

Pažemio ozono tyrimų rezultatai, jų svarba ir perspektyva aplinkos būklės vertinime

*Rasa Girgždienė, Fizinių ir technologijos
mokslų centro Fizikos institutas*

2010 m. liepos 22 d., Vilnius

Iki š.m. liepos ozono koncentracijos aplinkos ore normas Lietuvoje reglamentavo:

❖ **Europos parlamento ir Tarybos direktyva 2002/3/EB dėl ozono aplinkos ore, dar žinoma kaip trečioji Tarybos direktyvos 96/62/EB dėl aplinkos oro kokybės vertinimo ir valdymo dukterinė direktyva,**

❖ **Europos parlamento ir Tarybos direktyva 2001/81/EB dėl tam tikrų į atmosferą išmetamų teršalų nacionalinių limitų;**

❖ **Lietuvos Respublikos aplinkos ministro ir sveikatos apsaugos ministro 2002 10 17 įsakymas Nr. 544/508;**

❖ **Lietuvos Respublikos aplinkos ministro 2003 09 25 įsakymas Nr. 468.**

❖ **Nauja direktyva Europos Parlamento ir Tarybos Direktyva **2008/50/EB** „Dėl aplinkos oro kokybės ir švaresnio oro Europoje“.**

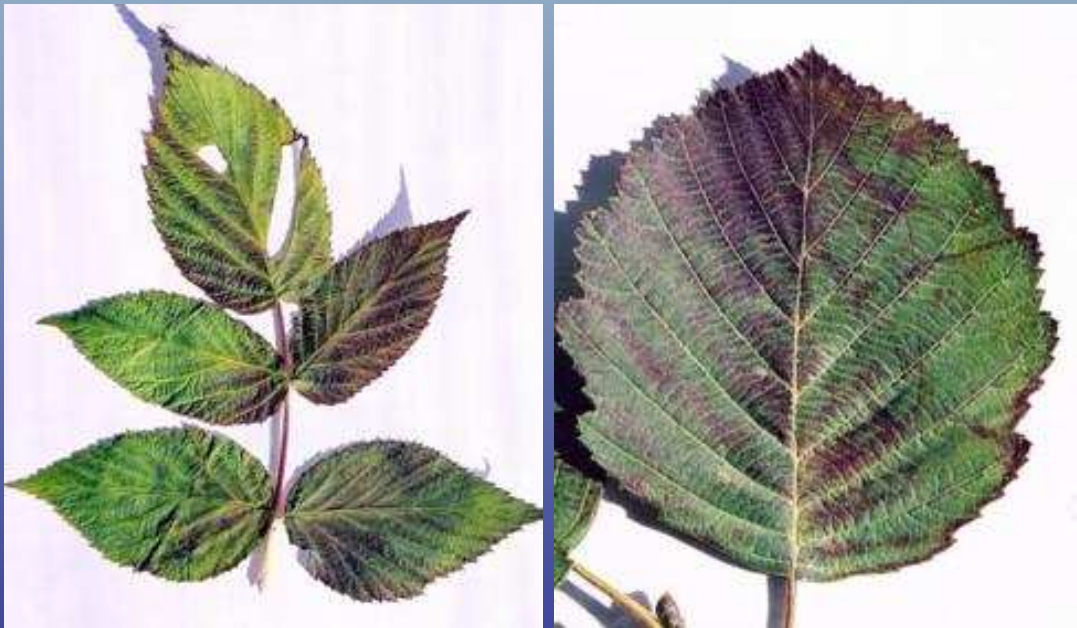
Žalingas ozono poveikis augmenijai:



Drebulės
lapas

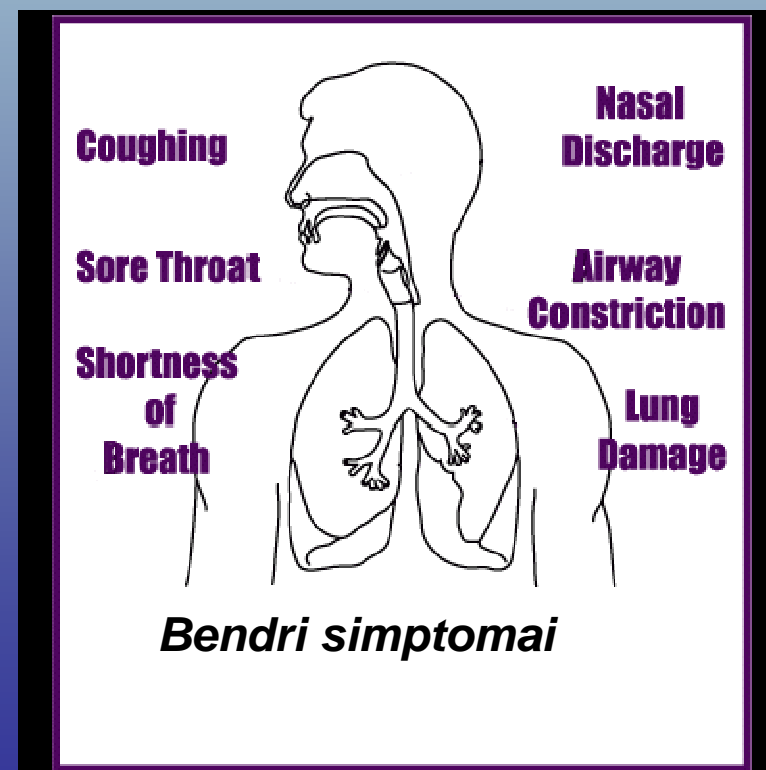


Pušies šakelė

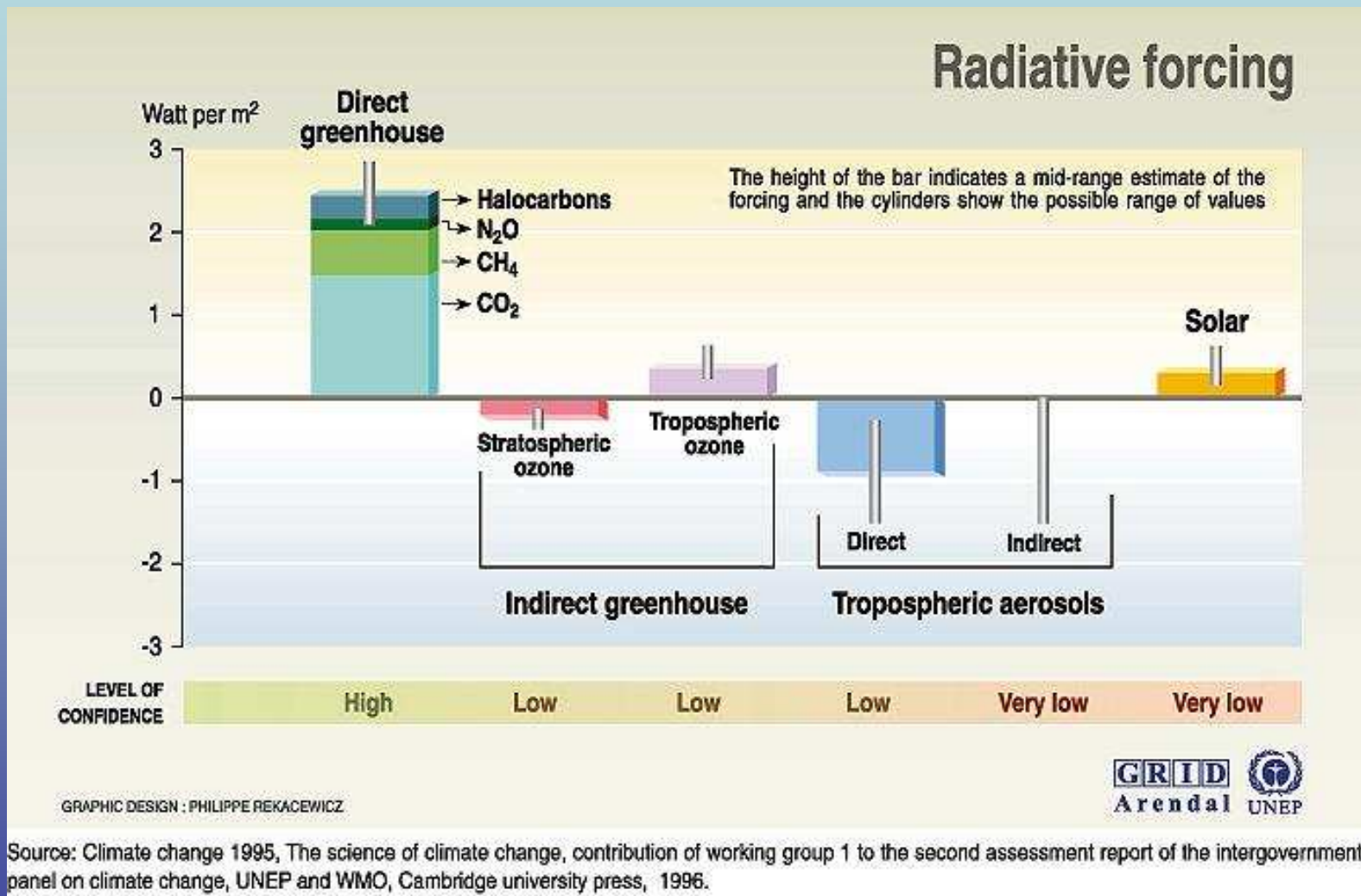


Ozono sukelti augalų pažeidimai: paprastoji avietė (Ignalinos raj.)
ir baltalksnis (Šakių raj.) <http://gamta.vdu.lt>

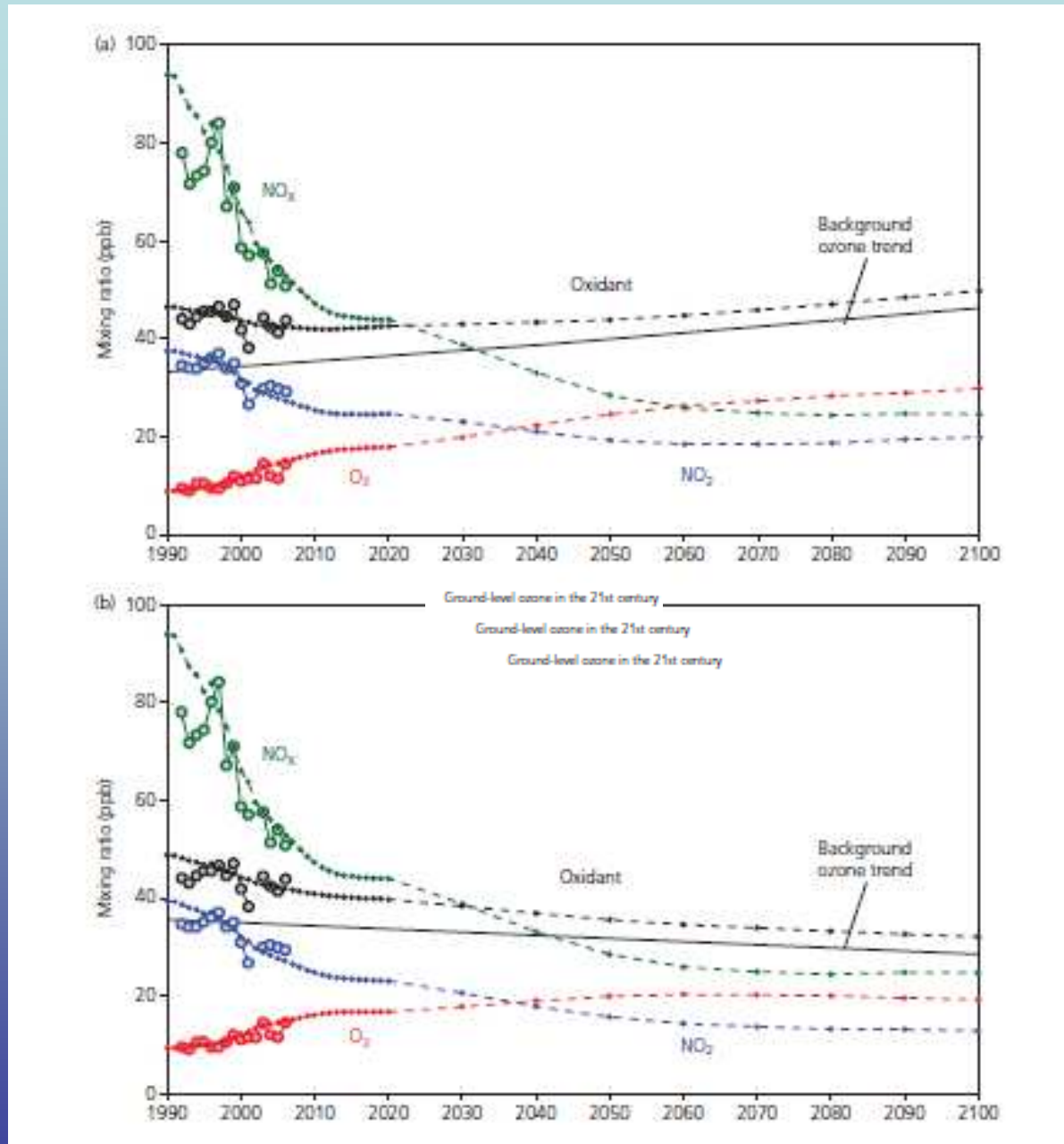
| Ozono koncentracija, $\mu\text{g}/\text{m}^3$ | Poveikis žmogaus sveikatai |
|---|---|
| 30 | Kvapo slenkstis |
| 70 | Gerklės suerzinimas ir akių uždegimas labai jautriems ozonui žmonėms |
| 100 | Galvos skausmas |
| 160 | Neigiamas poveikis plaučių veiklai esant fizinam krūviui |
| 200 | Astmos priepuolių padažnėjimas, leukocitų skaičiaus padidėjimas, imuninės sistemos suaktyvėjimas |
| 240 | Plaučių funkcijų prislopinimas (po 1 val.), darbo našumo sumažėjimas |
| 400 | Akies raumens funkcijos prislopinimas, skausmas krūtinėje, centrinės nervų sistemos prislopinimas |
| 800 | Audinių uždegiminė reakcija |
| 1000 | Chromosomų pokyčiai (po 6-10 val) |



Poveikis klimatui – keičia Saulės energetinio poveikio Žemės klimato sistemai balansą

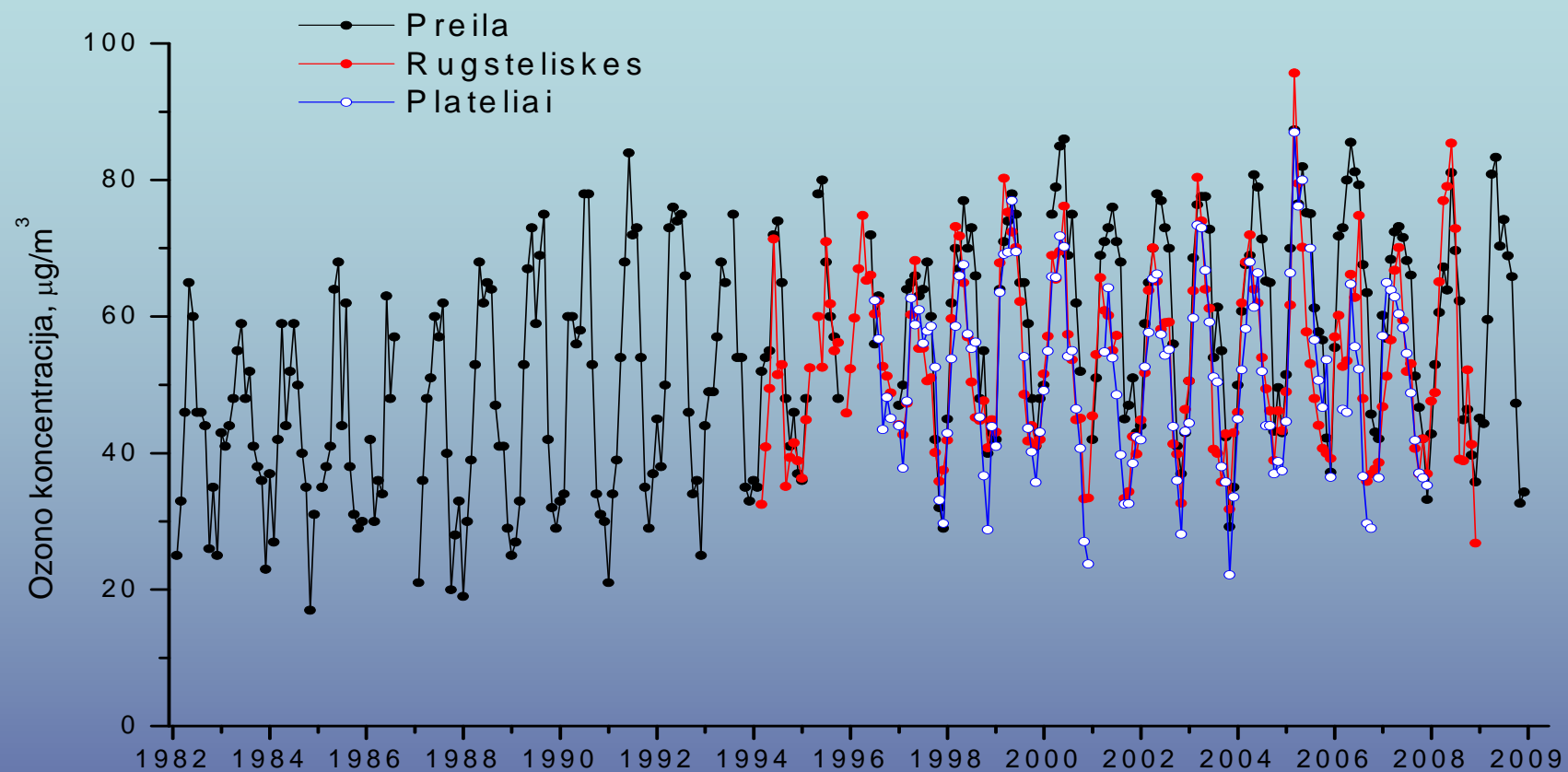


Pažemio ozono lygio teorinis trendas iki 2100 metų



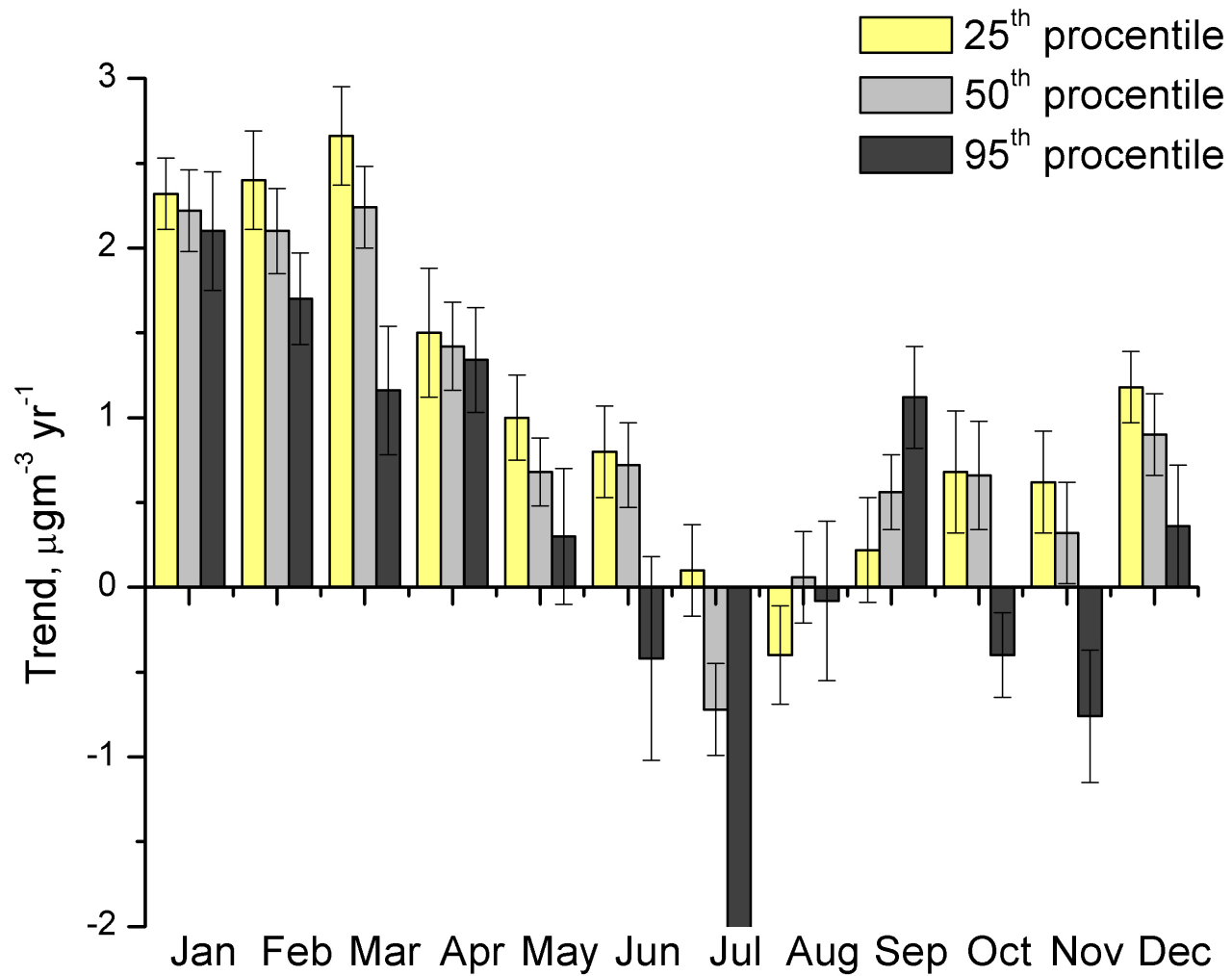
Šaltinis: The Royal Society, Ground-level ozone in the 21st century

Ozono koncentrācijas tendas stotyse



**Preila: + 0,73 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ per metus 1993-2005,
+ 0,5 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ per metus 1993-2009.**

**Rūgštelškēs: + 0,2 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ per metus 1994-2005,
+ 0,1 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ per metus 1994-2009**



Ozono koncentrācijas tendas atsevišķos mēnesiņos

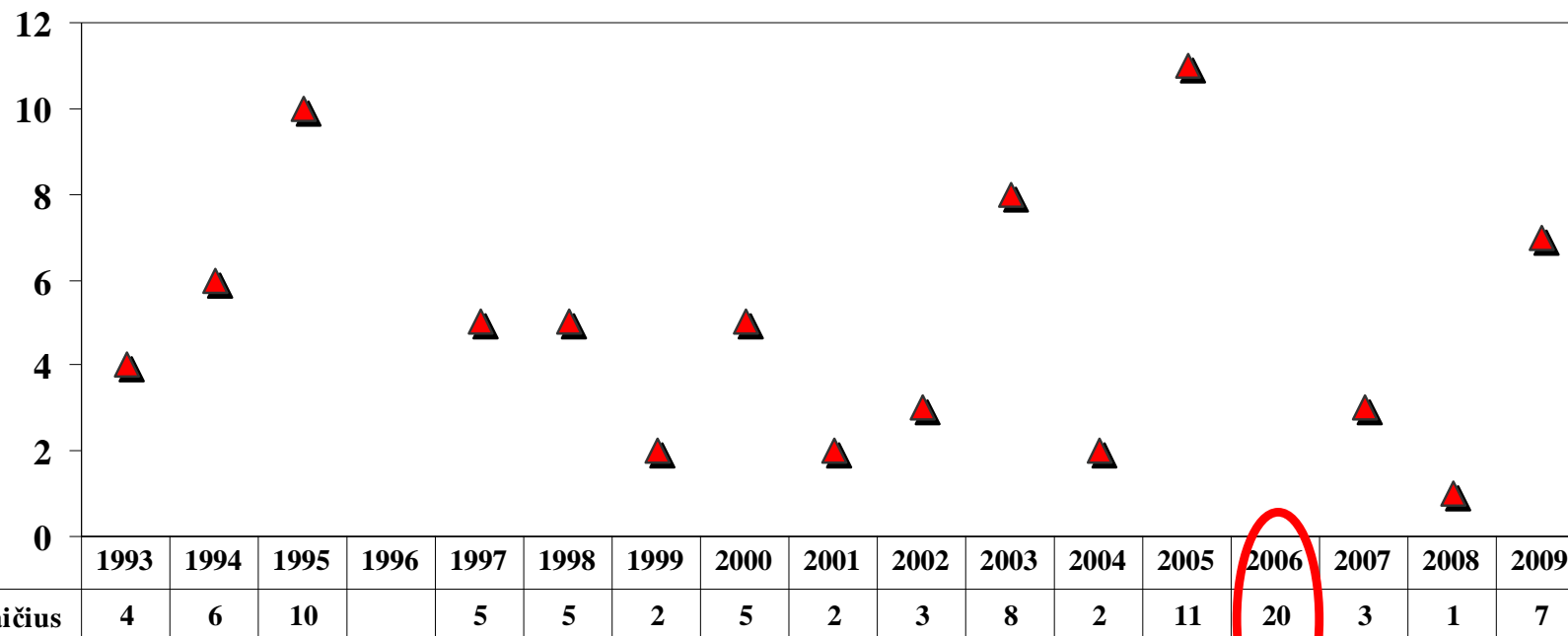
2002/3/EB direktyva

| | Parametrai | |
|--|--|---|
| 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. (2010 m. siektina vertė) |
| 1. Ilgalaikiai tikslai nustatyti žmonių sveikatos apsaugai | Didžiausias paros 8 valandų vidurkis per kalendorinius metus | 120 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (Ilgalaikius tikslus atitinkanti vertė) |

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



Riba – 25 dienos

Dienų skaičius per metus, kai 8 val. vidurkis viršijo 120 µg/m³

Remiantis 2001/81/EB Direktyva bei LR Aplinkos ministro įsakymu Nr. 468 yra nustatytas pažemio ozono kritinis lygis žmonių sveikatai.

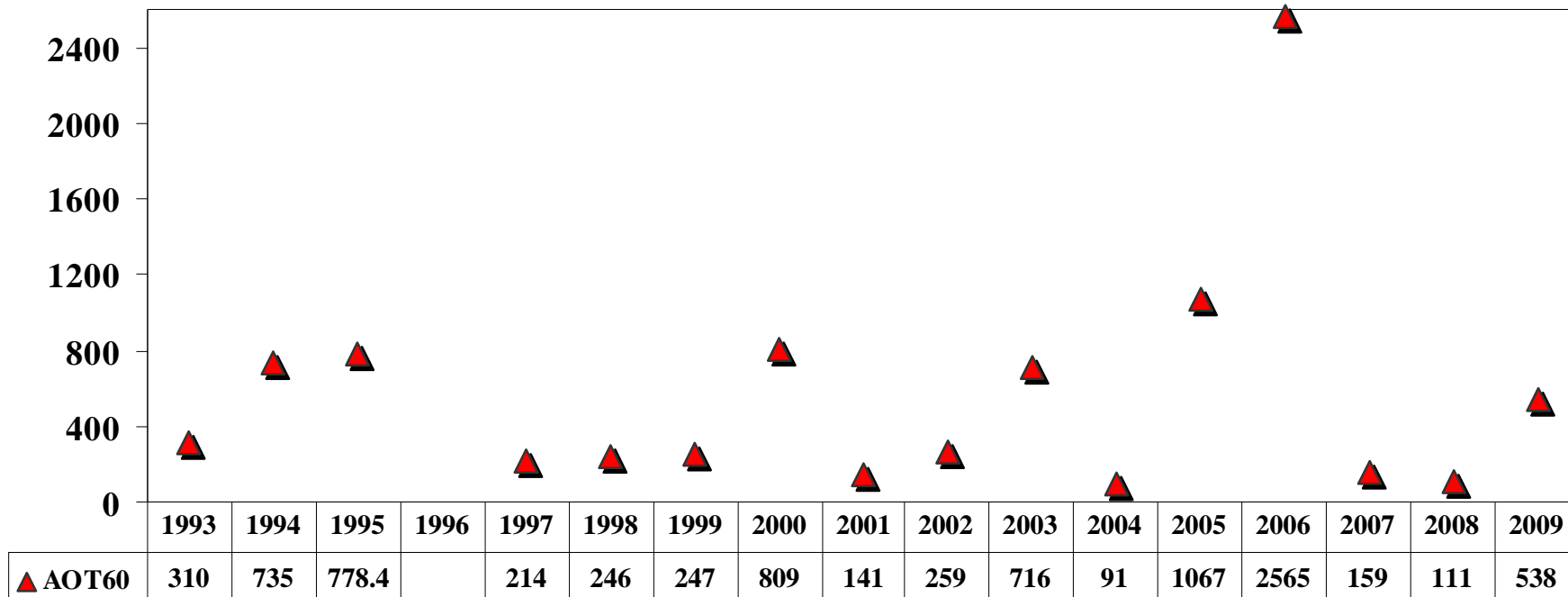
Šis lygis nusakomas indikatoriumi **AOT 60 (Accumulated exposure Over a Threshold)**, kuris yra didesnių nei $120 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (= 60 ppb) ir $120 \mu\text{g}/\text{m}^3$ pažemio ozono 1 valandos koncentracijų skirtumų suma per metus. Pagal tarpinius aplinkosaugos tikslus apibrėžtus šioje Direktyvoje 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 $150 \text{ km} \times 150 \text{ km}$ plote neturi viršyti absoliučios $5800 \mu\text{g}/\text{m}^3 \times \text{h}$ (2,9 ppm h) ribos.

Pasaulio Sveikatos Organizacijos (WHO) indikatorius **SOMO35 (Sum of Ozone Means Over 35 ppb)**, tai paros 8 valandų vidurkių, didesnių už $70 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (35ppb), suma per metus.

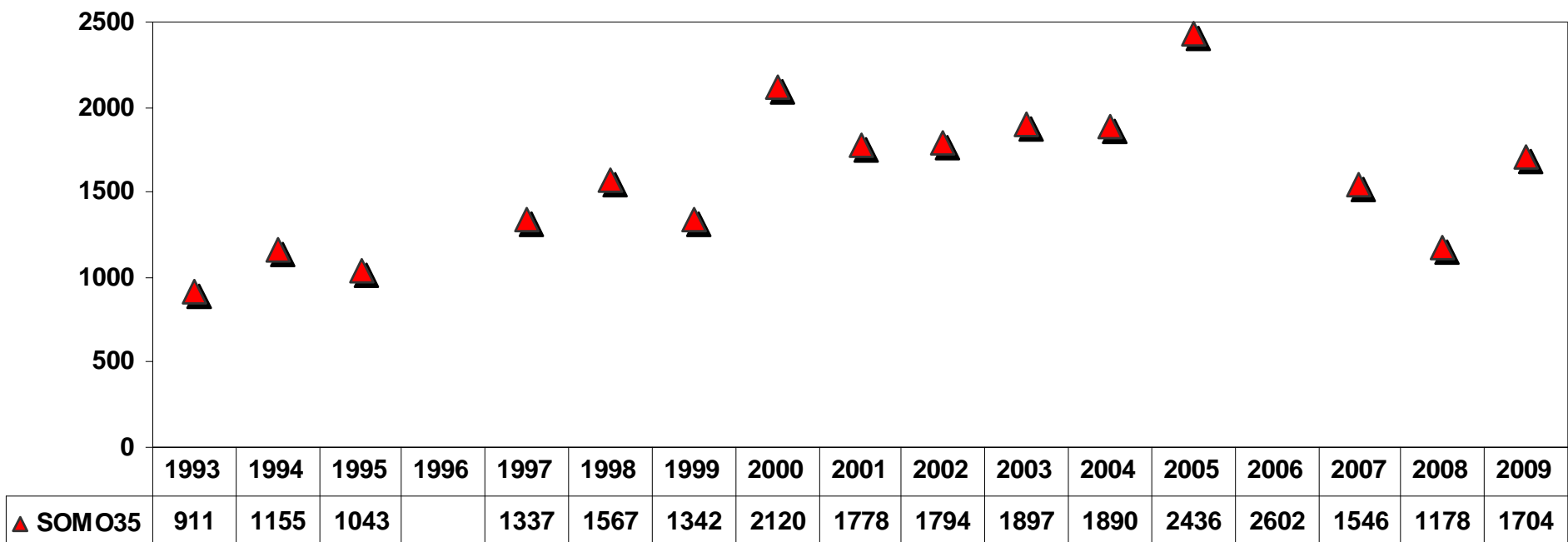
day365/366

$$\sum_{\text{day}1} \{(\max_8h_mean - 35 \text{ ppbv}, O_3 > 35 \text{ ppbv}), (0, O_3 \leq 35 \text{ ppbv})\}.$$

Kritinis lygis: AOT60 = 0

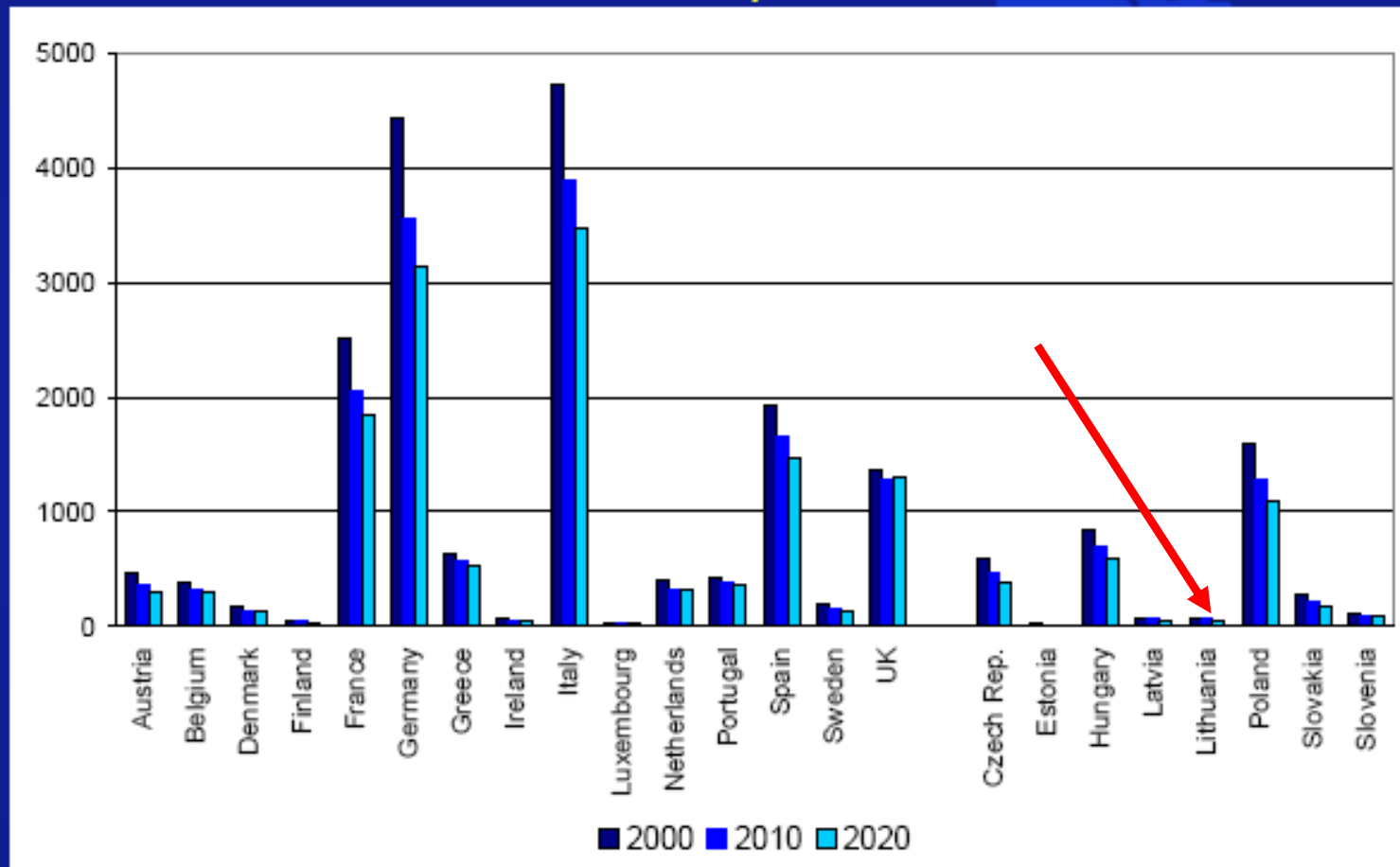


AOT60 ($\mu\text{g}/\text{m}^3 \times \text{val}$) indikatoriaus kaita



Indikatoriaus SOMO35 ($\mu\text{g}/\text{m}^3 \times \text{dienos}$) pokyčiai

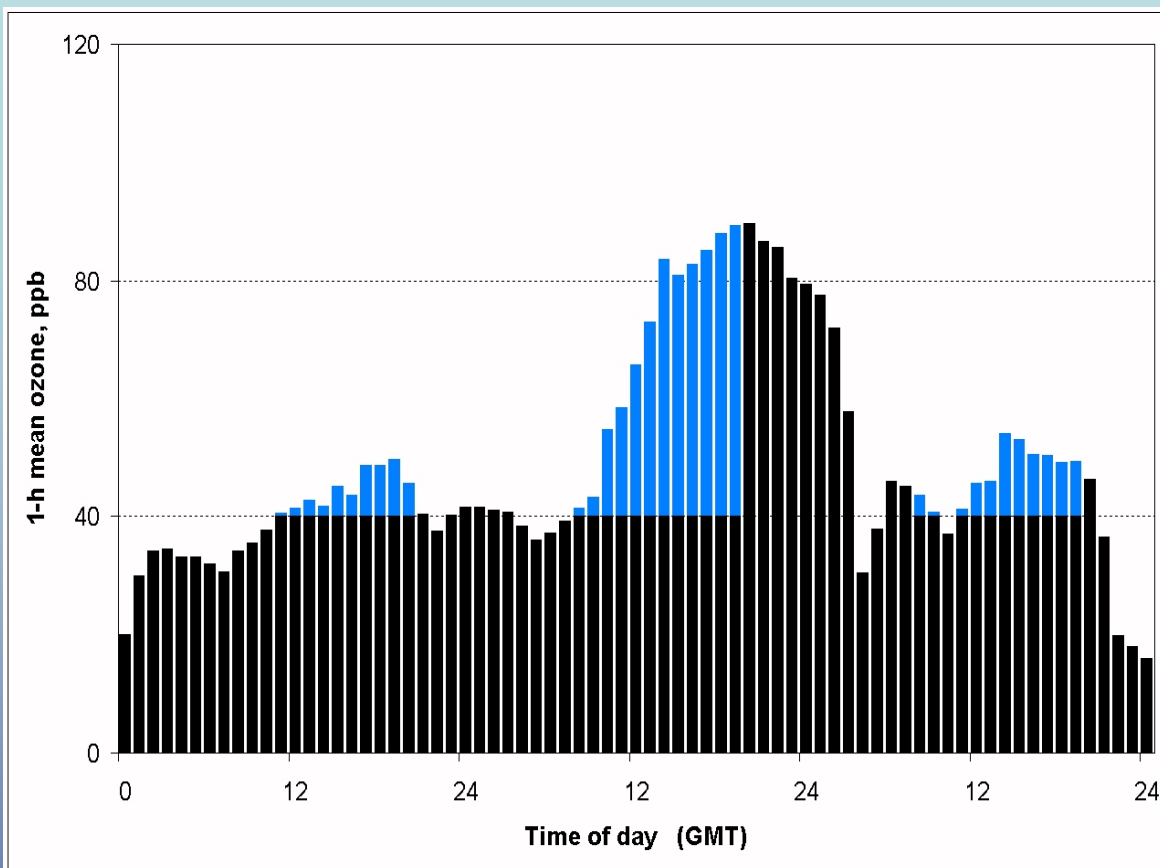
Premature mortality attributable to daily max. 8 hour means ozone > 35 ppb (SOMO35) (cases/year)



WHO European Centre for Environment and Health

Source: IIASA

Pirmalaikių mirčių skaičius per metus priskirtinas SOMO35 dydžiui.



$$(\text{AOT}) = \sum_i^N (C_i - T) \times \delta_i$$

AOT 40 (išreikštas $\mu\text{g}/\text{m}^3$) x valandų) yra skirtumo tarp valandinių ozono koncentracijų (C_i), didesnių už $80 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (= 40 dalių vienam milijardui, ppb) ir $80 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (T) suma per nustatytą laikotarpį. Vertinamos tik koncentracijos, išmatuotos nuo 8:00 iki 20:00 val. Vidurio Europos laiku kiekvieną dieną, per balandžio – rugsėjo mėnesius.

2002/3/EB direktyva

| Tikslas | Stoties rūšis | Parametras | Vidurkis, kaupimo laikas |
|--------------------|--|---|---|
| Augmenijos apsauga | Priemiesčio, kaimo vietovės, foninė kaimo vietovės | AOT40 = $6000 \mu\text{g}/\text{m}^3 \times \text{val.}$ (<i>3000 ppb h</i>) | 1 val., rinkta nuo gegužės iki liepos (3 metų vidurkis) |
| Miškų apsauga | Priemiesčio, kaimo vietovės, foninė kaimo vietovės | AOT40 = $20000 \mu\text{g}/\text{m}^3 \times \text{val.}$ (<i>10000 ppb h</i>) | 1 val., rinkta nuo balandžio iki rugsėjo (5 metų vidurkis) |

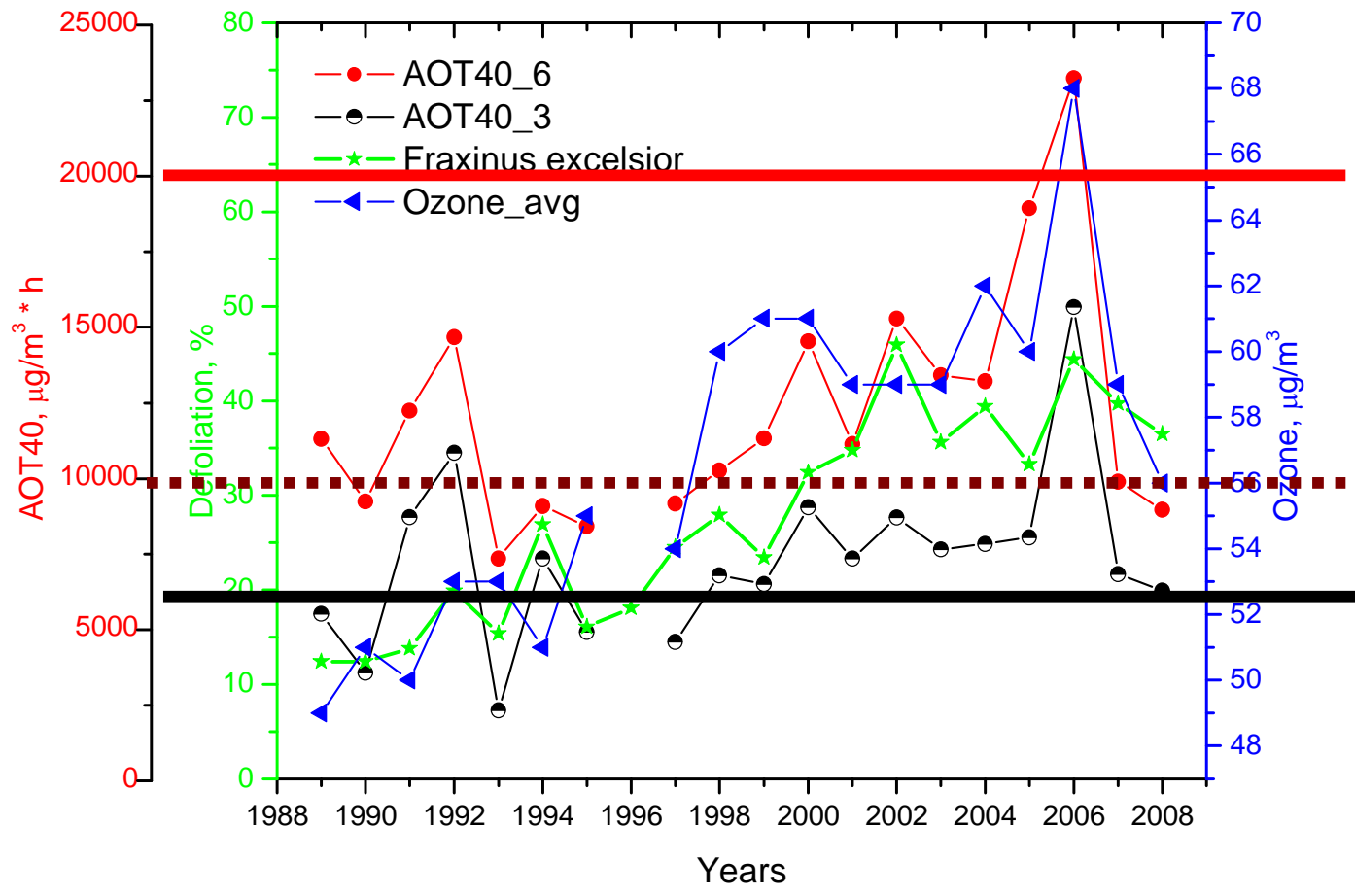
tačiau...

ICP on Modelling and Mapping of Critical Loads and Levels and Air Pollution Effects, Risks and Trends.

Manual of Mapping Critical Levels for Vegetation - nauja versija 2009 metų **AOT40 = 5000ppb h (10000 $\mu\text{g}/\text{m}^3$)**

3.5.5.1 *Ozone concentrations at canopy height*

| (Semi-) natural vegetation dominated by: | Critical level | Time period | Effect |
|--|---------------------|--|--|
| Annuals | An AOT40 of 3 ppm h | 3 months (or growing season, if shorter) | Growth reduction and/or seed production reduction in annual species |
| Perennials | An AOT40 of 5 ppm h | 6 months | Effects on total above-ground or below-ground biomass and/or on the cover of individual species and/or on accelerated senescence of dominant species |

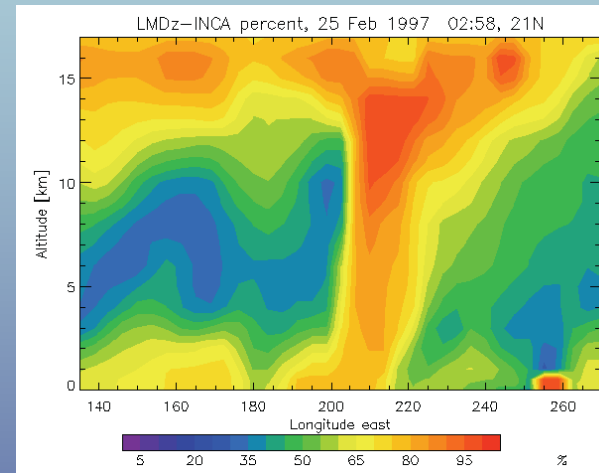


AOT40 (miškams **raudona** ir augmenijai juoda), uosių **defoliacijos** kaitos

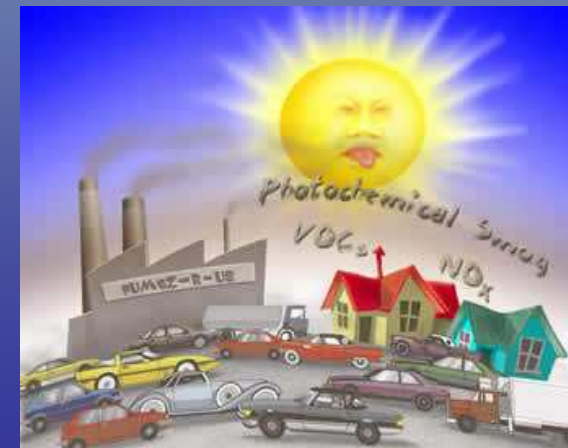
Ozono pažemio sluoksnyje pagrindiniai šaltiniai:

1. Tolimoji užterštų oro masių pernaša
2. Tarpkontinentinė užterštų oro masių pernaša

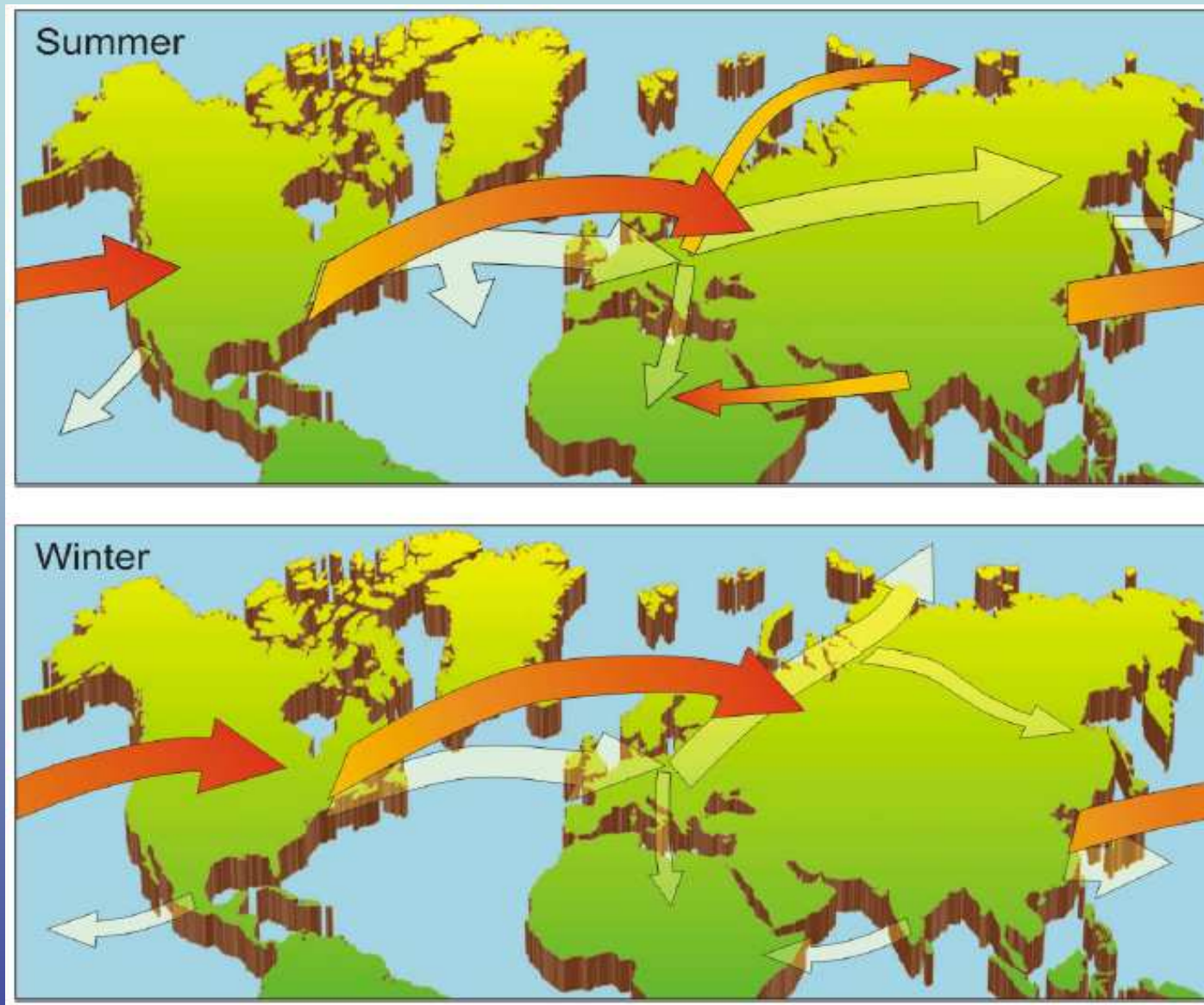
3. Patekimas iš stratosferos



4. Vietiniai fotocheminiai procesai



Oro masių tarpkontinentinės pernašos schema



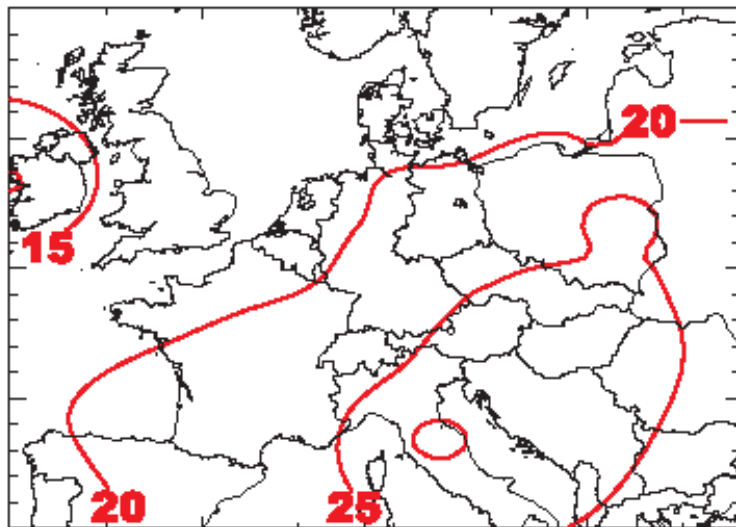
Transparent arrows: transport in boundary layer below 2 km

Colored arrows: transport in free troposphere

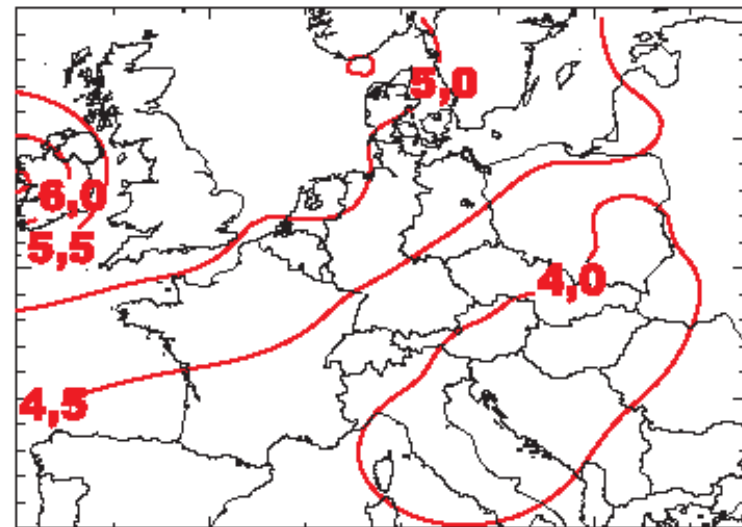
Stohl and Eckhard [2004]

Tarpkontinentinės pernašos indėlis į pažemio ozono koncentracijos metinį vidurkį

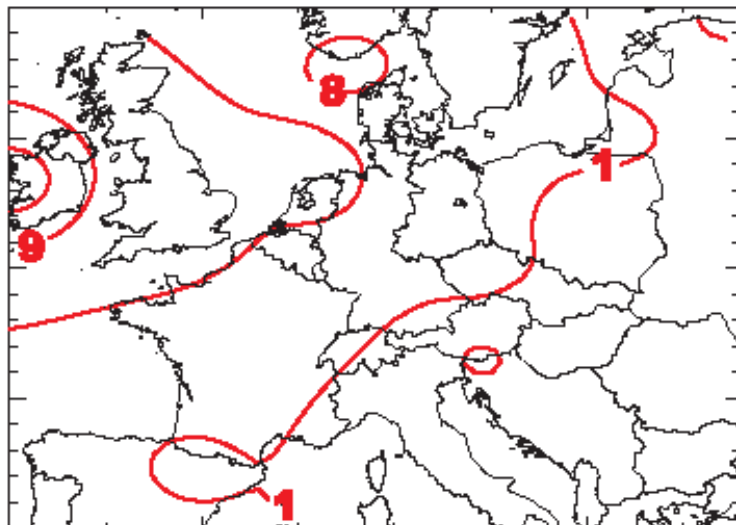
Europe (ppb)



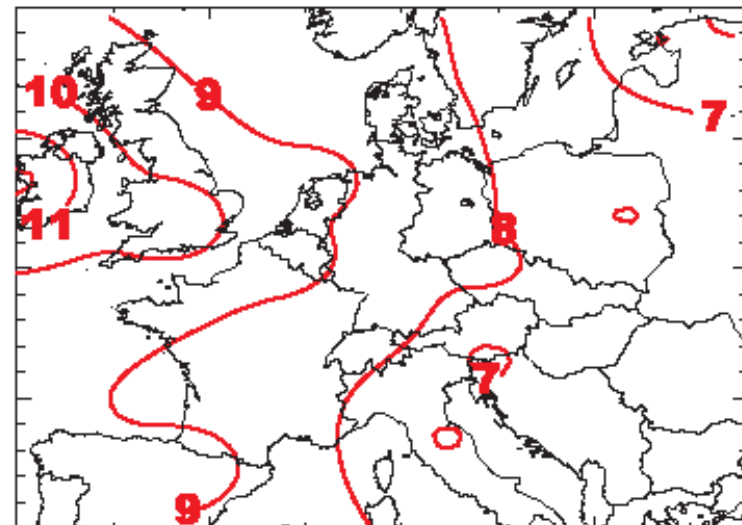
Asia (ppb)



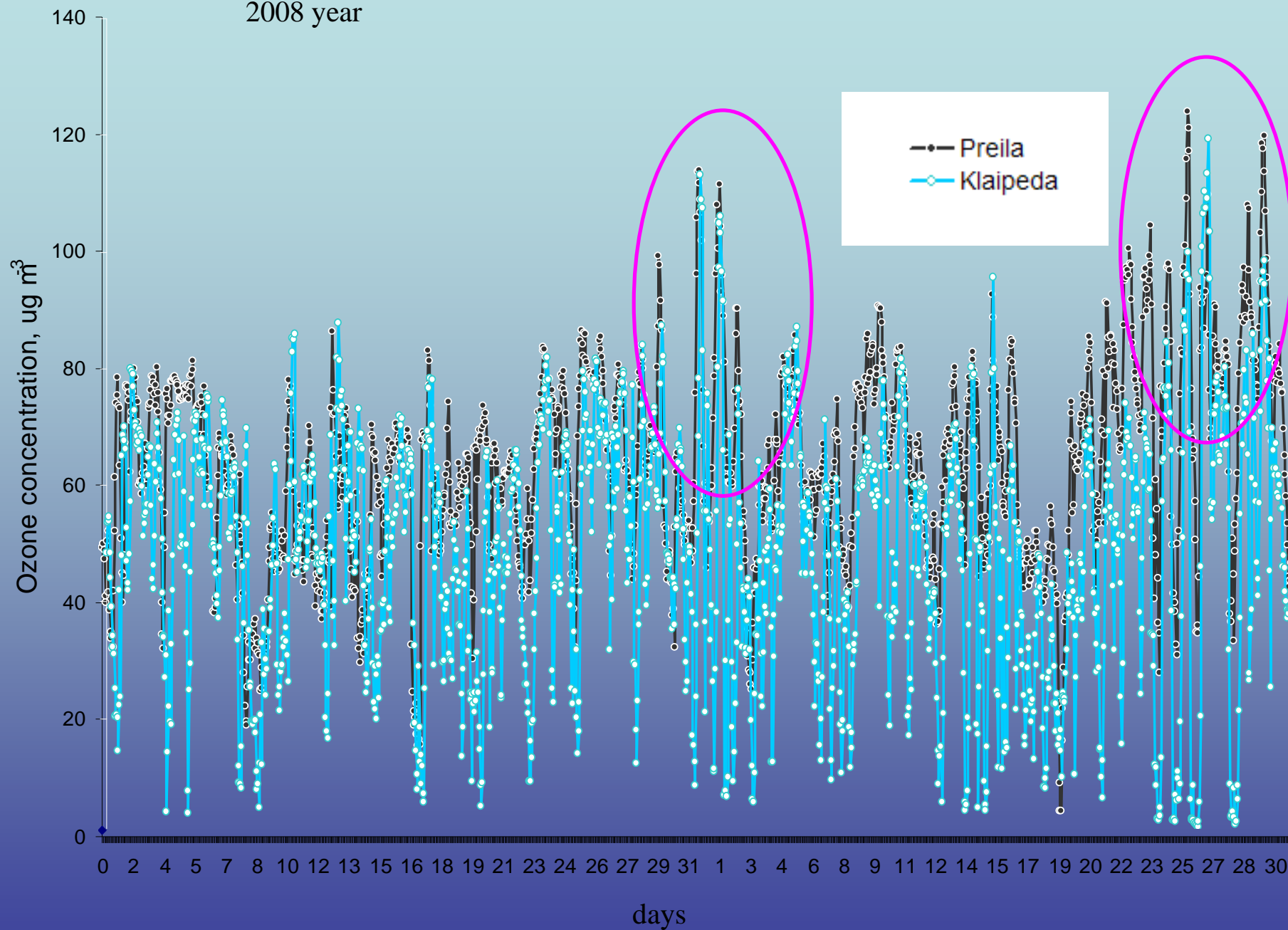
Strat-Trop (ppb)



N America (ppb)

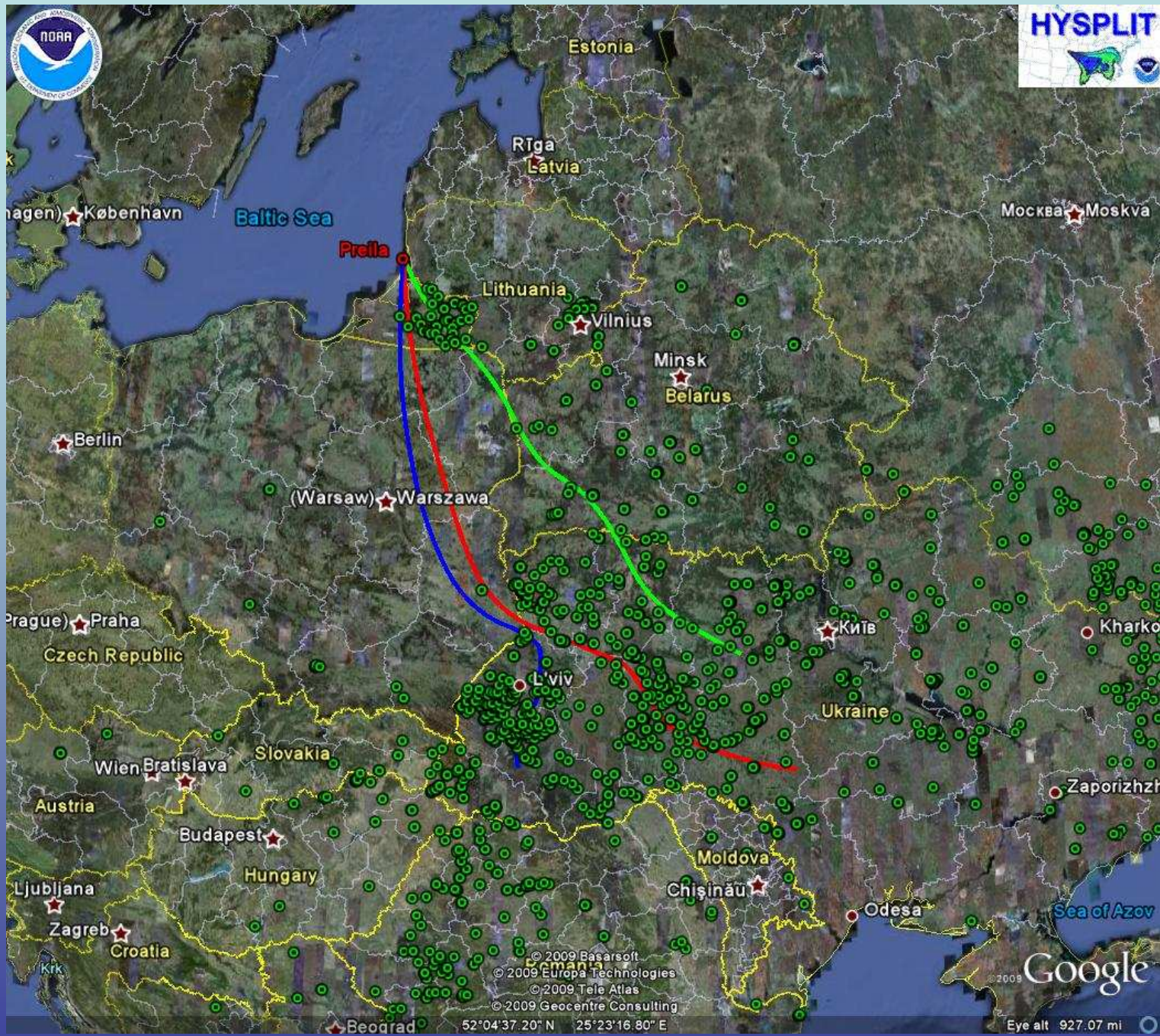


2008 year



March

April



48-h backward
air masses
trajectories
arriving at
heights of:

20 m

500 m

1000 m

2008-03-31

© 2009 Basarsoft
© 2009 Europa Technologies
© 2009 Tele Atlas
© 2009 Geocentre Consulting

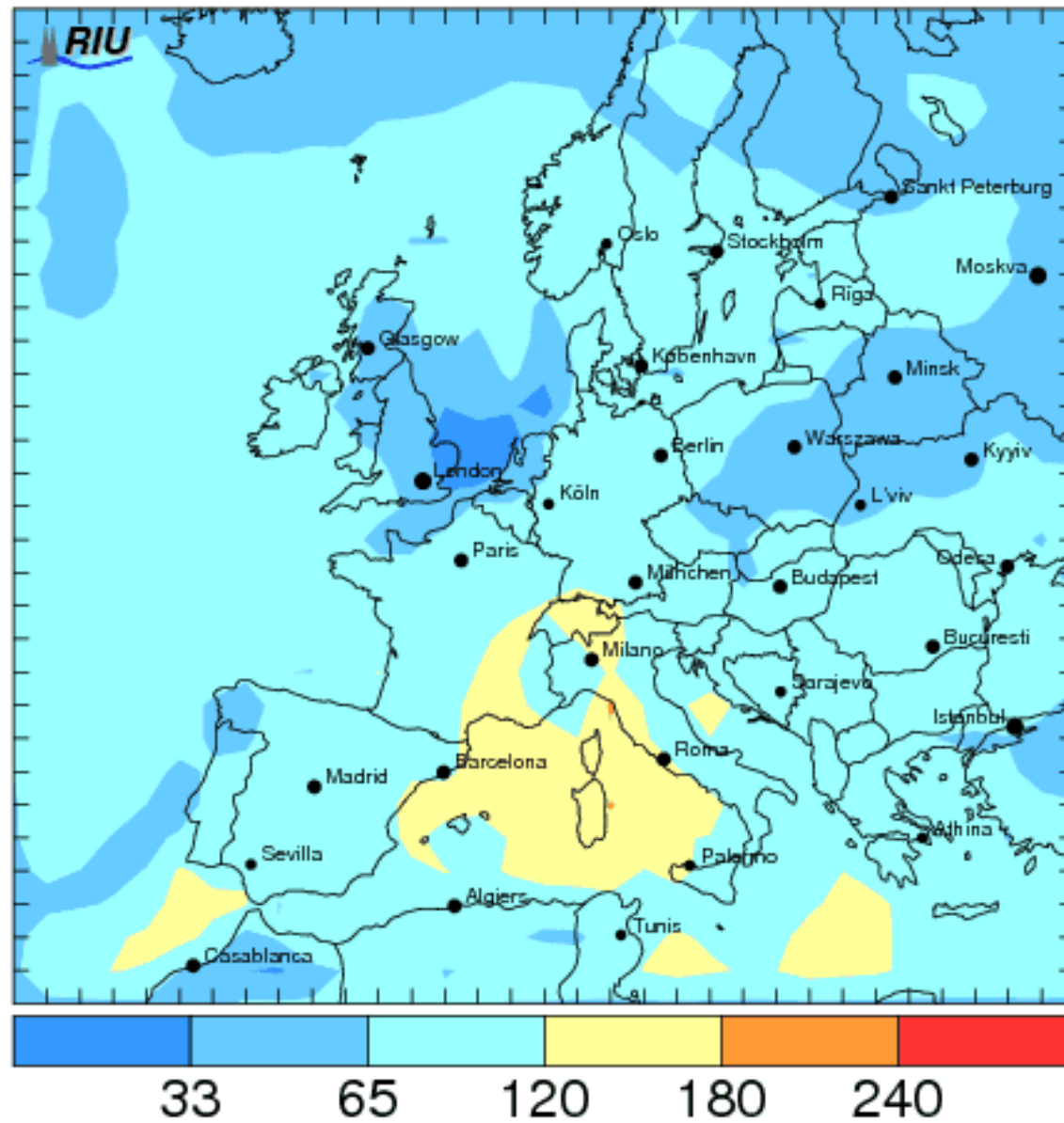
Google

Eye alt 927.07 mi

Ozone $\mu\text{g}/\text{m}^3$

Level 1

30.04.2010 00 UTC (F+24)



2005-2010 metai
Moksliniai straipsniai :

1. Girgzdiene R., S. Bycenkiene, A.Girgzdys, 2007, *Variations and trends of AOT40 and ozone in the rural areas of Lithuania*. Environmental Monitoring and Assessment, 127, 1-3, p. 327-335, ISSN: 0167-6369.
2. Augustaitis, A., I. Augustaitiene, G. Mozgeris, R. Girgzdiene, K. Arbaciauskas, I. Eitminaviciute, R. Mazeikyte, 2007, *Trend in ambient ozone and an attempt to detect its effect on biota in forest ecosystem. Step I of Lithuanian studies*. The ScientificWorld JOURNAL, 7 (S1), p. 37-46, ISSN: 1537-744X.
3. Augustaitis, A., I. Augustaitiene, A. Kliucius, R. Girgzdiene, D. Sopauskiene, 2007, *Contribution of Ambient Ozone to Changes in Scots Pine Defoliation on Territories under Regional Pollution. Step II of Lithuanian studies*. The ScientificWorld JOURNAL, 7 (S1), p. 47-57, ISSN: 1537-744X.
4. Bimbaitė, V., Girgždienė, R. 2007. *Evaluation of Lithuanian air quality monitoring data applying synoptical analysis*. Journal of Environmental Engineering and Landscape Management, XV, 3, p. 173-181, ISSN: 1648-6897.
5. Girgždienė R., R. Rameikytė, 2007. *Variation of PM₁₀ mass and aerosols number concentrations in Šiauliai, Lithuania*. Journal of Environmental Engineering and Landscape Management, 15, 1, p. 47-53, ISSN: 1648-6897.
6. Bycenkiene S., Rekasius T., Girgzdiene R., 2008. *Meteorologically adjusted ground-level ozone trend at Preila background site, Lithuanian Journal of Physics*, 48(2), p. 177-181. ISSN 1648-8504.
7. Chadyšienė, R., R. Girgždienė, A. Girgzdys, 2008. *Relationship of total ozone amount, UV radiation intensity, and the ground-level ozone concentration at rural Lithuanian sites*, Lithuanian Journal of Physics, 48(1), p. 99-106. ISSN 1648-8504.
8. Girgždienė R., B. Serafinavičiūtė, V. Stakėnas and S. Byčėnkienė, 2009. *Ambient Ozone Concentration and Its Impact on Forest Vegetation in Lithuania*. AMBIO, 38, 8, p. 432-436. ISSN 0044-7447.
9. Augustaitis, A., I. Augustaitiene, A. Kliucius, G. Pivoras, D. Sopauskiene and R. Girgzdiene, 2010. *The Seasonal Variability of Air Pollution Effect on Pine Conditions under Changing Climates*. European journal of forest research, 129, 3, p. 431-441. ISSN 1612-4669.
10. Bycenkiene S., R. Girgzdiene, 2005. *Comparison of pollutant data simulated by the EURAD model and measured at the Lithuanian background site* The 6th International Conference Environmental Engineering . Selected Papers. Volume I. Edited by D. Cygas and K. D. Froehner, May 26-27, 2005. Vilnius: Technika, 2005, p. 7-11.
11. R. Girgždienė and A. Girgzdys: 2006, *Relation between ozone level and human health from a sustainable development viewpoint*, The 4th International Conference Citizens and Governance for Sustainable Development CIGSUD'2006, Selected papers. Vilnius, 2006, p. 200-204.
12. Girgzdiene, R., G. Sakalauskiene, 2007. *Dynamic model of daily ozone and nitrogen dioxide concentration for the background condition*, Ecology (Bratislava), 26, 3, p. 330-339, ISSN: 1335-342X.
13. Chadyšienė R., Girgždienė R., Girgzdys A., 2005. *Ultraviolet radiation and ground-level ozone variation in Lithuania*. J. of Environmental Engineering and landscape management, 13, 1, 31-36. ISSN 1648-6897.
14. Girgždienė, R. [Гиргжде, Р.]; Болотько, Л.М., Демин, В.С.; Красовский, А.Н.; Людчик, А.М.; Покаташкин, В.И.. 2008, *Мониторинг приземного озона в Беларуси и Литве*. Природные ресурсы, № 1, p. 60-66. ISSN 1810-9810.
15. Šakalys J., R. Girgždienė, 2010. *Estimation of the ground-level ozone lifetime under rural conditions*. Lithuanian Journal of Physics, 50(2), p. 247-254. ISSN 1648-8504.

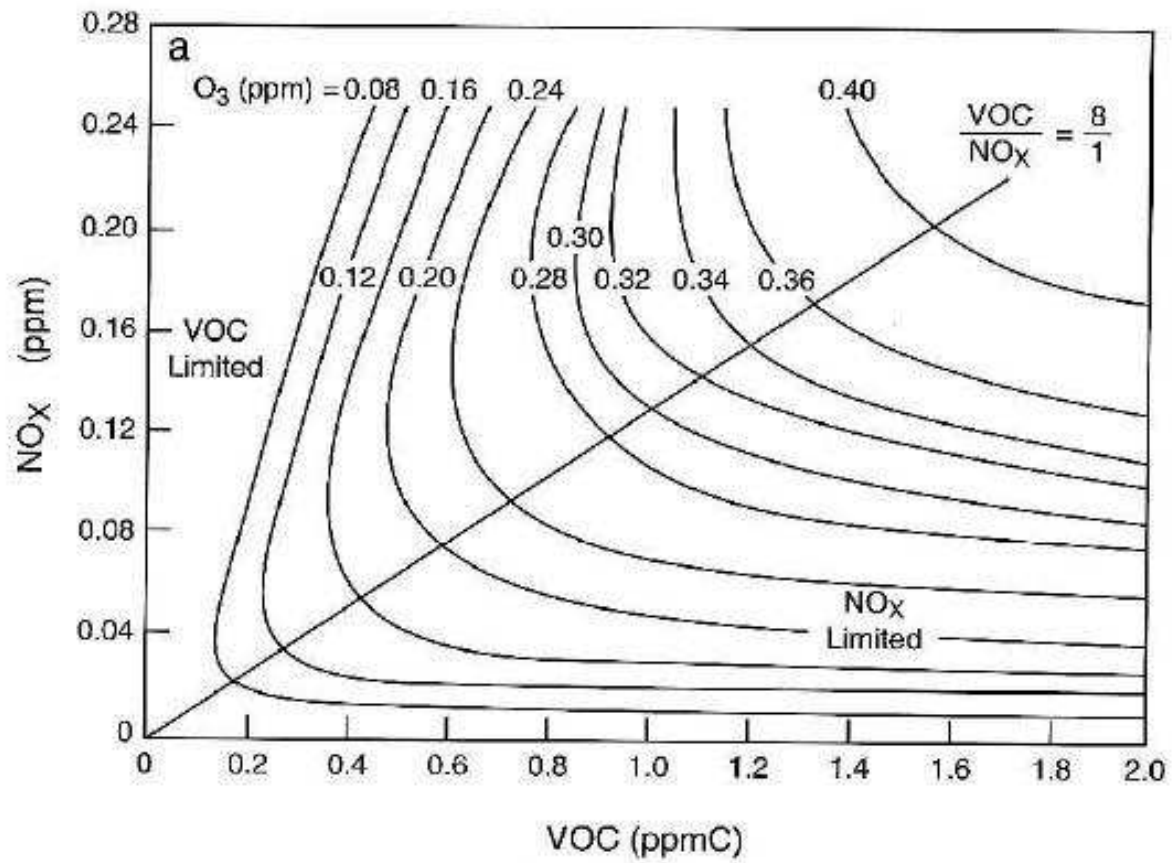
Baigiamieji magistriniai darbai

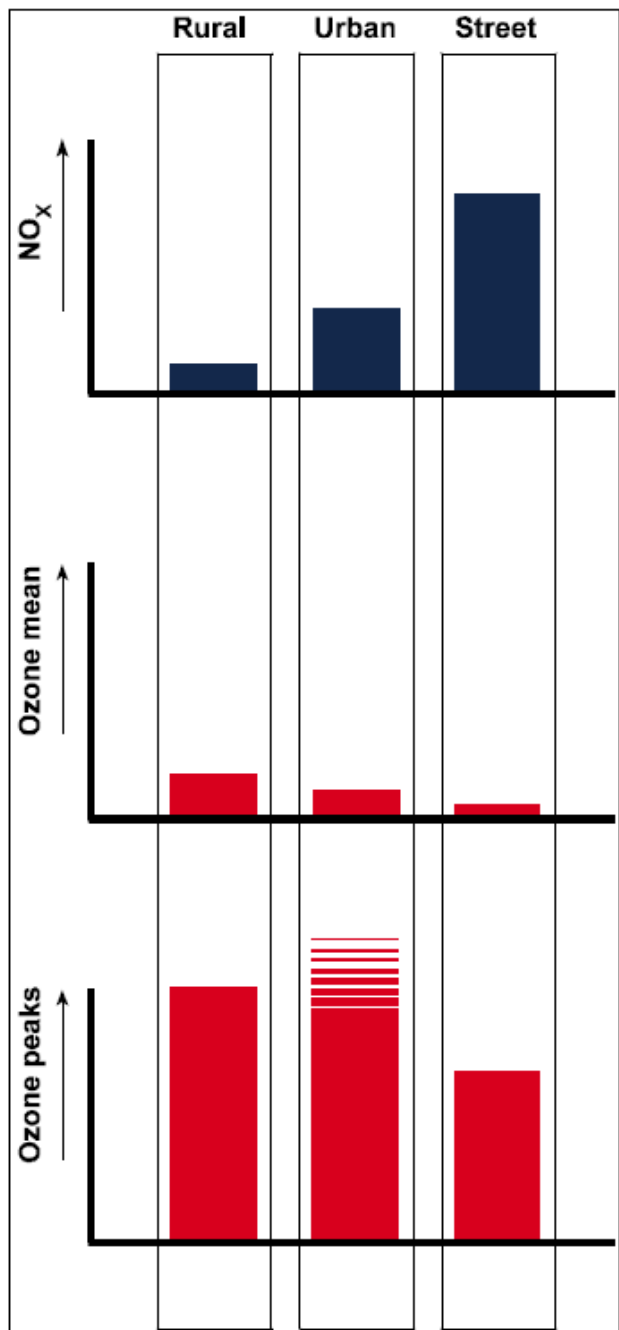
1. Alesia Chmelevskaja, 2005, Atgalinių oro masių trajektorijų metodo taikymas oro teršalų monitoringo duomenų analizei.
2. Vilma Bimbaitė, 2006, Lietuvos oro kokybės monitoringo duomenų įvertinimas taikant meteorologinę ir sinoptinę analizę.
3. Katažina Bialous, 2007, Kritulių įtaka ozono koncentracijos lygiui atmosferos pažemio sluoksnyje.
4. Vaida Šerevičienė, 2008, Ozono koncentracijos kaitos tyrimai taikant ultravioletinės absorbcijos metodą bei pasyviuosius kaupiklius.
5. Lina Pletkutė, 2010, Trumpalaikė ir ilgalaikė ozono koncentracijos kaita atmosferos pažemio sluoksnyje, jos priežastys.

Apgintos disertacijos

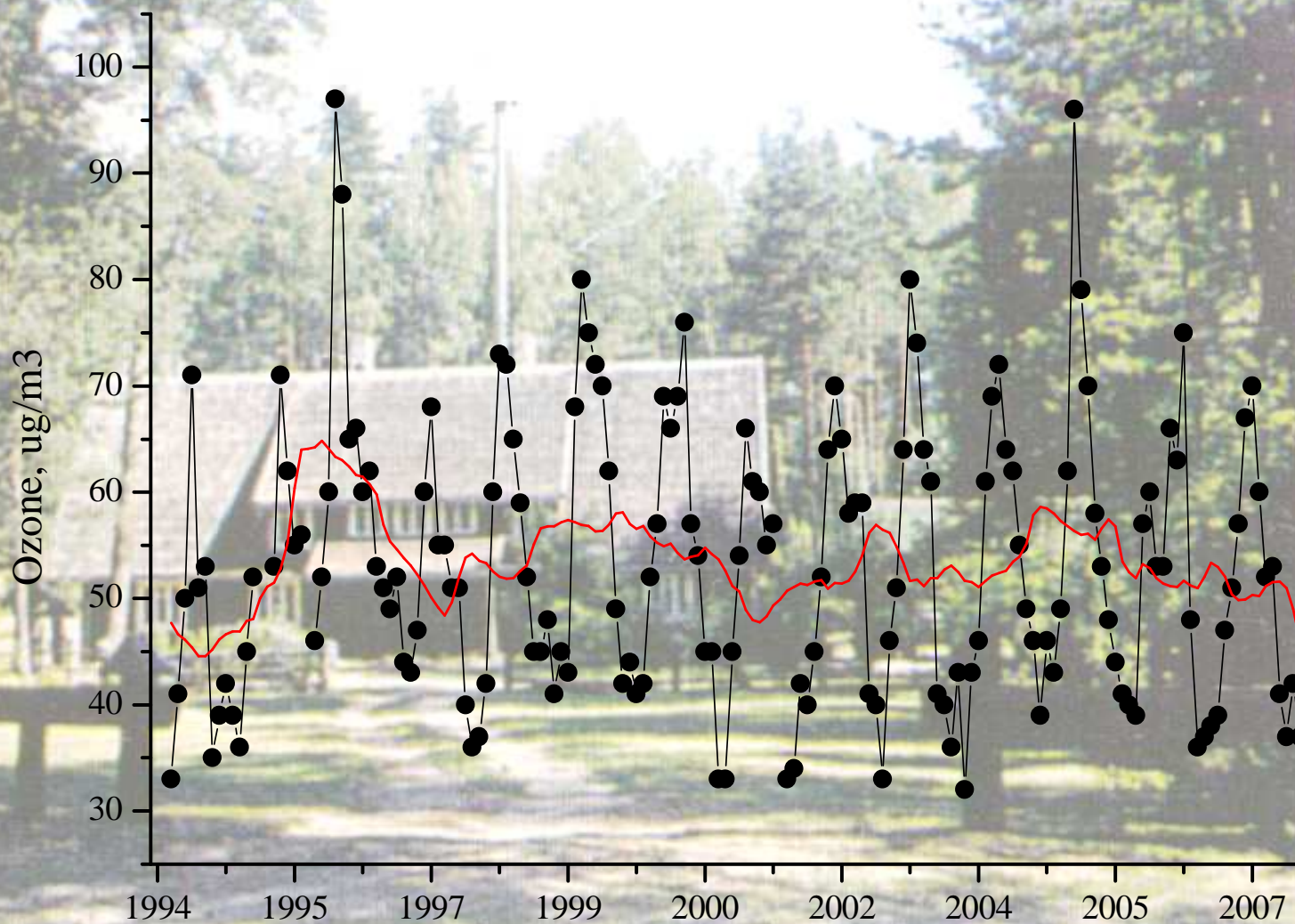
1. Renata Chadyšienė, 2008. Ultravioletinės spinduliuotės pokyčių aplinkoje tyrimai, vertinimas ir prognozė.
2. Steigvilė Byčenkienė, 2008. Dinaminių veiksnių poveikis priežemio ozono koncentracijos pokyčiams rytų Baltijos regione.

AČIŪ UŽ DĖMESĮ!

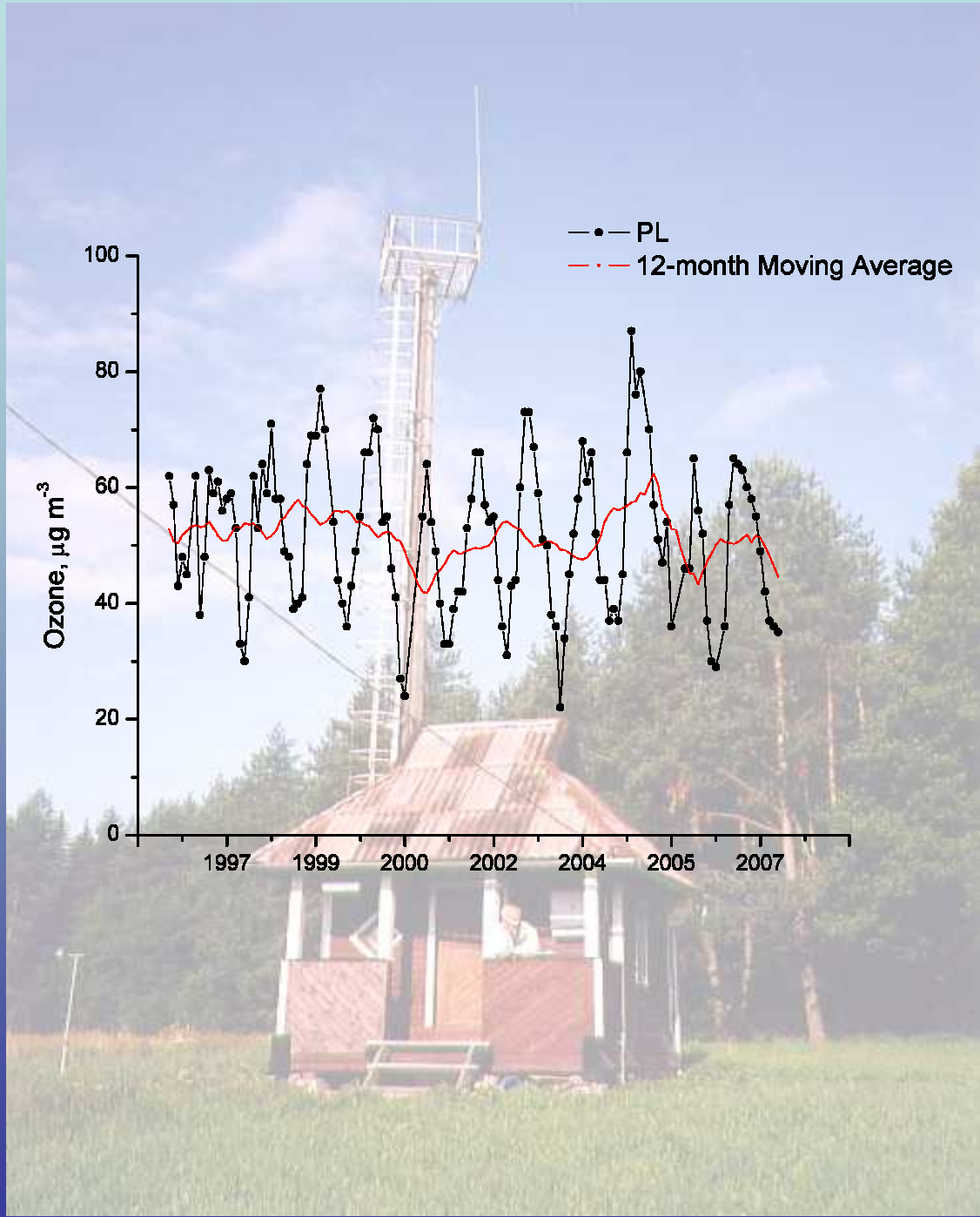


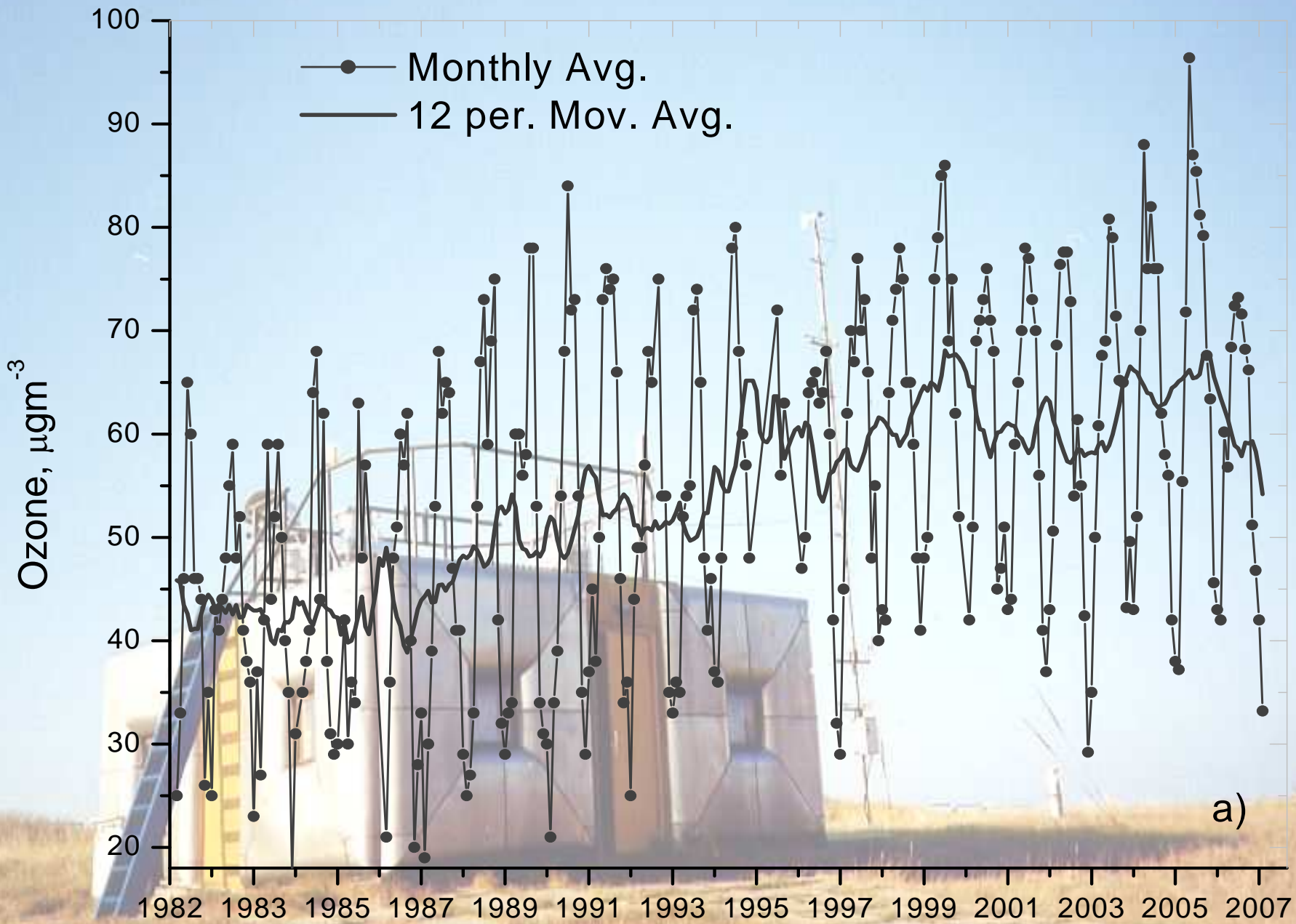


Monitoringo stočių klasifikacija
ir teršalų koncentracijų lygių
palyginimai



RŪGŠTELIŠKĒS





a)