

Tvirtinu:

Fizikos instituto direktorius
Doc., dr. Vidmantas Remeikis

2008 m. vasario mėn. 14 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

ĮVADAS	4
METODIKA	8
OZONO ANALIZATORIŲ PATIKRA	9
REZULTATAI IR JŲ APTARIMAS	11
IŠVADOS	23
LITERATŪRA	24

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 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) x 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.

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

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 didesnių 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 į ekosistemas.

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) programos reikalavimus [7] matuojama 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 $\mu\text{g}/\text{m}^3$),

a = absorbcijos koeficientas,

l = optinio kelio ilgis, cm

T = pavyzdžio temperatūra, $^{\circ}\text{K}$

P = pavyzdžio slėgis, tor

L = ozono nuostoliai prietaise.

Prietaisų matavimo ribos 0 - 40000 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, jutos riba -1 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, 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 ($80\mu\text{g}/\text{m}^3$) 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-rugsėji.

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.

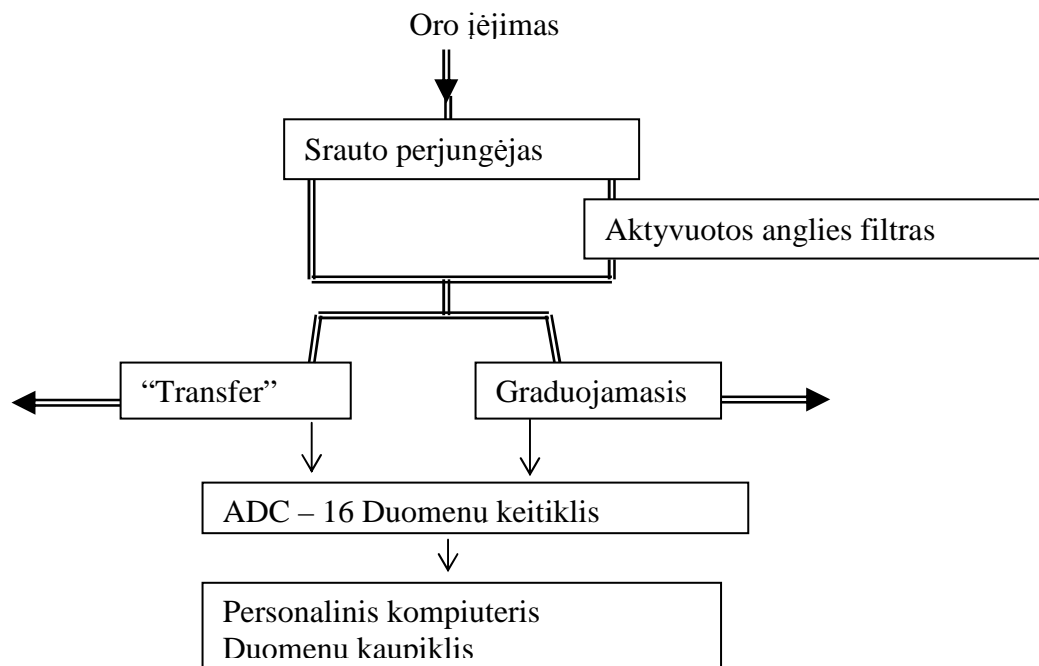
OZONO ANALIZATORIŲ PATIKRA

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 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 bazines 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.

Naudojamas stotyje ozono analizatorius pagal “transfer” analizatorių buvo tikrintas pagal EMEP [9] reikalavimus kas trys mėnesiai.

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



1 pav. Principinė “transfer” ir graduojamojo ozono analizių 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 2007 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

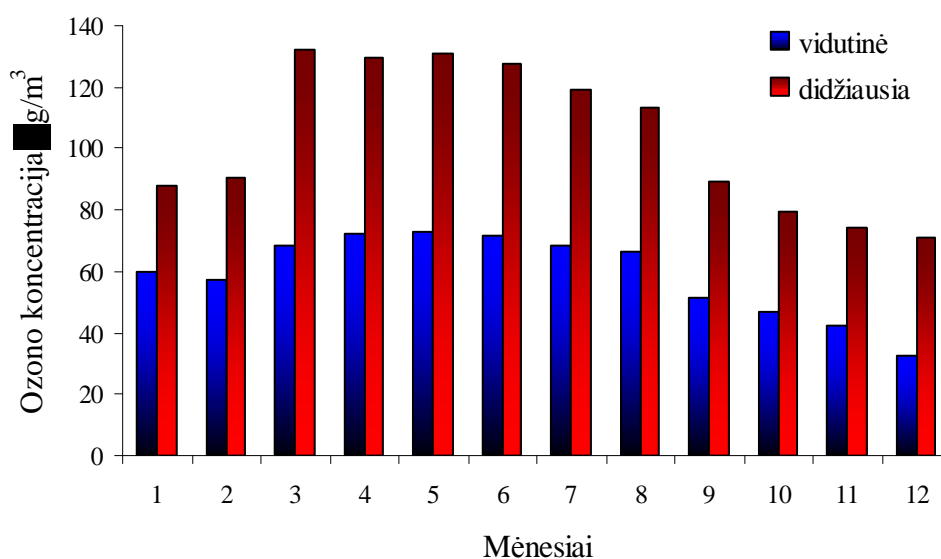
Ozono koncentracijos patikimų duomenų kiekis (valandų skaičius ir procentai) Preilos stotyje 2006 metais (raudonai pažymėtos reikšmės neatitinkančios reikalavimų dėl per mažai surinktų duomenų kiekio)

Sausis	698	93,8
Vasaris	672	100
Kovas	675	90,7
Balandis	720	100
Gegužė	744	100
Birželis	695	96,5
Liepa	744	100
Rugpjūtis	682	91,7
Rugsėjis	708	98,3
Spalis	744	100
Lapkritis	720	100
Gruodis	685	92,1

Vidutinių ir didžiausių ozono koncentracijų sezoninė eiga 2007 metais monitoringo stotyje pateikta 2 paveiksle.

2007 metų sezoninė eiga stotyje pasižymi ryškiu padidėjimu didžiausių ozono koncentracijų kovo mėnesį, kuris tęsiasi iki rugsėjo mėnesio maždaug tam pačiame lygyje. Reikia pažymėti, kad panaši eiga stotyje su ankstyvu pavasarinio ozono koncentracijos padidėjimu kovo mėnesį buvo stebėta ir 2005 bei 2006 metais

Vidutinių mėnesio ozono koncentracijų metinė eiga skiriasi nuo 2006 metų. Ozono lygio padidėjimas stebėtas kovo-rugpjūčio mėnesiais, t.y., vienas bendras platus pikas.



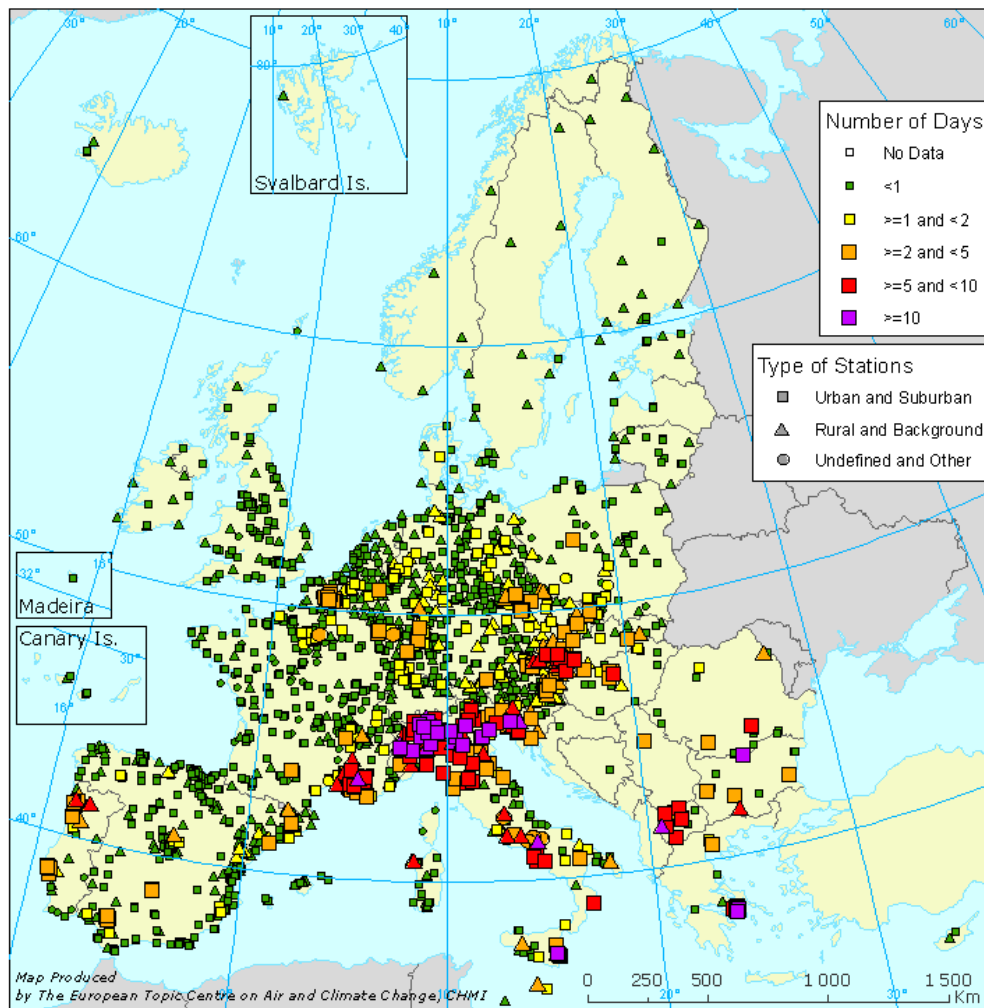
2 pav. Vidutinių ir didžiausių mėnesio ozono koncentracijų sezoninės eigos Preilos stotyje 2007 metais

2007 metais didelių, t.y. viršijančių gyventojų informavimo slenkstį $180 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ozono koncentracijų, monitoringo stotyje nebuvo užregistruota. Analogiška situacija, t.y., ozono koncentracijos nesiekė $180 \mu\text{g}/\text{m}^3$, buvo stebėta ir kaimyninėse šalyse (3 pav.). Artimiausias regionas, kur buvo viršytas šis lygis yra Lenkijos pietiniai rajonai. Čia ozono koncentracija pasiekė $193 \mu\text{g}/\text{m}^3$ balandžio ir $209 \mu\text{g}/\text{m}^3$ liepos mėnesiais.

Exceedance of the 180 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ Ozone Information Threshold

Reference Period: April - September 2007

(last update 4.12.2007, based on data received before 4.12.2007)

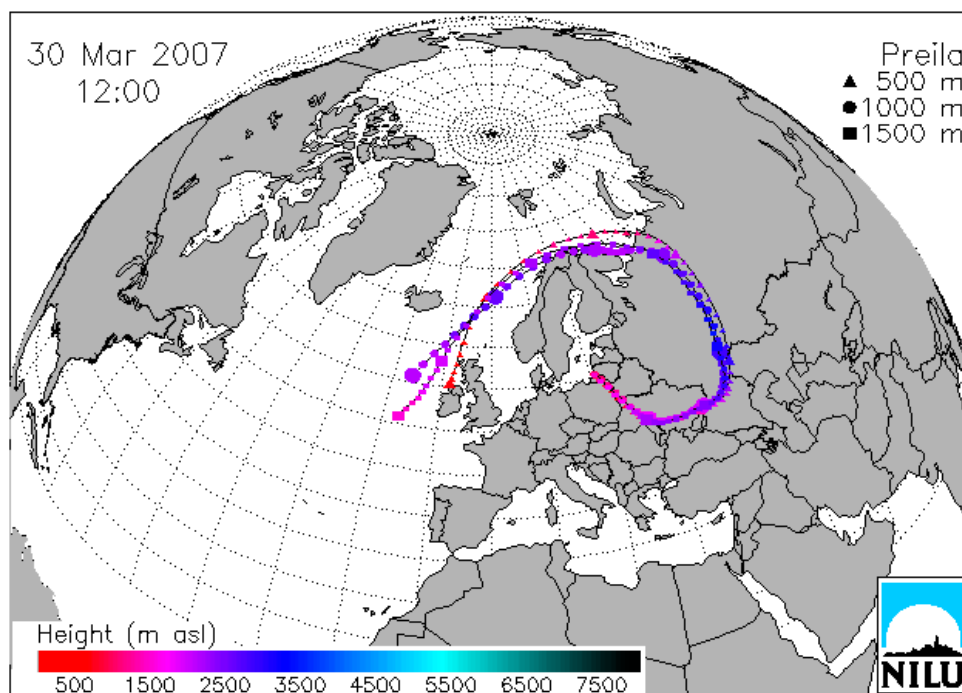


3 pav. Ozono koncentracijų virš 180 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ pasiskirstymas Europoje 2007 metų balandžio rugsėjo mėnesiais.

Šaltinis: http://air-climate.eionet.europa.eu/databases/o3excess/o3_2007_summer_maps.html

Didžiausia ozono koncentracija ($132,4 \mu\text{g}/\text{m}^3$) 2007 metais buvo išmatuota kovo 30 dieną. Pagal prognozę tą dieną ozono koncentracija neturėjo viršyti $120 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Tuo metu Lietuvoje buvo dar neaukšta oro temperatūra (neviršijo tomis dienomis $+17^\circ\text{C}$, o naktimis buvo minusinė) ir meteorologinės sąlygos nebuvo palankios intensyviai 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

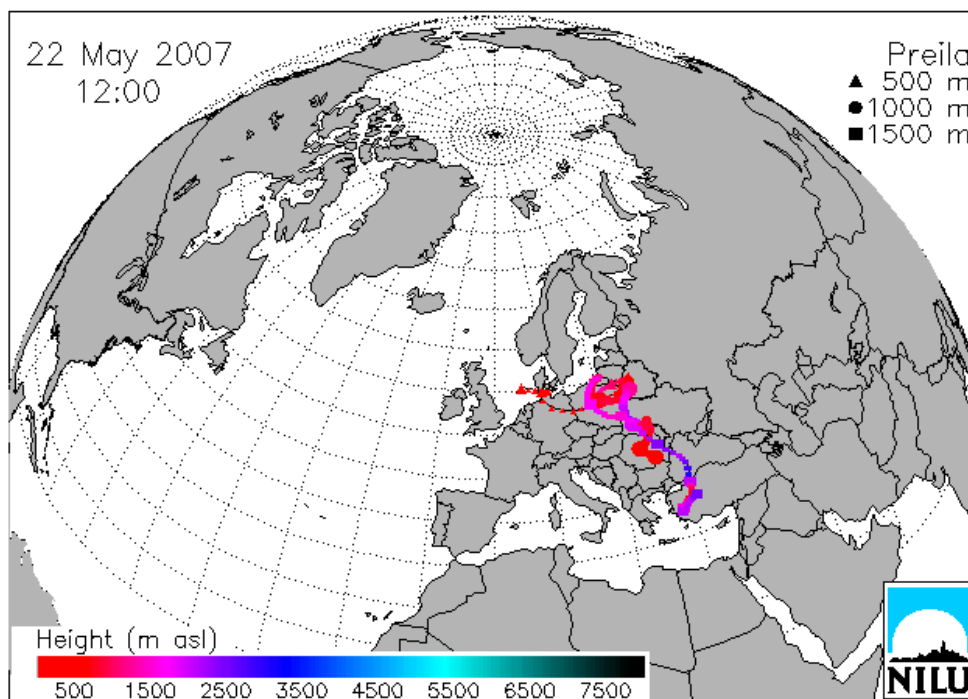
dinaminiais procesais atmosferoje: didesnės ozono koncentracijos galėjo būti sąlygotos tik tolimosios pernašos arba sinoptinės situacijos. Atgalinės oro masių trajektorijos rodo (4 pav.), kad Lietuvą pasiekė oro masės iš pietryčių, praeidamos Ukrainą, kur tuo metu galėjo susidaryti ir nemažos ozono koncentracijos.



4 pav. Oro masių pernašos atgalinės trajektorijos, 2007 metų kovo 30 diena

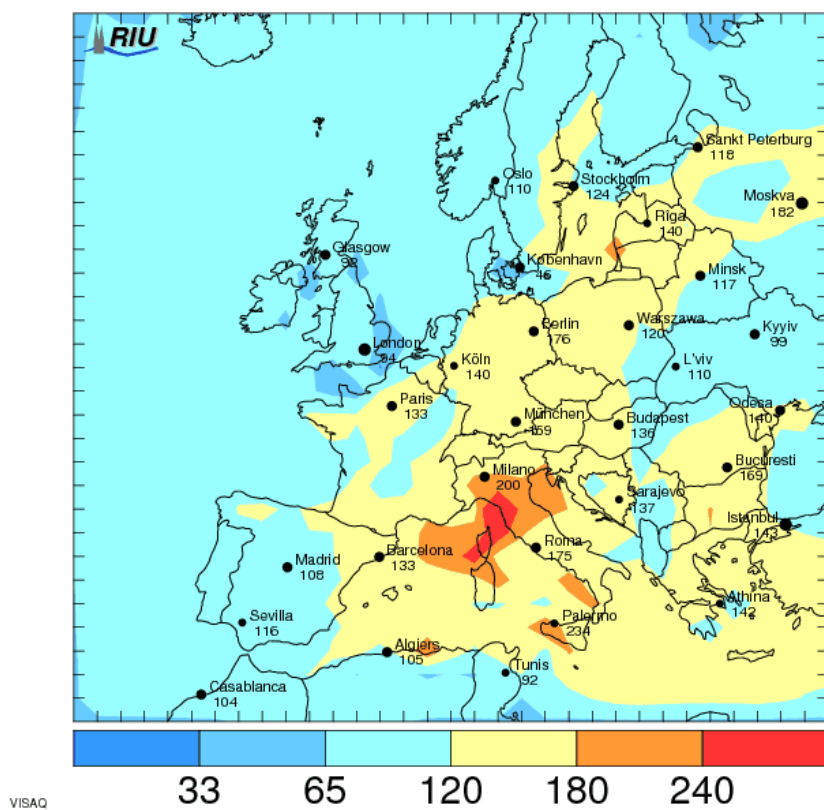
Panašios ozono koncentracijos buvo užregistruotos ir gegužės 22 d. Tą dieną Preilos stotį pasiekė oro masės irgi praėjusios Ukrainą (5 pav.), tačiau jų judėjimo greitis buvo mažesnis. Reikia pažymėti, kad prognozė rodė galimas dar didesnes ozono koncentracijas (6 pav.), kurios galėjo būti artimos $200 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Tačiau tokių koncentracijų nebuvo išmatuota tuo metu ir Lenkijoje, pro kurią šios oro masės praėjo.

Apskritai 2007 metai pasižymėjo nedidelėmis ozono koncentracijomis vasaros metu.

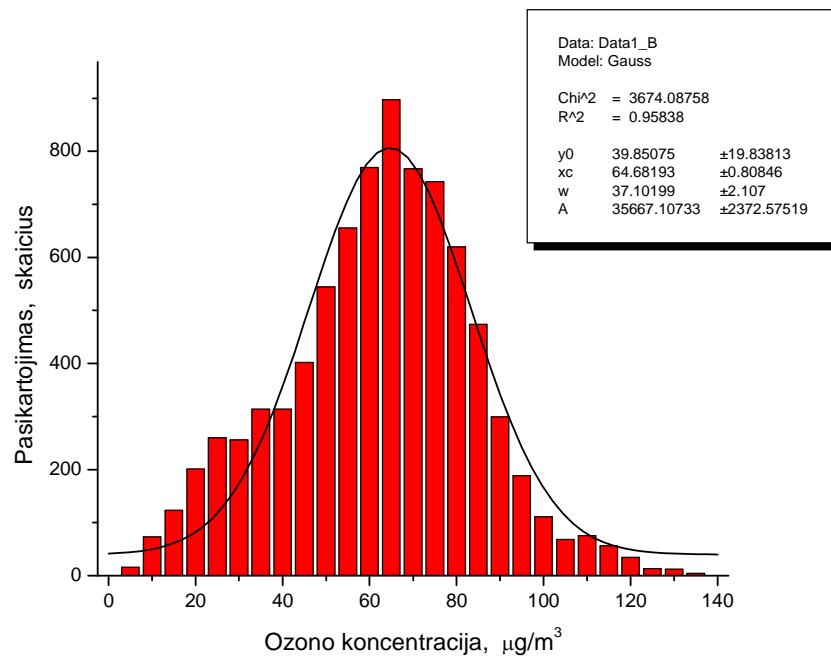


5 pav. Oro masių pernašos atgalinės trajektorijos, 2007 metų gegužės 22 dieną

Ozone $\mu\text{g}/\text{m}^3$ Level 1 22.05.2007 Daily Maximum



6 pav. Didžiausių valandinių ozono koncentracijų prognozė 2007 metų gegužės 22 dienai.
Šaltinis: http://www.eurad.uni-koeln.de/index_e.html?index_home_e.html



7 pav. Ozono valandinių koncentracijų dažnio pasiskirstymas Preilos stotyje

Buvo išanalizuotas visų ozono valandinių duomenų dažninis pasiskirstymas stotyje, kuris gerai gali būti aprašytas Gauso pasiskirstymu (7 pav.).

Ozono valandinių koncentracijų dažnio pasiskirstymas stotyse parodė, kad dažniausiai registruojamos reikšmės stotyje tame pačiame intervale kaip pernai. Ozono koncentracijų virš 120 µg/m³ atsikartojimas stotyje buvo labai mažas, mažesnis nei 2006 metais.

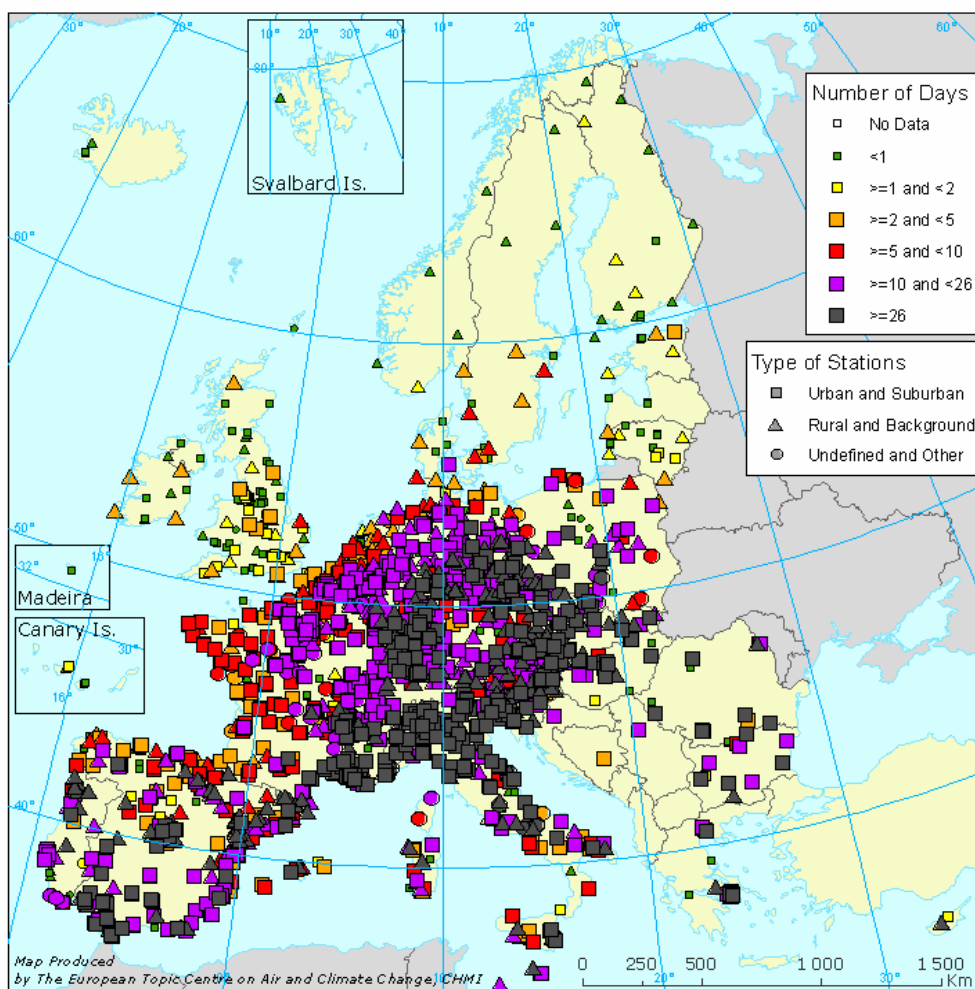
5 ir 6 lentelėse pateikiama ozono koncentracijos statistika Preilos stotyje už 2007 metus. Apskaičiuotos AOT40 vertės miškų apsaugai (5 lentelė) stotyje neviršijo 2002/3/EB direktyvos III priede pateikto leistino lygio, t.y., 20000 µg/m³ x h., tuo pačiu ir 5-ių metų vidurkis neviršijo šio lygio.

AOT40 siektina vertė (18000 µg/m³ x h, imant penkerių metų vidurkį), nustatyta augalijos apsaugai Lietuvoje irgi nebuvo pasiekta. Šis reikalavimas įsigalios tik nuo 2010 metų. Ilgalaikis tikslas - 6000 µg/m³ x 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 (2 lentelė) 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 nebuvo stebėtas (8 pav.).

Exceedance of the $120 \mu\text{g}/\text{m}^3$ Ozone LTO for Health Protection

Reference Period: April - September 2007
(last update 4.12.2007, based on data received before 4.12.2007)



8 pav. Ozono koncentracijos (8 valandų vidurkis $>120 \mu\text{g}/\text{m}^3$) pasiskirstymas Europoje
Šaltinis: http://air-climate.eionet.europa.eu/databases/o3excess/o3_2007_summer_maps.html

Pažemio ozono koncentracijos statistiniai parametrai Preilos monitoringo stotyje

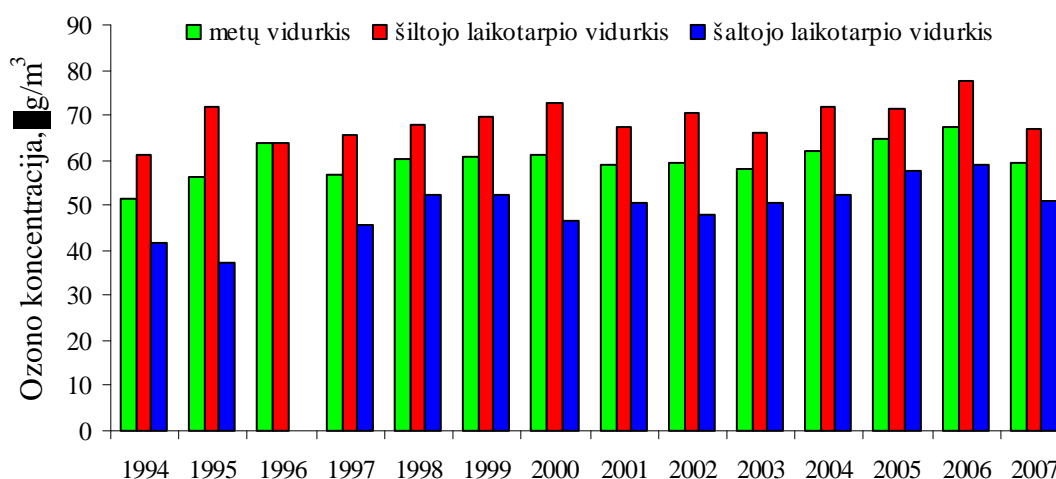
Parametras	Vertė	Vienetai	Laikotarpis	Direktyva	Pastabos
<i>1</i>	<i>2</i>	<i>3</i>	<i>4</i>	<i>5</i>	<i>6</i>
Metinis vidurkis	59,2	$\mu\text{g}/\text{m}^3$		2002/3/EB	
Patikimų duomenų skaičius:					
kalendoriniai metai	8487 (96,9%)	valandų skaičius	sausis -gruodis	2002/3/EB	ne daugiau kaip 8760
vasaros metas	4293 (97,7%)	valandų skaičius	balandis-rugsėjis	2002/3/EB	ne daugiau kaip 4392
žiemos metas	4194 (96%)	valandų skaičius	sausis-kovas ir spalis-gruodis	2002/3/EB	ne daugiau kaip 4368
Didžiausia mėnesio reikšmė:					
balandis	130	$\mu\text{g}/\text{m}^3$			
gegužė	131	$\mu\text{g}/\text{m}^3$			
birželis	127	$\mu\text{g}/\text{m}^3$			
liepa	119	$\mu\text{g}/\text{m}^3$			
rugpjūtis	113	$\mu\text{g}/\text{m}^3$			
rugsėjis	89	$\mu\text{g}/\text{m}^3$			
8 valandų vidurkis >120 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	3*	dienų skaičius	kalendoriniai metai	2002/3/EB	* plačiau 6 lentelėje
Informavimo slenkstinės vertės - valandos vidurkis $>180 \mu\text{g}/\text{m}^3$ - viršijimas	0	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 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ - viršijimas	0	valandų skaičius		2002/3/EB	
AOT40 miškų apsaugai	9220 (9435)	$\mu\text{g}/\text{m}^3 \times \text{h}$	balandis-rugsėjis	2002/3/EB	Skliaustuose pateiktos reikšmės perskaičiuotos pagal 3 formulę
Patikimų duomenų skaičius	2141	valandų skaičius	balandis-rugsėjis, 8-20 val.		ne daugiau kaip 2196
AOT40 augmenijos apsaugai	6408 (6505)	$\mu\text{g}/\text{m}^3 \times \text{h}$	gegužė-liepa	2001/81/EB 2002/3/EB	Skliaustuose pateiktos reikšmės perskaičiuotos pagal 3 formulę
Patikimų duomenų skaičius	1092	valandų skaičius	gegužė-liepa, 8-20 val.		ne daugiau kaip 1104
AOT60 žmonių sveikatos apsaugai	159	$\mu\text{g}/\text{m}^3 \times \text{h}$	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 28	130
	Kovo 30	132
	Gegužės 22	131

Gyventojų informavimo slenkstis ($180\mu\text{g}/\text{m}^3$) 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 paros per kalendorinius metus, imant trejų metų vidurkį, taip pat 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 $\text{AOT } 60 = 0$.



9 pav. Ozono koncentracijos vidutinių reikšmių kaita per 1994–2007 metus Preilos stotyje atskirais laikotarpiais: šiltuoju (balandis-rugsėjis), šaltuoju (spalis-kovas) ir kalendoriniais metais

Ozono koncentracijos lygio kaita nuo 1994 metų, t.y. nuo tada kai pradėta vykdyti Integruoto monitoringo programa Lietuvos stotyse, pateikta 9 paveiksle. Preilos stotyje stebėtas nedidelis teigiamas vidutinių metinių koncentracijų trendas iki praeitų 2006 metų, nors jis buvo ir statistiškai nežymus. Šiais 2007 metais užregistruota ozono koncentracijos lygio sumažėjimas tiek šiltuoju, tiek ir šaltuoju metų laikotarpiu. Vidutinė metinė ozono koncentracija stotyje šiais metais žymiai mažesnė už 2006 metų vidurkį: 59,2 ir 67,2 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, atitinkamai.

IŠVADOS

Ozono koncentracija 2007 metais EMEP stotyje Preiloje vidutinė metinė koncentracijos buvo $59,2 \mu\text{g}/\text{m}^3$, t.y., žymiai mažesnė nei 2006 metais.

Ozono koncentracijos sezoninėje eigoje stebėtas ankstyvas pavasarinis padidėjimas kovo mėnesį, kuris prasitęsė iki vasaros pabaigos.

Didžiausios koncentracijos stotyje 2007 metais buvo išmatuotos kovo 30 dieną: $132,4 \mu\text{g}/\text{m}^3$, kurios kilmė yra sietina su tolimąja oro masių pernaša.

Ozono valandinių duomenų dažninis pasiskirstymas gali būti aprašomas Gauso pasiskirstymu. Dažniausiai stebimų ozono valandinių koncentracijų intervalas, palyginus su 2006 metais, nepakito.

Apskaičiuotos AOT40 vertės miškų apsaugai stotyje neviršijo ($9220 \mu\text{g}/\text{m}^3 \times \text{h}$ ir $9435 \mu\text{g}/\text{m}^3 \times \text{h}$ perskaičiuotasis) 2002/3/EB direktyvos III priede pateikto leistiną lygį, t.y., $20000 \mu\text{g}/\text{m}^3 \times \text{h}$.

Per 2007 metus gyventojų informavimo ($180 \mu\text{g}/\text{m}^3$) nebuvo viršytas ir pavojaus ($240 \mu\text{g}/\text{m}^3$) slenkstis nebuvo pasiektas. 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, stotyje nebuvo viršytas. 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 2007 metais neviršijo leistinos absoliučios $5800 \mu\text{g}/\text{m}^3 \times \text{h}$ ribos, tačiau viršijo žmonių sveikatai nustatytą kritinį lygį $\text{AOT } 60 = 0$.

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