

TVIRTINU:

Valstybinio mokslinių tyrimų instituto
Fizinių ir technologijos mokslų centro direktorius
prof., dr. Vidmantas Remeikis

2011 m. 03 mėn. d.

UŽSAKOMOJO DARBO

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

2010 m. birželio 15 d. Sutartis: Nr. 4F 10–74

ATASKAITA

Fizinių ir technologijos mokslų centras
Aplinkos fizikos ir chemijos laboratorija
Savanorių pr. 231, LT-02300, Vilnius

Vadovas dr. D. Šopauskienė
Vykdotojai: dr. D. Jasinevičienė
inž. S. Žukienė

Vilnius 2011

SANTRAUKA

Krituliams tenka svarbus vaidmuo pernešant chemines priemaišas iš atmosferos į žemės paviršių ir todėl jie yra potencialūs neigiamų efektų sukėlėjai žemės ir vandens ekosistemose. Sąlygiškai natūraliose ekosistemose destrukcijų mastus lemia patenkantis į jas cheminių priemaišų kiekis ir pačių ekosistemų buferinė geba. Tiriant cheminių priemaišų koncentracijas atmosferos krituliuose, įvertinami cheminių priemaišų srautų dydžiai, kurie priklauso nuo priemaišų koncentracijų ore ir krituliuose, o taip pat ir nuo kritulių kiekio. Krituliams krentant per medžių lają, dėl abipusės sąveikos tarp kritulių ir lajos, kinta jų cheminė sudėtis ir tuo pačiu cheminių priemaišų kiekiai iškritose į miško paklotę.

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+}), kalcio (Ca^{2+}), pH ir kritulių savitasis laidumas. Atmosferos kritulių tyrimai 2010 m. vykdyti Aukštaitijos integruoto monitoringo stotyje (LT01), Žemaitijos integruoto monitoringo stotyje (LT03) ir atmosferos užterštumų tyrimo stotyje Preiloje, kurios kodas Europos foninio monitoringo tinkle yra LT15.

Visoms pagrindinėms cheminėms priemaišoms nustatytas didelis koncentracijų krituliuose kaitos intervalas. pH kritulių metinės vertės tokios: LT01 – 5.20, LT03 – 4.97, LT15 – 5.01 ir tai rodo, kad 2010 m. rūgščiausi krituliai buvo Žemaitijos IM stotyje. Amonio azoto ir neįjūrinės kilmės sulfatinės sieros metų šlapiosios iškritos Žemaitijoje buvo didesnės nei Aukštaitijoje ir Preiloje. Stebima mažėjimo tendencija nitratinio azoto kiekio metų šlapiosiose iškritose rytų kryptimi. Ypatingai ryškus didėjimas vakarų kryptimi gautas natrio ir chlorido jonų kiekiams šlapiosiose iškritose.

Nustatyta, kad krentant atmosferiniams krituliams per medžių lają, cheminių priemaišų, išskyrus azoto junginius, kiekiai iškritose į polajį yra nuo 1.1 iki 67 karto didesni nei atviroje vietoje. Abiejose IMS didelis padidėjimas iškritose kalio (K^+) rodo šio elemento išplovimą krituliais iš lajos. Azoto junginių absorbcija lajoje gali būti priežastimi mažesnių azoto junginių kiekių iškritose į miško paklotę nei atviroje vietoje.

Didesni cheminių priemaišų kiekiai iškritose po medžių laja Žemaitijoje, palyginti su Aukštaitija, yra dėl skirtingo lajos tankio: Aukštaitijos stotyje – vyrauja pušynai, Žemaitijos stotyje – vyrauja eglynai.

IVADAS

Sąlygiškai natūraliose ekosistemose destrukcijų mastus lemia patenkantis į jas cheminių priemaišų kiekis ir pačių ekosistemų buferinė geba. Koncentruodami atmosferoje esančias vandenyje tirpias chemines priemaišas, krituliai gražina jas sausumos ir vandens ekosistemoms. Tiriant cheminių priemaišų koncentracijas atmosferos krituliuose, įvertinami teršalų srautų dydžiai iš atmosferos į ekosistemas, kurie priklauso nuo priemaišų koncentracijų ore ir krituliuose, o taip pat ir nuo kritulių kiekio. Atmosferos kritulių žemas pH vertes daugiausiai lemia oksiduoti sieros ir azoto junginiai.

Atmosferos kritulių tyrimai 2010 m. vykdyti Aukštaitijos integruoto monitoringo stotyje (LT01), Žemaitijos integruoto monitoringo stotyje (LT03) ir atmosferos užterštumų tyrimo stotyje Preiloje, kurios kodas Europos monitoringo tinkle yra LT15. Kritulių cheminės sudėties tyrimo tikslai tokie: gauti informaciją apie teršalų koncentracijas krituliuose, nustatyti erdvinius ir laikinius teršalų koncentracijų pokyčius, teršalų atmosferinius srautus į sąlygiškai natūralias ekosistemas ir miško paklotę. Krituliuose atviroje vietoje ir krituliuose po miško laja, 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 savitasis laidumas ir pH. Vandenilio (H^+) jonų koncentracija skaičiuota iš matuotų pH verčių.

DARBO METODIKA

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

IM stotyse (LT01 ir LT03) rinkti per savaitę iškritę krituliai, o Preiloje (LT15) – per parą. Vykdamas atmosferos iškritų tyrimus dviejose IM stotyse per 2010 m. surinkta po 47 atmosferos kritulių savaitinius bandinius ir Preiloje - 94 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 2010 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, kurie surinkti 2010 m. Aukštaitijos ir Žemaitijos IM stotyse, buvo pristatyti į Aplinkos apsaugos agentūros aplinkos tyrimų departamentą, kuris, atlikęs cheminę kritulių bandinių analizę, tyrimų rezultatus persiusdavo Fizinių ir technologijos mokslų centro Fizikos institutui.

Krituliai, kurie buvo renkami Preiloje (LT15), analizuoti Fizikos institute. Anijonų (sulfatų, nitratų ir chloridų) koncentracijos krituliuose nustatomos jonų chromatografijos metodu, naudojant jonų mainų chromatografą "DIONEX 2010I" su kolonėlėmis AG4A-SC ir AS4A-SC, konduktometrinių detektorių. Amonio koncentracijų nustatymui 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.

Cheminių priemaišų 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. Įvertintas kiekvienos tiriamos krituliuose cheminės komponentės koncentracijos matavimo patikimumas ir tikslumas, analizuojant sintetinį lietų (EMEP ir WMO tinklo standartai) su žinomomis komponentių koncentracijomis. Analizuojamų komponentių koncentracijų nuokrypis nuo tikrosios jų vertės neviršijo 10%. Kiekvieno bandinio cheminės analizės kokybę įvertinta pagal teigiamų ir neigiamų jonų koncentracijų ($\mu\text{ekv/l}$) balansą.

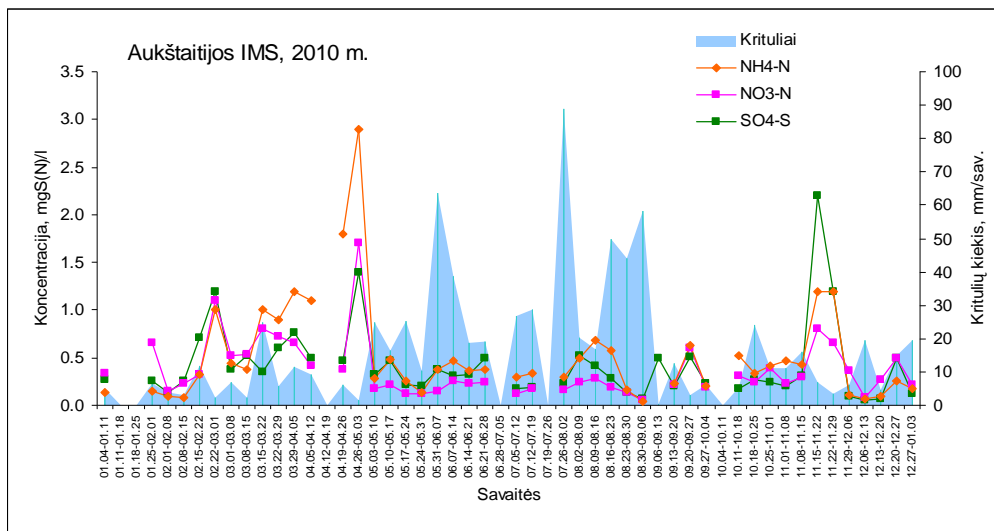
Nagrinėjant SO_4^{2-} koncentracijas Preiloje buvo įvertinamas šio teršalo įnašas iš Baltijos jūros. Jūrinės kilmės sulfatų kiekis krituliuose skaičiuojamas naudojant atitinkamus koeficientus pagal Na^+ arba Cl^- koncentracijas kritulių bandinyje. Atėmus jūrinės kilmės SO_4^{2-} – S_{sea} kiekį iš matuoto SO_4^{2-} – S_{tot} kiekio kritulių bandinyje, gauname neįūrinės kilmės sulfatų koncentracijas, kurias žymime SO_4^{2-} – S_{nss} . Šioje

ataskaitoje pateikiamos teršalų savaitės ir mėnesių vidutinės tūrinės koncentracijos, kurios skaičiuotos pagal kiekvienos savaitės (IM stotyse) ir dienos (Preiloje) teršalo koncentraciją krituliuose ir kritulių kiekį, o taip pat ir vidutinės 2010 m. metinės koncentracijos, įvertinant metinį kritulių kiekį.

TYRIMŲ REZULTATAI

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

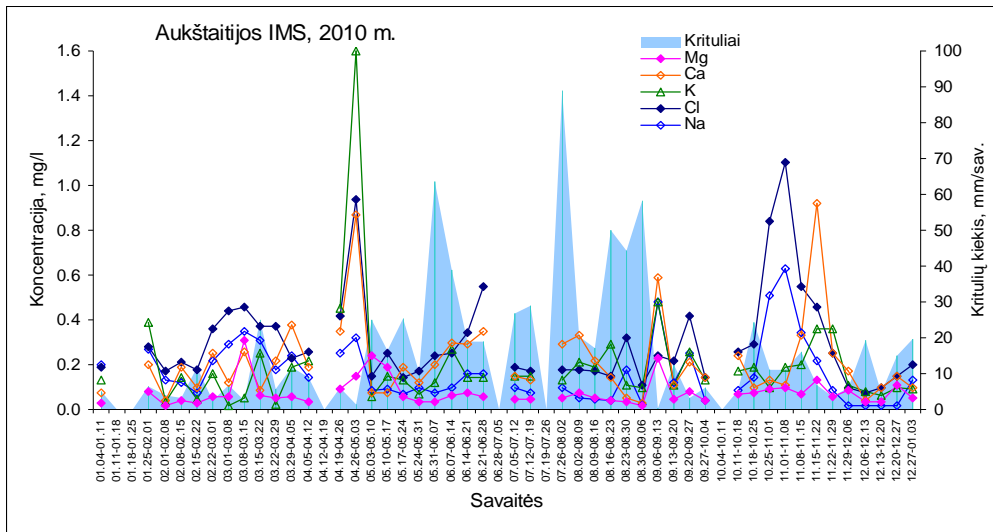
Pagrindinių cheminių priemaišų koncentracijų savaitės kritulių bandiniuose Aukštaitijos IM stotyje kaita pateikta 1 ir 2 pav. Cheminių komponentų koncentracijos kito tokiuose intervaluose: sulfatai nuo 0.05 iki 2.20 mgS/l, nitratai nuo 0.05 iki 1.70 mgN/l, amonis nuo 0.04 iki 2.98 mgN/l, chloridas nuo 0.08 iki 1.10 mg/l, natris nuo 0.02 iki 0.63 mg/l, kalis nuo 0.02 iki 1.60 mg/l, kalcis nuo 0.03 iki 0.92 mg/l ir magnis nuo 0.02 iki 0.31 mg/l. Didesnės sulfatų koncentracijos nei 2010 m. vidutinė koncentracija (0.29 mgS/l) matuotos per vasario – balandžio mėn., o taip pat ir lapkričio mėn. Sulfatų koncentracijos mažesnės už 2010 metų vidutinę nustatytos nuo birželio iki rugsėjo mėn. ir spalio mėn.



1 pav. SO_4^{2-} , NO_3^- , NH_4^+ koncentracijų ir kritulių kiekio kaita savaitės bandiniuose Aukštaitijos IMS (LT01)

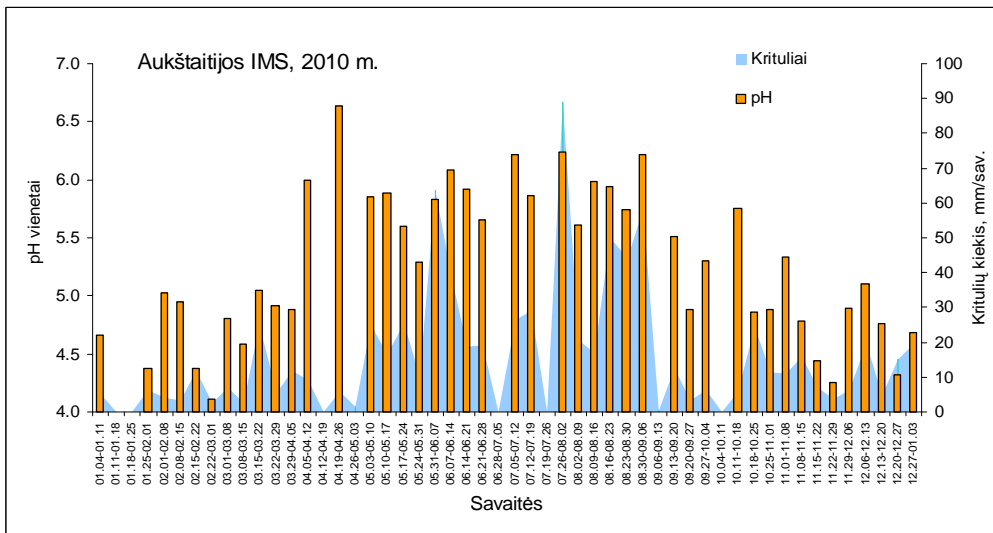
Kelis kartus didesnių nei 2010 m. vidutinė (0.24 mgN/l) nitratų koncentracijų atvejai nustatyti per vasario, kovo, balandžio ir lapkričio mėnesius, o mažesnių – lietingais gegužės – spalio mėn. Amonio koncentracijos, kurios buvo kelis kartus

didesnės nei metų vidutinė (0.34 mgN/l), matuotos per kovo – balandžio mėn. ir lapkričio mėn., per likusįjį laikotarpį jos buvo mažesnės arba labai artimos metų vidutinei koncentracijai.



2 pav. Na^+ , K^+ , Ca^{2+} , Mg^{2+} , Cl^- koncentracijų ir kritulių kiekio kaita savaitės bandiniuose Aukštaitijos IMS (LT01)

Kitų pagrindinių cheminių priemaišų (Na^+ , K^+ , Ca^{2+} , Mg^{2+} , Cl^-) koncentracijų kaita savaitės bandiniuose analogiška SO_4^{2-} , NO_3^- , NH_4^+ : mažesnės jonų koncentracijos matuotos lietinguoju metų periodu (gegužės – rugpjūčio mėn.)

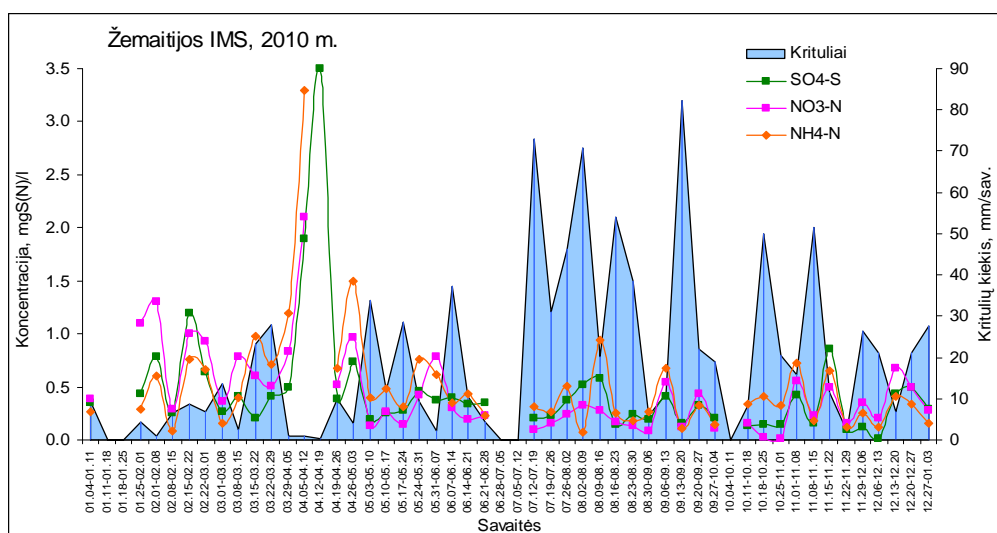


3 pav. pH ir kritulių kiekio kaita savaitės bandiniuose Aukštaitijos IMS (LT01)

LT01 stotyje kritulių pH vertės savaitės bandiniuose kito nuo 4.11 iki 6.64 (3 pav.). Krituliai, kurių pH vertės buvo mažesnės nei 5.0, vyravo sausio – kovo mėn. ir

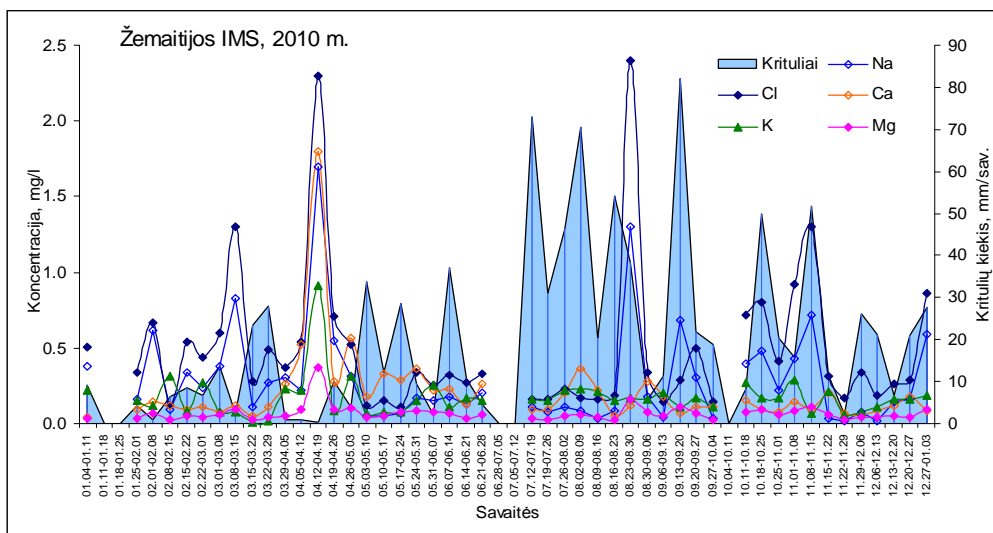
nuo spalio mėn. iki metų pabaigos. Mažiau rūgštūs krituliai iškrito per vasaros laikotarpį ir jų pH vertė kito nuo 5.29 iki 6.22.

Didelę įtaką cheminių priemaišų koncentracijoms Žemaitijoje, kaip ir Aukštaitijoje, daro kritulių kiekis. Pateiktų pagrindinių cheminių priemaišų koncentracijų kaitoje (4 ir 5 pav.) matomi didelių koncentracijų epizodai, esant mažam kritulių kiekiui. SO_4^{2-} , NO_3^- ir NH_4^+ koncentracijos buvo kelis kartus didesnės nei 2010 m. vidutinės, atitinkamai 0.29 mgS/l, 0.27 mgN/ ir 0.34 mgN/l, ypačingai balandžio mėn. 5–19 d. Dėl mažo per šias savaites iškritusių kritulių kiekio (0.8 ir 0.4 mm), Na^+ , K^+ , Ca^{2+} , Mg^{2+} ir Cl^- koncentracijos buvo didžiausios 2010 m. Mažesnės už metų vidutines visų komponentų koncentracijos matuotos kritulių bandiniuose liepos – spalio mėn.

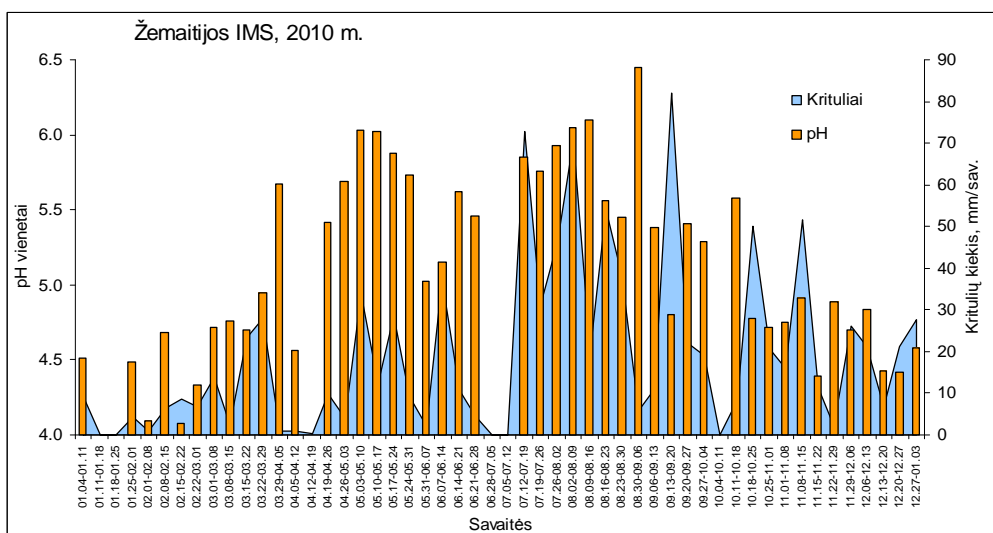


4 pav. SO_4^{2-} , NO_3^- , NH_4^+ koncentracijų ir kritulių kiekio kaita savaitės bandiniuose Žemaitijos IMS (LT03)

LT03 stotyje kritulių pH vertės savaitės bandiniuose kito nuo 4.08 iki 6.45 (6 pav.). Krituliai, kurių pH vertės buvo mažesnės nei 5.0, vyravo sausio – kovo mėn. ir nuo spalio mėn. vidurio iki metų pabaigos. Per vasaros laikotarpį iškritusių kritulių pH vertė kito nuo 5.02 iki 6.45.



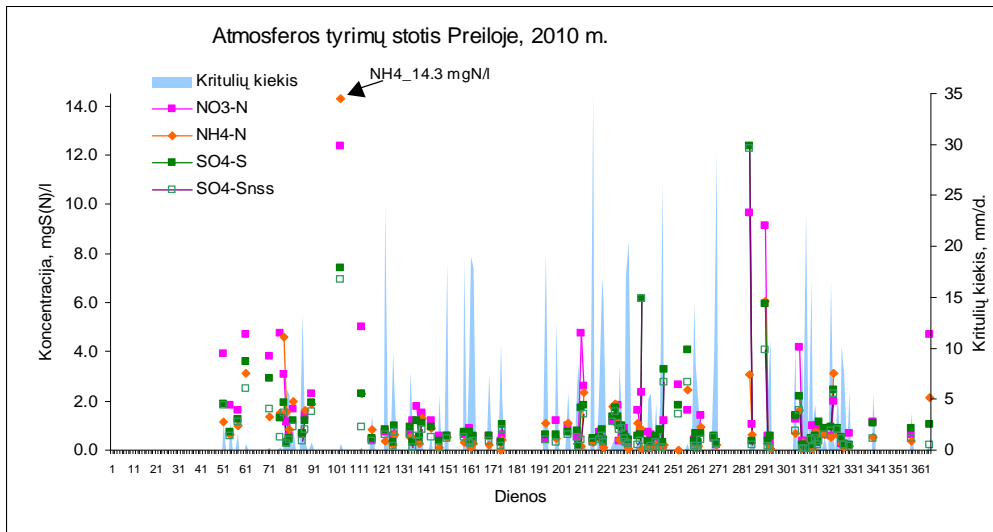
5 pav. Na⁺, K⁺, Ca²⁺, Mg²⁺, Cl⁻ koncentracijų ir kritulių kiekio kaita savaitės bandiniuose Žemaitijos IMS (LT03)



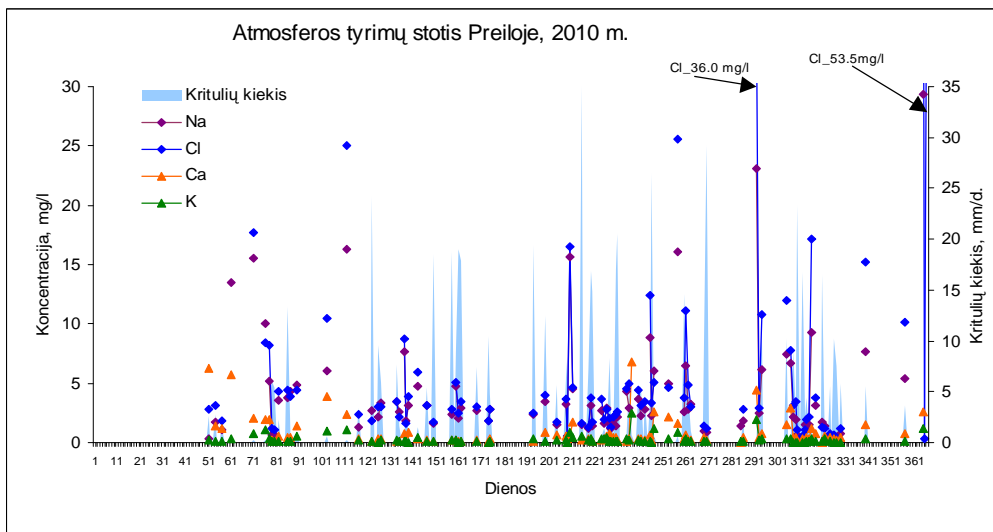
6 pav. pH ir kritulių kiekio kaita savaitės bandiniuose Žemaitijos IMS (LT03)

Preiloje (7 ir 8 pav.) cheminių priemaišų koncentracijos krituliuose kito gan dideliame intervale: sulfatai nuo 0.12 iki 12.35 mgS/l, nitratai nuo 0.14 iki 12.38 mgN/l, amonis nuo 0.02 iki 14.32 mgN/l, chloridas nuo 0.32 iki 53.5 mg/l, natris nuo 0.25 iki 29.30 mg/l, kalis nuo 0.05 iki 2.52 mg/l ir kalcis nuo 0.02 iki 6.80 mg/l. Per sausesnį 2010 m. metų periodą (vasario – balandžio mėn.) matuotos ženkliai didesnės nei metų vidutinės komponentų koncentracijos. Ypatingai didelės NO₃⁻ ir NH₄⁺ koncentracijos buvo balandžio mėn. 13-14 d. Didžiausios Na⁺ ir Cl⁻ koncentracijos krituliuose buvo matuotos gruodžio mėn. 31 d. Per gan lietingus vasaros mėn.

cheminių priemaišų koncentracijos krituliuose Preiloje buvo artimos jų 2010 m. vidutinėms.

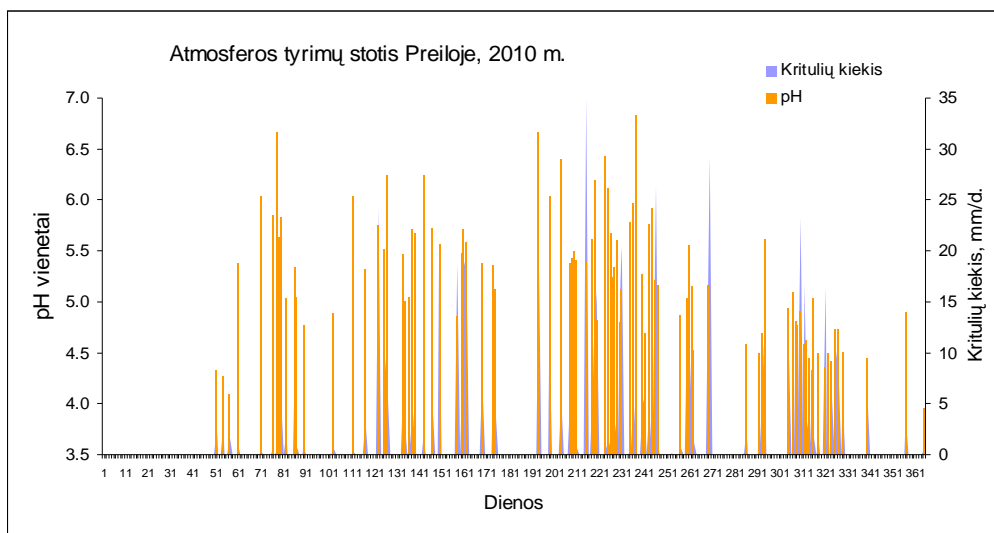


7 pav. SO₄²⁻, NO₃⁻, NH₄⁺ koncentracijų ir kritulių kiekio kaita vienos paros bandiniuose atmosferos tyrimų stotyje Preiloje (LT15)

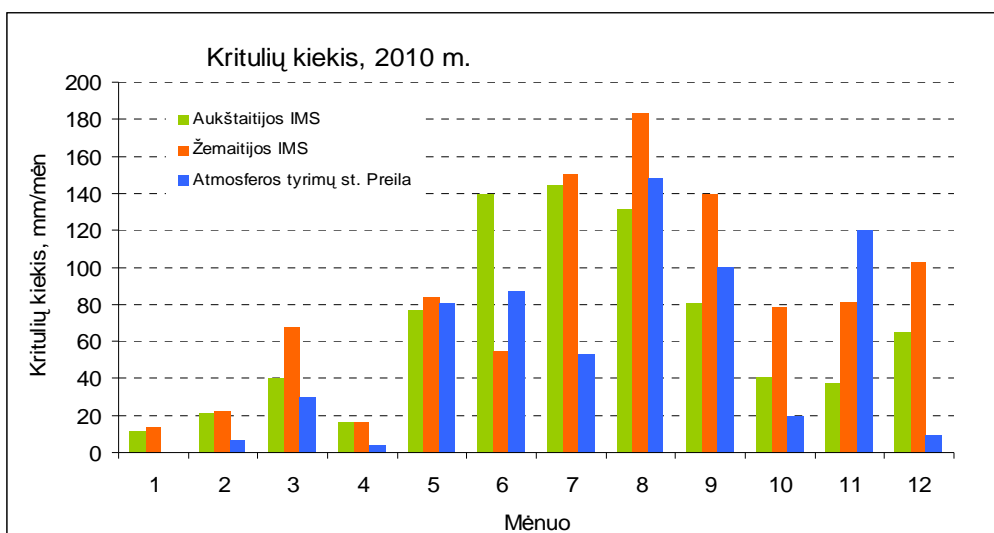


8 pav. Na⁺, K⁺, Ca²⁺, Cl⁻ koncentracijų ir kritulių kiekio kaita vienos paros bandiniuose atmosferos tyrimų stotyje Preiloje (LT15).

Vasario ir spalio – gruodžio mėn. Preiloje iškrito krituliai, kurių pH vertės kito nuo 3.95 iki 5.03. Likusiais metų mėnesiais kritulių pH kito nuo 5.04 iki 6.84.



9 pav. pH ir kritulių kiekio kaita vienos paros bandiniuose atmosferos tyrimų stotyje Preiloje (LT15)

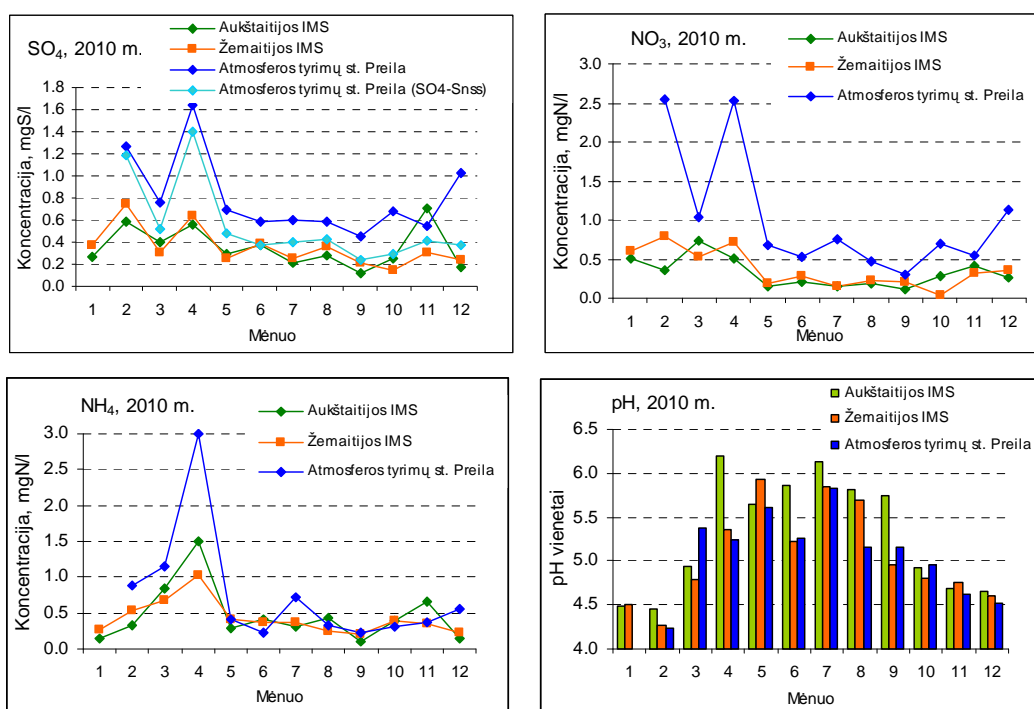


10 pav. Kritulių kiekio sezoninė kaita Aukštaitijos IMS (LT01), Žemaitijos IMS (LT03) ir atmosferos tyrimų stotyje Preiloje (LT15)

Cheminių priemaišų koncentracijas krituliuose ir jų kiekius šlapiosiose iškritose daugiausiai veikia jų koncentracijos ore ir kritulių kiekis. 10 pav. pateikiami duomenys rodo gan panašią kritulių pasiskirstymo tendenciją tyrimo vietose: sausio – balandžio mėn. buvo sausiausias periodas, o vasaros mėnesiai – gan lietingi. Aukštaitijoje daugiausiai kritulių (>100 mm/mėn.) iškrito per birželio – rugpjūčio mėn. ir tai sudarė 50% metinio kiekio, o mažiausiai (<20 mm/mėn.) – per sausio – vasario ir balandžio mėn. Žemaitijos IM stotyje gausiausiai lijo (>100 mm/mėn.) per liepos –

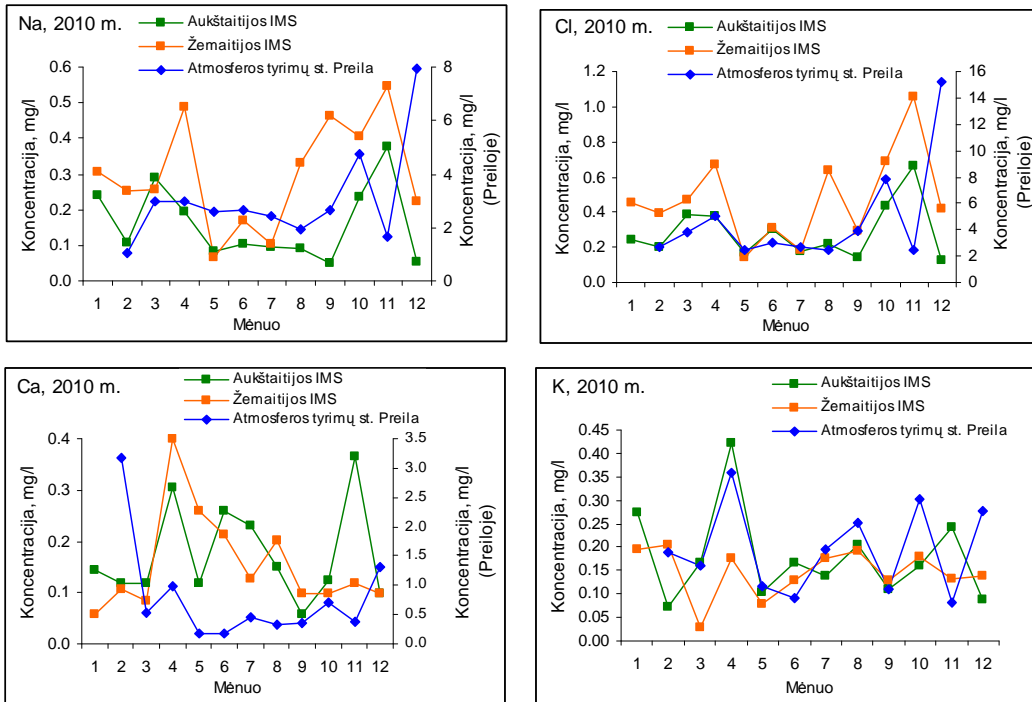
rugsėjo ir gruodžio mėn. ir kritulių kiekis sudarė 58% metinio kiekio, o mažiausiai kritulių iškrito per sausio – vasario ir balandžio mėn. Preiloje per lietingus rugpjūčio – rugsėjo ir lapkričio mėn. iškrito 56% metinio kiekio, o mažesni kritulių kiekiai (< 10 mm/mėn.) buvo vasario, balandžio, spalio ir gruodžio mėn. Sausio mėn. Preiloje kritulių nebuvo.

11 ir 12 pav. pateikiamos pagrindinių cheminių priemaišų kiekvieno mėnesio vidutinės svartinės pagal kritulių kiekį koncentracijos. Sulfatų koncentracijos, didesnės nei 2010 m. vidutinė 0.30 mgS/l (LT01) ir 0.29 mgS/l (LT03), buvo vasario-balandžio ir lapkričio mėn. Per sekančius mėnesius jos mažai skyrėsi nuo metų vidutinių koncentracijų. Preiloje šios komponentės didžiausia koncentracija (1.64 mgS/l) gauta balandžio mėn., o per kitus mėnesius kito nuo 0.45 iki 1.27 mgS/l, esant metų vidutinei koncentracijai – 0.60 mgS/l. Įvertinus Baltijos jūros įnašą, kuris kito nuo 7 iki 63 %, SO₄-S_{ns} metinė koncentracija yra 0.40 mgS/l.



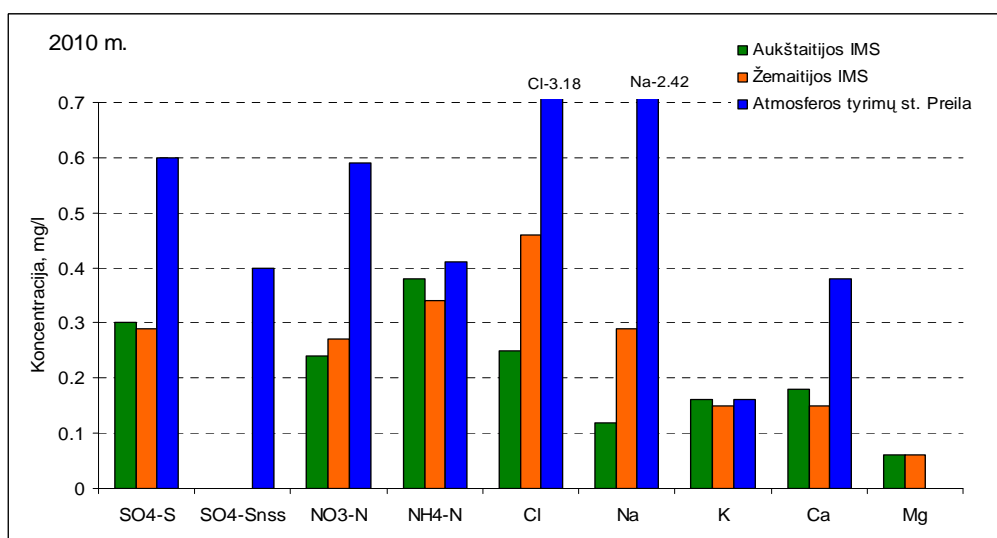
11 pav. SO₄²⁻, NO₃⁻, NH₄⁺ koncentracijų ir pH sezoninė kaita Aukštaitijos IMS (LT01), Žemaitijos IMS (LT03) ir atmosferos tyrimų stotyje Preiloje (LT15)

Nuo gegužės mėn., prasidėjus lietingam periodui, visose kritulių tyrimo vietose nitratinio ir amoniakino azoto koncentracijos sumažėjo. Krituliai, kurių pH vertės mažesnės nei 5.0, buvo sausio – kovo ir spalio – gruodžio mėn., o Žemaitijoje ir rugsėjo mėn.



12 pav. Na⁺, Cl⁻, Ca²⁺ ir K⁺ koncentracijų sezoninė kaita Aukštaitijos IMS (LT01), Žemaitijos IMS (LT03) ir atmosferos tyrimų stotyje Preiloje (LT15)

12 pav. pateikti duomenys rodo, kad Na⁺, Cl⁻ ir Ca²⁺ vidutinės mėnesio koncentracijos Preiloje yra kelis kartus didesnės nei IM stotyse. Tai siejama su Baltijos jūra, kuri ir yra šių komponentų šaltinis. Ypatingai jūros įtaka pasireiškė spalio ir gruodžio mėn.



13 pav. Pagrindinių cheminių priemaišų vidutinių metinių koncentracijų, svertinių pagal kritulių kiekį, erdvinė kaita

Duomenys 13 pav. rodo pagrindinių cheminių priemaišų vidutinių metinių, svertinių pagal kritulių kiekį, koncentracijų atmosferos krituliuose erdvinę kaitą. Nedideli skirtumai matomi tarp cheminių komponentų koncentracijų (išskyrus Na⁺ ir Cl⁻) Aukštaitijos IMS ir Žemaitijos IMS rinktuose krituliuose. Preiloje sulfatų, nitratų, chloridų ir natrio koncentracijos yra kelis kartus didesnės nei Aukštaitijoje ir Žemaitijoje

Cheminių priemaišų kiekiai šlapiuose iškritose įvertinti pagal priemaišų koncentracijas krituliuose ir kritulių kiekius. Pagrindinių cheminių priemaišų šlapiųjų srautų sezoninė kaita pateikiama 1, 2 ir 3 lentelėse. Duomenys rodo, kad priemaišų kiekius šlapiuose srautuose daugiausiai lėmė kritulių kiekis ir jis buvo didžiausias antrame pusmetyje. Per lietingus mėnesius į žemės paviršių pateko: 60% metinio kiekio SO₄²⁻, 55% NO₃⁻ ir 63% NH₄⁺ Aukštaitijos IMS; 46% SO₄²⁻, 64% NO₃⁻ ir 42% NH₄⁺ Žemaitijos IMS; 42% SO₄²⁻, 70% NO₃⁻ ir 72% NH₄⁺ atmosferos tyrimų stotyje Preiloje.

1 lentelė. Pagrindinių cheminių priemaišų šlapiųjų srautų sezoninė kaita Aukštaitijos IMS (LT01)

Metai, mėnuo	Kritulių kiekis, mm	Šlapiasis srautas, mg m ⁻² mėn ⁻¹							
		SO ₄ -S	NO ₃ -N	NH ₄ -N	Cl	Na	K	Ca	Mg
2010.01	11.4	3.01	5.91	1.66	2.74	2.72	3.13	1.64	0.67
2010.02	21.5	12.71	7.81	6.85	4.36	2.30	1.53	2.52	0.71
2010.03	40.0	16.0	29.26	34.05	15.5	11.63	6.66	4.77	3.03
2010.04	16.6	9.37	8.44	24.97	6.23	3.23	7.00	5.08	1.08
2010.05	77.1	23.11	12.23	22.92	13.16	6.34	7.91	9.08	11.01
2010.06	140.1	51.66	28.49	56.15	41.77	14.53	23.38	36.43	7.22
2010.07	144.7	30.44	22.61	44.46	25.96	13.59	19.87	33.51	7.14
2010.08	131.6	37.36	24.92	57.17	28.21	11.90	26.88	19.88	6.07
2010.09	80.5	9.84	8.84	8.72	11.47	3.96	8.85	4.67	2.16
2010.10	40.9	10.16	11.86	15.64	17.85	9.58	6.59	5.08	3.17
2010.11	37.9	26.53	15.17	24.56	24.88	14.15	9.04	13.67	3.20
2010.12	64.8	11.67	16.65	9.54	8.71	3.45	5.80	6.42	4.05
Metinis	806.4	241.86	192.19	306.69	200.84	97.39	126.67	142.76	49.50

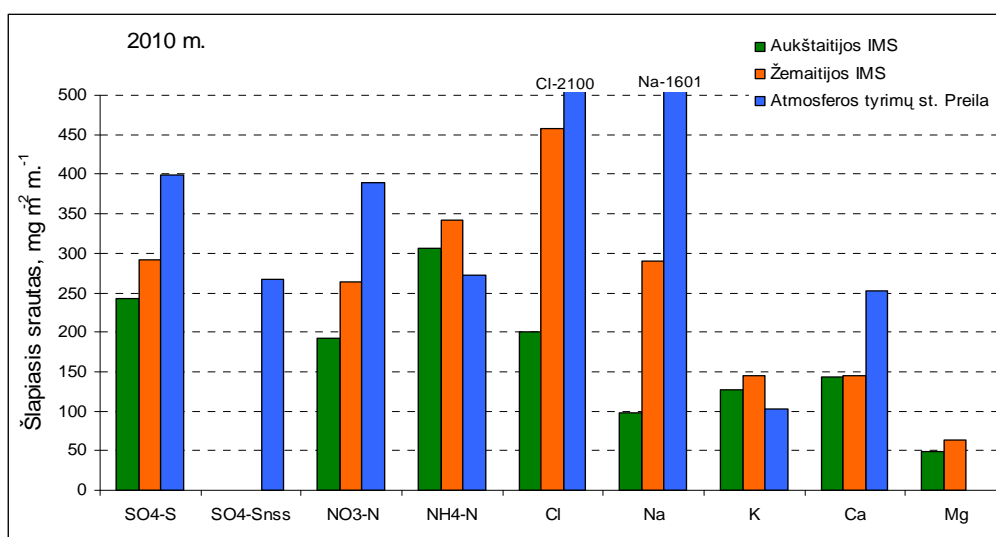
2 lentelė. Pagrindinių cheminių priemaišų šlapiųjų srautų sezoninė kaita Žemaitijos IMS (LT03)

Metai, mėnuo	Kritulių kiekis, mm	Šlapiasis srautas, mg m ⁻² mėn ⁻¹							
		SO ₄ -S	NO ₃ -N	NH ₄ -N	Cl	Na	K	Ca	Mg
2010.01	13.6	5.10	8.30	3.63	6.14	4.18	2.66	0.78	0.48
2010.02	22.8	17.01	18.03	12.15	9.05	5.77	4.65	2.42	0.91
2010.03	67.5	21.07	35.14	45.80	31.75	17.43	1.90	5.63	2.78
2010.04	16.1	10.28	11.57	16.62	10.85	7.86	2.86	6.46	1.60
2010.05	84.0	21.79	15.91	35.35	12.21	5.67	6.66	21.79	4.98
2010.06	54.4	20.83	15.88	19.92	16.77	9.28	7.10	11.56	3.22
2010.07	150.2	38.85	22.93	54.28	27.28	15.41	26.50	18.99	5.88
2010.08	183.4	65.82	42.46	44.46	117.61	61.00	35.14	37.20	12.38
2010.09	140.2	29.68	27.94	27.85	41.07	64.70	18.04	13.76	12.01
2010.10	78.8	11.45	2.98	30.08	54.36	31.82	14.22	7.62	6.46
2010.11	81.0	24.98	26.55	28.43	85.65	44.40	10.74	9.51	7.79
2010.12	103.0	24.86	36.24	23.47	44.61	23.16	14.12	10.15	5.68
Metinis	994.9	291.71	263.93	342.03	457.34	290.67	144.59	145.86	64.17

3 lentelė. Pagrindinių cheminių priemaišų šlapiųjų srautų sezoninė kaita atmosferos tyrimų st. Preiloje (LT15)

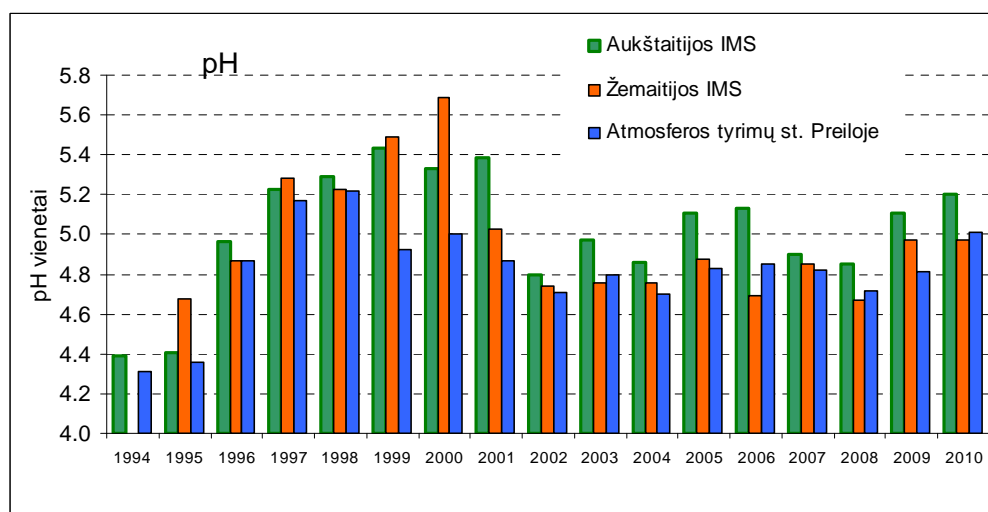
Metai, mėnuo	Kritulių kiekis, mm	Šlapiasis srautas, mg m ⁻² mėn ⁻¹							
		SO ₄ -S	SO ₄ -S _{nss}	NO ₃ -N	NH ₄ -N	Cl	Na	K	Ca
2010.01	0.0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
2010.02	7.1	8.96	8.35	17.95	6.30	19.20	7.48	1.32	22.39
2010.03	30.1	22.98	15.57	31.52	34.83	114.58	90.40	4.80	16.13
2010.04	4.4	7.24	6.16	11.17	13.20	22.37	13.07	1.58	4.33
2010.05	80.4	55.44	38.51	54.17	32.94	195.21	206.48	9.46	14.42
2010.06	87.3	51.12	32.12	46.60	20.57	262.30	231.64	7.96	14.61
2010.07	53.0	31.50	20.86	39.65	37.94	140.61	129.81	10.35	24.04
2010.08	148.3	86.55	62.85	68.62	48.11	363.81	288.97	37.56	48.87
2010.09	100.4	45.11	23.52	30.08	23.62	390.61	263.31	11.12	34.57
2010.10	19.5	13.35	5.71	13.71	6.12	152.96	93.19	5.89	13.79
2010.11	120.4	66.05	49.67	64.95	43.62	290.29	199.78	9.70	46.29
2010.12	9.72	10.00	3.68	11.10	5.32	148.32	77.16	2.68	12.63
Metinis	660.7	398.3	267.0	389.51	272.57	2100.3	1601.3	102.45	252.07

Nagrinėjant pagrindinių cheminių priemaišų šlapiose iškritose 2010 m. erdvinę kaitą (14 pav.) akivaizdu, kad skirtumai tarp stočių yra nedideli, išskyrus NO_3^- , Na^+ , Cl^- ir Ca^{2+} . Šių cheminių priemaišų šlapiji srautai Preiloje yra didesni nei IM stotyse: Na^+ , Cl^- ir Ca^{2+} – daugiausiai dėl įnašo iš Baltijos jūros, o NO_3^- – dėl didesnių nitratų koncentracijų krituliuose ir azoto oksido koncentracijų ore.

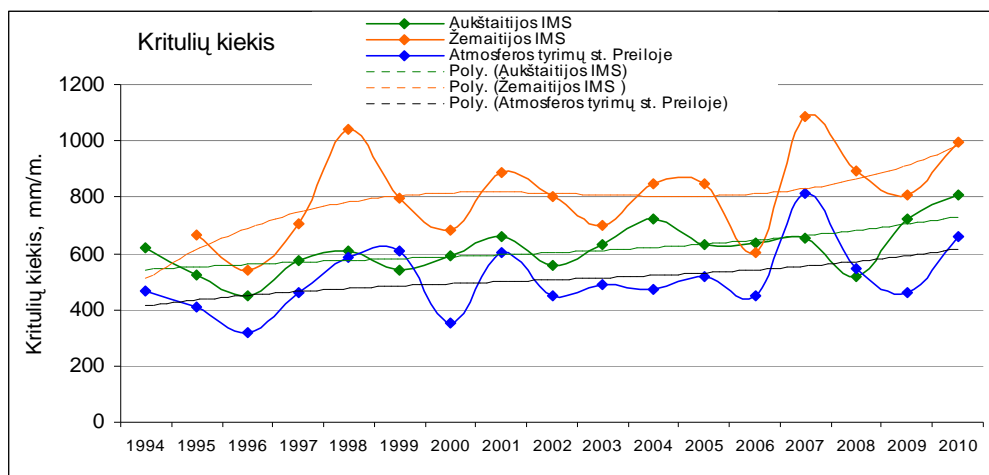


14 pav. Pagrindinių cheminių priemaišų šlapiųjų srautų erdvinė kaita

Pateiktos kritulių metinės pH vertės (15 pav.) rodo nežymų didėjimą paskutiniųjų šešerių metų laikotarpyje (2005 –2010 m.) : Aukštaitijoje – nuo 5.11 iki 5.20; Žemaitijoje – nuo 4.88 iki 4.97; Preiloje – nuo 4.83 iki 5.01.

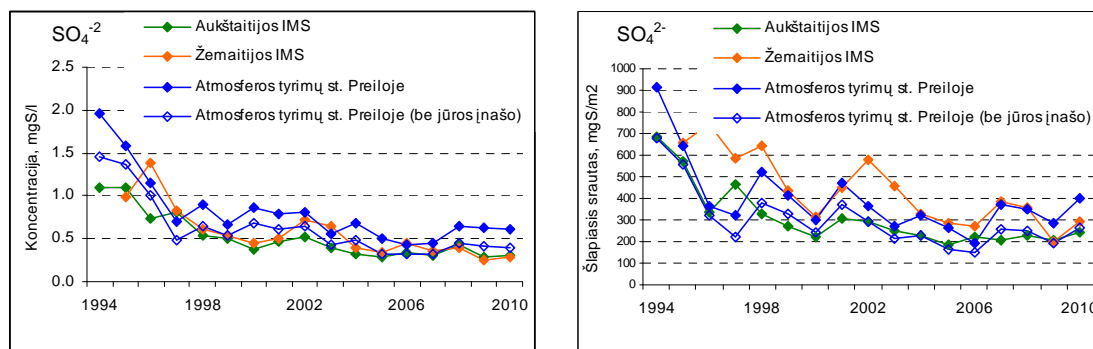


15 pav. Kritulių pH metinė kaita



16 pav. Kritulių kiekio metinė kaita

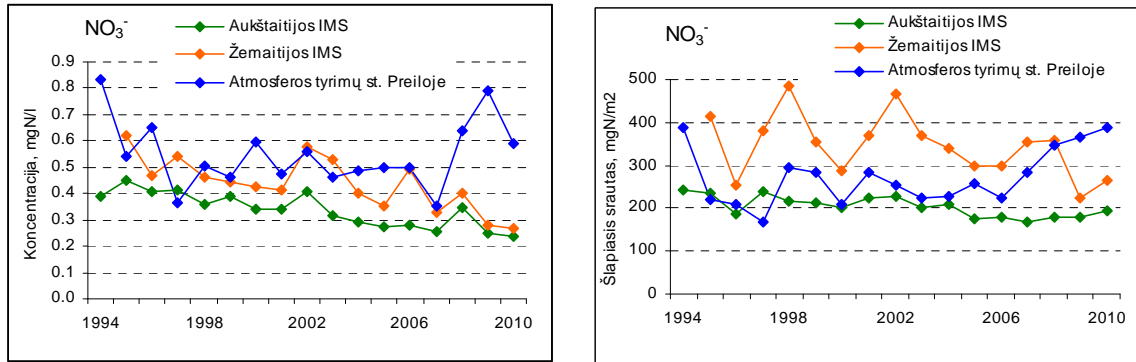
Akivaizdi metinio kritulių kiekio didėjimo tendencija (16 pav.) rytinėje ir vakarinėje Lietuvos dalyse. Kritulių kiekio didėjimas darė įtaką daugumos cheminių priemaišų šlapiesiems srautams. Beveik nesikeičiant nuo 2005 m. sulfatų koncentracijai krituliuose (17 pav.), didėja jų šlapieji srautai Aukštaitijoje ir Preiloje, atitinkamai 20 ir 48 %. Sulfatų šlapiųjų srautų mažėjimo tendencija (10 %) per paskutiniuosius metus matoma Žemaitijoje.



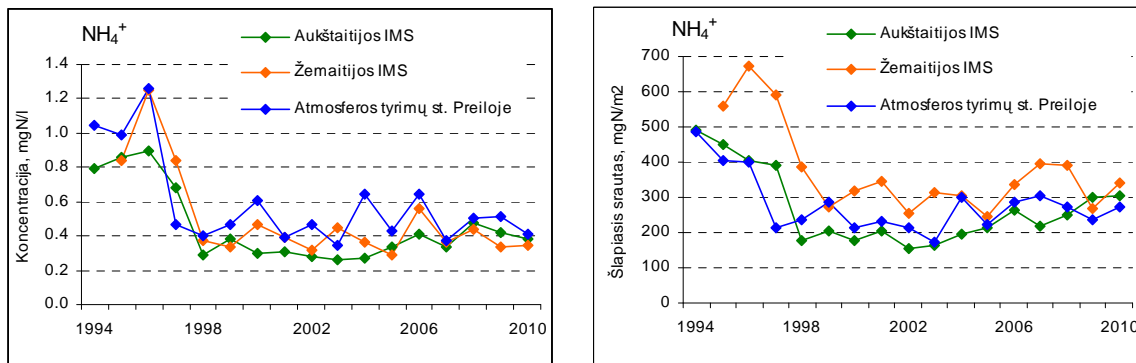
17 pav. Sulfatų koncentracijos (mgS/l) krituliuose ir šlapiųjų srautų (mgS/m²) metinė kaita

Aukštaitijos IMS ir Žemaitijos IMS nitratų koncentracijos krituliuose mažėja, o Preiloje – didėja (18 pav.). Nuo 2005 m. nitratų šlapiųjų metinių srautų kaitoje stebima mažėjimo tendencija tik Žemaitijoje, o Aukštaitijoje ir ypač Preiloje – didėjimo. Tai gali būti dėl įvairių priežasčių. Didėjantis kritulių metinis kiekis Aukštaitijoje daro teigiamą įtaką šlapiajam nitratų srautui, o Preiloje nitratų šlapijojo srauto ryški didėjimo

tendencija yra veikiamą ne tik kritulių kiekio didėjimo, bet ir jų koncentracijų didėjimo krituliuose ir ore.



18 pav. Nitratų koncentracijos (mgN/l) krituliuose ir šlapiųjų srautų (mgN/m²) metinė kaita



19 pav. Amonio koncentracijos (mgN/l) krituliuose ir šlapiųjų srautų (mgN/m²) metinė kaita

Amonio koncentracija ir jo šlapiasis srautas per paskutiniuosius metus nuo 2005 m. visumoje rodo didėjimo tendenciją. Ypatingai ryški ji matoma Aukštaitijos IMS (~ 51 %) ir ši amonio srauto didėjimo tendencija žymiai mažesnė (~ 3 %) Žemaitijos IMS ir Preiloje.

Pagrindinių cheminių priemaišų bei fizinių parametru polajiniuose krituliuose tyrimai pagal ICP IM programą.

Vykstanti biologinė sąveika tarp krituliuose bei atmosferoje esančių teršalų ir lajos, keičia kritulių cheminę sudėtį jiems krentant per medžių lają, o taip pat ir teršalų srautus į miško paklotę. Cheminiai elementai (azoto junginiai, kalis, natrias, magnis), kurie dalyvauja medžių lajos biologiniuose procesuose, gali būti ir paimami iš kritulių, ir išplaujami jais iš lajos. Tuo pačiu metu vyksta cheminių priemaišų nuplovimas, kurios sausai nusėdo iš atmosferos ant lajos. Todėl duomenys apie azoto, sieros ir

šarminių katijonų atmosferinius srautus yra būtini tiriant biogeocheminius ciklus miško ekosistemose.

Pagrindinių cheminių priemaišų koncentracijos krituliuose ir srautai po medžių laja ir atviroje vietoje, matuoti 2010 m. Aukštaitijos IM stotyje (LT01), pateikti 4 ir 5 lentelėse. Kritulių pH rodo, kad rūgščiausi krituliai ($\text{pH} < 5.0$) po laja buvo per sausio – balandžio ir lapkričio – gruodžio mėnesius, o per likusius metų mėnesius vyravo krituliai, kurių pH kito nuo 5.41 iki 5.79. Atviroje vietoje kritulių $\text{pH} < 5.0$ matuota sausio – vasario ir lapkričio – gruodžio mėnesius, o per likusius - nuo 5.42 iki 6.23. Įvertinus kritulių kiekį, metinė pH vertė po laja ir atviroje vietoje yra 5.08. Nagrinėjant sulfatų koncentracijų ir iškritų (4 ir 5 lentelės) sezoninę kaitą matyti, kad didžiausia koncentracija krituliuose po laja buvo vasario mėn. (1.10 mgS/l), o per likusius mėnesius kito nuo 0.16 mgS/l (rugsėjo mėn.) iki 0.76 mgS/l (lapkričio mėn.). Didesnius sulfatų srautus vasario, birželio, lapkričio mėn. po laja ir atviroje vietoje lėmė gausesni krituliai.

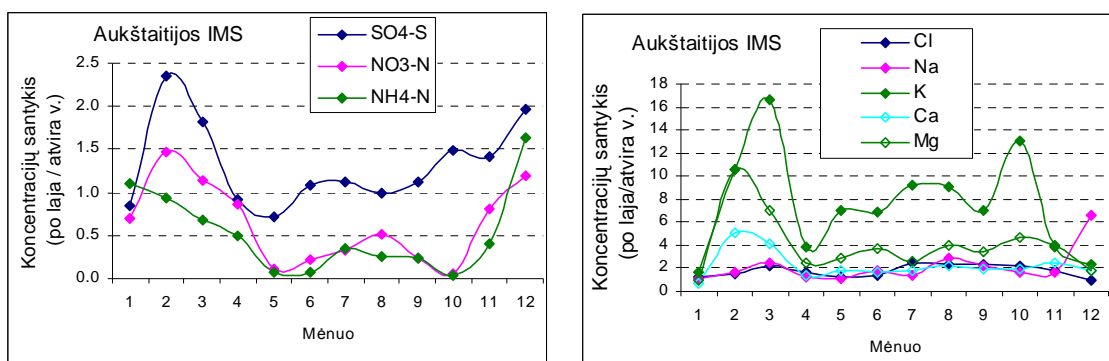
4 ir 5 lentelėse pateikti duomenis rodo, kad nitratų ir amonio koncentracija gegužės – spalio mėn. polajiniuose krituliuose ženkliai sumažėjo ir kito nuo 0.02 iki 0.11 mgN/l ir tai lėmė mažesnę nei kitais mėn. iškritusio į polajį azoto kiekį. Didesnes nitratų koncentracijas polajiniuose krituliuose sausio – balandžio mėn., tikėtina, lėmė nitratų nuplovimas su krituliais nuo lajos.

Pagrindinių cheminių priemaišų koncentracijų krituliuose sezoninę kaitą iliustruoja duomenys, kurie pateikti 20 paveiksle. Sulfatų koncentracijų santykio (po laja/atvira vieta) kaita per žiemos mėn. nuo 1.5 iki 2.5, o per likusius apie 1.0, gali būti siejama sieros junginių (SO_2 ir aerozolinių SO_4^{2-}) nuplovimu nuo lajos per žiemos mėn., nes jų sausos iškritos iš atmosferos šiuo laikotarpiu yra didesnės, palyginti su vasaros mėn. Tyrimai rodo ženkliai mažėjančias nitratų koncentracijas polajiniuose krituliuose nuo gegužės iki lapkričio mėn.: nitratų koncentracijų santykis (po laja/atvira vieta) kinta nuo didžiausio 1.46 (vasario mėn.) iki 0.10 (gegužės mėn.) ir amonio – nuo 1.10 (sausio mėn.) iki 0.07 (gegužės ir birželio mėn.). Tokie azoto junginių koncentracijų pokyčiai polajiniuose krituliuose gali būti siejami su azoto kaip maistinio elemento absorbcija lajoje.

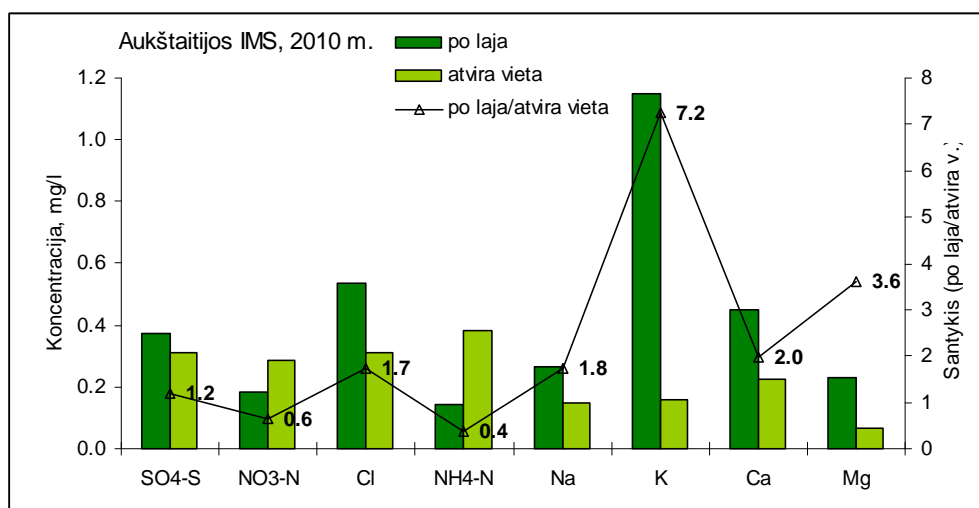
Priešingai azoto junginiams, tyrimai rodo kelis kart didesnes Na^+ , Cl^- , Mg^{2+} ir keliolika kartų didesnes K^+ koncentracijos krituliuose po laja nei atviroje vietoje. K^+ koncentracijų santykis (po laja/atvira vieta) kito nuo 1.7 iki 16.6, Cl^- nuo 1.0 iki 2.4 ir Mg^{2+} – nuo 1.0 iki 10.6. Toks žymus šių komponentų koncentracijų padidėjimas

polajiniuose krituliuose gali būti siejamas tiek su nuplovimu nuo lajos, tiek su išplovimu iš lajos, ypač kalio ir magnio atveju.

Apibendrinti pagrindinių cheminių priemaišų koncentracijų ir iškritų tyrimų krituliuose po miško laja ir miške atviroje vietoje Aukštaitijoje (LT01) duomenys pateikti 21 ir 22 pav. Polajiniai krituliai labiausiai praturtinami K^+ , mažiau Mg^{2+} , Ca^{2+} , Cl^- , Na^+ ir SO_4^{2-} . Mažesnės yra nitratinio ir amoniakinio azoto koncentracijos polajiniuose krituliuose nei atviroje vietoje rinktuose krituliuose.



20 pav. Pagrindinių cheminių priemaišų koncentracijų santykio (po laja/atvira vieta) sezoninė kaita Aukštaitijos IMS (LT01)



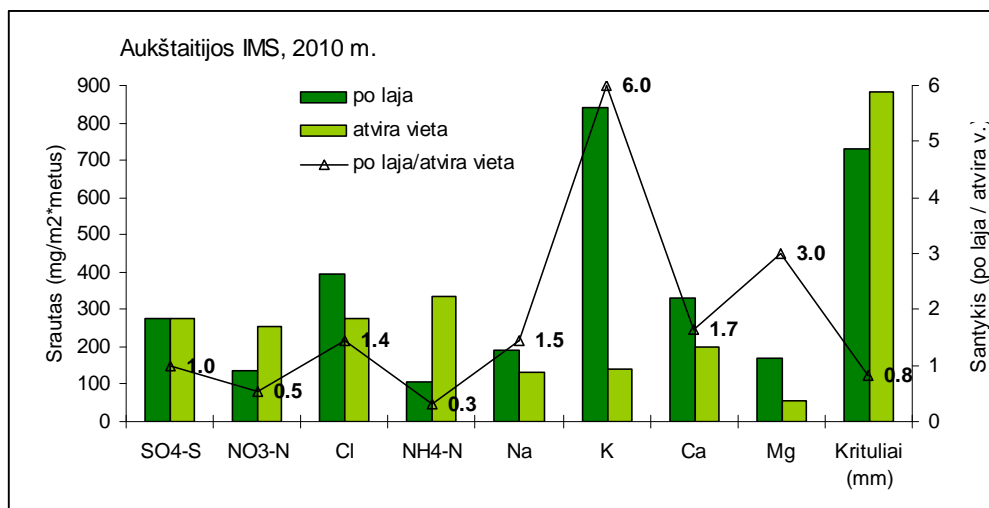
21 pav. Pagrindinių cheminių priemaišų vidutinės koncentracijos, svertinės pagal kritulių kiekį, po laja ir atviroje vietoje Aukštaitijos IMS (LT01)

4 lentelė. pH ir pagrindinių cheminių priemaišų vidutinės (svertinės pagal kritulių kiekį) koncentracijos (mg/l) krituliuose po laja ir atviroje vietoje Aukštaitijos IMS (LT01)

<i>Po medžių laja</i>									
Metai, mėnuo	pH	SO ₄ -S	NO ₃ -N	NH ₄ -N	Cl	Na	K	Ca	Mg
2010.01	4.48	0.30	0.45	0.22	0.35	0.18	0.24	0.15	0.05
2010.02	4.46	1.10	0.50	0.28	0.58	0.14	0.63	0.70	0.29
2010.03	4.91	0.68	0.76	0.60	0.90	0.56	1.00	0.54	0.26
2010.04	4.99	0.55	0.53	0.49	0.54	0.29	0.91	0.62	0.24
2010.05	5.79	0.22	0.02	0.03	0.44	0.18	1.47	0.44	0.19
2010.06	5.77	0.41	0.04	0.02	0.50	0.25	1.58	0.50	0.25
2010.07	5.64	0.23	0.06	0.09	0.44	0.21	1.38	0.46	0.22
2010.08	5.41	0.28	0.11	0.12	0.57	0.31	1.27	0.49	0.25
2010.09	5.88	0.16	0.03	0.03	0.38	0.17	0.78	0.28	0.18
2010.10	5.59	0.34	0.02	0.01	0.94	0.43	2.74	0.58	0.51
2010.11	4.86	0.76	0.31	0.25	0.98	0.48	0.91	0.60	0.30
2010.12	4.66	0.22	0.27	0.14	0.25	0.13	0.20	0.22	0.09
vidutinė	5.08	0.38	0.19	0.14	0.54	0.26	1.15	0.45	0.23
<i>Atvira vieta</i>									
Metai, mėnuo	pH	SO ₄ -S	NO ₃ -N	NH ₄ -N	Cl	Na	K	Ca	Mg
2010.01	4.20	0.36	0.64	0.20	0.28	0.17	0.14	0.20	0.05
2010.02	4.30	0.47	0.34	0.30	0.37	0.09	0.06	0.14	0.03
2010.03	5.42	0.37	0.67	0.87	0.42	0.22	0.06	0.13	0.04
2010.04	5.90	0.60	0.62	0.98	0.32	0.25	0.24	0.47	0.10
2010.05	6.08	0.31	0.19	0.35	0.34	0.16	0.21	0.24	0.07
2010.06	6.06	0.38	0.21	0.34	0.35	0.14	0.23	0.29	0.07
2010.07	6.22	0.21	0.18	0.26	0.18	0.16	0.15	0.26	0.08
2010.08	6.23	0.28	0.22	0.46	0.24	0.11	0.14	0.22	0.06
2010.09	5.98	0.14	0.13	0.13	0.16	0.08	0.11	0.15	0.05
2010.10	5.65	0.23	0.26	0.24	0.42	0.27	0.21	0.31	0.11
2010.11	4.67	0.53	0.39	0.61	0.53	0.30	0.24	0.25	0.08
2010.12	4.84	0.11	0.23	0.09	0.25	0.02	0.09	0.12	0.05
vidutinė	5.08	0.31	0.29	0.38	0.31	0.15	0.16	0.23	0.06

5 lentelė. Kritulių kiekio ir pagrindinių cheminių priemaišų srantai (mg/m²) po laja ir atviroje vietoje Aukštaitijos IMS (LT01)

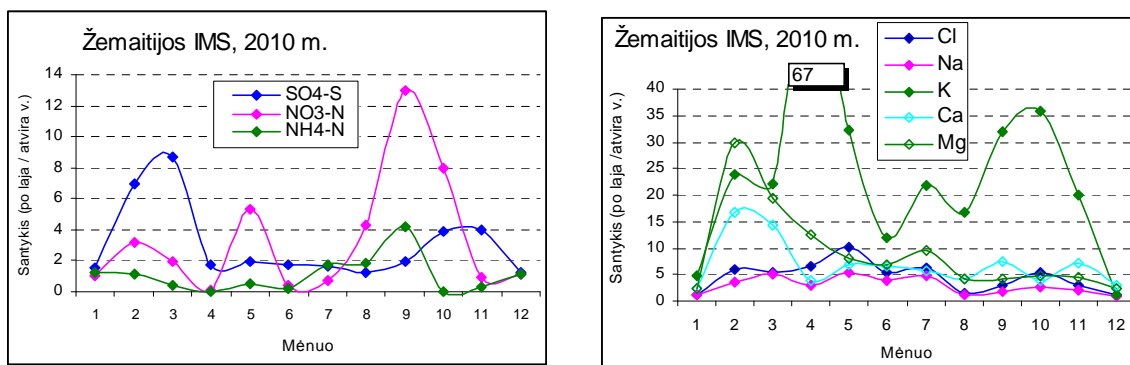
<i>Po medžių laja</i>									
Metai, mėnuo	Krituliai, mm/mėn	SO4-S	NO3-N	NH4-N	Cl	Na	K	Ca	Mg
2010.01	23.0	6.99	10.38	5.08	8.09	4.14	5.54	3.35	1.16
2010.02	35.0	38.59	17.39	9.74	20.18	4.98	21.87	24.57	10.03
2010.03	38.6	26.11	29.32	23.10	34.59	21.43	38.52	20.77	10.05
2010.04	35.9	19.86	19.19	17.69	19.39	10.58	32.64	22.16	8.46
2010.05	69.4	15.45	1.42	1.97	30.34	12.50	102.36	30.44	13.26
2010.06	92.9	38.06	4.14	2.11	46.16	22.96	146.83	46.15	22.96
2010.07	85.5	20.08	5.01	7.71	37.42	18.26	117.68	39.28	19.18
2010.08	92.4	25.52	10.39	10.84	52.92	28.80	117.57	45.34	23.30
2010.09	90.8	14.28	2.88	2.90	34.05	15.79	70.40	25.30	16.23
2010.10	45.8	15.67	0.69	0.43	43.23	19.80	125.69	26.53	23.38
2010.11	51.3	38.72	16.03	12.91	50.10	24.47	46.74	30.93	15.41
2010.12	71.5	15.45	19.50	10.14	17.72	9.38	14.26	15.46	6.31
Metinė	732.2	274.8	136.4	104.6	394.2	193.1	840.1	330.3	169.7
<i>Atvira vieta</i>									
Metai, mėnuo	Krituliai, mm/mėn	SO4-S	NO3-N	NH4-N	Cl	Na	K	Ca	Mg
2010.01	18.0	6.48	11.52	3.60	5.04	3.06	2.52	3.60	0.95
2010.02	48.5	22.81	16.50	14.56	17.96	4.13	2.86	6.79	1.31
2010.03	60.8	22.51	40.77	52.94	25.56	13.39	3.65	7.91	2.25
2010.04	42.2	25.31	26.15	41.33	13.50	10.54	10.12	19.82	4.05
2010.05	80.4	24.94	15.28	28.15	27.35	12.87	16.89	19.31	5.23
2010.06	122.9	46.69	25.80	41.77	43.00	17.20	28.26	35.63	8.11
2010.07	83.7	17.58	15.07	21.76	15.07	13.39	12.56	21.76	7.03
2010.08	119.4	33.43	26.27	54.92	28.65	13.13	16.71	26.27	7.52
2010.09	83.9	11.74	10.90	10.90	13.42	6.46	9.23	12.58	4.36
2010.10	51.5	11.85	13.39	12.36	21.63	13.91	10.82	15.97	5.67
2010.11	76.2	40.41	29.73	46.51	40.41	22.87	18.30	19.06	5.72
2010.12	95.3	10.48	21.91	8.29	23.82	1.91	8.10	11.43	4.57
Metinė	882.8	274.2	253.3	337.1	275.4	132.9	140.0	200.1	56.8



22 pav. Pagrindinių cheminių priemaišų srautai po laja ir atviroje vietoje Aukštaitijos IMS (LT01)

Kritulių kiekio santykis (po laja/atvira vieta) kito nuo 0.7 iki 1.3. 2010 m. vidutinė metinė šio santykio reikšmė yra 0.80. Todėl galima sakyti, kad lajoje susilaikė apie 20 % kritulių kiekio, kuris iškrito atviroje vietoje. Aukštaitijos IMS iškrito gan didelis, palyginti su kitais metais, kritulių kiekis: po laja 732.2 mm ir atviroje vietoje 882.8 mm. Aukštaitijoje į miško paklotę sulfatinės sieros iškrito tiek pat kiek ir atviroje vietoje, tačiau 6 kartus daugiau kalio, 1.5 karto – natrio, 1.4 karto – chloridų, 1.7 karto – kalcio, 3.0 kartus daugiau magnio, nors polajinių kritulių kiekis buvo mažesnis nei atviroje vietoje. Nustatyta, kad azoto iškrito 2.4 karto mažiau į miško paklotę nei atviroje vietoje.

Pagrindinių cheminių priemaišų krituliuose po laja ir atviroje vietoje koncentracijų sezoninė kaita Žemaitijos IMS (LT03) pateikta 23 pav.



23 pav. Pagrindinių cheminių priemaišų koncentracijų santykio (po laja/atvira vieta) sezoninė kaita Žemaitijos IMS (LT03)

Nagrinėjant sulfatų koncentraciją metinę kaitą matyti, kad sulfatų koncentracija buvo 7 ir 9 kartus didesnė krituliuose po laja nei atviroje vietoje vasario ir kovo mėn. Per likusius mėnesius šis santykis kito nuo 1.2 iki 4. Tai rodo, kad polajiniai krituliai praturtinami sulfatais dėl sausai nusėdusių ant lajos sieros junginių (SO_2 ir aerozolinio SO_4^{2-}) nuplovimo. Nitratų ir amonio koncentracijų ryškų padidėjimą krituliuose po laja rugsėjo mėn., matyt, reikėtų sieti su jų išplovimu gausiu lietumi (127 mm) iš lajos. Mažesnės nitratų koncentracijas krituliuose po laja nei atviroje vietoje (balandžio, birželio, liepos, lapkričio mėn.) gali būti dėl absorbcijos nitratinio azoto laja. Amonio koncentracijų santykiai (po laja/atviroje vietoje), išskyrus sausio – vasario ir liepos – rugsėjo mėn., buvo mažesni nei 1.0 ir kito nuo 0.1 iki 0.5. Stebimos kelis kart didesnės K^+ , Na^+ , Cl^- ir Mg^{2+} koncentracijos krituliuose po laja nei atviroje vietoje: K^+ koncentracijų santykis po laja/atvira vieta kito nuo 4.7 iki 67, Cl^- nuo 1.1 iki 10.1 ir Mg^{2+} - nuo 2.3 iki 30 kartų. Toks žymus šių komponentų koncentracijų padidėjimas polajiniuose krituliuose gali būti siejamas su šių elementų išplovimu iš lajos, o taip pat ir nuplovimu nuo lajos.

6 ir 7 lentelėse pateikiami duomenys apie cheminių priemaišų koncentracijų krituliuose, rinktuose po laja ir atviroje vietoje, ir srautų kaitą 2010 m. Žemaitijos IMS (LT03). Rūgščiausi krituliai ($\text{pH} < 5.0$) po laja buvo per sausio – kovo ir rugsėjo – gruodžio mėn., o atviroje vietoje – per sausio – kovo ir lapkričio – gruodžio mėn. Per likusius metų mėnesius pH vertės krituliuose po laja kito nuo 5.25 iki 6.10, o atviroje vietoje – nuo 5.06 iki 6.30. Įvertinus kritulių kiekį, metinės pH vertės: po laja – 4.80 ir atviroje vietoje – 5.0, t.y., rūgštesni krituliai iškrito į miško paklotę.

Analizuojant sulfatų koncentracijų ir iškritų metinę kaitą matyti, kad didžiausia $\text{SO}_4\text{-S}$ koncentracija krituliuose po laja buvo 4.46 mgS/l (vasario mėn.). Per likusius mėnesius kito nuo 0.28 mgS/l (gruodžio mėn.) iki 2.61 mgS/l (kovo mėn.). Didžiausias sieros kiekis 182.0 mgS/m² į miško paklotę po laja pateko kovo mėn., o atviroje vietoje, dėl gausių kritulių gegužės – rugsėjo mėn. – 24.0 – 62.0 mgS/m².

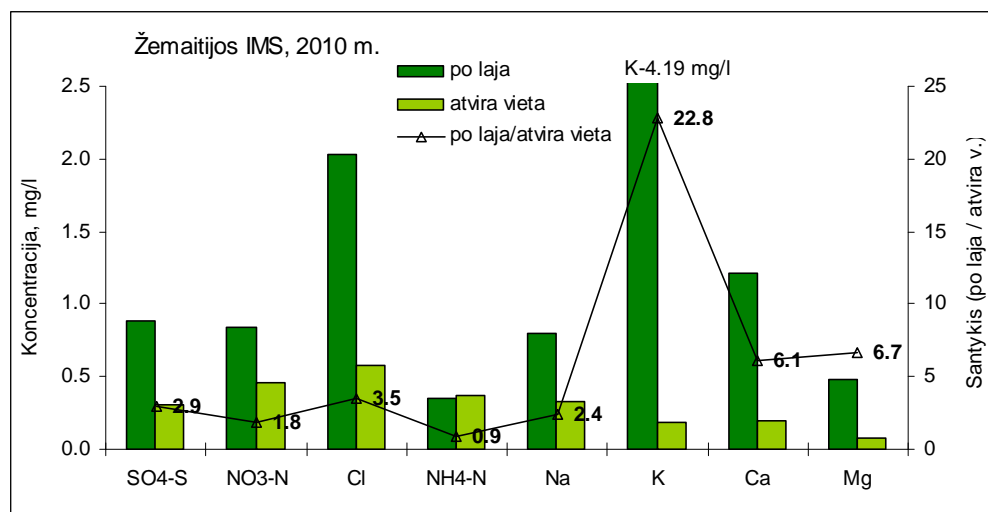
6 lentelė. pH ir pagrindinių cheminių priemaišų vidutinės (svertinės pagal kritulių kiekį) koncentracijos (mg/l) krituliuose po laja ir atviroje vietoje Žemaitijos IMS (LT03)

<i>Po medžių laja</i>									
Metai, mėnuo	pH	SO ₄ -S	NO ₃ -N	NH ₄ -N	Cl	Na	K	Ca	Mg
2010.01	4.39	0.48	0.55	0.31	0.55	0.31	0.46	0.21	0.06
2010.02	4.34	4.46	2.49	0.55	2.62	1.07	5.48	3.16	1.38
2010.03	4.96	2.61	1.07	0.29	2.59	1.36	6.63	1.99	0.97
2010.04	5.58	1.46	0.10	0.02	4.99	1.84	17.49	3.29	2.14
2010.05	5.61	0.65	1.22	0.23	2.03	0.58	6.13	2.44	0.65
2010.06	6.00	0.79	0.19	0.23	1.83	0.89	6.24	1.93	0.69
2010.07	6.10	0.45	0.14	0.59	1.21	0.47	4.12	1.15	0.41
2010.08	5.25	0.44	0.95	0.71	1.10	0.64	3.34	0.94	0.36
2010.09	4.21	0.41	1.95	0.25	2.58	1.00	3.82	0.98	0.35
2010.10	5.71	0.58	0.35	0.01	4.41	1.20	6.11	0.81	0.41
2010.11	5.46	1.18	0.27	0.10	2.80	1.16	4.00	0.92	0.39
2010.12	4.77	0.28	0.38	0.23	0.47	0.14	0.22	0.33	0.12
vidutinė	4.80	0.89	0.84	0.35	2.03	0.80	4.19	1.21	0.48
<i>Atvira vieta</i>									
Metai, mėnuo	pH	SO ₄ -S	NO ₃ -N	NH ₄ -N	Cl	Na	K	Ca	Mg
2010.01	4.50	0.31	0.54	0.25	0.42	0.26	0.10	0.09	0.03
2010.02	4.15	0.64	0.78	0.48	0.44	0.31	0.23	0.19	0.05
2010.03	4.95	0.30	0.54	0.68	0.48	0.27	0.03	0.14	0.05
2010.04	5.90	0.85	1.10	1.30	0.77	0.62	0.26	0.84	0.17
2010.05	6.02	0.33	0.23	0.48	0.20	0.11	0.19	0.35	0.08
2010.06	6.30	0.45	0.52	0.96	0.34	0.22	0.52	0.30	0.10
2010.07	6.05	0.27	0.18	0.33	0.19	0.10	0.19	0.20	0.04
2010.08	5.70	0.36	0.22	0.39	0.80	0.48	0.20	0.23	0.09
2010.09	5.06	0.21	0.15	0.06	0.89	0.53	0.12	0.13	0.08
2010.10	5.35	0.15	0.04	0.25	0.84	0.45	0.17	0.21	0.09
2010.11	4.73	0.30	0.30	0.32	0.94	0.54	0.20	0.13	0.09
2010.12	4.70	0.23	0.34	0.21	0.41	0.15	0.17	0.11	0.05
vidutinė	5.0	0.30	0.46	0.37	0.58	0.33	0.18	0.20	0.07

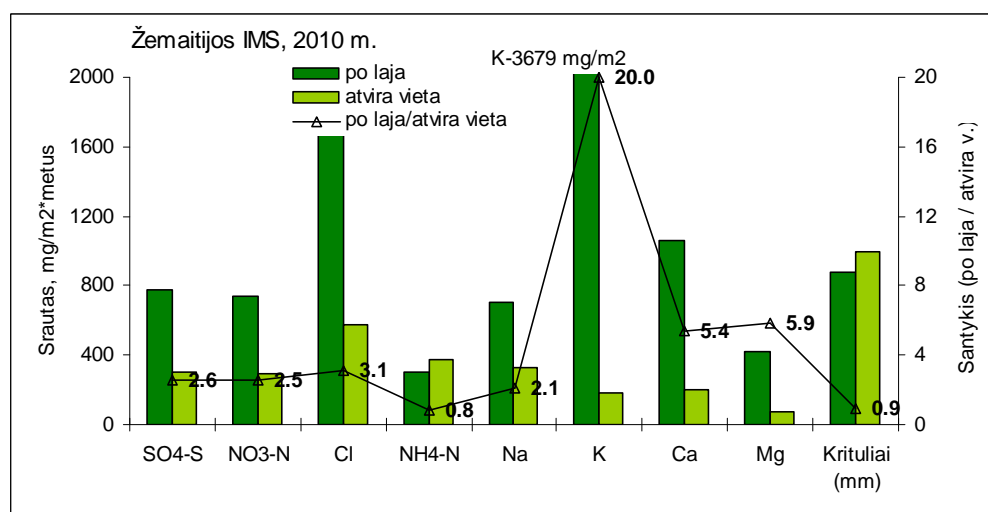
7 lentelė. Kritulių kiekio ir pagrindinių cheminių priemaišų srautai (mg/m²) po laja ir atviroje vietoje Žemaitijos IMS (LT03)

<i>Po medžių laja</i>									
Metai, mėnuo	Krituliai, mm/mėn	SO4-S	NO3-N	NH4-N	Cl	Na	K	Ca	Mg
2010.01	15.7	7.5	8.7	4.9	8.7	4.9	7.2	3.3	1.0
2010.02	36.7	163.8	91.6	20.4	96.1	39.2	201.4	116.3	50.6
2010.03	69.6	182.0	74.3	19.9	180.4	94.4	461.5	138.5	67.4
2010.04	4.8	7.1	0.5	0.1	24.1	8.9	84.6	15.9	10.4
2010.05	60.1	38.8	73.5	13.9	122.0	34.8	368.4	146.6	39.2
2010.06	27.1	21.5	5.1	6.2	49.5	24.0	169.1	52.4	18.6
2010.07	136.2	61.7	18.7	80.0	164.2	64.2	561.3	156.7	55.3
2010.08	133.2	58.5	126.6	94.5	145.9	85.3	445.2	124.6	48.1
2010.09	126.9	52.0	247.1	31.1	327.2	127.0	484.8	123.8	44.7
2010.10	80.7	46.6	28.5	0.8	355.5	97.1	493.3	65.6	33.4
2010.11	95.3	112.7	26.2	9.9	266.8	110.1	381.2	87.7	37.4
2010.12	91.7	26.1	34.6	21.2	43.2	12.5	20.4	30.3	11.4
Metinė	878.1	778.3	735.3	303.0	1783.5	702.4	3678.5	1061.6	417.5
<i>Atvira vieta</i>									
Metai, mėnuo	Krituliai, mm/mėn	SO4-S	NO3-N	NH4-N	Cl	Na	K	Ca	Mg
2010.01	19.9	6.2	10.7	5.0	8.4	5.2	1.9	1.7	0.5
2010.02	31.8	20.4	24.8	15.3	14.0	9.9	7.3	6.1	1.5
2010.03	81.1	24.3	43.8	55.1	38.9	21.9	2.6	11.4	4.1
2010.04	12.9	11.0	14.2	16.8	10.0	8.0	3.4	10.9	2.2
2010.05	80.9	26.7	18.6	38.8	16.2	8.9	15.4	28.3	6.5
2010.06	50.0	22.5	26.0	48.0	17.0	11.0	26.0	15.0	5.0
2010.07	146.3	39.5	26.3	48.3	27.8	14.6	27.8	29.3	6.1
2010.08	171.2	61.6	37.7	66.8	136.9	82.2	34.2	39.4	14.7
2010.09	135.4	28.4	20.3	8.0	120.5	71.7	16.2	17.6	11.2
2010.10	60.7	9.1	2.7	15.2	51.0	27.3	10.3	12.7	5.2
2010.11	94.6	28.4	28.4	30.3	88.9	51.1	18.9	12.3	8.1
2010.12	114.6	26.4	39.0	24.1	47.0	17.2	19.5	12.6	6.2
Metinė	999.4	304.5	292.5	371.6	576.5	329.0	183.6	197.1	71.3

Pagrindinių cheminių priemaišų, išskyrus NH_4^+ , metinės koncentracijos (24 pav.) po laja rinktuose krituliuose buvo kelis kartus didesnės nei krituliuose atviroje vietoje. NH_4^+ koncentracija polajiniuose krituliuose tik nedaug mažesnė nei krituliuose atviroje vietoje. NO_3^- koncentracija krituliuose po laja gauta 1.8 karto didesnė nei krituliuose atviroje vietoje, SO_4^{2-} koncentracija krituliuose po laja beveik 3 kartus viršijo koncentraciją krituliuose atviroje vietoje. Kelis kartus didesnės Na^+ , Cl^- , Ca^{2+} ir Mg^{2+} koncentracijos krituliuose po laja nei atviroje vietoje. K^+ koncentracijų santykis po laja/atvira vieta yra didžiausias.



24 pav. Pagrindinių cheminių priemaišų vidutinės koncentracijos, svertinės pagal kritulių kiekį, po laja ir atviroje vietoje Žemaitijos IMS (LT03)



25 pav. Pagrindinių cheminių priemaišų srautai po laja ir atviroje vietoje Žemaitijos IMS (LT03)

25 pav. pateikti duomenys rodo, kad Žemaitijos IMS 2010 m. polajinių kritulių metinis kiekis 10 % mažesnis nei atviroje vietoje: po laja iškrito 878.1 mm, o atviroje vietoje – 999.4 mm. Nustatyta, kad į miško paklotę Žemaitijoje (LT03) iškrito 2.6 karto daugiau sulfatinės sieros, 2.1 karto – natrio, 3.1 karto – chloridų, 5.4 karto – kalcio, 5.9 kartus – magnio ir 20 kartų daugiau kalio nei atviroje vietoje. Dėl amonio azoto absorbcijos laja, metinis amonio srautas į miško paklotę gautas 20 % mažesnis nei atviroje vietoje. Nitratinio azoto srautas į miško paklotę buvo 3.1 karto didesnis nei atviroje vietoje. Visumoje, 2010 m. į miško paklotę pateko 1038 mgN/m², tai yra 1.6 karto daugiau nei su krituliais atviroje vietoje (664 mgN/m²).

8 lentelė. pH ir pagrindinių cheminių priemaišų 2010 m. vidutinės koncentracijos, svertinės pagal kritulių kiekį, po laja ir atviroje vietoje IM stotyse

Komponentė	<i>Po laja</i>		<i>Atvira vieta</i>	
	Aukštaitijos IMS	Žemaitijos IMS	Aukštaitijos IMS	Žemaitijos IMS
pH	5.08	4.80	5.08	5.0
SO ₄ ²⁻ , mgS/l	0.38	0.89	0.31	0.30
NO ₃ ⁻ , mgN/l	0.19	0.84	0.29	0.46
NH ₄ ⁺ , mgN/l	0.14	0.35	0.38	0.37
Cl ⁻ , mg/l	0.54	2.03	0.31	0.58
Na ⁺ , mg/l	0.26	0.80	0.15	0.33
K ⁺ , mg/l	1.15	1.19	0.16	0.21
Ca ²⁺ , mg/l	0.45	1.21	0.23	0.20
Mg ²⁺ , mg/l	0.23	0.48	0.06	0.07

Iš apibendrintų 8 lentelėje duomenų matyti, kad Žemaitijoje visų pagrindinių cheminių priemaišų koncentracijos polajiniuose krituliuose yra didesnės nei Aukštaitijoje, o atviroje vietoje rinktuose krituliuose koncentracijos yra gan panašios, išskyrus NO₃⁻, Cl⁻ ir Na⁺.

Nagrinėjant pagrindinių cheminių priemaišų srautus abiejose stotyse (9 lentelė) matyti, kad priemaišų kiekiai 2010 m. iškritose į miško paklotę yra netolygūs kritulių kiekiui. Pateikti duomenys rodo, kad, esant 20% didesniai kritulių metiniam kiekiui Žemaitijos IMS nei Aukštaitijos IMS, į polajį Žemaitijoje pateko 2.8 kartus daugiau sieros, 5.4 karto daugiau nitratinio azoto ir 2.9 karto daugiau amonio azoto, 3.6 – 4.5

karto daugiau chloridų, natrio ir kalio, 2.5 – 3.2 karto daugiau kalcio ir magnio. Šie skirtumai tarp stočių gali būti dėl lajos skirtingos struktūros: Aukštaitijoje vyrauja pušynai, o Žemaitijoje – eglynai. Gauti gan nedideli skirtumai (iki 20%) tarp metinių cheminių priemaišų srautų atviroje vietoje, išskyrus Cl⁻, Na⁺ ir K⁺.

9 lentelė. Kritulių kiekis ir pagrindinių cheminių priemaišų metiniai srautai su krituliais po laja ir atviroje vietoje IM stotyse, 2010 m.

Komponentė	<i>Po laja</i>		<i>Atvira vieta</i>	
	Aukštaitijos IMS	Žemaitijos IMS	Aukštaitijos IMS	Žemaitijos IMS
Krituliai, mm	732.2	878.1	882.8	999.4
H ⁺ , meq/m ²	6.16	13.95	7.36	9.88
SO ₄ ²⁻ , mgS/m ²	274.8	778.3	274.2	304.5
NO ₃ ⁻ , mgN/m ²	136.4	735.3	253.3	292.5
NH ₄ ⁺ , mgN/m ²	104.6	303.0	337.1	371.6
Cl ⁻ , mg/m ²	394.2	1783.5	275.4	576.5
Na ⁺ , mg/m ²	193.1	702.4	132.9	329.0
K ⁺ , mg/m ²	840.1	3678.5	140.0	205.3
Ca ²⁺ , mg/m ²	330.3	1061.6	200.1	197.1
Mg ²⁺ , mg/m ²	169.7	417.5	56.8	71.3

IŠVADOS

Vertinant cheminių priemaišų foninių koncentracijų atmosferos šlapiose iškritose 2010 m. tyrimų duomenis Aukštaitijos integruoto monitoringo stotyje (LT01), Žemaitijos integruoto monitoringo stotyje (LT03) ir atmosferos užterštumų tyrimo stotyje Preiloje (LT15), daromos tokios išvados:

- Tirtoms cheminėms priemaišoms yra būdingas didelis koncentracijų kaitos intervalas kritulių savaitės bandiniuose IMS ir kritulių paros bandiniuose Preiloje.
- Metinė sulfatų (SO₄²⁻) koncentracija Aukštaitijoje gauta didesnė nei Žemaitijoje, o Preiloje SO₄²⁻-S_{tot} – apie 3 kartus didesnė nei IM stotyse.
- Mažėjimo tendencija rytų kryptimi matoma nitratų (NO₃⁻) koncentracijų erdvinėje kaitoje.

- Nežymi erdvinė kaita gauta amonio (NH_4^+) metinei koncentracijai.
- Ypatingai ryški didėjimo tendencija vakarų kryptimi yra natrio (Na^+) ir chloridų (Cl^-) metinių koncentracijų erdvinėje kaitoje.
- Rūgščiausi krituliai 2010 m. buvo Žemaitijoje: pH kritulių metinės vertės tokios: LT03 – 4.97, Preiloje – 5.01 ir LT01 – 5.20.
- Nagrinėjant pagrindinių cheminių priemaišų šlapiose iškritose 2010 m. erdvinę kaitą akivaizdu, kad skirtumai tarp stočių yra nedideli, išskyrus NO_3^- , Na^+ , Cl^- ir Ca^{2+} . Šių cheminių priemaišų šlapieji srautai yra kelis kartus didesni Preiloje nei IM stotyse: Na^+ , Cl^- ir Ca^{2+} – daugiausiai dėl įnašo iš Baltijos jūros, o NO_3^- – dėl didesnių koncentracijų krituliuose ir oksiduotų azoto junginių koncentracijų ore.
- Žemaitijos IMS visų pagrindinių cheminių priemaišų koncentracijos polajiniuose krituliuose yra didesnės nei Aukštaitijos IMS, o atviroje vietoje rinktuose krituliuose koncentracijos yra gan panašios, išskyrus, NO_3^- , Cl^- ir Na^+ .
- Pagrindinių cheminių priemaišų srautai į miško paklotę abiejose IM stotyse 2010 m. yra netolygūs kritulių kiekiui; esant 20% didesniai kritulių metiniam kiekiui Žemaitijos IMS nei Aukštaitijos IMS, į polajį Žemaitijoje pateko 2.8 kartus daugiau sieros, 5.4 karto daugiau nitratinio azoto ir 2.9 karto daugiau amonio azoto, 3.6 – 4.5 karto daugiau chloridų, natrio ir kalio, 2.5 – 3.2 karto daugiau kalcio ir magnio. Šie skirtumai tarp stočių gali būti dėl lajos skirtingos struktūros: Aukštaitijoje vyrauja pušynai, o Žemaitijoje – eglynai.
- Kritulių metinės pH vertės rodo nežymų didėjimą paskutiniųjų šešerių metų Aukštaitijoje – nuo 5.11 iki 5.20; Žemaitijoje – nuo 4.88 iki 4.97; Preiloje – nuo 4.83 iki 5.01.
- Metinio kritulių kiekio didėjimo tendencija (2005 – 2010 m.) akivaizdi ir rytinėje, ir vakarinėje Lietuvos dalyje. Didėjantis kritulių kiekis darė įtaką daugumos cheminių priemaišų šlapiams srautams.
- Beveik nesikeičiant nuo 2005 m. sulfatų koncentracijai krituliuose, didėja jų metiniai šlapieji srautai Aukštaitijoje ir Preiloje, atitinkamai 20 ir 48 %. Sulfatų šlapiųjų srautų mažėjimo tendencija (10 %) per paskutiniuosius metus matoma Žemaitijoje.

- Nuo 2005 m. nitratų šlapiųjų metinių srautų kaitoje stebima mažėjimo tendencija tik Žemaitijoje, o Aukštaitijoje ir ypač Preiloje – didėjimo.
- Amonio metinių koncentracijų ir jo šlapiųjų srautų per paskutiniuosius metus kaitoje nuo 2005 m. stebima didėjimo tendencija. Ypač ryški ji matoma Aukštaitijos IMS (~ 51 %). Žymiai mažesnė (~ 3 %) amonio šlapiojo srauto didėjimo tendencija Žemaitijos IMS ir Preiloje.