

SÚČASNÉ KONCENTRÁCIE PRÍZEMNÉHO OZÓNU NA SLOVENSKU A PROGNOZA ICH VÝVOJA

Eva Závodská, Dušan Bilčík

Geofyzikálny ústav SAV, Bratislava, Slovenská republika

ÚVOD

Koncentrácia ozónu v hraničnej vrstve atmosféry je určená celým komplexom atmosférických procesov (BECK, GRENNFELT). Tento komplex obsahuje: a) fotochemickú produkciu a deštrukciu ozónu na ktorej sa podieľajú organické zlúčeniny a oxidy dusíka; b) suchú depozíciu na zemskom povrchu; c) premiešavanie v hraničnej vrstve atmosféry a výmenu medzi hraničnou vrstvou atmosféry a voľnou troposférou. Táto výmena je zdrojom ozónu generovaného v strednej troposfére, ďalej prináša vzduchové hmoty so zvýšenou koncentráciou O₃, pôvodne vytvorené v hraničnej vrstve atmosféry a je zdrojom ozónu stratosférického pôvodu; d) advekciu ozónu.

Pozorovaný rast koncentrácie ozónu v troposfére Európy a Severnej Ameriky približne o 1% ročne sa pripisuje rastúcim emisiám NO_x, uhl'ovodíkov a CO antropogénneho pôvodu (STAEHELIN, SCHMID).

Význam troposférického ozónu pre fotochemické procesy (chemické zloženie troposféry), pre klímu (zintenzívňovanie skleníkového efektu atmosféry), jeho nepriaznivé účinky na človeka i vegetáciu viedli koncom osemdesiatych rokov k intenzívnej medzinárodnej spolupráci pri monitorovaní koncentrácie prízemného ozónu (EMEP, EUROTRAC). Na Slovensku sa s pravidelným meraním koncentrácie prízemného ozónu začalo v r. 1990, a to v rámci monitorovacieho programu SHMÚ.

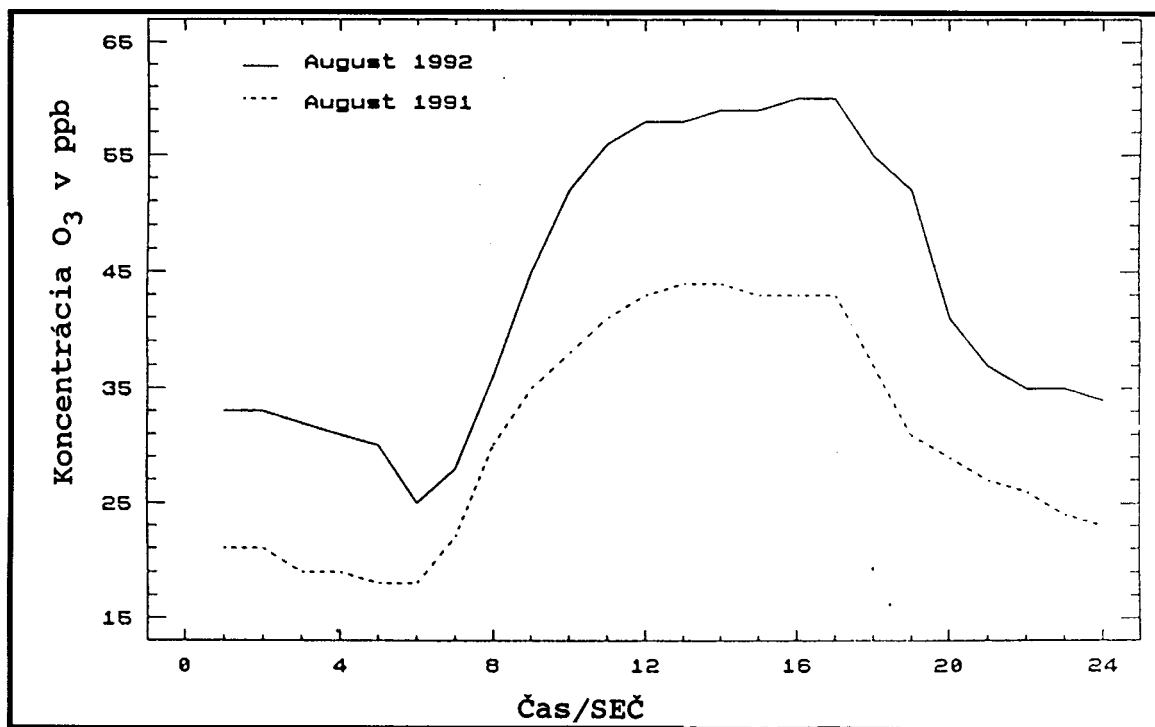
SÚČASNÉ KONCENTRÁCIE PRÍZEMNÉHO OZÓNU NA SLOVENSKU

Hodnotenie súčasných koncentrácií prízemného ozónu sa opiera o spracovanie meraní vo fotochemicky priaznivom roku 1992 (horúce, suché leto, najmä mesiac august). Základné výsledky meraní koncentrácie prízemného ozónu v r. 1992 na Slovensku udáva tabuľka 1 (ZÁVODSKÁ et al., 1993).

Najvyšší ročný priemer koncentrácie prízemného ozónu, 32,5 ppb, bol nameraný na regionálnej stanici (sieť EMEP) Stará Lesná (810 m n.m.). Vplyv redukčného charakteru mestskej znečistenej atmosféry na úroveň hodnôt O₃ vidíme v priemerných hodnotách staníc Bratislava - Trnavské Mýto, Košice - Podhradová a Ružomberok. Priemerné koncentrácie O₃ z denných hodín (9 až 16 h) počas vegetačného obdobia prekročili na väčšine staníc odporúčanú kritickú úroveň 25 ppb pre hodnotenie vplyvu na vegetáciu (UN-ECE 1988). Na Slovensku platný imisný limit IH_{8h} (8 hodinový priemer) 80 ppb bol prekročený len ojedinele. Kritická úroveň 55 ppb (8 hodinový priemer) podľa direktívy Európskej únie (EÚ) bola prekročená častejšie. Mimoriadne horúci a suchý august 1992 vytváral priaznivé podmienky aj pre lokálnu produkciu ozónu, aj pre jeho transport do našej oblasti.

Na obrázku 1 je porovnaný priemerný denný chod koncentrácie prízemného ozónu v Staréj Lesnej v auguste 1991 a 1992. Augustový priemer koncentrácie O₃ bol o 42 % vyšší ako v r. 1991 (ZÁVODSKÁ et al.) Vysokými koncentraciami ozónu sa vyznačoval aj tohoročný, opäť horúci a suchý júl. Počas neho bol niekoľkokrát prekročený imisný limit IH_{1h} 90 ppb, doporučený direktívou EÚ pre upozornenie obyvateľstva, dokonca bol ojedinele prekročený

aj smogový varovný imisný limit IH_{1h} 180 ppb. Dokumentuje to významnú úlohu meteorologických podmienok pri lokálnej a regionálnej fotochemickej produkcii ozónu. Slnéčné žiarenie (najmä jeho UV zložka) je zdrojom energie fotochemických reakcií a vplyv teploty vzduchu je komplexný: od teploty závisia reakčné rýchlosti fotochemických reakcií, emisie biogénnych a antropogénnych uhl'ovodíkov, a najmä doba zotrvania v atmosfére PAN-u ($CH_3COO_2NO_2$), ktorý sa pri vyšších teplotách rozkladá a oba produkty jeho rozkladu podporujú tvorbu ozónu.



Obr. 1. Priemerný denný chod koncentrácie prízemného ozónu v auguste 1991 a 1992 v Starej Lesnej

Aj najnovšie doporučovaná kumulatívna charakteristika (zohľadňuje dobu expozície aj výšku koncentrácie nad dohodnutou úrovňou) pre posúdenie vplyvu ozónu na poľnohospodárske plodiny a lesné porasty, tzv. index expozície, označovaný AOT (above ozone threshold; UN-ECE, 1993) dosahuje na území Slovenska hodnoty, ktoré prevyšujú príslušné kritické úrovne. Napr. kritická úroveň podľa návrhu EÚ pre poškodenie lesa, AOT40 10 ppm.h, bola v r. 1992 v Starej Lesnej prekročená 2,3 krát.

PROGNÓZA VÝVOJA KONCENTRÁCIÍ PRÍZEMNÉHO OZÓNU NA SLOVENSKU

Ozón nie je primárnou škodlivinou, nie je emitovaný do ovzdušia. Vzniká sekundárne v komplexe fotochemických reakcií uhl'ovodíkov, oxidu uhoľnatého a oxidov dusíka. Väčšina uhl'ovodíkov má krátku dobu zotrvania v atmosfére a preto sa podieľajú len na produkcii ozónu v hraničnej vrstve atmosféry. Vo voľnej troposfére sa uplatňuje metán a CO. Meraním dokumentovaný rast koncentrácií ozónu v troposfére sa pripisuje rastu antropogénnych emisií jeho prekursorov: uhl'ovodíkov, CO a NO_x . Ich zdrojom sú energetika, automobilová doprava a priemysel.

Opatrenia na zastavenie rastu koncentrácií O_3 sú súčasťou realizácie Konvencie EHK OSN o diaľkovom znečisťovaní ovzdušia v Európe. Sofijský protokol ku Konvencii o oxi-

doch dusíka predpokladá zastavenie rastu európskych emisií NO_x do konca tohoto roku. Nedávno prijatý protokol o obmedzovaní emisií prchavých organických zlúčenín (VOC) zaväzuje európske štáty znížiť emisie uhl'ovodíkov o 30 % do r. 2000. Modelové výpočty ukazujú, že takéto zníženie VOC a predpokladané zníženie emisií NO_x o 30 % (zatiaľ nedohodnuté) do r. 2000 je nedostatočné, prinesie len malé, 4 až 8 % zníženie úrovne maximálnych aj priemernejších koncentrácií O₃ (SIMPSON, STYVE). Navyiac toto zníženie bude pravdepodobne kompenzované vplyvom globálnych klimatických zmien: rastom teploty vzduchu a rastom UVB žiarenia v dôsledku úbytku celkového množstva ozónu. Za predpokladu rastu teploty vzduchu v priemere o 2 °C a zoslabenie ozonoféry o 10 % možno očakávať rast maximálnych koncentrácií v intervale 5 až 8 ppb (ZÁVODSKÝ et al.).

Stanica	Ročný priemer v ppb	Priemer za veg. obdobie (9 až 16 h) v ppb	Počet dní s I _{H_{8h}} ≥ 80 ppb	Počet dní s I _{H_{8h}} ≥ 55 ppb	Počet ef. hodín v %
Banská Bystrica	15	21	0	0	84
Bratislava - Petržalka	20	24	0	1	81
Bratislava - Trn. Mýto	8	13	0	0	69
Košice - Podhradová	12	21	0	6	80
Košice - Veľká Ida	21	39	7	14	59
Prievidza	23	36	0	11	52
Ružomberok	17	30	0	0	72
Stará Lesná	32	48	1	41	100
Žiar nad Hronom	21	32	0	4	80

I_{H_{8h}} 80 ppb - imisný limit platný v SR
 I_{H_{8h}} 55 ppb - imisný limit podľa direktívy EÚ

Tab. 1 Základné výsledky meraní koncentrácie prízemného ozónu na Slovensku v r. 1992

Pri súčasnej regionálnej úrovni NO_x by 10-násobné zníženie emisií NO_x prinieslo 40 % zníženie maximálnych koncentrácií ozónu. Návrat na preindustriálne hodnoty prízemného ozónu si vyžaduje viac ako 50 násobnú redukciju dnešných emisií NO_x, čo je ekonomicky nemysliteľné. Ale jednostranné znižovanie emisií NO_x, pri zachovaní, prípadne zvyšovaní emisií uhl'ovodíkov, by viedlo k rastu koncentrácií peroxidov, najmä H₂O₂. Ich negatívny účinok na človeka a vegetáciu je podobný ako pri ozóne.

ZÁVER

Je veľmi pravdepodobné, že redukcia emisií prekurzorov O₃ v Európe do r. 2000 nedosiahne 30 %. Z tohto dôvodu a na základe očakávaných globálnych klimatických zmien, úbytku oblačnosti a pravdepodobného rastu koncentrácie ozónu vo voľnej troposfére mierneho pásma treba naďalej počítat' s rastom priemernej úrovne koncentrácií O₃ približne o 0,5 % ročne a s výskytom epizód letného fotochemického smogu s krátkodobými koncentráciami ozónu nad 100 ppb, ojedinele aj 150 ppb. Vývoj po r. 2000 bude závisieť na vývoji emisií prekurzorov O₃ a na trendoch globálnych zmien klímy.

LITERATÚRA

- BECK, J.P. - GRENNFELT, P.: Estimate of ozone production over Northwestern Europe. Atmos. Environ., 28, 1994, 129-140.
 SIMPSON, D. - STYVE, H.: The effect of VOC protocol on ozone concentration in Europe. EMEP/MS-C-W, Note 4, Oslo, NMI 1992.

STAEHELIN, J. - SCHMID, W.: Trend analysis of tropospheric ozone concentrations utilizing the 20-year data set of ozone balloon soundings over Payerne (Switzerland). Atmos. Environ., 25 A, 1991, 1739-1749.

ZÁVODSKÁ, E. - BILČÍK, D. - ZÁVODSKÝ, D. - BABUŠÍK, I.: Surface ozone at Stará Lesná. (V tlači.)

ZÁVODSKÁ, E. - BILČÍK, D. - ZÁVODSKÝ, D. - BABUŠÍK, I. - RONCHETTI, L. - SZABÓ, G. - MITOŠINKOVÁ, M. - BENKO, P.: Prízemný ozón na území Slovenska. Správa za subprojekt 4.2 projektu Zabezpečenie medzinárodných záväzkov SR - hodnotenie znečistenia ovzdušia a jeho globálnych zmien. GFÚ SAV, SHMÚ, 1993.

ZÁVODSKÝ, D. - PUKANČÍKOVÁ, K. - ZÁVODSKÁ, E. - BILČÍK, D.: Dôsledky zmien teploty vzduchu a UVB slnečného žiarenia na zmeny chemizmu hraničnej vrstvy atmosféry na Slovensku. (V tlači.)

RECENT SURFACE OZONE CONCENTRATIONS IN SLOVAKIA AND THEIR DEVELOPMENT PREDICTION

SUMMARY

The 1992 O₃ data from Slovak network are evaluated with respect to the exceedance of guide values. The frequent exceedance of the critical level for protection of vegetation illustrates that vegetation damage may be expected in Slovakia.

If we assume the present VOC and NO_x emission control, UVB radiation and air temperature changes, the tropospheric ozone concentration should increase by 0.5 % per year.