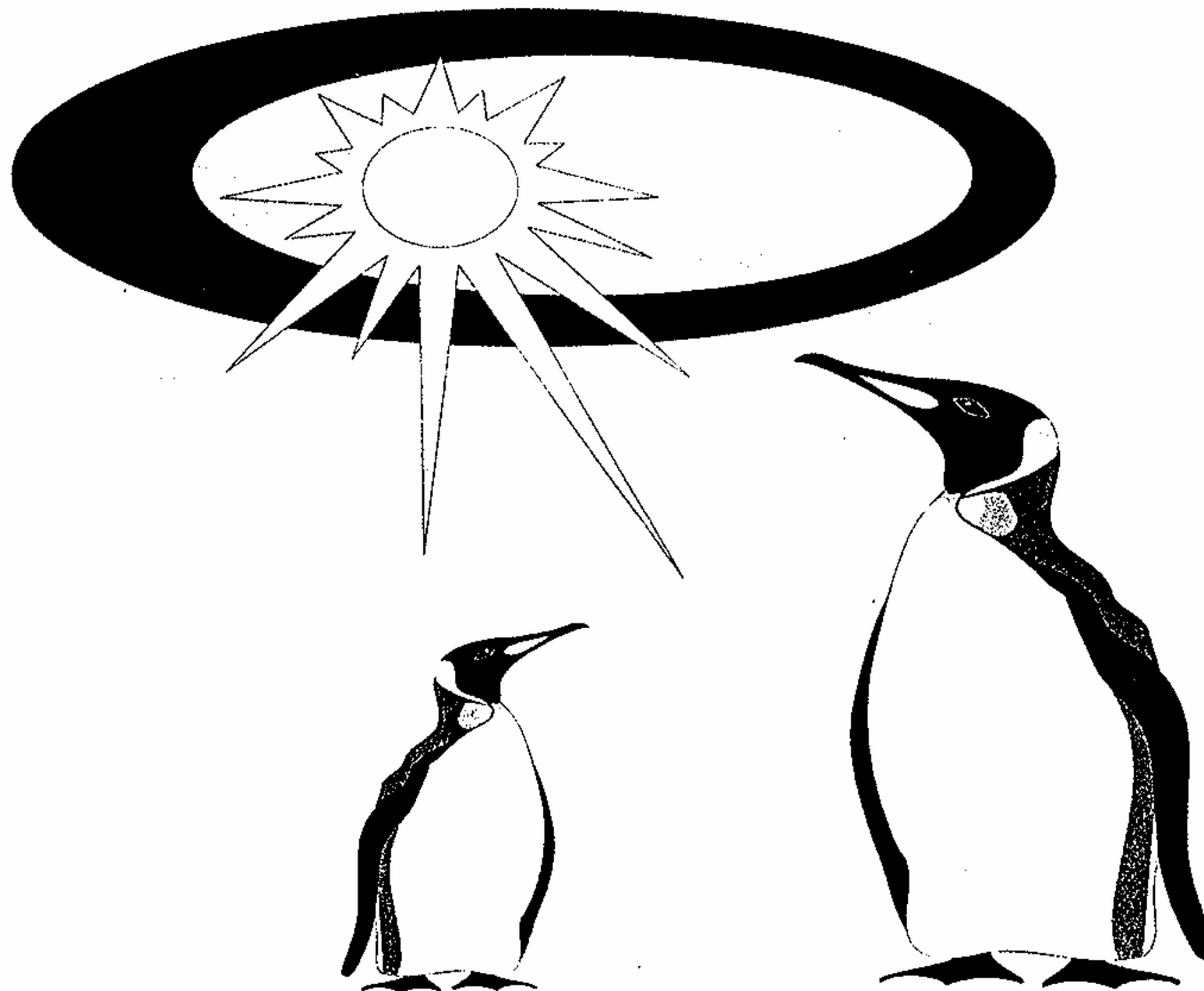
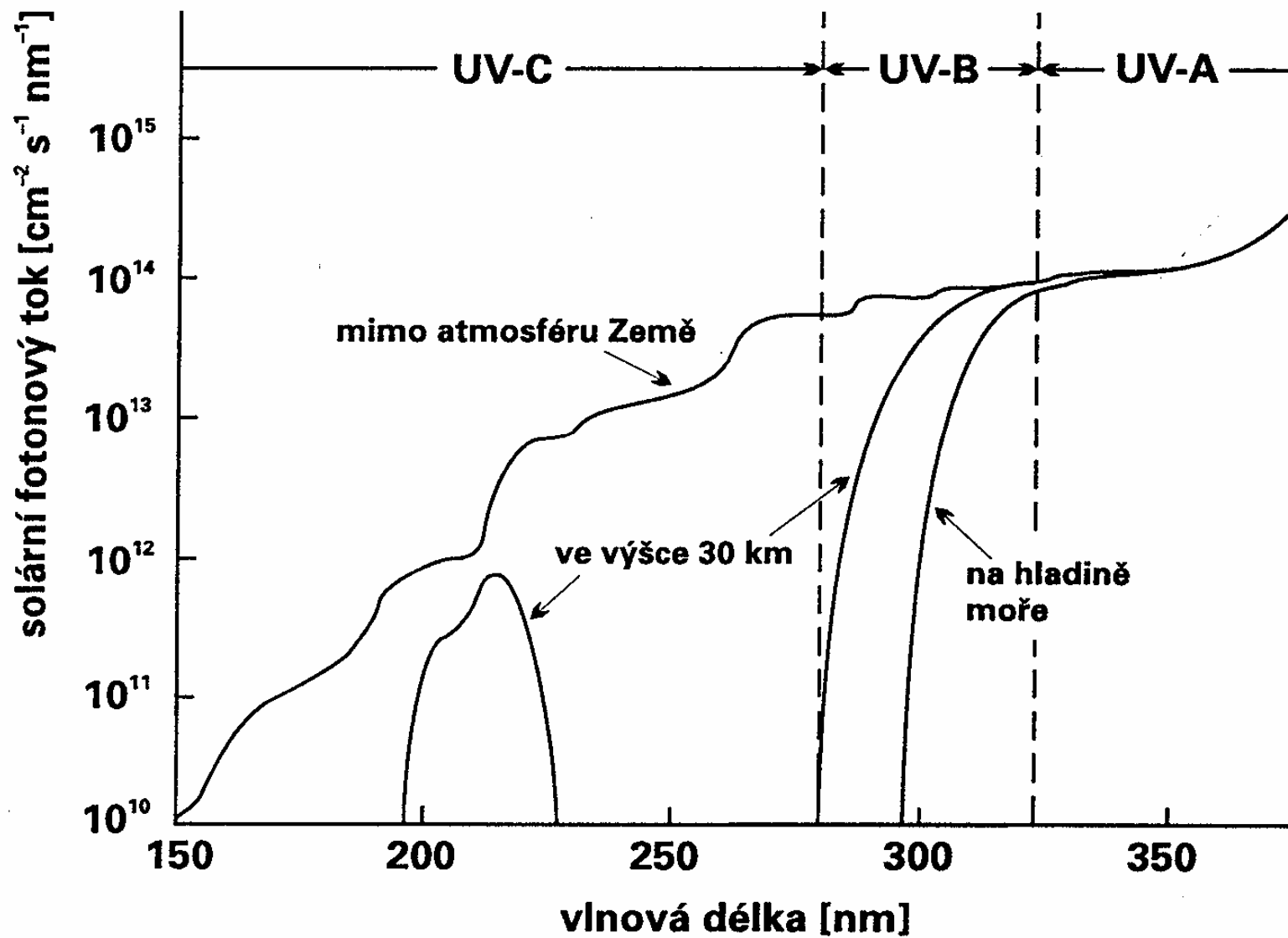


Problematika ozonu v atmosféře: ozonová díra, fotochemický smog

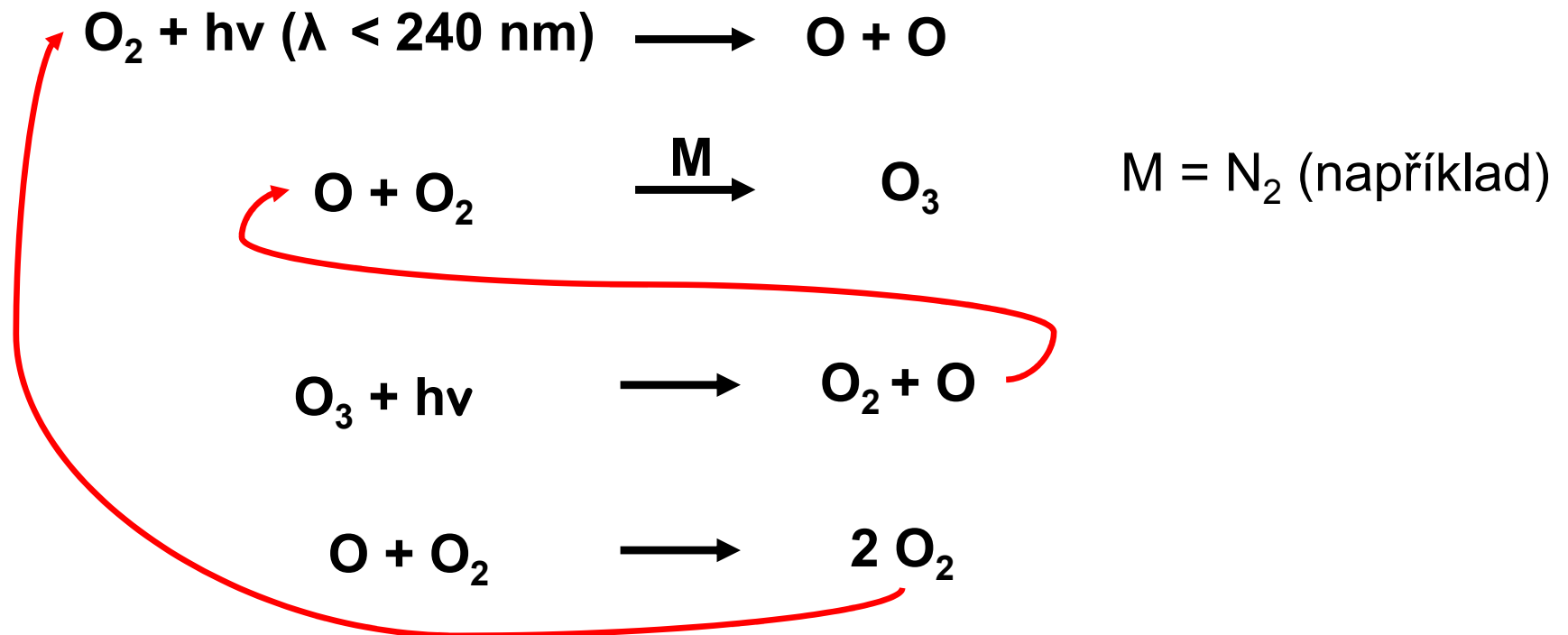


2. Absorpce slunečního UV-záření atmosférou Země ve výšce 30 km a na hladině moře (podle [7]).

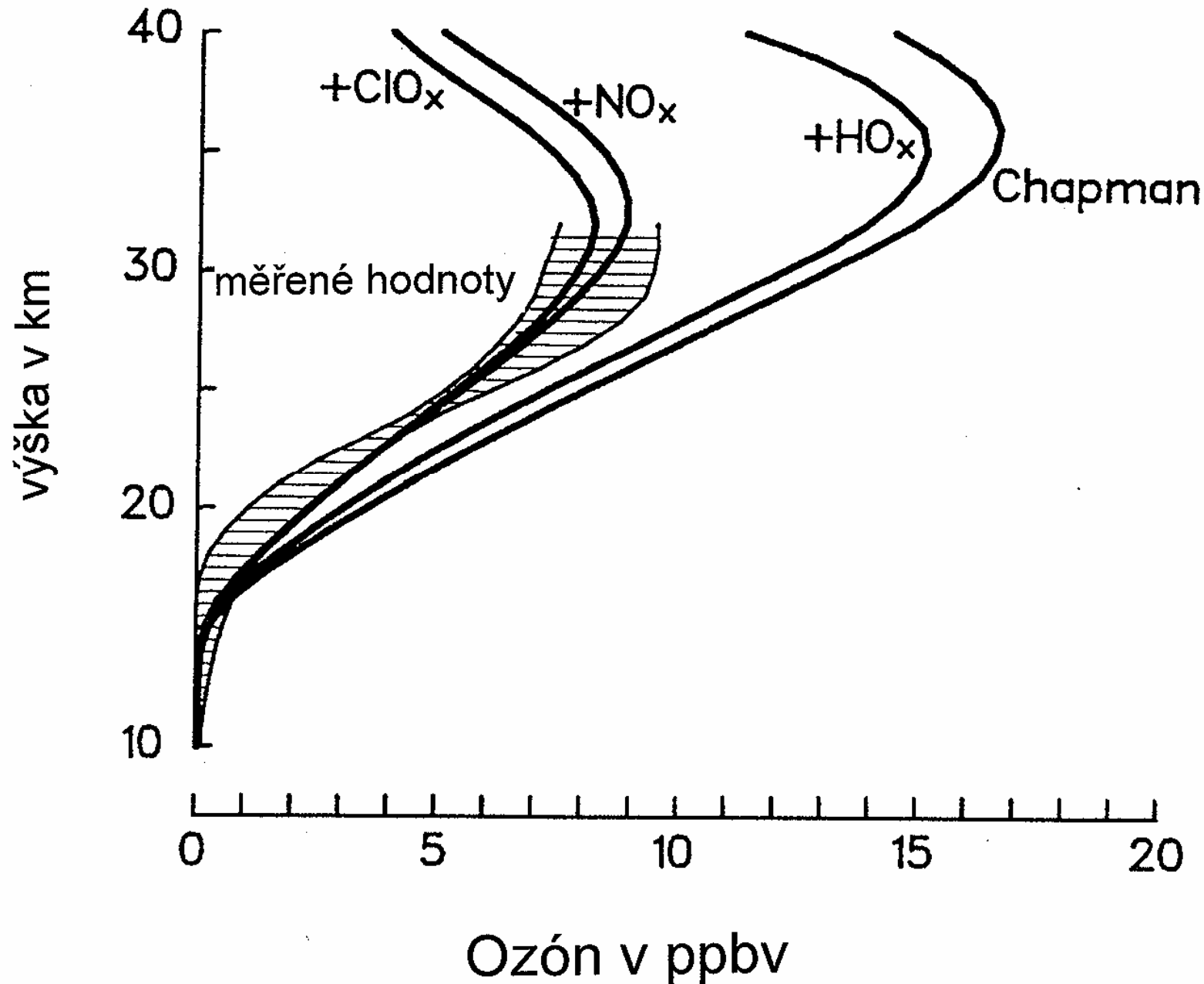


Chapmanův cyklus: vznik a zánik ozonu ve stratosféře

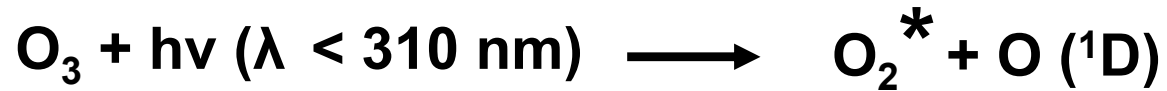
(teorie fotochemické tvorby ozonu, Sidney Chapman, 1930)



Koncentrace ozonu v atmosféře v závislosti na výšce: hodnoty vypočtené při zohlednění jednotlivých reakcí oproti hodnotám skutečným (měřeným)

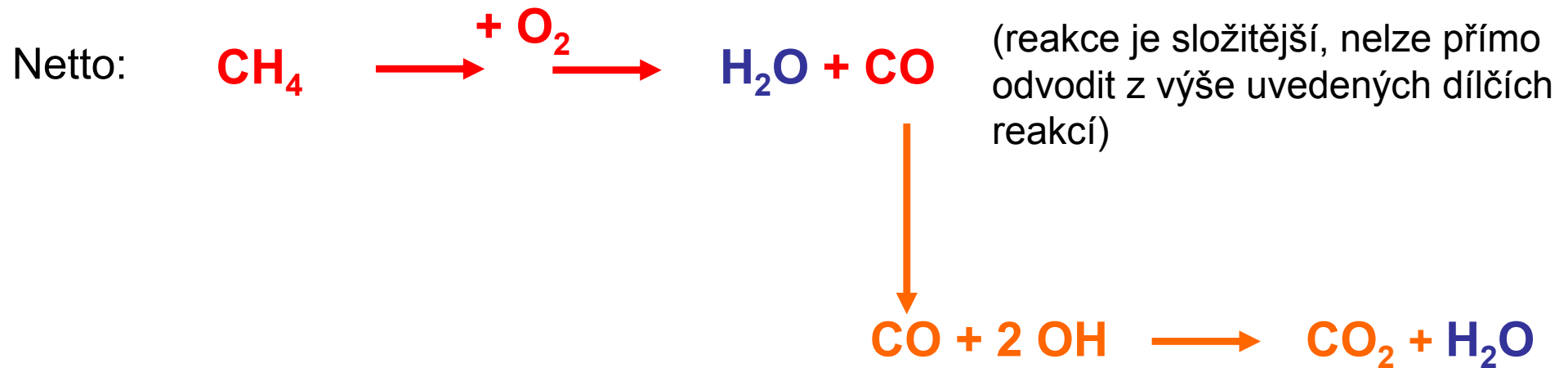


Katalytické odbourávání ozonu (zde reakce s vodní párou)

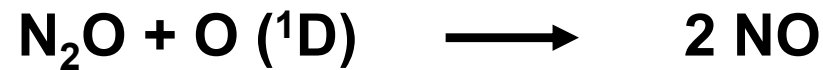


Vznik vody ve stratosféře

(reakce metanu s energeticky obohaceným atomárním kyslíkem)



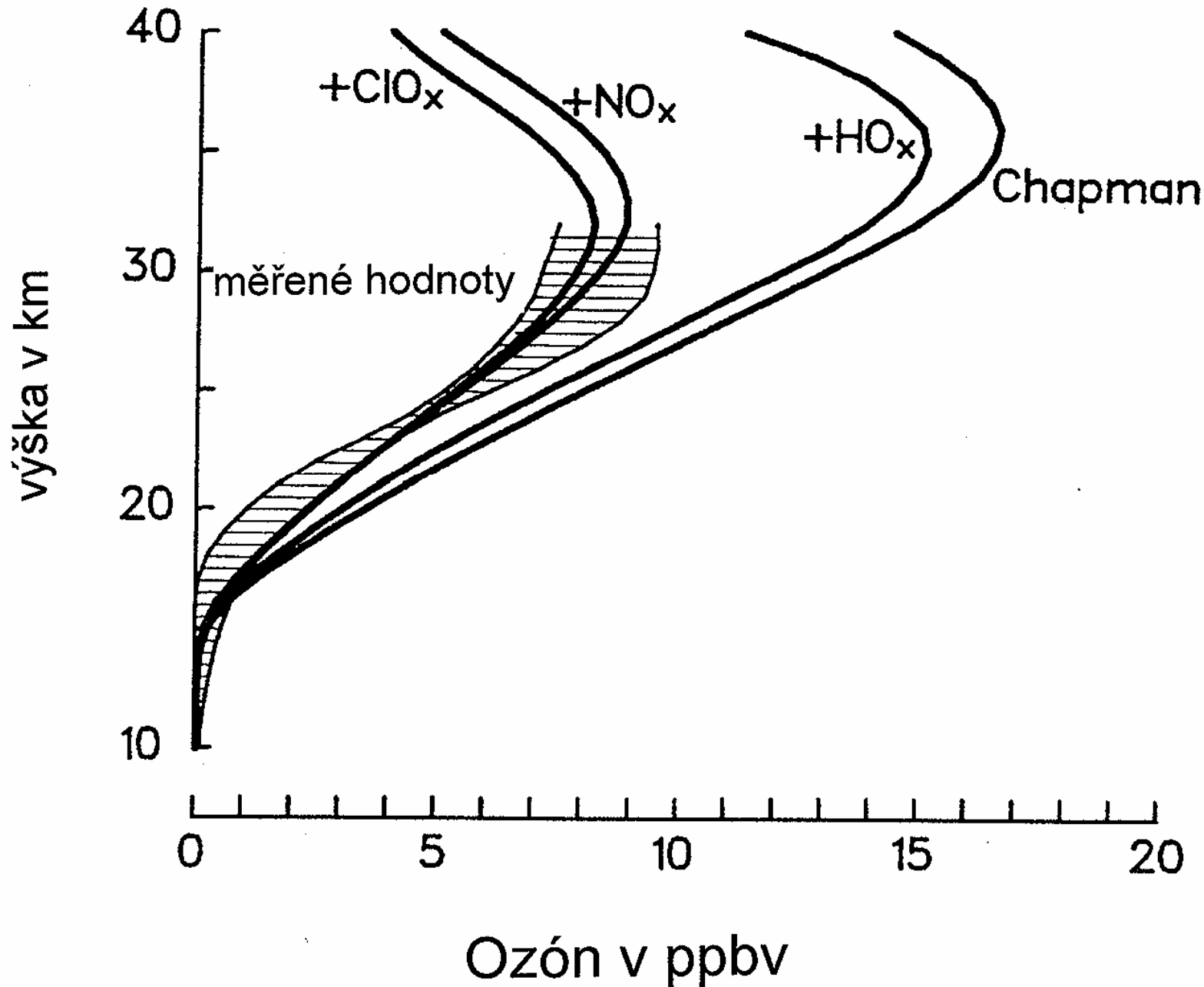
Katalytické odbourávání ozonu oxidem dusným



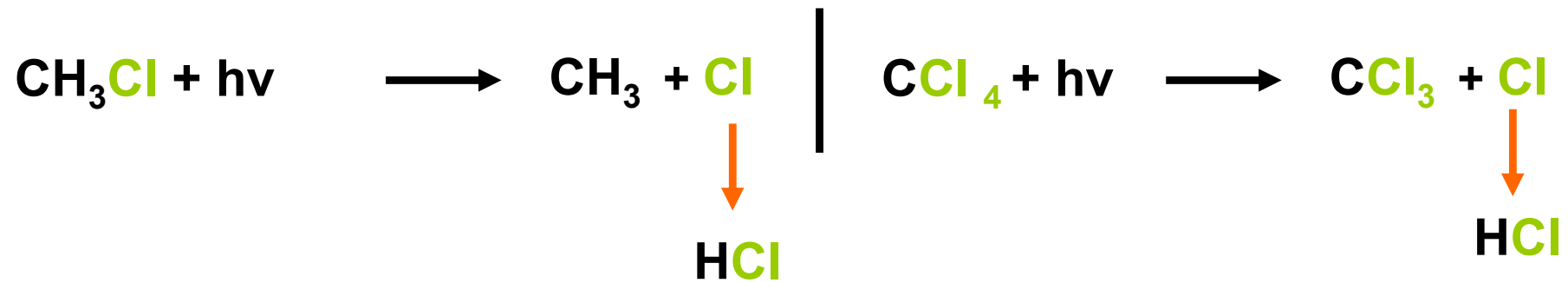
} Katalytický
cyklus



Koncentrace ozonu v atmosféře v závislosti na výšce: hodnoty vypočtené při zohlednění jednotlivých reakcí oproti hodnotám skutečným (měřeným)



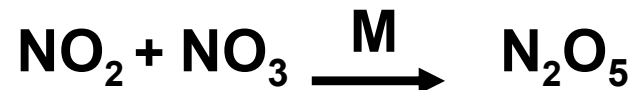
Katalytické odbourávání ozonu methylchloridem a tetrachlormetanem



} Katalytický cyklus



Reakcemi radikálů mezi sebou vznikají tzv. **rezervoárové plyny** (snižují koncentrace reaktivních látek ve stratosféře)



} Nestabilní
rezervoárové
plyny

} Nestabilní
rezervoárové
plyny (avšak o něco
stabilnější)

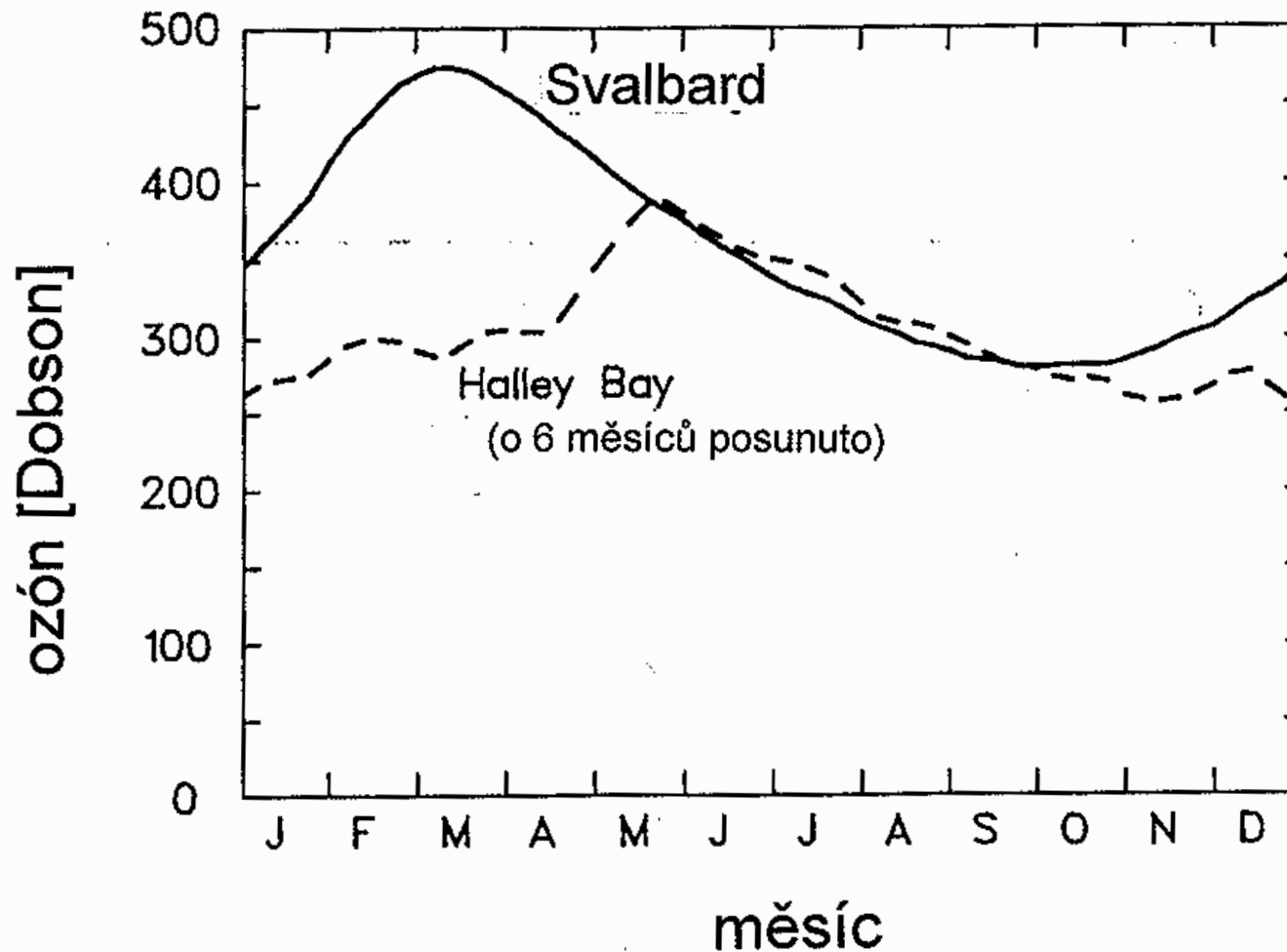
Tab. 14. Nejznámější freony, halony a chlorované uhlovodíky s negativními vlivy na ozonoféru

Látka		Životnost v troposféře [roky]
vzorec	označení	
CFCl_3	CFC-11 (freon 11)	75 až 76,5
CF_2Cl_2	CFC-12 (freon 12)	110 až 139
CHF_2Cl	CFC-22 (freon 22)	14 až 22
$\text{CF}_2\text{Cl}-\text{CFCl}_2$	CFC-113 (freon 113)	90 až 92
$\text{CF}_2\text{Cl}_2-\text{CF}_2\text{Cl}$	CFC-114 (freon 114)	185
$\text{CF}_3-\text{CF}_2\text{Cl}$	CFC-115 (freon 115)	380
CF_2ClBr	H-1211 (halon 1211)	12 až 25
CF_3Br	H-1301 (halon 1301)	101 až 110
CCl_4	tetrachlórmetan	50 až 67
CCl_3-CH_3	metylchloroform	6,5 až 8,5

J. Schlaghamerský: Ochrana životního prostředí - ochrana ovzduší - ozon

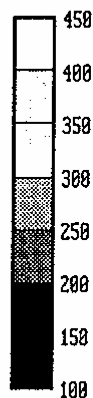
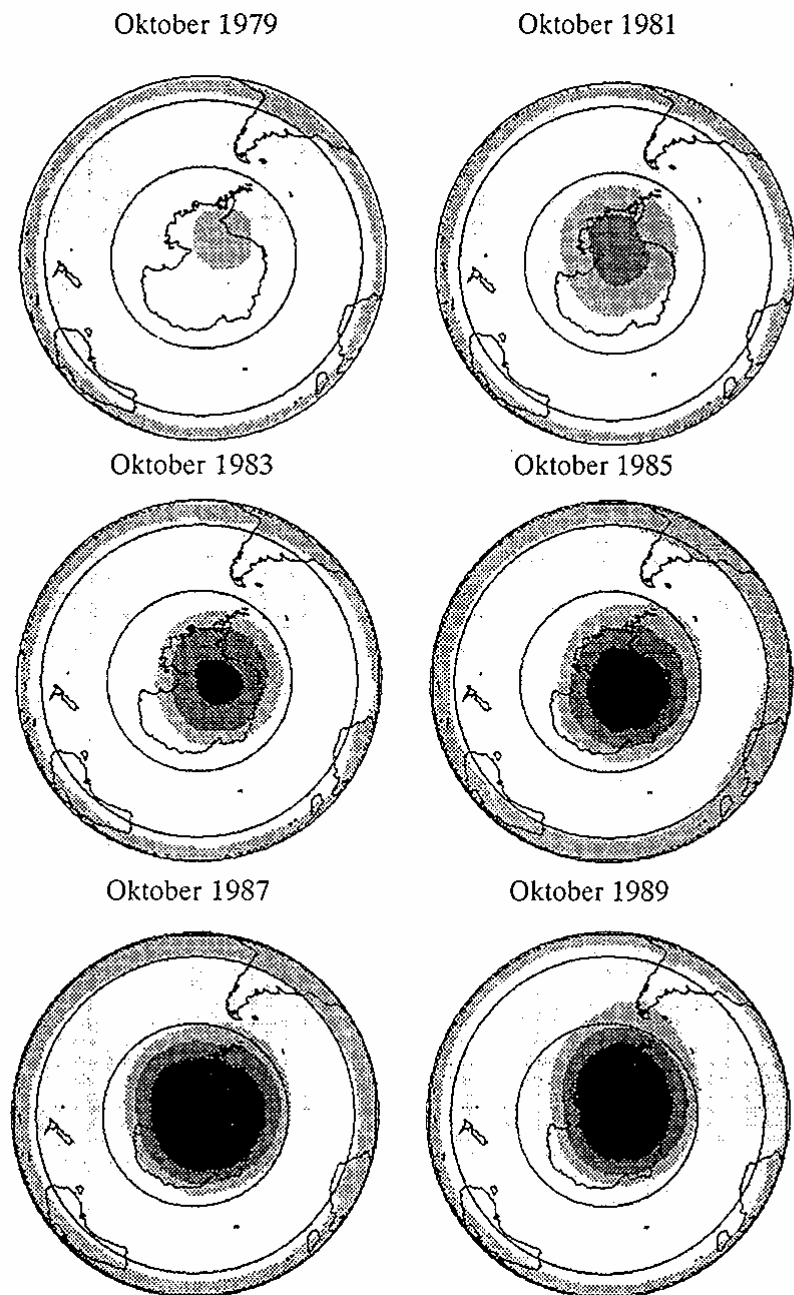
Ozonová díra: roční průběh obsahu ozonu v atmosféře v Arktídě (Svalbard = Špicbergu) a Antarktídě (Halley Bay).

Údaje z jižní polokoule posunuty o 6 měsíců pro lepší srovnání. Mesíce: J – leden, F – únor, ... D – prosinec.

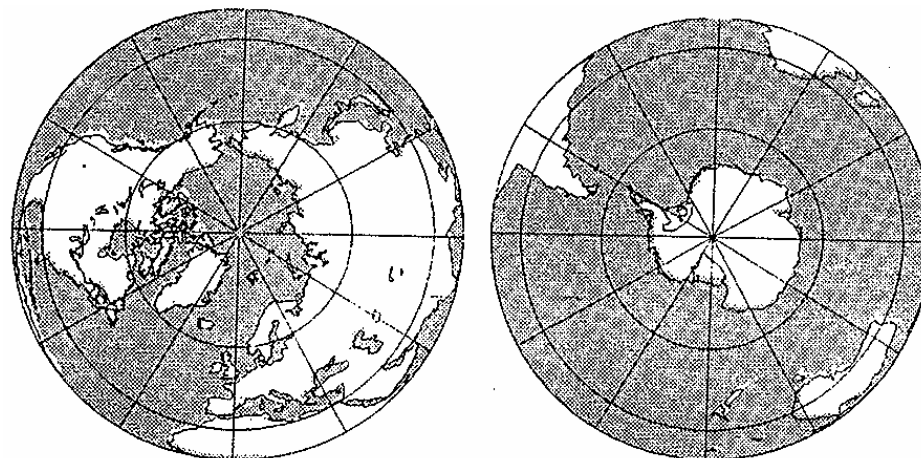


Vývoj ozonové díry nad Antarktídou: říjen 1979 – říjen 1989

(čím tmavší pole, tím méně ozonu,
škála v Dobsonových jednotkách.)

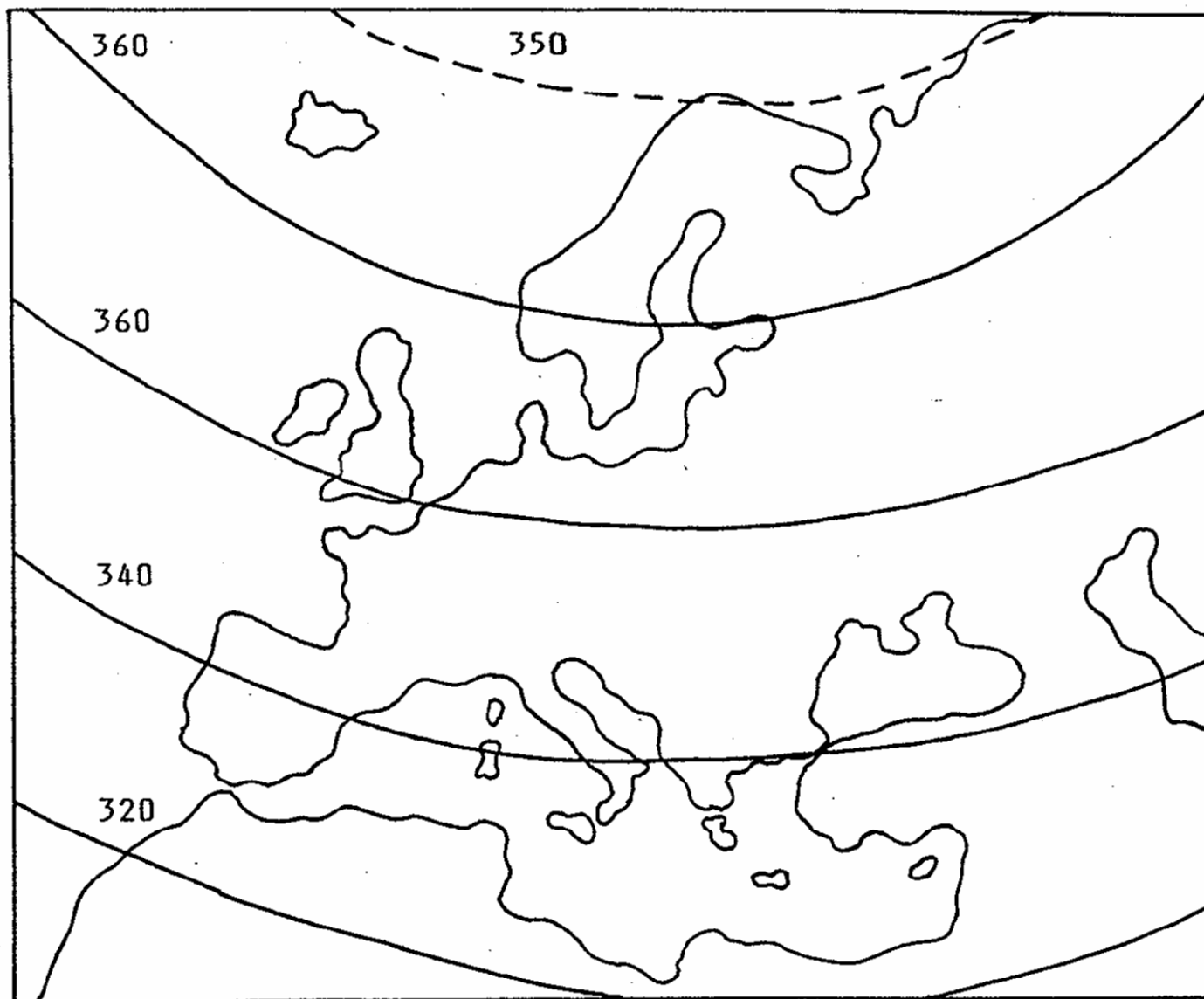


Rozdíl v rozmístění pevniny v oblasti
severního a jižního pólu.

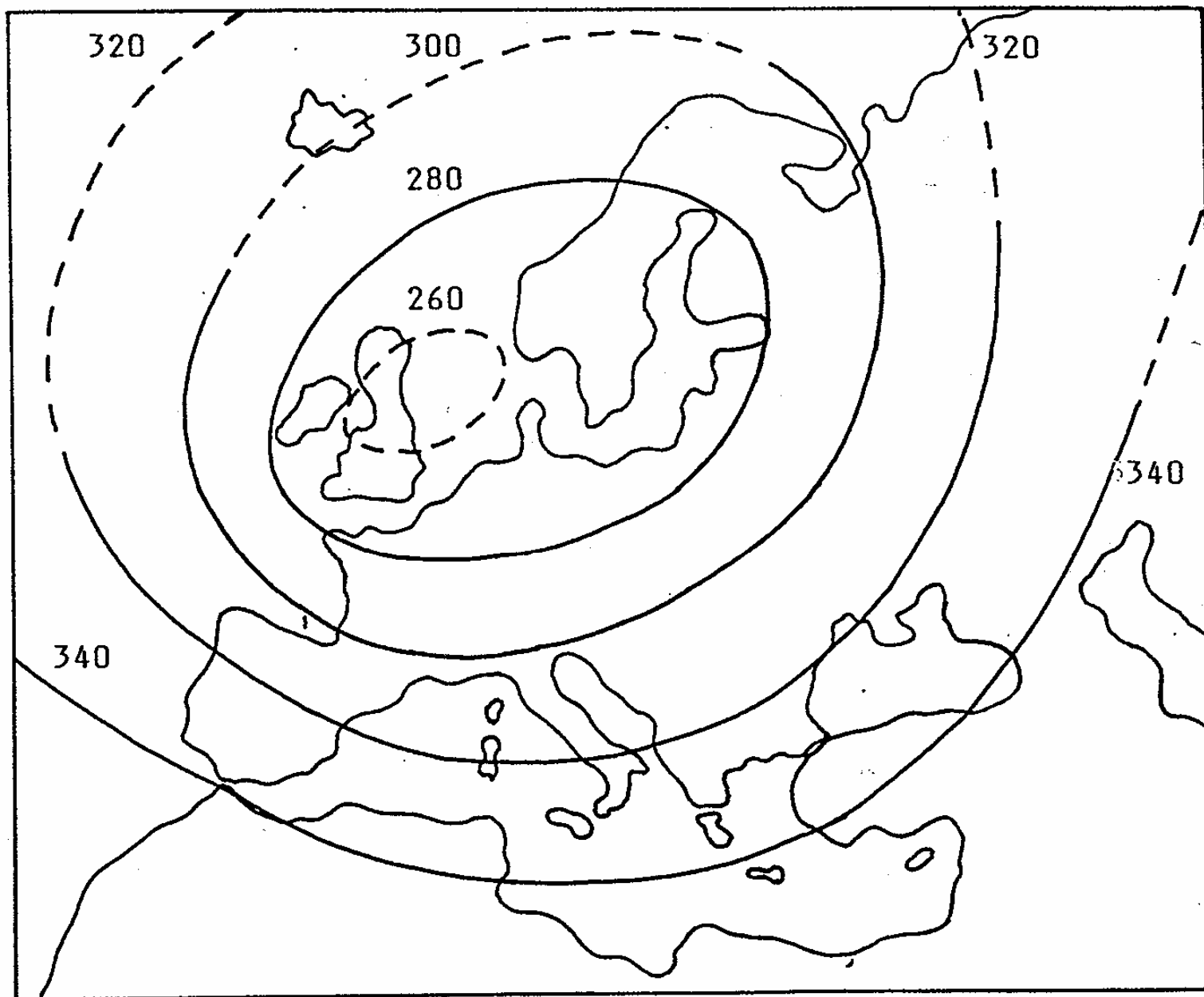




Vzdušný vír (vortex) nad severním pólem v závislosti na výšce nad zemí (únor 1992).

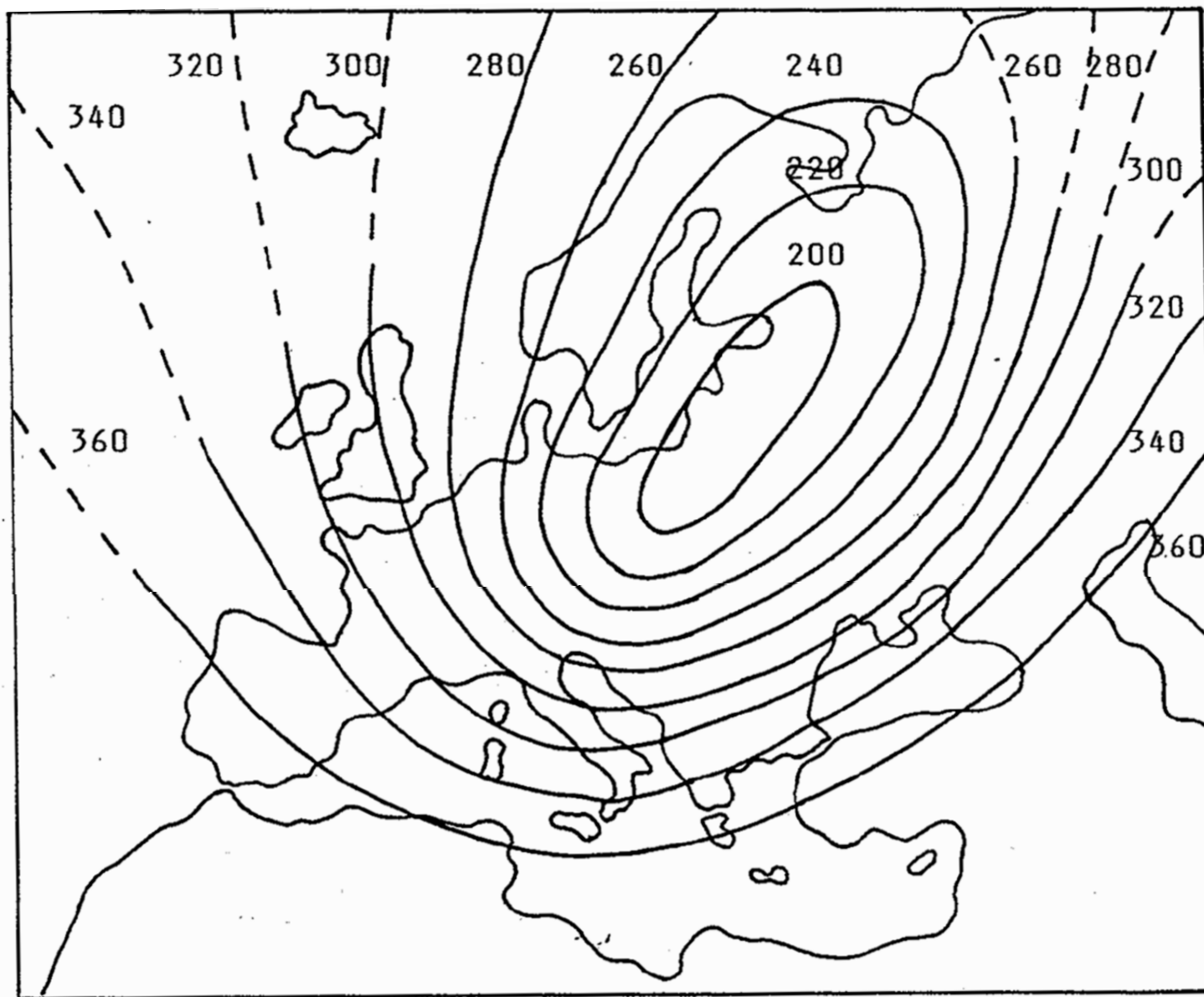


Obr. 5a Průměrné rozložení celkového ozónu v Dobsonových jednotkách nad Evropou, 1958-1986, /12/.



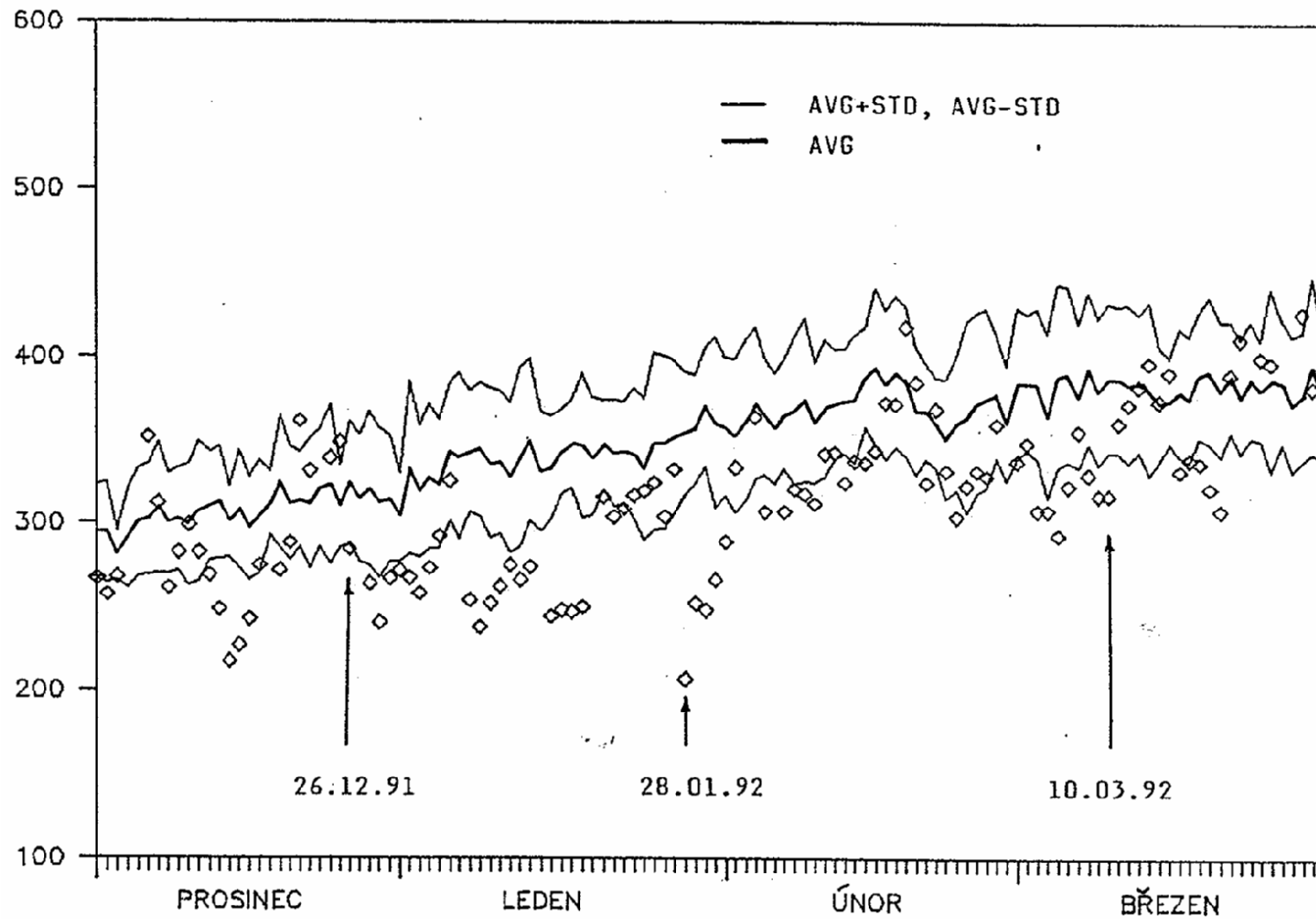
Obr. 5b Průměrné rozložení celkového ozónu v Dobsonových jednotkách nad Evropou v lednu 1992.

J. Schlaghamerský: Ochrana životního prostředí - ochrana ovzduší - ozon



Obr. 5c Rozložení celkového ozónu v Dobsonových jednotkách nad Evropou dne 28. ledna 1992.

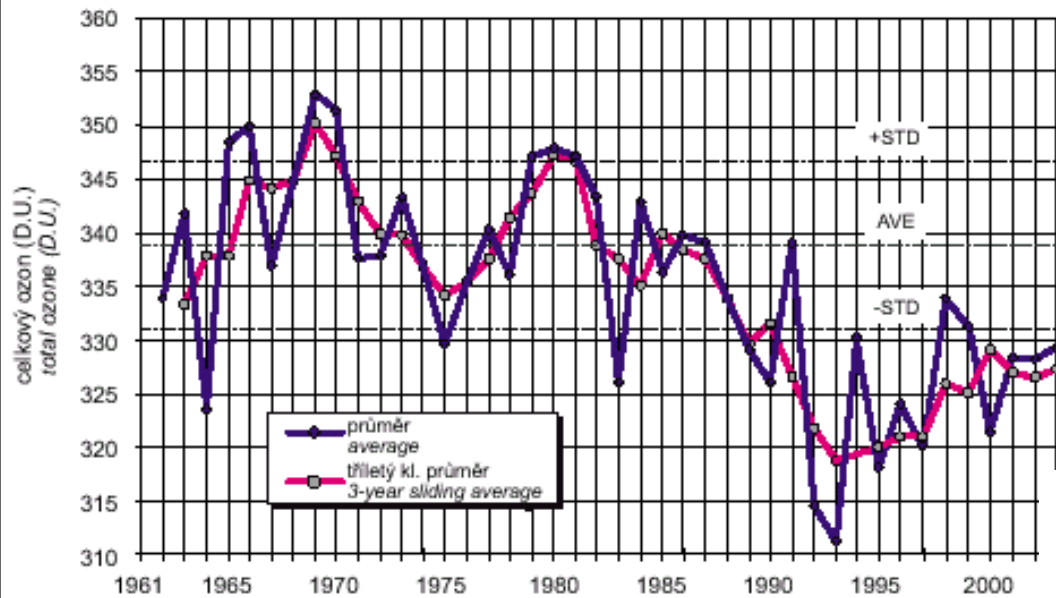
J. Schlaghamerský: Ochrana životního prostředí - ochrana ovzduší - ozon



Denní průměry celkového ozónu v Hradci Králové AVG a meze standardních odchylek STD vypočítané za období 1962-1990 a individuální denní hodnoty celkového ozónu naměřené v období prosinec 1991 až březen 1992.

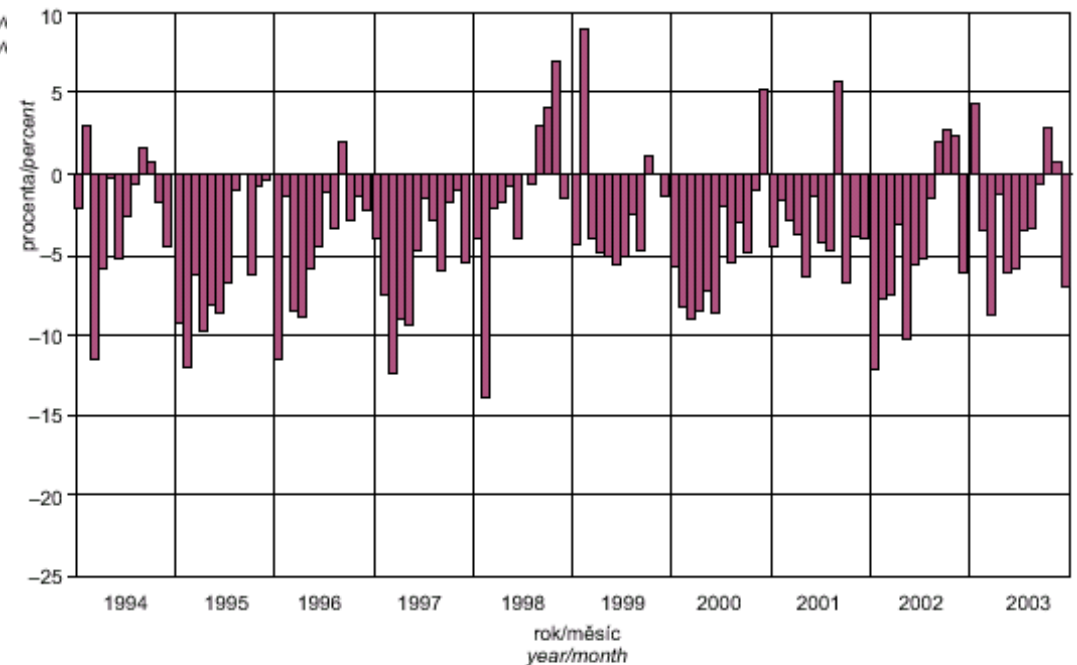
J. Schlaghamerský: Ochrana životního prostředí - ochrana ovzduší - ozon

Obr. B6.1.2 Roční průměry celkového ozonu, 1962–2003
Annual average total ozone, 1962–2003

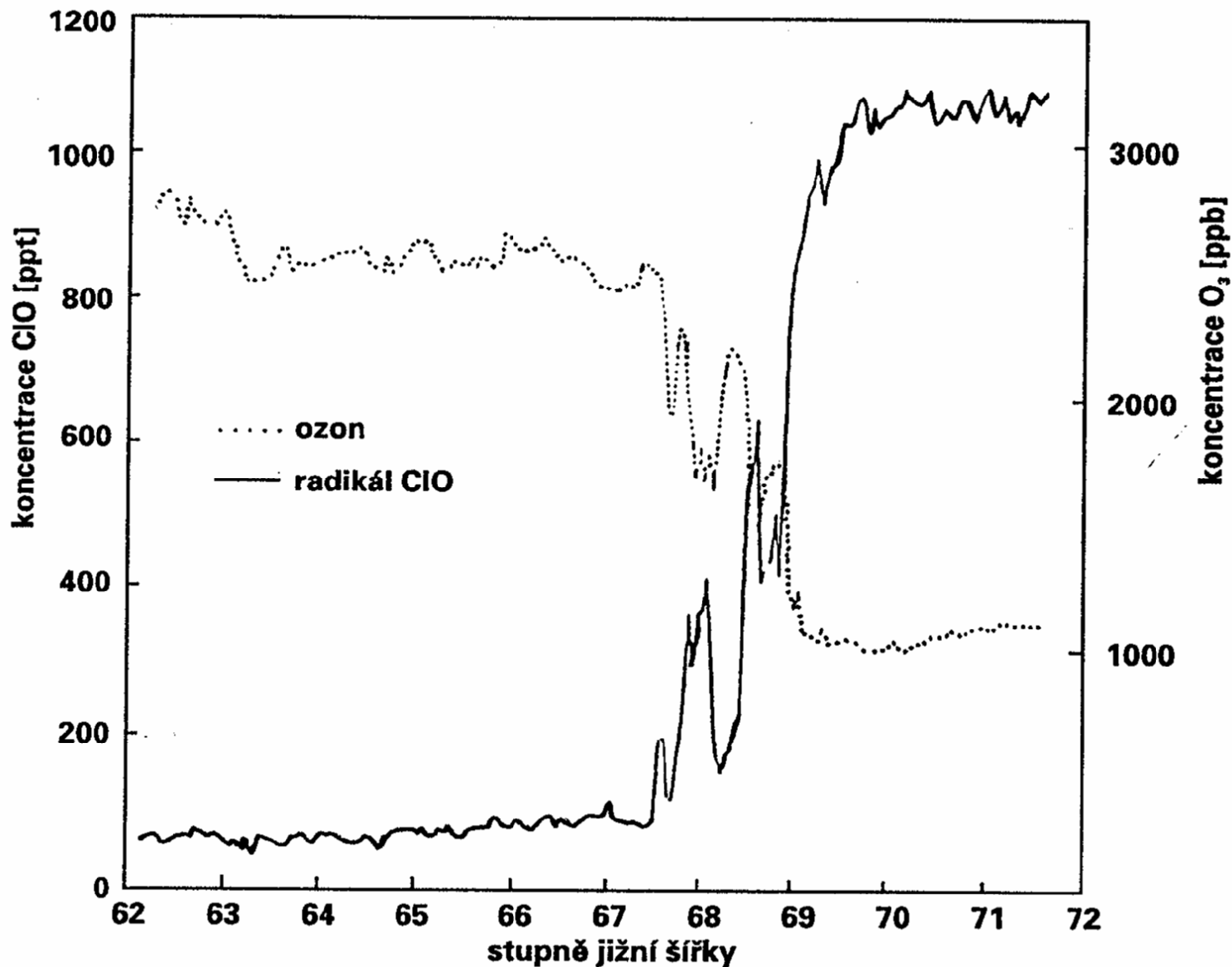


Zdroj: ČHMÚ – solární a ozonová observatoř Hradec Králové
Source: ČHMÚ – Solar and Ozone Observatory Hradec Králové

Obr. B6.1.1 Odchytky měsíčních průměrů celkového ozonu od dlouhodobých normálů, 1994–2003
Deviations of the total ozone monthly averages from the long-term normal values, 1994–2003

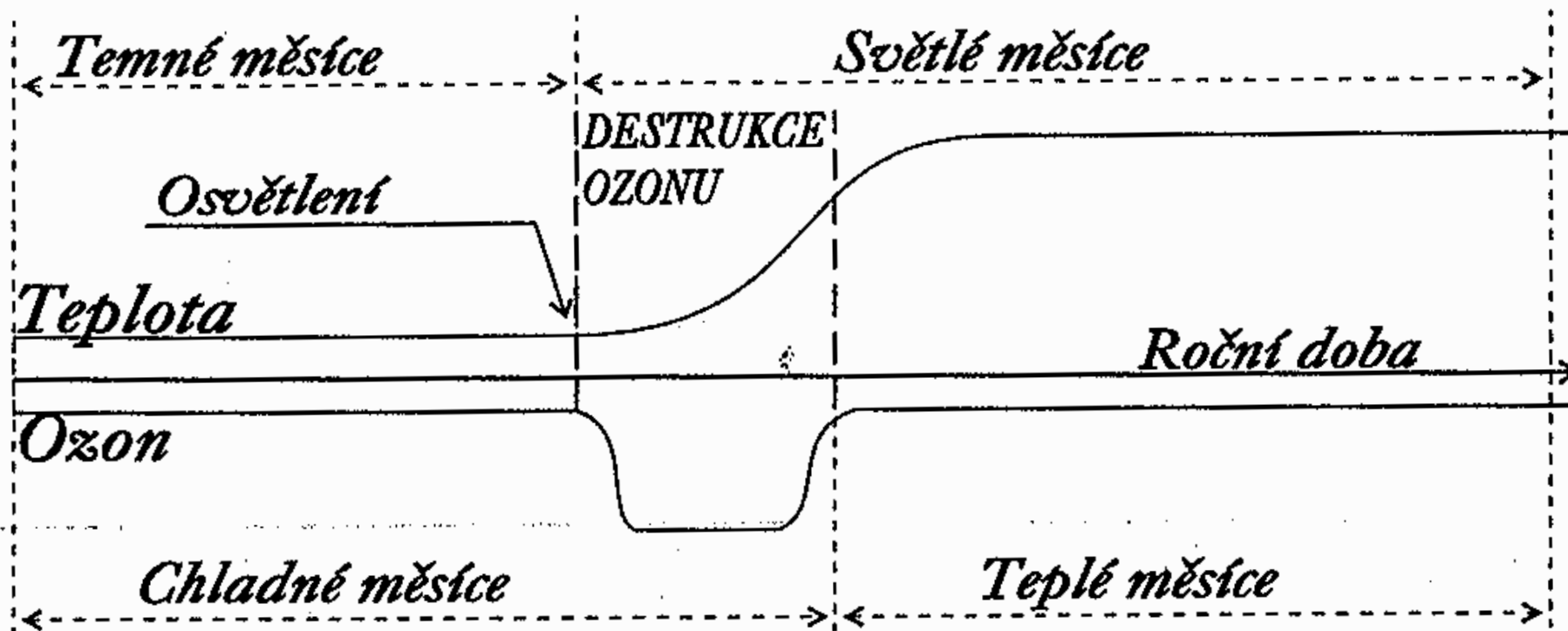


Zdroj: ČHMÚ – Solární a ozonová observatoř Hradec Králové
Source: ČHMÚ – Solar and Ozone Observatory Hradec Králové

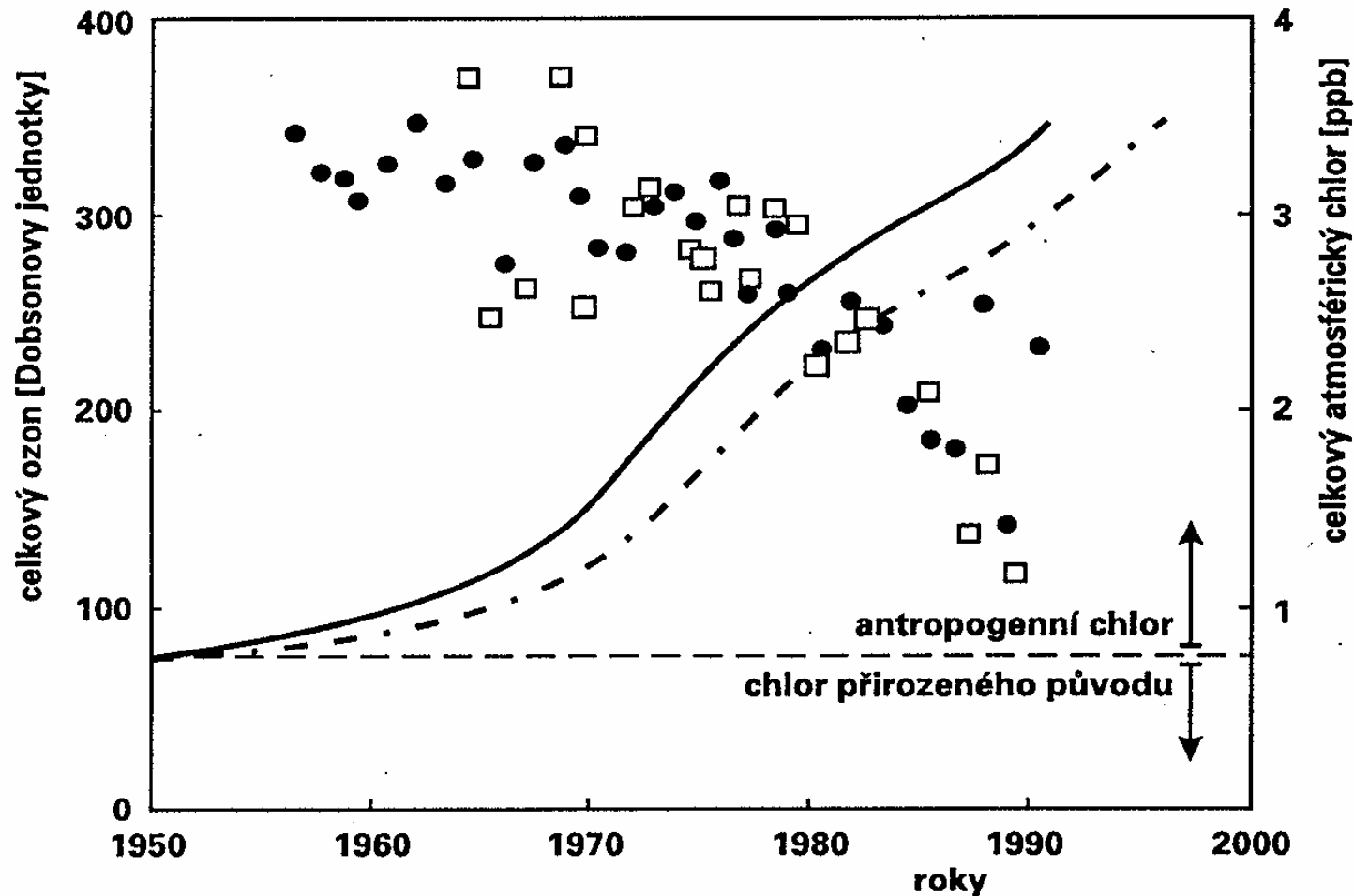


8. Závislost koncentrace ClO (plná křivka) a ozonu (tečkovaná křivka) v závislosti na jižní zeměpisné šířce 16. 9. 1987 získaná z leteckých měření. Oblast prudkého poklesu koncentrace ozonu a naopak prudkého vzrůstu koncentrace ClO odpovídá rozhraní antarktického atmosférického víru (podle[46]).

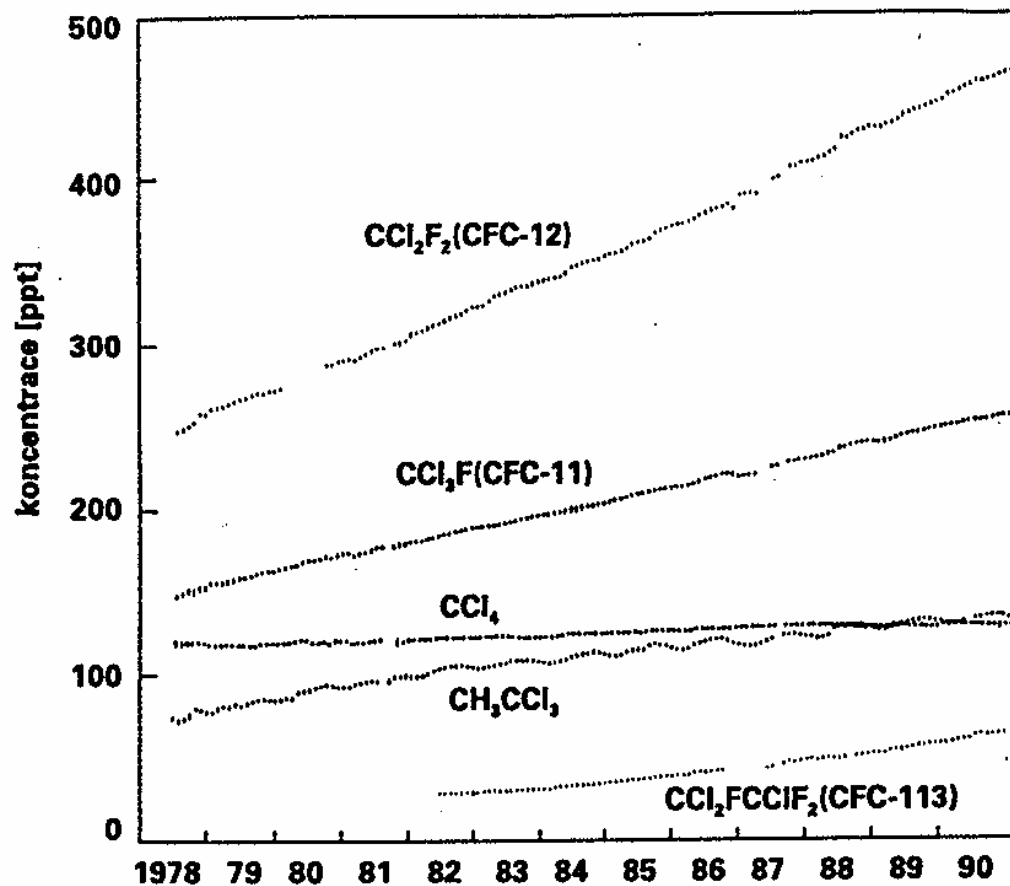
VZNIK OZONOVÉ DÍRY



Rozklad ozonu vyžaduje nízkou teplotu a světlo



7. Časová změna obsahu celkového chloru ve stratosféře (čerkovaná křivka) a troposféře (plná křivka) v porovnání s hodnotami celkového ozonu v oblasti antarktické ozonové díry nad Halleyovou zátokou (●) a nad jižním pólem (□). Čárkovaná křivka značí množství kovalentních sloučenin chloru přirozeného původu obsažených v ovzduší (podle [40]).



3. Růst troposférických koncentrací některých freonů, tetrachlormethanu a trichloroethanu od r. 1978 na měřicí stanici v Tasmánii. Podobná měření se provádějí na řadě dalších stanic na severní i jižní polokouli s obdobnými výsledky (podle [14]).

J. Schlaghamerský: Ochrana životního prostředí - ochrana ovzduší - ozon

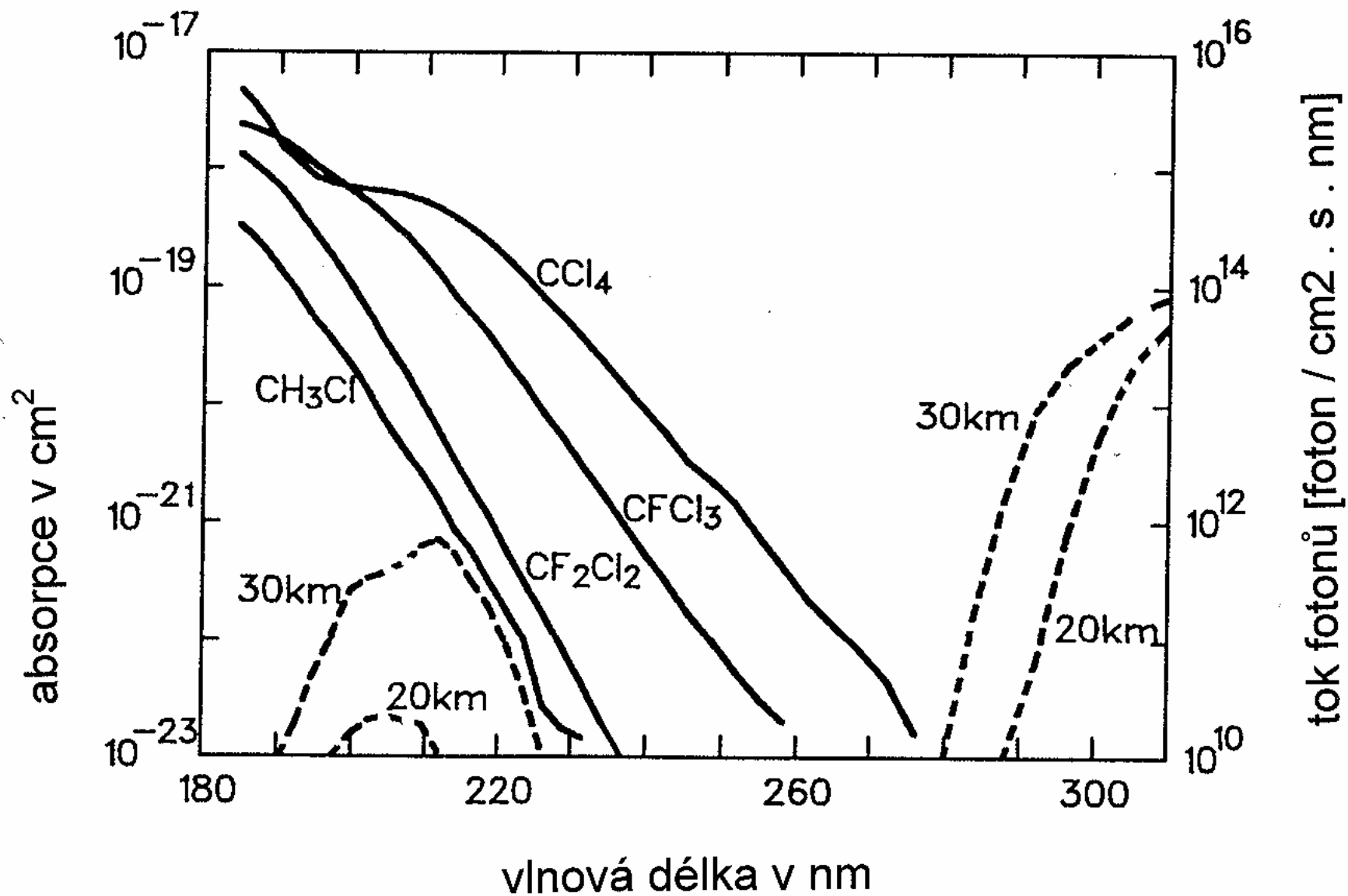
Bilance látek porušujících ozonovou vrstvu v ČR v r. 1992 v t

Typ látky	Výroba pro ČR	Dovoz celkem	Z toho ve výrobcích ¹⁾	Vývoz celkem	Spotřeba celkem
CFC-11	45,2	451,8	242,1	0	497,0
CFC-12	1 210,0	895,7	155,5	11,0	2 094,7
CFC-13	0	3,5	0	0	3,5
CFC-113 ²⁾	92,5	0	0	0	92,5
CFC-113	34,4	53,5	0	0	87,9
CFC-114	0	19,0	1,1	0	19,0
CFC-115	0	0,4	0	0	0,4
CFC celkem	1 382,1	1 423,9	398,7	11,0	2 702,5
Halon 1211	0	0,9	0	0	0,9
Halon 1301	0	2,1	0	0	2,1
Halon 2402	0	0	0	0	0
Halony celkem	0	3,0	0	0	3,0
Tetrachlormetan ²⁾	2 176,7	66,9	0	0	2 243,6
Tetrachlormetan	828,1	0	0	794,0	34,1
Metylchloroform	0	117,8	2,4	0	117,8
HCFC-22	0	191,1	139,4	5,0	186,1
Metylbromid	0	10,4	0	0	10,4

¹⁾ aerosoly, termoizolační výrobky z tvrdých polyuretanových pěn (PUR), separátory, disperze, chladičů médium ledniček a mrazicích zařízení

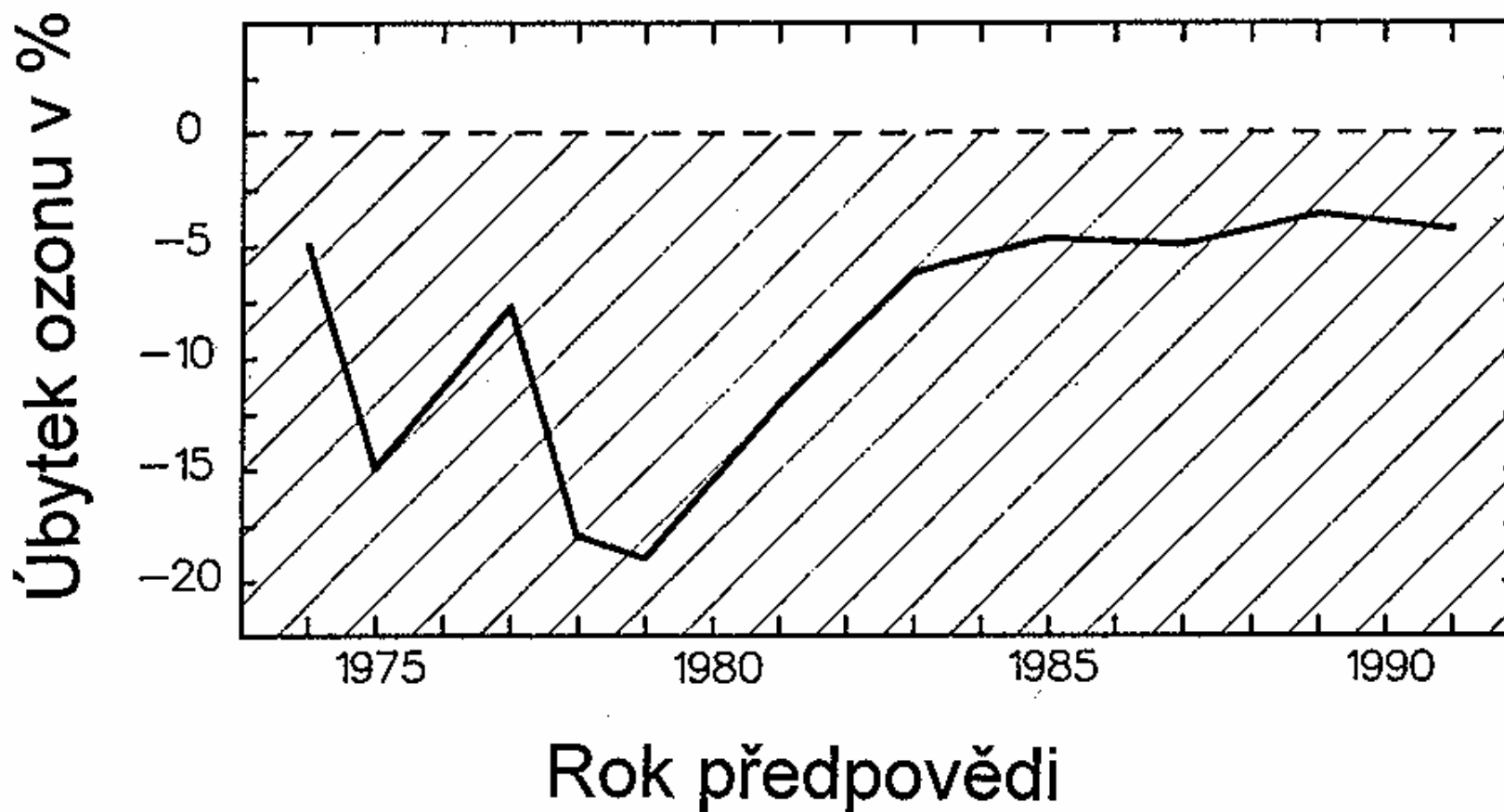
²⁾ užitý jako chemický meziprodukt nepodléhající regulaci podle Montrealského protokolu

Zdroj: INCOM, s. p.



J. Schlaghamerský: Ochrana životního prostředí - ochrana ovzduší - ozon

Předpovědi úbytku ozonu ze strany vědců kolísají, vždy však byl předpovězen úbytek.

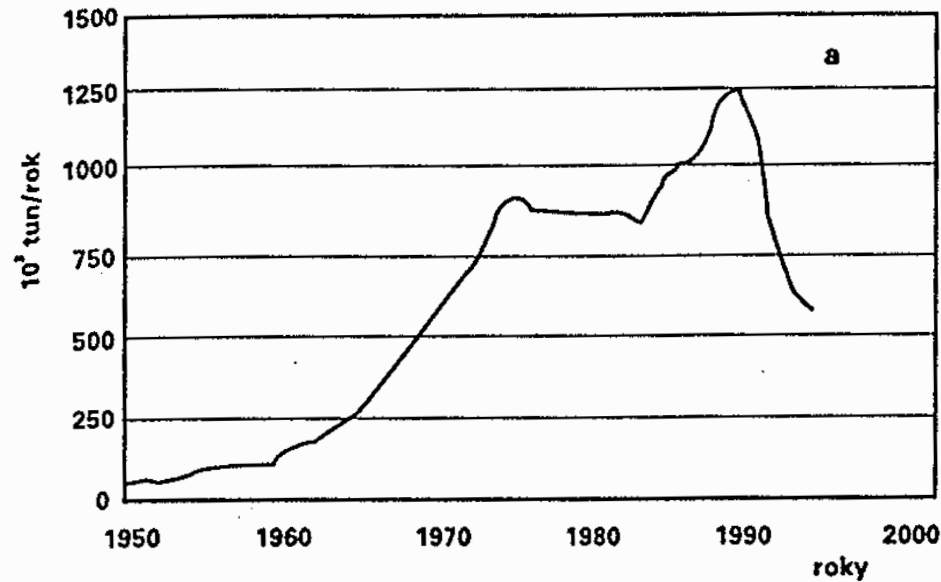


J. Schlaghamerský: Ochrana životního prostředí - ochrana ovzduší - ozon

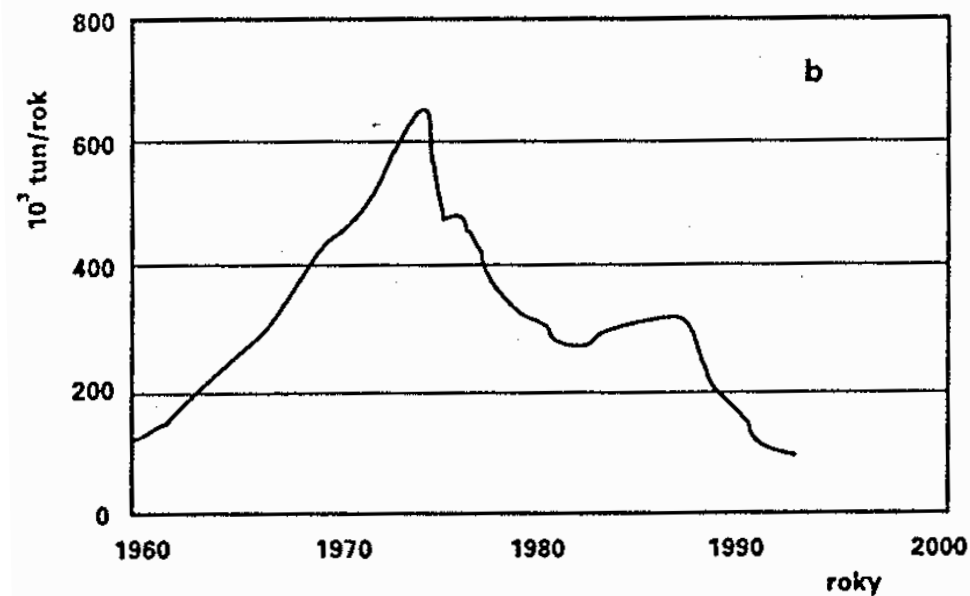
Vývoj legislativních kroků k ochraně ozonové vrstvy Země

- 1980 – Rada ES vydává doporučení pro členské státy k omezení užívání CFC–11 a 12 pro spreje
- 1885 – ve Vídni je projednána, přijata a vystavena k podpisu konvence vyzývající ke konkrétní činnosti k ochraně ozonové vrstvy Země ("Vídeňská úmluva" o ochraně ozonové vrstvy)
- 1986 – v Ženevě je uspořádána pod patronací Výboru OSN pro životní prostředí (UNEP) mezinárodní konference o omezování spotřeby CFC.
- 1987 – na mezinárodní konferenci v Montrealu je připraven dokument o látkách poškozujících ozonovou vrstvu Země a požadavcích na omezování jejich spotřeby a po podpisu vyzyvateli je vystaven k podpisu ostatními státy (běžně se užívá názvu "Montrealský protokol")
- 1988 – po podpisu požadovaného počtu účastníků vstupuje v platnost Vídeňská úmluva
– pod patronací UNEP je pořádána v Haagu konference o ochraně ozonové vrstvy Země, na níž jsou prezentovány informace o jejím poškozování a možných náhradách stávajících CFC.
- 1989 – vstoupil v platnost Montrealský protokol
– na mezinárodní konferenci v Londýně je vyhlášen požadavek na revizi Montrealského protokolu ve smyslu zpřísnění regulačních opatření pro snížení CFC.
– UNEP pořádá v březnu v Nairobi zasedání pracovní skupiny pro revizi požadavků Montrealského protokolu.
– UNEP pořádá v listopadu 2. zasedání pracovní skupiny pro revizi Montrealského protokolu
- 1990 – UNEP pořádá 3. zasedání pracovní skupiny pro revizi Montrealského protokolu v Ženevě a čtvrté v Londýně
– UNEP pořádá v červnu druhou konferenci signatářů Vídeňské úmluvy a Montrealského protokolu v Londýně, kde je 29. června vyhlášen a vystaven k podpisu zpřísnující dodatek k Montr. protokolu.
– **21. června po předběžném projednání vládami ČR a SR odsouhlasila vláda ČSFR přistoupení k Vídeňské úmluvě a Montrealskému protokolu**
– **30. prosince vstupuje v platnost pro ČSFR Montrealský protokol**
- 1991 – na mezinárodní konferenci v Nairobi je vyhlášen dodatek k Montrealskému protokolu, týkající se obchodu a recyklace CFC.
– vydána směrnice Rady ES č. 594/91 zpřísnující požadavky Montrealského protokolu pro země ES
- 1992 – **4. června vyslovila vláda ČSFR souhlas s přistoupením k Londýnskému dodatku**

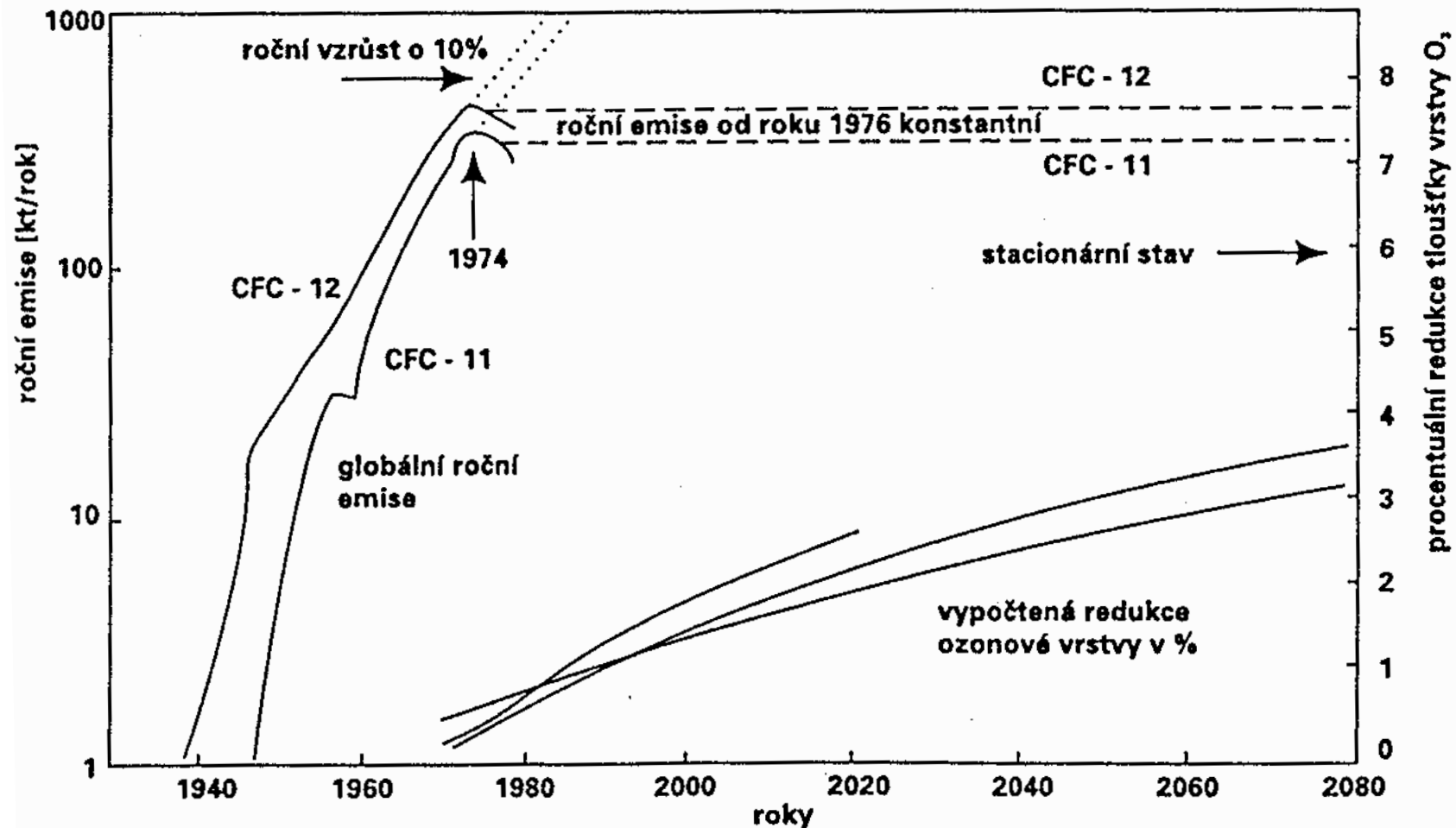
J. Schlaghamerský: Ochrana životního prostředí - ochrana ovzduší - ozon



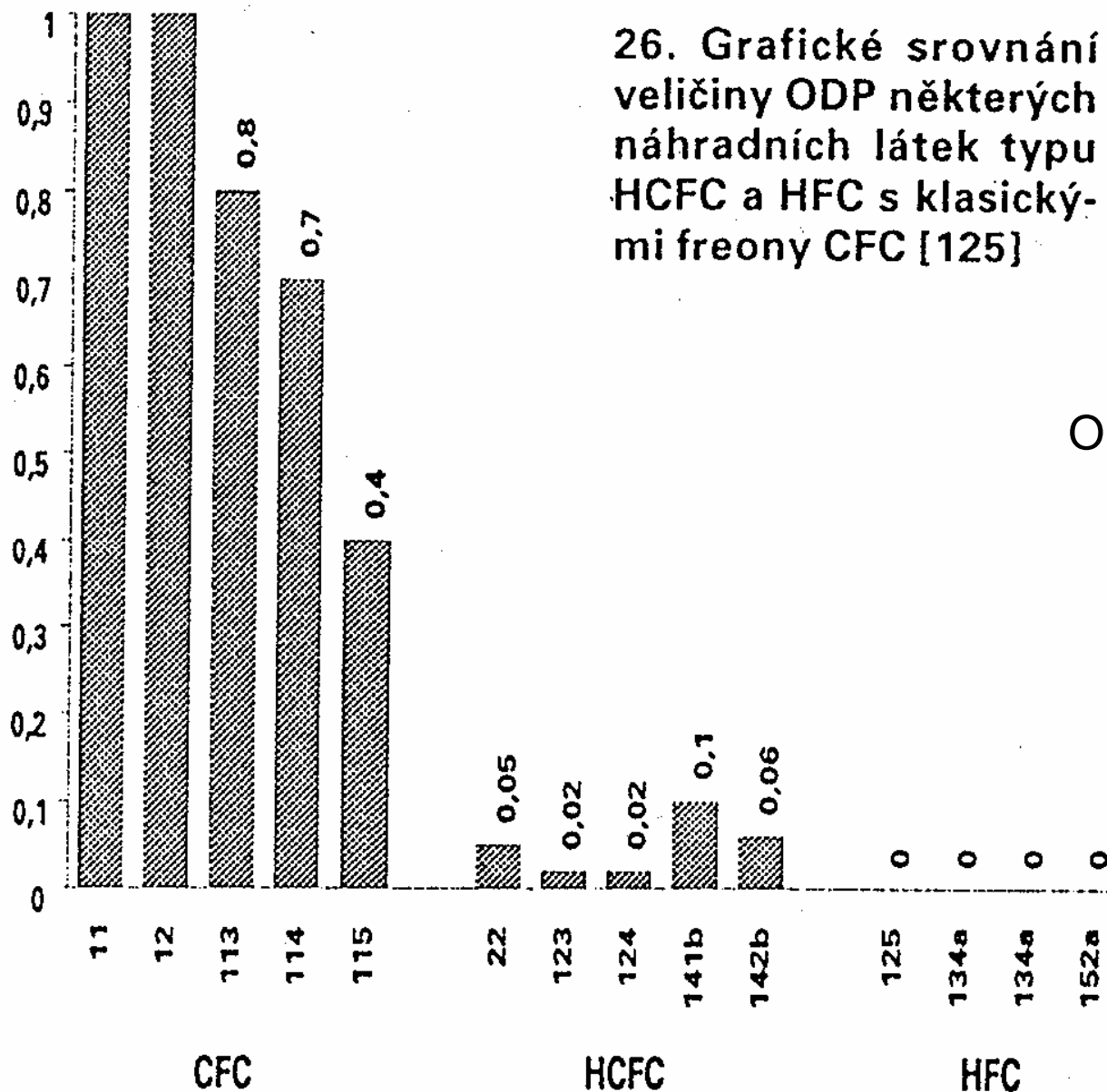
16a. Celková světová produkce freonů v letech 1950 – 1992 (viz také tab. VIII), podle [1]



16 b. Celková světová výroba freonů jen pro potřebu hnacích plynů do rozprašovačů. V obou případech jde o freony typu CFC-11, CFC-12, CFC-113, CFC-114 a CFC-115, podle [1]



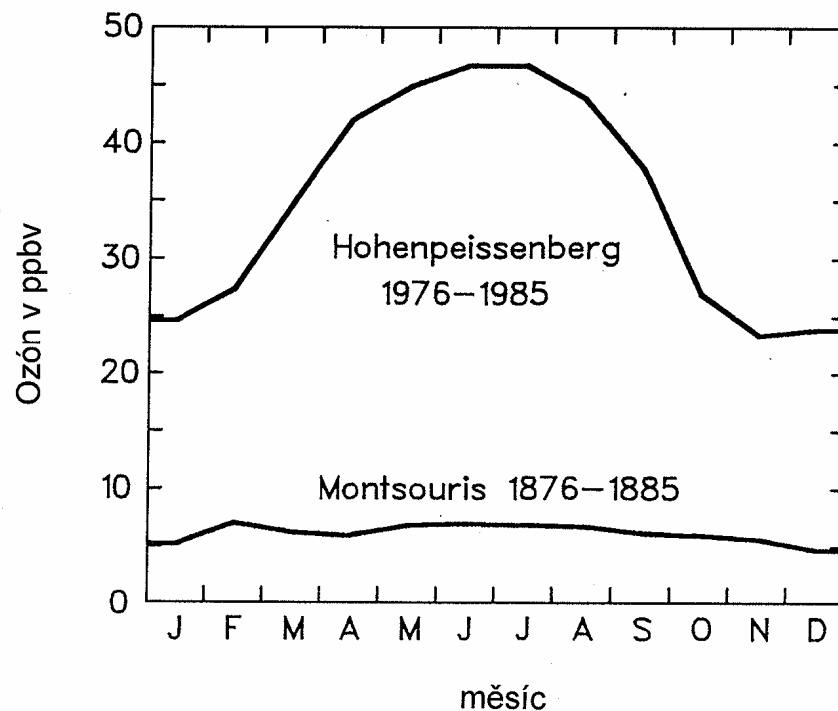
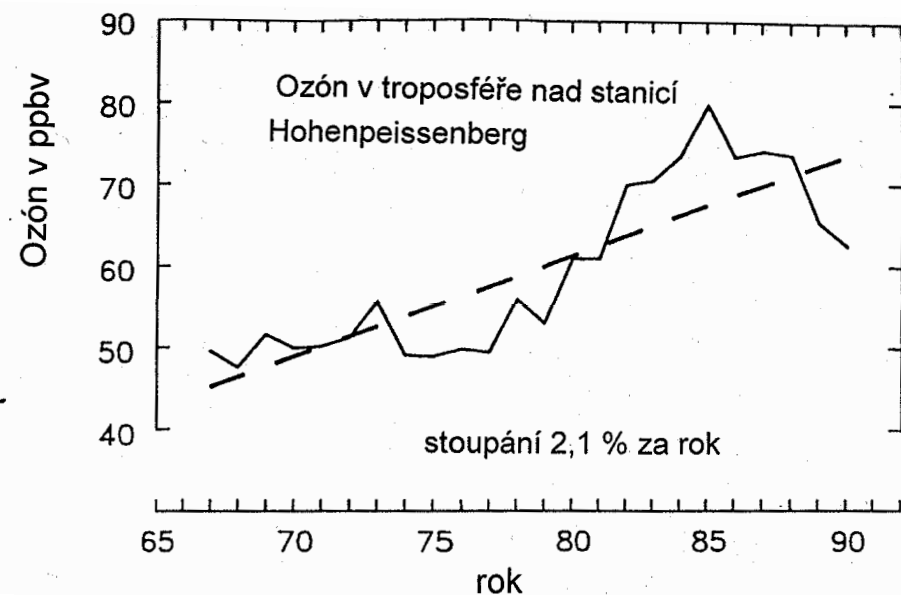
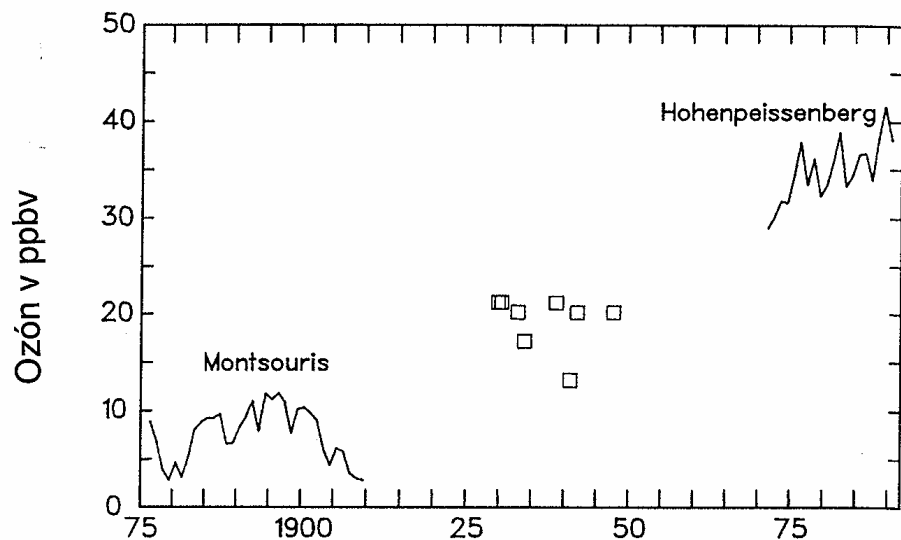
7. Vývoj ročních emisí freonů CFC-11 a CFC-12 (levá část obr.). Až do r. 1974 se emise těchto látek zvyšovaly ročně asi o 10 %. Roku 1975 toto množství poprvé pokleslo. Pro případ scénáře, že tyto roční emise budou nadále konstantní o výši hodnot z r. 1976 (čárkovaná extrapolace) byl proveden výpočet redukce tloušťky ozonové vrstvy pro dalších 100 let (pravá část obr.) na základě tří různých modelů. Konečný stacionární stav obnáší asi 6,5 % a lze jej očekávat až mnohem později (odle[63]).



ODP = Ozone Depletion Power

Fotochemický smog (= fotosmog, letní smog, oxidační smog, Los Angeleský smog)

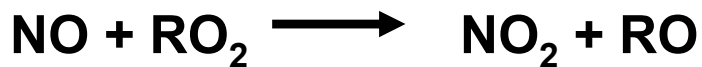
Vývoj přízemních koncentrací ozonu (troposférického)



Fotochemický smog (A. Haagen-Smit, 1952)

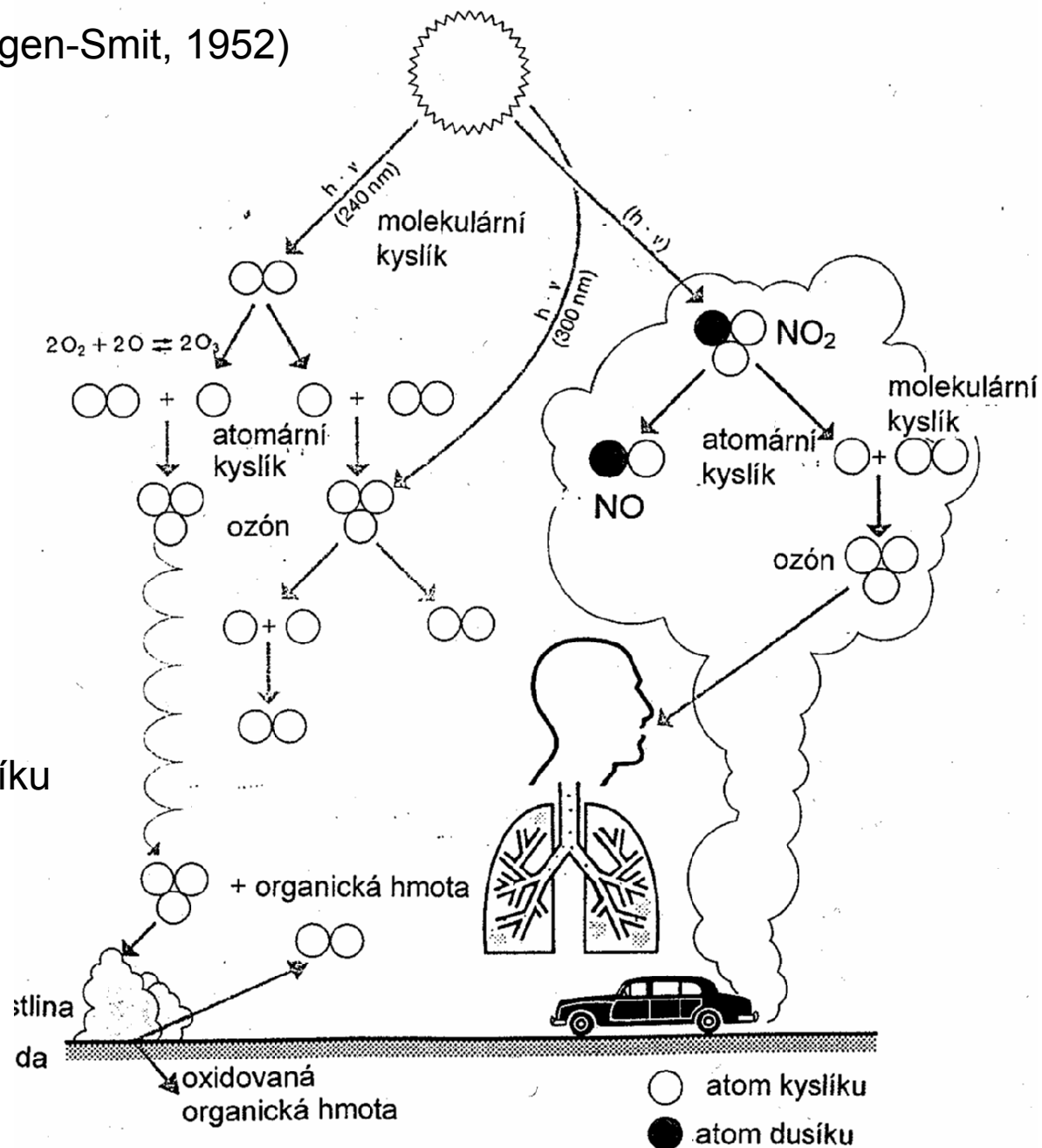
NO = "prekursor"

Zpětná reakce O₃ s NO:



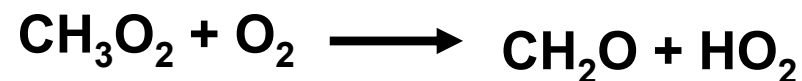
(RO₂ = HO₂, organické peroxidy)

Opětovná přeměna OH na peroxid vodíku
Vede k pokračování vzniku ozonu:



Fotochemický smog

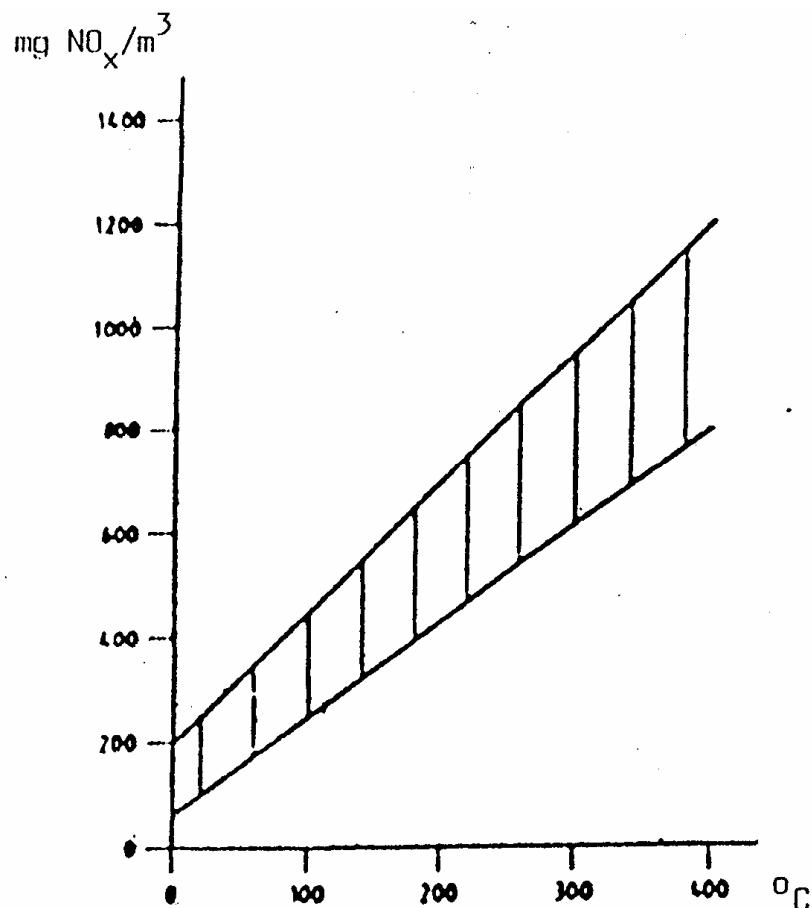
Příklad reakce s organickými peroxidy
(peroxid metanu CH_3O_2)



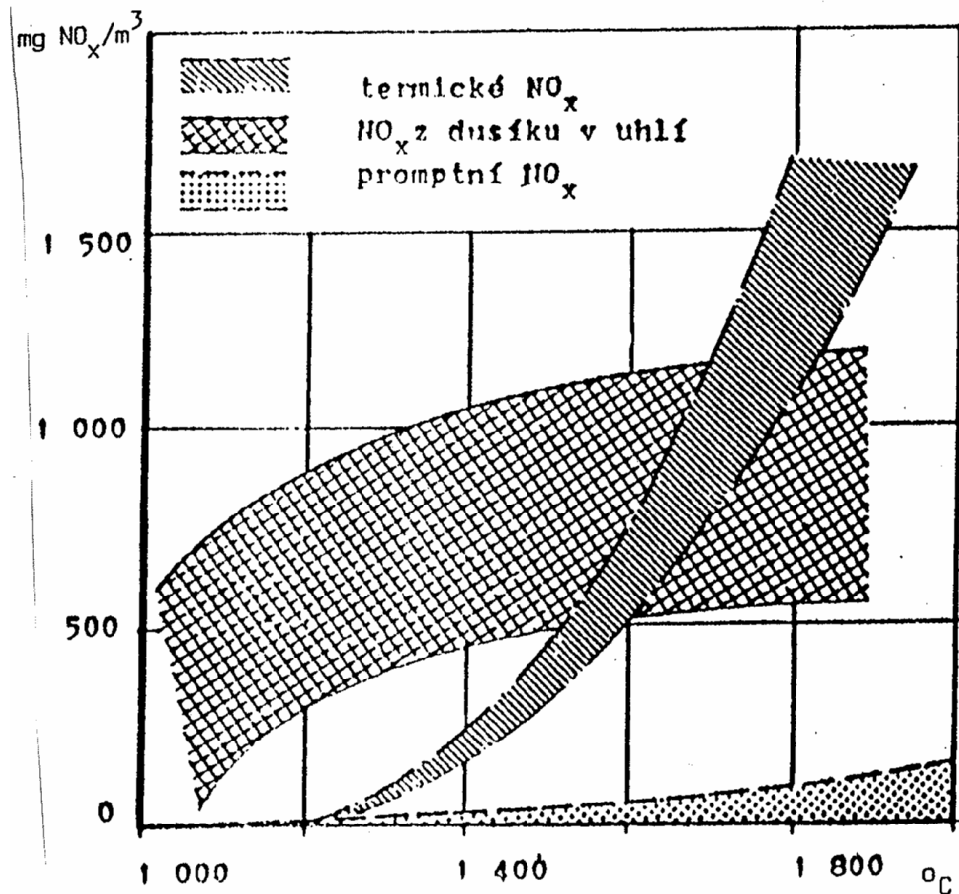
Kromě zvýšených koncentrací ozonu se na negativních účincích fotochemického smogu podílí také

- prachové částice,
- řada org. sloučenin dusíku, např. **Peroxyacetylnitrat (PAN)**, který slouží vedle ozonu jako hlavní indikátor smogové situace.

J. Schlaghamerský: Ochrana životního prostředí - ochrana ovzduší - ozon



Tvorba NO_x v závislosti na teplotě spalovacího vzduchu



Tvorba jednotlivých typů NO_x při spalování uhlí

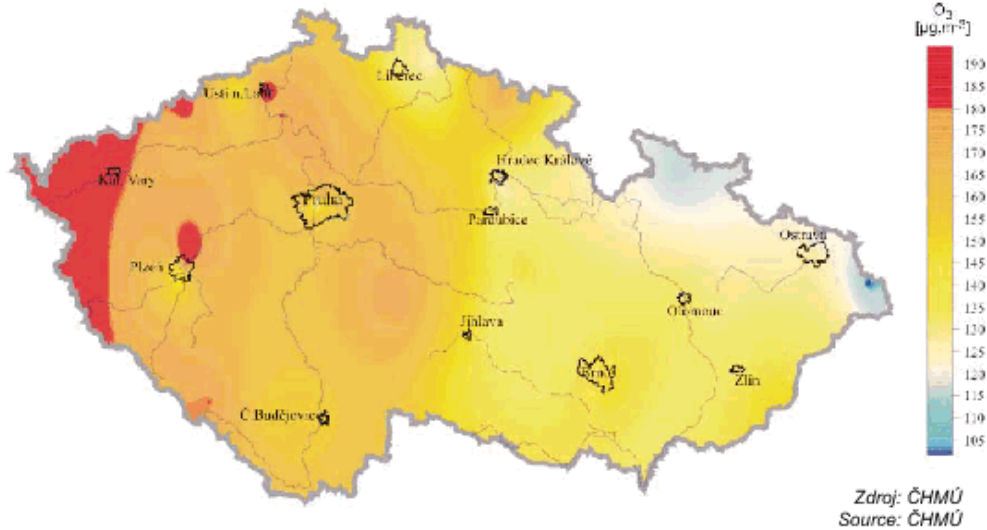
Termické (vysokoteplotní) NO_x : oxidace N_2 ze spalovacího vzduchu za vysoké teploty

Palivové NO_x : oxidace chem. vázaného N v palivu

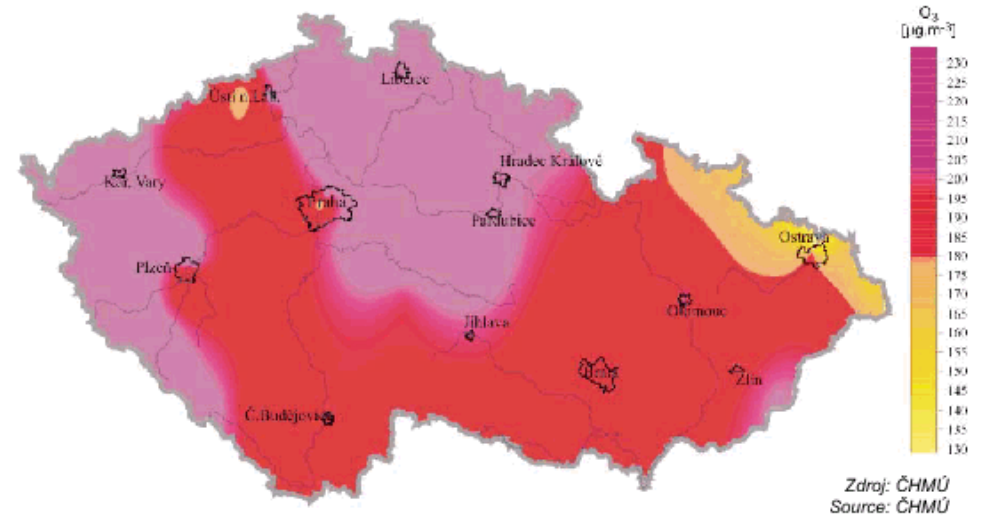
Promptní NO_x : radikálovými reakcemi (na rozhraní plamene) z chem. vázaného N

J. Schlaghamerský: Ochrana životního prostředí - ochrana ovzduší - ozon

Obr. B1.3.3 Plošné rozložení maximálních hodinových koncentrací troposférického ozonu dne 12. srpna 2003
Planar distribution of the maximum hourly concentrations of tropospheric ozone on August 12, 2003



Obr. B1.3.5 Plošné rozložení maximálních hodinových koncentrací troposférického ozonu dne 13. srpna 2003
Planar distribution of the maximum hourly concentrations of tropospheric ozone on August 13, 2003



Obr. B1.3.7 Plošné rozložení maximálních hodinových koncentrací troposférického ozonu dne 14. srpna 2003
Planar distribution of the maximum hourly concentrations of tropospheric ozone on August 14, 2003

