

METEOROLOGICKÉ ZPRÁVY

METEOROLOGICAL BULLETIN

<i>Jan Pavlík – Luboš Němec – Radim Tolasz – Jaroslav Valter:</i> Mimořádné léto roku 2003 v České republice	161
<i>Marek Kašpar:</i> Porovnání extrémnosti synoptických podmínek během povodní v České republice v srpnu 2002 a v červenci 1997	166
<i>Jan Borovanský – Jiří Kastner:</i> Sezony zvýšených koncentrací přízemního ozonu: nebezpečí pro lesní ekosystémy a lidské zdraví	178
<i>Rudolf Kolomý:</i> William Gilbert (1544–1603) a první vědecký spis o magnetizmu (Ke 400. výročí úmrtí.)	183
Informace – Recenze	189

ROČNÍK 56 – 2003 – ČÍSLO 6

<i>Jan Pavlík – Luboš Němec – Radim Tolasz – Jaroslav Valter: Extraordinary summer 2003 in the Czech Republic</i>	161
<i>Marek Kašpar: The comparison of extremeness of synoptic conditions during the floods in the Czech Republic in August 2002 and July 1997</i>	166
<i>Jan Borovanský – Jiří Kastner: Seasons of increased ground-level ozone concentrations: dangerous for the forest ecosystems and human health</i>	178
<i>Rudolf Kolomý: William Gilbert (1544–1603) and the first treatise of magnetism. (To the 400th anniversary of his death.)</i>	183
Information – Reviews	189

Meteorologické zprávy, časopis pro odbornou veřejnost ● Vydává Český hydrometeorologický ústav ● Redakce: Český hydrometeorologický ústav, Na Šabatce 17, 143 06 Praha 4 – Komořany, telefon 244 032 722, 244 032 725, fax 244 032 721, e-mail: horky@chmi.cz ● Řídí vedoucí redaktor RNDr. Luboš Němec, redaktor prom. knih. Zdeněk Horký ● Redakční rada: Prof. RNDr. Jan Bednář, CSc., Ing. František Hudec, CSc., RNDr. Karel Krška, CSc., Mgr. Stanislav Racko, RNDr. Daniela Řezáčová, CSc., RNDr. Jan Strachota, RNDr. Karel Vaníček, CSc., RNDr. Helena Vondráčková, CSc. ● Za odborný obsah podepsaných článků odpovídají autoři. Proti dalšímu otiskování, uvede-li se původ a autor, není námitek ● Sazba a tisk: 3P s.r.o. ● Rozšiřuje a informace o předplatném podává a objednávky přijímá Český hydrometeorologický ústav, SIS, Na Šabatce 17, 143 06 Praha 4 – Komořany; Offers for Meteorological Bulletin arranges ČHMÚ, SIS, Na Šabatce 17, 143 06 Praha 4 – Komořany, Czech Republic. Annual subscription is 42,- USD for 6 issues ● Ročně vychází 6 čísel, cena jednotlivého čísla 20,- Kč, roční předplatné 180,- Kč včetně poštovného, do zahraničí 42,- USD. Reg. číslo MK ČR E 5107.
ISSN 0026 – 1173

METEOROLOGICKÉ ZPRÁVY

Meteorological Bulletin

ROČNÍK 56 (2003)

V PRAZE DNE 31. PROSINCE 2003

ČÍSLO 6

Jan Pavlík – Luboš Němec – Radim Tolasz – Jaroslav Valter (ČHMÚ)

MIMOŘÁDNÉ LÉTO ROKU 2003 V ČESKÉ REPUBLICE

Extraordinary summer 2003 in the Czech Republic. An extraordinary course of the weather during the 2003 summer is evaluated in the paper. The first part deals with circulation conditions that caused the course. The circulation characteristic is illustrated with the North Hemisphere charts of 500 hPa and air temperature in the level of 850 hPa. Climatological evaluation of air temperature which is prevailing based on data of selected 28 stations is presented in the second part. This year's season is compared with long-term average and last extraordinary seasons. In the third part the authors pay particular attention to moisture deficiency.

KLÍČOVÁ SLOVA: poměry cirkulační – poměry vláhové – teplota vzduchu – sucho – Česká republika

Poznámka: Všechny 22 obrázků je uvedeno v barevné příloze na stranách I–VIII uprostřed tohoto čísla.

Note: All 22 figures are given in a colour supplement on pages I–VIII in the middle of the issue.

1. ÚVOD

V článku je hodnocen mimořádný průběh počasí v létě 2003. První část se zabývá cirkulačními poměry, které tento průběh způsobily. Charakteristika cirkulace je doložena mapami severní polokoule absolutní topografie hladiny 500 a teploty v hladině 850 hPa. V druhé části je klimatologické zhodnocení teploty vzduchu, které se převážně opírá o údaje vybraných 28 stanic. Letošní sezonu srovnává s dlouhodobým průměrem a minulými mimořádnými sezonami. Ve třetí části se autoři zabývají převážně nedostatkem vláh.

2. CIRKULAČNÍ POMĚRY

Léto 2003 bylo velmi suché a zejména mimořádně teplé, v klementinské teplotní řadě dokonce nejteplejší od začátku pravidelných měření v roce 1775. Vzhledem k tomu lze předpokládat, že bylo mimořádné i co se týče cirkulace atmosféry. Ta pochopitelně určuje rozhodujícím způsobem ráz počasí. Je však třeba mít na paměti ještě další dva faktory. Jedním je významný růst Prahy, a tedy rostoucí vliv tepelného ostrova města na teplotu vzduchu stanice Praha-Klementinum, která leží v centru Prahy. Průměrný rozdíl mezi teplotou vzduchu uvnitř Prahy a ve volné krajině narostl od začátku měření pravděpodobně více než o 0,3 °C. To je rozdíl mezi průměrnou teplotou vzduchu na stanici v letním období roku 2003 a roku 1834, kdy byla naměřena druhá nejvyšší teplota vzduchu v letním období. Je tedy možné, že v roce 1834 bylo ve volné krajině léto teplejší než v roce 2003. Druhým faktorem je globální oteplování (přírozené a antropogenní), které podle údajů SMO za posledních několik desítek let činí pravděpodobně necelý 1 °C. Pro Českou republiku udává Květoň [4]

zvýšení průměrných letních teplot 1,2 °C za posledních 40 let. Uvedené faktory poněkud snižují význam cirkulace atmosféry pro teplotní mimořádnost léta 2003, ta však rozhodujícím faktorem nepochybně zůstává.

Je známo, že typ cirkulace atmosféry má mnohdy tendenci se opakovat. Tak tomu bylo i v létě 2002, kdy mimořádně vydatné deště způsobily katastrofální povodně. V roce 2003 trvalo neobvykle dlouho období, v němž ráz cirkulace atmosféry byl příznivý nadnormálním teplotám vzduchu, a to od poloviny dubna do konce srpna. Výjimečnost letní cirkulace atmosféry v roce 2003 je dobře patrná z mapy průměrného pole AT 500 hPa za letní období, tedy za měsíce červen, červenec a srpen (obr. 1). Na ní je patrný hřeben vyššího tlaku vzduchu nad střední Evropou a brázda nižšího tlaku vzduchu nad východním Atlantikem. Výraznost hřebene i brázdy dobře vyniká na mapě odchylek AT 500 hPa od dlouhodobého normálu (obr. 2). Konfigurace těchto útvarů způsobovala příliv teplého vzduchu od jihozápadu do západní a střední Evropy a byla rovněž příčinou i nízké srážkové činnosti nad střední Evropou. Mimořádně nadprůměrné teploty vzduchu v hladině 850 hPa nad střední Evropou jsou zřejmé z mapy jejich průměrných hodnot v letním období roku 2003 (obr. 3) a odchylek od normálu (obr. 4). Kladné odchylky nad západní Evropou jsou daleko vyšší než kdekoli jinde na severní polokouli. Maximálních hodnot dosahují nad Francií, téměř +4 °C.

Jak již bylo uvedeno, k přestavbě cirkulace atmosféry na typy příznivé nadnormálním teplotám vzduchu došlo již v polovině jara. Tehdy byla tlaková výše nad východním Atlantikem a západní Evropou, která usměřňovala příliv stu-

deného vzduchu z vyšších zeměpisných šířek do střední Evropy vystřídána tlakovou níží, která se pak zde po dlouhé období obnovovala a s ní se obnovoval i příliv teplého vzduchu z nižších zeměpisných šířek na její přední straně. Na průměrné mapě května je v hladině 500 hPa hřeben vyššího tlaku vzduchu nad východní Evropou a brázda nižšího tlaku vzduchu nad západní Evropou a nad střední Evropou je jihozápadní proudění. (obr. 5). Pro tento měsíc byl charakteristický postup frontálních systémů od jihozápadu přes střední Evropu. Tyto systémy přinášely srážky a v teplejších sektorech tlakových níží proudil od jihozápadu teplý vzduch. V důsledku toho byl květen v České republice teplotně silně nadnormální a srážkově normální. Na mapě odchylek teplot od normálu v hladině 850 hPa je výrazná oblast kladných odchylek nad střední a východní Evropou, které dosahují až +4 °C (obr. 6).

V červnu se průměrný hřeben vyššího tlaku vzduchu v hladině 500 hPa přesunul k západu nad střední Evropu a brázda nižšího tlaku vzduchu se přesunula nad východní Atlantik (obr. 7). Frontální zóna v tomto měsíci probíhala proto většinou již severně od našeho území a frontální systémy zasahovaly naše území spíše svými jižními okraji. Jinak nad naším územím převažovala oblast vyššího tlaku vzduchu, kolem níž proudil od jihozápadu teplý vzduch. Na mapě průměrných měsíčních odchylek teploty vzduchu od normálu v hladině 850 hPa je velmi výrazná oblast kladných odchylek dosahující v západní Evropě hodnot +6 °C (obr. 8). Tato oblast zasahovala i do střední Evropy. V České republice byl červen mimořádně teplotně nadnormální a srážkově silně podnormální.

V červenci se poloha brázdy nižšího tlaku vzduchu nad východní Atlantikem na průměrné mapě hladiny 500 hPa vzhledem k předcházejícímu měsíci prakticky nezměnila, ale hřeben vyššího tlaku vzduchu nad střední Evropou byl nevýrazný (obr. 9). Proto kladné odchylky teploty vzduchu od normálu v hladině 850 hPa byly nad západní a střední Evropou daleko nižší v porovnání s předchozím obdobím, centrum kladných odchylek se přesunulo nad Skandinávii. Také v České republice byl červenec jen mírně teplotně nadnormální a byl nejchladnější z letních měsíců. Frontální systémy

pronikaly do střední Evropy častěji než v červnu a způsobily, že červenec byl srážkově normální.

V srpnu postoupila průměrná brázda nižšího tlaku vzduchu v hladině 500 hPa dále k západu nad střední Atlantik a hřeben vyššího tlaku vzduchu nad západní Evropou (obr. 11). V souladu s tím byly v hladině 850 hPa extrémně výrazné kladné odchylky teplot vzduchu od normálu v západní Evropě, kde nad Francií dosahovaly až +6 °C (obr. 12). Oblast kladných odchylek zasahovala i do střední Evropy. Teplý vzduch, který pronikl od jihozápadu se nad pevninou v oblasti vyššího tlaku vzduchu dále prohříval. Frontální systémy zasahovaly západní a střední Evropu jen zřídka. V důsledku toho byl v České republice srpen teplotně mimořádně nadnormální a srážkově podnormální.

Na konci srpna došlo k výrazné přestavbě povětrnostní situace. Na přední straně tlakové výše, která se vytvořila nad Atlantikem, pronikl od severozápadu na evropskou pevninu studený vzduch. Přes to se ještě v polovině září vrátilo do střední Evropy velmi teplé počasí s mohutnou tlakovou výší, kolem níž proudil od jihozápadu teplý vzduch až do podzimní rovnodennosti. Jako celek však již bylo září teplotně normální i když srážkově bylo podnormální.

Nejteplejším dnem léta 2003 byl 13. srpen, kdy na stanici Praha-Klementinum bylo naměřeno 36,8 °C. To je nejvyšší srpnová teplota, která zde byla od roku 1775 zaznamenána a čtvrtá nejvyšší teplota z celé klementinské řady. V tento den pronikl od západu za teplou frontou na naše území velmi teplý vzduch, který před tím řadu dní stagnoval nad Francií a ještě téhož dne odpoledne byl jeho příliv ukončen studenou frontou.

3. TEPLOTA VZDUCHU

Po teplotně průměrném dubnu, kdy první polovina měsíce byla teplotně podprůměrná a druhá nadprůměrná, bylo následujících pět měsíců v České republice teplotně nadprůměrných. V hodnocení se budeme převážně opírat o data z 28 vybraných (většinou profesionálních) stanic za období od roku 1961. Stanice mají úplnou řadu teplot a jsou téměř rovnoměrně rozloženy na ploše České republiky. Republikový průměr teploty vypočtený jako aritmetický průměr z těchto 28

Tab. 1 Nejvyšší průměrná M-denní teplota v České republice.

Table 1. The highest average M-day air temperature in the Czech Republic.

	M = 1	2	3	5	10	30	60	90	120	150
Maximum 1961–2002	26,6	26,2	26,0	25,6	24,6	22,3	20,4	18,8	17,6	16,6
Rok	1992	1992	1994	1994	1994	1994	1994	1994	1992	1992
2003	25,5	24,6	24,1	23,3	22,7	21,3	19,5	19,3	18,2	17,4
N-letost	9	7	15	15	15	22	15	>50	>50	>50

Měsíce	Průměrná měsíční teplota v České republice						Léto	Sezona
	4	5	6	7	8	9	6-8	5-9
Průměr 1961–2003	7,0	12,2	15,2	16,8	16,6	12,5	16,2	14,7
Maximum 1961–2002	10,5	14,9	17,4	21,0	20,8	15,8	18,7	16,5
Rok	2000	2002	1979	1994	1992	1999	1992	1992
2003	6,9	14,8	19,2	18,2	20,1	13,2	19,2	17,1
N-letost	2	15	>50	4	22	4	>50	>50

Měsíce	Průměrná měsíční teplota v Praze-Klementinu							
	4	5	6	7	8	9	6-8	5-9
Průměr 1776–2003	9,3	14,7	18,0	19,7	19,1	15,2	18,9	17,3
Maximum 1776–2002	16,2	19,6	22,5	24,3	25,2	19,4	22,1	20,4
Rok	1800	1811	1811	1994	1807	1798	1834	1811
2003	10,3	17,7	22,4	21,5	23,2	16,0	22,4	20,2
N-letost	3	16	115	9	115	4	250	115

Tab. 2 Zhodnocení letní sezony 2003 podle denních maxim teploty vzduchu vybraných 28 stanic České republiky za období 1961–2003.

Table 2. Evaluation of the 2003 summer season according to the daily air temperature maxima of selected 28 stations in the Czech Republic.

Měsíce	5	6	7	8	9	Léto 6-8	Sezona
Průměr denních maxim v ČR (1961–2003)	17,7	20,7	22,5	22,6	17,9	21,9	20,3
Průměr denních maxim v ČR (2003)	20,9	25,6	24,5	27,6	19,8	25,9	23,7
N-letost	22	>50	7	22	7	>50	>50
Nejvyšší průměr denních maxim v ČR (1961–2002)	21,2	23,3	27,8	27,8	22,0	24,9	22,6
Rok výskytu (poslední)	1993	2000	1994	1992	1999	1992	1992
Nejvyšší denní maximum v ČR (2003)	32,4	34,5	35,8	38,3	31,9		
Místo výskytu	Klatovy	Kuchařovice	Tábor	Doksany	Doksany		
Den výskytu	6	30	27	13	21		
Nejvyšší denní maximum v ČR (1961–2002)	34,2	36,7	40,0	37,9	33,6		
Místo výskytu	Č. Budějovice	V. Pavlovice	Klatovy	Doksany	Doksany		
Den a rok výskytu	14 1969	22 2000	27 1983	1 1994	6 1973		
Průměrný počet letních dnů v ČR (1961–2003)	2,7	6,7	10,7	10,6	2,5	27,8	33,5
Počet letních dnů v ČR v roce 2003	6,4	17,6	13,6	23,1	5,3	54,3	66,5
N-letost	9	>50	4	>50	7	>50	>50
Nejvyšší počet letních dnů v ČR (1961–2002)	8,0	12,5	22,8	22,3	8,7	45,5	52,0
Rok	1979	2000	1994	1992	1982	1992	1983
Průměrný počet tropických dnů v ČR (1961–2003)	0,1	1,0	2,3	2,3	0,1	5,5	5,7
Počet tropických dnů v ČR v roce 2003	0,4	4,5	4,8	10,6	0,5	19,8	20,8
N-letost	22	22	9	22	11	44	>50
Nejvyšší počet tropických dnů v ČR (1961–2002)	0,6	5,1	11,5	10,7	2,3	19,7	19,7
Rok	1969	2000	1994	1992	1973	1994	1994

stanic je shodný nebo se jen velmi málo odlišuje od průměru vypočteného ze všech stanic metodami GIS. Hodnotili jsme průměrnou denní teplotu, nejvyšší průměrnou teplotu dvou, tří, pěti, deseti, třiceti, šedesáti, devadesáti, sto dvaceti a stopadesátidenní, průměrnou měsíční teplotu za květen až září, denní maxima a počty dnů letních a tropických.

V prvních dvanácti dnech v dubnu (od šestého do devátého) byla průměrná teplota i na nižších stanicích pod nulou) byla teplota o 4,6 °C pod dlouhodobým průměrem z období 1961 až 2003. Pak následuje téměř půl roku velmi teplého období. Zbytek dubna s teplotní odchylkou +3 °C, květen +2,6 °C, červen +4 °C, červenec +1,4 °C, srpen +3,6 °C a září +0,7 °C. Průběh průměrných denních teplot v porovnání s dlouhodobým průměrem je na obr. 13, porovnání desetidenních klouzavých průměrů teploty se stejnými hodnotami předchozích výjimečně teplých sezon znázorňuje obr. 14. Letošní červenová republiková teplota byla o 1,8 °C vyšší než hodnota z roku 1979, která od roku 1961 do roku 2002 byla nejvyšší. V téměř 230leté klementinské řadě je letošní červen na druhém místě, pouze o jednu desetinu stupně za rokem 1811. Zato období červen až srpen už je v celé řadě nejteplejší, o tři desetiny teplejší než stejné období v roce 1834. Mimořádnost léta nespočívala ani tak v absolutně nejvyšších teplotách, jako v délce trvání nadprůměrných teplot. Na obr. 13 je dobře vidět, že nadprůměrné teploty trvaly s krátkými přerušeními od 13. dubna až do konce srpna. V tomto období pak můžeme ještě rozlišit tři kratší výrazně teplotně nadprůměrné časové úseky, a to od 13. dubna do 13. května s odchylkou +3,6 °C, od 23. května do 20. června s největší odchylkou +4,6 °C a od 2. do 29. srpna s odchylkou +3,9 °C.

Nejvyšší průměrná denní republiková teplota byla 13. srpna 25,5 °C, zatímco dne 9. 8. 1992 dosáhla 26,6 °C. Na stanicích mimo náš výběr byla letos nejvyšší průměrná denní teplota 30 °C rovněž 13. srpna ve Vlkonících v okrese Klatovy v nadmořské výšce 491 m. Stanice je spravována pobočkou ČHMÚ České Budějovice a pozoruje teprve od roku 1997. V následující tabulce můžeme srovnávat letošní nejvyšší denní a vícedenní průměrné teploty s odpovídajícími hodnotami

od roku 1961. Zatímco nejvyšší denní až šedesátidenní letošní teploty jsou o jeden až dva stupně nižší než maxima z předcházejících let, nejvyšší devadesátidenní až stopadesátidenní teploty v letošním roce jsou současně nejvyšší od počátku našeho zpracování, tedy od roku 1961. Výjimečnost letošního rekordního léta poněkud zmírnil červenec s průměrnou měsíční teplotou 18,2 °C, který s odchylkou „pouhých“ +1,4 °C nastává průměrně jednou za čtyři roky. Na obr. 15 je dobře vidět, jak se postupně zvyšují sezonní jednodenní, desetidenní, třicetidenní i stopadesátidenní maxima. Zatímco u jednodenních a desetidenních maxim pozorujeme dvě vzájemně si odpovídající vlny, třicetidenní a stopadesátidenní vzrůstají podle polynomu čtvrtého stupně prakticky rovnoměrně.

Výjimečnost letošní letní sezony můžeme sledovat i podle denních maxim teploty. Červnové, letní (6–8) i sezonní (5–9) hodnoty průměru denních maxim jsou nejvyšší za zpracované období od roku 1961. V tabulce 2 je nejdříve porovnání měsíčních a sezonních průměrů denních maxim s průměrnými hodnotami i extrémy od roku 1961. Následuje porovnání absolutních měsíčních maxim letošních s maximy od roku 1961. Dále jsou uvedeny počty letních a tropických dnů. I z této tabulky jasně vyplývá, že průměry denních maxim byly výjimečnější než absolutní maxima nebo třeba počty dnů tropických. Nejlépe je to vidět v červnu, kdy průměr letošních maxim je o více než 2 °C vyšší než druhá nejvyšší hodnota z roku 2000, i počet letních dnů je letos jasně nejvyšší. Počet tropických dnů byl však v roce 2000 vyšší než letos. V srpnu byl průměr denních maxim až na druhém místě za rokem 1992, bylo však překonáno denní absolutní maximum pro srpen (Doksany 38,3 °C). I počet letních dnů byl nejvyšší, počet dnů tropických byl těsně druhý za rokem 1992. Stoupající sezonní počet letních a tropických dnů (průměr z 28 stanic) je na obr. 16. Letní a sezonní hodnoty jsou letos kromě absolutního maxima ve všech ukazatelích za posledních 43 let nejvyšší. Absolutní denní maximum se vyskytlo dne 13. srpna na profesionální stanici Ústavu fyziky atmosféry AV ČR v Kopistech, která nepatří mezi výše zmíněných 28 stanic. Jeho hodnota 39,5 °C je jen o 0,7 °C nižší než český

teplotní rekord ze stanice Praha-Uhřetěves naměřený dne 27. července 1983. Plošné rozložení denních maxim z 27. 7. 1983 a 13. 8. 2003 je na obrázcích 17 a 18. Zde je třeba poznamenat, že v Čáslavi dne 15. srpna 1923 bylo naměřeno dokonce 42,8 °C. Tato hodnota však není obecně uznávána. Podrobný rozbor nejvyšších naměřených teplot na našem území od začátku měření do roku 1983 podali autoři Krška a Munzar [1] a pro období 1961–2000 Květoň [4].

V klementinské řadě byl od května do září celkem osmkrát překonán (jednou vyrovnán) teplotní rekord. Většinou se však jednalo o rekordy, které byly v porovnání se sousedními dny nízké.

4. VLÁHOVÉ POMĚRY

4.1 Mapy srážkových a teplotních charakteristik

Nepříznivé vláhové poměry roku 2003 jsou následkem kombinace teplotně nadnormálních a srážkově podnormálních období v roce 2003. Srážkové poměry dokumentuje mapa srážkových úhrnů v České republice za období od 1. ledna do 31. října tohoto roku (obr. 19). V této části roku jsme na většině území ČR naměřili méně než 500 mm srážek, což představuje méně než 80 % průměrné hodnoty. Velká část území zaznamenala méně než 60 % dlouhodobého průměrného úhrnu srážek (1961–1990). Téměř všechny srážky v letním období navíc měly přítom charakter intenzivních krátkodobých přeháněk a bouřek. Z rozložení průměrných teplot (obr. 20) za stejné období roku 2003 je vidět, že nejteplejšími oblastmi jsou na Moravě Dyjskosvratecký a Dolnomoravský úval a v Čechách téměř celé střední Čechy, Polabí a okolí středního toku Vltavy. Téměř celá ČR vykazuje kladnou odchylku až 2 °C teploty od dlouhodobého průměru 1961–1990.

4.2 Index meteorologického sucha

Komplexní pohled na vláhové poměry poskytuje index meteorologického sucha (IMS). Index vychází z kombinovaného působení šesti meteorologických parametrů (denní průměr teploty vzduchu, tlak vodní páry, rychlost větru, trvání slunečního svitu, úhrn srážek a celková sněhová pokrývka). Index navrhli Květoň a Valter v roce 2000. Metodika výpočtu, vývoj a vlastnosti indexu jsou podrobněji popsány v práci [11].

IMS byl původně vyvinut pro účely vyhodnocení sucha v roce 2000 [10, 13]. Pro hodnocení sucha 2003 Květoň a Valter zavedli úpravy nezbytné pro její aplikaci na dlouholeté řady [11]. Metoda je založena na bilančních výpočtech rozdílů mezi denními úhrny srážek a výparem podle Penmana. Tato standardní metoda výpočtu výparu umožňuje plně uplatnění vlivu ostatních relevantních meteorologických prvků, tj. denních teplot vzduchu, globálního záření, vlhkosti vzduchu a rychlosti větru. Sněhová pokrývka je uvažována jako faktor měnící některé parametry výpočetního vzorce albeda. Globální záření je počítáno na základě trvání slunečního svitu. Srážky přes 100 mm jsou chápány jako srážky rovné 100 mm, s ohledem na předpoklad, že srážky přes 100 mm nepojme žádná půda a musí odtéci.

V první fázi výpočtu se v denním kroku načítají denní rozdíly mezi úhrny srážek a celkovou výparností dle Penmana, a to za období od 1. listopadu roku předcházejícího. Tyto mezivýsledky představují denní vláhovou bilanci v čistě meteorologickém pojetí. Je obrazem dynamiky zásob vláh v půdě, a tedy i mírou aktuálního sucha (jeho intenzity) pojatého zde jako deficit vůči bilanční nule. Ve druhé fázi probíhá vlastní výpočet IMS, který je založen na principu integrace všech záporných denních hodnot bilance za výpočetní obdo-

bí. Jako start výpočetního období IMS byl zvolen 16. březen. Období od 1. listopadu předchozího roku do 15. března daného roku slouží pro stanovení počáteční hodnoty vláhové bilance vstupující do výpočtu indexu. V podstatě se jedná o odhad stavu zimní zásoby vody v půdě.

IMS je odhadem tzv. meteorologicky možného sucha. V tomto pojetí je vyváženým způsobem uplatněn jak aspekt intenzity sucha, tak i jeho trvání. Index je meteorologický ukazatel odvozený pro speciálně definované podmínky výparu. Nepopisuje tedy hodnotově reálný stav, nýbrž nehorší za daných klimatických podmínek ještě hypoteticky dosažitelný stav sucha při současném předpokladu, že vypařujícím povrchem je všude tzv. standardní trávník. Záměrně zde není uvažována rozdílnost v citlivosti různých druhů půd vůči suchu (jejich hydrologických a pedologických charakteristik) ani citlivost různých plodin a jejich forem vůči suchu v různých fázích jejich vývoje. Velká variabilita těchto parametrů v čase a zejména v územním smyslu by při jejich respektování vedla ke značné heterogenitě výsledků, vylučující objektivní vyhodnocení výskytu sucha na území ČR. Začalo by mj. i záležet na pragmatických rozhodnutích o způsobu využívání půd (druhy porostů, agrotechnika, zavlažování atd.), což v podstatě nemá nic společného s nahodilým výskytem extrémních meteorologických jevů, jako je právě sucho.

V daném časovém horizontu byly zpracovány dvě mapy, a to index meteorologicky možného sucha ke dni 30. září 2003 (obr. 21) a jeho odchylky od mediánu období 1961–1990 (obr. 22). Horizontální krok těchto map je 1 km², jejich rozlišovací schopnost je tedy na úrovni celouzemního pohledu dobrá. Nelze však rozlišit jednotlivé hony a není to ani technicky možné. Je také třeba počítat s tím, že využití GIS je vždy spojeno s určitou idealizací reálných poměrů vyplývající z kartografické generalizace. Přesto se jedná o prakticky nejkvalitnější dostupný odhad struktury reálného pole indexu meteorologického sucha na území republiky k 30. září 2003. Pro výpočty bylo uvažováno 1010 technických řad IMS za období 1961–2003, zpracovaných V. Květoňem pro daný účel. Hlavní zásady výpočtu těchto technických řad obsahují práce [11] a [12].

Z mapy na obr. 21 je zřejmé, že v uvažovaném termínu oblast závažného sucha, tj. zelené plochy odpovídající druhé z šesti zvolených tříd sucha, pokrývá značnou část produkčně významných oblastí republiky, v druhé polovině léta došlo ke značnému rozšíření kriticky ohrožených oblastí (žluté plochy), a to hlavně na Moravě – jde o všechny níže položené, zemědělsky intenzivně využívané oblasti Brněnského a Olomouckého kraje, ale také Opavsko, Ostravsko a Novojičínsko. V Čechách jsou takto kriticky postižené všechny oblasti s výjimkou pohraničních hor a Českomoravské vrchoviny.

Mapa na obr. 22 posuzuje intenzitu letošního sucha z dlouhodobého hlediska, a to na principu odchylky od mediánu vypočteného pro index meteorologického sucha ke dni 30. 9. za období 1961–1990. Podstatným zjištěním zde je, že území výskytu největších záporných odchylek se vyskytuje na celém území ČR s výjimkou pohraničních hor – znamená to, že právě ve všech nižších i středně položených, pro rostlinnou produkci nejvíce využívaných, oblastech byla i odchylka od středních („průměrných“) poměrů největší.

5. ZÁVĚR

Analýza sucha za rok 2003 je uzavřena v jednotlivých položkách k 30. září nebo 31. říjnu 2003. Takto stanovené období pokrývá celé vegetační období tohoto roku, ale není schopno postihnout a stanovit nutnou dobu, po kterou se bude

krajinný systém v oblasti zásob vody v jednotlivých částech systému doplňovat.

Ze synoptického pohledu v roce 2003 trvalo neobvykle dlouho období, v němž se opakovaně vyskytoval ráz cirkulace atmosféry, který byl příznivý nadnormálním teplotám vzduchu. Toto období trvalo od poloviny dubna do konce srpna. Téměř všechny srážky v letním období navíc byly přítom intenzivní krátkodobé přeháňky a bouřky.

Z pohledu klimatologického a agroklimatologického bylo v průměru období od ledna do konce září významně teplejší, odchylka průměrné teploty od dlouhodobého průměru 1961–1990 téměř na celém území ČR vykazuje kladnou odchylku do 2 °C. Mimořádnost léta z hlediska teplot nespočívala ani tak v absolutně nejvyšších teplotách, jako v délce trvání nadprůměrných teplot. Vyskytl se nedostatek srážek, příznivější vláhová situace byla pouze v okrajových částech ČR, naopak nepříznivá až výrazně nepříznivá byla ve všech zemědělsky produkčních oblastech, a to nejen ke konci září, ale průběžně ve všech letních měsících.

Nižší vlhkost vzduchu s vysokými teplotami vyvolala jeho vysokou „vysoušecí schopnost“. Proto byly hodnoty potenciální evapotranspirace v hodnoceném období roku 2003 podstatně vyšší než je jejich dlouhodobý průměr 1992–2002, naopak zákonitě byla vlhkost půdy nižší než zmíněný dlouhodobý průměr. S tím souvisí i vyšší výskyt počtu dní, kdy aktuální deficit dosáhl či překročil hodnotu kritického vláhového deficitu.

Největší záporné odchylky indexu meteorologického sucha se vyskytovaly na celém území ČR s výjimkou pohraničních hor. Výskyt sucha měl v průběhu sezony několik vln, se dvěma výraznými vrcholy. První proběhl v červnu, kdy se kritické sucho vyskytovalo na 47 % území ČR, tj. postihovalo většinu pěstitelsky významných oblastí republiky. Druhý, v podstatě srpnový, se vyskytl na 53 % území a byl tak rozsáhlejší než červnový.

Výsledky dokládají, že na území ČR se v období leden až září roku 2003 vyskytovalo sucho jak meteorologické, tak půdní, tedy i agronomické.

Literatura

- [1] KRŠKA, K. – MUNZAR, J., 1984. Teplotní zvláštnosti tropického léta 1983 v ČSSR a v Evropě. *Meteorologické Zprávy*, roč. 37, č. 2, s. 33–40.
- [2] KRŠKA, K. – RACKO, S., 1993. Horúce leto 1992 v Českej a Slovenskej republike, jeho synoptický výklad a kli-

matologické zhodnotenie. *Meteorologické Zprávy*, roč. 46, č. 2, s. 33–41.

- [3] KRŠKA, K. – RACKO, S., 1996. Mimoriadne teplé leto 1994 v Českej a v Slovenskej republike. *Meteorologické Zprávy*, roč. 49, č. 1, s. 12–21.
- [4] KVĚTOŇ, V., 2001. Normály teploty vzduchu na území České republiky v období 1961–1990 a vybrané teplotní charakteristiky období 1961–2000. Praha: ČHMÚ. Národní klimatický program ČR, sv. 30. 197 s., 19 map. ISBN 80-85813-91-2.
- [5] KYSELÝ, J., 2003. Časová proměnlivost horkých vln v České republice a extrémní horká vlna z roku 1994. *Meteorologické Zprávy*, roč. 56, č. 1, s. 13–18.
- [6] BRÁZDIL, R. – ŠTĚPÁNEK, P. – KVĚTOŇ, V., 2000. Air temperature fluctuation in the Czech republic in the period 1961–1999. In: *Prace geograficne, zeszyt 107*. Krakow: Instytut Geografii UL, s. 173–178.
- [7] KYSELÝ, J., – KALVOVÁ, J. – KVĚTOŇ, V.: Heat waves in south moravian region during the period 1961–1995. *Studia Geophysica et Geodeatica*, roč. 44, 2000, s. 57–72.
- [8] KALVOVÁ, J., 1995. Scénáře změny klimatu pro Českou republiku. Praha: ČHMÚ. Národní klimatický program ČR, sv. 17. 102 s.
- [9] BRÁZDIL, R., 1993. Globální oteplování a změny maximálních a minimálních teplot vzduchu. *Meteorologické Zprávy*, roč. 46, s. 188–190..
- [10] KVĚTOŇ, V. – VALTER, J. – KOTT, I., 2000. Metodika hodnocení sucha na území ČR v období IV: - VI. 2000. [Interní sdělení ČHMÚ.]
- [11] KVĚTOŇ, V. – VALTER J.: Index meteorologického sucha a jeho trend v období 1961–2003 na území ČR. [Rukopis.]
- [12] KVĚTOŇ, V. – ŽÁK, M: Zkušenosti s homogenizací teplotních časových řad v České republice v období 1961–2000. [Rukopis.]
- [13] KVĚTOŇ, V. – VALTER, J. – KOTT, I. – RYBÁK, M., 2002. Evaluation of Drought using a Water Balance Method based on Penman Formula using GIS Applications. Extended abstract in CD ROM: European Conference on Applied Climatology 4th (ECAC), 11. – 17. 10. 2002, Bruxelles.

Internetové odkazy:

- [14] <http://www.chmi.cz/meteo/om/mk/kalendar.htm/>

Lektor RNDr. V. Květoň, CSc., rukopis odevzdán v listopadu 2003.

DVĚ VÝZNAMNÁ JUBILEA

V listopadových dnech Český hydrometeorologický ústav připomenul jubilea dvou významných pracovníků – RNDr. Bedřicha Böhma, CSc. a RNDr. Bořivoje Sobíška, DrSc.

RNDr. Bedřich Böhm, CSc. (nar. 6. 11. 1933) v průběhu svého dlouholetého působení v Českém hydrometeorologickém ústavu dosáhl vynikajících výsledků v oblasti užití meteorologie, vybudoval první specializované pracoviště čistoty ovzduší, ze kterého se dnes stal jeden ze tří základních úseků činnosti ústavu, a vypracoval i první projekt prognózního a signálního systému pro operativní řízení emisí za nepříznivých podmínek. K jubileu blahopřáli oslavenci 10. listopadu dřívější i současní spolupracovníci v prostředí jemu blízkém – na observatoři v Košetících, kterou před 15 lety zakládal. Košetická observatoř kromě funkce profesionální meteorologické stanice vykonává speciální měření v oblastech slunečního záření, kvality ovzduší a srážek, půdy, chemizmu biologických objektů a plní důležité poslání v mezinárodních monitorovacích programech, zejména OSN-EHK a SMO.

RNDr. Bořivoj Sobíšek, DrSc. (nar. 14. 11. 1933) působil v Českém hydrometeorologickém ústavu od doby ukončení studií na Matematicko-fyzikální fakultě v roce 1956 – více než 47 let! Po dobu své dlouholeté kariéry vykonával celou řadu vedoucích funkcí, včetně funkce náměstka ředitele, působil jako vysokoškolský pedagog, dlouhá léta stál v čele Československé meteorologické společnosti. Z mnoha publikovaných prací a vědeckých aktivit uvádíme alespoň rozhodující podíl na vydání jednoho ze stěžejních děl československé meteorologie – Meteorologického slovníku výkladového a terminologického – v roce 1993. Bez více než deset let trvající práce předsedy redakční rady a závěrečného osobního úsilí by slovník patrně vůbec nevyšel. Na společenském setkání uspořádaném 19. listopadu udělil Český hydrometeorologický ústav jubilantovi za zásluhy v oblasti meteorologie a klimatologie nejvyšší vyznamenání – Zlatou medaili Antonína Strnada.

Oběma jubilantům přejeme dobré zdraví i zachování věrnosti instituci, které věnovali plodné období svého života.

Zdeněk Horký

POROVNÁNÍ EXTRÉMNOSTI SYNOPTICKÝCH PODMÍNEK BĚHEM POVODNÍ V ČESKÉ REPUBLICE V SRPNU 2002 A V ČERVENCI 1997

The comparison of extremeness of synoptic conditions during the floods in the Czech Republic in August 2002 and July 1997. The article discusses similar and different features in the extremeness of synoptical parameters during the flood events that affected the area of the Czech Republic in July 1997 and in August 2002. Each of both catastrophic floods was characterized by the occurrence of two extreme precipitation episodes, whose synoptic conditions were similar in very basic features. The extremeness of selected meteorological quantities was computed on the basis of the reanalysis data *ERA-40* for the region covering the major part of Europe. The data files were transported from the ECMWF. The files contain the values of quantities for 34 historical summer seasons in total. The extremeness was evaluated with the aid of the values of distribution function for each of four precipitation episodes. Before the precipitation onset the typical features were supernormally warm and moist air over a large area of the Eastern and Northern Europe, penetration of cold air from the north to the Western Europe and Mediterranean, very warm air over the Central or Eastern Mediterranean, and the regeneration of the causal cyclone south of the Alps and its subsequent advancement to the northeast. During the precipitation periods there were the intensive flux of moisture and heat into the Middle Europe around the front side of the cyclone, extraordinary strong flow from the north and strong large-scale convergence of flow and moisture as well as intensive upward motions in the precipitation area. The first episode in 1997 and the second episode in 2002 were the most similar and more extreme in the large-scale fields of basic meteorological quantities. However, they showed also some differences. On the whole, the quantities reached more extreme values during the second episode in 2002. On the other hand, during the first episode in 1997 the high/low values remained for a longer time over the same region. The second episode in 1997 and the first episode in 2002 differed from dominant precipitation episodes more significantly, primarily in the intensity of extremes and in some aspects also in the general characteristics of synoptic situation.

KLÍČOVÁ SLOVA: událost povodňová – epizoda srážková – měřítko synoptické – veličina meteorologická – extrémnost – funkce distribuční – Česká republika

1. ÚVOD

Extrémní srážky v červenci 1997 i v srpnu 2002 vypadávaly vždy během dvou několikadenních srážkových epizod, jejichž synoptické příčiny byly v základních rysech podobné [5, 6, 9, 10]. Rozhodující srážky vypadávaly v oblasti silného proudění severních směrů na zadní straně tlakové níže, která vytvořila podmínky pro transport vlhkého vzduchu na naše území a pro výstupné pohyby, zesílené v orograficky exponovaných oblastech. Odtoková odezva povodí na srážky byla u druhých epizod v roce 1997 a zejména v roce 2002 ovlivněna silnou nasyceností povodí předchozími srážkami. Rozdíly je nutné hledat v procesech, které vedly k výskytu tlakové níže nad střední Evropou a především v rozdílné extrémnosti dílčích charakteristik výsledné situace. Cílem předkládaného článku je porovnat extrémnost synoptických podmínek při povodňových událostech z hlediska meteorologických příčin i průběhu a hodnot několika meteorologických parametrů.

Článek navazuje na výsledky druhé kapitoly zprávy vypracované Ústavem fyziky atmosféry AV ČR (ÚFA AV ČR), která obsahuje posouzení hydrometeorologických podmínek vzniku významných letních povodní na území ČR na základě porovnání situace ze srpna 2002 s vybranými srážkovými epizodami a extrémními podmínkami [8]. Zpráva je příspěvkem k projektu „Vyhodnocení katastrofální povodně v srpnu 2002“, jehož zadavatelem je Ministerstvo životního prostředí ČR. V čase vymezeném na projekt bylo možné zpracovat jenom část rozsáhlého souboru získaných výsledků. Proto byl při sestavování tohoto článku kladen důraz na vyhodnocení i těch výsledků, které nejsou součástí konečné

zprávy. Základní závěry a struktura článku však oproti ní zůstávají neměnné. Snaha byla diskutovat a přehlednou formou shrnout shodné a odlišné rysy v extrémně synoptických parametru jednotlivých srážkových epizod obou zmiňovaných událostí a zároveň vnést některé nové poznatky do studované problematiky.

Kromě úvodu a závěru je text článku rozdělen do dvou hlavních kapitol a tří podkapitol. Kapitola 2 stručně popisuje strukturu použitých vstupních dat a metodiku jejich zpracování, včetně variant výpočtu extremity jednotlivých termodynamických parametrů. Kapitola 3 se s ohledem na posuzované srážkové epizody zabývá vlastním porovnáním extrémnosti synoptických podmínek před vznikem (podkapitola 3.1) a v průběhu trvání srážek (podkapitola 3.2). Závěr této kapitoly (podkapitola 3.3) je věnován popisu chování řídicích cyklon a s nimi spojených výrazných srážkových pásů s využitím map potenciální vorticity (PV) a příslušných polí extremity. V závěrečné 4. kapitole jsou shrnuty a stručně zhodnoceny získané výsledky.

2. POUŽITÁ VSTUPNÍ DATA A METODIKA JEJICH ZPRACOVÁNÍ

Jedním ze způsobů, jak stanovit a porovnat extrémnost synoptických podmínek, je vyjádřit ji pomocí distribuční funkce. Ve studiích [8] a [10] byla pro vybrané meteorologické veličiny sledována relativní četnost hodnot, které byly v minulosti na téměř místě vyšší, resp. nižší než hodnota v konkrétním termínu povodňových událostí 1997 a 2002. Soubor meteorologických dat, které byly podkladem pro výpočet četnosti, má velký rozsah a relativní četnost lze proto interpreto-

vat jako dobrý odhad pravděpodobnosti překročení dané termínové hodnoty.

Při hodnocení extrémnosti podmínek byly užity reanalýzy ERA-40 [2] z databáze ECMWF (Evropské středisko pro střednědobou předpověď v Readingu) za květen až září pro roky 1958–1969, 1973–1982, 1986, 1989–1996 a 1998–2000, tj. celkem 10 404 datových souborů za 34 letních období. Poznamenejme, že projekt ERA-40 není ještě ukončen a pro tuto studii jsme získali možné maximum reanalyzovaných termínů. Zpracovávaná data zahrnují pole celkem 21 základních meteorologických veličin v síti zeměpisných souřadnic s rozlišením 2.5°, která pokrývá velkou část Evropy (30° z. d. až 40° v. d. a 30° s. š. až 70° s. š.). Veličiny jsou zadány v 5 izobarických hladinách (925, 850, 700, 500 a 300 hPa) a ve 2 izentropických hladinách (300 a 330 K) pro termíny 00 a 12 UTC. Ze základních veličin byla spočtena řada veličin odvozených. Pro rok 2002, který ještě není zahrnut do dat ERA-40, jsme užili soubor provozních analýz ECMWF ze srpna 2002, který má identickou strukturu jako data reanalyzovaná. Podrobný popis rozsahu vstupních dat za jednotlivá období a přehled zpracovaných veličin včetně definičních vztahů odvozených veličin lze nalézt v [8].

Označme $X(i,j,h)$ hodnotu veličiny X v uzlovém bodě $[i,j]$ a hladině h . Pro každý bod uvažované sítě byl na základě historických dat získán soubor N hodnot $X(i,j,h)$. Pro každý termín z uvažované povodňové epizody byly stanoveny analogické hodnoty $X^*(i,j,h)$. Porovnáním $X^*(i,j,h)$ s hodnotami $X(i,j,h)$ seřazenými podle velikosti byl určen odhad pravděpodobnosti překročení $PP(i,j,h)$, pro kterou hodnota $X^*(i,j,h)$ odpovídá hornímu výběrovému kvantilu $X_{pp}(i,j,h)$ rozdělení hodnot $X(i,j,h)$. Odhad hodnoty $PP(i,j,h)$ lze tedy vyjádřit vztahem:

$$PP(i,j,h) = \frac{\text{počet případů, pro něž platí } X(i,j,h) \geq X^*(i,j,h)}{N}. \quad (1)$$

Alternativně lze extrémnost hodnoty $X^*(i,j,h)$ vyjádřit pomocí hodnot distribuční funkce $F = 1 - PP$. Extrémně nízké, resp. vysoké hodnoty $X^*(i,j,h)$, pak odpovídají nízkým, resp. vysokým hodnotám F , které tímto dokumentují extrémnost rozhodujících synoptických procesů ve studovaných srážkových epizodách. Současně vystihují rozdíly v extrémnosti pro obě srovnávané situace.

Při přípravě [8] byly provedeny 4 varianty výpočtů extremity:

1. Plošné rozložení hodnot F bylo stanoveno pro jednotlivé termíny povodňových situací.
2. Plošné rozložení hodnot F bylo stanoveno pro časově středované veličiny za 1, 2, 3, 4, 5, 10 a 30 dní, přičemž bylo uvažováno posunutí intervalů vždy o 12 hodin.
3. Byly stanoveny hodnoty F pro střední hodnotu, standardní odchylku, minimum a maximum veličin ze suboblasti pokrývající střední Evropu.
4. Kromě výpočtů opírajících se o datový soubor z letní poloviny roku byla extrémita stanovena i na základě omezenějšího datového souboru, který zahrnuje pouze data z července a srpna.

Jelikož se v průběhu práce na výzkumné zprávě [8] ukázalo, že se hodnoty F pro letní polovinu roku ve většině případů téměř shodují s hodnotami pro vrcholné léto, byly použity pouze hodnoty opírající se o datový soubor z července a srpna (celkem $A = 4\,216$ hodnot $X(i,j,h)$ pro každý bod uvažované

sítě $[i,j]$ a hladinu h). Zároveň je tím omezen potenciální vliv ročního chodu meteorologických prvků na hodnoty F .

Předkládaný článek nabízí oproti zprávě [8] alternativní vyhodnocení a následně porovnání extrémnosti synoptických podmínek během čtyř srážkových epizod povodňových událostí 1997 a 2002. Hlavní rozdíl ve vyhodnocení spočívá ve dvou aspektech:

1. Článek se zaměřuje na studium extremity časově středovaných hodnot veličin pro období na počátku a v průběhu trvání srážek, kdežto vyhodnocení v [8] vychází zejména z časového vývoje extremity veličin pro jednotlivé termíny studovaných epizod.
2. Článek se důsledněji zabývá druhou epizodou 1997 a první epizodou 2002, jež byly srážkově méně významné.

Na rozdíl od [8] obsahuje článek také analýzu extremity adiabatické ekvivalentní potenciální teploty v hladině 850 hPa před vznikem srážek, toku tepla v hladině 850 hPa a geopotenciálu hladiny 500 hPa na počátku srážek.

3. POROVNÁNÍ EXTRÉMNOSTI SYNOPTICKÝCH PODMÍNEK

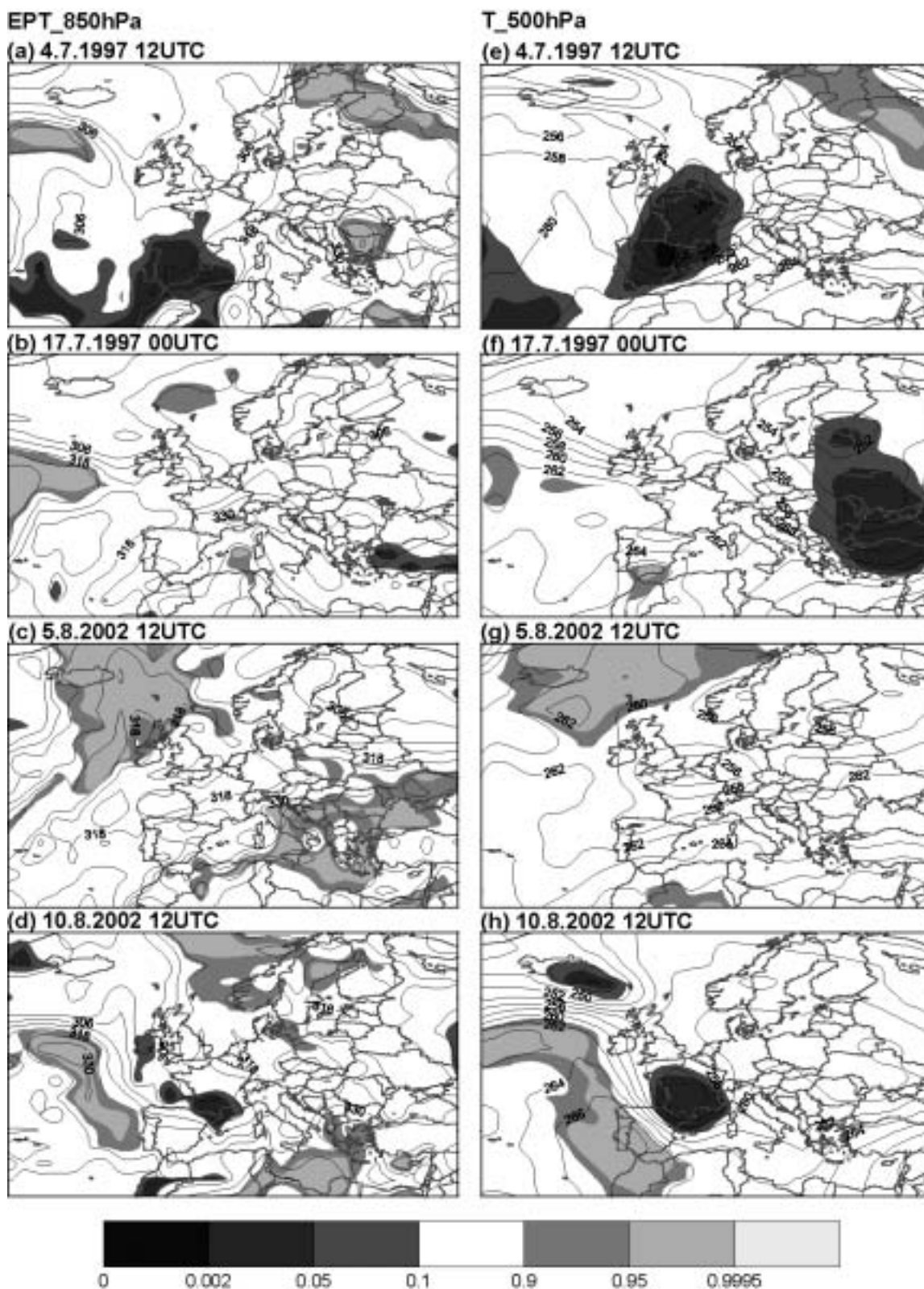
Extrémní srážky, které postihly v červenci 1997 území Moravy a v srpnu 2002 území Čech, se vyskytovaly vždy během dvou několikadenních srážkových epizod (4. 7.–8. 7. 1997, 17. 7.–21. 7. 1997 a 6. 8.–7. 8. 2002, 11. 8.–13. 8. 2002). Jednotlivé epizody budou dále označovány jako 97/1 a 97/2 (první a druhá srážková epizoda v červenci 1997), resp. 02/1 a 02/2 (první a druhá srážková epizoda v srpnu 2002). V srpnu 2002 obě epizody následovaly v rychlém sledu za sebou, zatímco v červenci 1997 byly odděleny delším obdobím s nevýznamnými srážkami. V obou letech byla jedna epizoda výrazně dominantní z hlediska hodnot i rozsahu srážek: v červenci 1997 to byla první srážková epizoda, 97/1, v srpnu 2002 epizoda druhá, tzn. 02/2.

Synoptické podmínky při čtyřech studovaných epizodách byly v základních rysech podobné. Rozhodující srážky vždy vypadávaly v oblasti silného proudění severních směrů na zadní straně tlakové níže středomořského původu. Navzájem velmi podobné byly dominantní epizody 97/1 a 02/2, epizody 97/2 a 02/1 se od nich významněji lišily. V roce 2002 byla při obou epizodách postižena srážkami tatáž dílčí povodí Vltavy. Naopak v červenci 1997 postihly jednotlivé epizody povodí různá (pro 97/1 území Moravy, pro 97/2 severovýchodní pohraničí Čech). Podrobný popis synoptických podmínek v jednotlivých epizodách lze nalézt ve zprávách ČHMÚ z 2002 a 1997 [9] a [10] nebo v [5] a [6].

3.1 Podmínky před vznikem extrémních srážek

Charakter synoptické situace před vypadáváním extrémně vysokých a trvalých srážek na našem území měl u všech čtyřech epizod dva společné rysy. Prvním z nich byl výskyt nadprůměrně teplého a vlhkého vzduchu nad rozsáhlým územím v severní a východní Evropě. Druhým společným rysem byl vznik či regenerace tlakové níže jižně od Alp a její postup k severovýchodu. Vznik tlakové níže byl podmíněn vpádem studeného vzduchu od severu až severozápadu do západního Středomoří, kde se střetával s teplejším vzduchem, nacházejícím se východněji.

Teplotní a vlhkostní poměry v oblasti Evropy přibližně jeden den před vznikem srážek indikuje obr. 1. Je zde znázorněno pole ekvivalentní potenciální teploty [K] v hladině 850 hPa (dále jen *EPT*, obr. 1a-d) a pole teploty v hladině 500 hPa (obr. 1e-h) postupně pro všechny čtyři epizody obou povodňových událostí, tj. pro 97/1 ze 4.7. 12 UTC (obr. 1a,e), pro



Obr. 1 Pole adiabatické ekvivalentní potenciální teploty v izobarické hladině 850 hPa *(a) – (d)* a pole teploty v izobarické hladině 500 hPa *(e) – (h)* pro čtyři srážkové epizody z července 1997 a ze srpna 2002. Grafy se vztahují k termínům přibližně jeden den před vznikem srážek na našem území. Zakresleny jsou izotermny a plochy s danou hodnotou distribuční funkce $F=1-PP$ jsou vyznačeny pomocí odstínů šedi, kde PP je pravděpodobnost překročení termínové hodnoty (hodnoty F viz legenda).

Fig. 1. The fields of equivalent potential temperature [K] at the isobaric level of 850 hPa *(a) – (d)* and temperature [K] at isobaric level 500 hPa *(e) – (h)* for four precipitation episodes from July 1997 and August 2002. The graphs correspond to the dates approximately one day before the precipitation onset in the territory of the Czech Republic. Black contours mark the values of quantities and the shades of grey indicate the values of distribution function F (see the scale). F equals the formula $1-PP$, where PP represents the estimation of probability, with which the value of equivalent potential temperature or temperature can be exceeded.

97/2 ze 17. 7. 00 UTC (obr. 1b,f), pro 02/1 z 5. 8. 12 UTC (obr. 1c,g) a pro 02/2 z 10. 8. 12 UTC (obr. 1d,h). Pole veličin jsou kombinována s poli distribuční funkce F pro období červenec až srpen. Z obrázku je patrné, že znázorněné termíny nejsou zcela totožné v rozložení ani extremitě veličin. V základních rysech se však shodují. Hodnoty EPT , které vyjadřují kombinovaný vliv teploty a vlhkosti, potvrzují přítomnost teplého a vlhkého vzduchu v severní a východní Evropě především u epizod 97/1 (obr. 1a), 02/1 (obr. 1c) a 02/2 (obr. 1d). Zde hodnoty EPT místy převyšovaly 95 % až 99 % historických hodnot a v případě 02/1 v oblasti severního Atlantiku dokonce 99,95 % historických hodnot. V 97/1 se teplá vzduchová hmota nacházela celkově východněji než v 02/2 a 02/1. Na rozdíl od ostatních epizod se na počátku epizody 97/2 (obr. 1b) udržoval teplý a vlhký vzduch s F pro EPT kolem 90 % pouze nad severní Evropou. Vzduch nad východní Evropou byl relativně chladný a suchý.

Vpád studeného vzduchu je dokumentován nízkými teplotami v západní Evropě a v západním Středomoří, a to především ve vyšších hladinách (obr. 1e-h). Přítomnost studeného vzduchu byla výraznější pro počátky epizod 97/1 a 02/2 (obr. 1e, 1h). Teploty zde zpravidla dosahovaly 0,2 % až 5 % nejnižších hodnot pro období vrcholného léta. Také v epizodě 97/2 lze pozorovat v hladině 500 hPa výrazné jádro studeného vzduchu ($F \sim 5\%$). Jeho postup byl však vzhledem k ostatním epizodám opožděn, a proto není jeden den před počátkem srážek ještě viditelný v poli distribuční funkce F (obr. 1f). Na počátku epizody 02/1 nebyly teploty v hladině 500 hPa tak nízké jako v dominantních epizodách (obr. 1g, F jen kolem 10 %) a v hladině 850 hPa se EPT pohybovala jen nepatrně pod průměrem (obr. 1c). Na mapách EPT můžeme též sledovat jazyk velmi teplého a relativně vlhkého vzduchu nad centrálním Středomořím a jihovýchodní Evropou s hodnotami F kolem 95 % až 99 % a výrazné teplotní rozhraní nad centrálním a západním Středomořím (obr. 1a-d). Advekce studeného vzduchu na západě na zadní straně výškové brázdě tlaku vzduchu a teplá advekce východněji na přední straně přízemní brázdě tak vytvořila příhodné podmínky pro cyklogenezi.

3.2 Podmínky v průběhu trvání srážek

Významným rysem studovaných epizod v průběhu vypadávaní srážek je přítomnost tlakové níže nad střední Evropou. Obr. 2 postihuje pole tlaku pro všechny čtyři epizody na počátku srážek. Obr. 2a-d, resp. obr. 2e-h, obsahují časově průměrované hodnoty AT 850, resp. AT 500, a příslušné hodnoty F . Pole jsou průměrovaná vždy za dva dny, tj. pro 97/1 od 5. 7. do 6. 7., pro 97/2 od 18. 7. do 19. 7., pro 02/1 od 6. 8. do 7. 8. a pro 02/2 od 11. 8. do 12. 8. Z obrázků je dobře identifikovatelná poloha řídící tlakové níže odpovědné za vypadávaní extrémních srážek na našem území. Přestože se tato poloha v době počátku srážek u jednotlivých epizod ztlačila, měla níže svůj původ v oblasti západního Středomoří a severní, v případě 97/1, až severovýchodní Itálie. Odtud se postupně přesouvala k severu až severovýchodu a přinášela od jihu do střední Evropy a později i po delší dráze obloukem přes Ukrajinu až nad Polsko a jižní část Baltského moře teplý a vlhký vzduch. Na obrázcích je vidět, že na rozdíl od ostatních epizod byla v 02/2 tato níže již od počátku velmi hluboká a vertikálně mohutná. V průběhu 11. 8. až 12. 8. hodnoty AT 850 patřily mezi 0,2 % nejnižších historických hodnot. Naopak v epizodě 97/1 ve vyšších hladinách (obr. 2e) a v epizodě 02/1 v nižších hladinách (obr. 2c) se na počátku srážek

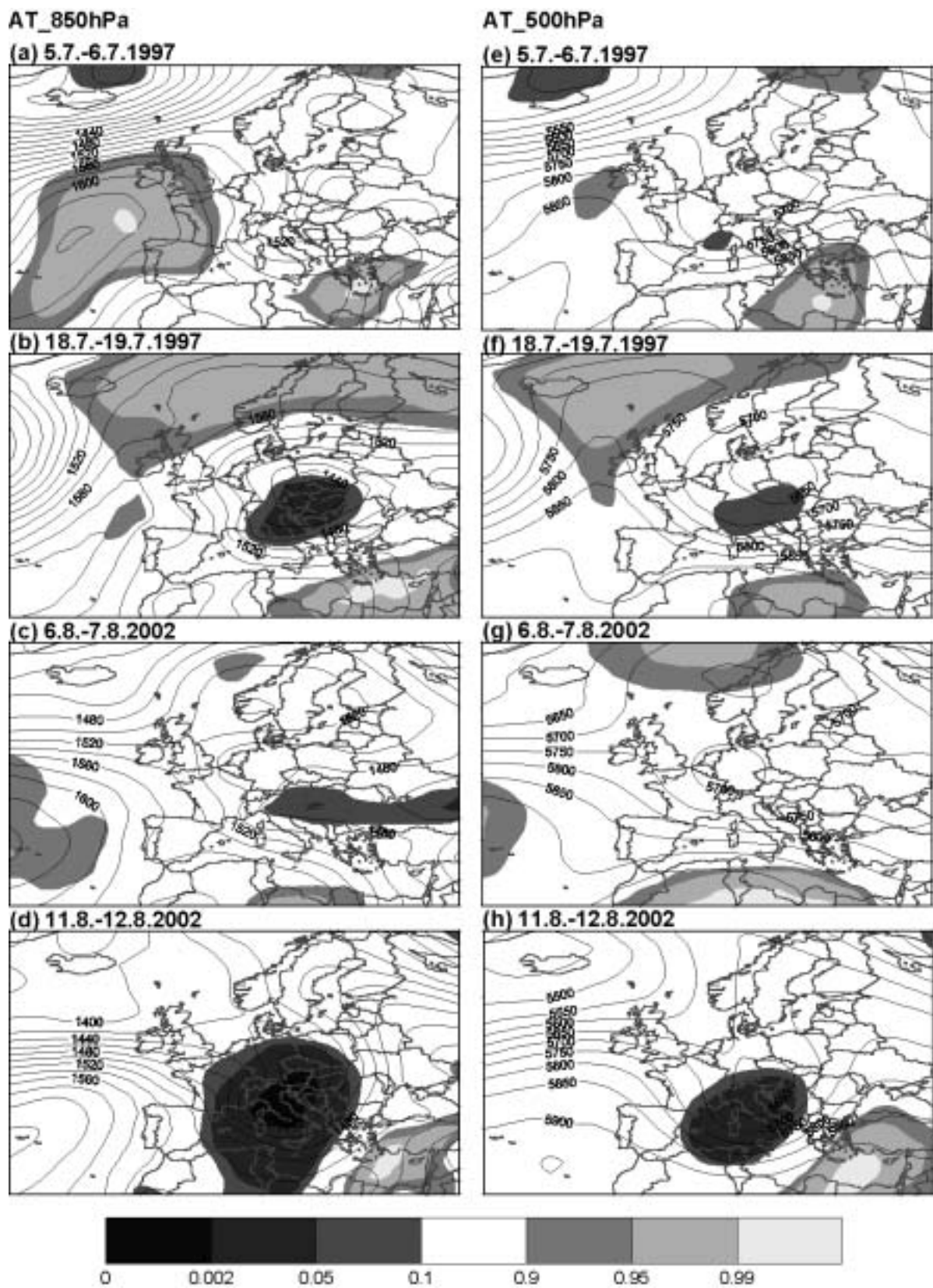
vyskytovala pouze brázda nízkého tlaku vybíhající ze střední Evropy nad Janovský záliv.

Tlaková níže nad střední Evropou vytvořila podmínky pro tok extrémně vlhkého vzduchu nad naše území zejména pro 97/1, 97/2 a 02/2. Pro 02/1 byl tok nevýrazný s hodnotami F pouze kolem 70 %. Na obr. 3 jsou znázorněny pravděpodobnosti překročení časově průměrovaných hodnot meridionálního (obr. 3a,e) a zonálního (obr. 3c,g) toku vlhkosti, resp. meridionálního (obr. 3b,f) a zonálního (obr. 3d,h) toku tepla v hladině 850 hPa pro dvě dominující srážkové epizody 97/1 a 02/2. Pole jsou průměrovaná za dva dny od 5. 7. do 6. 7. 1997 a od 11. 8. do 12. 8. 2002. Z obr. 3e,f je patrné, že tok vlhkosti a tepla k severu na přední straně tlakové níže na začátku epizody 02/2 dosáhl zcela mimořádné intenzity a přesahoval 99,95 % historických hodnot. Pro 97/1 nebyl tok vlhkosti a tepla k severu tak intenzivní. Přesto dosahoval velmi vysokých hodnot, které překračovaly 95 % a později až 99 % historických hodnot. Obr. 3 dále potvrzuje relativně vysoké hodnoty toku vlhkosti a tepla s východní komponentou severovýchodně od ČR, které překračovaly místy 95 % historických hodnot.

Další vývoj byl pro studované epizody podobný. Střed tlakové níže se přesunul do střední Evropy a pro 97/1, 97/2 a 02/2 dále nad Polsko. V epizodě 02/1 se střed cyklony nacházel jižněji a postupně se odsouval k východu. Nad západní Evropou se při zemi nasunul hřeben vysokého tlaku vzduchu. Ve srovnání se zbývajícími epizodami byl hřeben v 97/1 výrazně vyvinutější a projevoval se hodnotami AT 850 s pravděpodobnostmi překročení pod 1 % (obr. 2a). Tím se v oblasti střední Evropy vytvořil výrazný tlakový gradient, který se projevil mimořádnými rychlostmi větru.

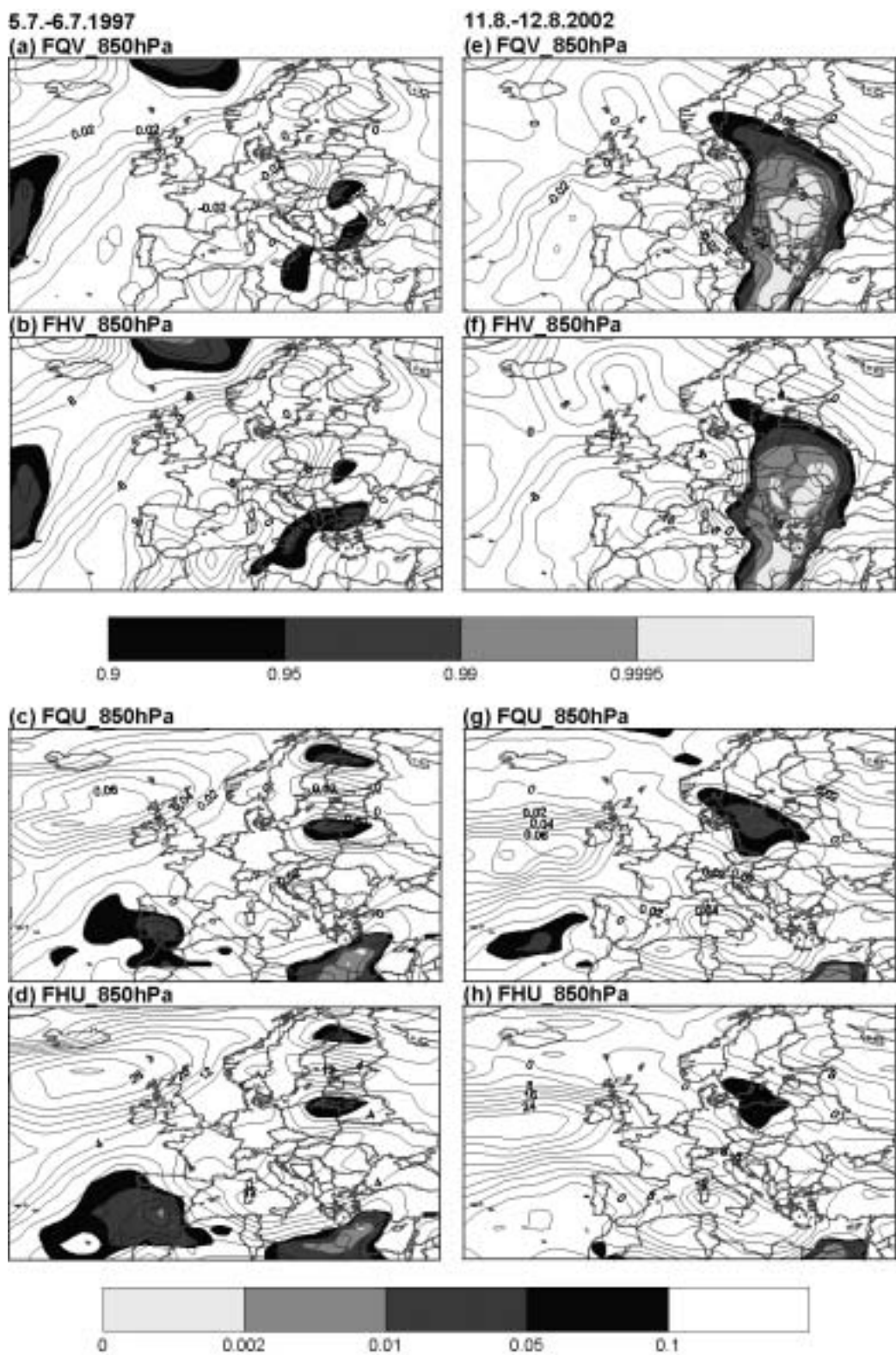
Teplý a vlhký vzduch, který proudil po přední (východní) straně tlakové níže ze Středomoří do východní Evropy a odtud obloukem na západ do severní části střední Evropy, se zde obracel nazpět k jihu a v prostoru střední Evropy konvergoval s teplým vzduchem nasávaným z oblasti Baltského moře a Skandinávie a také se studeným vzduchem, který se na území střední Evropy tlačil na přední straně tlakové výše nad západní Evropou. Mimořádně silné proudění severních směrů ve spodní troposféře v prostoru výrazného tlakového gradientu mezi tlakovou níží nad střední Evropou a vysokým tlakem na západě se vyskytovalo u všech čtyř epizod. Obr. 4 představuje pole časově průměrovaných hodnot meridionální složky větru (obr. 4a,c) a toku vlhkosti (obr. 4b,d) v hladině 850 hPa pro epizody 97/1 a 02/2 v průběhu trvání extrémních srážek. Pole jsou průměrovaná za dva dny od 6. 7. do 7. 7. 1997 a od 12. 8. do 13. 8. 2002. Obr. 4 ukazuje, jak od severu do prostoru střední Evropy vtékal vzduch s vysokým obsahem vodní páry. Severní složka rychlosti větru a toku vlhkosti dosahovala nad naším územím extrémních hodnot s F pod 0,05 %.

Jedním z nejextrémnějších rysů studovaných epizod byla silná velkoprostorová konvergence proudění vzduchu a vlhkosti ve spodní troposféře v oblasti vypadávaní srážek. Obr. 5 porovnává hodnoty a extremitu konvergence proudění (obr. 5a,c) a vlhkosti (obr. 5b,d) v době vypadávaní extrémních srážek pro 97/1 a 02/2, tj. v termínech 12. 8. 2002 12 UTC a 6. 7. 1997 12 UTC. Silná velkoprostorová konvergence vzduchu a vlhkosti přesahovala často 99% a pro konvergenci vlhkosti i 99,95 % historických hodnot (02/2). V roce 2002 byly hodnoty extrémnější než v roce 1997. V této fázi si byly situace 97/1 a 02/2 značně podobné rozložením i extremitou většiny parametrů, pouze byly navzájem mírně pootočené. V 97/1



Obr. 2 Časově průměrovaná pole absolutní topografie [gpm] hladiny 850 hPa (AT_850) / (a) – (d)/ a hladiny 500 hPa (AT_500) / (e) – (h)/ pro čtyři srážkové epizody z července 1997 a ze srpna 2002. AT_850 a AT_500 jsou průměrovány za dva dny pro termíny, které se kryjí s počátkem srážek na našem území. Zakresleny jsou izohypsy a plochy s danou hodnotou distribuční funkce $F=1-PP$ jsou vyznačeny pomocí odstínů šedi (viz legenda).

Fig. 2. The time averaged fields of the absolute topography of 850 hPa level [gpm] (AT_850) / (a) – (d)/ and of 500 hPa level [gpm] (AT_500) / (e) – (h)/ for four precipitation episodes from July 1997 and August 2002. AT_850 and AT_500 are averaged for two days that correspond to the periods within which the precipitation starts in the territory of the Czech Republic. Black contours mark the values of quantities and the shades of grey indicate the values of distribution function F (see the scale).



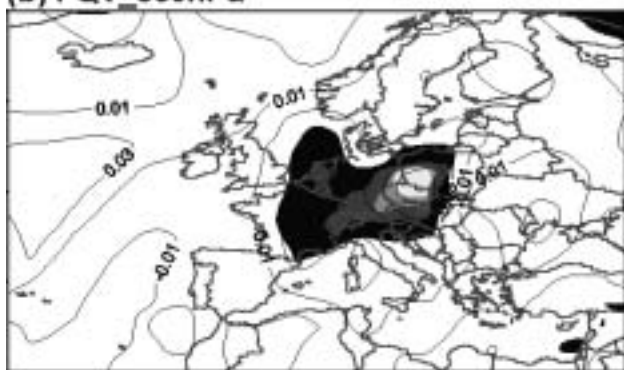
Obr. 3 Časově průměrovaná pole meridionálních $f(a)$, (e) a zonálních $f(c)$, (g) složek toku vlhkosti a meridionálních $f(b)$, (f) a zonálních $f(d)$, (h) složek toku tepla v hladině 850 hPa pro dvě dominantní srážkové epizody z července 1997 (97/1) a ze srpna 2002 (02/2). Toky jsou průměrovány za dva dny pro termíny, které se kryjí s počátkem srážek na našem území (viz obr. 2). Zakresleny jsou izolinie sledované veličiny a plochy s danou hodnotou distribuční funkce $F=1-PP$ jsou vyznačeny pomocí odstínů šedi (viz legendy). Záporné hodnoty veličin odpovídají tokům se severní a východní komponentou a kladné hodnoty odpovídají tokům s jižní a západní komponentou.

Fig. 3. The time averages of meridional $f(a)$, (e) and zonal $f(c)$, (g) water-vapour flux [$\text{kg m}^{-2} \text{s}^{-1}$] and meridional $f(b)$, (f) and zonal $f(d)$, (h) heat flux [$\text{J m}^{-2} \text{s}^{-1}$] at 850 hPa level for two dominant precipitation episodes from July 1997 (97/1) and August 2002 (02/2). The fluxes are averaged for two days that correspond to the periods within which the precipitation starts in the territory of the Czech Republic (see Fig. 2). Black contours mark the values of fluxes and the shades of grey indicate the values of distribution function F (see the scale). The negative values of fluxes correspond to the northern and eastern components. The positive values of fluxes correspond to the southern and western components.

6.7.-7.7.1997
(a) V 850hPa

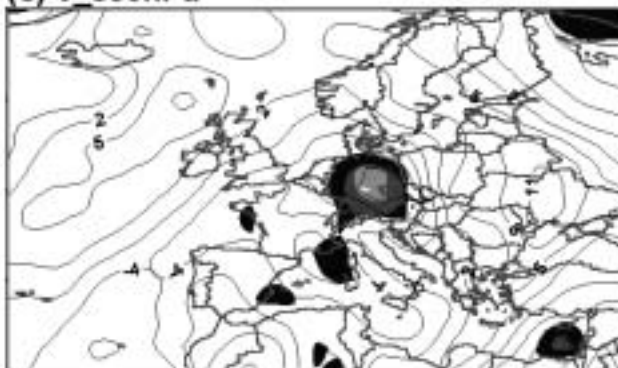


(b) FQV 850hPa

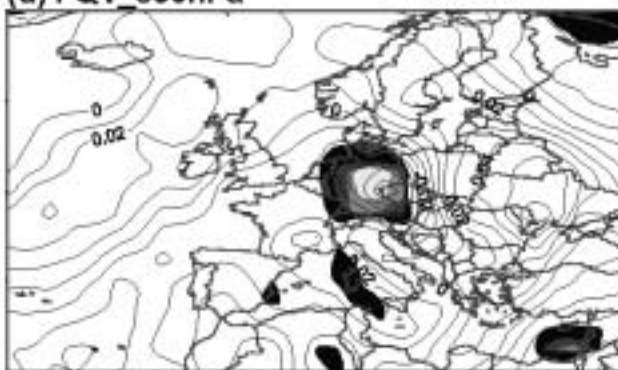


12.8.-13.8.2002

(c) V 850hPa



(d) FQV 850hPa



Obr. 4 Časově průměrovaná pole meridionální složky rychlosti větru [$m s^{-1}$] / (a), (c) a toku vlhkosti [$kg m^{-2} s^{-1}$] / (b), (d) v hladině 850 hPa pro dvě dominantní srážkové epizody z července 1997 (97/1) a ze srpna 2002 (02/2). Meridionální složka rychlosti větru a toku vlhkosti jsou průměrovány za dva dny pro termíny, které se kryjí s vypadáváním rozhodujících srážek na našem území. Zakresleny jsou izolonie sledované veličiny a plochy s danou hodnotou distribuční funkce $F=1-PP$ jsou vyznačeny pomocí odstínů šedi (viz legenda). Záporné, resp. kladné hodnoty veličin odpovídají proudění či tokům s jižní, resp. severní komponentou.

Fig. 4. The time averages of meridional wind component [$m s^{-1}$] / (a), (c) and water-vapour flux [$kg m^{-2} s^{-1}$] / (b), (d) at 850 hPa level for two dominant precipitation episodes from July 1997 (97/1) and August 2002 (02/2). Wind components and water-vapour flux are averaged for two days that correspond to the periods with significant precipitation in the territory of the Czech Republic. Black contours mark the values of quantities and the shades of grey indicate the values of distribution function F (see the scale). The negative and positive values of quantities correspond to the northern and southern components, respectively.

převládalo proudění přímo ze severu, zatímco v 02/2 mělo spíše severozápadní směr. Velkoprostorová konvergence společně s vertikálním střihem větru spojeným s dlouhodobým prouděním vzduchových hmot s odlišnými fyzikálními vlastnostmi nad sebou [5, 6, 9, 10], zřejmě přispěla k silným velkoplošným výstupným pohybům v oblasti střední Evropy, které měly za následek vznik velmi intenzivních velkoplošných trvalých srážek při značném vlivu návětrných efektů. Zároveň se střed řídicí níže jen pomalu odsouval dále k východu (v epizodě 97/1 dokonce setrval po několik dní prakticky bez pohybu), což mělo za následek stacionarizaci situace, a tedy dlouhé trvání srážek nad stejným územím.

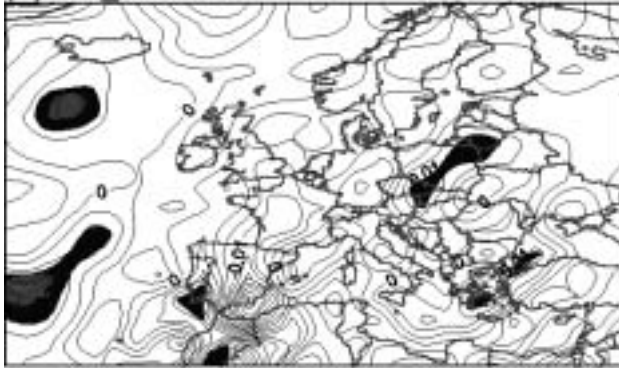
3.3 Vznik a vývoj příčinné tlakové níže

Vývoj tlakových níží (proces cyklogeneze) a s nimi spojených frontálních srážkových pásů (proces frontogeneze) byl analyzován pomocí pole potenciální vorticity (dále jen PV). PV je kombinovanou mírou cyklonality a statické stability v atmosféře a při lineárních dějích popisuje jednoznačně pole

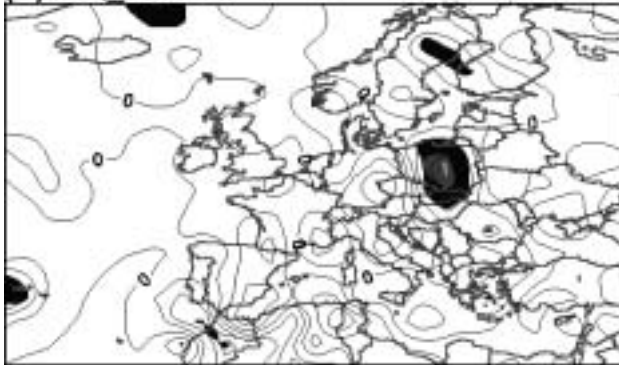
tlaku, proudění a výstupných rychlostí [3]. Další důležitou vlastností je konzervativnost PV při adiabatických pohybech v atmosféře. Výškové anomálie PV (odchylky od průměrných hodnot v příslušných zeměpisných šířkách a výškových hladinách) reprezentují dynamické procesy související se studenou, popř. teplou advekcí, které mají vliv na vznik frontálních zón. Pod kladnými anomáliemi nacházíme oblasti s cyklonální vorticitou a studeným vzduchem. V oblasti záporných anomálií je cirkulace anticyklonální a vzduchová hmota teplá. Nízkohladinové anomálie PV mohou „vznikat“ jak odštěpením od výškové anomálie (advekcí), tak i následkem neadiabatických dějů. Výškové a nízkohladinové anomálie PV spolu vzájemně interagují a mohou významnou měrou ovlivnit cyklogenetické a frontogenetické procesy v celé troposféře. Pro analýzu nízkohladinových anomálií je vhodná izobarická hladina 850 hPa. Pro analýzu výškových anomálií se používá izentropická hladina 330 K. Tato izentropická hladina se v letní polovině roku obvykle vyskytuje ve výškách kolem 9 km a přibližně odpovídá izobarické hladině 300 hPa. Výhody

6.7.1997 12UTC

(a) DIV 850hPa

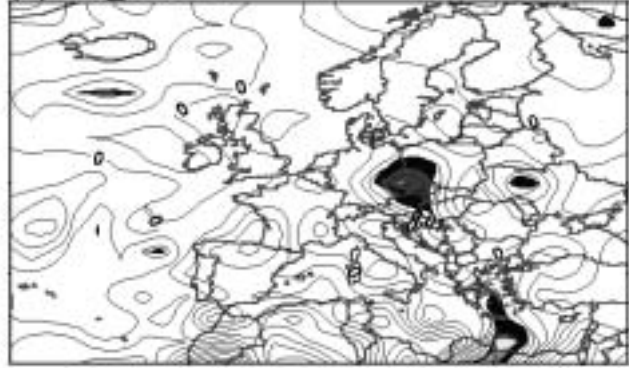


(b) DIQ 850hPa

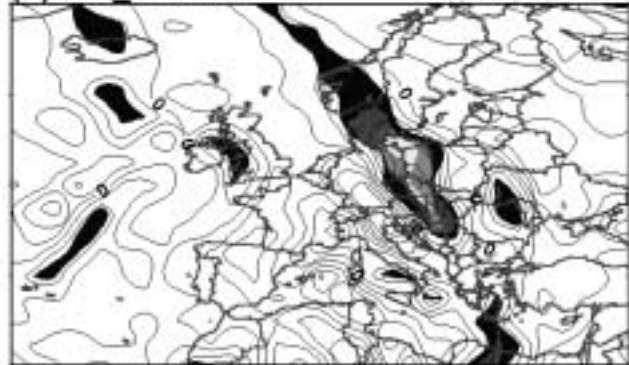


12.8.2002 12UTC

(c) DIV 850hPa



(d) DIQ 850hPa



Obr. 5 Konvergence proudění [s^{-1}] / (a), (c) a konvergence absolutní vlhkosti [$kg\ m^{-3}\ s^{-1}$] / (b), (d) v hladině 850 hPa pro dvě dominantní srážkové epizody z července 1997 (97/1) a ze srpna 2002 (02/2). Grafy se vztahují k termínům 6. 7. 1997 12 UTC a 12. 8. 2002 12 UTC, které odpovídají období vypadávání extrémních srážek na našem území. Zakresleny jsou izolinie sledované veličiny a plochy s danou hodnotou distribuční funkce $F=1-PP$ jsou vyznačeny pomocí odstínů šedi (viz legenda).

Fig. 5. The flow convergence [s^{-1}] / (a), (c) and absolute humidity convergence [$kg\ m^{-3}\ s^{-1}$] / (b), (d) at 850 hPa level for two dominant precipitation episodes from July 1997 (97/1) and August 2002 (02/2). The graphs correspond to July 6, 1997 at 12 UTC and August 12, 2002 at 12 UTC, which are characterized by extreme precipitation amounts in the territory of the Czech Republic. Black contours mark the values of convergence and the shades of grey indicate the values of distribution function F (see the scale).

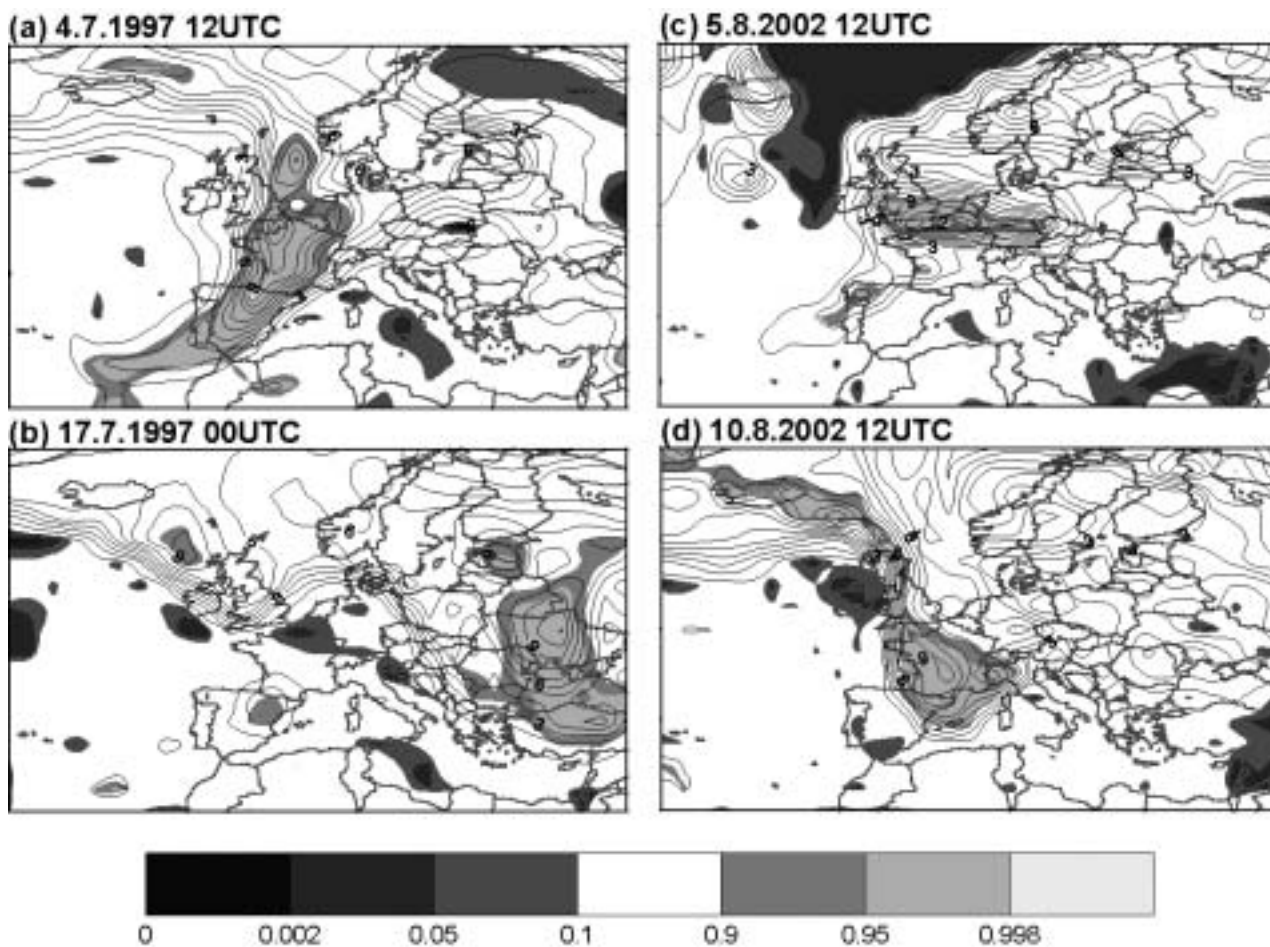
i nevýhody využívání izentropických hladin při analýzách povětrnostní situace shrnul již v roce 1948 prof. Dr. Mikuláš Konček [4]. Popis metod fyzikální interpretace polí PV při termodynamických rozbořech situace a příklady jejich praktického využití pro území ČR a SR lze nalézt v [7].

Společným znakem počátku epizod byla dobře vyjádřená kladná anomálie PV v horní troposféře nad západní a jižní Evropou. Obr. 6 ukazuje strukturu pole PV a příslušných hodnot distribuční funkce F v hladině 330 K postupně pro všechny čtyři epizody obou povodňových událostí. Pole PV se vztahují k termínu zhruba jeden den před vznikem srážek, tj. pro 97/1 k 4. 7. 12 UTC (obr. 6a), pro 97/2 k 17. 7. 00 UTC (obr. 6b), pro 02/1 k 5. 8. 12 UTC (obr. 6c) a pro 02/2 k 10. 8. 12 UTC (obr. 6d). Výskyt anomálie souvisí s advekcí studeného vzduchu od severu až severozápadu, a to zejména ve vyšších hladinách (obr. 1e-h). Anomálie se postupně rozšiřovala dále k jihovýchodu do oblasti západního Středomoří a mohutněla. Naopak v teplém jihozápadním proudění v oblasti centrálního nebo východního Středomoří nacházíme poněkud slaběji vyjádřenou zápornou anomálii PV. Zmíněná konfigurace pole PV, při které se střetával studený vzduch nad

západním Středomořím s relativně teplejším vzduchem nad východním Středomořím, poskytuje velmi příhodné podmínky pro cyklogenezi a pro vznik výrazného frontálního rozhraní ve spodních hladinách. V průběhu epizod se kladné výškové anomálie zvolna přemísťovaly k severovýchodu, kde postupně slably.

Maximální hodnoty PV v oblastech kladných anomálií přesahovaly 95 % historických hodnot z období vrcholného léta. U dominujících srážkových epizod 97/1 a 02/2 dosahovala PV ještě extrémnějších hodnot, které v oblasti západního Středomoří na počátku epizod přesahovaly 99 % až 99,8 % historických hodnot. I zde však lze zaznamenat odlišnosti. Z porovnání obr. 6a a obr. 6d vyplývá, že výšková kladná anomálie PV byla prostorově rozsáhlejší pro 97/1. Naopak pro 02/2 se dostala poněkud hlouběji do Středomoří. Na počátku epizod 97/2 a 02/1 byla oblast vysoké PV (obr. 6b a obr. 6c) plošně méně rozsáhlá, nacházela se severněji a její postup byl opožděn (zvláště u 97/2), což platilo i pro vývoj výškové cyklony.

Dalším z extrémních rysů studovaných epizod byly intenzivní velkoplošné výstupné pohyby v oblasti srážek. Obr. 7



Obr. 6 Pole potenciální vorticity [$\text{m}^2 \text{ s}^{-1} \text{ K kg}^{-1}$] v izentropické hladině 330 K pro čtyři srážkové epizody z července 1997 a ze srpna 2002. Grafy se vztahují k termínům přibližně jeden den před vznikem srážek na našem území (viz obr. 1). Zakresleny jsou izolinie sledované veličiny a plochy s danou hodnotou distribuční funkce $F=1-PP$ jsou vyznačeny pomocí odstínů šedi (viz legenda).

Fig. 6. The potential vorticity fields [$\text{m}^2 \text{ s}^{-1} \text{ K kg}^{-1}$] at the isentropic level of 330 K for four precipitation episodes from July 1997 and August 2002. The graphs correspond to dates approximately one day before precipitation onset in the territory of the Czech Republic (see Fig. 1.). Black contours mark the values of potential vorticity and the shades of grey indicate the values of distribution function F (see the scale).

znázorňuje F pro časově průměrované hodnoty PV v hladinách 330 K (obr. 7a,d) a 850 hPa (obr. 7b,e) a pro časově průměrované hodnoty vertikálních rychlostí v hladině 850 hPa (obr. 7c,f). Pole jsou průměrovaná za dva dny od 6. 7. do 7. 7. pro 97/1 a od 12. 8. do 13. 8. pro 02/2. Vybrané termíny odpovídají zhruba období vypadávání rozhodujících srážek na našem území. Analýza PV v hladině 850 hPa odhaluje dvojici kladných a záporných nízkohladinových anomálií PV v oblasti frontální zóny, která byla pro 97/1 položená východněji než pro 02/2. Maximální, resp. minimální hodnoty PV patřily mezi 1 % nejvyšších, resp. nejnižších hodnot z období vrcholného léta. Porovnáním s polem výstupných rychlostí zjistíme, že kladná nízkohladinová anomálie byla spojená s maximem výstupných pohybů, zatímco v případě sousední záporné anomálie najdeme slabší sestupné pohyby. Ze srovnání s polem PV v hladině 330 K vyplývá, že se nízkohladinová kladná anomálie vyvinula na přední straně (ve směru převládajícího proudění) výškové kladné anomálie. V této konfiguraci dochází v oblasti nízkohladinové kladné anomálie k dodatečnému zesílení výstupných pohybů, a to díky preexistenci výstupných pohybů na přední straně výškové kladné anomálie. Fyzikální mechanismus vzniku vertikálních pohybů v oblasti výškové anomálie PV je popsán např. v [1, 7]. V mís-

tech s nejintenzivnějšími výstupnými pohyby překračovaly vertikální rychlosti 99.8 % a místy až 99.95 % historických hodnot a zřejmě tak přispěly ke vzniku extrémních srážek na našem území.

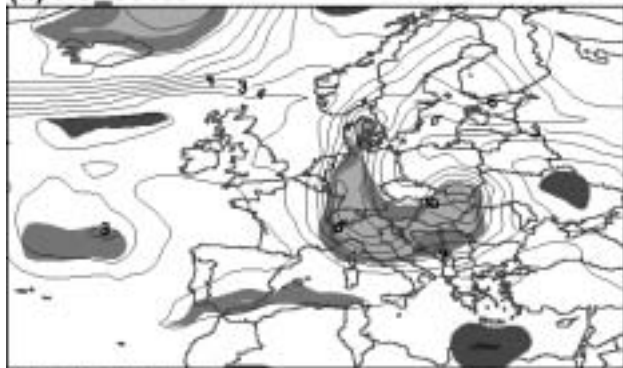
4. ZÁVĚR

Předkládaný článek, který navazuje na podrobnou studii [8] vypracovanou v ÚFA AV ČR, diskutuje a shrnuje shodné a odlišné rysy v extrémě synoptických parametřů během jednotlivých srážkových epizod, které byly meteorologickou příčinou povodní na území ČR v červenci 1997 a v srpnu 2002. Obě katastrofální povodně byly způsobeny vždy dvěma extrémními srážkovými epizodami, jejichž synoptické podmínky byly v základních rysech podobné.

Na základě dat ze souboru *ERA-40*, převzatého z ECMWF, byla pro povodňové události vyjádřena extrémní řada meteorologických veličin pro oblast pokrývající převážnou část Evropy. Získané výsledky byly za použití hodnot distribuční funkce F vyhodnoceny s důrazem na časový vývoj a extrému synoptických podmínek během čtyř srážkových epizod. Pole aktuálních hodnot F vystihují rozhodující synoptické procesy, které vedly k vývoji extrémních velkoplošných srážek. Současně vystihují rozdíly v extrémnosti pro obě srovnávané události. Článek se oproti konečné zprávě [8]

6.7.-7.7.1997

(a) PV 330K



(b) PV 850hPa

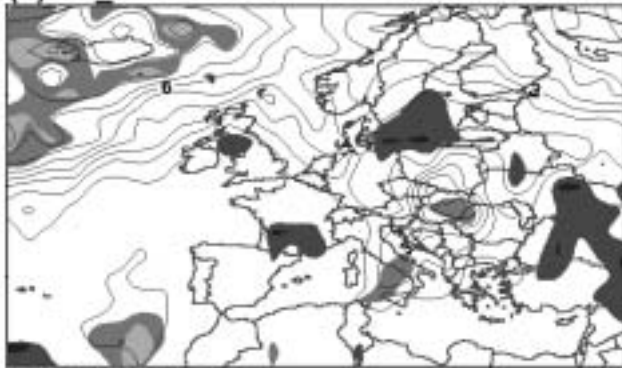


(c) W 850hPa

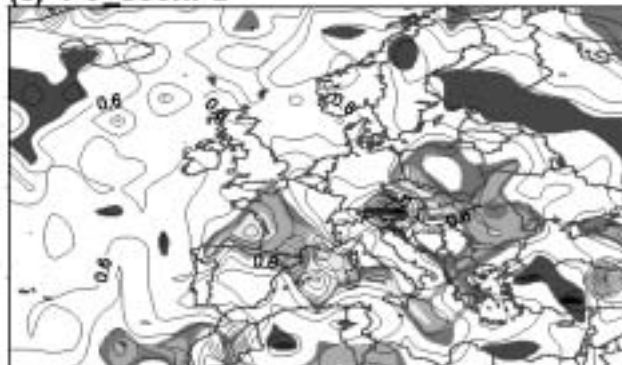


12.8.-13.8.2002

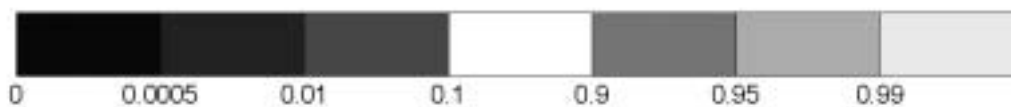
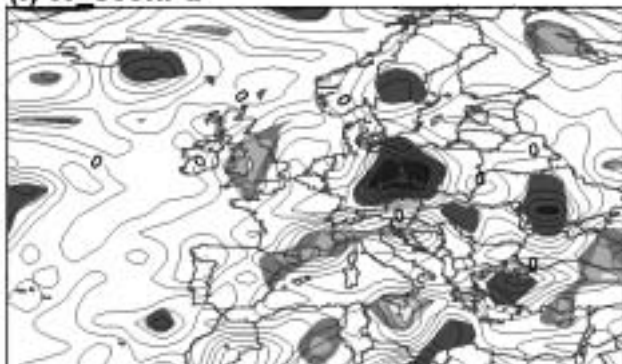
(d) PV 330K



(e) PV 850hPa



(f) W 850hPa



Obr. 7 Časově průměrovaná pole potenciální vorticity [$\text{m}^2 \text{s}^{-1} \text{K kg}^{-1}$] a vertikálních rychlostí [Pa s^{-1}] pro dvě dominantní srážkové epizody z července 1997 (97/1) a ze srpna 2002 (02/2). Horní / (a), (d)/, resp. prostřední / (b), (e)/ panel obsahují pole potenciální vorticity v hladinách 330K, resp. 850 hPa. Dolní panel / (c), (f)/ obsahuje pole vertikálních rychlostí v hladině 850 hPa. Potenciální vorticity a vertikální rychlost jsou průměrovány za dva dny pro termíny, které se kryjí s vypadáváním rozhodujících srážek na našem území (viz obr. 4). Zakresleny jsou izolinie sledované veličiny a plochy s danou hodnotou distribuční funkce $F=1-PP$ jsou vyznačeny pomocí odstínů šedi (viz legenda).

Fig. 7. The time averaged fields of potential vorticity [$\text{m}^2 \text{s}^{-1} \text{K kg}^{-1}$] and vertical wind speed [Pa s^{-1}] for two dominant precipitation episodes from July 1997 (97/1) and August 2002 (02/2). Upper / (a), (d)/ and middle / (b), (e)/ panels contain the fields potential vorticity at the levels of 330K and 850 hPa, respectively. Bottom panel / (c), (f)/ contains the fields of vertical wind speed at 850 hPa level. Potential vorticity and vertical wind speed are averaged for two days that correspond to the periods within significant precipitation in the territory of the Czech Republic (see Fig. 4). Black contours mark the values of quantities and the shades of grey indicate the values of distribution function F (see the scale).

zaměřuje na porovnání vícedenních charakteristik extrémnosti synoptické situace, a to hlavně pomocí odvozených termodynamických veličin. Důsledněji se též zabývá epizodami 97/2 a 02/1, které byly srážkově méně významné.

Mezi charakteristické znaky obou událostí, které jsou shrnuty v tab. 1, patří

před vznikem srážek (tab. 1a):

- nadprůměrně teplý a vlhký vzduch nad rozsáhlým územím severní a východní Evropy;
 - vpád studeného vzduchu ze severních směrů do západního Středomoří;
 - velmi teplý vzduch nad centrálním nebo východním Středomořím;
 - výrazné teplotní rozhraní mezi oběma vzduchovými hmotami (viz body b, c);
 - vznik tlakové níže jižně od Alp a její následný postup k severovýchodu;
- v době trvání srážek (tab. 1b):
- intenzivní tok vlhkosti a tepla do střední Evropy na přední straně tlakové níže na počátku srážek, resp. do severovýchodní Evropy v době trvání srážek;
 - mimořádně silné proudění vlhkého vzduchu ze severních směrů nad území ČR;
 - silná velkoprostorová konvergence (vtok) proudění vzduchu i vlhkosti v nižších hladinách v prostoru vypadávání srážek;
 - intenzivní výstupné pohyby v prostoru vypadávání srážek.

Navzájem nejpodobnější a ve většině meteorologických parametrů více extrémní byly dominantní epizody 97/1 a 02/2. Měly však i některé odlišné rysy. Mezi ně patří vývoj tlakové níže před počátkem srážek, neboť v případě 97/1 existovala zpočátku jen brázda nízkého tlaku, zatímco epizoda 02/2 se od počátku vyznačovala velmi hlubokou tlakovou níží ve všech hladinách. Tato níže byla spojena s mimořádně silným jižním prouděním a tokem vlhkosti na své přední straně, mnohem silnějším než v ostatních epizodách. Odlišnosti mezi 97/1 a 02/2 lze nalézt také ve směru proudění nad střední Evropou v době vypadávání srážek a polohou i intenzitou tla-

kové výše nad západní Evropou. Zatímco v 02/2 mělo proudění spíše severozápadní směr, v 97/1 převládalo proudění přímo se severu a přizemní hřeben vysokého tlaku vzduchu, který se nasouval nad západní Evropu, byl výrazně vyvinutější. Celkově lze říci, že meteorologické charakteristiky dosahovaly v 02/2 extrémnějších hodnot. Na druhou stranu v 97/1 setrvaly vysoké hodnoty po delší dobu nad stejným územím. Epizody 97/2 a 02/1 se od dominantních epizod lišily významněji, a to převážně nižší intenzitou extrémů a v některých ohledech i celkovým charakterem synoptické situace. Zejména poloha a stádium vývoje řídicí tlakové níže v době počátku srážek se u těchto epizod ztelně lišila.

Objektivní předpověď srážek se v posledním desetiletí velmi zlepšila v souvislosti s rostoucí kvalitou numerických předpovědních modelů (NWP modely). Přesto jsou možnosti zpřesnění kvantitativní předpovědi srážek (QPF) lokalizované v čase i prostoru stále otevřené. V souvislosti s tím je QPF v současnosti intenzivně studovaný problém. Obzvláště složitá je QPF pro extrémní srážky obecně, především pak u srážek spojených s konvekcí v teplé polovině roku. Zlepšení QPF spočívá v dalším zdokonalování NWP modelů a zpřesňování vstupních dat. Tento vývoj neustále probíhá, jedná se však o proces dlouhodobý. Vzhledem k tomu můžeme očekávat i důraz na využití postprocessingu výstupů NWP modelů a pravděpodobnostních interpretačních metod. Jelikož příčině srážky velkoplošných letních povodní se vyvíjejí ve střední Evropě z podobných situací, jaké jsou popsány v tomto článku, lze na základě zpracování dat ERA-40 doporučit, aby hodnocení pomocí extremity bylo uplatněno při synoptickém hodnocení situací, za nichž může dojít k vývoji velkoplošných srážek, které mohou vyvolat na našem území povodňové stavy. Jak ukázal rozbor obou povodňových událostí, je v některých případech důležitá i vzájemná koexistence extremity různých meteorologických veličin v různých oblastech domény. Získané závěry lze proto dále využít pro kombinovaný expertní přístup k hodnocení extremity. Produktem může být např. koncepční model využívající kombinovanou rozhodovací kritéria založená na hodnotách extremity, který by umožňoval

Tab. 1 Extrémní hodnoty distribuční funkce F [%] (vyznačeny jsou pouze hodnoty >90 %, resp. <10 %) pro vybrané veličiny a jednotlivé srážkové epizody před vznikem (tab. 1a) a v průběhu trvání srážek (tab. 1b). EPT 850, AT 850, FQV 850, V 850, DIQ 850 a W 850 označují postupně adiabatickou ekvivalentní potenciální teplotu, absolutní topografii, meridionální tok vlhkosti, meridionální složku proudění, konvergenci vlhkosti a vertikální rychlost v izobarické hladině 850 hPa. Podobně T 500, resp. AT 500 označují teplotu, resp. absolutní topografii pro hladinu 500 hPa.

Table 1. Extreme values of distribution function F [%] (only values $>90\%$ and $<10\%$ are filled) for selected quantities and for each individual precipitation episodes before (tab. 1.a) and during (tab. 1.b) precipitation period. EPT 850, AT 850, FQV 850, V 850, DIQ 850 and W 850 successively mark the equivalent potential temperature, absolute topography, meridional flux of moisture, meridional wind component, large-scale convergence of moisture and vertical velocity at the isobaric level of 850 hPa. Similarly, T 500 and AT 500 mark the temperature and absolute topography for 500 hPa level, respectively.

Tab.1a

Veličina	Oblast	97/1	97/2	02/1	02/2	Poznámka
EPT850	severní a východní Evropa	$>99,00\%$	$>90,00\%$	$>99,95\%$	$>95,00\%$	
T500	západní Evropa	$<0,20\%$		$<10,00$	$<1,00\%$	97/2 vpád studeného vzduchu opožděn
EPT850	centrální a východní Středomoří	$>99,00\%$	$>95,00\%$	$>99,80\%$	$>99,80\%$	
AT850	jihozápadní Evropa	$\sim 10,00\%$	$<1,00\%$	$<5,00\%$	$<0,20\%$	dvoudenní průměr; 02/1: pouze brázda
AT500	západní Evropa	$<10,00\%$	$<10,00\%$	$\sim 10,00\%$	$<1,00\%$	dvoudenní průměr; 97/1: pouze brázda

Tab.1b

Veličina	Oblast	97/1	97/2	02/1	02/2	Poznámka
FQV850	jihovýchodní Evropa	$>95,00\%$	$>99,00\%$		$>99,95\%$	dvoudenní průměr; obdobně pro tok tepla
V850	střední Evropa	$<0,05\%$	$<0,20\%$	$<5,00$	$<0,05\%$	dvoudenní průměr
DIQ850	střední Evropa	$>99,80\%$	$>99,00\%$	$>99,00\%$	$>99,95\%$	
W850	střední Evropa	$<0,05\%$	$<0,05\%$	$<1,00\%$	$<0,20\%$	dvoudenní průměr

odhad pravděpodobnosti výskytu příčinných srážek pro varování před povodněmi typu července 1997 a srpna 2002.

Poděkování:

Meteorologická data potřebná pro vyhodnocení extremity byla dodána z databáze ERA-40 z ECMWF (Reading). Převod dat byl doprovázen konzultační asistencí RNDr. M. Janouška z ČHMÚ. Bez této součinnosti by řešení úkolu nebylo možné. Na zpracování dat se podílel RNDr. Z. Sokol, CSc. a při hodnocení vydatně pomáhal Mgr. D. Hanslian z ÚFA AV ČR. Za cenné náměty a připomínky děkuji též RNDr. D. Řezáčové, CSc.

Literatura

- [1] BLUESTEIN, H. B., 1993. Synoptic-dynamic meteorology in midlatitudes. Vol. 2. Oxford Univ. Press, New York. s. 199–202. ISBN 0-19-506267-2.
- [2] ERA-40: <http://www.ecmwf.int/research/era/Project/index.html>
- [3] HOSKINS, B. J. – MCINTYRE, M. E. – ROBERTSON, A. W., 1985. On the use and significance of isentropic potential vorticity maps. *Quarterly Journal of the Royal Meteorological Society*, roč. 111, č. 470, s. 877–946. ISSN 0035-9009.
- [4] KONČEK, M., 1948. Izentropické mapy. *Meteorologické Zprávy*, roč. 2, č.1, s. 20–22. ISSN 0026-1173.
- [5] PAVLÍK, J. – FEREBAUEROVÁ, M. – SANDEV, M. – HAVELKA, J., 2002. Synoptické hodnocení povětrnost-

ních situací v průběhu povodní v srpnu 2002 v České republice. *Meteorologické Zprávy*, roč. 55, č. 6, s. 167–176. ISSN 0026-1173.

- [6] PAVLÍK, J. – SANDEV, M., 1997. Synoptické hodnocení povětrnostních situací v průběhu povodně v červenci 1997. *Meteorologické Zprávy*, roč. 50, č. 6, s. 164–171. ISSN 0026-1173.
- [7] RACKO, S. – SIMON, A. – SOKOL, A., 2002. Niektoré z príčin búrok v zimnom období. *Meteorologické Zprávy*, roč. 55, č. 3, s. 69–81. ISSN 0026-1173.
- [8] ŘEZÁČOVÁ, D. a kol., 2003. Posouzení hydrometeorologických podmínek vzniku významných letních povodní na území ČR na základě porovnání situace ze srpna 2002 s vybranými srážkovými epizodami a extrémními podmínkami. Závěrečná zpráva o řešení dlíhého úkolu projektu MŽP ČR „Vyhodnocení katastrofální povodně v srpnu 2002“. Praha: ÚFA AV ČR. 78 s. (dostupné na <http://www.ufa.cas.cz/html/meteo/povodne2002/index.html>)
- [9] Vyhodnocení katastrofální povodně v srpnu 2002, 2002. 1. etapa. Meteorologické příčiny katastrofální povodně v srpnu 2002 a vyhodnocení extremity příčinných srážek. Praha: ČHMÚ. 160 s.
- [10] Vyhodnocení povodňové situace v červenci 1997, 1998. Dílčí úkol 1: Meteorologické příčiny povodňové situace. Praha: ČHMÚ. 115 s.

Lektor RNDr. A. Simon, rukopis odevzdán v srpnu 2003.

SPOLEČNÁ PORADA HORSKÝCH METEOROLOGICKÝCH STANIC ČHMÚ A SHMÚ

Na základě doporučení metodické porady odboru meteorologických stanic SHMÚ se dne 9. října 2003 na Lysé hoře uskutečnila první společná metodická porada vedoucích profesionálních horských meteorologických stanic ČHMÚ a SHMÚ. Porady se zúčastnili vedoucí MS Červená, Chopok, Churáňov, Lomnický štít, Lysá hora, zástupci vedení odborů profesionálních staničních sítí obou ústavů a náměstek ředitele ČHMÚ pro meteorologii a klimatologii RNDr. R. Tolasz, pod jehož záštitou se porada uskutečnila. Účastníci jednání se podrobně seznámili s pracovištěm MS Lysá hora a projednali tyto tematické okruhy:

- současný stav měření,
- metodiky měření,
- problémy a zkušenosti s měřením,
- automatizace a údržba přístrojů s důrazem na měření směru a rychlosti větru, vlhkosti vzduchu, teplot vzduchu, sněhové pokrývky a námrazy v horských podmínkách.

V diskusi vyjádřili zástupci SHMÚ své nedobré zkuše-

nosti s testováním snímačů rychlosti větru Vaisala WAS-425AH a Lambrecht Quatro na MS Chopok. K měření výšky sněhové pokrývky a její vodní hodnoty konstatovali, že v horských podmínkách existují rozdíly v platných metodikách. Na nesrovnalosti v metodikách při měření námrazy poukázal zejména vedoucí MS Lomnický štít.

Zástupci ČHMÚ informovali o technickém vylepšení vyhřívání ultrazvukového anemometru Vaisala WAS-425AH, řešení problematiky měření vlhkosti a teplot vzduchu přemístěním snímače HMP 45 z radiačního krytu do meteorologické budky. Vedoucí MS poukázali na problematiku měření relativní vlhkosti snímači Vaisala a vzájemně si vyměnili zkušenosti s odstraňováním chyb měření.

Závěrem porady se její účastníci shodli na potřebnosti takovéto výměny zkušeností a pravidelném konání těchto porad, které budou střídatě zabezpečovány oběma ústavami, neboť na metodických poradách odborů profesionálních staničních sítí není z časových důvodů možno se zvláštnostem horských stanic dostatečně věnovat.

Antonín Chalupský

SEZONY ZVÝŠENÝCH KONCENTRACÍ PŘÍZEMNÍHO OZONU: NEBEZPEČÍ PRO LESNÍ EKOSYSTÉMY A LIDSKÉ ZDRAVÍ

Seasons of increased ground-level ozone concentrations: dangerous for the forest ecosystems and human health. Gradual dying of forests in the Czech Republic, occurring mainly in the area of border mountains, is quite often discussed theme at present. The so-called legacy of the past (high emissions of sulphur, contaminated soils, etc.), whose situation improved during the 1990's, and the traffic have usually been mentioned as decisive reasons. The aim of this paper is to show that the ground-level ozone also represents a factor which has a significant participation in the forest destruction. The ground-level ozone, as known, becomes toxic at higher concentrations for all the organisms (e.g. daily average $65 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$ is toxic threshold for vegetation). Its concentrations are gradually increasing with the distance from dominant sources of primary precursors and also with growing altitude. In a long-term view the highest concentrations are occurring in the mountains. Seasons with the ground-level ozone concentrations exceeding $65 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$ were determined using a method of cumulative series of deviations. The seasons founded confirmed our assumption: Their length together with the average year concentration belong to important factors in ground-level ozone toxic effects.

KLÍČOVÁ SLOVA: ozon přízemní – koncentrace – ohrožení – ekosystémy – zdraví lidské

1. ÚVOD

Ozon představuje z hlediska své funkce a svého postavení základní a nejdůležitější stopový plyn v atmosféře. Tento článek se zabývá úzkou složkou složkou atmosférického ozonu - ozonem přízemním, který z celkového množství ozonu v atmosféře představuje ca 5–10 %, avšak přesto patří v posledních letech mezi nejsledovanější polutanty.

Téma přízemního ozonu lze ve světové literatuře označit za relativně mladé. Historickým mezníkem ve vývoji byl v 60. letech minulého století v americkém Los Angeles výrazný výskyt epizod fotochemického smogu, jehož indikátorem je právě přízemní ozon [13]. Stále intenzivnější výskyt fotochemického znečištění souvisí především s obecným trendem druhé poloviny 20. století, a sice s prudkým růstem automobilové dopravy. V Praze je tento trend markantní až od počátku 90. let a v současnosti se pražská metropole se stupněm automobilizace 1,9 obyvatel na osobní automobil v roce 2001 [1, 11] řadí mezi nejmotorizovanější města Evropy. Stupeň motorizace (počet obyvatel na 1 motorové vozidlo) dosahuje dokonce hodnoty 1,5 [11]. Problém fotochemického znečištění se ovšem netýká jen velkých dopravně zatížených měst, ale celkově velmi rozsáhlých oblastí odpovídajících rozsahu anticyklon, které v teplém období roku vytvářejí ideální povětrnostní podmínky pro tvorbu ozonu [2, 14].

Ozon je polutantem sekundárním, tj. není do atmosféry emitován přímo. Jeho vznik v přízemní vrstvě je proto vázán na primární polutanty (tzv. prekurzory), kterými jsou zejména oxidy dusíku (NO , NO_2) a těkavé organické látky (VOCs). Základem tvorby molekul ozonu v troposféře jsou fotochemické reakce oxidů dusíku, kdy ve světlé části dne dochází k fotochemickému rozkladu molekuly NO_2 :



Uvedený výraz $h\nu$ v rovnici (1) představuje kvantum záření (energie fotonu). Uvolněný atom kyslíku reaguje s dvouatomovým kyslíkem O_2 za vzniku molekuly ozonu:

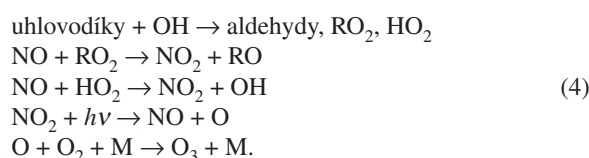


kde M je molekula odvádějící reakční teplo. Při přechodu do

tmavé části dne začíná převažovat reakce, při níž spolu reagují oba vzniklé produkty a molekula ozonu se zpětně odbourává:



V čistém ovzduší se tak ustavuje určitá rovnováha. V ovzduší znečištěném dochází k jejímu porušení, které se ve svém důsledku projevuje vzrůstem koncentrací přízemního ozonu. Princip převažující tvorby ozonu spočívá v tom, že oxidaci NO na NO_2 nezabezpečuje molekula ozonu, nýbrž bývá nahrazena hydroperoxylovým radikálem HO_2 nebo organickými peroxylovými radikály RO_2 . V tomto okamžiku vstupují do hry uhlovodíky, jejichž oxidace OH radikálem vede ke vzniku zmíněných molekul HO_2 a RO_2 . Tvorba ozonu se tak ve znečištěném ovzduší uskutečňuje podle následujícího reakčního schématu uvedeného v [17]:



Analogický proces uvedených reakcí vzniku ozonu funguje i pro molekuly oxidu uhelnatého, ovšem reakce CO s OH je relativně pomalá. Nemá proto velký význam ve znečištěné atmosféře, ale významně se uplatňuje ve volné troposféře [17].

Základní způsob odstranění ozonu v troposféře představuje jeho depozice na zemský povrch [7, 19]. Depoziční rychlost je značně variabilní v závislosti na charakteru depozitního povrchu. Rozklad však může proběhnout již také přímo v ovzduší a to jak fotochemickým rozkladem, tak reakcemi s alkeny a různými radikály, např. OH , HO_2 apod.

Kromě uvedeného vzniku ozonu se určitá část ozonu dostává do přízemní vrstvy přenosem molekul ze stratosféry [4]. Tvorbou přízemního ozonu se blíže zabývá řada prací, viz např. [3, 5, 8, 18], aj.

Územní rozložení přízemního ozonu podléhá určité zákonitosti. Dlouhodobě nejvyšší koncentrace se vyskytují ve vyšších nadmořských výškách, v místech, kde jsou zdánlivě para-

doxně zároveň nejnižší koncentrace prekurzorů. Naopak nejnižší koncentrace přizemního ozonu vykazují městské stanice, kde hustá doprava zabezpečuje neustálý přísun prekurzorů do ovzduší. Je nutné si uvědomit, že režim přizemního ozonu a jeho geografické rozložení není primárně určován jen meteorologickými podmínkami, ale zároveň i množstvím prekurzorů jeho tvorby, protože jejich velké množství představuje pro ozon současně značný potenciál látek umožňujících jeho rozklad [2].

Ozon je jedním z nejsilnějších oxidačních činidel, jehož toxické účinky představují velké riziko jak pro vegetaci, tak pro živočichy. U vegetace spočívá ohrožení zejména v poškození buněčných membrán a dále může být narušena i fotosyntéza. Negativní důsledky se následně projevují tvorbou nekrotických skvrn na listech, žloutnutím listů, defoliací, předčasným stárnutím, zpomalením růstu či snížením obratyschopnosti rostliny [15]. U živočichů, včetně člověka, se příjem ozonu předpokládá pouze vdechováním [16]. Míra důsledků závisí samozřejmě na koncentraci a na délce jejího působení (expozici). Toxicita ozonu vede celkově k významnému poškození plicních funkcí (např. záněty dýchacích cest, aj.). Prvotní účinky ozonu, reprezentující dechové symptomy, se objevují u nejcitlivější části zdravé populace již při průměrné osmihodinové koncentraci $120 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$ nebo průměrné hodinové koncentraci $250 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$ [6, 16]. S rostoucí koncentrací ozonu vzrůstají i jeho škodlivé účinky, přičemž hodinové koncentrace přesahující $500 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$ vedou již k vážným akutním zdravotním následkům [16]. Dráždění očí bývá pocítováno při epizodách fotochemického znečištění, kdy koncentrace ozonu dosahují $200 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$. Příčinou zde však nebývá samotný ozon, ale i ostatní látky fotochemické směsi [16].

Současným velice aktuálním problémem je kritický stav našich lesů. Nejvážnější situace, projevující se až postupným odumíráním stromů, je ve vyšších polohách našich pohraničních hor – zejména pak v Krušných a Orlických horách [9, 10]. Za hlavní příčiny poškození lesních ekosystémů v těchto oblastech se považují jednak tzv. dědictví minulosti, tj. obrovské emise síry, kontaminace půdy apod. (situace se již výrazně zlepšila v průběhu 90. let), a jednak automobilová doprava [10]. Dalším významným stresovým faktorem, který je bohužel velmi často opomíjen, je právě přizemní ozon. Z dále uvedeného plyne, že ve zmiňovaných polohách s vyšší nadmořskou výškou dosažené koncentrace hodnot převyšují prahovou úroveň po většinu roku. Cílem předkládaného příspěvku je poukázat na tento alarmující faktor.

2. METODIKA

Sezonnost je typickým projevem pro počasí v našich zeměpisných šířkách. Jelikož je množství ozonu úzce závislé na slunečním záření [2, 8, 14], jehož intenzita závisí na výšce Slunce, tedy roční sezoně, lze předpokládat, že i v chodu koncentrací přizemního ozonu bude možno nalézt určité sezonní projevy. Jakých rozměrů však tyto sezony dosahují a kdy se vyskytují?

Chceme-li v chronologických řadách dat určit období zvýšených koncentrací přizemního ozonu, musíme si nejprve definovat hraniční hodnotu, nad níž budeme koncentrace pokládat za zvýšené. Pojmem „zvýšená koncentrace“ lze v podstatě označit koncentraci, která buď převyšuje dlouhodobou průměrnou

hodnotu, nebo takovou koncentraci, která může výrazným způsobem působit na své okolí a být tak příčinou menších či větších změn v tomto prostředí. V našem případě je zvolena limitní hodnota $65 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$, jakožto denní průměrná koncentrace. Hodnota nebyla stanovena libovolně, nýbrž představuje průměrnou směrnou limitní denní koncentraci přizemního ozonu na ochranu vegetace, doporučenou Světovou zdravotnickou organizací [15].

Pro nalezení hledaných sezon byla využita metoda součtových řad odchylek, rozpracovaná I. Sládkem v oblasti teploty vzduchu (viz. [12]). Principem metody je vytvoření součtové řady, to znamená řady postupných součtů odchylek veličiny od zmíněné stanovené hodnoty, a to tak, že odchylky se načítají v chronologickém pořadí. Konkrétně byl výpočet součtové řady pro naše účely proveden podle vzorce:

$$\Sigma(x_i - 65),$$

kde proměnná x_i představuje průměrnou denní koncentraci.

Počátek součtové řady stanovíme na den předcházející dni s první kladnou odchylkou, tj. první den, kdy je průměrná denní koncentrace vyšší než $65 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$, a hodnoty načítáme až do dne s posledním výskytem kladné odchylky v roce.

V takto spočtené součtové řadě nalezneme největší rozdíl, přičemž pro hodnoty, které tento maximální rozdíl ohraničují, musí být splněna podmínka, že minimální hodnota musí náležet dřívějšímu dni v roce a maximum musí následovat až poté (musí tedy náležet pozdějšímu dni v roce). Datum dne, následujícího po dni, ke kterému připadá nalezené minimum, je dnem nástupu hledané sezony, a naopak maximum odpovídá dni ukončení sezony. Aby takto vymezená období bylo možné lépe graficky znázornit, můžeme součtovou řadu kolem nalezené sezony poněkud zúžit, to znamená začít s načítáním odchylek těsně před nástupem sezony. Tímto krokem bude sice ovlivněna hodnota obou extrémů, tj. maxima i minima, ale velikost jejich rozdílu zůstane zachována. Konečný výsledek nebude proto tímto ovlivněn. Detailní popis metody součtových řad podává I. Sládek [12].

Pro výpočet sezon zvýšených koncentrací přizemního ozonu bylo využito celkem 6 měřicích stanic AIM ČHMÚ (viz obr. 1). Stanice byly zvoleny tak, aby odpovídaly různým typům prostředí. První skupinu tvoří stanice pražské (Praha 1 – Náměstí Republiky, Praha 4-Libuš), tedy stanice městské,



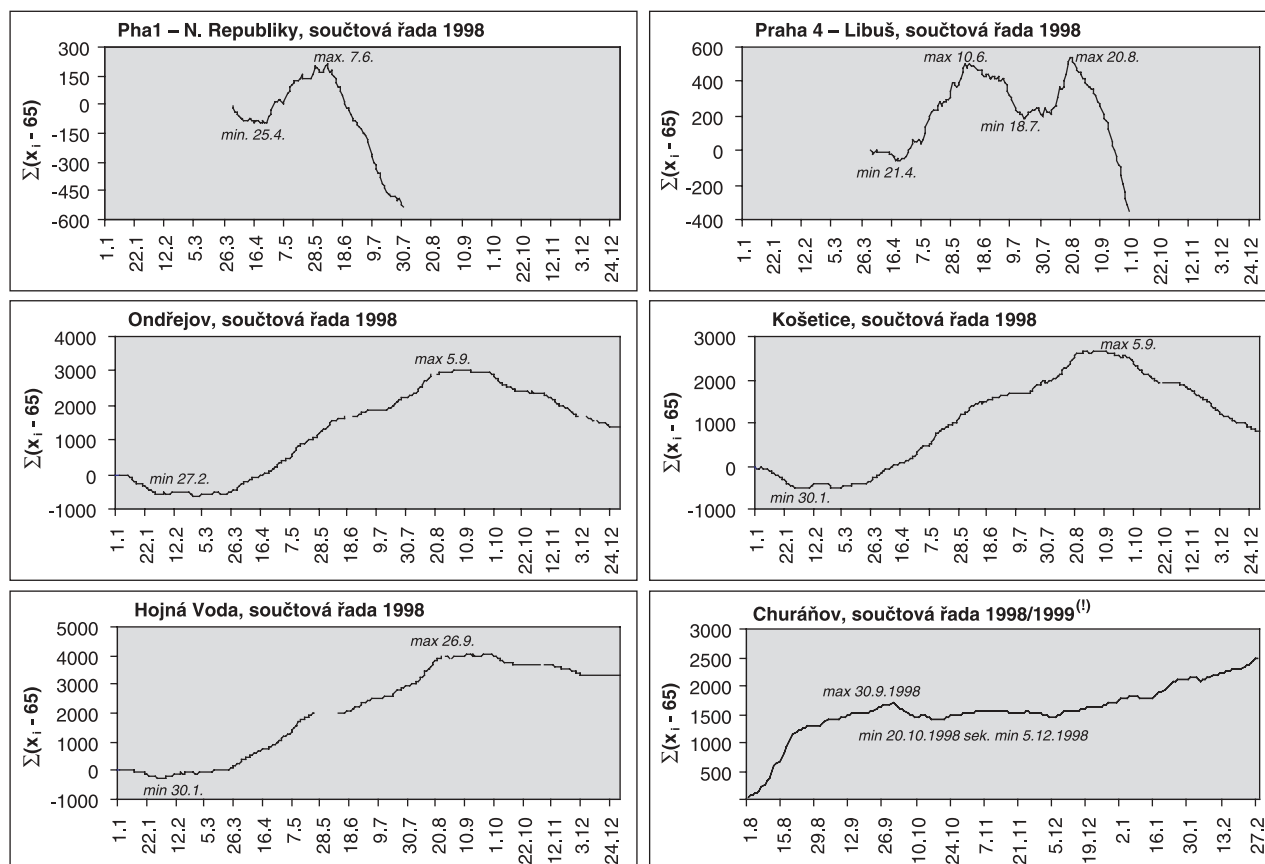
Obr. 1 Stanice měřící koncentrace přizemního ozonu na území ČR; stav v roce 2001, černě vyznačené stanice jsou využité v této práci. Zdroj: ČHMÚ.

Fig. 1. Stations measuring surface ozone concentrations in the Czech Republic in 2001; stations used in the work are marked by black colour. Source: ČHMÚ.

Tab. 1 Základní charakteristika využitých stanic AIM ČHMÚ. ^aT/Z/CHZ = Typ stanice/Zóna/Charakteristika zóny, ^bSSV = průměrný roční úhrn slunečního svitu v období 1995 – 2001, ^cT = průměrná roční teplota v období 1995 – 2001, ^d hodnoty ze stanice Praha-Klementinum, ^e hodnoty ze stanice Byňov. Zdroj: ČHMÚ (<http://www.chmi.cz>), vstupní data z ČHMÚ.

Table 1. Basic characteristics of the used ČHMÚ AIM measuring stations. ^aT/Z/CHZ = Type of the station/Zone/Characteristic of the zone, ^bSSV = average annual sum of sunshine in the period 1995–2001, ^cT = average annual air temperature in the period 1995–2001, ^d values of the Praha-Klementinum station, ^e values of the Byňov station. Source: ČHMÚ, input data from ČHMÚ.

771 – Pha 1 N.Republiky, okres Praha 1 Nadmořská výška: 195 m T/Z/CHZ ^a : dopravní/městská/obchodní Reprezentativnost: mikroměřítko (několik m až 100 m)	Terén: rovina, velmi málo zvlněný terén Krajina: zástavba SSV ^b [h] 1683 ^d T ^c [°C] 11,0 ^d
774 – Pha 4 Libuš, okres Praha 4 Nadmořská výška: 304 m T/Z/CHZ ^a : pozadová/předměstská/obytná Reprezentativnost: okrskové měřítko (0,5 – 4 km)	Terén: vrcholová poloha v terénu do 10 % Krajina: část zastavěná plocha, okraj obcí SSV ^b [h] 1688 T ^c [°C] 9,2
1108 – Ondřejov, okres Praha – východ Nadmořská výška: 514 m T/Z/CHZ ^a : pozadová/venkovská/přírodní Reprezentativnost: oblastní měřítko – 4 až 50 km	Terén: horní nebo střední část strmějšího svahu (>8 %) Krajina: zemědělská půda, trv. travní porost SSV ^b [h] neměřeno T ^c [°C] 8,0
1138 – Košetice, okres Pelhřimov Nadmořská výška: 534 m T/Z/CHZ ^a : pozadová/venkovská/přírodní Reprezentativnost: region. a glob.měř. (stovky až tisíce km)	Terén: horní nebo střední část povlowného svahu do 8 % Krajina: zemědělská půda, převaha orné půdy SSV ^b [h] 1750 T ^c [°C] 7,7
1103 – Hojná Voda, okres České Budějovice Nadmořská výška: 818 m T/Z/CHZ ^a : pozadová/venkovská/přírodní Reprezentativnost: oblastní měřítko – 4 až 50 km	Terén: vrcholová poloha v terénu do 10 % Krajina: trvalý travní porost, téměř bez zástavby SSV ^b [h] 1486 ^e T ^c [°C] 7,8 ^e
1102 – Churáňov, okres Prachatice Nadmořská výška: 1 122 m T/Z/CHZ ^a : pozadová/venkovská/přírodní Reprezentativnost: oblastní měřítko (desítky až stovky km)	Terén: vrchol.poloha ve značně svažitém terénu (>10 %) Krajina: trvalý travní porost, téměř bez zástavby SSV ^b [h] 1583 T ^c [°C] 4,8



Obr. 2 Příklad součtových křivek – období převládajících průměrných denních koncentrací přízemního ozonu >65 $\mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$, ⁽¹⁾ Churáňov, součtová řada 1998/1999 určuje období s převládajícími denními koncentracemi přízemního ozonu nižšími než 65 $\mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$. Zdroj: vstupní data z ČHMÚ.

Fig. 2. An example of summary curves – periods with prevailing average daily surface ozone concentrations >65 $\mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$. ⁽¹⁾ Churáňov – summary series of 1998/1999 determines periods with prevailing daily surface ozone concentrations lower than 65 $\mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$. Source: input data from ČHMÚ.

reprezentující zdrojové zóny primárních prekurzorů. Nutno upozornit, že mezi oběma stanicemi přesto existují difference v úrovni celkových koncentrací a režimu přízemního ozonu reprezentující městské centrum a periferii [1]. Druhou skupinu tvoří stanice pozadové s polohou v nadmořské výšce do 500 m n. m. (Ondřejov, Košetice) a třetí kategorii stanice pozadové-horské s nadmořskou výškou okolo 800 m n. m. (Hojná Voda, Churáňov). Stručná charakteristika jednotlivých stanic je uvedena v tabulce 1.

Jelikož na stanici Churáňov je průměrná roční koncentrace velmi vysoká (viz tab. 2) a průměrné denní koncentrace vyšší než $65 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$ převládají po většinu roku, bylo proto výhodnější provést „zrcadlový“ výpočet a najít tak sezonu s převládajícími denními koncentracemi přízemního ozonu nižšími než $65 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$. V takovém případě je nutné si uvědomit, že počátkem sezony na Churáňově bude nejprve maximum, které ovšem musí připadat dřívějšímu dni v roce, a ukončením minimum, následující po maximum.

Součtové křivky byly vypočteny na každé stanici pro každý rok zvlášť (příklad viz obr. 2). Kromě výjimky Churáňova, kde hledané období je zrcadlově opačné, představuje ještě jednu výjimku stanice Praha 1 - Náměstí Republiky, kde naopak průměrné denní koncentrace přízemního ozonu dosahují hodnot kolem $65 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$ jen zřídka (tab. 2). Výsledná sezona, pokud vůbec nastane, má potom délku trvání maximálně několika dní. Mezi součtovými křivkami ve sledovaném období 1995–2001 tak reprezentuje Náměstí Republiky jen jediný graf – součtová řada z roku 1998, kdy se zvýšené koncentrace přízemního ozonu projevily mnohem výrazněji.

Ze součtových řad, stanovovaných na každé stanici pro každý rok zvlášť, byla nakonec odvozena průměrná data, resp. průměrné časové období nástupu a ukončení sezony. Tyto výsledky jsou spolu s průměrnými ročními koncentracemi uvedené a diskutované v kapitole 3.

Výsledné součtové křivky mají v různých letech různou podobu. U většiny z nich je patrný typický hledaný charakter „vlny“, nicméně některé (viz např. Churáňov 1998/1999 na obr. 2), kdy průměrné denní koncentrace přízemního ozonu pod vlivem klimatických podmínek nedosahují takových hodnot jako v jiných letech, se ve výsledných součtových křivkách projevují spíše v podobě stagnace než zmíněné sezonní vlny.

3. VÝSLEDKY A JEJICH ZHODNOCENÍ

Vymezené sezony, sestavené za šestileté období 1995–2001, jsou spolu s charakteristikami celkové úrovně znečištění ovzduší přízemním ozonem uvedeny v tab. 2. Podoba těchto sezon celkem úzce odpovídá celkovým dlouhodobým koncentracím přízemního ozonu, přičemž více než evidentní je postupná diferenciacie v závislosti na typu pro-

středí. Z výsledků je patrné, že s rostoucí vzdáleností od dominantních zdrojů znečištění, tj. v tomto případě Praha, a s nadmořskou výškou:

- roste průměrná roční koncentrace,
- rozšiřují se sezony zvýšených koncentrací přízemního ozonu,
- klesá ostrost, resp. výraznost hranic těchto sezon.

V pozadových oblastech České republiky je nástup, resp. konec sezony zvýšených koncentrací v průměru soustředěn do jarních, resp. podzimních měsíců. Ryzími příklady jsou stanice Ondřejov a Košetice (obě v nadmořské výšce okolo 500 m n.m.), na nichž počátek sezony spadá do února a konec nastává v polovině září. V Praze je sezona naopak značně kratší. Na stanici Praha 4-Libuš začíná nejčastěji okolo 22. dubna a trvá přibližně až do 21. srpna. Od roku 1998 se na této stanici zároveň projevuje pravidelné přerušování sezony se zvýšenými denními koncentracemi ozonu v podobě výskytu druhotného maxima a minima [2]. Tato přerušení se zpravidla objevují od začátku června do druhé poloviny července, popř. začátku srpna. V centru Prahy je výskyt těchto sezon značně nepravidelný. Výrazné epizody se zde vytvářejí pouze za vhodných klimatických podmínek, kterými jsou zpravidla velmi teplá léta – viz např. léto 1998. Tato období však přesto nemají dlouhého trvání (max. 1 měsíc). Nejvýrazněji se však sezony projevují v pozadových lokalitách na Šumavě, kde sezona obvykle trvá až 73 % dní v roce (Churáňov). Počátek sezony spadá v případě Hojné Vody do období mezi polovinou ledna až polovinou dubna, na Churáňově pak dokonce již do doby širokého rozmezí, a to od listopadu do ledna. Zajímavý je však závěr sezony, který se na všech pozadových stanicích prakticky shoduje v měsíci září, popř. na počátku října. Znamená to, že pokles vymezenosti sezon způsobují difference v termínech nástupu těchto období.

U pražských stanic je variabilita v nástupu a ukončení sezon poměrně nízká a průměrná data lze proto určit s poměrně dostatečnou přesností. Naproti tomu variabilita hraničních dat pozadových stanic vykazuje již značně velké difference a stanovení reprezentativního průměru zde není možné. V tomto bodě však vyvstává faktor poměrně krátké šestileté časové řady, která navíc není na všech stanicích souvislá. Využití delšího časového úseku (alespoň 20 let) by nepochybně vedlo k výraznému zpřesnění, což bude možné teprve až za několik let, neboť přízemní ozon se na našem území měří teprve od počátku 90. let.

4. ZÁVĚR

Problematika přízemního ozonu představuje velmi složitou a komplikovanou oblast zájmu, což se projevuje jak v rozdílném režimu ozonu v různém typu prostředí, tak i ve velkém počtu faktorů, které ho ovlivňují. Odraz složitosti se promítá

Tab. 2 Výsledné sezony zvýšených koncentrací přízemního ozonu ($>65 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$) na jednotlivých stanicích

^{*)} C_R = průměrná roční koncentrace přízemního ozonu v letech 1995–2000, resp. 1995–2001. Zdroj: vstupní data z ČHMÚ.

Table 2. The final seasons of the increased surface ozone concentrations ($>65 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$) at individual stations.

^{*} C_R = average annual surface ozone concentration in the years 1995–2000 (or 1995–2001). Source: input data from ČHMÚ.

	% dní s koncentrací $>65 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$ v roce								C_R^* [$\mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$]	Sezony zvýšených koncentrací přízemního ozonu $>65 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$
	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	Ø		
Pha 1-N. Republiky	-	-	1,5	16	6			8%	35,7	-
Pha 4-Libuš	26	17	26	26	24			24%	47,8	22. 4. – 21. 8.
Ondřejov	43	39	25	52	55			43%	64,6	pol. února (20. 2.) – pol. září (12. 9.)
Košetice	43	45	54	52	49	48	38	47%	65,3	únor – pol. září
Hojná Voda	25	44	53	64	73	56	35	50%	68,6	pol. ledna/pol. dubna – září/poč. října
Churáňov	-	66	74	82	78	69	69	73%	80,0	listopad/leden – září

i do hledané sezonnosti zvýšených koncentrací přízemního ozonu, která je dána zpravidla ročním chodem intenzity slunečního záření. Sezony s převládajícími průměrnými denními koncentracemi přízemního ozonu nad $65 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$ se směrem od dominantních zdrojů znečištění, tj. v tomto případě Praha, a s nadmořskou výškou časově rozšiřují, roste průměrná roční koncentrace a klesá výraznost hranic těchto sezon. Zatímco se v centru Prahy sezony vyskytují jen výjimečně, tzn. za vhodných meteorologických podmínek a s velmi krátkou dobou trvání – maximálně 1 měsíc, tak v předměstských zónách (Praha 4-Libuš) se již sezony projevují poměrně pravidelně každý rok a trvají přibližně od poloviny dubna (v průměru od 22. 4.) do poloviny srpna (v průměru 21. 8.). V pozadových oblastech s nadmořskou výškou okolo 500 m n. m. (Ondřejov, Košetice) jsou sezony zvýšených koncentrací přízemního ozonu již velmi výrazné, ovšem nejdelší trvání mají sezony na pozadových stanicích v horských oblastech České republiky (Hojná Voda, Churáňov), kde se počátek sezony objevuje od poloviny ledna do poloviny dubna (v případě Hojné Vody) či dokonce dříve od listopadu do ledna (v případě stanice Churáňov).

S ohledem na průměrné roční koncentrace přízemního ozonu a jeho sezonnost je zřejmé, že se v pozadových oblastech udržují v dlouhodobém pohledu velmi vysoké koncentrace, které tak znamenají alarmující škodlivý potenciál poškozující nejen lesní ekosystémy, ale i organismy dlouhodobě žijící v těchto oblastech. S rostoucí nadmořskou výškou vzrůstá i riziko vyššího poškození. Přízemní ozon tak lze zařadit mezi významné faktory, které se jistým dílem podílí na ohrožování vegetace a zdraví organismů. Otázkou však zůstává, jak velký podíl jednotlivé faktory mají a jak se jejich vliv mění za výskytu určitých stresových situací (např. prudké změny teplot apod.).

Literatura

- [1] BOROVSANÝ, J., 2001: Přízemní ozon v prostoru Prahy. [Ročníková seminární práce]. Praha: Katedra fyzické geografie a geoekologie PřF UK. 32 s.
- [2] BOROVSANÝ, J., 2003: Přízemní ozon – sezóny, vztahy, souvislosti. [Magisterská práce]. Praha: Katedra fyzické geografie a geoekologie, PřF UK. 61 s.
- [3] BRŮHL, CH. – CRUTZEN, P.J., 1999: Reductions in the anthropogenic emissions of CO and their effect on CH₄. *Chemosphere: Global Change Science* 1(1999), s. 249–254.
- [4] DANIELSEN, E.F., 1968: Stratospheric-tropospheric exchange based on radioactivity, ozone and potencial vorticity. *Journal of the Atmospheric Sciences*, Vol. 25(3), s. 502–518.
- [5] DERWENT, R.G. – JENKIN, M.E. – SAUNDERS, S. M. – PILLING, M. J. et al., 2003: Photochemical ozone formation in north west Europe and its control. *Atmospheric Environment*, Vol. 37, s. 1983–1991.
- [6] EEA, 1998: Europe's Environment, The Second Assessment. Copenhagen: European Environment Agency.
- [7] FIALA, J. – ZÁVODSKÝ, D., 2003: Chemické aspekty znečištění ovzduší – troposférický ozon. *Ochrana ovzduší*, roč. 15, č. 3, příloha časopisu. 24 s.
- [8] FISHMAN, J. – CRUTZEN, P.J., 1978: The origin of ozone in the troposphere. *Nature*, Vol. 274, No. 5674, s. 855–858.
- [9] HRUŠKA, J., 2000: Lesnické hospodaření v imisní oblasti Orlických hor. *Lesnická Práce*, roč. 79, č. 10.
- [10] Imisní zatížení lesů., 2003. Výroční zpráva za rok 2002. Praha: Lesy ČR, s. p., s. 15–16.
- [11] Praha – životní prostředí 2002., 2003. Statistická ročenka. Praha: MHMP.
- [12] SLÁDEK, I., 1989: Určování nástupu a ukončení zvolených teplot vzduchu metodou součtových řad odchylek. *Meteorologické Zprávy*, roč. 42, s. 52–56.
- [13] TIAO, G. C. – BOX, G. E. – HAMMING, W. J., 1975: Analysis of Los Angeles photochemical smog data. A statistical overview. *APCA Journal*, Vol. 25, s. 260–268.
- [14] VÁŇA, M., 1997: Monitoring přízemního ozonu na regionální úrovni České republiky. *Ochrana Ovzduší*, roč. 9, č. 5, s. 2–7.
- [15] Air Quality Guidelines for Europe. 1987. Copenhagen: WHO Regional Publications, European Series, No. 23.
- [16] Air Quality Guidelines for Europe. 2000. Second Edition. Copenhagen: WHO Regional Publications, European Series, No. 91.
- [17] ZÁVODSKÁ, E. – ZÁVODSKÝ, D., 1990: Súčasný zmeny atmosférického ozónu a ich potenciálne ekologické následky. *Meteorologické Zprávy*, roč. 43, s. 146–153.
- [18] ZÁVODSKÁ, E. – ZÁVODSKÝ, D., 1993: Vplyv globálnych klimatických zmien na chemizmus troposféry. *Meteorologické Zprávy*, roč. 46, s. 106–110.
- [19] ZÁVODSKÝ, D., 1992: Kvalita ovzdušia a zmeny klímy. Praha: ČHMÚ. Národní klimatický program ČSFR, svazek 7. 88 s.

Webové stránky: www.chmi.cz, www.who.int

Studie byla podpořena grantovým projektem GA ČR 205/03/0162.

Lektorka RNDr. I. Hůnová, PhD, článek odevzdán v srpnu 2003.

WILLIAM GILBERT (1544–1603) A PRVNÍ VĚDECKÝ SPIS O MAGNETIZMU (Ke 400. výročí úmrtí.)

William Gilbert (1544–1603) and the first treatise on magnetism. To the 400th anniversary of his death. In the first part of the paper ancient and medieval pieces of knowledge from electricity and magnetism up to 1600 are summarized. Special attention is paid to the work of an English doctor and natural scientist William Gilbert that on the basis of more than 600 experiments with magnets and electric substances worked out science on magnetism and electricity. He also put into practice terms electricity and electric, proved existence of two poles of a magnet and found out that like poles of the magnet are repulsing and opposite poles are attracting, as well as described magnetic induction and magnetic screen and explained grounds of geomagnetism in a satisfactory way. Gilbert's work represented a great qualitative leap in investigating electric and magnetic phenomena in the 17th and 18th centuries.

KLÍČOVÁ SLOVA: elektřina – magnetizmus – historie

„Gilbert bude žít, dokud magnet bude přitahovat“.
(proslulý anglický básník John Dryden)

„...Tvoje knihy o magnetu budou více přispívat
k zvěčnění Tvého jména, než pomník na Tvém hrobě,
byť by měl podobu pomníku velmože“.

(Z předmluvy ke Gilbertovu spisu O magnetu
od významného anglického matematika Edwarda Wrighta.)

ZEMSKÝ MAGNETIZMUS A METEOROLOGIE

Předkládaný příspěvek historika fyziky R. Kolomého uveřejňujeme v tomto časopis přesto, že se přímo netýká meteorologické problematiky. Redakční radu k tomuto rozhodnutí vedly dva důvody. Zaprvé, odvětví geofyziky zaměřené na studium elektrického a magnetického pole Země, geoelektřina a geomagnetismus, mají s meteorologií některé společné či příbuzné oblasti vědeckého zájmu (elektřina klidného ovzduší, bouřková elektřina, magnetosféra, polární záře apod.), zadruhé, obor zemského magnetizmu se po dlouhou dobu pěstoval na týchž pracovištích a institucích jako meteorologie (rezortní ústavy, katedry vysokých škol apod.); v některých zahraničních zemích je tomu tak doposud.

Studium zemského magnetizmu se od 18. století začaly zabývat nejstarší evropské hvězdárny, činné předtím kromě astronomie jen v meteorologii. Na Pražské hvězdárně k astronomickým a meteorologickým pozorováním přibýlo občasně měření geomagnetických prvků již za jejího zakladatele P. Josefa Steplinga (1716–1778), avšak podstatně rozšířeno a zvalitněno bylo až poté, co na observatoř nastoupil Karel Kreil (1798–1862), který do Prahy z Milána přišel v roce 1838 už s pověstí odborníka v oboru zemského magnetizmu. Byl první, kdo u nás začal s jeho soustavným studiem. V roce 1841 začal vydávat ročenky s výsledky pozorování nazvané *Magnetische und meteorologische Beobachtungen zu Prag* a zasloužil se tím i o vydávání pravidelné řady meteorologických měření. Této publikace vyšlo až do roku 1918 celkem 78 ročníků. Po vzniku ČSR uzavřel řadu společných pražských pozorování z let 1918–1923 Státní ústav meteorologický publikací (roč. 79–81) nazvanou *Meteorologická a magnetická pozorování na Státní hvězdárně v Praze (Klementinum)*.

Zájem jak o meteorologická, tak i magnetická pozorování

prof. Kreil přenesl do Vídně, když připravoval návrh na vybudování celorakouského magneticko-meteorologického ústavu, který měl jako vzorový ústav provádět pozorování všech prvků meteorologie a zemského magnetizmu a usilovat o rozvoj těchto oborů. V ústavu zřízeném v roce 1851 a známém jako Ústřední ústav pro meteorologii a zemský magnetizmus (od roku 1904 Ústřední ústav pro meteorologii a geodynamiku), organizačně zakotvila rakouská meteorologická a magnetická služba až do současnosti. Obdobný magneticko-meteorologický ústav s rozsáhlým měřením geomagnetických elementů vznikl pro země uherské v Budapešti v roce 1870 po rakousko-uherském vyrovnání. To už však od prvních Gilbertových bádání o magnetizmu uplynulo asi 300 let.

Karel Krška

1. POZNATKY Z ELEKTRINY A MAGNETIZMU DO ROKU 1600

Ve starověku a středověku byly získány jen některé izolované poznatky o elektrických a magnetických jevech. Patrně první písemnou zprávu o nich přináší zakladatel řecké íonské filozofie, matematik a fyzik Thales z Milétu (asi 624–asi 543 př. n. l.), který poznal, že jantar, podivuhodná fosilní pryskyřice nalezená v třetihorních usazeninách, třený vhodnou látkou přitahuje lehké předměty (drobné lístky, nitě, kousky slámy, peří apod.). Jantar byl řecky nazýván „elektron“ a odtud pochází dnešní slovo „elektřina“. Thales také popsal některé vlastnosti železné rudy, původně nazývané „Herkulův kámen“, později magnetit, dnes magnetovec, např. schopnost přitahovat drobné, avšak na rozdíl od jantaru podstatně těžší železné předměty, a proto předpokládá, že má duši. Stejně vlastností magnetovce pozoroval i Aristoteles ze Stageiry (384–322 př. n. l.). Název magnetovec byl odvozen podle jedné verze od mytologického nálezce pastýře Magnese anebo, což je pravděpodobnější, od jména místa jeho častého výskytu – maloasijského města Magnesie, v jehož okolí se zminěná železná ruda nachází. Odtud také pocházejí názvy „magnet“ a „magnetizmus“.

O magnetických účincích železné rudy se také zmiňuje nejvýznamnější římský představitel epikureismu Titus Lucretius Carus (asi 97–55 př. n. l.) ve své obsáhlé básni, zahrnující šest knih O přírodě (*De rerum natura*), která je nejuplnějším a nej-

systematičtějším dochovaným výkladem Demokritovy antické atomistiky. Carus odmítá uznat existenci „živých sil“, která byla přičítána tomuto druhu látek starověkou spekulativní filozofií a tvrdí, že se jevy týkají jejich samotných vlastností spojených se základní stavbou atomu, zatímco přitažlivost jantaru byla prý vyvolána „ředěním“ vzduchu při tření. Vesmír, stejně jako atomy, jsou podle něho věčné a nevyčerpatelné. Různost těles je tvořena různými atomy, jež se neustále pohybují. Další zprávy o magnetických jevech zanechal ve svých spisech stoupenec nové stoické filozofie, bohatý římský hodnostář Lucius Annaeus Seneca (asi 6 až 3 př. n. l. – 65 n. l.). Zmíněné poznatky jsou patrně mnohem staršího data a jmenovaní filozofové je převzali od svých předchůdců. Uvádí se, že již 2700 př. n. l. Číňané znali vlastnosti magnetu.

Ani později Římané toho o magnetu a jeho vlastnostech nevěděli mnohem více, jak dosvědčuje encyklopedista a popularizátor přírodních věd Plinius Starší (23–79 n. l., zahynul při výbuchu Vesuvu) ve svém 37svazkovém díle *Naturalis historia*, které se považovalo za směrodatné více než tisíc let, až do nástupu empirického přírodovědeckého bádání. K jakým nesmyslným závěrům se docházelo, svědčí např. Pliniovo tvrzení, že na řece Indu jsou dvě hory, z nichž jedna železo přitahuje, druhá zase odpuzuje. Vstoupí-li někdo s okovanými botami na přitahující horu, nemůže se od ní odtrhnout, kdežto druhá hora jej od sebe odrazí. Pro loď je velmi nebezpečné plout blízko přitahující hory, neboť všechny hřebíky z lodí působením magnetické hory vypadnou a loď se rozpadne.

Významným, zejména později pro všechny zámořské plavby, se stal objev kompasu, prvního magnetického přístroje. Jeho znalost v některých asijských zemích je velmi starého data, např. v Číně je bezpečně doložena již v 11. stol. př. n. l., kdy podle jedné legendy císař Chuang Ti porazil vojska svého protivníka díky tomu, že je za husté mlhy přepadl z týlu, když znal stálý směr svého pohybu. Ten zajišťovaly figurky instalované na bojových vozech; jejich ruce ukazovaly stále severojižní směr. Dvojkolových vozů, zvaných „či-nan-kiu“, opatřených lehce otáčivou figurkou, v jejíž natažené ruce se skrýval magnet ukazující severojižní směr, používali čínští císařové na svých cestách pustými končinami své ohromné říše. Číňané nazývali magnetovec „kamenem lásky“, poněvadž přitahuje k sobě železo jako milující matka tiskne k sobě dítě.

První zmínky o námořním kompasu v Evropě pocházejí z 12. století od Alexandra Neckama, mnicha ze St. Albans v Anglii (1187), a od francouzského básníka Guyota de Provins. Není zatím definitivně prokázáno tradované tvrzení, že kompas se dostal z Číny do Evropy prostřednictvím Arabů. První kompas byly velmi primitivní: malý kousek magnetovce buď visel na niti, nebo plaval na kousku rákosy nebo na dřevěné třísce v nádobce s vodou. Teprve prudký rozvoj námořní dopravy v 15. a 16. století, vyvolaný zeměpisnými objevy, vedl k jeho zdokonalování a k maximálnímu využívání v navigaci. V polovině 15. století byla holandským mořeplavcům známa magnetická deklinace, jejíž objev byl často připisován italskému mořeplavci Kryštofu Kolumbovi (1451–1506). Nejstarší známý norimberský kompas s naznačenou deklinací čarou pochází z r. 1451. V r. 1544 byla objevena magnetická inklinace norimberským vikářem Georgem Hartmannem (1489–1564), který než se stal knězem pracoval jako mechanik ve slavném Norimberku, kde ve středověku kvetla výroba rozmanitých přístrojů (v r. 1544 naměřil úhel sklonu magnetky 9°, hodnota je příliš malá, poněvadž použil upravenou deklinací magnetku). Inklinaci také popsal, avšak nevysvětlil, zkušený anglický mořeplavec, výrobce kompasů,

konstruktér inklinací buzoly s horizontální osou (1576) Robert Norman ve své knize *The new Attractive* (London, 1581). V té době se již řešily praktické úlohy, jak zhotovovat umělé magnety, jak odstraňovat vliv železných částí lodí na kompas, jak konstruovat co nejpřesnější přístroje na měření magnetické deklinace a inklinace apod.

Elektrické a magnetické jevy se vysvětlovaly i nadále různými, často až fantastickými hypotézami, přikládaly se jim magické účinky, záhadné léčivé schopnosti a vykládaly se o nich fantastické příběhy. Uplatňovala se nadále představa o „oživené hmotě“, přitažlivá síla magnetu se považovala stále za projev „duše magnetu“, nebo se předpokládalo, že zemský magnetismus vyvolávají domnělé ohromné „magnetické hory“ na zemských magnetických pólech, nebo že „magnetická síla“ vychází z „mořeplavecké hvězdy“ – Polárky. Námořníci věřili v magické chování magnetické střelky kompasu a domnívali se, že „magnetické hory“ mohou jejich loď přitáhnout a ze svého zajetí ji už nepustit. Dokonce někteří středověcí učenci ve svých pojednáních uváděli vyslovené bludy a nevědecké fantazie, jako např., že magnetická síla přírodního magnetu se v noci zeslabuje a že ji lze zvětšit ponořením magnetu do zvířecí krve, či potíráním česnekem. Někteří alchymisté zase zcela vážně tvrdili, že je-li magnet ponechán v rosolu určité ryby, získá schopnost z látek vytahovat zlato.

První významné souborné pojednání o magnetismu vycházející z pozorování a pokusů, zachycující dosažené poznatky do 13. století, obsahuje útlý spis *Epistolae de magnetete* (Dopis o magnetu), datovaný dnem 12. srpna 1269. Formou dopisu jej napsal a svému krajanovi zaslal francouzský učenec, důstojník křižáckého vojska Karla z Anjou, rytíř Petrus Peregrinus de Marécourt (2. polovina 13. století) v době nečinnosti ve vojenském táboře při obléhání jihoitalského města Lützeru francouzskou armádou (tiskem vyšel až v roce 1558 v Augsburgu, když předtím byl ručně opisován). Peregrinus se v té době zabýval myšlenkou sestrojít perpetuum mobile, k čemuž chtěl použít magnetovec. Ve svém spisu nepíše o tom, co slyšel nebo četl, ale co sám poznal na základě svých experimentů. Uvádí, že nesouhlasné póly magnetu se přitahují, souhlasné se odpuzují (poprvé zde použil označení severní a jižní pól). Tvrdí, že rozlomením tyčového magnetu vzniknou dva nové magnety, které mají v místě zlomu opačnou polaritu a že tudíž nemohou existovat samostatné magnetické póly (neexistují magnetické monopóly). Popsal magnetickou indukci, zhotovování umělých magnetů potíráním železných předmětů magnetovcem, zabýval se určováním pólů na přírodním kulovém magnetu, pronikáním magnetických sil přes sklo a vodu apod. Zmiňuje se o tom, že silnější magnet dokáže změnit polaritu slabšího magnetu. Poprvé také popsal dokonalejší typ námořního kompasu se stupnicí a s magnetickou střelkou otáčející se na břítu, když se dosud používal kousek magnetovce přivázaný ke dřevěnému kříži plovoucím na vodě. Ukazuje, že magnetická střelka stále směřuje k Polárce, o níž však již ví, že se otáčí kolem světového pólu. Je zřejmé, že Peregrinus dospěl velmi blízko k objasnění příčiny orientace střelky kompasu ve směru sever – jih, avšak závěr, že Země je obrovský magnet nevyslovil. Peregrinův spis, v podstatě první známé dílo z experimentální fyziky, ve středověku velmi uznávané, vyniká jasností a systematickostí výkladu. Později značně ovlivnilo Williama Gilberta a přivedlo jej k soustavnému výzkumu nejprve magnetických a pak i elektrických jevů a k vydání vynikajícího spisu, o němž bude dále podrobněji pojednáno.

Kryštof Kolumbus na své objevné cestě do Ameriky v r. 1492 se nejen znovu přesvědčil o existenci známé magnetické deklinace, ale objevil i její změny s místem (zjistil, že magnetka kompasu přestává ukazovat k polární hvězdě), což ovšem svým námořníkům zprvu tajil, aby nepodlehli panice, že špatně plují. Během plavby určil také místo v blízkosti Azorských ostrovů, kde směry k rotačnímu i magnetickému pólu země koincidovaly. Později v r. 1634 anglický astronom Henri Gellibrand (1597–1636) analyzoval 54leté výsledky pozorování magnetické deklinace v Londýně a objevil její změny s časem. Ze strany badatelů se postupně projevuje zájem o systematické sledování magnetických souřadnic (deklinační, inklinace) a o sestavování prvních map izogon (1701), velmi důležitých pro námořní plavbu, a izoklin.

Mnohem nepříznivější situace byla v oblasti elektrických jevů. Znalosti o těchto jevech zůstávaly v podstatě na úrovni znalostí z doby Thaleta Miletského. Vědělo se o elektrických účincích některých mořských ryb, např. elektrického úhoře, dokonce se elektrických výbojů ryb užívalo k léčení ve starém Římě (tím byly položeny základy elektroterapie). Dále již ve starém Řecku byly pozorovány jevy, jako např.: oheň svatého Eliáše, výboje atmosférické elektřiny, jiskry na srsti kočky při hlazení apod. Nikdo však nepředpokládal, že by všechny tyto jevy mohly nějakým způsobem souviset s vlastností jantaru třeného koží, anebo dokonce s bleskem a jeho magnetickým působením. To zůstalo záhadou až do dob Divišových a Franklinových, tj. do 18. století.

Celkem je možno říci, že v období před rokem 1600 byly známé jen některé účinky elektřiny a magnetizmu, nezkoumaly se však systematicky, a proto neexistovalo ani ucelené učení o elektřině a magnetizmu. Tato úloha čekala až na významného anglického badatele, dvorního lékaře a učeného dvořana Williama Gilberta, který položil experimentální základy elektrostatiky a magnetostatiky. Někteří badatelé tvrdí, že Gilbertem začíná tzv. I. období předklasické elektrodynamiky vymezené lety 1600–1790, které vrcholí objevem Coulombova zákona pro určení velikosti elektrických sil (1785) a magnetických sil (1788) a objevem stálého zdroje EMN (1786) Luigi Galvanim (1737–1798) a konstrukcí tzv. Voltova galvanického článku Alessandrem Voltou (1745–1827) v roce 1800. Tak byla zahájena nová etapa zkoumání fyzikálních jevů prostá různých filozofických spekulací, ale zpočátku i jakýchkoli kvantitativních vztahů, v níž bylo dosaženo, i přes mechanickou, tudíž nesprávnou interpretaci jevů, mnoha pozoruhodných poznatků a experimentálních faktů, které patří do zlatého fondu klasické fyziky. Gilbert tak také otevřel dlouhé období předklasické elektrodynamiky vymezené roky 1600 a 1873, tj. období končící formulací Maxwellovy teorie elektromagnetického pole. Není proto divu, že mnozí badatelé nazývají tohoto vynikajícího experimentátora „Galileiem nauky o elektřině a magnetizmu“.

2. ŽIVOTNÍ OSUDY

William Gilbert, významná osobnost mezi anglickými učiteli druhé poloviny 16. století, současník Shakespearův (1564–1616), se narodil dne 24. května 1544 v Colchesteru v hrabství Essex v Anglii. Po skončení základní školy se v roce 1558 zapsal na Saint John's College univerzity v Cambridge. Zde také získal roku 1561 hodnost bakaláře umění (B. A. – Bachelor of Arts), roku 1564 hodnost magistra (M. A. – Master of Arts) a roku 1569 doktorát medicíny (D. M. – Doctor of Medicine). Poté cestoval po Evropě, v Itálii se např. seznámil s Paolo Sarpim (1552–1623) a besedoval s ním

o magnetizmu. Po svém návratu do vlasti (polovina roku 1570) se stal úspěšným londýnským lékařem. Působil také na univerzitě v Cambridge, v roce 1573 byl zvolen členem Královské lékařské společnosti (Royal College of Physicians), v roce 1600 jejím prezidentem a v témž roce byl jmenován osobním lékařem anglické královny Alžběty I. a po její smrti v květnu 1603, byť na krátký čas, i osobním lékařem jejího nástupce krále Jakuba I. Kromě své lékařské praxe se intenzivně zabýval chemií, metalurgií, astronomií a zejména zemským magnetizmem a elektrostatickými jevy a díky těmto svým mnohostranným zájmům vstoupil do dějin přírodních věd. Byl jedním z prvních anglických učenců, který přijal a šířil Kopernikovo učení. Snad jen díky tolerantnějšímu přístupu anglické společnosti k této důležité filozofické otázce té doby nebyl za své názory nijak perzekvován. Jak známo, Giordano Bruno (1548–1600) skončil za stejné názory v roce 1600 na hranici a Galileo Galilei (1564–1642) musel hlásané názory odvolat. Gilbert rozhodně vystupoval proti středověké scholastické přírodní filozofii založené na Aristotelově učení. Za základ bádání pokládal zkušenost a promyšlený experiment a nepouštěl se do filozofických spekulací. Jeho záměrem bylo porozumět silám, které udržují náš planetární systém v pravidelném pohybu. Významné na tehdejší dobu bylo i to, že tepelné jevy spojoval s pohybem částic (1590). Zemřel na následky morové epidemie dne 30. listopadu (10. prosince) 1603 a je pochován v chrámu sv. Trojice v rodném Colchesteru. V latinském nápisu na jeho okázalém náhrobku, který nechali vybudovat jeho bratři, se mj. uvádí: „... *Napsal knihu o magnetu, velmi proslavenou těmi, kdo se zabývali námořní plavbou*“ [8].



Obr. 1 William Gilbert (1544–1603) [8].

Fig. 1. William Gilbert (1544–1603).

3. DÍLO

Gilbert žil v době značného společenského rozmachu, v době významných zámořských objevů, námořních obchodních cest, které kladly zvýšené nároky na přesnou navigaci a s tím spojené požadavky na dokonalejší a kvalitnější konstrukci kompasu. Druhým impulzem pro studium magnetiz-



Obr. 2 Titulní strana prvního vydání Gilbertovy knihy *De magnete* z roku 1600 [8].

Fig. 2. The title page of the first edition of Gilbert's book *De magnete* from the year 1600.

mu byl velký zájem tehdejší společnosti o vlastnosti železných rud a železa, které se stalo nejdůležitějším materiálem pro rozvoj výroby.

Problematikou magnetizmu se Gilbert zabýval po dobu 18 let, pravděpodobně po svém odchodu z Cambridge. Prostudoval a kriticky zhodnotil veškerou tehdy dostupnou literaturu, od starověkých až po středověké autory, která se týkala elektrických a magnetických jevů (Thales z Milétu, Titus Lucretius Carus, Lucius Annaeus Seneca, Petrus Peregrinus de Marécourt, aj.). Sám provedl velký počet pokusů a od významných mořeplavců té doby, jako byli např.: Francis Drake-Neptun (asi 1543–1597) a Thomas Cavendish (1555–1592), který v letech 1586–1588 podnikl cestu kolem světa, získal značné množství údajů o odchylkách magnetické střelky kompasu na různých místech zeměkoule. Takto připraven napsal a v roce 1600 v Londýně vydal první, skutečně vědeckou práci o elektřině a magnetizmu, která otevřela éru novodobému fyzikálnímu zkoumání těchto jevů pod názvem: *De magnete, magneticisque corporibus et de magno magnetu tellure; physiologia noua, plurimis & argumentis & experimentis demonstrata* (O magnetu, magnetických tělesech a velkém magnetu Zemi; nová fyziologie dokázaná velkým počtem argumentů a pokusů). Spis zahrnuje šest knih členěných podle příslušných silových účinků magnetických a elektrických jevů a znamená převratnou změnu, jak co se týče obsahu, tak i metody zpracování. Je velká škoda, že značná část tohoto životního díla byla zničena za velkého požáru Londýna v roce 1666.

Gilbert, stoupenec Baconovy experimentální metody („Bez vlastní zkušenosti není možné žádné hlubší poznání“ –

Roger Bacon (1214–1294), žák P. Peregrina), ve své knize popsal více než 600 pokusů s magnety a s elektrickými látkami, které vykonal během zmíněného období, přičemž důsledně rozlišuje jevy elektrické a magnetické, což se do té doby běžně nečinilo. Zavedl i termíny elektrina a elektrický od jím zavedeného slova „elektris“, odvozeného od řeckého názvu jantaru – „elektron“ (Kniha II, kap.2). Potvrdil některé Peregrinovy poznatky popsané v jeho spisu *Epistolae de magnete*, prokázal existenci dvou pólů magnetu – severního a jižního, které dělením nelze od sebe oddělit. Zjistil, že souhlasné póly magnetu se odpuzují a nesouhlasné se přitahují, objevil zesílení magnetických účinků po vložení magnetu do železné armatury (kotvy), popsal magnetickou indukci a magnetické stínění (železo vložené mezi permanentní magnet a nějaké těleso zeslabuje jeho magnetické působení). Shledal, že magnet je možno ze železa nejen vyrobít působením jiného magnetu nebo položením železné tyče nebo drátu na delší dobu do poledníkového směru, ale také odstranit červeným žářem. Poznal rovněž, že ocel na rozdíl od železa, zachovává magnetické vlastnosti i po vzdálení magnetu.

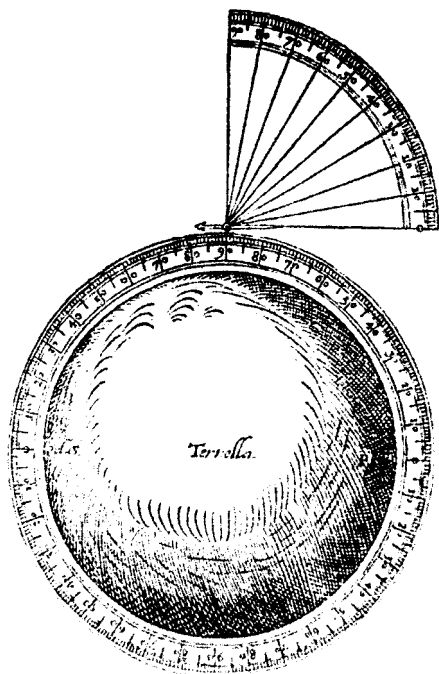
Celkem uspokojivě vysvětlil podstatu zemského magnetizmu – geomagnetismus. Již v roce 1530 italský přírodovědec G. Fracastoro (1483–1553) předpokládá existenci magnetického pólu Země a v roce 1588 L. Sanuto hovoří o existenci dvou magnetických pólů Země. Gilbert vyšel z pokusu, sestrojil si velkou kouli z magnetovce – nazýval ji „terrela“ (malá Země) – a pomocí volně zavěšených magnetek zjišťoval její magnetické pole. Výsledky srovnával s magnetickým polem Země („terra“) a dospěl k závěru, že magnetické pole Země je svým prostorovým uspořádáním analogické magnetickému poli koule z magnetovce, a že tedy naše Země (stejně i jiná nebeská tělesa) představuje gigantický magnet. Přitom předpokládal, že magnetické póly splývají se zeměpisnými póly, proto nemohl na modelu Země demonstrovat magnetickou deklinaci. Tak překonal předchozí nesprávnou představu uvedenou např. v Peregrinově spisu, že příčinu zemského magnetizmu je třeba hledat v působení Polárky. O magnetické inklinaci Země se ale mylně domníval, že se bude rovnoměrně měnit se zeměpisnou šířkou, a proto navrhl, aby se inklinální magnetkou měřila zeměpisná šířka. Magnetickými silami vysvětloval také přitahování nebeských těles. Tuto představu převzali: Galileo Galilei (1564–1642), Johannes Kepler (1571–1630) a teprve Isaac Newton (1643–1727) zavedl gravitační síly (*Philosophiae naturalis principia mathematica*, 1687).

Gilbert vytužil význam magnetického pole v okolí permanentních magnetů a zavedl pro ně název „magnetické efluvium“ (magnetický výron). Thaletovu myšlenku, že magnet má „duši“ nepovažoval za zcela absurdní. Ve svém stěžejním díle napsal: „Schopnost uvést v pohyb sama sebe, zdá se, ukazuje na přítomnost duše ... není to ani moc nesmyslné, ani projev příliš bujně fantazie“ [3]. Třeba ovšem uvést, že tento názor byl již na tehdejší dobu dosti zastaralý, zamítl jej René Descartes (1596–1650) svou teorií vírů (*Principia philosophiae*, 1644); efluvia označil za víry, jež jsou nositeli rotačních vlastností magnetizmu. K hlubšímu poznání geomagnetického pole později přispěli: známý anglický astronom Edmond Halley (1656–1742) a zejména slavný německý matematik, fyzik, astronom a geodet Carl Friedrich Gauss (1777–1855).

Dlouho se hledala příčina zemského magnetizmu v působení ohromných hor magnetovce, které se prý rozkládají na severu a jihu zeměkoule. Tyto pověsti byly vyvráceny zeměpisným zkoumáním, při němž byly zjištěny magnetické póly

země. Severní magnetický pól objevil v roce 1831 anglický polární badatel John C. Ross (1777–1856) u poloostrova Bothia Felix v severní Americe (70°05'17" s. š. a 96°46'45" z. d.). Upřesnění jeho polohy provedl v letech 1903–1906 slavný norský badatel Roald Amundsen (1872–1928), který zjistil, že za dnů magneticky neklidných kolísá jeho poloha o sto i více km. Jižní magnetický pól objevil v roce 1909 polární badatel David (71°36' j. š., 152°00' v. d.).

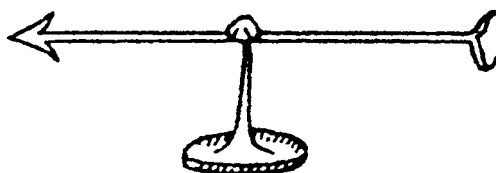
W. Gilbert se považuje i za zakladatele nauky o elektřině, i když zde byl jeho přínos, jak se mnozí badatelé domnívají, menší, přesto jej označují za „otce nauky o elektřině“. První po Thaletovi zjistil, že sklo, síra, diamant, safír, ametyst, opál, křišťál, kamenná sůl, pryskyřice a jiné látky (napočítal jich přes 20) vykazují po tření vhodnými látkami stejnou vlastnost jako jantar – přitahovat lehké, drobné předměty; takovou schopnost však u magnetů nepozoroval. Látky s těmito vlastnostmi nazýval „elektrické“ – od slova „elektris“ („idioelektrické“) dnes je označujeme jako izolátory, dielektrika, ostatní látky, které neměly tuto vlastnost, zejména kovy, označil jako „neelektrické“ („anelektrické“). Představoval si, že se třením vyvine uvnitř tělesa jemná látka, která se šíří do okolí a při zpětném pohybu k třenému tělesu unáší sebou lehká tělíška. K tomu, aby určil, které látky jsou „elektris“ a které nikoliv, sestrojil jednoduchý přístroj – primitivní elektroskop, tzv. „Gilbertovo versorium“, sestávající z malé kovové stříelky nebo lehkého stébla slámy, délky 3 – 4 palců, vyvážené umístěné na ostrém hrotu s možností volného otáčení kolem svislé osy (jakási analogie kompasu). Pomocí tohoto přístroje se snažil posoudit „kvalitu“ zelektrovaných těles. Zároveň objevil, že elektricky nabitá tělesa ztrácejí schopnost přitahovat drobné předměty, jsou-li vystavena působení tepla a vlhkosti, zatímco vliv vlhkosti na magnetické vlastnosti těles nezjistil. Nesouhlasil ani s Lucretiovým předpokladem, že přitahování lehkých předmětů je vyvoláno „zředením“ vzduchu při tření, stejně odmítal i spekulace, že přitažlivost je vyvolána teplem vzniklým při tření. Tento předpoklad vylu-



Obr. 3 Gilbertova terrella – působení kulového magnetu na magnetickou stříelku [15].

Fig. 3. Gilbert's terrella – effect of a ball magnet on a magnetic needle.

čoval již před ním italský badatel G. Benedetti (1530–1590). Gilbert rozebírá Benedettiho úvahy a dodává, že jestli by byl zmíněný předpoklad správný, pak by všechna zahřátá tělesa musela přitahovat drobné předměty a ne jenom třený jantar. Je zajímavé, že Gilbert při svých pokusech zaznamenal pouze přitahování lehkých předmětů zelektrovanou látkou. První, kdo uvedl i vzájemné odpuzování zelektrizovaných těles byl italský jezuita Nicolo Cabeo z Ferrary (1585–1650) ve své knize Philosophia Magnetica z roku 1629, odpůrce Gilbertovy představy o Zemi jako velkém magnetu. Cabeo rovněž vycházel z experimentů, pozoroval, že lehká tělesa se sice nejprve k nabitému tělesu přiblíží a po dotknutí jsou od něho odpuzována.



Obr. 4 Gilbertovo versorium – předchůdce elektroskopu [8].

Fig. 4. Gilbert's versorium – a forerunner of an electroscope.

Gilbert považoval elektřinu za jakousi nevažitelnou kapalinu – „fluidum electricum“ – obsaženou v elektrickém tělese, která se projevuje až při tření tělesa nějakou látkou a elektrický náboj chápal jako určité množství této kapaliny. Pro okolí zelektrovaných těles zavedl analogický pojem „elektrické efluvium“ (elektrický výron). Cabeo zase předpokládal, že během tření začne fluidum v jantaru rotovat, strhne okolní vzduch a s ním přitáhne i lehké předměty. Po skončení tření dojde k jejich odpadnutí.

Gilbert sledoval otázku spojitosti elektrických a magnetických jevů a dospěl k závěru, že pro značnou rozdílnost obou jevů neexistuje. Tento závěr se udržel ve vědě více než dvě stě let, dokud Hans Christian Oersted (1777–1851) neobjevil magnetické účinky elektrického proudu (1820). Zavedené pojmy „elektrické efluvium“ a „magnetické efluvium“ předjímalý pozdější vývoj elektrodynamiky a svědčí o Gilbertově pozoruhodné intuici. Tuto myšlenku dále rozvedl ve svých úvahách Michael Faraday (1791–1867) a posléze vyústila v zavedení velmi důležitého pojmu „elektromagnetického pole“ Jamesem Clerkem Maxwellem (1831–1879) v pojednání z roku 1864 (A Dynamic Theory of the Electromagnetic Field, Royal Society Transactions, Vol. CLV.; vrcholné Maxwelllovo syntetické dílo: A Treatise on Electricity and Magnetism, Oxford 1873). Tak Gilbertem zjištěná hranice mezi elektrickými a magnetickými jevy, v té době nutná pro podrobné prozkoumání těchto jevů, byla definitivně odstraněna. A v roce 1895 Pierre Curie (1859–1906) potvrdil vliv teploty na magnetické vlastnosti materiálů (Curieho teplota, Curie-Weissův zákon 1907).

4. VÝZNAM

Gilbertovu knihu vysoce ocenil o dvacet let mladší Galileo Galilei, velký Gilbertův obdivovatel a nadšenec. Podle něho: „Magnet poskytuje člověku obsáhlé pole filozofických úvah“ [4]. Ve svém spisu Dialogo sopra i due massimi sistemi del mondo (Dialog o dvou hlavních systémech světa) z roku 1632, v němž prokazuje pravdivost heliocentrického systému, napsal: „... Chválím, obdivuji a závidím Gilbertovi. Vysoké pochvaly zasluhuje zato, že provedl takové množství nových a přesných pozorování ...nepochybují o tom, že časem toto odvětví vědy dosáhne úspěchů jako

důsledek nových pozorování, tak zejména v důsledku přesné metody důkazů. Ale to nijak nezmenšuje slávu prvního vynálezce“ [11].

Gilbertova kniha je v mnoha směrech zcela mimořádná, srovnáme-li ji s některými tzv. „vědeckými“ spisy této nebo i pozdější doby (viz např. Kircher, A.: *Magnes sive ars magnetica*. Roma, 1644), jak formou zpracování, vědeckým obsahem, tak i filozofickými předpoklady. Je prodchnuta základní tezí – kritériem pravdivosti poznání v přírodovědě je pokus. Významně ovlivnila anglického filozofa a politika, zakladatele anglického empirismu, kritika scholastiky Francise Bacona (1561–1626, lord z Verulamu), který formuloval induktivní metody vznikající experimentální vědy (1620) a ve svém díle *De Dignitate et augmentis scientiarum* (1623) ukázal společenský význam nové vědy.

Gilbertova kniha znamená velký kvalitativní skok ve zkoumání elektrických a magnetických jevů, zahájila systematický výzkum těchto jevů a jako nejznámější kniha století inspirovala mnoho badatelů v různých zemích. K nejvýznamnějším z nich patřili: v Německu Otto von Guericke (1602–1686), v Anglii: Stephen Gray (asi 1666–1736), ve Francii: Charles Francois Du Fay de Cisternay (1698–1739), v Americe: Benjamin Franklin (1706–1790), v Rusku: Georg Wilhelm Richmann (1711–1753), Michail Vasiljevič Lomonosov (1711–1765), Franz Maria Ulrich Theodor Aepinus (1724–1802) a v Čechách Prokop Diviš (1698–1765) a Josef Stepling (1716–1778). Po r. 1600 se díky Gilbertovu spisu stává elektřina takřka módní záležitostí; experimentuje se na panovníckých dvorech a šlechtických zámcích, v kláštorech, i na farách, ale méně na univerzitách. Avšak ve srovnání s Gilbertovým přínosem dalšího století (1600–1700) přineslo poměrně málo nových poznatků.

Literatura

- [1] Beginnings of electricity research. *Acta historiae rerum naturalium necnon technicarum*. Prague Studies in the History of Science and Technology., 2000. New Series. Vol. 4. Národní technické muzeum v Praze. Oddělení dějin techniky a exaktních věd. Praha. 110 s. [Anglicko-německý sborník příspěvků přednesených na mezinárodním sympoziu, uspořádaném v roce 1998 na počest 300. výročí narození Prokopa Divíše.]
- [2] BOBER, J., 1973. *Malá encyklopédia bádateľov a vynálezcov*. Bratislava: Nakladateľství Obzor. 742 s.
- [3] DORFMAN, Ja. G., 1974. *Vsemirnaja istoria fiziki s drevnejších vremen do konca XVIII. věka*. Moskva: Izdatělstvo Nauka. 350 s.
- [4] DUKOV, V. M., 1975. *Elektrodinamika*. (Istoria i metodologia makroskopičeskoj elektrodinamiki.) Moskva: Izdatělstvo Vysšaja škola. 248 s.
- [5] FOLTA, J. – NOVÝ, L., 1979. *Dějiny přírodních věd v datech*. Chronologický přehled. Praha: Mladá fronta. 360 s. *Malá encyklopedie*, sv. 8.
- [6] GILBERT, W., 1956. *O magnetě, magnetnych tělách i o bolšom magnetě – Zemle*. Moskva: Izdatělstvo AN.
- [7] GLIOZZI, M., 1965, 1970. *Storia della fisica*. Torino 1965. *Istoria fiziki*. [Překlad.] Moskva: Izdatělstvo Mír 1970. 464 s.
- [8] HEŘMAN, J., 1998. *William Gilbert (1544–1603)*. *Elektro*, č. 7–8, s. 43–45.
- [9] CHRAMOV, Ju. A., 1983. *Biografija fiziki*. Chronologičeskij spravčnik. Kijev: Izdatělstvo Těchnika. 342 s.
- [10] CHRAMOV, Ju. A., 1983. *Fiziki*. Biografičeskij spravčnik. Moskva: Izdatělstvo Nauka. 399 s.
- [11] KUDRJAVCEV, P. S., 1974. *Kurs istorii fiziki*. Moskva: Izdatělstvo Prosveščenije. 312 s.
- [12] MALÍŠEK, V., 1986. *Co víte o dějinách fyziky*. Praha: Nakladatelství Horizont. 272 s., 16 s. příl. *Malá moderní encyklopedie*, sv. 104.
- [13] MAYER, D., 1999. *Pohledy do minulosti elektrotechniky*. České Budějovice: Nakladatelství Kopp. 382 s.
- [14] SEDLÁK, B. – ŠTOLL, I., 1993. *Elektřina a magnetismus*. Praha: Academia, Nakladatelství Karolinum. 547 s.
- [15] SCHREIER, W., 1988. *Geschichte der Physik*. Ein Abriss. Berlin: VEB Deutscher Verlag der Wissenschaften. 444 s.
- [16] SPASSKIJ, B. I., 1963. *Istoria fiziki I*. Moskva: Izdatělstvo Moskovskovo universitěta. 330 s.
- [17] ZAJAC, R. – CHRAPAN, J., 1982. *Dejiny fyziky*. Bratislava: MFF UK. 264 s. [Skripta.]
- [18] ZAJAC, R. – ŠEBESTA, J., 1990. *Historické pramene súčasnej fyziky I*. Od Aristotela po Boltzmannu. Bratislava: Alfa. 396 s.
- [19] ŽANTA, R., 1928. *Z dějin vynálezů fyzikálních*. Praha. 146 s.

Lektor Prof. RNDr. J. Bednář, CSc., rukopis odevzdán v březnu 2003.

VYŠLA HYDROLOGICKÁ ROČENKA 2002

Praha: Český hydrometeorologický ústav 2003. 205 stran.

Cena 685,- Kč. ISBN 80-86690-09-1

Ročenka přináší komplexní informace o pozorování hydrologických prvků v roce 2002. Obsahuje kvantitativní a kvalitativní charakteristiky režimu povrchových a podzemních vod a popisuje bilanční změny v oběhu vody. Přináší i přehled změn týkající se provozovaných pozorovacích stanic, objektů a profilů státních hydrologických sítí i informace o poskytování dat veřejnosti a o pracích ČHMÚ publikovaných v roce 2002. Kapitola Aktuální a regionální problémy a úkoly hydrologie obsahuje dvacetistránkový souhrn o katastrofální povodni v srpnu 2002, včetně hodnocení průběhu a extremity na jednotlivých povodích.

Publikaci si můžete objednat na adrese: Český hydrometeorologický ústav, SIS, P. Jiráková, Na Šabatce 17, 143 06 Praha 4-Komořany. Tel./fax: 244032721, e-mail: jiratova@chmi.cz. Na objednávce uvádějte svoje IČO.

50. VÝROČÍ ZALOŽENÍ HLAVNÍHO LETECKÉHO POVĚTRNOSTNÍHO ÚSTŘEDÍ

Před padesáti lety, dne 23. září 1953, byl na základě rozkazu Ministra obrany vytvořen ústřední orgán vojenské povětrnostní služby (VPS) pod názvem Hlavní letecké povětrnostní ústředí (HLPÚ). Už samotný název napovídá, že ústředí bylo vytvořeno pro povětrnostní zabezpečení letectva tehdejší Československé lidové armády (ČSLA), které v tomto období procházelo významnými kvalitativními změnami. Tyto změny si nutně vyžadovaly i změny v organizaci a řízení povětrnostního zabezpečení, které do té doby prováděla skupina vojenských meteorologů začleněná do Hydrometeorologického ústavu v Praze. V důsledku nových potřeb vojenského letectva vzniká tedy HLPÚ s celou řadou úkolů, které se mohou stručně shrnout do jediné věty: „Provádění nepřetržitého povětrnostního zabezpečení letecké činnosti v období její přípravy i v průběhu vlastního leteckého provozu“.

HLPÚ jako nejvyšší provozní pracoviště VPS, později vojenské hydrometeorologické služby (VHMS), prošlo za dobu existence dlouhou a složitou cestou formování svého postavení i úkolů. Měnila se podřízenost, organizační struktura, lidé i technika. S rozšiřováním působnosti neustále rostly nároky na odbornou připravenost jeho příslušníků. Změnil se několikrát název i místa působení, byl se vždy nacházel v posádce Praha. Bez ohledu na všechny změny, kterými HLPÚ pod různými názvy za dobu své existence prošlo, bylo to právě ústředí, které se nejen rozhodujícím způsobem podílelo na vývoji vojenské meteorologie, ale také se spolupodílelo na rozvoji meteorologie jako takové v rámci celé naší společnosti. Připomeňme si alespoň některé z klíčových momentů z historie ústředí, které významným způsobem ovlivnily jeho vývoj a rozhodovaly i o dalším směřování celé VHMS.

Svoji činnost zahájilo HLPÚ 1. 1. 1954 ve skromných podmínkách v jediné velké místnosti, která byla umístěna v Praze na Náměstí republiky v nejvyšším patře domu, stojícího vedle dnešního obchodního domu Kotva. HLPÚ bylo tvořeno jen synoptickým pracovištěm, jehož součástí byla kreslárna a pracoviště radistek. Pracovalo se ve třísměnném provozu klasickou synoptickou metodou „norské školy“ za řízení prvního náčelníka Jaroslava Červeného, který v této funkci působil až do roku 1956.

V roce 1956, ve kterém do funkce náčelníka HLPÚ nastoupil Rostislav Hroza, byla zřízena první vojenská meteorologická radiotechnická stanice, předchůdce radiosondážní stanice, která byla umístěna v Praze-Satalicích. V roce 1957 se HLPÚ stěhuje do Žižkových kasáren v Praze-Karlíně a v následujícím roce se rozšiřuje o přístrojové oddělení, od roku 1964 známé pod názvem Technické oddělení. V letech 1959 až 1961 přicházejí na HLPÚ první absolventi Vojenské technické akademie (VTA) Brno, kteří přinesli do práce ústředí mnoho nového, především v oblasti předpovědních metod.

Po odchodu R. Hrozy na VTA v roce 1961 řídil krátce HLPÚ z pověření Jozef Belica a to do doby, než byl v roce 1962 do funkce náčel-

níka ustanoven Ivan Panenka. V důsledku rozšiřování působnosti ústředí dochází k významné reorganizaci a v roce 1964 je HLPÚ přejmenováno na Hlavní povětrnostní ústředí (HPÚ). V tomto období se dále rozvíjejí předpovědní metody, první pokusy o objektivní analýzu a numerickou předpověď se datují do roku 1966. V souvislosti s tím o rok později vznikají nová oddělení, a to Oddělení výzkumu a klimatických charakteristik a Oddělení dlouhodobých předpovědí. Za zmínku ještě stojí i to, že v těchto letech má HLPÚ svoji vlastní povětrnostní stanici v Jincích.

Vlivem změn na politické scéně v republice koncem šedesátých let je z funkce náčelníka HPÚ v roce 1969 odvolán I. Panenka a na podzim téhož roku na jeho místo přichází Alois Tichý. V průběhu sedmdesátých let nastává kvalitativní skok v oblasti synoptické meteorologie, neboť základem pro předpovědi počasí se stávají numerické prognózy pohybového pole troposféry. Rozvíjí se a zkvalitňuje oblast zpracování podkladů pro tvorbu předpovědí. Do tohoto období lze zahrnout i začátky využívání snímků z družic a radiolokačních průzkumů a také automatizace. V roce 1973 bylo zahájeno využívání samočinného počítače Minsk-32 pro automatizovaný zakres map a v roce 1979 je vybudován k tomuto účelu vlastní nezávislý výpočetní systém ADT 4300.

V osmdesátých letech pokračuje další rozvoj automatizace, který vrcholí zavedením prvních PC v roce 1988 do běžného využívání. Nelze opomenout ani změny v oblasti technické, v roce 1985 přebírá na technickém oddělení nově vytvořená provozní skupina odpovědnost za provoz, údržbu a opravy faksimilových a rádiových prostředků HPÚ a postupně v celé VHMS.

Koncem roku 1988 odchází A. Tichý do důchodu a na jeho místo nastupuje František Babák. V roce 1991 se mění název ústředí na Povětrnostní ústředí Praha (PÚP), a to vzhledem k přípravě na vytvoření samostatného centra pro Slovensko v rámci federativního uspořádání státu. Tento název přežívá jen krátce, s rozpadem Československa se dnem 1. 1. 1993 PÚP přejmenovává na Povětrnostní ústředí (PÚ).

Devadesátá léta jsou charakterizovaná dalším velkým



Bývalí náčelníci ústředí po ukončené prohlídce sálu OHMZ v Praze-Ruzyni. Zleva František Gregar, Ivan Panenka, Jaroslav Červený, Alois Tichý a František Babák. Foto Jaroslav Flieger.

technickým rozvojem. Z faksimilového, rádiového a dálkopisného provozu se plně přechází na počítačové systémy, letecké meteorologické stanice dostávají novou měřicí techniku od finské firmy Vaisala, s níž byl první kontrakt prostřednictvím Omnipolu sepsán v roce 1992. V následujícím roce proběhla akreditace metrologické laboratoře, která se stala součástí vojenské meteorologické služby. V roce 1994 dochází ke stěhování, kdy se PÚ přemísťuje z Karlína do Kasáren 17. listopadu v Praze-Ruzyni.

V polovině devadesátých let je již zřejmé, že se ČR stane součástí NATO. PÚ ještě před vlastním vstupem navazuje úzké součinnostní kontakty s povětrnostními službami armád NATO, jako první byla v roce 1996 zahájena spolupráce s Úřadem pro vojenskou geofyziku při Bundeswehru SRN.

Koncem roku 1997 odchází F. Babák do důchodu a na jeho místo přichází František Gregar. Ještě v průběhu uvedení roku je zahájen vývoj a posléze i výroba mobilní hydrometeorologické stanice Oblak, která se vojenské veřejnosti poprvé prezentovala na leteckém dni CIAF v roce 2000. Zároveň byla dokončena rekonstrukce a modernizace Povětrnostní radiosondážní stanice v Sokolnicích u Brna. Významným mezníkem v dlouhodobé oboustranně prospěšné spolupráci mezi ústředím a ČHMÚ se stává v závěru devadesátých let realizace společné výstavby automatického meteorologického radiolokátoru ECC v Brdech na kótě Praha, jehož rutinní provoz byl zahájen rovněž v roce 2000.

Dalším a zároveň posledním náčelníkem ústředí se stává koncem roku 2000 Jiří Šrámek. V rámci reformy AČR dochází k zásadní reorganizaci i u VHMS a dnem 30. 6. 2003 ztrácí PÚ jako vojenský útvar svoji samostatnost a následujícím dnem je pod názvem Odbor hydrometeorologického zabezpečení (OHMZ) včleněn do organizační struktury nově vzniklého Vojenského geografického a hydrometeorologického úřadu (VGHÚř).

Příslušníci OHMZ a s nimi celá VHMS AČR si 50. výročí založení HLPÚ připomněli na slavnostním shromáždění konaném dne 23. 9. 2003 ve večerních hodinách v příjemném prostředí pražských Petřinských teras, které uvedl pověřený náčelník OHMZ VGHÚř Jaromír Duda. Vedle současných příslušníků OHMZ a zástupců jednotlivých stupňů VHMS se shromáždění zúčastnila celá řada bývalých příslušníků ústředí a VHMS, včetně prvního náčelníka HLPÚ Jaroslava Červeného, zástupců nadřízených složek MO, GŠ a VGHÚř, vojenských útvarů a zařízení na čele se zástupcem náčelníka GŠ AČR Emilem Pupišem, představitelů několika vojenských hydrometeorologických služeb armád členských států NATO, vedených Wolfgangem Brettschneiderem, a samozřejmě také řídicí pracovníci řady součinnostních civilních organizací, institucí, společností a firem v popředí s ředitelem ČHMÚ Ivanem Obrusníkem. Ve svém vystoupení připomenul J. Duda stručně historii ústředí a následně i současnost jeho nástupce, nově koncipovaného OHMZ, a vyjádřil přesvědčení, že VHMS, tedy i OHMZ, budou mít i nadále v nové struktuře reformou procházející AČR své pevné místo. Na závěr pak poděkoval všem přítomným za jejich podíl na úspěších ústředí a předal řadě bývalých i současných příslušníků čestná uznání.

Ještě před tímto shromážděním proběhla přímo na OHMZ reprezentativní ukáзка pro vybrané hosty, v jejíž první části se přítomní seznámili s organizační strukturou a hlavními úkoly tohoto vrcholného orgánu VHMS. Při prohlídce pracovišť OHMZ se účastníci seznámili i s mobilní hydrometeorologickou stanicí OBLAK. Na závěr obdrželi přítomní z rukou

zástupce náčelníka GŠ E. Pupiše čestná uznání náčelníka OHMZ a pamětní listy vydané k této příležitosti. Do programu zahraničních hostů byla navíc zařazena prohlídka Prahy a jejího okolí v předcházejícím dni. Všechny uvedené akce důstojně připomenuly nejen bohatou historii ústředí, ale i dobře prezentovaly současný nástupnický OHMZ.

Slavnostním shromážděním se uzavřela další a zároveň poslední kapitola v padesátileté existenci ústředí, ať už existovalo pod názvem HLPÚ, HPÚ, PÚP či PÚ. Ústředí sice k 30. 6. 2003 přestalo existovat jako vojenský útvar, avšak jeho nástupce OHMZ nadále zůstává nejvyšším provozním orgánem VHMS s nezměněnou působností při plnění svého základního úkolu, který spočívá v organizování a řízení jednotného a nepřetržitého hydrometeorologického zabezpečení AČR a naplňování závazků v této oblasti v rámci NATO. Současný kolektiv OHMZ VGHÚř je natolik odborně zdatný, aby byl tyto úkoly v následujícím složitějším období reformy AČR schopen plně zvládat.

František Gregar – Ivan Viktori

SLAVNOSTNÍ UVEDENÍ POČÍTAČE NEC SX-6 DO PROVOZU

Dne 6. listopadu 2004 byl v komořanském sídle Českého hydrometeorologického ústavu slavnostně uveden do provozu nový vysoce výkonný počítač NEC SX-6. Akce, které se zúčastnila řada významných hostů, měla za cíl jednak formálně uzavřít nejvýznamnější technologickou inovaci v ČHMÚ v roce 2003, jednak přiblížit veřejnosti i zástupcům státní správy a partnerských organizací smysl a určení tohoto špičkového zařízení z oblasti superpočítačů a jeho nejvýznamnější aplikace, numerického předpovědního modelu ALADIN.

V úvodní odborné části zazněly referáty zástupců ČHMÚ a dodavatele zařízení, společnosti NEC High Performance Computing Europe GmbH. Přednášející představili systém předpovědní a varovné služby, roli numerických předpovědních modelů atmosféry a jejich technologické potřeby, koncepci vektorových superpočítačů NEC řady SX, jakož i celkový stav zavádění pokročilých technologií do předpovědní praxe a budoucí vývoj a potřeby české hydrometeorologické služby. V průběhu následujícího společenského programu byla uspořádána exkurze do počítačového sálu, kde bylo možno se s novým modelem řady SX-6 blíže seznámit, a probíhala řada neformálních diskusí a rozhovorů souvisejících s tematy superpočítačů a numerickým modelováním v meteorologii.

Vysoce výkonný počítač NEC SX-6/4B-32 byl dodán firmou Nippon Electronic Computers (NEC) na základě výběrového řízení na inovaci počítače pro numerický předpovědní model ALADIN. Dodaný střední model řady SX-6 je vybavený čtyřmi vektorovými procesory se špičkovým výkonem 32 GFlops (32 miliard početních operací v pohyblivé desetinné čáře za sekundu) a 32 GB sdílené paměti. Kombinace velmi rychlých vektorových procesorů schopných díky vektorizaci algoritmů provádět až 8 miliard početních operací za sekundu, a velké paměti s vysokorychlostním přímým propojením s procesory vytváří unikátní specializované zařízení vhodné pro řešení problémů toho typu, jakými jsou numerické předpovědní modely počasí, jakož i řada dalších vědecko-výzkumných úkolů. NEC produkuje tyto počítače i v mnohem větších konfiguracích, ve formě tzv. multinódů. Např. japon-



Ředitel NEC High Performance Computing Europe GmbH Toine Beckers předává minimodel vysoce výkonného počítače NEC-X-4 řediteli ČHMÚ Ivanu Obrusníkovi. Foto J. Jandouš.

ský Earth Simulator, sestavený z modulů SX-6, byl se svým výkonem téměř 35 Tflops v roce 2002 nejvýkonnějším superpočítačem na planetě. NEC je zavedeným dodavatelem superpočítačů i pro meteorologické služby. Například britská povětrnostní služba UK MetOffice se loni rozhodla zakoupit velkou konfiguraci SX-6 pro numerické předpovídání počasí a modelování klimatu, systémy řady SX-4 a SX-6 používá dánská a švýcarská služba. Tříprocesorový SX-4 provozuje od roku 1998 ČHMÚ a do roku 2002 jej sdílel s dalšími střeoevropskými službami v rámci projektu RC LACE.

Před deseti lety specializované vektorové systémy, spojené především se jménem firmy CRAY Research, prakticky vládly světu nejvýkonnějších superpočítačů. S příchodem výkonných a díky masivní produkci i výrazně levnějších skalárních procesorů však podíl vektorových procesorů začal klesat a řada tradičních výrobců je úplně přestala vyrábět. V současnosti vektorové procesory produkuje pouze NEC a znovuzrozený CRAY. Okolo roku 2000 se i v kruzích nezávislých odborníků začal objevovat názor, že vektorové systémy se postupně omezí jen na největší instalace, protože z trhu středně výkonných superpočítačů je úplně vytlačí skalární, symetrické multiprocessorové systémy (SMP). Firmě NEC se však podařilo při přechodu od SX-5 k SX-6 vektorový procesor výrazně zmenšit a zlevnit jeho provoz, a tak si zachovat schopnost produkovat cenově konkurenceschopné počítače i ve výkonnostním oboru desítek GFlops. Vědcům a programátorům výpočetně náročných aplikací tak zůstala i nadále možnost volby mezi vektorovými a skalárními počítači, tedy mezi specializovanými počítači s několika velmi výkonnými procesory na jedné straně a univerzálnějšími počítači sestavenými z mnoha procesorů běžného výkonu na straně druhé.

Díky vysoké míře portability programového kódu modelu ALADIN schopného efektivní práce jak na vektorových, tak na mnohprocesorových skalárních počítačích, mohl ČHMÚ pozvat do soutěže o dodávku nového vysoce výkonného počítače široké spektrum výrobců různých systémů. Následná volba NEC SX-6, jako řešení s nejlepším poměrem nákladů k výkonu dodaného zařízení, s sebou přinesla i nezanedbatelnou výhodu zachování kontinuity s předchozím superpočítačem NEC SX-4 a následného hladkého přechodu na nový počítač.

Počítač NEC SX-6 je v současné době v plném operativním provozu a model ALADIN je na něm pravidelně počítán od konce června 2003. Zařízení bude sloužit i k modernizaci

předpovědní a varovné služby ČHMÚ podle vládou schváleného projektu v roce 2003. Počítač, spolu s předpokládaným zdvojnásobením jeho kapacity v roce 2005, bude sloužit potřebám provozu a dalšího vývoje modelu ALADIN a ALADIN-2 až do roku 2008, kdy se předpokládá ukončení vývoje první provozuschopné verze modelu AROME se všemi jeho výrazně vyššími nároky na výpočetní techniku. SX-6 je však v ČHMÚ připraven řešit i další úkoly, a to jak z meteorologických oborů, zejména regionální modelování klimatu, tak i jiných oblastí české vědy a výzkumu.

Martin Janoušek

ZÁKLADY METEOROLOGIE A KLIMATOLOGIE PROFESORA STANISLAVA HANZLÍKA VE TROJÍM VYDÁNÍ

Letos jsme již v tomto časopise připomenuli [4], že před 80 lety v české meteorologické literatuře vyšly dvě významné publikace vysokoškolských učitelů, a to Základy zemědělské meteorologie a klimatologie Josefa Kopeckého a Stručný nárys klimatologie a balnelogie Vladislava Mladějovského. Zbývá tedy upozornit, že v témž roce (1923) byla také poprvé vydána knížka Základy meteorologie a klimatologie, titul dobře známý několika generacím studentů meteorologie, fyziky, geografie a dalších oborů.

Její autor, Stanislav Hanzlík (1878–1956), tehdy mimořádný profesor meteorologie a klimatologie na Univerzitě Karlově, ji však nepsal jako studijní rukověť, i když z jeho přednášek na škole pravděpodobně vycházela, ale jako ucelené pojednání o počasí a podnebí pro libovolného zvědavého čtenáře, který podobný text v českém jazyce zatím postrádal. Knižka měla být současně úvodem k jinému Hanzlíkovu popularizačnímu spisu Podnebí a člověk [2], prvnímu českému antropoklimatologickému dílu, které sepsal na základě zahraničních pramenů i vlastních zkušeností, jež získal na cestách po zemích v různých klimatických pásmech. Základy meteorologie a klimatologie [3] se dočkaly tří vydání, a v tom je z našeho meteorologického písemnictví předčil jen první díl Fysického zeměpisu Františka Vítáška [5], věnovaný atmosféře a hydrosféře, jenž vyšel ve čtyřech vydáních.

Mezi prvním a druhým podstatně rozšířeným a přepracovaným vydáním Hanzlíkovy publikace uplynulo 24 roků, během nichž nastal v meteorologii obrovský pokrok. Je zřejmý i z porovnání obou vydání, z nichž druhé komplexností a rozsahem látky má už charakter vysokoškolské učebnice. Vyniká srozumitelností, svižným podáním, četnými obrázky i přílohou, kterou tvoří hlavně fotografie oblaků od Antonína Bečváře.

Mezi druhým a třetím vydáním byl mnohem menší časový rozdíl (9 roků), a proto třetí vydání, které zastihlo profesora Hanzlíka v posledním roce jeho života, se od druhého jen málo liší. V roce 1956 byl již navíc u nás k dispozici i slovenský překlad prvního dílu moderní učebnice profesora Geografické fakulty Lomonosovy univerzity M. S. Averkijeva [1], pořízený Mikulášem Končekem. Hanzlíkovu knihu však studenti používali i nadále, zejména proto, že obsahovala klimatologii světadílů.

Sledovat vývoj odborného díla, který se táhne několika desetiletími, je vždy zajímavé, neboť odráží pokroky vědy, myšlení, někdy i lidské osudy a společenské poměry. Je patrný i ze závěrečných vět úvodu Hanzlíkova titulu, které nacházíme v 1. a 2. vydání: „Povětrnostní ráz určuje obyvatelnost a neobyvatelnost kraje; podnební ráz se projevuje rostlinným

porostem, který zasahuje plně do agrokultury, brzdí nebo umožňuje výživu člověka a udává směrnice pro jeho podniky. Z těchto příkladů vysvítá, jak je sloučen člověk a jeho cíle s počasím a podnebím. Je ovládnouti a řídit aspoň zčásti je dosud bláhovým lidským snem; takové pokusy, o kterých se někdy dočítáme, jsou buď důkazem lidské nevědomosti nebo šarlatánství“. Ve 3. vydání z roku 1956 profesor Hanzlík poslední souvětí „Je ovládnout...“ vypustil. Můžeme se jen domnívat, že důvodem bylo, že starý pán nabyt jiného přesvědčení, anebo že v době oficiálně šířeného hesla „Poručíme větru, dešti“ by uvedené tvrzení mohlo působit zpátečnický.

Literatura

- [1] AVERKIJEV, M. S., 1954. Meteorologia (překlad z ruštiny). Praha: Naše vojsko. 490 s.
- [2] HANZLÍK, S., 1924. Podnebí a člověk. Praha: Česká grafická unie. Příroda a lidé, sv. 53. 171 s.
- [3] HANZLÍK, S., 1923, 1947, 1956. Základy meteorologie a klimatologie. 1. vyd. Praha: Česká grafická unie. Příroda a lidé, sv. 46. 127 s. 2. vyd. Praha: Česká grafická unie. 253 s. + příl. 3. vyd. Praha: ČSAV. 321 s. + příl.
- [4] KRŠKA, K., 2003. Výročí pokroků české bioklimatologie. *Meteorologické Zprávy*, roč. 56, č. 4, s. 112.
- [5] VITÁSEK, F., 1934, 1948, 1953, 1956. Fysický zeměpis I. Ovzduší a vodstvo. 1. vyd. Praha: Melantrich. 289 s. 2. vyd. Praha: Melantrich. 398 s. 3. vyd. Praha: Nakl. ČSAV. 488 s. 4. vyd. Praha: Nakl. ČSAV. 496 s.

Karel Krška

SCIENTIFIC ASSESSMENT OF OZONE DEPLETION: 2002

World Meteorological Organization Global Ozone Research and Monitoring Project – Report No. 4. Geneva: March 2003.

Od poloviny letošního roku je odborné veřejnosti k dispozici další, v pořadí již páté, pokračování pravidelného zhodnocení stavu atmosférického ozonu známé jako „Ozone Assessments“. Tyto analýzy připravuje a vydává každé čtyři roky Světová meteorologická organizace (SMO) ve spolupráci se Sekretariátem pro ozon Programu pro životní prostředí Organizace spojených národů (UNEP) a za účasti široké mezinárodní vědecké komunity. Uvedené publikace obsahují nejnovější vědecké poznatky o změnách atmosférického ozonu v globálním měřítku, o technologiích jeho monitoringu a modelování spolu s vazbami na další atmosférické a klimatické komponenty. Každé vydání se zároveň specializuje na hlavní oblasti aktuálního vědeckého zájmu. Nejdůležitější výsledky a doporučení jsou uvedeny ve stručném shrnutí (Executive Summary), které ve formě samostatné brožury slouží především odborníkům z příbuzných oborů a z politické sféry. „Ozone Assessments – 2002“ se skládá z pěti tematických kapitol, které podávají tyto hlavní odborné výsledky a závěry.

1. KONTROLOVANÉ LÁTKY A DALŠÍ ZDROJOVÉ PLYNY

V troposféře pokračuje snižování celkového obsahu ozon ničících látek (ONL), které je pozorováno od r.1994. Snižuje se hlavně obsah chlóru pocházejícího z hlavních ONL – freonů. Koncentrace brómu průmyslového původu (z halonů) však stále narůstá, i když pomaleji než počátkem 90. let. Analýzy vzduchu odebrané z ledovců potvrdily, že přirozený

obsah nejdůležitějších ONL (CFCs, halony a hlavní chlórované uhlovodíky) byl v preindustriální době bezvýznamný v porovnání s dnešními koncentracemi.

Obsah HCFC (chlorfluoruhlodíků) ve spodní atmosféře sice stále pokračuje, ale tyto látky produkují pouze 6 % celkového aktivního chlóru. Množství celkového chlóru ve spodní stratosféře v současné době vrcholí a lze předpokládat jeho postupný pokles v důsledku již zmíněného snižování koncentrací hlavních ONL – především CFCs.

Celkově lze konstatovat, že snižování obsahu nebo alespoň pomalejší růst hlavních ONL potvrzuje efektivní působení Montrealského protokolu a jeho dodatků (Londýn 1990, Kodaň 1992, Vídeň 1995, Montreal 1997, Peking 1999), které je třeba dlouhodobě zajistit. Modelové výpočty ukazují, že v důsledku velké setrvačnosti působení hlavních ONL v atmosféře další přísnější ochranných opatření již přinese výrazné zlepšení situace. Například, okamžité zastavení produkce ONL na úrovni r. 2003 by urychlilo obnovení ozonové vrstvy, které se předpokládá na úrovni dekády 2050, o pouhé 4 roky. Okamžité zamezení emisí již vyprodukovaných ONL (v praxi naprosto nereálné) by urychlilo obnovu vrstvy o necelých 10 let.

2. HALOGENY A SLOUČENINY SÍRY S VELMI KRÁTKODOBOU ŽIVOTNOSTÍ

Některé chlóry, bróm a jód obsahující organické látky s krátkou životností mají celkový ONL potenciál, který může významně přispět k rozkládání stratosférického ozonu. Vzhledem k jejich krátkodobé životnosti v atmosféře (měsíce a méně) mohou negativně působit hlavně v tropech, kde je jejich přenos do stratosféry konvekci rychlejší než ve vyšších šířkách. Dosavadní stabilita ozonové vrstvy v těchto oblastech však zatím jejich vliv nepotvrdila.

Sloučeniny síry se v horní troposféře a spodní stratosféře podílejí na vzniku pevných aerosolů síranů, na jejichž povrchu dochází k heterogennímu rozkladu ozonu. Proto byly po velkých sopečných erupcích (El Chichon 1982, Pinatubo 1991) naměřeny zvýšené úbytky stratosférického ozonu trvající 1–2 roky. Působení síranů na rozklad ozonu se však po tomto období vlivem jejich sedimentace vrátilo na původní úroveň.

Významné působení antropogenních sloučenin síry pronikajících tropopauzou nebo vznikajících provozem nadzvukových letadel na chemické procesy rozkládající ozon zatím nebylo prokázáno. Modelové výpočty je nutno ověřit přímým měřením těchto látek

3. POLÁRNÍ STRATOSFÉRICKÝ OZON

Ozonová díra nad Antarktidou, která je definovaná jako oblast se snížením celkového ozonu pod 220 Dobsonových jednotek (DU), dosáhla v posledním desetiletí na svá plošná maxima s redukcí ozonu až na úroveň 100 DU. Za stabilní kontaminace stratosféry ONL je rozsah ozonové díry ovlivňován v rozhodující míře stratosférickou cirkulací, tj. intenzitou a polohou jižního cirkumglobálního víru. Jeho trvání se v 90. letech prodloužilo o 3–4 týdny. Nestabilita víru mimo jiné vedla k nepřirozenému rozdělení ozonové díry v r. 2002.

Snížení obsahu ozonu a následně i absorpce UV slunečního záření je hlavní příčinou pozorovaného ochlazení dolní stratosféry, které prodlužuje životnost víru a tím i ozonové díry. Současné chemicko-klimatické modely, již dobře popisují naměřené změny stratosférického ozonu. Jejich prognózy odhadují dosažení maximálního rozsahu ozonové díry do r. 2010 a návrat do přirozeného stavu (na úroveň r.1980) do poloviny tohoto století.

Zeslabení ozonové vrstvy nad Arktidou je v důsledku slabšího víru meziročně velmi kolísavé a závisí na stratosférické cirkulaci. I když je zde koncentrace ONL na stejné úrovni jako v jižních polárních oblastech, rozklad ozonu je podstatně menší v důsledku vyšších teplot spodní stratosféry. Jakmile však teploty krátkodobě klesnou na antarktickou úroveň (~ca -80 °C) i v severním polárním víru dochází k rozkladu ozonu na srovnatelné úrovni jako v ozonové díře.

Důležitým faktorem intenzity rozkladu ozonu je výskyt polárních stratosférických oblaků. Na jejich povrchu dochází k heterogenním reakcím rozkládajícím ozon a zároveň svým vznikem denitrifikují okolní atmosféru. Stav ozonové vrstvy nad Arktidou bude i nadále více cirkulačně závislý a tím i podstatně proměnlivější než nad Antarktidou. Začátek její obnovy je očekáván řádově o 10 let později než nad jižní polokoulí.

4. GLOBÁLNÍ OZON

V posledních čtyřech letech bylo v celé zemské atmosféře přibližně o 3 % méně ozonu, než před dvaceti lety. Největší globální úbytek (5 %) byl zaznamenán v letech 1992–1993 po známém výbuchu vulkánu Pinatubo, kdy byla stratosféra silně kontaminovaná pevným aerosolem (hlavně sírany) podporujícím heterogenní rozklad ozonu.

Zatímco v tropickém pásmu se stav ozonové vrstvy stále udržuje na přirozené úrovni, počínaje 25–35 stupněm zeměpisné šířky již zeslabení začíná být statisticky významné a směrem k pólům jeho velikost roste (3 % severní, 6 % jižní střední šířky). Ačkoliv je zde celkový úbytek od konce 80. let největší v zimních a jarních měsících (4–6 %), statisticky významný je již i v letním období (2–6%). Ve středních šířkách se rovněž zvýšil výskyt pohyblivých ozonových anomálií cirkulačního původu (tzv. ozonové „minidíry“, ca 10⁶ km²), ve kterých je celkový ozon krátkodobě (5–10 dnů) snížen o desítky procent (v extréměch až o 40–50 %).

Nejnovější výsledky kombinovaných sondážních a družicových měření vertikálních profilů ozonu ukazují, že ozonu relativně ubylo nejvíce v horní stratosféře (35–50 km) mezi šířkami 60S–60N, tedy i v tropickém pásmu. V hmotnostním měřítku však byly tyto úbytky zastíněny snížením obsahu ozonu ve spodní stratosféře (10–20 km) středních a vyšších šířek, kde se na proměnlivosti celkového ozonu podílejí vedle fotochemických reakcí výrazně i cirkulační faktory.

Dokonalejší modelování stratosférických procesů ovlivňujících ozonovou vrstvu je již v mnohem větším souladu s výsledky měření než v 90. letech. Nejnovější výsledky ukazují, že fotochemický rozklad ozonu je ve středních a vyšších šířkách značně závislý na teplotě a dynamice stratosféry. Její naměřené ochlazování je ve spodní části způsobeno především úbytkem ozonu, zatímco v horní části se ve srovnatelné míře uplatňují skleníkové plyny.

Stále více se potvrzuje, že dosavadní i budoucí změny ozonové vrstvy závisí na vzájemném působení chemických a termodynamických procesů. S ohledem na očekávané projevy globálních klimatických změn, a tím i změn cirkulačních podmínek, řada odborníků soudí, že se obnovená ozonová vrstva v globálním měřítku již nevrátí do zcela původního stavu, i když postupně dojde k trvalému zamezení emisí ONL. Potvrzení této hypotézy však mohou přinést pouze dlouhodobá a spolehlivá měření stavu stratosférického ozonu v rámci integrovaného pozemního a družicového systému. Tento systém je postupně vytvářen v rámci strategické spolupráce Programu sledování atmosféry (GAW) Světové meteorologické organizace a ozonových projektů družicových agentur.

5. ULTRAFIALOVÉ ZÁŘENÍ NA ZEMSKÉM POVRCHU: MINULOST A BUDOUCNOST

Změny obsahu ozonu v atmosféře přímo ovlivňují množství biologicky aktivního ultrafialového (UV) slunečního záření dopadajícího na zemský povrch. Tento fyzikální závěr již potvrdila přímá měření UV prováděná v posledním desetiletí. Podíl úbytku ozonu však není ve všech oblastech a klimatických podmínkách stejný – na UV záření působí i místní obsah aerosolu v atmosféře, albedo zemského povrchu a výskyt oblačnosti.

Kombinace výsledků měření a modelových výpočtů ukazují nárůst UV záření o 6–4 % ve středních a vyšších šířkách během posledních 20 let. Na tomto zvýšení UV se úbytek stratosférického ozonu podílí přibližně polovinou (4–7 %). Přesnější vyhodnocení bude možno provést až na úrovni r. 2010, protože dosavadní spolehlivá pozemní spektrální měření UV záření jsou krátká (ca od počátku 90. let) a družicová měření se teprve rozvíjí. To se týká především polárních oblastí.

Růst intenzity UV záření znamená riziko pro řadu biologických subjektů včetně zdraví člověka. Proto v posledních letech dochází v mnoha zemích k vytváření UV informačního systému pro veřejnost. Jako základní parametr úrovně aktuálně měřeného nebo prognózovaného erytemálního záření se stále více používá tzv. UV-Index (viz [1]). Nicméně, z hlediska ochrany životního prostředí větší riziko představuje dlouhodobá akumulace UV dávek v ekosystémech, jejichž reakce na nadlimitní UV ozáření včetně možných změn DNA nejsou dosud známy.

UV záření závisí jak na obsahu ozonu, tak i na množství oblačnosti. Proto je v současné době obtížné odhadnout, jak obnova ozonové vrstvy a očekávané klimatické změny budou navzájem na celkové dávky UV působit – zejména v jarním a letním období ve středních a vyšších šířkách. Z tohoto důvodu je třeba co nejrychleji dokončit budování globálního systému monitoringu UV záření, jako jednoho z nejdůležitějších bioklimatických prvků.

DVACET OTÁZEK A ODPOVĚDÍ O OZONOVÉ VRSTVĚ

Pro čtenáře velmi poučnou a i pro specializované odborníky mnohdy přínosnou je samostatná část publikace, která shrnuje 20 základních otázek a odpovědí souvisejících s tematikou ozonové vrstvy. Otázky jsou jednoduše formulované a pokrývají celý základní okruh problémů spojených s působením ozonu v atmosféře a s problémy vyplývajícími z jeho změn. Odpovědi jsou velmi kvalifikované, podrobné a doplněné řadou grafů a obrázků. Jak laický čtenář, tak i odborník z nich získá velmi srozumitelnou informaci o jednotlivých tématech spojených z výzkumem a současným stavem poznání stratosférického ozonu.

Publikace, která má 498 stran, rovněž obsahuje seznam autorů, recenzentů, použitého chemického názvosloví zkratk a důležitých internetových stránek. Její elektronická verze je k dispozici na adresách:

<http://www.wmo.ch/web/arep/ozone.html>

<http://www.unep.org/ozone/sap2002.shtm1>

Literatura

- [1] VANÍČEK, K., Předpověď UV indexu v Českém hydrometeorologickém ústavu., 1998. *Meteorologické Zprávy*, roč. 51, č. 5, s. 129–135.

Karel Vaníček

POČASÍ

Kolektív autorov. Z kanadského originálu *Understanding Climate and the Environment* vydaného v roku 2001 firmou QA International preložil Luděk Skok. Praha, Fortuna Print 2003. 128 s. Cena 299 Kč.

Ďalšia zo série meteorologických kníh určená širokej čitateľskej obci s trochu „ošúchaným“ názvom Počasí sa objavila koncom jari na pultoch českých kníhkupectiev.

Knižka, ktorá je rozčlenená do 5 základných kapitol, je koncipovaná ako súbor tém, ktoré na seba čiastočne logicky nadväzujú. Prvá kapitola s názvom Zemská atmosféra zoznamuje čitateľa s vertikálnou výstavbou atmosféry, atmosférickými frontami, tlakom vzduchu, prúdením vzduchu a nakoniec aj s tornádami. V druhej kapitole s názvom Srážky sa píše o vlhkosti vzduchu a produktoch kondenzácie vodnej pary. Znázornená je tvorba konvektívnej, orografickej a frontálnej oblačnosti, rozobrané sú témy o druhoch zrážok, búrkach a najviac priestoru je venovaného tropickým cyklónam. V kapitole, ktorá má obsahu neadekvátny názov Meteorologie, sa nepíše nič o tejto vede, ale o získavaní a spracovaní meteorologických meraní – od meraní na pozemných meteorologických staniaciach, cez aerologické, rádiolokačné a družicové merania a končí sa ich vyhodnocovaním a zakreslovaním do synoptických máp. Naopak, kapitola Klimatická pásma je naozaj o podnebí našej planéty. Každému klimatickému pásmu je venovaná dvojstránka, záver kapitoly nás zoznamuje s dnes asi najpopulárnejším klimatickým fenoménom El Niño. Zatiaľ čo prvé štyri kapitoly sú zamerané výlučne na témy z oblasti meteorológie a klimatológie, kapitola Životní prostředí sa zaoberá prevažne ekologickými problémami. Z 21 tém, ktorým sa táto kapitola venuje, môžeme k meteorologickým alebo klimatologickým zaradiť „koloběh vody, skleníkový efekt, globální oteplování, ozonová vrstva a kyselá dešť“. V tejto kapitole sú najprv spomínané základné pojmy z oblasti biosféry a kolobehu niektorých základných prvkov na Zemi, ďalšie témy sa zaoberajú antropogénnymi vplyvmi na počasie a podnebie a nakoniec otázkami odpadov a ich recyklácii.

Vďaka technickým možnostiam sú súčasné publikácie (u recenzovanej publikácii to platí obzvlášť) väčšinou na výbornej grafickej úrovni, čo je jeden zo základných predpokladov komerčného úspechu. Práve veľký podiel ilustračnej časti robí z knihy príťažlivú príručku, určenú širšej čitateľskej verejnosti, najmä z radov detí a mládeže. Zaujímavosťou recenzovanej knihy je, že je v nej minimum fotografií, ilustrácie boli väčšinou vytvorené prostredníctvom počítačovej grafiky, výsledkom čoho sú veľmi názorné obrázky, ktoré pomáhajú k lepšiemu pochopeniu daného problému (napr. zobrazenie podmienok pre vznik rôznych druhov zrážok v zimnom období (na str. 34).

Zatiaľ čo základným didaktickým prostriedkom knihy Počasí sa stali prehľadné ilustrácie, ktorým nemožno takmer nič vyčítať, textovú časť autori natoľko zjednodušili, že niekedy podstatu javu vôbec nevysvetlili. Obmedzenosť priestoru pre textovú časť donútila autorov písať o zložitých atmosférických javoch a procesoch čo najjednoduchšie, a tak niekedy došlo (pravdepodobne aj vďaka prekladu) až k humorným formuláciám (napr. popis vzniku frontu na str. 12). Strohé a exaktné vyjadrovanie s použitím špecifickej terminológie z meteorológie síce šetrí priestor, ale zároveň môže odradiť časť čitateľov, najmä menej náročných.

Cieľom knihy Počasí bolo na pomerne malom priestore

objasniť príliš veľa základných javov a procesov v atmosfére, a tým doplatila na jedno pravidlo: o meteorológii a o počasí sa nedá písať príliš stručne bez straty presnosti a niekedy aj zmyslu. Z toho vyplýva, že je rozumnejšie, ak sa knižka venuje radšej menej témam a popíšu sa podrobnejšie, ako keď sa autori o viacerých témach veľmi stručne zmienia pár vetami, ktoré sú potom pomerne zložité a niekedy aj nepresné.

Do akej miery je knižka zrozumiteľná môže lepšie posúdiť adresát (a tým je podľa mňa najmä žiak vyšších ročníkov základnej školy a študent strednej školy) ako odborný recenzent, ktorý sa s danou problematikou stretáva už dlhší čas a pozná ju na základe viacerých „variant“.

I samotný názov knihy nebol vybraný najšťastnejšie – názov „Počasí“ má medzi knihami vydanými za posledných 10 rokov minimálne 6 ďalších titulov. Je to nedostatok originality alebo podľahnutie komerčnému tlaku (jednoduché krátke nadpisy)? Už aj vzhľadom na to, že jedna tretina knihy je venovaná otázkam životného prostredia, je jednoduchý názov Počasí naozaj neprimeraný. Možno vhodnejší názov by bol Počasí, podnebí a životní prostředí alebo Atmosféra Země a ekologické problémy a pod.

Z knihy „cítil“ jednak snahu o odbornosť a zároveň snahu o stručnosť. Výsledkom sú potom dosť časté nepresné formulácie a niekedy vyslovene zlé definície základných pojmov. Celkový dojem potom zachraňuje starostlivo pripravená obrazová časť, ktorá čitateľovi pomáha vytvoriť si obraz o základných procesoch v atmosfére.

Odborne-populárnych publikácií z oblasti meteorológie je v súčasnosti už dosť veľký výber (na rozdiel od rokov, keď sme boli radi, že niečo vôbec vyšlo), ale majú jeden spoločný nedostatok: takmer všetky majú príliš široké rozpätie tém zo základných pojmov fyziky atmosféry, ktoré sú objasňované na takej alebo onakej úrovni. Keďže problematika niektorých atmosférických dejov je veľmi populárna (tornáda, El Niño, a pod.) a pritom značne zložitá, je nemožné v jednej publikácii zahrnúť všetko základné a zároveň to popísať dostatočne zrozumiteľne. Chýbajú (snáď s výnimkou kníh z meteorológie pre pilotov) knihy užšieho zamerania, ktoré by sa podrobnejšie venovali konkrétnemu javu alebo téme (klimatické zmeny, všeobecná cirkulácia atmosféry a klimatické oblasti Zeme, búrky, tornáda, tropické cyklóny a pod.)

Na záver môžem konštatovať, že pri všetkých nedostatkoch, ktoré recenzovaná kniha má a ak nebudem príliš „odborne úzkostlivý“, môžem knižku odporučiť všetkým záujemcom o prvotné zoznámenie sa s niektorými základnými atmosférickými procesmi a ekologickými problémami súčasnosti.

Namiesto „prílohy“: zoznam chybných formulácií a odborných nepresností:

Knihou obsahuje veľké množstvo sporných, nepresných, niekedy až chybných formulácií (ťažko posúdiť, do akej miery sú chyby už v originále a ktoré pripadajú na vrub prekladu), z ktorých niektoré znejú až komicky. Vzhľadom na populárny charakter knihy nebudem spomínať všetky, ale zastavím sa len pri tých nápadnejších.

str. 8: nesprávne je uvedené, že „složení atmosféry zůstává překvapivě stabilní v jakékoli nadmořské výšce“ – toto platí len pre homosféru (približne do výšky 90 km);

str. 9: namiesto „molekuly vzduchu propouštějí“ má byť „rozptylují“;

str. 10: jedna veta ako príklad nezmyselne pospájaných myšlienok: „Mnohé faktory, jako je například nadmořská

výška nebo teplota, mohou ovlivňovat změnu tlaku vzduchu a vytvářet tak oblasti vysokého a nízkého tlaku.“;

str. 10: uvádá sa, že v celej troposfére je pokles tlaku vcelku pravidelný (1 hPa na 8,5 metra), čo nie je pravda, lebo napr. v strednej troposfére vo výške 6 km je tento pokles približne 1 hPa na 20 m;

str. 11: popis vzniku termickej (to tak ale neuviedli) tlakovej výše a tlakovej níže je tak čudný, že by bolo asi lepšie, keby tam žiadny nebol;

str. 11: dole je namiesto „subtropické anticyklony“ uvedený nesprávny pojem „tropické anticyklony“;

str. 13: trochu komicky mi znel popis transformácie vzduchových hmôt; píše sa, že „jejich vlastnosti (vzduchových hmôt) se pozvolna mění, někdy až k nepoznání“;

str. 13: samotné znázornenie ohnisk vzduchových hmôt (podľa geografického členenia) je natoľko schématické, až je problematické a vyskytujú sa tu aj ďalšie chyby: v legende sú naopak označené „pevninská arktická“ a „pevninská polárna“ vzduchová hmota; navyše nie je tam „pevninská antarktická“ (alebo neexistuje?);

str. 13: namiesto pojmu „deprese“ mal prekladateľ zvoliť bežne používaný termín „tlaková níže“;

str. 14: vysvetlenie vplyvu Coriolisovej sily na pohyb je síce veľmi názorné, ale bohužiaľ nepravdivé, čo bystrý čitateľ ľahko odhalí (čo ak raketu vystrelíme na severnej pologuli pozdĺž rovnobežky?), ako ospravedlnenie slúži to, že jej definícia je ťažšia a jej pôsobenie náročnejšie na predstavivosť, v niektorých knižkách ju preto len jednoducho spomenú, že je to sila, ktorá vzniká ako dôsledok rotácie Zeme;

str. 15: na obrázku je chybné označený vietor pri zemskom povrchu ako „vetry proudící nad oceánem“ – toto označenie patrí nasledujúcemu obrázku, ktorý zobrazuje vietor na zemeguli vytvorený počítačovou simuláciou;

str. 16: model všeobecnej cirkulácie atmosféry je síce znázornený pekne, ale zbytočne zložito a najhoršie je, že sa nepíše, že je to základná teoretická schéma a nie skutočný stav;

str. 16: anglický termín „jet stream“ je na obrázku uvedený ako „dýzové proudění“, pričom v českom jazyku bol zafinovaný termín „tryskové proudění“ (to isté na str. 105);

str. 18: dosť zmatečne pôsobí vysvetlenie rozdielu medzi anabatickým (v knižke nesprávne pomenovaný ako „adiabatickým“) vetrom a katabatickým;

str. 19: nezmyselná veta: „Sousedství vody a pevniny vytváří na pobřežích teplotní inverze...“;

str. 29: namiesto „frontální oblačnost“ alebo „frontální oblaky“ je nesprávne uvedené „frontový mrak“ (táto chyba je aj na str. 31);

str. 29: na oboch obrázkoch je nesprávne znázornená kondenzačná hladina: má byť zakreslená v inej výške pred pohorím ako za pohorím alebo po oboch stranách frontálneho rozhrania (v teplej a studenej vzduchovej hmote) a nie v rovnakej výške ako je to v knižke;

str. 30: tvar nákovy kumulonimbu je vysvetľovaný len ako dôsledok silného vetra vo veľkej výške a nie je spomenutý význam tropopauzy pri vytváraní nákovy;

str. 31: je napísané, že „altostraty mohou přinášet významné srážky“, čo podľa mňa nemôžu (aj keď nie je vysvetlené, čo znamená „významné“);

str. 34: úvodné vety k druhom zrážok svedčia, že boli násilne preložené bez prirodzeného odborného prekladu;

str. 34: namiesto „intenzita zrážok“ sa použil pojem „druhy dešťů“ a navyše s veľmi podivnými hranicami pre jednotlivé intenzity...;

str. 34: namiesto pojmu „sněhová krupice“ (keď už, tak by malo byť „sněhová zrna“) má byť „zmrzlý déšť“;

str. 36: nesprávne sú uvedené hranice „kouřma“, namiesto 1 až 5 km má byť 1 až 10 km;

str. 37: podľa knihy je dúha častejšia „ráno a navečer“, čo je polovičná pravda, lebo ranný výskyt dúhy je veľmi zriedkavý...;

str. 46-47: na veľkom obrázku má tropická cyklóna pravotočivú rotáciu, čo platí pre južnú pologuľu, avšak na obrázku je zakreslená do oblasti Karibiku, teda na severnú pologuľu, kde má v skutočnosti lavotočivú (proti smeru pohybu hodinových ručičiek) rotáciu;

str. 46-47: štádiá vývoja tropickej cyklóny sú napísané nesprávne, správne má byť: tropická porucha, tropická depresia, tropická búrka a tropická cyklóna;

str. 50: solarimetrom (pyranometrom) sa meria aj globálne, nielen rozptýlené (difúzne) žiarenie, ako je uvedené v knižke;

str. 50: zlý preklad – má byť „sněhoměr“ namiesto uvedeného „sněhometr“;

str. 51: je nesprávne uvedená výška meteorologickej búrky nad povrchom zeme: má byť 2 m namiesto uvedeného 1,2 m;

str. 51: registračný vlhkomer je cudzím slovom „hygrograf“ a nie „hydrograf“, ako je uvedené v knižke;

str. 52: čo si myslieť o takejto vete: „Ačkoli se to může zdát podivné, teplota je jednoduše měření vnitřního pohybu hmoty.“?? (opäť chybný preklad?);

str. 57: Svetová služba počasia (WWW) bola založená r. 1968 a nie r. 1961, ako je uvedené v knižke;

str. 61: táto formulácia o numerických predpovediach počasia je zaiste určená budúcnosti: „Vysoce výkonné počítače, schopné vykonat miliardy operací za vteřinu, umožňují velmi rychlé vypracování předpovědí, jen několik minut od přijetí dat.“(v súčasnosti je táto doba približne 1-2 hodiny...);

str. 63: chybný popis niektorých symbolov: namiesto „sněhová krupice“ má byť „zmrzlý déšť“;

str. 63: zrážky sú rozlišované ako „slabé“ a „trvalé“ a nie ako „občasné“ a „trvalé“;

str. 68: v legende k mapke, znázorňujúcej podnebné pásma, je jeden typ pásma nazvaný „tropické a vlhké“ a pod ním nezmyselne označený ďalší typ „tropické vlhké a suché“;

str. 96: definovanie skleníkového efektu je tak zjednodušené, až dochádza k polovičatému vysvetleniu, teda vlastne k ne-vysvetleniu: podľa knihy je skleníkový efekt „schopnost některých plynů zastoupených v atmosféře pohlcovat infračervené paprsky, které vyzařuje Zem“;

str. 96: „zbytek (slunečních paprsků) je odražen nebo absorbován oblačností a tropopauzou“(!) – to už asi nebude chybným prekladom...

Stanislav Racko

JÁN ALOJZ WAGNER JAKO POPULARIZÁTOR METEOROLOGIE

V české prírodovede již od první poloviny 19. století začalo přibývat publikací, jejichž cílem bylo rozšířit vzdělání širokých vrstev obyvatelstva. Častým tématem pojednání, vznikajících z obrozeneckých snah, byla meteorologie, o kterou se z praktických důvodů zajímal zvláště lid na venkově. Šlo o články uveřejňované v časopisech a kalendářích i o samostatné publikace. Psaním českých populárních spisů o počasí se zabývaly osoby rozličného vzdělání, zvláště však učitelé na

různých stupních škol, i univerzitní profesori, jako František Josef Studnička (1836–1903) a Jan Kašpar Palacký (1830–1908). Na Slovensku byl ve druhé polovině 19. století největším popularizátorem přírodovědných poznatků Daniel Gabriel Lichard (1812–1882) a po jeho smrti Ján Alojz Wagner (1864–1930).

J. A. Wagner, rodák ze Slovenského Pravna, získal vztah k meteorologii během studia na gymnáziu v Banské Bystrici v letech 1879–1883, kde vypomáhal v pozorování na meteorologické stanici, kterou počátkem 50. let 19. století založil profesor Karel Václav Zenger (1830–1908) a v době Wagnerových studií vedl profesor matematiky a fyziky Jozef Szakmáry [2]. Wagnerovou celoživotní láskou se však stala astronomie. Doktorát z filozofie na vídeňské univerzitě nabyl v roce 1889 na základě práce o Měsíci. Zklamán tím, že nezískal asistentké místo na nově vybudované hvězdárně, nastoupil do zaměstnání k vídeňské pojišťovací společnosti a v pojišťovnictví pak pracoval až do konce života, po roce 1918 jako ředitel Státní pojišťovny v Bratislavě. Přesto je ve slovenských dějinách připomínán hlavně jako přírodovědec, popularizátor vědy, publicista a redaktor.

Napsal více než 700 článků o astronomii i meteorologii, vydal první popularizační rukověti těchto disciplin ve slovenském jazyce *Nebo a zem* z roku 1890 a *Aké bude počasie* z roku 1908 a několik dalších samostatných prací z astronomie a jiných oborů, např. *Člověk a hvězdy* (1905), *Teória relativity a čo s tým súvisí* (1923), *Jedno-druhé z astronomie* (1924) a filozofický spis *Hmota a hmotári* (1898), mířící proti přírodovědnému materialismu. Meteorologické látky se dotýká také kniha *Zjavy nebeské* (1895) a dále dílka Benjamín Franklin (1909) a *Vzduchoplavba, jej rozvoj a terajší stav* (1918), vydaná v Budapešti. Wagnerův život a dílo podrobněji popsaly E. Ferencová a E. Kukurová [1].

Z produkce J. A. Wagnera si více všimněme jen spisu *Aké bude počasie* [4], který rovněž vydal Budapešťský akcionářský (účastnický) spolek, jež i v době silící maďarizace sloužil k povznesení slovenského lidu. Útlá knížka je napsána tak, že od čtenáře nevyžaduje žádné předchozí odborné znalosti, a často se mu přibližuje tím, že navazuje na jeho zkušenosti a pozorování. Více než popisu vědeckých způsobů předpovědi počasí se její autor věnuje „oddělování zrna od plev“, tedy rozlišování správných meteorologických poznatků od omylů a pověr, velmi rozšířených mezi lidmi a přenášených z generace na generaci, a text odlehčuje humornými příběhy, souvisejícími s vysvětlovanou látkou.

Na jednoduchém příkladu ukazuje, že každá předpověď počasí musí vycházet z jeho pozorování a že v podstatě každý člověk se občas stává prognostikem: *Už ten prvý človek, ktorý keď vídal husté mračno zatahovať sa po oblohe nebeskej, hľadal skrýšu, aby chránený bol pred blížiacim sa dažďom, bol v istom ohľade aj prvým prorokom počasia. Pred-*

zvestovaniu počasia predísť muselo jeho pozorovanie. Zavrhuje prognózy kdysi vlivných astrologů, kteří kromě počasí předpovídali i hlad a mor i konec světa, *že pri tom použiť museli koľkokrát aj figla*, zpochybňuje vlivy planet a Měsíce na počasí i Falbovu teorii, naopak připouští, že chování některých zvířat může naznačovat změnu počasí a že některé pranostiky mají reálný základ. Porovnává slovenské pranostiky s německými a maďarskými a dospívá i k zajímavému zjištění o medardovských deštích. Německá pranostika, kterou uvádí i J. Munzar [3], říká, že když prší na Navštívení Panny Marie (2. 7.), prší dalších 40 dní. V případě, že by přišlo i na Medarda (8. 6.) a pak 40 dní, mělo by pršet i na Navštívení, čímž by deště trvaly celkem 64 dní!

Wagner podrobněji píše o oblacích, které třídí do skupin podle L. Howarda a zdůrazňuje, že místní znalci počasí se mohou podle nich řídit dosti spolehlivě. Za jedinou plně vědeckou metodu předpovědi však pokládá pozorování počasí nad velkým územím, telegrafické shromažďování údajů v ústředních ústavech, analýzy map izobar a stanovení pravidel, podle kterých se přemísťují *depressie* (tlakové níže), kterým připisuje největší význam.

Některá jeho tvrzení vzbuzují dnes úsměv. Např. *Keď je povetrie suché, keď je tedy málo vyhladu na dažď, vtedy sme nervózni, nemôžeme spať a cítime klopanie srdca. Najlepší príklad, jako účinkuje vlaha povetrie na človeka, sú Amerikáni. V Severnej Amerike zriedka vidieť ľudí vypasených, a preto sa zdajú, jako by mali dlhé hrdlá. A tohoto príčinou je tiež povetrie. Povetrie Severnej Ameriky je suché, a preto sú Amerikáni takí nervózni, preto tak behajú, utekajú sem-tam.* Dodejme, že nyní se zdá, že se „suchost“ severoamerického klimatu na obyvatelích neprojevuje jednoznačně. Někteří opravdu, včetně prezidenta, běhají, a naopak mnozí jiní trpí až chorobnou otýlostí.

Literatura

- [1] FERENCOVÁ, E. – KUKUROVÁ, E., 2001. Popředná osobnosť slovenskej astronómie – Dr. Ján Alojz Wagner (1864 – 1930). In: XVIII. Zborník dejín fyziky. 7. Medzinárodný seminár dejín fyziky, Richnava 28.9. – 1.10. 2000. Bratislava, Slovenská spoločnosť pre dejiny vied a techniky pri SAV a Odborná skupina dejín a metodológie fyziky SFS, s. 95-100.
- [2] KRŠKA, K. – ŠAMAJ, F., 2001. Dějiny meteorologie v českých zemích a na Slovensku. Praha: Univerzita Karlova, Nakl. Karolinum. 568 s.
- [3] MUNZAR, J., 1985. Medardova kápě aneb Pranostiky očima meteorologa. 1. vyd. Praha: Horizont. 236 s.
- [4] WAGNER, J. A., 1908. *Aké bude počasie*. Poučná knižnica, sošit I. Pešťbudín: Nákl. Budapešťianskeho nakladateľského spolku úč. spol. 40 s.

Karel Krška

ÚPRAVA CITACÍ V METEOROLOGICKÝCH ZPRÁVÁCH

Od 1. čísla Meteorologických zpráv v roce 2003 došlo k drobným úpravám bibliografických citací. Naším cílem je přiblížení k citační praxi uplatňované zejména v akademické obci i v zahraničí, i když postupy nejsou zcela jednotné. Po zevrubném zvážení jsme jenom částečně akceptovali poměrně komplikovanou normu ČSN ISO 690 Bibliografické citace, protože její absolutní prosazení by bylo velmi problematické jak z hlediska autorského, tak i redakčního. **Hlavní změnou proti současné praxi je forma psaní jména autora z malých písmen na velká (bude uváděno maximálně pět autorů), přeřazení doby vydání (vročení) hned za jméno autora, uvádění názvů seriálových publikací, tj. časopisů, ročenek, sborníků apod., v nezkrácené podobě v kurzívě a navíc i uvádění ISBN u knih a ISSN u seriálových publikací, pokud je to možné. V textu článku bude i nadále uváděn v hranatých závorkách pouze číselný odkaz na citovaný pramen.**

Příklady citací:

Monografie

KRŠKA, K. – ŠAMAJ, F., 2001. Dějiny meteorologie v českých zemích a na Slovensku. 1. vyd. Praha: Univerzita Karlova v Praze, Nakladatelství Karolinum. 568 s. ISBN 80-7184-951-0.

Seriálová publikace – časopis

RACKO, S. – SIMON, A. – SOKOL, A., 2002. Niektoré z príčin búrok v zimnom období. *Meteorologické Zprávy*, roč. **55**, č. 3, s. 69–81. ISSN 0026-1173.

Seriálová publikace – sborník

VAVRUŠKA, F., 1999. Porovnání měření teploty vzduchu na klasických a automatických meteorologických stanicích. In: *Sborník prací Českého hydrometeorologického ústavu*. Praha: ČHMÚ, sv. **47**, s. 53–56. ISBN 80-85813-65-3, ISSN 0232-0401.



VÝBĚR Z NOVINEK ZÁKLADNÍ KNIHOVNY ČESKÉHO HYDROMETEOROLOGICKÉHO ÚSTAVU

Benešová, A.

Aeroklimatické charakteristiky Praha-Libuš

1971–2000. 1. vyd.

Praha: ČHMÚ, 2003. 38 s., CD-ROM.

Britannica Book of the Year

2003. 1. vyd. London: Encyklopaedia Britannica, Inc., 2003. 936 s.

ISBN 0-85229-956-7.

ISSN 0068-1156

Roth, G.D.

Encyklopedie počasí: Jak porozumět počasí a meteorologickým předpovědím

přeložil Vojtěch Vitek.

1. vyd. Praha: Knižní klub, 2000. 293 s.

ISBN 80-242-0228-X.

Bartsch, H.J.

Matematické vzorce

3. vyd., revidované. Praha: Mladá fronta, 2000. 832 s.

ISBN 80-204-0607-7.

Bednář, J.

Meteorologie: Úvod do studia dějů v zemské atmosféře

1. vyd. Praha: Portál, 2003. 224 s.

ISBN 80-7178-653-5.

Lynch, P.

Počasí. Podle seriálu televize BBC.

1. vyd. Praha: Euromedia Group k.s. Knižní klub, 2003. 240 s.

(Universum)

ISBN 80-242-0939-X.

Počasí: Zemská atmosféra, Srážky, Meteorologie, Klimatická pásma, Životní prostředí.

1. vyd. Praha: Fortuna Print, 2003. 128 s.

ISBN 80-7321-062-2.

Kholová, H.

Poslední přírodní ráje Čech, Moravy a Slovenska.

1. vyd. Zlín: Tigris, spol. s r.o., 2003. 300 s.

ISBN 80-86062-18-X.

Dvořák, P.

Termika aneb vyšší škola plachtění

1. vyd. Cheb: Svět křídél, 2002. 225 s.

ISBN 80-85280-83-3.