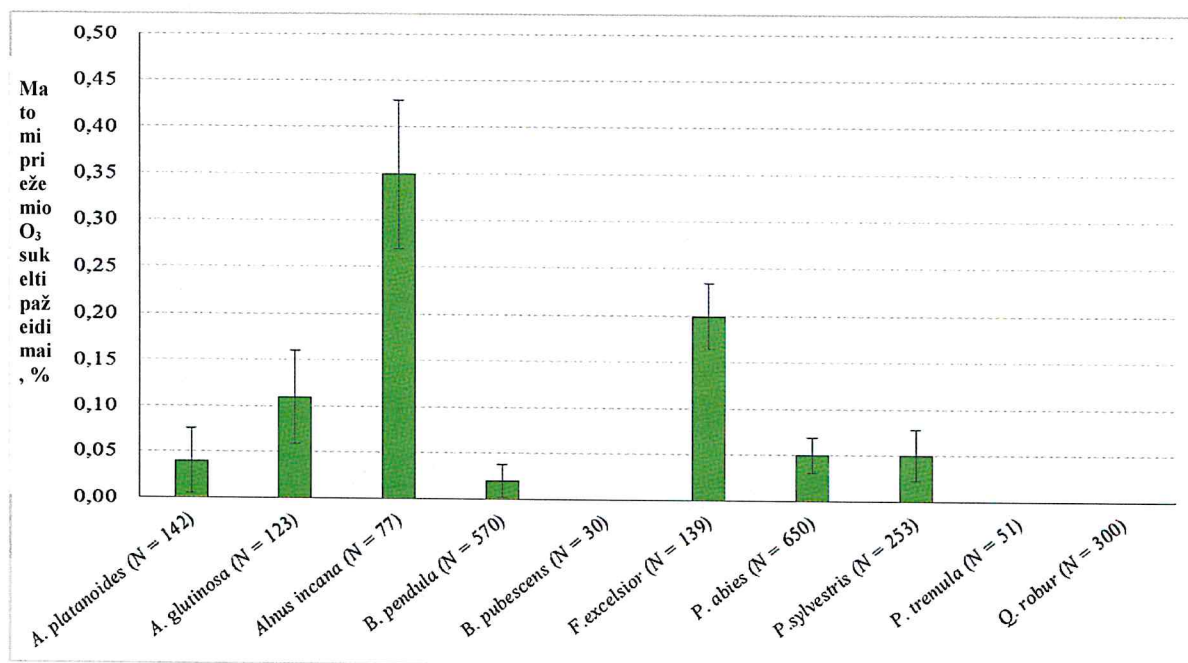
3.2 ir 3.3 paveiksluose pateikiamas vizualiai matomų priežemio ozono sukeltų pažeidimų vertinimas dešimčiai svarbiausių Lietuvos medžių rūšių ir kitai apskaitos ploteliuose pasitaikiusiai sumedėjusiai augalijai per 2007-2019 metų laikotarpį. Duomenys parodė, kad priežemio O₃ sukeltų pažeidimų per stebėjimo laikotarpį nebuvo nustatyta trims medžių rūšims - *Quercus robur*, *Betula pubescens* ir *Populus tremula* (3.2 pav.). Abi vyraujančios spygliuočių rūšys – *Pinus sylvestris* ir *Picea abies* – parodė nežymią reakciją į priežemio ozono koncentraciją, apie 0,05% visų stebėtų šių rūšių medžių buvo pažeisti. Apibendrinus visus 2007-

2019 metų stebėjimų duomenis, paaiškėjo, jog jautriausia rūšis, troposferoje susidarančio O₃ poveikiui, buvo *Alnus incana* (0,35%).

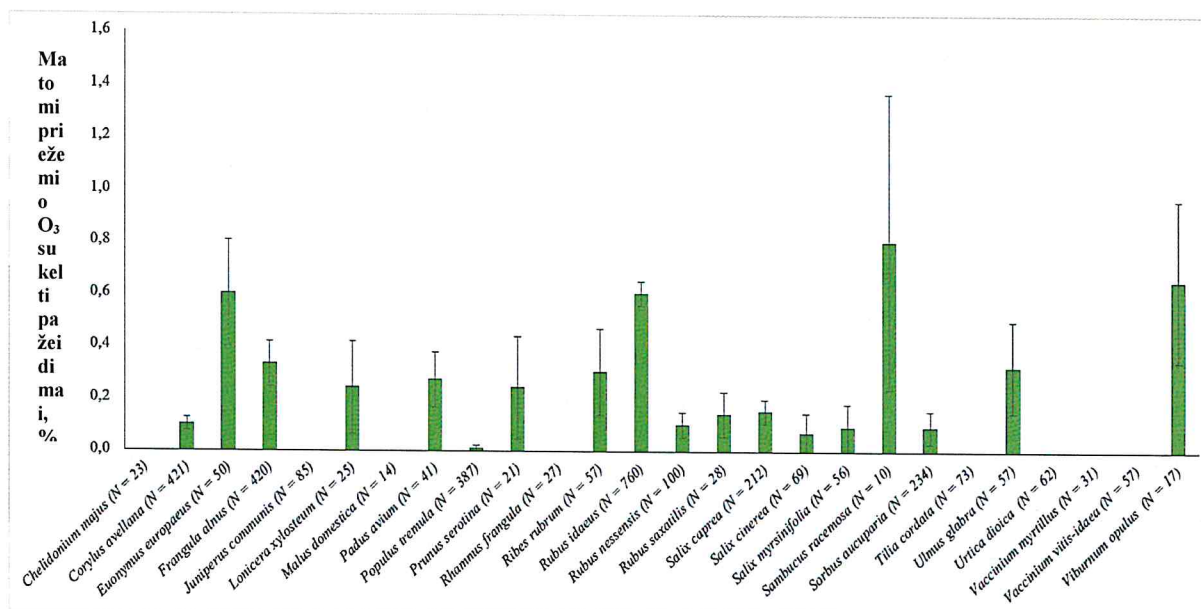


3.1 pav. Visų vertinų sumedėjusių augalų rūšių pasiskirstymas (%) visuose II lygio miškų monitoringo ploteliuose 2019 metais.

2007–2019 metais, vertinant galimai priežemio O₃ sukeltus pažeidimus ant kitų sumedėjusių augalų, buvo nustatyta, kad labiausiai pažeidžiamos rūšys buvo *Sambucus racemosa* (0,80%), *Viburnum opulus* (0,65%), *Euonymus europaeus* (0,60%) ir *Rubus idaeus* (0,60%) (3.3 pav.). Tuo tarpu, *Rhamnus frangula*, *Juniperus communis*, *Tilia cordata*, *Chelidonium majus*, *Urtica dioica*, *Vaccinium myrtillus*, *Vaccinium vitis-idaea* ir *Malus domestica* nerodė jokių simptomų.



3.2 pav. Vidurinis matomų priežemio ozono sukeltų pažeidimų skaičius (%) ± standartinis nuokrypis (SE) ir medžių, kuriems įvertinti ozono sukelti lapijos pažeidimai skaičius (N) 2007-2017 metų laikotarpiu.

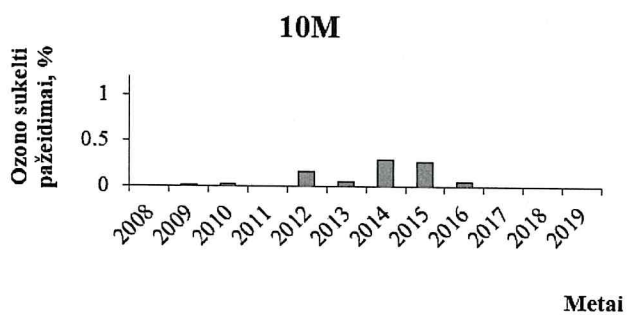
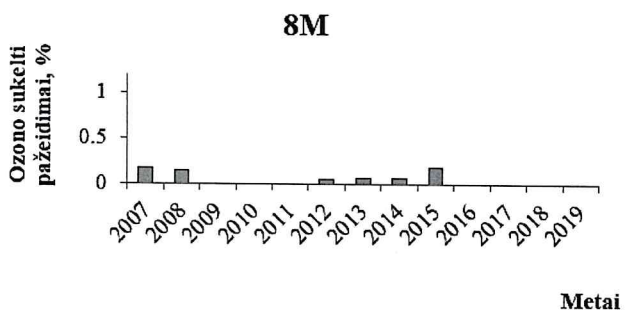
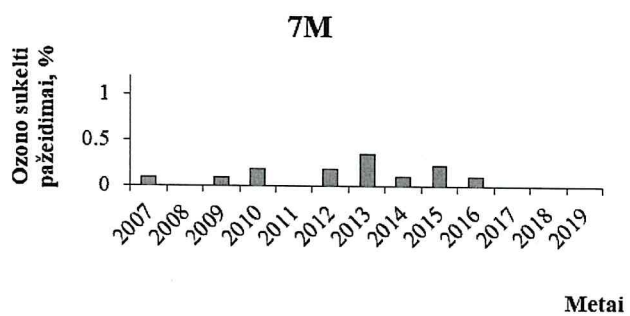
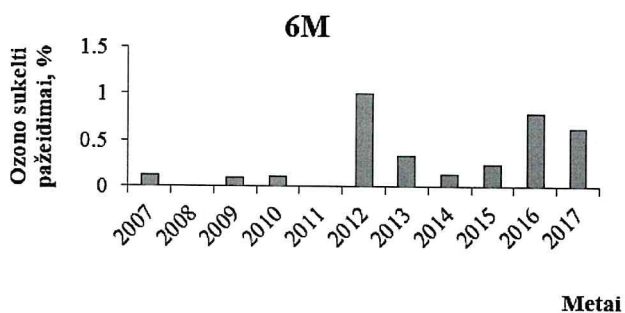
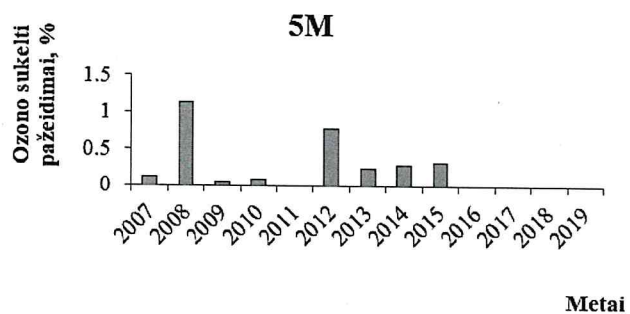
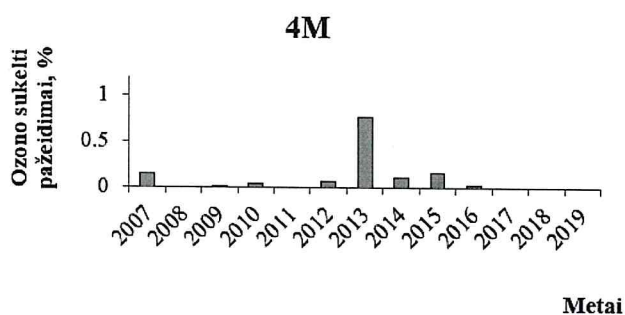
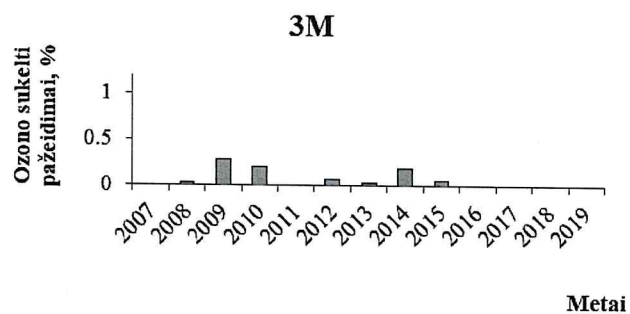
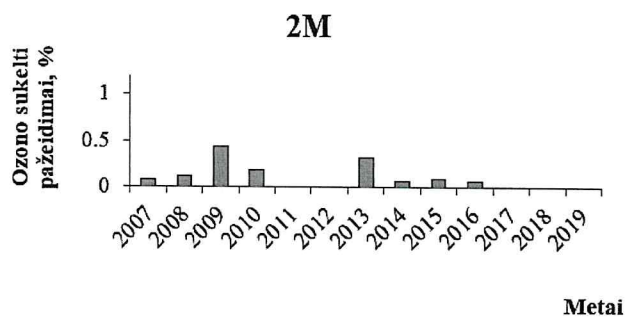
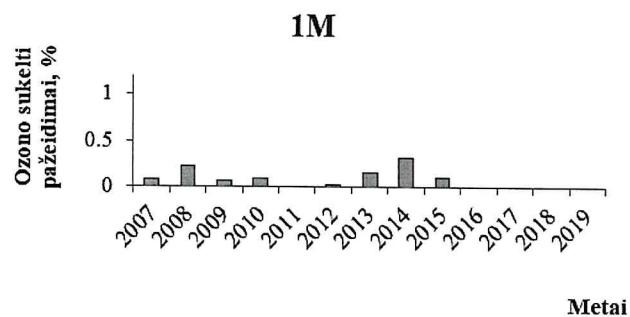


3.3 pav. Vidurinis matomų priežemio ozono sukeltų pažeidimų skaičius (%) ± standartinis nuokrypis (SE) ir sumedėjusių augalų, kuriems įvertinti ozono sukelti lapijos pažeidimai skaičius (N) 2007-2017 metų laikotarpiu.

2019 metais vizualiai matomi pažemio ozono sukelti pažeidimai vertinti visuose devyniuose IMB. Nepaisant to, jog šių metų vegetacijos sezono oro temperatūra buvo sąlyginai aukšta, nei vienoje SATA, iškirtoje prie IMB nebuvo užregistruota panašių į priežemio O₃ sukeltų lapijos pažeidimų. O apibendrinant ankstesnį, 2007–2019 metų, stebėjimo laikotarpį, nustatėme, jog priežemio O₃ koncentracija pažeidė vidutiniškai 0,16% visos SATA vertintos augalijos. Mažiausia pažeidimų nustatyta 8M IMB (0,07%), o daugiausia vidurio Lietuvoje esančiame 6M IMB (0,35%).

3.4 paveiksle pateikiami priežemio O₃ sukelti pažeidimai procentais kiekvienais metais (2007–2019 metų laikotarpiu) visuose IMB. 2018 metais buvo įkurtas naujas IMB 11M. Naujame IMB šiais metais buvo įvertinta dešimt skirtingų sumedėjusių augalų rūšių iš kurių dominavo *Corylus avellana*. Visiems vertintiems buvo nustatyti abiotinių arba biotinių veiksnių sukelti pažeidimai, tačiau tarp jų nepasitaikė priežemio O₃ sukeltų pažeidimų. 2019 metais nebuvo nustatyta priežemio ozono sukeltų lapijos pažeidimų nei viename vertintame IMB. 1M barelio aplinkoje iškirtoje SATA ozono sukelti augalijos pažeidimai įvertinti ant 7 skirtingų rūšių sumedėjusių augalų lapų, 2M barelyje - ant 5 rūšių. 3M barelio aplinkoje iškirtoje aikštelėje ozono pažeidimų vertinimas atliktas 7-ioms skirtingų augalų rūšims, 4M barelyje įvertinta 6, o 5M – 8 augalų rūšys. 7M barelio aplinkoje iškirtoje SATA įvertintos 7 rūšys, 8M barelyje – 9, o 10M – 6 rūšių sumedėjusių augalų.

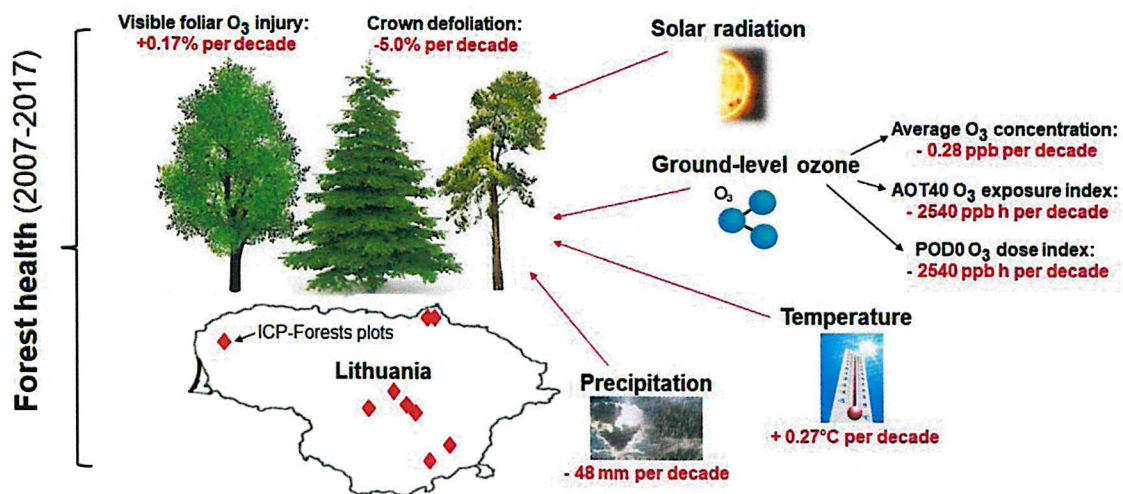
Analizuojant rūšių su identifikuotais vizualiai matomais pažemio ozono pažeidimais kaitą 2007–2019 metų laikotarpiu, nustatytas netolygus jų pasiskirstymas tarp Intensyvaus monitoringo barelių (3.4 pav.). Taip pat pastebėtas ženkliai sumažėjęs galimai ozono pažeistų sumedėjusių augalų skaičius 2016–2019 metais. Didžiausias priežemio ozono sukeltų pažeidimų procentas tam tikrais metais buvo fiksuotas 4M, 5M ir 6M IMB, įkurtuose atitinkamai Biržų, Pirčiupių ir Kauno rajonuose. Norint nustatyti aiškias pažeidimus lėmusias priežastis, numatoma atlikti detalesnę analizę, apimanti meteorologinius aplinkos veiksnius, augavietės sąlygas bei individualaus augalo galimą jautrumą pažeidimams. Kadangi, augalų rūšys pasižymi skirtingu jautrumu ozono poveikiui, todėl siekiant atskirti labiausiai pažeidžiamas rūšis, buvo sudarytas Europos ozonui jautrių rūšių sąrašas (UNECE, 2001). Anksčiau atlikti tyrimai parodė, kad iš augalų rūšių, kurioms buvo identifikuoti ozono pažeidimai, net 50% rūšių nebuvo įtrauktos į ozonui jautrių rūšių sąrašą (Working Group on Air Quality, 2004; Bussotti, Ferretti, 2009). VanderHeyden ir kt. (2001) ištyręs 16 labiausiai paplitusių sumedėjusių augalų rūšių, nustatė, kad jautriausiai į pažemio ozono pažeidimus reaguoja *Viburnum lantana* ir tik po to *Fraxinus excelsior*, *Frangula alnus* ir *Fagus sylvatica*. Lietuvos teritorijoje, dažniausiai vizualiai matomi ozono pažeidimai nustatomi *Rubus* sp.



3.4 pav. Priežemio ozono sukeltų pažeidimų (%) kaita II lygio Miškų monitoringo bareliuose 2007–2019 metų laikotarpiu

Idomu yra tai, kad 10M IMB įkurtas netoli Baltijos jūros pakrantės, kur saulės radiacija yra didesnė, palyginus su likusia Lietuvos teritorijos dalimi, tačiau priežemio ozono sukelti pažeidimai šiame plotelyje nustatomi labai retai ir tik nedideliam procentui augalijos.

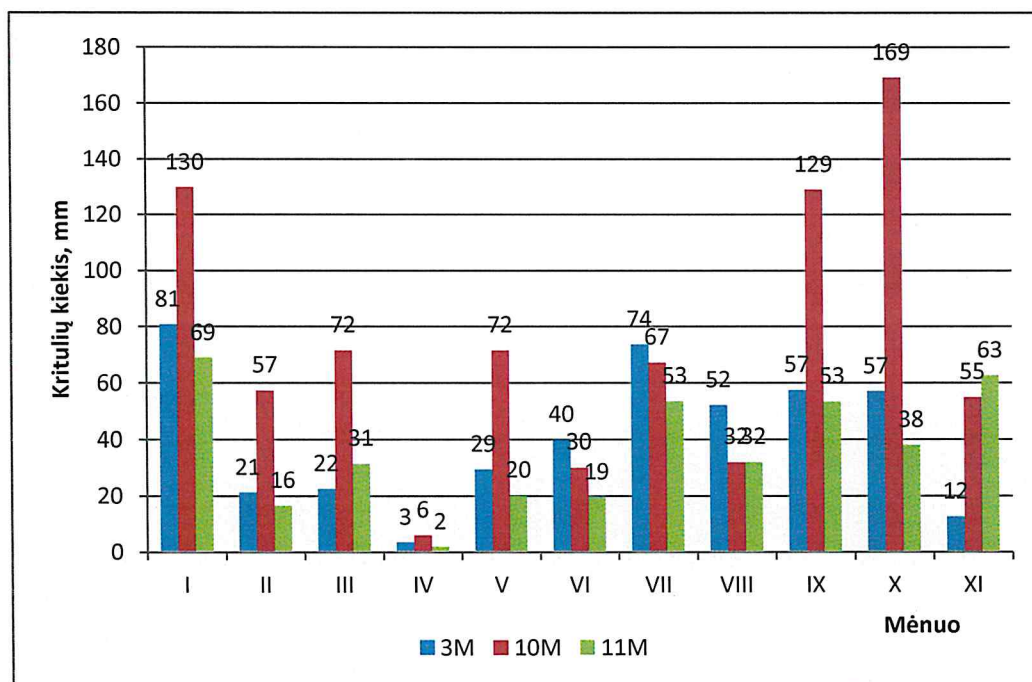
2019 metų vasario mėnesio 18–21 dienomis buvo dalyvauta tarptautinėje konferencijoje „32nd ICP Vegetation Task Force meeting“, kuri vyko Targovištėje, Rumunijoje. Savo tyrimus pristatė mokslininkai iš įvairių Europos šalių, taip pat buvo pranešėjų iš Jungtinių Amerikos Valstijų. Konferencijoje buvo pristatytas žodinis pranešimas: Valda Araminienė, Pierre Sicard, Alessandro Anav, Evgenios Agathokleous, Vidas Stakėnas, Alessandra De Marco, Iveta Varnagirytė-Kabašinskienė, Elena Paoletti, Rasa Girgždienė. Trends and inter-relationships of ground-level ozone metrics and forest health in Lithuania (3.5 pav.).



3.5 pav. Pagrindinių medžių būklės rodiklių pokyčiai 2007–2017 metų laikotarpiu (Araminienė et al., 2019).

4. TERŠALŲ KONCENTRACIJOS ATMOSFEROS KRITULIUOSE 2019 METAIS IR JŲ IŠKRITŲ KAITA

2019 metais polajiniai ir atviros vietos krituliai 3M, 10M ir 11M bareliuose buvo surinkti 11 ir chemiškai analizuoti 10 kartų (kas mėnesį). Kritulių kiekio atviroje vietoje kaita 2019 metais pateikta 4.1 pav. Iš pateiktų duomenų matyti, kad balandžio mėnesį visuose tyrimo bareliuose, o lapkričio mėnesį 11M barelyje kritulių kiekis buvo labai mažas, o kitais mėnesiais jis buvo artimas vidutiniams daugiamečiams rodikliams. Didžiausi kritulių kiekiai iškrito 10M barelio aplinkoje 2019 metų sausio, rugpjūčio ir rugsėjo mėnesiais, kuomet kritulių kiekis viršijo daugiametę normą, nustatytą Vėžaičių meteorologijos stotyje, esančioje apie 10 km nuo barelio.



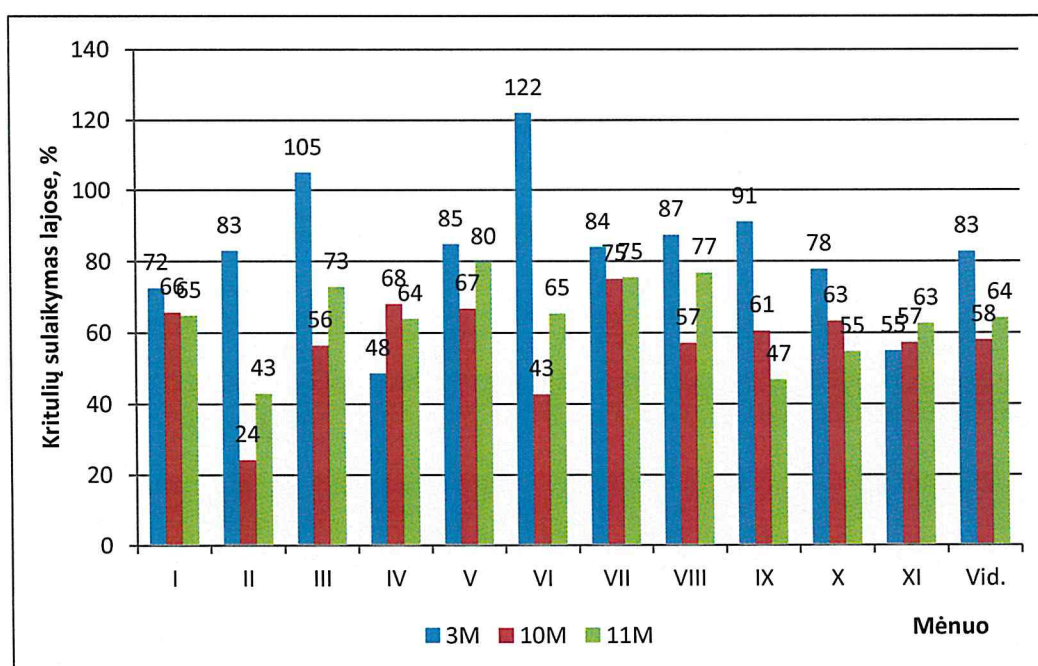
4.1 pav. Mėnesio kritulių suma atviroje vietoje prie Intensyvaus miškų monitoringo barelių 3M, 10M ir 11M 2019 metais.

Iš 4.1 lentelėje pateiktų duomenų matyti, kad vien per 11 2018 metų mėnesių 3M ir 11M IMB iškrito kritulių mažiau, nei vidutinė daugiametė norma (klimato norma, apskaičiuota 1981-2010 metų periodui artimiausioje meteorologijos stotyje). Daugiausiai kritulių per 10 mėnesių iškrito 10M barelio aplinkoje – 828,0 mm, tuo tarpu kritulių kiekis Kazlų Rūdos miške buvo

448,8 mm, o Dubravos miške – tik 347 mm. Polajiniai krituliai vidutiniškai sudarė nuo 58 iki 83 procentų nuo atviros vietos kritulių kiekio (4.2 pav.).

4.1 lentelė. Kritulių kiekiai (milimetrais) Intensyvaus monitoringo bareliuose 2019 metų I-XI mėnesiais (A – atvira vieta, M – polajiniai krituliai) ir klimato norma (1981-2010) artimiausioje meteorologijos stotyje.

| | Barelio numeris ir vieta | | | | | |
|---------------------|--------------------------|-------|-------|-------|-------|-------|
| | 3M-A | 3M-M | 11M-A | 11M-M | 10M-A | 10M-M |
| Kritulių kiekis, mm | 448,8 | 384,6 | 347,0 | 209,9 | 828,0 | 482,2 |
| Klimato norma, mm | 638 | | 638 | | 768 | |



4.2 pav. Polajinių kritulių dalis (%) nuo atviros vietos kritulių Intensyvaus miškų monitoringo bareliuose 3M, 6M ir 10M 2019 metais.

Cheminių priemaišų koncentracijos atviros vietos krituliuose 3M barelyje 2019 metais pateiktos 4.2 lentelėje, o polajinių kritulių – 4.3 lentelėje. Atmosferos teršalų iškritas lemia ne vien atskirų taršos komponentų koncentracijos krituliuose, bet ir pats kritulių kiekis. Per 11 2019 metų mėnesių 3M barelyje (atviroje vietoje) iškrito apie 449 mm, o po lajomis – apie 385 mm kritulių. Kritulių kiekis atviroje vietoje kito nuo 3 mm balandžio mėnesį iki 81 mm sausio mėnesį.

4.2 lentelė. Atviros vietos atmosferos kritulių cheminės analizės rezultatai 3M barelyje 2019 m.

| Mė- nuo | Kritulių kiekis, mm | Laidis, mS/cm | pH | SO ₄ - S, mg/l | NO ₃ - N, mg/l | Cl- mg/l | NH ₄ -N, mg/l | Na+ mg/l | K+ mg/l | Ca ²⁺ , mg/l |
|-------------|---------------------------|------------------|--------------|---------------------------------|---------------------------------|-------------|--------------------------------|-------------|-------------|----------------------------|
| I | 80,70 | 30,00 | 6,88 | 0,13 | 0,59 | 0,55 | 0,64 | 0,02 | 0,36 | 0,20 |
| II | 21,00 | 44,30 | 7,03 | 0,09 | 0,91 | 0,95 | 3,04 | 0,02 | 0,76 | 0,24 |
| III | 22,40 | 34,50 | 4,83 | 14,79 | 0,56 | 1,89 | 1,67 | 0,11 | 0,74 | 0,34 |
| IV | 3,30* | | | | | | | | | |
| V | 29,30 | 80,00 | 4,91 | 12,30 | 1,55 | 0,81 | 1,60 | 6,20 | 0,70 | 2,44 |
| VI | 39,80 | 39,00 | 5,50 | 3,16 | 0,85 | 1,26 | 1,08 | 0,07 | 0,38 | 0,60 |
| VII | 73,60 | 28,70 | 6,41 | 0,39 | 0,39 | 1,03 | 1,92 | 0,03 | 0,56 | 0,64 |
| VIII | 52,00 | 34,80 | 5,12 | 7,59 | 0,76 | 2,43 | 0,99 | 0,43 | 0,84 | 1,02 |
| IX | 57,40 | 21,80 | 5,87 | 1,35 | 0,47 | 0,71 | 1,74 | 0,03 | 1,04 | 0,62 |
| X | 49,30 | 19,90 | 6,28 | 0,52 | 0,46 | 0,86 | 1,35 | 0,19 | 0,92 | 0,66 |
| XI | 12,4 | 6,8 | | | | | | | | |
| Vid. | 471,7** | 42,88 | 37,00 | 5,87 | 4,48 | 0,73 | 1,16 | 1,56 | 0,79 | 0,70 |

*- koncentracijos nebuvo matuotos dėl mažo kritulių kiekio

** - kritulių suma

4.3 lentelė. Polajinių kritulių cheminės analizės rezultatai 3M barelyje 2019 m.

| Mė- nuo | Kritulių kiekis, mm | Laidis, mS/cm | pH | SO ₄ - S, mg/l | NO ₃ - N, mg/l | Cl- mg/l | NH ₄ -N, mg/l | Na+ mg/l | K+ mg/l | Ca ²⁺ , mg/l |
|-------------|---------------------------|------------------|-------------|---------------------------------|---------------------------------|-------------|--------------------------------|-------------|-------------|----------------------------|
| I | 58,50 | 21,00 | 6,29 | 0,51 | 0,50 | 0,58 | 1,82 | 0,12 | 0,44 | 0,32 |
| II | 17,40 | 48,50 | 6,84 | 0,14 | 0,92 | 1,38 | 3,12 | 0,91 | 1,14 | 0,72 |
| III | 23,50 | 37,20 | 5,22 | 6,03 | 0,65 | 1,21 | 3,97 | 0,61 | 0,92 | 0,76 |
| IV | 1,60* | | | | | | | | | |
| V | 24,80 | 63,00 | 5,54 | 2,88 | 1,04 | 2,77 | 2,98 | 0,05 | 0,47 | 6,82 |
| VI | 48,50 | 36,20 | 5,53 | 2,95 | 0,58 | 1,80 | 1,02 | 0,13 | 0,23 | 3,44 |
| VII | 61,70 | 28,60 | 5,33 | 4,68 | 0,29 | 1,05 | 1,29 | 0,20 | 0,44 | 1,84 |
| VIII | 45,40 | 32,70 | 5,33 | 4,68 | 0,63 | 1,87 | 1,41 | 0,13 | 0,79 | 2,12 |
| IX | 52,20 | 30,00 | 6,05 | 0,89 | 0,35 | 0,34 | 2,91 | 0,02 | 1,40 | 2,46 |
| X | 44,20 | 27,00 | 5,94 | 1,15 | 0,39 | 0,37 | 2,09 | 0,05 | 1,08 | 2,00 |
| XI | | | | | | | | | | |
| Vid. | 377,80** | 36,02 | 5,79 | 2,66 | 0,59 | 1,26 | 2,29 | 0,25 | 0,77 | 2,28 |

*- koncentracijos nebuvo matuotos dėl mažo kritulių kiekio

** - kritulių suma

Polajinių kritulių kiekis svyravo nuo 1,6 mm balandžio mėnesį iki 61,7 mm liepos mėnesį (4.3 lent.). Reikia pažymėti, kad kovo ir birželio mėnesiais polajinių kritulių kiekis buvo didesnis už atviros vietos kritulių kiekį. Tai patvirtina mūsų tyrimų rezultatus apie didžiąją erdvinę

atmosferos kritulių sklaidą, netgi nedideliais atstumais nuo stebėjimo vietų (LAMMC MI, 2017). Kritulių pH rodiklis atviros vietos krituliuose kito nuo 4,8 iki 7,0 (4.2 lent.), o polajiniuose krituliuose jis buvo 5,2-6,8 (4,3 lent.). Duomenys rodo, kad 2019 metais 3M barelio aplinkoje nebuvo stebėti rūgščių lietu požymiai. Rūgščiu lietumi laikomi krituliai, kurių pH rodiklis yra mažesnis už 4. Esant mažesniai kritulių kiekiui daugelio cheminių priemaišų koncentracijos atviros vietos ir polajiniuose krituliuose buvo gerokai didesnės. Tai rodo kritulių kiekio įtaką teršalų koncentracijoms. Sausųjų iškritų, esant nelietingam periodui įtakos cheminių priemaišų koncentracijoms taip pat negalima atmesti.

2019 metų cheminių medžiagų koncentracijos krituliuose atviroje vietoje ir po lajomis atskirais matavimų periodais 10M barelyje pateiktos 4.4–4.5 lentelėse. Vakariniame šalies regione įkurtame IMB per 11 mėnesių atviroje vietoje iškrito apie 828 mm, o po lajomis – apie 480 mm kritulių.

4.4 lentelė. Atviros vietos atmosferos kritulių cheminės analizės rezultatai 10M barelyje 2019 m.

| Mė- nuo | Kritulių kiekis, mm | Laidis, mS/cm | pH | SO ₄ - S, mg/l | NO ₃ - N, mg/l | Cl- mg/l | NH ₄ -N, mg/l | Na+ mg/l | K+ mg/l | Ca ²⁺ , mg/l |
|-------------|---------------------------|------------------|-------------|---------------------------------|---------------------------------|-------------|--------------------------------|-------------|-------------|----------------------------|
| I | 129,70 | 19,00 | 6,42 | 0,38 | 0,37 | 0,49 | 0,92 | 0,03 | 0,52 | 0,12 |
| II | 57,30 | 26,00 | 6,70 | 0,20 | 0,51 | 0,69 | 2,99 | 0,09 | 0,77 | 0,20 |
| III | 71,50 | 24,40 | 4,95 | 11,22 | 0,35 | 1,01 | 2,31 | 0,15 | 1,08 | 0,31 |
| IV | 5,90* | | | | | | | | | |
| V | 71,50 | 30,20 | 5,94 | 1,15 | 0,56 | 1,24 | 0,91 | 0,03 | 0,32 | 0,56 |
| VI | 30,10 | 43,00 | 6,27 | 0,54 | 0,84 | 0,99 | 2,46 | 0,03 | 0,83 | 0,64 |
| VII | 67,10 | 32,50 | 6,55 | 0,28 | 0,44 | 0,46 | 1,43 | 0,03 | 0,55 | 0,44 |
| VIII | 31,90 | 43,00 | 6,35 | 0,45 | 0,72 | 2,14 | 2,03 | 0,02 | 1,25 | 0,82 |
| IX | 128,90 | 21,00 | 5,90 | 1,26 | 0,45 | 0,75 | 2,64 | 0,25 | 1,64 | 0,48 |
| X | 169,10 | 26,00 | 6,39 | 0,41 | 0,53 | 0,49 | 1,68 | 1,15 | 1,09 | 0,80 |
| XI | 65,0 | | | | | | | | | |
| Vid. | 828,0** | 29,46 | 6,16 | 1,76 | 0,53 | 0,92 | 1,93 | 0,20 | 0,89 | 0,49 |

*- koncentracijos nebuvo matuotos dėl mažo kritulių kiekio

** - kritulių suma

Atviros vietos metinė kritulių suma 10M barelyje buvo didesnė, lyginant su centrinėje Lietuvos dalyje esančiais 3M ir 11M IMB. Tačiau polajinių kritulių 10M IMB buvo surinkta santykinai mažiau, tiksliai 58 procentai nuo atviros vietos kritulių (4.2 pav.). Kritulių kiekis atviroje vietoje kito nuo 5,9 mm balandžio mėnesį iki 169 mm spalio mėnesį. Polajinių kritulių

kiekis svyravo nuo 3,4 mm balandžio mėnesį iki 96,5 mm spalio mėnesį (4.7 lent.). Kritulių pH rodiklis buvo palyginti didelis – nuo 5,5 iki 6,4.

5.5 lentelė. Polajinių kritulių cheminės analizės rezultatai 10M barelyje 2019 m.

| Mė- nuo | Kritulių kiekis, mm | Laidis, mS/cm | pH | SO ₄ - S, mg/l | NO ₃ - N, mg/l | Cl- mg/l | NH ₄ -N, mg/l | Na+ mg/l | K+ mg/l | Ca ²⁺ , mg/l |
|-------------|---------------------------|------------------|-------------|---------------------------------|---------------------------------|-------------|--------------------------------|-------------|-------------|----------------------------|
| I | 85,40 | 33,00 | 6,23 | 0,59 | 0,72 | 0,52 | 3,47 | 0,05 | 1,00 | 1,68 |
| II | 30,74 | 27,00 | 6,38 | 0,42 | 1,65 | 0,91 | 6,28 | 0,15 | 1,72 | 3,56 |
| III | 34,20 | 44,50 | 5,49 | 3,24 | 0,74 | 0,83 | 6,27 | 0,05 | 2,60 | 2,48 |
| IV | 3,40* | | | | | | | | | |
| V | 46,20 | 85,00 | 5,81 | 1,55 | 0,90 | 2,84 | 6,36 | 0,03 | 1,48 | 12,51 |
| VI | 18,60 | 92,00 | 5,80 | 1,58 | 0,89 | 3,50 | 5,19 | 0,04 | 1,00 | 3,84 |
| VII | 36,40 | 55,00 | 5,98 | 1,05 | 0,48 | 1,89 | 4,52 | 0,19 | 1,12 | 6,63 |
| VIII | 17,00 | 59,00 | 6,03 | 0,93 | 0,73 | 2,59 | 2,86 | 0,02 | 1,42 | 5,32 |
| IX | 76,60 | 59,00 | 5,81 | 1,55 | 0,51 | 0,82 | 6,48 | 0,08 | 2,65 | 7,07 |
| X | 96,50 | 35,70 | 5,97 | 1,07 | 0,47 | 0,44 | 3,38 | 0,05 | 1,72 | 4,14 |
| XI | 37,2 | | | | | | | | | |
| Vid. | 482,2** | 73,5 | 5,90 | 1,37 | 2,13 | 5,39 | 0,24 | 2,01 | 5,73 | 2,70 |

*- koncentracijos nebuvo matuotos dėl mažo kritulių kiekio

** - kritulių suma

2018 metais, įkūrus 11M barelį, čia pradėtas atviros vietos ir polajinių kritulių rinkimas bei jų cheminė analizė. 2019 metų atviros vietos ir polajinių kritulių cheminės analizės duomenys pateikti 4.6 ir 4.7 lentelėse.

4.6 lentelė. Atviros vietos atmosferos kritulių cheminės analizės rezultatai 11M barelyje 2019 m.

| Mė- nuo | Kritulių kiekis, mm | Laidis, mS/cm | pH | SO ₄ - S, mg/l | NO ₃ - N, mg/l | Cl- mg/l | NH ₄ -N, mg/l | Na+ mg/l | K+ mg/l | Ca ²⁺ , mg/l |
|-------------|---------------------------|------------------|-------------|---------------------------------|---------------------------------|-------------|--------------------------------|-------------|-------------|----------------------------|
| I | 68,80 | 21,20 | 6,67 | 0,21 | 0,54 | 0,53 | 0,58 | 0,03 | 0,36 | 0,14 |
| II | 16,40 | 70,00 | 7,40 | 0,04 | 1,17 | 1,11 | 3,22 | 0,02 | 1,04 | 0,28 |
| III | 31,30 | 24,60 | 5,41 | 3,89 | 0,51 | 1,38 | 1,51 | 0,14 | 0,73 | 0,32 |
| IV | 1,70* | | | | | | | | | |
| V | 20,10 | 57,00 | 5,14 | 7,24 | 1,24 | 1,84 | 1,35 | 0,47 | 0,33 | 2,32 |
| VI | 19,50 | 55,00 | 5,11 | 7,76 | 1,14 | 1,19 | 1,96 | 0,23 | 0,48 | 2,68 |
| VII | 53,40 | 32,70 | 6,11 | 0,78 | 0,48 | 1,19 | 1,98 | 0,03 | 0,48 | 0,44 |
| VIII | 31,90 | 20,20 | 5,81 | 1,55 | 0,78 | 1,11 | 0,97 | 0,33 | 0,67 | 0,51 |
| IX | 53,30 | 24,60 | 6,22 | 0,60 | 0,48 | 0,80 | 1,57 | 0,12 | 0,98 | 0,64 |
| X | 37,90 | 28,30 | 6,43 | 0,37 | 0,69 | 0,98 | 1,80 | 0,30 | 1,16 | 0,54 |
| XI | 12,8 | | | | | | | | | |
| Vid. | 334,30** | 37,07 | 6,03 | 2,49 | 0,78 | 1,13 | 1,66 | 0,19 | 0,69 | 0,87 |

*- koncentracijos nebuvo matuotos dėl mažo kritulių kiekio

** - kritulių suma

Atviros vietos atmosferos kritulių kiekis 11M barelyje 2019 metais atskirais mėnesiais kito nuo 1,7 mm (balandžio mėn.) iki 68,8 mm (sausio mėn.). Kritulių pH rodiklis 11M barelyje 2019 metais buvo palyginti didelis – nuo 5,1 iki 7,4. (4.6 lent.).

Polajinių kritulių kiekis 2019 metų sausio-lapkričio mėnesiais kito nuo 0,4 mm (balandžio mėnesį) iki 38 mm (sausio mėn.) (4.7 lent.). Cheminių priemaišų polajiniuose krituliuose koncentracijos, kaip ir atviroje vietoje buvo didžiausios gegužės mėnesį, kuomet buvo mažas kritulių kiekis (4.7 lent.).

4.7 lentelė. Polajinių kritulių cheminės analizės rezultatai 11M barelyje 2019 m.

| Mė- nuo | Kritulių kiekis, mm | Laidis, mS/cm | pH | SO ₄ - S, mg/l | NO ₃ - N, mg/l | Cl- mg/l | NH ₄ -N, mg/l | Na+ mg/l | K+ mg/l | Ca ²⁺ , mg/l |
|-------------|---------------------------|------------------|------|---------------------------------|---------------------------------|-------------|--------------------------------|-------------|------------|----------------------------|
| I | 37,20 | 33,10 | 6,47 | 0,34 | 0,71 | 0,51 | 2,06 | 0,02 | 0,40 | 1,40 |
| II | 13,00 | 56,00 | 6,80 | 0,16 | 1,44 | 1,37 | 3,80 | 0,03 | 0,76 | 2,56 |
| III | 17,70 | 43,00 | 5,71 | 1,95 | 0,77 | 1,32 | 4,73 | 0,04 | 0,96 | 3,40 |
| IV | 0,40 | | | | | | | | | |
| V | 11,60 | 122,00 | 5,87 | 1,35 | 1,60 | 5,25 | 5,44 | 0,04 | 0,39 | 17,90 |
| VI | 13,30 | 104,00 | 6,02 | 0,95 | 0,87 | 2,02 | 4,03 | 0,07 | 0,12 | 17,12 |
| VII | 30,50 | 50,00 | 5,66 | 2,19 | 0,46 | 2,46 | 2,89 | 0,05 | 0,44 | 5,95 |
| VIII | 17,00 | 50,90 | 5,53 | 2,95 | 0,83 | 2,12 | 2,30 | 0,02 | 0,72 | 6,71 |
| IX | 35,90 | 55,00 | 6,18 | 0,66 | 0,42 | 0,48 | 3,05 | 0,02 | 0,84 | 8,32 |
| X | 16,30 | 95,00 | 6,34 | 0,46 | 0,75 | 0,40 | 5,47 | 0,01 | 0,84 | 15,20 |
| XI | 8,0 | | | | | | | | | |
| Vid. | 192,90 | 67,67 | 6,06 | 1,22 | 0,87 | 1,77 | 3,75 | 0,03 | 0,61 | 8,73 |

*- kritulių suma

Teršalų iškritos 2019 metais ir jų kaita Intensityvaus monitoringo bareliuose. Vidutiniškai per metus 3M barelyje po lajomis (2005-2018 metų laikotarpiu) iškrenta 4,8 kg/ha sieros, 8,6 kg/ha azoto, 8,2 kg/ha kalio, 6,8 kg/ha natrio, 6,9 kg/ha kalcio bei virš 10 kg/ha chloro (4.8 lentelė). Šios svarbios augalų maisto medžiagos ženkliai papildo dirvožemio sudėtį bei įtakoja tiek medžių, tiek ir žolinių bei sumedėjusių augalų augimo bei vystymosi procesus. Atskirais metais cheminių priemaišų iškritos ženkliai svyruoja, priklausomai nuo kritulių kiekio, teršalų koncentracijų bei oro masių pernašos ypatumų.

Atviroje vietoje per 15 metų vidutinės azoto junginių iškritos buvo 9,6 kg/ha, sieros 5,1 kg/ha, kalio 4,8 kg/ha bei kalcio 10,2 kg/ha. Vidutiniškai visų cheminių priemaišų, išskyrus kalį, kalcį ir chlorą, iškritos su polajiniais krituliais yra mažesnės, nei su atviros vietos krituliais (4.8 lentelė).

4.8 lentelė. Teršalų iškritos 3M barelyje 2005-2018 metais po lajomis ir atviroje vietoje

| Metai | Teršalų iškritos, kg/ha per metus | | | | | | | |
|---------------------|-----------------------------------|-------------------|--------------|-------------------|-------------|-------------|--------------|-------------|
| | S | N-NO ₃ | Cl | N-NH ₄ | Na | K | Ca | N-suma |
| | Po medžių lajomis | | | | | | | |
| 2005 | 8,01 | 6,06 | 8,56 | 6,14 | 3,77 | 10,91 | 5,18 | 12,19 |
| 2006 | 5,62 | 5,47 | 7,79 | 4,34 | 2,77 | 11,59 | 3,41 | 9,81 |
| 2007 | 4,64 | 4,97 | 9,02 | 3,08 | 8,29 | 8,28 | 4,06 | 8,05 |
| 2008 | 4,88 | 4,08 | 10,42 | 4,26 | 6,99 | 6,60 | 2,93 | 8,34 |
| 2009 | 4,49 | 4,09 | 11,82 | 3,38 | 8,63 | 8,97 | 3,86 | 7,46 |
| 2010 | 7,77 | 7,95 | 29,63 | 2,59 | 25,28 | 11,07 | 8,55 | 10,54 |
| 2011 | 4,85 | 5,96 | 10,71 | 2,79 | 6,86 | 7,49 | 9,48 | 8,75 |
| 2012 | 4,94 | 6,95 | 8,14 | 1,57 | 5,47 | 8,56 | 9,10 | 8,51 |
| 2013 | 6,37 | 5,74 | 7,80 | 1,82 | 7,41 | 9,15 | 9,28 | 7,56 |
| 2014 | 4,19 | 4,95 | 10,49 | 2,31 | 6,54 | 5,32 | 10,05 | 7,27 |
| 2015 | 2,84 | 4,62 | 5,95 | 1,95 | 3,04 | 5,00 | 7,40 | 6,57 |
| 2016 | 2,94 | 4,34 | 7,74 | 1,87 | 3,50 | 7,86 | 9,61 | 6,21 |
| 2017 | 3,20 | 6,38 | 7,14 | 2,40 | 4,45 | 8,31 | 7,79 | 8,78 |
| 2018 | 2,46 | 8,33 | 7,04 | 1,52 | 2,27 | 5,37 | 5,98 | 9,85 |
| Vidutiniškai | 4,80 | 5,71 | 10,16 | 2,86 | 6,81 | 8,18 | 6,91 | 8,56 |
| | Atvira vieta | | | | | | | |
| 2005 | 3,70 | 5,69 | 5,21 | 3,29 | 3,03 | 2,61 | 6,58 | 8,98 |
| 2006 | 4,27 | 6,36 | 5,90 | 5,33 | 3,04 | 3,37 | 4,16 | 11,68 |
| 2007 | 3,39 | 4,33 | 8,28 | 3,29 | 6,48 | 1,99 | 3,96 | 7,61 |
| 2008 | 3,93 | 5,13 | 7,85 | 5,45 | 4,88 | 5,44 | 6,76 | 10,58 |
| 2009 | 5,25 | 5,93 | 10,67 | 5,02 | 9,60 | 2,99 | 8,14 | 10,95 |
| 2010 | 7,77 | 7,95 | 29,63 | 2,59 | 25,28 | 11,07 | 8,55 | 10,54 |
| 2011 | 7,26 | 5,93 | 11,98 | 2,73 | 9,71 | 3,97 | 12,98 | 8,66 |
| 2012 | 6,96 | 8,72 | 10,26 | 4,39 | 8,16 | 3,78 | 10,79 | 13,11 |
| 2013 | 7,29 | 6,28 | 7,35 | 2,04 | 9,33 | 8,58 | 16,24 | 8,32 |
| 2014 | 5,40 | 5,50 | 10,01 | 2,27 | 8,25 | 12,35 | 15,64 | 7,77 |
| 2015 | 3,92 | 4,09 | 7,13 | 1,34 | 3,45 | 2,68 | 11,99 | 5,43 |
| 2016 | 4,13 | 5,14 | 4,53 | 5,24 | 3,72 | 3,17 | 12,90 | 10,38 |
| 2017 | 4,46 | 10,28 | 5,27 | 2,08 | 4,31 | 2,27 | 12,81 | 12,36 |
| 2018 | 3,27 | 5,88 | 5,28 | 2,34 | 2,51 | 3,41 | 11,74 | 8,22 |
| Vidutiniškai | 5,07 | 6,23 | 9,24 | 3,39 | 7,27 | 4,83 | 10,23 | 9,61 |

Vidutiniškai per metus 10M barelyje po lajomis (2008-2018 metų laikotarpiu) iškrenta 6,5 kg/ha sieros, 9,3 kg/ha azoto, 22,1 kg/ha kalio, 7,0 kg/ha kalcio, 24,2 kg/ha chloro ir 11,3 kg/ha natrio (4.9 lentelė).

Atviroje vietoje barelio aplinkoje vidutiniškai iškrenta 6,2 kg/ha sieros, 9,7 kg/ha azoto, 4,6 kg/ha kalio, 13,8 kg/ha kalcio, 16,8 kg/ha chloro ir 11,9 kg/ha natrio (4.9 lentelė). Pagal 11 metų teršalų iškritų duomenys apie atmosferos taršos lygį 10M barelio aplinkoje rodo, kad čia,

lyginant su 3M ir 6M bareliais, beveik visų nustatytų teršalų, ypač chloro ir natrio, iškritos čia buvo didesnės.

4.9 lentelė. Teršalų iškritos kg/ha per metus 10M barelyje 2008-2018 metais atviroje vietoje ir po lajomis

| Metai | Teršalų iškritos, kg/ha per metus | | | | | | | |
|---------------------|-----------------------------------|-------------|--------------|-------------|--------------|--------------|--------------|-------------|
| | S | N-NO3 | Cl | N-NH4 | Na | K | Ca | N-suma |
| Miškas | | | | | | | | |
| 2008 | 7,69 | 8,45 | 27,01 | 7,15 | 13,37 | 27,26 | 3,92 | 15,60 |
| 2009 | 6,63 | 4,61 | 17,67 | 4,06 | 6,41 | 15,91 | 3,53 | 7,88 |
| 2010 | 7,99 | 7,08 | 30,36 | 3,16 | 24,48 | 13,11 | 7,72 | 10,23 |
| 2011 | 6,60 | 6,35 | 28,51 | 1,55 | 11,18 | 23,42 | 6,45 | 7,91 |
| 2012 | 8,66 | 8,02 | 21,03 | 2,20 | 10,85 | 25,52 | 7,36 | 10,22 |
| 2013 | 7,94 | 7,62 | 21,41 | 1,62 | 11,82 | 19,99 | 10,34 | 9,24 |
| 2014 | 6,57 | 5,68 | 21,81 | 0,95 | 9,31 | 20,74 | 6,76 | 6,63 |
| 2015 | 4,39 | 4,96 | 19,42 | 0,75 | 7,84 | 15,86 | 7,19 | 5,71 |
| 2016 | 5,13 | 11,25 | 24,81 | 0,83 | 9,48 | 24,39 | 8,01 | 12,08 |
| 2017 | 5,59 | 7,69 | 27,58 | 1,38 | 11,35 | 33,25 | 6,11 | 9,08 |
| 2018 | 4,61 | 6,83 | 24,64 | 0,58 | 8,47 | 24,08 | 9,71 | 7,42 |
| Vidutiniškai | 6,53 | 7,14 | 24,02 | 2,20 | 11,32 | 22,14 | 7,01 | 9,27 |
| Atvira vieta | | | | | | | | |
| 2008 | 6,95 | 5,63 | 19,87 | 7,16 | 8,41 | 3,32 | 5,03 | 12,79 |
| 2009 | 6,87 | 5,24 | 13,94 | 3,95 | 10,26 | 2,57 | 7,71 | 8,88 |
| 2010 | 7,44 | 6,38 | 27,28 | 1,91 | 25,88 | 11,37 | 6,26 | 8,29 |
| 2011 | 7,43 | 6,81 | 20,35 | 1,75 | 15,96 | 2,30 | 16,42 | 8,56 |
| 2012 | 6,59 | 7,82 | 20,38 | 2,52 | 13,33 | 3,38 | 14,05 | 10,34 |
| 2013 | 7,47 | 6,07 | 15,63 | 3,11 | 15,70 | 4,99 | 16,74 | 9,18 |
| 2014 | 6,56 | 7,35 | 11,99 | 2,36 | 9,70 | 6,74 | 16,89 | 9,71 |
| 2015 | 5,83 | 5,99 | 15,22 | 3,39 | 8,72 | 4,98 | 15,78 | 9,38 |
| 2016 | 4,67 | 8,87 | 11,90 | 2,25 | 7,66 | 4,53 | 13,04 | 11,12 |
| 2017 | 5,02 | 8,65 | 14,76 | 3,29 | 8,94 | 4,09 | 23,13 | 11,94 |
| 2018 | 3,71 | 5,47 | 13,84 | 1,44 | 6,49 | 2,77 | 16,54 | 6,91 |
| Vidutiniškai | 6,23 | 6,75 | 16,83 | 3,01 | 11,91 | 4,64 | 13,78 | 9,74 |

2018 metais pradėti teršalų iškritų tyrimai naujai įkurtame 11M barelyje. Vidutiniai 2018 metų ir 2019 metų sausio-spalio mėnesių rezultatai pateikti 4.10 lentelėje rodo, kad su atviros vietos krituliais 2018 metais iškrito net 16,9 kg/ha amonio azoto. Sunku spręsti, ar tai buvo atsitiktinis (diversinis) reiškinys, ar tai galėjo nulėmti už keleto kilometrų esančių kiaulininkystės kompleksų išlakos, ar tai buvo analizės klaidos. Reikia pažymėti, kad 2019 metų duomenys tokios tendencijos nerodo. Polajiniuose krituliuose ženklus amonio iškritų padidėjimas nenustatytas nei 2018, nei 2019 metais (4.10 lent.).

Mūsų nustatyti sieros bei azoto (tiek amonio, tiek ir nitratinio) iškritų kaitos šiuo laikotarpiu duomenys labai artimi Europos II lygio miškų monitoringo rezultatams (Fischer et al., 2010), tačiau Europoje stebima gana ženkli azoto iškritų mažėjimo tendencija Lietuvoje neišryškėjo.

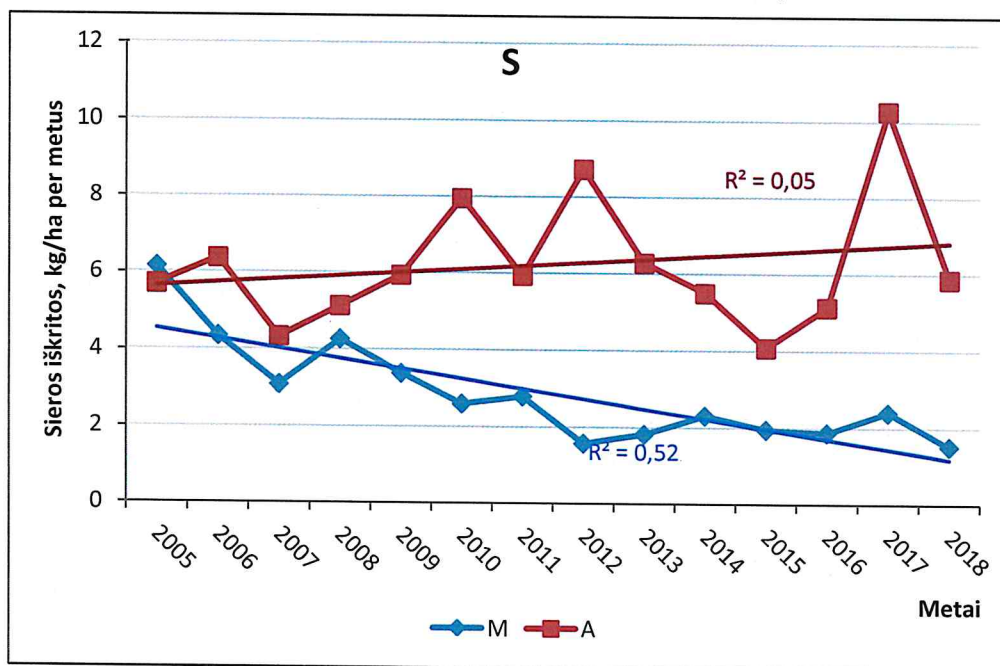
4.10 lentelė. Teršalų iškritos kg/ha 11M barelyje 2018 ir 2019 metais metais atviroje vietoje ir po lajomis

| Mėnuo | Teršalų iškritos, kg/ha per mėnesį | | | | | | | |
|---------------------|------------------------------------|-------------|--------------|--------------|-------------|--------------|-------------|--------------|
| | S | N-NO3 | Cl | N-NH4 | Na | K | Ca | N-suma |
| Miškas | | | | | | | | |
| 2018 I-XII | 4,35 | 4,06 | 12,90 | 14,62 | 2,25 | 8,36 | 8,06 | 18,68 |
| 2019 - I | 0,26 | 0,19 | 0,76 | 0,01 | 0,15 | 0,52 | 0,49 | 0,20 |
| II | 0,19 | 0,18 | 0,49 | 0,00 | 0,10 | 0,33 | 0,44 | 0,18 |
| III | 0,14 | 0,23 | 0,84 | 0,01 | 0,17 | 0,60 | 0,18 | 0,24 |
| IV | | | | | | | | |
| V | 0,19 | 0,61 | 0,63 | 0,00 | 0,05 | 2,08 | 0,11 | 0,61 |
| VI | 0,12 | 0,27 | 0,54 | 0,01 | 0,02 | 2,28 | 0,08 | 0,28 |
| VII | 0,14 | 0,75 | 0,88 | 0,02 | 0,13 | 1,81 | 0,38 | 0,77 |
| VIII | 0,14 | 0,36 | 0,39 | 0,00 | 0,12 | 1,14 | 0,16 | 0,36 |
| IX | 0,15 | 0,17 | 1,09 | 0,01 | 0,30 | 2,99 | 0,07 | 0,18 |
| X | 0,12 | 0,07 | 0,89 | 0,00 | 0,14 | 2,48 | 0,10 | 0,07 |
| Suma | 1,44 | 2,82 | 6,52 | 0,06 | 1,17 | 14,23 | 2,01 | 2,88 |
| Atvira vieta | | | | | | | | |
| 2018 I-XII | 2,51 | 4,76 | 10,29 | 0,36 | 2,25 | 16,04 | 5,65 | 5,12 |
| 2019 - I | 0,37 | 0,36 | 0,40 | 0,02 | 0,25 | 0,10 | 1,21 | 0,38 |
| II | 0,19 | 0,18 | 0,53 | 0,00 | 0,17 | 0,05 | 0,87 | 0,19 |
| III | 0,16 | 0,43 | 0,47 | 0,04 | 0,23 | 0,10 | 0,59 | 0,48 |
| IV | | | | | | | | |
| V | 0,25 | 0,37 | 0,27 | 0,09 | 0,07 | 0,47 | 0,29 | 0,46 |
| VI | 0,22 | 0,23 | 0,38 | 0,05 | 0,09 | 0,52 | 0,23 | 0,28 |
| VII | 0,26 | 0,63 | 1,06 | 0,02 | 0,26 | 0,23 | 1,09 | 0,65 |
| VIII | 0,25 | 0,36 | 0,31 | 0,11 | 0,21 | 0,16 | 0,56 | 0,46 |
| IX | 0,26 | 0,43 | 0,83 | 0,07 | 0,52 | 0,34 | 1,15 | 0,49 |
| X | 0,26 | 0,37 | 0,68 | 0,11 | 0,44 | 0,20 | 0,92 | 0,48 |
| Suma | 2,22 | 3,37 | 4,94 | 0,51 | 2,24 | 2,18 | 6,91 | 3,88 |

Europos miškų monitoringo (ICP-Forests) duomenimis didžiausios sieros iškritos (depozicijos) buvo Belgijoje bei žemų Vokietijos ir Čekijos kalnų prieškalnėse (Michel, Seidling, 2015). Didžiausios iškritos fiksuotos Ispanijoje (26,7 kg/ha per metus) ir Čekijoje (25,8 kg/ha per metus). Šie skaičiai 3-4 kartus viršija Lietuvoje nustatytas depozicijų reikšmes. Tradiciškai, mažiausios sieros iškritos būna šiaurės Europoje.

Centrinė Europa taip pat charakterizuojama didžiausiomis nitratinio bei amonio azoto ($\text{NH}_4 - \text{N}$ ir $\text{NO}_3 - \text{N}$) depozicijomis. Aukščiausia amonio iškritų reikšmė buvo fiksuota Pietų Vokietijoje II lygio miškų monitoringo barelyje (17,6 kg/ha per metus), tuo tarpu Šiaurės Europoje amonio iškritos dažnai nesiekia net 1 kg/ha per metus (Michel, Seidling, 2015).

Teršalų iškritų kaitos tendencijos vertintos pagal 3M barelio dabartiniu metu po tyrimų turinčio ilgiausią (nuo 2005 metų) duomenų seką (po tyrimų 6M barelyje nutraukimo) duomenis. Iš 4.3 pav. matome, kad sieros iškritos nuo 2005 metų 3M barelyje po medžių lajomis tendencingai mažėja ($R^2=0,52$). Per 14 metų sieros iškritų kiekis su polajiniais krituliais sumažėjo nuo 5 iki 1,5 kg/ha per metus. Atviroje vietoje sieros iškritos svyruoja nuo 5,5 iki 6,8 kg/ha per metus. Mūsų nustatyti sieros iškritų kaitos šiuo laikotarpiu tendencijos labai artimos Europos II lygio miškų monitoringo rezultatams (Fischer et al., 2010).

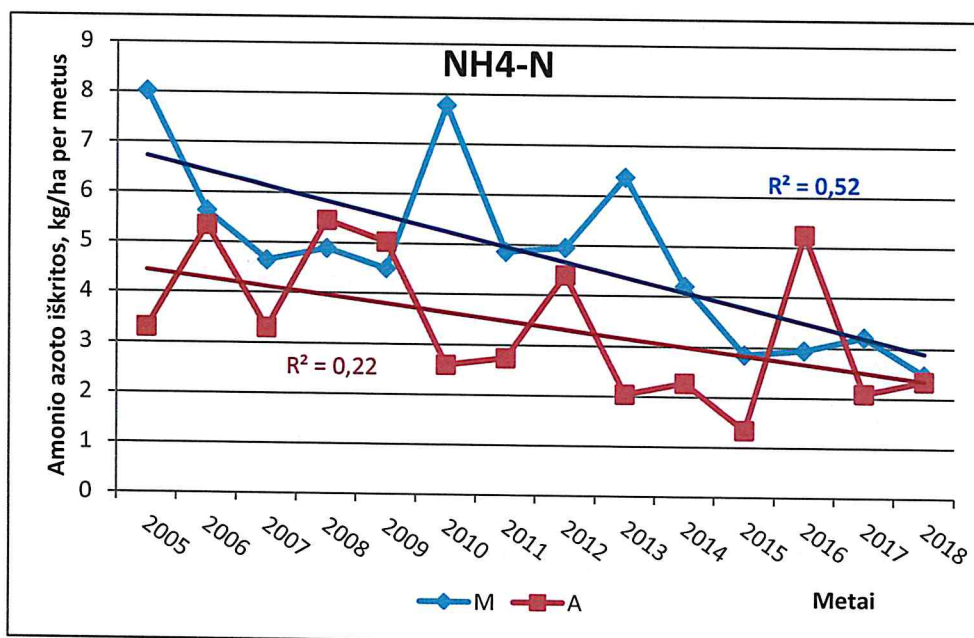


4.3 pav. Sieros iškritos (depozicijos) 2005-2018 metais 3M barelyje

Nagrinėjamoju laikotarpiu vidutinės nitratinio azoto ($\text{NO}_3 - \text{N}$) iškritos atviroje vietoje, nagrinėjamoju laikotarpiu mažėjo nuo 8 iki 2 kg/ha per metus ($R^2=0,52$), o po lajomis – nuo 4,5 iki 2 kg/ha ($R^2=0,22$) (3.4 pav.). Nitratinio azoto per metus po lajomis 3M barelyje vidutiniškai iškrenta apie 2,9 kg/ha, o atviroje vietoje – apie 3,4 kg/ha per metus (4.8 lent.).

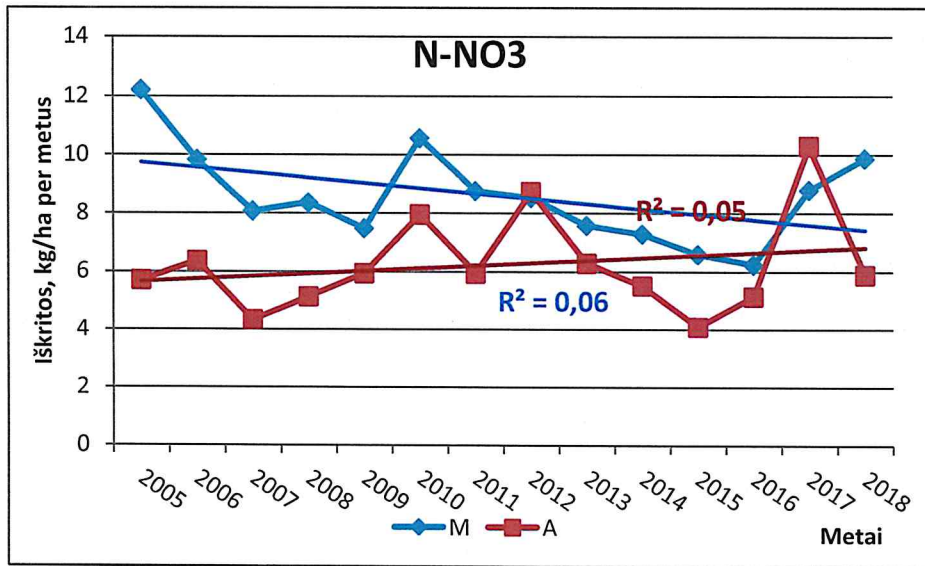
Su polajiniais krituliais iškrentančio nitratinio azoto kiekiai 3M barelyje nagrinėjamoju laikotarpiu mažėja. Atskirais metais nustatyti N-NO_3 iškritų kiekio svyravimai yra sąlygoti oro taršos, kritulių intensyvumo bei oro masių pernašos pokyčių. Vidutiniškai Europoje (II lygio

miškų monitoringo duomenimis) nitratinio azoto 1998-2007 metais po lajomis vidutiniškai iškrenta apie 6 kg/ha, o atviroje vietoje – apie 4 kg/ha (Fischer et al., 2010). Nitratinio azoto iškritis Europoje kinta nuo 20,9 kg/ha per metus (Ispanijoje) iki mažiau, nei 1 kg/ha (Suomijos šiaurinėje dalyje). D. Jasinevičienės (Jasinevičienė ir kt., 2016) duomenimis Žemaitijos bei Aukštaitijos IMS nitratų iškritis ženkliai mažesnės, nei 3M barelyje.



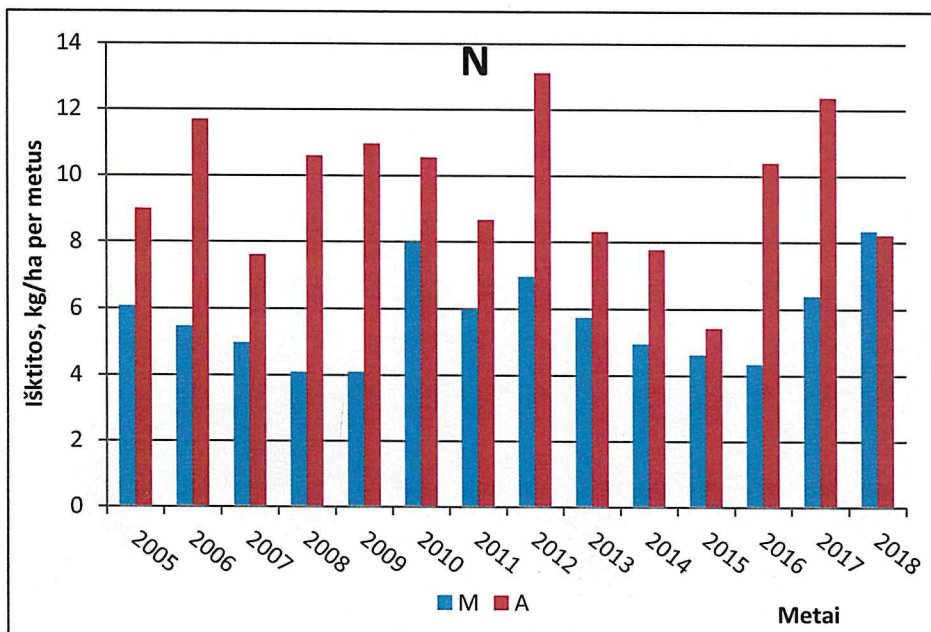
4.4 pav. Nitratinio azoto (NO₃-N) iškritis kg/ha per metus 3M barelyje 2005-2018 metais

Amoniakinio azoto per metus vidutiniškai miške iškrenta 5,7 kg/ha, o atviroje vietoje – beveik 7 kg/ha per metus (4.5 pav.). Pokyčių tendencijos 2000-2018 metais nerodo šių iškritų didėjimo Lietuvoje tendencijos. Beje, vidutiniškai Europoje 1998-2011 metais stebimas nereikšmingas amonio azoto iškritų mažėjimas. Šiuo laikotarpiu Europos Intensyvaus monitoringo bareliuose po lajomis iškrenta apie 6 kg/ha, o atviroje vietoje – apie 5 kg/ha amonio azoto (Michel et al., 2014). Aukščiausia amonio iškritų reikšmė buvo fiksuota Pietų Vokietijoje II lygio miškų monitoringo barelyje (17,6 kg/ha per metus). Didelės amonio azoto iškritis taip pat nustatytos Ispanijos, Belgijos, Vengrijos, Rumunijos bei Šiaurės Italijos regionuose, tuo tarpu Šiaurės Europoje amonio iškritis dažnai nesiekia net 1 kg/ha per metus (Michel, Seidling, 2015). Taigi, Lietuva pagal azoto iškritis užima tarpinę padėtį tarp Šiaurės ir Pietų bei Centrinės Europos.



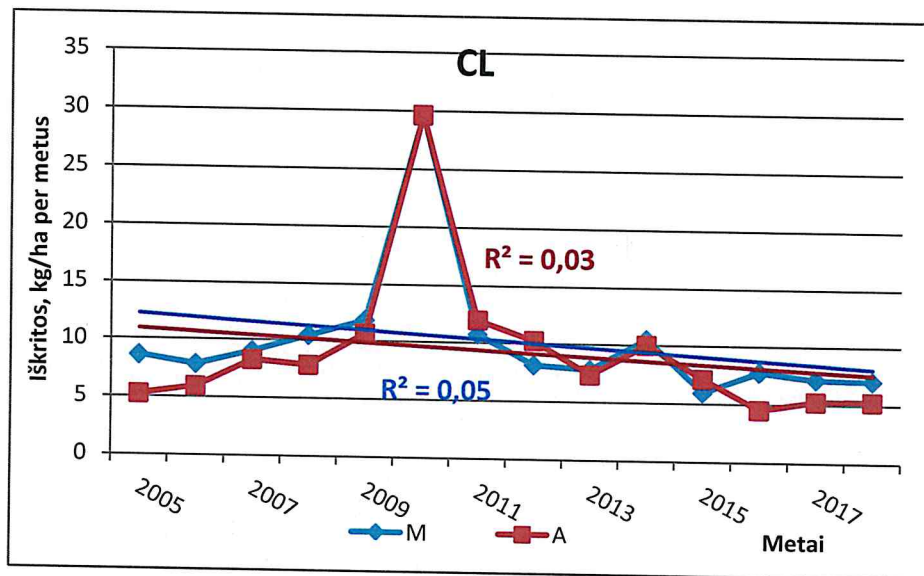
4.5 pav. Amoniakinio azoto $\text{NH}_4^+\text{-N}$ iškritos (depozicijos) 2005-2018 metais 3M barelyje

Suminio (amonio ir nitratinio) azoto 3M barelio aplinkoje per metus miške vidutiniškai iškrenta apie 6-12 kg/ha (vidurkis – 8,6 kg/ha), o atviroje vietoje – apie 8 kg/ha per metus (vidurkis – 9,6 kg/ha) (4.6 pav.). Duomenys rodo, kad suminio azoto iškritos nuo 2005 metų, nors ir ženkliai svyruoja, iš esmės nekinta. Tai lemia bendra nitratinio azoto iškritų mažėjimo bei amonio azoto iškritų didėjimo tendencijos (4.4 ir 4.5 pav.).



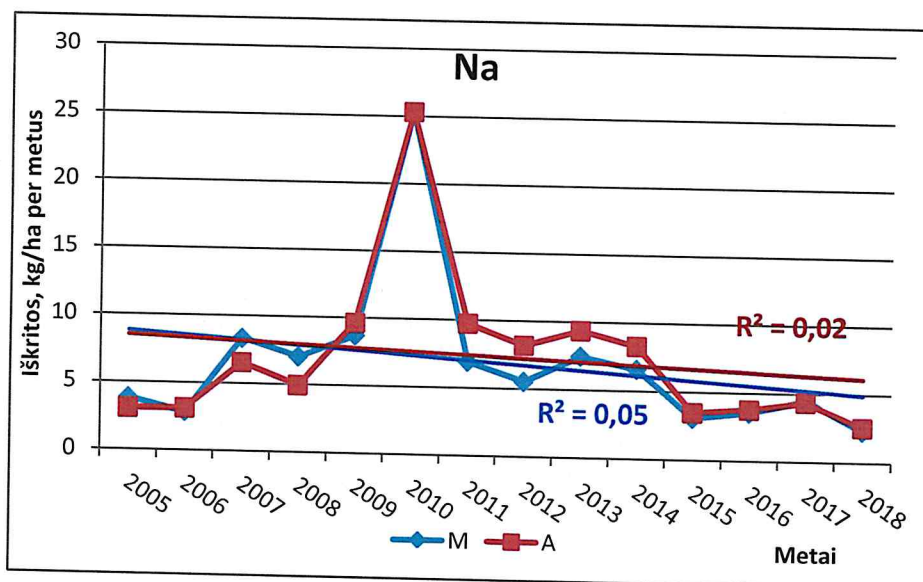
4.6 pav. Suminio azoto iškritos (depozicijos) 2000-2018 metais 3M barelyje

Chloro per metus vidutiniškai miške iškrenta apie 10 kg/ha per metus, o atviroje vietoje – 9 (4.7 pav.). Tiek po medžių lajomis, tiek ir atviroje vietoje chloro iškritų kiekio tendencijos neišryškėjo. Atviroje vietoje jos vidutiniškai siekia 5-10 g/ha per metus, išskyrus 2010 metus, kuomet chloro su krituliais iškrito net beveik 30 kg/ha (4.7 pav.). Panašūs duomenys 2015 metais gauti Žemaitijos Integruoto monitoringo stotyje (Jasinevičienė ir kt., 2016), tuo tarpu Aukštaitijos IMS chloro iškritų reikšmės gerokai mažesnės - 2,7 ir 1,6 kg/ha per metus atitinkamai po lajomis ir atviroje vietoje.



4.7 pav. Chloro iškritos (depozicijos) 2000-2018 metais 3M barelyje

Nauginėjamoju laikotarpiu natrio iškritos po lajomis 3M barelyje vidutiniškai sudarė 6,8 per metus, o atviroje vietoje – 7,3 kg/ha per metus (4.8 pav.). Maksimalios natrio iškritų reikšmės buvo fiksuotos 2010 metais, kuomet atviroje vietoje jos viršijo 25 kg/ha per metus ribą. Per visą stebėjimų laikotarpį nenumatyta pastebima natrio iškritų didėjimo tendencija. Natrio iškritos su polajiniais bei atviros vietos krituliais 3M barelyje artimos Žemaitijos IM stotyje nustatytoms. Rytų Lietuvoje (Aukštaitijos IMS) natrio iškrenta 4-5 kartus mažiau, nei Vakarų ar vidurio Lietuvoje.



4.8 pav. Natrio iškritos (depozicijos) 2000-2018 metais 3M barelyje

Chloro ir natrio iškritų didėjimo tendenciją 3M barelyje lėmė ženkliai padidėję 2009 ir 2010 metų iškritos. Atviroje vietoje 3M barelio aplinkoje natrio 2011 metais iškrito net 30 kg/ha.

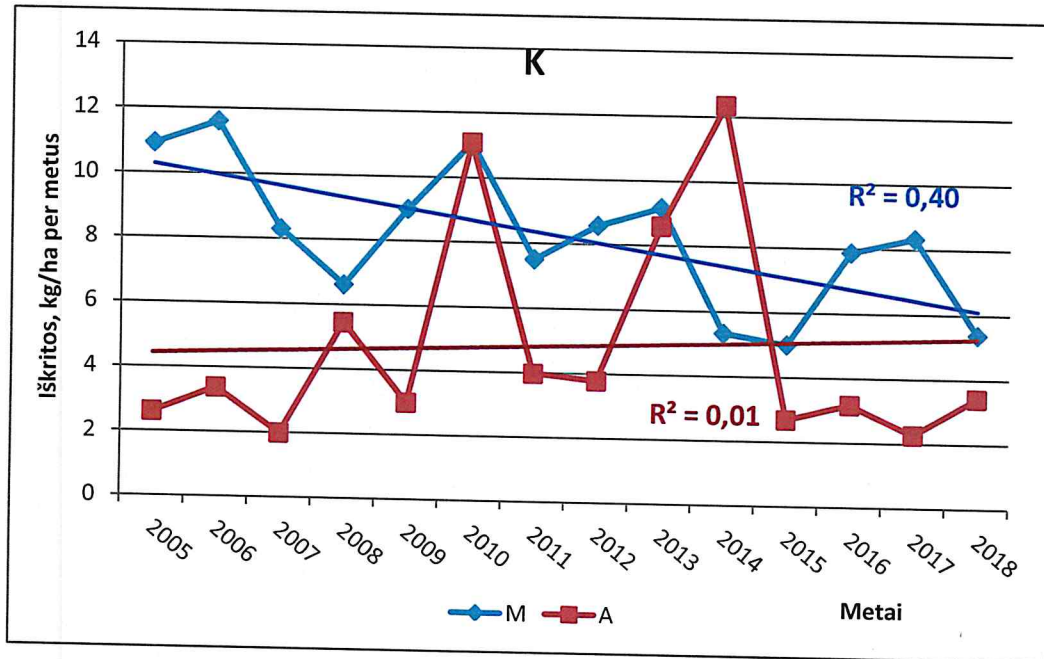
Kalio per metus vidutiniškai miške iškrenta apie 8,2 kg/ha per metus, o atviroje vietoje – 4,8 kg/ha per metus (4.9 pav.). Didžiulius skirtumus tarp iškritų atviroje vietoje ir po lajomis lemia intensyvus kalio išsiplovimas iš spyglių. 3M barelio duomenimis 2005-2018 metų laikotarpiu kalio iškritos atviroje vietoje beveik nekinta ($R^2=0,01$), o po mlajomis tendencingai mažėja ($R^2=0,40$ (4.9 pav.)).

Kalcio atviroje vietoje 2000-2018 metais 3M barelyje per metus iškrenta vidutiniškai 10,2 kg/ha, o po lajomis –6,9 kg/ha (4.10 pav.). Nustatytas kalcio iškritų po medžių lajomis ($R^2=0,62$) ir atviroje vietoje ($R^2=0,38$) didėjimas nagrinėjamoju laikotarpiu.

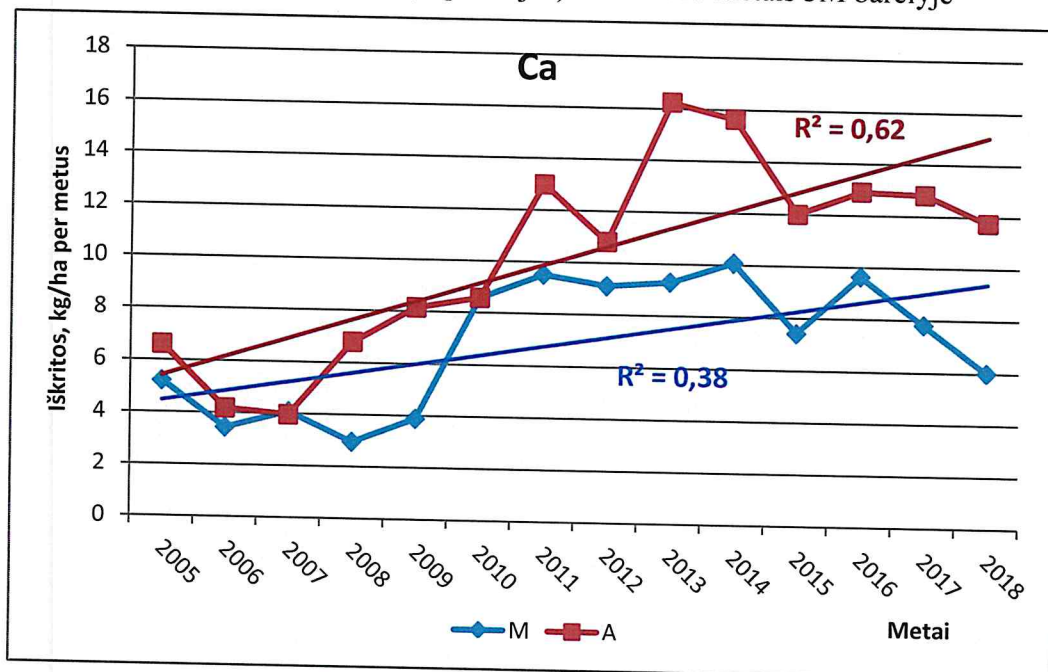
Europos mastu didžiausios kalcio iškritos būdingos Viduržemio jūros regiono bei Rytų Europos šalims. Kai kuriose Kipro, Graikijos bei Ispanijos vietovėse kalcio iškritos viršijo 30 kg/ha per metus. Lietuvoje iškrenta iki 10 kgCa/ha per metus, tuo tarpu Šiaurės Europoje – tik apie 2 kg/ha per metus (Michel, Seidling, 2015).

Pagrindinių taršos komponentų iškritos ir pokyčių tendencijos Lietuvoje (3M barelio pavyzdžiu) yra labai panašios kaip ir kaimyninėse šalyse. Reikia pastebėti, kad Europoje stebima gana ženkli azoto iškritų mažėjimo tendencija Lietuvoje neišryškėjo.

Visgi, teršalų depozicijų analizė pagal polajinius kritulius pilnai neatspindi cheminių medžiagų iškritų masto. Nustatyta (Clarke et al., 2010), kad medžių kamienais nubėgančiuose krituliuose cheminių medžiagų koncentracijos yra apie 2 kartus didesnės, nei polajiniuose krituliuose.



4.9 pav. Kalio iškritos (depozicijos) 2000-2018 metais 3M barelyje



4.10 pav. Kalcio iškritos (depozicijos) 2000-2018 metais 3M barelyje

Ilgalaikių tyrimų metu nustatyta, kad atmosferiniams krituliams krentant per medžių lajas, cheminių priemaišų, išskyrus azoto junginius, koncentracijos ir jų kiekiai iškritose į miško paklotę yra didesni nei atviroje vietoje. Sulfatų koncentracijos padidėjimas polajiniuose krituliuose gali būti siejamas su sieros junginių (sulfatų ir sieros dvideginio) nuplovimu nuo medžių fitoelementų. Azoto junginių koncentracijų pokyčiai polajiniuose krituliuose gali būti siejami su jų išplovimu iš lajos, nuplovimu nuo lajos, o taip pat ir dėl azoto junginių absorbcijos laja. Didžiausias kalio koncentracijų polajiniuose krituliuose ir jų srautų padidėjimas rodo šio elemento išplovimą iš lajos.

5. DIRVOŽEMIO TIRPALO CHEMINĖ SUDĖTIS

Europos miškų monitoringo II lygio bareliuose tiriant dirvožemio vandens (tirpalo) cheminę sudėtį yra išskelti tokie tikslai: (1) nustatyti dirvožemio tirpalo cheminės sudėties kaitą dėl aplinkos užtaršos ir klimato kaitos; (2) išaiškinti kiek ir kiokią įtaką dirvožemio tirpalo cheminė sudėtis miško ekosistemų būklei ir (3) įvertinti cheminių medžiagų išsiplovimą miško ekosistemose (UN/ECE, 2004).

Amosferos krituliai prisotinti augalų maisto medžiagomis bei transformuoti praeinant per medžių lajas patenka į dirvožemį ir turi įtakos jo tirpalo cheminei sudėčiai bei medžiagų apytakai. Pavyzdžiui, rūgščios iškritos gali sumažinti dirvožemio Ph, suintensyvinti maisto medžiagų išplovimą ar toksiško aliuminio judrumą. Dėl padidėjusių azoto koncentracijų dirvožemio tirpale gali atsirasti maisto medžiagų disbalansas, gali keistis gyvoji dirvožemio danga, didelis nitratų išplovimas žemiau augalų šaknų zonos kelia pavojų gruntinio vandens kokybei ir pan. Ilgalaikiai dirvožemio vandens tyrimai šaknų zonoje gali suteikti naudingos informacijos apie tai, kokią įtaką miško ekosistemoms gali turėti padidėjusi oro tarša, sausringi ar pernelyg lietingi periodai.

3M barelis. Prenart firmos vakuuminiai lizimetrai 20 ir 50 cm gyliuose trimis pakartojimais 3M barelyje įrengti 2005 metų vasarą, o nuo 2007 metų dirvožemio tirpalas cheminei analizei 3M barelyje buvo renkamas ir dar iš 4 vakuuminių lizimetų. 2019 metais, pagal naujas ICP-Forests rekomendacijas vakuuminiai lizimetrai buvo instaliuoti 10, 30 ir 60 cm gyliuose trimis pakartojimais. 2019 metais dirvožemio tirpalas rinktas 7 kartus, tačiau dėl mažo kritulių kiekio vegetacijos periodo metu, 10 cm gylyje dirvožemio tirpalo kiekis, reikalingas cheminei analizei buvo surinktas tik 3 periodus (mėnesius), o 60 cm gylyje – 1 kartą. 30 cm gylyje viso vegetacijos periodo metu dirvožemio tirpalo nebuvo arba jo buvo nepakankamai. Dirvožemio tirpalo chemines analizes atliko LAMMC Agrocheminių tyrimų laboratorijos Analitinis skyrius. Analizių rezultatai pateikti 5.1 lentelėje. Nustatyta, kad visuose gyliuose, lyginant su 2018 metų duomenimis žymiai padidėjo kalcio, magnio, kalio bei nitratų koncentracijos. Tai lėmė ir dirvožemio tirpalo elektrinio laidžio padidėjimą beveik 4 kartus ir, atitinkamai, dirvožemio tirpalo pašarmėjimą (pH rodiklio padidėjimą). Šiems pokyčiams neabejotinai turėjo įtakos mažas kritulių kiekis 2019 metais bei dirvožemio tirpalo surinkimo gylių pasikeitimai.

5.1 lentelė. Cheminių medžiagų koncentracijos (mg/L) dirvožemio tirpale
3M barelyje 2019 metais

| Data | N-NO ₃ | K | Ca | Mg | Org.C | pH | Laid. | Sulfatai (SO ₄), mg/l |
|-----------------|-------------------|------------|-------------|------------|-------|------------|------------|-----------------------------------|
| 10 cm gylyje | | | | | | | | |
| 2019 05 06 | 4,2 | 2,3 | 30,5 | 9,65 | | 7,4 | 244 | 12,3 |
| 2019 10 03 | 0,4 | 1,5 | 16,6 | 3,65 | | 7,3 | 117 | 6,9 |
| 2019 11 05 | 0,075 | 1,2 | 7,72 | 1,10 | | 7,2 | 56 | 7,8 |
| Vidurkis | 1,56 | 1,7 | 18,3 | 4,8 | | 7,3 | 139 | 9,0 |
| 30 cm gylyje* | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| 60 cm gylyje | | | | | | | | |
| 2019 11 05 | 1,8 | 1,5 | 26,9 | 8,7 | | 7,8 | 217 | 8,3 |
| Vidurkis | 1,8 | 1,5 | 26,9 | 8,7 | | 7,8 | 217 | 8,3 |

* – nebuvo dirvožemio tirpalo

Dirvožemio tirpalo tyrimai 10 M barelyje. 10M barelyje 2008 metais instaliuota 10 Prenart firmos vakuuminių lizimetrų. 2019 metais, pagal naujas ICP-Forests rekomendacijas vakuuminiai lizimetrai buvo instaliuoti 10, 30 ir 60 cm gyliuose trimis pakartojimais. Dirvožemio tirpalo ėminiai 10M barelyje 2019 metais imti 7 kartus, tačiau cheminei analizei reikalingas dirvožemio tirpalo kiekis visuose trijuose gyliuose buvo surinktas tik tris kartus Miškų monitoringe privalomųjų dirvožemio tirpale analizuoti medžiagų koncentracijos pateiktos 5.2 lentelėje.

5.2 lentelė. Cheminių medžiagų koncentracijos (mg/L) dirvožemio tirpale
10M barelyje 2019 metais

| Data | N-NO ₃ | K | Ca | Mg | Org.C | pH | Laid. | Sulfatai (SO ₄), mg/l |
|-----------------|-------------------|------------|-------------|-------------|------------|-------------|------------|-----------------------------------|
| 10 cm gylyje | | | | | | | | |
| 2019 05 07 | 2,0 | 1,1 | 27,9 | 8,6 | | 7,9 | 233 | 8,7 |
| 2019 09 03 | 1,9 | * | 25,6 | 6,55 | | * | * | * |
| 2019-11-06 | 0,15 | 1,1 | 12,9 | 3,48 | 21 | 6,9 | 159 | 8,6 |
| Vidurkis | 1,35 | 1,1 | 22,1 | 6,21 | 21 | 7,4 | 196 | 8,65 |
| 30 cm gylyje* | | | | | | | | |
| 2019 05 07 | 2,6 | 1,1 | 30,5 | 8,65 | 3,6 | 7,7 | 246 | 9,1 |
| 2019-08-07 | 1,3 | 0,9 | 18,9 | 4,28 | 3,6 | 7,6 | 161 | 9,5 |
| 2019-11-06 | 0,41 | 0,7 | 11,3 | 1,65 | 7,1 | 7,2 | 114 | 10,1 |
| Vidurkis | 1,44 | 0,9 | 20,2 | 4,86 | 4,8 | 7,5 | 174 | 9,6 |
| 60 cm gylyje | | | | | | | | |
| 2019 05 07 | 2,6 | 1,4 | 39,3 | 8,85 | * | 7,7 | 263 | 11,4 |
| 2019-08-07 | 0,68 | 0,8 | 15,8 | 2,95 | * | * | * | 10,2 |
| 2019 11 06 | 0,26 | 0,7 | 8,25 | 1,39 | 3,6 | 7,0 | 92 | 13,4 |
| Vidurkis | 1,18 | 1,0 | 21,1 | 4,4 | 3,6 | 7,35 | 178 | 11,7 |

* – nebuvo dirvožemio tirpalo

Nustatyta, kad 10M barelyje, kaip ir 3M barelyje, visuose gyliuose, lyginant su 2018 metų duomenimis žymiai padidėjo kalcio, magnio, kalio bei nitratų koncentracijos. Taip pat padidėjo dirvožemio tirpalo elektrinis laidis ir, atitinkamai, pašarmėjo dirvožemio tirpalas (padidėjo pH rodiklis).

Dirvožemio tirpalo tyrimai 11 M barelyje. 2018 metais liepos mėnesį šiame barelyje instaliuoti 9 lizimetrai 10, 30 ir 60 cm gyliuose. 2019 metais tik 10 cm ir 50 cm gyliose surinktas pakankamas dirvožemio tirpalo kiekis, tuo tarpu 60 cm gylyje dirvožemio tirpalo pritrūko cheminei analizei. Dirvožemio tirpalo cheminės analizės duomenys pagal privalomuosius rodiklius yra pateikti 5,3 lentelėje. Tyrimo rezultatų palyginimas su 2018 metais yra netikslingas, nes pernai dirvožemio tirpalas surinktas tik vieną kartą.

5.3 lentelė. Cheminių medžiagų koncentracijos (mg/L) dirvožemio tirpale 11M barelyje 2019 metais

| Data | N-NO ₃ | K | Ca | Mg | Org.C | pH | Laid. | Sulfatai (SO ₄), mg/l |
|-----------------|-------------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-----------|-----------------------------------|
| 10 cm gylyje | | | | | | | | |
| 2019 05 06 | 0,37 | 3,0 | 9,25 | 2,90 | 3,6 | 6,8 | 74 | 7,2 |
| 2019-11-05 | 0,14 | 5,8 | 4,50 | 1,57 | 54 | 5,4 | 55 | 9,6 |
| Vidurkis | 0,26 | 4,4 | 6,88 | 2,24 | 28,8 | 6,2 | 65 | 8,4 |
| 30 cm gylyje* | | | | | | | | |
| 2019 05 06 | 1,1 | 2,4 | 11,4 | 3,73 | * | 6,9 | 102 | 7,7 |
| 2019-11-05 | 0,13 | 3,1 | 6,81 | 2,00 | 36 | 6,6 | 65 | 11,5 |
| Vidurkis | 0,62 | 2,75 | 9,11 | 2,87 | 3,6 | 6,75 | 84 | 9,6 |
| 60 cm gylyje* | | | | | | | | |

* – nebuvo dirvožemio tirpalo

6. ORO TARŠOS TYRIMAI PASYVAUS KAUPIMO METODU

Ribines reikšmes viršijančios aukštos oro teršalų koncentracijos gali neigiamai paveikti augmeniją. Vieni iš labiausiai augalus veikiančių oro teršalų yra sieros dioksidas (SO_2), azoto dioksidas (NO_2), amoniakas (NH_3) bei pažemio ozonas. Todėl Intensyviojo miškų monitoringo bareliuose šiems junginiams skiriamas didžiausias dėmesys. Azoto dioksido, sieros dioksido koncentracijų ir amoniako matavimai pasyviojo kaupimo metodu vykdomi vegetacijos laikotarpiu, eksponuojant pasyviuosius kaupiklius netoli tyrimo barelio esančioje atviroje vietoje vieno mėnesio laikotarpiui. Paprastai pasyvieji kaupikliai eksponuojami kirtavietėse, kur yra imami atviros vietos kritulių bandiniai. Davikliai kabinami 3-4 metrų aukštyje kirtavietės pakraštyje arba ant likusių kirtavietėje medžių.

2019 metų vegetacijos periodo metu, naudojant pasyvaus kaupimo metodą, trijuose Intensyvaus miškų monitoringo bareliuose (3M, 10M ir 11M) buvo nustatomos SO_2 , NO_2 bei NH_3 koncentracijos ore. Ora kokybės analizės duomenys, pateikti 6.1 lentelėje, rodo, kad sieros dioksido koncentracijos ore, visų tirtų monitoringo monitoringo barelių aplinkoje, svyravo gana ženkliai. Vidutinė sieros dioksido koncentracijos 3M barelyje buvo $0,46 \mu\text{g}/\text{m}^3$, tačiau svyravo nuo $0,15$ iki $0,80 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (6.1 lentelė). SO_2 koncentracija 3M barelio aplinkoje 2019 metais buvo beveik 4 kartus mažesnė, už stebėjimų periodo vidurkį ir beveik per pusę mažesnė už vidutines 2018 metų reikšmes. Vidutinė šio teršalo koncentracija 10M barelyje buvo kiek didesnė ir siekė $0,72 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (kito nuo $0,39$ iki $1,54 \mu\text{g}/\text{m}^3$). Panaši vidutinė sieros dioksido koncentracija ore 2019 metais buvo 11M barelyje – $0,72 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (kito nuo $0,22$ iki $2,22 \mu\text{g}/\text{m}^3$). Beje, vidutinė periodo reikšmų šiame barelyje skaičiuota, prijungiant buvusio 6M barelio duomenis. Kadangi 11M barelis yra nutolęs tik apie 2 kilometrus nuo buvusio 6M barelio, manome, kad taršos koncentracijos čia neturėtų esmingiau skirtis. Išdėstant SO_2 , NO_2 bei NH_3 koncentracijų sekas (6.1-6.3 pav.) šių dviejų barelių duomenys taip pat buvo apjungti

Palyginus šių metų rezultatus su 2008–2019 metų periodo vidutine sieros dioksido koncentracija, matyti, kad vidutinės koncentracijos ore 2019 metais buvo ženkliai mažesnės. Ženkliai aukštesnės sieros dioksido koncentracijos 3M ir 6M bareliuose buvo 2008 metais. 2009–2017 metų laikotarpiu šio teršalo koncentracijos ore sumažėjo ir išliko stabilios, neviršijančios foninės taršos ribų visuose tyrimo bareliuose.

6. 1 lentelė. SO₂ koncentracijos 3M, 11M ir 10M bareliuose 2019 metais

| Data | 3M | Data | 11M | Data | 10M |
|--|-------------|------------------|-------------|------------------|-------------|
| 2019.05.06-06.03 | 0,58 | 2019.05.06-06.04 | 1,16 | 2019.05.07-06.05 | 0,84 |
| 2019.06.03-07.02 | 0,67 | 2019.06.04-07.02 | 0,81 | 2019.06.05-07.03 | 1,54 |
| 2019.07.02-08.01 | 0,28 | 2019.07.02-08.01 | 0,55 | 2019.07.03-08.07 | 0,32 |
| 2019.08.01-09.04 | 0,15 | 2019.08.01-09.04 | 0,69 | 2019.08.07-09.03 | 0,73 |
| 2019.09.04-10.03 | 0,80 | 2019.09.04-10.03 | 0,84 | 2019.09.03-10.01 | 0,39 |
| 2019.10.03-11.05 | 0,30 | 2019.10.03-11.05 | 0,34 | 2019.10.01-11.06 | 0,51 |
| 2019 metų vidurkis | 0,46 | | 0,73 | | 0,72 |
| 2008-2019 metų laikotarpio vidurkis | 2,17 | | 2,02 | | 1,42 |

Duomenys apie azoto dioksido koncentracijas ore pateikti 6.2 lentelėje. Visuose monitoringo ploteliuose jos svyravo 4-13 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ribose. Vidutinė azoto dioksido koncentracijos 3M barelyje buvo 8,37 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ bei svyravo nuo 4,4 iki 11,6 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (6.2 lentelė). Vidutinė šio teršalo koncentracija 11M barelyje buvo nežymiai didesnė ir siekė 9,9 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (kito nuo 7,5 iki 12,9 $\mu\text{g}/\text{m}^3$). Mažiausia vidutinė azoto dioksido koncentracija ore 2019, kaip ir ankstesniais metais, buvo 10M barelyje – 6,80 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (5,0-8,0 $\mu\text{g}/\text{m}^3$).

6. 2 lentelė. NO₂ koncentracijos ore 3M, 11M ir 10M bareliuose 2019 metais

| Data | 3M | Data | 11M | Data | 10M |
|--|--------------|------------------|--------------|------------------|-------------|
| 2019.05.06-06.03 | 9,05 | 2019.05.06-06.04 | 9,98 | 2019.05.07-06.05 | 7,10 |
| 2019.06.03-07.02 | 9,50 | 2019.06.04-07.02 | 8,55 | 2019.06.05-07.03 | 6,16 |
| 2019.07.02-08.01 | 7,98 | 2019.07.02-08.01 | 11,13 | 2019.07.03-08.07 | 5,01 |
| 2019.08.01-09.04 | 7,61 | 2019.08.01-09.04 | 9,33 | 2019.08.07-09.03 | 7,53 |
| 2019.09.04-10.03 | 4,41 | 2019.09.04-10.03 | 7,49 | 2019.09.03-10.01 | 6,96 |
| 2019.10.03-11.05 | 11,64 | 2019.10.03-11.05 | 12,90 | 2019.10.01-11.06 | 8,04 |
| 2019 metų vidurkis | 8,37 | | 9,90 | | 6,80 |
| 2008-2019 metų laikotarpio vidurkis | 10,66 | | 13,32 | | 7,12 |

Palyginus šių metų azoto dioksido koncentracijas ore su 2008–2019 metų periodo vidutine azoto dioksido koncentracija, matyti, kad 2019 metų vidurkiai buvo mažesni už viso stebėjimo periodo duomenis (6.2 lent.). Lyginant su 2018 metais, šiemet azoto dioksido koncentracijos visuose bareliuose sumažėjo apie 30 procentų. Reikia pažymėti, kad 2008–2016 metų laikotarpiu 6M (11M) barelyje buvo stebimas intensyvus azoto dioksido koncentracijos ore kilimas, o 2017

ir 2019 metais nustatytas ženklus jos sumažėjimas, tačiau šiame Intensyvaus miškų monitoringo barelyje azoto dioksido koncentracija vis dar išlieka aukščiausia, lyginant su 3M ir 10M bareliais. Nors 3M plotelyje teršalo koncentracija yra sąlyginai žema, tačiau nuo 2010 metų yra stebima nežymi jo augimo tendencija.

6.3 lentelėje pateikti duomenys apie amoniako (NH_3) koncentracijas ore 2019 metais 3M, 11M ir 10M bareliuose. Amoniako koncentracijos intensyvaus monitoringo bareliuose 2019 metais buvo artimos stebėjimo periodo vidurkiui. Vidutinė šio teršalo koncentracija buvo aukščiausia 11M barelyje $6,34 \mu\text{g}/\text{m}^3$, tačiau svyravo nuo $2,5$ iki $9,1 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (6. 3 lentelė). Vidutinė NO_2 koncentracija 3M barelyje siekė $3,45 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (kito nuo $1,35$ iki $6,67 \mu\text{g}/\text{m}^3$). Amoniako koncentracija ore 2019 metais 10M barelyje buvo $2,72 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (kito nežymiai - nuo $1,62$ iki $4,39 \mu\text{g}/\text{m}^3$).

Palyginus 2019 metų duomenis su 2008 – 2019 metų koncentracijų vidurkiu, pastebima, kad visuose bareliuose NH_3 koncentracijos buvo panašios. Remiantis 2008–2019 metų periodo tyrimų rezultatais, matyti, kad amoniako, kaip ir azoto dioksido koncentracija aukščiausia 11M (6M) barelyje. Lyginant su 2018 metais amoniako koncentracijos 3M ir 10M bareliuose sumažėjo beveik 3 kartus.

Pagrindinių teršalų koncentracijos ore visuose tyrimo bareliuose neviršijo foninės taršos ribų, todėl tikėtina, kad jos neturėjo neigiamos įtakos augalijai.

7. 3 lentelė. NH_3 koncentracijos 3M, 11M ir 10M bareliuose 2019 metais

| Data | 3M | Data | 11M | Data | 10M |
|--|-----------|------------------|------------|------------------|------------|
| 2019.05.06-06.03 | 5,36 | 2019.05.06-06.04 | 6,02 | 2019.05.07-06.05 | 4,39 |
| 2019.06.03-07.02 | 3,55 | 2019.06.04-07.02 | 5,43 | 2019.06.05-07.03 | 3,81 |
| 2019.07.02-08.01 | 1,35 | 2019.07.02-08.01 | 6,70 | 2019.07.03-08.07 | 1,91 |
| 2019.08.01-09.04 | 1,55 | 2019.08.01-09.04 | 2,50 | 2019.08.07-09.03 | 2,52 |
| 2019.09.04-10.03 | 6,67 | 2019.09.04-10.03 | 9,05 | 2019.09.03-10.01 | 1,62 |
| 2019.10.03-11.05 | 2,23 | 2019.10.03-11.05 | 8,35 | 2019.10.01-11.06 | 2,04 |
| 2019 metų vidurkis | 3,45 | | 6,34 | | 2,72 |
| 2018-2019 metų laikotarpio vidurkis | 4,12 | | 4,94 | | 2,77 |

Pagrindinių teršalų koncentracijos ore visuose tyrimo bareliuose neviršijo foninės taršos ribų, todėl tikėtina, kad jos neturėjo neigiamos įtakos augalijai.

7. NUOKRITŲ MASĖS KAITA INTENSYVAUS MONITORINGO BARELIUOSE

Medžių nuokritos ir jų skaidymosi procesas miško ekosistemose yra svarbus medžiagų apykaitos rodiklis. Miškų ekosistemose nuokritos kartu su cheminių medžiagų iškritomis (depozicijomis) yra pagrindinis kelias, kuriuo atstatomos ir papildomos augalų maisto medžiagos dirvožemyje (Morrison, 1991). Ekosistemose nuokritos yra svarbiausia grandis, jungianti producentus ir skaidytojus (konsumentus) (Ukonmaanaho et al., 2008). Mūsų klimato zonos miškuose pagrindinis nuokritų masės komponentas (frakcija) yra lapijos nuokritos. Nukrentančių lapų ar spyglių masė dažniausiai sudaro virš pusės visų nuokritų masės ((Finer, 1996). Priklausomai nuo medžių rūšies nuokritų masės kaita sezono metu nėra tolygi (Ukonmaanaho et al., 2008). Nuokritų formavimuisi didelę įtaką turi meteorologinės sąlygos, medyno savybės ir būklė, miškininkavimas, oro tarša ir kt. Nuokritų kiekis ir kokybė (sudėtis pagal frakcijas ir cheminę sudėtis) parodo svarbiausius maisto medžiagų pernešimo iš antžeminės augalų biomasės į dirvožemį procesus.

Nuokritų surinkimas ir frakcinės sudėties analizė Intensityvaus monitoringo bareliuose atliekami ištisus metus, surenkant informaciją vieną kartą per mėnesį 12 kartų per metus (žiemos mėnesiais – jeigu rinktuvuose yra daug sniego, imamas vienas bandinys už atitinkamą laikotarpį). Medžių nuokritos 6M barelyje pradėtos rinkti nuo 2002 metų birželio mėn., 3M barelyje – nuo 2005 metų sausio mėn., o 10M – nuo 2008 metų sausio mėn. Nuo 2018 metų nuokritos pradėtos rinkti naujai įsteigtame 11M barelyje (vietoje 6M barelio). Sukauptos duomenų sekos leidžia patikimiau analizuoti ne tik tai nuokritų masės kaitą, bet ir sezoninius nuokritų masės pokyčius.

Lietuvos intensityvaus monitoringo bareliuose (3M, 10M ir 11M) sukonstruota po 10 0,25 m² ploto polietilenui nuokritų rinktuvų, kurie pakelti 1 m nuo žemės paviršiaus. Nuokritų rinktuvai barelyje išdėstyti sistemiškai (1 linijoje vienodu atstumu tarp rinktuvų) (2.2 pav.). Nuo 2018 metų pagal ICP-Forests rekomendacijas pasikeitė nuokritų skirstymas į frakcijas. Nuo šiol Lietuvos IMB nuokritos skirstomos į 6 frakcijas (pušies spygliai, eglės spygliai, lapai, kankorėžiai, šakelės ir likusios nuokritos).

3M barelyje nuokritos pradėtos rinkti 2005 m. sausio mėn. Nuokritų masės (kg/ha) 3M barelyje (perskaičiuota 30 dienų periodui, nes ne visuomet jos yra surenkamos tą pačią mėnesio dieną) 2018 metų sausio-spalio mėnesiais duomenys pateikti 7.1 lentelėje. Per 10 mėnesių 2018 metais 3M barelyje iškrito 3628 kg/ha nuokritų, iš kurių 53% sudarė spygliai. Palyginti didelę

nuokritų dalį 2018 metais sudarė likę nuokritos (29 %) bei kankorėžiai (14 %). Lapų nuokritų dalis 3M barelyje nežymi – tik 50,9 kg/ha (1,4 % visos nuokritų masės).

7.1. lentelė. Nuokritų masės (kg/ha) kaita 3M barelyje 2019 metais (perskaičiuota 30 dienų periodui).

| Mėnuo | Nuokritų frakcijų masė, kg/ha | | | | | |
|-------------|-------------------------------|-------------|--------------|--------------|----------------|---------------|
| | Spygliai | Lapai | Kankorėžiai | Šakelės | Likę nuokritos | Visos |
| I | 5,4 | 0,0 | 1,8 | 3,7 | 6,8 | 17,7 |
| II | 4,7 | 0,0 | 1,6 | 3,2 | 6,0 | 15,5 |
| III | 29,0 | 0,0 | 38,3 | 0,0 | 59,2 | 126,4 |
| IV | 66,5 | 0,0 | 100,5 | 38,7 | 116,4 | 322,0 |
| V | 213,0 | 0,0 | 20,5 | 8,7 | 354,9 | 597,2 |
| VI | 107,0 | 0,0 | 206,5 | 16,6 | 96,1 | 426,2 |
| VII | 181,9 | 3,6 | 16,8 | 19,5 | 169,2 | 391,0 |
| VIII | 156,0 | 2,7 | 48,0 | 12,0 | 135,4 | 354,1 |
| IX | 670,4 | 20,0 | 53,0 | 0,0 | 82,2 | 825,6 |
| X | 479,7 | 24,6 | 12,2 | 0,0 | 35,3 | 551,8 |
| Viso | 1913,5 | 50,9 | 499,2 | 102,5 | 1061,4 | 3627,6 |

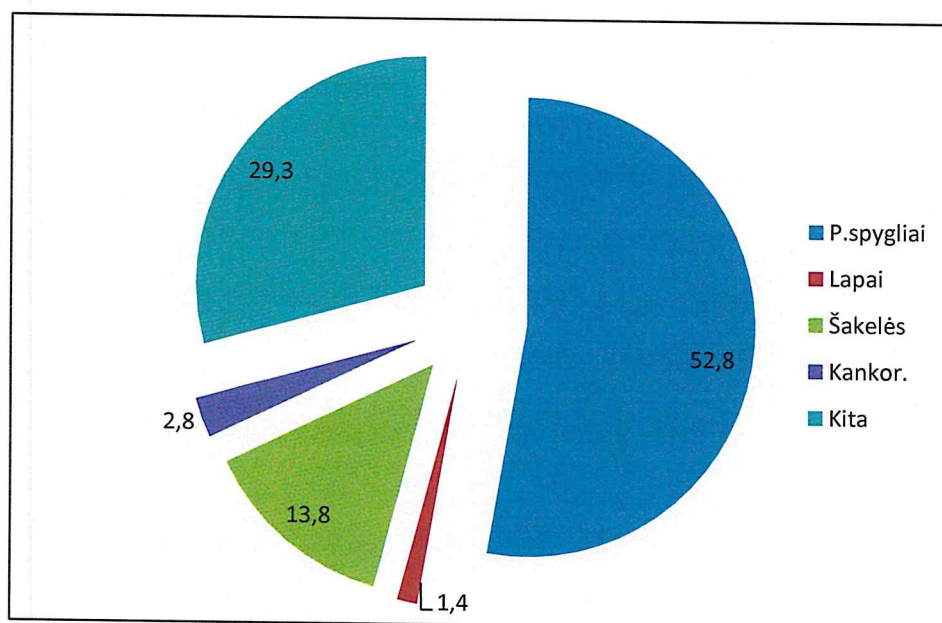
Vidutiniškai per metus 3M barelyje nukrenta 3829 kg/ha nuokritų. Daugiau negu pusę nuokritų sudaro spygliai (2193 kg/ha) (7.2 lentelė).

7.2 lentelė. Nuokritų masė (kg/ha) 3M barelyje 2005-2018 metais

| Metai | Nuokritų masė, kg/ha per metus | | | | |
|---------------------|--------------------------------|--------------|--------------|-----------------|-----------------|
| | Spygliai | Kankorėžiai | Šakelės | Kitos frakcijos | Visos nuokritos |
| 2005 | 2671,8 | 232,4 | 294,2 | 839,9 | 3902,3 |
| 2006 | 1424,6 | 218,2 | 206,5 | 865,0 | 2598,2 |
| 2007 | 2213,5 | 283,3 | 346,5 | 845,7 | 3592,1 |
| 2008 | 2254,1 | 156,8 | 579,1 | 968,6 | 3874,4 |
| 2009 | 2014,6 | 78,8 | 526,9 | 1115,9 | 3737,2 |
| 2010 | 2160,8 | 145,2 | 1394,4 | 1076,3 | 4904,1 |
| 2011 | 2544,3 | 164,7 | 609,6 | 861,9 | 4180,6 |
| 2012 | 2238,2 | 130,3 | 520,7 | 793,4 | 3682,6 |
| 2013 | 2250,4 | 118,0 | 444,8 | 793,2 | 3325,0 |
| 2014 | 2600,1 | 132,2 | 712,9 | 985,8 | 4430,8 |
| 2015 | 1971,9 | 129,0 | 462,7 | 839,7 | 3403,2 |
| 2016 | 2028,1 | 473,9 | 932,8 | 967,3 | 4402,1 |
| 2017 | 2326,0 | 356,0 | 398,5 | 786,8 | 3867,4 |
| 2018 | 2002,9 | 102,5 | 514,1 | 1083,3 | 3702,8 |
| Vidutiniškai | 2193,0 | 194,4 | 567,4 | 915,9 | 3828,8 |

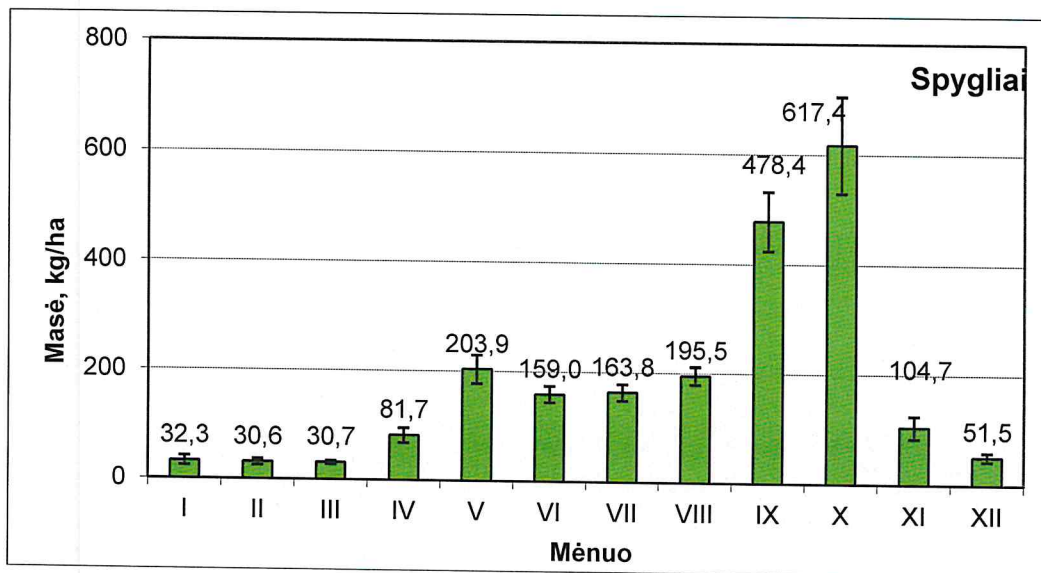
Šakelių nuokritos sudaro apie 572 kg/ha, kankorėžiai – apie 201 kg/ha, o likę nuokritos – 903 kg/ha. Reikia pastebėti, kad nuokritų masė atskirais metais gana ženkliai svyruoja. Jeigu spyglių ir likusių nuokritų masės maksimalios reikšmės atskirais metais skiriasi iki 1,5-2 kartų, tai šakelių ir kankorėžių nuokritų gali skirtis iki 3-4 kartus.

Nuokritų dalis pagal frakcijos 3M barelyje pateikta 7.1 pav., iš kur matome, kad spyglių masė vidutiniškai sudaro 53%. Ankstesniais metais lapų nuokritos buvo skaičiuojamos kartu su spyglių, todėl visos asimiliacinio aparato nuokritos šiame barelyje siekia apie 53 procentus visos nuokritų masės.

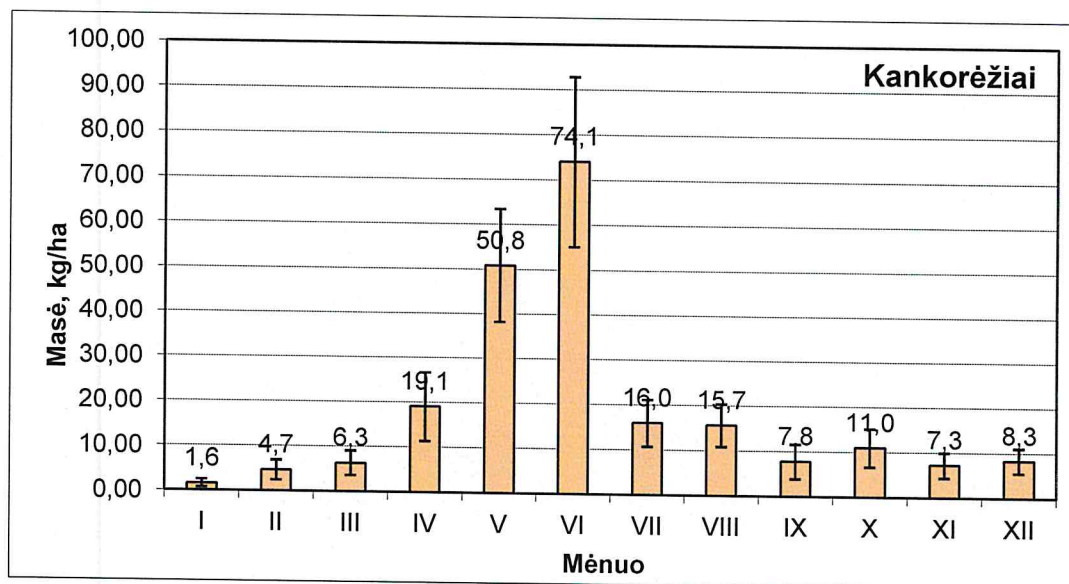


7.1 pav. Nuokritų dalis pagal frakcijas 3M barelyje 2018 metais

Analizuojant sezoninę eigą pagal nuokritų frakcijas, išsiskiria spyglių nuokritų masės pikas rugsėjo-spalio mėnesiais. Žiemos mėnesiais iškrenta tik apie 30-40 kg/ha spyglių, tuo tarpu kai spalio mėnesį jų vidutiniškai iškrenta virš 600 kg/ha, o rugsėjį – beveik 500 kg/ha (7.2 pav.). Šio rudeninio pušų spyglių kritimo piko laikas yra stipriai veikiamas orų sąlygų, ypač oro temperatūros, o taip pat vėjo bei kritulių. Panašūs į viso stebėjimų periodo duomenis rezultatai gauti ir 2018 metais (7.1 lent.). Daugiausia pušų kankorėžių nukrenta gegužės –birželio mėnesiais (virš 60% visų šios frakcijos metinių nuokritų), tuo tarpu kitais mėnesiais jų kiekis svyruoja nuo 2 iki 15% (7.3 pav.).

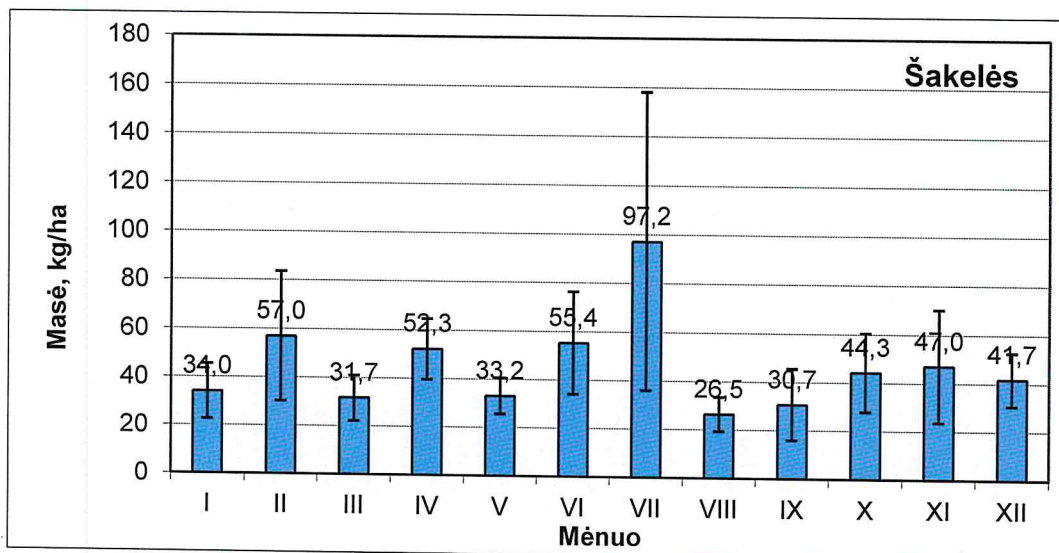


7.2 pav. Spyglių nuokritų masės sezoninė kaita 3M barelyje (2005-2019 m. duomenys)



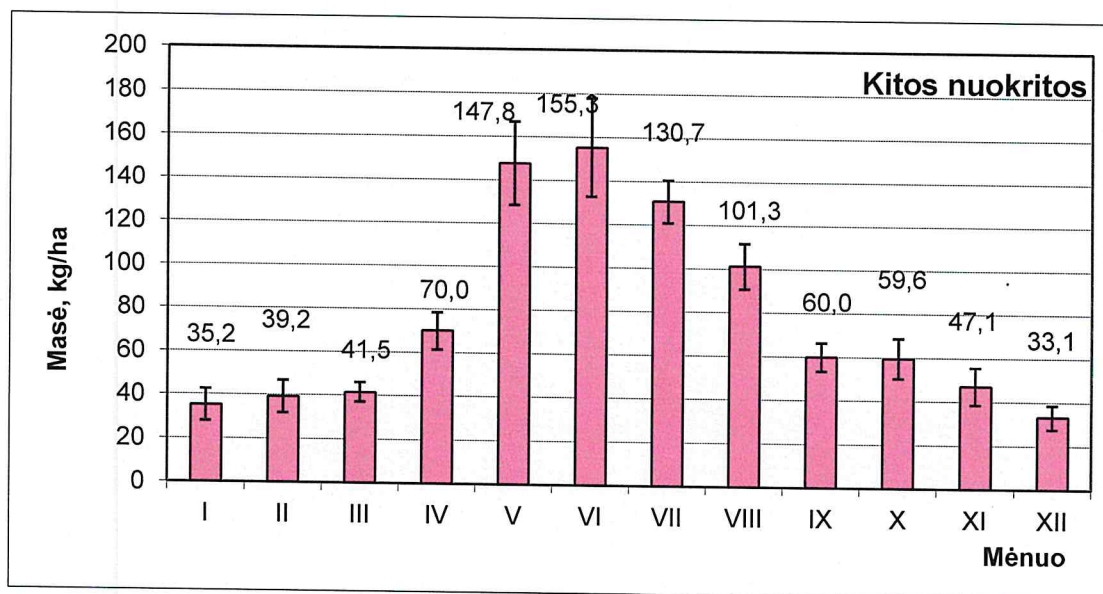
7.3 pav. Kankorėžių nuokritų masės sezoninė kaita 3M barelyje 2005-2019 metais

Ūglių ir šakelių nuokritos, sudarančios iki 15% visos nuokritų masės neturi patikimai išreikštos sezoninės eigos (7.4 pav.) ir skirtumai tarp atskirų matavimo periodų nėra statistiškai patikimi. Jų kiekius sezono metu lemia meteorologinės sąlygos bei atsitiktiniai veiksniai.



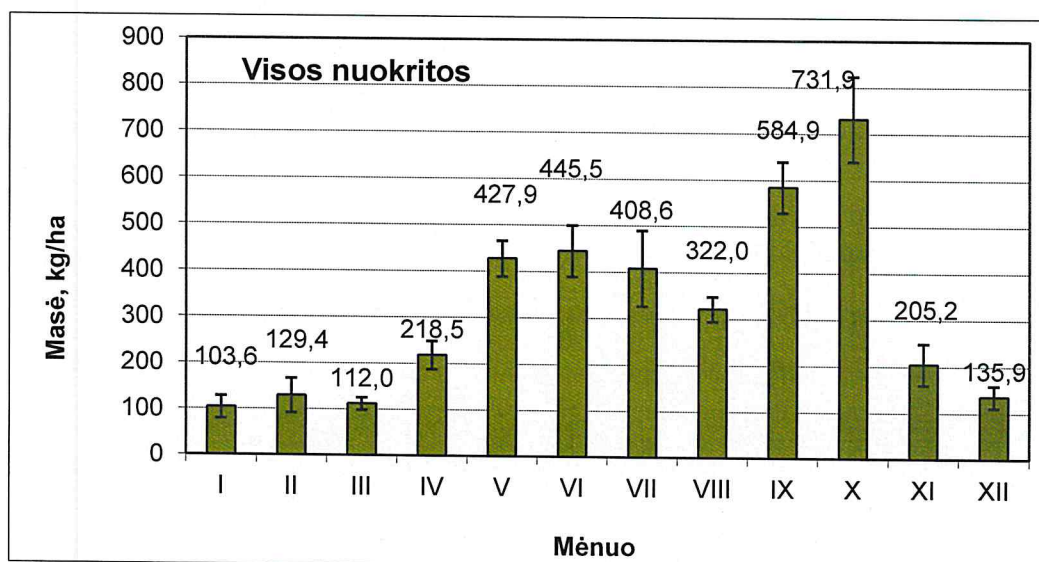
7.4 pav. Šakų nuokritų masės sezoninė kaita 3M barelyje 2005-2019 metais

Kitų nuokritų (žievė, žvynai, ant medžių augančios samanų ir kerpės, žiedai, pumpurai ir kt.) masė būna didžiausia gegužės- rugpjūčio mėnesiais (virš 100 kg/ha) (7.5 pav.). Jų padidėjimą minėtu laikotarpiu labiausiai nulemia generatyvinių organų (žvynų, žiedų ir kt.) liekanos.



7.5 pav. Kitų nuokritų masės sezoninė kaita 3M barelyje 2005-2019 metais

Šių 4 pagrindinių nuokritų frakcijų masės kaita sezono metu lemia bendrą nuokritų masės kaitą. Neabejotinai didžiausią įtaką turi spyglių nuokritų ir, iš dalies, kankorėžių ir kitų nuokritų masės sezoniškumas, todėl bendra nuokritų masė pušyne yra didžiausia vasaros-rudens sezono metu (7.6 pav.). Vidutiniškai gegužės – spalio mėnesiais nukrenta apie 3 ketvirtadalius visų metų nuokritų.



7.6 pav. Suminės nuokritų masės sezoninė kaita 3M barelyje 2005-2019 metais

Nuokritų masė 10M barelyje. Nuokritų masė (kg/ha) 10M barelyje 2019 metais (perskaičiuota 30 dienų periodui) pateikta 7.3 lentelėje. Per 10 2018 metų mėnesių 10M barelyje nuokritų masė buvo rekordiška didelė - net 7580 kg/ha, iš jos 5841 kg/ha sudarė spygliai, 602 kg/ha – kankorėžiai, 621 kg/ha – kitos nuokritos ir 518 kg/ha – šakelės (7.3 lentelė). Tokį nuokritų kiekį galėjo lemti labai mažas kritulių kiekis vasaros mėnesiais ir reikšmingas asimiliacinio eglų aparato susilpnėjimas. Labai daug eglų spyglių nukrito rugsėjo-spalio mėnesiais. Vien spalio mėnesio spyglių nuokritos sudarė virš pusės viso analizuojamo periodo vidurkio.

Vidutiniai nuokritų kiekiai 10M barelyje kg/ha 2008-2018 metais pateikti 7.4 lentelėje. 2008-2018 metais 10M barelyje vidutiniškai iškrito 5,17t/ha nuokritų. Iš jų net 3,9 t/ha teko spygliams, 0,33 t/ha – kankorėžiams, 0,37 t/ha šakelėms bei 0,58 t/ha kitų frakcijų nuokritoms.

Vidutiniškai net 73% visų nuokritų nagrinėjamuoju laikotarpiu sudarė eglų spygliai. Kitų frakcijų nuokritų dalis kito nuo 7 iki 12% (7.7 pav.).

7.3 lentelė. Nuokritų masė (kg/ha) 10M barelyje 2019 metais (perskaičiuota 30 dienų periodui)

| Mėnuo | Nuokritų frakcijų masė, kg/ha | | | | |
|-------------|-------------------------------|--------------|--------------|----------------|---------------|
| | Spygliai | Kankorėžiai | Šakelės | Likę nuokritos | Visos |
| I | 273,2 | 0,7 | 20,7 | 27,0 | 321,6 |
| II | 231,8 | 0,6 | 17,5 | 22,9 | 272,9 |
| III | 511,9 | 0,8 | 33,9 | 34,4 | 581,0 |
| IV | 763,8 | 5,8 | 146,9 | 106,5 | 1023,1 |
| V | 317,1 | 14,1 | 56,0 | 126,1 | 513,3 |
| VI | 291,6 | 5,6 | 37,5 | 44,4 | 373,8 |
| VII | 394,1 | 366,3 | 93,9 | 119,2 | 973,5 |
| VIII | 53,1 | 0,0 | 8,1 | 29,0 | 90,2 |
| IX | 766,0 | 208,3 | 80,5 | 74,9 | 1129,6 |
| X | 2238,8 | 0,0 | 23,4 | 36,0 | 2298,1 |
| Viso | 5841,3 | 602,3 | 518,4 | 620,6 | 7577,2 |

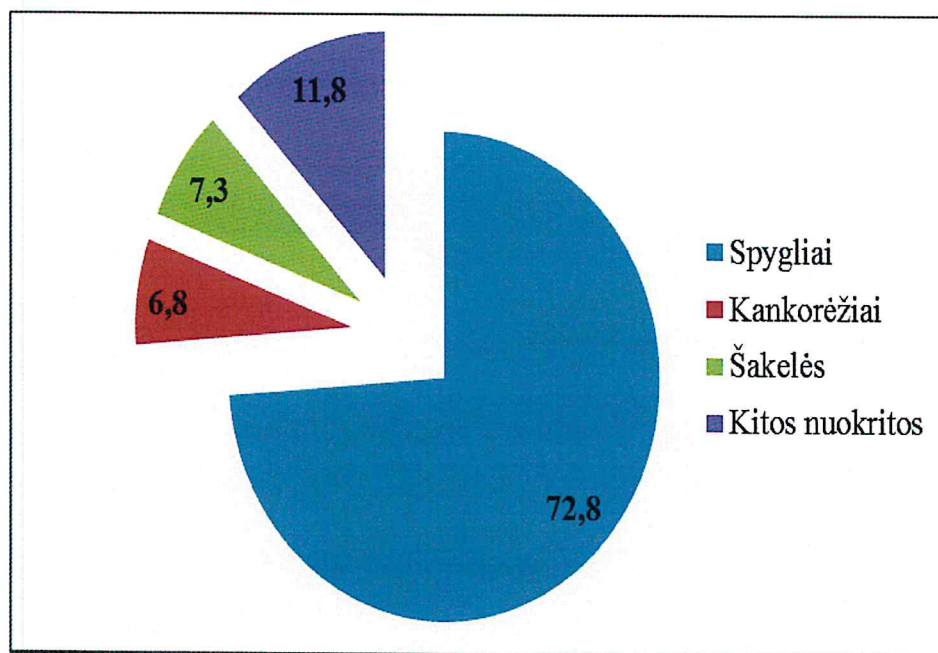
7.4 lentelė. Nuokritų masė (kg/ha) 2008-2018 metais 10M barelyje

| Metai | Nuokritų masė, kg/ha per metus | | | | |
|---------------------|--------------------------------|--------------|--------------|-----------------|-----------------|
| | Spygliai | Kankorėžiai | Šakelės | Kitos frakcijos | Visos nuokritos |
| 2008 | 4061,10 | 1851,90 | 183,30 | 505,80 | 6594,50 |
| 2009 | 2082,70 | 630,30 | 257,70 | 393,80 | 3364,60 |
| 2010 | 4880,60 | 103,10 | 284,80 | 387,70 | 5656,30 |
| 2011 | 4691,20 | 175,10 | 380,40 | 568,90 | 5815,60 |
| 2012 | 2861,50 | 0,40 | 296,10 | 490,90 | 3634,50 |
| 2013 | 4247,33 | 32,10 | 282,41 | 490,56 | 5052,41 |
| 2014 | 4862,72 | 0,00 | 494,64 | 660,71 | 6018,08 |
| 2015 | 2856,6 | 57,7 | 401,1 | 518,3 | 3833,8 |
| 2016 | 2189,0 | 20,5 | 391,0 | 554,6 | 3155,1 |
| 2017 | 3629,6 | 182,6 | 476,5 | 1170,2 | 5458,8 |
| 2018 | 6442,3 | 602,3 | 619,0 | 679,9 | 8338,2 |
| Vidutiniškai | 3891,3 | 332,4 | 369,7 | 583,8 | 5174,7 |

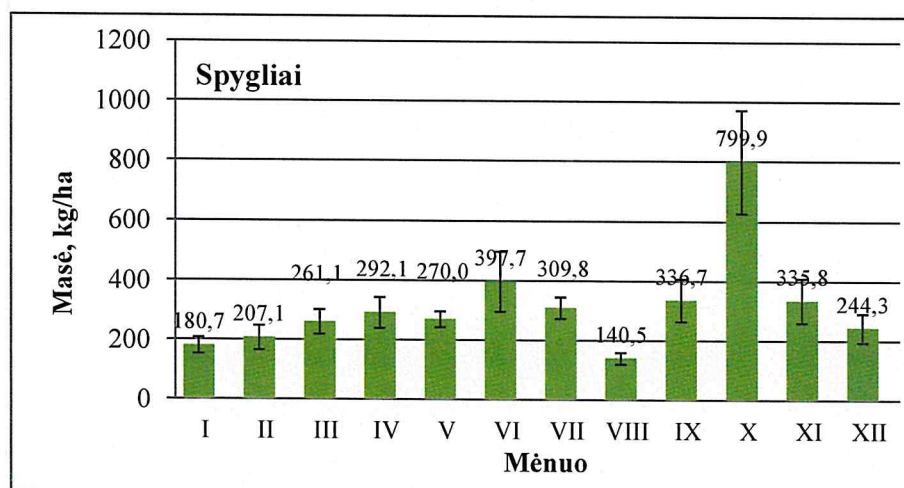
Atskitų nuokritų frakcijų sezoninė kaita 2008-2018 metais pateikta 7.8-7.12 paveikslėliuose.

Metų bėgyje daugiausia spyglių nuokritų buvo spalio mėnesį - 0,8 t/ha, iš kurių net 73% sudarė nukritę eglių spygliai. Spyglių nuokritų sezoninė eiga statistiškai patikimai neišryškėja, išskyrus ryškų spalio mėnesio piką (7.8 pav.). Tai rodo ženklios vidurkio paklaidos. Kitais

laikotarpiais spyglių nuokritų masė esmingiau nesiskyrė. E. Malkonen (1974) ir L. Finer (1996) taip pat nurodo, kad paprastosios eglės spyglių nuokritos metų bėgyje yra beveik vienodos.

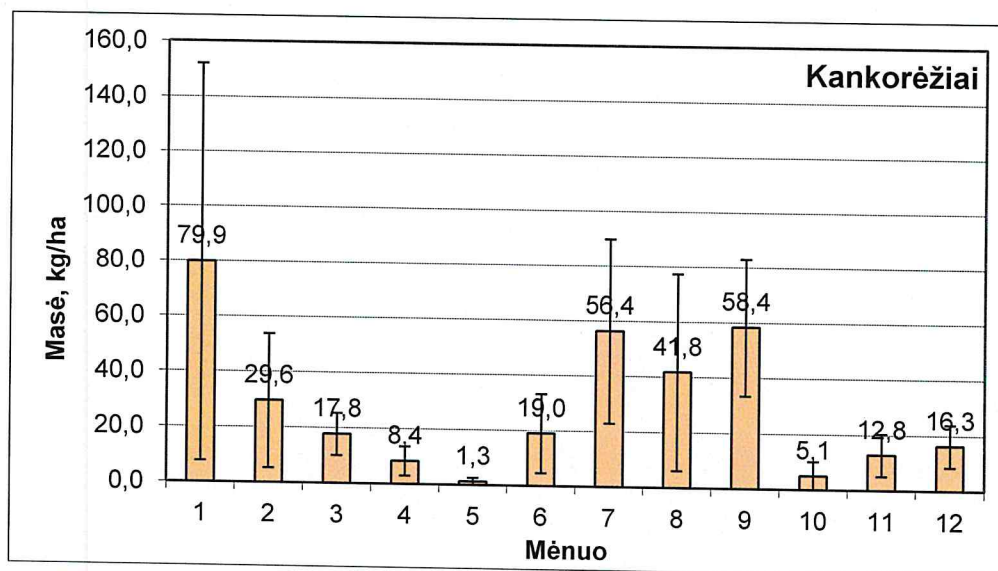


7.7 pav. Nuokritų dalis pagal frakcijos 10M barelyje 2008-2018 metais

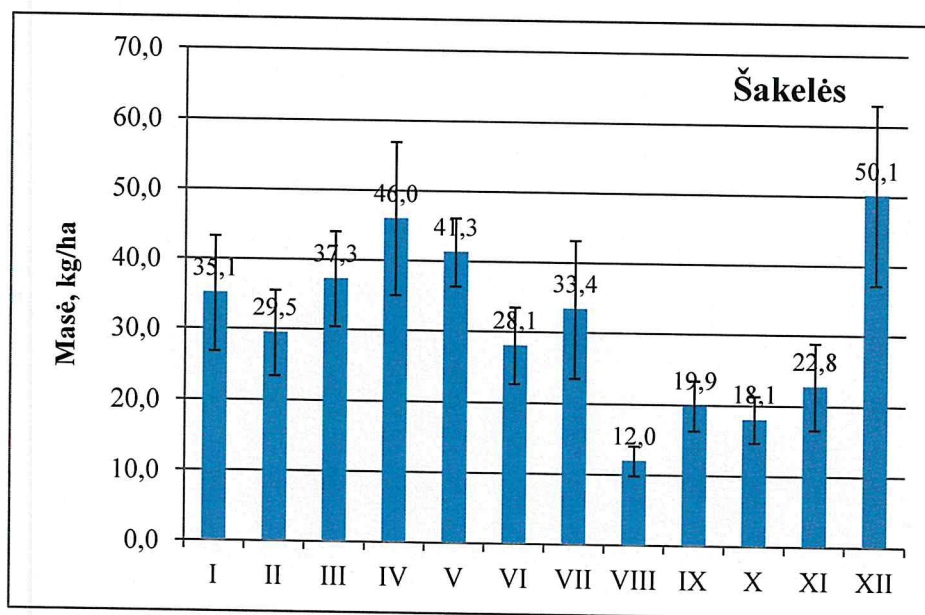


7.8 pav. Spyglių nuokritų masės sezoninė kaita 10M barelyje (2008-2019 m. duomenys)

Kankorėžių nuokritų masės sezoninė kaita 10M barelyje nėra išreikšta (7.9 pav.). Tam, matyt, įtakos turi ir palyginti negausus eglių derėjimas šiame barelyje, o atskirus kankorėžių nuokritų pikus sezono metu lemia daugiau atsitiktiniai bei meteorologiniai veiksniai, pvz. vėjo greitis.



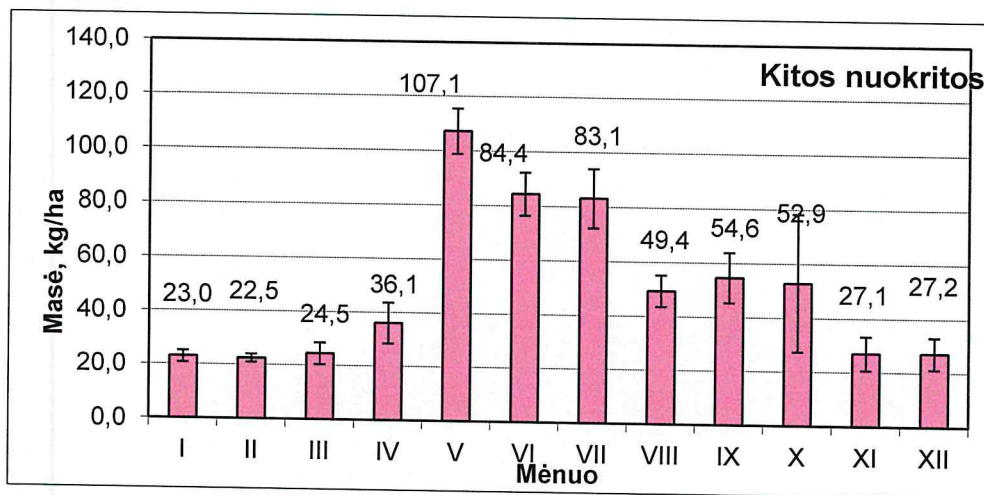
7.9 pav. Kankorėžių nuokritų masės sezoninė kaita 10M barelyje (2008-2018 m. duomenys)



7.10 pav. Šakelių nuokritų masės sezoninė kaita 10M barelyje (2008-2018 m. duomenys)

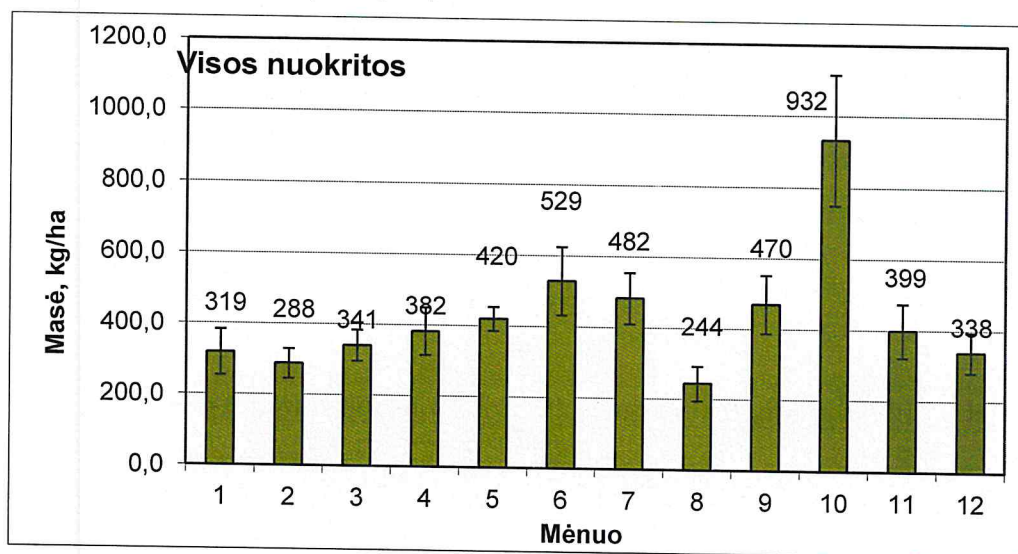
Nukritusių šakelių masė metų bėgyje kinta nežymiai (7.9 pav.), nors, matyti, kad jos rugpjūčio-spalio mėnesiais yra mažiausios. Didžiausia šakelių nuokritų dalis nustatyta gruodžio mėnesio nuokritose.

Daugiausia kitų frakcijų nuokritų būna gegužės mėnesį (vidutiniškai 105 kg/ha), kuomet masiškai krenta pumpurų žvynai (10.11 pav.). Palyginti daug kitų frakcijų nuokritų iškrenta ir birželio-spalio mėnesiais (50-90 kg/ha).



7.11 pav. Kitų frakcijų nuokritų masės sezoninė kaita 10M barelyje (2008-2018 m. duomenys)

Visų frakcijų nuokritų masė 10 M barelyje didžiausia spalio mėnesį, o kitais laikotarpiais svyruoja 240-530 kg/ha ribose (7.12 pav.).

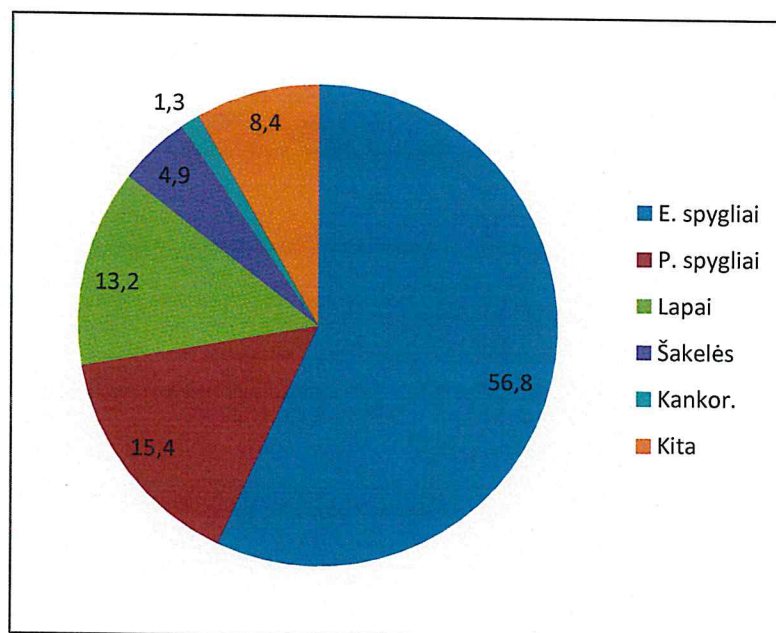


7.12 pav. Visų nuokritų masės sezoninė kaita 10M barelyje (2008-2018 m. duomenys)

2018 metais pradėtas nuokritų rinkimas ir jų analizė 11M barelyje. Per 10 mėnesių visos medžių nuokritos buvo apie 5 t/ha. Eglės spyglių iškrito 2,8, pušies – 0,8 t/ha (7.5 lent.). Reikia pastebėti, kad asimiliacinio medžių aparato nuokritos sudarė net 85% visų nuokritų (7.13 pav.).

10.5 lentelė. Nuokritų masė (kg/ha) 11M barelyje 2019 metais (perskaičiuota 30 dienų periodui)

| Mėnuo | Nuokritų frakcijų masė, kg/ha | | | | | | Visos |
|-------------|-------------------------------|--------------|--------------|--------------|-------------|----------------|---------------|
| | E. spygliai | P. spygliai | Lapai | Šakelės | Kankorėžiai | Likę nuokritos | |
| I | 132,5 | 15,6 | 3,3 | 11,9 | 6,9 | 10,3 | 180,4 |
| II | 76,4 | 4,2 | 2,9 | 4,1 | 5,0 | 9,7 | 102,3 |
| III | 88,2 | 4,9 | 3,4 | 4,7 | 5,7 | 11,2 | 118,1 |
| IV | 181,5 | 26,1 | 6,4 | 16,8 | 1,8 | 32,3 | 265,0 |
| V | 376,7 | 127,7 | 14,4 | 80,5 | 13,0 | 189,1 | 801,5 |
| VI | 397,2 | 59,9 | 9,6 | 40,4 | 0,0 | 55,6 | 562,7 |
| VII | 140,6 | 28,4 | 21,4 | 21,4 | 0,0 | 32,3 | 244,0 |
| VIII | 69,2 | 69,1 | 11,3 | 39,4 | 0,0 | 25,0 | 214,0 |
| IX | 432,9 | 166,4 | 56,3 | 10,3 | 32,7 | 23,3 | 721,8 |
| X | 948,5 | 267,4 | 532,8 | 14,9 | 0,0 | 32,3 | 1796,0 |
| Viso | 2843,6 | 769,7 | 661,9 | 244,4 | 65,1 | 421,2 | 5005,8 |



10.13 pav. Nuokritų dalis pagal frakcijas 11M barelyje 2018 metais

8. FENOLOGINIAI STEBĖJIMAI

Fenologiniai stebėjimai II lygio intensyvaus miškų monitoringo ploteliuose pradėti nuo 2014 metų. Iki 2018 metų paprastasis ąžuolas buvo stebimas 2M, paprastoji pušis 6M ir paprastoji eglė 7M IMB. 2018 metais buvo įkurtas naujas 11M IMB, kuriame auga visos trys prieš tai minėtos medžių rūšys. Todėl nuo 2018 metų šiame IMB atrinkta po 13 pušies, 11 eglės ir 12 ąžuolo medžių, kuriems atliekami fenologiniai stebėjimai. Visų stebėjimų objektų perkėlimas į vieną vietą, sudarys galimybę įvertinti medžių, augančių vienodomis meteorologinėmis ir aplinkos sąlygomis, fenologinių fazių kaitą.

2019 metais nuo balandžio 25 dienos dešimt ąžuolų buvo stebėta 17 kartų. Sezono metu stebėjimo periodiškumas nebuvo tolygus. Tai susiję su atskirų fenologinių fazių trukme bei jų formavimosi greičiu. Buvo fiksuojamos šios fenologinės fazės bei su vegetacijos eiga susiję reiškiniai: vegetatyvinių pumpurų brinkimas (B1 - pradžia, B2 – masinis pumpurų brinkimas), pumpurų sproginimas (C), medžių sulapojimas (D), žydėjimas (Ž), lapgraužių pažeidimai (%), lapų rudeninis geltimas (%), rudeninis lapų kritimas (%). 2019 metais masinis ąžuolų vegetatyvinių pumpurų brinkimas prasidėjo gegužės pradžioje (8.1.lentelė). Gegužės 6 dieną 25% stebėtų ąžuolų medžių fiksuota pumpurų sproginimo pradžia. Gegužės 10 dieną apie 50% medžių fiksuota sulapojimas. Visų ąžuolų pilnas sulapojimas nustatytas gegužės 25 dieną, tai yra viena diena vėliau negu 2018 metais. Reikia pažymėti gana ženklų fenologinių tarpinių kintamumą laike atskiriems medžiams.

Šių metų maža naujų duomenų seka, kol kas neleidžia šių duomenų detaliam palyginti su ankstesnių metų duomenimis, tačiau, ateityje, surinkus ilgesnes fenologinių stebėjimų sekas, numatoma atlikti duomenų analizę, naudojant Girionių meteorologinės stotelės duomenis.

Pušų fenologiniai stebėjimai 11M barelyje atlikti 13–ai medžių. Stebėjimo periodiškumas sezono eigoje buvo netolygus, kaip ir ąžuolams, ir eglėms. 2019 metais pušys buvo stebėtos 12–a kartų. Iš 8.2 lentelėje pateiktų duomenų matome, kad masinis pušų vegetatyvinių pumpurų brinkimas prasidėjo balandžio 23 dieną. Sulapojimo pradžia fiksuota balandžio 30 d., o visiškai sulapojimas gegužės 15 d. Pušies žydėjimas prasidėjo gegužės 9 dieną ir tęsėsi apie 7 dienas.

8.1 lentelė. Ažuolų fenologinių fazių ir sezoninių reiškinių datos bei intensyvumas 11M barelyje 2019 metais.

| Data | Fenologinė Fazė | Medžio numeris | | | | | | | | | | | |
|-------|--------------------|----------------|-----|----|-----|------|----|-----|----|------|----|----|-----|
| | | 7 | 9 | 12 | 19 | 20 | 22 | 32 | 44 | 46 | 47 | 89 | 146 |
| 04.25 | – | – | – | – | – | – | – | – | – | – | – | – | – |
| 04.28 | B1 | B1 | B1 | B1 | B1 | – | B1 | – | – | B1 | B1 | B1 | B1 |
| 04.30 | B1, B2 | B2 | B2 | B2 | B2 | B1 | B2 | B1 | B1 | B2 | B2 | B2 | B2 |
| 05.02 | B1, B2, C1 | B2 | B2 | B2 | B2 | B2 | B2 | B1 | B1 | C1 | B2 | C1 | C1 |
| 05.06 | B2, C2 | C1 | B2 | B2 | C2 | C2 | C2 | B2 | B2 | C2 | C2 | C2 | C2 |
| 05.10 | Ž1 | Ž1 | | | | Ž1 | | | | Ž1 | | | |
| 05.10 | B2, C1, C2, D1, D2 | C2 | B2 | C1 | D2 | D1 | D1 | B2 | B2 | D1 | D1 | D2 | D2 |
| 05.15 | Ž2 | Ž2 | – | – | – | Ž2 | – | – | – | Ž2 | – | – | – |
| 05.15 | C2, D2, D3 | D1 | C2 | C2 | C2 | D2 | D2 | C2 | C2 | D2 | D2 | D3 | D3 |
| 05.20 | Žpab | Žpab | | | | Žpab | | | | Žpab | | | |
| 05.20 | D2, D3 | D3 | D2 | D2 | D2 | D3 | D3 | D2 | D2 | D3 | D3 | D3 | D3 |
| 05.24 | D3 | D3 | D3 | D3 | D3 | D3 | D3 | D3 | D3 | D3 | D3 | D3 | D3 |
| 05.28 | D3 | D3 | D3 | D3 | D3 | D3 | D3 | D3 | D3 | D3 | D3 | D3 | D3 |
| 06.25 | LP | 0 | 1 | 1 | 0 | 0 | 1 | 2 | 0 | 0 | 2 | 1 | 1 |
| 09.12 | LRG | 0 | 5 | 10 | 10 | 5 | 0 | 0 | 5 | 10 | 0 | 1 | 1 |
| 09.18 | LRG | 5 | 10 | 10 | 15 | 10 | 5 | 1 | 5 | 20 | 5 | 5 | 5 |
| 10.03 | LRG | 15 | 10 | 15 | 15 | 10 | 10 | 5 | 15 | 20 | 10 | 5 | 20 |
| 10.15 | LRG | 95 | 90 | 80 | 80 | 80 | 85 | 80 | 85 | 85 | 80 | 85 | 80 |
| 10.15 | LK | 30 | 30 | 35 | 40 | 30 | 35 | 40 | 30 | 45 | 50 | 45 | 40 |
| 11.04 | LK | 100 | 100 | 95 | 100 | 98 | 98 | 100 | 95 | 100 | 95 | 98 | 98 |

• -B1 - Vegetatyvinių pumpurų brinkimo pradžia; B2 - Masinis pumpurų brinkimas; C1 - Pumpurų sprogimo pradžia; C2 - Masinis pumpurų sprogimas; D1 - Sulapojimo pradžia; D2 - Masinis sulapojimas; D3 - Visiškas sulapojimas; Ž1 – Nežymus žydėjimas; Ž2 – Vidutinis žydėjimas; Ž3 – Smarkus žydėjimas; Žpab. – Žydėjimo pabaiga. LP – Lapgraužių pažeidimai, %; LRG – Lapų rudeninis geltimas, %; LK – Lapų kritimas, %.

2019 metais eglų fenologiniai stebėjimai atlikti 11-ai medžių. Nuo balandžio 23 d. iki birželio 25 d. sezoninis vystymasis vertintas 12 kartų. Iš 8.3 lentelėje pateiktų duomenų matome, kad 2019 metais eglų masinis vegetatyvinių pumpurų brinkimas prasidėjo balandžio 28 d.. Sulapojimo pradžia nustatyta gegužės mėnesio pradžioje, o visiškas sulapojimas gegužės 20 dieną. Eglės žydėjimas prasidėjo nuo balandžio 30 dienos.

8.2 lentelė. Pušų fenologinių fazių ir sezoninių reiškinių datos bei intensyvumas 11M barelyje 2019 metais.

| Data | Fenologinė fazė | Medžio numeris | | | | | | | | | | | | |
|-------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|
| | | 25 | 34 | 61 | 63 | 73 | 94 | 96 | 101 | 104 | 108 | 137 | 139 | 187 |
| 04.23 | –, B1 | B1 | B1 | B1 | – | B1 | B1 | B1 | B1 | B1 | B1 | B1 | B1 | B1 |
| 04.25 | B2 | B2 | B2 | B2 | B2 | B2 | B2 | B2 | B2 | B2 | B2 | B2 | B2 | B2 |
| 04.28 | C2 | C2 | C2 | C2 | C2 | C2 | C2 | C2 | C2 | C2 | C2 | C2 | C2 | C2 |
| 04.30 | D1 | D1 | D1 | D1 | D1 | D1 | D1 | D1 | D1 | D1 | D1 | D1 | D1 | D1 |
| 05.02 | D2 | D2 | D2 | D2 | D2 | D2 | D2 | D2 | D2 | D2 | D2 | D2 | D2 | D2 |
| 05.06 | D2 | D2 | D2 | D2 | D2 | D2 | D2 | D2 | D2 | D2 | D2 | D2 | D2 | D2 |
| 05.09 | Ž1 | Ž1 | Ž1 | Ž1 | Ž1 | Ž1 | Ž1 | Ž1 | Ž1 | Ž1 | Ž1 | Ž1 | Ž1 | Ž1 |
| 05.09 | D2 | D2 | D2 | D2 | D2 | D2 | D2 | D2 | D2 | D2 | D2 | D2 | D2 | D2 |
| 05.15 | Ž _{pab.} | Ž _{pab.} | Ž _{pab.} | Ž _{pab.} | Ž _{pab.} | Ž _{pab.} | Ž _{pab.} | Ž _{pab.} | Ž _{pab.} | Ž _{pab.} | Ž _{pab.} | Ž _{pab.} | Ž _{pab.} | Ž _{pab.} |
| 05.15 | D3 | D3 | D3 | D3 | D3 | D3 | D3 | D3 | D3 | D3 | D3 | D3 | D3 | D3 |
| 05.20 | D2 | D2 | D2 | D2 | D2 | D2 | D2 | D2 | D2 | D2 | D2 | D2 | D2 | D2 |
| 05.24 | D3 | D3 | D3 | D3 | D3 | D3 | D3 | D3 | D3 | D3 | D3 | D3 | D3 | D3 |
| 05.28 | D3 | D3 | D3 | D3 | D3 | D3 | D3 | D3 | D3 | D3 | D3 | D3 | D3 | D3 |
| 06.25 | – | – | – | – | – | – | – | – | – | – | – | – | – | – |

- -B1 - Vegetatyvinių pumpurų brinkimo pradžia; B2 - Masinis pumpurų brinkimas; C1 - Pumpurų sproginimo pradžia; C2 - Masinis pumpurų sproginimas. LP – Lapgraužių pažeidimai, %; LRG – Spyglių rudeninis geltimas, %; LK – Spyglių kritimas, %.

8.3 lentelė Eglų fenologinių fazių datos bei intensyvumas 11M barelyje 2019 metais.

| Data | Fenologinė fazė | Medžio numeris | | | | | | | | | | |
|-------|-------------------|-------------------|-------------------|----|----|----|-------------------|-------------------|----|-------------------|-----|-----|
| | | 6 | 45 | 48 | 62 | 71 | 76 | 88 | 98 | 145 | 147 | 186 |
| 04.25 | –, B1 | – | B1 | B1 | – | B1 | B1 | – | B1 | B1 | – | B1 |
| 04.28 | B1, B2 | B1 | B2 | B2 | B1 | B2 | B2 | B1 | B2 | B2 | B1 | B2 |
| 04.30 | Ž1 | Ž1 | Ž1 | – | – | – | Ž1 | Ž1 | – | Ž1 | – | – |
| 04.30 | C2, D1 | C2 | D1 | C2 | C2 | C2 | C2 | C2 | C2 | C2 | C2 | C2 |
| 05.06 | Ž2 | Ž2 | Ž2 | – | – | – | Ž2 | Ž2 | – | Ž2 | – | – |
| 05.06 | C2, D1 | C2 | D1 | C2 | C2 | C2 | C2 | C2 | C2 | C2 | C2 | C2 |
| 05.09 | Ž _{pab.} | Ž _{pab.} | Ž _{pab.} | – | – | – | Ž _{pab.} | Ž _{pab.} | – | Ž _{pab.} | – | – |
| 05.09 | D1 | D1 | D1 | D1 | D1 | D1 | D1 | D1 | D1 | D1 | D1 | D1 |
| 05.15 | D2 | D2 | D2 | D2 | D2 | D2 | D2 | D2 | D2 | D2 | D2 | D2 |
| 05.20 | D3 | D3 | D3 | D3 | D3 | D3 | D3 | D3 | D3 | D3 | D3 | D3 |
| 05.20 | D3 | D3 | D3 | D3 | D3 | D3 | D3 | D3 | D3 | D3 | D3 | D3 |
| 05.24 | D3 | D3 | D3 | D3 | D3 | D3 | D3 | D3 | D3 | D3 | D3 | D3 |
| 06.25 | – | – | – | – | – | – | – | – | – | – | – | – |

- B1 - Vegetatyvinių pumpurų brinkimo pradžia; B2 - Masinis pumpurų brinkimas; C1 - Pumpurų sproginimo pradžia; C2 - Masinis pumpurų sproginimas; D1 - Sulapojimo pradžia; D2 - Masinis sulapojimas; D3 - Visiškas sulapojimas; Ž1 – Nežymus žydėjimas; Ž2 – Vidutinis žydėjimas; Ž3 – Smarkus žydėjimas; Ž_{pab.} – Žydėjimo pabaiga. LP – Lapgraužių pažeidimai, %; LRG – Spyglių rudeninis geltimas (pušims), %;

9. LAPIJOS CHEMINĖS SUDĖTIES KAITA

II lygio miškų monitoringe, lapijos (spyglių arba lapų) cheminė sudėtis yra vertinamas kaip vienas iš medžio būklės indikatorių (UN/ECE, 1998). Šiuo metu jau yra žinoma, jog egzistuoja ryšiai tarp cheminių elementų kiekio ir vizualiai pastebimų medžio pažeidimų (dechromacijos, defoliacijos ir kt.) bei žūties procesų (Bernier and Brazeau, 1998). Cheminių elementų kiekis lapijoje sąlygojamas klimatinių sąlygų, medžių gyvybingumo, dirvožemio savybių, oro taršos ir kitų veiksnių. Lapijos cheminė analizės rezultatai yra naudojama ankstyvai medžių pažeidimų diagnostikai, medžių ir miškų būklės pokyčių analizei bei priežasčių identifikavimui. Cheminių elementų kiekis lapijoje parodo anglies ir kitų augalų maisto medžiagų perskirstymą į šaknis, liemenį ar šakas, todėl gali padėti vertinti medžio augimą ir medynų produktyvumą (Beets and Whitehead, 1996).

Lapijos cheminė sudėtis ėminiuose nustatyta LAMMC filiale Agrocheminių tyrimų laboratorijoje. LAMMC filialo Agrocheminių tyrimų laboratorija 2009-2011 m. laikotarpiu dalyvavo ICP Forests vykdomoje programoje, kurios tikslas – suvienodinti cheminių elementų nustatymo metodus, patikrinti ir suderinti cheminių elementų nustatymo tikslumą visose laboratorijose, kurios atlieka analizes ICP Forests programoje dalyvaujančioms šalims (Michel and Seidling, 2016). Programos išvadose nurodoma, jog lapijos cheminių elementų nustatymo tikslumas tarp skirtingų laboratorijų yra aukštas (Michel and Seidling, 2016).

Pagrindinių makroelementų koncentracijos lapijoje, kai vizualiai pasireiškia jų trūkumas, pateikiamos 9.1 lentelėje.

9.1 lentelė. Kai kurių cheminių elementų koncentracijos (% nuo sauso svorio) lapuose (spygliuose), kai vizualiai pasireiškia jų trūkumas augalams (Abrahamsen, 1980; Chapin, Van Cleve, 1989)

| Cheminis elementas | Pušis (<i>Pinus sylvestris</i>) | Eglė (<i>Picea abies</i>) | Beržas (<i>Betula verrucosa</i>) |
|--------------------|-----------------------------------|-----------------------------|------------------------------------|
| N | 0,7-1,6 | 1,0-1,7 | 1,5-3,1 |
| K | 0,3 | 0,3 | 0,5 |
| S | 0,07 | 0,13 | 0,06-0,21 |
| P | 0,06-0,09 | 0,05-0,11 | 0,12 |
| Mg | 0,06 | 0,02-0,07 | 0,06-0,18 |
| Ca | 0,05 | 0,02 | 0,12 |

9.2 lentelėje pateikti cheminių elementų koncentracijų medžių lapijoje vidutiniai duomenys už visą stebėjimų periodą. Azoto koncentracija lapijoje kinta nuo 1,20 iki 2,60 %.

Reikia pažymėti, kad medžių lapuose azoto koncentracija beveik 2 kartus didesnė, nei spygliuose. Lapuočiams taip pat būdinga didesnė sieros koncentracija. Kalio medžių lapijoje būna 0,39-0,83% (9.2 lentelė), kalcio – 0,28-2,30%, magnio – 0,08-0,60% ir fosforo – 0,12-0,25%.

9.2 lentelė. Vidutinės cheminių elementų koncentracijos (%) lapijoje 1996-2019 m.

| Barelis | Rūšis | Amžius | Azotas | Kalis | Kalcis | Magnis | Fosforas | Siera Mg/kg |
|---------|-------|--------|--------|-------|--------|--------|----------|----------------|
| 1M | U | 1 | 2,10 | 0,53 | 2,30 | 0,60 | 0,15 | 2,04 |
| 2M | A | 1 | 2,20 | 0,83 | 0,91 | 0,23 | 0,25 | 1,36 |
| 3M | P | 1 | 1,38 | 0,48 | 0,27 | 0,09 | 0,14 | 0,79 |
| | P | 2 | 1,44 | 0,43 | 0,40 | 0,13 | 0,13 | 0,83 |
| 4M | E | 1 | 1,27 | 0,63 | 0,63 | 0,13 | 0,14 | 0,79 |
| | E | 2 | 1,20 | 0,40 | 0,78 | 0,12 | 0,12 | 0,72 |
| 5M | J | 1 | 2,60 | 0,50 | 1,52 | 0,34 | 0,19 | 1,56 |
| 6M* | P | 1 | 1,40 | 0,55 | 0,28 | 0,11 | 0,14 | 0,72 |
| | P | 2 | 1,48 | 0,43 | 0,41 | 0,08 | 0,13 | 0,82 |
| 7M | E | 1 | 1,38 | 0,54 | 0,48 | 0,11 | 0,13 | 0,69 |
| | E | 2 | 1,31 | 0,43 | 0,69 | 0,11 | 0,11 | 0,74 |
| 8M | P | 1 | 1,34 | 0,39 | 0,34 | 0,10 | 0,13 | 0,73 |
| | P | 2 | 1,43 | 0,39 | 0,41 | 0,09 | 0,12 | 0,82 |
| 10M** | E | 1 | 1,31 | 0,55 | 0,49 | 0,09 | 0,15 | 0,71 |
| | E | 2 | 1,29 | 0,50 | 0,79 | 0,08 | 0,13 | 0,74 |
| 11M*** | E | 1 | 1,41 | 0,64 | 0,87 | 0,11 | 0,18 | 0,64 |
| | E | 2 | 1,26 | 0,54 | 0,95 | 0,11 | 0,15 | 0,71 |

6M* - 1996-2017 metų duomenys;

10M** - 2007-2019 metų duomenys;

11M*** - 2019 metų duomenys.

Lapijos cheminės sudėties (cheminių elementų koncentracijų (%)) intensyvaus monitoringo bareliuose 1996–2019 metais vidutiniai duomenys pateikti 9.3-9.10 lentelėse. Kaip matome iš pateiktų duomenų, skirtinguose bareliuose vidutinės daugiametės (1996–2019 m.) cheminių elementų koncentracijos lapuose ir spygliuose svyruoja.

9.3 lentelė. Cheminių elementų koncentracijos (%) lapijoje 1M barelyje 2002-2019 m.

| Cheminis elementas | 2002 | 2004 | 2005 | 2007 | 2009 | 2011 | 2013 | 2015 | 2017 | 2019 | Vid. 1996-2019 |
|--------------------|------|------|------|------|------|------|------|------|-------|------|----------------|
| Azotas | 2,38 | 2,49 | 1,92 | 1,68 | 2,72 | 1,67 | 1,92 | 2,85 | 2,26 | 2,50 | 2,10 |
| Kalis | 0,6 | 0,79 | 0,66 | 0,30 | 0,40 | 0,53 | 0,55 | 0,43 | 0,88 | 0,14 | 0,53 |
| Kalcis | 2,97 | 2,34 | 1,78 | 2,7 | 1,29 | 2,73 | 2,65 | 1,47 | 2,26 | 2,72 | 2,30 |
| Magnis | 0,67 | 0,59 | 0,49 | 0,61 | 0,33 | 0,78 | 0,60 | 0,32 | 0,61 | 0,66 | 0,60 |
| Fosforas | 0,19 | 0,13 | 0,11 | 0,09 | 0,18 | 0,14 | 0,15 | 0,21 | 0,121 | 0,14 | 0,15 |
| Siera (mg/kg) | 1,89 | 1,52 | 2,16 | 1,41 | 2,23 | 2,80 | 2,71 | 2,03 | 2,72 | 2,64 | 2,04 |

9.4 lentelė. Cheminių elementų koncentracijos (%) lapijoje 2M barelyje 2002-2019 m.

| Cheminis elementas | 2002 | 2004 | 2005 | 2007 | 2009 | 2011 | 2013 | 2015 | 2017 | 2019 | Vid. 1996-2019 |
|--------------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|----------------|
| Azotas | 1,84 | 2,57 | 2,41 | 2,47 | 1,99 | 2,43 | 2,10 | 2,42 | 2,49 | 2,41 | 2,20 |
| Kalis | 0,56 | 0,71 | 0,64 | 0,89 | 0,95 | 0,78 | 0,74 | 1,16 | 0,77 | 1,04 | 0,83 |
| Kalcis | 1,03 | 0,48 | 0,51 | 0,99 | 2,64 | 0,64 | 1,02 | 0,52 | 0,56 | 0,79 | 0,91 |
| Magnis | 0,24 | 0,18 | 0,13 | 0,19 | 0,71 | 0,20 | 0,23 | 0,17 | 0,14 | 0,20 | 0,23 |
| Fosforas | 0,25 | 0,25 | 0,22 | 0,24 | 0,12 | 0,21 | 0,25 | 0,20 | 0,19 | 0,25 | 0,25 |
| Siera | 1,38 | 1,53 | 1,29 | 1,19 | 2,77 | 0,82 | 1,50 | 1,61 | 1,33 | 1,39 | 1,36 |

9.5 lentelė. Cheminių elementų koncentracijos (%) lapijoje 3M barelyje 2002-2019 m.

| Cheminis elem. | Sp. amž., metai | 2002 | 2004 | 2005 | 2007 | 2009 | 2011 | 2013 | 2015 | 2017 | 2019 | Vid. 1996-2019 |
|----------------|-----------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|-------|----------------|
| Azotas | 1 | 1,93 | 1,15 | 1,39 | 1,43 | 1,27 | 1,33 | 1,38 | 1,35 | 1,38 | 1,23 | 1,38 |
| | 2 | 1,56 | 1,3 | 1,38 | 1,96 | 1,12 | 1,41 | 1,43 | 1,36 | 1,45 | 1,35 | 1,44 |
| Kalis | 1 | 0,56 | 0,41 | 0,46 | 0,65 | 0,31 | 0,5 | 0,52 | 0,48 | 0,46 | 0,62 | 0,48 |
| | 2 | 0,4 | 0,38 | 0,39 | 0,44 | 0,26 | 0,44 | 0,51 | 0,45 | 0,39 | 0,46 | 0,43 |
| Kalcis | 1 | 0,36 | 0,27 | 0,32 | 0,26 | 0,23 | 0,23 | 0,31 | 0,21 | 0,17 | 0,19 | 0,27 |
| | 2 | 0,49 | 0,4 | 0,4 | 0,35 | 0,45 | 0,36 | 0,36 | 0,34 | 0,32 | 0,41 | 0,40 |
| Magnis | 1 | 0,09 | 0,1 | 0,07 | 0,09 | 0,07 | 0,07 | 0,11 | 0,09 | 0,10 | 0,06 | 0,09 |
| | 2 | 0,07 | 0,08 | 0,06 | 0,07 | 0,71 | 0,06 | 0,15 | 0,06 | 0,08 | 0,055 | 0,13 |
| Fosforas | 1 | 0,23 | 0,14 | 0,12 | 0,16 | 0,11 | 0,14 | 0,14 | 0,14 | 0,13 | 0,14 | 0,14 |
| | 2 | 0,17 | 0,14 | 0,09 | 0,15 | 0,09 | 0,12 | 0,13 | 0,12 | 0,13 | 0,11 | 0,13 |
| Siera | 1 | 1,12 | 1,03 | 0,87 | 0,85 | 0,77 | 0,49 | 0,77 | 0,82 | 0,70 | 0,71 | 0,79 |
| | 2 | 0,96 | 1,09 | 0,79 | 1,01 | 0,75 | 0,54 | 0,81 | 0,82 | 0,90 | 0,76 | 0,83 |

Tarp pušyno barelių (3M ir 8M) didžiausiomis azoto, kalcio, magnio, fosforo ir sieros koncentracijomis lapijoje 2019 m., pasižymėjo 8M barelio pušys (9.5 ir 9.10 lentelės). Didžiausios kalio koncentracijos nustatytos 3M barelyje, o kalcio – 8M barelyje augančių pušų spygliuose. Visgi, skirtumai tarp skirtingų pušyno barelių nebuvo esminiai.

Palyginus cheminių elementų koncentracijas, kurioms esant vizualiai pasireiškia jų trūkumas augalams (9.1 lentelė) su bareliuose nustatytomis koncentracijomis (9.2-9.10 lentelės), cheminių elementų stygius nenustatytas.

Žvelgiant į daugiamečių vidurkį ir 2019 m. duomenis matyti, kad spygliuočių medžių pirmų ir antrų metų spygliuose tirtų elementų koncentracijos reikšmingai nesiskyrė. Visgi, reikia pažymėti, kad visais atvejais 2 metų spygliuose kalcio koncentracijos yra didesnės, nei 1 metų spygliuose. Panaši tendencija stebima ir su sieros koncentracija spygliuose.

9.6 lentelė. Cheminių elementų koncentracijos (%) lapijoje 4M barelyje 2002-2019 m.

| Cheminis elem. | Sp. amž., metai | 2002 | 2004 | 2005 | 2007 | 2009 | 2011 | 2013 | 2015 | 2017 | 2019 | Vid. 1996-2019 |
|----------------|-----------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|-------|----------------|
| Azotas | 1 | 1,32 | 1,21 | 1,37 | 1,35 | 1,15 | 1,29 | 1,3 | 1,09 | 1,37 | 1,21 | 1,27 |
| | 2 | 1,18 | 1,06 | 1,11 | 1,33 | 1,23 | 1,22 | 1,19 | 1,14 | 1,26 | 1,20 | 1,20 |
| Kalis | 1 | 0,36 | 0,59 | 0,63 | 0,56 | 0,6 | 0,49 | 0,53 | 0,52 | 0,58 | 0,63 | 0,63 |
| | 2 | 0,34 | 0,44 | 0,43 | 0,55 | 0,7 | 0,37 | 0,47 | 0,40 | 0,43 | 0,40 | 0,40 |
| Kalcis | 1 | 0,62 | 0,44 | 0,43 | 0,61 | 1,22 | 0,73 | 0,77 | 0,44 | 0,58 | 0,62 | 0,63 |
| | 2 | 0,95 | 0,55 | 0,6 | 0,93 | 0,66 | 0,97 | 0,83 | 0,82 | 0,43 | 1,10 | 0,78 |
| Magnis | 1 | 0,11 | 0,12 | 0,12 | 0,10 | 0,08 | 0,13 | 0,14 | 0,10 | 0,11 | 0,13 | 0,13 |
| | 2 | 0,11 | 0,10 | 0,12 | 0,11 | 0,09 | 0,11 | 0,18 | 0,10 | 0,13 | 0,10 | 0,12 |
| Fosforas | 1 | 0,12 | 0,14 | 0,13 | 0,13 | 0,12 | 0,12 | 0,10 | 0,15 | 0,14 | 0,14 | 0,14 |
| | 2 | 0,12 | 0,12 | 0,10 | 0,12 | 0,13 | 0,11 | 0,09 | 0,11 | 0,11 | 0,11 | 0,12 |
| Siera | 1 | 0,68 | 1,55 | 0,77 | 0,72 | 0,99 | 0,58 | 0,69 | 0,72 | 0,68 | 0,701 | 0,79 |
| | 2 | 0,73 | 0,87 | 0,6 | 0,77 | 0,83 | 0,53 | 0,63 | 0,74 | 0,67 | 0,703 | 0,72 |

9.7 lentelė. Cheminių elementų koncentracijos (%) lapijoje 5M barelyje 2002-2019 m.

| Cheminis elementas | 2002 | 2004 | 2005 | 2007 | 2009 | 2011 | 2013 | 2015 | 2017 | 2019 | Vid. 1996-2019 |
|--------------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|----------------|
| Azotas | 3,02 | 2,97 | 2,57 | 2,48 | 2,06 | 2,82 | 2,77 | 2,89 | 2,93 | 2,77 | 2,60 |
| Kalis | 0,44 | 0,49 | 0,44 | 0,27 | 0,89 | 0,43 | 0,51 | 0,41 | 0,46 | 0,43 | 0,50 |
| Kalcis | 1,76 | 1,53 | 2,1 | 1,74 | 0,88 | 1,29 | 1,44 | 1,52 | 1,31 | 1,18 | 1,52 |
| Magnis | 0,42 | 0,38 | 0,35 | 0,35 | 0,2 | 0,33 | 0,38 | 0,33 | 0,33 | 0,27 | 0,34 |
| Fosforas | 0,16 | 0,25 | 0,19 | 0,18 | 0,17 | 0,20 | 0,17 | 0,22 | 0,21 | 0,18 | 0,19 |
| Siera | 1,46 | 1,76 | 1,71 | 1,34 | 1,44 | 1,39 | 1,52 | 2,06 | 1,79 | 1,67 | 1,56 |

9.8 lentelė. Cheminių elementų koncentracijos (%) lapijoje 7M barelyje 2002-2019 m.

| Cheminis elem. | Sp. amž., metai | 2002 | 2004 | 2005 | 2007 | 2009 | 2011 | 2013 | 2015 | 2017 | 2019 | Vid. 1996-2019 |
|----------------|-----------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|-------|----------------|
| Azotas | 1 | 1,37 | 1,31 | 1,37 | 1,57 | 1,20 | 1,55 | 1,48 | 1,17 | 1,48 | 1,42 | 1,38 |
| | 2 | 1,36 | 1,14 | 1,35 | 1,42 | 1,17 | 1,41 | 1,55 | 1,14 | 1,21 | 1,36 | 1,31 |
| Kalis | 1 | 0,36 | 0,59 | 0,56 | 0,58 | 0,49 | 0,68 | 0,57 | 0,48 | 0,46 | 0,34 | 0,54 |
| | 2 | 0,30 | 0,34 | 0,55 | 0,37 | 0,47 | 0,47 | 0,50 | 0,37 | 0,41 | 0,33 | 0,43 |
| Kalcis | 1 | 0,67 | 0,49 | 0,34 | 0,57 | 0,55 | 0,38 | 0,33 | 0,29 | 0,36 | 0,58 | 0,48 |
| | 2 | 1,00 | 0,60 | 0,55 | 0,72 | 0,63 | 0,59 | 0,52 | 0,47 | 0,60 | 1,12 | 0,69 |
| Magnis | 1 | 0,11 | 0,14 | 0,09 | 0,10 | 0,09 | 0,13 | 0,12 | 0,09 | 0,10 | 0,11 | 0,11 |
| | 2 | 0,10 | 0,12 | 0,12 | 0,09 | 0,11 | 0,12 | 0,12 | 0,09 | 0,11 | 0,13 | 0,11 |
| Fosforas | 1 | 0,14 | 0,12 | 0,12 | 0,14 | 0,11 | 0,14 | 0,11 | 0,11 | 0,13 | 0,13 | 0,13 |
| | 2 | 0,12 | 0,10 | 0,10 | 0,10 | 0,10 | 0,12 | 0,10 | 0,09 | 0,13 | 0,11 | 0,11 |
| Siera | 1 | 0,73 | 0,74 | 0,59 | 0,76 | 0,80 | 0,54 | 0,69 | 0,64 | 0,67 | 0,731 | 0,69 |
| | 2 | 0,68 | 1,31 | 0,86 | 0,77 | 0,75 | 0,53 | 0,66 | 0,72 | 0,70 | 0,780 | 0,74 |

9.9 lentelė. Cheminių elementų koncentracijos (%) lapijoje 8M barelyje 2002-2019 m.

| Cheminis elem. | Sp. amž., metai | 2002 | 2004 | 2005 | 2007 | 2009 | 2011 | 2013 | 2015 | 2017 | 2019 | Vid. 1996-2019 |
|----------------|-----------------|-------|------|------|------|------|------|------|------|------|-------|----------------|
| Azotas | 1 | 1,49 | 1,1 | 1,25 | 1,81 | 1,08 | 1,42 | 1,33 | 1,12 | 1,34 | 1,46 | 1,34 |
| | 2 | 1,44 | 1,27 | 1,35 | 1,59 | 1,59 | 1,34 | 1,37 | 1,29 | 1,32 | 1,74 | 1,43 |
| Kalis | 1 | 0,38 | 0,38 | 0,46 | 0,29 | 0,36 | 0,43 | 0,4 | 0,41 | 0,38 | 0,49 | 0,39 |
| | 2 | 0,26 | 0,34 | 0,38 | 0,31 | 0,62 | 0,37 | 0,44 | 0,38 | 0,36 | 0,40 | 0,39 |
| Kalcis | 1 | 0,26 | 0,16 | 0,31 | 0,26 | 1,07 | 0,25 | 0,35 | 0,21 | 0,30 | 0,32 | 0,34 |
| | 2 | 0,34 | 0,28 | 0,31 | 0,41 | 0,58 | 0,35 | 0,44 | 0,42 | 0,35 | 0,47 | 0,41 |
| Magnis | 1 | 0,099 | 0,10 | 0,11 | 0,1 | 0,1 | 0,1 | 0,11 | 0,10 | 0,11 | 0,11 | 0,10 |
| | 2 | 0,058 | 0,09 | 0,09 | 0,09 | 0,08 | 0,08 | 0,10 | 0,07 | 0,11 | 0,10 | 0,09 |
| Fosforas | 1 | 0,16 | 0,12 | 0,09 | 0,13 | 0,09 | 0,13 | 0,11 | 0,12 | 0,13 | 0,17 | 0,13 |
| | 2 | 0,13 | 0,10 | 0,09 | 0,12 | 0,16 | 0,12 | 0,10 | 0,11 | 0,13 | 0,16 | 0,12 |
| Siera | 1 | 0,72 | 0,86 | 0,64 | 0,9 | 0,89 | 0,46 | 0,84 | 0,68 | 0,75 | 0,861 | 0,73 |
| | 2 | 0,68 | 0,99 | 0,85 | 0,87 | 1 | 0,49 | 0,91 | 0,79 | 0,83 | 0,973 | 0,82 |

2019 m. visuose tyrimo bareliuose cheminių elementų koncentracijos lapijoje buvo artimos daugiamečiui vidurkiui (9.2-9.10 lentelės). Visgi, cheminių elementų gausa lapijoje 2019 m. išsiskiria 1M barelio uosiai. Reikšmingų išskirčių nebuvimas sutampa su medžių būklės rodikliais, kurie taip pat reikšmingai nesiskyrė nuo daugiamečių būklės rodiklių.

9.10 lentelė. Cheminių elementų koncentracijos (%) lapijoje 10M barelyje 2007-2019 m.

| Cheminis elementas | Spyglių amžius, metai | 2007 | 2009 | 2011 | 2013 | 2015 | 2017 | 2019 | Vid. 1996-2019 |
|--------------------|-----------------------|------|------|------|-------|------|-------|------|----------------|
| Azotas | 1 | 1,44 | 1,39 | 1,17 | 1,31 | 1,16 | 1,35 | 1,36 | 1,31 |
| | 2 | 1,36 | 1,57 | 1,03 | 1,4 | 0,99 | 1,24 | 1,45 | 1,29 |
| Kalis | 1 | 0,5 | 0,5 | 0,51 | 0,53 | 0,65 | 0,55 | 0,59 | 0,55 |
| | 2 | 0,59 | 0,47 | 0,46 | 0,49 | 0,43 | 0,52 | 0,52 | 0,50 |
| Kalcis | 1 | 0,72 | 0,22 | 0,52 | 0,6 | 0,39 | 0,43 | 0,55 | 0,49 |
| | 2 | 1,29 | 0,32 | 0,88 | 0,83 | 0,66 | 0,71 | 0,87 | 0,79 |
| Magnis | 1 | 0,09 | 0,09 | 0,09 | 0,11 | 0,09 | 0,08 | 0,10 | 0,09 |
| | 2 | 0,09 | 0,05 | 0,08 | 0,096 | 0,08 | 0,09 | 0,09 | 0,08 |
| Fosforas | 1 | 0,14 | 0,13 | 0,16 | 0,13 | 0,16 | 0,15 | 0,17 | 0,15 |
| | 2 | 0,14 | 0,12 | 0,13 | 0,13 | 0,13 | 0,14 | 0,15 | 0,13 |
| Siera | 1 | 0,75 | 0,89 | 0,53 | 0,77 | 0,73 | 0,547 | 0,74 | 0,71 |
| | 2 | 0,83 | 0,9 | 0,55 | 0,82 | 0,75 | 0,518 | 0,79 | 0,74 |

10. MIŠKO DIRVOŽEMIO MONITORINGO REZULTATAI.

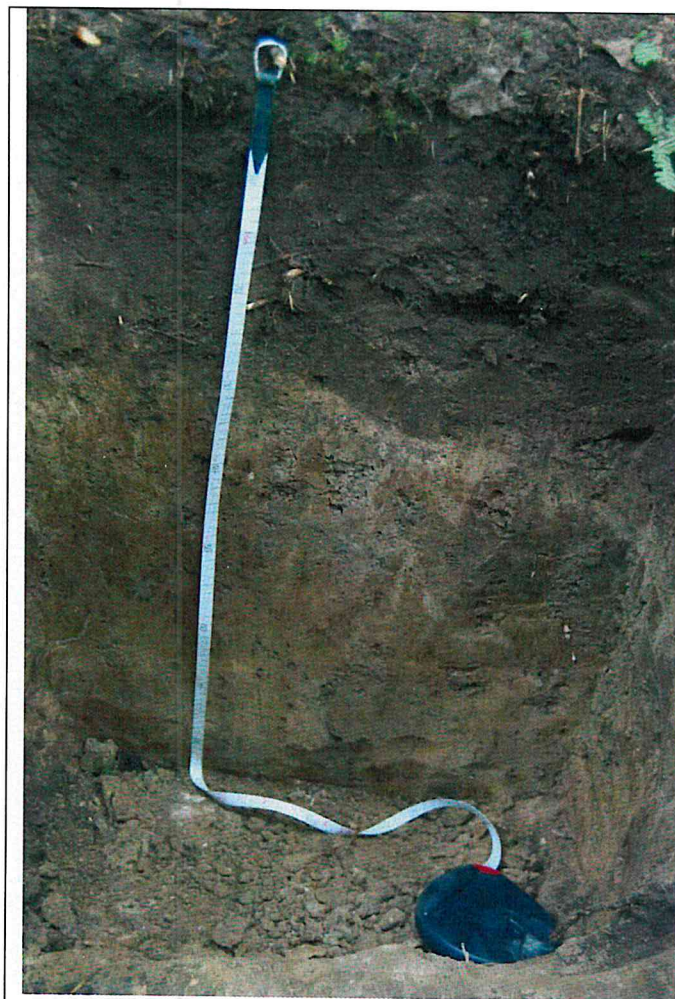
2019 metais II lygio miškų monitoringo bareliuose buvo atliktas pakartotinis miško dirvožemių monitoringas. Kiekviename barelyje buvo iškastas iki 150 cm gylio dirvožemio profilis ir aprašyti jo horizontai. Dirvožemio profilis buvo fotografuojamas. Gilesniems podirvio horizontams įvertinti buvo kalamas 1 m ilgio zondas. Profilyje arba zondo kerne buvo nustatytas karbonatų slūgsojimo gylis (10% HCl tirpalu). Miško paklotės ėminiai buvo renkami, naudojant 25x25 cm dydžio metalinį rėmą trijose transektose po 4 ėminus. Kiekvienoje transekte iš 4 vietų buvo formuojamas jungtinis ėminys paklotės masei bei jos cheminei sudėčiai nustatyti. Miško paklotė buvo skiriama į tris horizontus (OL, OF ir OH). Vėliau miško paklotės ėminiai išdžiovinti kambario temperatūroje. Iš šių ėminių buvo atrinkta apie 300-400 g paklotės cheminei analizei, o likusioji dalis buvo džiovinama 105 °C temperatūroje iki pastovios masės.

Mineralinio dirvožemio ėminiai imti tose vietose kur buvo surinkti miško paklotės ėminiai 1 m ilgio zonu iš 4 gylių (0-10, 10-20, 20-40 ir 40-80 cm). Kiekvienoje transekte dirvožemis buvo imamas iš 6-8 vietų ir formuojamas jungtinis ėminys. Dirvožemio cheminei bei granulimetrinei analizei kiekviename IMB buvo suformuota po 3 jungtinius ėminus. Cheminė analizė atliekama pagal visus privalomuosius rodiklius (pagal Cools N, De Vos B, 2016).

Miško paklotės masės duomenys pateikti 10.1 lentelėje. Atskirai nustatyta OL, OF ir OH paklotės horizontų masė kilogramais į 1 kvadratinį metrą. Šioje lentelėje papildomai pateikti 1996 metais surinktos miško paklotės masės duomenys. Iš lentelėje pateiktų duomenų matome, kad didžiausia miško paklotės masė nustatyta 4M barelyje – 11 kg/m². Beje, čia buvo išskirtas ir OH horizontas, kurio masė buvo 3,9 kg/m². Ploniausia miško paklotė buvo derlingesnių augaviečių (1M, 2M) bareliuose, kur buvo išskirtas tik OL paklotės horizontas. Didžiausi skirtumai tarp miško paklotės masės 1996 ir 2019 metais nustatyti 1M barelyje, kuomet masė per šį laikotarpį padidėjo beveik 4 kartus. Paklotės kaupimosi priežastimi šiame barelyje galėjo būti ženklaus pokyčiai medynė. Čia dėl uosių žūties paplito eglės, kurių spygliai žymiai lėčiau mineralizuojasi, nei lapai. Kituose bareliuose miško paklotės masės pokyčiai 1996-2019 metais, matyt, yra labiau susiję su ėminių surinkimo vietų lokaliais pokyčiais, tačiau neatmetamas ir ėminių surinkimo laiko, nuokritų masės sezoninių pokyčių bei medyno vystymosi galimas poveikis miško paklotės masei.

10.1 lentelė. Miško paklotės masė II lygio miškų monitoringo bareliuose 1996 ir 2019 metais

| Barelis | Metai | Miško paklotės masė, kg/m ² | | | |
|---------|-------|--|-------------|-------------|--------------|
| | | OL | OF+OH | OH | Visa |
| 1M | 1996 | 0,29 | | | 0,29 |
| | 2019 | 1,187±0,239 | | | 1,187±0,239 |
| 2M | 1996 | 0,89 | | | 0,89 |
| | 2019 | 1,781±0,113 | | | 1,781±0,113 |
| 3M | 1996 | | | | 2,86 |
| | 2019 | 1,5822±0,079 | 4,086±0,476 | | 5,608±0,418 |
| 4M | 1996 | 1,58 | 9,12 | | 10,70 |
| | 2019 | 0,897±0,081 | 6,217±0,300 | 3,895±0,573 | 11,009±0,661 |
| 5M | 1996 | 1,32 | | | 1,32 |
| | 2019 | 2,297±0,561 | | | 2,297±0,561 |
| 7M | 1996 | | | | 4,39 |
| | 2019 | 0,784±0,074 | 4,206±0,437 | | 5,080±0,464 |
| 8M | 1996 | | | | 6,27 |
| | 2019 | 0,999±0,120 | 5,292±0,261 | | 6,090±0,464 |
| 10M | 2007 | 1,382 | | | 1,382 |
| | 2019 | 2,554±0,262 | | | 2,554±0,262 |
| 11M | 2019 | 1,103±0,205 | | | 1,103±0,205 |



Dirvožemio horizontai

OL - -1-0 cm.

A – 0-30 cm.

E – 30-45 cm.

B – 45-80 cm.

C - >80 cm.

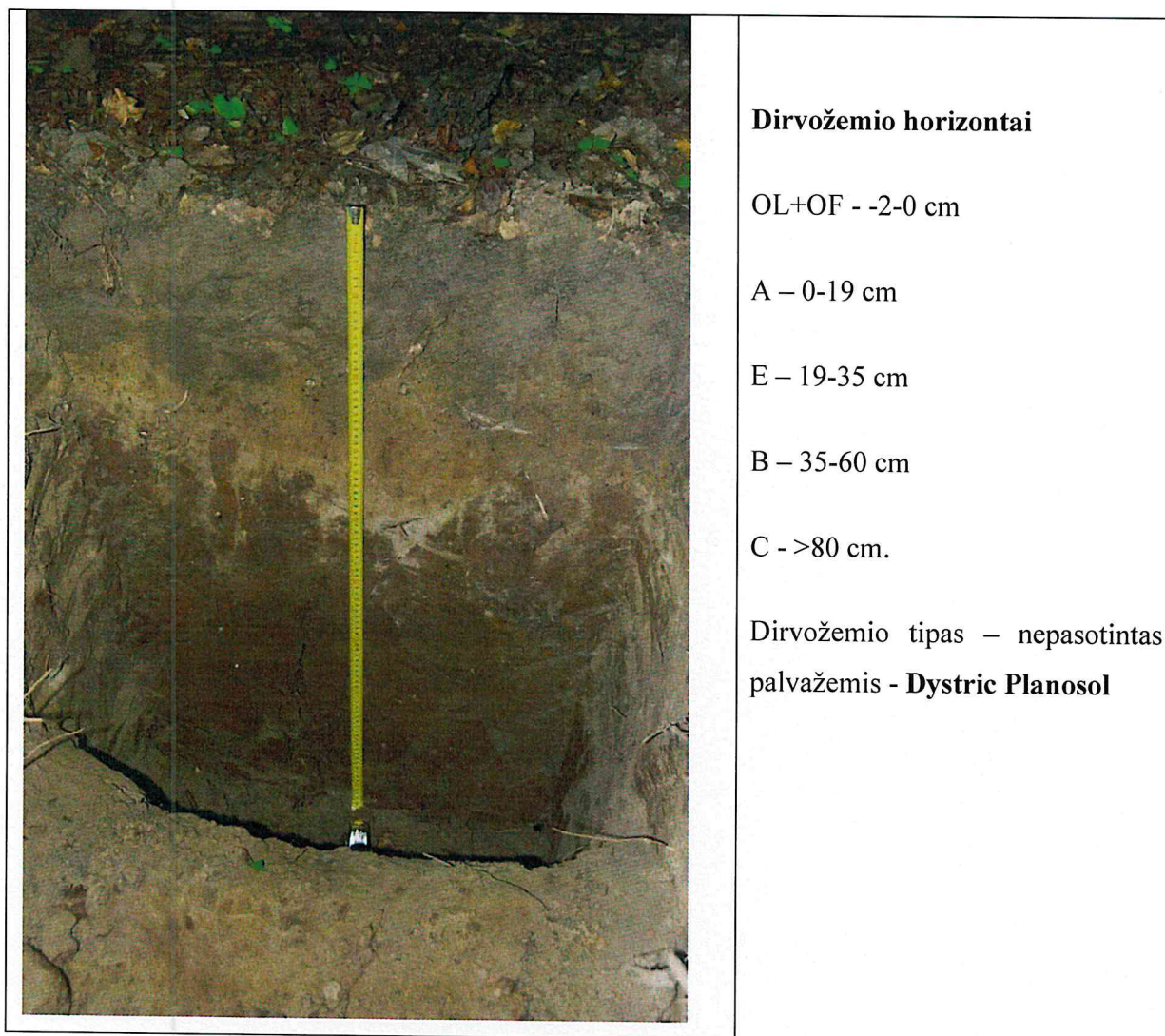
Dirvožemio tipas - pajaurėjęs išplautžemis (stagninis išplautžemis)
– **Albic Luvisol.**

10.1 pav. Dirvožemio profilis 1M barelyje

LF augavietėje (Biržų giria, uosio ir eglės medynas) įkurtame 1M barelyje granulimetrinėje sudėtyje apie 50 % sudaro smėlio dalelės (63-2000 μm), tačiau palyginti didelę dalį sudaro dulkės (apie 40 %) ir molio dalelės (apie 10%) (10,2 lent.). Santykinė molio dalelių dalis didėjant dirvožemio gyliui – didėja.

10.2 lentelė. Dirvožemio granulimetrinė sudėtis 1M barelyje, %.

| Horizontas, cm | Dalelių dydis, μm | | |
|----------------|------------------------------|-------|---------|
| | <2 | 2-63 | 63-2000 |
| 0-10 | 7,59 | 42,13 | 50,28 |
| 10-20 | 11,80 | 41,30 | 46,90 |
| 20-40 | 12,76 | 32,78 | 54,46 |
| 40-80 | 15,03 | 35,69 | 49,28 |



Dirvožemio horizontai

OL+OF - -2-0 cm

A – 0-19 cm

E – 19-35 cm

B – 35-60 cm

C - >80 cm.

Dirvožemio tipas – nepasotintas
palvažemis - **Dystric Planosol**

10.2 pav. Dirvožemio profilis 2M barelyje

Dubravos VMU RP Vaišvydavos girininkijoje ažuolyne įkurtame 2 M barelyje granulimetrinėje sudėtyje 0-40 cm gylyje apie pusę dirvožemio masės sudaro smėlio dalelės (10.3 lent.), tačiau giliau, nei 40 cm vėraują molio dalelės.

10.3 lentelė. Dirvožemio granulimetrinė sudėtis 2M barelyje, %.

| Horizontas, cm | Dalelių dydis, μm | | |
|----------------|------------------------------|-------|---------|
| | <2 | 2-63 | 63-2000 |
| 0-10 | 10,01 | 40,65 | 49,34 |
| 10-20 | 8,58 | 38,30 | 53,12 |
| 20-40 | 7,83 | 39,77 | 52,40 |
| 40-80 | 56,98 | 28,30 | 14,72 |



Dirvožemio horizontai

OL - -5 - -4 cm.

OF - -4 – 0 cm

E – 0-8 cm.

B1 – 8-28 cm.

B2 – 28-48 cm

Bg – 48-120 cm

C - >120 cm.

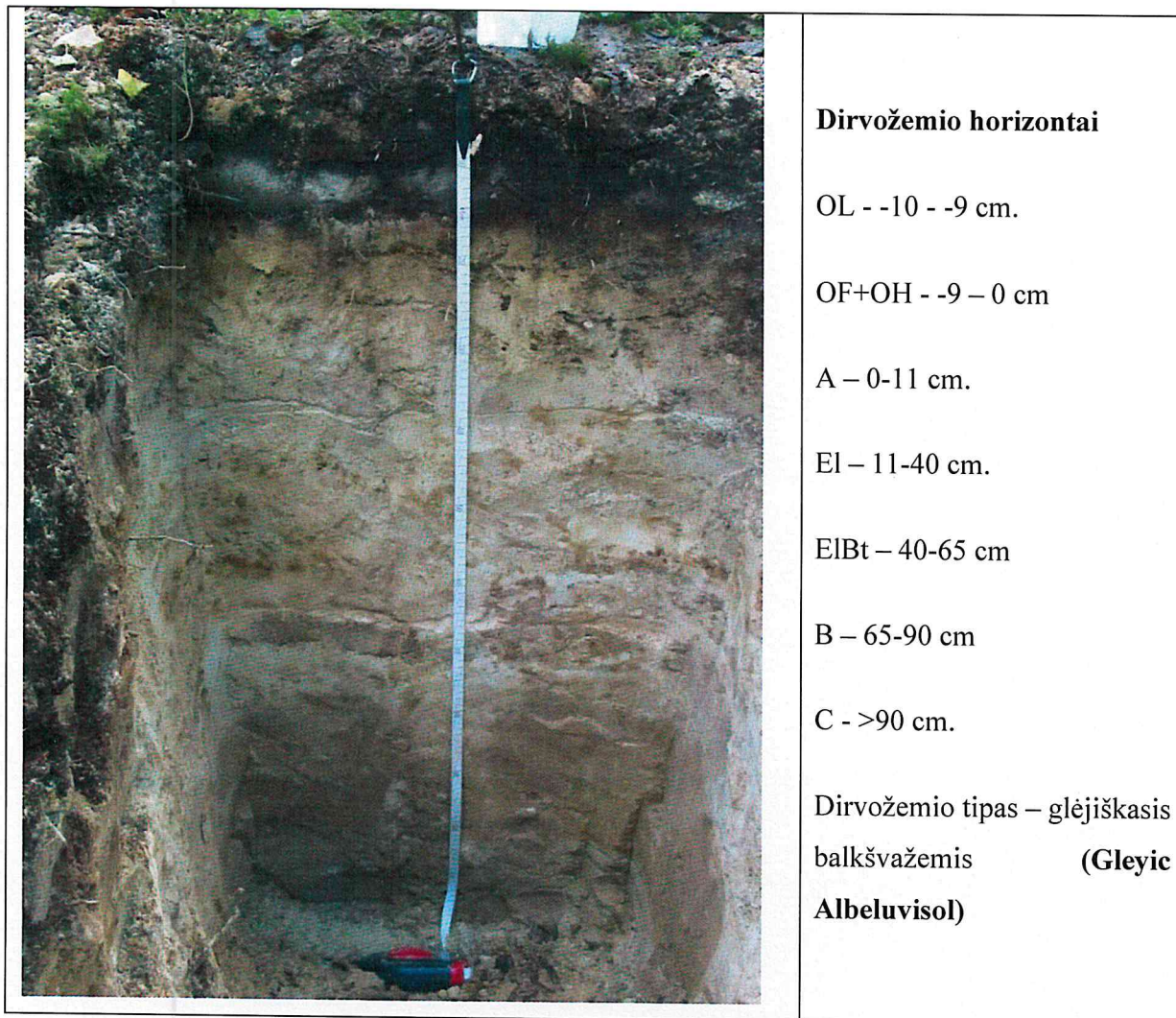
Dirvožemio tipas – paprastasis pajaurejęs smėlžemis (**Hapli-Albic Arenosols**)

10.3 pav. Dirvožemio profilis 3M barelyje

Kazlų Rūdos RP Jūrės girininkijos pušyne (3M barelis) smėlio frakcija visame profilio gylyje sudaro apie 95 % dirvožemio masės (10.4 lent.). Dulkių ir molio dalis palyginti menka (0,2-6,1%).

10.4 lentelė. Dirvožemio granulimetrinė sudėtis 3M barelyje, %.

| Horizontas, cm | Dalelių dydis, μm | | |
|----------------|-------------------|------|---------|
| | <2 | 2-63 | 63-2000 |
| 0-10 | 6,12 | 0,22 | 94,10 |
| 10-20 | 0,35 | 4,03 | 95,62 |
| 20-40 | 3,00 | 2,92 | 94,08 |
| 40-80 | 1,95 | 2,03 | 96,02 |

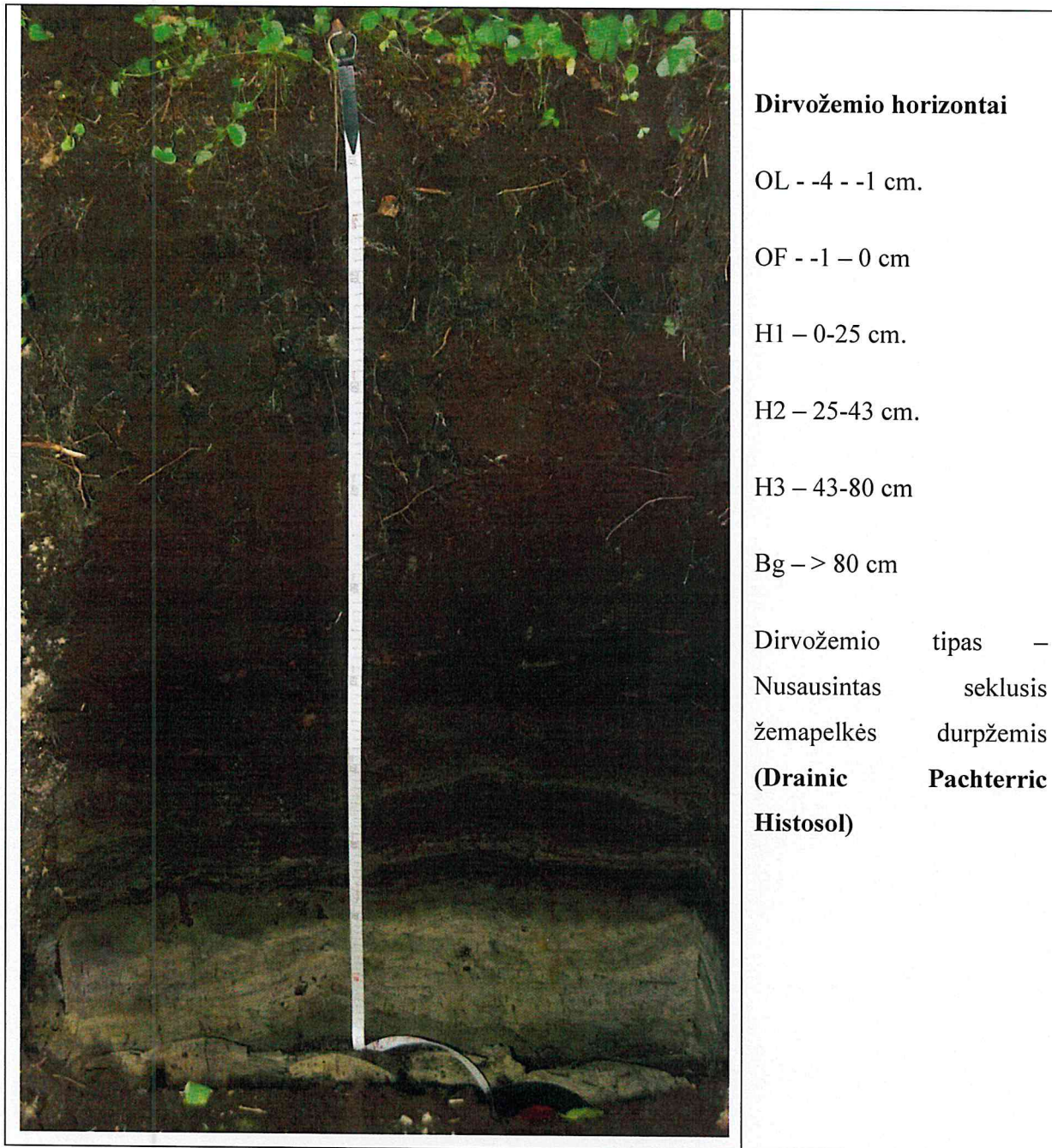


10.4 pav. Dirvožemio profilis 4M barelyje

Granulimetrinėje sudėtyje beveik lygiomis dalimis atstovauja smėlio ir dulkių dalelės (10.5 lent.), tačiau palyginti nemažai molio (7-8 %).

10.5 lentelė. Dirvožemio granulimetrinė sudėtis 4M barelyje, %.

| Horizontas, cm | Dalelių dydis, μm | | |
|----------------|------------------------------|-------|---------|
| | <2 | 2-63 | 63-2000 |
| 0-10 | 8,00 | 42,22 | 49,78 |
| 10-20 | 7,00 | 35,54 | 57,46 |
| 20-40 | 7,74 | 47,30 | 44,96 |
| 40-80 | 8,98 | 49,08 | 41,94 |



Dirvožemio horizontai

OL - -4 - -1 cm.

OF - -1 - 0 cm

H1 - 0-25 cm.

H2 - 25-43 cm.

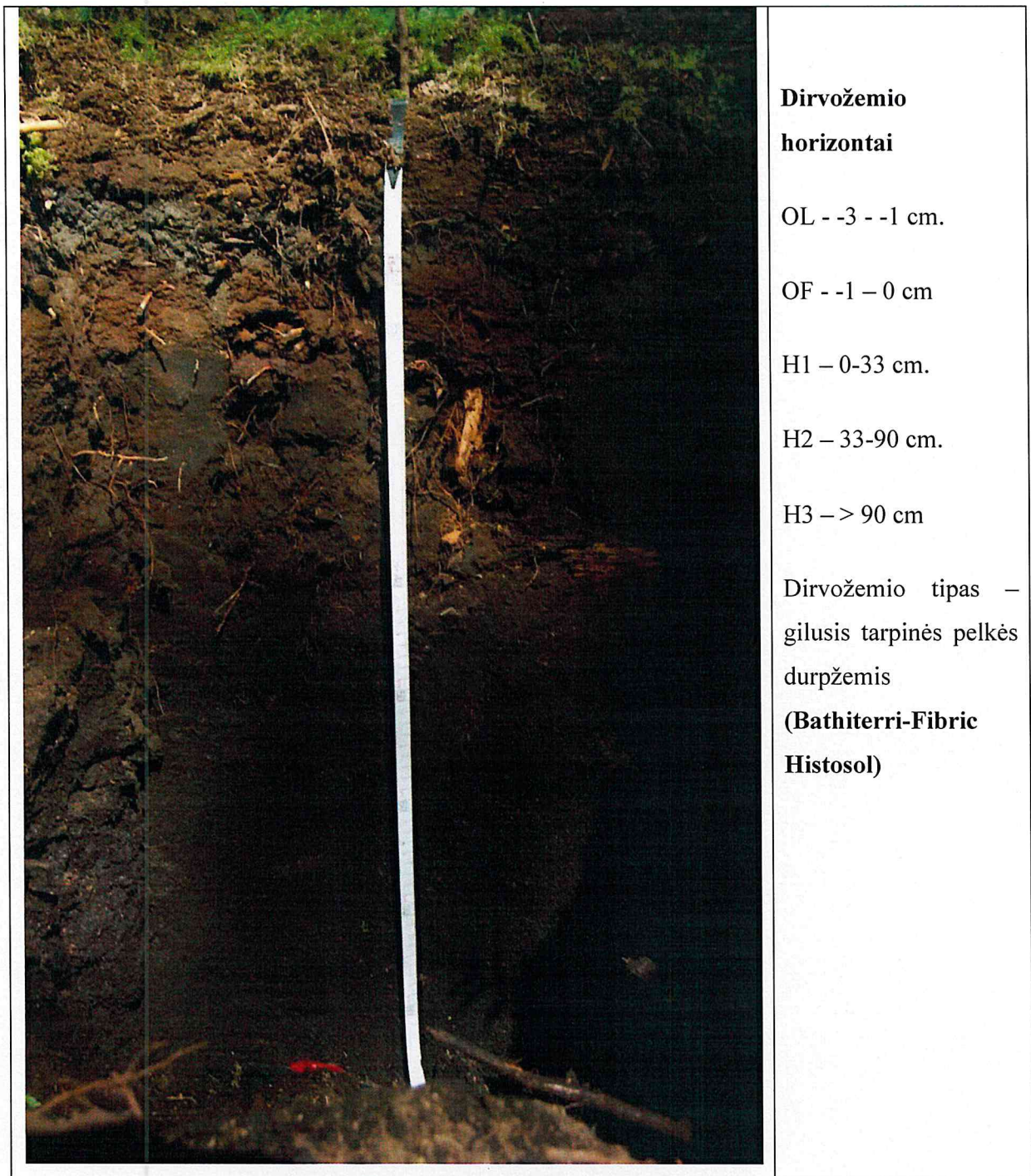
H3 - 43-80 cm

Bg - > 80 cm

Dirvožemio tipas -
 Nusausintas seklišis
 žemapelkės durpžemis
**(Drainic Pachterric
 Histosol)**

10.5 pav. Dirvožemio profilis 5M barelyje

Dirvožemio profilyje iki 8 cm gylio slūgso durpė, o giliau – iki 150 cm – šlapias smėlis.



**Dirvožemio
horizontai**

OL - -3 - -1 cm.

OF - -1 - 0 cm

H1 - 0-33 cm.

H2 - 33-90 cm.

H3 - > 90 cm

Dirvožemio tipas –
gilusis tarpinės pelkės
durpžemis
**(Bathiterri-Fibric
Histosol)**

10.6 pav. Dirvožemio profilis 7M barelyje

Durpinio horizonto gylis slūgso giliau 150 cm.



Dirvožemio horizontai

OL - -8 - -6 cm.

OF - -6 - 0 cm

E - 0-4 cm.

B1 - 4-20 cm.

B2 - 20-38 cm

B2 - 38-78 cm

Bg - 78-90 cm

C - >90 cm.

Dirvožemio tipas - paprastasis smėlžemis (**Haplic Arenosol**)

10.7 pav. Dirvožemio profilis 8M barelyje

Varėnos RP Dainavos girininkijos pušyne (8M barelis) smėlio frakcija visame profilio gylyje sudaro virš 95 % dirvožemio masės (10.6 lent.). Dulkių ir molio dalis palyginti menka (0,72-3,9%).

10.6 lentelė. Dirvožemio granulimetrinė sudėtis 8M barelyje, %.

| Horizontas, cm | Dalelių dydis, μm | | |
|----------------|-------------------|------|---------|
| | <2 | 2-63 | 63-2000 |
| 0-10 | 3,86 | 0,86 | 95,28 |
| 10-20 | 2,10 | 0,72 | 97,18 |
| 20-40 | 3,22 | 1,32 | 95,46 |
| 40-80 | 1,75 | 1,05 | 97,20 |



Dirvožemio horizontai

OL - -2 - -1 cm.

OF+OH - -1 - 0 cm

Ap - 0-30 cm.

El - 30-45 cm.

Bt - 45-60 cm

Bk - >60 cm

Dirvožemio tipas - karbonatingasis
giliai glėjiškasis išplautžemis
(Calc(ar)i - Endohypogleyic Luvisol)

10.8 pav. Dirvožemio profilis 10M barelyje

Tai, kad 10M barelyje vyksta intensyvi maisto medžiagų apytaka, rodo nedidelė miško paklotės masė - $10,6 \text{ SMha}^{-1}$. Pagal miško augaviečių klasifikaciją susiformavo Lds arba laikinai perteklinio drėgnumo sunkios granulimetrinės sudėties miško dirvožemis. Dirvožemio granulimetrinė sudėtis bei horizontai (buvęs Ap (0-30 cm), El (30-45 cm), B₁ (45-60 cm), profilyje neturi išskirtinimų. Tačiau santykinai mažas pH rodiklis ($\text{pH}_{\text{CaCl}_2}$ 4,1-5,4) rodo, kad išmokėjimo bei jaurėjimo ir glėjėjimo procesai progresuoja. Dirvožemio granulimetrinės

sudėties duomenys pateikti 10.7 lentelėje, o 2008 metų cheminės analizės rezultatai – 10.8 lentelėje.

10.7 lentelė. 10M barelio dirvožemio granulimetrinė sudėtis, %

| Dalelių dydis, % | Mineralinio dirvožemio gylis, cm | | | | Metodas |
|---------------------|----------------------------------|-------|-------|-------|-----------|
| | 0-10 | 10-20 | 20-40 | 40-80 | |
| >10 mm | 0,61 | 0,00 | 0,00 | 0,49 | ISO 11277 |
| 10-7 mm | 0,42 | 0,32 | 0,55 | 0,25 | |
| 7-5 mm | 0,19 | 0,18 | 0,00 | 0,27 | |
| 5-2 mm | 1,33 | 0,76 | 0,99 | 0,82 | |
| Smėlis | 41,24 | 42,70 | 48,60 | 41,12 | |
| Dulkės | 44,19 | 43,82 | 33,51 | 44,57 | |
| Molis | 14,57 | 13,49 | 17,89 | 14,31 | |

10.8 lentelė. 10M barelio dirvožemio cheminės analizės duomenys

| Parametrai | Dirvožemio ėminiai, horizontas (gylis, cm) | | | | | Analizių metodai |
|------------------------------------|--|--------------|---------------|---------------|---------------------------|--|
| | OF+OH | Ap (0-10) | Ap (10-20) | AE (20-40) | B ₁ (40-80) | |
| Kalcis (Ca) mg/kg | 412 | 531 | 661 | 614 | 19095 | BaCl ₂ ištrauka ISO 11260, ISO 14254, ICP |
| Magnis (Mg) mg/kg | 83 | 78 | 104 | 137 | 782 | |
| Aluminis (Al) mg/kg | 121 | 38 | 48 | 96 | 6,77 | |
| Geležis (Fe) mg/kg | 0,66 | 0,28 | 0,41 | 0,34 | 0,96 | |
| Manganas (Mn) mg/kg | 26,7 | 10,6 | 10,7 | 6,41 | 432 | |
| Natris (Na) mg/kg | 3,3 | 0,26 | 2,4 | 2,3 | 8,8 | |
| Kalis (K) mg/kg | 2,5 | 1,3 | 1,9 | 2,4 | 25,6 | |
| Aluminis (Al) mg/kg | 2028 | 1731 | 1815 | 17714 | - | ISRIC 1992 |
| Geležis (Fe) mg/kg | 6410 | 5360 | 6695 | 8100 | - | |
| Fosforas (P) % | - | - | - | - | 0,14 | ISO 11466 |
| Kadmis (Cd) mg/kg | 0,600 | 0,500 | - | - | - | |
| Švinas (Pb) mg/kg | 10,13 | 11,66 | - | - | - | |
| Varis (Cu) mg/kg | 5,47 | 4,37 | - | - | - | |
| Cinkas (Zn) mg/kg | 76,56 | 31,76 | - | - | - | |
| Kalcis (Ca) mg/kg | 15862 | - | - | - | - | |
| Kalis (K) mg/kg | - | - | - | - | 1600 | |
| Magnis (Mg) mg/kg | 1367 | - | - | - | - | |
| Organinė anglis % | 1,43 | 0,94 | 0,82 | 0,23 | 30,71 | ISO 10694 |
| pH(CaCl ₂) | 4,12 | 4,48 | 4,40 | 4,27 | 5,36 | ISO 10390 |
| Efektyvus mainų rūgštumas, mekv/kg | 18,159 | 7,686 | 11,575 | 19,307 | 16,689 | ISO 11260, ISO 14254 |



OL -3 -2 cm (metinių nuokritų organinis horizontas);
OFH -2 0 cm (fragmentuotas + humusinis organiniai horizontai);
A 0 – 11 cm (mineralinis akumuliacinis horizontas, priesmėlis);
EIA 11 – 21 cm (eliuvinis horizontas į kurį vyksta organinės medžiagos įplovimas, priesmėlis);
EI 21 – 29 cm (eliuvinis išmolėjęs horizontas, priesmėlis);
Bt 29 – 70 cm (iliuvinis moliuotasis horizontas, smėlingas priemolis);
Btk 70 – 89 cm (iliuvinis moliuotasis karbonatingas horizontas, smėlingas priemolis);
Ck 89 – ir giliau (karbonatingas dirvodarinės uolienos horizontas, smėlingas priemolis / sunkus priemolis)

Dirvožemio tipas – paprastasis karbonatingasis išplautžemis
(Hapli-Calc(ar)ic Luvisol Arenosol)

10.9 pav. Dirvožemio profilis 11M barelyje

Dirvožemio granulimetrinės sudėties duomenys pateikti 10.9 lentelėje, o 2008 metų cheminės analizės rezultatai – 10.10 lentelėje.

10.9 lentelė. Dirvožemio granulimetrinė sudėtis 11M barelyje, %.

| Horizontas, cm | Dalelių dydis, μm | | |
|----------------|-------------------|------|---------|
| | <2 | 2-63 | 63-2000 |
| 0-10 | 4,8 | 15,5 | 79,7 |
| 10-20 | 6,2 | 19,9 | 73,9 |
| 20-40 | 6,2 | 16,6 | 77,1 |
| 40-80 | 6,7 | 8,2 | 85,1 |

10.10 lentelė. 11M barelio dirvožemio cheminės analizės duomenys

1)

| Parametrai | Dirvožemio ėminiai, horizontas (gylis, cm) | | | | | Analizių metodai |
|------------------------|--|--------------|---------------|---------------|---------------------------|------------------|
| | OF+OH | Ap (0-10) | Ap (10-20) | AE (20-40) | B ₁ (40-80) | |
| pH(CaCl ₂) | 4,6 | 3,7 | 3,9 | 4,0 | 6,0 | |
| Fosforas (P), mg/kg | 768,5 | 145,5 | | | | |
| Kalis (K), mg/kg | 1958 | 1479 | | | | |
| Bendras azotas (N), % | 0,994 | 0,123 | 0,093 | 0,049 | 0,018 | |
| Organinė anglis, % | 21,61 | 1,79 | 0,97 | 0,74 | 0,24 | ISO 10694 |
| Kalcis (Ca), mg/kg | 7340 | 156 | | | | |
| Magnis (Mg), mg/kg | 1087 | 740 | | | | |
| Kadmis (Cd), mg/kg | 0,21 | 0,033 | | | | |
| Švinas (Pb), mg/kg | 6,3 | 10,9 | | | | |
| Varis (Cu), mg/kg | | | | | | |
| Cinkas (Zn), mg/kg | | | | | | |
| Magnis (Mg) mg/kg | 1367 | - | - | - | - | |

11. METEOROLOGINIAI STEBĖJIMAI

Meteorologiniai matavimai yra vienas iš II lygio miškų monitoringo stebėsenos komponentų. Meteorologiniai rodikliai, ypač kritulių kiekis ir oro temperatūra, o taip pat vėjo greitis, oro drėgmė, saulės spinduliuotės intensyvumas ir kt. labai svarbūs ne tik medžių sezoniniam vystymuisi (fenologijai), tačiau ir jų augimui, būklei, medžių pažeidimams, medžių nuokritų masei ir sezoniškumui bei kitiems rodikliams. 2011 metais Dubravos arboretumo teritorijoje buvo įrengta automatinė meteorologinė stotis. Tai atlikta ir siekiant atitikti dalyje Europos Sąjungos valstybių naudojamiems II lygio miškų monitoringo tyrimų standartams, prilyginamiems pagrindiniams II lygio bareliams (core plots) bei ICP-Forests rekomendacijoms, siekiant tinkamai atstovauti Lietuvą šioje ES programoje. Ši stotis atitinka Pasaulinės meteorologijos organizacijos (WMO), Lietuvos hidrometeorologijos tarnybos bei ICP-Forests reikalavimus vietovės reprezentatyvumo, įrangos kokybės bei duomenų perdavimo reikalavimus.

Meteorologinėje stotyje instaliuoti oro temperatūros, oro drėgnumo, vėjo greičio, vėjo krypties, kritulių kiekio bei atmosferos slėgio suomių gamybos (VAISALA) davikliai. Vėjo greitis ir kryptis matuojami kombinuotu WM30 jutikliu. Anemometras atitinka žemiau išvardintus reikalavimus: matavimo intervalas nuo 0,5 iki 60 m/s; pradinis jautris < 0,4 m/s; tikslumas $\pm 0,3$ m/s. Vėjo krypties matavimas atitinka šiuos reikalavimus: matavimo intervalas nuo 0 iki 360 laipsnių; skiriamoji geba < 1.0 m/s; tikslumas geresnis nei $\pm 3^\circ$; eksploataavimo sąlygos nuo -40 iki +55°C. Jutiklis sumontuotas ant standartinio 10 m aukščio stiebo.

Oro temperatūros jutiklis atitinka išvardintus tokius reikalavimus: jutiklio tipas platininis jutiklis Pt-100; tikslumas 1/3 DIN 43760, geresnis negu 0,1°C prie +20 °C; skiriamoji geba 0,1°C; eksploatacijos temperatūra nuo -80 iki +60°C.

Santykinė oro drėgmė matuojama plonos plėvelės tipo talpuminiu jutikliu „HUMICAP“ (Modelis HMP155). Santykinės oro drėgmės jutiklis atitinka žemiau išvardintus reikalavimus: matavimo intervalas 0..100 %; tikslumas ± 1 % žemiau 90 % ir $\pm 1,7$ % tarp 90 ir 100 % santykinės drėgmės; eksploataavimo sąlygos -80+60 °C.

Kritulių matuoklis **RG13** (11.1 pav.) atitinka šiuos techninius reikalavimus: matuoklio tipas „Tipping bucket“ – svyruojančio kibirėlio tipo; surinkimo anga: 400 cm²; matuojami parametrai – kritulių kiekis (mm), kritulių intensyvumas (mm/h). Kritulių kiekio skiriamoji geba: 0,2 mm; tikslumas: 1 % (prie 25mm/h). 2018 metais lapkričio 15 dieną. Lietuvos

hidrometeorologijos tarnybės specialistai atliko instaliuoto kritulmačio RG 13H (Nr. G06401) patikrą ir kalibravimą (kalibravimo liudijomas Nr. M-130/2018) ir nustatė, kad kritulmatis atitinka keliamus reikalavimus.



11.1 pav. Kritulių matuoklis RG13 Girionių meteorologijos stotelėje.

Automatinė meteorologinė stotis pradėjo veikti 2011 metų birželio 16 dieną. Nuo šios dienos pastoviai kaupiami valandiniai oro temperatūros (vidutinė, maksimali ir minimali), santykinės oro drėgmės (vidutinė, maksimali ir minimali), vėjo greičio (vidutinis, maksimalus ir minimalus), vėjo krypties, rasos taško temperatūros, atmosferos slėgio duomenys. 2012 metais meteorologijos stotyje sumontuotas ir instaliuotas saulės spinduliuotės matavimo daviklis **CMP3**. Saulės radiacijos matuoklis – tai antros klasės piranometras pagal WMO (Pasaulinės meteorologijos organizacijos) keliamus reikalavimus šio tipo prietaisams. Jutiklis pritaikytas saulės spinduliuotės matavimams horizontalioje plokštumoje vatais į kvadratinį metrą (W/m^2).

Kritulių kiekio, saulės spinduliuotės, vidutinės mėnesio oro temperatūros, vidutinė santykinė oro drėgmė, vidutinės minimalios bei maksimalios oro temperatūros ir vėjo greičio (vidutinio bei maksimalaus) kaita Girionyse 2019 metų sausio-spalio mėnesiais pateikta 11.1 lentelėje. Daugiausiai kritulių iškrito rugpjūčio mėnesį – 81,0 mm. Itin mažas kritulių kiekis, tik 0,6 mm, iškrito balandžio mėnesį. Aukščiausia vidutinė mėnesio temperatūra buvo birželio mėnesį – 21,2 °C. Didesnė vidutinė santykinė oro drėgmė nustatyta šaltuoju metų laikotarpiu. Vidutinis mėnesinis vėjo greitis metų eigoje kito nedaug. Saulės spinduliuotės sumos maksimumas buvo birželio mėnesį – 207692 W/m^2 .

11.1 lentelė. Vidutinės mėnesio meteorologinės charakteristikos Girionių meteorologijos stotyje 2019 metų sausio – spalio mėnesiais

| Mėnuo | Vid. mėnesio temp., °C | Maksimali mėnesio temp., °C | Minimali mėnesio temp., °C. | Vidutinė santykinė oro drėgmė, % | Vidutinis vėjo greitis, m/s | Maksimalus vėjo greitis, m/s | Saulės spind.suma, W/m^2 | Kritulių suma, mm |
|-----------|------------------------|-----------------------------|-----------------------------|----------------------------------|-----------------------------|------------------------------|----------------------------|-------------------|
| Sausis | -4,0 | 4,8 | -16,5 | 88,7 | 0,8 | 13,8 | 12229 | 33,2 |
| Vasaris | 1,7 | 8,5 | -9,1 | 82,5 | 0,7 | 13,9 | 30344 | 25,6 |
| Kovas | 3,8 | 15,2 | -4,6 | 75,6 | 1,3 | 17,9 | 71280 | 38,4 |
| Balandis | 9,3 | 26,6 | -5,8 | 51,0 | 0,9 | 15,9 | 158521 | 0,6 |
| Gegužė | 13,2 | 28,4 | -2,7 | 67,8 | 0,7 | 14,2 | 144192 | 32,2 |
| Birželis | 21,2 | 34,4 | 6,5 | 61,7 | 0,4 | 13,1 | 207692 | 27,4 |
| Liepa | 17,3 | 31,4 | 8,2 | 72,1 | 0,5 | 14,7 | 165933 | 59,6 |
| Rugpjūtis | 18,2 | 29,4 | 6,3 | 73,7 | 0,2 | 12,1 | 137478 | 81,0 |
| Rugsėjis | 13,2 | 27,0 | -1,9 | 76,2 | 0,7 | 13,6 | 89997 | 45,0 |
| Spalis | 9,6 | 20,9 | -4,2 | 86,7 | 0,6 | 14,4 | 44982 | 40,8 |
| Lapkritis | | | | | | | | |

Didžiausia maksimali oro temperatūra 2019 metais užfiksuota birželio mėnesio 13 dieną (34,4 °C), o žemiausia – sausio 24 d. (-16,5 °C). 2019 metais buvo net 7 dienos, kuomet maksimali oro temperatūra viršijo 30 °C, tuo tarpu tikrai 7 dienos, kuomet minimali oro temperatūra buvo žemesnė, nei 10 °C. Pagal oro temperatūros rodiklius 2019 metai buvo šiltesni ir sausringesni, nei 2018 metai. Vidutinė oro temperatūra sausio-spalio mėnesiais 2019 metais buvo 0,6 °C aukštesnė, nei 2018 metais. Šio laikotarpio kritulių kiekis 2019 metais buvo beveik 20% mažesnis, nei 2018 metais.

2018 metų vidutinės meteorologės charakteristikos dekadomis (dešimtadieniais) sausio-lapkričio mėnesiais pateikti 10.2 lentelėje. Jeigu vidutinės oro temperatūros kitimas sezono metu vyksta beveik nuosekliai (10.1 lentelė), tai vidutinės reikšmės dekadomis svyruoja ženkliai labiau. Ši tendencija ypatingai ryški žiemos mėnesiais. Dar labiau svyruoja vidutinio kritulių kiekio reikšmės skirtingose dekadose, pavyzdžiui

Nuo kovo trečio dešimtadienio iki birželio antrojo dešimtadienio iškrito tikrai 7,2 mm kritulių. Lietingiausias buvo rugpjūčio trečiasis dešimtadienis, kuomet iškrito net 48,4 mm kritulių (11.2 lent.).

Pilna meteorologinių duomenų analizė bus atlikta pasibaigus kalendoriniams metams bei formuojant 2019 metų duomenų bylas ICP-Forests koordinaciniam centrui, kuomet bus pateikti visų metų valandiniai kritulių duomenys.

11.2 lentelė. Vidutinės meteorologinės charakteristikos dekadomis Girionių meteorologijos stotyje 2019 metų sausio – spalio mėnesiais

| Mėnuo | Dešimtadienis | Vid. mėnesio temp., °C | Maksimali mėnesio temp., °C | Minimali mėnesio temp., °C | Oro drėgmė, % | Vidutinis vėjo greitis, m/s | Vidutinis maksimalus vėjo greitis, m/s | Saulės spind.suma, W/m ² | Kritulių suma, mm |
|-----------|---------------|------------------------|-----------------------------|----------------------------|---------------|-----------------------------|--|-------------------------------------|-------------------|
| sausis | I | -4,3 | 4,8 | -16,3 | 86,5 | 1,9 | 13,8 | 3121 | 10,2 |
| | II | -2,0 | 2,9 | -16,3 | 90,6 | 0,7 | 10,4 | 4074 | 17,6 |
| | III | -5,7 | 4,8 | -16,5 | 89,1 | 0,1 | 10,0 | 5034 | 5,4 |
| vasaris | I | 1,2 | 5,6 | -2,0 | 87,4 | 0,5 | 11,7 | 6206 | 17,4 |
| | II | 2,8 | 8,5 | -2,4 | 88,3 | 0,7 | 11,6 | 8852 | 7,2 |
| | III | 1,0 | 9,6 | -9,1 | 71,4 | 1,0 | 13,9 | 15286 | 1,0 |
| kovas | I | 3,1 | 12,3 | -4,6 | 72,0 | 1,7 | 17,9 | 16348 | 12,4 |
| | II | 3,0 | 10,2 | -4,1 | 79,7 | 1,3 | 12,6 | 19815 | 21,4 |
| | III | 5,1 | 15,2 | -4,6 | 75,1 | 1,0 | 17,9 | 35117 | 4,6 |
| balandis | I | 6,4 | 16,8 | -5,8 | 51,5 | 1,0 | 13,6 | 45163 | 0,2 |
| | II | 7,0 | 19,4 | -3,4 | 50,9 | 0,8 | 10,9 | 54258 | 0,0 |
| | III | 14,5 | 26,6 | 1,4 | 48,8 | 1,0 | 15,9 | 59100 | 0,4 |
| gegužė | I | 8,7 | 19,6 | -2,7 | 61,3 | 0,8 | 14,2 | 50007 | 2,0 |
| | II | 14,6 | 27,9 | 5,4 | 71,9 | 0,8 | 11,7 | 38416 | 13,0 |
| | III | 16,1 | 28,4 | 3,2 | 70,1 | 0,5 | 14,2 | 55769 | 17,2 |
| birželis | I | 20,5 | 31,0 | 6,5 | 62,2 | 0,4 | 9,9 | 75392 | 0,6 |
| | II | 22,7 | 34,4 | 10,5 | 64,0 | 0,3 | 13,1 | 65695 | 20,6 |
| | III | 20,3 | 31,9 | 9,5 | 58,8 | 0,5 | 13,1 | 66605 | 6,2 |
| liepa | I | 15,2 | 26,3 | 8,2 | 72,3 | 1,0 | 14,7 | 51641 | 41,0 |
| | II | 16,3 | 28,6 | 8,1 | 72,4 | 0,1 | 7,4 | 54056 | 7,8 |
| | III | 20,1 | 31,4 | 8,2 | 71,7 | 0,4 | 14,7 | 60236 | 10,8 |
| rugpjūtis | I | 16,4 | 25,7 | 6,3 | 67,2 | 0,2 | 9,8 | 44148 | 29,8 |
| | II | 19,0 | 29,4 | 7,9 | 68,5 | 0,2 | 8,9 | 47496 | 2,8 |
| | III | 19,1 | 28,8 | 9,3 | 76,2 | 0,2 | 12,1 | 45834 | 48,4 |
| rugsėjis | I | 17,6 | 28,1 | 7,3 | 70,8 | 0,5 | 10,8 | 38453 | 6,0 |
| | II | 12,1 | 23,6 | 4,3 | 75,0 | 1,1 | 13,6 | 30113 | 9,4 |
| | III | 9,8 | 19,5 | -1,9 | 82,9 | 0,4 | 11,8 | 21431 | 29,6 |
| spalis | I | 7,5 | 14,6 | -2,5 | 87,5 | 0,5 | 11,3 | 16061 | 23,0 |
| | II | 13,0 | 20,9 | 4,5 | 84,4 | 0,8 | 10,6 | 15143 | 11,2 |
| | III | 8,3 | 18,4 | -4,2 | 88,1 | 0,6 | 14,4 | 13778 | 6,6 |

APIBENDRINIMAS IR IŠVADOS

Pagrindinis Europos II lygio miškų monitoringo programos tikslas yra rinkti ir kaupti duomenis apie miško ekosistemų būklės visoje Europoje ir stebėti jų būklę ir pokyčių rezultatus laiko skalėje. Vienas iš svarbiausių ir pagrindinių šio užsakomojo darbo tikslų – surinkti ir pateikti ICP-Forests koordinaciniam centrui, užsakovui (Aplinkos ministerijai ir Nacionaliniam koordinaciniam centrui), visuomenei, politikams bei mokslininkams objektyvią informaciją apie miško ekosistemų būklę ir jos kaitą, tinkamai atstovauti Lietuvos Respubliką ES programoje ICP-Forests.

2019 metais Intensyvaus miško ekosistemų (II lygio) monitoringo darbai atlikti pagal numatytą ir jau daugelį metų funkcionuojančią schemą, suderintą su ICP-Forests programos reikalavimais ir metodika.

2018 metais vietoje buvusio reprezentacinio 6M barelio, kuris 2017 metais buvo nuniokotas vėjavartų bei gretimuose sklypuose atlikus plynuosius kirtimus tyrimo barelis liko iš 3 pusių atidengtas, todėl toliau jis nebegali tinkamai reprezentuoti miško aplinkos. Miškų instituto ir Miškų Tarnybos ekspertai nusprendė parinkti naują II lygio monitoringo barelį. Buvo instaliuotas pilnas įrangos komplektas (lizimetrai, atviros vietos ir polajinių kritulių rinktuvai, nuokritų rinktuvai) bei atlikti pirminiai darbai reikalingi tyrimo barelio registravimui ICP-Forests bazėje pagal duomenų bylos *General.PLT* reikalavimus. Tyrimo barelis įsteigtas Valstybinių miškų urėdijos Dubravos padalinio Vaišvydavos girininkijos 82 kvartalo 29 sklype. Parenkant tyrimo barelio vietą atsižvelgta į atstumą nuo meteorologinės stoties ir medyno amžių. Išskirtas tyrimo barelis yra 1,7 km nutolęs nuo Girionių meteorologinės stoties, tuo tarpu 6M barelis buvo beveik 6 km atstumo nuo meteorologinės stotelės. Mažesnis atstumas iki meteorologinių rodiklių fiksavimo vietos garantuoja geresnę meteorologinių rodiklių reprezentaciją ir labiau atitinka pagrindinių monitoringo barelių (angl. „core plot“) reikalavimus.

Vykdamas miškų monitoringo rezultatų sklaidą 2019 metų vasario mėnesio 18–21 dienomis buvo dalyvauta tarptautinėje konferencijoje „32nd ICP Vegetation Task Force meeting“, kuri vyko Targovišteje, Rumunijoje. Savo tyrimus pristatė mokslininkai iš įvairių Europos šalių, taip pat buvo pranešėjų iš Jungtinių Ameriko valstijų. Konferencijoje buvo pristatytas žodinis pranešimas: Valda Araminienė, Pierre Sicard, *Alessandro* Anav, Evgenios Agathokleous, Vidas Stakėnas, *Alessandra* De Marco, Iveta Varnagirytė-Kabašinskienė, Elena

Paoletti, Rasa Girgždienė. Trends and inter-relationships of ground-level ozone metrics and forest health in Lithuania. Šiame pranešime buvo panaudoti Lietuvos II lygio miškų monitoringo duomenys.

Atspausdintas mokslinis straipsnis: Valda Araminienė, Pierre Sicard, Alessandro Anav, Evgenios Agathokleous, Vidas Stakėnas, Alessandra De Marco, Iveta Varnagirytė-Kabašinskienė, Elena Paoletti, Rasa Girgždienė, Trends and inter-relationships of ground-level ozone metrics and forest health in Lithuania. Stoten (2018), <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2018.12.092>

Pagal 2019 metų monitoringo rezultatus bei panaudojant intensyvaus monitoringo bareliuose sukauptų duomenų sekas nuo 1995 metų galima daryti šias išvadas:

- 1) Vidutinės defoliacijos sekos intensyvaus monitoringo bareliuose nuo 1995 metų atspindi pagrindines regioninio miškų sveikumo monitoringo ir visoje Europoje nustatytas miškų būklės kaitos tendencijas. Vidutinė medžių defoliacija II lygio bareliuose 2019 m., lyginant su 2018 metais beveik nepakito (buvo $16,0 \pm 0,4$ %) ir, lyginant su 2018 metų duomenimis, sumažėjo 0,1 procentinio vieneto. Viršutinio lajos trečdalis vidutinė defoliacija buvo beveik 4 procentiniais vienetais mažesnė, nei visos lajos defoliacija. Didžiausia lajų defoliacija 2019 metais buvo įvertinta plaukuotiesiems beržams (20,7 %).
- 2) 2019 metais intensyvaus monitoringo bareliuose vidutiniškai 7,6 % medžių buvo su vizualiai matomais biotiniais ir abiotiniais lapijos, lajos bei kamienų pažeidimais. Medžių mirtingumas buvo 0,2 % ir lyginant su 2018 metais sumažėjo 0,3 procentinio vieneto.
- 3) Chloro ir natrio koncentracijų atviros vietos krituliuose Intensyvaus miškų monitoringo bareliuose 3M, 6M ir 10M parodė, kad priklausomai nuo atstumo nuo Baltijos jūros patikimai mažėja Cl ($R^2=0,85$) ir Na ($R^2=0,77$) koncentracijos.
- 4) Vidutiniškai per metus 3M barelyje po lajomis (2005-2018 metų laikotarpiu) iškrenta 4,8 kg/ha sieros, 8,6 kg/ha azoto, 8,2 kg/ha kalio, 6,8 kg/ha natrio, 6,9 kg/ha kalcio bei virš 10 kg/ha chloro. Atviroje vietoje per 15 metų vidutinės azoto junginių iškritos buvo 9,6 kg/ha, sieros 5,1 kg/ha, kalio 4,8 kg/ha bei kalcio 10,2 kg/ha. Vidutiniškai visų cheminių priemaišų, išskyrus kalį, kalcį ir chlorą, iškritos su polajiniais krituliais yra mažesnės, nei su atviros vietos krituliais. Išskyrus kalcį ir chlorą, vidutinės kitų komponentų iškritos atviroje vietoje buvo didesnės, nei miške.

- 5) Vidutiniškai per metus 10M barelyje po lajomis (2008-2018 metų laikotarpiu) iškrenta 6,5 kg/ha sieros, 9,3 kg/ha azoto, 22,1 kg/ha kalio, 7,0 kg/ha kalcio, 24,2 kg/ha chloro ir 11,3 kg/ha natrio. Atviroje vietoje barelio aplinkoje vidutiniškai iškrenta 6,2 kg/ha sieros, 9,7 kg/ha azoto, 4,6 kg/ha kalio, 13,8 kg/ha kalcio, 16,8 kg/ha chloro ir 11,9 kg/ha natrio.
- 6) Atviros vietos krituliuose nustatyta neigiama ir dažniausiai statistiškai patikima cheminių priemaišų koreliacija su kritulių kiekiu. Atviros vietos kritulių elektrinis laidis, kaip ir sulfatų (SO_4^{2-}S .) bei kalcio koncentracija visais atvejais teigiamai ir statistiškai patikimai koreliuoja su cheminių priemaišų koncentracijomis.
- 7) Vidutiniškai per metus 3M barelyje nukrenta 3829 kg/ha nuokritų. Daugiau negu pusę nuokritų sudaro spygliai (2193 kg/ha) Daugiau negu pusę nuokritų sudaro spygliai (2208 kg/ha). Šakelių nuokritos sudaro apie 567 kg/ha, kankorėžiai – apie 194 kg/ha, o likę nuokritos –916 kg/ha.
- 8) Vertinant nuokritų masės sezoninę kaitą 3M barelyje, maksimalius nuokritų masės kiekius lemia rudeninis spyglių kritimas bei vegetacijos sezono pradžioje padidėję kitų frakcijų (žvynų, generatyvinių organų) nuokritų kiekiai.
- 9) Pagal 2019 metais oro taršos II lygio bareliuose duomenis, galima konstatuoti, kad oro tarša NO_2 , SO_2 , NH_3 lyginant su 2018 metais sumažėjo, tačiau buvo artima vidutinėms reikšmėms ir leistinų ribų neviršijo. Stebint SO_2 , NO_2 ir NH_3 koncentracijų kaitą Intensyvaus monitoringo bareliuose 2009-2019 metais matome, kad oro tarša atskirų metų vegetacijos periodais kinta iki 2-3 kartų, tačiau visais atvejais neviršija kritinių leistinų koncentracijų.
- 10) 2019 metais vizualiai matomi pažemio ozono sukelti pažeidimai vertinti visuose devyniuose IMB. Nepaisant to, jog šių metų vegetacijos sezono oro temperatūra buvo sąlyginai aukšta, nei vienoje SATA, iškirtoje prie IMB šiais metais nebuvo užregistruota panašių į priežemio O_3 sukeltų lapijos pažeidimų. Per 2007–2019 metų, stebėjimo laikotarpį, priežemio O_3 pažeidė vidutiniškai 0,16% visos SATA vertintos augalijos.
- 11) Didžiausia maksimali oro temperatūra Girionių meteorologijos stotelėje 2019 metais užfiksuota birželio mėnesio 13 dieną (34,4 °C), o žemiausia – sausio 24 d. (-16,5 °C). 2019 metais buvo net 7 dienos, kuomet maksimali oro temperatūra viršijo 30 °C, tuo tarpu tikrai 7 dienos, kuomet minimali oro temperatūra buvo žemesnė, nei 10 °C. Pagal oro temperatūros rodiklius 2019 metai buvo šiltesni ir sausringesni, nei 2018 metai.

LITERATŪROS SĄRAŠAS

1. Agathokleous E., Saitanis C.J., Koike T. 2015. Tropospheric O₃, the nightmare of wild plants: a review study. *Journal of Agricultural Meteorology* 71: 142-152.
2. Ainsworth E.A., Yendrek C.R., Sitch S., Collins W.J., Emberson L.D. 2012. The effects of tropospheric ozone on net primary productivity and implications for climate change. *Annual Review Of Plant Biology*, 63, 637-61.
3. Anav A., De Marco A., Proietti C., Alessandri A., Dell'Aquila A., Cionni I., Friedlingstein P., Khvorostyanov D., Menut L., Paoletti E., Sicard P., Sitch S., Vitale M. 2016. Comparing concentration-based (AOT40) and stomatal uptake (PODY) metrics for ozone risk assessment to European forests. *Global Change Biology*, 22, 1608–1627.
4. Araminienė V., Sicard P., Anav A., Agathokleous E., Stakėnas V., De Marco A., Varnagirytė-Kabašinskienė I., Paoletti E., Girgždienė R. 2019. Trends and inter-relationships of ground-level ozone metrics and forest health in Lithuania. *Science of the Total Environment*, 658: 1265–1277.
5. Ashworth K., Wild O., Hewitt C. 2013. N.: Impacts of biofuel cultivation on mortality and crop yields. *Nature Climate Change*, 3, 492– 496.
6. Bernier B., Brazeau M. 1988. Nutrient deficiency symptoms associated with sugar maple dieback and decline in the Quebec Appalachians. *Canadian Journal of Forest Research* 18(6):762-769
7. Braun S., Schindler C., Rihm B. 2014. Growth losses in Swiss forests caused by ozone: epidemiological data analysis of stem increment data of *Fagus sylvatica* L. and *Picea abies* Karst. *Environ Pollut* 192:129–138.
8. Brown S. 1993. A Primer on Q Methodology. *Operant Subjectivity*, 16(3/4), 91-138.
9. Buivydaite V.V. 2005. Soil Survey and available Soil Data in Lithuania. In: *Soil Resources of Europe*, second edition. R.J.A. Jones, B. Houšková, P. Bullock and L. Montanarella (eds). European Soil Bureau Research Report No.9, EUR 20559 EN, 420pp.
10. Bussotti F., Ferretti M. 2009. Visible injury, crown condition, and growth response of selected Italian forests in relation to ozone exposure. *Environmental Pollution*, 157, 1427-1437.

11. Cailleret M., Ferretti M., Gessler A., Rigling A., Schaub M., 2018, Ozone effects on European forest growth-Towards an integrative approach. *Journal of Ecology* 106: 1377-1389.
12. Clarke N., Zlindra D., Ulrich E., Mosello R., Derome J., Derome K., König N., Lövblad G., Draaijers G.P.J., Hansen K., Thimonier A., Waldner P. 2010. Sampling and Analysis of Deposition, Manual Part XIV. In: Manual on methods and criteria for harmonized sampling, assessment, monitoring and analysis of the effects of air pollution on forests. UNECE ICP Forests Programme Co-ordinating Centre, Hamburg, 66pp.
13. De Marco A., Sicard P., Vitale M., Carriero G., Renou C., Paoletti E. 2015. Metrics of ozone risk assessment for Southern European forests: canopy moisture content as a potential plant response indicator. *Atmospheric Environment*, 120, 182–190.
14. De Vries W., Reinds G.J., Posch M., Sanz M.J., Krause G.H.M., Calatayud V., Renaud J.P., Dupouey J.L., Sterba H., Vel E.M., Dobbertin M., Gundersen P., Voogd J.C.H. 2003. Intensive monitoring of forest ecosystems in Europe. Technical Report 2003, EC, UNECE, Brussels, Geneva, 163 p.
15. EC. 1994. COMMISSION REGULATION (EC) No.1091/94 laying down certain detailed rules for the implementation of Council Regulation (EEC) No. 3528/86 (intensive monitoring). Brussels: 1994, Official Journal of the European Communities No.L125/1 of 18 May 1994, 44p.
16. EPHA, European Public Health Alliance. 2018. Air pollution and growing inequalities from an Eastern perspective: the case of Lithuania. Clean Air for Health – Briefing, register number: 18941013532-08, August 2018, 12pp.
17. Ferretti M, Fischer U, Hansen K, Michel A, Sanders T, Seidling W (2015a): Indicator 2.1 Deposition of air pollutants. In: Köhl M, San-Miguel Ayanz J, Domínguez Torres G (coordinating authors) Criterion 2: Maintenance of Forest Ecosystem Health and Vitality, Forest Europe Liaison Unit Madrid (ed): State of Europe's forests 2015 report, pp 90-95.
18. Finér L. 1996. Variation in the amount and quality of litterfall in a *Pinus sylvestris* L. Stand growing on a bog. *Forest Ecology and Management*, 80, 1-11.
19. Fischer R., Lorenz M., Granke O., Mues V., Iost S., Van Dobben H., Reinds G.J., De Vries W. 2010. Forest Condition in Europe. 2010 Technical Report of ICP Forests. Work Report of the Institute for World Forestry 2010/1. ICP Forests, Hamburg, 2010, 175pp.

20. Fuhrer J., Val Martin M., Mills G., Heald C. L., Harmens H., Hayes, F., Ashmore M. R. 2016. Current and future ozone risks to global terrestrial biodiversity and ecosystem processes. *Ecology and Evolution*.
21. Girgždienė, R., Serafinavičiūtė, B., Stakėnas, V., Byčenkienė, S. 2009. Ambient ozone concentration and its impact on forest vegetation in Lithuania. *Ambio* 38, 432–436.
22. Jasinevičienė D., Girgždienė R., Kvietkus K., Šakalys J., Valiulis D., Andriejauskienė J., Prokopčiuk N., Andriejauskas A. 2016. Tolimųjų oro teršalų pernašų iš kitų valstybių poveikio bendram Lietuvos oro baseino užterštumo lygiui įvertinimas. *Fizinių ir technologijos mokslų centro rankraštis*, 90p.
23. Krochmal D., Kalina A. 1995. Measurements of Nitrogen Dioxide and Sulphur Dioxide Concentrations in Urban and Rural Areas of Poland Using a Passive Sampling Method. Institute of Inorganic Chemistry and Technology, Analytical Department, Cracow, University of Technology, Poland.
24. Lam K.S., Wang T.J., Wu C.L, Li Y.S. 2005. Study on an ozone episode in hot season in Hong Kong and transboundary air pollution over Pearl River Delta region of China. *Atmospheric Environment*, 2005, 39, p. 1967–1977.
25. Lorenz M., Becher G., Mues V., Fischer R., Becker R., Calatayud V., Diese N., Krause G.H.M., Sanz M., Ulrich E. 2005. Forest condition in Europe. 2005 Technical Report of ICP Forests. Work Report of the Institute for World Forestry, Hamburg, 176 p.
26. Lorenz, M., Becher, G. (eds.). 2012. Forest Condition in Europe, 2012 Technical Report of ICP Forests. Work Report of the Thünen Institute for World Forestry 2012/1. ICP Forests, Hamburg, 2012.
27. Mälkönen E. 1974. Annual primary production and nutrient cycle in some Scots pine stands. *Comm. Ins. For. Fenn.* 84(5): 1-87.
28. Matyssek R., Karnosky D.F., Wieser G., Percy K., Oksanen E., Gram, T.E.E., Kubiske M., Hanke D., Pretzsch H. 2010. Advances in understanding ozone impact on forest trees: messages from novel phytotron and free-air fumigation studies. *Environmental Pollution*, 158, 1990–2006.
29. Michel A., Seidling W. editors 2016. Forest Condition in Europe: 2016 Technical Report of ICP Forests. Report under the UNECE Convention on Long-Range Transboundary Air

- Pollution (CLRTAP). BFW Dokumentation 23/2016. Vienna: BFW Austrian Research Centre for Forests. 206 p.
30. Michel A., Seidling W., editors 2015. Forest Condition in Europe: 2015 Technical Report of ICP Forests. Report under the UNECE Convention on Long-Range Transboundary Air Pollution (CLRTAP). Vienna: BFW Austrian Research Centre for Forests. BFW-Dokumentation 21/2015. 182 p.
 31. Michel A., Seidling W., editors 2018. Forest Condition in Europe: 2018 Technical Report of ICP Forests. Report under the UNECE Convention on Long-Range Transboundary Air Pollution (CLRTAP). Vienna: BFW Austrian Research Centre for Forests. BFW-Dokumentation 25/2018. 92 p.
 32. Mills G., Sharps K., Simpson D., Pleijel H., Broberg M. et al. 2018. Ozone pollution will compromise efforts to increase global wheat production". *Global Change Biology* DOI: 10.1111/gcb.14157.
 33. Ochoa-Hueso R., Munzi S., Alonso R. et al. 2017. Ecological Impacts of Atmospheric Pollution and Interactions with Climate Change in Terrestrial Ecosystems of the Mediterranean Basin: Current Research and Future Directions. *Environmental Pollution* 227: 194-206.
 34. Oltmans S.J., Lefohn A.S., Shadwick D., Harris J.M., Scheel H.E., Galbally I., Tarasick D.W., Johnson B.J., Brunke E.G., Claude H., et al. 2013. Recent tropospheric ozone changes-A pattern dominated by slow or no growth. *Atmospheric Environment* 67: 331-351.
 35. Ozolincius R., Stakenas V., Serafinaviciute B. 2005. Meteorological factors and air pollution in Lithuanian forests: Possible effects on tree condition. *Environmental Pollution* 137: 587-595.
 36. Proietti C., Anav A., De Marco A., Sicard P., Vitale M. 2016. A multi-sites analysis on the ozone effects on Gross Primary Production of European forests. *Science of the Total Environment*, 556, 1-11.
 37. Pudasainee D., Sapkotab B., Shrestha L., Kagac A., Kondoc A., Inoue Y. 2006. Ground level ozone concentrations and its association with NO_x and meteorological parameters in Kathmandu valley, Nepal. *Atmospheric Environment*, 40, p. 8081–8087.
 38. Republic of Lithuania. 2010. Lithuania's Fifth National Communication under the United Nations Framework Convention on Climate Change. Report 134 pp.

39. Schaub M., Haeni M., Calatayud V., Ferretti M., Gottardini E. 2018. Ozone concentrations are decreasing but exposure remains high in European forests. *ICP Forest*.
40. Sicard P., Anav A., De Marco A., Paoletti E. 2017. Projected global tropospheric ozone impacts on vegetation under different emission and climate scenarios. *Atmospheric Chemistry and Physics* 17: 12177–12196.
41. Ukonmaanaho L., Merilä P., Nöjd P., Nieminen T.M. 2008. Litterfall production and nutrient return to the forest floor in Scots pine and Norway spruce stands in Finland. *Boreal Environ. Res.* 13 (Suppl. B), 67–91.
42. UNECE. 2004. Submanual on Assessment of Ozone Injury on Intensive Monitoring Plots. Hamburg/ Geneva, Programme Coordinating Centre, p. 2–40.
43. VanderHeyden D.J., Skelly J.M., Innes J.L., Hug C., Zhang J., Landolt W., Bleuler P. 2001. Ozone exposure thresholds and foliar injury on forest plants in Switzerland. *Environmental Pollution*, 111, 321-331.
44. Wittig VE, Ainsworth EA, Naidu SL, Karnosky DF, Long SP. 2009. Quantifying the impact of current and future tropospheric ozone on tree biomass, growth, physiology and biochemistry: a quantitative meta-analysis. *Glob Chang Biol* 15:396–424
45. Working Group on Air Quality. 2004. Ozone Injury on European Forest Ecosystems: Submanual for the Assessment of Ozone Injury on European Forest Ecosystems.