

Tvirtinu:

Fizikos Instituto direktorius

dr. Vidmantas Remeikis

2009 m. mėn. d.

UŽSAKOMOJO DARBO

**PAGRINDINIŲ CHEMINIŲ PRIEMAIŠŲ FONINIŲ KONCENTRACIJŲ BEI
FIZINIŲ PARAMETRŲ ATMOSFEROS IŠKRITOSE IR POLAJINIUOSE
KRITULIUOSE TYRIMAI PAGAL EMEP IR ICP IM PROGRAMAS**

2008 m. liepos 3 d. Sutartis: Nr. 4F 08–84

ATASKAITA

Fizikos institutas

Savanorių pr.231, LT-02300, Vilnius
Aplinkos fizikos ir Chemijos
laboratorija, tel. 266 16 52

Temos vadovas dr. D. Šopauskienė
Vykdotojai: dr. D. Jasinevičienė
inž. S. Žukienė

Pagrindinių cheminių priemaišų foninių koncentracijų bei fizinių parametru atmosferos iškritose ir polajiniuose krituliuose tyrimai pagal EMEP ir ICP IM programas

Įvadas

Destrukcijų mastus sąlygiškai natūraliose ekosistemose lemia patenkantis į jas teršalų kiekis ir pačių ekosistemų buferinė geba. Krituliai, koncentruodami atmosferoje esančias vandenyje tirpias chemines priemaišas, gražina jas žemės ekosistemoms. Tiriant cheminių priemaišų koncentracijas atmosferos krituliuose, galima įvertinti teršalų srautus iš atmosferos į ekosistemas. Šių srautų dydžiai priklauso nuo teršalų koncentracijų ore ir krituliuose, o taip pat ir nuo kritulių kiekio. Be to, atmosferos iškritų cheminė sudėtis atspindi atmosferos užterštumą. Oksiduoti sieros ir azoto junginiai daugiausiai lemia atmosferos kritulių žemas pH vertes.

Pagrindiniai atmosferos kritulių cheminės sudėties tyrimo tikslai Lietuvoje yra tokie: gauti informaciją apie teršalų koncentracijas krituliuose, nustatyti erdvinius ir laikinius teršalų koncentracijų pokyčius, teršalų atmosferinius srautus į sąlygiškai natūralias ekosistemas ir miško paklotę. Atmosferos kritulių tyrimai Lietuvoje 2008 metais vykdyti dviejose integruoto monitoringo stotyse (IMS): Aukštaitijoje (LT01), Žemaitijoje (LT03) ir atmosferos užterštumų tyrimo stotyje Preiloje (kodas EMEP tinkle - LT15).

Atmosferos krituliuose, o taip pat ir po miško laja rinktuose krituliuose, tirtos tokių pagrindinių cheminių priemaišų koncentracijos: sulfatų (SO_4^{2-}), nitratų (NO_3^-), chloridų (Cl^-), amonio (NH_4^+), natrio (Na^+), kalio (K^+), magnio (Mg^{2+}) ir kalcio (Ca^{2+}). Matuotas kritulių elektrolaidumas ir pH. Vandensilio (H^+) jonų koncentracija skaičiuota iš matuotų pH verčių.

Darbo metodika

Siekiant sumažinti teršalų sausųjų iškritų iš atmosferos patekimą į kritulių rinktuvą, IM stotyse ir Preiloje krituliai rinkti į rinktuvus su dangčiais, kurie automatiškai atsidaro prasidėjus lietui ar sniegui ir užsidaro, krituliams pasibaigus.

IM stotyse (LT01 ir LT03) rinkti per savaitę iškritę krituliai, o Preiloje (LT15) – per parą. Vykdamat atmosferos iškritų tyrimus dviejose IM stotyse per 2008 m. surinkta po

52 atmosferos kritulių savaitinius bandinius ir Preiloje - 132 atmosferos kritulių paros bandiniai.

Polajinių kritulių monitoringas Lietuvoje vykdytas dviejose IM stotyse: Aukštaitijoje (LT01) ir Žemaitijoje (LT03). Atmosferos krituliai rinkti kiekvieną mėnesį į penkis rinktuvus pastatytus vienoje linijoje kas 10 m po miško laja ir į vieną rinktuvą atviroje vietoje. Apjungiant tyrimų duomenis iš penkių po laja esančių rinktuvų mažinama kurio nors vieno medžio lajos įtaka rezultatų tikslumui ir gaunami rezultatai atspindi tiriamojo miško lajos poveikį atmosferos kritulių cheminei sudėčiai ir teršalų srautams į miško paklotę. Tęsiant polajinių kritulių tyrimus per 2008 m. stotyje LT01 buvo surinkti 72 kritulių bandiniai, t.y. 60 po laja ir 12 atviroje vietoje. Tiek pat bandinių surinkta ir stotyje LT03.

Atmosferos iškritų ir polajinių kritulių bandiniai, rinkti 2008 m. IM stotyse LT01 ir LT03, buvo pristatomi į Aplinkos apsaugos agentūros aplinkos tyrimų departamentą, kuris, atlikus cheminę kritulių bandinių analizę, tyrimų rezultatus kas mėnesį persiurdavo Fizikos institutui.

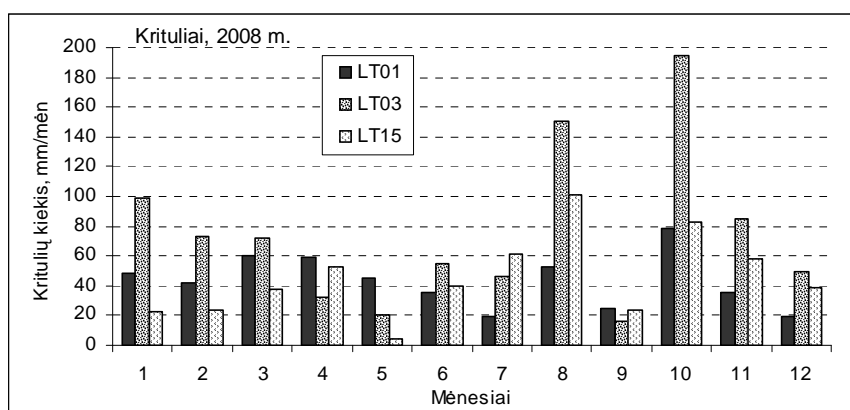
Krituliai, kurie buvo renkami Preiloje (LT15), analizuoti Fizikos institute. Jonų mainų chromatografas "DIONEX 2010I" (kolonėlės AG4A-SC ir AS4A-SC) naudotas anijonų (sulfatų, nitratų ir chloridų) koncentracijų matavimui. Amonio koncentracijų tyrimui indofenoliniu metodu naudota spektrofotometrinė analitinė nenutrūkstamo srauto sistema (CONTIFLO). Laboratorinis skaitmeninis pH-metras OP-211/1 su kombinuotu sidabro elektrodu "CORNING", jį kalibruojant su "Merck" standartais pH = 4.0 ir pH = 7.0, naudotas pH matavimams. Natrio, kalio ir kalcio koncentracijų tyrimui naudotas liepsnos fotometras PAŽ 2.

Teršalų radimo ribos atmosferos krituliuose yra tokios: SO_4^{2-} – 0.02 mgS/l, NO_3^- – 0.013 mgN/l, Cl^- – 0.01 mg/l, NH_4^+ – 0.04 mgN/l, Na^+ – 0.02 mg/l, K^+ – 0.02 mg/l, Ca^{2+} – 0.02 mg/l. Atmosferos kritulių bandiniai rinkti ir pagrindinių cheminių teršalų koncentracijos juose tirtos pagal EMEP bei WMO/GAW rekomendacijas. Analizuojant sintetinių lietu (EMEP ir WMO tinklo standartai) su žinomomis cheminių komponentių koncentracijomis, buvo įvertintas kiekvienos tiriamos krituliuose komponentės koncentracijos matavimo patikimumas ir tikslumas. Analizuojamų komponentių koncentracijų nuokrypis nuo tikrosios jų vertės neviršijo 10%. Kiekvieno bandinio cheminės analizės kokybė įvertinta pagal teigiamų ir neigiamų jonų koncentracijų ($\mu\text{ekv/l}$) balansą.

Nagrinėjant SO_4^{2-} koncentracijas Preiloje, Žemaitijoje ir Aukštaitijoje, buvo įvertinta Baltijos jūros įtaka šių teršalų koncentracijoms atmosferos krituliuose. Jūrinės kilmės sulfatų kiekis krituliuose įvertinamas pagal Na^+ arba Cl^- koncentracijas kritulių bandinyje, naudojant atitinkamus perskaičiavimo koeficientus. Atėmus jūrinės kilmės SO_4^{2-} - S_{sea} kiekį iš nustatyto SO_4^{2-} - S_{tot} kiekio kritulių bandinyje, gauname neįjūrinės kilmės sulfatų koncentracijas, kurias žymime SO_4^{2-} - S_{ex} . Šioje ataskaitoje pateikiamos teršalų mėnesių vidutinės tūrinės koncentracijos, kurios suskaičiuotos pagal kiekvienos savaitės (IM stotyse) ir dienos (Preiloje) teršalo koncentraciją krituliuose ir kritulių kiekį, o taip pat ir vidutinės tūrinės 2008 m. metinės koncentracijos.

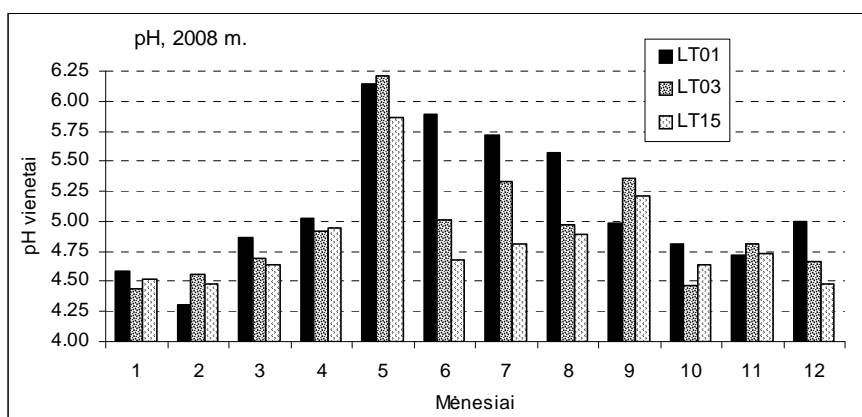
Pagrindinių cheminių priemaišų foninių koncentracijų bei fizinių parametru atmosferos iškritose tyrimai pagal EMEP ir ICP IM programas

Didelę įtaką priemaišų koncentracijoms krituliuose daro kritulių kiekis bei jų pobūdis. Pateikti 1 pav. duomenys rodo, kad didžiausi kritulių kiekiai (194.6 ir 150.5 mm) buvo Žemaitijoje atitinkamai per lapkričio mėn. ir rugpjūčio mėnesius. Aukštaitijoje daugiausiai kritulių (78.7 mm) iškrito per spalio mėn. Lietingiausias mėnuo (101.6 mm) Preiloje buvo rugpjūtis. Mažiausias kritulių kiekis Aukštaitijoje buvo gruodžio mėn. (19.2 mm). Žemaitijoje mažiausiai lijo gegužės ir rugsėjo mėn., atitinkamai 20.7 ir 16.3 mm. Preiloje mažiausiai kritulių iškrito per gegužės mėn. (4.0 mm) ir rugsėjį (23.8 mm). Kritulių kiekio dinamikoje ypač išsiskiria rugpjūčio ir spalio mėnesiai: per juos iškrito 25-41 % metinio 2008 m. kritulių kiekio. Metinis kritulių kiekis 2008 m. buvo LT01-518.6 mm, LT03 – 895.4 mm ir Preiloje – 546.7 mm.



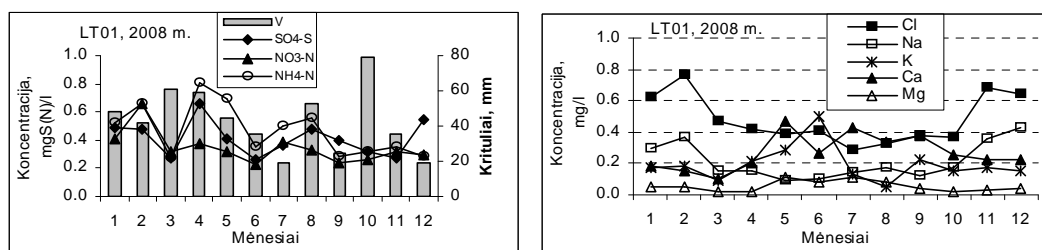
1 pav. Atmosferos kritulių kiekio kaita IM stotyse ir Preiloje

Rūgštūs krituliai (2 pav.), $\text{pH} < 4.75$, visose stotyse buvo per sausio – kovo ir spalio – gruodžio mėnesius. Aukštaitijoje balandžio – rugsėjo mėnesiai kritulių pH kito intervale nuo 5.03 (balandžio mėn.) iki 6.14 (gegužės mėn.). Žemaitijoje gegužės mėn. kritulių pH siekė 6.20, o per likusius mėnesius kito nuo 4.43 iki 5.36. Preiloje vidutinės mėnesių kritulių pH vertės didesnės nei 4.75, gautos per balandžio, gegužės, liepos, rugpjūčio ir rugsėjo mėnesius. 2008 m. metinės pH vertės, įvertinant kiekvieno mėnesio kritulių kiekį ir matuotas krituliuose pH vertes, yra – 4.85 (LT01), 4.67 (LT03) ir 4.72 (LT15).



2 pav. Atmosferos kritulių pH kaita IM stotyse ir Preiloje (LT15)

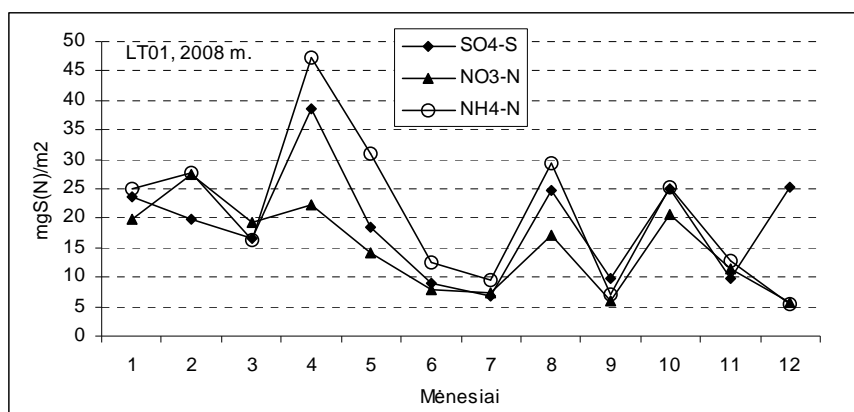
Cheminių komponentų mėnesio koncentracijos krituliuose Aukštaitijoje (3 pav.) kito tokiaime intervale: sulfatai nuo 0.26 iki 0.66 mgS/l, nitratai nuo 0.22 iki 0.66 mgN/l, amonis nuo 0.27 iki 0.80 mgN/l, chloridas nuo 0.28 iki 0.77 mg/l, natris nuo 0.09 iki 0.43 mg/l, kalis nuo 0.05 iki 0.50 mg/l, kalcis nuo 0.10 iki 0.47 mg/l ir magnis nuo 0.02 iki 0.12 mg/l. Didesnės sieros ir azoto junginių koncentracijos matuotos per sausio, vasario ir balandžio mėn.



3 pav. Cheminių komponentų koncentracijų ir kritulių kiekio kaita Aukštaitijoje (LT01)

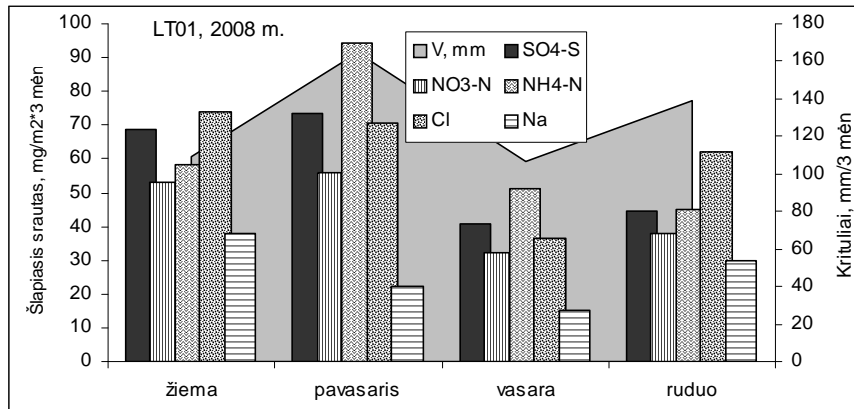
Visų komponentų koncentracijų sumažėjimas ypač gerai matomas spalio mėn., esant kritulių kiekiui 78.7 mm/mėn.

Cheminių priemaišų kiekiai šlapiose iškritose skaičiuoti įvertinant matuotas priemaišų koncentracijas krituliuose ir kritulių kiekius. Todėl, šių iškritų dydžių kaitą lemia ir cheminių priemaišų koncentracijos krituliuose, ir kritulių kiekis. Cheminių priemaišų šlapiųjų iškritų srautų metinė kaita Aukštaitijoje (LT01) pateikiama 4, 5 ir 6 paveiksluose. Didžiausias kiekis per mėnesį su krituliais į ekosistemas Aukštaitijoje (4 pav.) pateko sulfatų 38.70 mgS/m² (balandžio mėn.), nitratų 27.54 mgN/m² (vasario mėn.) ir amonio 47.21 mgN/m² (balandžio mėn.). Mažiausi sieros ir azoto, o taip pat ir likusiųjų cheminių priemaišų šlapieji srautai gauti birželio, liepos, rugsėjo ir gruodžio mėn. Rūgščiausios šlapiosios iškritos (2.06 ir 1.21 mekv/m² H⁺) buvo vasario ir spalio mėn.

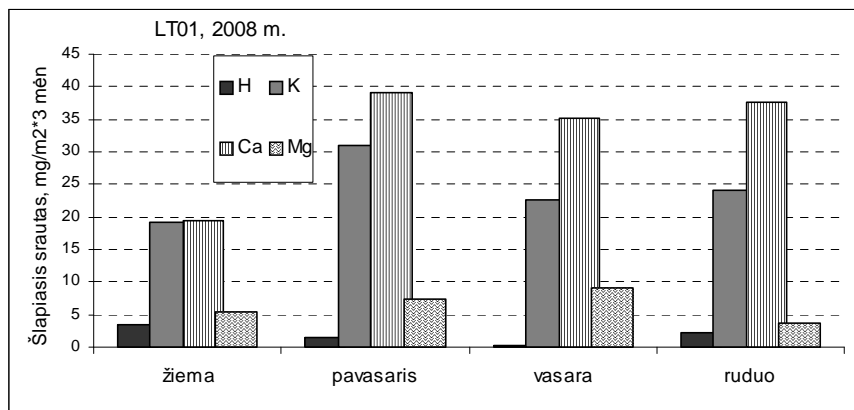


4 pav. SO₄²⁻, NO₃⁻ ir NH₄⁺ kiekio šlapiose iškritose kaita Aukštaitijoje (LT01)

Apibendrinti duomenis 5 ir 6 pav. rodo, kad 63-68 % metinio sieros ir azoto kiekio iškrito per žiemos ir pavasario mėn. Per visus 2008 metus Aukštaitijoje į ekosistemas pateko 227.7 mgS/m², 178.97 mgN/m² (nitratinio) ir 248.74 mgN/m² (amonio). K⁺, Ca²⁺ ir Mg²⁺ kiekiai šlapiose iškritose buvo didesni per pavasario–rudens mėn. ir jų metiniai šlapieji srautai 2008 m. atitinkamai gauti tokie: 97.15, 131.10 ir 25.70 mg/m². Na⁺ ir Cl⁻ kiekiai šlapiose iškritose didžiausi buvo per žiemos sezoną atitinkamai 37.9 ir 73.9 mg/m² ir jų metiniai šlapieji srautai 2008 m. gauti 105.28 mg/m² (Na⁺) ir 243.4 mg/m² (Cl⁻).

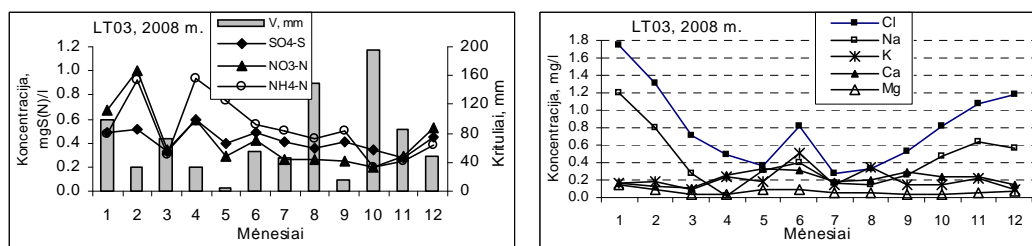


5 pav. SO_4^{2-} , NO_3^- , NH_4^+ , Na^+ ir Cl^- kiekio šlapiuose iškritose sezoninė kaita Aukštaitijoje (LT01)



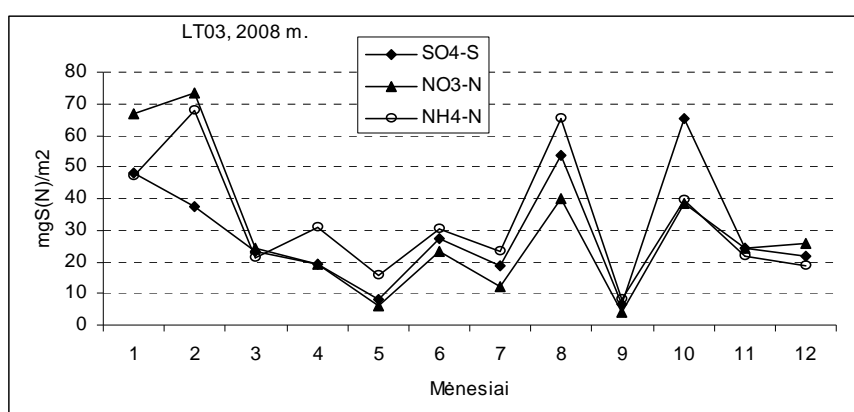
6 pav. H^+ , K^+ , Ca^{2+} ir Mg^{2+} kiekio šlapiuose iškritose sezoninė kaita Aukštaitijoje (LT01)

Cheminių komponentų mėnesio vidutinių koncentracijų krituliuose kaitos intervalas Žemaitijoje (7 pav.) gautas toks: sulfatams nuo 0.28 iki 0.59 mgS/l, nitratams nuo 0.20 iki 1.0 mgN/l, amoniui nuo 0.20 iki 0.94 mgN/l, chloridui nuo 0.28 iki 1.74 mg/l, natriui nuo 0.01 iki 1.21 mg/l, kaliui nuo 0.08 iki 0.50 mg/l, kalciui nuo 0.11 iki 0.32 mg/l ir magniui nuo 0.03 iki 0.15 mg/l.



7 pav. Cheminių komponentų koncentracijų ir kritulių kiekio kaita Žemaitijoje (LT03)

Didesnės SO_4^{2-} , NO_3^- ir NH_4^+ koncentracijos Žemaitijoje matuotos per sausio, vasario ir gegužės mėnesius, o taip pat ir gruodžio mėn. Sausio, vasario, lapkričio ir gruodžio mėnesiai, vyraujant vakarų krypties vėjo greičiui 19–24 m/s, dėl Baltijos jūros įtakos, Žemaitijoje jūrinės kilmės komponentų Na^+ ir Cl^- koncentracijos krituliuose buvo dvigubai didesnės nei 2008 m. vidutinės ir siekė atitinkamai 0.8–1.21 ir 1.07–1.74 mg/l. Remiantis chloridų koncentracija krituliuose įvertintas jūrinės kilmės SO_4^{2-} kiekis krituliuose, kuris per minėtus žiemos mėnesius buvo didžiausias (13–20 %).

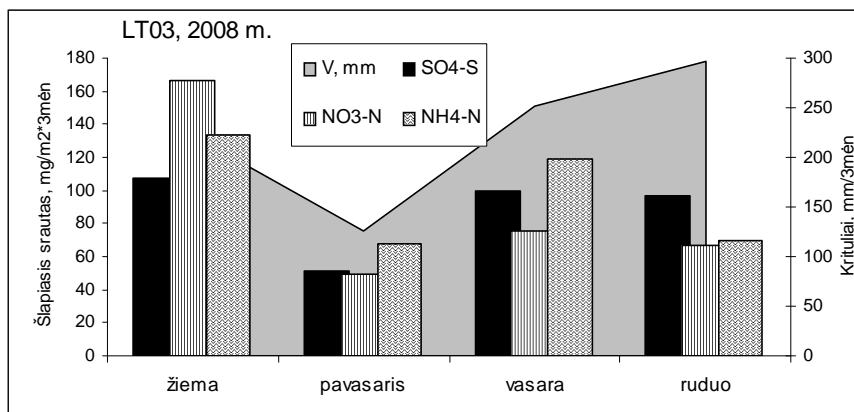


8 pav. SO_4^{2-} , NO_3^- ir NH_4^+ kiekio šlapiose iškritose kaita Žemaitijoje (LT03)

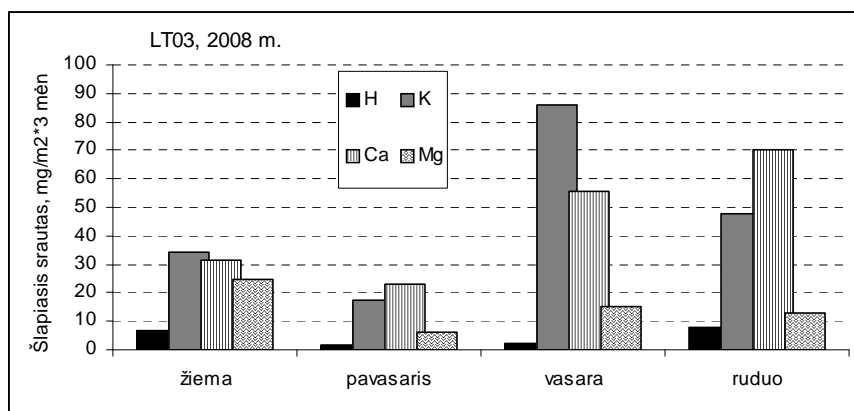
Didžiausi sieros kiekiai su krituliais į ekosistemas Žemaitijoje (8 pav.) pateko per lapkričio ir rugpjūčio mėn.: 65.6 ir 53.6 mgS/m², tai, matyt, lėmė didelis kritulių kiekis per šiuos mėnesius. Nitratinio azoto didžiausi šlapieji srautai buvo per vasario ir sausio mėn., atitinkamai 73.4 ir 67.0 mgN/m², o mažiausi – 4.06 ir 6.03 mgN/m² per gegužės ir rugsėjo mėn. Didžiausi amonio srautai per vasario ir rugpjūčio mėn. buvo atitinkamai 67.9 ir 65.6 mgN/m², o mažiausias – 8.19 mgN/m² per rugsėjį. Per visus 2008 metus Žemaitijoje į ekosistemas pateko 354.4 mgS/m², 358.6 mgN/m² (nitratinio) ir 389.9 mgN/m² (amonio). Labiausiai rūgščios buvo spalio mėn. šlapiosios iškritos, esant kritulių pH = 4.47 ir jų kiekiui 194.6 mm, į ekosistemas iškrito 6.65 mekv/m² H⁺ ir tai sudarė 35 % 2008 m. metinio kiekio. Gegužės mėn., esant kritulių pH = 6.20 ir jų kiekiui 20.7 mm, į ekosistemas iškrito tik 0.013 mekv/m² H⁺.

9 ir 10 paveiksluose apibendrinti duomenis rodo, kad visų teršalų mažiausias kiekis (10–17 % 2008 m. metinio kiekio) su krituliais į ekosistemas pateko per

pavasario mėnesius. Per žiemos, vasaros ir rudens sezonus sulfatų šlapiųjų iškritų kiekiai kito nežymiai ir atitinkamai sudarė 30, 28 ir 27 % 2008 m. metinio sieros šlapiųjų iškritų kiekio. Tačiau nitratinio azoto daugiausiai, t.y. 46 % 2008 m. metinio nitratų šlapiųjų iškritų kiekio, teko ekosistemoms per žiemos sezoną. Amonio šlapiųjų iškritų kiekiai per žiemos ir vasaros sezonus siekė 65 % metinio amonio šlapiųjų iškritų kiekio. K^+ ir Ca^{2+} šlapiųjų iškritų kiekiai buvo didesni per vasaros–rudens sezonus, o jų metiniai kiekiai 2008 m. atitinkamai gauti tokie: 185.1 ir 80.1 mg/m^2 . Mg^{2+} , Na^+ ir Cl^- šlapiųjų iškritų kiekiai didžiausi buvo per žiemos sezoną atitinkamai 24.5, 206.1 ir 326.0 mg/m^2 ir tai sudarė 42, 48 ir 43 % jų metinių šlapiųjų iškritų 2008 m.: (Mg^{2+} – 58.32 mg/m^2 , Na^+ – 433.21 mg/m^2 ir Cl^- – 765.4 mg/m^2). Labiausiai rūgščios šlapiosios iškritos buvo rudenį (8.06 mekv/ m^2 H^+) ir žiemą (6.74 mekv/ m^2 H^+), per 2008 m. į ekosistemas Žemaitijoje pateko 19.0 mekv/ m^2 H^+ .

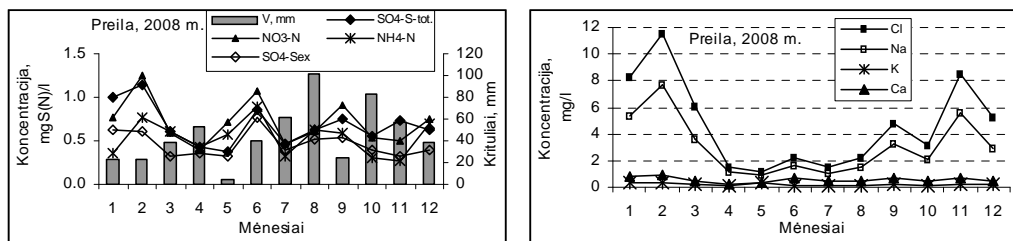


9 pav. SO_4^{2-} , NO_3^- ir NH_4 kiekio šlapiuose iškritose sezoninė kaita Žemaitijoje (LT03)



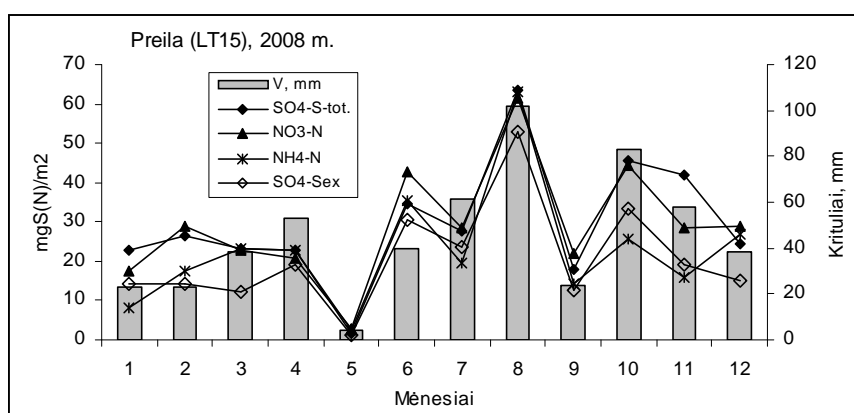
10 pav. H^+ , K^+ , Ca^{2+} ir Mg^{2+} kiekio šlapiuose iškritose sezoninė kaita Žemaitijoje (LT03).

Įvertinant matuotas pagrindinių cheminių komponentų koncentracijas ir kritulių kiekį kritulių paros bandinyje Preiloje, gautos kiekvieno mėnesio vidutinės koncentracijos ir jos pateikiamos 11 paveiksle.



11 pav. Cheminių komponentų koncentracijų ir kritulių kiekio kaita Preiloje (LT15)

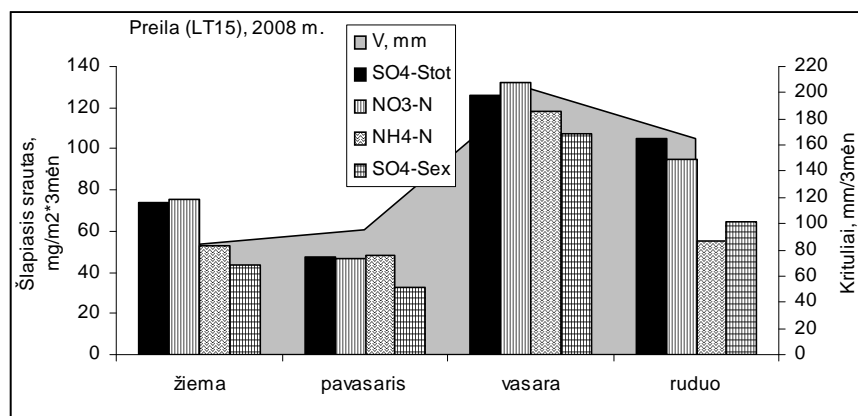
Vidutinė mėnesio sulfatų koncentracija Preiloje kito nuo mažiausios 0.37 (balandžio ir gegužės mėn.) iki didžiausios 1.15 mgS/l (vasario mėn.). Nitratų mėnesio koncentracijų kaitos tendencija panaši į sulfatų: mažiausia 0.39 mgN/l (balandžio mėn.) ir didžiausia 1.25 mgN/l (vasario mėn.). Amonio koncentracija buvo mažiausia (0.27–0.30 mgN/l) per spalio ir lapkričio mėn., o didžiausia – 0.89 mgN/l birželį. Didžiausios, 2–3 kartus didesnės nei 2008 m. vidutinės, jūros druskų (Na^+ ir Cl^-) koncentracijos krituliuose gautos sausio–vasario ir lapkričio–gruodžio mėn. Tačiau, jos buvo 2 kartus mažesnės už 2008 m. vidutines nuo gegužės iki rugpjūčio mėn. ir neviršijo 2.0 mg/l. Lapkričio mėn. jūrinės kilmės sulfatai sudarė 55 % visų sulfatų SO_4^{2-} , o vasaros mėnesiais jūrinės kilmės sulfatų indėlis į bendrą SO_4^{2-} koncentraciją buvo 11–15 %.



12 pav. SO_4^{2-} , NO_3^- ir NH_4^+ kiekio šlapiuose iškritose kaita Preiloje (LT15)

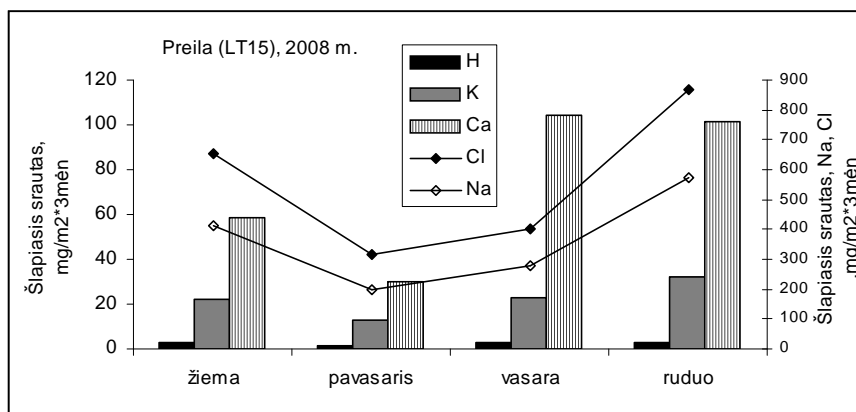
SO_4^{2-} , NO_3^- ir NH_4^+ šlapiųjų iškritų kiekio per mėnesį kaitą (12 pav.) daugiausiai lėmė kritulių kiekis. Dėl didelio kritulių kiekio (101.6 mm) rugpjūčio mėn., gauti didžiausi per šiuos metus šių teršalų šlapieji srautai ir atitinkamai jie sudarė 18, 17.6 ir 23 % jų metinio šlapiųjų iškritų 2008 m. kiekio. Mažiausi SO_4^{2-} , NO_3^- ir NH_4^+ šlapiųjų iškritų kiekiai gauti per gegužę ir jie sudarė <1.0 % jų metinio 2008 m. kiekio

Pateikti duomenis 13 pav. rodo, kad Preiloje sieros ir azoto junginių šlapieji srautai didžiausi buvo per vasarą (birželis, liepa ir rugpjūtis). Per šį sezoną iškrito 37 % metinio kritulių kiekio, taigi SO_4^{2-} , NO_3^- ir NH_4^+ šlapieji srautai atitinkamai buvo 36, 38 ir 43 % jų metinio kiekio 2008 m. Per pavasario sezoną, esant kritulių kiekiui 17 % metinio kiekio, šių teršalų šlapieji srautai sudarė 13–18 % jų metinio kiekio.



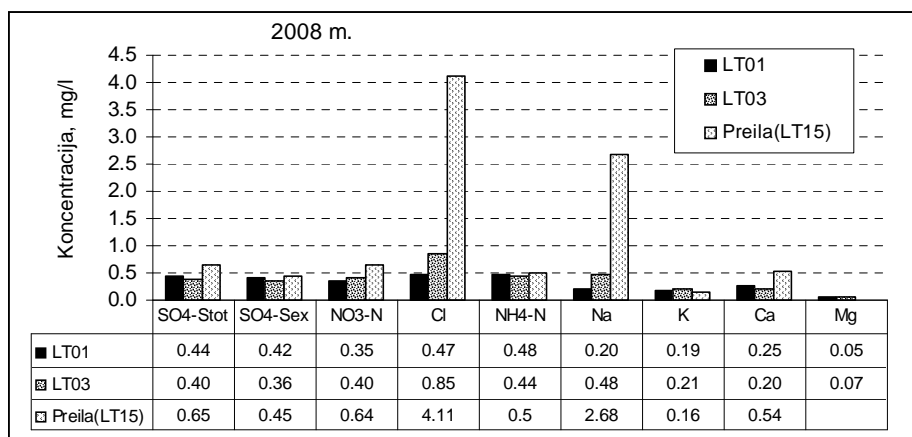
13 pav. SO_4^{2-} , NO_3^- ir NH_4^+ kiekio šlapiuose iškritose ir kritulių kiekio sezoninė kaita Preiloje (LT15)

Rūgščiausios šlapiosios iškritos (14 pav.) buvo per vasaros, rudens ir žiemos sezonus, esant, daugumoje atvejų, kritulių $\text{pH} < 5.0$. Per šiuos sezonus jų kiekis buvo atitinkamai 3.10, 3.09 ir 2.76 mekv/m² H⁺ ir tai sudarė 85.7 % viso metinio kiekio. Na⁺ ir Cl⁻ srautams, matyt, didesnę įtaką darė jų koncentracijos krituliuose, kurios buvo didžiausios per žiemos ir rudens mėnesius (11 pav.). Per rudens ir žiemos sezonus jūros druskos kiekis šlapiuose iškritose Preiloje siekė 68 % viso jų metinio kiekio 2008 m.



14 pav. Cl⁻, Na⁺, K⁺, H⁺ ir Ca²⁺ kiekio šlapiuose iškritose sezoninė kaita Preiloje (LT15)

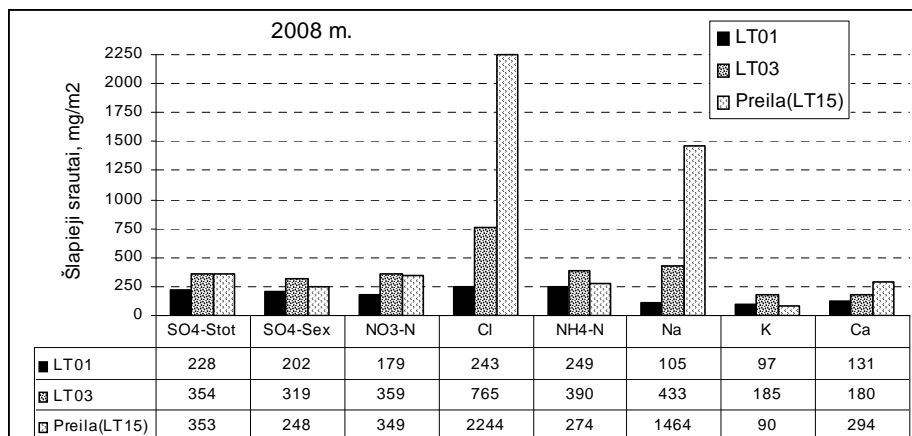
Palyginus pagrindinių cheminių komponentų metines koncentracijas (15 pav.) nustatyta, kad Na⁺ ir Cl⁻ metinės koncentracijos 2008 m. didžiausios buvo Preiloje: atitinkamai 2.68 ir 4.11 mg/l. Žemaitijos IM stotyje jos apie penkis kartus mažesnės nei Preiloje: 0.48mg/l (Na⁺) ir 0.85 mg/l (Cl⁻), o Aukštaitijos IM stotyje - 0.20 mg/l (Na⁺) ir 0.47 mg/l (Cl⁻).



15 pav. Pagrindinių cheminių komponentų vidutinių metinių koncentracijų krituliuose erdvinė kaita Lietuvoje

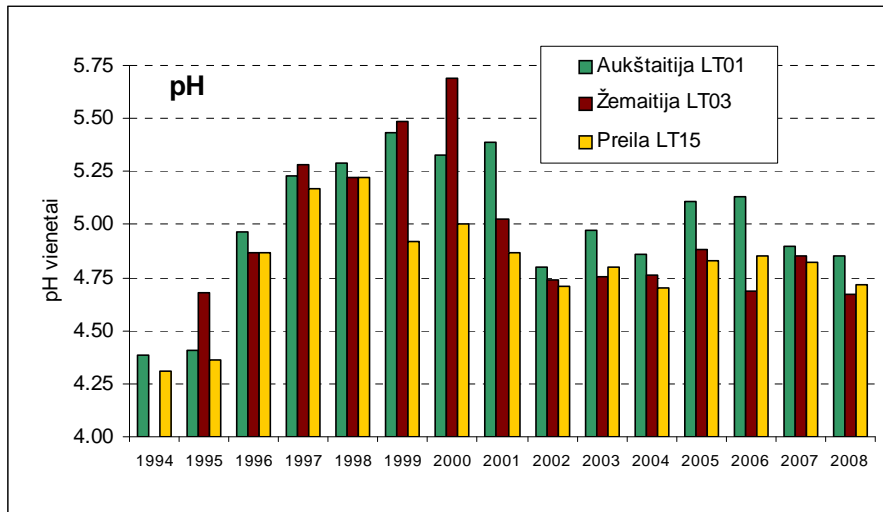
Sulfatų (SO₄-S_{tot} ir SO₄-S_{ex}) ir amonio koncentracijos Aukštaitijoje gautos didesnės nei Žemaitijoje, o Preiloje SO₄-S_{tot} – apie 1.5 karto didesnė. Mažėjimo tendencija rytų kryptimi matoma nitratų koncentracijų erdvinėje kaitoje, t.y. NO₃⁻ – 0.64 mgN/l (Preiloje), 0.40 mgN/l (LT03) ir 0.35 mgN/l (LT01). Tačiau, Ca²⁺ metinė koncentracija Preiloje gauta didesnė nei Aukštaitijoje ir Žemaitijoje dėl jo dalies patekimo iš Baltijos jūros. Rūgščiausi krituliai 2008 m. buvo Žemaitijoje. Tai rodo metinės pH kritulių vertės: Preiloje – 4.72, LT03 – 4.67 ir LT01 – 4.85.

Nagrinėjant pagrindinių teršalų šlapiųjų iškritų metinius kiekius, kurie suskaičiuoti naudojant teršalų koncentracijas krituliuose ir kritulių kiekius, erdvinę kaitą (16 pav.) akivaizdu, kad daugumos tirtų elementų šlapieji srautai Žemaitijoje yra didesni dėl didesnio kritulių kiekio 2008 m. šioje tyrimo vietoje, nes, išskyrus Na⁺ ir Cl⁻, skirtumai tarp metinių koncentracijų yra nedideli (15 pav.). Neįurinės kilmės sulfatai Aukštaitijoje sudarė 4.4 %, Žemaitijoje – 10 % ir Preiloje – 31 10 %.



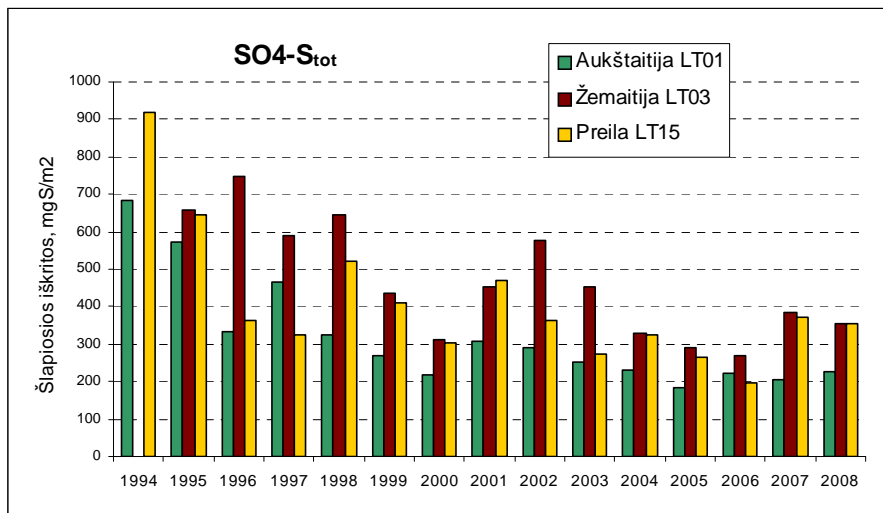
16 pav. Pagrindinių cheminių komponentų šlapiųjų iškritų kiekio erdvinė kaita

Kritulių pH, sieros ir azoto junginių šlapiųjų iškritų kiekio kaita nuo 1994 m. iki 2008 m. Aukštaitijoje, Žemaitijoje ir Preiloje pateikiama 17, 18, 19, 20 ir 21 paveiksluose. Iš pateiktų 17 pav. duomenų matyti, kad Aukštaitijoje 1994–1999 m. kritulių pH didėjo nuo 4.39 iki 5.43, per sekančius metus iki 2002 m. sumažėjo iki 4.80, 2003–2006 m. krituliai vėl buvo mažiau rūgštūs ir pH kilo iki 5.13, tačiau per pastaruosius dvejus metus stebima pH mažėjimas. Žemaitijoje per 1995–2000 m. laikotarpį kritulių pH pakilo nuo 4.68 iki 5.69, per sekančius dvejus metus sumažėjo iki 4.74 (2002 m.) ir per pastaruosius šešerius metus kinta 4.76–4.67 pH verčių intervale. Panaši kritulių pH metinių verčių kaita matoma ir Preiloje: didėjimas nuo 4.31 (1994 m.) iki 5.22 (1998 m.), o per sekančius metus iki 2009 m. nėra pastovios kaitos tendencijos, tačiau krituliai yra rūgštūs: pH <5.0 ir kito 4.70–4.85 verčių intervale.

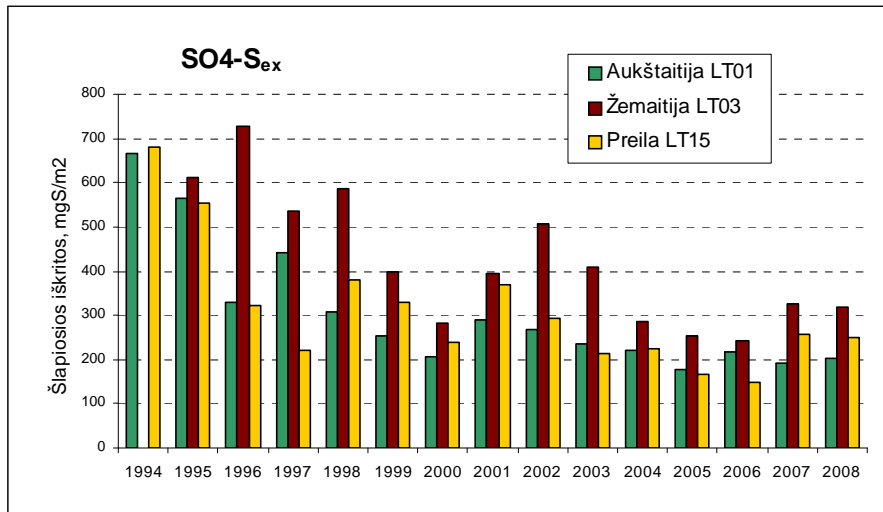


17 pav. Kritulių pH metinių verčių kaita

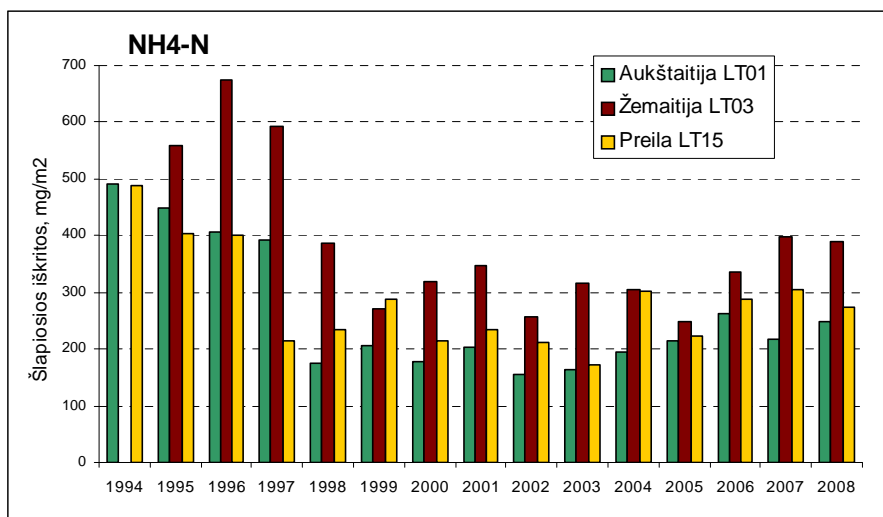
Vertinant pateiktus duomenis 18 – 21 paveiksluose, galima teigti, kad stebima sulfatų ir amonio šlapiųjų srautų mažėjimo tendencija, kuri ypatingai ryški buvo nuo 1994 iki 1998 m. Tačiau, sunku išvelgti vienareikšmę kaitos tendenciją nitratinio azoto sraute per visą tiriamąjį laikotarpį visose stotyse.



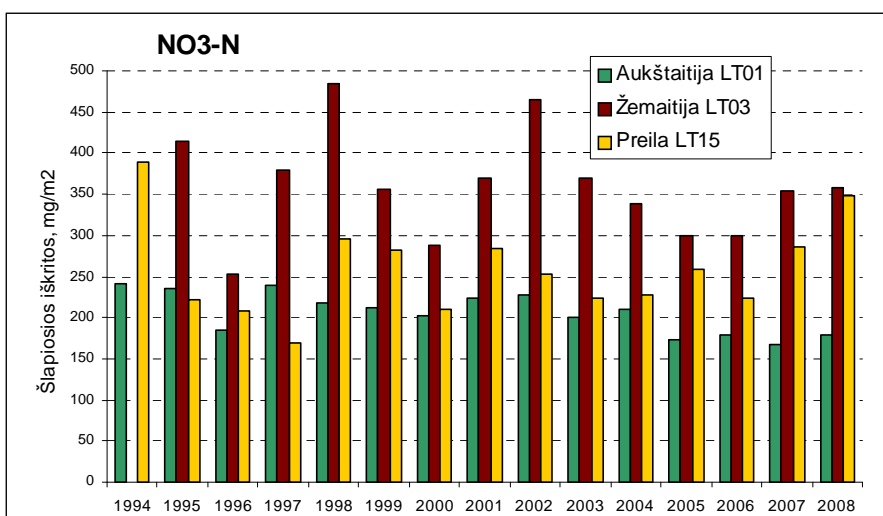
18 pav. Sulfatų kiekio šlapiose iškritose metinė kaita



19 pav. Neįurinės kilmės sulfatų kiekio šlapiose iškritose metinė kaita



20 pav. Amonio kiekio šlapiose iškritose metinė kaita



21 pav. Nitratų kiekio šlapiose iškritose metinė kaita

Teršalų kiekių šlapiuosiuose srautuose ilgalaikės kaitos tendencijų ir pokyčių vertinimui naudota linijinės regresijos lygtis. Gauti duomenis pateikiami 1 lentelėje.

1 lentelė SO_4^{2-} -Sex, NO_3^- ir NH_4^+ kiekių kaitos pokyčiai (%) šlapiuosiuose srautuose per 15 metų (1994-2008 m.) (* Žemaitijoje– 14 metų)

Vieta	SO_4^{2-} -Sex	NO_3^- -N	NH_4^+ -N
Aukštaitija, LT01	-76.4	-21.0	-62.0
*Žemaitija, LT03	-61.2	-11.0	-47.9
Preila, LT15	-70.5	5.6	-39.6

Gauti rezultatai rodo SO_4^{2-} -Sex ir NH_4^+ -N kiekio šlapiuosiuose srautuose aiškia mažėjimo tendenciją. Nitratinio azoto šlapiojo srauto kaitos tendencija Preiloje gauta teigiama ir tai rodo šio srauto didėjimą, esant nedideliame kaitos polinkiui (0.93 mgN/m² per metus).

Išvados

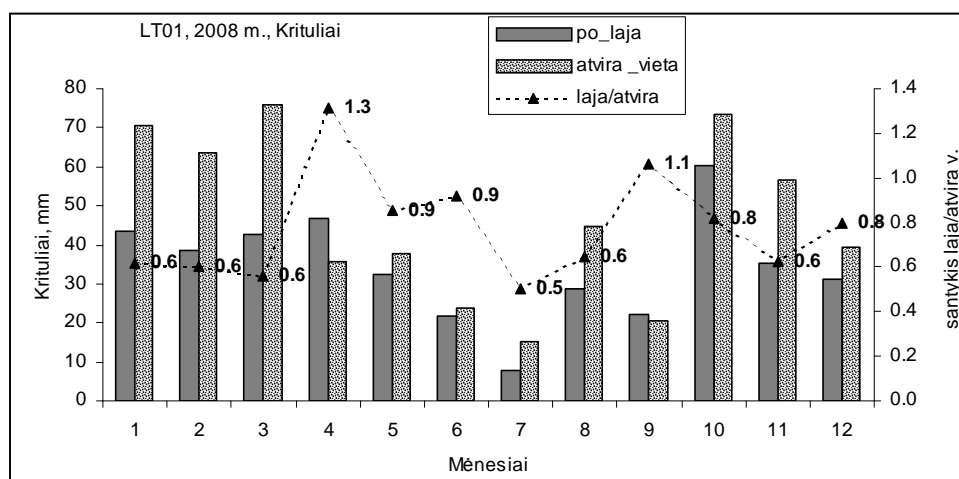
Vertinant cheminių priemaišų foninių koncentracijų atmosferos šlapiose iškritose 2008 m tyrimų duomenis, daromos tokios išvados:

- Tirtoms cheminėms priemaišoms yra būdingas didelis koncentracijų kaitos intervalas kritulių savaitės bandiniuose.
- Mažėjimo tendencija rytų kryptimi matoma pagrindinių teršalų vidutinių metinių koncentracijų atmosferos krituliuose erdvinėje kaitoje.
- Rūgštūs krituliai, pH<4.75, abiejose IM stotyse ir Preiloje buvo per sausio – kovo ir spalio – gruodžio mėnesius. Rūgščiausi krituliai 2008 m. buvo Žemaitijoje.
- Kritulių pH per pirmąjį 7 metų Aukštaitijoje ir Žemaitijoje, o Preiloje –5 metų laikotarpį kasmet didėjo. Pastarųjų 8 metų (2001-2008 m.) kritulių pH kaitoje visose tyrimo vietose nėra vienos krypties kaitos tendencijos.
- Įvertinta pagrindinių cheminių priemaišų šlapiųjų srautų kaita per pastaruosius 15 metų: sieros šlapiasis srautas į ekosistemas sumažėjo Aukštaitijoje 76.4 % ir Žemaitijoje 61.2 %, amoniakinio azoto - sumažėjo 62 % Aukštaitijoje ir 47.9 % Žemaitijoje, nitratinio azoto sumažėjo – 21.0 % Aukštaitijoje ir 11 % Žemaitijoje.

Pagrindinių cheminių priemaišų bei fizinių parametrų polajiniuose krituliuose tyrimų pagal ICP IM programą rezultatai

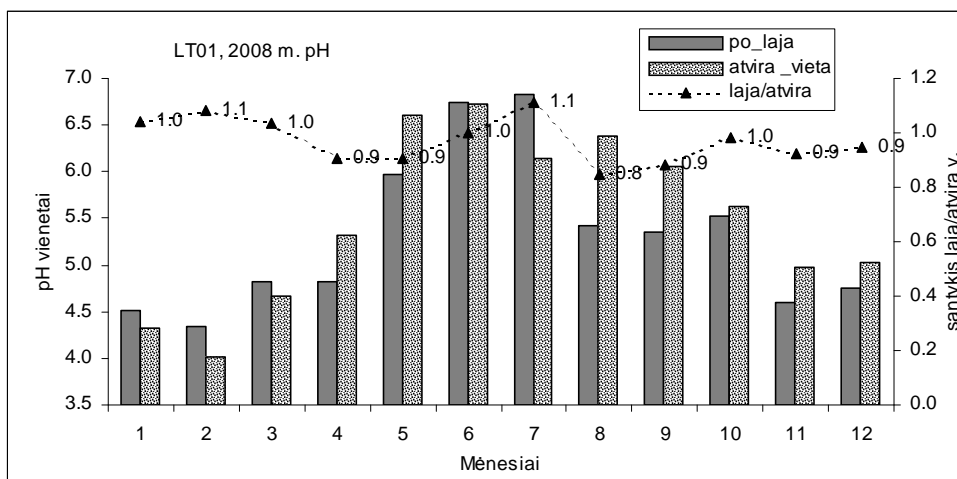
Aukštaitijos IM stotis (LT01).

Atmosferos kritulių kiekis yra vienas iš veiksnių, darantis įtaką cheminių priemaišų koncentracijoms krituliuose. Aukštaitijoje 2008 m. po laja iškrito 410.7 mm, o atviroje vietoje – 556.5 mm kritulių. 1 paveiksle pateikti duomenys rodo, kad kritulių kiekis per mėnesį atviroje vietoje kito nuo 15.1 mm (liepos mėn.) iki 75.8 mm (kovo mėn.) ir po laja nuo 7.6 mm (liepos mėn.) iki 60.4 mm (spalio mėn.). Kritulių kiekio santykis (po laja/atvira vieta) kito nuo 0.5 iki 1.3. Vidutinė metinė šio santykio reikšmė 2008 m. yra 0.74. Todėl galima sakyti, kad laja sulaikė apie 26 % kritulių kiekio, kuris iškrito atviroje vietoje. Šis santykis gautas mažiausias liepos mėn., esant mažiausiam kritulių kiekiui.



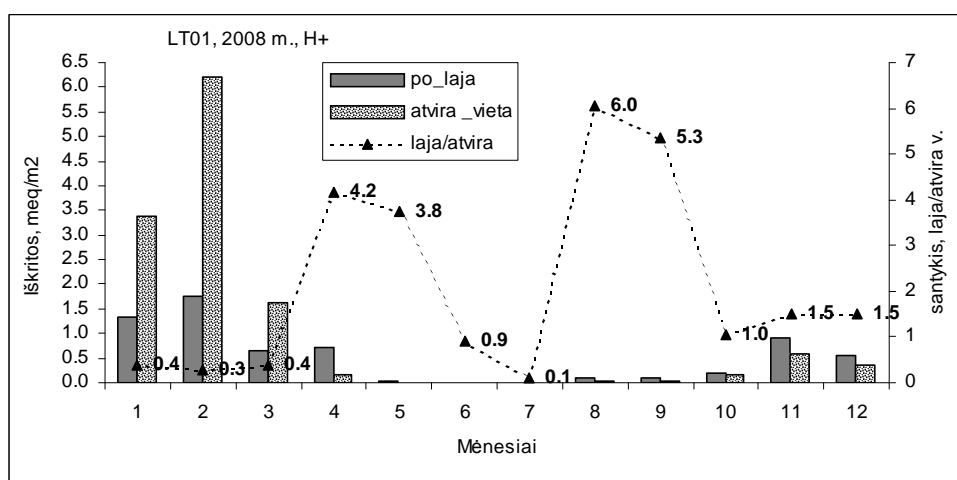
1 pav. Kritulių kiekio kaita po laja ir atviroje vietoje Aukštaitijoje (LT01)

Kritulių pH (2 pav.) rodo, kad rūgščiausi krituliai ($\text{pH} < 5.0$) po laja ir atviroje vietoje buvo per sausio, vasario ir kovo mėnesius, o taip pat per lapkritį ir gruodį. Per šiuos mėnesius kritulių pH vertės kito nuo 4.01 iki 4.98. Per likusius metų mėnesius vyravo mažiau rūgštūs krituliai: pH krituliuose po laja kito nuo 5.35 iki 6.83, o atviroje vietoje – nuo 5.32 iki 6.73. Kritulių pH vertės atviroje vietoje mažesnės nei krituliuose po laja buvo sausio – kovo mėn. ir liepos mėn. Įvertinus kritulių kiekį, gautos tokios metinės pH vertės: po laja – 4.81 ir atviroje vietoje – 4.65, t.y., krituliai buvo rūgštesni atviroje vietoje.



2 pav. pH kaita krituliuose po laja ir atviroje vietoje Aukštaitijoje (LT01)

Vertinant H^+ kiekio iškritose kaitą (3 pav.) matyti, kad į polajį jis buvo didžiausias vasario mėn. – 1.77 meqv/m^2 , esant kritulių $\text{pH}=4.34$, o atviroje vietoje – 6.20 meqv/m^2 , esant $\text{pH} = 4.01$. Mažiausiai rūgščios iškritos buvo nuo gegužės iki lapkričio mėn. ir jos kito nuo 0.001 iki 0.20 meqv/m^2 per mėnesį. Duomenys rodo, kad rūgščių kiekis metinėse iškritose atviroje vietoje buvo 12.55 mg/m^2 ir į miško paklotę – 6.33 meqv/m^2 , t.y. dvigubai mažesnis nei atviroje vietoje. Matyt, tai lėmė mažesnis kritulių kiekis po laja per tuos mėnesius, kai polajinių kritulių pH vertės buvo aukštesnės nei kritulių atviroje vietoje.



3 pav. H^+ kiekio iškritose kaita po laja ir atviroje vietoje Aukštaitijoje (LT01)

1 ir 2 lentelėse pateikiamos cheminių priemaišų koncentracijos krituliuose, rinktuose Aukštaitijoje po laja ir atviroje vietoje 2008 m.

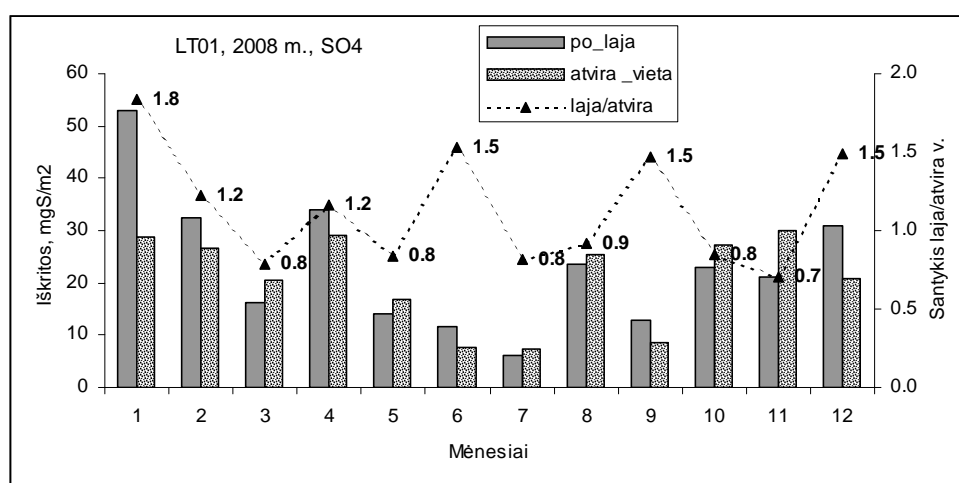
1 lentelė. pH ir pagrindinių cheminių priemaišų koncentracijos krituliuose po laja 2008 m. Aukštaitijoje (LT01).

Mėnuo	pH	Koncentracija (mg/l) krituliuose po laja							
		SO ₄ ²⁻ -S	NO ₃ ⁻ -N	Cl ⁻	NH ₄ ⁺ -N	Na ⁺	K ⁺	Ca ²⁺	Mg ²⁺
1	4.51	1.22	0.65	1.32	0.27	0.70	0.91	1.04	0.40
2	4.34	0.85	0.72	1.83	0.27	0.93	0.76	0.93	0.36
3	4.83	0.38	0.32	0.67	0.22	0.31	0.30	0.27	0.10
4	4.82	0.73	0.35	0.53	0.44	0.35	0.53	0.45	0.32
5	5.97	0.44	0.15	0.52	0.04	0.23	1.63	0.70	0.31
6	6.74	0.53	0.12	2.97	0.12	0.71	17.60	1.43	0.81
7	6.83	0.79	0.27	1.31	1.00	1.14	4.42	2.24	0.51
8	5.42	0.81	0.31	1.72	0.08	0.72	3.70	1.59	0.79
9	5.35	0.58	0.33	1.31	0.09	0.61	2.42	1.27	0.47
10	5.53	0.38	0.09	1.11	0.02	0.51	1.99	0.78	0.31
11	4.60	0.60	0.29	1.51	0.15	0.85	1.46	0.74	0.22
12	4.75	0.99	0.36	0.85	0.14	0.40	0.98	0.53	0.21
Metinė	4.81	0.68	0.34	1.21	0.19	0.57	2.29	0.85	0.36

2 lentelė. pH ir pagrindinių cheminių priemaišų koncentracijos krituliuose atviroje vietoje 2008 m. Aukštaitijoje (LT01)

Mėnuo	pH	Koncentracija (mg/l) krituliuose atviroje vietoje							
		SO ₄ ²⁻ -S	NO ₃ ⁻ -N	Cl ⁻	NH ₄ ⁺ -N	Na ⁺	K ⁺	Ca ²⁺	Mg ²⁺
1	4.32	0.41	0.50	0.61	0.42	0.20	0.14	0.21	0.05
2	4.01	0.42	0.60	0.69	0.56	0.31	0.10	0.15	0.06
3	4.67	0.27	0.33	0.49	0.28	0.11	0.08	0.12	0.03
4	5.32	0.82	0.51	0.45	1.00	0.03	0.20	0.36	0.04
5	6.61	0.45	0.33	0.40	0.54	0.13	0.36	0.64	0.19
6	6.73	0.32	0.29	0.55	0.43	0.26	0.77	0.72	0.24
7	6.15	0.49	0.50	0.42	0.44	0.29	0.54	1.00	0.28
8	6.39	0.57	0.38	0.32	0.47	0.21	0.16	0.67	0.17
9	6.05	0.42	0.20	0.36	0.31	0.15	0.26	0.56	0.11
10	5.63	0.37	0.32	0.40	0.38	0.26	0.20	0.34	0.03
11	4.98	0.27	0.32	0.63	0.30	0.43	0.16	0.27	0.03
12	5.03	0.53	0.34	0.49	0.28	0.34	0.08	0.24	0.05
Metinė	4.65	0.45	0.39	0.50	0.44	0.23	0.20	0.35	0.08

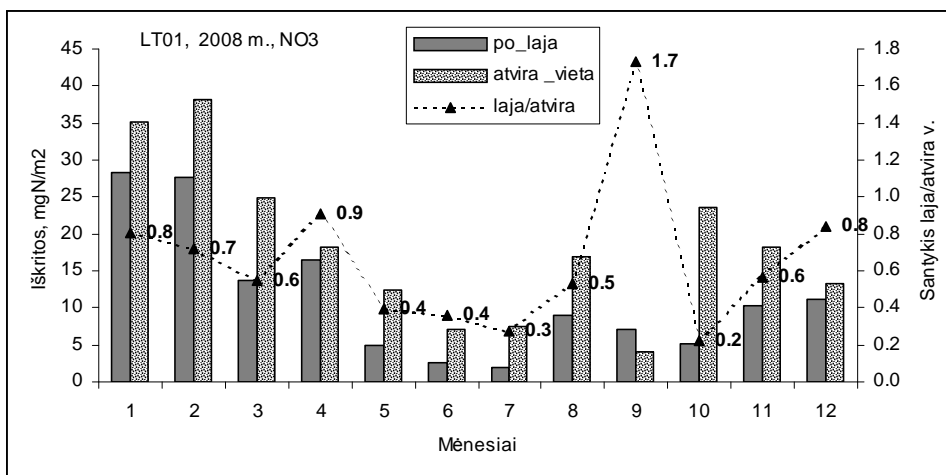
Nagrinėjant sulfatų koncentracijų (1 ir 2 lentelės) ir iškritų (4 pav.) metinę kaitą matyti, kad didžiausia $\text{SO}_4\text{-S}$ koncentracija krituliuose po laja buvo sausio mėn. 1.22 mgS/l. Per likusius mėnesius kito nuo 0.38 mgS/l (spalio mėn.) iki 0.99 mgS/l (gruodžio mėn.). Sulfatų koncentracija krituliuose po laja tik balandžio ir gegužės mėn. buvo nežymiai mažesnė nei krituliuose atviroje vietoje (santykis po laja/atviroje vietoje buvo 0.89–0.98). Per likusius metų mėnesius šis santykis (po laja/atviroje vietoje) kito nuo 1.4 iki 3.0 (sausio mėn.). Tai rodo, kad polajiniai krituliai praturtinami sulfatais dėl sausai nusėdusių sieros junginių (SO_2 ir aerosolinių SO_4^{2-}) nuplovimo nuo lajos.



4 pav. $\text{SO}_4\text{-S}$ kiekio iškritose kaita po laja ir atviroje vietoje Aukštaitijoje (LT01)

Didžiausias sieros kiekis (53.0 mgS/m^2) į miško paklotę po laja pateko per sausio mėnesį, o atviroje vietoje per sausio mėn. sieros kiekis iškritose buvo beveik dvigubai mažesnis – 28.9 mgS/m^2 . Vertinant sieros kiekio iškritose metinę kaitą matyti, kad jų dydžius ir po laja, ir atviroje vietoje lėmė SO_4^{2-} koncentracija krituliuose ir kritulių kiekis. Mažiausi sieros kiekiai iškritose buvo per vasaros mėnesius. Visumoje per metus į miško paklotę po laja pateko 278.9 mgS/m^2 , tai yra 10 % daugiau nei su krituliais į paklotę atviroje vietoje (249.2 mgS/m^2).

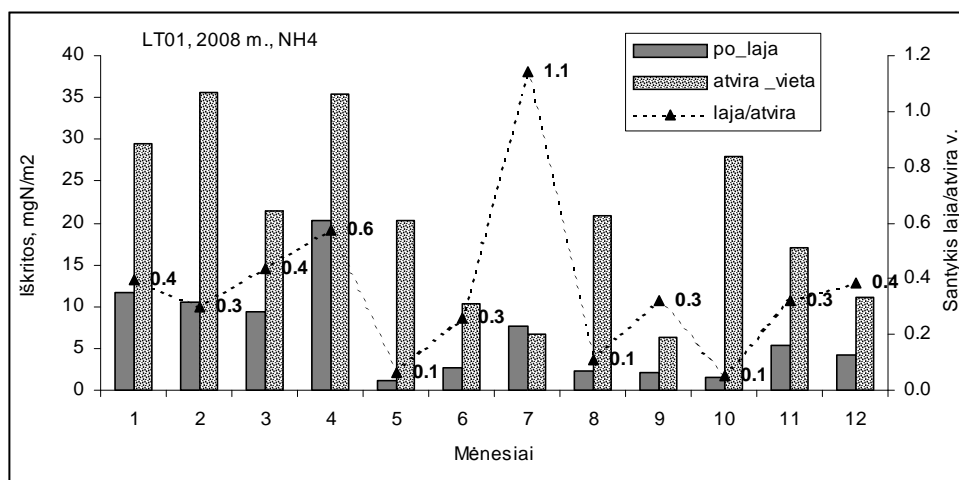
Iš pateiktų duomenų 1 ir 2 lentelėse matyti, kad per pavasario – vasaros mėnesius nitratų koncentracija krituliuose po miško laja buvo ženkliai mažesnė nei krituliuose atviroje vietoje. Tokia nitratų koncentracijų krituliuose po laja metinė kaita gali būti siejama su nitratinio azoto absorbcija laja per šį metų laikotarpį. Tačiau, didesnes nitratų koncentracijas polajiniuose krituliuose nei atviroje vietoje sausio-vasario ir gruodžio mėn. lėmė jų nuplovimas su krituliais nuo lajos.



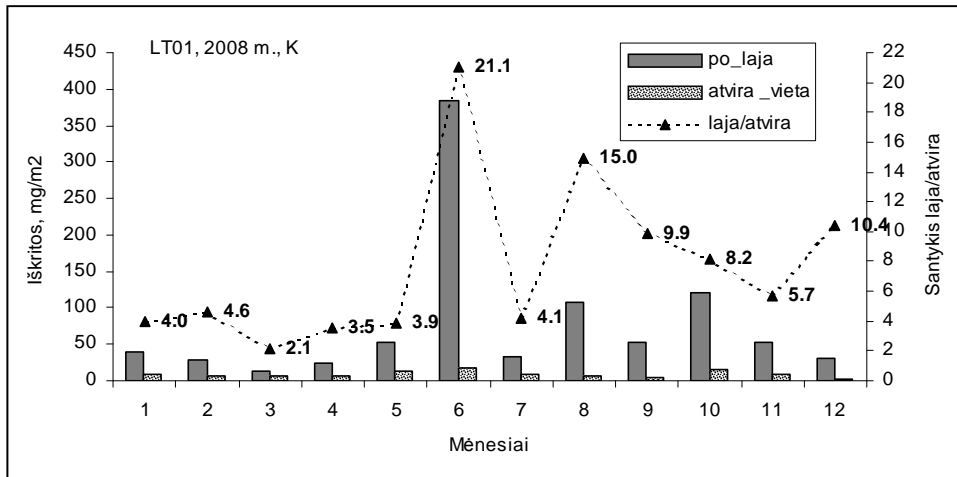
5 pav. NO₃-N kiekio iškritose kaita po laja ir atviroje vietoje Aukštaitijoje (LT01)

Nitratinio azoto srautas (5 pav.) į polajį buvo mažesnis nei atviroje vietoje per visus mėnesius, išskyrus rugsėjo mėn. Apibendrinant 2008 m. visų mėnesių duomenis gauta, kad į polajį nitratinio azoto metinis kiekis iškritose buvo 37 % mažesnis nei atviroje vietoje.

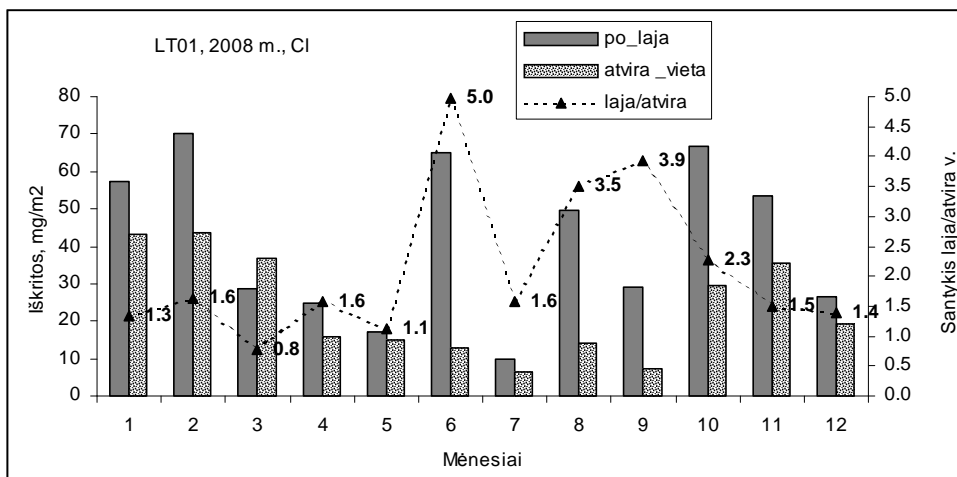
Amonio koncentracijos krituliuose po laja (1 ir 2 lentelės) per visus mėnesius, išskyrus liepos mėn., buvo ženkliai mažesnės nei krituliuose atviroje vietoje. Tai rodo, kad laja absorbuoja šioje cheminėje formoje esantį azotą ir per visus mėnesius (išskyrus liepos mėn.) jo srautai į miško paklotę (6 pav.) po laja buvo mažesni nei atviroje vietoje. Metinis amoniakinio azoto srautas po laja buvo 78.82 mgN/m², o atviroje vietoje –242.45 mgN/m², t.y. į polajį per 2008 m. pateko 3 kartus mažesnis nei atviroje vietoje šioje cheminėje formoje esančio azoto kiekis.



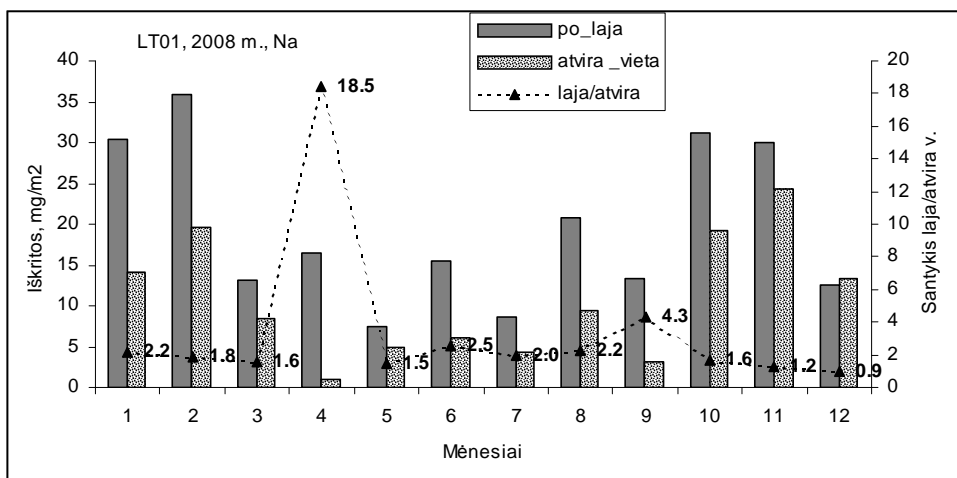
6 pav. NH₄-N kiekio iškritose kaita po laja ir atviroje vietoje Aukštaitijoje (LT01)



7 pav. K⁺ kiekio iškritose kaita po laja ir atviroje vietoje Aukštaitijoje (LT01)

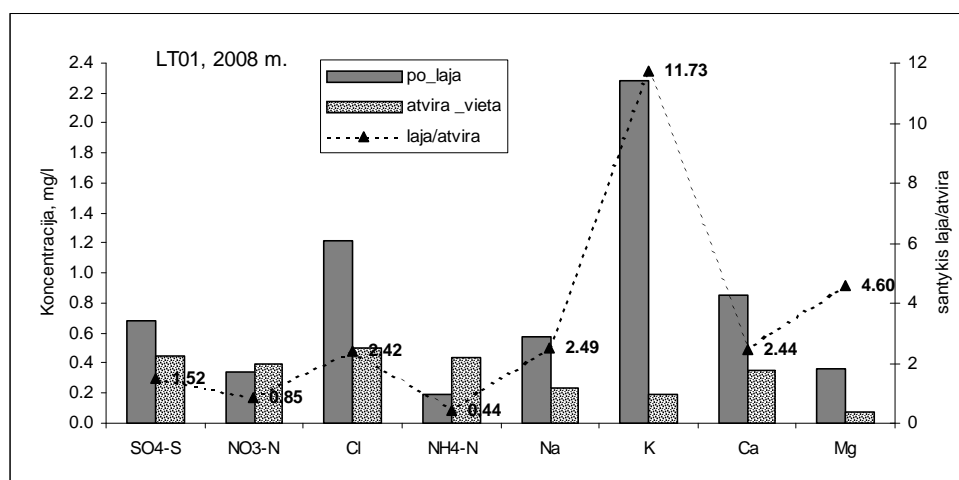


8 pav. Ca kiekio iškritose kaita po laja ir atviroje vietoje Aukštaitijoje (LT01)

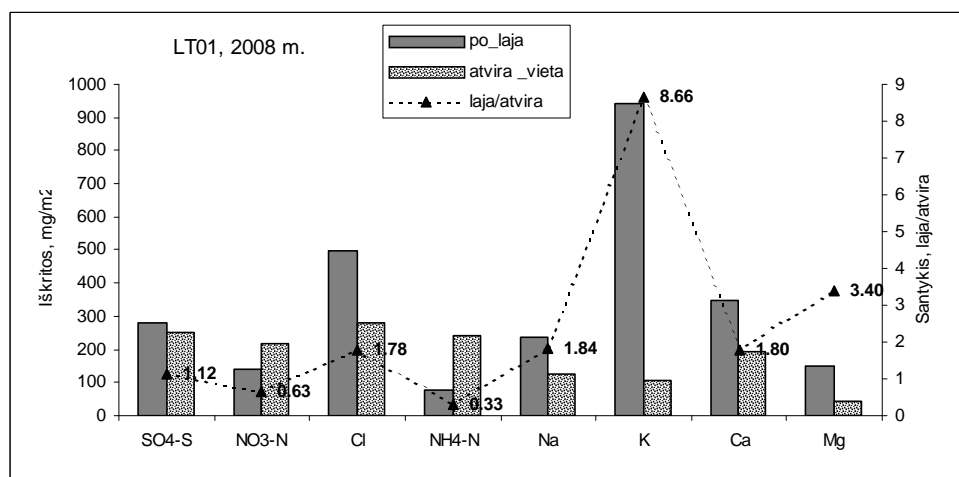


9 pav. Na⁺ kiekio iškritose kaita po laja ir atviroje vietoje Aukštaitijoje (LT01)

Priešingai nei azoto junginiams, stebimos kelis kart didesnės K^+ , Na^+ , Cl^- ir Mg^{2+} koncentracijos krituliuose po laja nei atviroje vietoje (1 ir 2 lentelės): K^+ koncentracijų santykis po laja/atvira vieta kito nuo 2 iki 23, Cl^- nuo 1.2 iki 5.4 ir Mg^{2+} - nuo 2 iki 10 kartų. Toks žymus šių komponentų koncentracijų padidėjimas polajiniuose krituliuose gali būti siejamas su šių elementų išplovimu iš lajos. Pateikti 7–9 pav. K^+ , Cl^- ir Na^+ kiekių iškritose duomenys rodo, kad srautai į polajį visais mėnesiais buvo didesni nei atviroje vietoje, o metinių srautų santykiai (laja/atvira vieta) yra tokie: K^+ – 8.7, Cl^- ir Na^+ – 1.8.



10 pav. Pagrindinių cheminių priemaišų koncentracijos Aukštaitijoje (LT01)



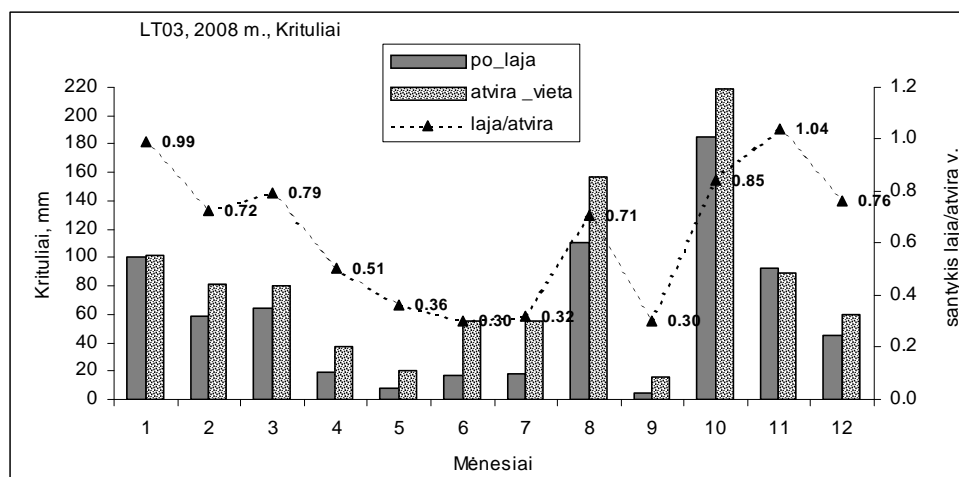
11 pav. Pagrindinių cheminių priemaišų kiekiai iškritose Aukštaitijoje (LT01)

Apibendrinti pagrindinių cheminių priemaišų tyrimų krituliuose po miško laja ir miške atviroje vietoje Aukštaitijoje duomenys pateikti 10 ir 11 pav. rodo, kad polajiniai krituliai labiausiai praturtinami K^+ , mažiau Mg^{2+} , Na^+ , Ca^{2+} Cl^- ir SO_4^{2-} .

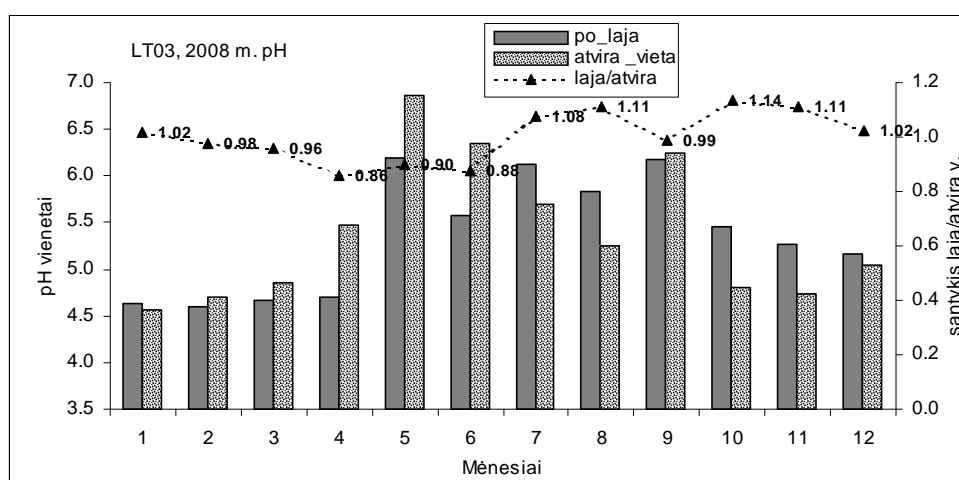
Nitratinio ir amoniakinio azoto koncentracijos yra mažesnės krituliuose po laja ir į polajį per 2008 m. pateko 2 kartus mažiau azoto nei atviroje vietoje.

Žemaitijos IM stotis (LT03).

Iš pateiktų 12 pav. duomenų matyti, kad kritulių kiekis per mėnesį atviroje vietoje kito nuo 16.1 mm (rugsėjis) iki 218.8 mm (spalis) ir po laja nuo 4.8 mm (rugsėjis) iki 185.1 mm (spalis). Kritulių kiekio santykis (po laja/atvira vieta) kito nuo 0.3 iki 1.04. Šio santykio vidutinė metinė reikšmė 2008 m. yra 0.74, todėl galima sakyti kad po laja kritulių kiekis buvo apie 26 % mažesnis nei atviroje vietoje. Ypač didelis skirtumas yra tada, kai iškrenta nedidelis kiekis kritulių ir dalis jų lieka ant lajos ir išgaruoja. Metinis kritulių kiekis 2008 m. buvo atviroje vietoje 971.5 mm, o po laja – 722.7 mm.



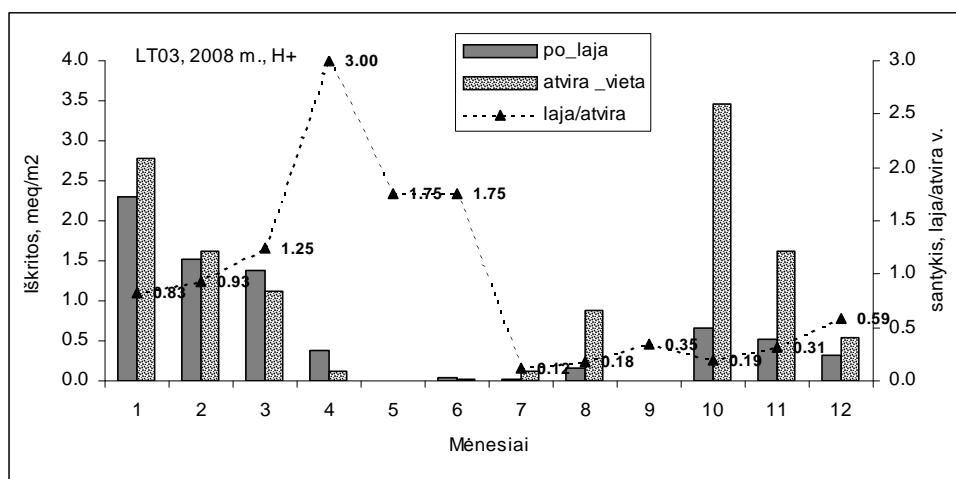
12 pav. Kritulių kiekio kaita po laja ir atviroje vietoje Žemaitijoje (LT03)



13 pav. pH kaita krituliuose po laja ir atviroje vietoje Žemaitijoje (LT03)

Kritulių pH rodo (13 pav.), kad polajiniai krituliai buvo rūgščiau (pH<5.0) sausio – balandžio mėn. Mažiau rūgštūs polajiniai krituliai vyravo per likusius mėnesius: pH kito nuo 5.16 iki 6.19. Kritulių atviroje vietoje pH <5.0 buvo sausio –kovo mėn., o taip pat ir spalio – gruodžio mėn. Per pavasario – vasaros mėn. kritulių pH kito nuo 5.25 iki 6.87.

Vertinant H⁺ kiekio iškritose (14 pav.) kaitą į polajį ir į paklotę atviroje vietoje, matyti, kad į polajį jis buvo didžiausias (2.30 meq/m²) sausio mėn., esant kritulių pH=4.88 ir kritulių kiekiui 100.2 mm/mėn., o atviroje vietoje spalio mėn. (3.47 meq/m²), esant pH = 4.80 ir kritulių kiekiui 218.8 mm/mėn. Pateikti duomenys rodo, kad 70 % metinio kiekio rūgšties (5.21 meq/m²) į miško paklotę pateko per 3 pirmuosius metų mėnesius. Mažiausiai rūgšties iškritos buvo per gegužės – rugsėjo mėnesius. Rūgščių iškritų į polajį iškrito 1.7 karto mažiau nei atviroje vietoje.

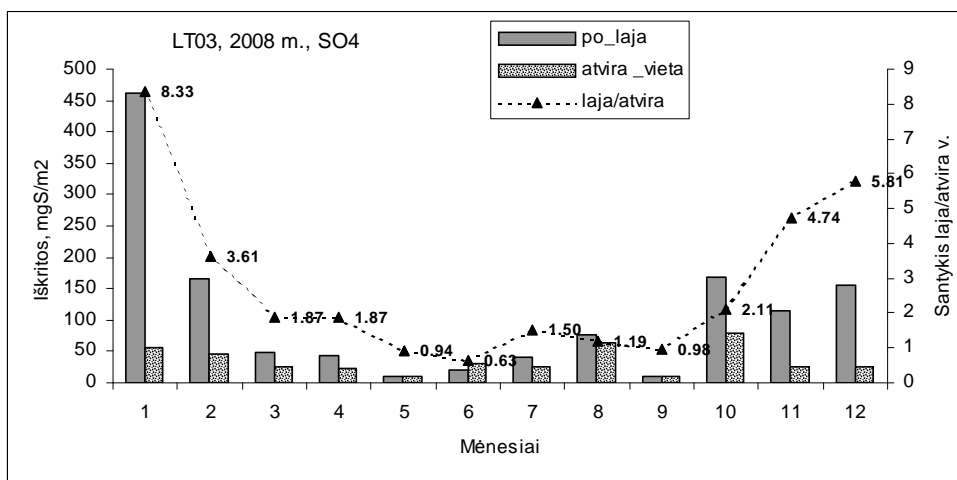


14 pav. H⁺ kiekio iškritose kaita po lają ir atviroje vietoje Žemaitijoje (LT03)

3 ir 4 lentelėse pateikiami duomenys apie cheminių priemaišų koncentracijų krituliuose, rinktuose po lają ir atviroje vietoje, kaitą 2008 m. LT03.

Nagrinėjant sulfatų koncentracijų (3 ir 4 lentelės) metinę kaitą matyti, kad sulfatų koncentracijos krituliuose po lają kito nuo 0.69 iki 4.62 mgS/l ir didžiausia ji buvo sausio mėn. Sulfatų koncentracija krituliuose atviroje vietoje buvo kelis kartus mažesnės nei krituliuose po lają: koncentracijų santykis (po lają/atviroje vietoje) kito nuo 1.7 iki 8, esant metinei vertei 4.2. Tai rodo, kad polajiniai krituliai yra praturtinami sulfatais, kurie nuplaunami nuo lajos. Didžiausias sieros kiekis (463.0 mgS/m²) į miško paklotę po lają pateko per sausio mėnesį, o atviroje vietoje per spalio

mėn. – 79.6 mgS/m² (15 pav.). Vertinant sieros srautų metinę kaitą matyti, kad jų dydžius lėmė ir SO₄²⁻ koncentracija krituliuose, ir kritulių kiekis. Visumoje per metus į miško paklotę po laja pateko 1317.9 mgS/m², tai yra 3 kartus daugiau nei su krituliais į paklotę atviroje vietoje (425.6 mgS/m²).



15 pav.. SO₄-S kiekio iškritose kaita po laja ir atviroje vietoje Žemaitijoje (LT03)

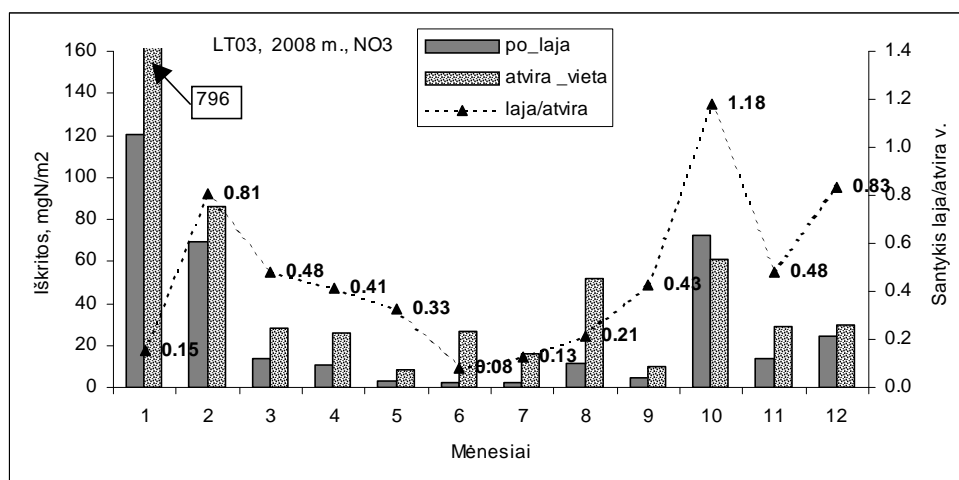
3 lentelė. pH ir pagrindinių cheminių priemaišų koncentracijos krituliuose po laja 2008 m. LT03.

Mėnuo	pH	Koncentracija (mg/l) krituliuose po laja							
		SO ₄ ²⁻ -S	NO ₃ ⁻ -N	Cl ⁻	NH ₄ ⁺ -N	Na ⁺	K ⁺	Ca ²⁺	Mg ²⁺
1	4.64	4.62	1.20	4.49	0.30	2.14	4.83	3.41	1.34
2	4.59	2.79	1.18	7.25	0.21	3.52	5.09	2.81	1.09
3	4.66	0.78	0.21	2.92	0.06	1.20	1.18	0.73	0.28
4	4.71	2.32	0.55	2.75	0.14	1.94	3.00	2.09	0.62
5	6.19	1.34	0.36	2.73	1.03	0.88	7.29	2.30	0.88
6	5.58	1.21	0.13	9.35	0.04	2.21	18.60	4.25	1.80
7	6.12	2.29	0.12	7.52	1.11	1.91	14.75	2.90	1.16
8	5.84	0.69	0.10	2.48	0.78	1.08	5.30	1.47	0.51
9	6.18	2.21	0.87	6.01	3.71	1.20	11.90	3.21	0.72
10	5.45	0.91	0.39	4.74	0.30	1.50	5.71	1.33	0.38
11	5.26	1.25	0.15	3.02	0.06	1.45	4.08	0.91	0.31
12	5.16	3.43	0.54	2.55	0.15	1.69	5.00	1.79	0.76
Metinė	5.00	1.82	0.48	4.15	0.35	1.70	5.32	1.83	0.66

4 lentelė. pH ir pagrindinių cheminių priemaišų koncentracijos krituliuose atviroje vietoje 2008 m. LT03

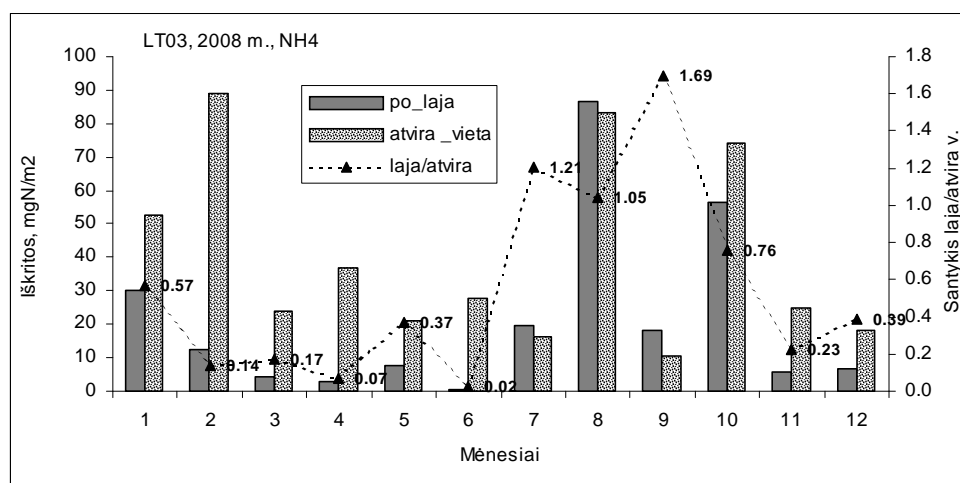
Mėnuo	pH	Koncentracija (mg/l) krituliuose atviroje vietoje							
		SO ₄ ²⁻ -S	NO ₃ ⁻ -N	Cl ⁻	NH ₄ ⁺ -N	Na ⁺	K ⁺	Ca ²⁺	Mg ²⁺
1	4.56	0.55	7.88	1.96	0.52	1.30	0.20	0.40	0.17
2	4.70	0.56	1.06	1.43	1.09	0.82	0.22	0.18	0.10
3	4.86	0.33	0.36	0.78	0.30	0.32	0.05	0.23	0.06
4	5.48	0.63	0.68	0.69	0.98	0.10	0.29	0.45	0.07
5	6.87	0.52	0.40	0.47	1.03	0.13	0.55	0.88	0.15
6	6.35	0.57	0.49	0.94	0.51	0.52	0.31	1.00	0.15
7	5.69	0.49	0.30	0.37	0.29	0.22	0.14	0.51	0.12
8	5.25	0.41	0.33	0.39	0.53	0.19	0.16	0.26	0.07
9	6.25	0.68	0.61	0.74	0.66	0.38	0.26	1.00	0.13
10	4.80	0.36	0.28	1.01	0.34	0.57	0.18	0.27	0.05
11	4.74	0.27	0.32	1.15	0.28	0.66	0.24	0.26	0.06
12	5.05	0.45	0.50	1.15	0.30	0.55	0.12	0.28	0.07
Metinė	4.90	0.44	1.20	0.98	0.49	0.54	0.19	0.36	0.09

Nitratų koncentracijų krituliuose kaitoje (3 ir 4 lentelės) matyti, kad, išskyrus vasario, rugsėjo, spalio ir gruodžio mėn., NO₃⁻ koncentracija krituliuose po miško laja buvo 1.2 – 6 kartus mažesnė nei krituliuose atviroje vietoje, o per kitus mėnesius ji buvo artima NO₃⁻ koncentracijai krituliuose atviroje vietoje. Metinė NO₃⁻ koncentracija krituliuose atviroje vietoje gauta 2.5 karto didesnė nei krituliuose po laja.



16 pav. NO₃-N kiekio iškritose kaita po laja ir atviroje vietoje Žemaitijoje (LT03)

Didžiausi nitratinio azoto srautai (16 pav.) buvo sausio mėn.: į polajį – 120.3 mgN/m² ir atviroje vietoje – 796 mgN/m². Didžiausi skirtumai tarp nitratinio azoto srautų per mėnesį į miško paklotę ir atviroje vietoje stebėti nuo kovo iki spalio mėn. Apibendrinant visų mėnesių duomenis per 2008 m., gauta, kad, nitratinio azoto metinis srautas į miško paklotę (346.8 mgN/m²) buvo 3 kartus mažesnis nei atviroje vietoje (1168.4 mgN/m²).

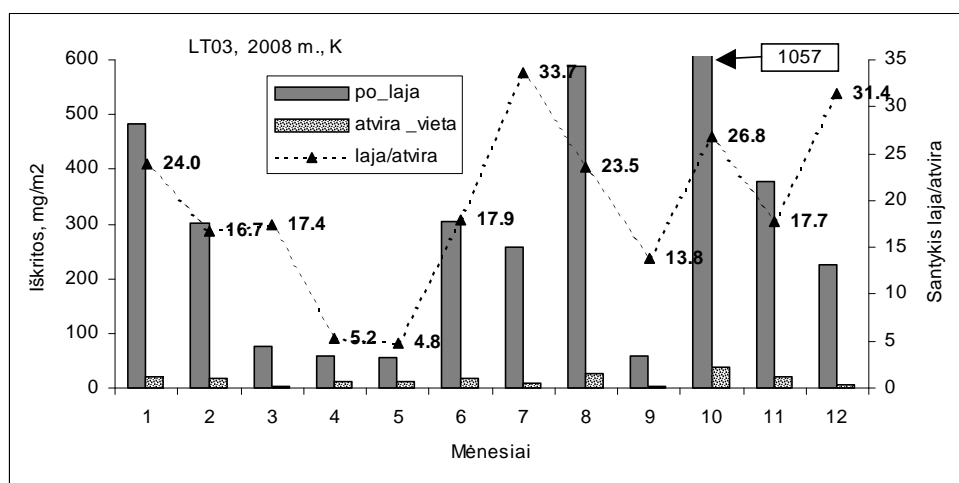


17 pav. NH₄-N kiekio iškritose kaita po laja ir atviroje vietoje Žemaitijoje (LT03)

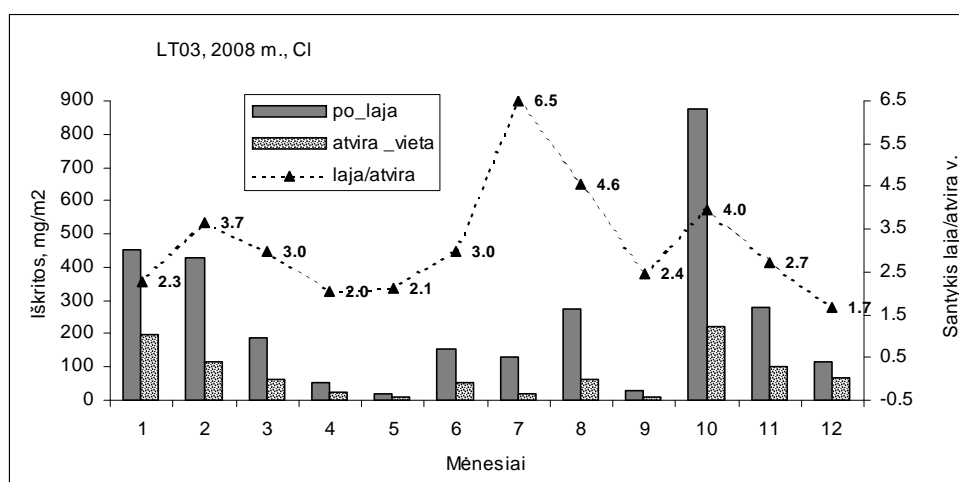
Amonio koncentracijų (3 ir 4 lentelės) kaita rodo, kad, išskyrus gegužės, liepos ir rugsėjo mėn., koncentracija krituliuose po laja buvo kelis kartus mažesnė nei krituliuose atviroje vietoje. Tai rodo, kad laja absorbuoja amonio azotą iš atmosferos kritulių. Vertinant amonio srautų kaitą per mėnesį (17 pav.) matyti, kad jų santykis (po laja/atvira vieta) kito nuo 0.02 iki 1.69, tačiau, daugumoje atvejų, polajiniai amonio srautai buvo mažesni nei atviroje vietoje ir visumoje metinis srautas į polajį (250.7 mgN/m²) buvo 2 kartus mažesnis nei atviroje vietoje (478.6 mgN/m²).

Padidėjusias magnio ir ypač kalio koncentracijas polajiniuose krituliuose (3 ir 4 lentelės) sąlygoja šių elementų išplovimas iš lajos, nes jų nuplovimas nuo lajos yra nereikšmingas dėl mažo atmosferinio sausojo nuotėkio. K⁺ srautai per mėnesį (18 pav.) į polajį kito nuo 57.5 iki 1057.3 mg/m² ir atviroje vietoje nuo 4.2 iki 39.4 mg/m². Per 2008 m. kalio srautas į polajį (3844.5 mg/m²), palyginti su atvira vieta (186.8 mg/m²), buvo 20 kartų didesnis.

Natrio ir chloridų koncentracijų ir srautų kaitos duomenys (3 ir 4 lentelės, 19 ir 20 pav.) rodo, kad ir šie elementai yra išplaunami iš lajos. Iš pateiktų duomenų (19 pav.) matyti, kad skirtumai tarp Cl^- kiekio iškritose per mėnesį į polajį ir atviroje vietoje yra mažesni nei kalio. Cl^- vidutinė metinė koncentracija krituliuose po laja gauta 4 kartus didesnė nei atviroje vietoje ir per 2008 m. Cl^- metinis srautas su krituliais į polajį buvo 2999.7 mg/m^2 , o atviroje vietoje – 948.8 mg/m^2 . Taigi, padidėjimas polajiniuose krituliuose taip pat gali būti siejamas su šio elemento išplovimu iš lajos.



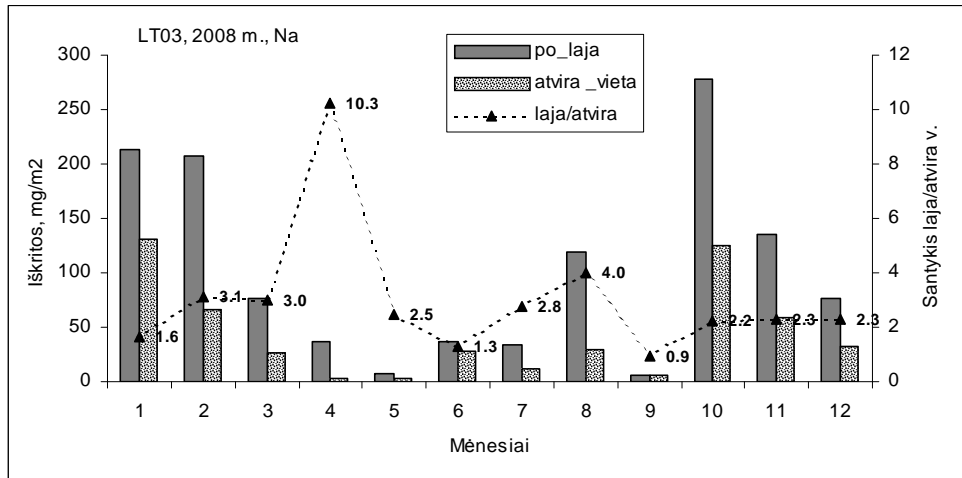
18 pav. K⁺ kiekio iškritose kaita po laja ir atviroje vietoje Žemaitijoje (LT031)



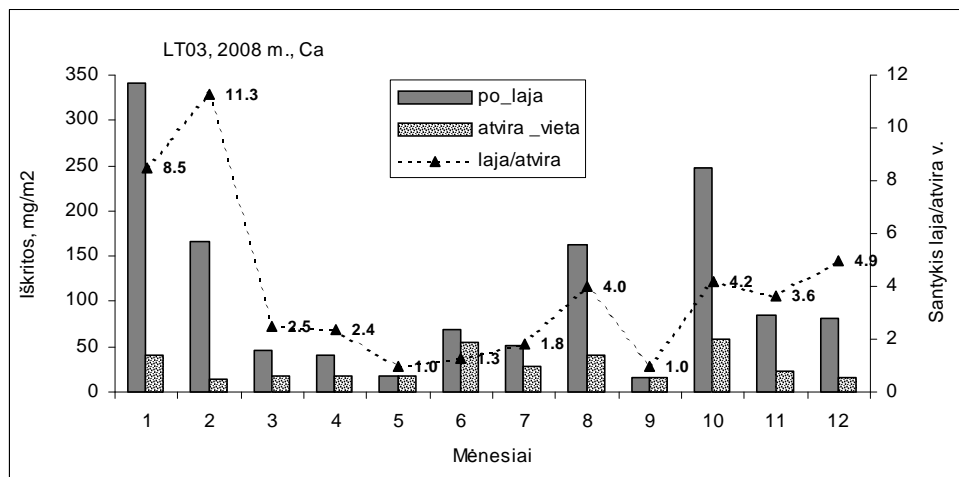
19 pav. Cl⁻ kiekio iškritose kaita po laja ir atviroje vietoje Žemaitijoje (LT03)

Na^+ vidutinė metinė koncentracija krituliuose po laja gauta 3 kartus didesnė nei atviroje vietoje, o metinis Na^+ srautas į polajį (1226.7 mg/m^2) 2.3 kartus viršijo srautą atviroje vietoje (523.3 mg/m^2). Cl^- vidutinė metinė koncentracija krituliuose po

laja gauta 3.3 kartus didesnė nei atviroje vietoje, o metinis Cl^- srautas į polajį (3194.0 mg/m^2) 3.1 kartą viršijo srautą atviroje vietoje (1037.0 mg/m^2).

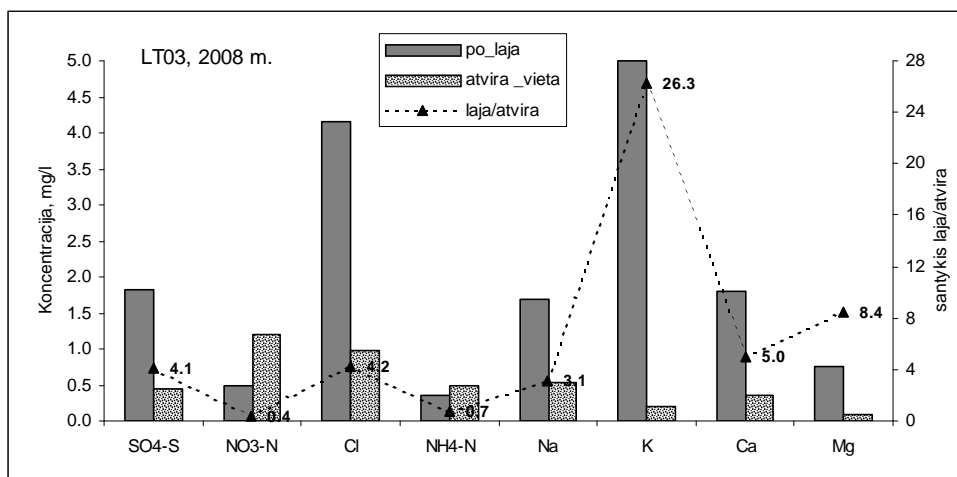


20 pav. Na^+ kiekio iškritose kaita po laja ir atviroje vietoje Žemaitijoje (LT03)

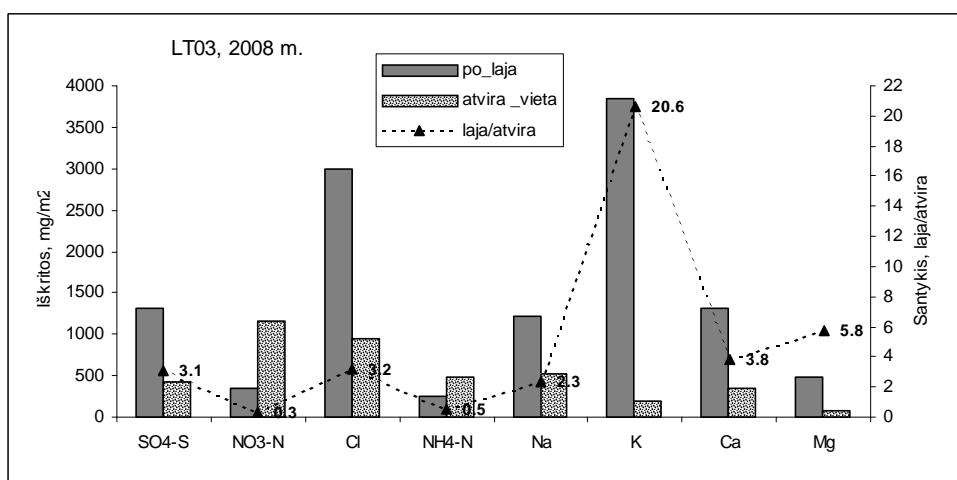


21 pav. Ca^{2+} kiekio iškritose kaita po laja ir atviroje vietoje Žemaitijoje (LT03)

Ca^{2+} kiekio iškritose kaita (21 pav.) taip pat rodo didesnius jo srautus su polajiniais krituliais. Tai rodo šio elemento nuplovimą nuo lajos.

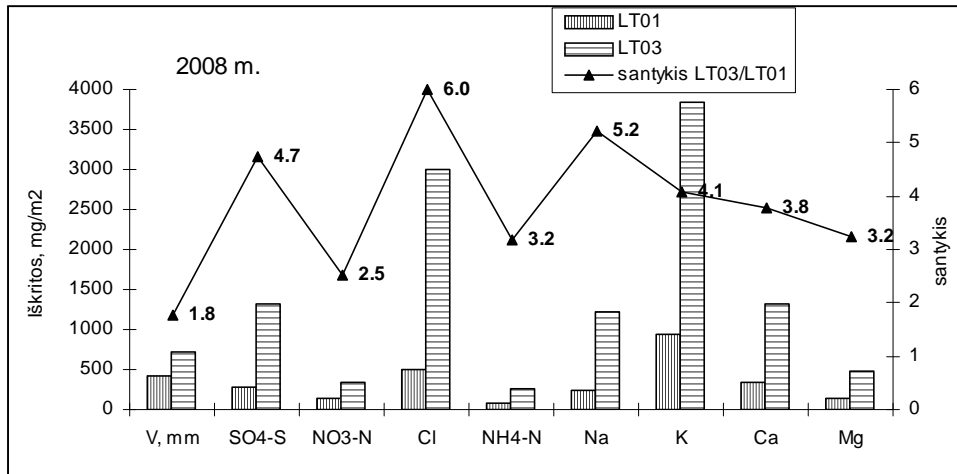


22 pav. Pagrindinių cheminių priemaišų koncentracijos Žemaitijoje (LT03)



23 pav. Pagrindinių cheminių priemaišų kiekiai iškritose Žemaitijoje (LT03)

Pateikti 22 pav. apibendrinti pagrindinių cheminių priemaišų tyrimų krituliuose po miško laja ir miške atviroje vietoje Žemaitijoje (LT03) duomenys rodo, kad K^+ , mažiau Cl^- , Ca^{2+} , Na^+ , SO_4^{2-} ir Mg^{2+} koncentracijos yra didesnės krituliuose po laja, o nitratinio ir amoniakinio azoto koncentracijos yra didesnės krituliuose atviroje vietoje. Į polajį per 2008 m. pateko 64 % azoto mažiau nei atviroje vietoje.



24 pav. Pagrindinių cheminių priemaišų kiekiai 2008 m. metų iškritose su krituliais po laja IM stotyse

Apibendrinti abiejose stotyse gauti rezultatai (24 pav.) rodo, kad teršalų kiekiai metų iškritose į miško paklotę su polajiniais krituliais pakito netolygiai kritulių kiekiui. Pateikti duomenys rodo, kad, esant 1.8 karto didesniai polajinių kritulių metiniam kiekiui Žemaitijoje nei Aukštaitijoje, į polajį Žemaitijoje patenka apie 4.7 kartus daugiau sieros, 2.5 karto daugiau nitratinio azoto ir 3.2 karto daugiau amonio azoto, 4–6 karto daugiau chloridų, natrio ir kalio, 3.2–3.8 karto daugiau magnio ir kalcio, t.y. tų cheminių priemaišų, kurios nusiplauna arba išsiplauna nuo lajos. Palyginus iškritų rūgštingumą gauta, kad H^+ metinis srautas į polajį buvo 15 % didesnis Žemaitijoje (7.29 meq/m^2) nei Aukštaitijoje – 6.33 meq/m^2 . Šie stebimi pokyčių skirtumai tarp stočių LT01 ir LT03 gali būti dėl nevienodo lajos tankio: Aukštaitijoje vyrauja pušynai, Žemaitijoje vyrauja eglynai.

Išvados

Vertinant 2008 m. pagrindinių cheminių priemaišų koncentracijų tyrimo duomenis polajiniuose krituliuose IM stotyse, daromos tokios išvados:

- Atmosferiniams krituliams krentant per medžių lają, cheminių priemaišų, išskyrus azoto junginius, koncentracijos ir jų kiekiai iškritose į polajį yra didesni nei atviroje vietoje. Didžiausias koncentracijų ir srautų padidėjimas abiejose IM stotyse rastas kaliui. Tai rodo šio elemento išplovimą iš lajos.
- Sulfatų koncentracijos padidėjimą polajiniuose krituliuose siejame su sieros junginių (sulfatų ir sieros dvideginio) nuplovimu nuo lajos.

- Skirtingai nei sieros junginiams, azoto junginių (NH_4^+ ir NO_3^-) koncentracijų ir srautų pokyčiai gali būti siejami su jų absorbcija lajoje.
- Didesni cheminių priemaišų srautai Žemaitijoje nei Aukštaitijoje, matyt, yra dėl didesnio kritulių kiekio ir skirtingo lajos tankio: Aukštaitijos stotyje – vyrauja pušynai, Žemaitijos stotyje – vyrauja eglynai.

Literatūra

1. EMEP Manual for Sampling and Chemical Analysis, EMEP/CCC-Report 1/95, Norwegian Institute for Air Research; Kjeller, 1996.
2. R. O. Gilbert, (1987). Statistical methods for environmental pollution monitoring. Van Nostrand Reinhold, New York.