

Tvirtinu:

Fizikos instituto direktorius  
Doc., dr. Vidmantas Remeikis

2007 m. kovo mėn. 28 d.

APLINKOS MONITORINGO  
UŽSAKOMOJO DARBO

**PAŽEMINIO OZONO TYRIMAI PAGAL EMEP  
PROGRAMĄ**

Temos vadovas dr. R. Girgždienė

Fizikos institutas  
LT-02300 Vilnius  
Savanorių pr. 231  
Tel.: 2661640

Temos “PAŽEMINIO OZONO TYRIMAI PAGAL EMEP PROGRAMĄ”

vykdytojų sąrašas:

1. Dr. Rasa Girgždienė, vyresnioji mokslo darbuotoja – temos vadovė
2. Dr. Jelena Andriejauskienė, mokslo darbuotoja – temos vykdytoja
3. Svetlana Byčenkienė, doktorantė – temos vykdytoja
4. Arūnas Andriejauskas, inžinierius – temos vykdytojas

## TURINYS

<u>IVADAS</u> .....	<u>4</u>
<u>METODIKA</u> .....	<u>8</u>
<u>OZONO ANALIZATORIŲ PATIKRA</u> .....	<u>9</u>
<u>REZULTATAI IR JŲ APTARIMAS</u> .....	<u>10</u>
<u>Parametras</u> .....	<u>19</u>
<u>Laikotarpis</u> .....	<u>19</u>
<u>Direktyva</u> .....	<u>19</u>
<u>Pastabos</u> .....	<u>19</u>
<u>1</u> .....	<u>19</u>
<u>4</u> .....	<u>19</u>
<u>5</u> .....	<u>19</u>
<u>6</u> .....	<u>19</u>
<u>IŠVADOS</u> .....	<u>23</u>
<u>LITERATŪRA</u> .....	<u>24</u>

## IVADAS

Ozonas yra stiprus fotocheminis oksidantas, kuris gali sukelti rimtus žmogaus sveikatos sutrikimus ir pažeisti žemės ūkio kultūras bei įvairias medžiagas. Tokios ozono koncentracijos yra stebimos visoje Europoje. Troposferoje yra tik apie 10% viso atmosferos ozono kiekio, tačiau jis vaidina didžiulį vaidmenį ne tik augmenijos, bet ir gyvūnijos bei žmonių gyvenime. Neigiamus efektus ozonas sukelia dėl savo ypatingo cheminio aktyvumo. Šiandien ozono koncentracija oro masėse virš jūros, kurios pasiekia Europą iš vakarų, yra 60-70  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ . Fotocheminiai vyksmai virš vakarų ir centrinės Europos padidina šį lygį 30-40% vasarą ir sumažina apie 10% žiemos metu. Europoje labai didelės - virš 200  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  - ozono koncentracijos pastebimos fotocheminių epizodų metu. Per paskutiniuosius 20 praėjusio šimtmečio metus ozono koncentracija didėjo Šiaurės pusrutulio vidutinių platumų troposferoje 1-3% per metus. Tačiau po 2000 metų situacija daugelyje Europos šalių pasikeitė, vidutinė metinė ozono koncentracija nustojo didėjusi arba net pradėjo mažėti [1]. Pastebimai sumažėjo didžiausios ozono koncentracijos dydis, tačiau padidėjo mažesnių koncentracijų lygis, t.y., sumažėjo ozono sezoninė amplitudė. Tai yra siejama su pagrindinių ozono pirmtakų emisijos sumažėjimu daugelyje Vakarų Europos šalių.

Ozonas troposferoje yra taip pat labai svarbus daugelyje atmosferos vyksmų: oksidacijoje, aplinkos rūgštėjime, "šiltnamio" efekte, aerozolio susidaryme ir panašiai. Ozonas yra natūraliai egzistuojanti atmosferos priemaiša ir turi du pagrindinius šaltinius. Pirmasis yra natūralus - stratosfera, kurio indėlis į ozono kiekį troposferoje metai iš metų mažai kinta ir yra glaudžiai susijęs su atmosferos dinamika. Ozono srautas iš stratosferos į troposferą yra apie  $10^{10}$ - $10^{11}\text{ cm}^{-2}\text{s}^{-1}$ . Antrasis antropogeninis fotocheminis šaltinis yra pačioje troposferoje, kuris labai kinta priklausomai nuo ozono pirmtakų (pagrindiniai yra lakūs organiniai junginiai ir azoto oksidai) koncentracijos lygio, saulės ultravioletinės spinduliuotės intensyvumo, sinoptinės situacijos, oro masių pernašos bei vietinių meteorologinių sąlygų. Todėl bendra ozono koncentracija atmosferos pažemio sluoksnyje metai iš metų labai kinta. Fotocheminis ozono susidarymas troposferoje tampa didele problema, kadangi jis gali padidinti ozono koncentraciją keletą kartų. Tokiu būdu ozono lygis gali pasiekti jau pavojingą ribą. Didelė ozono koncentracija atmosferoje ardo

daugelį medžiagų bei yra žalinga augmenijai, gyvūnų ir žmogaus sveikatai. Maža ozono koncentracija ore pasižymi dezinfekuojančiomis savybėmis.

Atmosferos ozono monitoringas yra neatsiejama dalis daugumos tarptautinių programų, susijusių su bendru atmosferos monitoringu, pvz., EMEP, Pasaulinės Meteorologų Organizacijos (WMO) programa GAW ir kt. Jeigu monitoringe daugumos atmosferos teršalų fiksuojama paros vidutinė koncentracija, tai ozono koncentracija matuojama nenutrūkstamai, vėliau ją vidurkinant pagal reikalavimus, pvz., 30 minučių ar vienos valandos vidurkis ir panašiai.

Šiuo metu ozono koncentracijos aplinkos ore normas Lietuvoje reglamentuoja Europos parlamento ir Tarybos direktyvos 2002/3/EB [2], dar žinoma kaip trečioji Tarybos direktyvos 96/62/EB [3] dėl aplinkos oro kokybės vertinimo ir valdymo dukterinė direktyva, ir 2001/81/EB [4] dėl tam tikrų į atmosferą išmetamų teršalų nacionalinių limitų bei Lietuvos Respublikos aplinkos ministro ir sveikatos apsaugos ministro 2002 10 17 įsakymas Nr. 544/508 [5] ir Lietuvos Respublikos aplinkos ministro 2003 09 25 įsakymas Nr 468 [6].

2002/3/EB direktyvos tikslas:

a) nustatyti Bendrijoje ilgalaikius tikslus, siektinas vertes, pavojaus ir informavimo slenksčius, susijusius su ozono koncentracija aplinkos ore, kurie skirti išvengti, užkirsti kelią arba sumažinti žalingą poveikį žmonių sveikatai ir aplinkai kaip visumai;

b) užtikrinti, kad aplinkos ore esančio ozono koncentracijai ir atitinkamai ozono pirmtakams (azoto oksidams ir lakiesiems organiniams junginiams) vertinti valstybėse narėse būtų taikomi bendri metodai ir kriterijai;

c) užtikrinti, kad būtų gaunama pakankamai informacijos apie ozono lygius aplinkoje ir kad ji būtų prieinama visuomenei;

d) užtikrinti, kad aplinkos oro kokybė ozono atžvilgiu būtų išlaikoma, jeigu ji yra gera, o kitais atvejais – ji būtų gerinama;

e) skatinti didesnę bendradarbiavimą tarp valstybių narių ozono lygių mažinimo srityje, panaudoti tarpvalstybinių priemonių galimybes ir susitarimus dėl tokių priemonių.

Direktyvoje nurodytos siektinos ozono koncentracijos ir AOT40 vertės aplinkos ore 2010 metams (1 lentelė) bei ilgalaikiai tikslai (2 lentelė). Ilgalaikiai tikslai turi būti keičiami, atskaitos tašku imant 2020 m. bei atsižvelgiant į pažangą, padarytą siekiant sumažinti nacionalinius išmetamųjų teršalų kiekius. AOT 40 (išreikštas  $(\mu\text{g}/\text{m}^3) \times \text{valandų}$ ) yra skirtumo tarp valandinių koncentracijų, didesnių už  $80 \mu\text{g}/\text{m}^3$  (= 40 dalių

vienam milijardui) ir  $80 \mu\text{g}/\text{m}^3$  suma per nustatytą laikotarpį, naudojant tik vienos valandos vertes, matuotas nuo 8:00 iki 20:00 val. Vidurio Europos laiku kiekvieną dieną.

1 lentelė

#### SIEKTINOS VERTĖS

	Parametrai	2010 m. siektina vertė
1. Siektina vertė nustatyta žmonių sveikatos apsaugai	Didžiausias paros 8 valandų vidurkis	$120 \mu\text{g}/\text{m}^3$ neturi būti viršijama daugiau nei 25 paras per kalendorinius metus, imant trejų metų vidurkį
2. Siektina vertė nustatyta augmenijos apsaugai	AOT40, apskaičiuotas pagal 1 valandos vertes nuo gegužės iki liepos mėn.	$18000 \mu\text{g}/\text{m}^3 \times \text{h}$ , imant penkerių metų vidurkį

2 lentelė

#### OZONO ILGALAIKIAI TIKSLAI

	Parametrai	Ilgalaikius tikslus atitinkanti vertė
1. Ilgalaikiai tikslai nustatyti žmonių sveikatos apsaugai	Didžiausias paros 8 valandų vidurkis per kalendorinius metus	$120 \mu\text{g}/\text{m}^3$
2. Ilgalaikiai tikslai nustatyti augmenijos apsaugai	AOT40, apskaičiuotas pagal 1 valandos vertes nuo gegužės iki liepos mėn.	$6000 \mu\text{g}/\text{m}^3 \times \text{h}$

Pagal direktyvos reikalavimus privaloma užtikrinti, kad naujausia informacija apie ozono koncentraciją aplinkos ore būtų reguliariai pateikiama visuomenei. Šioje informacijoje nurodomos visos koncentracijos, viršijančios užterštumo lygius, nurodytus ilgalaikiuose sveikatos apsaugos tiksluose, ir pavojaus slenksčius per atitinkamą vidurkinimo laiką (3 lentelė).

## GYVENTOJŲ INFORMAVIMO IR PAVOJAUS SLENKSČIAI

	Parametrai	Vertė
Informavimo slenkstis	1 valandos vidurkis	180 $\mu\text{g}/\text{m}^3$
Pavojaus slenkstis	1 valandos vidurkis*	240 $\mu\text{g}/\text{m}^3$

\*slenksčius viršijančios vertės turi būti matuojamos arba numatomos iš eilės tris valandas

Remiantis 2001/81/EB Direktyva bei LR Aplinkos ministro įsakymu Nr. 468, yra nustatytas pažemio ozono kritinis lygis žmonių sveikatai. Šis lygis nusakomas indikatoriumi AOT 60, kurio vertė yra didesnė nei 120  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  (= 60 ppb) ir 120  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  pažemio ozono 1 valandos koncentracijų, matuotų metus skirtumų suma. Pagal tarpinius aplinkosaugos tikslus apibrėžtus šioje Direktyvoje pažemio ozono apkrova, didesnė negu žmonių sveikatai nustatytas kritinis lygis (AOT 60 = 0), 2010 metais palyginti su 1990, turi būti sumažinta dviem trečdaliais. Be to, pažemio ozono apkrova bet kuriame 150 km x 150 km plote neturi viršyti absoliučios 5800  $\mu\text{g}/\text{m}^3 \times \text{h}$  (2,9 ppm x h) ribos. Pagal tuos pačius dokumentus pažemio ozono apkrova, didesnė negu pasėliams ir natūraliai augančiai augmenijai nustatytas (2 lentelė) kritinis lygis AOT 40 = 6000  $\mu\text{g}/\text{m}^3 \times \text{h}$  (3 ppm x h), 2010 metais palyginti su 1990, turi būti sumažintas taip pat dviem trečdaliais. Be to, pažemio ozono apkrova bet kuriame 150 km x 150 km plote neturi viršyti absoliučios 20000  $\mu\text{g}/\text{m}^3 \times \text{h}$  (10 ppm x h) ribos.

Ozono koncentracijos atmosferos pažemio sluoksnyje monitoringas leidžia nustatyti ozono lygio pokyčius per ilgą laikotarpį, ozono kitimo tendenciją bei šaltinius, nustatyti kritinius jo lygius bei įvertinti galimą poveikį ekosistemos.

Pagrindinis darbo tikslas – atmosferos pažemio sluoksnyje ozono koncentracijos matavimo pagal EMEP programą ir ES direktyvų 96/62/EB ir 2002/3/EB reikalavimus duomenų, gautų Preilos foninio monitoringo stotyse, įvertinimas, jų apdorojimas ir analizė, didžiausių ozono koncentracijų atsikartojimo dažnio, šaltinio ir galimo ozono poveikio Lietuvos ekosistemoms įvertinimas. Indikatorių AOT40 ir AOT60 verčių apskaičiavimas ir įvertinimas.

## METODIKA

Ozono koncentracija atmosferos pažemio sluoksnyje Lietuvoje pagal EMEP (Oro taršos tolimųjų pernašų Europoje monitoringo ir įvertinimo kooperatyvinė programa) monitoringo programos reikalavimus [7] matuojama dviejose integruoto monitoringo (IM) stotyse: LT01 – Aukštaitijos, LT03 - Žemaitijos nacionaliniuose parkuose bei Preilos foninėje stotyje LT15 Neringos nacionaliniame parke. Ozono koncentracija matuojama nenutrūkstamai. Matavimams naudojami komerciniai UV absorbcijos ozono analizatoriai.

UV absorbcijos ozono analizatorių veikimas paremtas ozono sugebėjimu absorbuoti 254 nm bangos ultravioletinius spindulius. Spinduliuotės šaltinis prietaise yra gyvsidabrio garų lempa, o detektorius - vakuuminis fotodiodas. Aplinkos ozono koncentracijos matavimas vyksta per du ciklus kas 20 sek. Pirmuoju - oras su ozonu praeina absorbcinę celę ir išmatuojamas šviesos intensyvumas  $I$ . Antru etapu - oras, jau išvalytas nuo ozono, patenka į celę ir vėl išmatuojamas šviesos intensyvumas  $I_0$ . Pagal Bero - Lamberto dėsnį išmatuota ozono koncentracija apskaičiuojama

$$[O_3] = \left(-\frac{1}{al} \ln \frac{I}{I_0}\right) \left(\frac{T}{273}\right) \left(\frac{760}{P}\right) \left(\frac{10^6}{L}\right), \quad (1)$$

čia

$[O_3]$  - ozono koncentracija, ppm (1 ppm = 2000  $\mu$  g/m<sup>3</sup>),

$a$  = absorbcijos koeficientas,

$l$  = optinio kelio ilgis, cm

$T$  = pavyzdžio temperatūra, °K

$P$  = pavyzdžio slėgis, tor

$L$  = ozono nuostoliai prietaise.

Prietaisų matavimo ribos 0 - 40000  $\mu$  g/m<sup>3</sup>, jutos riba -1  $\mu$  g/m<sup>3</sup>, matavimo trukmė - 20 s. Prietaisai turi analoginį išėjimą.

AOT40 reikšmės apskaičiuojamos pagal formulę:

$$AOT40 = \sum_i^N (C_i - T) \times \delta_i \quad (2)$$

kur  $\delta_i = 0$ , jeigu ozono koncentracija žemiau ribinės reikšmės  $T$  (80 $\mu$  g/m<sup>3</sup>) ir  $\delta_i = 1$ , kai viršija  $T$ ,  $N$  yra visų galimų matavimų per nustatyta periodą skaičius. AOT40 vertė



augmenijos apsaugai skaičiuota iš ozono koncentracijos duomenų per gegužę-liepą, o miškų apsaugai per balandį-rugsėį.

Kadangi gauti ozono koncentracijos duomenys nėra pilni, t.y., sudaro mažiau 100 procentų, buvo pritaikyta apskaičiavimas pagal formulę (3), kai duomenų skaičius buvo tarp 90 ir 100 procentų.

$$AOT40 = (AOT40)_0 \times \frac{h}{h_0}, \quad (3)$$

kur  $(AOT40)_0$  yra apskaičiuota vertė,  $h_0$  yra realiai matuotų valandų skaičius ir  $h$  visų galimų valandų skaičius.

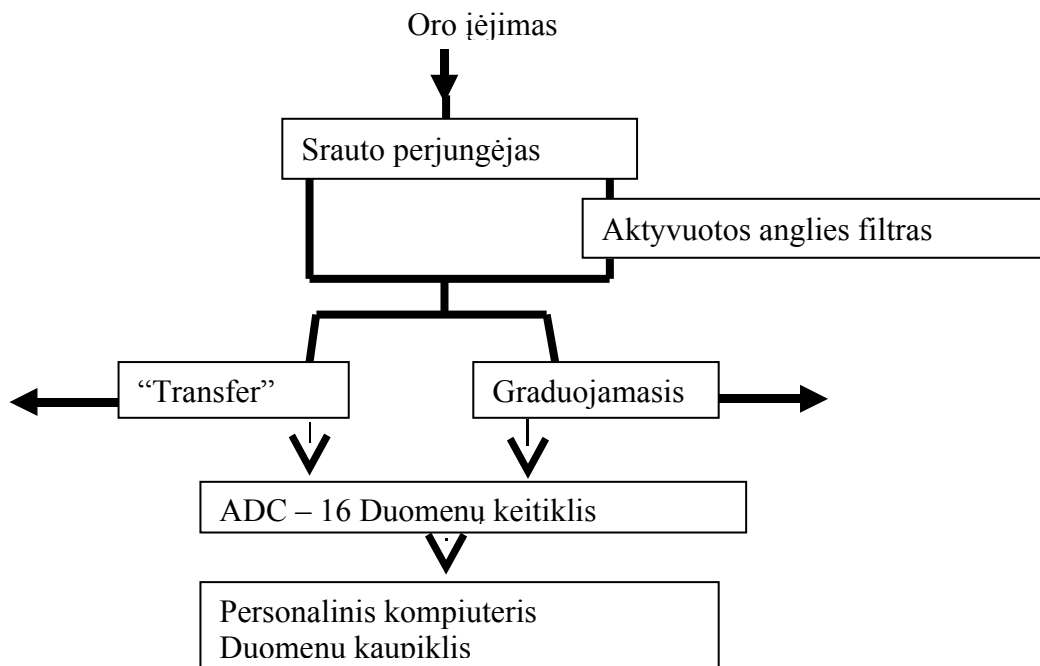
### **OZONO ANALIZATORIŲ PATIKRA**

Ozono analizatorių patikra gali būti dviejų lygmenų: pagal pirminį ir antrinį (“transfer”) gradavimo standartą. UV spindulių fotometras, skirtas pirminiam gradavimo standartui, turi būti naudojamas tik kalibravimo tikslams ir saugomas laboratorijoje. Ozono analizatorių antrinis (“transfer”) gradavimo standartas apibrėžiamas kaip kilnojamas prietaisas, naudojamas kitų ozonometrų, esančių laboratorijose, monitoringo stotyse ir veikiančių lauko sąlygomis, patikrai [8]. Kadangi monitoringo stotys yra įvairiose šalies vietose ir naudojamus ozonometrus būtina graduoti pakartotinai laiko bėgyje, antrinis ozono analizatorių gradavimo standartas yra esminis ir labai svarbus kaupiant atmosferos ozono koncentracijos duomenis.

Prietaisas, skirtas antriniam gradavimo standartui, visų pirma turi būti kruopščiai sugraduotas pagal pirminį standartą. Po to jis transportuojamas į monitoringo stotį, kur numatytas nuolat veikiančio ozono analizatoriaus gradavimas. Naudojant antrinį “transfer” standartą, ozono koncentracijos, gautos skirtingu principu veikiančiais ozono analizatoriais, leidžia sukurti vieningas duomenų bazes įvairiose monitoringo stotyse. Antrinis ozono analizatorių gradavimo standartas parankus ir tuo, kad pirminį standartą nereikia transportuoti į monitoringo stotį ir to pasėkoje išvengiama prietaiso mechaninių pažeidimų, kas gali įtakoti jo parodymų tikslumą.

Naudojami stotyse ozono analizatoriai pagal “transfer” analizatorių buvo tikrinti pagal EMEP [9] reikalavimus kas trys mėnesiai.

Ozono analizatorių patikra su “transfer” standartu atliekamas pagal pateiktą 1 paveiksle schemą.



1 pav. Principinė “transfer” ir graduojamojo ozono analizatorių sujungimo schema patikros metu

## REZULTATAI IR JŲ APTARIMAS

Lietuvoje šiuo metu yra viena monitoringo stotis, kuri veikia pagal EMEP programos reikalavimus – tai Preilos foninio monitoringo stotis. Ozono koncentracija stotyje buvo matuota nenutrūkstamai. Vienok, dėl įvairių priežasčių, pavyzdžiui, elektros energijos sutrikimai, aparatūros gedimai ir kt., dalies duomenų nėra. 4 lentelėje pateikiamas gautų patikimų ozono valandinių duomenų kiekio 2006 metais monitoringo stotyje įvertinimas.

Vienas iš pagrindinių monitoringo reikalavimų yra duomenų patikimumas bei jų visuma. Pagal galiojantį Aplinkos ministro 2002-10-17 įsakymą Nr.544/508 "Dėl ozono aplinkos normų ir vertinimo taisyklių nustatymo" bei naujos ES direktyvos 2002/3/EC, kuri įsigaliojo nuo 2003 m. rugsėjo 9 dienos, buvo sugriežtinti reikalavimai duomenų pilnumui ir patikimumui. Ozono koncentracijos matavimai turi būti nenutrūkstami, minimalus ozono duomenų kiekis privalo būti nemažesnis kaip 75% visų galimų žiemą ir 90% vasarą. Šie reikalavimai buvo išpildyti. Šiais metais pagrindinė priežastis duomenų nebuvimo buvo elektros tinklo trikdžiai pajūrio krašte dėl labai stiprių vėjų ir kitų ekstremalių situacijų.

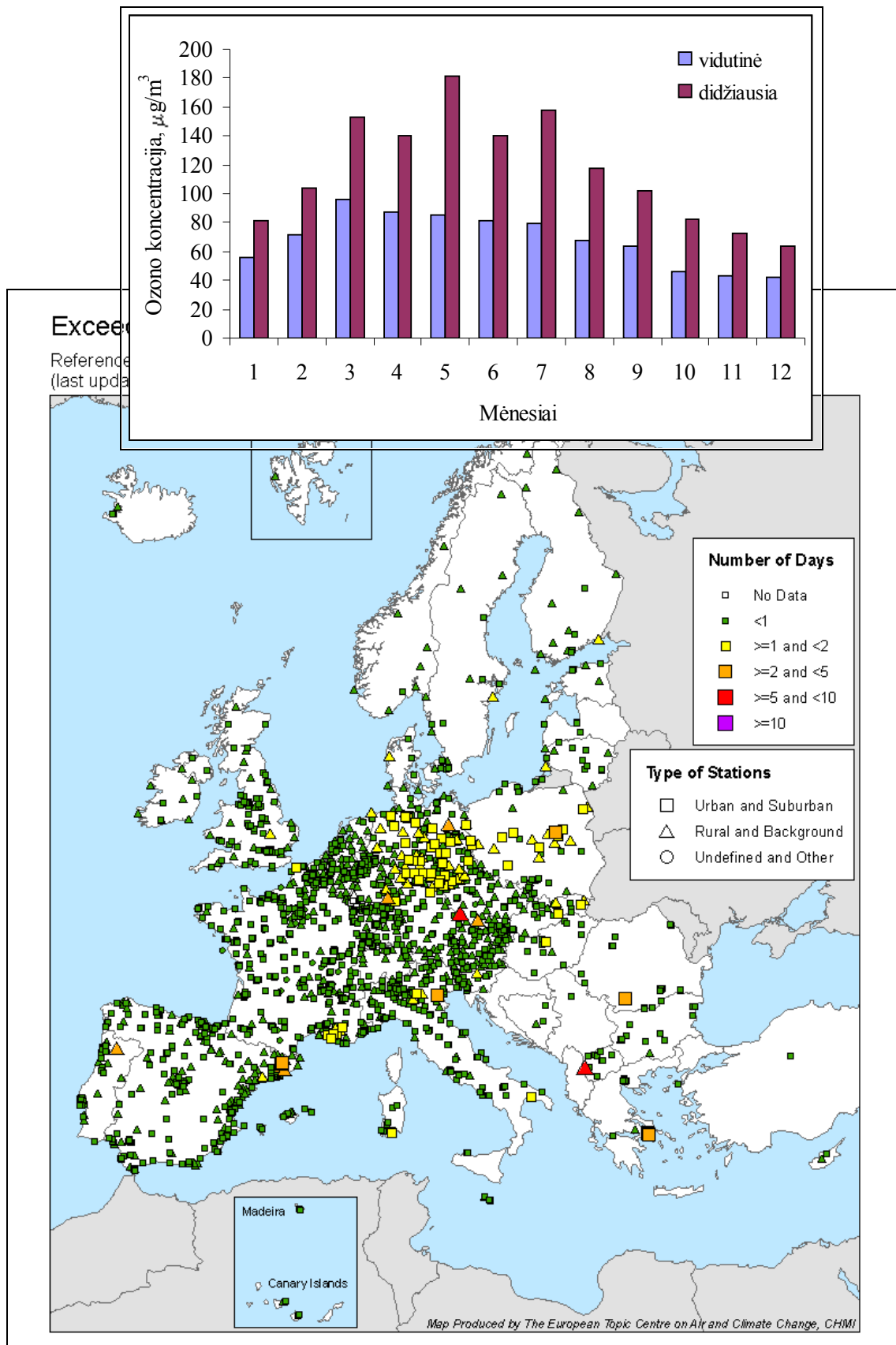
4 lentelė

Ozono koncentracijos patikimų duomenų kiekis (valandų skaičius ir procentai) Preilos stotyje 2006 metais (raudonai pažymėtos reikšmės neatitinkančios reikalavimų dėl per mažai surinktų duomenų kiekio)

	<b>Val. sk.</b>	<b>%</b>
<b>Sausis</b>	655	88
<b>Vasaris</b>	672	100
<b>Kovas</b>	607	81,6
<b>Balandis</b>	709	98,5
<b>Gegužė</b>	691	92,9
<b>Birželis</b>	720	100
<b>Liepa</b>	694	93,3
<b>Rugpjūtis</b>	744	100
<b>Rugsėjis</b>	667	92,6
<b>Spalis</b>	701	93,2
<b>Lapkritis</b>	690	95,8
<b>Gruodis</b>	744	100

Vidutinių ir didžiausių ozono koncentracijų sezoninė eiga 2006 metais monitoringo stotyje pateikta 2 paveiksle.

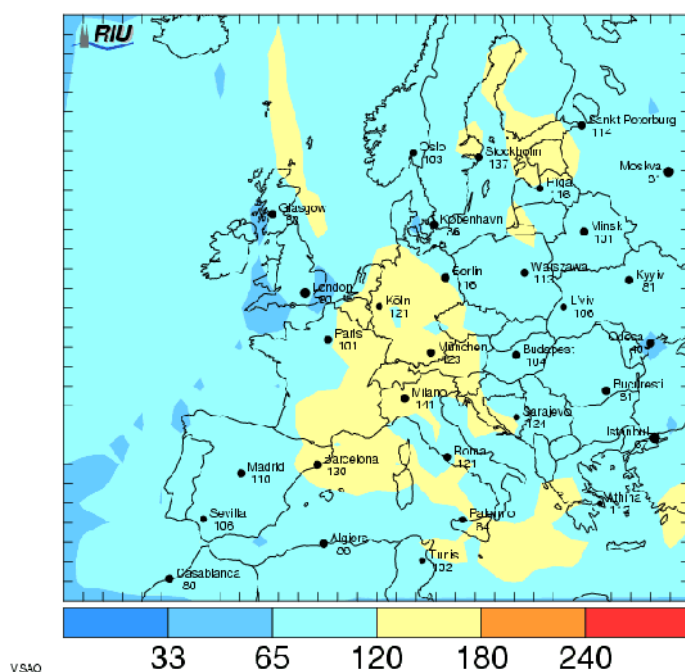
2006 metų sezoninė eiga stotyje pasižymi ryškiu padidėjimu kovo mėnesį. Reikia pažymėti, kad analogiška eiga stotyje su ankstyvu pavasarinio ozono koncentracijos padidėjimu kovo mėnesį buvo stebėta ir 2005 metais. 2006 metais didelių, t.y. viršijančių gyventojų informavimo slenkstį  $180 \mu\text{g}/\text{m}^3$  ozono koncentracijų, monitoringo stotyje tebuvo išmatuota vieną kartą, gegužės mėnesį ( $181,3 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ).



IVO  
ROS  
POS  
aip  
ivo  
odė  
Dro  
gos

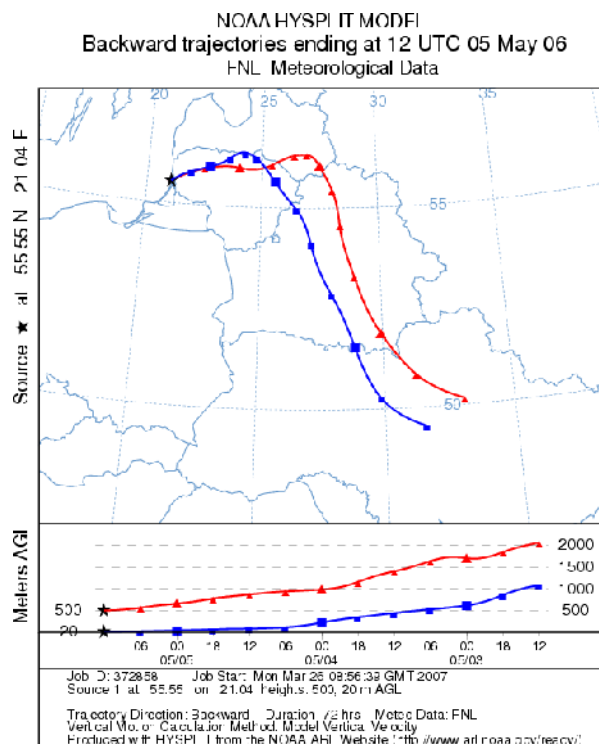
4 pav. Ozono koncentracijų virš  $180 \mu \text{ g/m}^3$  pasiskirstymas Europoje 2006 metų gegužės mėnesį.

Šaltinis: [http://air-climate.eionet.europa.eu/databases/o3excess/o3\\_2006\\_05\\_maps.html](http://air-climate.eionet.europa.eu/databases/o3excess/o3_2006_05_maps.html).



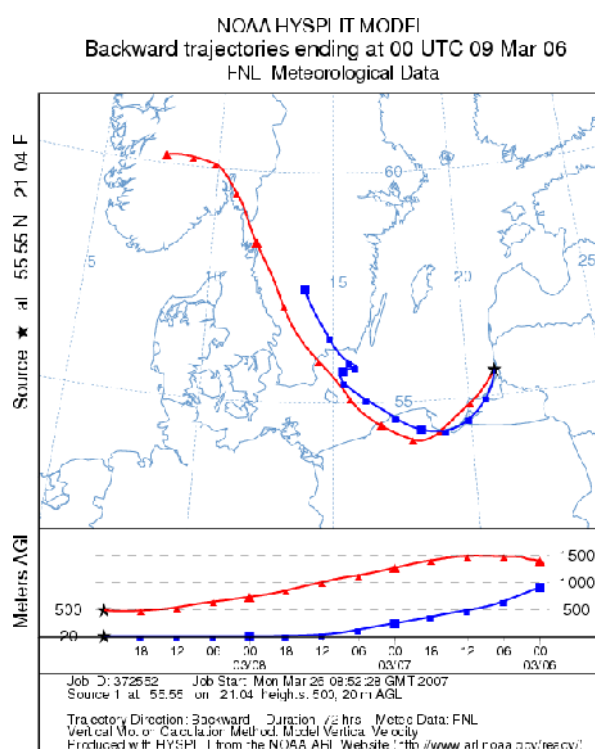
5 pav. Didžiausių ozono koncentracijų prognozė Europoje 2006 metų gegužės 5 dieną.

Šaltinis: [http://www.eurad.uni-koeln.de/index\\_e.html?/index\\_home\\_e.html](http://www.eurad.uni-koeln.de/index_e.html?/index_home_e.html)



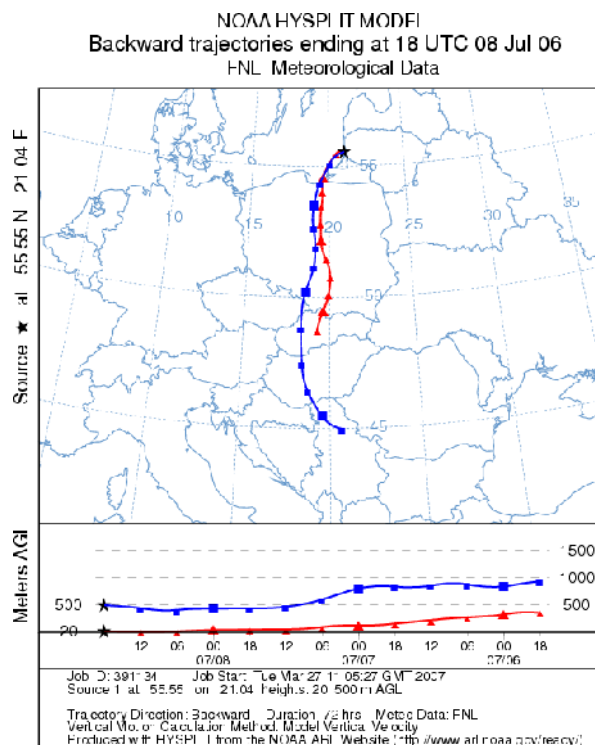
6 pav. Oro masių atgalinės trajektorijos 2006 metų gegužės 5 d.

Didelės koncentracijos stotyje 2006 metais buvo išmatuotos kovo 9 dieną:  $153,4 \mu\text{g}/\text{m}^3$ . Pagal prognozę tą dieną ozono koncentracija neturėjo viršyti  $120 \mu\text{g}/\text{m}^3$ . Tuo metu Lietuvoje buvo dar minusinė oro temperatūra ir meteorologinės sąlygos nebuvo palankios intensyviam vietiniam fotocheminiam ozono susidarymui. Intensyvus fotocheminis ozono susidarymas vyksta esant oro temperatūrai ne mažiau  $+25^\circ\text{C}$ . Kovo mėnesį tai galėjo būti susiję su dinaminiais procesais atmosferoje: didelės ozono koncentracijos galėjo būti sąlygotos tik tolimosios pernašos arba sinoptinės situacijos. Reikia pažymėti, kad analogiška situacija buvo stebima ir 2005 metų kovo 4 dieną. Atgalinės oro masių trajektorijos rodo (7 pav.), kad Lietuvą pasiekė oro masės iš šiaurės.

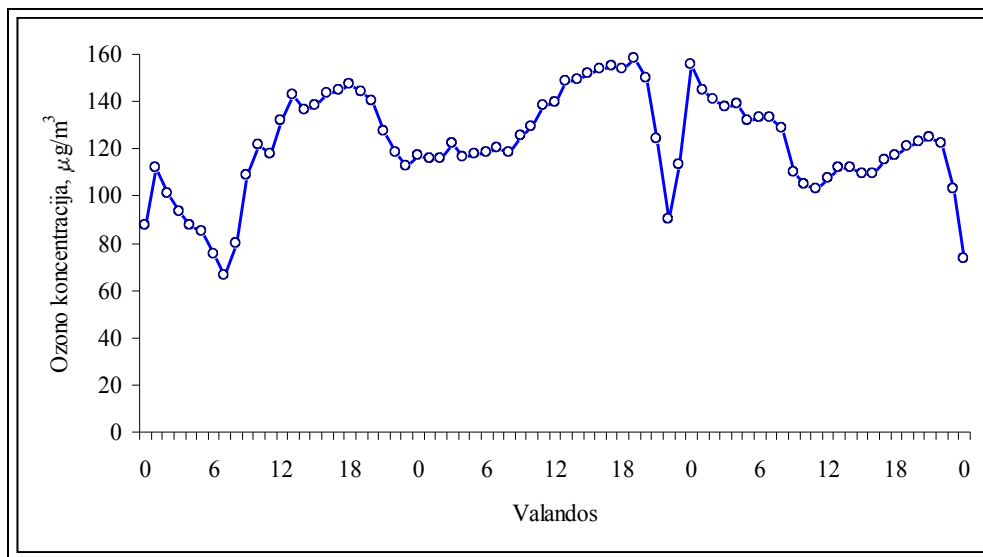


7 pav. Oro masių atgalinės trajektorijos 2006 metų kovo 9 dieną

Vasaros metu didelės ozono koncentracijos paprastai yra sąlygotos užterštų oro masių iš Europos. Tokia pat situacija buvo ir 2006 metais liepos 8 dieną, kai užterštos oro masės atėjo per Lenkiją į Lietuvą (8 pav.). Didžiausia valandinė koncentracija  $158,3 \mu\text{g}/\text{m}^3$  buvo užregistruota 19 valandą (9 pav.). Reikia pažymėti, kad tai buvo epizodas, kai didžiojoje dalyje Europos buvo ne tik prognozuotos (10 pav.) bet ir išmatuotos didelės ozono koncentracijos.

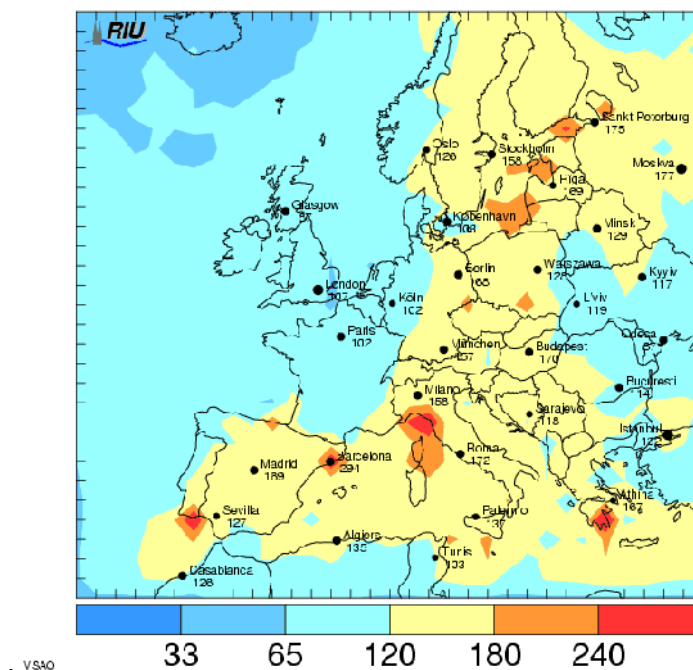


8 pav. Oro masių atgalinės trajektorijos 2006 metų liepos 8 dieną



9 pav. Ozono koncentracijos eiga Preilos stotyje 2006 metų liepos 7-9 dienomis



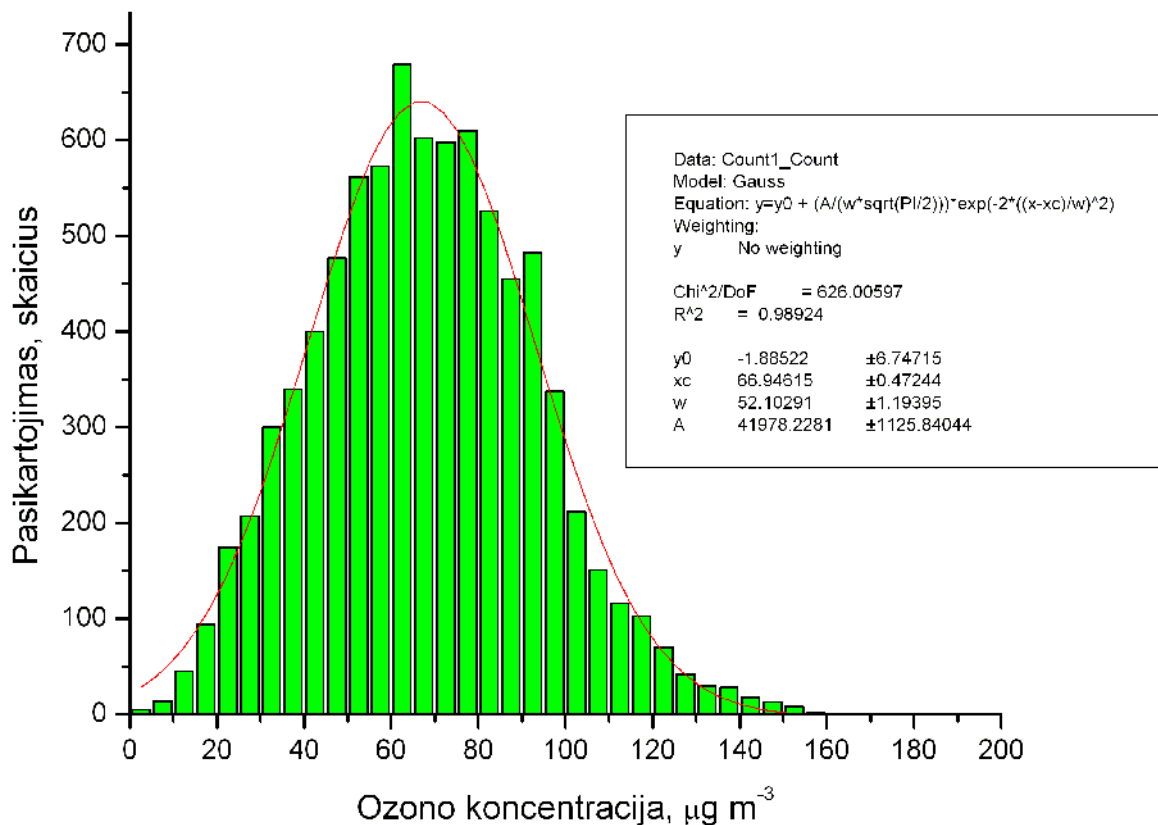


10 pav. Didžiausių ozono koncentracijų prognozė Europoje 2006 metų liepos 8 dieną.

Šaltinis: [http://www.eurad.uni-koeln.de/index\\_e.html?/index\\_home\\_e.html](http://www.eurad.uni-koeln.de/index_e.html?/index_home_e.html)

Buvo išanalizuotas visų ozono valandinių duomenų dažninis pasiskirstymas stotyje (11 pav.), kuris gerai gali būti aprašytas Gauso pasiskirstymu.

Ozono valandinių koncentracijų dažnio pasiskirstymas stotyse parodė, kad dažniausiai registruojamos reikšmės stotyje tame pačiame intervale kaip pernai. Ozono koncentracijų virš  $120 \mu\text{g}/\text{m}^3$  atsikartojimas stotyje buvo labai mažas, bet didesnis nei 2005 metais.



11 pav. Ozono valandinių koncentracijų dažnio pasiskirstymas Preilos stotyje

5 ir 6 lentelėse pateikiama ozono koncentracijos statistika Preilos stotyje už 2006 metus. Apskaičiuotos AOT40 vertės miškų apsaugai (5 lentelė) stotyje viršijo 2002/3/EB direktyvos III priede pateikto leistino lygio, t.y., 20000  $\mu\text{g}/\text{m}^3 \times \text{h}$ ., tačiau 5-ių metų vidurkis neviršijo šio lygio.

AOT40 siektina vertė (18000  $\mu\text{g}/\text{m}^3 \times \text{h}$ , imant penkerių metų vidurki), nustatyta augalijos apsaugai Lietuvoje irgi nebuvo pasiekta. Šis reikalavimas įsigalios tik nuo 2010 metų. Ilgalaikis tikslas - 6000  $\mu\text{g}/\text{m}^3 \times \text{h}$ , kurios atskaitos laikas bus 2020 metai, per 2006 metų laikotarpį buvo pasiektas (5 lentelė). Toks, viršijantis ilgalaikį tikslą, lygis praktiškai stebimas beveik kiekvienais metais.

Vertinant ozono poveikį žmogaus sveikatai yra naudojami du indikatoriai: pagal 2002/3/EB direktyvą bei Pasaulio sveikatos organizacijos siūlomas bei direktyvoje 2001/81/EB priimtas AOT 60. Remiantis EMEP stotyje pažemio ozono koncentracijos duomenimis nustatyta, kad pavojingas poveikis žmogaus sveikatai per 2006 metus Lietuvoje nebuvo stebėtas.

Pažemio ozono koncentracijos statistiniai parametrai Preilos monitoringo stotyje

Parametras	Vertė	Vienetai	Laikotarpis	Direktyva	Pastabos
<i>1</i>	<i>2</i>	<i>3</i>	<i>4</i>	<i>5</i>	<i>6</i>
Metinis vidurkis	<b>67,9</b>	$\mu\text{ g/m}^3$		2002/3/EB	
<b>Patikimų duomenų skaičius:</b>					
kalendoriniai metai	<b>8278 (94,7%)</b>	valandų skaičius	sausis -gruodis	2002/3/EB	ne daugiau kaip 8760
vasaros metas	<b>4225 (96,2%)</b>	valandų skaičius	balandis-rugsėjis	2002/3/EB	ne daugiau kaip 4392
žiemos metas	<b>4053 (93,2%)</b>	valandų skaičius	sausis-kovas ir spalis-gruodis	2002/3/EB	ne daugiau kaip 4368
<b>Didžiausia mėnesio reikšmė:</b>					
balandis	<b>141</b>	$\mu\text{ g/m}^3$			
gegužė	<b>181</b>	$\mu\text{ g/m}^3$			
birželis	<b>140</b>	$\mu\text{ g/m}^3$			
liepa	<b>158</b>	$\mu\text{ g/m}^3$			
rugpjūtis	<b>118</b>	$\mu\text{ g/m}^3$			
rugsėjis	<b>102</b>	$\mu\text{ g/m}^3$			
8 valandų vidurkis $>120\ \mu\text{ g/m}^3$	<b>20*</b>	dienų skaičius	kalendoriniai metai	2002/3/EB	* plačiau 6 lentelėje
Informavimo slenkstinės vertės - valandos vidurkis $>180\ \mu\text{ g/m}^3$ - viršijimas	<b>1</b>	valandų skaičius		2002/3/EB	

<i>1</i>	<i>2</i>	<i>3</i>	<i>4</i>	<i>5</i>	<i>6</i>
Pavojaus slenkstinės vertės - valandos vidurkis >240 μ g/ m <sup>3</sup> - viršijimas	0	valandų skaičius		2002/3/EB	
<b>AOT40 miškų apsaugai</b>	<b>21555 (22241)</b>	μ g/m <sup>3</sup> x h	balandis-rugsėjis	2002/3/EB	Skliaustuose pateiktos reikšmės perskaičiuotos pagal 3 formulę
Patikimų duomenų skaičius	<b>2126</b>	valandų skaičius	balandis-rugsėjis, 8-20 val.		ne daugiau kaip 2196
<b>AOT40 augmenijos apsaugai</b>	<b>14373 (14988)</b>	μ g/m <sup>3</sup> x h	gegužė-liepa	2001/81/EB 2002/3/EB	Skliaustuose pateiktos reikšmės perskaičiuotos pagal 3 formulę
Patikimų duomenų skaičius	<b>1062</b>	valandų skaičius	gegužė-liepa, 8-20 val.		ne daugiau kaip 1104
AOT60 žmonių sveikatos apsaugai	<b>2565</b>	μ g/m <sup>3</sup> x h	sausis-gruodis	2001/81/EB	ne daugiau kaip 5800

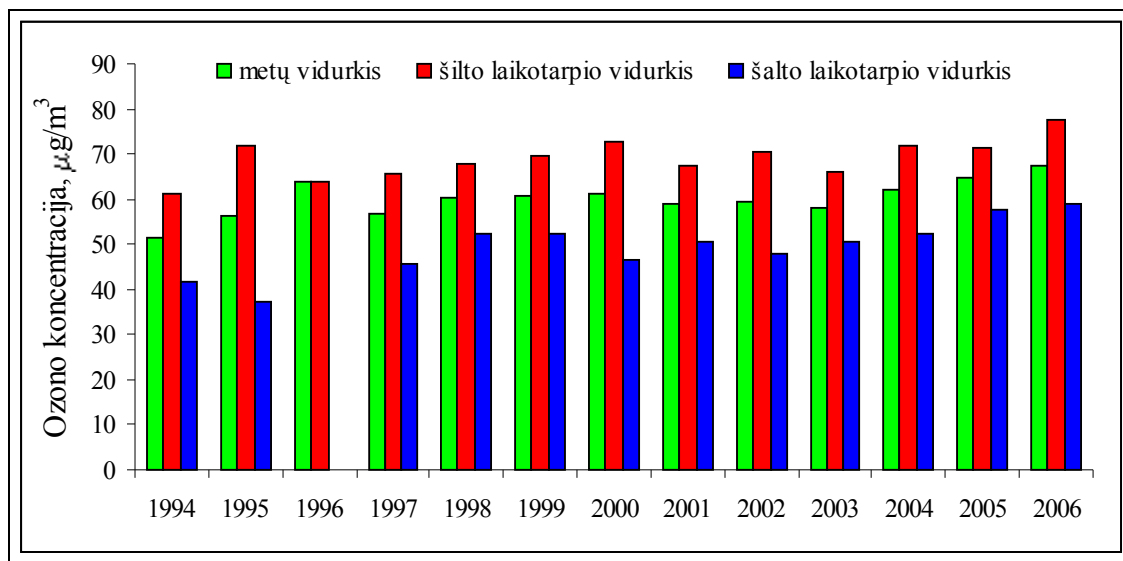
Atskiri ozono slenkstinių verčių viršijimo atvejai:  
Sveikatos apsaugos ozono ilgalaikio tikslo (8 valandų vidurkis > 120 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )  
viršijimas

Stotis	Mėnuo ir diena	Didžiausia paros 8 h vidutinė ozono koncentracija, $\mu\text{g}/\text{m}^3$
Preila	Kovo 9	149
	Kovo 10	144
	Kovo 11	130
	Balandžio 27	136
	Balandžio 30	129
	Balandžio 31	129
	Gegužės 1	123
	Gegužės 4	148
	Gegužės 5	150
	Gegužės 6	149
	Gegužės 7	136
	Gegužės 12	122
	Gegužės 13	123
	Birželio 21	130
	Liepos 6	140
	Liepos 7	142
	Liepos 8	152
	Liepos 9	139
	Liepos 10	122
	Liepos 16	130

Gyventojų informavimo slenkstis (180  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) buvo viršytas vieną kartą, o pavojaus (240  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) slenkstis nebuvo viršytas. Siektina žmonių sveikatos apsaugai vertė, t.y., kad didžiausias paros 8 valandų vidurkis 120  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  nebūtų viršijamas daugiau nei 25 paras per kalendorinius metus, imant trejų metų vidurkį, nebuvo viršytas. Tačiau ilgalaikiai tikslai (2010 m.) dar nėra pasiekti, t.y., užregistruoti atvejai, kai paros didžiausias 8 valandų vidurkis viršijo 120  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ . Visi atvejai, kai stotyje buvo viršytas šis lygis pateikti 6 lentelėje. AOT 60 reikšmės 2006 metais neviršijo leistinos absoliučios 5800  $\mu\text{g}/\text{m}^3 \times \text{h}$  ribos, tačiau viršijo žmonių sveikatai nustatytą kritinį lygį AOT 60 = 0.

Ozono koncentracijos lygio kaita nuo 1994 metų, t.y. nuo tada kai pradėta vykdyti Integruoto monitoringo programa Lietuvos stotyse, pateikta 12 paveiksle. Preilos stotyje stebimas nedidelis teigiamas vidutinių metinių koncentracijų trendas, tačiau jis statistiškai

nėra žymus. Vidutinė metinė ozono koncentracija stotyje šiais metais žymiai didesnė už 2005 metų vidurkį: 67,9 ir 64,6  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ , atitinkamai.



12 pav. Ozono koncentracijos vidutinių reikšmių kaita per 1994–2006 metus Preilos stotyje atskirais laikotarpiais: šiltuoju (balandis-rugsėjis), šaltuoju (spalis-kovas) ir kalendoriniais metais

Šaltojo laikotarpio vidutinė koncentracija per paskutiniuosius metus žymiai išaugo – nuo 48,1 iki 59,1  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ , šiltojo laikotarpio vidutinė koncentracija labai ryškiai padidėjo šiais 2006 metais. Apskritai, ozono koncentracijos metinis vidurkis po kritimo iki 2003 metų, pradėjo didėti.

## IŠVADOS

Ozono koncentracija 2006 metais EMEP stotyje Preiloje vidutinė metinė koncentracijos  $67,9 \mu\text{g}/\text{m}^3$  buvo didesnė nei 2005 metais.

Ozono koncentracijos sezoninėje eigoje stebėtas ankstyvas pavasarinis padidėjimas kovo mėnesį, kuris buvo registruotas ir 2005 metais.

Didžiausios koncentracijos stotyje 2006 metais buvo išmatuotos gegužės 5 dieną:  $181,3 \mu\text{g}/\text{m}^3$ , kurios kilmė yra sietina su vietiniu fotocheminiu susidarymu.

Didelės, iki  $153,4 \mu\text{g}/\text{m}^3$ , ozono koncentracijos buvo užregistruotos kovo 9 dieną. Analogiškas ozono lygio padidėjimas kovo pradžioje buvo stebėtas ir 2005 metais.

Ozono valandinių duomenų dažninis pasiskirstymas gali būti aprašomas Gauso pasiskirstymu. Dažniausiai stebimų ozono valandinių koncentracijų intervalas, palyginus su 2004–2005 metais, nepakito.

Apskaičiuotos AOT40 vertės miškų apsaugai stotyje viršijo ( $21555 \mu\text{g}/\text{m}^3 \times \text{h}$  ir  $22241 \mu\text{g}/\text{m}^3 \times \text{h}$  perskaičiuotasis) 2002/3/EB direktyvos III priede pateikto leistiną lygį, t.y.,  $20000 \mu\text{g}/\text{m}^3 \times \text{h}$ , tačiau penkerių metų vidurkis buvo mažesnis.

Per 2006 metus gyventojų informavimo ( $180 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ) buvo pasiektas vieną kartą gegužės mėnesį, pavojaus ( $240 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ) slenkstis nebuvo viršytas. Siektina žmonių sveikatos apsaugai vertė, t.y., kad didžiausias paros 8 valandų vidurkis  $120 \mu\text{g}/\text{m}^3$  nebūtų viršijamas daugiau nei 25 paras per kalendorinius metus, imant trejų metų vidurkį, nebuvo viršytas stotyje. Tačiau ilgalaikiai tikslai (2010m.) dar nėra pasiekti, t.y., užregistruoti atvejai, kai paros didžiausias 8 valandų vidurkis viršijo  $120 \mu\text{g}/\text{m}^3$ . AOT 60 reikšmės 2005 metais neviršijo leistinos absoliučios  $5800 \mu\text{g}/\text{m}^3 \times \text{h}$  ribos, tačiau viršijo žmonių sveikatai nustatytą kritinį lygį AOT 60 = 0.

## LITERATŪRA

1. Solberg, S., Derwent, R. G., Hov, O., Langner, J. and Lindskog, A.: 2005, 'European Abatement of Surface Ozone in a Global Perspective', *Ambio*, 34, 47-53
2. Europos Parlamento ir Tarybos Direktyva 2002/3/EB dėl ozono aplinkos ore. *Official Journal L 067, 09/03/2002 P. 0014 – 0030*. <http://europa.eu.int/eur-lex/lex/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=CELEX:32002L0003:LT:HTML>
3. TARYBOS DIREKTYVA dėl aplinkos oro kokybės vertinimo ir valdymo 96/62/EB, <http://www3.lrs.lt/c-bin/eu/preps2?Condition1=20746&Condition2=>
4. Europos Parlamento ir Tarybos Direktyva 2001/81/EB dėl tam tikrų atmosferos teršalų išmetimo nacionalinių ribų. *Official Journal L 309, 27/11/2001 P. 0022 - 0030*. <http://europa.eu.int/eur-lex/lex/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=CELEX:32001L0081:LT:HTML>
5. Sveikatos apsaugos ministro įsakymas Nr. 544/508 "Dėl ozono aplinkos ore normų ir vertinimo taisyklių nustatymo". Valstybės žinios, 2002 Nr.105-4726
6. Lietuvos Respublikos aplinkos ministro įsakymas Nr. 468 "Dėl sieros dioksido, azoto oksidų, lakiųjų organinių junginių ir amoniako nacionalinių limitų patvirtinimo". Valstybės žinios, 2003, Nr.99-4465
7. Environment Data Centre (1993) Manual for Integrated Monitoring, Helsinki
8. Technical assistance document for the calibration of ambient ozone monitors. Environmental monitoring and support laboratory. EPA – 600/4 – 79 – 057, - NC, 1979
9. EMEP manual for sampling and chemical analysis. EMEP/CCC-Report 1/95, NILU, Kjeller, March 1996