

LIETUVOS MIŠKŲ INSTITUTAS

Ekologijos skyrius

II LYGIO MIŠKŲ MONITORINGAS

2007 m. ataskaita

Užsakovas: Valstybinė miškotvarkos tarnyba

Instituto direktoriaus
pavadootojas moksliniam darbui

dr. S.Mizaras

Skyriaus vedėjas

dr. V.Stakėnas

Darbo vadovas

dr. V.Stakėnas

Kaunas-Girionys, 2008

Ataskaita apsvartyta ir priimta Lietuvos miškų instituto Ekologijos skyriaus posėdyje
2008 metų spalio 21 dieną.

Recenzentai:

Dr. Albertas Kasparavičius (Valstybinė miškotvarkos tarnyba)

Dr. (hp) Algirdas Augustaitis (LŽŪU Miškų monitoringo laboratorija).

VYKDYTOJŲ SĄRAŠAS

dr., vyr.m.d. K.Armolaitis	duomenų apdorojimas, lauko darbai
j.m.d. R.Buožytė	lauko darbai, duomenų apdorojimas
dr. D.Jasinevičienė	kritulių cheminės analizės, pasyvių kaupiklių (NO _x , SO ₂ , NH ₄) paruošimas ir analizė
dr. G.Kilikevičius	pasyvių kaupiklių (O ₃) paruošimas ir analizė
habil.dr., vyriaus.m.d. R.Ozolinčius	tarptautinis bendradarbiavimas
inž. D.Keršis	lauko darbai, objektų priežiūra
dr., j.m.d. B.Serafinavičiūtė	lauko darbai, duomenų apdorojimas, ataskaitos paruošimas
	(4, 8 sk.)
dr., m.d. I.Varnagirytė	duomenų apdorojimas, ataskaitos paruošimas (5, 6 sk.)
dr., vyr.m.d. V.Stakėnas	vadovavimas darbams, lauko darbai, duomenų apdorojimas, ataskaitos paruošimas (1-8 sk.)
inž. L.Stakėnienė	lauko darbai, duomenų apdorojimas, ataskaitos paruošimas

Referatas

Ataskaitos apimtis 64 psl., tame sk. 29 pav., 24 lent.

Turinį žymintys žodžiai: miškų monitoringas, miškų būklė, defoliacija, dechromacija, medžių pažeidimai, lapijos cheminė sudėtis, teršalų iškritos, dirvožemio tirpalas, priežemio ozonas.

Ataskaitoje pateikiama trumpa II lygio miškų monitoringo darbų, atliktų tarptautinės miškų monitoringo programos *ICP-Forests* sudėtyje, apžvalga. Nurodytos 2007 metų miškų monitoringo darbų apimtys, apžvelgti atskirų darbų (medžių būklės vertinimo intensyvaus miško ekosistemų monitoringe, lapijos cheminės analizės, teršalų miške ir atviroje vietoje iškritų, dirvožemio vandens analizės, oro taršos SO₂, NO₂ ir O₃ nuokritų, vizualiai matomų priežemio ozono sukeltų pažeidimų vertinimo) rezultatai. Analizuojami atskirų miško ekosistemos rodiklių intensyvaus monitoringo bareliuose pokyčiai 1995-2007 metais, vertinamos jų tendencijos ir priežastys. Ataskaitos pabaigoje priede pateikta darbo techninė užduotis.

TURINYS

ĮVADAS	5
1. DARBO TIKSLAS IR UŽDAVINIAI	7
2. DARBO OBJEKTAI, METODAI IR APIMTYS.....	8
2.1. II lygio miškų monitoringo objektų charakteristika	8
2.2. Tyrimo metodai.....	10
2.3. 2007 metų darbų apimtys	11
3. MEDŽIŲ BŪKLĖ IR JOS KAITA II LYGIO MONITORINGO BARELIUOSE	13
4. TERŠALŲ IŠKRITOS (DEPOZICIJOS).....	22
5. MIŠKO DIRVOŽEMIŲ TIRPALO CHEMINĖ SUDĖTIS	32
6. LAPIJOS CHEMINĖ SUDĖTIS	38
7. NUOKRITŲ TYRIMAS	43
8. ORO TARŠOS TYRIMAI	50
8.1. SO ₂ , NO ₂ , NH ₃ ir O ₃ koncentracijos	50
8.2. Vizualiai matomų ozono pažeidimų įvertinimas intensyvaus monitoringo bareliuose.....	53
APIBENDRINIMAS IR IŠVADOS	56
LITERATŪRA	58
PRIEDAI	60

IVADAS

Europos miškų monitoringo programa (*ICP-Forests*) buvo inicijuota 1985 metais. 1985 metais parengta pirmoji išsamesnė miškų monitoringo metodika, pagrindiniu medžių būklės vertinimo kriterijumi nuspręsta laikyti morfologinius medžių požymius, ypatingą dėmesį skiriant lajų defoliacijai. Oro taršos poveikio miškams monitoringo ir vertinimo programą (*ICP-Forests*) nuo 1986 metų pradėjo vykdyti visos Europos Sąjungos šalys, o nuo 1987 m. ir Lietuva. Miškų monitoringo programoje šiuo metu dalyvauja 40, o duomenis apie 2006 metų miškų būklę pateikė 31 Europos valstybė (Lorenz et al., 2007). Apžvalgas ir rezultatus taip pat pateikia Kanada ir Jungtinės Amerikos Valstijos. Pagrindinės programos veiklos kryptys ir tikslai atsispindi Europos miškų ministrų konferencijų S1 (Strasbūro), 4H (Helsinkio) ir L2 (Lisabonos) rezoliucijose. 2005 metais pažymėtas programos ICP-Forests 20-metis. Tai didžiausios apimties ir ilgiausiai veikiantis biomonitoringo tinklas pasaulyje.

Europos Komisijos (EC, 1995) 1994 m. balandžio 29 d. rezoliucija įpareigojo ES valstybėse vykdyti II lygio miškų monitoringą, kuris dažnai vadinamas intensyviuoju miško ekosistemų monitoringu. Ši schema sukurta siekiant geriau įvertinti užteršto oro ir kitų stresinių veiksnių įtaką labiausiai paplitusioms miškų ekosistemoms. Lietuva, kaip ir visos ES bei daugelis kitų Europos valstybių, į šią programą įsijungė 1995 metais. Intensyvaus monitoringo tikslai: 1) surinkti 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. Siekiant šių tikslų, daugelyje ICP-Forests programoje dalyvaujančių valstybių įkurta intensyvaus monitoringo barelių (IMB) sistema, kur atliekami detalesni ir gilesni atskirų miškų ekosistemų komponentų bei jų būklės tyrimai. Dabartiniu metu 28 šalyse įkurta virš 860 IMB (Lorenz et al., 2007). Iki 2003 metų tyrimus koordinavo specialiai įkurtas intensyvaus monitoringo koordinacinis centras Olandijoje (*Forest Intensive Monitoring Coordinating Institute-FIMCI*). Nuo 2003 metų miškų monitoringo koordinavimo darbus vykdo „Forest Focus“ schema, kuri buvo oficialiai įteisinta 2003 metų lapkričio 7 d. (Regulation (EC) No 2152/2003 of the European Parliament and of the Council of 17 November 2003 concerning monitoring of forests and environmental interactions in the Community (Forest Focus)) <http://europa.eu.int/scadplus/eeg/en/evb/e28125.htm>). Ši rezoliucija numato “Forest Focus” siekti realizuoti miškų monitoringą ir miškų apsaugos veiklas. Be to, “Forest Focus” į miškų monitoringo sistemą įjungė miškų biologinės įvairovės, klimato kaitos, anglies sekvestracijos bei dirvožemio tyrimus.

Kaip „Forest Focus“ schemos vystymo ir tobulinimo instrumentas yra miškų monitoringo tinklo (pirmojo lygio plotelių ir intensyvaus monitoringo barelių) išlaikymas, siekiant atlikti periodinius matavimus ir nuosekliai vykdyti miško ekosistemų monitoringą.

Pasibaigus „Forest Focus“ schemos veiklai, nuo 2008 metų kuriamos naujos miškų stebėsenos koordinavimo schemos („FutMon“ ir „FutDiv“).

1. DARBO TIKSLAS IR UŽDAVINIAI

Vienas iš svarbiausių ir pagrindinių šio darbo tikslų – kaupti duomenis apie labiausiai paplitusių miško ekosistemos būklės rodiklius, teikti informaciją ES institucijoms bei pateikti visuomenei, politikams bei mokslininkams objektyvią informaciją apie miško ekosistemų būklę bei jos kaitą.

Įgyvendinant pagrindinį darbo tikslą 2007 metais buvo atliekami šie darbai:

- 1) renkami, analizuojami ir apibendrinami II lygio miškų monitoringo duomenys 9 išskirtuose intensyvaus monitoringo bareliuose (IMB);
- 2) formuojamos duomenų bazės ir specialios duomenų bylos bei anketos.

Monitoringo duomenų rinkimas, analizė ir apibendrinimas 2007 metais apėmė:

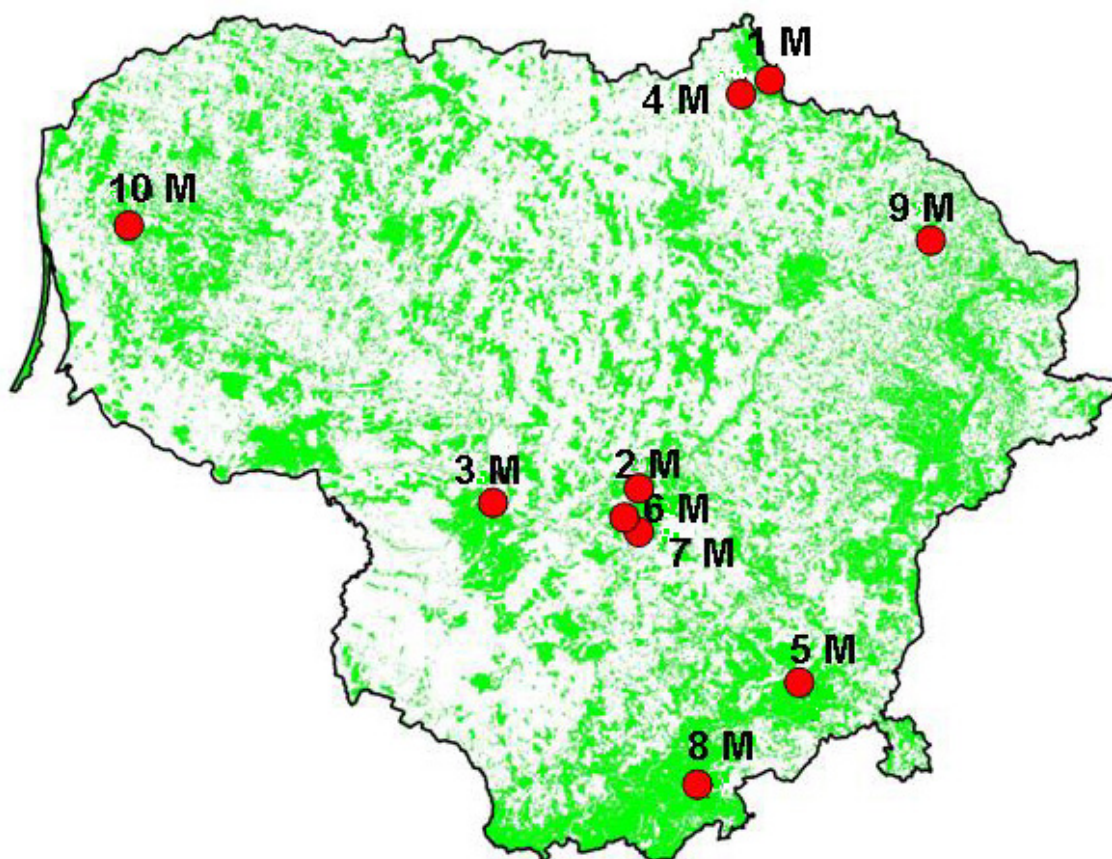
- 1) lapų būklės vertinimą pagal privalomuosius ir papildomus būklės rodiklius (9 IMB);
- 2) vizualiai matomų pažemio ozono sukeltų lapijos pažeidimų vertinimą (9 IMB);
- 3) lapijos bandinių surinkimą ir jų cheminę analizę (9 IMB);
- 4) oro (SO_2 , NO_x ir O_3) kokybės periodišką (1 kartą per mėnesį aktyvios vegetacijos periodo metu) vertinimą pasyviųjų kaupiklių metodu (2 IMB);
- 5) periodišką (1 kartą per mėnesį) polajinių kritulių surinkimą, bandinių paruošimą ir cheminę analizę (2 IMB);
- 6) periodišką (1 kartą per mėnesį, gegužės-spalio mėnesiais) dirvožemio tirpalo bandinių surinkimą, paruošimą ir cheminę analizę (2 IMB);
- 7) periodišką (1 kartą per mėnesį) nuokritų surinkimą ir bandinių paruošimą (2 IMB);
- 8) tyrimo barelių priežiūros darbus (esant reikalui, medžių žymėjimo atnaujinimą, įrangos pakeitimą ir kt. (9 IMB);

Šių darbų vykdymo periodiškumas, terminai bei apimtys numatyti darbo techninėje užduotyje bei kalendoriniame darbų plane (1 priedas).

2. DARBO OBJEKTAI, METODAI IR APIMTYS

2.1. II lygio miškų monitoringo objektų charakteristika

Pagal intensyvaus monitoringo barelių išskyrimo kriterijus, nustatytus Europos Komisijos nurodymuose (EC, 1995), 1995 metais Lietuvoje įrengti 9 IMB. Juos parenkant, didelis dėmesys skirtas medyno formavimosi istorijai, todėl šeši IMB buvo parinkti Lietuvos miškų institute prieš 25-35 metus sukurtuose objektuose, jiems pritaikant intensyviojo monitoringo bareliams keliamus reikalavimus. Trys IMB (1M, 3M, ir 5M) buvo išskirti naujai (2.1 pav.). 2006 metais, vietoje vėjovartų suniokoto 9M barelio (Rokiškio m.u., Kamajų g-ja), Kretingos m.u. įkurtas naujas barelis (10M).



2.1 pav. Intensyvaus monitoringo barelių tinklas Lietuvoje

Pagrindinės intensyvaus monitoringo barelių charakteristikos pateiktos 2.1 lentelėje, iš kur matome, kad du IMB yra grynuose pušynuose, 1 – eglyne, 2 – beržynuose su antruoju eglės ardu, 1 – nusaustame beržo ir juodalksnio medyne, 1 – uosyne, 1 – ąžuolyne bei 1 – pušyne su eglės priemaiša ir 2 eglės ardu.

2.1 lentelė. Miškų monitoringo antrojo lygio pastovių tyrimo barelių aprašymas (2007 m.)

Barelio Nr.	Įkūrimo data	Urėdija	Girininkija	Kvartalas	Sklypas	Barelio plotas, ha	Amžius, 2007 metai, m.	DTG	Miško tipas	Rūšinė sudėtis, 2005 metais
1M	1995 05 25	Biržų	Latvelių	88	12	0,25	47	Lf	aeg	60U15E11J4D4 K4BT2B
2M	1962 09 24	Dubravos	Vaišvydavos	68	10	0,30	93	Ld	oxn	64A24E9B3P
3M	1995 05 31	Kazlų Rūdos	Jūrės	224	6	0,25	47	Nb	v	99P1B
4M	1957 10 06	Biržų	Latvelių	34	24	0,26	82	Nc	ox	84B16E
5M	1995 06 05	Valkininkų	Pirčiupių	502	11	0,25	67	Mb	ur	53B44J3E
6M	1990 06 23	Dubravos	Šilėnų	102	9	0,25	87	Lc	m-ox	73P24E3B
7M	1976 05 20	Dubravos	Šilėnų	139	7	0,25	52	Lb	m	99B1P
8M	1976 06 30	Varėnos	Dainavos	186	2	0,24	87	Nb	v	100P
10M	2006 11 04	Kretingos	Mikoliškių	53	13	0,24	32	Lc	m-ox	10E

2.2. Tyrimo metodai

Intensyvaus miško ekosistemų monitoringo (antrojo lygio miškų monitoringo) darbai vykdomi pagal vieną visoms programos dalyvėms metodiką (UN/ECE, 1998), kuri, vystantis ir plečiantis tyrimams, pastoviai papildoma bei atnaujinama. Miškų monitoringo metodikos papildymai bei atnaujintos versijos pastoviai pateikiamos ICP-Forests tinklalapyje (<http://www.icp-forests.org/Manual.htm>).

ICP-Forests programoje didelis dėmesys skiriamas būklės vertinimo bei analizės metodų unifikavimui, interkalibravimui bei palyginimui, todėl reguliariai organizuojamos ekspertų treniruotės bei tarplaboratorinės analizės metodų interkalibracijos. Pagrindinės metodinės nuostatos orientuotos į nacionalinius tokio pobūdžio darbų ypatumus bei nacionaliniai tyrimo metodų ypatumai atsispindi 1999 LMI parengtame leidinyje (Ozolinčius, 1999) bei specialiose rekomendacijose.

Stebėjimų periodiškumas ir tyrimų apimtys reglamentuotos ICP-Forests programoje metodikoje (<http://www.icp-forests.org/Manual.htm>) (2.2 lent.). Lajų būklės vertinimas, dirvožemio bei lapijos cheminė analizė, augalijos dangos apskaita ir augalijos įvairovės vertinimas 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 schema pateikta 2.2 paveiksle.

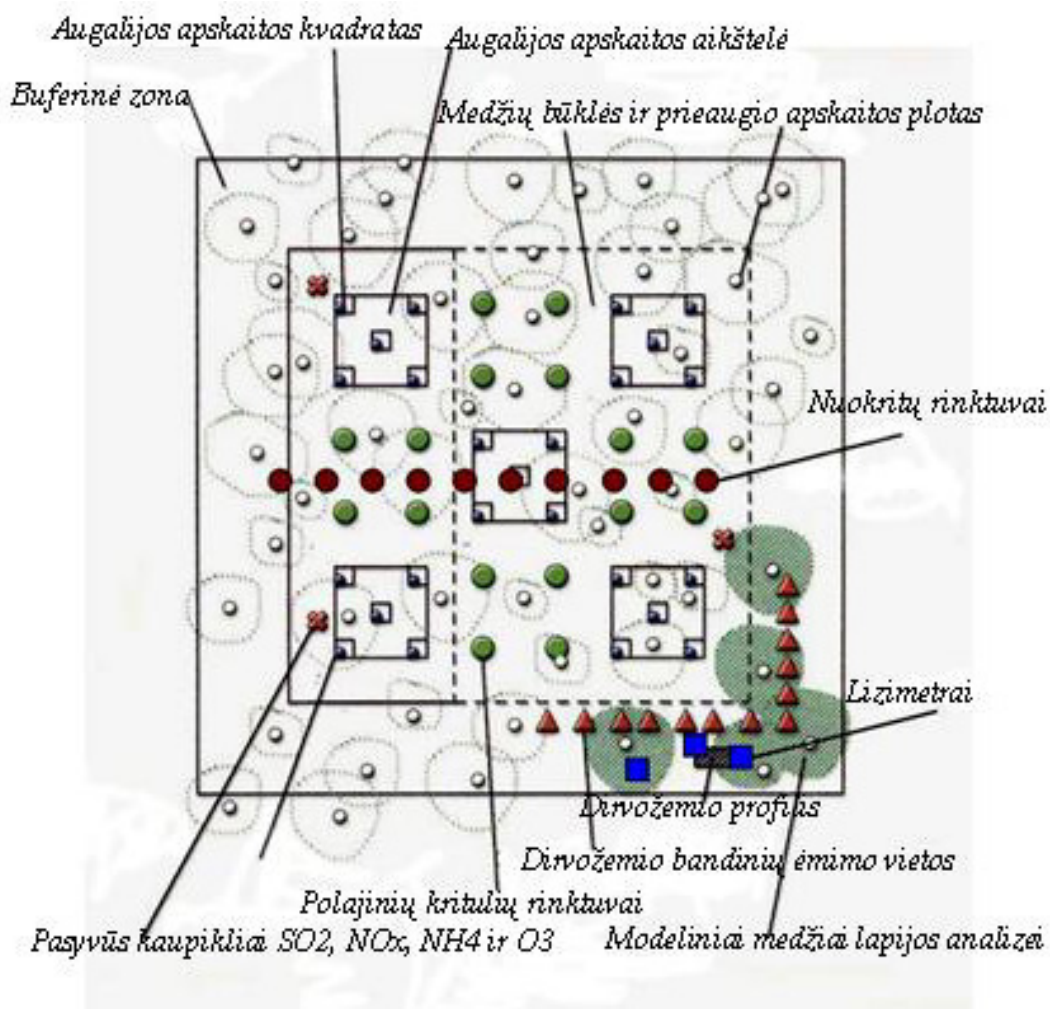
2.2.lentelė. ICP-Forests rekomenduojamos intensyvaus miškų monitoringo tyrimų kryptys ir darbų periodiškumas (<http://www.icp-forests.org/Manual.htm>)

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
Priaugio matavimai	Kas 5 metai	Visuose IMB
Teršalų iškritos	Pastoviai	10-15% visų šalies IMB
Meteorologiniai matavimai**	Pastoviai	10-15% visų šalies IMB
Augalijos dangos apskaita*	Kas 5 metai	Visuose 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

* - Lietuvoje tyrimai atliekami kas 2 metai;

** - Lietuvoje tyrimai nevykdomi, išskyrus epizodinius FAR matavimus bei kritulių kiekio nustatymą 6M ir 3Mbarelisuose.

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



2.2 pav. Matavimo vietų išdėstymo schema intensyvaus monitoringo barelyje

2.3. 2007 metų darbų apimtys

2007 metų lauko darbai intensyvaus monitoringo bareliuose atlikti pagal ICP-Forests metodikos reikalavimus, nurodytus šio darbo techninėje užduotyje bei pateiktus ICP-Forests tinklalapyje.

Vykiant 2007 metų lauko darbus atlikta:

- 1) medžių būklės vertinimas (9 IMB, iš viso 517 apskaitos medžių) pagal privalomuosius (rūšis, Krafto klasė, lajų apsupimas, lajų matomumas, medžio žuvimo priežastis, defoliacija, dechromacija, medžių pažeidimų simptomai, simptomų specifikacija, pažeidimo vieta lajoje, priežastis, pažeidimo intensyvumas) ir papildomus (lapijos ažūriškumas, derėjimas, žydėjimas, antriniai ūgliai, epifitai) medžių būklės rodiklius;
- 2) atliktas lapijos bandinių surinkimas (5 modeliniai medžiai kiekviename IMB), jų paruošimas cheminei analizei (nuskabymas, džiovinimas ir jungtinių bandinių formavimas), 100 lapų ar 1000 spyglių masės nustatymas bei atlikta jungtinių bandinių

cheminė analizė (LŽI Agrocheminių tyrimų centre) pagal privalomus rodiklius (N, S, P, Ca, Mg ir K);

- 3) 9 IMB aplinkoje išskirtose aikštelėse (SATA), dažniausiai kirtavietėse arba pamiškėje įvertinti vizualiai matomi pažemio ozono sukelti pažeidimai;
- 4) 3M ir 6M barelyje 12 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 (16 rinktuvų) ir atviros vietos (2 rinktuvai) kritulių jungtiniai bandiniai Fizikos instituto Atmosferos užterštumo tyrimų sektoriuje;
- 5) 2 IMB (6M ir 2M) šešis kartus (nuo gegužės iki spalio mėn.) atlikta oro taršos (SO₂, NO_x, NH₃ ir O₃) analizė tyrimo bareliuose ir atviroje vietoje (iš viso eksponuoti ir analizuoti 32 pasyvūs kaupikliai). SO₂, NO_x ir NH₃ analizė atlikta Fizikos instituto Atmosferos užterštumo tyrimų sektoriuje, o O₃ VDU Aplinkotyros katedros laboratorijoje;
- 6) 6M ir 3M bareliuose – 6 kartus surinktas dirvožemio tirpalas iš vakuuminių lizimetrų bei atlikta analizė pagal privalomus (pH, SO₄²⁻, NO₃⁻, Ca², K⁺, Mg²⁺, organinė C) ir dalį rekomenduojamų (laidumas, µS/cm; NH₄) rodiklių;
- 7) 10 kartų (kovo-gruodžio mėn.) surinktos nuokritos 3M ir 6M barelyje (iš viso 200 nuokritų bandinių). 2007 metų sausio ir vasario nuokritos nebuvo rinktos dėl didelio sniego kiekio rinktuvuose. Nuokritos buvo išdžiovintos, išskirstytos į 4 frakcijas (spygliai/lapai, šakelės, kankorėžiai ir kita) ir nustatyta jų sausa masė;

Pagal atliktų darbų rezultatus suformuotos (arba dalinai suformuotos testiniams tyrimams, kurie atliekami kas mėnesį) duomenų, skirtų pateikti ICP-Forests koordinatoriams, bylos:

- 1) Medžių būklės (LT2007.PLT, LT2007.TRM, LT2007.TRO);
- 2) Dirvožemio tirpalo analizės (LT2007.PSS, LT2007.SSM, LT2007.SSO);
- 3) Lapijos cheminės analizės (LT2007.PLF, LT2007.LFM)
- 4) Teršalų iškritų (LT2007.PLD, LT2007.DEM);
- 5) Nuokritų duomenų (LT2007.LFP, LT2007.LFM);
- 6) Oro taršos duomenų (LT2007.PPS, LT2007.AQM);
- 7) Vizualiai įvertintų ozono sukeltų pažeidimų (LT2007.PLL, LT2007.LTF, LT2007.PSS).

3. MEDŽIŲ BŪKLĖ IR JOS KAITA II LYGIO MONITORINGO BARELIUOSE

Medynų būklė 9 intensyvaus monitoringo (II lygio) bareliuose 2007 metais įvertinta pagal privalomuosius ir papildomuosius rodiklius 517 apskaitos medžių. Visiems apskaitos medžiams įvertinta: Krafto klasė, lajų apsupimas, lajų matomumas, derėjimo laipsnis, lajų efliacija, lapijos dechromacija, vizualiai nustatomi medžių pažeidimai (pažeidimo simptomas, simptomo specifikacija, vieta lajoje, priežastis, intensyvumas). Be to, tradiciškai, įvertinta viršutinio lajos trečdaliao defoliacija. Iš papildomųjų rodiklių šiais metais vertintas lapijos ažūriškumas (*foliage transparency*), medžių derėjimas, antriniai ūgliai.

Vidutinė 1-3 Krafto klasės medžių defoliacija II lygio bareliuose 2007 m. buvo 19,3 % (3.1 lent.). Lyginant su 2006 metų duomenimis, ji 1,2% sumažėjo.

3.1 lentelė. Vidutiniai medžių būklės rodikliai intensyvaus monitoringo bareliuose 2007 metais

Barelįo Nr.	Medžių sk.	Žuvusių medžių sk., %	Vidutinė dechromacija, %	Vidutinė defoliacija, %		Medžių su pažeidimais kiekis, %
				Visa laja	1/3 lajos	
1M	50	10,0	0,0	34,6±4,5	34,6±4,6	20,0
2M	52	0,0	7,0±1,5	17,8±1,0	17,3±1,0	53,8
3M	59	0,0	1,0±1,0	19,0±1,6	16,6±1,6	0,5
4M	62	1,6	0,8±0,4	19,6±1,6	18,2±1,7	17,8
5M	55	1,7	3,2±0,8	18,6±2,2	18,8±2,3	34,5
6M	60	0,0	0,0	16,2±0,8	13,6±0,7	1,7
7M	64	1,6	1,2±0,4	20,1±1,8	19,7±2,0	14,1
8M	54	0,0	0,0	16,5±1,1	14,4±1,3	5,6
10M	57	0,0	0,0	12,6±0,7	9,4±0,6	3,5
Vid.	517	1,6	1,4	19,3	17,9	16,1

Viršutinio lajos trečdaliao defoliacija buvo 1,4% mažesnė, nei visos lajos. Vidutinės lajos defoliacijos sumažėjimą 2007 metais labiausiai lėmė medžių būklės (vidutinės defoliacijos sumažėjimas) 1M barelyje (uosyne). Vidutinį žuvusių medžių skaičių (1,6%) lėmė uosynų džiūvimas 1M barelyje, kur žuvusių medžių skaičius buvo 10,0%. Palyginti su 2006 metais, medžių mirtingumas visuose IMB sumažėjo iki 1,6 % (2006 m. jis buvo 2,1%). Vizualiai identifikuojami pažeidimai užfiksuoti 16,1% (2006 m. jų buvo 21,7%, 2005 m. – 15,5%) visų stebėtų medžių. Daugiausia pažeistų medžių rasta 2M (53,8%), 5M (34,5%), 1M (20,0%) bareliuose. Vyravo kamienų bei lapijos pažeidimai (lapijos nugraužimai bei grybinės ligos). 2007 m. vidutinė dechromacija buvo palyginti aukšta – 1,4%, tačiau ji ženkliai sumažėjo lyginant su 2006 metais, kuomet ji siekė 3,9%.

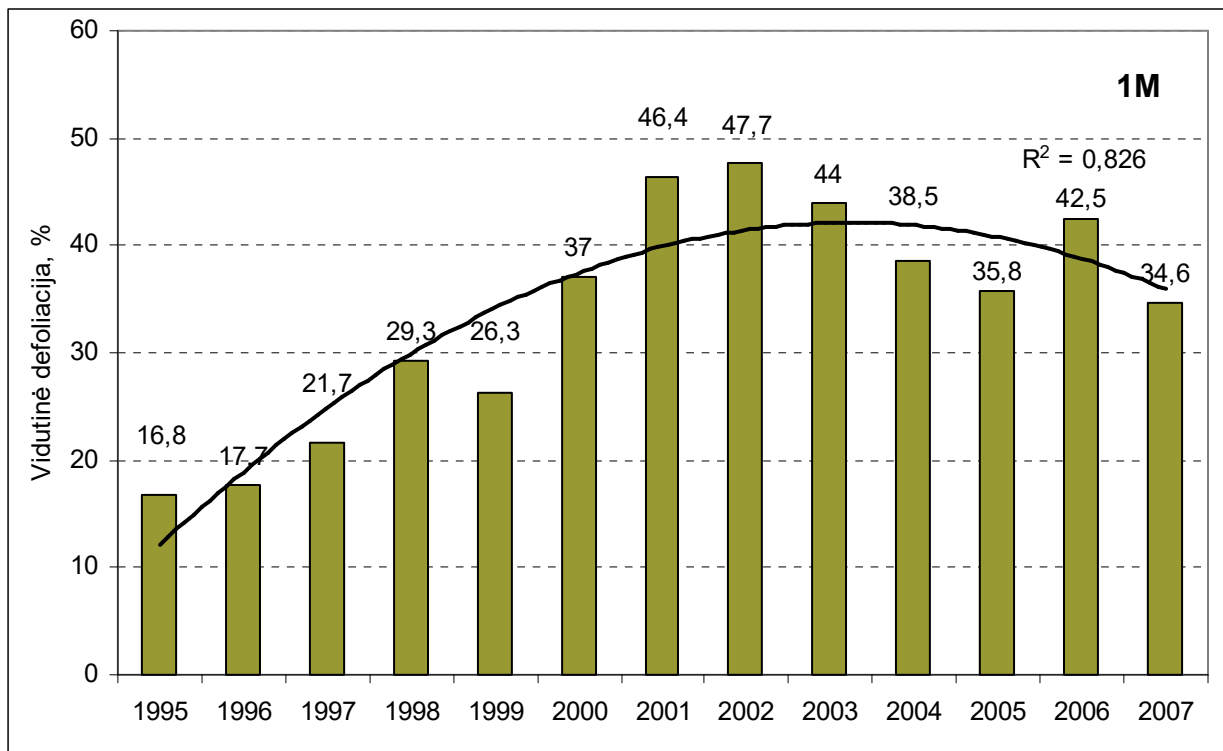
Papildomi medžių būklės rodikliai, įvertinti 2007 metais, atsispindi 3.2 lentelėje. Matome, kad lapijos ažūriškumas intensyvaus monitoringo bareliuose kinta nuo 16,7% (10M barelis) iki 29,1% (1M barelyje). Daugiausia antrinių ūglių nustatyta uosyne (1M barelis) – vidutinis balas 1,9. Vidutinis derėjimo balas svyravo nuo 1,6 (8M ir 6M) iki 1,1 (1M ir 7M) (3.2 lent.).

3.2 lentelė. Papildomi medžių būklės rodikliai II lygio bareliuose 2007 metais

Barelis	Lapijos ažūriškumas, %	Lajos apsupimas, balai	Lajos matomumas, balai	Antriniai ūgliai, balai	Derėjimas, balai
1M	29,1±2,8	2,1±0,1	1,6±0,1	1,9±0,1	1,1±0,1
2M	21,6±1,0	2,5±0,1	2,1±0,0	1,2±0,1	1,3±0,1
3M	23,6±1,7	2,7±0,1	2,0±0,0	1,0±0,0	1,4±0,1
4M	22,0±0,9	2,4±0,1	2,0±0,0	1,0±0,0	1,2±0,1
5M	21,8±1,5	2,7±0,1	2,0±0,1	1,3±0,1	1,2±0,1
6M	19,8±0,8	2,5±0,1	1,9±0,1	1,0±0,0	1,6±0,1
7M	23,5±1,6	2,3±0,1	2,1±0,1	1,0±0,0	1,1±0,0
8M	21,7±1,1	2,2±0,1	1,5±0,1	1,0±0,0	1,6±0,1
10M	16,7±0,7	2,8±0,1	1,8±0,1	1,0±0,0	1,3±0,1
Vidut.	21,9	2,45	1,88	1,13	1,30

Medžių būklė ir jos kaita 1M barelyje. 2007 metais medžių būklė 1M barelyje (savaiminės kilmės 47 metų uosyne) nustatyta pagal 50 apskaitos medžių duomenis. Iš 3.1 paveikslėlyje pateiktų vidutinės defoliacijos 1995-2007 metais rezultatų matome, kad šiame tyrimo barelyje medžių būklė išlieka labai bloga. Medžių būklei nuo 1997 metų pradėjus sparčiai blogėti, 2002 metais vidutinė defoliacija pasiekė 47,7%. Per paskutinius 3 metus vidutinė medžių defoliacija svyravo 34,6-42,5% ribose. Visgi šiame barelyje jau 5 metus stebima būklės gerėjimo tendencija. Šį pagerėjimą galime įvertinti tik kaip santykinį, nes didžiulis uosių mirtingumas (10% 2007 metais, 18% - 2006 metais) iš apskaitos išima daug apsilupusių blogos būklės medžių.

Viršutinio lajos trečdaliaus defoliacija 1M barelyje 2007 metais buvo lygi (34,6%) visos lajos defoliacijai (3.1 lent.). Vizualiai identifikuojami medžių pažeidimai 2006 m. užfiksuoti 20,0% apskaitos medžių. Daugumą jų sudarė lapgraužių pažeidimai, tačiau šių pažeidimų intensyvumas nebuvo didelis. Dėl praretėjusio 1 medyno ardo šiame barelyje yra didelis lajų matomumas (1,6 balo), mažas vidutinis apsupimo balas (2,1), didelis kiekis antrinių ūglių (1,90 balo) (3.2 lent.). Uosiai barelyje beveik nedera. Vidutinį derėjimo balą, siekiantį tik 1,1, pakėlė juodalksnių ir eglėlių derėjimo rodikliai.

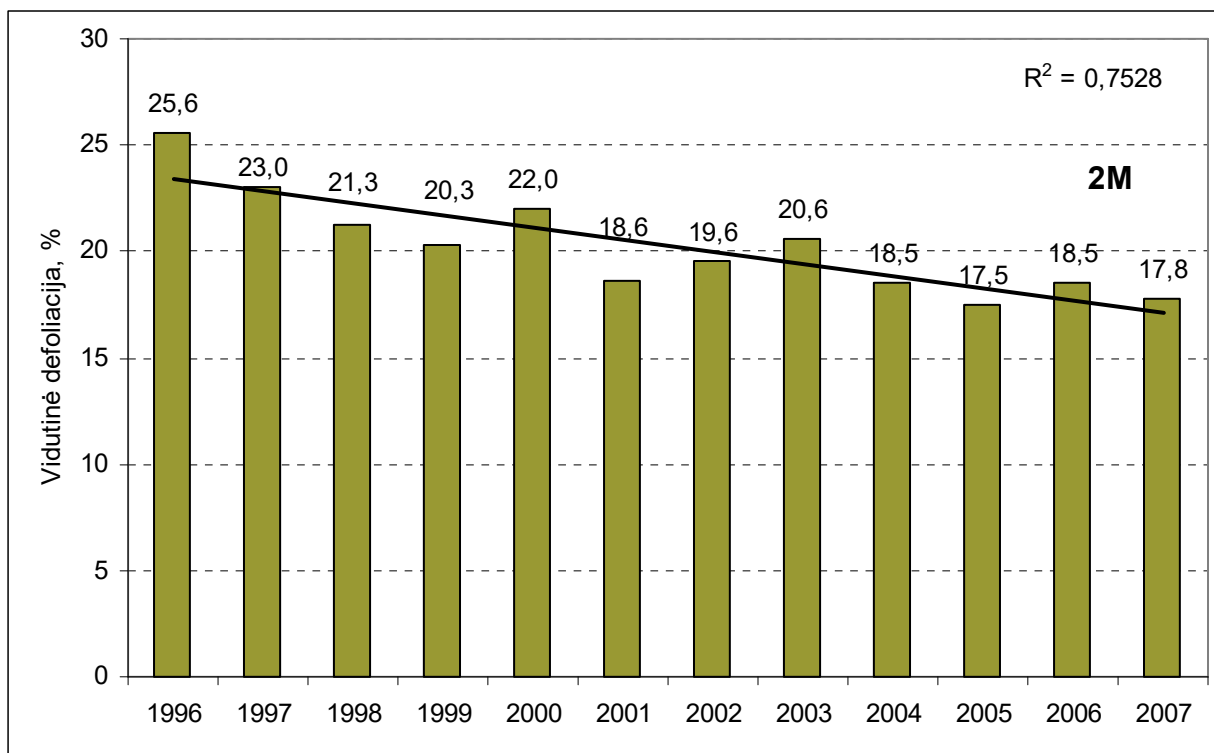


3.1 pav. Vidutinės lajų defoliacijos kaita 1M barelyje

Vidutinės lajų defoliacijos rodikliai, aukštas medžių mirtingumas bei kiti papildomi būklės rodikliai (3.2 lent.) rodo, kad 1M barelyje medžių būklė išlieka bloga. Ateityje, matyt, uosių dalis medyne ženkliai sumažės bei padidės eglėlių ir lapuočių (klevų, drebulių, juodalksnių ir kt.) dalis. Barelyje stebimas intensyvus eglės pomiškio augimas ir antrojo ardo formavimasis. Pomiškyje gausu klevo. Klevų dalis antrame arde 2000-2005 metais padidėjo 2 kartus (nuo 6,4 iki 12,6%).

Medžių būklės kaita 2M barelyje. Pagal 52 apskaitos medžius įvertinta vidutinė lajų defoliacija 2007 metais buvo 17,8% (3.2 pav.). Palyginus su praėjusiais metais, ji sumažėjo 0,8%. Per visą stebėjimų laikotarpį šiam tyrimo bareliui būdinga medžių būklės gerėjimo tendencija. 1996-1999 metais medžių būklė gerėjo po žievėgraužio tipografo invazijos, o nuo 1998 metų vidutinės defoliacijos kaitą 2M barelyje reikia vertinti kaip būklės svyravimus (defoliacija kito 17,5 - 22,0% ribose.). Šie svyravimai dažniausiai buvo nulemti klimatinėms sąlygoms bei atsitiktinių veiksnių, susijusių su biotiniais ir abiotiniais pažeidimais. Barelyje net 53,8% visų apskaitos medžių 2007 metais buvo užfiksuoti pažeidimai (2006 m. jų buvo 80,4%). Didžiąsą dalį sudarė lapijos pažeidimai (lapų grybinės ligos). Dėl šių pažeidimų stipriai padidėjo ir jau keletą metų svyruoja 5-9% ribose vidutinė dechromacija.

Jau kelintus metus Lietuvoje stebima ažuolynų blogėjimo tendencija, susijusi su lapus graužiančių kenkėjų ir ligų invazija, 2M barelyje nepasireiškė. Ažuolų derėjimas tyrimo barelyje 2007 m. buvo menkas. Vidutinis derėjimo balas siekė 1,3 (3.2 lent.).

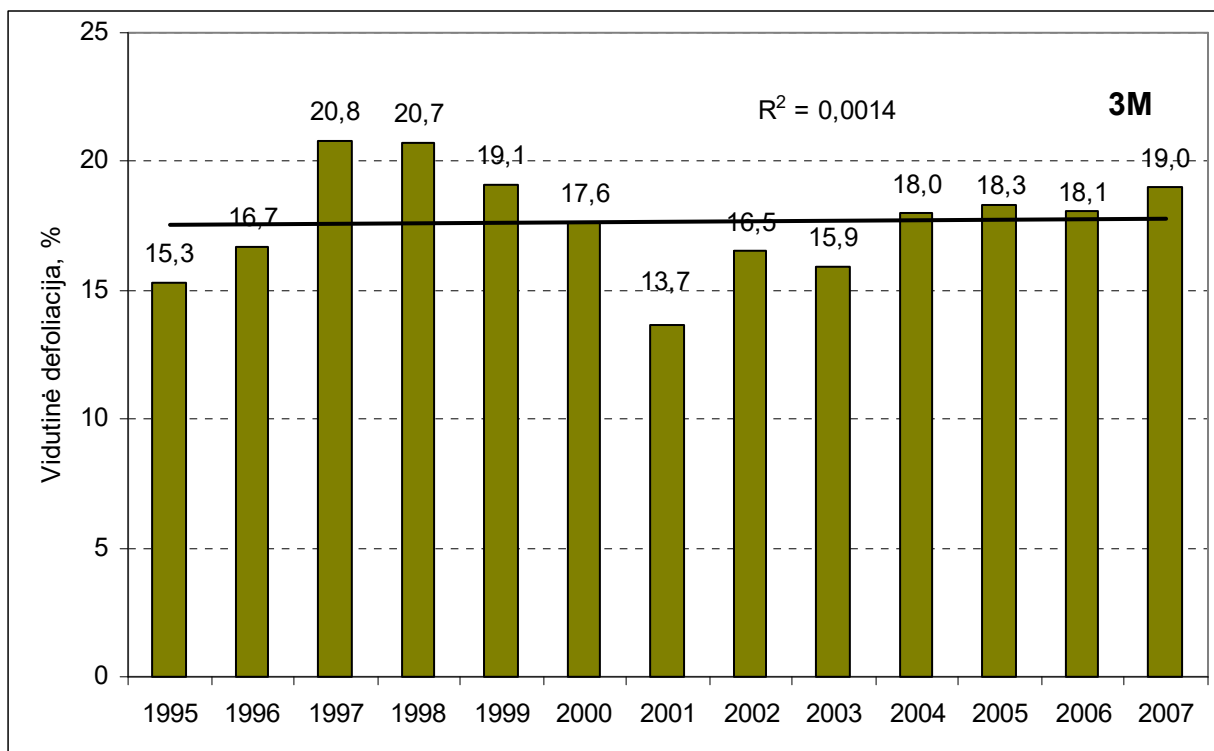


3.2 pav. Vidutinės lajų defoliacijos kaita 2M barelyje

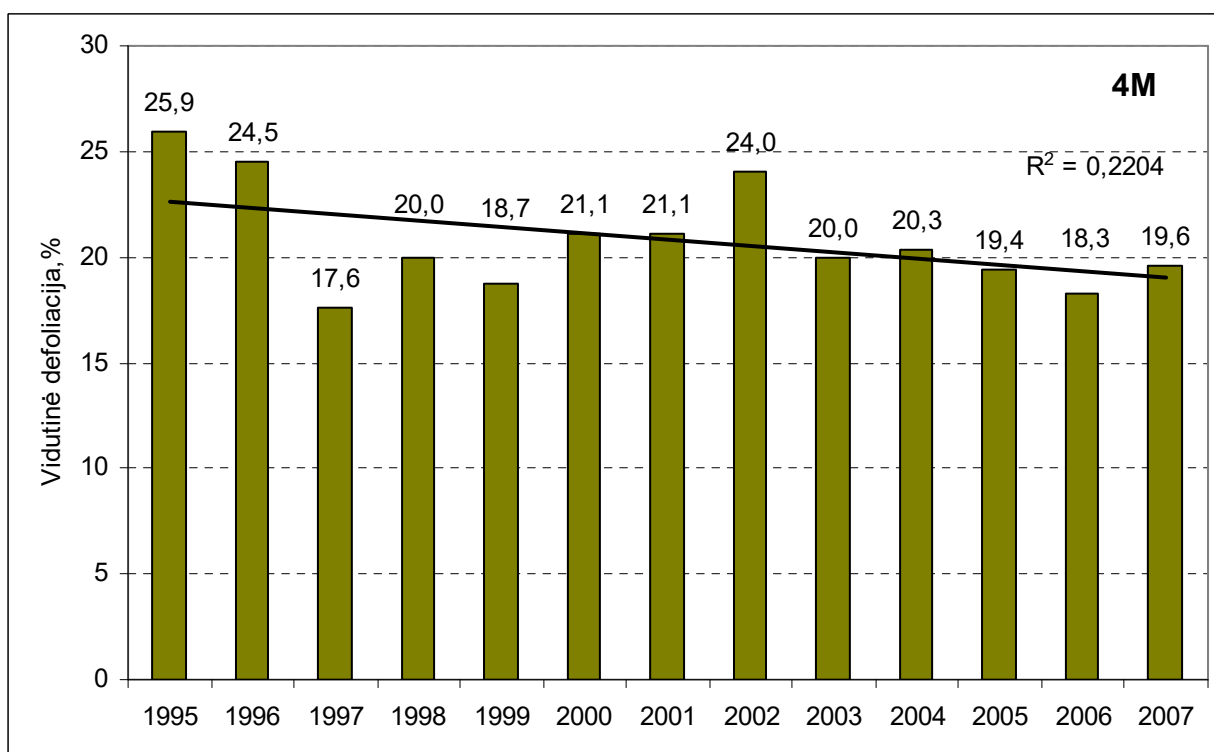
Medžių būklės kaita 3M barelyje. 3M barelio medžių būklė įvertinta pagal 59 apskaitos medžius. 2007 metais vidutinė pušų defoliacija šiame barelyje buvo $19,0 \pm 1,6\%$. Per visą stebėjimų laikotarpį (nuo 1995 metų) didžiausia lajų defoliacija buvo 1997-1998 metais (3.3 pav.), o 2001 metais vidutinė pušų defoliacija barelyje siekė tik 13,7%. Per paskutinius 4 metus pušų būklė barelyje buvo palyginti stabili. Vidutinė lajų defoliacija buvo apie 18%. 2007 metais (kaip ir ankstesniais) šiame intensyvaus monitoringo barelyje nebuvo nustatyta spyglių dechromacijos požymių, o vizualiai nustatyti pažeidimai užfiksuoti tiksliai 0,5% visų apskaitos medžių.

Pušų derėjimas, įvertintas balais, 2007 metais buvo vidutiniškas (vidutinis derėjimo balas 1,40) (3.2 lent.), t.y. lyginant su 2006 metais, jis nepakito. Nuo 2005 metų 3M barelyje pastoviai pradėti vykdyti polajinių kritulių ir teršalų iškritų, medžių nuokritų bei dirvožemio tirpalo tyrimai. Nors lajų apsupimas palyginti aukštas (2,7 balo), tačiau lajų matomumas yra pakankamas (2,0 balo).

Medžių būklės kaita 4M barelyje. Biržų girioje Latvelių girininkijoje įsteigame intensyvaus monitoringo barelyje 4M (kiškiakopūstiniame beržyne su antruoju eglės ardu) medžių būklė įvertinta pagal 62 I-III Krafto klasės medžius. Vidutinė visų medžių lajų defoliacija šiais metais buvo 19,6%. Medyno būklė lyginant su ankstesniais metais čia mažai pakito. Vidutinė viršutinio lajos trečdalyje defoliacija buvo 18,2%. Barelyje vyravo menkos ir vidutinės defoliacijos medžiai.



3.3 pav. Vidutinės lajų defoliacijos kaita 3M barelyje



3.4 pav. Vidutinės lajų defoliacijos kaita 4M barelyje

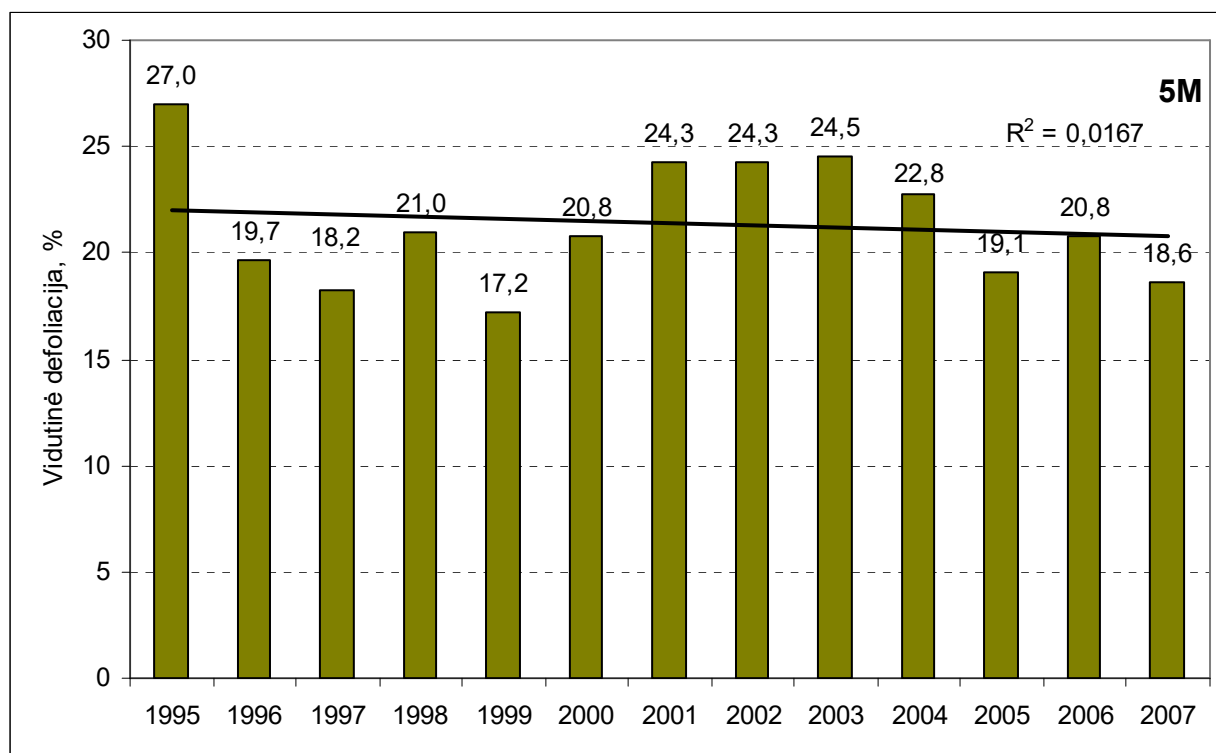
Vidutinės lajų defoliacijos kaitos duomenys (3.4 pav.) rodo, kad didžiausia lajų defoliacija buvo 1995-1996 bei 2002 metais. Barelyje stebima nežymi medžių būklės gerėjimo tendencija

($R^2=0,22$). Vidutinė lapijos dechromacija buvo (0,8%). Medžių su vizualiai nustatomais pažeidimais buvo 17,7% (eglių kamienų puviniai ir žaizdos bei beržų lapų grybinės ligos).

Vidutinis beržų derėjimas šiais metais buvo menkas - 1,2.

Medžių būklės kaita 5M barelyje. 5M barelyje (nusausintame dilgėliniame juodalksnyne, Valkininkų m.u., Pirčiupių g-ja) pagal 59 apskaitos medžių duomenis įvertinta vidutinė lajų defoliacija buvo 18,8%. Lyginant su praėjusiais metais lajų defoliacija sumažėjo 2,0% (3.5 pav.). Žuvę medžiai sudarė 1,7%. Vidutinės defoliacijos kaitos (3.5 pav.) tendencijos neišryškėja, nors paskutinius 3 metus stebimas defoliacijos sumažėjimas. Atskirais laikotarpiais lajų defoliacija svyravo nuo 17,2% (1999 m.) iki 27,0% (1995 m.).

Medžių pažeidimai 2007 metais užfiksuoti 34,5% apskaitos medžių, t.y. apie 10% mažiau nei 2006 m. Dauguma jų susiję su lapų grybinėmis ligomis (3.1 lent.). Dėl šios priežasties iki 3,2% padidėjo lapijos dechromacija. Vidutinė lapijos dechromacija 5M barelyje praėjusiais metais buvo $3,5 \pm 0,7\%$. Vidutinis derėjimo balas buvo 1,2 (3.2 lent.), t.y. 0,2 mažesnis negu 2006 metais.

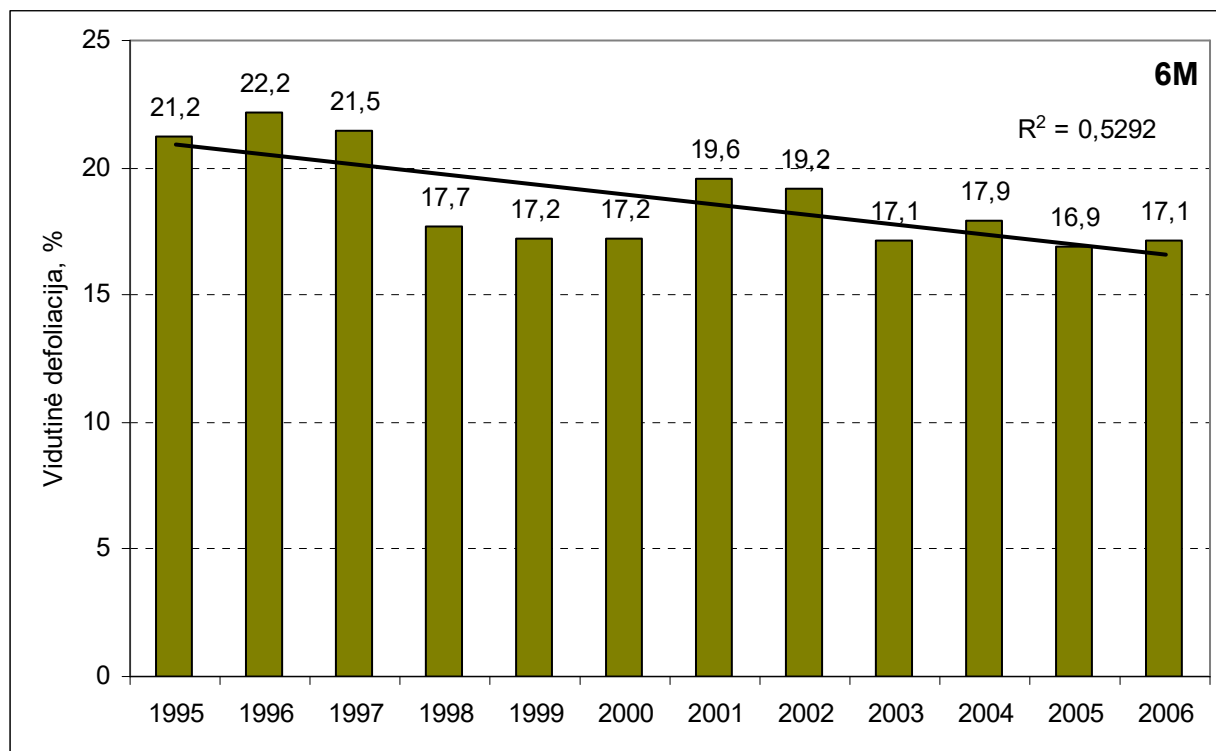


3.5 pav. Vidutinės lajų defoliacijos kaita 5M barelyje

Medžių būklės kaita 6M barelyje. 6M – tai vienas iš intensyvaus monitoringo barelių, kuriame nuo 1999 metų vykdoma išplėsta stebėjimų programa. Šiame mėlyniniame kiškiakopūstiniame pušyne be pagrindinių tyrimų (medžių būklės, prieaugio, augalijos dangos apskaitų, lapijos ir dirvožemio cheminių analizių) jau devinti metai vykdomas polajinių kritulių ir dirvožemio vandens surinkimas ir analizė, o nuo 2001 metų pradėti nuokritų bei oro taršos pasyviais kaupikliais tyrimai. Medžių būklė šiame barelyje 2007 metais įvertinta pagal 61 apskaitos

medžio duomenis. Vidutinė lajų defoliacija buvo $16,2 \pm 0,8\%$, t.y. beveik 1% sumažėjo lyginant su 2006 metais. Viršutinio lajos trečdalis defoliacija buvo tik $13,6 \pm 0,7\%$. Vertinant vidutinės defoliacijos kaitą (3.6 pav.), matome gana ryškią vidutinės defoliacijos mažėjimo tendenciją ($R^2=0,53$). Aukščiausia lajų defoliacija barelyje buvo 1996 metais – 22,2%. Lapijos dechromacijos požymiai 2007 m., kaip ir ankstesniais metais, neužfiksuoti.

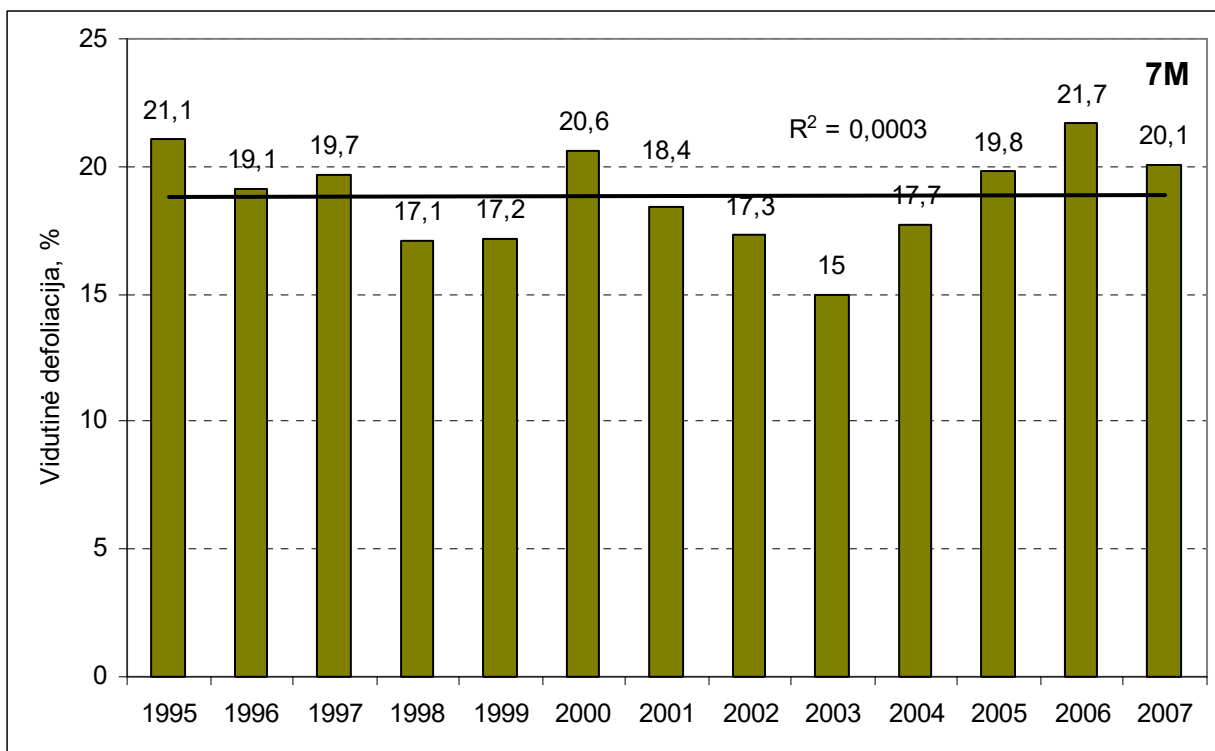
Šiais metais tik 1,7 % visų apskaitos medžių nustatyti vizualiai identifikuojami pažeidimai (3.1 lent.). Ankstesniais metais medžių su pažeidimais 6M barelyje būdavo taip pat nedaug. Vidutinis derėjimo balas buvo 1,6 (3.2 lent.).



3.6 pav. Vidutinės lajų defoliacijos kaita 6M barelyje

Medžių būklės kaita 7M barelyje. Mėlyniniame beržyne su antruoju eglės ardu medžių būklė 2007 metais įvertinta pagal 64 apskaitos medžius. Vidutinė lajų defoliacija buvo 20,1%, t.y. 0,6 % mažesnė nei 2006 metais. Šiame barelyje vidutinė lajų defoliacija ženkliai didėjo jau nuo 2003 metų (3.7 pav.) ir tik paskutiniaisiais metais ji sumažėjo.

Vizualiai identifikuojami pažeidimai 2006 metais šiame intensyvaus monitoringo barelyje užfiksuoti tik 14,1% apskaitos medžių (lapgraužių pažeidimai ir lapų ligos), t.y. 2 kartus mažiau nei praėjusiais metais. Lapijos dechromacijos požymiai šiais metais nenustatyti. 2006 metais užfiksuotas palyginti mažas vidutinis beržų derėjimo balas – 1,1 (3.2 lent.).

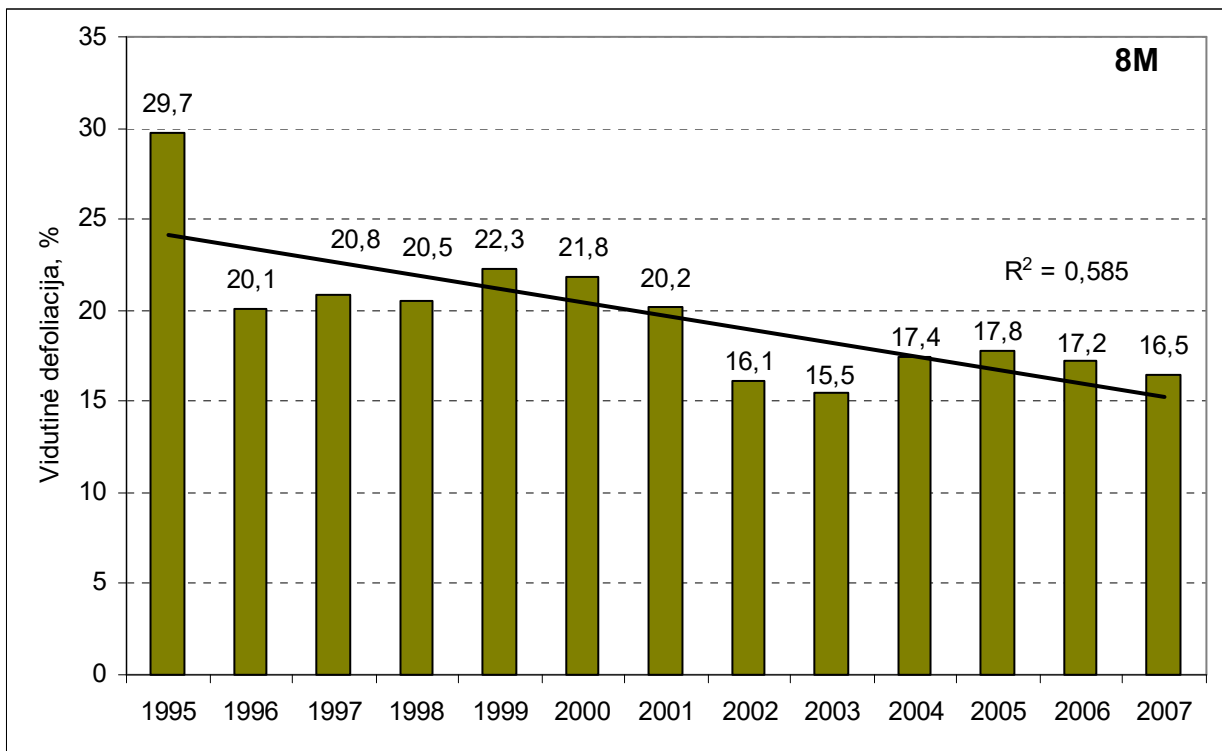


3.7 pav. Vidutinės lajų defoliacijos kaita 7M barelyje

Medžių būklės kaita 8M barelyje. Pietų Lietuvai būdingame brukniniame pušyne vidutinė lajų defoliacija, įvertinta pagal 54 apskaitos medžius, buvo $16,5 \pm 1,1\%$, t.y. 0,7 % mažesnė nei pernai. Medžių būklės kaitoje (3.8 pav.) matome ryškią vidutinės defoliacijos mažėjimo tendenciją ($R^2=0,59$), nors paskutinius 6 metus vidutinė defoliacija kito nežymiai.

2007 metais 8M barelyje 5,6% medžių nustatyti vizualiai matomi pažeidimai, spyglių dechromacijos požymių nenustatyta. Vidutinis pušų derėjimas buvo 1,6 balo (3.2 lent.), nežymiai mažesnis nei 2006 metais.

Medžių būklė 10M barelyje. Tai 2006 metais išskirtas intensyvaus monitoringo barelis Kretingos m.u. Mikoliškių girininkijoje (53 kv., 13 skl.). Barelio vieta parinkta eglynų zonoje – Žemaičių aukštumoje. Lc augavietėje išskirtas 10M barelis 1981 metais buvusioje žemės ūkio paskirties žemėje įveistuose bandomuose eglės želdiniuose. Barelis apima bandomo variantą, kur medynas 2003 metais buvo išretintas iki 600 vnt./ha tankumo. Iš viso 0,243 ha barelio plote yra 137 apskaitos medis. Medžių amžius – 32 metai.



3.8 pav. Vidutinės lajų defliacijos kaita 8M barelyje

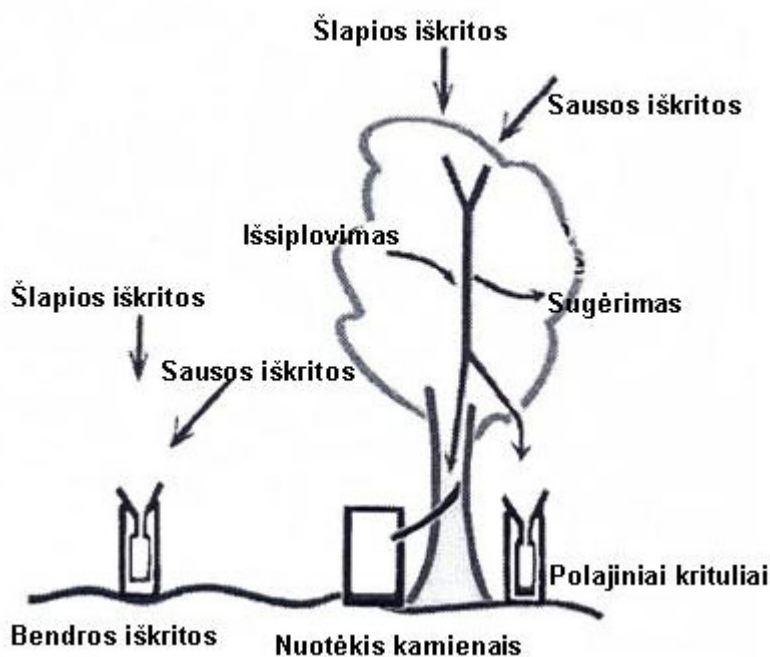
Pagal medžių (57 apskaitos medžiai) būklės apskaitos rezultatus vidutinė eglių defoliacija buvo $12,6 \pm 0,7\%$, viršutinio lajos trečdalis – $9,4 \pm 0,6\%$ (3.1 lent.). Lyginant su 2006 metais ryškesni medžių būklės pokyčiai šiame barelyje nenustatyti. Lapijos dechromacijos požymiai neužfiksuoti. Medžių su vizualiai nustatomais pažeidimais – 3,5%. Gerą medyno būklę parodo ir mažas lajos ažūriškumas (16,7%). 2007 metais vidutinis eglių derėjimo balas buvo 1,3. Eglių derėjimas, lyginant su 2006 metais ženkliai sumažėjo (nuo 2,0 balo).

Nuo 2008 metų 10M barelyje numatoma pradėti intensyvius polajinių kritulių ir teršalų iškritų, nuokritų bei dirvožemio tirpalo tyrimus. 2007 metų rudenį čia instaliuota reikalinga įranga.

Apibendrinant medžių būklės įvertinimo II lygio monitoringo rezultatus, reikia pažymėti, kad ryškių lajų būklės pokyčių nenustatyta. Vidutinės defoliacijos ir/ar kitų būklės rodiklių pokyčius, lyginant su ankstesniais metais, dažniausiai nulėmė klimatinės sąlygos bei biotinių ir abiotinių pažeidimų kaita.

4. TERŠALŲ IŠKRITOS (DEPOZICIJOS)

Kritulių cheminė analizė įgalina ne tik nustatyti teršalų iškritų kiekius (depozicijas), bet ir įvertinti atmosferos taršą. Krituliams praeinant per medžių lajas, dėl kritulių sulaikymo, cheminių medžiagų sugėrimo lajose ir išsiplovimo iš lapijos pakinta jų kiekis ir cheminė sudėtis, o tuo pačiu ir teršalų srautai į miško paklotę (4.1 pav.). Vertinant miško ekosistemų vaidmenį sulaikant oro taršą, naudojami atviro tipo rinktuvai. Jų duomenys leidžia įvertinti bendrą iškretančių teršalų kiekį miške (angl. *throughfall*) ir atviroje vietoje (angl. *bulk*). Atviro tipo rinktuvais nustatomas sausų (ant lajų, rinktuvų paviršiaus sausais orais dėl gravitacijos nusėdusių taršos elementų) ir šlapių (ištirpusių krituliuose) iškritų koncentracija bei kiekis. Po medžių lajomis kritulių paprastai būna apie 20-30% mažiau nei atviroje vietoje. Dalis sulaikytų kritulių įsisavinama per lapus, kita – išgaruoja (Šopauskienė ir kt., 2001). Skirtumas tarp teršalų iškritų atviroje vietoje ir miške parodo miško ekosistemų vaidmenį "valant" atmosferą.



4.1 pav. Iškritų srautai miške ir atviroje vietoje.

Europoje iškritų matavimai atliekami 28 valstybėse, 545 bareliuose (Lorenz et al., 2007), tačiau duomenys 2004 metais buvo pateikti tik iš 434 barelių. Lietuvoje periodiškai (1 kartą per mėnesį) surenkami atmosferos krituliai (atviroje vietoje) bei polajiniai krituliai ir atliekama jų kiekio bei cheminės sudėties analizė. Po lajomis kiekviename barelyje įrengta po 16 rinktuvų. Bendroms (suminėms) iškritoms nustatyti iki 1 km nuo tyrimo barelio esančioje kirtavietėje įrengti

2 tokios pat konstrukcijos rinktuvai. 3M barelyje teršalų iškritų tyrimai pradėti 1999 metais. 2005 m. pradžioje analogiškos konstrukcijos rinktuvai buvo instaliuoti ir 3M barelyje: 16 rinktuvų po lajomis ir 2 rinktuvai atviroje vietoje (kirtavietėje) (4.2 pav.). Nuo 2008 metų teršalų iškritų tyrimai pradėti ir 10M barelyje.

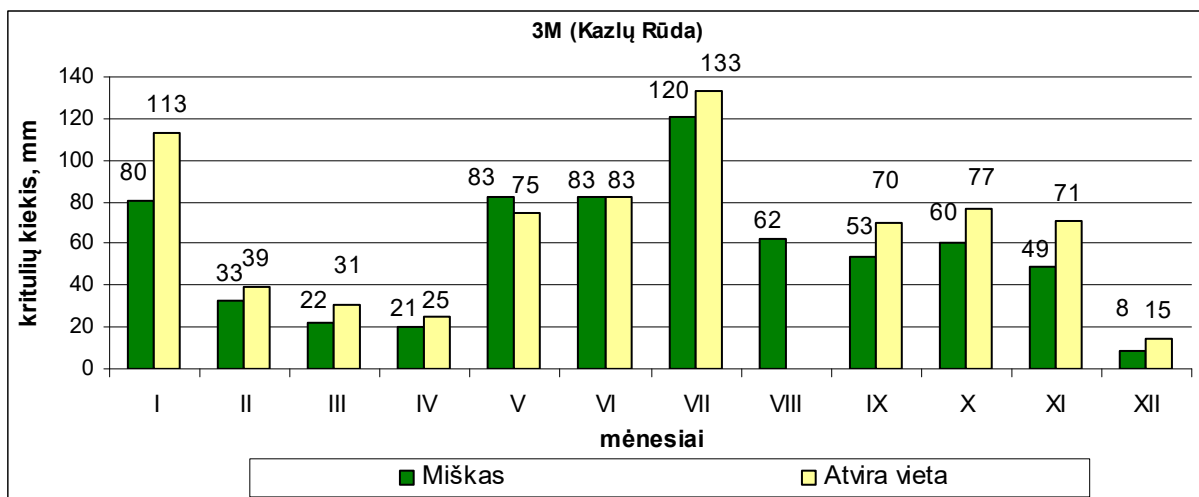


4.2 pav. Kritulių surinkimas atviroje vietoje 3M barelyje

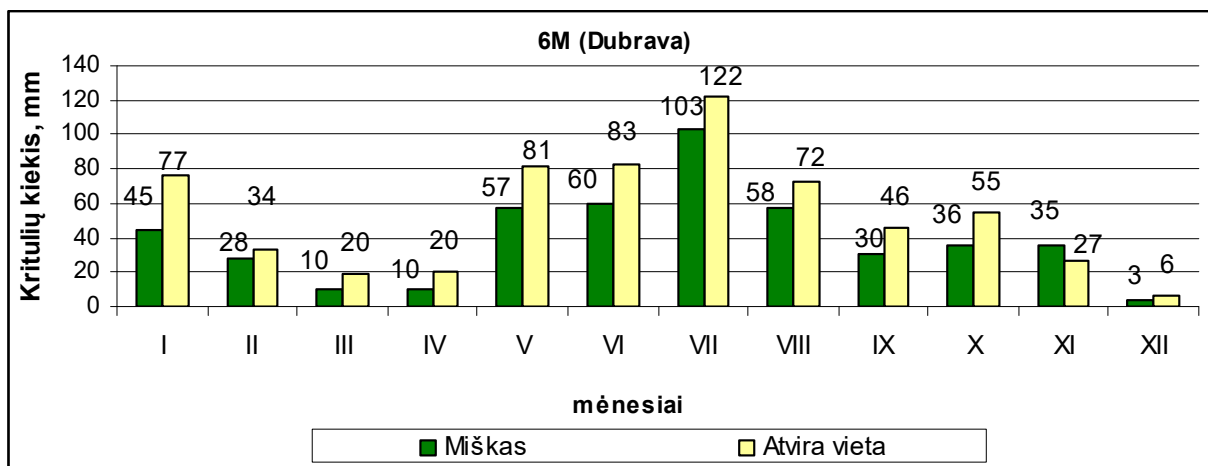
Kritulių surinkimas ir analizė, vadovaujantis ES patvirtinta metodika (UN/ECE, 1998) bei jos pagrindu Lietuvos miškų institute parengtomis rekomendacijomis (LMI, 1999), vykdomas nuo 1999 metų vidurio. Atviros vietos ir polajiniuose krituliuose nustatomi šie privalomi rodikliai: kalio, natrio, chloro, kalcio, amonio, nitratinio azoto, sieros koncentracijos, kritulių laidumas, pH. Cheminės analizės atliekamos Fizikos instituto Atmosferos užterštumo tyrimo sektoriaus laboratorijoje (dr. D. Jasinevičienė), keletą kartų dalyvavusioje EMEP ir ICP-Forests organizuotose interkalibracijose.

3M barelyje 2007 m. po lajomis kritulių pateko 92,3% atviroje vietoje iškritusio kritulių kiekio, o 6M barelyje – tik 74,3%. Atviros vietos ir polajinių kritulių kiekio abiejuose bareliuose kitimas pateiktas 4.3 ir 4.4 paveiksluose. Matyti, kad 3M barelyje, lyginant su 6M, daugiau kritulių po lajomis pateko ir ankstesniais metais: 2006 m. 3M barelyje po lajomis kritulių pateko 76,6% atviroje vietoje iškritusio kritulių kiekio, o 6M barelyje – 68,4%, 2005 m. atitinkamai buvo 84,2% ir 63,4%.

Iš viso 2007 metais 600 m atstumu nuo 3M barelio esančioje kirtavietėje iškrito 731 mm, o po 3M barelio lajomis - 675 mm kritulių, 6M barelyje atitinkamai 641 ir 476 mm. Kritulių cheminių analizių rezultatai pateikti 4.1 ir 4.2 lentelėse.



4.3 pav. Kritulių kiekio kitimas atviroje vietoje (kirtavietėje) ir 3M barelyje (po lajomis) 2007 m.



4.4 pav. Kritulių kiekio kitimas atviroje vietoje (kirtavietėje) ir 6M barelyje (po lajomis) 2007 m.

Iš 4.1-4.2 lentelių duomenų matome, kad pagrindinių cheminių elementų kiekiai atskirais periodais žymiai varijuoja. Tai susiję su oro masių kaita, kritulių kiekiu, jų dažnumu, intensyvumu, laikotarpių be kritulių trukme, oro taršos kitimu ir kitais veiksniais.

Suminių teršalų iškritų duomenys 3M ir 6M barelyje 2007 m. laikotarpiu pateikti 4.3 lentelėje.

4.1 lentelė. Polajinių (M) ir atmosferos (A) kritulių cheminės analizės rezultatai 3M barelyje 2007 m.

Ėminių surinkimo data	Tyrimų vieta	Cheminės analizės rodiklis												
		H ⁺ , µekv./l	Laidumas, µS/cm	SO ₄ ²⁻ , mg/l	SO ₄ ^{2--S} , mg/l	NO ₃ ⁻ , mg/l	NO ₃ ⁻ -N, mg/l	Cl ⁻ , mg/l	NH ₄ ⁺ , mg/l	NH ₄ ⁺ -N, mg/l	Na ⁺ , mg/l	K ⁺ , mg/l	Ca ²⁺ , mg/l	pH
2007.02.01	M	9,33	30,5	1,53	0,51	2,49	0,56	0,78	0,53	0,41	1,95	0,65	0,50	5,03
	A	3,55	8,5	0,36	0,12	1,18	0,27	1,74	0,38	0,30	0,44	0,11	0,18	5,45
2007.03.08	M	4,27	31,0	3,35	1,12	5,70	1,29	1,64	1,11	0,86	0,84	0,71	1,50	5,37
	A	1,78	19,0	1,55	0,52	3,51	0,79	0,58	0,90	0,70	0,50	0,22	0,90	5,75
2007.04.02	M	1,78	43,0	3,59	1,20	4,93	1,11	3,02	1,57	1,22	1,52	1,07	1,02	5,75
	A	0,65	22,0	1,81	0,61	2,61	0,59	1,79	1,03	0,80	1	0,7	0,67	6,19
2007.05.03	M	1,35	42,0	2,52	0,84	9,07	2,05	1,95	1,57	1,22	0,91	1,11	1,43	5,87
	A	0,19	28,0	2,61	0,87	2,21	0,50	0,98	1,12	0,87	0,62	0,3	1,32	6,72
2007.06.04	M	1,82	29,5	2,12	0,71	1,80	0,41	1,01	1,39	1,08	0,43	1,02	0,02	5,74
	A	0,39	19,5	1,58	0,53	2,45	0,55	1,14	1,02	0,79	0,31	0,2	0,61	6,41
2007.07.04	M	9,33	22,5	1,49	0,50	3,93	0,89	0,79	0,31	0,24	0,98	1,18	0,68	5,03
	A	13,49	18,5	1,40	0,47	2,83	0,64	0,54	0,54	0,42	0,88	0,4	0,5	4,87
2007.08.02	M	3,09	16,2	1,54	0,51	2,03	0,46	1,70	0,08	0,07	1,9	0,92	0,36	5,51
	A	3,02	14,0	1,63	0,54	1,88	0,42	1,61	0,23	0,18	1,55	0,4	0,25	5,52
2007.08.31	M	4,27	30,0	2,58	0,86	4,67	1,06	0,98	0,38	0,29	0,48	1,68	0,95	5,37
	A													
2007.10.02	M	6,76	26,8	1,67	0,56	4,52	1,02	1,66	0,15	0,12	1,67	1,52	0,5	5,17
	A	39,81	29,5	1,30	0,43	5,40	1,22	0,47	0,23	0,18	1,24	0,15	0,93	4,4
2007.11.05	M	3,16	25,0	1,83	0,61	1,32	0,30	1,48	0,37	0,29	1,20	2,24	0,08	5,5
	A	3,72	15,0	1,46	0,49	2,95	0,67	0,88	0,63	0,49	0,94	0,2	0,7	5,43
2007.12.04	M	2,69	31,0	2,58	0,86	2,35	0,53	1,26	0,35	0,27	0,84	1,56	1,12	5,57
	A	1,95	15,5	1,25	0,42	2,17	0,49	0,83	0,60	0,46	0,61	0,24	0,48	5,71
2008.01.03	M	1,17	66,0	6,87	2,29	8,99	2,03	2,89	3,44	2,67	1,84	2	2,13	5,93
	A	1,26	32,5	3,43	1,15	5,50	1,24	1,76	1,88	1,46	1,88	0,32	0,9	5,9
M (vidutiniškai)		4,09	32,8	2,64	0,88	4,32	0,98	1,60	0,94	0,73	1,21	1,31	0,86	
A (vidutiniškai)		6,35	20,2	1,67	0,56	2,97	0,67	1,12	0,78	0,60	0,91	0,29	0,68	

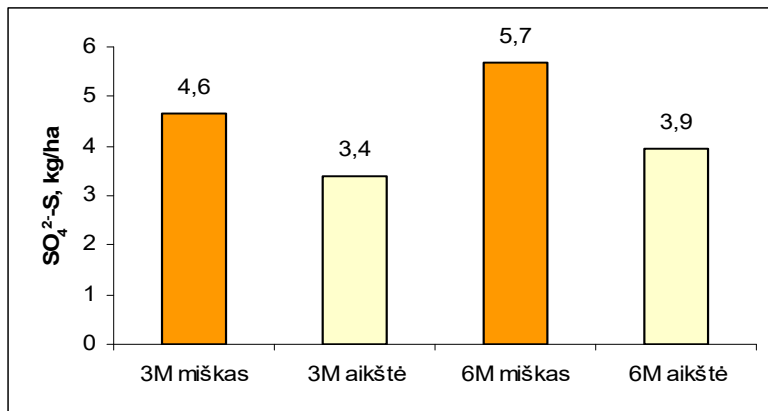
4.2 lentelė. Polajinių (M) ir atmosferos (A) kritulių cheminės analizės rezultatai 6M barelyje 2007 m.

Ėminių surinkimo data	Tyrimų vieta	Cheminės analizės rodiklis												
		H ⁺ , μekv./l	Laidumas, μS/cm	SO ₄ ²⁻ , mg/l	SO ₄ ²⁻ -S, mg/l	NO ₃ ⁻ , mg/l	NO ₃ ⁻ -N, mg/l	Cl ⁻ , mg/l	NH ₄ ⁺ , mg/l	NH ₄ ⁺ -N, mg/l	Na ⁺ , mg/l	K ⁺ , mg/l	Ca ²⁺ , mg/l	pH
2007.02.01	M	10,47	77,0	5,47	1,83	6,60	1,49	0,24	1,52	1,18	5,40	2,40	2,22	4,98
	A	5,75	25,5	1,27	0,42	2,03	0,46	0,36	0,54	0,42	2,26	0,20	0,22	5,24
2007.03.08	M	3,89	54,0	6,02	2,01	6,58	1,49	1,03	3,35	2,60	1,63	1,68	1,45	5,41
	A	2,82	17,5	1,29	0,43	2,15	0,48	0,50	0,53	0,41	0,40	0,19	0,80	5,55
2007.04.02	M	2,95	87,0	8,71	2,91	12,31	2,78	5,48	1,99	1,55	3,32	2,58	2,45	5,53
	A	0,55	25,5	2,33	0,78	3,03	0,68	1,47	1,22	0,95	0,71	0,29	0,5	6,26
2007.05.03	M	0,50	118,0	6,90	2,30	28,98	6,55	5,01	4,16	3,23	2,23	3,8	5,55	6,3
	A	0,09	54,0	4,58	1,53	3,24	0,73	1,51	1,37	1,07	0,95	0,45	3,2	7,05
2007.06.04	M	1,23	60,0	3,70	1,24	5,57	1,26	2,93	1,96	1,52	0,84	4,52	0,2	5,91
	A	0,26	26,0	1,85	0,62	1,92	0,43	0,58	1,45	1,13	0,39	0,4	0,1	6,59
2007.07.04	M	4,47	42,0	1,93	0,64	6,16	1,39	1,55	0,12	0,09	1,37	3,5	0,69	5,35
	A	1,95	16,0	1,50	0,50	1,42	0,32	0,78	0,14	0,11	0,8	0,27	0,65	5,71
2007.08.02	M	1,66	25,0	2,02	0,67	3,55	0,80	2,33	0,20	0,15	2,88	1,65	0,47	5,78
	A	1,86	12,8	1,61	0,54	1,85	0,42	1,36	0,34	0,27	1,95	0,32	0,3	5,73
2007.09.03	M	5,01	36,8	2,65	0,89	6,60	1,49	1,37	0,89	0,69	0,72	1,72	0,9	5,3
	A	7,94	23,5	1,98	0,66	5,42	1,22	0,49	1,07	0,83	0,63	0,27	0,78	5,1
2007.10.02	M	2,29	67,0	3,16	1,05	7,90	1,78	2,66	2,94	2,29	1,24	3	1,5	5,64
	A	23,99	33,0	2,22	0,74	2,67	0,60	0,73	0,88	0,68	0,64	0,4	0,45	4,62
2007.11.05	M	2,19	46,5	2,44	0,81	3,72	0,84	2,57	0,84	0,65	0,72	4,55	0,15	5,66
	A	1,38	16,8	1,38	0,46	2,05	0,46	0,69	0,98	0,76	0,8	0,31	0,1	5,86
2007.12.04	M	1,58	55,0	6,27	2,09	5,73	1,29	2,52	1,19	0,93	1,6	3,3	2,1	5,8
	A	1,20	24,5	1,45	0,48	2,42	0,55	1,83	1,12	0,87	0,96	0,27	0,68	5,92
2008.01.03	M	1,62	100,0	13,39	4,47	15,75	3,56	4,42	5,03	3,90	1,76	3,32	2,01	5,79
	A	1,10	36,0	4,48	1,50	5,46	1,23	1,82	2,72	2,11	1,96	0,44	0,59	5,96
M (vidutiniškai)		3,16	64,0	5,22	1,74	9,12	2,06	2,68	2,02	1,57	1,98	3,00	1,64	
A (vidutiniškai)		4,07	25,9	2,16	0,72	2,80	0,63	1,01	1,03	0,80	1,04	0,32	0,70	

4.3 lentelė. Suminės teršalų iškritos (depozicijos) 3M ir 6M barelyje 2007 metais

<i>Vieta</i>		Teršalų komponentas, kg/ha per metus			
		K	Ca	Na	Cl
3M	Aikštė	2,0	4,0	6,5	8,3
	Miškas	8,3	4,1	8,3	9,0
	Skirtumas tarp miško ir aikštės	6,3	0,1	1,8	0,7
	6M	Aikštė	1,9	3,2	7,1
6M	Miškas	13,4	5,1	9,4	10,0
	Skirtumas tarp miško ir aikštės	11,5	1,9	2,3	4,5

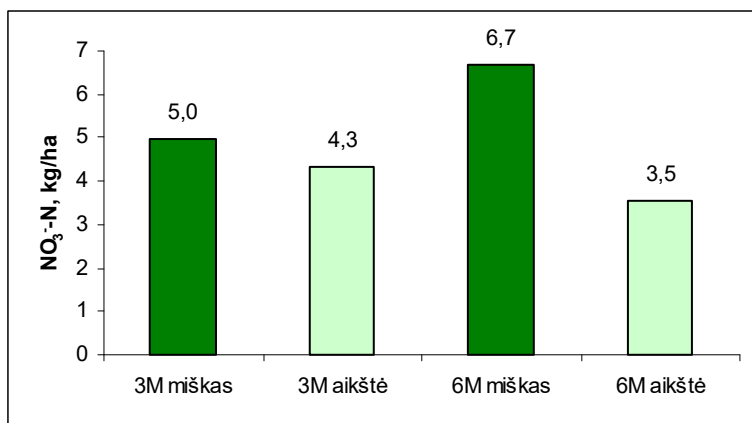
Duomenys rodo, kad ir 3M ir 6M barelyje visų teršalų komponentų iškritos miške 2007 m. buvo didesnės nei atviroje vietoje. Didžiausi sieros ($\text{SO}_4^{2-}\text{-S}$) srantai 2007 m. nustatyti polajiniuose 6M barelio krituliuose bei polajiniuose 3M barelio krituliuose (4.5 pav.).



4.5 pav. Suminės metinės $\text{SO}_4^{2-}\text{-S}$ iškritos (depozicijos) 2007 metais 3M (Kazlų Rūda) ir 6M (Dubrava) bareliuose

2007 m. ir Dubravos, ir Kazlų Rūdos bareliuose vidutiniškai per mėnesį sieros srantai atviroje vietoje sudarė 0,3 kg/ha. Sieros srantai polajiniuose krituliuose Dubravos barelyje buvo 0,5 kg/ha, o Kazlų Rūdoje – 0,4 kg/ha.

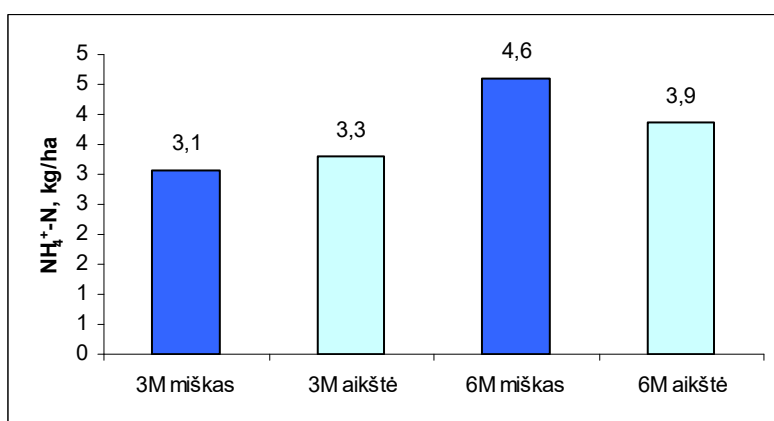
2007 m. didžiausi nitratinio azoto ($\text{NO}_3^-\text{-N}$) srantai nustatyti atviroje vietoje 6M barelyje po lajomis (4.6 pav.).



4.6 pav. Suminės metinės NO₃⁻-N iškritos (depozicijos) 2007 metais 3M (Kazlų Rūda) ir 6M (Dubrava) bareliuose

Vidutinis mėnesio nitratinio azoto srautas 3M barelyje ir atviroje vietoje, ir po lajomis siekė 0,4 kg/ha. 6M barelyje vidutinis mėnesio srautas po lajomis buvo didesnis nei atviroje vietoje – atitinkamai 0,6 ir 0,3 kg/ha.

2007 m. didžiausi amonio (NH₄⁺-N) srautai nustatyti 6M barelio krituliuose (4.7 pav.).

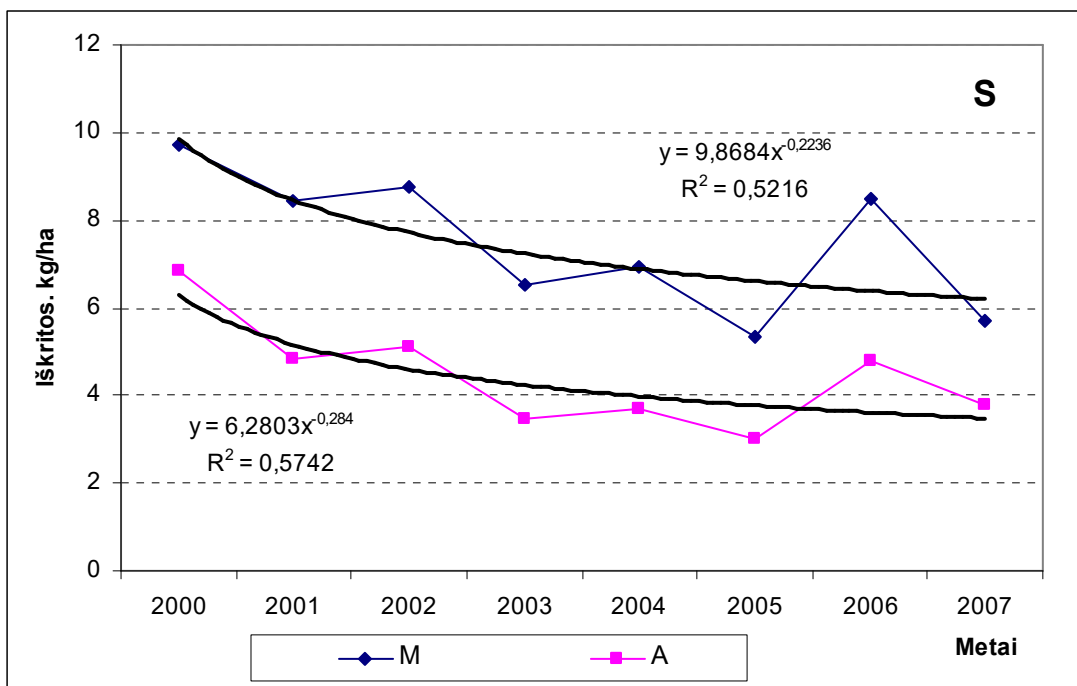


4.7 pav. Suminės metinės NH₄⁺-N iškritos (depozicijos) 2007 metais 3M (Kazlų Rūda) ir 6M (Dubrava) bareliuose

Vidutinis mėnesio nitratinio azoto srautas 3M barelyje po lajomis ir atviroje vietoje nesiskyrė ir siekė 0,3 kg/ha. 6M barelyje vidutinis mėnesio srautas po lajomis buvo 0,4 kg/ha, o atviroje vietoje - 0,3 kg/ha.

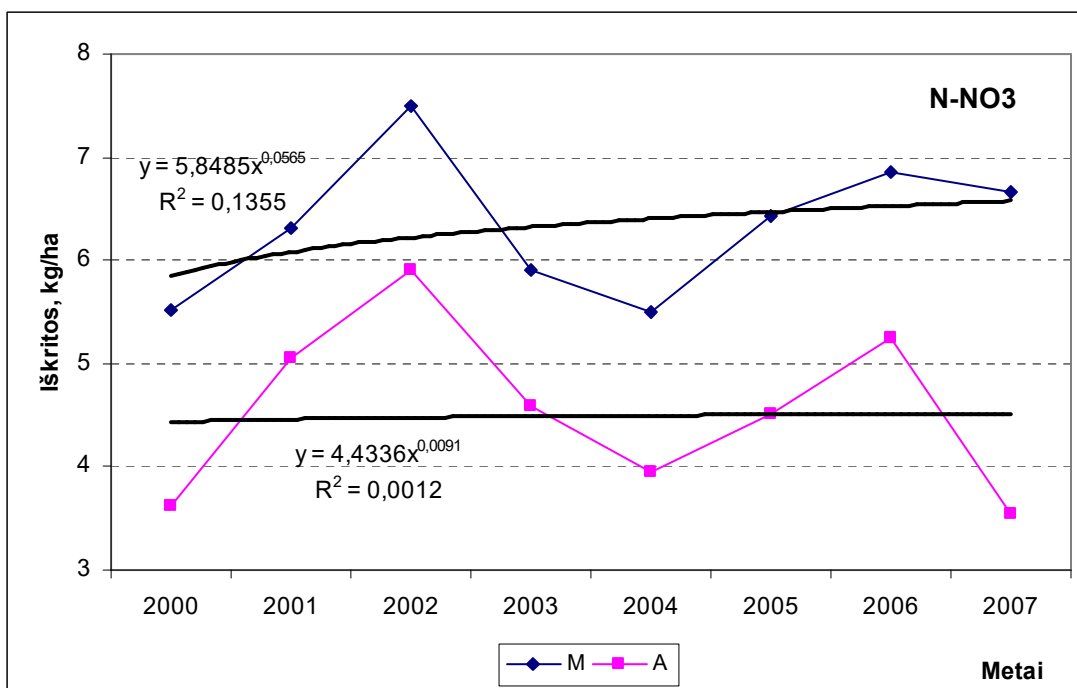
Nuo 1999 metų vykdomi teršalų iškritų tyrimai 6M barelyje leidžia įvertinti atmosferos taršos kaitos tendencijas.

Iš 4.8 pav. matome, kad sieros iškritos nuo 2000 metų tendencingai mažėja. Per 8 metus sieros iškritų kiekis su polajiniais krituliais sumažėjo nuo 10 iki 6 kg/ha per metus. Atviroje vietoje šis pokytis yra nuo 6 iki 4 kg/ha per metus.



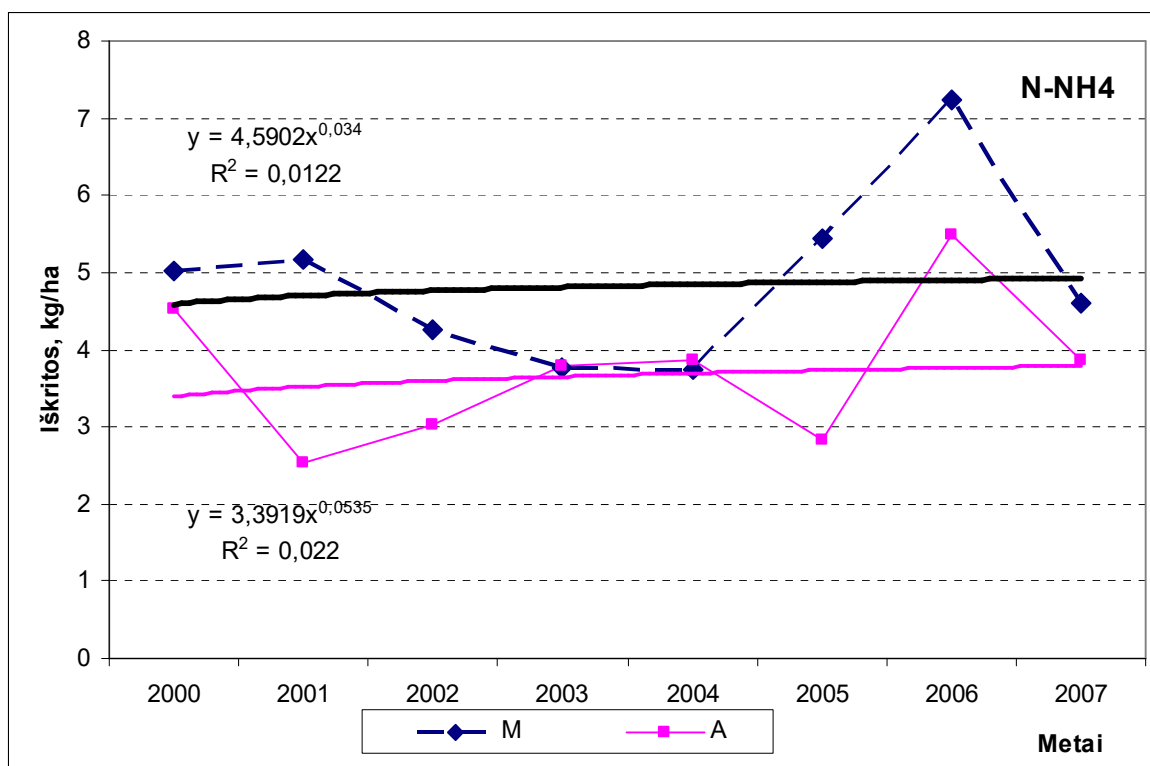
4.8 pav. Sieros iškritos (depozicijos) 2000-2007 metais 6M (Dubrava) barelyje

Nitratinio azoto per metus vidutiniškai miške iškrenta 6-7 kg/ha, o atviroje vietoje – apie 4,5 kg/ha per metus (4.9 pav.). Pokyčių tendencijos nagrinėjamoju laikotarpiu neišryškėja, o atskirais metais nustatyti NO⁻-N iškritų kiekio svyravimai yra sąlygoti oro taršos, kritulių intensyvumo bei oro masių pernašos pokyčių.



4.9 pav. Nitratinio azoto NO⁻-N iškritos (depozicijos) 2000-2007 metais 6M (Dubrava) barelyje

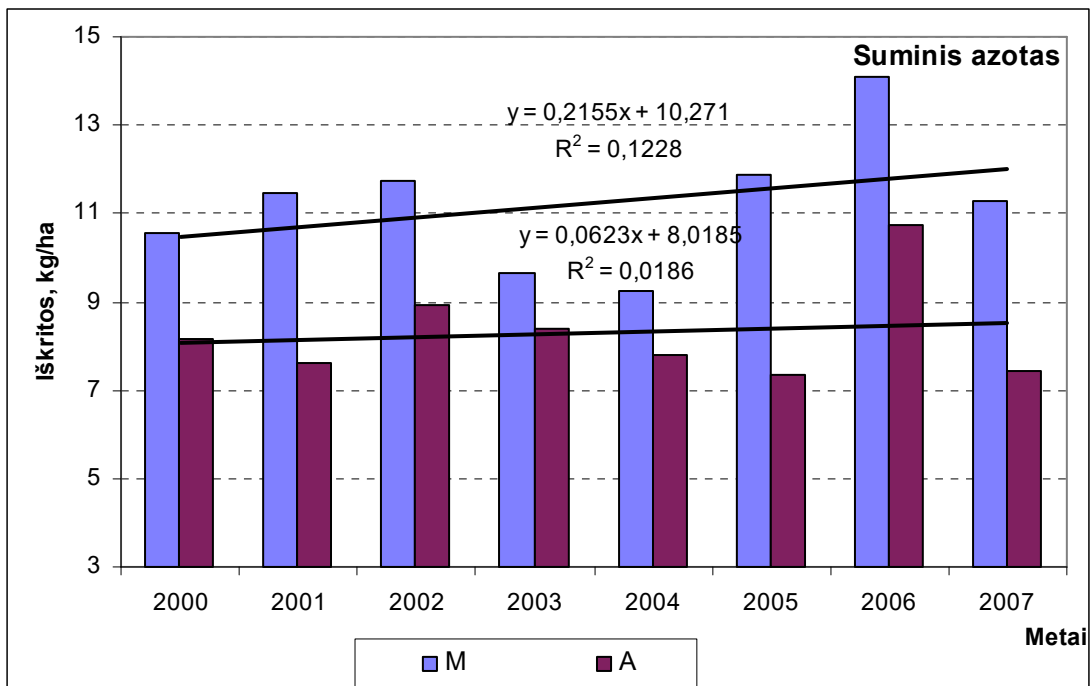
Amoniakinio azoto per metus vidutiniškai miške iškrenta 4-5 kg/ha, o atviroje vietoje – apie 3,5 kg/ha per metus (4.10 pav.). Pokyčių tendencijos, kaip ir $\text{NO}^- \text{N}$ atveju nagrinėjamoju laikotarpiu neišryškėja.



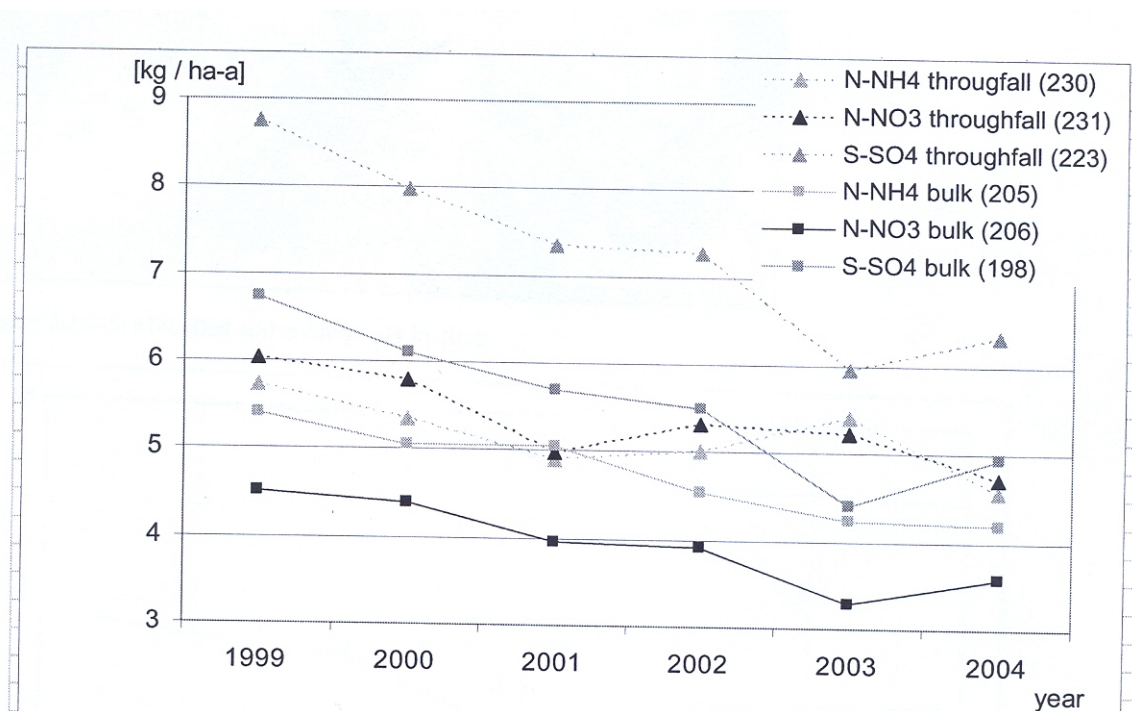
4.10 pav. Amoniakinio azoto $\text{NH}_4^+ \text{N}$ iškritos (depozicijos) 2000-2007 metais 6M (Dubrava) barelyje

Suminio azoto per metus vidutiniškai miške iškrenta apie 11 kg/ha, o atviroje vietoje – apie 8 kg/ha per metus (4.11 pav.). Iš pateiktų duomenų galime stebėti nežymią suminio azoto iškritų didėjimo tendenciją.

Amoniakinio, nitratinio azoto bei sieros iškritų (depozicijų) Europoje duomenys 1999-2004 metais (pagal 545 intensyvaus miško ekosistemų monitoringo barelių duomenis) pateikti 4.11 paveikslėlyje. Matome, kad pagrindinių taršos komponentų iškritos Lietuvoje yra labai panašios kaip ir visoje Europoje. Reikia pastebėti, kad Europoje stebima gana ženkli azoto iškritų mažėjimo tendencija Lietuvoje neišryškėjo, nors Lietuvoje nežymus azoto iškritų padidėjimas konstatuotas 2005-2006 metais, t.y. tuo laikotarpiu kuomet Europos duomenys nėra pateikti.



4.10 pav. Suminio azoto NH₄⁺-N iškritos (depozicijos) 2000-2007 metais 6M (Dubrava) barelyje



4.11 pav. Amoniakinio, nitratinio azoto bei sieros iškritos (depozicijos) Europoje 1999-2004 metais pagal intensyvaus miško ekosistemų monitoringo duomenis (iš Lorenz et al., 2007).

5. MIŠKO DIRVOŽEMIŲ TIRPALO CHEMINĖ SUDĖTIS

Atmosferos iškritos turi reikšmės dirvožemio cheminei sudėčiai, medžiagų apytakai ir gali sukelti stresą miško ekosistemoms. 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 nitrātų 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.

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

Lietuvos II lygio miškų monitoringe lizimetriniai dirvožemio tirpalo cheminės sudėties tyrimai vykdomi intensyviojo monitoringo bareliuose 3M ir 6M, o nuo 2008 metų lizimetrai numatyti instaliuoti ir 10M barelyje.

6M barelio buferinėje zonoje trimis pakartojimais po miško paklote bei mineraliniame dirvožemyje 1999 m. birželio mėn. 20 cm ir 40 cm gyliuose buvo įrengti savadarbiai gravitaciniai lizimetrai (lizimetrų konstrukcija aprašyta LMI 1999 m. ataskaitoje “Miškų monitoringas” (LMI, 1999)). Vystant dirvožemio tirpalo cheminės sudėties tyrimus, greta gravitacinių mineraliniame dirvožemyje (20 ir 50 cm gyliuose, 6M barelyje) 2002 m. rudenį, o 3M barelyje 2005 m. vasarą buvo įrengti vakuuminiai lizimetrai (lizimetrų konstrukcija aprašyta LMI 2002 m. ataskaitoje “Miškų monitoringas”) (Derome et al., 2001). Nuo 2005 m. dirvožemio tirpalas cheminės analizės tyrimams renkamas tik iš vakuuminių lizimetrų, o 2006 m. gruodžio mėn. 3M ir 6M bareliuose trimis pakartojimais 20 cm ir 50 cm gyliuose įrengti nauji Prenart firmos vakuuminiai lizimetrai.

Cheminės analizės metodai. Pagal ICP-Forests programos reikalavimus dirvožemio tirpale privaloma nustatyti: savitąjį elektrinį laidį (EC), pH rodiklį, K^+ , Mg^{2+} ir Ca^{2+} , $N-NO_3^-$, $S-SO_4^{2-}$, suminį Al (nustatoma tik nuo 2006 m.) ir ištirpusią organinę C (DOC) (nustatoma tik nuo 2006 m.) (UN/ECE, 2004). Tais atvejais, kai dirvožemio tirpalo lizimetruose surenkama daugiau, neretai nustatomi ir kai kurie rekomenduojami rodikliai. Pavyzdžiui, 2004–2005 m. buvo nustatytos $N-NH_4^+$ ir Al^{3+} koncentracijos, o 2006 m. – P koncentracija. Tačiau pastaruoju metu, esant dažniems sausringiems laikotarpiams vasaros mėnesiais, surinkto tirpalo neretai nepakanka net privalomiems cheminiams rodikliams nustatyti.

Lizimetruose susikaupęs dirvožemio tirpalas cheminei analizei renkamas šiltuoju metų laiku vidutiškai kartą per mėnesį. Jungtinių dirvožemio tirpalo mėginių cheminę analizę iki 2003 m. atliko Lietuvos miškų instituto ir Lietuvos miško selekcijos ir sėklininkystės centro Dirvožemių laboratorijos. Buvo nustatomi tokie parametrai: EC (elektrinis laidis) – su konduktometru; pH – potenciometriškai; NH_4^+-N ir $\text{SO}_4^{2-}-\text{S}$ – kolorimetriškai; NO_3^--N – jonometriškai; K^+ , Ca^{2+} , Mg^{2+} ir Al^{3+} jonų koncentracijos – spektrofotometriškai. Nuo 2003 m. dirvožemio tirpalo cheminę analizę atlieka LŽI Agrocheminių tyrimų centro Analitinis skyrius, kuris turi leidimą atlikti aplinkos ir jos taršos šaltinių laboratorinius matavimus, dalyvauja daugelyje tyrimų programų, tarplaboratoriniuose palyginamuosiuose bandymuose, 2002 ir 2005 m. sėkmingai dalyvavo “ICP-Forests” programos interkalibracijoje.

2007 m. dirvožemio tirpalo cheminei analizei naudoti tarptautiniame lygmenyje įteisinti metodai: N-NO_3^- – LST ISO 7890-3: 1998E (spektrometrinis metodas, naudojant sulfasalicilo rūgštį); Ca^{2+} ir Mg^{2+} – ISO 7980 atominės absorbcijos spektrometrinis metodas; K^+ – ISO 9964 liepsnometrinis metodas; suminis Al – LST EN ISO 12020; organinė anglis (DOC) – ISO 8245.

Ankstesnių metų (2003–2006 m.) ataskaitose buvo pateikti dirvožemio tirpalo, surinkto gravitaciniuose lizimetruose 2000–2003 metais, ir vakuuminiuose lizimetruose – nuo 2003-07-01 iki 2006-11-01 cheminės analizės duomenys. Šių metų ataskaitoje pateikiami naujausi 2007-05-03 – 2007-10-01 periodo duomenys, taip pat analizuojama 2004-2007 m. 6M barelyje surinkto tirpalo cheminės sudėties duomenų seka. 2007 metais dirvožemio tirpalo ėminių tyrimo bareliuose pavyko surinkti 5 kartus, tačiau kai kuriais sausringais mėnesiais (2007 m. liepa ir rugpjūtis) surinktas labai nedidelis tirpalo kiekis, dėl to buvo atliktos ne visos analizės. Iš viso sudaryta 16 jungtinių mėginių ir atlikta 71 cheminė analizė.

Tyrimų duomenys. 2007 m. duomenys gauti 3M ir 6M bareliuose pateikiami 5.1 lentelėje. 3M barelyje 20 ir 50 cm gyliuose vakuuminiuose lizimetruose susikaupusiame dirvožemio tirpale didžiausia nustatyta koncentracija buvo N-NO_3^- – 0,35–0,44 mg L^{-1} , žymiai mažiau nustatyta K^+ – 0,59–1,59 mg L^{-1} , Ca^{2+} – 0,79–7,04 mg L^{-1} , Mg^{2+} – 0,18–1,01 mg L^{-1} , suminio Al – 0,01–0,53 mg L^{-1} (8.1 pav.). Dirvožemio tirpale nustatyta didžiausia organinės anglies koncentracija – 30,30±9,00 mg L^{-1} 20 cm gylyje ir 13,51±4,00 mg L^{-1} 50 cm gylyje (apie 2,2 karto mažiau, lyginant su šaknų zona) (5.1 lentelė).

Panašios minėtų elementų koncentracijos nustatytos ir 6M barelyje. Jame 20 ir 50 cm gyliuose dirvožemio tirpale didžiausia koncentracija nustatyta Ca^{2+} – 2,89–7,04 mg L^{-1} , N-NO_3^- koncentracija svyravo 0,36–0,80 mg L^{-1} ribose, Mg^{2+} – 0,52–1,74 mg L^{-1} , suminis Al – 0,48–0,67 mg L^{-1} . Šiame barelyje, kaip ir 3M, didžiausia nustatyta koncentracija buvo organinės C, kuri vidutiniškai siekė 37,37±3,69 mg L^{-1} 20 cm gylyje ir 38,01±11,22 mg L^{-1} 50 cm gylyje. Bene mažiausia buvo K^+ koncentracija, kuri svyravo 0,10–1,68 mg L^{-1} ribose.

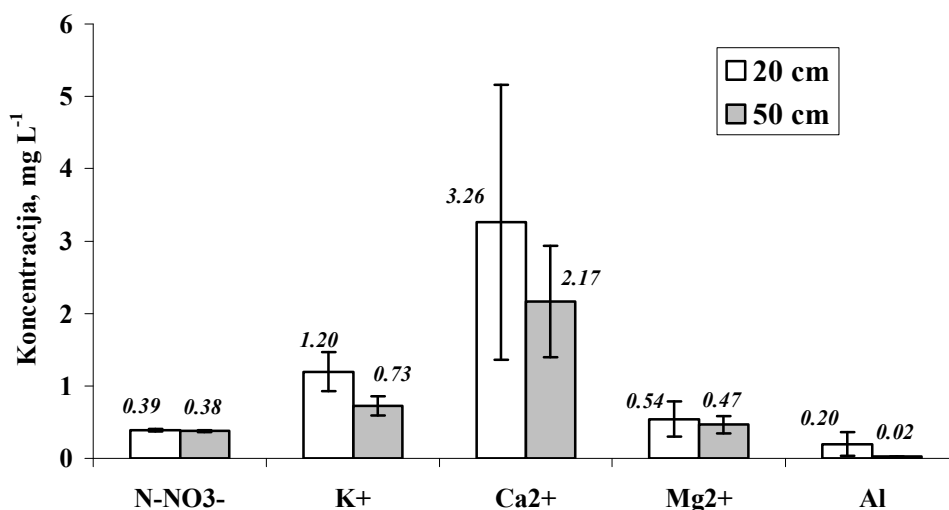
5.1 lentelė. Kai kurių cheminių medžiagų koncentracija dirvožemio tirpale 3M ir 6M II miškų monitoringo bareliuose (2007 m.)

Data	N-NO ₃ ⁻	K ⁺	Ca ²⁺	Mg ²⁺	Al	Org. C
	mg L ⁻¹					
3M barelis, 20 cm gylyje						
2007-05-03	0,44	-	-	-	-	-
2007-06-01	0,40	1,59	1,76	0,44	0,011	16,29
2007-07-01	0,36	1,32	7,04	1,01	0,526	47,10
2007-09-03	-	-	-	-	-	-
2007-10-02	0,35	0,68	0,99	0,18	0,056	27,51
Vidut.	0,39±0,02	1,20±0,27	3,26±1,90	0,54±0,25	0,20±0,16	30,30±9,00
3M barelis, 50 cm gylyje						
2007-05-03	0,38	-	3,44	0,61	-	5,24
2007-06-01	0,41	-	-	-	-	21,72
2007-07-01	-	-	-	-	-	-
2007-09-03	0,36	0,86	0,79	0,23	0,025	8,22
2007-10-02	0,36	0,59	2,27	0,56	0,021	18,84
Vidut.	0,38±0,01	0,73±0,14	2,17±0,77	0,47±0,12	0,02±0,00	13,51±4,00
6M barelis, 20 cm gylyje						
2007-05-03	0,41	0,59	2,89	0,52	0,475	26,79
2007-06-01	-	-	-	-	-	31,14
2007-07-01	0,36	1,32	7,04	1,01	0,526	47,10
2007-09-03	0,36	1,27	5,22	0,90	0,528	42,00
2007-10-02	0,45	1,68	3,64	0,74	0,551	39,81
Vidut.	0,40±0,02	1,22±0,23	4,70±0,92	0,79±0,11	0,52±0,02	37,37±3,69
6M barelis, 50 cm gylyje						
2007-05-03	0,42	-	-	-	0,669	26,79
2007-06-01	0,80	-	-	-	-	-
2007-07-01	-	-	-	-	-	-
2007-09-03	0,38	0,10	6,32	1,45	-	49,23
2007-10-02	-	-	-	-	-	-
Vidut.	0,53±0,13	0,10	6,32	1,45	0,67	38,01±11,22

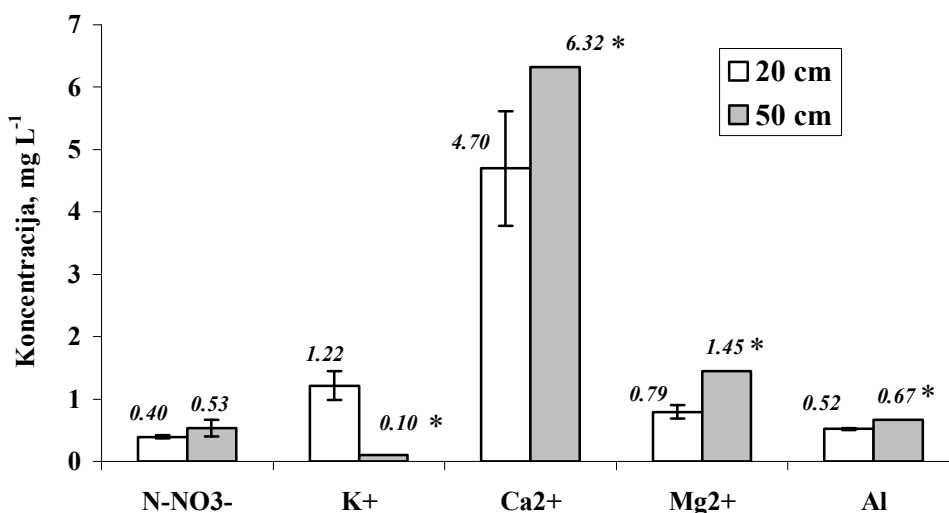
* cheminei analizei pritrūko dirvožemio tirpalo.

Skirtinguose dirvožemio profilio gyliuose nustatyti tik nežymūs cheminių elementų koncentracijų skirtumai. 3 M barelyje visų tirtų elementų koncentracijos buvo labai panašios 20 ir 50 cm gyliuose, išskyrus K⁺, kurio apie 1,6 karto mažesnės koncentracijos nustatytos žemiau šaknų zonos, t.y. 50 cm gylyje (5.1 pav.).

6M barelyje matomi ryškesni koncentracijų skirtumai: Ca²⁺, Mg²⁺ ir suminio Al koncentracijos žemiau šaknų zonos buvo didesnės negu 20 cm gylyje (5.2 pav.). Tai patvirtina nuomonę, kad šiuos makroelementus įsaviną miško augalija, o jų išsiplovimas nežymus. Tuo tarpu N-NO₃⁻ koncentracija tirpale skirtinguose dirvožemio gyliuose iš esmės nesiskyrė, o K⁺ giliau buvo žymiai mažesnė.



5.1 pav. Kai kurių cheminių elementų vidutinės koncentracijos vakuuminuose lizimetruose susikaupusiame dirvožemio tirpale (3M barelis, 2007 m.)



5.2 pav. Kai kurių cheminių elementų vidutinės koncentracijos vakuuminuose lizimetruose susikaupusiame dirvožemio tirpale (6M barelis, 2007 m.) (* tik vienas matavimas)

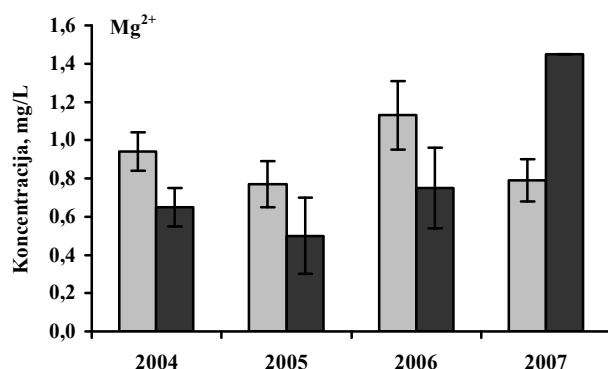
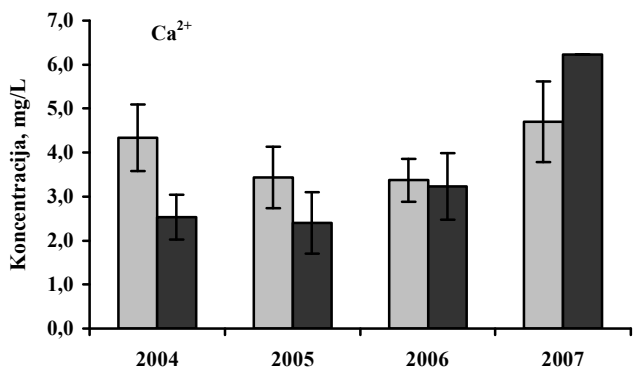
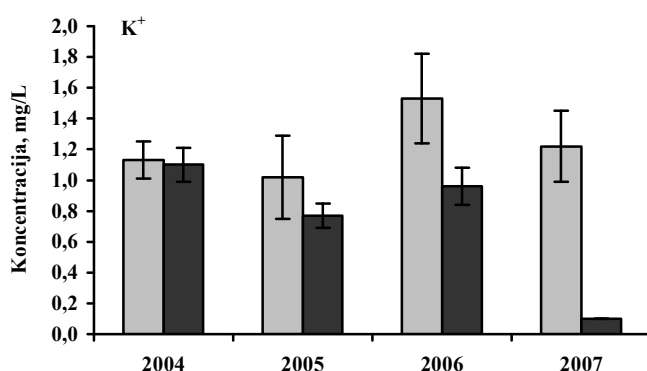
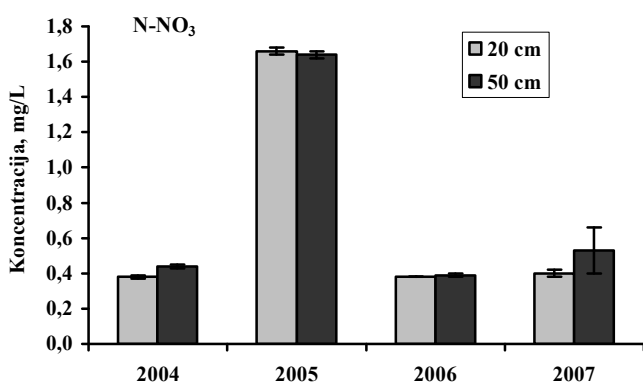
Palyginus su 2004 ir 2005 m., dirvožemio tirpalo elektrinis laidis 2006 m. padidėjo apie 1,8–2,3 kartus, ypač augalų šaknų zonoje (5.2 lentelė). 2006 m., šaknų zonoje surinktame tirpale nustatytos apie 1,5 karto didesnės K⁺ ir Mg²⁺ koncentracijos, o 2007 m. jos vėl apie 1,3–1,4 k. sumažėjo ir siekė, atitinkamai, 1,22±0,23 mg K L⁻¹ ir 0,79±0,11 mg Mg L⁻¹ (5.2 lentelė; 5.3 pav.). 50 cm gylyje 2007 m. nustatyta labai panaši N-NO₃⁻ koncentracija kaip ir 2004–2006 m. laikotarpyje. Šiame gylyje nustatytas Ca²⁺ ir Mg²⁺ koncentracijų padidėjimas (apie 2 k. ir daugiau), lyginant su visų ankstesnių metų matavimais. Mažiausia nustatyta K jonų koncentracija, lyginant viso 2004–2007 m. laikotarpio duomenis. Tačiau dėl epizodinių duomenų (duomenų nėra arba vienas matavimas), kol kas negalime daryti apibendrinančių išvadų.

5.2 lentelė. Vidutiniai dirvožemio tirpalo pH ir EC (savitasis elektrinis laidis) bei kai kurių cheminių medžiagų vidutinės koncentracijos vakuuminiuose lizimetruose (6M barelis, 2004-2007 m.)

Metai	pH	EC, $\mu\text{S cm}^{-1}$	N-NO ₃ ⁻	K ⁺	Ca ²⁺	Mg ²⁺	S-SO ₄ ²⁻	Suminis Al	Org.C
20 cm gylyje			mg L^{-1}						
2004	4,77±0,19	62±3	0,38±0,01	1,13±0,12	4,34±0,76	0,94±0,10	2,6±0,4	-	-
2005	5,14±0,42	48±5	1,66±0,02	1,02±0,27	3,43±0,70	0,77±0,12	3,3±1,2	-	-
2006	4,41±0,72	112±17	0,38±0,00	1,53±0,29	3,37±0,49	1,13±0,18	3,4±0,9	-	-
2007	-*	-	0,40±0,02	1,22±0,23	4,70±0,92	0,79±0,11	-	0,52±0,02	37,37±3,69
50 cm gylyje									
2004	5,34±0,31	52±2	0,44±0,01	1,10±0,11	2,53±0,51	0,65±0,10	5,4±0,6	-	-
2005	5,76±0,56	50±6	1,64±0,02	0,77±0,08	2,40±0,70	0,50±0,20	8,2±1,3	-	-
2006	5,67±0,57	79±13	0,39±0,01	0,96±0,12	3,23±0,76	0,75±0,21	4,6±0,5	-	-
2007	-	-	0,53±0,13	0,10**	6,23	1,45	-	0,67	38,01±11,2 2

* duomenų nėra – pritrūko dirvožemio tirpalo cheminėms analizėms;

** vienas matavimas.



5.3 pav. Kai kurių cheminių elementų vidutinės koncentracijos 20 ir 50 cm gyliuose vakuuminiuose lizimetruose susikaupusiame dirvožemio tirpale 2004-2007 metais (6M barelis)

Apibendrinant reikia pažymėti, kad 2007 m. dirvožemio tirpalo tyrimai, vykdyti išplautžemiuose (Luvisols) parodė, kad dėl teršalų iškritų vykstantys dirvožemio tirpalo cheminiai pokyčiai nėra žymūs, o tik parodo natūralų cheminių medžiagų išsiplovimą, nekeliantį grėsmės dirvožemių ar gruntinių vandenų užtaršai.

6. LAPIJOS CHEMINĖ ANALIZĖ

Lapijos (spyglių arba lapų) cheminė sudėtis vertinama kaip medžių būklės indikatorius tiek pirmojo, tiek antrojo lygio miškų monitoringe (UN/ECE, 1998). Šiuo metu jau yra žinoma, jog egzistuoja ryšiai tarp cheminių elementų kiekio ir vizualiai pastebimų medžio pažeidimų (dechromacijos, defoliacijos ir kt.). Cheminių elementų kiekis lapijoje sąlygojamas medžių gyvybingumo, dirvožemio savybių, oro taršos, todėl lapijos cheminė analizė yra naudojama ankstyvai pažeidimų diagnostikai, medžių ir miškų būklės pokyčių analizei bei priežasčių identifikavimui. Dabar jau yra nustatytos pagrindinių makroelementų koncentracijos lapijoje, kai vizualiai pasireiškia jų trūkumas (6.1 lent.).

6.1 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

Atliekant 2007 metų lapijos analizę Lietuvoje, 9-ioose IMB bandiniai buvo surinkti kopimo būdu, panaudojant specialią įrangą. Visuose monitoringo bareliuose bandiniai imti iš 5 specialiai atrinktų modelinių medžių, vėliau formuojant proporcingomis dalimis jungtinį bandinį. Bandinių paruošimas analizei bei analizė atlikta pagal miškų monitoringo metodikos reikalavimus (UN/ECE, 1998) Lietuvos žemdirbystės instituto Agrocheminių tyrimų centre. Atlikus testų rezultatų tarplaboratorinį palyginimą, šios laboratorijos rezultatai daugumai elementų neviršijo leistinų tikslumo ribų (Bartels, 2000).

Lapijos privalomųjų elementų cheminės analizės rezultatai 1996-2007 metais pateikti 6.2-6.7 lentelėse. Analizuojant pagrindinių makroelementų visų barelių vidurkius, matome, kad esamus pokyčius galime traktuoti kaip svyravimus, susijusius su atskirų metų klimatinėmis sąlygomis ir medžiagų apykaitos ypatumais. Didžiausi kalcio ir magnio kiekiai lapijoje yra derlingesnėse augavietėse augančių lapuočių lapuose (1M, 2M, 5M bareliai).

Lyginant su Europos intensyvaus monitoringo barelių lapijos cheminių analizių duomenimis (6.8 lent.), gautais iš 245 pušies, 200 eglės ir 126 ąžuolo barelių, matome, kad daugeliu atvejų mūsų duomenys atspindi reikšmių intervalo vidurį. Išimtį sudaro sieros kiekiai pušų ir eglėlių spygliuose. Šio elemento Lietuvoje randama mažiau nei vidutiniškai Europoje. Tai gali būti susiję su mažesne oro tarša sieros junginiais Lietuvoje lyginant su Vakarų bei centrine Europa (UN/ECE, 1997). Nurodoma, kad SO_2 depozicijos yra dominuojantis ir svarbiausias veiksnys, lemiantis sieros kiekius pušų ir eglėlių spygliuose (De Vries et al., 2000).

2006 m. spygliuočiams lapijos analizė atlikta atskirai pirmų ir antrų metų spygliams. Cheminių elementų kiekiai nežymiai skiriasi priklausomai nuo spyglių amžiaus. Pušies pirmų metų spygliai turi mažesnius kiekius azoto, sieros, fosforo, kalcio ir kalio nei antrų metų spygliai (6.2-6.7 lent.). Tuo tarpu eglės pirmų metų spygliuose šių elementų kiekiai dažnai yra didesni nei antrų.

6.2 lentelė. Bendrojo azoto kiekiai (%) IMB 1996-2007 m.

Barelis	Medžio rūšis	Spyglių amžius	1996	1998	2000	2002	2004	2005	2007	Vidut.
1M	Uosis	-	1,48	-	1,35	2,38	2,49	1,92	1,68	1,88
2M	Ažuolas	-	1,70	2,14	1,67	1,84	2,57	2,41	2,47	2,11
3M	Pušis	1	1,32	1,42	1,38	1,93	1,15	1,39	1,43	1,43
3M	Pušis	2	-	1,49	1,51	1,56	1,30	1,38	1,96	1,53
4M	Eglė	1	1,30	1,32	1,23	1,32	1,21	1,37	1,35	1,3
4M	Eglė	2	-	1,28	1,20	1,18	1,06	1,11	1,33	1,19
5M	Juodalksnis	-	1,44	2,64	2,48	3,02	2,97	2,57	2,48	2,51
6M	Pušis	1	-	1,34	1,36	1,30	1,20	1,58	1,47	1,38
6M	Pušis	2	-	1,51	1,45	1,50	1,31	1,44	1,51	1,45
7M	Eglė	1	1,46	1,23	1,32	1,37	1,31	1,37	1,57	1,38
7M	Eglė	2	-	1,27	1,29	1,36	1,14	1,35	1,42	1,31
8M	Pušis	1	1,32	1,23	1,45	1,49	1,10	1,25	1,81	1,38
8M	Pušis	2	-	1,35	1,45	1,44	1,27	1,35	1,59	1,41
9M	Eglė	1	-	1,32	1,37	1,25	1,32	1,30		1,31
9M	Eglė	2	-	1,22	1,17	1,15	1,25	1,23		1,20
10M	Eglė	1							1,44	1,44
10M	Eglė	2							1,36	1,36
Vidutiniškai			1,432	1,48	1,45	1,61	1,51	1,53	1,66	1,52

Vertinant vidutines cheminių elementų koncentracijas lapijoje, matome, kad, lyginant su 2005 metais, šiemet nežymiai sumažėjo bendrojo azoto (6.2 lent.), o padidėjo, bendrojo kalcio (6.5 lent.) ir bendrojo fosforo (6.4 lent.) koncentracijos.

6.3 lentelė. Bendrosios sieros kiekiai (%) IMB 1996-2007 m.

Barelis	Medžio rūšis	Spyglių amžius	1996	1998	2000	2002	2004	2005	2007	Vidut.
1M	Uosis	-	1,4	-	1,03	1,89	1,52	2,16	1,41	1,57
2M	Ažuolas	-	1,2	0,84	0,83	1,38	1,53	1,29	1,19	1,18
3M	Pušis	1	0,8	0,68	0,62	1,12	1,03	0,87	0,85	0,85
3M	Pušis	2	-	0,83	0,67	0,96	1,09	0,79	1,01	0,89
4M	Eglė	1	0,8	0,64	0,73	0,68	1,55	0,77	0,72	0,84
4M	Eglė	2	-	0,73	0,82	0,73	0,87	0,60	0,77	0,75
5M	Juodalksnis	-	1,6	1,42	1,15	1,46	1,76	1,71	1,34	1,31
6M	Pušis	1	-	0,68	0,65	0,76	0,91	0,81	0,81	0,77
6M	Pušis	2	-	0,99	0,68	0,79	0,82	0,92	0,87	0,85
7M	Eglė	1	0,8	0,64	0,69	0,73	0,74	0,59	0,76	0,71
7M	Eglė	2	-	0,50	0,67	0,68	1,31	0,86	0,77	0,80
8M	Pušis	1	0,7	0,55	0,60	0,72	0,86	0,64	0,90	0,71
8M	Pušis	2	-	0,77	0,64	0,68	0,99	0,85	0,87	0,80
9M	Eglė	1	-	0,55	0,61	0,68	0,89	0,68		0,68
9M	Eglė	2	-	0,50	0,85	0,82	1,25	0,86		0,86
10M	Eglė	1							0,75	0,75
10M	Eglė	2							0,83	0,83
Vidutiniškai			1,04	0,74	0,75	0,94	1,14	0,86	0,92	0,89

6.4 lentelė. Bendrojo fosforo kiekiai (%) IMB 1996-2007 m.

Barelis	Medžio rūšis	Spyglių amžius	1996	1998	2000	2002	2004	2005	2007	Vidut.
1M	Uosis	-	1,5	-	1,5	1,9	1,3	1,1	0,9	1,23
2M	Ažuolas	-	1,8	2,8	2,0	2,5	2,5	2,2	2,4	2,01
3M	Pušis	1	1,4	1,4	1,4	2,3	1,4	1,2	1,6	1,32
3M	Pušis	2	--	1,6	1,6	1,7	1,4	0,9	1,5	1,23
4M	Eglė	1	1,5	1,7	1,6	1,2	1,4	1,3	1,3	1,26
4M	Eglė	2	-	1,4	1,3	1,2	1,2	1,0	1,2	1,04
5M	Juodalksnis	-	1,8	2,0	1,9	1,6	2,5	1,9	1,8	1,70
6M	Pušis	1	-	1,6	1,6	1,4	1,5	1,2	1,5	1,24
6M	Pušis	2	-	1,3	1,6	1,3	1,2	1,2	1,3	1,12
7M	Eglė	1	1,3	1,2	1,3	1,4	1,2	1,2	1,4	1,11
7M	Eglė	2	-	1,3	1,1	1,2	1,0	1,0	1,0	0,95
8M	Pušis	1	1,1	1,4	1,5	1,6	1,2	0,9	1,3	1,12
8M	Pušis	2	-	0,1	1,2	1,3	1,0	0,9	1,2	0,77
9M	Eglė	1	-	1,5	1,4	1,9	1,8	1,6		1,64
9M	Eglė	2	-	1,7	1,6	1,6	1,5	1,6		1,60
10M	Eglė								1,4	0,14
10M	Eglė								1,4	0,14
Vidutiniškai			1,49	1,5	1,51	1,61	1,47	1,28	1,51	1,48

6.5 lentelė. Bendrojo kalcio kiekiai (%) IMB 1996-2007 m.

Barelis	Medžio rūšis	Spyglių amžius	1996	1998	2000	2002	2004	2005	2007	Vidut.
1M	Uosis	-	2,60	-	2,10	2,97	2,34	1,78	2,7	2,42
2M	Ažuolas	-	0,61	0,99	1,00	1,03	0,48	0,51	0,99	0,80
3M	Pušis	1	0,22	0,38	0,38	0,36	0,27	0,32	0,26	0,31
3M	Pušis	2	-	0,43	0,44	0,49	0,40	0,40	0,35	0,42
4M	Eglė	1	0,43	0,60	0,73	0,62	0,44	0,43	0,61	0,55
4M	Eglė	2	-	0,69	0,77	0,95	0,55	0,60	0,93	0,75
5M	Juodalksnis	-	1,25	1,64	2,08	1,76	1,53	2,10	1,74	1,73
6M	Pušis	1	-	0,37	0,31	0,24	0,27	0,30	0,33	0,30
6M	Pušis	2	-	0,44	0,39	0,47	0,43	0,41	0,43	0,43
7M	Eglė	1	0,49	0,60	0,56	0,67	0,49	0,34	0,57	0,53
7M	Eglė	2	-	0,79	0,70	1,00	0,60	0,55	0,72	0,73
8M	Pušis	1	0,16	0,29	0,43	0,26	0,16	0,31	0,26	0,27
8M	Pušis	2	-	0,38	0,62	0,34	0,28	0,31	0,41	0,39
9M	Eglė	1	-	0,89	1,10	0,70	0,68	0,84		0,84
9M	Eglė	2	-	1,27	1,26	0,99	1,29	1,20		1,20
10M	Eglė	1							0,72	0,72
10M	Eglė	2							1,29	1,29
Vidutiniškai			0,82	0,70	0,86	0,86	0,68	0,69	0,82	0,80

6.6 lentelė. Bendrojo magnio kiekiai (%) IMB 1996-2007 m.

Barelis	Medžio rūšis	Spyglių amžius	1996	1998	2000	2002	2004	2005	2007	Vidut.
1M	Uosis	-	0,690	-	0,840	0,666	0,59	0,486	0,61	0,65
2M	Ažuolas	-	0,150	0,270	0,170	0,240	0,18	0,134	0,19	0,19
3M	Pušis	1	0,100	0,110	0,096	0,089	0,102	0,077	0,09	0,09
3M	Pušis	2	-	0,087	0,085	0,069	0,076	0,063	0,07	0,08
4M	Eglė	1	0,127	0,166	0,130	0,110	0,119	0,124	0,102	0,13
4M	Eglė	2	-	0,157	0,125	0,111	0,103	0,124	0,112	0,12
5M	Juodalksnis	-	0,285	0,391	0,360	0,422	0,377	0,349	0,35	0,36
6M	Pušis	1	-	0,147	0,093	0,096	0,120	0,109	0,11	0,11
6M	Pušis	2	-	0,103	0,072	0,083	0,105	0,090	0,08	0,09
7M	Eglė	1	0,139	0,135	0,132	0,109	0,138	0,089	0,10	0,12
7M	Eglė	2	-	0,141	0,125	0,100	0,118	0,122	0,09	0,12
8M	Pušis	1	0,077	0,100	0,128	0,099	0,104	0,105	0,10	0,10
8M	Pušis	2	-	0,086	0,135	0,058	0,092	0,088	0,09	0,09
9M	Eglė	1	-	0,188	0,186	0,113	0,138	0,160		0,16
9M	Eglė	2	-	0,173	0,181	0,111	0,171	0,160		0,16
10M	Eglė	1							0,09	0,09
10M	Eglė	2							0,09	0,09
Vidutiniškai			0,22	0,16	0,19	0,17	0,17	0,15	0,15	0,16

Gauti lapijos cheminės analizės duomenys artimi vidutinėms reikšmėms Europoje nustatytoms pagal intensyvaus miškų monitoringo rezultatus (6.8 lent.). 6 metų seka dar neleidžia daryti detalesnės analizės, nors ir parodo bendras lapijos cheminės sudėties Lietuvos miškuose charakteristikas.

6.7 lentelė. Bendrojo kalio kiekiai (%) IMB 1996-2007 m.

Barelis	Medžio rūšis	Spyglių amžius	1996	1998	2000	2002	2004	2005	2007	Vidut.
1M	Uosis	-	0,56	-	0,5	0,6	0,79	0,66	0,30	0,57
2M	Ažuolas	-	0,83	0,85	0,84	0,56	0,71	0,64	0,89	0,76
3M	Pušis	1	0,34	0,39	0,60	0,56	0,41	0,46	0,65	0,49
3M	Pušis	2	-	0,46	0,59	0,40	0,38	0,39	0,44	0,44
4M	Eglė	1	0,59	0,51	0,68	0,36	0,59	0,63	0,56	0,56
4M	Eglė	2	-	0,46	0,63	0,34	0,44	0,43	0,55	0,48
5M	Juodalksnis	-	0,36	0,69	0,71	0,44	0,49	0,44	0,27	0,49
6M	Pušis	1	-	0,40	0,61	0,34	0,48	0,48	0,53	0,47
6M	Pušis	2	-	0,47	0,61	0,34	0,47	0,43	0,39	0,45
7M	Eglė	1	0,72	0,55	0,66	0,36	0,59	0,56	0,58	0,57
7M	Eglė	2	-	0,51	0,59	0,30	0,34	0,55	0,37	0,44
8M	Pušis	1	0,25	0,33	0,53	0,38	0,38	0,46	0,29	0,37
8M	Pušis	2	-	0,33	0,53	0,26	0,34	0,38	0,31	0,36
9M	Eglė	1	-	0,36	0,54	0,39	0,51	0,45		0,45
9M	Eglė	2	-	0,40	0,47	0,38	0,38	0,41		0,41
10M	Eglė	1							0,50	0,5
10M	Eglė	2							0,59	0,59
Vidutiniškai			0,52	0,48	0,61	0,40	0,49	0,49	0,48	0,49

Pagal 2007 metų cheminių lapijos analizių rezultatus parengtos standartinės pirminių duomenų bylos (failai) LT2007.PLF, LT2007.FOM.

6.8 lentelė. Makroelementų kiekio (mg/g) lapijoje intervalas Europos intensyvaus monitoringo bareliuose (pagal De Vries et al., 2000)

Cheminis elementas	Pušys	Eglės	Ažuolai
N	7,4-24,0	9,3-18,5	11,8-39,0
P	0,56-2,31	0,57-2,58	0,50-2,64
S	0,65-2,01	0,58-1,59	0,77-3,33
K	1,37-8,9	2,45-11,5	4,35-18,4
Ca	0,81-7,6	1,16-10,5	2,57-19,6
Mg	0,46-2,7	0,46-2,1	0,74-4,7

7. NUOKRITŲ TYRIMAS

Nuokritų kiekybė ir kokybė parodo svarbiausius maisto medžiagų pernešimo iš antžeminės augalų biomasės į dirvožemį procesus (Vitousek, Sanford, 1986), be to, nuokritos sudaro žymią pirminės antžeminės miškų biomasės dalį (Clark et al., 2001). Ypatingas dėmesys turėtų būti skiriamas tiems aplinkos veiksniams, kurie gali turėti įtakos nuokritų formavimuisi: klimato kaitai, anglies apytakai, tvariam miškininkavimui ir biologinės įvairovės išsaugojimui, oro taršai. Pavyzdžiui, klimatiniai veiksniai, ypač oro temperatūra ir kritulių kiekis, natūralūs arba stiprūs jų pokyčiai (sausros, stiprūs vėjai, tarša ir kt.) lemia nuokritų kiekį ir jų struktūrą (Pedersen and Bille-Hansen, 1999; Lebreton et al., 2001).

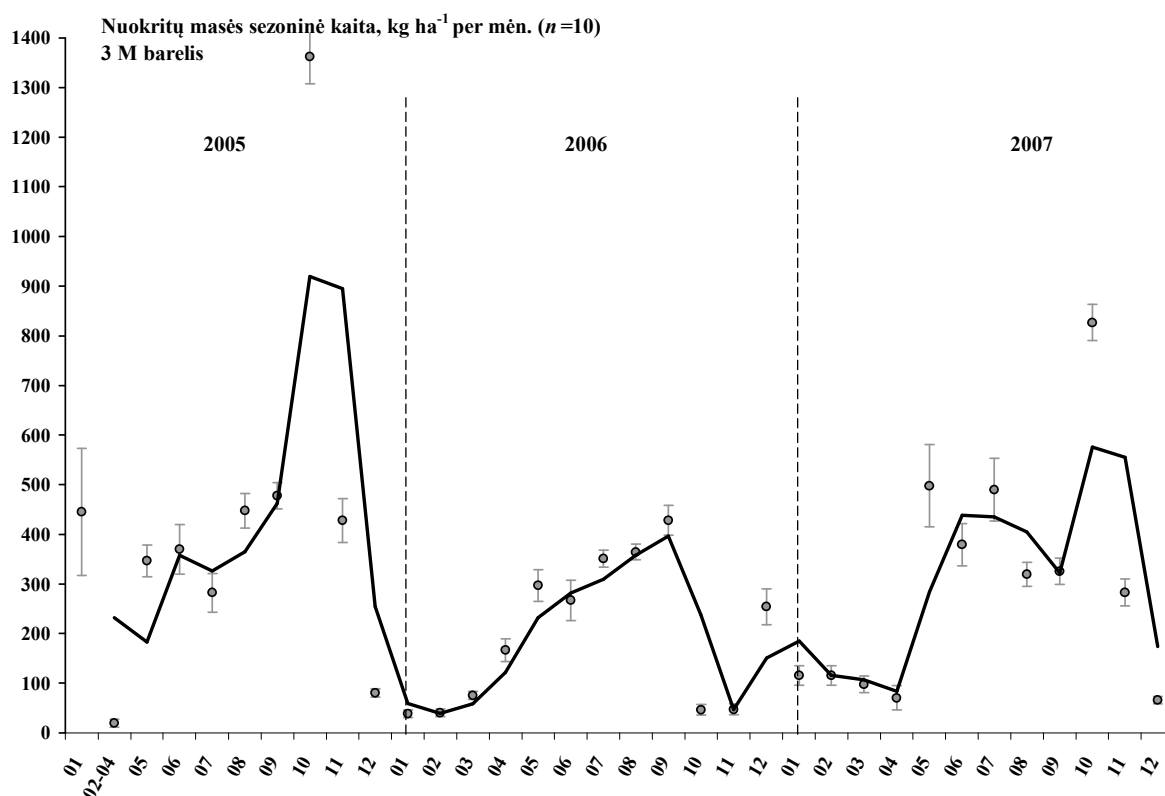
Medžių nuokritų vertinimas yra rekomenduojamas intensyvaus monitoringo bareliuose, siekiant išaiškinti medynų produktyvumą, medžių fenologiją, miškų būklę ir maisto medžiagų apytaką, taip pat maisto medžiagų pasisavimo efektyvumą ar netgi ekosistemos atsikūrimo galimybes po natūralių ekosistemos pažeidimų (Vitousek, 1982; Proctor, 1983, kt.).

Lietuvoje medžių nuokritos tiriamos 2-uose intensyvaus monitoringo bareliuose. Pirmajame barelyje (6M barelis Dubravos urėdijoje) jos pradėtos rinkti 2002 m. gegužės mėn., o 3M barelyje (Kazlų Rūdos urėdijoje) - 2005 m. sausio mėn. Nuo 2008 metų nuokritų rinkimas pradedamas ir 10M barelyje (Kretingos m.u., Mikoliškių g-j). Visuose tyrimo bareliuose įrengta po 10 nuokritų rinktuvų. Tai – 0,25 m² ploto, 0,5 m gylio plastikiniai rinktuvai, pakabinti 1 m aukštyje nuo žemės. Nuokritos šiuose tyrimo bareliuose renkamos periodiškai kiekvieną mėnesį. Surinktos nuokritos skirstomos į spyglius, šakutes, žievę (bei kitas smulkias nuokritas) ir kankorėžius. Skirtingos nuokritų frakcijos džiovinamos 60°C temperatūroje iki pastovios masės ir pasveriamos.

Iki 2007 m. pabaigos 6M barelyje yra sukaupti beveik 6-ių metų nuokritų masės duomenys, 3M barelyje – 3-jų metų duomenys. Šioje duomenų sekoje išryškėja nuokritų masės sezoniškumo pikai, tačiau dėl jautrumo aplinkai ir meteorologinių sąlygų įtakos, kiekvienais metais nuokritų kiekis skirtingais periodais šiek tiek svyruoja. Nuokritų tyrimai reikalauja ilgamečių stebėjimų, ypač vertinant klimatinių veiksnių įtaką ar galimą taršos poveikį medynų būklei.

Tyrimų duomenys. Nuokritų masės kaita 3M barelyje 2005–2007 m. pateikta 7.1 pav. Analizuojant visą duomenų seką, didžiausias apie 1400 kg ha⁻¹ per mėn. medžių nuokritų kiekis buvo nustatytas 2005 m. spalio mėn., 2006 m. maksimalus jų kiekis buvo net apie 3 kartus mažesnis negu 2005 m. (430 kg ha⁻¹). 2007 m. didžiausias nuokritų masės pikas išryškėjo spalio mėn., kuomet per mėnesį nukrito apie 830 kg ha⁻¹ nuokritų, o didžiausią jų dalį sudarė spygliai (apie 90%). 2007 m. gegužės–liepos mėnesiais nuokritų kiekis svyravo apie 300-400 kg ha⁻¹ per mėnesį (7.2 pav.). Vidutiniškai per 3-ejus metus minėtu laikotarpiu bendra nuokritų masė buvo panaši ir

sudarė vidutiniškai 360 kg ha⁻¹. Mažiausia nuokritų 3M barelyje susiformavo žiemos mėnesiais - apie 70–120 kg ha⁻¹ per mėn.

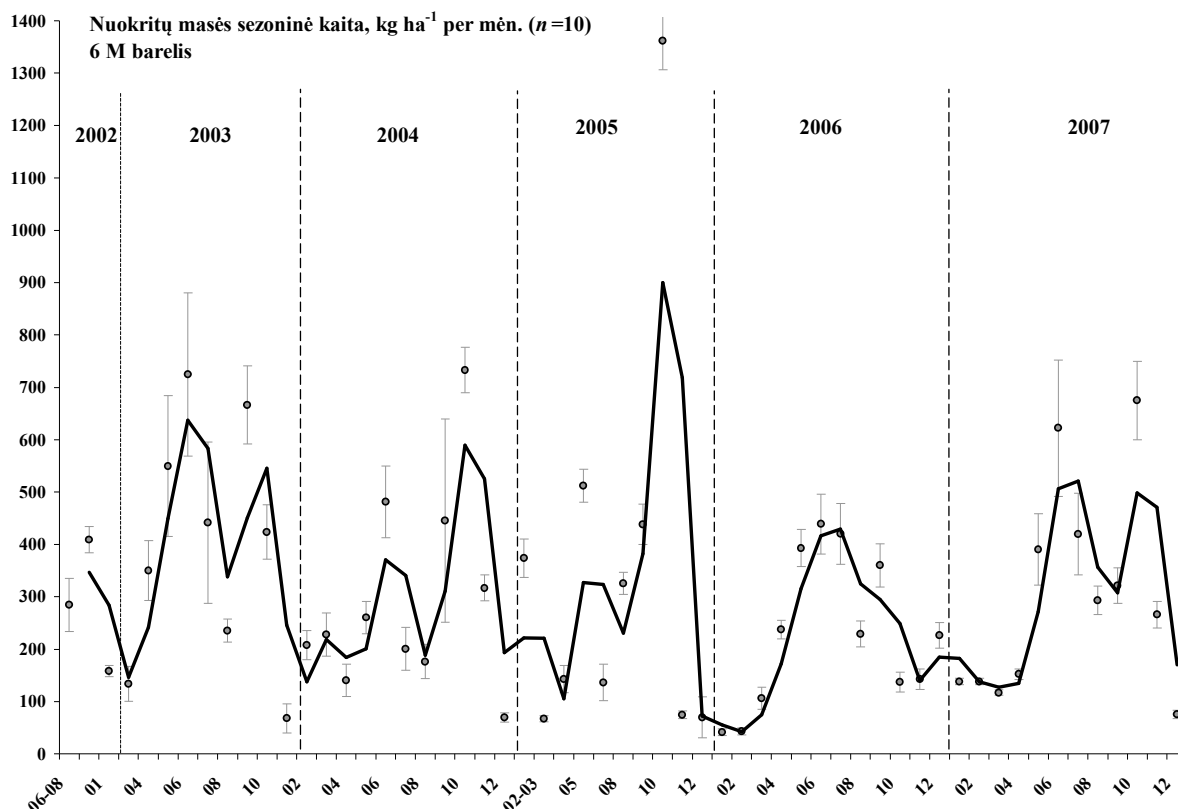


7.1 pav. Bendra nuokritų masės sezoninė kaita 3M barelyje 2005–2007 metais

Bendra nuokritų masė ir jos dinamika 6M barelyje 2002–2007 m. pateikta 7.2 pav. Tyrimų duomenys rodo, kad nuokritų masė kinta priklausomai nuo sezono, be to, nuosekliai tiriant nuokritų dinamiką, išryškėja skirtumai ir tarp atskirų metų. 2002–2007 m. laikotarpiu balandžio–birželio mėnesiais vidutiniškai per mėnesį susiformuoja 260–540 kg ha⁻¹ nuokritų. Antrasis nuokritų masės pikas nustatomas rudens mėnesiais, tuomet nuokritų susidaro apie 500–600 kg ha⁻¹ per mėn. Beveik 6-ių metų duomenų seka leidžia teigti, kad apie beveik pusė (apie 40%) visų metinių nuokritų susiformuoja dviem laikotarpiais: balandžio–birželio ir rugsėjo–spalio mėn. (7.1 pav.). Gauti duomenys patvirtina kitų tyrėjų nustatytus ankstesnių metų nuokritų tyrimų duomenis, kurie teigia, kad 40–60% bendro nuokritų kiekio spygliuočiai numeta būtent rugsėjo–spalio mėnesiais ir po žiemos, prasidėjus vegetacijai (Опюнас, 1972; Mälkönen, 1974; Helmisaari, 1992; Augustaitis, 1998).

Iš 7.1 ir 7.2 pav. pateiktų duomenų matome, kad bendro nuokritų kiekio sezoninė kaita skirtingais metais nėra vienoda, tačiau bendros tendencijos išlieka. Pavyzdžiui, didesni nuokritų masės svyravimai nustatyti rugsėjo–spalio mėn., kuomet nuokritų kiekis 2005 m. buvo 1,7 karto didesnis negu 2003 m. ar 2004 m., o 2006 m. dar sumažėjo. Tikėtina, kad 2005 m. rudenį daugiau

nuokritų susiformavo dėl sezonui neįprastų klimatinių sąlygų: 2005 m. rugpjūčio–rugsėjo mėn. iškrito žymiai mažiau kritulių negu tuo pat metu 2003, 2004 ir 2006 metais. Nuokritų ir kritulių kiekių priklausomybė taip pat nustatyta ir ankstesniuose tyrimuose (Augustaitis, 1998). 2007 metų duomenys 3M ir 6M bareliuose labai aiškiai išryškina 2 nuokritų masės pikus, kurie atitinka viso tirta laikotarpio vidutinę sezoninę nuokritų masės kaitą.



7.2 pav. Bendra nuokritų masės sezoninė kaita 6M barelyje 2002–2007 metais

Išryškėjantys nuokritų masės pikai (balandžio–birželio ir rugsėjo–spalio mėn.) aiškinami analizuojant skirtingų nuokritų frakcijų masės kaitą. Didžiausią medžių nuokritų dalį (vidutiniškai 52–60% nuo bendro nuokritų kiekio) 6M barelyje 2005–2007 m. sudarė nukrentantys spygliai, kurių žiemos mėnesiais ir ankstyvą pavasarį nukrito apie 10%, vasarą – apie 20%, o rudenį net 70–80% (7.2 lentelė). Lyginant su kitų metų (2003, 2004, 2006, 2007 m.) duomenimis, žymus nukrentančių spyglių padidėjimas išryškėjo 2005 m., kai rugsėjo–spalio mėnesiais nukrito beveik 2 kartus daugiau spyglių. 2007 m. daugiausia spyglių nukrito spalio–lapkričio mėn. (daugiau negu 500 kg ha⁻¹), taip pat nemažai jų nukrito vasaros mėnesiais (130–180 kg ha⁻¹).

Kitų nuokritas sudarančių frakcijų – šakų, kankorėžių ir žievės – bendra masė taip pat priklauso nuo sezono. Daugiausia šakų, žievės ir kankorėžių krinta vegetacijos metu, gegužės–

liepos mėn., 2007 m. 6 M barelyje tai sudarė apie 30% nuo bendros nuokritų masės. Tuo tarpu rudenį nuokritose dominuoja spygliai, kitos nuokritų frakcijos sudaro tik apie 10%.

Panašiai skirtingų nuokritų frakcijų masė pasiskirstė ir 3M barelyje (7.1 lentelė). 2007 m. daugiausia spyglių susiformavo spalio mėn. – 790 kg ha⁻¹ per mėn. Gegužės-rugsėjo mėnesiais nukrito apie 130-250 kg ha⁻¹ spyglių per mėn. Daugiausia šakelių nuokritose rasta vasarą, o mažiausia – rudenį ir žiemą.

2007 m. 3M barelyje susiformavo apie 3,4 t ha⁻¹ nuokritų, iš kurių 2,1 t ha⁻¹ sudarė spygliai. 6M barelyje augančiame pušyne vidutiniškai 2002-2007 m. susiformavo apie 1,5–2,7 t spyglių ha⁻¹ per metus (2007 m. – 1,6 t ha⁻¹), o bendras nuokritų kiekis sudarė apie 3–3,8 t ha⁻¹ per metus (2007 m. – apie 3,5 t ha⁻¹).

2007 m. išryškėjo du nuokritų masės pikai, kurie atitinka per 2002-2007 m. laikotarpį nustatytą nuokritų masės sezoninę kaitą. 6-ių metų duomenų seka 6M barelyje parodo, kad apie 40% bendro nuokritų kiekio susiformuoja balandžio–birželio ir rugsėjo–spalio mėn. Per metus susiformuoja apie 3,4-3,5 t ha⁻¹ nuokritų, iš kurių 1,6-2,1 t ha⁻¹ sudaro spygliai.

7.1 lentelė Nuokritų kiekiai (kg/ha per mėnesį) 3M barelyje 2007 metais

Data	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	Vidutiniškai		
Bendra nuokritų masė, kg/ha per mėn.													
20070402	84,9	68,9	98,3	81,6	72,4	112,0	87,8	131,7	268,2	83,9	109,0	±	18,7
20070503	59,2	43,6	49,6	0,0	124,0	34,4	23,6	28,0	271,2	72,0	70,6	±	24,7
20070604	828,4	216,0	460,1	315,8	256,9	299,6	825,4	528,4	900,0	346,5	497,7	±	82,6
20070704	304,0	495,6	507,2	466,4	318,4	292,8	211,6	436,0	184,0	576,0	379,2	±	42,5
20070801	307,9	354,6	427,0	372,4	346,8	957,1	427,4	493,7	713,4	500,7	490,1	±	63,4
20070831	278,6	198,0	320,1	237,0	437,1	352,3	409,7	375,4	270,4	317,1	319,6	±	24,0
20071002	355,5	271,5	273,0	287,6	450,8	296,3	345,4	482,6	250,5	238,5	325,2	±	26,4
20071105	649,1	679,3	848,0	754,2	828,4	908,4	894,5	1034,2	888,4	780,4	826,5	±	36,4
20071204	418,8	259,0	221,0	459,7	241,7	258,2	220,6	241,2	274,8	233,8	282,9	±	26,8
20080103	16,4	53,2	68,4	67,2	88,0	101,2	86,4	50,0	48,0	77,2	65,6	±	7,8
Nukritusių spyglių masė, kg/ha per mėn.													
20070402	28,9	23,9	30,3	30,2	35,2	44,9	20,9	54,6	157,2	32,9	45,9	±	12,8
20070503	15,6	17,6	13,6	0,0	10,4	21,6	6,0	4,4	9,2	39,6	13,8	±	3,5
20070604	177,4	144,0	109,9	126,4	166,1	131,3	194,6	196,5	159,4	133,5	153,9	±	9,4
20070704	122,0	98,0	116,8	152,0	183,6	137,2	106,4	48,8	75,6	244,8	128,5	±	17,6
20070801	185,0	218,1	239,6	234,6	207,7	331,0	213,1	242,9	256,6	249,5	237,8	±	12,4
20070831	211,3	165,4	260,1	181,3	330,0	190,3	163,3	174,0	173,6	179,6	202,9	±	16,8
20071002	292,1	233,6	235,5	223,1	388,1	247,9	237,4	277,9	169,1	177,4	248,2	±	19,7
20071105	631,3	664,4	828,7	732,0	810,2	814,5	867,6	1018,5	790,5	698,5	785,6	±	35,5
20071204	239,2	202,8	180,4	210,6	199,9	191,6	199,9	188,3	250,3	204,4	206,7	±	7,0
20080103	11,2	47,6	49,2	50,4	62,4	83,6	77,2	36,8	42,8	58,4	52,0	±	6,5
Nukritusių kankorėžių masė, kg/ha per mėn.													
20070402	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	±	0,00
20070503	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	±	0,00
20070604	502,1	0,0	179,3	51,0	0,0	0,0	327,8	141,0	559,1	0,0	176,0	±	68,1
20070704	0,0	218,0	204,8	0,0	0,0	0,0	0,0	263,6	0,0	0,0	68,6	±	35,3
20070801	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	166,8	17,4	18,4	±	16,6
20070831	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	±	0,00
20071002	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	114,8	0,0	0,0	11,5	±	11,5
20071105	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	±	0,00
20071204	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	±	0,00
20080103	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	±	0,00
Nukritusių šakelių masė, kg/ha per mėn.													
20070402	30,2	18,5	17,3	13,3	2,4	11,5	4,9	33,7	61,2	5,0	19,8	±	5,7
20070503	5,6	0,0	8,0	0,0	66,0	0,0	0,0	0,0	225,6	12,8	31,8	±	22,5
20070604	46,9	4,5	53,3	19,5	13,1	26,6	118,1	65,6	13,9	38,3	40,0	±	10,7
20070704	33,6	31,6	5,2	170,0	5,6	4,4	18,8	5,6	32,4	235,2	54,2	±	25,5
20070801	20,7	9,5	34,3	0,0	41,0	417,5	22,8	25,2	53,8	22,3	64,7	±	39,5
20070831	15,4	0,0	0,0	0,0	51,9	0,0	6,4	0,0	0,0	68,6	14,2	±	7,9
20071002	25,9	6,8	9,8	34,5	25,1	0,0	0,0	3,8	1,5	0,0	10,7	±	4,1
20071105	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	29,5	0,0	0,0	45,1	63,3	13,8	±	7,5
20071204	111,3	24,0	0,0	225,5	6,6	19,0	0,0	19,9	0,0	11,2	41,8	±	22,9
20080103	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	6,0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,6	±	0,6

7.1 lentelės tęsinys

Data	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	Vidutiniškai	
	Žievė ir kt., kg/ha per mėn.											
20070402	25,9	26,6	50,7	38,0	34,8	55,7	62,0	43,4	49,8	46,0	43,3	± 3,8
20070503	38,0	26,0	28,0	0,0	47,6	12,8	17,6	23,6	36,4	19,6	25,0	± 4,3
20070604	102,0	67,5	117,8	118,9	77,6	141,8	184,9	125,3	167,6	174,8	127,8	± 12,6
20070704	148,4	148,0	180,4	144,4	129,2	151,2	86,4	118,0	76,0	96,0	127,8	± 10,5
20070801	102,2	127,0	153,1	137,8	98,1	208,6	191,6	225,5	236,3	211,4	169,2	± 16,4
20070831	51,9	32,6	60,0	55,7	55,3	162,0	240,0	201,4	96,9	69,0	102,5	± 22,9
20071002	37,5	31,1	27,8	30,0	37,5	48,4	108,0	86,3	79,9	61,1	54,8	± 8,8
20071105	17,8	14,9	19,3	22,2	18,2	64,4	26,9	15,6	52,7	18,5	27,1	± 5,4
20071204	68,3	32,3	40,6	23,6	35,2	47,6	20,7	33,1	24,4	18,2	34,4	± 4,8
20080103	5,2	5,6	19,2	16,8	25,6	11,6	9,2	13,2	5,2	18,8	13,0	± 2,2

7.2 lentelė Nuokritų kiekiai (kg/ha per mėnesį) 6M barelyje 2007 metais

Data	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	Vidutiniškai	
	Bendra nuokritų masė, kg/ha per mėn.											
20070402	134,4	162,9	138,7	111,6	107,9	139,4	110,4	126,6	149,7	122,3	130,4	± 5,7
20070503	160,8	134,4	156,8	189,2	136,0	142,4	224,4	135,2	126,4	118,0	152,4	± 10,3
20070604	536,6	846,0	581,3	299,3	184,9	184,5	262,5	394,1	181,5	435,4	390,6	± 68,3
20070704	682,4	839,2	610,0	914,8	727,2	1487,6	285,6	384,0	76,4	214,0	622,1	± 130,4
20070802	338,9	272,3	342,6	884,7	252,0	673,7	419,2	584,7	427,4	0,0	419,5	± 77,9
20070831	380,1	409,3	293,6	373,7	244,3	217,3	204,9	387,0	197,6	222,9	293,1	± 27,2
20071002	552,0	364,5	312,4	341,6	240,4	194,6	219,0	329,6	247,1	413,3	321,5	± 33,8
20071105	1202,5	893,8	777,8	717,5	630,2	553,1	502,9	593,5	415,3	463,3	675,0	± 74,8
20071204	295,4	201,9	301,2	215,6	356,3	432,0	235,0	221,0	235,4	166,3	266,0	± 25,5
20080103	90,8	27,6	46,4	82,0	121,2	62,4	95,6	77,6	72,0	77,6	75,3	± 8,2
	Nukritusių spyglių masė, kg/ha per mėn.											
20070402	65,7	56,9	62,2	60,8	56,4	92,4	69,6	76,6	70,0	53,3	66,4	± 3,7
20070503	116,8	78,8	63,2	74,8	88,8	101,2	138,0	83,6	67,6	65,6	87,8	± 7,7
20070604	118,5	55,5	127,5	50,6	86,6	81,0	32,6	120,8	67,5	51,0	79,2	± 10,6
20070704	116,0	222,4	96,0	75,6	84,4	48,0	79,2	136,8	52,0	77,2	98,8	± 16,1
20070802	138,2	146,9	146,9	109,7	108,0	222,2	164,3	241,7	150,2	0,0	142,8	± 20,9
20070831	179,6	195,0	168,0	180,4	84,9	97,3	106,3	156,0	83,6	67,7	131,9	± 15,3
20071002	267,8	287,6	230,6	221,3	136,1	112,1	141,0	108,0	123,8	185,6	181,4	± 21,1
20071105	842,9	784,0	686,2	665,1	506,9	533,1	478,2	514,9	257,1	173,1	544,1	± 67,4
20071204	227,6	180,4	235,9	186,6	291,7	284,3	184,6	186,6	167,6	124,1	206,9	± 16,6
20080103	60,0	21,2	29,2	53,2	71,6	45,2	85,2	45,6	54,8	58,4	52,4	± 5,9
	Nukritusių kankorėžių masė, kg/ha per mėn.											
20070402	0,0	51,4	0,0	0,0	0,0	7,6	0,0	0,0	24,7	0,0	8,4	± 5,4
20070503	0,0	0,0	0,0	65,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	6,5	± 6,5
20070604	285,8	716,3	300,0	141,4	0,0	0,0	186,8	114,4	0,0	232,1	197,7	± 68,0
20070704	346,0	238,8	381,2	603,6	526,0	1360,0	135,2	0,0	0,0	0,0	359,1	± 130,9
20070802	0,0	0,0	0,0	480,4	0,0	0,0	0,0	96,0	0,0	0,0	57,6	± 47,9
20070831	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	32,6	3,3	± 3,3
20071002	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	102,8	0,0	0,0	10,3	± 10,3
20071105	191,3	0,0	0,0	0,0	82,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	27,3	± 20,0
20071204	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	± 0,0
20080103	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	± 0,0

7.2 lentelės tęsinys

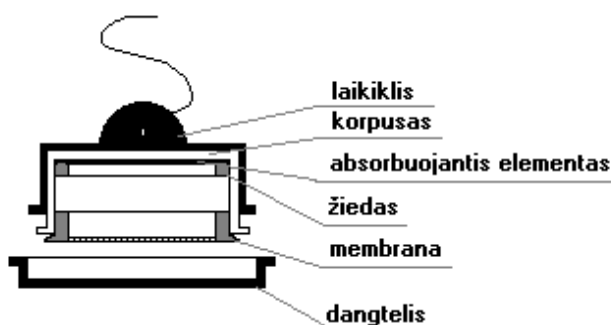
Data	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	Vidutiniškai		
Nukritusių šakelių masė, kg/ha per mėn.													
20070402	38,6	14,6	44,5	9,6	33,4	11,3	10,2	15,6	17,5	27,4	22,3	±	4,0
20070503	17,6	16,0	55,6	0,0	8,4	7,2	16,4	28,0	5,2	13,6	16,8	±	5,0
20070604	16,5	6,4	15,0	34,9	14,3	36,8	12,0	25,9	8,3	18,0	18,8	±	3,3
20070704	19,6	208,0	40,0	72,4	34,8	27,2	22,8	186,0	24,4	26,4	66,2	±	22,4
20070802	29,8	20,3	17,4	110,5	22,8	231,7	9,1	33,9	82,3	0,0	55,8	±	22,3
20070831	6,9	39,0	9,4	39,4	16,3	6,9	0,0	75,4	37,7	13,7	24,5	±	7,3
20071002	23,6	20,3	1,5	48,8	10,9	4,9	0,0	11,6	3,8	10,9	13,6	±	4,6
20071105	110,5	21,1	5,8	5,8	7,6	4,7	9,1	6,2	17,8	0,0	18,9	±	10,4
20071204	23,2	0,0	26,1	0,0	36,4	53,4	17,0	13,7	26,9	14,9	21,1	±	5,1
20080103	0,0	0,0	0,0	0,0	17,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,7	±	1,7
Žievė ir kt., kg/ha per mėn.													
20070402	30,2	40,0	32,1	41,3	18,1	28,2	30,6	34,4	37,5	41,7	33,4	±	2,3
20070503	26,4	39,6	38,0	49,2	38,8	34,0	70,0	23,6	53,6	38,8	41,2	±	4,3
20070604	115,9	67,9	138,8	72,4	84,0	66,8	31,1	133,1	105,8	134,3	95,0	±	11,4
20070704	200,8	170,0	92,8	163,2	82,0	52,4	48,4	61,2	0,0	110,4	98,1	±	20,0
20070802	170,9	105,1	178,3	184,1	121,2	219,7	245,8	213,1	194,9	0,0	163,3	±	22,6
20070831	193,7	175,3	116,1	153,9	143,1	113,1	98,6	155,6	76,3	108,9	133,5	±	11,6
20071002	260,6	56,6	80,3	71,6	93,4	77,6	78,0	107,3	119,6	216,8	116,2	±	21,4
20071105	57,8	88,7	85,8	46,5	33,5	15,3	15,6	72,4	140,4	290,2	84,6	±	25,8
20071204	44,7	21,5	39,3	29,0	28,1	94,3	33,5	20,7	41,0	27,3	37,9	±	6,8
20080103	30,8	6,4	17,2	28,8	32,4	17,2	10,4	32,0	17,2	19,2	21,2	±	2,9

8. ORO TARŠOS TYRIMAI

8.1. SO₂, NO₂, NH₃ ir O₃ koncentracijos

Oro teršalai gali sukelti tiesioginį neigiamą poveikį miško medžiams ir miško ekosistemoms. Žinios apie teršalų koncentracijas ore taip pat pasitarnauja ne tikrai įvertinant oro taršą miško ekosistemose, bet ir skaičiuojant į miškus patenkančius sausų teršalų srautus. Azoto dioksidas, sieros dioksidas ir priežemio ozonas yra vieni iš svarbiausių teršalų, tiesiogiai veikiančių augmeniją (UN/ECE, 1998). Pagal Europos miškų monitoringo programą (ICP-Forests) intensyviojo monitoringo bareliuose numatyta vykdyti ozono, azoto dioksido, sieros dioksido koncentracijų, o pastaraisiais metais pradedami ir amoniako matavimai.

Kadangi stacionarių oro monitoringo stočių sistema yra brangi ir reikalauja elektros energijos, greta šių sistemų naudojami ir paprastesni, nebrangūs, tačiau pakankamai efektyvūs oro monitoringo metodai. Jie dažniausiai pagrįsti pasyvaus kaupimo filtrų naudojimu, įgalinančiu periodiškai vykdyti oro kokybės stebėjimus gana tankiame monitoringo taškų tinkle (Kilikevičius ir kt., 2003). 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). Šiuo metodu galima nustatyti teršalo (NO_x, O₃, SO₂, NH₃, HC, kietų dalelių) vidutinę tyrimo laikotarpio paros koncentraciją (Naujokienė, 1999). Pasyvaus kaupiklio schema pateikta 8.1 pav.



8.1 pav. Pasyvaus kaupiklio schema

Kaip azoto dioksidą ir sieros dioksidą kaupiantis elementas naudojamas Whatman 1Chr filtrinis popierius, impregnuotas 0,1 ml 20 proc. vandeniniu TEA (trietanolamino) tirpalu (Krochmal et al., 1995). Pažemio ozono nustatymo atveju kaip kaupiantysis elementas buvo naudojamas stiklo pluošto filtras, impregnuotas 1,2-di(4-pyridyl)etilenų ir acetatinės rūgšties tirpalu (DPE) (Thomas et al., 1966). Kaupikliai atidaromi prieš pat eksponavimą ir kabinami 2-3 m aukštyje nuo žemės paviršiaus. O₃ kaupikliai kabinami po specialia priedanga nuo tiesioginių saulės

spindulių. Azoto dioksido ir sieros dioksido kaupikliai eksponuojami apie 1-2 savaites, o ozono -3-5 dienas.

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

Pažemio ozono atveju pasyvūs kaupikliai analizuojami spektrofotometriškai (bangos ilgis λ=442 nm) po ekstrakcijos distiliuotu vandeniu ir reakcijos su 3-metil-2-benztioazolinono - hidrazino hidroklorido (3-MBTH) termostate (Monn et al., 1990). Pažemio ozono koncentracija nustatoma iš gradavimo grafiko (naudojome VDU doc. dr. G. Kilikevičiaus sudarytą kalibracinę kreivę).

SO₂, NO₂ ir NH₃ bandiniai buvo analizuojami Fizikos instituto Atmosferos užterštumo tyrimo sektoriaus laboratorijoje (vad. dr. D. Šopauskienė), keletą kartų dalyvavusioje ICP-Forests organizuotuose interkalibraciniuose patikrinimuose. O₃ bandiniai analizuoti VDU Aplinkotyros katedroje (doc. dr. G. Kilikevičius).

Azoto dioksido, sieros dioksido, amoniako bei pažemio ozono koncentracijų tyrimai 2007 m. buvo vykdomi dviejuose intensyvaus monitoringo bareliuose (3M ir 6M) saulės apšviestoje vietoje (kirtavietės, išskirtos monitoringo barelių aplinkoje).

Vidutinės 2007 m. matavimų laikotarpių paros O₃ koncentracijų reikšmės 3M ir 6M bareliuose pateiktos 8.1 lentelėje.

8.1 lentelė. Vidutinės 2007 m. matavimų laikotarpių paros O₃ koncentracijos 3M ir 6M bareliuose

Matavimų datos (mėnuo, dienos)	Vidutinė matavimų laikotarpių paros O ₃ koncentracija, μg/m ³	Matavimų datos (mėnuo, dienos)	Vidutinė matavimų laikotarpių paros O ₃ koncentracija, μg/m ³
3M		6M	
05.29-06.01	45,4	05.29-06.01	62,9
06.01-06.04	48,2	06.01-06.04	47,5
07.27-08.01	29,5	07.27-08.01	19,9
08.10-08.13	30,4	08.10-08.13	34,5
08.20-08.23	46,4	08.21-08.23	52,6
08.23-08.27	21,8	08.23-08.27	19,7
08.31-09.04	27,7	09.03-09.06	32,5

Didžiausiomis O₃ koncentracijomis 2007 m. išsiskyrė gegužės mėn. pabaiga - birželio mėn. pradžia (vidurkis – 51,0 μg/m³), bei rugpjūčio mėn. pabaiga (vidurkis – 49,5 μg/m³). Tokius koncentracijos svyravimus galima paaiškinti tyrimų laikotarpiais buvusiomis meteorologinėmis sąlygomis. Ozono koncentracijos susidarymui įtakos turi temperatūra, vėjo greitis, kritulių kiekis (iškritęs didelis kiekis kritulių apvalo atmosferą nuo teršalų), saulės spinduliuotės intensyvumas,

kitų atmosferos komponentų koncentracijos. Vidutinė per visą tyrimų laikotarpį ozono koncentracija 3M barelyje buvo 35,6 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, o 6M barelyje šiek tiek didesnė – 38,5 $\mu\text{g}/\text{m}^3$.

Vidutinės matavimų laikotarpių paros NO_2 koncentracijų reikšmės 3M ir 6M bareliuose pateiktos 8.2 lentelėje.

8.2 lentelė. Vidutinės 2007 m. matavimų laikotarpių paros NO_2 koncentracijos 3M ir 6M bareliuose

Matavimų datos (mėnuo, dienos)	Vidutinė matavimų laikotarpių paros NO_2 koncentracija, $\mu\text{g}/\text{m}^3$	
	3M	6M
05.29-06-07	14,4	13,2
06.29-07.13	8,7	10,7
08.10-08.20	Mažiau nustatymo ribos	Mažiau nustatymo ribos
08.30-09.12	11,2	10,6
Vidutinė	11,4	11,5

Didžiausia vidutinė tyrimo laikotarpio koncentracija nustatyta gegužės mėn. pabaigoje - birželio mėn. ir vidutiniškai siekė 13,8 $\mu\text{g}/\text{m}^3$. Mažiausia vidutinė koncentracija nustatyta liepos mėn. pradžioje ir buvo 9,7 $\mu\text{g}/\text{m}^3$. Vidutinės NO_2 koncentracijos per tyrimų laikotarpį 3M barelyje ir 6M barelyje praktiškai nesiskyrė ir atitinkamai buvo lygios 11,4 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ir 11,5 $\mu\text{g}/\text{m}^3$.

Didžiausia per visą laikotarpį nustatyta vidutinė SO_2 koncentracija buvo rugpjūčio mėn. ir siekė 2,5 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, o mažiausia – birželio mėn. pradžioje ir buvo lygi 0,6 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (8.3 lent.). Skirtumų tarp atskirų barelių nenustatyta: 3M barelyje vidutinė SO_2 koncentracija koncentracijos per tyrimų laikotarpį buvo 1,5 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, o 6M barelyje – 1,4 $\mu\text{g}/\text{m}^3$.

8.3 lentelė. Vidutinės 2007 m. matavimų laikotarpių paros SO_2 koncentracijos 3M ir 6M bareliuose

Matavimų datos (mėnuo, dienos)	Vidutinė matavimų laikotarpių paros SO_2 koncentracija, $\mu\text{g}/\text{m}^3$	Matavimų datos (mėnuo, dienos)	Vidutinė matavimų laikotarpių paros SO_2 koncentracija, $\mu\text{g}/\text{m}^3$
05.29-06.07	0,4	05.29-06.07	0,8
06.29-07.13	Nėra duomenų	06.29-07.13	Nėra duomenų
08.10-08.20	2,2	08.10-08.21	2,8
08.31-09.12	1,9	09.03-09.12	0,6
Vidutinė	1,5	Vidutinė	1,4

Amoniakio koncentracija per visą tyrimų laikotarpį 2007 m. siekė 3,4 $\mu\text{g}/\text{m}^3$. Didžiausia vidutinė amoniako koncentracija (4,8 $\mu\text{g}/\text{m}^3$) nustatyta birželio mėn. pradžioje, o taip pat 3M barelyje rugpjūčio mėn. viduryje (4,7 $\mu\text{g}/\text{m}^3$). (8.4 lent.). Šiek tiek didesnė vidutinė amoniako koncentracija buvo nustatyta 3M barelyje (3,7 $\mu\text{g}/\text{m}^3$) nei 6M barelyje (3,0 $\mu\text{g}/\text{m}^3$).

8.4 lentelė. Vidutinės 2007 m. matavimų laikotarpių paros NH₃ koncentracijos 3M ir 6M bareliuose

Matavimų datos (mėnuo, dienos)	Vidutinė matavimų laikotarpių paros NH ₃ koncentracija, μg/m ³	Matavimų datos (mėnuo, dienos)	Vidutinė matavimų laikotarpių paros NH ₃ koncentracija, μg/m ³
3M		6M	
05.29-06.07	6,2	05.29-06.07	3,4
07.10-07.27	2,2	07.10-07.27	2,6
07.27-08.10	1,7	07.27-08.10	2,4
08.10-08.20	4,7	08.10-08.21	Mažiau nustatymo ribos
08.31-09.12	Mažiau nustatymo ribos	09.03-09.12	3,7
Vidutinė	3,7	Vidutinė	3,0

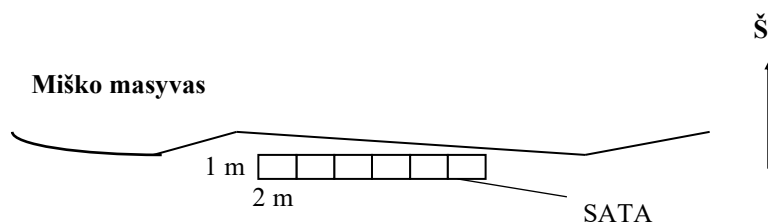
Apibendrinant 2007 metų oro taršos intensyvaus monitoringo bareliuose duomenis, reikia pažymėti, kad oro tarša NO₂, SO₂, NH₃ ir O₃ buvo artima vidutinėms Lietuvai būdingoms reikšmėms ir leistinų ribų neviršijo.

8.2. Vizualiai matomų ozono pažeidimų įvertinimas intensyvaus monitoringo bareliuose

Nuo 1980-ųjų buvo rimtai susidomėta ozono poveikiu augalijai (UN/ECE, 1998). Ozonas laikomas vienu iš pagrindinių veiksnių, lemiančių su oro tarša susijusį miškų būklės blogėjimą Šiaurės Amerikoje ir Europoje (Szaro et al., 2002). Nustatyta, kad aplinkos ore sutinkamos O₃ koncentracijos gali sukelti įvairius augalijos pažeidimus, įskaitant vizualius lapų pažeidimus, augimo ir derliaus sumažėjimą bei padidintą jautrumą biotiniams ir abiotiniams stresoriams, sumažinti adaptacijos galimybes. Nuo 1993 m. Šveicarijoje, Ispanijoje ir kitose Europos valstybėse buvo nustatyta daugiau nei 100 ozonui jautrių augalų rūšių ir šis sąrašas nuolat pildomas (Innes et al., 2001).

Pagal ICP-Forests "Submanual on Assessment of Ozone Injury on Intensive Monitoring Plots" pateiktą metodiką (UN/ECE, 2004), 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 pakraštyje. Pamiškės juosta padalinama į 1x2 m plotelius. Ozono pažeidimų ieškoma atsitiktiniu būdu parinktuose ploteliuose (ne mažiau nei 10-yje). Schematinis tyrimų vietos vaizdas pateiktas 8.2 paveiksle.

Ozono sukeltų pažeidimų ieškoma nuolatos saulės apšviestose augalų lapų pusėse. Dėmesys kreipiamas į sumedėjusius augalus. Ant augalų lapijų aptikti požymiai buvo specifiniais laikomi ozono sukeltais, jei 1) tokių pažeidimų nebuvo ant kontrolinių augalų, 2) simptomai (tolygiai pasiskirstę smulkūs juosvi, rusvi taškeliai) pasireiškė tik ant viršutinės lapų pusės, 3) tokių pažeidimų nebuvo ant lapų gyslų, 4) daugiau pažeidimų nustatyta ant senesnių nei ant jaunesnių lapų.



8.2 pav. Schematinis vizualių ozono sukeltų pažeidimų tyrimų vietos vaizdas

Spygliuočiams ozono sukelti pažeidimai nustatomi viršutinėse lajos dalyse, viršutinėse šakų ir spyglių pusėse. Dažniausiai pasitaikantis požymis – tai chlorozinės dėmės - geltonos arba šviesiai žalios sritys, kurios neturi aiškios ribos. Dažnai chlorozinės dėmės atsiranda tik ant senesnių nei vieneri metai (ant antrų metų ir senesnių) spyglių. Dėmėtumas saulės apšviestose spyglių vietose gali būti didesnis nei vietose, kurios patenka į šešėlį.

2007 rugpjūčio 18 d. – rugsėjo 10 d. pagal ICP-Forests pateiktą metodiką (UN/ECE, 2004) atliktas vizualių ozono sukeltų pažeidimų vertinimas pagrindinėms medžių rūšims 8-į II lygio monitoringo barelių aplinkoje išskirtose SATA teritorijose. Naudojantis GPRS sistema patikslintos visų SATA koordinatės.

Panašių į ozono sukeltų vizualių lapijos pažeidimų gausumas 9-iose tirtose SATA teritorijose pateiktas 8.5 lentelėje. Tokie pažeidimai nustatyti ant 9 miško augalų rūšių. Panašių į ozono sukeltus pažeidimus buvo negausu visose SATA, o 3M barelio aplinkoje tokių pažeidimų iš viso nenustatyta. Kaip ir ankstesnių tyrimų metu daugiausiai pažeidimų nustatyta ant paprastosios avietės lapų – 6 iš 9 SATA. Iš dalies tokius rezultatus galima paaiškinti tuo, kad avietės yra vyraujantis kirtaviečių augalas, o SATA teritorijos dažniausiai buvo kirtavietės arba miško pakraštys.

Šių metų vasaros sezono meteorologinės sąlygos buvo nepalankios aukštų ozono koncentracijų susidarymui, o tai nulėmė ir negausius augalijos pažeidimus.

8.5 lentelė. Rastų panašių į ozono sukeltus vizualių lapijos pažeidimų gausumas intensyvaus monitoringo barelių aplinkoje 2007 08 18 – 09 10

Rūšis	Vidutinis pažeidimų gausumas (%) ir plotelių skaičius, kuriuose nustatyti pažeidimai								
	SATA numeris								
	1M	2M	3M	4M	5M	6M	7M	8M	10M
Paprastoji avietė	6 (2)			1 (4)	2 (5)	2 (2)	2 (5)	2 (1)	
Blindė					5 (1)				5 (3)
Paprastasis ožekšnis				1 (2)					
Uosis				1 (1)				1 (2)	
Paprastasis šaltekšnis									5 (1)
Lazdynas		3 (1)							
Raudonoji sedula		1 (1)							
Juodalksnis						3 (4)			
Vėlyvoji ieva								1 (1)	

APIBENDRINIMAS IR IŠVADOS

2007 metais II lygio (intensyvaus miško ekosistemų) monitoringo darbai atlikti pagal numatytą ir jau daugelį metų funkcionuojančią schemą, suderintą su ICP-Forests programos reikalavimais ir metodika. Vienas iš svarbiausių ir pagrindinių šio darbo tikslų – surinkti ir pateikti užsakovui (Nacionaliniam koordinaciniam centrui), visuomenei, politikams bei mokslininkams objektyvią informaciją apie miško ekosistemų būklę ir jos kaitą, tinkamai atstovauti Lietuvos Respubliką ES programoje ICP-Forests ir Forest Focus, vykdant darbus, kurie atsispindi šio darbo vykdymo sutarties techninėje užduotyje bei kalendoriniame darbų plane:

- 1) rinkti, analizuoti ir apibendrinti II lygio miškų monitoringo duomenis 9 išskirtuose intensyvaus monitoringo bareliuose (IMB) pagal numatytą periodiškumą, metodus ir apimtis;
- 2) formuoti duomenų bazes (sekas), skirtas miško ekosistemų ir atskirų jų komponentų būklės ir jos kaitos mokslinei analizei;
- 3) rengti ir pateikti specialias intensyvaus monitoringo duomenų bylas bei anketas Europos miškų monitoringą koordinuojančioms institucijoms;
- 4) techniškai ir metodiškai ruošti ir vykdyti intensyvaus monitoringo plėtrą.

Analizuojant ir apibendrinant II lygio miškų monitoringo 2007 metų duomenis išryškėjo kai kurios miško ekosistemų ir atskirų jų komponentų būklės pokyčių tendencijos, kurias, deja, dėl mažo tyrimo objektų reprezentatyvumo, tik iš dalies galima vertinti kaip bendras visai Lietuvai. Pagal 2007 metų monitoringo rezultatus ir 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, vykdyto Valstybinės miškotvarkos tarnybos specialistų, metu nustatytas miškų būklės kaitos tendencijas. Vidutinė 1-3 Krafto klasės medžių defoliacija II lygio bareliuose 2007 m. buvo $19,3 \pm 0,6\%$ ir, lyginant su 2006 metų duomenimis, ji 1,2% sumažėjo (statistikai nepatikimai). Vidutinės lajos defoliacijos sumažėjimą labiausiai lėmė medžių būklės pagerėjimas 1M barelyje. Kituose IMB vidutinės defoliacijos pokytis buvo neesminis. Blogiausia medžių būklė visgi išlieka 1M barelyje (uosyne), kur vidutinė lajų defoliacija 2007 metais buvo 34,6%;
- 2) Suminių teršalų iškritų (depozicijų) duomenys, rodo, kad S iškritos išlaiko mažėjimo tendenciją miške ir atviroje vietoje. 3M barelyje 2007 m. atviroje vietoje su krituliais pateko 3,4 kg/ha sieros, 4,3 kg/ha nitratinio azoto ir 3,3 kg/ha amonio, o 6M – atitinkamai 4,8, 5,3 ir 5,5 kg/ha;

- 3) Bendrosios azoto iškritos (amonio ir nitratinio) nagrinėjamoju laikotarpiu (1999-2007) 6 M barelyje turi tendenciją didėti. Jų 2-4 kg daugiau iškrenta po medžių lajomis nei atviroje vietoje. Per metus azoto iškritos atviroje vietoje siekia 7,5-10 kg/ha, o po medžių lajomis – 9,8-12 kg/ha.
- 4) Dirvožemio tirpalo tyrimai, parodė, kad dėl teršalų iškritų vykstantys cheminiai pokyčiai yra menki. 3M barelyje 20 ir 50 cm gyliuose vakuuminiuose lizimetruose susikaupusiam dirvožemio tirpale didžiausia nustatyta koncentracija buvo N-NO_3^- – 0,35–0,44 mg L⁻¹, žymiai mažiau nustatyta K^+ – 0,59–1,59 mg L⁻¹, Ca^{2+} – 0,79–7,04 mg L⁻¹, Mg^{2+} – 0,18–1,01 mg L⁻¹, suminio Al – 0,01–0,53 mg L⁻¹. Dirvožemio tirpale nustatyta didžiausia organinės anglies koncentracija – 30,30±9,00 mg L⁻¹ 20 cm gylyje ir 13,51±4,00 mg L⁻¹ 50 cm gylyje (apie 2,2 karto mažiau, lyginant su šaknų zona). Apibendrinant reikia pažymėti, kad 2007, kaip ir ankstesniais metais, dirvožemio tirpalo tyrimai, vykdyti išplautžemiuose (Luvisols) parodė, kad dėl teršalų iškritų vykstantys dirvožemio tirpalo cheminiai pokyčiai nėra žymūs. Jie tik parodo natūralų cheminių medžiagų išsiplovimą, nekeltą grėsmės dirvožemių ar gruntinių vandenų užtaršai, gyvosios dirvožemio dangos pokyčiams bei šaknų augimui;
- 5) Vertinant vidutines cheminių elementų koncentracijas lapijoje, nustatyta, kad, lyginant su 2005 metais, 2007 metais nežymiai sumažėjo bendrojo azoto, o padidėjo, bendrojo kalcio ir bendrojo fosforo koncentracijos. Gauti lapijos cheminės analizės duomenys artimi vidutinėms reikšmėms Europoje nustatytoms pagal intensyvaus miškų monitoringo rezultatus;
- 6) Nuokritų struktūra priklauso nuo įvairių aplinkos, ypač klimatinių veiksnių. 2007 m. 3M barelyje susiformavo apie 3,4 t ha⁻¹ nuokritų, iš kurių 2,1 t ha⁻¹ sudarė spygliai. 6M barelyje augančiame pušyne vidutiniškai 2002-2007 m. susiformavo apie 1,5–2,7 t spyglių ha⁻¹ per metus (2007 m. – 1,6 t ha⁻¹), o bendras nuokritų kiekis sudarė apie 3–3,8 t ha⁻¹ per metus (2007 m. – apie 3,5 t ha⁻¹);
- 7) Pagal 2007 metais oro taršos II lygio bareliuose duomenis, galima konstatuoti, kad oro tarša NO_2 , SO_2 , NH_3 ir O_3 buvo artima vidutinėms Lietuvai būdingoms reikšmėms ir leistinų ribų neviršijo;
- 8) Pagal ozono sukeltų vizualiai matomų augalijos pažeidimų vertinimo rezultatus išryškėjo, tokie pažeidimai nustatyti ant 9 miško augalų rūšių. Panašių į ozono sukeltus pažeidimus buvo negausu visose aikštelėse. Kaip ir ankstesnių tyrimų metu daugiausiai pažeidimų nustatyta ant paprastosios avietės lapų – 6 iš 9 IMB. 2007 metų vasaros sezono meteorologinės sąlygos buvo nepalankios aukštų ozono koncentracijų susidarymui ir tai nulėmė negausius augalijos pažeidimus.

LITERATŪRA

1. Augustaitis A. 1998. Sezoninė nuokritų dinamika ir sunkiųjų metalų srautai integruoto monitoringo stotyse. *Miškininkystė* 1 (41), p. 5-16.
2. Abrahamsen G. 1980. Acid precipitation, plant nutrients and forest growth. Ecological impact of acid precipitation. In: *Proc. Int. conf. Ecol. Impact. Acid precip.* Norway. SNSF project, p: 58-62.
3. Bartels U. 2000. 4 th Needle/Leaf interlaboratory test 1999/2000. Results. UN/ECE-EC, Brussels, Geneva. 120 p.
4. Brown R. H. 1993. The Use of Diffusive Samplers for Monitoring of Ambient Air // *Pure and Appl. Chem.*, Vol. 65, No. 8. - UK. p. 1859 - 1874.
5. Chapin F.S., Cleve K. Van. 1989. Approaches to studying nutrient uptake, use and loss in plants. In: *Plant Physiological Ecology (Field methods and instrumentation)*, p: 185-207.
6. Clark D. A., Brown S., Kicklighter D. W., Chambers J. Q., Thomlinson J. R., Ni J. 2001. Measuring net primary production in forests: concepts and field methods. *Ecological Applications* 11, p. 356–370.
7. De Vries, Reinds G.J., Kerkvooorde M., Hendriks C.M.A., Leeters E.J.M., Gros C.P., Voogd J.C.H., Vel E.M. 2000. Intensive Monitoring of Forest Ecosystems in Europe, Technical Report 2000. EC and UN/ECE, Brussels, Geneva, 193 p.
8. Derome J., Lindross A. J., Bille – Hansen J. 2001 Review of the lysimeter techniques employed in monitoring soil – solution quality in the European level II intensive plot network, and assessment of the intercompatibility of the soil solution data. BMVEL. p 22 – 28.
9. EC7 1995. Basic documents for the implementation of intensive monitoring programme of forest ecosystems in Europe (ed. By T. Haussmann), EC, DG VI, Brussels, 96 p.
10. Helmisaari H.S. 1992. Nutrient retranslocation within the foliage of *Pinus sylvestris*. *Tree Physiol.* 10, p. 45-58.
11. <http://europa.eu.int/scadplus/eeg/en/evb/e28125.htm>.
12. <http://www.icp-forests.org/Manual.htm>
13. <http://www.icp-forests.org/Manual.htm>
14. Innes J.L., Skelly J.M., Schaub M. 2001. Ozone and broadleaved species: a guide to the identification of ozone-induced foliar injury = Ozon, Laubholz- und Krautpflanzen: ein Führer zum Bestimmen von Ozonsymptomen. – Bern, Stuttgart, Wien: Haupt, p. 12.
15. Kilikevičius G. 2003. Priežemio ozono koncentracijos kaita Kauno mieste. Juknys R., Kameneckas J., Stanikūnienė M. (redaktorai), Kauno miesto aplinkos ekologinis monitoringas, 10 metų: aplinkos tyrimai ir vertinimas, - Kaunas, p. 37-44.
16. 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.
17. Leuret M., Nys C., Forgeard F. 2001. Litter production in an Atlantic beech (*Fagus sylvatica* L.) time sequence. First meeting of the ad hoc Expert group on Litterfall (EC/ICP-Forests), Fontainebleau. France.
18. LMI. 1999. Polajinių kritulių ir dirvožemio vandens kiekybinio ir kokybinio įvertinimo intensyvaus monitoringo bareliuose rekomendacijos. Lietuvos miškų instituto rankraštis. Kaunas-Girionys, 24 p.
19. Lorenz M., Fischer R., Becher G., Granke O., Rokams P., Nagel H.-D., Kraft Ph. 2007. Forest condition in Europe. 2007 Technical Report of ICP Forests. Hamburg, Institute of World Forestry, 170 p.
20. Mälkönen E., 1974. Annual primary production and nutrient cycle in some Scots pine stands. *Commun. Inst. For.Fenn.*84 (5), p. 1-87.

21. Monn Ch., Hangartner M. 1990. Passive sampling for ozone. *Journal of the air and waste management association*, Vol. 40, No 3, March, p. 357-358.
22. Naujokienė A. 1999. Pasyvaus kaupimo metodo taikymas tobulinant municipalinio oro monitoringo sistemą. Magistro tezės. – Kaunas. - p. 1–46
23. Ozolinčius R. (Red.), 1999. Lietuvos miškų būklė ir ją sąlygojantys veiksniai. Kaunas: Lututė.-310 p.
24. Pedersen L.B., Bille-Hansen J., 1999. A comparison of litterfall and element fluxes in even aged Norway spruce, sitka spruce and beech stands in Denmark. *Forest Ecology and Management* 114, p. 55-70.
25. Proctor J., 1983. Tropical forest litterfall. I. Problems of data comparison. In *Tropical rain forest: ecology and management*. (S.L. Sutton, T.C. Whitmore & A.C. Chadwick, eds.). Blackwell Sci. Publi., Oxford, p. 267-273.
26. Szaro R.C., Bytnerowicz A., Ozslányi J., Godzik B., Moravčík P., Shparyk Y., Popescu F. 2002. Developing an Agenda for Future Research in the Carpathian Mountains: Where Do We Go From Here? In: R.C. Szaro, A. Bytnerowicz, J. Ozslányi (Editors), *Effects of Air Pollution on Forest Health and Biodiversity in Forests of the Carpathian Mountains. Series I: Life and Behavioural Sciences – Vol. 345*. IOS Press, Amsterdam-Berlin-Oxford-Tokyo-Washington, DC, 2002, p. 313-317.
27. Šopauskienė, D., Jasinevičienė, D., Stapčinskaitė, S. 2001. Pagrindinių cheminių priemaišų foninių koncentracijų bei fizinių parametrų įvertinimas polajiniuose krituliuose IM stotyse. 2000 m. ataskaita, 8 p.
28. Thomas R. H., Bradley D.W. 1966. Specific Spectrophotometric Determination of Ozone in the Atmosphere Using 1,2-Di-(4-Pyridyl)Ethylene. *Analytical Chemistry*, Vol. 38, No. 11. October, p. 1529-1532.
29. UN/ECE. 1994. Manual on methods and criteria for harmonized sampling, assessment, monitoring and analysis of the effects of air pollution on forests. Geneva, 172 p.
30. UN/ECE, 1997. Ten Years of Monitoring Forest Condition in Europe Studies on Temporal Development, Spatial Distribution and Impacts of Natural and Anthropogenic Stress Factors. Federal Research Centre for Forestry and Forest Products 1997, 386 p.
31. UN/ECE. 1998. Manual on Methodologies and Criteria for harmonised Sampling, Assessment, Monitoring and Analysis of the Effects of Air Pollution on Forests, Hamburg/Geneva: Programme Coordinating Centre.
32. UN/ECE., 1999. Manual on methods and criteria for harmonized sampling, assessment, monitoring and analysis of the effects of air pollution on forests. Part IX. Phenological Observations, Hamburg / Geneva: Programme Coordinating Centre.
33. Vitousek P.M., 1982. Nutrient cycling and nutrient use efficiency. *Am. Nat.* 119, p. 53-72.
34. Vitousek P.M., Sanford R.L., 1986. Nutrient cycling in moist tropical forest. *Ann. Rev. Ecol. Syst.* 17, p. 137-167.
35. Онюнас В., 1972. Влияние еловых и лиственных насаждений на состав органического вещества подстилок и почв на озерно-ледниковых и моренных отложениях (в условиях Литовской ССР). Автореф.дисс. на соиск.уч.степени канд.с.-х.наук. Каунас. – 27 с.

PRIEDAI

II lygio miškų monitoringo vykdymo darbų TECHNINĖ UŽDUOTIS

1. Darbo tikslas ir uždaviniai

- 1.1. Pagrindinis šio darbo vykdymo tikslas yra palaikyti bei atnaujinti II-ojo lygio (intensyvaus miško ekosistemų) monitoringo objektus bei atlikti II-ojo lygio miškų monitoringo darbus ICP-Forests miškų monitoringo programos apimtyje, pateikti surinktus duomenis atsakingoms Lietuvos bei Europos institucijoms bei parengti miškų monitoringo Lietuvoje 2007 ir 2008 metais ataskaitas. Darbas vykdomas įgyvendinant Lietuvos tarptautinius įsipareigojimus (Ženevoje 1979 m. pasirašyta Tolimosios oro taršos konvencija, kurią Lietuva ratifikavo 1993 m.).
- 1.2. Įgyvendinant pagrindinį darbo tikslą, 2007-2008 metais atliekami šie darbai:
 - 1.2.1. renkami, analizuojami ir apibendrinami II-ojo lygio intensyvaus miškų monitoringo duomenys.
 - 1.2.2. tarptautinės bendradarbiavimo programos „ICP Forests“ bei Europos Sąjungos programos „Dėmesys miškams“ nustatytu periodiškumu bei forma teikiami duomenys Lietuvos bei tarptautinėms institucijoms, atsakingoms už miškų monitoringo vykdymą bei duomenų apibendrinimą.

2. Darbo turinys

2.1. Darbo objektas

- 2.1.1. II-ojo lygio miškų monitoringo darbams 2007-2008 metais atlikti naudojami 0,25 ha ploto 9 apskaitos bareliai (pav. 1).

1M ir 4M bareliai yra Biržų urėdijoje /Latvelių girininkijoje,

2M – Dubravos/Vaišvydavos,

3M – Kazlų Rūdos/Jūrės,

5M – Valkininkų/Pirčiupių,

6M ir 7M – Dubravos/Šilėnų,

8M – Varėnos/Dainavos,

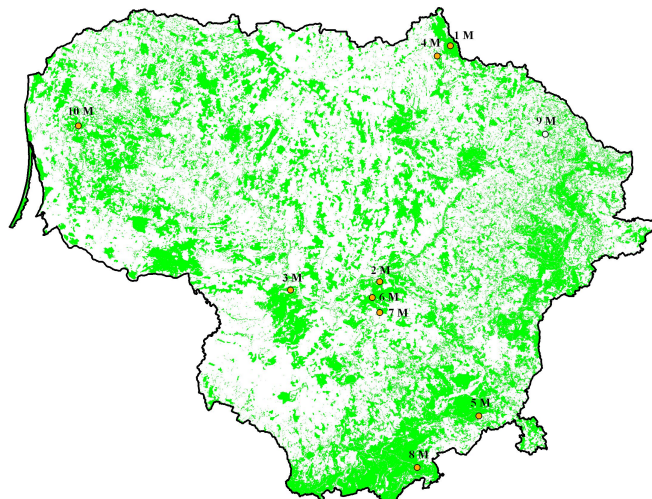
10M – Kretingos/Mikoliškių.

- 2.1.2. Šie bareliai turi atitikti Europos miškų monitoringo programoje ICP Forests tokiems tyrimo objektams keliamus reikalavimus (Regulation (EEC) No 3528/86 and its amendments).

2.2. Darbų sudėtis

- 2.2.1. II-ojo lygio miškų monitoringo darbus 2007-2008 metais sudaro:

- 1) medžių lajų būklės ir vizualiai matomų pažeidimų vertinimas,
- 2) lapijos cheminės sudėties analizė (analizė vykdoma tik 2007 metais),
- 3) polajinių ir atviros vietos kritulių surinkimas ir teršalų išskirtų analizė,
- 4) dirvožemio tirpalo cheminės sudėties analizė,
- 5) augalijos dangos ir rūšinės įvairovės apskaita (apskaita vykdoma tik 2008 metais),
- 6) oro kokybės (O₃, NO_x, SO₂) matavimas,



- 7) vizualių ozono sukeltų pažeidimų vertinimas,
 - 8) nuokritų surinkimas ir analizė.
- 2.2.2. Ne mažiau kaip devyniuose II-ojo lygio intensyvaus miškų monitoringo bareliuose vykdomi šie darbai:
- 1) medžių lajų būklės ir vizualiai matomų pažeidimų vertinimas,
 - 2) lapijos cheminės sudėties analizė,
 - 3) augalijos dangos ir rūšinės įvairovės apskaita,
 - 4) vizualių ozono sukeltų pažeidimų vertinimas.
- 2.2.3. Ne mažiau kaip dviejuose II-ojo lygio intensyvaus miškų monitoringo bareliuose papildomai vykdomi šie darbai:
- 1) polajinių ir atviros vietos kritulių surinkimas ir teršalų iškritų vertinimas,
 - 2) dirvožemio tirpalo cheminės sudėties analizė,
 - 3) oro kokybės (pažemio ozono O₃, NO_x, SO₂) vertinimas,
 - 4) nuokritų surinkimas ir analizė.
- 2.2.4. Greta tiriamųjų darbų miškų monitoringo bareliuose atliekama jų priežiūra: susidėvėjusios įrangos keitimas ar atnaujinimas, medžių žymėjimas, būtinų orientyrų statymas, dokumentacijos tvarkymas ir pan.
- 2.3. Darbų terminai, darbų vykdymo principai ir jiems keliami reikalavimai**
- 2.3.1. Medžių lajų būklės ir vizualiai matomų pažeidimų vienkartinis vertinimas vykdomas liepos – rugsėjo mėnesiais. Lauko darbų užbaigimo terminas – 2008 m. rugsėjo 15 d. Darbas vykdomas pagal tarptautinės bendradarbiavimo programos (ICP Forests) 2007 m. aprobuotą „Lajų būklės vizualinio vertinimo“ vadovą (Visual Assessment of Crown Condition).
- 2.3.2. Lapijos bandinių cheminės sudėties analizė atliekama rugpjūčio – rugsėjo mėnesiais. Darbų užbaigimo terminas – 2008 m. kovo 31 d. Darbas vykdomas pagal ICP Forests 2000 m. aprobuotą „Lapų ir spyglių rinkimo ir cheminės sudėties analizės“ vadovą (Sampling and Analysis of Needles and Leaves).
- 2.3.3. Teršalų (atmosferos taršos ir polajinių kritulių) iškritos analizuojamos miške ir atviroje vietoje ištisus metus surenkant informaciją vieną kartą per mėnesį sausio – gruodžio mėnesiais. Lauko darbų užbaigimo terminas – 2008 m. rugsėjo 1 d. Darbas vykdomas pagal ICP Forests 2004 m. aprobuotą „Teršalų iškritų surinkimo ir analizės“ vadovą (Sampling and Analysis of Deposition).
- 2.3.4. Dirvožemio tirpalo surinkimas (vakuuminiais lizimetrais) ir cheminės sudėties analizė atliekamas 4 kartus metuose gegužės – spalio mėnesiais (bandinių surinkimas vykdomas 1 kartą prieš vegetacijos periodą, 2 kartus vegetacijos periodo metu ir 1 kartą pasibaigus intensyvios vegetacijos periodui). Lauko darbų užbaigimo terminas – 2008 m. rugsėjo 1 d. Darbas vykdomas pagal ICP Forests 2002 m. aprobuotą „Dirvožemio tirpalo rinkimo bei cheminės sudėties analizės“ vadovą (Soil Solution Collection and Analysis).
- 2.3.5. Augalijos dangos ir rūšinės įvairovės vienkartinė apskaita atliekama birželio – liepos mėnesiais. Lauko darbų užbaigimo terminas (rugpjūčio 1 d. būklei) – 2008 m. rugsėjo 15 d. Darbas vykdomas pagal ICP Forests 2002 m. aprobuotą „Augalijos dangos apskaitos“ vadovą (Assessment of Ground Vegetation).
- 2.3.6. Oro kokybės (pažemio ozono O₃, NO_x, SO₂) matavimas atliekamas 3 kartus metuose birželio – spalio mėnesiais. Lauko darbų užbaigimo terminas – 2008 m. rugsėjo 1 d. Darbas vykdomas pagal ICP Forests 2000 m. aprobuotą „Oro kokybės monitoringo“ vadovą (Monitoring of Air Quality).
- 2.3.7. Vizualiai identifikuojamų ozono sukeltų pažeidimų vienkartinis vertinimas atliekamas rugpjūčio mėnesį. Lauko darbų užbaigimo terminas – 2008 m. rugsėjo 15 d. Darbas vykdomas pagal ICP Forests 2004 m. aprobuotą „Vizualių ozono sukeltų pažeidimų Europos miškų ekosistemose vertinimo“ vadovą (Assessment of Ozone Injury).

- 2.3.8. Nuokritų surinkimas ir cheminės sudėties analizė atliekama ištikus metus surenkant informaciją vieną kartą per mėnesį 10 kartų per metus (žiemos mėnesiais – sausį, vasarį ir kovą imamas vienas bandinys). Lauko darbų užbaigimo terminas – 2008 m. rugsėjo 1d. Darbas vykdomas pagal ICP Forests 2004 m. aprobuotą „Nuokritų surinkimo ir analizės“ vadovą (Sampling and Analysis of Litterfall).
- 2.3.9. II-ojo lygio intensyvaus miškų monitoringo darbai turi būti atliekami pagal Tarptautinės bendradarbiavimo programos (ICP Forests), atitinkamų darbų (nurodytų 2.3.1.-2.3.8. punktuose) vykdymo taisyklių reikalavimus. Vykdydamas turi būti užtikrinamas darbų tęstinumas, formuojamos matuojamų rodiklių ilgalaikės sekos.
- 2.3.10. Visus nurodytus II-ojo lygio miškų monitoringo lauko darbus, bandinių paėmimą, cheminę analizę, duomenų apdorojimą ir analizę Tiekėjas turi atlikti iki 2008 m. rugsėjo 15 d.
- 2.3.11. Surinktų mėginių transportavimą, saugojimą, analizę bei kitus darbus (bendrosios treniruotės, bendradarbiavimas su atsakingomis institucijomis, dalyvavimas tarptautiniuose pasitarimuose ir t.t.), tiesiogiai susijusius su monitoringo darbų (nurodytų 2.3.1.-2.3.8. punktuose) vykdymu atlieka Tiekėjas.
- 2.4. Kokybės užtikrinimas**
- 2.4.1. Siekdamas užtikrinti aukštą darbų kokybę, už šioje sutartyje numatytas lėšas, Tiekėjas apmoko specialistus, dalyvauja / organizuoja bendrąsias treniruotes ir kitus renginius.
- 2.5. Darbo rezultatai (pagrindinės charakteristikos, rezultatų naudojimas)**
- 2.5.1. Pagal II-ojo lygio intensyvaus monitoringo bareliuose atliktus lauko darbus, įvertinama miško ekosistemų būklė ir jos pokyčiai. Gauti rezultatai naudojami miškų ir miško ekosistemų būklę lemiančių priežasčių analizei bei būklės prognozei, taip pat duomenų pateikimui ir nacionalinei ataskaitai programos koordinatoriams Hamburge.
- 2.5.2. Pagal lauko darbų bei laboratorinių tyrimų metu surinktus duomenis Tiekėjas formuoja 2007 m. ir 2008 m. duomenų bases.
- 2.5.3. II-ojo lygio intensyvaus miškų monitoringo bareliuose atliktų tyrimų duomenis Tiekėjas išsiunčia Europos Komisijos Jungtinių tyrimų centrui (European Commission Joint Research Centre), miškų sveikumo monitoringo programą koordinuojančiam centrui Hamburge (PCC of ICP Forests) bei Perkančiajai organizacijai, pagal ICP Forests darbų vadovuose aprobuotas formas (standartines bylas) bei nustatytu periodiškumu.
- 2.5.4. Apibendrinęs tyrimų duomenis, Tiekėjas parengia bei Perkančiajai organizacijai pateikia II-ojo lygio miškų monitoringo ataskaitas: iki 2008 m. kovo 31 d. – už miškų monitoringo darbus 2007 metais, iki 2008 m. rugsėjo 15 d. – už miškų monitoringo darbus 2008 metais. Kartu su ataskaitomis Vykdytojas perduoda tyrimo barelių matavimo dokumentus (analoginėje ir kompiuterinėje laikmenose).

II lygio miškų monitoringo vykdymo darbų KALENDORINIS PLANAS IR APMOKĖJIMAS UŽ ATLIKTUS DARBUS

Eil. Nr.	Sutarties darbų pagrindinių etapų pavadinimas	Atlikimo terminas	Vertė, Lt (išmokama suma)
1.	<p>Lauko darbai 2007 m.:</p> <p><i>a) barelių priežiūra;</i></p> <p><i>b) lauko matavimai, vertinimai, bandinių rinkimas cheminės sudėties analizei</i> (dirvožemio tirpalo cheminės sudėties analizė, oro kokybės (O₃, NO_x, SO₂) matavimas, nuokritų analizė, lapijos cheminės sudėties analizė, teršalų iškritų analizė);</p> <p>Kameraliniai darbai 2007 m.: 2007 m surinktų bandinių cheminė analizė; duomenų apdorojimas ir analizė; duomenų bazių formavimas; II-ojo lygio miškų monitoringo ataskaitos parengimas; duomenų pateikimas sutartyje numatytoms institucijoms.</p> <p>Lauko darbai 2008 m.:</p> <p><i>a) barelių priežiūra;</i></p> <p><i>b) lauko matavimai, vertinimai, bandinių rinkimas cheminės sudėties analizei</i> (nuokritų analizė, teršalų iškritų analizė);</p>	2008 m. kovo 31 d.	<p>50 000 (penkiasdešimt tūkstančių Lt 0 ct)</p> <p>iš jų 30 000 (trisdešimt tūkstančių Lt) avansas pervedamas į Vykdytojo sąskaitą per 14 dienų po sutarties pasirašymo</p>
2.	<p>Lauko darbai 2008 m.:</p> <p><i>a) bendroji lauko darbų treniruotė;</i></p> <p><i>b) barelių priežiūra;</i></p> <p><i>c) lauko matavimai, vertinimai, bandinių rinkimas cheminės sudėties analizei</i> (medžių lajų būklės ir vizualiai matomų pažeidimų vertinimas, teršalų iškritų analizė, dirvožemio tirpalo cheminės sudėties analizė, augalijos dangos ir rūšinės įvairovės apskaita, oro kokybės (O₃, NO_x, SO₂) matavimas, vizualių ozono sukeltų pažeidimų vertinimas, nuokritų analizė);</p> <p>Kameraliniai darbai 2008 m.: ataskaitos už atliktus II-ojo lygio miškų monitoringo lauko darbus parengimas;</p>	2008 m. rugsėjo 15 d.	<p>20 000 (dvidešimt tūkstančių Lt 0 ct)</p>
IŠ VISO:		-	70 000

Darbas/etapas fiksuojamas baigtu, kai Vykdytojas apibendrina darbų/tyrimų metu gautus duomenis ir juos pateikia Užsakovui suvestinėje ar tarpinėje ataskaitoje. Abiejų sutarties šalių pasirašytas darbų perdavimo – priėmimo aktas yra pagrindas Užsakovui vykdyti numatytus mokėjimus.