

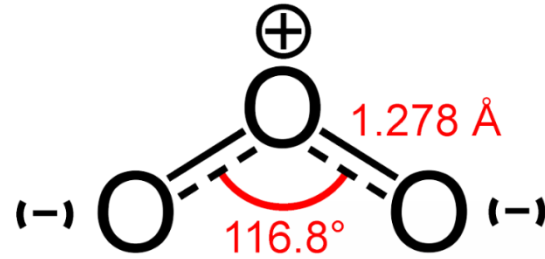


Prízemný ozón a faktory, ktoré ho ovplyvňujú

Mgr. Anna Buchholcerová

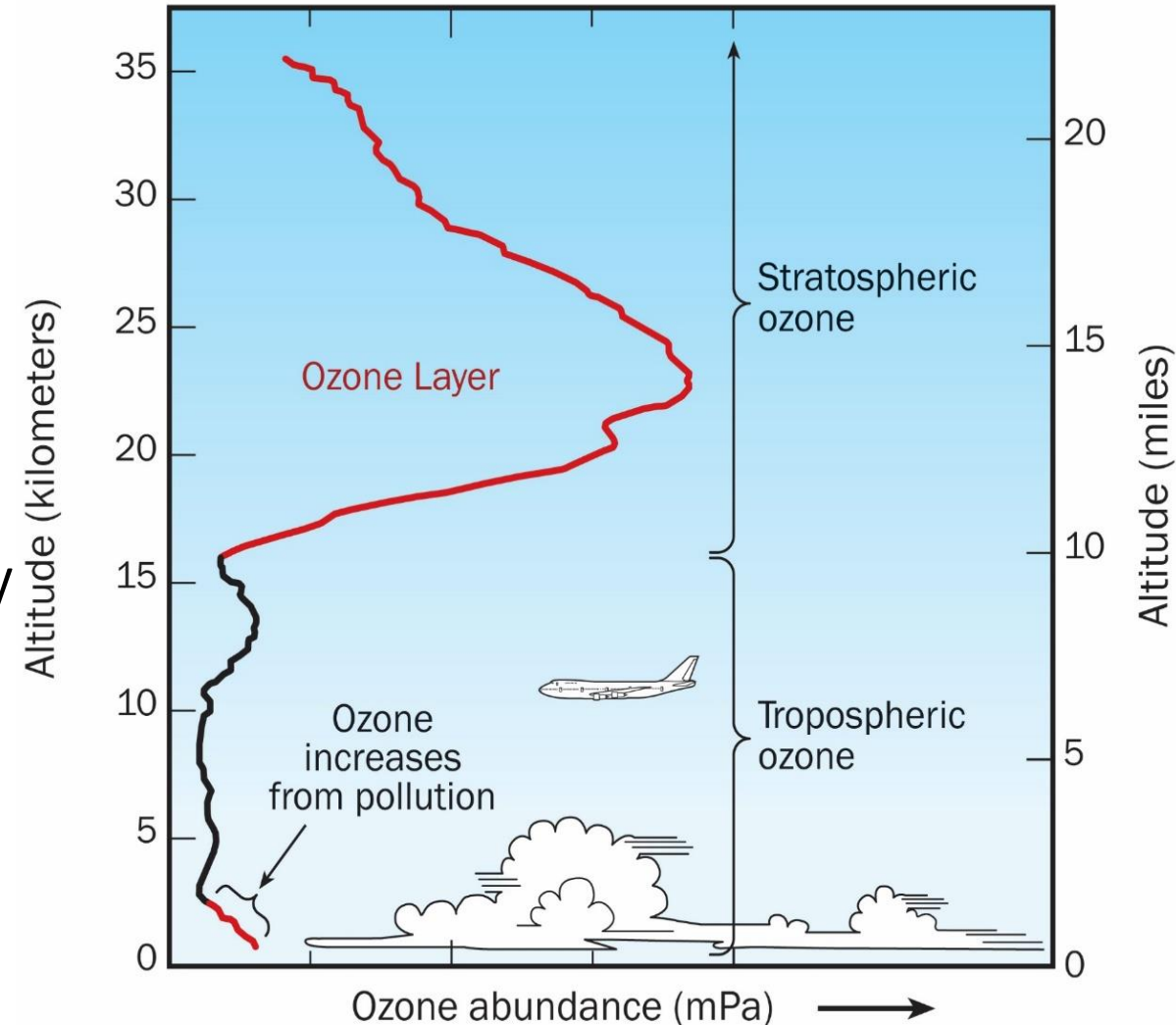
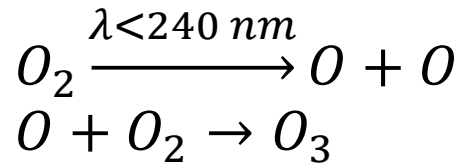
Oddelenie fyziky atmosféry, Ústav vied o Zemi, Slovenská akadémia vied

Ozón všeobecne



Ozone in the Atmosphere

- Bledomodrý toxický plyn s prenikavým zápachom
 - oxidatívne vlastnosti
- 3. najvýznamnejší radiačný forsing
- Stratosféra
 - 90%
- Troposféra
 - 10%
 - Nárast vplyvom znečisťovania ovzdušia

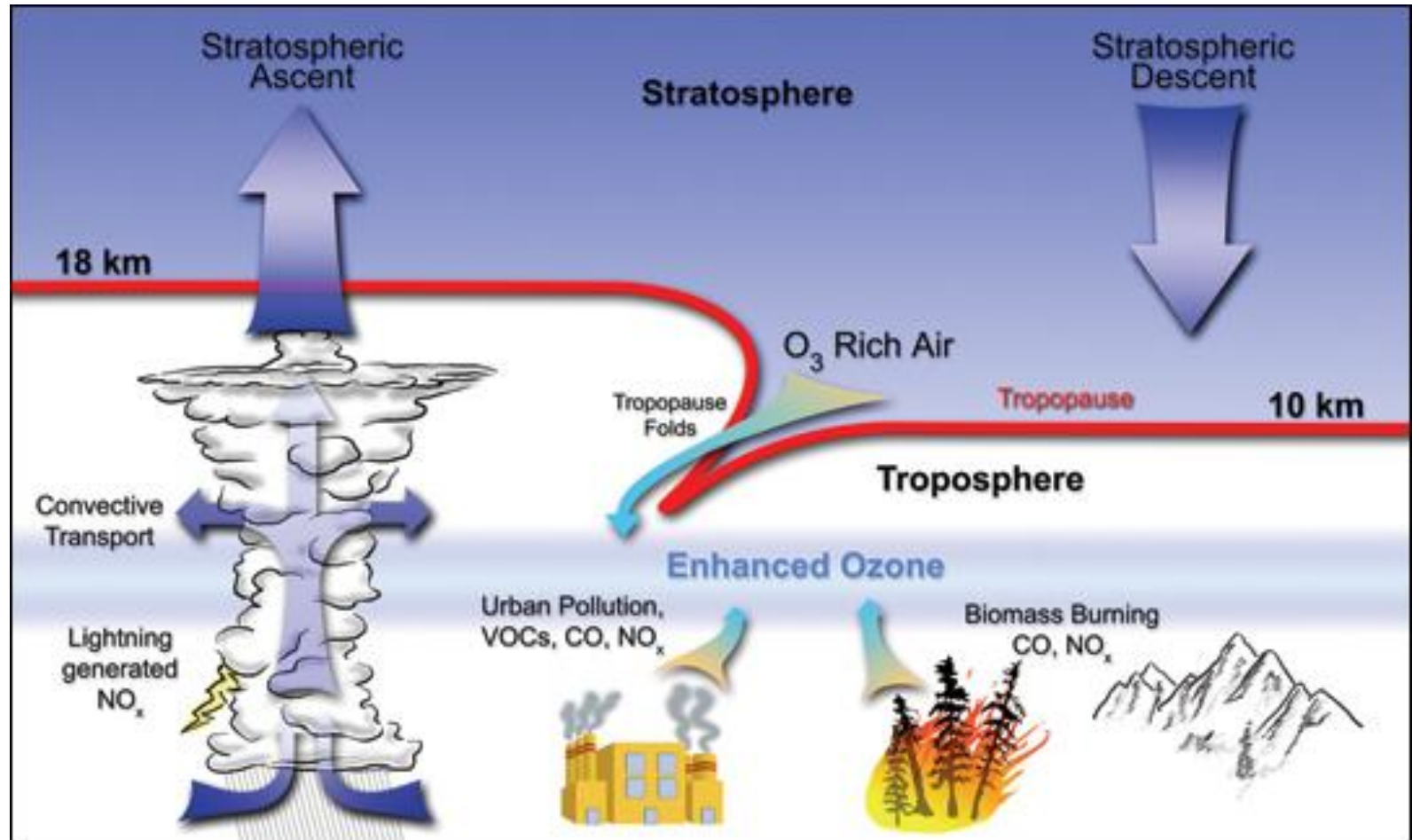


<https://en.wikipedia.org/wiki/Ozone>

<https://www.esrl.noaa.gov/csd/assessments/ozone/2010/twentyquestions/>

Pôvod troposferického ozónu

- Biogénny pôvod
 - BVOC
- Antropogénne znečistenie a diaľkový prenos
- Stratosférický pôvod
 - ohyb tropopauzy
- Elektrické výboje



Vplyvy vysokých koncentrácií prízemného ozónu

- Ľudia a živočíchy
 - dráždenie respiračných epitelov a slizníc nosa hrdla, kašeľ, dyspnoe, podráždenie očí
- Vegetácia
 - zníženie odolnosti rastlín voči vonkajším činiteľom, stresovým faktorom
- Materiály
 - tvrdnutie pneumatík a iných gumených materiálov

<http://www.medicalnewstoday.com/articles/315888.php>

https://cs.wikipedia.org/wiki/Poškození_rostlin_ozónem

<http://knowhow.napaonline.com/understanding-proper-tire-rotation/>



História - prízemný ozón I

- Objav ozónu ako stopového prvku v atmosfére 1839
- Metódy monitoringu
 - 1840 Schönbein – škrobové papieriky
 - 1858 Houzeau a Levy – chemická metóda
- Považovaný za indikátor zdravého ovzdušia
- Ozón sa v troposfére nachádzal už pred jej výrazným znečistením
- Série Montsouris 1876-1910 – ročný priemer 5-15 ppb
 - 1876 – 16 staníc v Montsouris, neďaleko Paríža
 - vyššie hodnoty – na periférii (podľa prepočtov 10,6 ppbv v Montsouris, 7,9 ppbv Montmartre Passage Cottin)
 - nižšie hodnoty – v centre mesta (3-4 ppbv, prítomnosť redukujúcich agensov, SO₂ a NH₃)

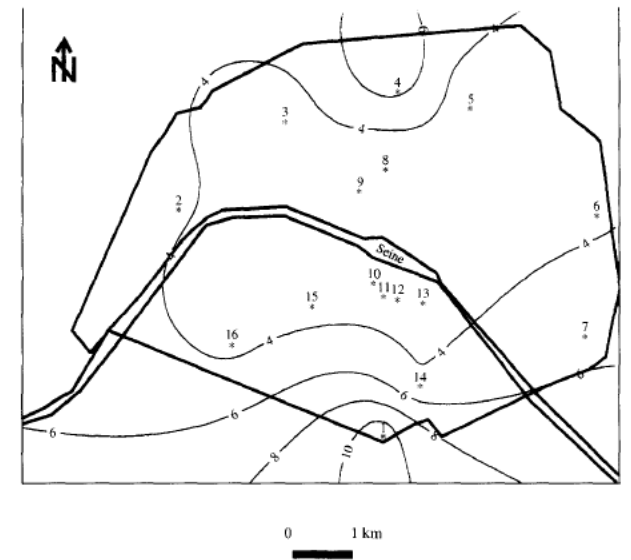


Fig. 1. Isolines of ozone levels in Paris in 1876 from re-evaluated historical observations. Full points refer to the monitoring stations listed in Table 1.

História - prízemný ozón II

- Priemerné ročné hodnoty - Schönbeinov test
 - Taliansko Moncalieri, 1868 – 1893 **10 ppb**
 - Uruguaj Montevideo a Argentína Cordoba, 1883-1885 **8-15 ppb**
 - 1950s väčšina lokalít **15-25 ppb**
 - Od 1950s stály nárast hodnôt prízemného ozónu, pozorovaný najmä v strednej Európe a Severnej Amerike
 - 1960s Nemecko, mesačné priemery **10-55 ppb**

- Dnes - stredná Európa ~ **25 ppb**

- Fabian, P., Dameris, M.: Ozone in the Atmosphere – Basic Principles, Natural and Human Impacts, Springer, 2014



C. F. Schönbein

Zotrvanie v atmosfére

- Nestabilná zlúčenina
- Stredná doba zotrvania τ (Mean lifetime) podľa IPCC v atmosfére do 1 mesiaca

- polčas rozpadu $t_{1/2} = \tau \cdot \ln(2)$

- Závisí

- ročné obdobie
 - nadmorská výška
 - prízemná vrstva 5-8 dní
 - voľná troposféra 3-15 týždňov

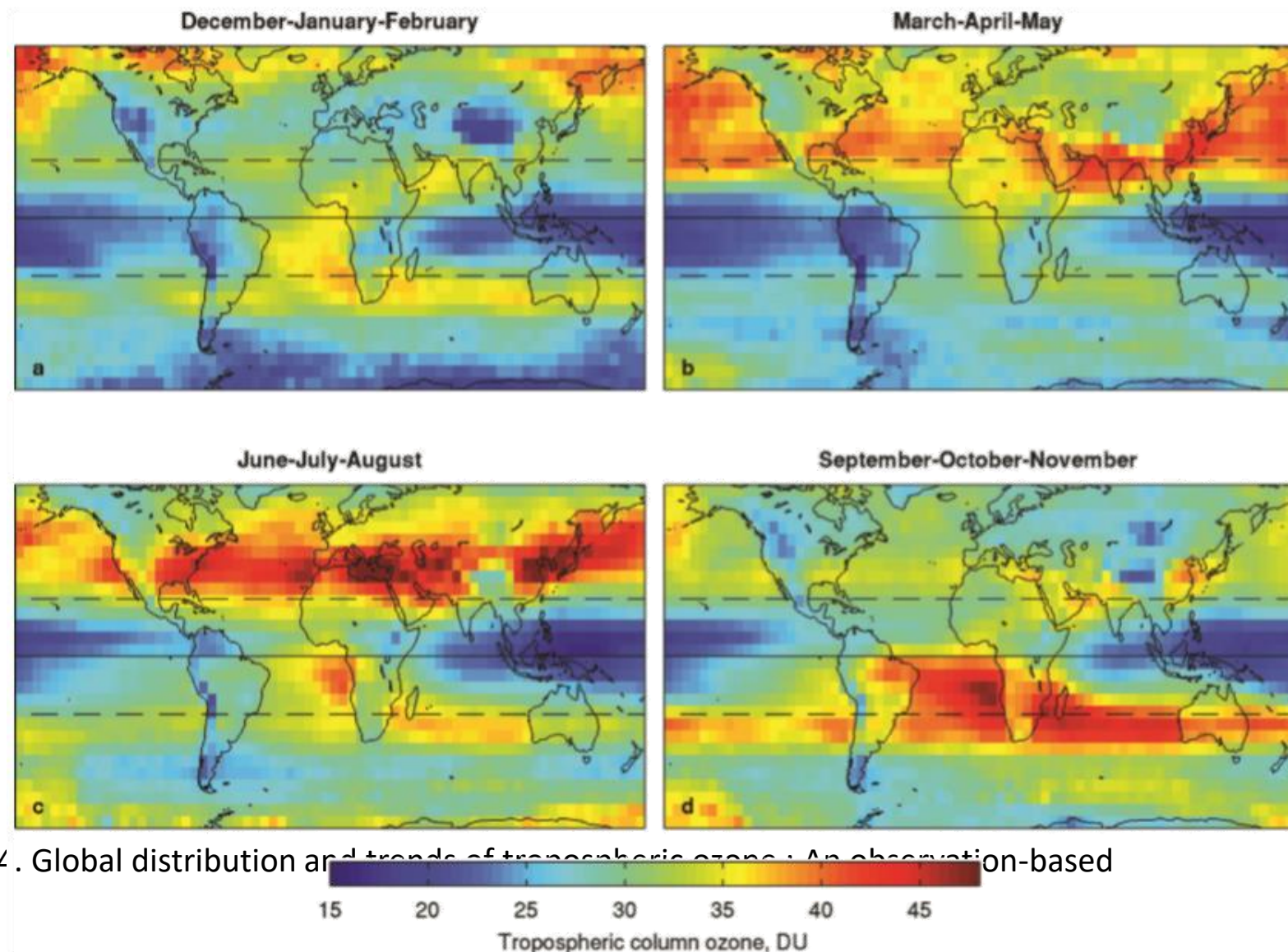
- Výmenný čas medzi troposférou a stratosférou je 1,4 roka.

- https://www.ipcc.ch/publications_and_data/

Reference	Model	Stratosphere-Troposphere Exchange	Chemical Production ^e	Chemical Loss ^c	Dry Deposition	Burden (Tg)	Lifetime (days)
TAR	11 models	770 ± 400	3420 ± 770	3470 ± 520	770 ± 180	300 ± 30	24 ± 2
Lelieveld and Dentener (2000)	TM3	570	3310	3170	710	350	33
Bey et al. (2001)	GEOS-Chem	470	4900	4300	1070	320	22
Sudo et al. (2002b)	CHASER	593	4895	4498	990	322	25
Horowitz et al. (2003)	MOZART-2	340	5260	4750	860	360	23
Von Kuhlmann et al. (2003)	MATCH-MPIC	540	4560	4290	820	290	21
Shindell et al. (2003)	GISS	417	NR ^f	NR	1470	349	NR
Hauglustaine et al. (2004)	LMDz-INCA	523	4486	3918	1090	296	28

Rozloženie troposférického ozónu

- Družicové merania
- AURA NASA polar
 - OMI Ozone Monitoring instrument
 - MLS Microwave Limb Sounder
- TCO Tropospheric column ozone [DU]
- Okt 2004 – Dec 2010



- Cooper, O.R., Gilge, S. & Shindell, D.T., 2014. Global distribution and trends of tropospheric ozone: An observation-based review. , pp.1–28.

Nadmorská výška

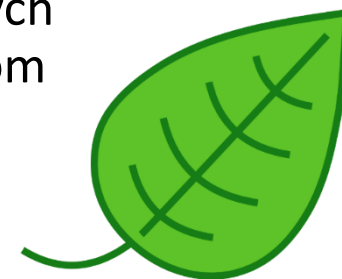
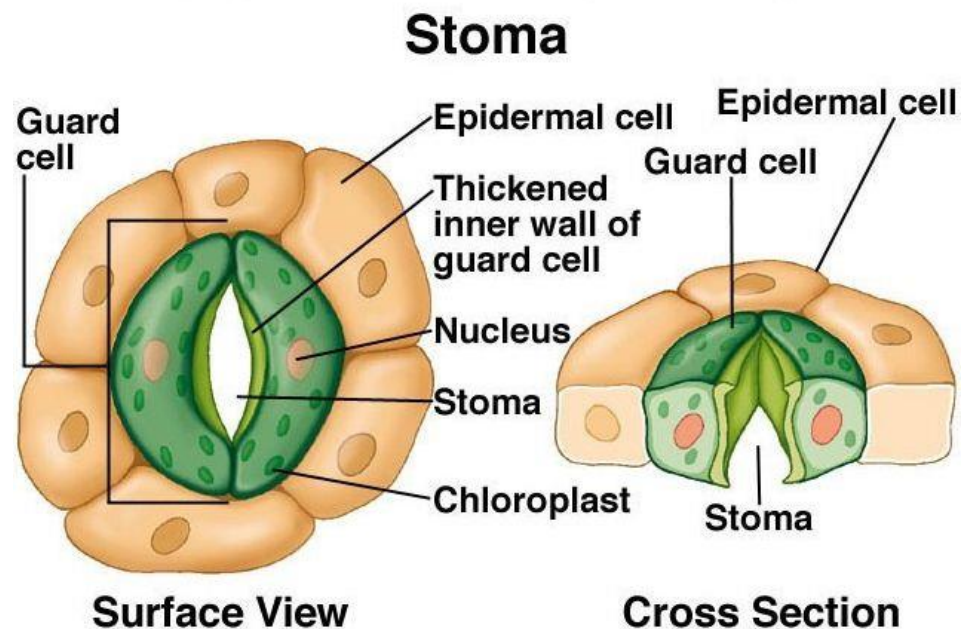
- Komplexná problematika
 - **Intenzívnejšie slnečné žiarenie**
 - **Vegetačný kryt (horná hranica lesa)**
 - **Orografia, horsko-dolinná cirkulácia**
 - **Zdroje prekursorov z diaľkového prenosu**
 - **Nedostatok NO_x na degradáciu O₃ (mesto vs. vidiek)**
 - **Slabšie vertikálne premiešavanie**
 - **Stratosférické intrúzie**
- **Nárast 2 ppbv/100m Pyreneje, 1,3 ppbv/100m Washington Mts. USA,**

- Cooper, S. & Peterson, D., 2000. Spatial distribution of tropospheric ozone in western Washington, USA. *Environmental Pollution*, 107, pp.339–347.
- Ribas, À. & Peñuelas, J., 2006. Surface ozone mixing ratio increase with altitude in a transect in the Catalan Pyrenees. *Atmospheric Environment*, 40(38), pp.7308–7315.



Suchá depozícia

- Mechanizmy záchytu atmosférických prímiesí na povrchu
 - záchyt plynov vegetáciou (prieduchy rastlín)
 - sorpcia na povrchu a vodných plochách
 - sedimentácia častíc
 - impakcia aerosólov v porastoch
- 25% z odstraňovania O₃ z atmosféry
- Pôdny kryt – povrch s vegetačnou pokrývkou 30-90% suchej depozície podľa prieduchovej vodivosti
- Vplyv na vegetáciu - ozón poškodzuje epikutikulárne a epistomatálne vosky ⇒ Zvýšenie citlivosti rastlín na poškodenia inými stresovými faktormi (sucho, mráz, imisie, fytofágny hmyz). ⇒ Zmeny v biochemizme a fyziológii rastliny, to ovplyvňuje mikroskopickú štruktúru buniek v určitých prípadoch rastlinu i navonok. Zmeny v štruktúre ihličia špecifické pre poškodenie ozónom
 - Menšia veľkosť chloroplastov
 - Vyššia hustota elektrónov v stróme spojená so zvýšenou granuláciou strómy
 - Oba predchádzajúce efekty výraznejšie na vonkajších ako na vnútorných vrstvách buniek



Búrková činnosť

- Blesky ako zdroj NO_x, najmä v trópoch
 - stredná a horná troposféra
- tropický ozónový paradox – počas zimy na severnej pologuly (DJF) sú zvýšené koncentrácie ozónu v strednej a vyššej troposfére nad južnou oblasťou tropického Atlantiku aj za absencie spaľovania biomasy
- podľa článku Price et al. (1997) blesky zodpovedajú za 20% premenlivosti množstva troposférického ozónu
- Wang et al. (2015) – vplyv búrkovej činnosti (elektrických výbojov) na koncentráciu ozónu, merané lidarom



Meteorologické podmienky

Vhodné met podmienky pre nárast O3

- Nízka rýchlosť vetra
- Vysoké hodnoty globálneho žiarenia
- Vysoká teplota
- Nízka relatívna vlhkosť
- Prítomnosť prekurzorov (NO_x, VOCs, CO, CH₄)

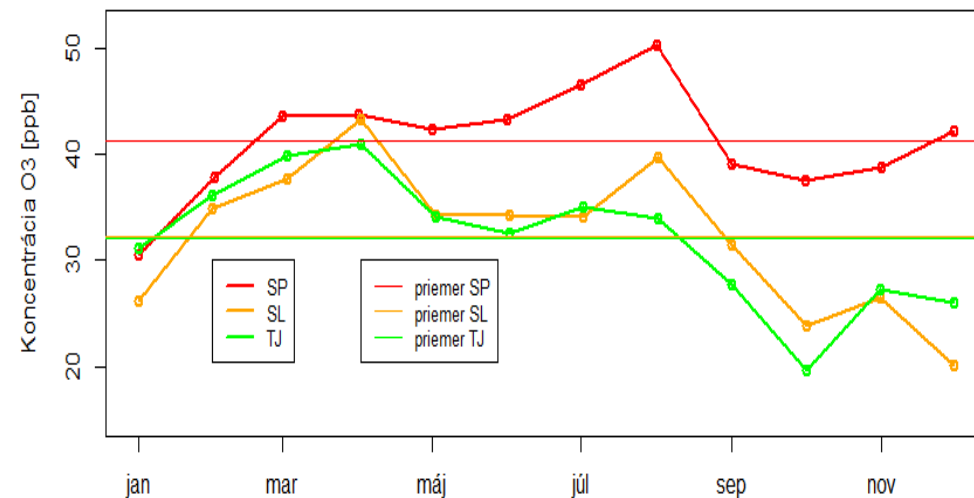
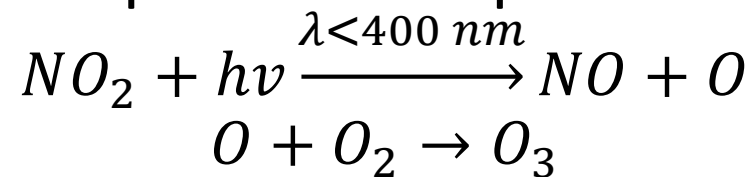


Globálne žiarenie

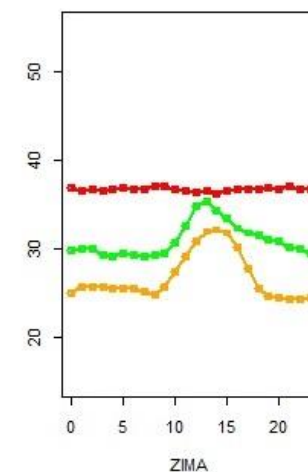
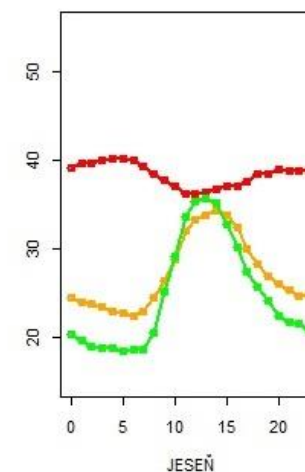
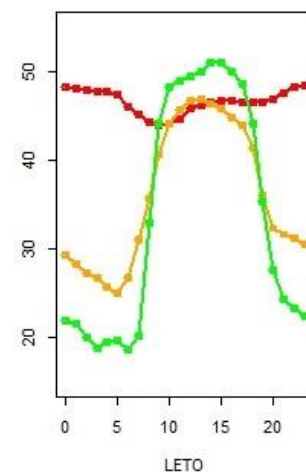
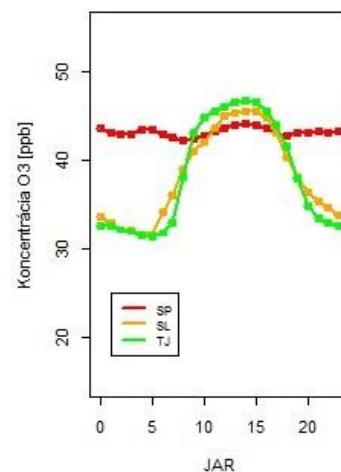
- Slné žiarenie ako pôvodca

fotochemických reakcií (napr. fotolýza NO₂)

- Pre všetky kategórie bola pozorovaná pozitívna závislosť



	Jar	Leto	Jeseň	Zima	Rok
SP	0,39	0,39	0,52	0,43	0,58
SL	0,46	0,57	0,51	0,62	0,64
TJ	0,39	0,30	0,08	0,48	0,41
Priemer	0,42	0,42	0,37	0,51	0,55



Teplota

	Jar	Leto	Jeseň	Zima	Rok
SP	0,32	0,68	0,48	0,49	0,56
SL	0,37	0,76	0,55	-0,04	0,46
TJ	0,25	0,73	0,41	-0,09	0,28
Priemer	0,31	0,72	0,48	0,12	0,43

- Súvislosť s intenzitou globálneho žiarenia
- Uvoľňovanie biogénnych prchavých organických zlúčenín BVOC
- Najmä v letných mesiacoch - vysoké korelačné koeficienty medzi teplotou vzduchu a koncentráciou ozónu
- Rozdiel medzi polohami bol viditeľný najmä v zimných mesiacoch
- V zime – vplyv arktických vzduchových hmôt bohatých na ozón



Ďakujem za pozornosť!