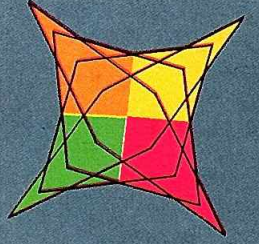


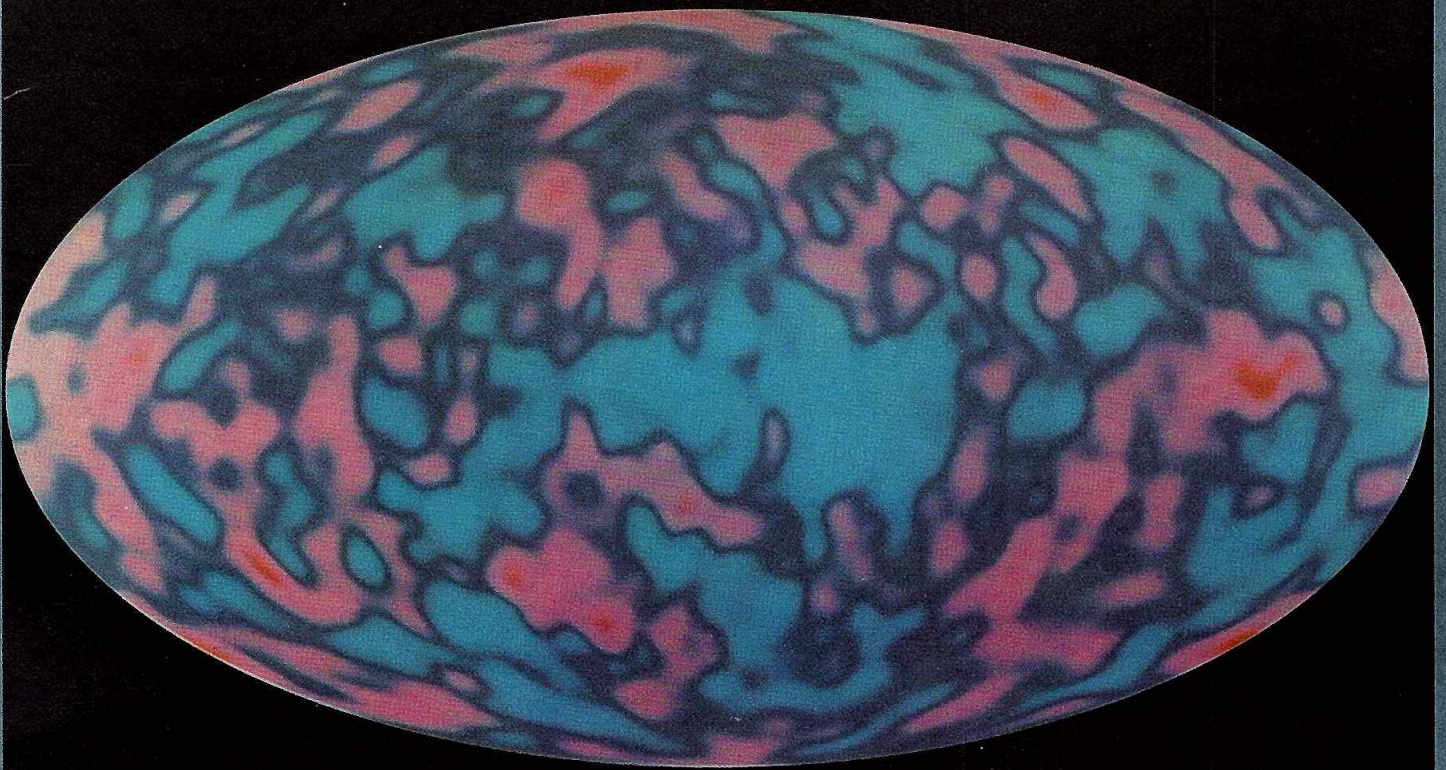
Říše hvězd



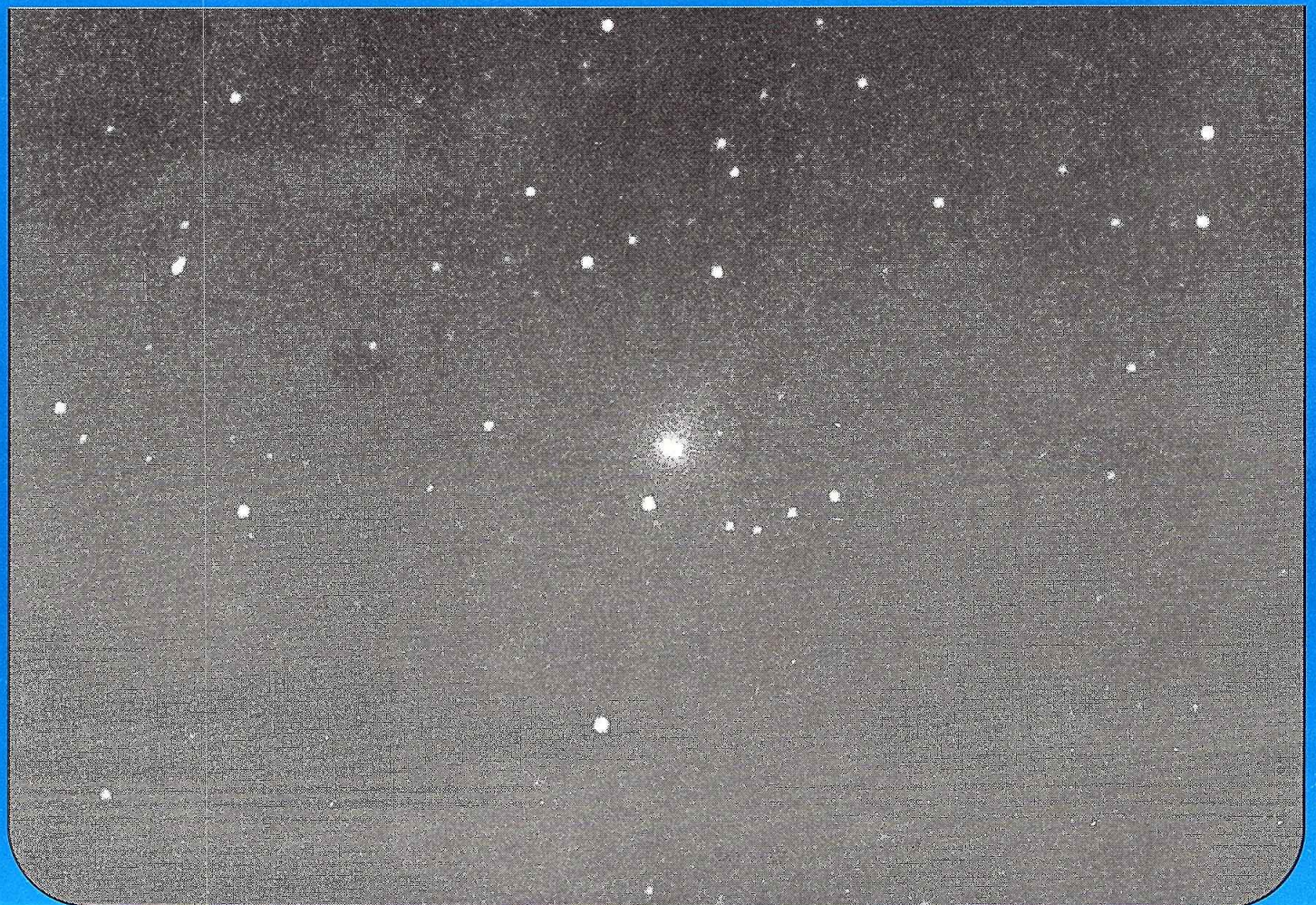
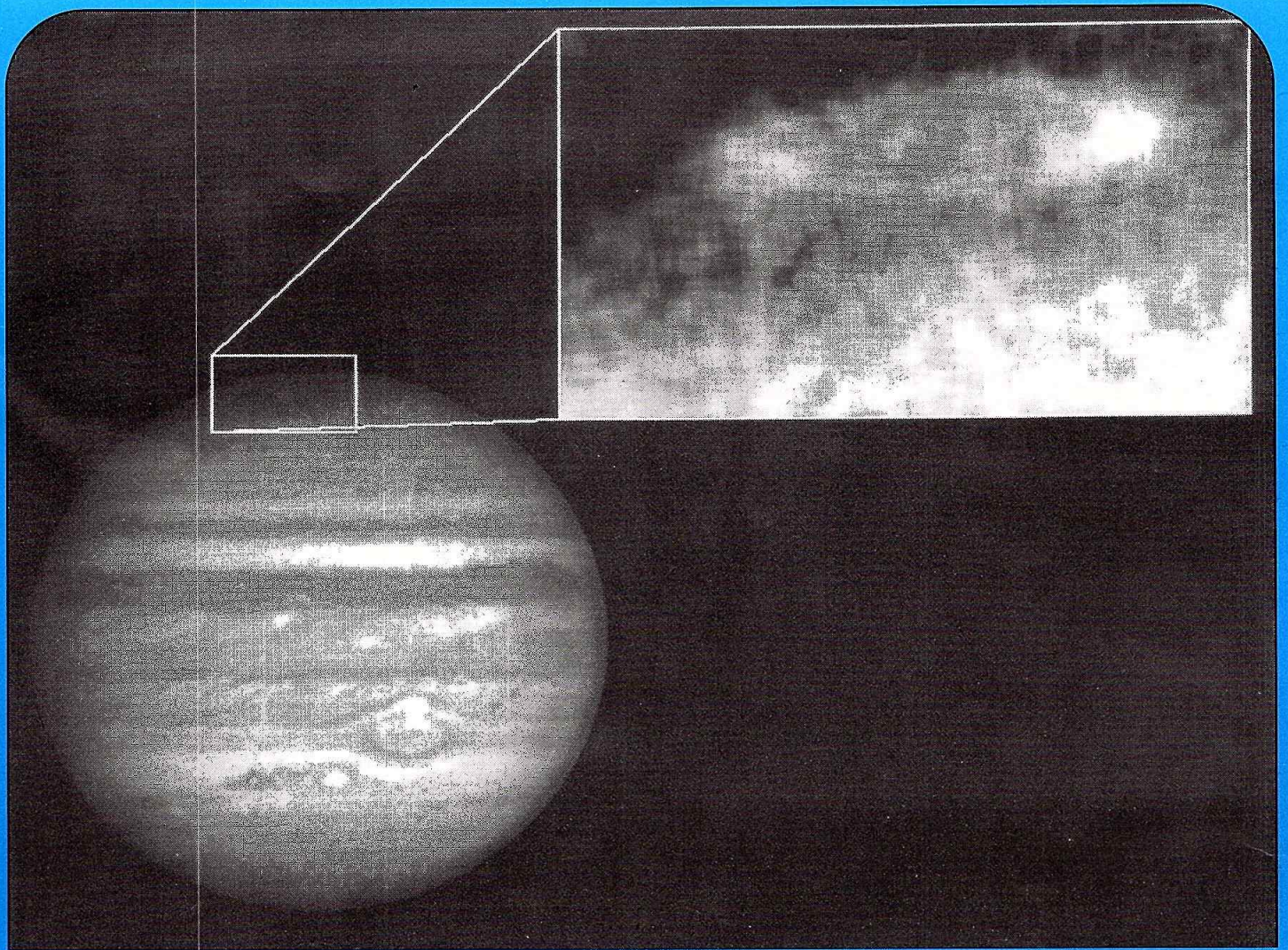
ročník 73

cena 8 Kčs

9/92



**epochální objev
družice COBE**



POPULÁRNĚ VĚDECKÝ ASTRONOMICKÝ ČASOPIS

První číslo Říše hvězd vyšlo v březnu 1920

(KOSMICKÉ ROZHLEDY, ročník 30)

Vydává: Ministerstvo kultury České republiky v Nakladatelství a vydavatelství Panorama (Hálkova 1, 120 72 Praha 2), za odborné spolupráce České astronomické společnosti při ČSAV (ČAS, Královská obora 233, 170 00 Praha 7).

Šéfredaktor: Tomáš Stařechý

Redakční rada: Jiří Grygar (předseda), Jiří Bouška, Marcel Grün, Petr Hadrava, Oldřich Hlad, Helena Holová, Miloslav Kopecký, Zdeněk Mikulášek, Jaroslav Pavloušek, Zdeněk Pokorný, Pavel Příhoda, Vojtěch Rušin, Martin Šolc, Vladimír Vanýsek, Marek Wolf, Juraj Zverko, Václav Appl (za vydavatele)

Sekretářka redakce: Daniela Ryšánková

Adresa redakce: Říše hvězd, Mrštíkova 23, 100 00 Praha 10 – Strašnice; ☎ (02) 781-0163; Fax: (02) 777-143

* Tisk: Tiskařské závody, s. p., provoz 31, Slezská 13, 120 00 Praha 2. * Vychází 12-krát do roka. * Cena jednotlivého čísla 8 Kčs, roční předplatné 96 Kčs. * Velkoobchodní a prodejci si mohou časopis objednat za výhodných podmínek na adrese: Panorama, odbytový úřad, V tůních 11, 120 72 Praha 2; ☎ (02) 266-610. * Rozšiřuje První novinová společnost, a. s. (PNS). * Informace o předplatném podá a objednávky přijímá: PNS Praha, ACT, Kafkova 19, 160 00 Praha 6; ☎ (02) 341-200. * Objednávky ze zahraničí vyřizuje: SPT – PNS Praha, administrace vývozu tisku, V Celnici 4, 110 00 Praha 1. * Redakce nemůže ověřovat všechna fakta uvedená v příspěvcích; za pravdivost, věcnou správnost a původnost příspěvku odpovídá jeho autor. Z delších příspěvků vybírá redakce nejpodstatnější myšlenky a vyhrazuje si právo jejich rozsah úměrně krátit a stylisticky upravovat. Autorem nevyžádané rukopisy, fotografie, diapozitivy a kresby se nevracejí. * Inzerce přijímá redakce. *

● Zařazeno do indexu: *Astronomy & Astrophysics Abstracts*, *Ulrich's International Periodicals Directory*.

Uzávěrka čísla: 6. října 1992

Index: ISSN 0035-5550

© Ministerstvo kultury České republiky, Praha 1992

obsah

- 131 **GLOBALNÍ ZMĚNY OZÓNOVÉ VRSTVY A JEJICH PROJEVY NAD ÚZEMÍM ČESKOSLOVENSKA** – Karel Vaníček
- 134 **STÍNY V KOSMICKÉ MLZE – ZÁRODKY GALAXIÍ** – Mirek Plavec
- 130 **Novinky z astronomie**
Z cirkulářů Mezinárodní astronomické unie (130)
Kosmický dalekohled zkoumá raný vesmír (138)
Pojmenováno 5000 planetek (138)
Výstavba obřího dalekohledu VLT-ESO pokračuje (138)
- 136 **Úkazy na obloze** – listopad 1992
- 139 **Začínajícím hvězdářům**
- 142 **Česká astronomická společnost**
Výsledky literární soutěže k Mezinárodnímu roku kosmického prostoru
- 142 **Společenská kronika**
JUDr. Vilibald Cach zemřel (142)
Zemřel Adolf Novák (142)
- 144 **Redakci došlo**
- 143 **Kdy, kde, co**
- 143 **Recenze & anotace**
J. Helšus, A. Hladík: Kamenné otazníky aneb megality v Čechách
- 144 **Astronomická kronika** – září 1992
- 143 **Přečetli jsme pro vás**
Markéta Horová: Já a vesmír
- 144 **Psalo se...**
- 144 **Odchytky časových signálů** – květen 1992
- 149 **Inzerce**

THE REALM OF STARS - Contents

- 131 **GLOBAL VARIATIONS OF THE OZONE LAYER AND THEIR MANIFESTATION ABOVE THE TERRITORY OF CZECHOSLOVAKIA** – Karel Vaníček
- 134 **THE SHADOWS IN COSMIC FOG – GERMS OF GALAXIES** – Mirek Plavec
- 130 **Astronomy News**
From Circulars of the I. A. U. (130)
Cosmic Telescope Probes into the Early Universe (138)
5000 Minor Planets Designated (138)
Construction of the Giant Telescope VLT-ESO Continues (138)
- 136 **Phenomena in the Sky** – November 1992
- 139 **For Astronomers Beginners**
- 142 **Czech Astronomical Society**
Results of the Literally Competition in the International Space Year
- 142 **Social Chronicle**
Dr. Vilibald Cach Deceased (142)
Adolf Novák Deceased (142)
- 144 **Submitted to the Editors**
- 143 **When, Where, What**
- 143 **Book Reviews**
J. Helšus, A. Hladík: The Stone Queries or Megalites in Bohemia (143)
- 144 **Astronomical Chronicle** – September 1992
- 143 **Excerpted for You**
Markéta Horová: I and the Universe
- 144 **Written Before...**
- 144 **Time Signals Corrections** – May 1992
- 144 **Advertising**

REICH DER STERNE - aus dem Inhalt: Globaländerung der Ozonschicht und ihre Effekte über Tschechoslowakei – K. Vaníček (131); Die Schatten im kosmischen Nebel – Embrya von Galaxien – M. Plavec (134)

ROYAUME DES ÉTOILES - en ce numéro: Changement global de l'ozonosphère et sa manifestation au dessus de la Tchécoslovaquie – K. Vaníček (131); Des ombres en brouillard cosmique – les embryons des galaxies – M. Plavec (134)

REINO DE LAS ESTRELLAS - en el contenido: Cambio global de la capa de ozono y sus efectos encima de la Checoslovaquia – K. Vaníček (131); Ombras en la niebla cósmica – los embrions de galaxias – M. Plavec (134)

◀◀ PŘEDNÍ STRANA OBÁLKY

Epochální objev družice COBE – Statistická mapa oblohy vytvořená z dat pořízených diferenciálním mikrovlnným radiometrem na družici COBE ukazuje nepatrné rozdíly v teplotě reliktního záření vesmíru, jehož průměrná hodnota je pouhých 2,736 stupně nad absolutní nulou. Přestože jednotlivé fluktuační dosahují největší amplitudy jen 30 miliontin stupně (přesnost měření byla 5 miliontin stupně, tj. 0,000005 K!), jedná se o zcela zásadní výsledek podporující teorii velkého třesku – viz článek na str. 134. (foto: NASA)

◀ DRUHÁ STRANA OBÁLKY

NAHORE – Kometa Shoemaker-Levy (1991a₁) – Jedna z prvních fotografií nejjasnější komety letošního léta – komety Shoemaker-Levy (1991a₁), které obdržela redakce Říše hvězd, pochází od Jany Tiché z Českých Budějovic. Fotografie byla pořízena pěti-minutovou expozicí dne 27. června 1992 v 0h25min0s → 0h30min0s SEČ pomocí Makutovovy komory (630/850/1870) na hvězdárně na Kleti (materiál: ORWO ZU-21).

DOLE – Polární záře na Jupiteru – Snímek polární záře ve vysokých vrstvách atmosféry planety Jupiter byl pořízen Hubbleovým kosmickým dalekohledem (kamerou FOC) dne 8. února 1992. Jedná se o první snímek takové polární záře v ultrafialovém světle (160 nm). Jasně částí polární záře přibližně sledují směr magnetických siločar podél dráhy Jupiterova měsíce Io. Tento fakt potvrzuje domněnku, že vysoce energetické částice způsobující polární záře pocházejí z nesmírně aktivních sopek na měsíci Io (sopečná činnost na měsíci Io byla objevena již v r. 1980 kosmickými sondami Voyager). (foto: NASA/STScI)

CITÁT MĚSÍCE



Kultura národa se dá posoudit podle stavu jeho astronomických observatoří.

John Quincy Adams (1767–1848), 6. president USA



Z cirkulářů Mezinárodní astronomické unie

Planetka (4015) 1979 VA = kometa P/Wilson-Harrington (1949 III)

Planetka 1979 VA byla objevena E. Helinovou na observatoři Mount Palomar jako rychle se pohybující objekt o jasnosti ~ 11 mag. Z dalších pozorování se ukázalo, že se jedná o planetku typu Apollo (tyto planetky křížují dráhu Země) s periheliovou vzdáleností $\sim 0,98$ AU, excentricitou $\sim 0,63$ a s oběžnou dobou kolem Slunce větší než 4 roky. – Potud nic neobvyklého.

Na sklonku letošního léta se pokusil Ted Bowell z Lowellovy observatoře (Flagstaff, Arizona, USA) zpětnou extrapolací pohybu planetky najít její fotografický záznam na snímcích Palomar Sky Survey, které byly pořízeny 19. listopadu 1949. Jaké překvapení – nejenže objekt 1979 VA velmi snadno našel, ale také zjistil, že tehdy byl zaznamenán v pozičním úhlu $\sim 90^\circ$ slabý ohon s délkou $\sim 2,8'$ (jasnost objektu byla odhadnuta na $13 \div 14$ mag). Dalším překvapením bylo, že po konzultaci T. Bowella s B. Marsdenem z Minor Planetary Center (Cambridge, Massachusetts, USA) se ukázalo, že objekt byl v r. 1949 identifikován jako periodická kometa P/Wilson-Harrington (1949g = 1949 III). Existenci ohonu a jeho příslušnost ke zmíněnému tělesu potvrdili R. M. West, H. H. Heyer a J. Quebatte (ESO). Tím se stala identifikace planetky (4015) 1979 VA s kometou P/Wilson-Harrington (1949 III) prakticky nespornou.

Poslední spektroskopická pozorování pomocí CCD-detektoru umístěného na I,07-m Hallově reflektoru na Lowellově observatoři (Arizona, USA) neukázala žádné kometární emise, koma nebyla pozorována a výše zmíněný ohon byl pod prahem citlivosti detektoru (22 mag. arcsec $^{-2}$). Objekt je zřejmě dlouhodobě neaktivní kometou, u níž se občas projevují mírná vzplanutí kometární aktivity. V říjnu až prosinci letošního roku se bude tato „tichá“ kometa pohybovat souhvězdím Blíženců a Raka a její jasnost bude kolem 18. magnitudy.

● Pro zajímavost uvádíme poslední nejpřesnější dráhové elementy pro ekv. 2000.0:

T = 1992 Aug. 21,7397 TT	$\omega = 90,8705^\circ$
e = 0,622794	$\Omega = 271,0643^\circ$
q = 0,996389 AU	i = 2,7860°
a = 2,641499 AU	P = 4,293 let

(IAUC 1250, 3422, 3426, 5585, 5586, MPC 16653)

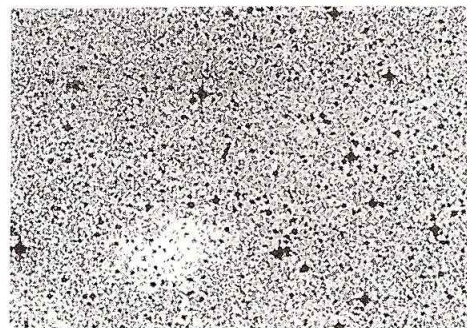
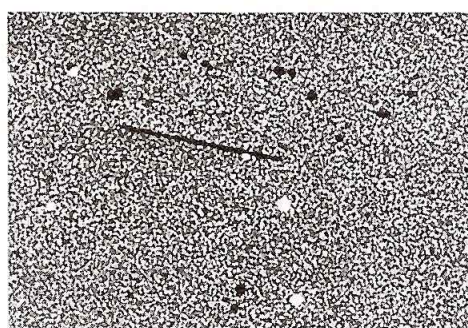
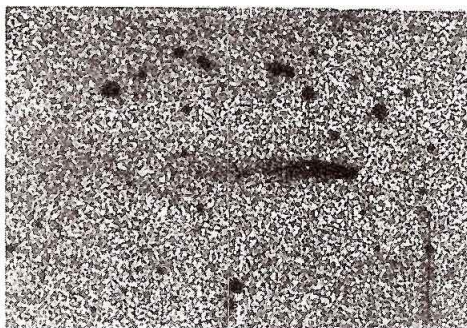
Mateřská kometa Perseid nalezena!

– znovuobjevení komety P/Swift-Tuttle (1937 II = 1862 III = 1992t)

Japonský astronom Tsuruhiko Kiuchi znovuobjevil 26. září dlouho očekávanou periodickou kometu P/Swift-Tuttle (1862 III), kometu, která je mateřskou kometou meteorického roje Perseid.

Kometa P/Swift-Tuttle byla poprvé objevena L. Swiftem 16. července 1862 při jeho pravidelné vizuální prohlídce oblohy 12-cm refraktorem v Maratonu (New York, USA). K nezávislému objevu téže komety došlo o dva dny později – 18. července 1862 – H. P. Tuttle, který kometu objevil též vizuálně – pomocí 10-cm refraktoru na Harvard Observatory v Cambridge (Massachusetts, USA). Kometa byla tehdy velmi dobře pozorovatelná, a to až do 31. října, kdy ji jako

▼ **Trojice snímků zachycující objekt (4015) 1979 VA = P/Wilson-Harrington (1949 III).** Prvé dva snímky byly pořízeny 19. listopadu 1949 pomocí 48-palcové Schmidtyovy komory na observatoři Mount Palomar (USA); v modré barvě (exp. = 12 min) – první snímek (v této barvě je velmi dobře patrný kometární ohon); v červené barvě (exp. = 45 min) – druhý snímek. Třetí snímek pochází z 15. listopadu 1979 a objekt je na něm zobrazen (bez viditelného ohonu) jako krátká úsečka uprostřed snímku. Vzdálenost objektu od Země a od Slunce byla u prvních dvou snímků 34, resp. 172 miliónů kilometrů, u třetího snímku 58, resp. 178 miliónů kilometrů. – Blíže viz text. (foto: ESO/POSS, SERC)



poslední spatřil T. Maclear. Toto období viditelnosti však nebylo natolik dlouhé, aby bylo možné určit přesné parametry dráhy komety, jejíž oběžná doba kolem Slunce se odhadovala na ~ 120 let. Určení její dráhy bylo tedy zatíženo poměrně velkou chybou, a tak za její předchozí návrat byla dlouho mylně považována kometa P/Wargentín z r. 1750. Vzhledem ke zvýšené aktivitě meteorického roje Perseid v posledních dvou letech byla vyslovena domněnka, že by kometa P/Swift-Tuttle mohla být totožnou s kometou P/Kegler (1737 II) – viz *Říše hvězd 2/1992 (str. 18)*. Objevením komety 1992t se tato domněnka potvrdila, a tak byla po dlouhé době konečně objevena mateřská kometa Perseid – periodická kometa P/Swift-Tuttle (1937 II = 1862 III = 1992t).

V říjnu a v listopadu bude kometa ve velmi příznivé poloze k pozorování ($\sim 60^\circ$ od Slunce; jasnost mezi 6. až 8. magnitudou), během prosince se pozorovací podmínky poněkud zhorší – viz efemerida.

● Poslední nejpřesnější dráhové elementy pro ekvin. 2000.0:

T = 1992 Dec. 12,391 TT	$\omega = 152,979^\circ$
e = 0,96362	$\Omega = 139,430^\circ$
q = 0,95876 AU	i = 113,408°
a = 26,35441 AU	P = 135,29 let

● Předběžná efemerida na konec října a listopad 1992:

den	α_{2000}	δ_{2000}	Δ	r	m_1
16. 10.	14 ^h 19 ^m 13,7 ^s	+56°52'51''	1,389	1,353	8,0
18. 10.	14 37 33,6	+55 55 15	1,354	1,331	7,9
20. 10.	14 55 51,5	+54 45 49	1,322	1,309	7,8
22. 10.	15 13 56,9	+53 24 08	1,292	1,288	7,7
24. 10.	15 31 40,1	+51 49 57	1,265	1,267	7,5
26. 10.	15 48 52,7	+50 03 23	1,241	1,246	7,4
28. 10.	16 05 27,7	+48 04 51	1,220	1,226	7,3
30. 10.	16 21 20,0	+45 55 02	1,202	1,206	7,2
01. 11.	16 36 26,2	+43 34 56	1,187	1,187	7,1
03. 11.	16 50 44,5	+41 05 48	1,177	1,168	7,0
05. 11.	17 04 14,5	+38 29 06	1,170	1,149	6,9
07. 11.	17 16 56,9	+35 46 24	1,166	1,131	6,9
09. 11.	17 28 53,1	+32 59 24	1,167	1,114	6,8
11. 11.	17 40 05,1	+30 09 47	1,171	1,098	6,7
13. 11.	17 50 35,6	+27 19 09	1,179	1,082	6,7
15. 11.	18 00 26,9	+24 29 02	1,190	1,067	6,7
17. 11.	18 09 42,0	+21 40 46	1,205	1,052	6,6
19. 11.	18 18 23,3	+18 55 32	1,223	1,039	6,6
21. 11.	18 26 33,6	+16 14 14	1,244	1,026	6,6
23. 11.	18 34 15,2	+13 37 39	1,267	1,015	6,6
25. 11.	18 41 30,5	+11 06 17	1,292	1,004	6,6
27. 11.	18 48 21,6	+08 40 30	1,320	0,995	6,6
29. 11.	18 54 50,6	+06 20 29	1,349	0,986	6,6

(IAUC 5330, 5586, 5620, 5621)

(kz)

□

Vysvětlivky k tabulkám:

dráhové elementy: T – okamžik průchodu perihelmem; e – excentricita; ω – argument perihelu; Ω – délka výstupného uzlu; i – sklon k ekliptice; a – velká poloosa; P – oběžná doba;

efemeridy: všechny údaje jsou vztaženy k 0h TT příslušného dne; α , δ – souřadnice pro ekvin. 2000.0; Δ – vzdálenost od Země v AU; r – vzdálenost od Slunce v AU; m_1 – zdánlivá celková jasnost v magnitudách. □

Globální změny ozónové vrstvy a jejich projevy nad územím Československa

Karel Vaníček, Český hydrometeorologický ústav, Hradec Králové

Úloha ozónové vrstvy v atmosféře, nebezpečí jejího narušení v důsledku lidské činnosti a nutnost její mezinárodní ochrany – to jsou témata, o která se v poslední době stále více zajímá i nejšířší veřejnost a která se přesunula z odborných publikací téměř do všech sdělovacích prostředků. Za této situace se proto jeví jako potřebné provést odborné zhodnocení dosavadního vývoje stavu ozónosféry jak z globálního hlediska, tak zvláště se zřetelem k území Československa. To bylo provedeno v Solárním a ozónovém oddělení (SOO) Českého hydrometeorologického ústavu (ČHMÚ), které je pověřeno dlouhodobým monitorováním ozónové vrstvy na území ČSFR.

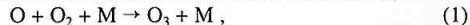
Ozónová vrstva a její význam

Ozón se v zemské atmosféře vyskytuje v troposféře a ve stratosféře. V těchto rozdílných částech atmosféry se liší jak původem, tak fyzikálně-chemickým působením.

Ozón v troposféře, tj. ve vrstvě do 12 km od zemského povrchu, vzniká fotochemickým působením slunečního záření na látky uvolňované do atmosféry především v důsledku lidské činnosti, nebo je transportován cirkulací vzduchu ze stratosféry. Jeho podíl na celkovém obsahu O_3 v atmosféře činí přibližně 10 % a v poslední době má stále větší význam při studiu znečištění přízemní vrstvy a vlivu na ekosystémy.

Hlavní část atmosférického ozónu se však nachází ve stratosféře, tj. ve výškách 12 ÷ 60 km. Je koncentrován především ve vrstvě 20 ÷ 30 km nad zemí, která se nazývá obvykle „ozónová vrstva“. Mluví-li se o její ochraně, většinou se tím rozumí celkový stratosférický ozón.

Ozón ve stratosféře vzniká kombinací atomárního a molekulárního kyslíku:



kde M je třetí účastník reakce, který odvádí uvolňovanou energii. Atomární kyslík vstupující do reakce (1) je uvolňován především fotodisociací molekul kyslíku krátkovlnným ultrafialovým zářením Slunce ($\lambda \approx 243$ nm):



Ozón vznikající v rámci reakce (1) je zpětně rozkládán jednak fotodisociací absorpcí slunečního záření ve vlnové oblasti $s \lambda \approx 11\ 180$ nm:



a také chemicky:



V současné době je však známo, že chemická redukce ozónu probíhá ve složitých cyklech katalytických reakcí, na kterých se podílejí volné radikály ze skupin HO_x , NO_x , ClO_x a BrO .

Z předchozího je zřejmé, že proces vzniku a rozkladu O_3 v atmosféře probíhá v těsné vazbě na intenzitu slunečního záření. To znamená, že v rovníkových oblastech by mělo být ozónu více. Ve skutečnosti tomu tak není. V zemské atmosféře existuje složitý systém cirkulace, který způsobuje transport ozónu v horizontálním i vertikálním směru. V důsledku tohoto transportu se ve stratosféře dostává od rovníku do polárních oblastí vzduch bohatý na ozón. Ten zde vlivem nízké intenzity sluneční radiace rekombinuje pomaleji než v nižších zeměpisných šířkách.

Ozónová vrstva silně redukuje ultrafialové sluneční záření procházející zemskou atmosférou. Tato absorpce je nejvýznamnější v tzv. Hartleyově oblasti ($200 < \lambda < 310$ nm) a v Hugginsových pásech ($310 < \lambda < 360$ nm), kde má silně selektivní charakter. UV-záření je v atmosféře absorbováno i jinými plyny, především atomárním a molekulárním kyslíkem a dusíkem, ale na vlnových délkách $s \lambda < 240$ nm (Herzbergovo kontinuum). Hlavní význam atmosférického ozónu spočívá v tom, že je rozhodujícím absorberem v oblasti 240 ÷ 360 nm. Jeho redukce nebo dokonce likvidace by způsobila, že by výrazně vzrostlo biologicky zhoubné UV-záření v oblasti B (280 ÷ 310 nm) a dosavadní hranice vlnových délek UV-záření dopadajícího na zemský povrch (~ 290 nm) by se mohla posunout do kratších hodnot. Tím by byly všechny suchozemské a v mořích blíže podpovrchové formy života vystaveny radiaci, se kterou se během svého vývoje buď dosud nesetkaly nebo jen v omezené míře a vůči kterým nemají vytvořenou odolnost.

Význam ozónové vrstvy a její ochrana se v současné době staly jedním ze základních ekologických problémů globálního charakteru, který již překročil hranice ryze odborné činnosti a stal se rovněž předmětem jednání a dohod na diplo-

matické a ekonomické úrovni. Důležitým impulsem pro tuto aktivitu byla rozsáhlá a neočekávaná redukce ozónové vrstvy nad Antarktidou během posledních let.

Antarktická ozónová anomálie

Jde o prostorově rozsáhlou a výraznou redukci stratosférického ozónu, která se od poloviny 70. let každoročně opakuje nad Antarktidou a která je poněkud nespřímně označovaná jako „ozónová díra“. Tato anomálie se vytváří přibližně od začátku září a trvá do poloviny listopadu. Dnes již naprostá většina odborníků považuje její vznik za přímý důsledek chemického znečištění stratosféry, jehož negativní vliv na ozón je již do značné míry teoreticky popsán a experimentálně ověřen. Oblast zeslabení ozónové vrstvy má rozměry 2×10^7 km² se středem v okolí jižního pólu a pokrývá především zeměpisné šířky 70° ÷ 90° S. Polohou a dobou trvání je úzce spojena s existencí jižního cirkumpolárního víru. V dosud známém mechanismu chemického rozkladu ozónu hrají důležitou roli mimořádně vysoké koncentrace sloučenin chlóru a brómu naměřené ve stratosféře a heterogenní chemické reakce probíhající na stratosférické oblačnosti. Chlór nahromaděný ve vázané formě během polární noci se s příchodem jara působením slunečního záření uvolní, jeho koncentrace stoupne podle dosavadních měření až stonásobně a začne reagovat s ozónem. Tyto reakce se mohou odehrávat za přítomnosti aerosolů a polárních stratosférických oblaků, které se vyskytují v srpnu a září nad Antarktidou ve výškách 15 ÷ 20 km. Tato oblaka se skládají z ledových krystalů, kapiček přechlazené vody a krystalů dusičnanů, které mohou během polární noci na sebe vázat atomy chlóru jako jejich rezervuár pro jarní fotodisociaci uvolnění a následnou redukci ozónu. Je zajímavé, že tato redukce časově souhlasí s rozpadem uvedených oblaků.

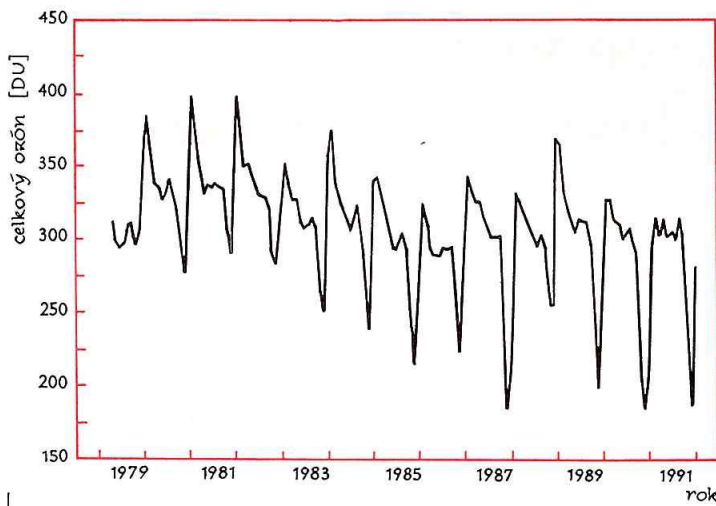
Družicová měření ozónu nad Antarktidou, která jsou k dispozici od r. 1979, ukazují, že minimální měsíční průměry celkového ozónu integrovaného v oblasti 70° – 90° S klesly od r. 1979 do r. 1991 o téměř 40 % – viz obrázek 1. V menší míře, zhruba o 20 %, poklesly i maximální měsíční průměry. Z obrázku je zřejmé, že největší redukce ozónu nastala v r. 1987. V r. 1988 byl úbytek ozónu výrazně nižší, což vedlo k pochybám o charakteru budoucího vývoje. V následujících letech se však optimistická očekávání nesplnila. Ozónová anomálie se opět prohloubila a rozšířila a v r. 1991 dosáhla zatím svého maxima. Koncem září 1991 poklesl celkový ozón v této oblasti dokonce o 60 % proti původnímu stavu. V současné době lze konstatovat, že antarktická „ozónová díra“ se již stala každoročním jevem, který představuje patrně nejzávažnější narušení přirozeného stavu atmosféry v důsledku lidské činnosti.

Změny ozónové vrstvy nad severní polokoulí

Alarmující redukce ozónu nad Antarktidou přirozeně vedla k úvahám o možnosti změny i nad Arktidou. Nehledě na globální ekologické následky by totiž narušení ozónové vrstvy nad severní polokoulí – vzhledem k hustotě osídlení a ke koncentraci ekonomického potenciálu v severoamerické a evropské oblasti – mohlo mít mnohem vážnější dopad než na jižní polokouli. Koncem 80. let se proto úsilí odborníků soustředilo také na zhodnocení stavu a vývoje ozónosféry nejen v polárních, ale i v nižších severních zeměpisných šířkách. Pozornost byla věnována především měření chemického složení stratosféry, zkvalitnění monitorovací funkce GOOS (Global Ozone Observing System) a analýzám dosavadních dlouhodobých měření ozónu.

Stejně jako v oblasti Antarktidy, byla i v Arktidě v zimním období 1988/1989 prováděna měření obsahu chemických látek rozkládajících ozón ve stratosféře pomocí speciálních leteckých laboratoří a balónových sond. Tato měření pokračovala v následujících letech i v nižších zeměpisných šířkách a byla doplněna analogickými údaji z družic. Výsledky měření prokázaly neobyčejně vysoké koncentrace především ClO, které mnohonásobně překračovaly předpokládané hodnoty. Tím se potvrdilo, že i nad severní polokoulí je chemické znečištění stratosféry látkami rozkládajícími ozón srovnatelné s podmínkami zjištěnými v oblasti Antarktidy.

Přestože až do začátku 90. let nebyla nad severní polokoulí zjištěna ucelená oblast výrazného zeslabení ozónosféry, bylo v nedávné době provedeno několik analýz vývoje jejího stavu v posledních desetiletích. K těmto studiím byly použity



Obr. 1 – Průměrné hodnoty celkového ozónu v oblasti zeměpisných šířek 70°–90°S za období 1979–1991 naměřené systémem TOMS (Total Ozone Mapping Spectrophotometer)

dlouhodobé řady měření celkového ozónu ze stanic GOOS a družicové databáze TOMS (Total Ozone Mapping Spectrophotometer, NASA Nimbus 7).

Nejnovejší hodnocení trendů vychází z pozemních i z družicových měření s vyloučením přirozené proměnlivosti ozónosféry a je shrnuto v tabulce 1. Trendy jsou vyjádřeny v procentech za desetiletí. Roční sezóny jsou v tabulce i v celém tomto příspěvku definovány v souvislosti se specifickým ročním chodem celkového ozónu takto: zima (prosinec, leden, únor, březen, duben), léto (květen, červen, červenec, srpen), podzim (září, říjen, listopad). S výjimkou rovníkových oblastí došlo ve všech ročních obdobích během posledních dvaceti let ke globálnímu poklesu celkového ozónu, který nabýval maxima v zimních měsících. Tento pokles byl výraznější na jižní polokouli a to i ve středních zeměpisných šířkách, patrně jako důsledek pronikání vlivu antarktické ozónové anomálie k severu. Negativní trendy na severní polokouli zjištěné za období 1979–1991 jsou větší než za období 1970–1991, což může svědčit o zrychlujícím se narušování ozónové vrstvy během posledního desetiletí.

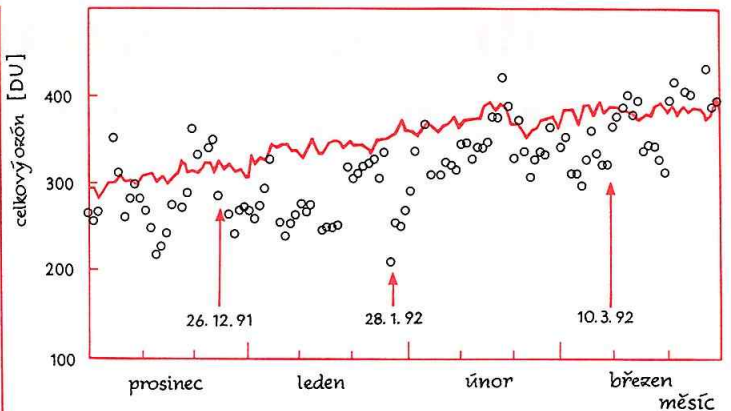
DU – Dobsonova jednotka (Dobson Unit) – jednotka celkového obsahu ozónu v atmosféře, tzv. „miliatmosférický centimetr“. Fyzikálně má rozměr délky a udává tloušťku ozónové vrstvy v jednotkách 10^{-5} m při standardních podmínkách. Např. hodnota 350 DU znamená, že tloušťka celé ozónové vrstvy v atmosféře přepočtená na standardní podmínky je pouze 3,5 mm.

Změny ozónové vrstvy nad Československem

Dlouhodobým sledováním stavu ozónové vrstvy se jako jediné v Československu zabývá SOO ČHMÚ v Hradci Králové – stanice GOOS č. 96. Na tomto pracovišti se nepřetržitě již od r. 1962 provádí každodenní měření celkového ozónu v atmosféře pomocí Dobsonova spektrofotometru č. 74. Tento mezinárodně standardizovaný přístroj umožňuje analyzovat selektivní zeslabení ultrafialového slunečního záření ozónem v B oblasti spektra a vypočítat jeho množství v atmosféře. Naměřené hodnoty celkového ozónu z Hradce Králové jsou ukládány do ozónové databáze ČHMÚ a dále se předávají do mezinárodní výměny dat. Výsledky měření jsou zasílány především do World Ozone Data Center (WODC) v Torontu, odkud SOO dostává recipročně měření z celého GOOS. V rámci tohoto úkolu bylo v Hradci Králové získáno a přepočítáno přes 25 000 individuálních měření

Tab. 1 – Sezónní trendy celkového ozónu v procentech za desetiletí pro různé geografické oblasti

Roční období	TOMS: 1979–1991		
	45°S	Rovník	45°N
Zima	-5,2	+0,3	-5,6
Léto	-6,2	+0,1	-2,9
Podzim	-4,4	+0,3	-1,7
	Dobson: 26°N – 64°N		
	1979–1991	1970–1991	
	Zima	-4,7	-2,7
Léto	-3,3	-1,3	
Podzim	-1,2	-1,2	



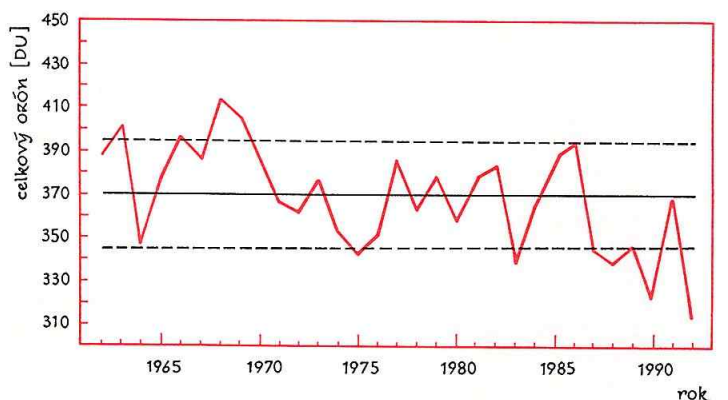
Obr. 2 – Denní průměry celkového ozónu v Hradci Králové a individuální denní hodnoty celkového ozónu (značka: ○)

celkového ozónu za období leden 1962 až prosinec 1990. V současné době vlastní ČHMÚ jednu z nejkvalitnějších databází celkového ozónu v rámci celého GOOS. Analýza trendů ozónové vrstvy se provádí pomocí speciálních statistických modelů. Tyto modely jsou vytvořeny tak, aby při výpočtech nejprve potlačily časové periodicity způsobené přírodními vlivy a aby tak výsledné trendy popisovaly pouze vlivy lidské činnosti na stav ozónosféry. Mezi odfiltrované přirozené procesy patří především známé kvazidvouleté oscilace směru proudění ve stratosféře v rovníkové oblasti a 11-letý cyklus sluneční aktivity. U řad, které mají počátek před r. 1960, se obvykle provádí i potlačení efektu jaderných zkoušek v atmosféře ukončených počátkem 60. let. Další podmínkou, kterou nejnovejší modely zahrnují, je tzv. „hockey–stick“ průběh, který předpokládá nulové změny ozónu do r. 1969 a lineární pokles nebo růst počínaje r. 1970. Tento tvar vychází z časové lokalizace nástupu antropogenních změn v ozónové vrstvě počátkem 70. let. Modely dále uvažují buď celoroční konstantní změny nebo předpokládají různé trendy pro jednotlivé sezóny či měsíce.

Pro stanovení změn v ozónové vrstvě nad územím Československa byl použit model, který obsahuje filtraci vlivů dvouleté oscilace proudění a 11-letého cyklu sluneční aktivity. Výpočty byly provedeny na katedře statistiky univerzity ve Wisconsinu, kde se tento model používá k analýzám souborů ozónových měření ze stanic GOOS. Pomocí uvedeného modelu byla zpracována homogenizovaná data z SOO za období 1962–1990. Výsledky výpočtů jsou uvedeny v tabulce 2, která obsahuje měsíční, sezónní a roční trendy vyjádřené v procentech za desetiletí spolu se standardními chybami jejich odhadu.

Z tabulky vyplývá, že největší poklesy celkového ozónu byly zaznamenány v měsících lednu a únoru, téměř 5 %, a v prosinci, březnu a dubnu v rozmezí -1,6 % až -3,6 %. Méně významné negativní trendy vykazují i měsíce květen, červen, říjen a listopad. Naopak červenec, srpen a září mají mírně vzestupnou tendenci. Z hlediska sezón nastal největší úbytek v zimě, podzim je slabě negativní a léto má téměř nulový trend. V celoročním měřítku byl zjištěn klesající trend na úrovni -1,46 %.

Celkově se tedy ukazuje, že nejen v severních středních šířkách všeobecně, ale i v oblasti střední Evropy došlo v posledních 20 letech k největším úbytkům atmosférického ozónu v zimním a v časném jarním období. Jedná se o zřetelnou časovou analogii se vznikem antarktické ozónové anomálie. Maximální poklesy nastaly především v lednu a v únoru. Tyto měsíce proto z hlediska budoucího vývoje ozónové vrstvy představují nejcitlivější část roku, na kterou je třeba přednostně zaměřit monitorování a výzkum.



Obr. 3 – Průměry celkového ozónu v měsících leden a únor v Hradci Králové v letech 1962–1992 (červená čára), dlouhodobý průměr (černá čára) a meze standardní odchylky vypočítané za referenční období 1962–1990