

**Tvirtinu:**

Fizikos Instituto direktorius

dr. Vidmantas Remeikis

2010 m. 03 mėn. 10 d.

UŽSAKOMOJO DARBO

**DUJINIŲ IR AEROZOLINIŲ PRIEMAIŠŲ ORE TYRIMAI  
PAGAL EMEP IR ICP IM PROGRAMAS**

ATASKAITA

2009 m. balandžio 20 d. Sutartis: Nr. 4F 09–24

**Fizikos institutas**

Savanorių pr.231, LT-02300, Vilnius

Aplinkos fizikos ir Chemijos

laboratorija, tel. 266 16 52

Temos vadovas dr. D. Šopauskienė

Vykdytojai: dr. D. Jasinevičienė

inž. S. Žukienė

## Santrauka

Atmosferos užterštumo lygį sieros ir azoto junginiais virš Lietuvos lemia šių teršalų emisijos iš vietinių taršos šaltinių, o taip pat dėl tolimų oro teršalų pernašų iš Vakarų bei Pietų Europos valstybių. Dujinių ir aerosolinių priemaišų koncentracijos atmosferoje kinta ir laike, ir erdvėje dėl atmosferos dinamiškumo ir nuolat vykstančių atmosferos valymosi procesų (šlapiojo ir sausojo), dėl teršalų nevienodos buvimo atmosferoje trukmės, kurią nulemia jų fizinės bei cheminės savybės.

Atmosferos teršalų koncentracijų tyrimams skiriamas ypatingas dėmesys, nes jų koncentracijos atspindi ne tik oro užterštumą regione, bet naudojamos teršalų sausųjų srautų iš atmosferos į žemės ekosistemas įvertinimui. Rūgštėjimo ir eutrofikacijos procesai gamtinėse ekosistemose daugiausiai siejami su sieros ir azoto junginiais, todėl šių junginių koncentracijų tyrimai atmosferoje yra būtini vykdant kompleksinius ekosistemų tyrimus.

Integruoto monitoringo (IM) stotyse (LT01 ir LT03) ir Preiloje (LT15) per 2009 m. buvo tęsiami sieros dioksido ( $\text{SO}_2$ , dujos), azoto dioksido ( $\text{NO}_2$ , dujos), sulfatų ( $\text{SO}_4^{2-}$ , aerosolinės dalelės), sumos nitratų ( $\text{HNO}_3$ , dujinė azoto rūgštis ir  $\text{NO}_3^-$ , aerosolinės dalelės) ir sumos amonio ( $\text{NH}_3$ , dujinis amoniakas ir  $\text{NH}_4^+$ , aerosolinės dalelės) koncentracijų tyrimai.

Dideli koncentracijų kaitos intervalai yra būdingi visiems tirtiems atmosferos ore sieros ir azoto junginiams. Koncentracijų kaitos sezoniškumas labiausiai ryškus  $\text{NO}_2$  ir Sum $\text{NO}_3$ : didesnės jų koncentracijos atmosferos ore matuotos per šaltąjį metų laikotarpį (sausio, vasario, lapkričio ir gruodžio mėn.), mažesnės – per šiltąjį (balandžio – rugsėjo mėn.). Nustatyta, kad vidutinės 2009 m. teršalų koncentracijos Preiloje yra ženkliai didesnės (nuo 26 %  $\text{SO}_2$  iki 73 % Sum $\text{NH}_4$ ) nei Aukštaitijos stotyje, taip pat ir Žemaitijos stotyje (nuo 47 % Sum $\text{NO}_3$  iki 88 % Sum $\text{NH}_4$ ).  $\text{NO}_2$  vidutinė metinė koncentracija LT15 yra 1.4 karto didesnė nei LT01 ir nežymiai (< 5 %) mažesnė nei LT03. Beveik dvigubai mažesnis metinis kritulių kiekis Preiloje nei Žemaitijoje ir Aukštaitijoje gali būti teršalų didesnių koncentracijų priežastimi.  $\text{SO}_2$ , aer $\text{SO}_4^{2-}$  ir Sum $\text{NH}_4$  2009 m. metinės koncentracijos Žemaitijos stotyje (LT03) yra mažesnės nei Aukštaitijos stotyje (LT01), atitinkamai, 29%, 23% ir 9 %.

Visose stotyse stebima azoto junginių ( $\text{NO}_2$ , Sum $\text{NO}_3$  ir Sum $\text{NH}_4$ ) metinių koncentracijų mažėjimo tendencija per 2006–2009 m. metus.

## **DUJINIŲ IR AEROZOLINIŲ PRIEMAIŠŲ ORO TYRIMAI PAGAL EMEP IR ICP IM PROGRAMAS**

### **Įvadas**

Atmosferos užterštumo lygį sieros ir azoto junginiais virš Lietuvos lemia šių teršalų emisijos iš vietinių taršos šaltinių, o taip pat daugiausia ir iš Vakarų bei Pietų Europos valstybių. Be to, esant dujinių ir aerosolinių teršalų buvimo atmosferoje nevienodai trukmei, kurią nulemia fizinės bei cheminės teršalų savybės, jų koncentracijos atmosferoje kinta ir laike, ir erdvėje. Dujinių ir aerosolinių priemaišų koncentracijos atmosferoje kinta ir dėl atmosferos dinamiškumo, ir nuolat vykstančių atmosferos valymosi nuo teršalų procesų (šlapiojo ir sausojo).

Atmosferos teršalų koncentracijų tyrimams skiriamas ypatingas dėmesys, nes jų koncentracijos atspindi ne tik oro užterštumą regione, bet naudojamos ir teršalų sausųjų iškritų iš atmosferos į žemės ekosistemas įvertinimui. Rūgštėjimo ir eutrofikacijos procesai žemės ekosistemose daugiausiai siejami su sieros ir azoto junginiais, todėl ir šių junginių koncentracijų tyrimai atmosferoje yra būtini vykdant sąlygiškai natūralių ekosistemų kompleksinius tyrimus.

Atmosferos teršalų koncentracijų tyrimai integruoto monitoringo (IM) stotyse (LT01 ir LT03) ir Preiloje buvo tęsiami per 2009 m.

### **Darbo metodika**

Remiantis darbo užduotimi, sieros dioksido ( $\text{SO}_2$ , dujos), azoto dioksido ( $\text{NO}_2$ , dujos), sulfatų ( $\text{aerSO}_4^{2-}$ , t.y. aerosolinės dalelės), suma nitratų (Sum $\text{NO}_3$ , t.y. dujinė azoto rūgštis ir aerosolinės nitratų dalelės) ir suma amonio (Sum $\text{NH}_4$ , t.y. dujinis amoniakas ir aerosolinės amonio dalelės) rinkti kiekvienos savaitės bandiniai IM stotyse (LT01 ir LT03), o Preiloje (EMEP programos tinkle stoties kodas – LT15) – kiekvienos paros bandiniai.

Celiulioziniai filtrai “Whatman 40” ir rinktuvai su specialiai gaminamais stiklo filtrais naudoti teršalų koncentravimui iš atmosferos oro. Filtrų paruošimas ekspozicijai ir surinktų ant jų teršalų cheminė analizė atliekama vadovaujantis EMEP paruoštomis rekomendacijomis. Naudojant dviejų pakopų NILU sistemos filtrų laikiklius, sulfatai ( $\text{aerSO}_4$ ) koncentruojami ant pirmoje pakopoje esančio “Whatman 40” filtro, kuris yra atviras atmosferai, o sieros dioksido koncentravimui naudojamas antroje filtro laikiklio pakopoje šarmu impregnuotas “Whatman 40” filtras. Sumos

nitratų ( $\text{sumNO}_3$ ) ir sumos amonio ( $\text{sumNH}_4$ ) junginių koncentravimui iš atmosferos “Whatman 40” filtrai, prieš juos eksponuojant laboratorijoje impregnuoti amonio junginių koncentravimui rūgštinti ir šarmu – nitratams, dedami į vienos pakopos NILU sistemos filtrų laikiklius. Azoto dioksido koncentravimui stiklo filtrai paruošiami laboratorijoje juos impregnuojant šarminiu natrio jodido tirpalu. Visi filtrų impregnavimo darbai atliekami cheminėje laboratorijoje specialioje išvalyto atmosferos oro kameroje.

Dujinių ir aerosolinių teršalų bandiniai iš stočių LT01 ir LT03 gražinami į Aplinkos apsaugos agentūros aplinkos tyrimų departamentą ir, atlikus cheminę oro bandinių analizę, tyrimų rezultatai kas mėnesį persiunčiami Fizikos institutui. Oro bandiniai iš Preilos analizuojami Fizikos institute, ekstrahuojant 24 valandas 20-30 ml dejonizuotu vandeniu, kurio varža  $>15 \text{ M}\Omega/\text{cm}$ . Jonų mainų chromatografas “DIONEX 2010I” (kolonėlės AG4A-SC ir AS4A-SC) naudojamas sulfatų ir nitratų jonų koncentracijų tyrimams vandeniniuose tirpaluose iš tokių atmosferos oro bandinių:  $\text{SO}_2$ ,  $\text{aerSO}_4^{2-}$  ir  $\text{sumNO}_3^-$ . Analitinė nenutrūkstamo srauto sistema “CONTIFLO” naudojama spektrofotometriniams amonio jonų koncentracijų tyrimui indofenoliniu metodu atmosferos  $\text{sumNH}_4^+$  bandinių vandeniniuose tirpaluose. Azoto dioksido koncentracijų trietanolamino vandeniniame tirpale tyrimui naudojamas spektrofotometrinis metodas su Griess reagentu. Siekiant įvertinti naudojamų teršalų koncentravimui iš atmosferos filtrų ir impregnavimui bei analizei naudojamų reagentų užterštumą tiriamaisiais komponentais, kiekvieną mėnesį visoms IM stotims, o taip pat ir Preilai, ruošiami ir analizuojami “tušti”, t.y. paruošti bet neeksponuoti filtrai. Atmosferoje teršalų radimo ribos yra tokios:  $\text{SO}_2 - 0.02 \mu\text{gS}/\text{m}^3$ ,  $\text{NO}_2 - 0.08 \mu\text{gN}/\text{m}^3$ ,  $\text{SO}_4^{2-} - 0.02 \mu\text{gS}/\text{m}^3$ ,  $\text{sumNO}_3^- - 0.014 \mu\text{gN}/\text{m}^3$  ir  $\text{sumNH}_4^+ - 0.027 \mu\text{gN}/\text{m}^3$ . Tiriamų dujinių ir aerosolinių teršalų cheminės analizės paklaidos yra mažesnės nei 10 %.

## **Tyrimų rezultatai**

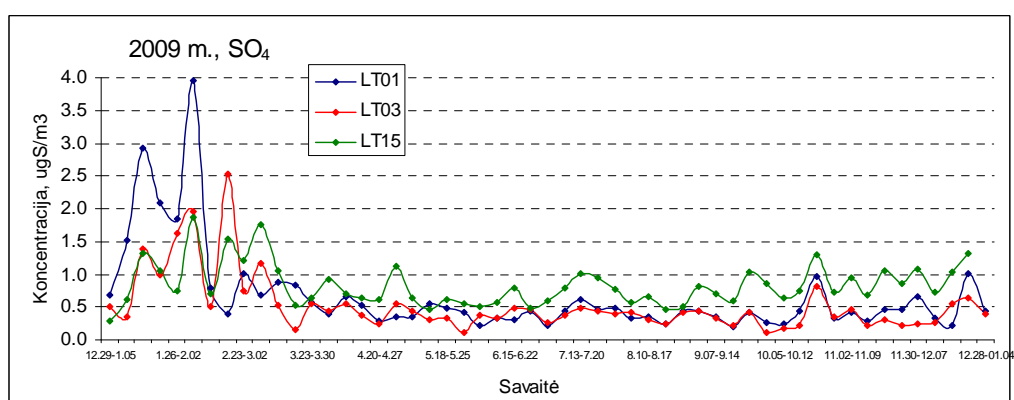
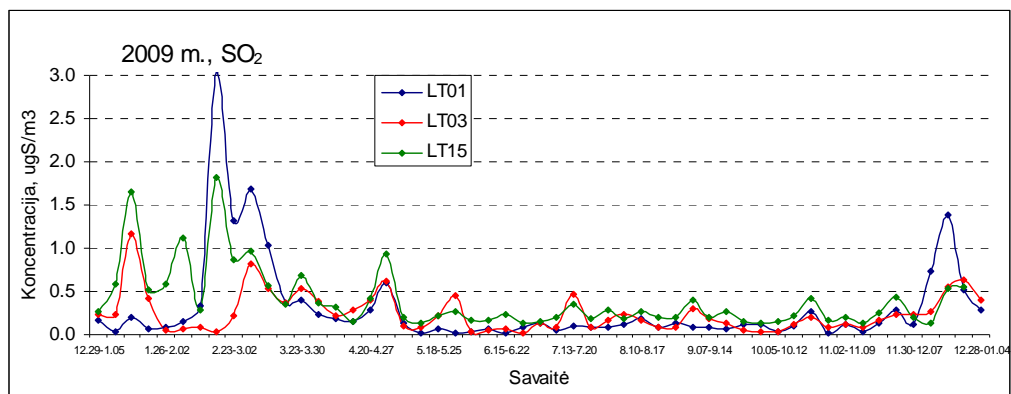
1 lentelėje pateikti tyrimų duomenys rodo visų tirtų teršalų koncentracijų didelius kaitos intervalus IM stotyse ir Preiloje:  $\text{SO}_2$  nuo 0.01 iki  $3.03 \mu\text{gS}/\text{m}^3$  (LT 01), nuo 0.02 iki  $1.17 \mu\text{gS}/\text{m}^3$  (LT 03) ir Preiloje nuo 0.13 iki  $1.82 \mu\text{gS}/\text{m}^3$  (savaitės vidutinės), nuo 0.04 iki  $5.70 \mu\text{gS}/\text{m}^3$  (paros);  $\text{NO}_2$  nuo 0.08 iki  $1.97 \mu\text{gN}/\text{m}^3$  (LT 01), nuo 0.34 iki  $2.55 \mu\text{gN}/\text{m}^3$  (LT 03) ir Preiloje nuo 0.34 iki  $1.54 \mu\text{gN}/\text{m}^3$  (savaitės vidutinės), nuo 0.14 iki  $3.74 \mu\text{gN}/\text{m}^3$  (paros); sulfatai nuo 0.20 iki  $3.96 \mu\text{gS}/\text{m}^3$  (LT

01), nuo 0.10 iki 2.524  $\mu\text{gS}/\text{m}^3$  (LT 03) ir Preiloje nuo 0.29 iki 1.87  $\mu\text{gS}/\text{m}^3$  (savaitės vidutinės), nuo 0.02 iki 3.33  $\mu\text{gS}/\text{m}^3$  (paros);  $\text{sumNO}_3$  nuo 0.02 iki 1.23  $\mu\text{gN}/\text{m}^3$  (LT 01), nuo 0.09 iki 1.16  $\mu\text{gN}/\text{m}^3$  (LT 03) ir nuo 0.03 iki 3.41  $\mu\text{gN}/\text{m}^3$  (Preiloje, paros);  $\text{sumNH}_4$  nuo 0.03 iki 1.84  $\mu\text{gN}/\text{m}^3$  (LT 01), nuo 0.16 iki 1.70  $\mu\text{gN}/\text{m}^3$  (LT 03) ir nuo 0.16 iki 7.93  $\mu\text{gN}/\text{m}^3$  (Preiloje, paros). Ypatingai dideli variacijos koeficientai gauti  $\text{SO}_2$  koncentracijoms: 91 –170.4 %.

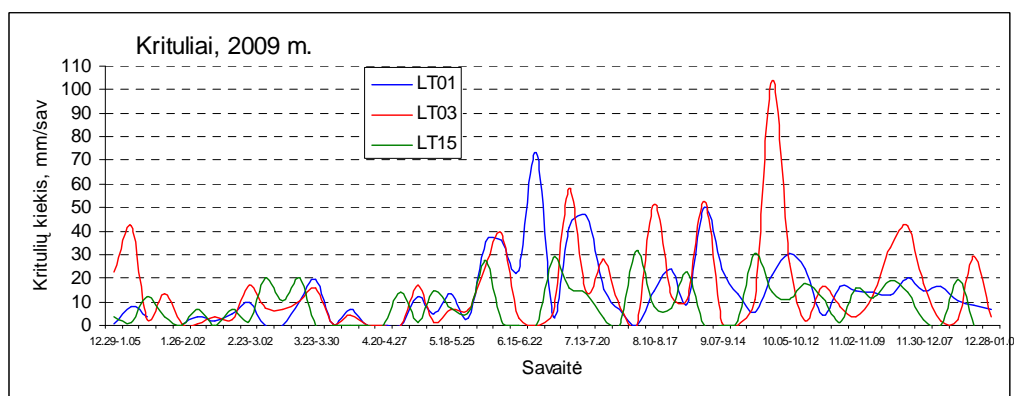
1 lentelė. Dujinių ir aerosolinių teršalų koncentracijų ore statistinės vertės (savaitės bandinių) IM stotyse ir Preiloje (savaitės ir paros bandinių) 2009 m.

Komponentė, matavimo vienetas	Vertė	Vieta			
		LT01	LT03	PREILA	
				savaitė	para
<b>SO<sub>2</sub></b> $\mu\text{gS}/\text{m}^3$	min	0.02	0.02	0.13	0.04
	max	3.03	1.17	1.82	5.70
	vidut. met.	0.31	0.24	0.39	0.39
	standart. nuokrypis variacijos. koef. %	0.52 170.4	0.23 92.0	0.36 91.0	0.59 149.0
<b>NO<sub>2</sub></b> $\mu\text{gN}/\text{m}^3$	min	0.08	0.34	0.34	0.14
	max	1.97	2.55	1.54	3.74
	vidut. met.	0.59	0.86	0.84	0.84
	standart. nuokrypis variacijos. koef. %	0.45 76.0	0.48 56.9	0.31 37.6	0.53 63.0
<b>aerSO<sub>4</sub><sup>2-</sup></b> $\mu\text{gS}/\text{m}^3$	min	0.20	0.10	0.29	0.02
	max	3.96	2.52	1.87	3.13
	vidut. met.	0.65	0.53	0.83	0.83
	standart. nuokrypis variacijos. koef. %	0.68 102.8	0.45 86.1	0.33 40.0	0.51 62.0
<b>sumNO<sub>3</sub></b> $\mu\text{gN}/\text{m}^3$	min	0.02	0.09	0.13	0.03
	max	1.23	1.16	1.94	3.41
	vidut. met.	0.36	0.38	0.56	0.56
	standart. nuokrypis variacijos. koef. %	0.21 57.4	0.21 54.2	0.32 58.0	0.45 81.1
<b>sumNH<sub>4</sub></b> $\mu\text{gN}/\text{m}^3$	min	0.03	0.16	0.34	0.16
	max	1.84	1.70	4.61	7.93
	vidut. met.	0.88	0.81	1.52	1.52
	standart. nuokrypis variacijos. koef. %	0.38 43.1	0.37 45.0	0.91 59.3	1.22 80.6

Dujinių ir aerosolinių teršalų savaitės vidutinių koncentracijų ir kritulių kiekio dinamiką IM stotyse ir Preiloje per 2009 m. iliustruoja 1, 2 ir 3 paveikslai.



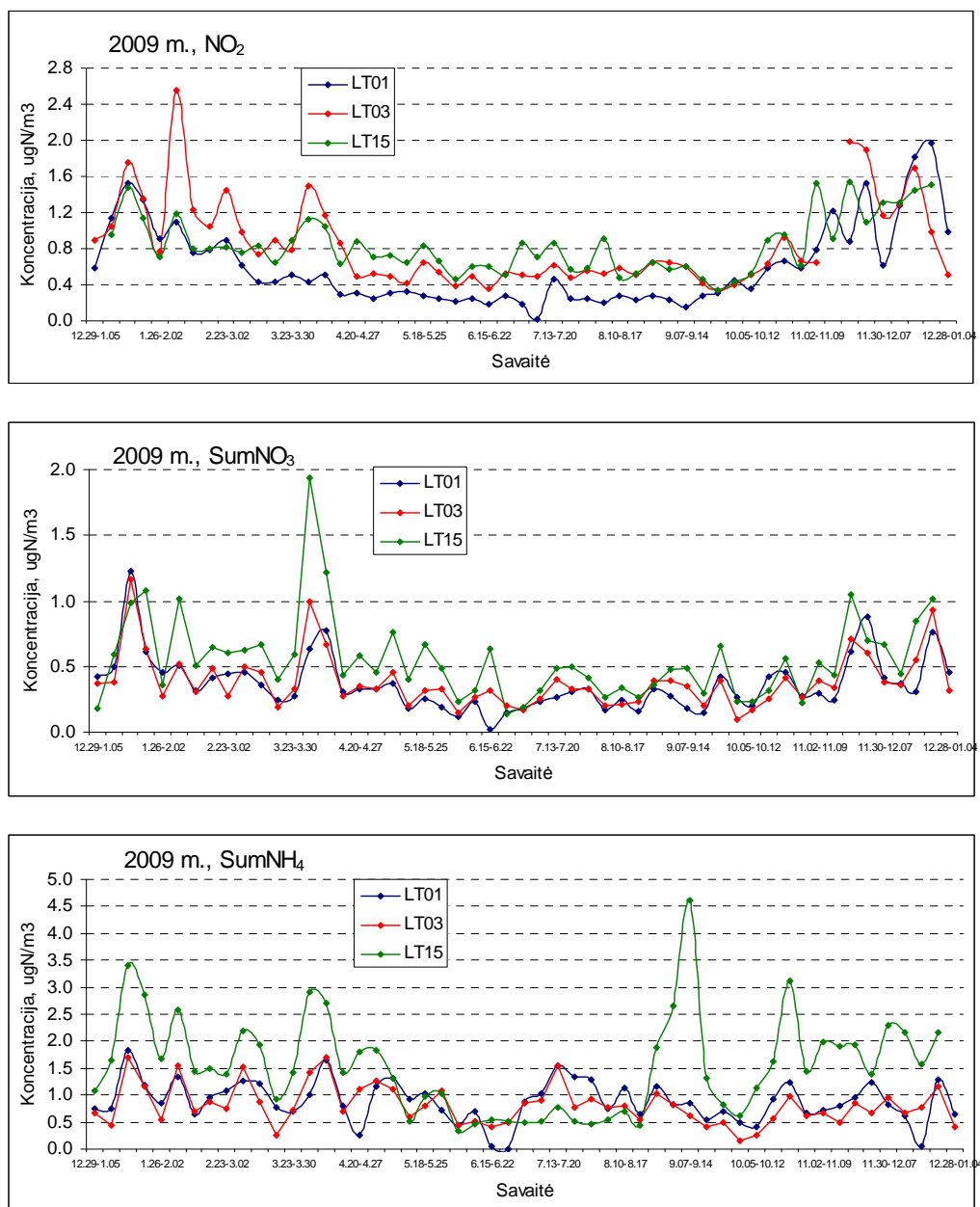
1 pav. Sieros junginių savaitės vidutinių koncentracijų dinamika Aukštaitijoje (LT01), Žemaitijoje (LT03) ir Preiloje (LT15)



2 pav. Savaitės kritulių kiekio dinamika Aukštaitijoje (LT01), Žemaitijoje (LT03) ir Preiloje (LT15)

Tyrimų duomenys rodo (1, 2 ir 3 pav.), kad sieros ir azoto junginių koncentracijos nuo gegužės iki lapkričio mėn., kurios buvo mažesnes nei 2009 m.

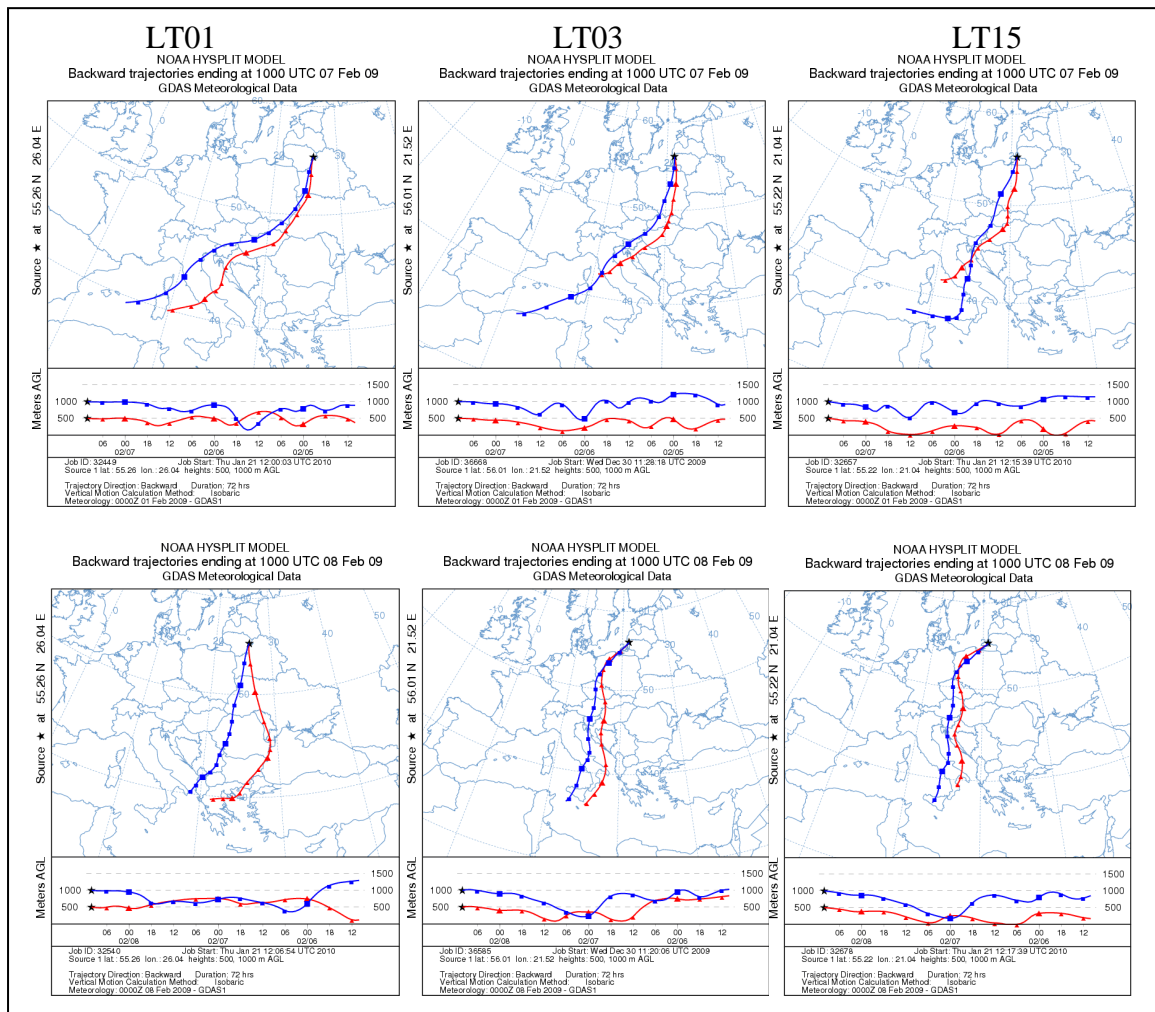
vidutinės, galėjo būti dėl gan lietingo periodo. Visose stotyse nuo birželio 1 d. iki spalio 19 d. iškrito daugiau nei 55 % metinio kritulių kiekio. Be to, mažesnes šio laikotarpio koncentracijas galima aiškinti ypatingai SO<sub>2</sub> emisijų sezoniškumu.



3 pav. Azoto junginių savaitės vidutinių koncentracijų dinamika Aukštaitijoje (LT01), Žemaitijoje (LT03) ir Preiloje (LT15)

Koncentracijų kaitos dinamikoje stebimi kelis kartus didesni nei 2009 metų vidutinės (1 lentelė) SO<sub>2</sub>, SO<sub>4</sub>, NO<sub>2</sub>, SumNO<sub>3</sub> ir SumNH<sub>4</sub> koncentracijų epizodai. Vyravusios oro masių pernašos į Lietuvą iš pietvakarinių Europos rajonų vasario 7–8 dienomis (4 pav.) ir esant nedideliam kritulių kiekiui (LT01 – 3.6 mm, LT03 – 0.33

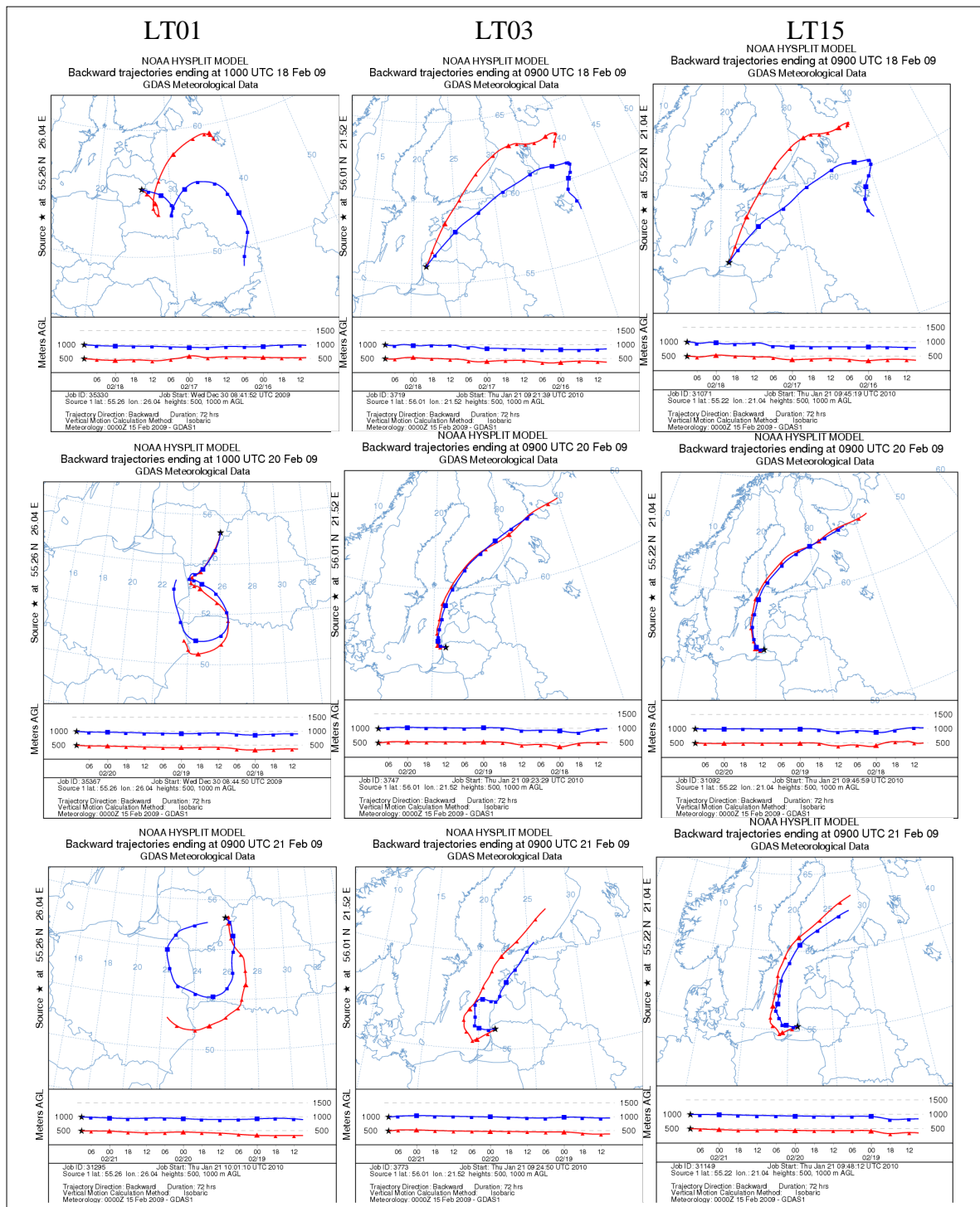
mm ir LT15 – 6.5 mm), lėmė dideles teršalų koncentracijas Lietuvoje. Savaitės vidutinės NO<sub>2</sub> koncentracijos buvo: LT01 – 1.09 μgN/m<sup>3</sup>, LT03 – 2.55 μgN/m<sup>3</sup> ir LT15 – 1.18 μgN/m<sup>3</sup>, SumNO<sub>3</sub> – LT01 – 0.51 μgN/m<sup>3</sup>, LT03 – 0.52 μgN/m<sup>3</sup> ir LT15 – 1.02 μgN/m<sup>3</sup>, SumNH<sub>4</sub> – LT01 – 1.34 μgN/m<sup>3</sup>, LT03 – 1.54 μgN/m<sup>3</sup> ir LT15 – 2.59 μgN/m<sup>3</sup>,



4 pav. Oro masių judėjimo į Lietuvos IM stotis ir Preilą atgalinės 72 val. trajektorijos 2009 m. vasario mėn. 7-8 d.d.

Vasario mėnesio savaitės (16–23 d.d.) teršalų koncentracijų epizodą su skirtingomis ypač SO<sub>2</sub> koncentracijomis (LT01 – 3.03 μgS/m<sup>3</sup>, LT03 – 0.3 μgS/m<sup>3</sup> ir LT15 – 1.82 μgS/m<sup>3</sup>), matyt, lėmė tai, kad link Aukštaitijos stoties oro masės judėjo nuo pietrytinių – pietinių Europos rajonų, o į LT03 ir LT15 – iš šiaurės rytinių (per Baltijos jūrą)(5 paveikslas).

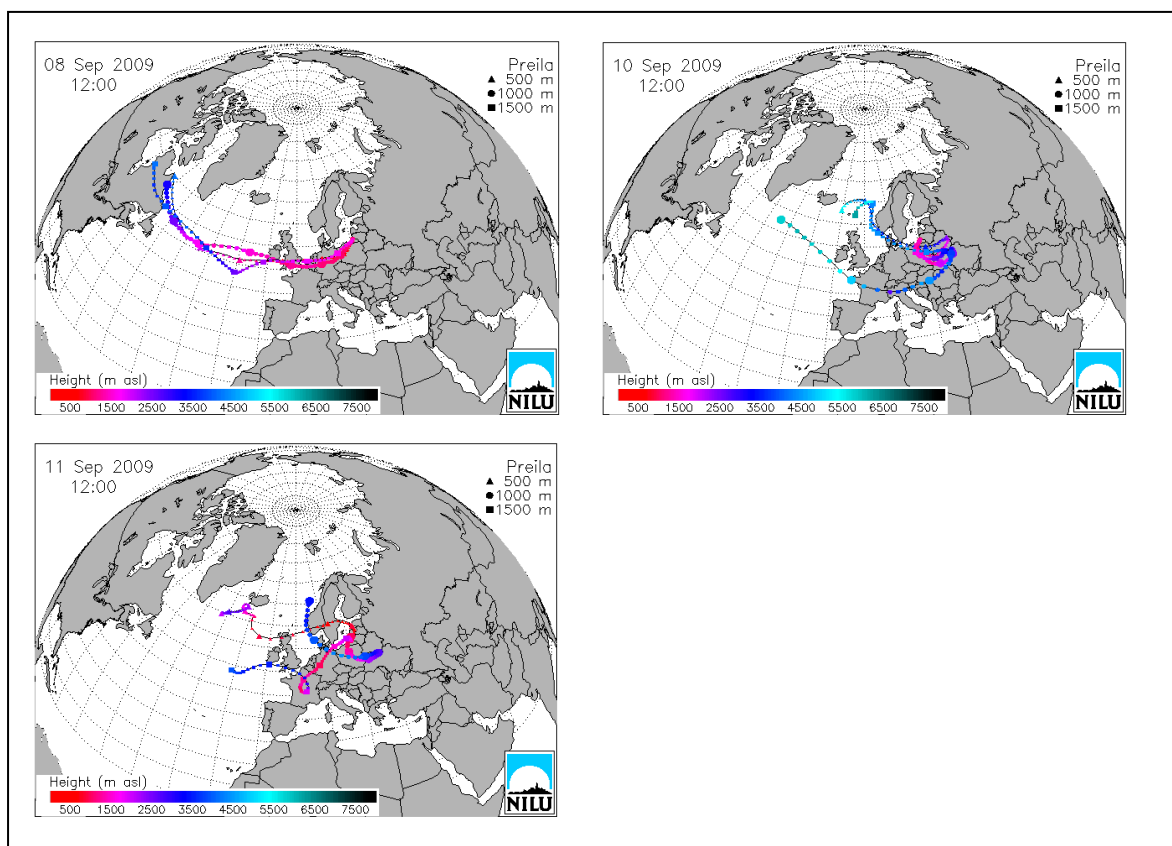




5 pav. Oro masių judėjimo į Lietuvos IM stotis ir Preilą atgalinės 72 val. trajektorijos 2009 m. vasario mėn. 18-21 d.d.

Rugsėjo mėn. 8 –11 d.d., judant oro masėms į Preilą virš Centrinės Europos rajonų (6 pav.) ir nesant kritulių, koncentracijos didėjo NO<sub>2</sub> nuo 0.58 iki 1.17 μgN/m<sup>3</sup>, SumNH<sub>4</sub> nuo 3.10 iki 7.90 μgN/m<sup>3</sup>. Tuo metu Aukštaitijoje ir Žemaitijoje

šių teršalų koncentracijos buvo:  $\text{NO}_2$  – 0.16 (LT01) ir 0.60 (LT03)  $\mu\text{gN}/\text{m}^3$ ,  $\text{SumNH}_4$  – 0.86 (LT01) ir 0.63 (LT03)  $\mu\text{gN}/\text{m}^3$ .



6 pav. Oro masių judėjimo atgalinės 72 val. trajektorijos į Preilą rugsėjo mėn. 8-11 d.d.

2 lentelė. Vidutinės mėnesio teršalų koncentracijos ore Aukštaitijos IMS

Metai, mėnuo	$\text{SO}_2$	$\text{aer.SO}_4^{2-}$	$\text{NO}_2$	$\text{SumNO}_3$	$\text{SumNH}_4$
	$\mu\text{gS}/\text{m}^3$		$\mu\text{gN}/\text{m}^3$		
2009.01	0.11	1.81	1.10	0.64	1.08
2009.02	1.21	1.54	0.88	0.42	1.01
2009.03	0.87	0.75	0.50	0.33	0.99
2009.04	0.29	0.44	0.36	0.47	0.97
2009.05	0.06	0.45	0.29	0.25	1.00
2009.06	0.05	0.32	0.23	0.13	0.30
2009.07	0.09	0.44	0.23	0.26	1.21
2009.08	0.13	0.35	0.25	0.23	0.92
2009.09	0.09	0.35	0.24	0.26	0.73
2009.10	0.11	0.45	0.53	0.32	0.74
2009.11	0.14	0.41	1.10	0.51	0.93
2009.12	0.61	0.53	1.33	0.46	0.68
<b>Vidutinė</b>	<b>0.31</b>	<b>0.65</b>	<b>0.59</b>	<b>0.36</b>	<b>0.88</b>

3 lentelė. Vidutinės mėnesio teršalų koncentracijos ore Žemaitijos IMS

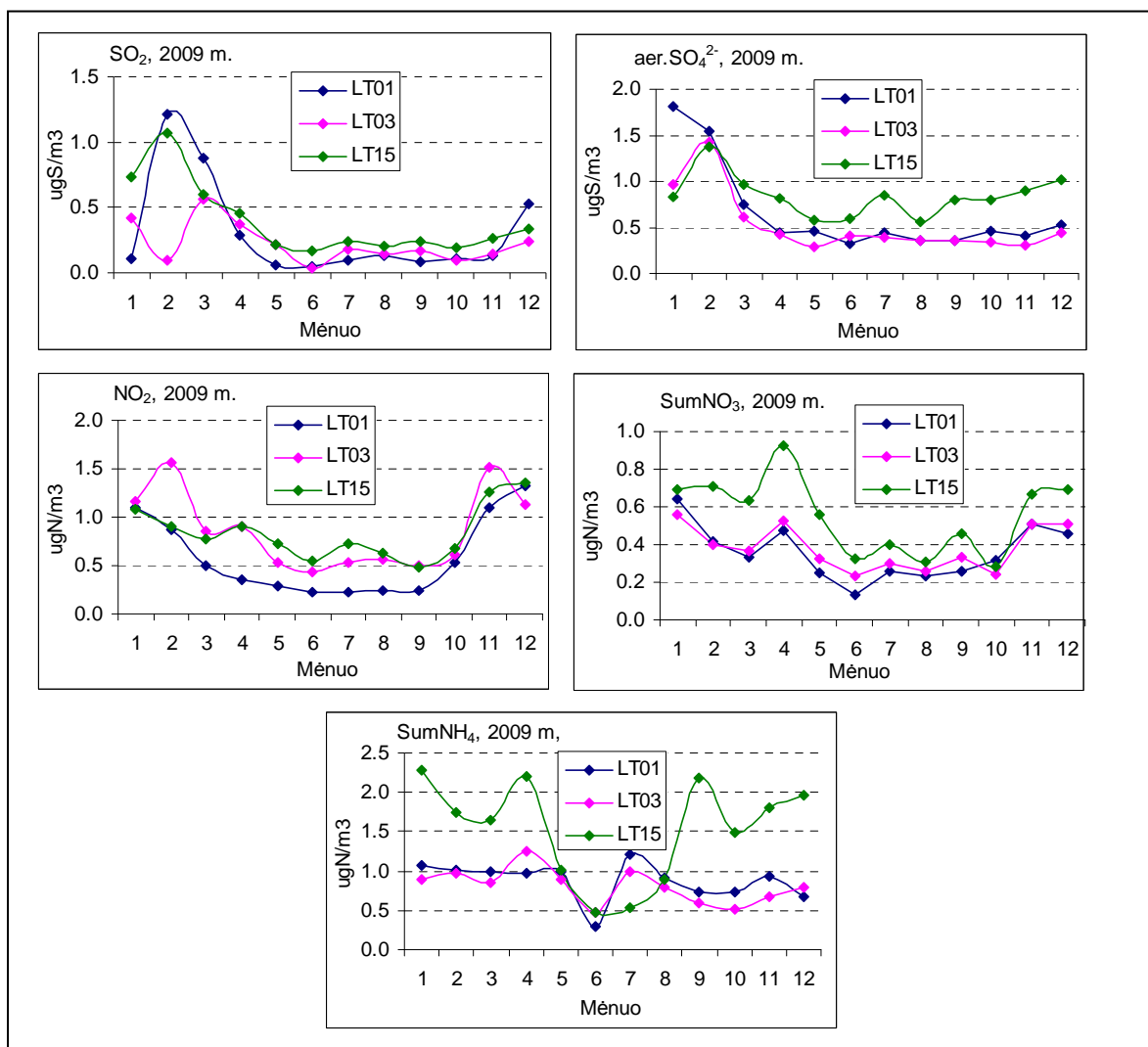
Metai, mėnuo	SO <sub>2</sub>	aer.SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	NO <sub>2</sub>	SumNO <sub>3</sub>	SumNH <sub>4</sub>
	μgS/m <sup>3</sup>		μgN/m <sup>3</sup>		
2009.01	0.42	0.97	1.16	0.56	0.90
2009.02	0.10	1.43	1.57	0.40	0.97
2009.03	0.57	0.61	0.85	0.37	0.85
2009.04	0.38	0.43	0.91	0.52	1.24
2009.05	0.22	0.30	0.53	0.33	0.89
2009.06	0.04	0.41	0.44	0.23	0.47
2009.07	0.19	0.39	0.53	0.30	1.00
2009.08	0.15	0.35	0.57	0.26	0.79
2009.09	0.17	0.36	0.50	0.33	0.59
2009.10	0.10	0.34	0.62	0.24	0.52
2009.11	0.15	0.30	1.51	0.51	0.67
2009.12	0.42	0.44	1.13	0.51	0.79
<b>Vidutinė</b>	<b>0.24</b>	<b>0.53</b>	<b>0.86</b>	<b>0.38</b>	<b>0.81</b>

4 lentelė. Vidutinės mėnesio teršalų koncentracijos ore Preiloje (EMEP stotis)

Metai, mėnuo	SO <sub>2</sub>	aer.SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	NO <sub>2</sub>	SumNO <sub>3</sub>	SumNH <sub>4</sub>
	μgS/m <sup>3</sup>		μgN/m <sup>3</sup>		
2009.01	0.74	0.83	1.08	0.69	2.27
2009.02	1.07	1.38	0.90	0.71	1.75
2009.03	0.60	0.97	0.77	0.64	1.65
2009.04	0.46	0.81	0.91	0.92	2.20
2009.05	0.21	0.58	0.72	0.56	1.01
2009.06	0.17	0.59	0.55	0.32	0.48
2009.07	0.24	0.84	0.73	0.40	0.53
2009.08	0.21	0.56	0.63	0.31	0.89
2009.09	0.24	0.79	0.48	0.46	2.18
2009.10	0.19	0.79	0.68	0.28	1.49
2009.11	0.26	0.89	1.26	0.67	1.81
2009.12	0.34	1.01	1.35	0.69	1.96
<b>Vidutinė</b>	<b>0.39</b>	<b>0.83</b>	<b>0.84</b>	<b>0.56</b>	<b>1.52</b>

Teršalų koncentracijų metinę dinamiką rodo pateikti duomenys 2–4 lentelėse ir 7 paveiksle. Didžiausios SO<sub>2</sub> koncentracijos 1.21 ir 1.07 μgS/m<sup>3</sup> atitinkamai LT01 ir LT15 gautos vasario mėn., o LT03 kovo mėn. – 0.57 μgS/m<sup>3</sup>. SO<sub>2</sub> koncentracijos Wbuvo ryškiai mažesnės (0.10–0.24 μgS/m<sup>3</sup>) visose tyrimo vietose nuo birželio iki spalio mėn. Tai galėjo būti dėl mažesnės SO<sub>2</sub> emisijos per vasaros mėn. ir gan lietingo, palyginti su pavasario mėnesiais, laikotarpio. Aerozolinių sulfatų mėnesio vidutinės koncentracijos IM stotyse mažesnės nei 2009 m. vidutinės koncentracijos, 0.65 ir 0.53 μgS/m<sup>3</sup>, atitinkamai LT01 ir LT03 stotyse, gautos per gegužės – gruodžio mėnesius, o Preiloje – nuo balandžio iki spalio mėn. Matyti, kad Preiloje sulfatų

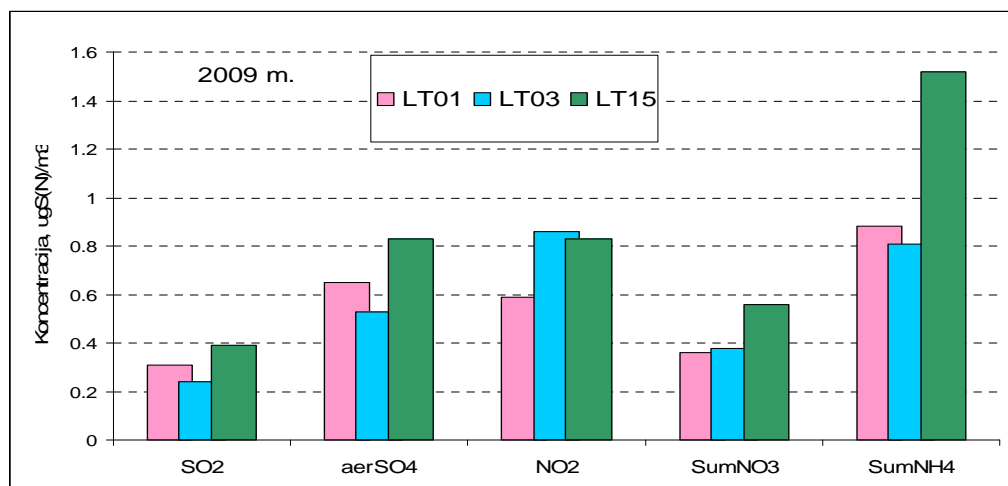
vidutinės mėnesio koncentracijos nuo kovo mėn. iki metų pabaigos buvo didesnės nei IM stotyse.



7 pav. Dujinių ir aerosolinių teršalų mėnesio vidutinių koncentracijų dinamiką IM stotyse ir Preiloje per 2009 m

Akivaizdi NO<sub>2</sub> koncentracijų metinė eiga: kelis kartus didesnės koncentracijos nei vidutinės 2009 m. vertės per žiemos mėnesius ir mažesnės per gegužės – spalio mėnesius. Tokią NO<sub>2</sub> mėnesio koncentracijų kaitą gali lemti spartesnė NO<sub>2</sub> fotocheminė oksidacija per pavasario ir vasaros mėnesius. Preiloje didesnes NO<sub>2</sub> koncentracijos nei IM stotyse, galima sieti su emisija NO<sub>x</sub> iš laivų Baltijos jūroje ir didesniu autotransporto srautu Neringoje nei IM stočių aplinkoje. Sumos nitratų mėnesio vidutinių koncentracijų metinėje kaitoje matomas staigus koncentracijų mažėjimas nuo balandžio iki spalio mėn.: IM stotyse ir Preiloje vasaros mėnesių

koncentracijos yra kelis kartus mažesnės nei sausio mėnesį. Sumos amonio mėnesio vidutinių koncentracijų kaitoje nėra ryškios sezoninės eigos, tačiau stebimos mažesnės koncentracijos per lietingesnį laikotarpį.



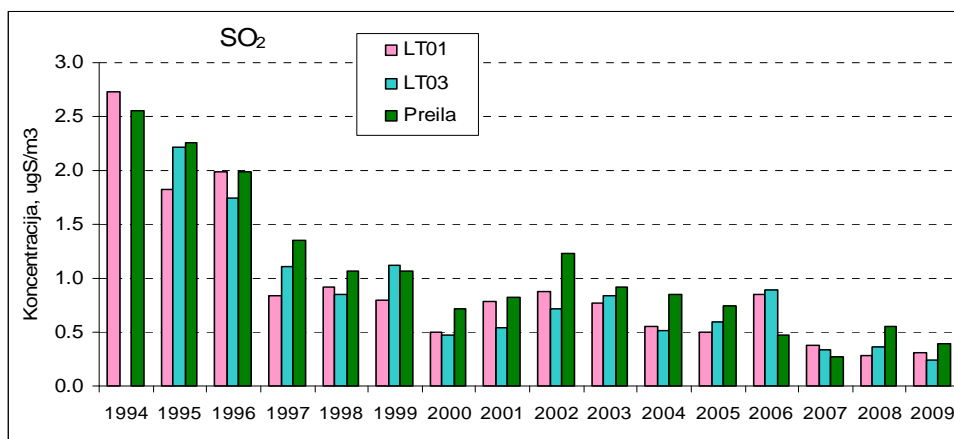
8 pav. Atmosferos teršalų 2009 m. vidutinės koncentracijos IM ir LT15 stotyse.

Palyginus atmosferos teršalų metines vidutines 2009 m. koncentracijas trijose vietose (8 pav.) matyti, kad Preiloje visų teršalų metinės koncentracijos yra ženkliai didesnės (nuo 26 % SO<sub>2</sub> iki 73 % SumNH<sub>4</sub>) nei Aukštaitijos stotyje, taip pat ir Žemaitijos stotyje (nuo 47 % SumNO<sub>3</sub> iki 88 % SumNH<sub>4</sub>), išskyrus NO<sub>2</sub>. Azoto dioksido vidutinė metinė koncentracija Preiloje yra pusantro karto didesnė nei LT01 ir nežymiai (< 5 %) mažesnė nei LT03. Beveik dvigubai mažesni metinių kritulių kiekiai Preiloje nei Žemaitijoje ir Aukštaitijoje, matyt, galima laikyti teršalų didesnių koncentracijų priežastimi. Sieros dioksido, aerolinių sulfatų ir sumos amonio metinės koncentracijos Žemaitijos stotyje (LT03) yra mažesnės nei Aukštaitijos stotyje (LT01), atitinkamai 29%, 23% ir 9 %.

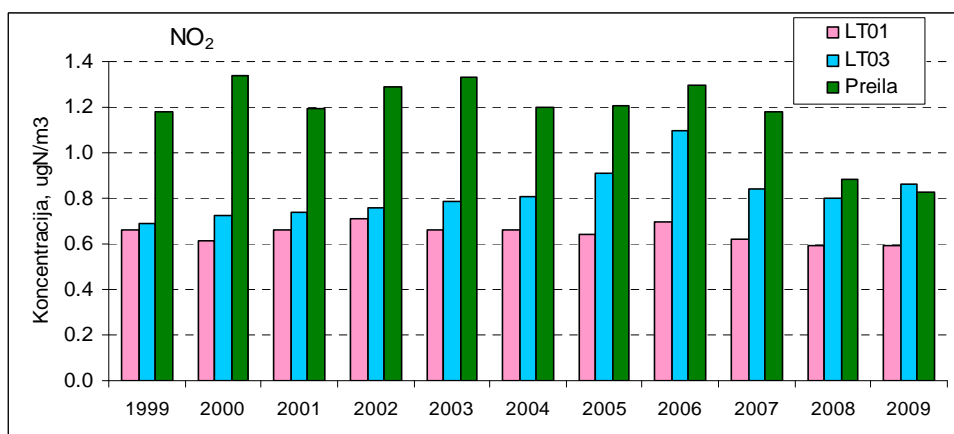
Metinių sieros dioksido, azoto dioksido, aerolinių sulfatų, sumos nitratų ir sumos amonio koncentracijų ore kaita nuo 1994 m. iki 2009 m. IM stotyse ir Preiloje pateikiama 9, 10, 10, 12 ir 13 paveiksluose.

Sieros dioksido (9 pav.) metų koncentracijos Preiloje sumažėjo nuo 2.55 (1994 m.) iki 0.39  $\mu\text{gS}\cdot\text{m}^{-3}$  (2009 m.), Aukštaitijoje – nuo 2.73 (1994 m.) iki 0.31  $\mu\text{gS}\cdot\text{m}^{-3}$  (2009 m.), o Žemaitijoje – nuo 2.22 (1995 m.) iki 0.24  $\mu\text{gS}\cdot\text{m}^{-3}$  (2009 m.). Analizuojant SO<sub>2</sub> metinių koncentracijų dinamiką per tiriamąjį laikotarpį, galima

pastebėti jų ryškų mažėjimą iki 1997 m., o per pastaruosius 3 metus SO<sub>2</sub> koncentracijos kito gan nedideliame intervale.

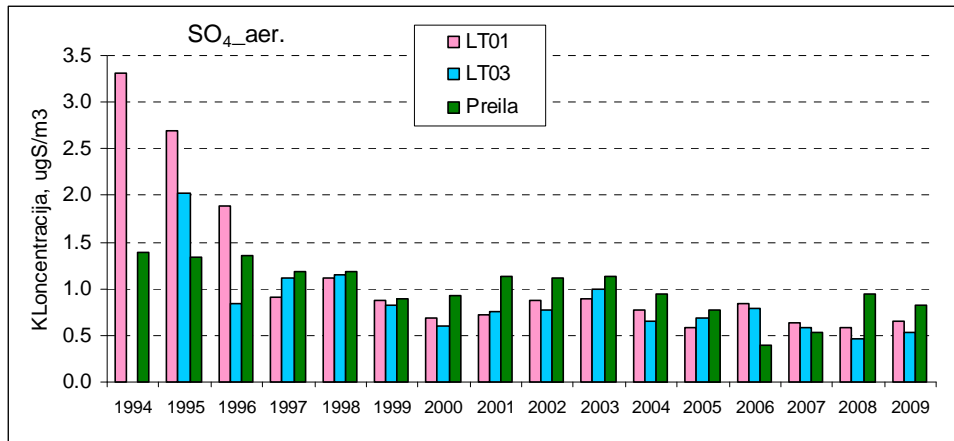


9 pav. SO<sub>2</sub> metinių koncentracijų atmosferos ore kaita IM stotyse ir Preiloje



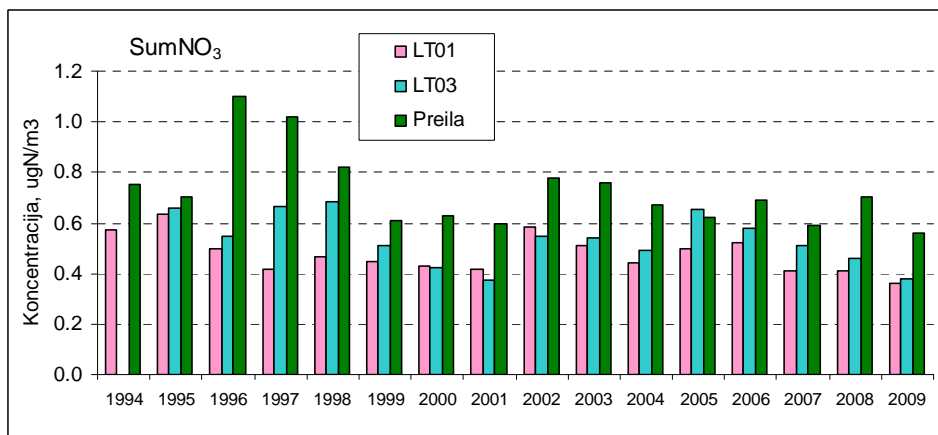
10 pav. NO<sub>2</sub> metinių koncentracijų atmosferos ore kaita IM stotyse ir Preiloje

Azoto dioksido metinės koncentracijos (10 pav.) Aukštaitijoje 1999 – 2009 m. kito nuo 0.66 iki 0.59  $\mu\text{gN}/\text{m}^3$  be aiškios koncentracijų didėjimo ar mažėjimo tendencijos. Žemaitijoje matomas vidutinių metinių koncentracijų didėjimas nuo 0.69  $\mu\text{gN}/\text{m}^3$  (1999 m.) iki 1.10  $\mu\text{gN}/\text{m}^3$  (2006 m.) ir sumažėjimas per pastaruosius trejus metus. Preiloje azoto dioksido metinių koncentracijų kaitoje nėra vienareikšmės tendencijos iki 2006 m. ir mažėjimas nuo 2007 m.



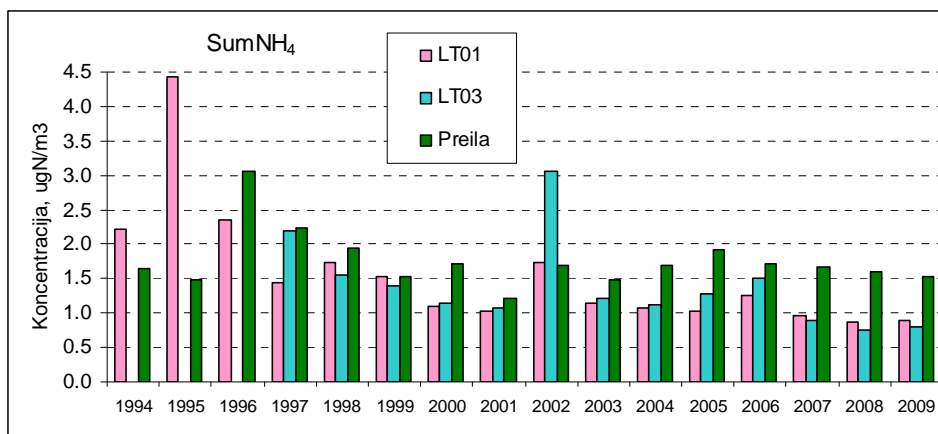
11 pav. aerSO<sub>4</sub> metinių koncentracijų atmosferos ore kaita IM stotyse ir Preiloje

Aerolinių sulfatų metinių koncentracijų kaita rodo (11 pav.) jų sumažėjimą nuo 3.32 iki 0.65  $\mu\text{gS}\cdot\text{m}^{-3}$  Aukštaitijoje ir nuo 2.03 iki 0.53  $\mu\text{gS}\cdot\text{m}^{-3}$  Žemaitijoje. Preiloje aerolinių sulfatų metinių koncentracijų kaita per šį 16 metų laikotarpį yra mažesnė: nuo 1.39 iki 0.83  $\mu\text{gS}\cdot\text{m}^{-3}$ .



12 pav. SumNO<sub>3</sub> metinių koncentracijų atmosferos ore kaita IM stotyse ir Preiloje

Pateikti duomenys 12 paveiksle rodo nevienareikšmę sumos nitratų metinių koncentracijų kaitos tendencija Aukštaitijos bei Žemaitijos stotyse ir Preiloje. Per 16 metų laikotarpį vidutinės metų sumNO<sub>3</sub> koncentracijos Aukštaitijoje sumažėjo nuo 0.57 iki 0.36  $\mu\text{gN}\cdot\text{m}^{-3}$ , Žemaitijoje nuo 0.66 iki 0.38  $\mu\text{gN}\cdot\text{m}^{-3}$  ir Preiloje kito nuo 1.10 iki 0.56  $\mu\text{gN}\cdot\text{m}^{-3}$ .



13 pav. SumNH<sub>4</sub> metinių koncentracijų atmosferos ore kaita IM stotyse ir Preiloje

SumNH<sub>4</sub> koncentracijų ore kaitos tendencija (13 pav.) panaši į aerosolinių sulfatų. Vidutinė metinė koncentracija kito Aukštaitijoje nuo 2.23 iki 0.88 µgN/m<sup>3</sup>, Žemaitijoje nuo 2.20 iki 0.81 µgN/m<sup>3</sup>, Preiloje – nuo 3.07 iki 1.52 µgN/m<sup>3</sup>. Visose stotyse stebima SumNO<sub>3</sub> ir SumNH<sub>4</sub> metinių koncentracijų mažėjimo tendencija per pastaruosius keturis metus (2006–2009 m.).

## Išvados

Vertinant atmosferos oro taršos tyrimų duomenis IM stotyse ir Preiloje 2009 m., daromos tokios išvados:

- Dideli koncentracijų kaitos intervalai yra būdingi visiems tirtiems atmosferos ore sieros ir azoto junginiams. Tai rodo variacijos koeficientų vertės (1 lentelė).
- Sezoninė koncentracijų kaita labiausiai ryški NO<sub>2</sub> ir sumNO<sub>3</sub>: jų koncentracijos atmosferos ore matuotos didesnės per šaltąjį metų laikotarpį, (sausio, vasario, lapkričio ir gruodžio mėn.), nei per šiltąjį (balandžio – rugsėjo mėn.).
- Teršalų koncentracijoms atmosferos ore IM stotyse ir Preiloje didžiausią poveikį daro emisijos šaltiniai, kurie yra centrinėje, pietinėje ir pietrytinėje Europoje.
- Visų teršalų, išskyrus NO<sub>2</sub>, vidutinės 2009 m. koncentracijos Preiloje yra didesnės nei Žemaitijoje ir Aukštaitijoje.



- Visose stotyse stebima azoto junginių ( $\text{NO}_2$ ,  $\text{SumNO}_3$  ir  $\text{SumNH}_4$ ) metinių koncentracijų mažėjimo tendencija per 2006–2009 m. metus.
- Dujinių ir aerosolinių sieros ir azoto junginių koncentracijų tyrimų 2005–2009 m. apimtys (tiriami parametrai ir stebėjimo dažnis) IM stotyse (LT01 ir LT03) ir EMEP stotyje (LT15) tik minimaliai atitinka keliamus programų reikalavimus. Tenkinant Europos monitoringo paruoštos strategijos 2010 – 2019 m. , EMEP stotyse papildomai į programą turi būti įtraukti dujinių amoniako, azoto ir druskos rūgšties ore tyrimai, taip pat  $\text{Na}^+$ ,  $\text{K}^+$ ,  $\text{Ca}^{2+}$ ,  $\text{Mg}^{2+}$  koncentracijų tyrimai aerosolio dalelėse ir aerosolio dalelių ( $\text{PM}_{10}$  ir  $\text{PM}_{2.5}$ ) masės koncentracija. Jų stebėjimo dažnis turi būti nedidesnis nei 24 valandos. Tolinų oro teršalų pernešimo į Lietuvą vertinimui, IM stotyse teršalų koncentracijų stebėjimo dažnis turėtų būti nedidesnis nei 24 valandos. Vertinant ir prognozuojant sąlygiškai natūralių ekosistemų būklę bei ilgalaikius pokyčius jose, yra būtinas oro baseino užterštumo tyrimų tęstinumas.

## Literatūra

1. EMEP Manual for Sampling and Chemical Analysis, EMEP/CCC-Report 1/95, Norwegian Institute for Air Research; Kjeller, 1996, pp. 4-1, 4-48 and 5-1 – 6-7.
2. Draxler, R.R. and Rolph, G.D., 2003. HYSPLIT (HYbrid Single-Particle Lagrangian Integrated Trajectory) Model access via NOAA ARL READY Website <http://www.arl.noaa.gov/ready/hysplit4.html>. NOAA Air Resources Laboratory, Silver (Spring, MD).
3. Rolph, G.D., 2003. Real-time Environmental Applications and Display sYstem (READY) Website (<http://www.arl.noaa.gov/ready.php>). NOAA Air Resources Laboratory, Silver Spring, MD.
4. FLEXTRA trajectories ([www.nilu.no/trajectories](http://www.nilu.no/trajectories))
5. Stohl, A., and P. Seibert (1998): Accuracy of trajectories as determined from the conservation of meteorological tracers. *Q. J. Roy. Met. Soc.* 124, 1465-1484.
6. Stohl, A. (1998): Computation, accuracy and applications of trajectories - a review and bibliography. *Atmos. Environ.* 32, 947-966.