

METEOROLOGICKÉ ZPRÁVY

METEOROLOGICAL BULLETIN

<i>Radan Huth – Jan Kyselý: Využití statistického downscalingu při konstrukci scénářů v České republice. Část II. Validace a konstrukce scénářů</i>	97
<i>Petr Novák – Jan Kráčmar: Využití dopplerovských měření v radosondážní síti CZRAD</i>	105
<i>Karel Krška: Ústřední meteorologický ústav ve Vídni a české země. (K 150. výročí jeho založení.)</i>	114
Informace – Recenze	119

ROČNÍK 54 – 2001 – ČÍSLO 4

<i>Radan Huth – Jan Kyselý: The use of statistical downscaling in constructing climate change scenarios for in the Czech Republic. Part II. Validation and construction scenarios</i>	97
<i>Petr Novák – Jan Kráčmar: Usage of Doppler measurements in the Czech Weather Radar Network CZRAD</i>	105
<i>Karel Krška: Central meteorological institute in Vienna and the Czech lands. (To the 150th anniversary of its foundation.)</i>	114
Information – Reviews	119

Meteorologické zprávy, časopis pro odbornou veřejnost ● Vydává Český hydrometeorologický ústav ● Redakce: Český hydrometeorologický ústav, Na Šabatce 17, 143 06 Praha 4 – Komořany, telefon 4403 2722, 4403 2725, fax 4403 2721 ● 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 ● Ročně vychází 6 čísel, cena jednotlivého čísla 20,- Kč, roční předplatné 180,- Kč včetně poštovného, do zahraničí 42,- USD. Reg. číslo MK: 5107. ISSN 0026 – 1173

Radan Huth (Ústav fyziky atmosféry AV ČR) – Jan Kyselý (Ústav fyziky atmosféry AV ČR, MFF UK)

VYUŽITÍ STATISTICKÉHO DOWNSCALINGU PŘI KONSTRUKCI SCÉNÁŘŮ ZMĚNY KLIMATU V ČESKÉ REPUBLICE. ČÁST II. VALIDACE A KONSTRUKCE SCÉNÁŘŮ

The use of statistical downscaling in constructing climate change scenarios for the Czech Republic. Part II. Validation and construction of scenarios. Downscaled daily and monthly temperatures and monthly precipitation, obtained from large-scale circulation and upper-air temperature fields, are validated. The main drawback of downscaled daily temperatures is the symmetry of distributions of day-to-day temperature changes. On the other hand, downscaling is able to reproduce temperature difference between two distinct climatic states. The necessary conditions of a correct application of downscaling are shown to be fulfilled for daily and monthly temperature. The following temperature series have been constructed for a future climate with doubled CO₂ concentrations using downscaling from two GCMs: (i) monthly mean temperatures in the Blanice and Metuje catchments, (ii) mean daily temperatures in winter in six central and western European countries, and (iii) daily maximum temperatures at several stations in the Czech Republic. The downscaled temperatures appear to be more realistic than a direct output from the GCMs, mainly in their annual cycle and spatial variability.

KLÍČOVÁ SLOVA: změna klimatu – scénáře – modely klimatické globální a regionální – generátor stochastický – metody empirické

1. ÚVOD

Tato práce je pokračováním studie [5]. Zabývá se konstrukcí scénářů klimatické změny pomocí statistického downscalingu. Scénářem klimatu se rozumí souhrn klimatických informací, definujících jednu z možných cest vývoje (nebo jeden z možných stavů) klimatického systému [9]. Statistický downscaling je jednou z metod vytváření scénářů – viz [5]; mezi další používané metody patří:

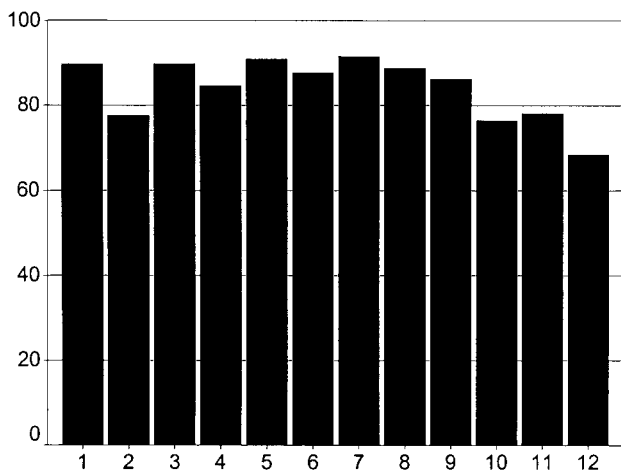
- (i) přímé využití výstupů z globálních klimatických modelů (nazývaných též modely všeobecné cirkulace atmosféry a známých pod anglickou zkratkou GCM);
- (ii) využití výstupů z regionálních klimatických modelů, které simulují klima na omezené oblasti, ale v podstatně hustší síti než globální klimatické modely;
- (iii) stochastický generátor denních meteorologických dat;
- (iv) empirické metody, založené mj. na analogii s historickými pozorováními a s paleoklimaty, na prostorových analogiích apod.;
- (v) přírůstkové scénáře, spočívající v předepsaných hodnotách změn klimatických prvků – ty jsou používány hlavně pro citlivostní analýzu dopadů změny klimatu.

Jednotlivé metody jsou podrobněji popsány např. v pracích [9, 13]. Tamtéž a dále v [10, 20, 23] lze najít přehledy scénářů, jež byly v ČR využity při studiu dopadů změny klimatu na sektory zemědělství, hydrologie a lesnictví.

V tomto článku jsou nejdříve validovány výsledky statistického downscalingu z pozorovaných dat. Dále jsou stručně popsány modely všeobecné cirkulace atmosféry použité pro konstrukci scénářů, zmíněny výsledky jejich validace a je posouzeno, nakolik jsou splněny požadavky pro oprávněné použití downscalingu (viz kap. 2 v [5]). Nakonec jsou vytvořeny scénáře klimatické změny, tj. downscaling je aplikován na simulace budoucího klimatu, změněného oproti současnosti v důsledku zvýšených koncentrací skleníkových plynů (tzv. 2 × CO₂ běh).

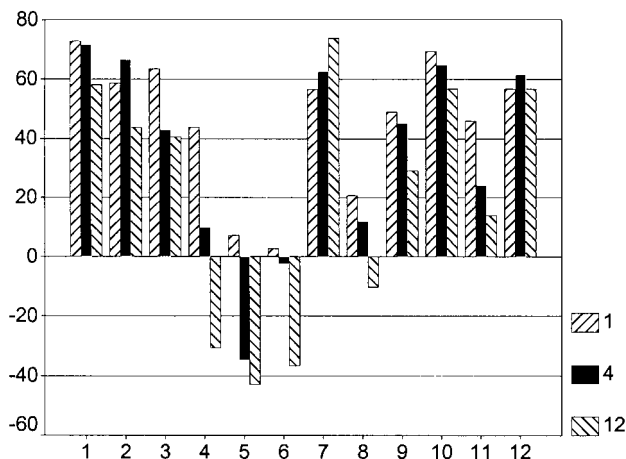
2. DOWNSCALING Z POZOROVANÝCH HODNOT

Downscaling jsme uskutečnili pro dva druhy cílových proměnných: jednak pro měsíční průměrné teploty a měsíční úhrny srážek v povodích Metuje a Blanice, jednak pro denní teploty (průměrné, maximální i minimální) na jednotlivých stanicích v několika zemích střední a západní Evropy (Česká



Obr. 1 Korelační koeficient (x100) mezi teplotami získanými metodou downscalingu a pozorovanými měsíčními průměrnými teplotami v povodí Metuje; regrese pro čtyři tříměsíční sezony.

Fig. 1. Correlation coefficient (x100) between the downscaled and observed mean monthly temperatures in the Metuje catchment; regression built for 4 seasons three months long.



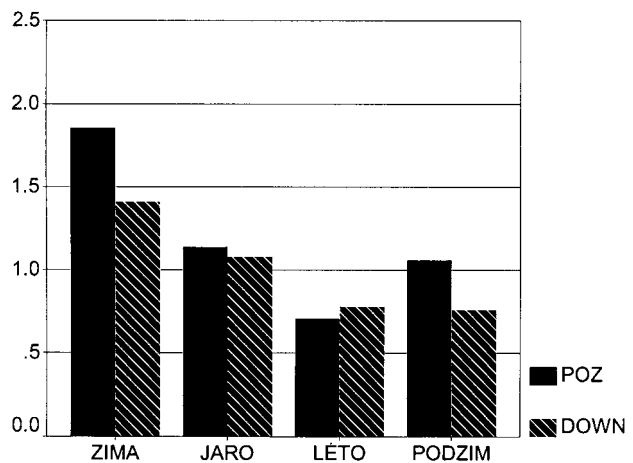
Obr. 2 Korelační koeficient (x100) mezi měsíčními úhrny srážek získanými pomocí downscalingu a pozorovanými měsíčními úhrny srážek v povodí Metuje; regrese rovnice pro každý měsíc zvlášť (12), čtyři tříměsíční sezony (4) a pro celý rok dohromady (1).

Fig. 2. Correlation coefficient (x100) between the downscaled and observed monthly precipitation totals in the Metuje catchment; regression equations built for each month separately (12), for 4 seasons three months long (4) and for the whole year together (1).

republika, Slovensko, Rakousko, Švýcarsko, Německo a Belgie). Metuje a Blanice byla vybrána jako povodí, v nichž byly zkoumány dopady změny klimatu na hydrologický režim [22].

2.1 Měsíční hodnoty

Zde jsme se zabývali třicetiletým obdobím 1961–1990. Datový soubor predikandů tvoří měsíční srážkové úhrny a průměrné teploty pro povodí Blanice a Metuje. Srážky pro povodí Metuje byly získány zprůměrováním dat z pěti srážkoměrných stanic, ostatní veličiny tvoří data vždy z jedné stanice: Husinec pro srážky a teploty na Blanici, Maršov pro teploty na Metuji. Prediktory jsou uvažovány dva: výšky hladiny



Obr. 3 Průměrná anomálie teploty (ve °C) v povodí Metuje pro deset nejteplejších sezon v pozorováních (POZ) a hodnotách získaných downscalingem (DOWN) definovaných regresí z deseti nejchladnějších sezon.

Fig. 3. Mean temperature anomaly (in °C) in the Metuje catchment for the ten warmest seasons in observations (POZ) and downscaled values (DOWN), determined by regression from the ten coldest seasons.

500 hPa a relativní topografie (tloušťka) vrstvy 1000/500 hPa. Obě veličiny jsou zadány v uzlových bodech sítě $5.6^\circ \times 5.6^\circ$ nad oblastí ohraničenou 16.9° z. d., 28.1° v. d., 32.1° s. š. a 65.6° s. š. Výběr prediktorů je zdůvodněn v [5] a [6].

V prvním kroku byla pole výšek hladiny 500 hPa a relativní topografie 1000/500 hPa podrobena analýze hlavních složek. Tím jsme dosáhli snížení počtu prediktorů (několik nejvýznamnějších složek vysvětluje většinu rozptylu původních proměnných) a jejich lineární nezávislosti. Měsíční úhrny srážek a měsíční průměrné teploty v povodí Blanice a Metuje pak byly určovány z hlavních složek obou polí pomocí lineární regrese. K vyhodnocení jsme použili metodu křížové validace [19], kdy jsme z analýzy postupně vynechali vždy jeden rok, regresní model postavili na datech ze zbývajících 29 let, a data z vynechaného roku použili jako nezávislý soubor. Celkem jsme tedy regresní model počítali třicetkrát. Použitá metodika je podrobně diskutována v práci [6]. Pro průměrnou měsíční teplotu je procento rozptylu vysvětlené prediktory po celý rok dostatečně vysoké – pohybuje se mezi 50 až 80 % (obr.1). Pro srážky je úspěšnost downscalingu v teplé polovině roku velmi nízká, ať už jsou regresní rovnice stavěny odděleně pro jednotlivé měsíce, jednotlivé sezony či celý rok dohromady (obr. 2). Je-li úspěšnost vyhodnocována po sezonách, downscaling pro měsíční srážky vysvětluje více než polovinu celkového rozptylu pouze v zimě; na jaře klesá vysvětlený rozptyl na pouhých 10 % (není ukázáno). Výrazně záporná korelace v některých měsících je důsledkem použití křížové validace při vyhodnocení, je-li očekávána úspěšnost „předpovědi“ blízka nule; nelze ji tedy interpretovat tak, že předpovídáme opačnou závislost, než jaká je ve skutečnosti [1].

Abychom ověřili schopnost downscalingu reprodukovat rozdíly mezi dvěma různými klimatickými stavy, vybrali jsme v pozorovaných datech deset nejchladnějších a deset nejteplejších sezon (tj. zim, jar atd.) jako analogy k současnému a budoucímu (pravděpodobně teplejšímu) klimatu. Regresní model jsme postavili na třiceti měsících (ne nutně nejchladnějších) z deseti nejchladnějších sezon a aplikovali jej na třicet měsíců deseti nejteplejších sezon. Kladné teplotní anomá-

lie teplých sezon reprodukuje downscaling úspěšně (obr. 3). Tento výsledek ukazuje, že downscaling je schopen popsat rozdíly mezi teplotně odlišnými klimatickými stavy. Převažující podhodnocení velikosti anomálií je důsledkem skutečnosti, že hodnoty získané downscalingem mají menší rozptyl než pozorování, neboť nebyla provedena inflace rozptylu.

2.2 Denní hodnoty

Za nejlepší metodu downscalingu pro denní teploty byla v [5] vybrána kroková regrese výšek hladiny 500 hPa a teploty v 850 hPa v uzlových bodech. Kroková regrese byla aplikována na hodnoty zmíněných prediktorů v uzlových bodech sítě 5° z. š. × 5° z. d. v oblasti 35° – 65° s. š. a 40° z. d. – 40° v. d. Podrobnosti o použité metodě lze najít v [4]. Výsledky validace downscalingu průměrné denní teploty v zimě z uvedených dvou prediktorů byly prezentovány v [5] (viz obr. 2, 5 a 6 tamtéž): Pro zimní období dosahuje korelační koeficient mezi pozorovanou teplotou a teplotou získanou aplikací metody downscalingu hodnotu 0,82. Jde o střední hodnotu korelace pro zájmovou oblast, zahrnující šest zemí střední a západní Evropy; průměrná střední kvadratická chyba činí 2,88 °C. Nad Českou republikou je downscaling úspěšný slabě podprůměrně – střední kvadratická chyba se většinou pohybuje od 3,1 do 3,5 °C, na Milešově díky blízkosti volné atmosféry klesá chyba na 2,4 °C, avšak v Teplících roste na 4,4 °C, což je nejvíce z celé zájmové oblasti. Chyba perzistence denní teploty se na území ČR pohybuje okolo nuly: od – 0,036 v Teplících a Holešově po + 0,020 v Husinci.

Tab. 1 Šikmost a špičatost rozdělení maximální teploty v létě (nahore) a minimální teploty v zimě (dole) pro tři stanice v ČR: pozorování (POZ) a výsledek downscalingu (DOWN).

Table 1. Skewness and curtosis of distributions of maximum temperature in summer (top) and minimum temperature in winter (bottom) for three stations in the Czech Republic: observations (POZ) and downscaled values (DOWN).

Stanice		Šikmost		špičatost	
		POZ	DOWN	POZ	DOWN
léto	Kostelní Myslová	-0.07	-0.37	-0.33	-0.09
	Strážnice	-0.17	-0.37	-0.30	-0.03
	Praha-Ruzyně	-0.01	-0.36	-0.35	-0.13
zima	Kostelní Myslová	-0.70	-0.01	0.65	-0.22
	Strážnice	-0.91	-0.09	1.39	-0.22
	Praha-Ruzyně	-0.88	-0.03	1.00	-0.24

Tab. 2 Směrodatná odchylka a šikmost rozdělení mezidenních změn maximální teploty v létě (nahore) a minimální teploty v zimě (dole) pro tři stanice v ČR: pozorování (POZ) a výsledek downscalingu (DOWN).

Table 2. Standard deviation and skewness of distributions of day-to-day change in maximum temperature in summer (top) and minimum temperature in winter (bottom) for three stations in the Czech Republic: observations (POZ) and downscaled values (DOWN).

Stanice		směrodat.odchylka		šikmost	
		POZ	DOWN	POZ	DOWN
léto	Kostelní Myslová	3.4	2.8	-0.44	-0.01
	Strážnice	3.3	2.7	-0.51	-0.11
	Praha-Ruzyně	3.6	3.0	-0.54	-0.10
zima	Kostelní Myslová	2.9	2.8	0.24	-0.15
	Strážnice	3.7	3.6	0.43	-0.11
	Praha-Ruzyně	3.0	3.0	0.28	-0.13

V dalším se soustředíme na denní extrémní teploty. Downscaling byl proveden pro denní minimální teploty v měsících listopad až březen a pro denní maximální teploty v měsících květen až září. Extrémní teploty získané downscalingem jsme validovali na několika stanicích ve střední Evropě; zde ukážeme výsledky pro tři stanice v ČR: Strážnice, Prahu-Ruzyni a Kostelní Myslovou. Opět byla použita kroková lineární regrese hodnot v uzlových bodech, jako prediktory byly použity výšky hladiny 500 hPa a relativní topografie vrstvy 1000/500 hPa. Analyzováno je období 1961–1990.

Denní teploty získané metodou downscalingu mají z definice střední hodnotu a rozptyl shodné s pozorovanými teplotami. Validace denních teplot se proto týká vyšších statistických momentů rozdělení teploty a rozdělení mezidenních změn teploty.

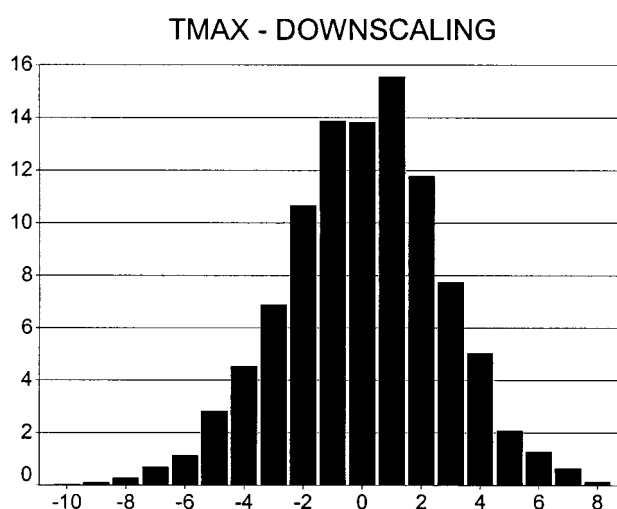
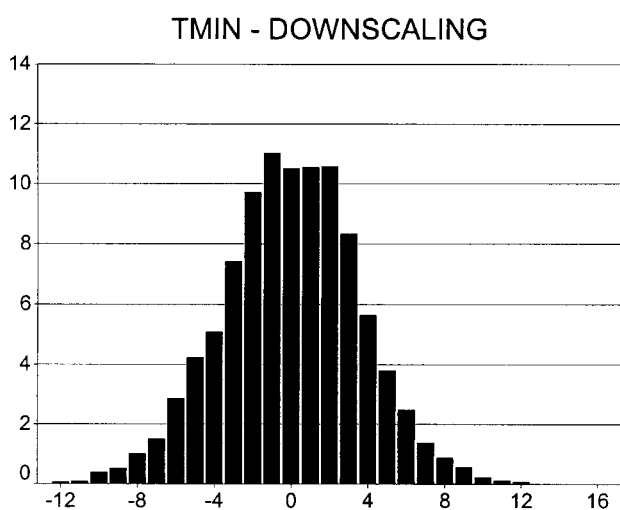
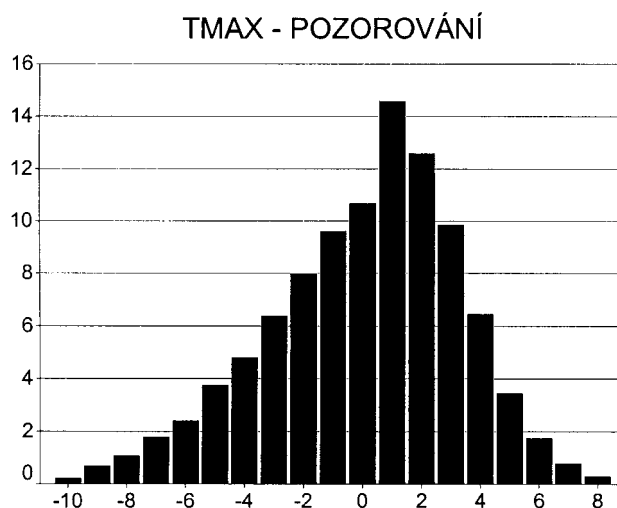
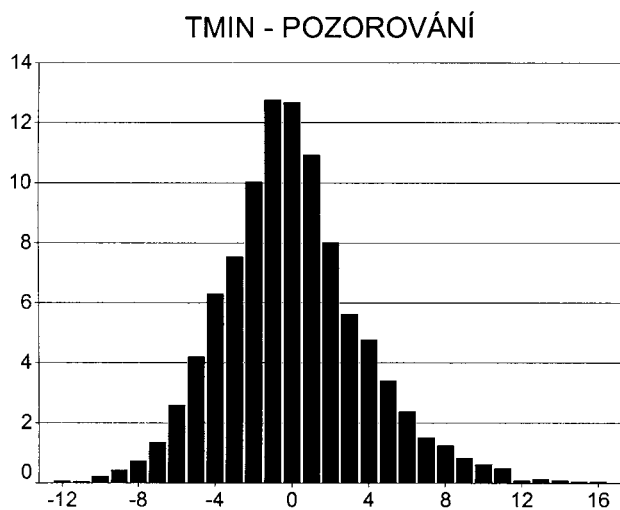
Teploty získané pomocí downscalingu se třetím i čtvrtým statistickým momentem svého rozdělení (šikmost a špičatost) značně odlišují od pozorovaných teplot (tab. 1). Zatímco pozorované minimální teploty mají v zimě šikmost zápornou a maximální teploty v létě blízkou nule, u teplot odvozených downscalingem je tomu naopak. Špičatost pozorovaných teplot je v zimě kladná, v létě záporná, avšak u teplot z downscalingu je v obou sezónách blízká nule. Tab. 2 ukazuje, že směrodatná odchylka mezidenních změn teplot odvozených downscalingem se v zimě dobře shoduje s pozorováními; v létě je mírně podhodnocena, tj. perzistence teploty je nadhodnocena. Šikmost rozdělení mezidenních změn se pro teploty získané pomocí downscalingu pohybuje okolo nuly; ve skutečnosti je v létě záporná a v zimě kladná. Tyto nedostatky je dobře vidět na obr. 4, který zachycuje histogramy mezidenních změn teploty na stanici Strážnice pro pozorované a downscaleované teploty. Pozorovaná rozdělení jsou nesympetrická; nejčtenější změnou jsou mírná ochlazení v zimě a mírná oteplení v létě. Navíc je v zimě zřejmá převaha výrazných oteplení nad výraznými ochlazeními, zatímco v létě naopak převládají výrazná ochlazení nad výraznými otepleními. Rozdělení mezidenních změn teplot získaných metodou downscalingu jsou však daleko více symetrická.

Nedostatky v zachycení parametrů rozdělení teploty a mezidenní změny teploty se projevují i v tom, nakolik je schopen downscaling reprodukovat charakteristiky horkých a studených vln. Horká vlna je v [15] definována jako období, (i) během něhož denní maximální teplota dosáhla aspoň

Tab. 3 Průměrná roční četnost výskytu a průměrná délka trvání horkých vln v létě (nahore) a studených vln v zimě (dole) pro tři stanice v ČR: pozorování (POZ) a výsledek downscalingu (DOWN). Pro Kostelní Myslovou není uvedena průměrná délka horkých vln z důvodu jejich velmi malého výskytu.

Table 3. Mean annual frequency and mean duration of heat waves in summer (top) and cold waves in winter (bottom) for three stations in the Czech Republic: observations (POZ) and downscaled values (DOWN). For Kostelní Myslová, duration of heat waves is omitted because of their scarcity.

Stanice		Četnost		délka	
		POZ	DOWN	POZ	DOWN
léto	Kostelní Myslová	0.3	0.1		
	Strážnice	1.4	1.0	6.8	8.0
	Praha-Ruzyně	0.5	0.3	7.2	5.8
zima	Kostelní Myslová	1.2	0.5	11.2	14.5
	Strážnice	1.2	0.8	11.3	10.6
	Praha-Ruzyně	1.4	0.7	11.2	11.5



Obr. 4 Histogramy mezidenních změn teploty (ve °C) na stanici Strážnice: maximální teploty v létě (vpravo) a minimální teploty v zimě (vlevo); pozorování (nahore) a downscaling (dole).

Fig. 4. Histograms of interdiurnal temperature change (in °C) at the Strážnice station: maximum temperature in summer (right) and minimum temperature in winter (left); observations (top) and downscaling (down).

30 °C v aspoň třech dnech, (ii) jehož průměrná maximální teplota byla aspoň 30 °C a (iii) během něhož maximální teplota neklesla pod 25 °C. Tato definice byla použita v dalších studiích [7, 16, 17]. Inverzně definujeme studenou vlnu, a to pro minimální teplotu a prahové teploty -12 °C a -5 °C. Tab. 3 ukazuje, že horké a studené vlny jsou v teplotách získaných pomocí downscalingu méně četné než v pozorováních, zatímco průměrné trvání horkých a zvláště studených vln je downscalingem zachyceno vcelku dobře. Podrobněji je simulace horkých a studených vln diskutována v [17].

3. POUŽITÉ GLOBÁLNÍ MODELY A JEJICH VALIDACE

Downscaling jsme aplikovali na dva globální klimatické modely: ECHAM3 a CCCM2.

3.1 Model ECHAM

Model ECHAM byl vyvinut v Max-Planckově ústavu pro meteorologii v Hamburku (odtud HAM v názvu) z předpovědního modelu Evropského centra pro střednědobou předpověď (ECMWF) (odtud EC).

Většina studií v ČR zaměřených na změny klimatu byla v poslední době založena na výstupech z modelu ECHAM. Základní údaje o tomto modelu i o obou jeho analyzovaných běžích (kontrolní a $2 \times \text{CO}_2$) byly v Meteorologických zprávách zveřejněny v článku [16]. K dispozici jsme měli 30 let z každého běhu. Validace polí prediktorů, tj. výšek hladiny 500 hPa a relativní topografie vrstvy 1000/500 hPa, simulovaných modelem ECHAM, je popsána v pracích [3, 6, 7]. Stručně shrnuto, model ECHAM simuluje cirkulaci ve střední troposféře velmi dobře; drobné nepřesnosti při reprodukci jejího časového chování nepředstavují pro účely downscalingu závažný problém. Pole teploty ve spodní troposféře je simulováno poněkud hůře, neboť model nezachycuje mód proměnlivosti s centrem aktivity nad Tuniskem. Ten však střední Evropu ovlivňuje jen zanedbatelně málo, a úspěšnost downscalingu tak nemůže ve větší míře negativně ovlivnit.

Validaci přízemních teplot a srážek v ČR v modelu ECHAM se věnovaly mj. práce [11, 12, 16, 21, 22]. Základní nedostatky modelu lze shrnout do několika bodů:

- (i) příliš nízká mezidenní proměnlivost teploty, tj. nadhodnocená perzistence,
- (ii) posun ročního maxima teploty z července na srpen,
- (iii) nadhodnocená průměrná délka horkých vln a posun maxima jejich výskytu na srpen,
- (iv) nadhodnocené srážkové úhrny po celý rok s výjimkou srpna a září,
- (v) nesprávně simulovaný roční chod srážek s hlavním maximem v červnu a hlavním minimem v září.

3.2 Model CCCM

CCCM2 je modelem druhé generace Kanadského centra pro modelování klimatu. Popsán je v práci [18], ve které lze nalézt rovněž jeho základní validaci. Výsledky rovnovážného experimentu s dvojnásobnými koncentracemi CO_2 jsou popsány v [2]. Model CCCM2 má rozlišení T32, což zhruba odpovídá kroku sítě $3.75^\circ \times 3.75^\circ$. Jeho interaktivní spodní hranice sestává z modelu směšovací vrstvy oceánu a z termodynamického modelu ledu. K dispozici jsme měli dvacet let jeho kontrolního i $2 \times \text{CO}_2$ běhu.

Proměnné ve volné atmosféře (a to jak cirkulační, tak teplotní) v euro-atlantické oblasti simuluje model CCCM2 poměrně uspokojivě [8]. Nedostatkem je podhodnocená proměnlivost cirkulace v oblasti nízkých i synoptických frekvencí; mezidenní proměnlivost teploty ve volné atmosféře je v modelu podhodnocena jen slabě. Módy proměnlivosti cirkulace i teploty simuluje tento model úspěšně.

Základním nedostatkem modelu CCCM2 při simulaci přízemních proměnných na území ČR [8, 14] je jeho neschopnost adekvátně zachytit záporné teploty, a s tím spojená extrémně nízká mezidenní proměnlivost zejména minimální teploty v zimě. V modelu dochází k potlačení denní i roční amplitudy teploty.

4. SPLNĚNÍ POŽADAVKŮ DOWNSCALINGU

Pro validaci obou globálních klimatických modelů již můžeme odpovědět na otázku, nakolik jsou splněny podmínky pro správnou aplikaci downscalingu, formulované na konci kap. 2 první části této práce.

1. *Vztah prediktorů a prediktandů je dostatečně silný.* Analýza v [5], kap. 3.1 ukázala, že pro denní hodnoty lze downscaling použít na teplotu, popř. na složky větru, ne však na srážky, bez ohledu na jejich případnou transformaci. Toto platí jak pro letní, tak zimní období. Pokud jde o měsíční hodnoty, pro měsíční průměry teploty lze downscaling použít bez problémů, pro měsíční úhrny srážek jej lze aplikovat jen v zimní polovině roku (viz kap. 2.1 zde). Toto vše platí, jsou-li prediktory vybrány z veličin popisujících cirkulaci a teplotu ve spodní a střední troposféře.

2. *Vztah mezi prediktory a prediktandy se s časem nemění a zůstane stejný i za podmínek budoucího klimatu.* Druhou, zásadní část tohoto předpokladu nelze pochopitelně verifikovat. Analýza v [5], kap. 3.2 nicméně ukazuje, že jeho platnost lze předpokládat jen do určité míry, neboť i v rámci současného klimatu se intenzita vztahu mezi prediktory a prediktandy s časem poněkud mění.

3. *Použitý globální model je schopen dobře simulovat prediktory.* Validace prediktorů ve studiích citovaných v kap. 3 ukazuje, že tento předpoklad je vcelku dobře splněn pro oba použité modely, tj. ECHAM3 a CCCM2.

4. *Globální model sám neumí požadované přízemní veličiny s dostatečnou přesností reprodukovat.* Validace přízemních teplot a srážek prokázala, že přesnost simulace přízem-

ních klimatických proměnných modelem ECHAM je nedostatečná. Totéž platí pro CCCM2.

Předpoklady downscalingu lze pro přízemní teplotu považovat do dostatečné míry za splněné, a jeho aplikace při konstrukci scénářů změn teploty je oprávněna.

5. SCÉNÁŘE KLIMATICKÉ ZMĚNY

Regresní vztahy mezi prediktory a prediktandy nalezené v pozorovaných datech byly aplikovány na výstupy z rovnovážných běhů cirkulačních modelů pro dvojnásobné koncentrace skleníkových plynů. Ve shodě s tím, nakolik jsou pro jednotlivé proměnné splněny čtyři výše uvedené požadavky, jsme tak zkonstruovali scénáře klimatické změny pro:

- (i) měsíční průměrné teploty v povodích Blanice a Metuje,
- (ii) denní průměrné teploty pro 39 stanic v oblasti střední a západní Evropy,
- (iii) maximální denní teploty v letním období pro stanice v ČR.

Pro diskusi o možnostech konkrétního použití pozorovaných regresních vztahů na výstupy z cirkulačních modelů, zejména pokud jde o normalizaci prediktorů a prediktandů, odkazujeme na práci [6].

5.1 Průměrné měsíční teploty

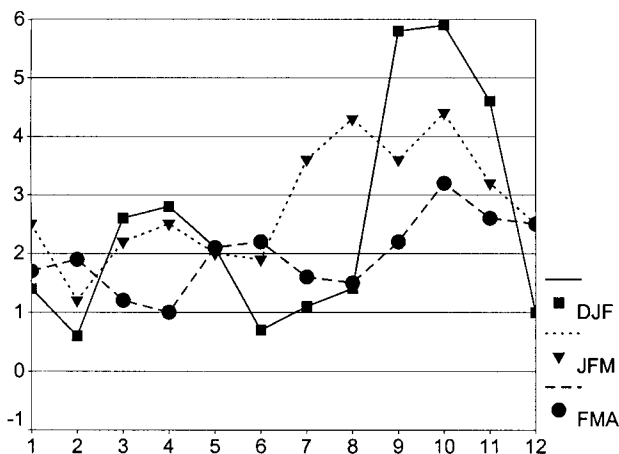
Výpočet průměrné měsíční teploty pro $2 \times \text{CO}_2$ klima pro povodí Blanice a Metuje byl proveden pomocí modelu ECHAM pro tři různá rozdělení roku do čtyř tříměsíčních sezon (začínající období prosinec – únor; leden – březen; a únor – duben), a to pro každou tříměsíční sezonu zvlášť. Očekávané oteplení, tj. rozdíl downscaleovaných teplot pro $2 \times \text{CO}_2$ klima od pozorování, je ukázáno na obr. 5. Nápadné jsou „schody“, které se objevují mezi některými sezonami, např. pro přechody léto/podzim a podzim/zima pro běžně definované sezony (prosinec až únor atd.), či mezi sezonami duben – červen, červenec – září pro Blanici. Důvodem této nekonzistence je skutečnost, že různé prediktory, tedy hlavní složky obou vstupních polí, reagují na změnu koncentrací CO_2 různě a že prediktory vybrané do regresní rovnice se mezi sezonami liší. Tak např. v sezoně září až listopad, která se projevuje nejvýraznějším oteplením, jsou do regresní rovnice vybrány výhradně prediktory, jejichž amplituda se ve $2 \times \text{CO}_2$ klimatu oproti současnosti výrazně zvýší, zatímco v sousedních sezonách (červen – srpen a prosinec – únor) se v regresních rovnicích vyskytují i prediktory, jež se ve $2 \times \text{CO}_2$ klimatu téměř nezmění.

Nežádoucí „schodovitý“ efekt jsme minimalizovali tím, že jsme výsledné měsíční hodnoty oteplení určili jako průměr ze tří různých rozdělení roku na sezony, tedy ze tří hodnot z obr. 5. Takto stanovená změna teploty je v obr. 6 porovnána se změnou získanou přímo z modelu ECHAM: vidíme, že očekávané oteplení získané downscalingem je nižší, než udává přímý výstup z modelu, s výjimkou měsíců říjen a listopad. Na rozdíl od modelu, který očekává největší oteplení v srpnu, downscaling dává největší oteplení v říjnu. Model i downscaling se shodují v tom, že pro Metuji lze očekávat menší oteplení než pro Blanici.

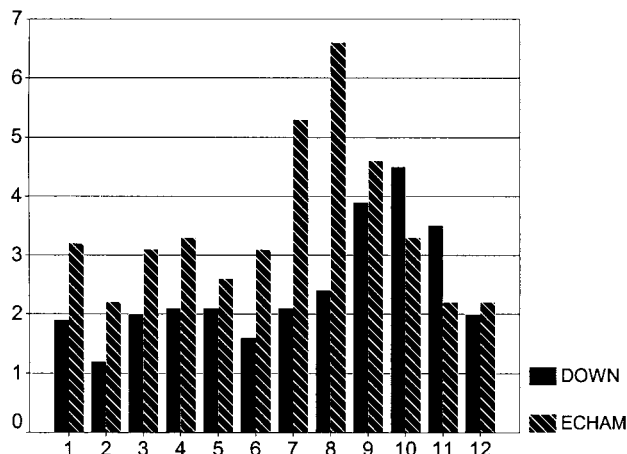
5.2 Průměrné denní teploty v zimě

Pro 39 stanic ve střední a části západní Evropy byly určeny průměrné denní teploty v $2 \times \text{CO}_2$ klimatu v zimě pomocí násobné regrese z výšek hladiny 500 hPa a teploty v 850 hPa v uzlových bodech z příslušného běhu modelu CCCM. Pole očekávaného oteplení (tj. rozdíl $2 \times \text{CO}_2$ – současnost) je nakresleno na obr. 7. Pro srovnání uvádíme též očekávané

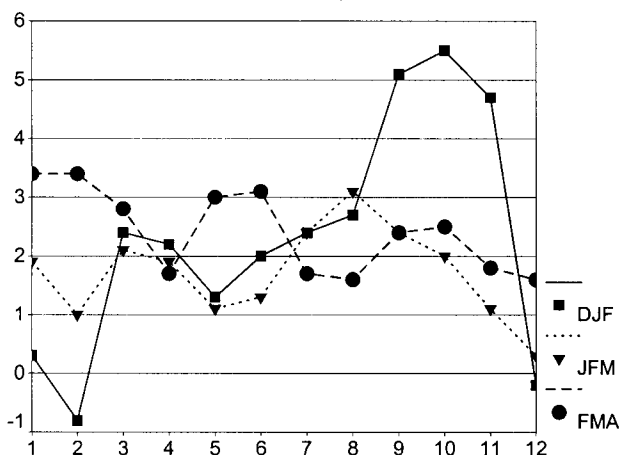
ZMENA TEPLoty, BLANICE



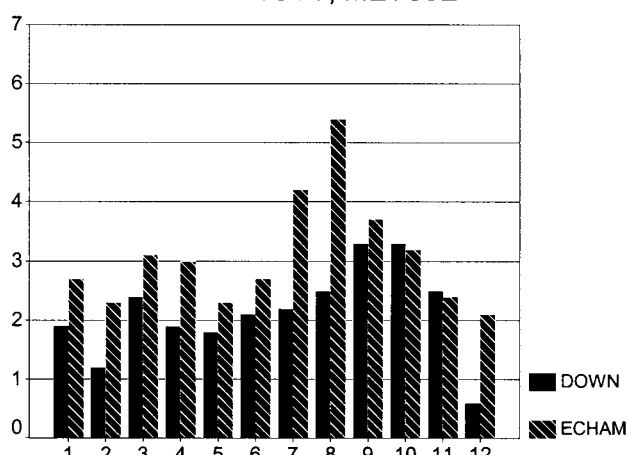
ZMENA TEPLoty, BLANICE



ZMENA TEPLoty, METUJE



ZMENA TEPLoty, METUJE



Obr. 5 Změna teploty (rozdíl mezi $2 \times \text{CO}_2$ a současným klimatem; ve $^{\circ}\text{C}$) pro Blanici a Metuji získaná downscalingem pro tři různá rozdělení roku na tříměsíční sezony. Počáteční sezona označena písmeny: DJF = prosinec až únor; JFM = leden až březen; FMA = únor až duben.

Fig. 5. Temperature change (difference between the $2 \times \text{CO}_2$ and present climates; in $^{\circ}\text{C}$) for Blanice and Metuje obtained by downscaling for three different sets of three-month seasons. The initial season is denoted by DJF for December to February, JFM for January to March, and FMA for February to April.

Obr. 6 Roční chod změny teploty ($^{\circ}\text{C}$) pro Blanici a Metuji: DOWN = kombinace tří chodů teploty, získaných pomocí downscalingu pro různá rozdělení roku na tříměsíční sezony; ECHAM = přímý výstup z modelu.

Fig. 6. Annual variation of the temperature change ($^{\circ}\text{C}$) for Blanice and Metuje: DOWN = combination of three annual courses, obtained by downscaling for three different sets of three-month seasons; ECHAM = direct GCM output.

oteplení, je-li jako prediktor v downscalingu použita jen cirkulace, tj. výšky hladiny 500 hPa (obr. 8), a oteplení očekávané přímo modelem CCCM (obr. 9). Vidíme, že:

- (i) downscaling poskytuje více lokálních detailů ovlivněných orografií, např. nižší hodnoty oteplení na vrcholových horských stanicích a v blízkosti moře, než přímý výstup z modelu,
- (ii) downscaling eliminuje velmi vysoké hodnoty oteplení, které dává přímý výstup z modelu pravděpodobně jako důsledek nerealistické simulace současného klimatu na většině zájmové oblasti,
- (iii) downscaling dává oteplení méně regionálně proměnlivé a
- (iv) zahrnutí teploty mezi prediktory vede ke zvýšení očekávaného oteplení.

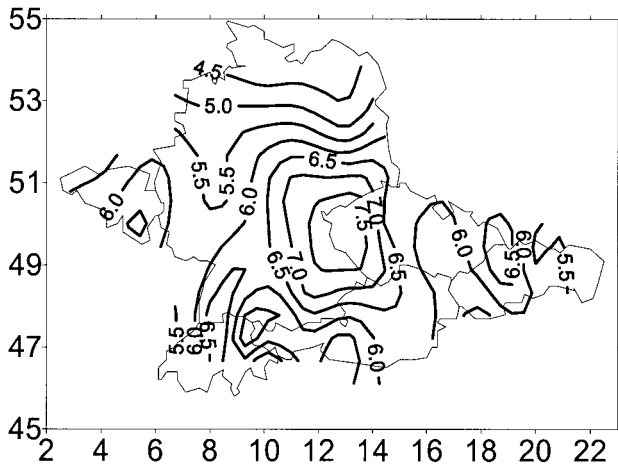
Ve srovnání s jinými scénáři klimatické změny pro Českou republiku (viz např. [10, 23]) jsou teplotní změny získané

downscalingem z modelu CCCM vyšší: na většině území ČR se pohybují mezi 6,0 a 7,5 $^{\circ}\text{C}$, zatímco scénář založený na modelu GISS vykazoval nárůst teploty v zimě o 5,9 $^{\circ}\text{C}$ [10] a scénář vycházející z modelu ECHAM počítá se vzrůstem průměrné denní teploty v zimě o 2–3 $^{\circ}\text{C}$ [23]. Pokus o vysvětlení těchto rozdílů by však byl spekulací zasahující již mimo rámec této práce.

5.3 Maximální denní teploty v létě

Pro vybrané stanice v ČR byly pomocí downscalingu zkonstruovány řady denních maximálních teplot v měsících květen až září pro $2 \times \text{CO}_2$ klima. Použita byla metoda krokové regrese hodnot v uzlových bodech, prediktory byly výšky hladiny 500 hPa a relativní topografie vrstvy 1000/500 hPa a výchozím modelem byl ECHAM. Očekávané oteplení získané pomocí downscalingu je o necelý stupeň nižší, než udává přímý výstup z modelu (tab. 4).

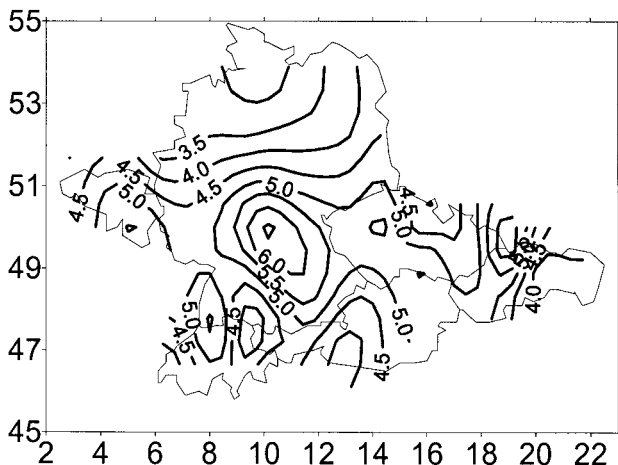
DELTA T - downscaling, Z5 + T8



Obr. 7 Očekávané oteplení (°C) pro denní průměrné teploty v zimě, downscaling z výšek hladiny 500 hPa a teploty v 850 hPa v modelu CCCM.

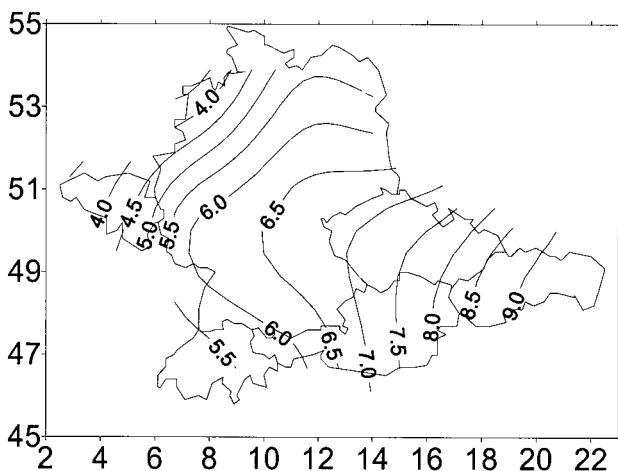
Fig. 7. Anticipated warming (°C) for daily mean temperature in winter, downscaling from 500 hPa heights and 850 hPa temperature in the CCCM model.

DELTA T - downscaling, Z5



Obr. 8 Jako obr. 8, downscaling jen z výšek hladiny 500 hPa.

Fig. 8. As in Fig. 7, downscaling from 500 hPa heights only.



Obr. 9 Očekávané oteplení v zimě, přímý výstup z CCCM.

Fig. 9. Anticipated warming in winter, direct CCCM output.

Tab. 4 Průměrná pozorovaná maximální teplota (POZ) a průměrná změna denní maximální teploty ($2 \times \text{CO}_2 - 1 \times \text{CO}_2$) pro měsíce květen až září získaná přímo z modelu ECHAM (GCM) a downscalingem z modelu ECHAM (DOWN).

Table 4. Mean observed maximum temperature (POZ) and mean daily maximum temperature change ($2 \times \text{CO}_2 - 1 \times \text{CO}_2$) for May to September obtained from a direct output from ECHAM (GCM) and from downscaling from ECHAM (DOWN).

Stanice	POZ	GCM	DOWN
Kost. Myslová	19.8	4.9	4.2
Strážnice	22.6	4.9	4.1
Praha-Ruzyně	21.0	5.0	4.2

Tab. 5 Průměrné trvání horké vlny (ve dnech) pro současné klima ($1 \times \text{CO}_2$) a pro $2 \times \text{CO}_2$ klima; a pro pozorování (POZ), přímý výstup z modelu ECHAM (GCM) a downscaling z modelu ECHAM (DOWN).

Table 5. Mean duration of heat waves (in days) for the present climate ($1 \times \text{CO}_2$) and for $2 \times \text{CO}_2$ climate; and for observations (POZ), direct ECHAM output (GCM) and downscaling from ECHAM (DOWN).

Stanice	$1 \times \text{CO}_2$			$2 \times \text{CO}_2$	
	POZ	GCM	DOWN	GCM	DOWN
Kost. Myslová	5.3	7.5	-	24.0	13.7
Strážnice	6.8	13.5	6.4	47.1	25.3
Praha-Ruzyně	7.2	11.5	5.8	31.0	16.9

Tab. 6 Průměrná roční četnost výskytu horkých vln; jinak jako tab. 5.

Table 6. Mean annual frequency of heat waves; otherwise as in Table 5.

Stanice	$1 \times \text{CO}_2$			$2 \times \text{CO}_2$	
	POZ	GCM	DOWN	GCM	DOWN
Kost. Myslová	0.3	0.4	0.0	1.9	2.0
Strážnice	1.4	1.0	0.8	1.5	2.6
Praha-Ruzyně	0.5	0.7	0.2	1.9	2.5

Očekávané zvýšení denních maximálních teplot o ca $4 \text{ }^\circ\text{C}$ by bylo spojeno s enormním nárůstem četnosti a délky horkých vln. Průměrná délka horké vlny by vzrostla na dvojnásobek až trojnásobek současných hodnot (tab. 5); zvýšení počtu horkých vln by bylo nejvýraznější na nejchladnější stanici Kostelní Myslová (tab. 6). Horké vlny v downscaleovaných teplotách jsou i pro $2 \times \text{CO}_2$ klima kratší než v přímém výstupu z modelu, zato jsou však četnější. (Podrobnosti týkající se analýzy horkých vln ve výstupech z modelu ECHAM jsou např. v pracích [7, 16].)

6. ZÁVĚRY

V této části práce jsme provedli validaci denních a měsíčních průměrných teplot a měsíčních úhrnů srážek získaných statistickým downscalingem z velkorozměrných polí cirkulace a teploty spodní troposféry. Největším nedostatkem teplot získaných metodou downscalingu je symetrie mezidenních změn teploty: na rozdíl od skutečnosti jsou kladné a záporné mezidenní změny teploty stejně časté; platí to pro léto i zimu. Výrazně pozitivním zjištěním je schopnost downscalingu reprodukovat rozdíl teploty mezi dvěma rozdílnými klimatickými stavy.

Ukázali jsme, že podmínky, za nichž je použití downscalingu oprávněno, jsou splněny pro průměrné měsíční i denní teploty v České republice a střední Evropě, a to pro oba uvažované klimatické modely. Na základě tohoto zjištění byly pomocí downscalingu zkonstruovány teplotní řady pro budoucí klima, změřené v důsledku zdvojnásobení koncentrací skleníkových plynů. Jedná se o:

- (i) průměrné měsíční teploty v povodích Blanice a Metuje,
- (ii) průměrné denní teploty v zimě na stanicích ve střední Evropě,
- (iii) maximální denní teploty na několika stanicích v ČR.

Hodnoty získané downscalingem vykazují realističtější rysy než přímé výstupy z globálních klimatických modelů, hlavně pokud jde o roční chod a prostorovou proměnlivost.

Poděkování

Tato práce byla podporována Grantovou agenturou ČR (projekt 205/99/1561), Grantovou agenturou Akademie věd ČR (projekt A3042903) a Ministerstvem životního prostředí ČR (zakázka Výzkum dopadů klimatické změny vyvolané zesílením skleníkového efektu na Českou republiku – přípravná fáze pravidelného sledování změn klimatu a jejich dopadů).

Literatura

- [1] Barnston, A.G., – Dool, H.M. van den: A degeneracy in cross-validated skill in regression-based forecasts. *J. Clim.*, **6**, 1993, s. 963–977.
- [2] Boer, G.J. – McFarlane, N.A. – Lazare, M.: Greenhouse gas-induced climate change simulated with the CCC second-generation general circulation model. *J. Clim.*, **5**, 1992, s.1045–1077.
- [3] Dubrovský, M. – Huth, R.: Validation of ECHAM GCM in terms of circulation patterns and their interdiurnal variability. In: Proc. 14th Conf. Probab. Stat. in Atmos. Sci., American Meteorological Society, Phoenix, USA, 1998, s.13–16.
- [4] Huth, R.: Statistical downscaling in central Europe: Evaluation of methods and potential predictors. *Clim. Res.*, **13**, 1999, s. 91–101.
- [5] Huth, R.: Využití statistického downscalingu při konstrukci scénářů klimatické změny v ČR. Část I: Metodické studie. *Meteorol. Zpr.*, **53**, 2000, s. 129–136.
- [6] Huth, R. – Kyselý, J.: Constructing site-specific climate change scenarios on a monthly scale using statistical downscaling. *Theor. Appl. Climatol.*, **66**, 2000, s. 13–27.
- [7] Huth, R. – Kyselý, J. – Pokorná, L.: A GCM simulation of heat waves, dry spells, and their relationships to circulation. *Clim. Change*, **46**, 2000, s. 29–60.
- [8] Huth, R. – Pokorná, L.: Simulace vybraných klimatických prvků modelem Kanadského centra pro modelování klimatu (CCC). *Meteorol. Zpr.*, **54**, 2001, č. 5. [V tisku.]
- [9] Kalvová, J., a kol.: Climate Change Scenarios for the Czech Republic. Praha, ČHMÚ 1996. 101 s. Národní klimatický program ČR, sv. 24.
- [10] Kalvová, J. – Nemešová, I.: Projections of climate change for the Czech Republic. *Clim. Change*, **36**, 1997, s. 41–64.
- [11] Kalvová, J. – Nemešová, I.: Estimating autocorrelations of daily extreme temperatures in observed and simulated climates. *Theor. Appl. Climatol.*, **59**, 1998, s. 151–164.
- [12] Kalvová, J. – Nemešová, I. – Raidl, A. – Halenka, T.: Porovnání pozorovaných a modelových teplot vzduchu – jackknife odhady autokorelačních funkcí. *Meteorol. Zpr.*, **52**, 1999, s.109–118.
- [13] Kalvová, J.: Analýza aktuálnosti dosavadních scénářů klimatické změny na území ČR a vypracování podkladů pro zpřesnění těchto scénářů pro území ČR. Praha, ČHMÚ 1999. 116 s. Národní klimatický program ČR.
- [14] Kalvová, J. – Raidl, A. – Trojáková, A. – Žák, M. – Nemešová, I.: Kanadský klimatický model – teplota vzduchu v oblasti Evropy a České republiky. *Meteorol. Zpr.*, **53**, 2000, s. 137–145.
- [15] Kyselý, J. – Kalvová, J.: Horké vlny na jižní Moravě v letech 1961–1990. *Meteorol. Zpr.*, **51**, 1998, s. 65–72.
- [16] Kyselý, J. – Kalvová, J.: Porovnání výskytu horkých vln na jižní Moravě s výstupy klimatického modelu ECHAM. *Meteorol. Zpr.*, **51**, 1998, s. 136–141.
- [17] Kyselý, J. – Huth, R. – Dubrovský, M.: Simulace extrémních teplotních jevů globálními cirkulačními modely, statistickým downscalingem a stochastickým generátorem. *Meteorol. Zpr.*, **54**, 2001, s. 65–74.
- [18] McFarlane, N.A. – Boer, G.J. – Blanchet, J.-P. – Lazare, M.: The Canadian Climate Centre second-generation general circulation model and its equilibrium climate. *J. Clim.*, **5**, 1992, s.1013–1044.
- [19] Michaelsen, J.: Cross-validation in statistical climate forecast models. *J. Clim. Appl. Meteorol.*, **26**, 1987, s. 1589–1600.
- [20] Moldan, B. – Kalvová, J. – Nemešová, I. – Hladný, J. – Brázdil, R. – Rožnovský, J. – Vinš, B.: Vulnerability and Adaptation Assessments for the Czech Republic. In: Vulnerability and Adaptation to Climate Change, J.B. Smith, S. Huq, S. Lenhart, L.J. Mata, I. Nemešová, S. Toure, Eds. Dordrecht, Boston, London, Kluwer Academic Publishers 1996, s. 225–247.
- [21] Nemešová, I. – Kalvová, J.: On the validity of ECHAM-simulated daily extreme temperatures. *Stud. Geoph. Geod.*, **41**, 1997, s. 396–406.
- [22] Nemešová, I. – Kalvová, J. – Klimperová, N. – Buchtele, J.: Comparison of GCM-simulated and observed climates for assessing hydrological impacts of climate change. *J. Hydrol. Hydromech.*, **46**, 1998, s. 237–263.
- [23] Nemešová, I. – Kalvová, J. – Dubrovský, M.: Climate change projections based on GCM-simulated daily data. *Stud. Geoph. Geod.*, **43**, 1999, s. 201–222.

Lektor RNDr. I. Sládek, rukopis odevzdán v únoru 2001.

VYUŽITÍ DOPPLEROVSKÝCH MĚŘENÍ V RADIOLOKAČNÍ SÍTI CZRAD

Usage of Doppler measurements in the Czech Weather Radar Network CZRAD. In the Czech weather radar network CZRAD, the fields of radial Doppler velocities has been used mainly for the elimination of ground clutter; additional usage has been limited by the vendor software. In the frame of the thesis [9], independent software procedures for volume data processing has been developed, including the modified VAD method for velocity field dealising and calculation of the vertical profile of Doppler winds. The method has been applied in the operation of both Czech weather radars (Gematronik METEOR 360AC at Skalky and EEC DWSR-2501C at Brdy-Praha) and tested during 1.5 year long period. Algorithms, preoperational results and average availability of Doppler wind profile data depending on the altitude are presented.

KLÍČOVÁ SLOVA: radiolokátor dopplerovský – radiolokace – profil větru vertikální

1. ÚVOD

Meteorologické radiolokátory jsou užívány již půl století pro detekci význačné oblačnosti a měření intenzit srážek na velké ploše [1, 2]. Pokrok v počítačovém zpracování signálů umožnil v 80. a 90. letech minulého století digitalizaci dat a automatizaci meteorologických radarových měření [4, 13]. Meteorologické radary nové generace tvoří nyní i českou národní meteoradarovou síť CZRAD (Gematronik Meteor 360AC na Skalkách [6] a EEC DWSR-2501C na kótě Praha v Brdech [7]). Standardní součástí zpracování dat u těchto radarů je mimo měření radiolokační odrazivosti též vyhodnocení radiální rychlosti odražečů na základě Dopplerova jevu. Vzhledem k omezením firemního programového vybavení byly dopplerovské rychlosti dosud operativně užívány pouze pro eliminaci pozemních odrazů jakožto cílů s přibližně nulovou radiální rychlostí. V rámci dizertační práce [9] byly vytvořeny procedury pro nezávislé zpracování objemových dat z obou radarů, obsahující též vyhodnocení vertikálního profilu větru modifikovanou metodou VAD [5].

Článek nejprve shrnuje teorii dopplerovských radarových měření, jejich typická omezení a interpretaci naměřených dat. Dále je diskutována upravená metoda VAD, použitá pro výpočet vertikálního profilu větru z dopplerovských radarových měření. Metoda je nyní aplikována v operativním zpracování dat z obou radarů v síti CZRAD. Prezentované výsledky jsou doplněny o statistiku úspěšnosti měření v jednotlivých výškových hladinách.

2. FYZIKA DOPPLEROVSKÝCH MĚŘENÍ

2.1 Měření dopplerovských rychlostí

Dopplerovské radiolokátory měří mimo radiolokační odrazivosti Z navíc též změnu frekvence navraceného signálu (prostřednictvím měření fáze). Z této změny frekvence lze dle teorie Dopplerova efektu (popsaného rakouským fyzikem Johannem Christianem Dopplerem v roce 1842 na příkladu zvukových vln) určit radiální rychlosti odražečů, jimiž jsou převážně atmosférické srážky a nehomogenity indexu lomu v atmosféře.

Předpokládejme, že radiolokátor pracující na vlnové délce λ pozoruje bodový cíl ve vzdálenosti r . Vyslanou elektromagnetickou vlnu lze popsat vzorcem

$$S(t) = A_r \cos \omega_0 t, \quad (1)$$

kde A_r je amplituda, $\omega_0 = 2\pi f_0$ úhlová frekvence a t je čas. Zpětně rozptýlený signál, přijatý anténou, má po převedení na napětí tvar

$$e(t) = a \cos[\omega_0 t + \varphi(t)], \quad (2)$$

kde a je amplituda a $\varphi(t)$ je fáze přijatého signálu, pro kterou platí

$$\varphi(t) = \frac{-2\pi(2r(t))}{\lambda} = \frac{-4\pi r(t)}{\lambda}, \quad (3)$$

kde $r(t)$ je okamžitá vzdálenost cíle v čase t .

V atmosféře se radiolokační cíle (vodní kapičky, ledové krystalky) obvykle pohybují. Pokud se cíl pohybuje vůči radaru radiální rychlostí v_r , tj. ve směru radarového paprsku, změna fáze přijatého signálu za jednotku času lze vyjádřit jako

$$\frac{d\varphi(t)}{dt} = -\frac{4\pi}{\lambda} \frac{dr(t)}{dt} = -\frac{4\pi}{\lambda} v_r. \quad (4)$$

Dopplerův efekt je vyjádřen časovou změnou fáze odraženého signálu, která odpovídá úhlové frekvenci ω_d

$$\frac{d\varphi(t)}{dt} = \omega_d = 2\pi f_d. \quad (5)$$

Dopplerovský posun frekvence f_d vyjádříme

$$f_d = -\frac{2v_r}{\lambda}. \quad (6)$$

Pohybuje-li se cíl od radaru ($v_r > 0$), resp. k radaru ($v_r < 0$), dopplerovský posun fáze $d\varphi/dt$ je záporný (obdobně posun frekvence $f_d < 0$), resp. kladný ($f_d > 0$).

Dopplerovský posun frekvence f_d (řádu stovek Hz) je při meteorologických pozorováních vzhledem k vysílací frekvenci (řádu jednotek GHz) příliš malý, než aby jej bylo možno měřit přímo. Dopplerovské (koherentní) radiolokátory proto pracují na principu porovnání fáze přijatého signálu s referenčním (původně vyslaným) signálem, jehož fáze je při každém pulzu zapamatována v koherentním oscilátoru (podrobněji např. v [7, 4, 13]).

Fázový posun během vysílání jednotlivého pulzu je příliš malý (například pro $v_r = 20$ m/s a $\lambda = 5$ cm dostáváme $f_d = 800$ Hz a fázová změna $\omega_d \tau$ za dobu trvání pulzu $\tau = 1$ μ s je pouze 0.005°), proto se ω_d v dané vzdálenosti od radaru určuje ze dvou po sobě jdoucích pulzů. Pro dva následné pulzy $n-1$ a n měříme fázi přijatého signálu $\varphi_{r_{n-1}}$, φ_r během času $T_s = f_r^{-1}$

$$\frac{\Delta\varphi_r}{\Delta t} = \frac{\varphi_{r_n} - \varphi_{r_{n-1}}}{T_s} = \omega_d. \quad (7)$$

Při operativním měření se pro výpočet využívá více po sobě jdoucích pulzů (řádově desítky). Pro zpracování naměřených fázových posunů z řady po sobě následujících pulzů v konstantní vzdálenosti od radaru lze použít rychlou Fourierovu transformaci (FFT), která je ovšem výpočetně náročná. Častěji se užívá autokorelačních funkcí v Pulse-Pair algoritmu [4], umožňujícím získat nejen hodnotu dopplerovské rychlosti, ale též její směrodatnou odchylku, nazývanou šířkou spektra dopplerovských rychlostí, která má vztah k intenzitě turbulence.

2.2 Dopplerovské dilema

Fakt, že změnu fáze v daném místě neurčíme z kontinuálního měření, ale z diskrétních hodnot daných opakovací frekvencí f_r ($f_r = T_s^{-1}$), s sebou nese jistá omezení. Jestliže se cíl pohybuje od radaru tak rychle, že mezi dvěma následnými pulzy urazí dráhu rovnou čtvrtině vlnové délky λ , pak změna dráhy mikrovlnného svazku za tuto dobu bude rovna polovině vlnové délky a naměřená fázová změna π rad. Stejnou fázovou změnu způsobí též pohyb cíle rychlostí shodné velikosti, ale ve směru k radaru. Další narůstání rychlosti od radaru se projeví jako pokles zdánlivé rychlosti k radaru. Pokud cíl během dvou následných pulzů urazí vzdálenost rovnající se polovině vlnové délky (tedy dráha paprsku se změní o celou vlnovou délku), bude radar detekovat nulovou změnu fáze a cíl bude považován za stacionární. Tato nejednoznačnost se nazývá aliasing (český ekvivalent: „přeložení spektra“). Při vysokých rychlostech můžeme pozorovat i několikanásobný aliasing.

Maximální rychlost, kterou může dopplerovský radiolokátor určit správně (jednoznačně), je rovna rychlosti, která produkuje fázový posun π rad. Tato maximální rychlost se též nazývá Nyquistova rychlost v_{dmax} a pro měřenou radiální rychlost platí $|v_r| \leq v_{dmax}$. Obdobný význam má Nyquistova frekvence f_{dmax} jako maximální jednoznačně určitelná dopplerovská frekvence, která je polovinou opakovací frekvence radaru f_r ,

$$f_{dmax} = \frac{f_r}{2}. \quad (8)$$

Maximální jednoznačně určitelnou rychlost v_{dmax} vyjádříme

$$v_{dmax} = \frac{f_{dmax} \lambda}{2} = \frac{f_r \lambda}{4}. \quad (9)$$

Pokud chceme zvýšit nejvyšší jednoznačně detekovatelnou (Nyquistovu) rychlost v_{dmax} , je třeba užívat radar s větší vlnovou délkou λ , nebo zvýšit jeho opakovací frekvenci f_r . Zvyšování opakovací frekvence f_r s sebou ovšem nese snížení maximální jednoznačně určitelné vzdálenosti r_{max} . Předpokládejme, že radiolokační signál se pohybuje rychlostí světla c ; v čase t od vyslání signálu se k radaru navrátí signál ze vzdálenosti

$$r = \frac{ct}{2}. \quad (10)$$

Radarový paprsek tedy urazí celkovou dráhu $2r$, neboť nejdříve putuje k cíli a potom zpět. Maximální jednoznačně určitelná vzdálenost cíle r_{max} je rovna vzdálenosti, odkud se ještě navrátí signál, než dojde k vyslání dalšího pulzu

$$r_{max} = \frac{cT_s}{2} = \frac{c}{2f_r}. \quad (11)$$

Odraz ze vzdálenosti $r > r_{max}$ radar interpretuje jako odraz nově vyslaného pulzu na cíli ve vzdálenosti $r - r_{max}$ (tzv. second-trip echo). K prodloužení dosahu radaru je tedy třeba snížit opakovací frekvenci f_r , čímž zároveň omezíme maximální jednoznačně určitelnou rychlost. Spojením rovnic (9) a (11) získáváme rovnici formulující tzv. Dopplerovské dilema,

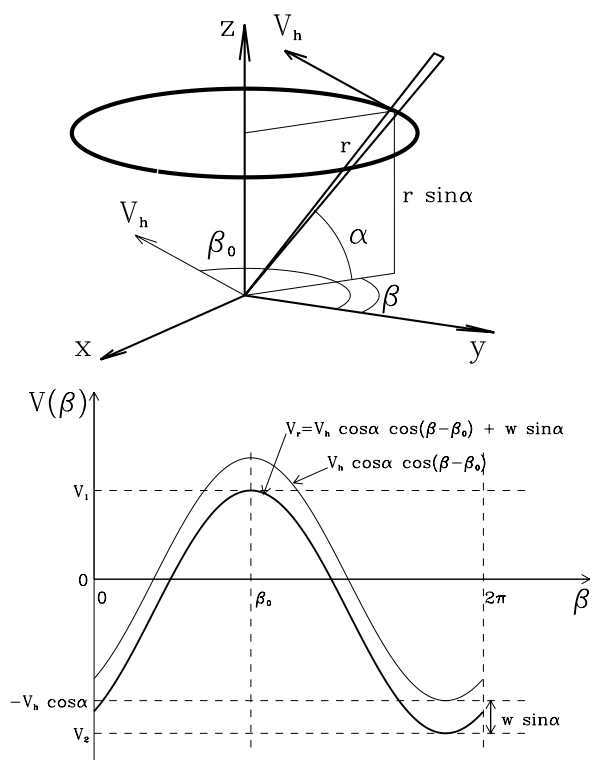
$$v_{dmax} r_{max} = \frac{c \lambda}{8}. \quad (12)$$

Pokud chceme jednoznačně měřit vysoké rychlosti, musíme měření provádět na krátkých vzdálenostech. Naopak, pokud chceme korektně detekovat cíle ve velkých vzdálenostech od radaru, můžeme jednoznačně určovat pouze nízké rychlosti. Pro odstranění aliasingu z dopplerovských dat existují různé algoritmy, které ovšem nemohou zaručit úplnou rekonstrukci pole dopplerovských rychlostí (viz např. [12]). Zároveň existují možnosti rozšíření maximální jednoznačně určitelné rychlosti při dané vlnové délce vysílacího pulzu střídáním opakovacích frekvencí (např. v poměru 2/3, 3/4, 4/5).

2.3 Vyhodnocení vertikálních profilů větru

Dopplerovský radiolokátor umožňuje měření pouze jedné (radiální) složky rychlosti odrazečů. Obecně je však pohyb v atmosféře trojrozměrný a proměnný v čase i prostoru. Pro úplný popis pole větru by bylo potřebné simultánní měření tří dopplerovských radarů, umístěných ve vhodné vzájemné vzdálenosti (v praxi maximálně 60–80 km). Většinou však máme k dispozici pouze jeden radiolokátor, proto je nutno při interpretaci dopplerovských dat uvažovat jisté zjednodušující předpoklady o poli větru.

Nejjednodušším případem je horizontálně homogenní pole rychlosti odrazečů. Pokud v tomto případě provedeme při konstantním elevačním úhlu antény kruhové měření radiálních rychlostí, získáme v dané vzdálenosti sinusový průběh radiálních rychlostí v závislosti na azimutu. Výpočtem lze určit horizontální a vertikální složku rychlosti proudění; metoda nazývaná VAD (Velocity-Azimuth Display) byla odvozena r. 1961 Lhermittem a Atlasem (viz např. [1, 2]). Pokud výpočty při dané elevaci provádíme pro různé vzdálenosti od radaru (a tedy různé výšky), získáme vertikální profil větru.



Obr. 1 Odvození metody VAD (viz text).

Fig. 1 VAD algorithm.

Pro odvození metody VAD uvažujeme kartézský souřadný systém (x, y, z) s počátkem v místě radaru, jehož kladné osy x, y , resp. z směřují k východu, severu, resp. vzhůru. Dále definujeme sférický souřadný systém se shodným počátkem a souřadnicemi (r, α, β) , kde r je vzdálenost od radaru, α elevační úhel a β je azimutální úhel (počítaný od severu po směru hodinových ručiček) – viz obr. 1. Kartézské komponenty rychlosti odražečů označme u, v, w . Pozorovaná vertikální rychlost $w = w_d$ je součtem vertikální složky rychlosti proudění vzduchu w_d a pádové rychlosti odražečů (vodních kapek, ledových krystalků,...) w_r , tedy $w = w_d = w_a + w_r$. Pro určení pádové rychlosti částic v závislosti na jejich velikosti (a tedy radiolokační odrazivosti) existují převážně empirické vzorce. Radiální rychlost v bodě $(x, y, z) = (r, \alpha, \beta)$ můžeme psát jako:

$$V_r = u \cos \alpha \sin \beta + v \cos \alpha \cos \beta + w \sin \alpha, \quad (13)$$

nebo

$$V_r = r^{-1}(ux + vy + wz), \quad (14)$$

kde $r = (x^2 + y^2 + z^2)^{1/2}$.

Předpokládejme nyní, že je pole rychlosti odražečů ve sledované horizontální rovině homogenní. Označme velikost rychlosti horizontálního proudění V_h a jeho směr β_0 . Poté můžeme psát

$$V_r = V_h \cos \alpha \cos (\beta - \beta_0) + w \sin \alpha. \quad (15)$$

Maximální hodnotu radiální rychlosti $V_{rmax} = V_1$, dostáváme pro $\beta = \beta_0$

$$V_1 = V_h \cos \alpha + w \sin \alpha \quad (16)$$

a minimální $V_{rmin} = V_2$ dostáváme pro $\beta = \beta_0 + \pi$

$$V_2 = -V_h \cos \alpha + w \sin \alpha. \quad (17)$$

Odtud poté získáme vztah pro určení střední horizontální a vertikální rychlosti

$$\bar{V}_h = \frac{V_1 - V_2}{2 \cos \alpha}, \quad (18)$$

$$\bar{w} = \frac{V_1 + V_2}{2 \sin \alpha}. \quad (19)$$

Pokud zakreslíme měřenou radiální rychlost $V_r(\beta)$ do grafu v závislosti na azimutu, získáme sinusový průběh vertikálně posunutý o konstantní hodnotu ($w \sin \alpha$). Fázový posun β_0 indikuje směr větru a z minimální a maximální hodnoty V_1, V_2 můžeme určit horizontální (\bar{V}_h) a vertikální (\bar{w}) složku větru. Poruchy homogenity pole větru způsobí porušení ideálního sinusového průběhu.

V každé výškové hladině ($z = r \sin \alpha$), kde je dostatečné množství odražečů, můžeme metodou nejmenších čtverců aproximovat naměřené hodnoty funkcí sinus a odtud určit směr proudění a velikost rychlosti \bar{V}_h a \bar{w} . Takto získáme vertikální profil horizontální a vertikální složky větru. Abychom určili \bar{V}_h a \bar{w} v dané hladině, nemusíme mít k dispozici data z celého kruhu, ale postačuje pouze část dat. Čím více dat je k dispozici, tím přesněji lze aproximaci provést.

Analýza pole větru pomocí VAD byla postupně zdokonalována. Pro pole větru, které se lokálně mění téměř lineárně, lze složky rychlosti aproximovat pomocí Taylorovy řady rozvinuté po derivace prvního řádu. Pro určení vorticity, divergence a vertikální složky rychlosti je třeba uvažovat navíc rovnici kontinuity pro nestlačitelnou tekutinu. Pro komplexnější diskusi dat radiálních rychlostí je možné využít měření

na několika elevačních úhlech, na jejichž základě lze určit vertikální gradienty parametrů pole větru. Tento postup využívá metoda VVP (Volume Velocity Processing). Složky rychlosti rozložíme do Taylorovy řady, kde však nyní uvažujeme i vertikální změny, neboť máme k dispozici objemová data. Výsledné rovnice obsahují devět členů, které je možno v principu získat z radarových dat. Pokud tuto metodu použijeme na jednodukuhové měření a zanedbáme vertikální změny, redukuje se na metodu VAD. Byly navrženy i další metody zpracování dopplerovských rychlostí. Většina z nich je však modifikací či rozšířením metod VAD/VVP (např. MVVP, DVAD, EVAD – viz [4, 13]). Důležitým praktickým omezením jejich uplatnění je přítomnost dostatečného množství odražečů v dané hladině. Těmito odražeči mohou být jednak nehomogenity indexu lomu, detekovatelné především při termické turbulenci v mezní vrstvě atmosféry (často do výšek ca 2 km), jednak oblačné a srážkové částice, vyskytující se nahodile ve většině tloušťky troposféry; u nich je třeba uvažovat též pádovou rychlost.

2.4 Meteorologická interpretace radiálních rychlostí

Podmínkou měření dopplerovských rychlostí je výskyt radarových odrazů, tedy především ve srážkách a ve význačné oblačnosti (obvykle Cb, Ns). Poblíž radaru lze měřit dopplerovské rychlosti i v oblacích dalších druhů a na nehomogenitách indexu lomu v bezoblačné atmosféře (tzv. „clear air echo“). Na rozdíl od běžného zobrazení radiolokačních odrazivostí, které jsou obvykle prezentovány až nad stanoveným prahem intenzity, stačí pro detekci dopplerovských rychlostí i velmi slabé cíle.

Pro zpracování dat radiálních dopplerovských rychlostí lze zvolit dva základní přístupy:

- vyhodnocením průběhu radiální rychlosti na kružnicích ve shodné vzdálenosti od radaru za zjednodušujících předpokladů homogenity pole větru odvodit vektor proudění v jednotlivých výškových hladinách a tak rekonstruovat vertikální profil větru,
- zkoumat pole radiálních rychlostí v ploše snímání radaru (při dané elevaci v různých vzdálenostech od radaru) za účelem detekce horizontálního stříhu větru a zjišťování příznaků rotace a divergence proudění.

Při operativním provozu dopplerovských radiolokátorů se nejčastěji užívá měření při proměnném azimutu na jednom nebo několika elevačních úhlech (v režimu PPI). Pokud zobrazujeme takto naměřenou skalární veličinu, jakou je např. radiolokační odrazivost Z , je interpretace poměrně jednoduchá. V případě radiálních rychlostí je situace složitější, neboť zobrazujeme skalární pole radiálních rychlostí V_r dle vztahu (15); snažíme se ovšem na jeho základě interpretovat vektorové pole skutečných rychlostí proudění. Při interpretaci je proto třeba uvažovat následující:

- Pozorovaná nulová radiální rychlost ($V_r = 0$) znamená buď nulovou rychlost skutečného proudění, nebo fakt, že skutečná rychlost je v daném bodě kolmá na radarový paprsek.
- Velikost pozorované radiální rychlosti je vždy menší nebo maximálně rovna (v případě, že směr větru je rovnoběžný se směrem radarového paprsku) velikosti skutečné rychlosti.
- Za předpokladu horizontálně homogenního pole proudění je směr horizontální složky proudění v jisté hladině (tedy na kružnici v pevné vzdálenosti od radaru) určen spojnicí extrémů (minima a maxima) radiální rychlosti v odpovídající vzdálenosti od radaru.

- Pokud se ve vertikálním profilu velikosti větru vyskytuje extrém (maximum či minimum), zobrazí se jako „uzavřená“ oblast; v případě monotónního vertikálního průběhu tyto „uzavřené“ oblasti nepozorujeme.
- Rychlosti větší než maximálně detekovatelná (Nyquistova) rychlost v_{dmax} , viz rovnice (9), vykazují aliasing a mohou být interpretovány jako rychlosti opačného směru. S postupným zvyšováním radiální rychlosti nad v_{dmax} pak dochází k snižování této rychlosti. Někdy je možné pozorovat několikanásobný aliasing.
- Při nehomogenním horizontálním poli větru lze detekovat oblasti rotace a divergence/konvergence jako dvojice oblastí maxim a minim pole V_r v těsné blízkosti. V případě rotace jsou tato párová jádra rozložena v tangenciálním směru (při cyklonální rotaci maximum vpravo od radiály orientované ve směru proudění, minimum vlevo). Při divergenci pozorujeme maximum na radiále po směru proudění, minimum pak na téže radiále proti směru proudění od daného místa.

V praxi bývá interpretace pole radiální rychlosti ztížena vzájemnou superpozicí výše uvedených charakteristických znaků. Proudění podobající se horizontálně homogennímu poli větru je v reálných situacích možné pozorovat v případech vrstevnaté oblačnosti nebo při odrazech na nehomogenitách indexu lomu blízko radaru (clear air echo). V konvektivní oblačnosti typu Cb lze často pozorovat malou oblast divergence ve výtoky studeného vzduchu v sestupném proudě (je též charakteristickým znakem downburstu). Rotace doprovází mezocyklony vznikající poblíž vzestupného proudě ve středních hladinách, jejichž výskyt je charakteristickým znakem supercel.

3. MODIFIKOVANÁ VAD METODA

Pro výpočet vertikálního profilu rychlosti proudění s použitím metody VAD (podle kapitoly 2.3) jsou naměřené hodnoty radiálních rychlostí v odpovídající konstantní vzdálenosti od radaru aproximovány pomocí (obecně posunuté) funkce sinus. Velikost rychlosti je poté vypočtena z amplitudy odhadnuté sinusoidy, směr je určen z polohy jejich lokálních extrémů (maxima, resp. minima). Dle elevačního úhlu antény radaru při měření a vzdálenosti je výsledek přiřazen příslušné výškové hladině. Pokud pro odhad průběhu funkce sinus použijeme originální naměřená data bez dodatečných kontrol a úprav, mohou se vyskytnout různé problémy: neodfiltrované nízké rychlosti, izolované odlehle hodnoty rychlostí a aliasing. Z těchto důvodů bylo potřeba provést modifikaci a vylepšení základního VAD algoritmu. Jedno z možných řešení bylo navrženo Ursem Germannem v rámci projektu RadHyd [5]. Obdobná metoda byla naprogramována, otestována a aplikována v dizertační práci [9]. Metoda se skládá z následujících kroků:

1. Odstranění odlehle vzorků radiální rychlosti z dalšího zpracování.
2. Odstranění aliasingu z dat radiálních rychlostí.
3. Proložení vhodné funkce typu sinus (vlastní metoda VAD).
4. Kontrola kvality.

Odstranění odlehle vzorků je prováděno ve dvou krocích: Nejdříve jsou odstraněny vzorky s absolutní hodnotou rychlosti menší než je předdefinovaná hodnota (BSR1_VEL_MIN). Tento test slouží především pro vyloučení zbytkových odrazů od pozemních cílů. Poté je kontrolována konzistence vzorků vzhledem k azimutu i velikosti rych-

losti (alespoň BSR2_N_MIN z BSR2_N nejbližších sousedních vzorků musí ležet uvnitř předdefinovaného rozpětí azimutů BSR2_AZIM_MAX a rychlostí BSR2_VEL_MAX).

Dealiasing je založen na faktu, že derivace radiálních rychlostí podle azimutu nejsou aliasovány. Problém nastává pouze v případě výpočtu derivace z jednoho aliasovaného a jednoho nealiasovaného vzorku, kdy je hodnota derivace nereálně vysoká. Pokud derivace v absolutní hodnotě převyší práh DERIV_ABS_MAX, je vyloučena z dalšího zpracování. Pro dosažení hladšího pole jsou derivace počítány z páru vzorků s největší azimutální vzdáleností v předdefinovaném intervalu DERIV_AZIM_MAX (namísto nejbližších sousedních rychlostních párů). Radiální rychlost předpokládáme ve tvaru

$$v(\beta) = a_0 + a_1 \cos \beta - b_1 \sin \beta \quad (20)$$

a její derivace vzhledem k azimutu je poté

$$\frac{dv(\beta)}{d\beta} = -a_1 \sin \beta - b_1 \cos \beta. \quad (21)$$

Koeficienty a_1 , b_1 jsou určovány pomocí vícerozměrné lineární regrese, pokud je počet získaných hodnot derivace větší nebo roven předdefinovanému prahu $deriv_min_n$. V dalším kroku jsou tyto koeficienty použity k vytvoření vektoru tzv. prvního odhadu větru ve tvaru

$$v_{1g}(\beta) = a_1 \cos \beta - b_1 \sin \beta. \quad (22)$$

Naměřené hodnoty radiálních rychlostí $v(\beta)$ jsou poté porovnány s tímto odhadem $v_{1g}(\beta)$ a též s tímž odhadem posunutým o násobky Nyquistova rychlostního intervalu $v_{1g}(\beta) \pm 2v_{dmax}$ a $v_{1g}(\beta) \pm 4v_{dmax}$. Pokud je nejmenší rozdíl mezi hodnotou $v(\beta)$ a odhadem nalezen pro některý z posunutých odhadů, je provedena patřičná modifikace původních naměřených hodnot. Například, pokud pro naměřený vzorek radiální rychlosti $v(54^\circ)$ je nejmenší rozdíl $v_{1g}(54^\circ) + 2v_{dmax}$, poté výsledný rychlostní vzorek s odstraněným aliasingem má hodnotu $v^*(54^\circ) = v(54^\circ) - 2v_{dmax}$. Toto porovnání provádíme pro všechny rychlostní vzorky.

Pro aproximaci VAD funkcí sinus lze použít rychlou Fourierovu transformaci (FFT) nebo vícerozměrnou lineární regresi, která byla využita i v této práci. Korigovanou radiální rychlost předpokládáme ve tvaru

$$v^*(\beta) = a_0^* + a_1^* \cos \beta - b_1^* \sin \beta. \quad (23)$$

Koeficienty a_0^* , a_1^* , b_1^* jsou počítány, pokud počet rychlostních vzorků je větší nebo roven VAD_MIN_N. Následně je z těchto koeficientů vypočtena skalární velikost rychlosti V_{h_speed} , směr $V_{h_direction}$ horizontálního proudění a též velikost vertikální rychlosti odrazečů w

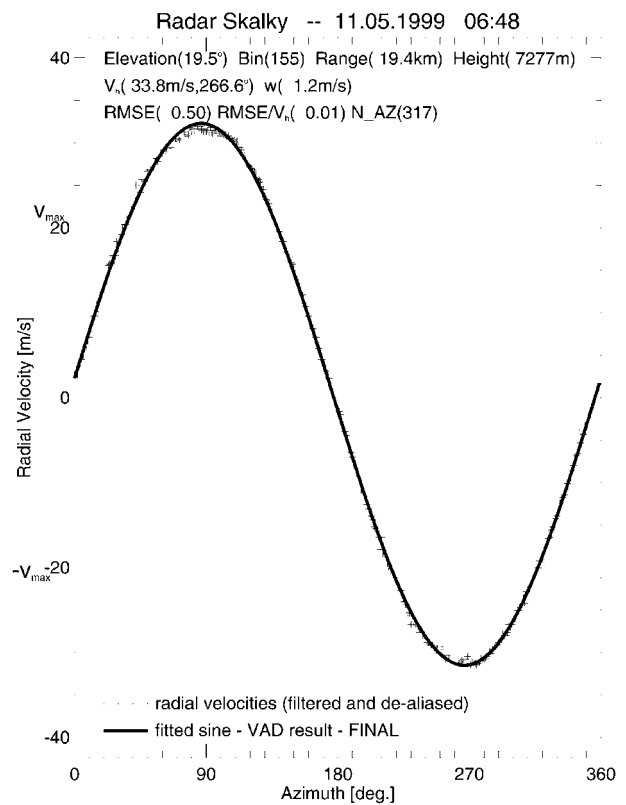
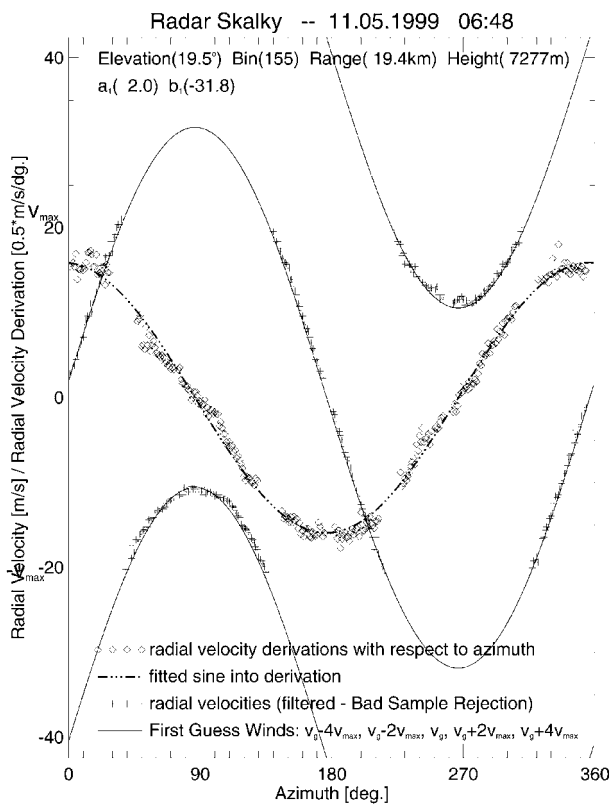
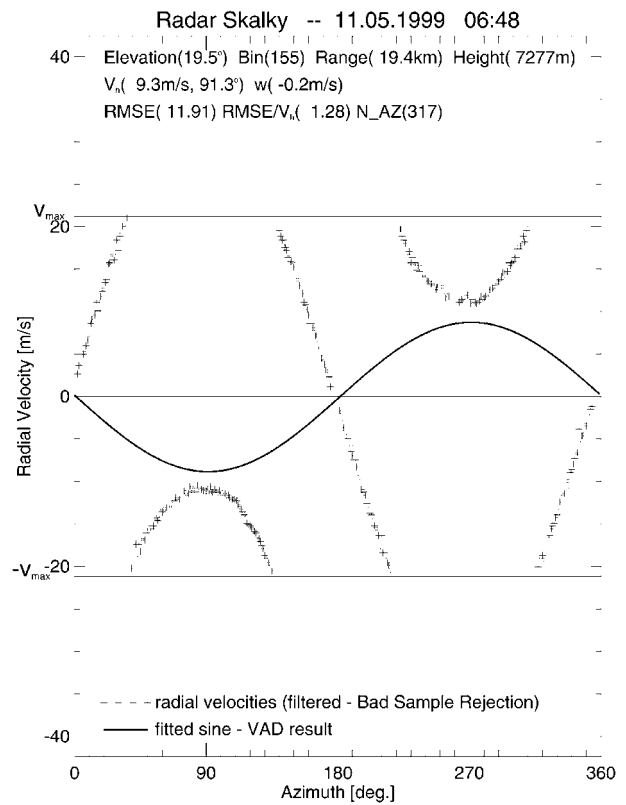
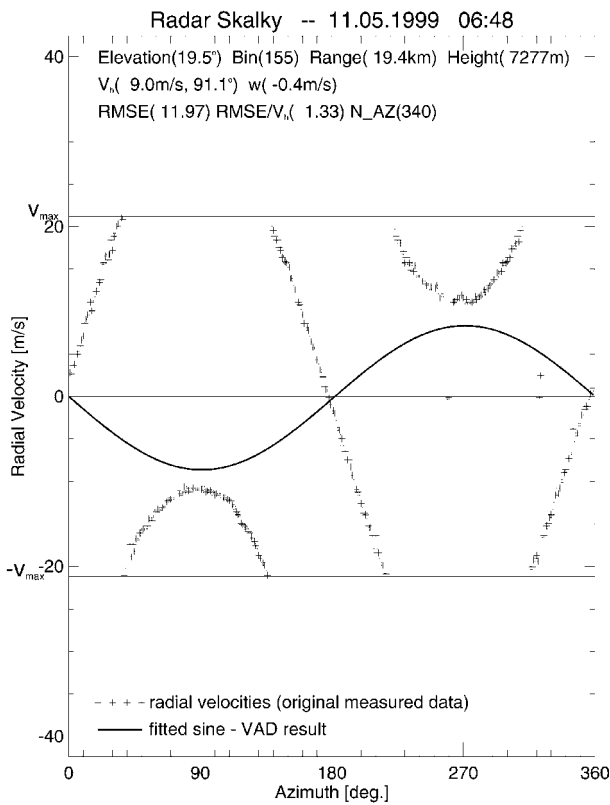
$$V_{h_speed} = \sqrt{u_0^2 - v_0^2}, \quad (24)$$

$$V_{h_direction} = \left(\left(\frac{180}{\pi} \operatorname{atan}(u_0, v_0) + 180 \right) \bmod 360 \right), \quad (25)$$

$$w = \frac{a_0^*}{\sin \alpha}, \quad (26)$$

kde u_0 je severní a v_0 východní složka horizontálního proudění

$$u_0 = \frac{-b_1^*}{\cos \alpha}, \quad v_0 = \frac{a_1^*}{\cos \alpha} \quad (27)$$



Obr. 2 Vysvětlení modifikované metody VAD. Levý horní obrázek ukazuje sinusoidu VAD fitovanou do původních nekorigovaných dat. Pravý horní obrázek zobrazuje odhadnutou sinusoidu VAD, zakreslenou do kontrolovaných hodnot radiálních rychlostí (po vyloučení odlehých hodnot rychlosti). Levý spodní obrázek ukazuje derivaci radiální rychlosti podle azimutu, odhadnutou sinusoidu a též kontrolované radiální rychlosti společně s prvním odhadem rychlosti. Pravý spodní obrázek ukazuje finální VAD sinusoidu odhadnutou pro korigované dealiasované radiální rychlosti.

Fig. 2. Explanation of the modified VAD algorithm. Top left figure shows VAD sine fitted into the original measured data. Top right figure shows VAD sine fitted into the filtered radial velocities (after bad sample rejection). Bottom left figure shows sine fitted into the velocity derivatives and filtered radial velocities in comparison with „first guess winds“. Bottom right figure shows VAD sine fitted into filtered and de-aliased radial velocities.

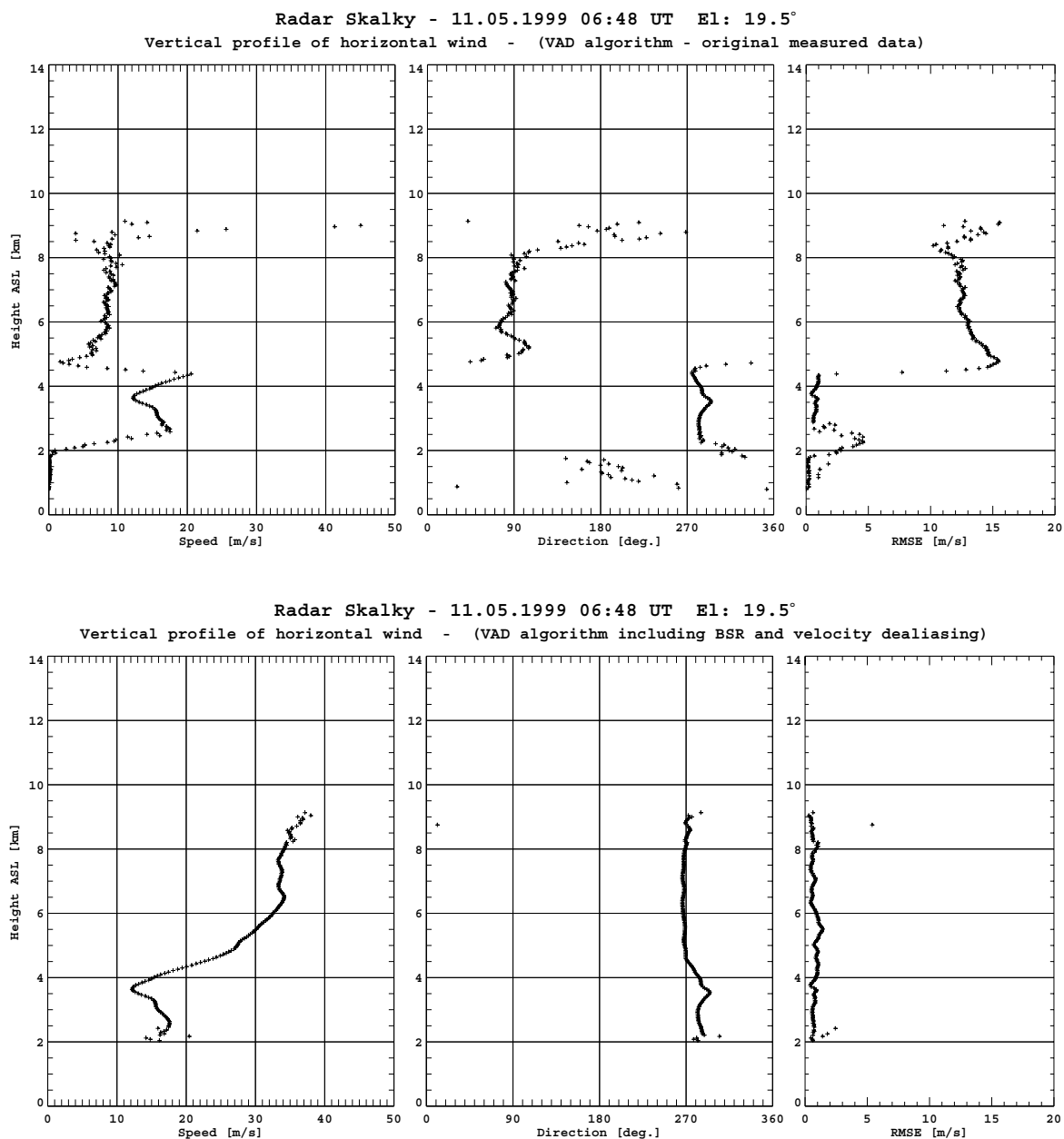
a $\text{atan}(u_0, v_0)$ udává směr vektoru horizontálního proudění (z opačného směru než běžná meteorologická konvence) v radiánech (rozsah $(-\pi, +\pi)$, kdy směru sever, tzn. jižnímu proudění v meteorologickém smyslu, odpovídá 0 rad).

Princip této metody je graficky znázorněn na obr. 2. Pokud takto zpracujeme data na kružnicích ve všech vzdálenostech od radaru, kde je k dispozici dostatek rychlostních vzorků, získáme vertikální profil proudění nad radarem.

Základními indikátory kvality VAD analýzy jsou: počet rychlostních vzorků použitých při výpočtu, střední kvadratická chyba VAD analýzy RMSE (podobnost odhadnuté sinusoidy a naměřených rychlostních vzorků) a relativní chyba RMSE/V_{h_speed} . Všechny tyto parametry jsou vypočteny pro každou vzdálenost od radaru (výšku) a dle potřeby zobrazová-

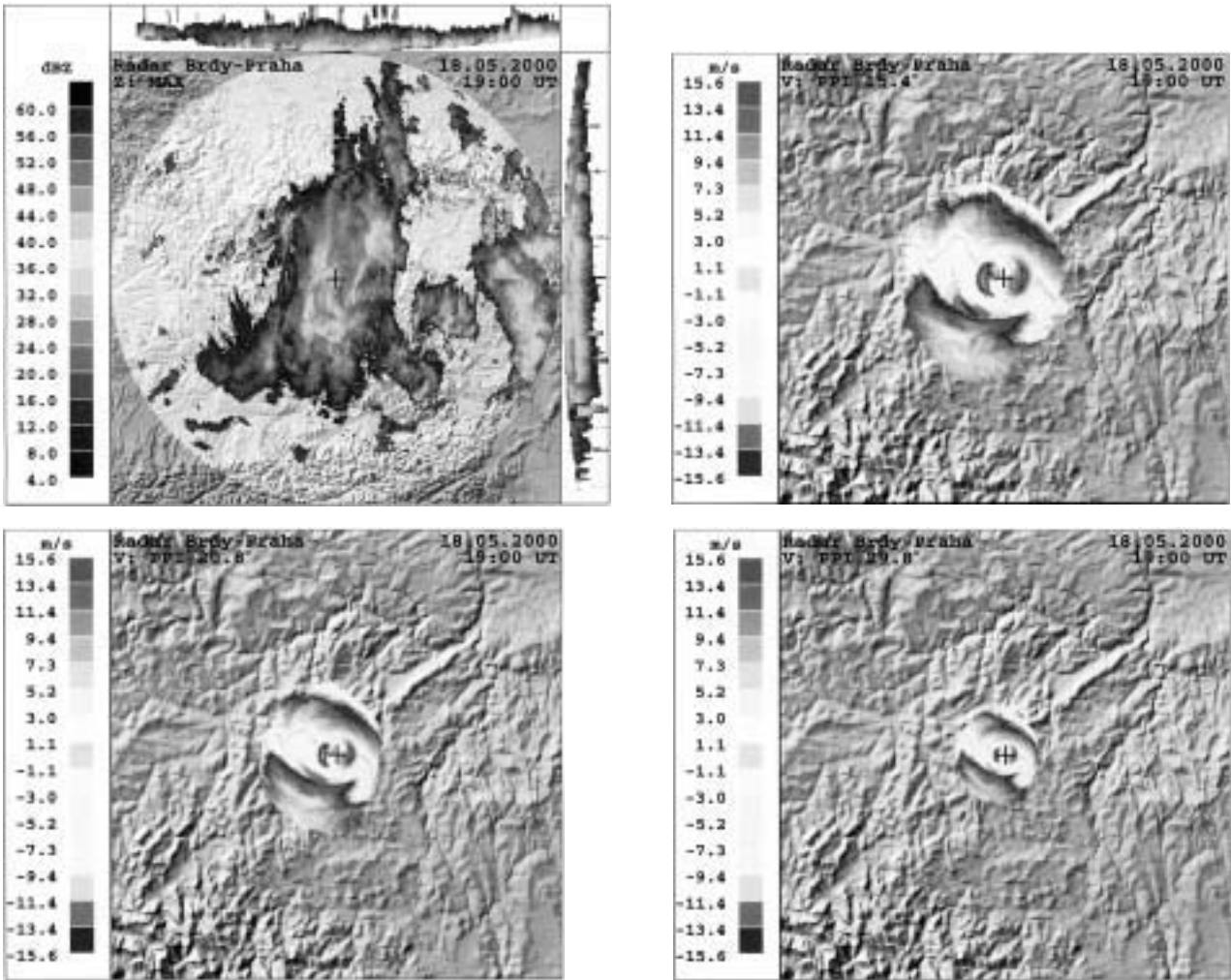
ny spolu s výsledným vertikálním profilem větru. Typické hodnoty RMSE jsou menší než 2 ms^{-1} s maximální četností okolo 1 ms^{-1} . V případech nelineárního pole větru (mezocyklona či výtok studeného vzduchu z Cb, frontální rozhraní a další mezoměřítkové jevy) dochází ke zvýšení hodnot RMSE.

Obr. 3 zobrazuje porovnání výpočtu vertikálního profilu větru základní metodou VAD (tedy bez dealiasingu, odstranění odlehlých hodnot a kontroly kvalit dat) a s použitím výše uvedených modifikací metody VAD. Jak je vidět, základní VAD metoda má problémy na okraji radarového echa, kde se často vyskytují nízké a osamocené odlehlé hodnoty (šum) radiálních rychlostí, a dále v oblastech, kde dochází k aliasingu (v tomto případě byla hodnota Nyquistovy rychlosti $v_{max} = 21.2 \text{ ms}^{-1}$).

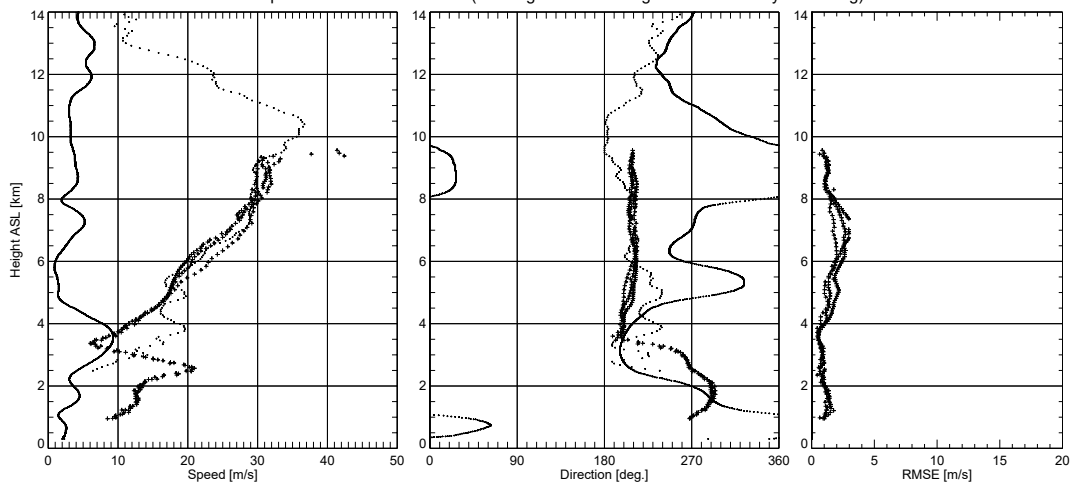


Obr. 3 Radar Skalky: příklad výpočtu vertikálního profilu větru původní (horní graf) a modifikovanou metodou VAD (spodní graf). Na obou grafech jsou uváděny zleva: rychlost, směr a RMSE odhadovaného proudění v jednotlivých výškách.

Fig. 3. Radar Skalky: example of calculation of vertical wind profile using the basic VAD algorithm (top graph) and the modified VAD algorithm (bottom graph).



Prague-Libus sounding - 18.05.2000 18 UT
 Radar Brdy-Praha - 18.05.2000 19:00 UT
 Brno sounding - 18.05.2000 00 UT
 EL: 15.4°, 20.9°, 29.9°
 Vertical profile of horizontal wind - (VAD algorithm including BSR and velocity dealiasing)



Obr. 4 Radar Brdy-Praha: příklad výpočtu vertikálního profilu větru modifikovanou metodou VAD. Vlevo nahoře pole maximálních odrazivostí, následují 3 elevace PPI dopplerovských rychlostí. Spodní grafy ukazují srovnání rychlosti, směru a RMSE proudění mezi jednotlivými elevacemi a aerologickou sondáží.

Fig. 4. Radar Brdy-Praha: example of calculation of vertical wind profile using the modified VAD algorithm.

4. OPERATIVNÍ VÝPOČTY VERTIKÁLNÍCH PROFILŮ VĚTRU

Pro operativní získávání dat dopplerovských rychlostí radarem Skalky [6] (Gematronik Meteor 360 AC, RAINBOW 3.1 software) bylo definováno doplňkové objemové měření (2 otáčky PPI na elevačních úhlech $[15^\circ, 30^\circ]$, měřené každou hodinu s parametry: opakovací frekvence $f_r = 1200$ Hz, maximální jednoznačně určitelná rychlost $v_{dmax} = 15.6$ ms^{-1} , měřící dosah $r = 60$ km). Toto měření, z něhož jsou ukládána data radiolokační odrazivosti i dopplerovských rychlostí, je vloženo mezi standardní operativní měření odrazivosti prováděná v intervalu 10 minut. Nastavení měření bylo testováno od prosince 1999, od května 2000 pak kontinuálně v operativním provozu. Parametry modifikovaného VAD algoritmu byly nastaveny tak, aby za předpokladu homogenního horizontálního pole větru byl korektně zpracováván vítr způsobující radiální rychlost do 50 ms^{-1} (tedy včetně případného trojnásobného aliasingu).

Radar EEC se software EDGE instalovaný na kopci Praha v Brdech [7] umožňuje podstatně flexibilnější definování parametrů objemového měření. V rámci jednoho objemového měření lze měnit parametry měření pro jednotlivé otáčky antény v režimu PPI, navíc je možné ukládat současně data radiolokační odrazivosti i dopplerovských rychlostí bez negativního vlivu na délku měření. V květnu 2000 bylo proto modifikováno operativní objemové měření tak, že PPI hladiny s elevací vyšší než 7.5° jsou měřeny s opakovací frekvencí $f_r = 1180$ Hz, maximální jednoznačně určitelnou rychlostí $v_{dmax} = 15.6$ ms^{-1} a měřícím dosahem $r = 120$ km (nižší elevace do 6° jsou měřeny s $f_r = 584$ Hz, $v_{dmax} = 7.7$ ms^{-1} a $r = 256$ km). Pro výpočet vertikálního profilu větru jsou používány elevace $[15.5^\circ, 21^\circ, 30^\circ]$, pro které jsou parametry měření a tím i hodnota v_{dmax} velmi blízké doplňkovému snímání radaru Skalky. Pro výpočty VAD je proto možné použít shodné hodnoty parametrů zpracování jako v případě radaru Skalky.

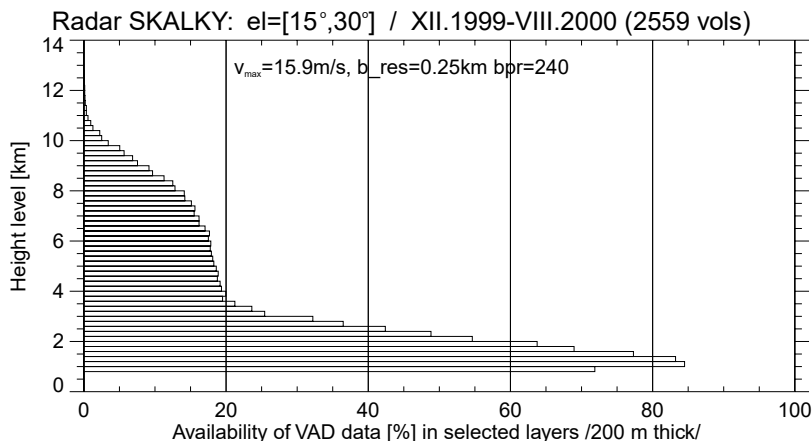
Vertikální profily větru vypočtené při různých elevačních úhlech antény v rámci jednoho objemového měření jsou subjektivně porovnávány navzájem a s daty aerologických sondáží z Prahy-Libuše a Brna. Číselné porovnání vertikálních profilů větru určených z dopplerovských rychlostí a z aerologických sondáží nebylo prováděno vzhledem k velké časové proměnlivosti vertikálních profilů a geografické vzdálenosti radiolokačních a aerologických stanic. Na animacích výsledných profilů byla subjektivně testována časová kontinuita a meteorologická věrohodnost vypočtených profilů.

Obr. 4 zobrazuje příklad vypočteného vertikálního profilu větru ze tří elevací radaru Brdy porovnaného s časově nejbližšími aerologickými sondážemi z Prahy-Libuše a Brna. Zároveň jsou zde zobrazena pole maximální radiolokační odrazivosti a pole radiálních rychlostí v prezentaci PPI, ze kterých byl proveden výpočet vertikálních profilů větru.

5. DOSTUPNOST VAD DAT

Pro praktické aplikace je důležitá informace o četnosti a výškovém dosahu vertikálních profilů větru počítaných z radarových dat. Z tohoto důvodu byla vyčíslena dostupnost vertikálních profilů z radaru Skalky za období XII. 1999 až VIII. 2000.

Obr. 5 zobrazuje jeden z hlavních výsledků těchto analýz.



Obr. 5 Dostupnost VAD analýz ve výškových vrstvách o tloušťce 200 m.

Fig. 5. Availability of the VAD data in height layers with thickness of 200 m.

V tomto případě byla atmosféra do výšky 14 km rozdělena na vrstvy o tloušťce 200 m. Pro každé z 2 559 zpracovaných objemových měření byly určeny vrstvy s alespoň jednou úspěšnou VAD analýzou. Výsledné rozložení dostupnosti je znázorněno v procentech všech zpracovaných objemových měření. Ze statistiky vyplývá, že nejvyšší dostupnost VAD analýz je ve spodní vrstvě zhruba do nadmořské výšky 2 až 3 km (s maximem četnosti okolo 85 %). To je způsobeno především detekcí „clear air echa“, tedy nehomogenit indexu lomu v bezoblačné atmosféře. V 10 % případů lze vertikální profil větru určit až do nadmořské výšky 8.5 km (především v případech výskytu srážkové význačné oblačnosti).

Z pohledu ročního chodu je dostupnost VAD dat vyšší v teplé části roku. V tuto dobu dosahuje vypočtený vertikální profil nejvyšších hladin, neboť oblačnost bývá vertikálně mohutnější než v zimě. V teplé části roku též zaznamenáváme větší dostupnost VAD analýz v nízkých hladinách způsobených především detekcí „clear air echa“, což souhlasí s vyšší vlhkostí a turbulencí v mezní vrstvě během teplé sezony (podle některých autorů může hrát roli i zvýšená koncentrace hmyzu v atmosféře, který též způsobuje radarové odrazy).

Je zřejmé, že vertikální profily větru, určené z dopplerovských radarových měření, mohou za příznivých meteorologických situací doplňovat běžné aerologické sondáže, kterým však v žádném případě nekonkurují. V Evropě se nyní připravuje operativní mezinárodní výměna dat dopplerovských profilů větru, především pro potřeby numerických předpovědních modelů (evropský projekt COST-717).

6. ZÁVĚR

Článek seznamuje s teorií dopplerovských radarových měření, zvláště pak s modifikovanou metodou VAD [5], použitou pro výpočet vertikálního profilu větru z dopplerovských radiálních rychlostí. Metoda byla aplikována v rámci disertační práce [9] jako součást procedur pro nezávislé zpracování objemových dat z obou radarů v síti CZRAD: Brdy a Skalky. Vyhodnocení vertikálního profilu větru modifikovanou metodou VAD je nyní nasazováno do operativního provozu v radarové síti CZRAD, a může tedy sloužit jako doplňková informace za přítomnosti odražečů (převážně atmosférické srážky a nehomogenity indexu lomu). Příklady výsledků jsou doplněny o statistiku dostupnosti měření v jednotlivých výškových hladinách za testovací období devíti měsíců.

Poděkování:

Tato práce byla podporována Grantovou agenturou ČR (projekt 205/00/1451).

Literatura

- [1] *Atlas, D.* (ed.): Radar in Meteorology. Amer. Meteorol. Soc., 1990.
- [2] *Battan, L. J.*: Radar Observation of the Atmosphere. Chicago, London, The University of Chicago Press 1973.
- [3] *Browning, K. A. – Wexler R.*: The determination of kinematic properties of a wind field using Doppler radar. J. appl. Meteorol., **7**, 1968, s. 105–113.
- [4] *Doviak, R. J. – Zrnic D. S.*: Doppler Radar and Weather Observation. San Diego, Academic Press Inc. 1984, 2. vyd. 1993.
- [5] *Germann, U.*: Vertical wind profile by Doppler weather radars – A new algorithm including de-aliasing. [Nepublikovaný příspěvek projektu RADHYD.] SMA Locarno, 1998.
- [6] *Havránek, P. – Kráčmar, J.*: Nová meteorologická radiolokační stanice na střední Moravě. Meteorol. Zpr., **49**, 1996, s. 81–84.
- [7] *Kráčmar, J.*: Nový radar Brdy v síti CZRAD. Meteorol. Zpr., **53**, 2000, s. 161–168.
- [8] Federal Meteorological Handbook No. 11. Doppler Radar Meteorological Observations. OFCM, NOAA. Washington D.C., Dept. of Commerce 1991.
- [9] *Novák, P.*: Meteorological Interpretation of Doppler Weather Radar Measurements. [Doktorská dizertační práce.] Praha 2000. – Univerzita Karlova. Fakulta matematicko-fyzikální.
- [10] *Novák, P. – Kráčmar, J.*: Using Data from the Czech Weather Radar Network for Detection of Convective Storms. 1st European Tornadoes and Severe Storms Conference, Toulouse, 1–4 February 2000. (<http://www.chmi.cz/meteo/rad/pub/ssc2000>)
- [11] *Novák, P. – Kráčmar, J.*: Exploiting 3D volume data from the Czech weather radar network. 1st European Conference on Radar Meteorology, Bologna, 4–8 September 2000. Phys. Chem. Earth (B), Vol. **25**, 2000, No.10–12, s. 1163–1168.
- [12] *Peters, S. R. – Ziegler, C.*: De-Aliasing First-Moment Doppler Estimates. J. appl. Meteorol., **16**, 1977, s. 563–564.
- [13] *Sauvageot, H.*: Radar Meteorology. Boston, Artech House 1992.

Text článku včetně barevných obrázků je na internetové adrese http://www.chmi.cz/meteo/rad/pub/mz_dop/

Lektorka RNDr. D. Řezáčová, Csc., rukopis odevzdán v červnu 2001.

INFORMACE

NOVÉ PUBLIKACE ČESKÉHO HYDROMETEOROLOGICKÉHO ÚSTAVU

V nakladatelství Českého hydrometeorologického ústavu vyšly nebo vyjdou v nejbližší době tyto publikace:

- ◆ **Statistické zpracování měsíčních a ročních srážkových a odtokových charakteristik povodí řeky Moravy.**
Autoři Ladislav Budík a Marie Budíková.
123 stran, včetně 23 tabulek a 192 obrázků. Cena 200,- Kč.
- ◆ **Znečištění ovzduší a atmosférická depozice v datech, Česká republika 2000.**
330 stran. Cena 750,- Kč.
- ◆ **Znečištění ovzduší na území České republiky v roce 2000. Grafická ročenka.**
200 stran, včetně cca 120 barevných map. Vyjde v září. Cena 1 500,- Kč.
- ◆ **Hydrologická ročenka České republiky 2000.**
190 stran, barevné přílohy. Vyjde v září. Cena 685,- Kč.

Publikace můžete objednat na adrese: Český hydrometeorologický ústav, SIS, P. Jiráková, Na Šabatce 17, 143 06 Praha 4-Komořany. Tel./fax: 02/44032721,

e-mail: jiratova@chmi.cz

Na objednávce uvádějte svoje IČO.

ÚSTŘEDNÍ METEOROLOGICKÝ ÚSTAV VE VÍDNI A ČESKÉ ZEMĚ (Ke 150. výročí jeho založení.)

Central Meteorological Institute in Vienna and the Czech lands. (To the 150th anniversary of its foundation). The Central Institute for Meteorology and Geomagnetism (Central-Anstalt für Meteorologie und Geomagnetismus) was established in Vienna in 1851 and in 1904 was renamed for Central Institute for Meteorology and Geodynamics (Zentralanstalt für Meteorologie und Geodynamik). Although the establishment of the Institute led to the introduction of standard meteorological observations in all lands of the monarchy, for meteorology in Bohemia it became fateful. The leaving of the excellent specialists K. Kreil, K. Fritsch and K. Jelinek for the central institute resulted in the loss of the Klementinum Observatory dominant position in meteorology not only as an observatory but even as a research establishment and even the observing network, the densest one in all monarchy at that time, went down. Later constructed extensive networks of precipitation stations for the purposes of farming and forestry could not cover problems of meteorology and regional climatology. The advantage of a central institute was that outstanding scientists, such as for example J. von Hann, worked there and at the same time at Vienna university. These scientists influenced later representatives of the Czech university meteorology such as F. Augustin or S. Hanzlík. After the formation of an independent Czechoslovakia in 1918 Czechoslovak Meteorological Service continued activities of central meteorological institutes in Vienna and Budapest.

KLÍČOVÁ SLOVA: meteorologie – historie – ústav meteorologický – Vídeň

1. ÚVOD

V letošním roce uplynulo 150 let od založení Ústředního ústavu pro meteorologii a zemský magnetismus ve Vídni, který byl později přejmenován na Ústřední ústav pro meteorologii a geodynamiku. I když působnost jubilujícího ústavu se v současnosti omezuje jen na území Rakouska, tedy sousedního státu, je uvedené výročí velmi významné i pro nás, protože patří do historie české meteorologie. Je tomu tak z více důvodů:

- Na zakládání a budování ústředního ústavu ve Vídni se podstatnou měrou podíleli odborníci z Prahy;
- České země byly ještě více než půlstoletí po jeho založení součástí habsburské monarchie, a po tu dobu vídeňský ústav usměrňoval vývoj naší meteorologie, pokud šlo o činnost pozorovacích sítí i zpracování naměřených údajů;
- Ředitelé ústavu, kteří byli současně profesory vídeňské univerzity, vychovali první představitele české meteorologické vědy a praxe, a ti vyplnili citelnou mezeru, která v Čechách vznikla při zřízení ústavu následkem odchodu pražských specialistů do Vídně;
- Po vzniku ČSR jako nástupnického státu Rakousko-Uherska československá meteorologická služba navázala na činnost ústředního ústavu ve Vídni (i Budapešti). Odborné i osobní kontakty mezi rakouskými a československými meteorology se v různé míře udržovaly i v pozdějším období.

V článku věnujeme pozornost především okolnostem utváření vídeňského ústavu a jeho důsledkům pro meteorologii v Čechách a dále osobnostem, které stály v jeho čele a jejichž vědecký význam daleko přesáhl hranice Rakouska. Uvádíme také přehled oslavných akcí spojených s jubileem ústředního ústavu.

2. ZALOŽENÍ ÚSTŘEDNÍHO ÚSTAVU

Konec 40. let 19. století se v rakouské monarchii stal v mnoha směrech přelomovým obdobím. Revoluce z let 1848–1849 byla sice poražena, avšak uvolnila cestu k rozvoji kapitalismu a modernizaci státu. Podpořila společenské přeměny, které vedly mimo jiné k lepšímu využití přírodních věd v technickém pokroku. Modernizoval se i státní systém, například dvorské úřady se přeměnily v oborová ministerstva.

Vznikaly nové státní úřady a instituce, jako např. geologický nebo meteorologický ústav, byly učiněny i první kroky k organizaci hydrografické služby, když v roce 1850 výnosem ministerstva obchodu bylo nařizováno pozorovat vodní stavy na hlavních tocích a zprávy zasílat vyjmenovaným úřadům.

Popud k založení pravidelné organizace meteorologických pozorování na celém území tehdejšího Rakouska dala Císařská akademie věd, založená v roce 1847, která „*pokládala za svůj nejdůležitější a nejdělejší úkol spojití rozptýlené a porůznu účinkující síly ku společnému účelu a zaříditi pozorovací systém se zvláštním centrálním ústavem magneticko-meteorologickým*“ [1].

Pro vypracování návrhu na reorganizaci meteorologických pozorování a předložení jej akademii byla zřízena komise, kterou vedl řádný člen akademie věd Karl (Carl) Kreil (1798–1862), rodák z Riedu v Horních Rakousích, ředitel Pražské hvězdárny a profesor astronomie na pražské univerzitě. Akademie návrh schválila a 18. února 1850 prostřednictvím svého kuratoria předložila ministerstvu kultu a vyučování žádost, obsahující návrh na zřízení ústřední meteorologické stanice ve Vídni, a vysvětlení, kterých přístrojů pro tuto a další pozorovací stanice bude zapotřebí.

Císař František Josef I. rozhodnutím datovaným 23. července 1851 žádosti vyhověl a povolil zřízení Ústředního ústavu pro meteorologická a magnetická pozorování s jedním ředitelem, jedním adjunktem, dvěma asistenty a sluhou. Ředitelem byl jmenován K. Kreil, jemuž byla současně propůjčena hodnost řádného profesora fyziky vídeňské univerzity. Spojení funkcí ředitele ústředního ústavu a univerzitního profesora, které se udrželo až doposud, se osvědčuje, protože ústavu vtiskuje charakter vědecké instituce. Podle usnesení akademie, které tato instituce přijala brzy po zřízení ústavu, má stále spojení ústředního ústavu s akademií zajišťovat, aby na práci ústavu bylo pohlíženo jako na činnost akademie [7].

(Rok zřízení centrálního ústavu se zapsal také negativně do rakouských dějin. Patenty z 31. prosince 1851 byla zrušena ústava a zavládl absolutismus a rovněž v prosinci téhož roku byl Karel Havlíček Borovský za novinářskou činnost internován do Brixenu.)

Zemský magnetismus se stal náplní činnosti ústředního

ústavu díky Kreilovu vědeckému zaměření, jež rozvinul po příchodu na Pražskou hvězdárnu (1838), která nevyhovovala požadavkům moderního astronomického bádání. K jeho rozhodnutí soustředit se na meteorologická a magnetická pozorování a vybudovat při Pražské hvězdárně „novou magneticou a meteorologickou observatoř“, přispěla také první mezinárodní meteorologická konference, která se konala v roce 1838 v Göttingen. Přestože Kreil významně přispěl k rozvoji pražských meteorologických pozorování a jeho spis „Klimatologie von Böhmen“ (vydán posmrtně v roce 1865) patřil ve své době k vrcholným dílům klimatologie, největší věhlas získal geomagnetickými měřeními na různých místech monarchie, takže byl považován především za geofyzika.

Centrálnímu ústavu magneticko-meteorologickému, jenž byl prvním ústavem svého druhu na světě, ředitel Kreil přisoudil dvojí úkol:

1. jako vzorový ústav provádět pozorování všech prvků meteorologie a zemského magnetismu a přispívat k podpoře a dalšímu rozvoji těchto oborů;
2. provozovat pozorovací síť v celé monarchii, vybavovat je přístroji, kontrolovat jejich činnost, plnit funkci sběrného střediska napozorovaných údajů a zpřístupňovat je veřejnosti. Kreilem zpracované ročenky ústředního ústavu byly pro svou formu, obsah a uspořádání ceněny jako publikace hodné následování.

Úkoly, které si Kreil při zakládání ústavu předsevzal, se však ukázaly jako obtížně splnitelné z důvodů finančních, prostorových i personálních. Počáteční počet pracovníků byl k zvládnutí úkolů příliš malý, státní dotace nestačily ani na vybudování pozorovacích sítí, ani na výstavbu vlastní budovy (v roce 1852 se podařilo získat nezbytné prostory v novém nájemním domě). Státním financím způsobilo těžkou ránu zapletení se Rakouska do války krymské (1853–1855), a nebyť podpory ze strany akademie věd, pozorování by zcela zaniklo; na určitou dobu bylo nutno zastavit vydávání ročenek.

Lépe než Kreilovi se v budování ústavu dařilo jeho nástupci Karlu (Carl) Jelinkovi (1822–1876), přestože do jeho funkčního období se promítly ekonomické problémy vyplývající z prohrané války s Pruskem (1866). Brněnský rodák stejně jako Kreil přešel do Vídně z Prahy, kde působil jako adjunkt na hvězdárně v Klementinu a od roku 1852 jako profesor matematiky na pražské technice. Ředitelem ústředního ústavu byl jmenován v roce 1863. Byl nejen vynikajícím vědcem, nýbrž také výborným organizátorem, kterému se podařilo získat od ministerstva vyšší dotace na početní rozšíření personálu i na provozní účely. Pro ústav byla postavena nová budova na Hohe Warte, která byla uvedena do provozu v dubnu 1872.

V roce 1865 Jelinek založil po dvouleté přípravě rakouskou meteorologickou společnost, jejímž orgánem se stal „Zeitschrift der österreichischen Gesellschaft für Meteorologie“. Časopis brzy nabyl dobré odborné úrovně a velmi přispěl k mezinárodnímu jménu ústředního ústavu [10]. Jelinek je také zakladatelem rakouské povětrnostní služby opírající se o pravidelná telegrafická hlášení a posléze vydávající denní povětrnostní mapy. Jeho zásluhou se v roce 1873 konal ve Vídni první mezinárodní meteorologický kongres, který byl v podstatě zakládajícím aktem Mezinárodní meteorologické organizace.

Dalším pracovníkem, jenž opustil Prahu a odešel s Kreilem za lepšími pracovními a existenčními podmínkami do nově zřízeného vídeňského ústředního ústavu, byl Karl Fritsch (1812–1879), pražský rodák a dlouholetý Kreilův dobrovolný spolupracovník na klementinské hvězdárně Od

roku 1862 byl zástupcem ředitele ústavu. Ještě za pobytu v Čechách vynikl jako fenolog, napsal desítky vědeckých prací, mezi nimi i spis o klimatu Prahy z roku 1850, založený na meteorologickém pozorování Pražské hvězdárny.

Skutečnost, že první ředitel Ústředního ústavu pro meteorologii a zemský magnetismus Kreil, jeho nástupce Jelinek a místoředitel Fritsch se vyškolili v meteorologii na Pražské hvězdárně, svědčí o vysoké vědecké úrovni tohoto pracoviště [6]. Mohla by nás naplňovat radost nad úspěšností našich předchůdců, kdyby následně nevedla k úpadku meteorologie v samotných Čechách.

3. METEOROLOGIE V ČECHÁCH OD 2. POLOVINY 19. STOLETÍ

Význam ústředního ústavu a působení jeho vedoucích činitelů je třeba posuzovat ze dvou hledisek, která v roce 1885 vyjádřil v rozsáhlém rozboru František Augustin (1846–1908), první profesor meteorologie a klimatologie na pražské univerzitě. Napsal: „Založením centrálního ústavu meteorologického ve Vídni, opatřeného dostatečnými prostředky za tím účelem, aby spravoval všeobecnou rakouskou síť meteorologickou, nastala pozorování meteorologického v Rakousku nová aera; na stanicích dosavadních, jakož i na stanicích nových počalo se pozorovati v celém mocnářství dle jediného plánu a přístroji porovnanými a vyzkoušenými, jak nemůže se jinak dít, mají-li se pozorování z rozličných míst nalézati v souhlasu. Meteorologie v Rakousku dodělala se tím znamenitého úspěchu; dosud byla meteorologická pozorování pěstována od astronomů při hvězdárnách v zájmech astronomie a od agronomů vzhledem k polnímu hospodářství. Zařízením samostatného ústavu, určeného výhradně jenom ku pěstování meteorologie, vybavila se tato z područí astronomie a agronomie i mohla si vytknouti sama své cíle bez ohledu na potřeby a zájmy cizí... Vídeňský ústav zasluhuje plného uznání, že pod správou dosavadních svých ředitelů Kreila 1851–1862, Jelinka 1863–1876 a Hanna od r. 1877 pracemi svými, založením spolku a časopisu meteorologického přispěl nemálo k rozvoji všeobecné meteorologie“ [1].

Týž autor však na jiném místě téhož článku lituje Kreilova odchodu do Vídně, protože jeho nástupci na hvězdárně neměli jeho schopnosti ani zájem. V Čechách nebylo nikoho, kdo by se opravdu zabýval meteorologií a podněcoval smysl pro meteorologická pozorování. S úplným zdarem se nesetkaly ani pokusy Výboru pro přírodovědecký výzkum Čech v Praze či Přírodovědeckého spolku v Ústí nad Labem obnovit ve větší míře meteorologická pozorování poté, co po vzniku ústředního ústavu Vlastenecko-hospodářská společnost zastavila svou činnost a rozpustila meteorologickou síť, kterou převzala Vídeň.

Čechy postrádaly metodicko-organizační středisko meteorologického výzkumu, kterým se nemohla stát pro svou polohu ani Pražská hvězdárna, jejíž sláva pominula, jakmile se zpřísnily požadavky na umístění hlavní meteorologické stanice. „Meteorologické observatorium Pražské nemůže rozvinouti náležitou činnost, jsouc velice nepříznivě umístěno na dvoře Klementina ve středu města. Měření mnohých ukazův atmosférických uprostřed kotliny Pražské, často kouřem a dýmem naplněné, jest velice pochybné“ [1]. Proto se prof. Augustin dožadoval zřízení nové meteorologické stanice první třídy anebo alespoň oddělení dosavadní stanice od hvězdárny a její přeložení na příhodnější místo, nejlépe na některé výšině v pražském okolí v náležité vzdálenosti od města. Vídeňský centralismus však nebyl myšlenkám na zřízení nového zemského meteorologického centra nakloněn, zvláště když po založení samostatného meteorologického ústředního ústavu v Budapešti v roce 1870 ztratil značnou část pozorovací sítě (41 stanic).

Založení vídeňského ústředního ústavu mělo tedy pro Čechy nepříznivé následky nejen proto, že přišly o žádané meteorologické odborníky, nýbrž i proto, že vedlo ke značné redukci pozorovacích stanic, k úpadku Klementina, i ke ztrátě naděje, že se Praha opět stane střediskem alespoň zemského meteorologického a klimatologického výzkumu, kterým již byla v době Antonína Strnada (1746–1799) a P. Martina Aloise Davida (1757–1836). Čechy měly v meteorologii oproti jiným zemím mocnářství značný náskok, nejhustší síť stanic a kvalitní řady měření, zatímco jinde se pozorování teprve zaváděla. „Počet jejich byl větší nežli počet ostatních stanic z celého Rakouska, totiž 17 z 31. Dlouho však se Čechy netěšily této přednosti, za několik let sklesl počet stanic zasílajících z Čech pozorování svá do Vídně na polovici, ze 17 na 8, kdežto v jiných zemích rakouských stále vzrůstal a po osmiletém trvání rakouské sítě meteorologické byly Čechy v ní zastoupeny již jen deseti stanic... Čechy, jindy z prvních v zemi, kde pěstována byla meteorologie a konána pozorování meteorologická, nacházejí se tedy nyní na rovní s Dalmácií a Bukovinou.“ [1]. Změny v síti, které prováděl ústřední ústav, směřovaly k tomu, aby stanice byly rozmístěny pokud možno rovnoměrně ve všech rakouských zemích. Augustin si byl vědom toho, že redukovaná síť v Čechách nemůže stačit k podrobnému klimatologickému výzkumu, který potřebovalo zemědělství a jiná odvětví: „Tím způsobem jako se dosud dělo, nedosáhlo by se nikdy úplné a důkladné známosti o podnebí Čech“.

Úpadek meteorologického pozorování v Čechách nezastavilo ani vybudování dvou rozsáhlých srážkoměrných sítí v 70. letech, a to meteorologické sekce hydrografické komise vedené Františkem Studničkou (1836–1903) a Českého lesnického spolku pod vedením Emanuela Purkyněho (1831–1882). Sítě byly založeny ke speciálním účelům a nemohly nahradit pozorování meteorologická. „Takovéto rozsáhlé dešťoměrné podniky nejsou ryze meteorologické; hojně měření deště má mnohem větší cenu pro hydrologa, inženýra a polního hospodáře, nežli pro meteorologa. Tomuto záležiti především na výzkumu záhady zakrývající vznik a tvoření deště, a jelikož pouhým jeho měřením nelze dosáhnouti poznání tohoto úkazu i při nejhojnějším počtu stanic dešťoměrných, jest nucen vyhledávati jiných prostředků k dosažení svého cíle“ [1].

Oprávněné stesky i předkládané návrhy Augustinovy se týkaly výhradně území Čech, tedy historického území Království českého, protože na Moravě a ve Slezsku byla situace jiná. Tam soustavná meteorologická pozorování začínala právě v polovině 18. století, tedy v době zřizování vídeňského ústavu, a nebyla tam Strnadova a Davidova tradice centrální zemské stanice. Přírodopisný spolek v Brně od 60. let rozšiřoval síť meteorologických a srážkoměrných pozorování a jeho vybrané stanice byly začleňovány do rakouské sítě [4]. Také ta se postupně stabilizovala a zvláště po odčlenění sítě v Uhrách se zvětšil počet jejích stanic. V roce 1882 bylo v Rakousku 261 stanic I., II. a III. třídy, z toho však v Čechách jen 27, kdežto na Moravě jich bylo 29 a nejhustší síť mělo Slezsko.

Navrhoval-li prof. Augustin zřízení centrální meteorologické stanice I. třídy v blízkosti Prahy, považoval tento požadavek za předstupeň k založení v podstatě samostatného českého meteorologického ústavu, protože podle jeho návrhu „by v hlavním městě Čech byla zřízena a přiměřenými prostředky opatřena Centrální stanice meteorologická, jež by měla za účel zakládati a řídit stanice meteorologické, sbírat, sestavovati a uveřejňovati pozorování vykonaná, vydávati práce na základě jejich, pěstovati klimatologii Čech se zřetelem k lesnictví a polnímu hospodářství, jakož i rozšiřovati prognosy

o povětrnosti“ [1]. Je samozřejmé, že rakouská vláda na zřízení takové „stanice“, která by ohrožovala jednotu celostátní sítě a meteorologické služby, neměla zájem. Podmínky na založení národního (státního) meteorologického ústavu se sídlem v Praze nastaly až po vzniku samostatné Československé republiky v roce 1919.

4. KREILOVI NÁSLEDOVNÍCI VE FUNKCI ŘEDITELE VÍDEŇSKÉHO ÚSTAVU

Po Jelinkově smrti v roce 1876 byl za ředitele ústav vybrán Julius von Hann (1839–1921), všeobecně uznávaný všestranný meteorolog, jenž se zasloužil o výstavbu sítě přízemních pozorování, zřízení stanic výškových a přebudování ústavní knihovny do odborné knihovny první třídy. Výzkumnou a pedagogickou činností, k níž patří i tvorba učebnic, a podporou mladých badatelů, např. J. Perntera, W. Traberta, H. von Fickera i našeho S. Hanzlíka zásadní měrou přispěl ke vzniku rakouské, nebo též vídeňské meteorologické školy. Přes 50 let se podílel na vydávání odborného časopisu *Zeitschrift für Meteorologie* [5]. Protože administrativní práce, která přinášela jeho funkce, ho omezovaly ve vědecké práci, po dvaceti letech z funkce ředitele odstoupil (1897).

Jeho nástupcem se stal znamenitý badatel a dobrý organizátor Josef M. Pernter (1848–1908), jenž se rozhodl přizpůsobit ústav požadavkům doby jednak tím, že rozšířil pro narůstající činnosti pracovní prostory, jednak tím, že budoval předpovědní službu, která prognózy předávala všem poštovním úřadům, což zůstalo zachováno až do vysílání předpovědí rozhlasem. V Hollabrunnu zřídil pokusnou stanici pro střelbu proti krupobití. Významným magnetikem ústavu byl Josef Liznar (1852–1932), který v roce 1899 přešel jako profesor na vídeňskou Vysokou školu zemědělskou. Když v roce 1904 ústřední ústav převzal od akademie věd zemědělskou službu, změnil název na Ústřední ústav pro meteorologii a geodynamiku (*Zentralanstalt für Meteorologie und Geodynamik*), který používá dodnes. Seismickým měřením na observatoři a organizaci makroseismické hlásné služby na celém území tehdejšího Rakouska se věnoval Victor Conrad.

Po Pernterově smrti v roce 1908 byl ustanoven do funkce ředitele Wilhelm Trabert (1863–1921), který převzal dobře vedený ústav. Jeho vědecké zájmy směřovaly do široké oblasti kosmické fyziky. Přičinil se o postavení magnetické observatoře v Kremsmünsteru v roce 1911, a tím o obnovení geomagnetických registrací, které musely být ve Vídni ukončeny vzhledem k zavádění pouličních elektrických vedení. Zdravotní potíže do donutily odejít na odpočinek v roce 1915.

Další vývoj ústavu, který byl dramatický, poznamenala světová válka. Pracovníci odcházeli na frontu, povětrnostní oddělení ústavu se stalo meteorologickým ústředím vojenské správy a od září 1915 měla v ústavu sídlo polní povětrnostní služba, jejímž velitelem byl prof. Felix Maria Exner, který byl v roce 1917 jmenován ředitelem centrálního ústavu. Zánik poraženého Rakousko-Uherska přivodil ústavu působícím na území současného malého Rakouska ztrátu velké části pozorovacích sítí (např. počet stanic klimatologické služby se z 335 před začátkem války po jejím ukončení snížil na 87), a i když hlavní úkoly ústavu zůstaly zachovány, špatné hospodářské poměry vedly k četným omezením činnosti. Díky Exnerovu vědeckému postavení se podařilo získat podporu zahraničních dárců. Nenormální situace trvala do roku 1924. V roce 1927 byla zřízena samostatná letecká povětrnostní služba a podřízena spolkovému ministerstvu obchodu a dopravy, ústav se ve větší míře začal zabývat humánní bioklimatologií a rozšiřoval fenologická pozorování.

Po Exnerově úmrtí v roce 1930 byl pověřen řízením ústavu Wilhelm Schmidt (1883–1936), profesor Vysoké školy zemědělské. S jeho příchodem je spjato zavádění mikroklimatických výzkumných metod do práce ústavu, výzkum městského klimatu včetně znečištění ovzduší (měřicí jízdy). V roce 1935 byla sloučena geomagnetická a seismická služba do jednoho geofyzikálního oddělení. I když na ústav doléhala světová hospodářská krize, podílel se na pracích dvou Mezinárodních polárních roků (1932/33) expedicí na ostrov Jan Mayen za účelem meteorologických a magnetických pozorování.

Poté, co horlivý a pracovně přetížený Schmidt podlehl záchvatu mrtvice (1936), byl z berlínské univerzity povolán zpět do Rakouska Heinrich von Ficker (1881–1957) a v roce 1937 jmenován ředitelem ústavu. Ve funkci jej zastihla 2. světová válka, během níž po začlenění Rakouska do Velkoněmecké říše byly rakouská klimatologická služba a povětrnostní služba sloučeny s Německou říšskou povětrnostní službou (Deutscher Reichwetterdienst) a vídeňský ústav jako výzkumné pracoviště podřízen říšskému ministerstvu výchovy. (O nějakém výzkumu však nemohlo být řeči, protože kromě ředitele a místoředitele byli všichni vědečtí pracovníci povoláni k branné moci.) Veškerý klimatologický materiál bylo odevzdán do Berlína a ke konci války po četných převáženích zničen požárem na nádraží Friedrichsroda. Zachována byla jen pozorování po roce 1936. Leteckými nálety a jinými válečnými událostmi byly zničeny meteorologické a geofyzikální přístroje a některé budovy observatoří.

Poválečné poměry v Rakousku okupovaném čtyřmi vítěznými velmocemi se rychle měnily: Od srpna 1946 ústav opět převzal všechny povětrnostní služby do té doby rozdělené do okupačních zón, avšak v roce 1950 byla spolkovým zákonem založena samostatná letecká povětrnostní služba. Po odchodu H. Fickera do důchodu v roce 1953 se stal ředitelem ústavu Ferdinand Steinhauser (1904?–1991), povolán současně na univerzitu jako profesor geofyziky, když již předtím působil na Vysoké škole zemědělské jako profesor meteorologie, klimatologie a fyziky. Funkce ředitele byl zproštěn v roce 1976. Byl členem Československé meteorologické společnosti.

F. Steinhauser navázal na provozní a výzkumné trendy ústavu z předválečného období, kladl však větší důraz na přizpůsobení se potřebám praxe a lepší využití napozorovaného materiálu. Novou činností se stalo monitorování znečištění ovzduší, které provádí oddělení aerochemie. Zavádění nové měřicí a výpočetní techniky bylo obdobné jako v čs. hydrometeorologické službě. Vzpruhou ústavu bylo jeho zapojení do několika velkých mezinárodních výzkumných projektů na poli meteorologie a geofyziky, které přispělo k lepšímu vybavení jeho pracoviště. K rozvoji činností napomohla výstavba velkoryse pojatého sídla ústavu (opět na Hohe Warte) předaného do užívání v letech 1967–1973 namísto stoleté původní budovy. Vývoj rakouského ústředního magneticko-meteorologického ústavu prof. F. Steinhauser podrobně vylíčil při příležitosti jeho 125letého trvání [7]. Rozhovor s jeho nástupcem, současným ředitelem ústavu, jeho synem, prof. Peterem Steinhauserem, o jeho práci v orgánech Světové meteorologické organizaci i v ústavu otiskly Meteorologické zprávy v roce 1994 [3].

5. OSLAVY VÝZNAMNÉHO JUBILEA VE VÍDNI

Oslavy 150. výročí založení Ústředního ústavu pro meteorologii a geodynamiku se budou konat ve Vídni ve dnech 2.–4. října 2001 společně s Německo-rakousko-švýcarským meteorologickým zasedáním, označovaným akronymem DACH – MT 2001. To vyjadřuje, že jde o společnou akci Ně-

mecké meteorologické společnosti (DMG), Rakouské společnosti pro meteorologii (ÖGM) a Švýcarské společnosti pro meteorologii (SGM), která zapadá do cyklu Německých meteorologických zasedání (DMT), z nichž poslední se konalo v roce 1998 v Lipsku.

DACH – MT 2001 bude společnou platformou německy hovořících odborníků v meteorologii a příbuzných vědách. Očekává se, že podá široký přehled o dosavadních výzkumech fyzikálních a chemických procesů v atmosféře a vzájemných působení (interakcí) mezi atmosférou a pevným či tekutým povrchem Země.

Konference časově těsně předchází konání Evropské konference o aplikacích v meteorologii (ECAM), která se uskuteční společně s Prvním ročním zasedáním Evropské meteorologické společnosti (EMS) od 24. do 28. září 2001 v Budapešti. Termín DACH – MT 2001 byl zvolen tak, aby zájemci se mohli zúčastnit všech zasedání a aby malá vzdálenost Vídně a Budapešti usnadňovala i koordinaci akcí.

Odborná část oslav bude probíhat ve dvanácti tematických okruzích (sekcích):

1. Integrované systémy

Sodar, měřič profilů, radiolokátor, družicový navigační systém (GPS).

Dálkový výzkum pomocí družic. Asimilace dat a numerická analýza.

2. Předpověď počasí: synoptika – modely – „postprocessing“

Nowcasting. Předpovědi velmi krátkodobé, krátkodobé, střednědobé, dlouhodobé a sezonní, „ensemblová“ předpověď.

3. Klimatologie

Diagnóza, variabilita a předpověď klimatu. Procesy vzájemného působení v globálním klimatickém systému.

4. Variabilita a trendy ve střední atmosféře. Pozorování a výsledky modelů

5. Numerika, propojené modely atmosféra-oceán v meteorologii a oceánografii

6. Vzájemné působení atmosféra – biosféra (včetně biometeorologie)

Zemědělská, lesnická a lékařská meteorologie. Procesy na zemských površích. Regionalizace vzájemných působení.

7. Fyzika prostředí a meteorologie prostředí

Fyzika prostředí. Meteorologie prostředí včetně řízení, plánování, zajištění kvality atd. Chemické procesy, doprava atd. Pachy a jejich šíření.

8. Oběhy vody

Hydrometeorologie. BALTEX.

9. Horská meteorologie a mezoměřítkový Alpský program (MAP)

„Suchá fáze“: jevy spojené s prouděním, fén, mezní vrstva atmosféry atd. „Vlhká fáze“: oběh vody.

10. Oceánografie: variabilita klimatu

Šelfová moře. Oceán.

11. Dějiny meteorologie

12. Tropická meteorologie a vzájemné působení tropy – vnětropické oblasti

Literatura

- [1] *Augustin, F.*: O potřebě zorganizování meteorologické pozorování v Čechách. Zvl. otisk z Athenaea, nákladem spisovatelovým. Praha 1885. 20 s.
- [2] *Hanzlík, S.*: Rozvoj meteorologické organizace a meteorologických pozorování v ČSR. In: Sborník I. Sjezdu slovan-
ských geografů a ethnografů v Praze 1924. Praha, Geografický ústav Karlovy university 1926, s. 71–74.
- [3] Interview with President of RA-VI Professor Dr. Peter Steinhauser on the occasion of his visit to Prague. Meteorol. Zpr., **47**, 1994, č. 6, s. 161–162.
- [4] *Krška, K. – Šamaj, F.*: Dějiny meteorologie v českých zemích a na Slovensku. Praha, Karolinum 2001 [V tisku].
- [5] *Munzar, J. a kol.*: Malý průvodce meteorologií. Praha, Mladá fronta 1989. 248 s.
- [6] *Seydl, O.*: Meteorologie na Pražské hvězdárně a v Čechách v minulosti (1752–1839). In: Hanzlíkův sborník. K sedmdesátým narozeninám. Praha, Státní meteorologický ústav, publ. ř. C, sv VI, 1952, s.13–51.
- [7] *Steinhauser, F.*: Die Geschichte der Zentralanstalt von ihrer Gründung bis zur Gegenwart. Almanach der Österreichischen Akademie der Wissenschaften, **127**, 1977.
- [8] *Pejml, K.*: Poznámky k vývoji české meteorologie od nejstarších dob do roku 1919. Dějiny vědy a techniky, **18**, 1985, s. 234–245.
- [9] *Veselý, E.*: Karel Kreil zemřel před sto lety. Meteorol. Zpr., **16**, 1963, č. 1, s. 21.
- [10] *Veselý, E.*: Sto let rakouské meteorologické společnosti. Meteorol. Zpr., **18**, 1965, č. 6, s. 182–183.

LETECKÁ METEOROLOGICKÁ STANICE NA LETIŠTI V LIBERCI

Meteorologické stanice na letištích v České republice nebyly kromě Prahy v Ruzyni nejvhodněji umístěny. Postupně se daří tyto nedostatky odstraňovat, a tak byl vyřešen problém na letišti Ostrava-Mošnov. V nových prostorách jsou již umístěny meteorologické stanice na letišti Karlovy Vary a Brno-Tuřany a zůstává dořešit problém letiště Holešov.

V posledních letech byly neúnosné pracovní a sociální podmínky na letišti Liberec. Vzhledem k tomu, že v dané oblasti pracuje pouze tato meteorologická stanice, rozhodlo vedení Českého hydrometeorologického ústavu v roce 2000 vyřešit tento problém radikálním způsobem. Výsledkem bylo to, že dne 28. 5. 2001 byla uvedena slavnostně do provozu letecká meteorologická stanice v novém objektu Liberec 11603.

Početné silné srážky a s nimi spojené povodně, které se vyskytovaly v posledních desetiletích 19. století, vyvolaly potřebu meteorologického pozorování v tomto regionu. Na srážkoměrné stanici na Nové Louce v Jizerských horách, kde se pozoruje od roku 1885, byly naměřeny doposud největší úhrny srážek za 24 hodin na území Čech a Moravy. Bylo to 29. července 1897 a množství naměřených srážek bylo 345,1 mm. Přímou v Liberci se pozoruje od roku 1900. Ze zajímavých naměřených údajů na této klimatické stanici uvádíme nejnižší teplotu, která byla naměřena v pověstné zimě 20. století dne 11. února 1929, a to $-34,8\text{ }^{\circ}\text{C}$.

Letecká meteorologická stanice na letišti v Liberci byla založena v roce 1946 a v roce 1947 byla na tomto letišti zahájena civilní doprava. Do správy ústavu přešla stanice v květnu 1949, kdy nastoupil do funkce vedoucího pan Ladislav Neoral. Do roku 1952 byli jako pozorovatelé na stanici vojáci. Od tohoto období až doposud byla stanice umístěna v různých objektech, převážně provizorních. Sociální podmínky se natolik zhoršily, že bylo nutné tuto kritickou situaci řešit.

Výstavba objektu byla zahájena v lednu 2001 a již v květnu byla stavba ukončena a uvedena do provozu. Stavbu projektoval Ing. Miroslav Hauk. Výstavbu realizovala firma FERONASTAV, a.s., a celkové náklady činily 5.971 356 Kč. Cena vlastního objektu byla 5.477 824 Kč. Meteorologická stanice je vybavena nejmodernějšími meteorologickými přístroji a napojena na informace poskytované leteckou meteorologickou službou. Byla rozšířena náplň letecké meteorologické stanice o měření vlhkosti půdy, automatické měření



Obr. 1 Nová budova meteorologické stanice na letišti v Liberci. Foto J. Jandouš.



Obr. 2 Ředitel ČHMÚ Ivan Obrusník zahajuje provoz na meteorologické stanici v Liberci. Foto J. Jandouš.

výparu a dalších prvků. Stanice také zabezpečuje v operativním režimu měření radioaktivity v dané lokalitě.

Dne 28. 5. 2001 ředitel ČHMÚ Ivan Obrusník zahájil provoz stanice za účasti pracovníků ČHMÚ, dodavatele, zástupců Karlovy univerzity, armády a dalších hostů. Slavnostního zahájení se zúčastnil i první vedoucí této stanice pan Ladislav Neoral.

Marián Wolek

BYL OPRAVDU KJÓTSKÝ PROTOKOL V BONNU ZACHRÁNĚN?

Jak jsem již čtenáře Meteorologických zpráv (MZ č.1/2001) informoval, 6. konference smluvních stran Rámcové úmluvy OSN o změně klimatu (COP-6), která se konala ve dnech 13.–25. 11. 2000 v holandském Haagu a ke které se tehdy upírala pozornost široké veřejnosti, skončila neúspěchem. Aby však neúspěch nebyl příliš zřetelný, konference byla formálně přerušena s tím, že bude za několik měsíců pokračovat. Během této doby se měla situace uklidnit, k nejrozpornějším tématům měla proběhnout další „smírčí“ jednání a hlavně – Mezivládní panel IPCC měl v první polovině roku 2001 předložit další nové vědecké poznatky, shrnuté v tzv. Třetí hodnotící zprávě (IPCC Third Assessment Report). Termín pokračování byl stanoven na 16.–27. 7. 2001 do Bonnu. Téměř snad jediné co se naplnilo, bylo červnové vydání tří částí zpráv IPCC, které kromě vědeckého obsahu zaujaly i svým excelentním provedením.

Vlastní příprava bonnského jednání byla významně poznamenána náhlou změnou postoje USA k problematice Kjótského protokolu. Prezident G. W. Bush k údivu světové veřejnosti, a nejen veřejnosti environmentální, prohlásil Protokol z pohledu ekonomiky USA za neakceptovatelný, ale i za nástroj, který nemůže účinným způsobem problém rizik spojených se změnou klimatu řešit. Ještě v dubnu na 9. konferenci o trvale udržitelném rozvoji (CSD-9) v New Yorku tento názor všechny státy zcela jednoznačně odmítly.

Během května a června se však situace začala poněkud měnit a stanoviska vyhrocovala několik týdnů před konferencí. Nejistoty a obavy z úspěchu plánované bonnské konference potvrdila i přípravná vrcholná schůzka ministrů, která se konala v nizozemském Scheveningenu (26.–28. 6. 2001). Do poslední chvíle byla nejistá i stanoviska rozvojových států, které od bonnského jednání očekávaly především přísun značných finančních zdrojů. Pouze státy EU a skupiny CG11 (definici státy Dodatku B Protokolu s nenulovými redukčními cíli, prakticky kandidátské státy EU) deklarovaly svoje neměnná a zásadní stanoviska, směřující k pokračování kjótského procesu. Proto řada delegací s velkým očekáváním do Bonnu neodjížděla a před zahájením jednání panovala poměrně značná nervozita.

Jednání konference se zúčastnilo více než 4 600 delegátů ze 181 států, mezivládních, nevládních a dalších organizací. V jejím úvodu probíhala v pracovních skupinách poslední technická jednání ke čtyřem hlavním a stále otevřeným tematickým okruhům, tj. finanční aspekty, kjótské mechanismy, zahrnutí lesních aktivit do redukčních kvót a kontrolní režim Protokolu, nicméně bez viditelných úspěchů.

Ve čtvrtek 19. 7. byla za zcela mimořádných bezpečnostních opatření a za účasti představitelů států, ministrů životního prostředí a ekonomických ministrů, zahájena vrcholná část jednání. V úvodních projevech optimisticky zazněly některé konstruktivní náměty na řešení vzniklé složité politické situace. Většina řečníků se vyslovila pro vytvoření takových podmínek, které by umožnily zahájení širšího ratifikačního procesu Protokolu. Téměř jedinou výjimkou byl projev vedoucí delegace USA Pauly Dobrianski. Ukázalo se však, že na některé otázky a způsoby řešení mají regionální uskupení států stále značně rozdílné názory. Za skupinu CG11 přednesl projev ministr Miloš Kužvart, který v projevu mj. zdůraznil

snahu o dosažení dohody a společný záměr ratifikovat Protokol co nejdříve. Odmítl však návrhy na povinné finanční příspěvky států CG11 na zatím nepřilíš transparentní aktivitu směřující do rozvojových států se zdůvodněním, že tato povinnost není v souladu se zněním Rámcové úmluvy ani Protokolu.

Pod vedením prezidenta COP-6 nizozemského ministra životního prostředí Jana Pronka probíhala od pátku 20. 7. do pondělí 23. 7. dopoledne prakticky nepřetržitě na úrovni ministrů a hlavních expertů velice složitá jednání. Do jednacího sálu byl umožněn přístup pouze omezenému počtu vyjednávačů (celkem asi 120) dle předem schváleného klíče (např. naše skupina CG11 měla k dispozici pro ministry a experty celkem 9 „povolenek“). Po celonočním jednání byla v dopoledních hodinách 23. 7. konečně přijata tzv. Bonnská dohoda, na kterou navázala Politická deklarace. V rámci této deklarace státy Dodatku II Rámcové úmluvy (ekonomicky velmi vyspělé státy), s výjimkou USA, přislíbily rozvojovým státům finanční prostředky ve výši 410 mil. USD ročně, které by byly využity zejména na podporu vzdělávání, aplikace nových technologií, adaptační procesy a odstraňování následků jevů, souvisejících se změnou klimatu (deklarace platí zatím do roku 2005).

Ve druhém týdnu jednání delegáti v duchu výsledků politických rozhodnutí obsažených v Bonnské dohodě pracovali na přípravě závěrečných usnesení COP-6 k výše uvedeným čtyřem okruhům problémů. Jelikož zdaleka ne všechna usnesení obsažená v tematických okruzích byla dokončena, bylo rozhodnuto o jejich dopracování na následné konferenci COP-7, která se bude konat v termínu 29. 10.–9. 11. 2001 v Marrákeši (Maroko).

Hlavní výsledky jednání obsažené v Bonnské dohodě*Finanční otázky*

Potřeby rozvojových států budou financovat státy Dodatku II, případně další ekonomicky vyspělé státy (Dodatku I), pokud jim to jejich situace umožní. Finanční pomoc bude realizována pomocí bilaterálních i multilaterálních toků, včetně fondů GEF. Zdrojem fondů budou i podíly ve výši 2 % ze zisků z projektů CDM (dle čl. 12 Protokolu), kdy státy s redukčními cíli mohou realizovat projekty v rozvojových státech. Fondy budou používány zejména na podporu vzdělávání, zavádění nových technologií, adaptační procesy a odstraňování následků extrémních jevů počasí, souvisejících se změnou klimatu. Zatím však nedošlo k dohodě o složení kontrolního orgánu, který bude na využívání finančních prostředků dohlížet, neboť rozvojové státy požadují majoritní zastoupení.

Kjótské mechanismy

Klíčovými body jednání byly otázky týkající se vzájemného zrovnoprávnění projektů a srovnatelné přístupnosti k nim, podílu jejich uplatňování ve vztahu k redukčním aktivitám jednotlivých států, systému kontroly efektivity projektů, vzájemné výměny uspořené jednotkových množství a míry zahrnutí propadů emisí v lesích do projektů CDM a JI (dle čl. 6 Protokolu), kdy státy s redukčními cíli mohou realizovat projekty vzájemně (případá v úvahu při uskutečňování projektů v tranzitních ekonomikách). Jednotlivé státy by měly domácí redukční aktivity realizovat podle svých reálných

možností a měly by být vedeni snahou o vyrovnání zatím rozdílných úrovní emitovaných množství skleníkových plynů na obyvatele. Byl schválen již zmíněný převod 2 % ze zisků z projektů CDM do kapitoly finančních zdrojů (viz výše); k dohodě o podobném převodu z projektů JI či z emisního obchodování zatím nedošlo (k tomuto bodu má CG11 velmi silné námitky). Využití projektů k plnění redukčních cílů má být pouze doplňkovým elementem, přičemž stěžejními mají být domácí redukční aktivity (dohody o kvantifikaci vzájemných podílů však ani zde dosaženo nebylo).

Nepodařilo se ani dosáhnout shody o vypracování a schválení společných, popř. podobných pravidel pro projekty CDM a JI. Rozvojové státy nadále požadují, aby byla nejprve přijata pravidla pro projekty CDM, a teprve následně pro JI. To by však, podle našeho názoru, evidentně snížilo schopnost konkurence projektů JI. Navíc rozvojové státy požadují i majoritní zastoupení v kontrolním orgánu pro posuzování projektů JI, na nichž však nebudou vůbec participovat. Pravidla pro projekty CDM jsou vcelku podrobně připravena a zahrnují i aktivity související se zalesňováním a obnovou lesa v prvním kontrolním období. V případě emisního obchodování (od roku 2008) došlo k politické dohodě o výši emisní rezervy, kterou by si musel každý stát ponechat pro případ, že by nebyl schopen redukční cíl splnit.

Zahrnutí lesních aktivit

Zcela podle očekávání šlo o nejsložitější bod jednání, neboť podle čl. 3.4 Protokolu lze redukční cíle rovněž plnit zahrnutím propadů CO₂ lesními aktivitami a hospodaření s půdou. Bonnská dohoda obsahuje hlavní principy, od nichž by se měl odvíjet jejich další průběh: vědecká průkaznost technických aspektů jednotlivých bodů usnesení, používání konzistentní metodologie hodnocení aktivit, nezohledňovat zatím nepodložené úvahy o míře pohlcování uhlíku v půdě a v lesních porostech, uvažovat prozatím pouze o způsobu zahrnutí těchto aktivit během prvního kontrolního období. Každý stát si podle této dohody může započítat lesní aktivity, které jsou v souladu s definicemi dle čl. 3.3 Protokolu (les, zalesňování, obnova lesa, odlesňování) podle svého výběru, nicméně pouze ve stanovené míře. K tomuto bodu byla připravena zatím dosti kontroverzní tabulka, zpracovaná na základě údajů FAO. V každém případě musí jít prokazatelně o aktivity, které se uskutečnily po roce 1990.

Kontrolní režim Kjótského protokolu

Tento tematický okruh je nesmírně citlivý, neboť je třeba vytvořit co nejtransparentnější a právně vymahatelný režim, který by měl následně i oprávnění uplatnit účinné sankce v případě neplnění Protokolu. Bylo dosaženo pouze politické dohody o jeho základních aspektech. Bude vytvořen specializovaný kontrolní orgán, který bude mít za úkol sledovat reálné možnosti jednotlivých států ke splnění redukčních cílů již s předstihem. Pokud by některý stát svůj redukční cíl nesplnil, potom by se jeho následný cíl po r. 2012 snížil o 30 % hodnoty, o kterou by jeho emise převýšily původní cíl. Rovněž by tento stát ztratil oprávnění uplatnit převody emisí vyplývající z emisního obchodování. Kontrolní orgán by rovněž posuzoval, zda jsou zpracovány emisní inventury ve standardním provedení a zda je stát ochoten spolupracovat při předepsaných kontrolách. Pokud by byly zjištěny neshody, viník by si nemohl započítat žádné emisní kredity z projektů či z emisního obchodování.

Skončila tedy konference úspěchem?

Vzhledem k situaci, která nastala po prohlášení USA a zejména po červnové vrcholné schůzce v Scheveningenu, byla očekávání značně skeptická. To se potvrdilo i během první třech dnů jednání v Bonnu.

Jistého průlomu bylo dosaženo zejména během nočního jednání z 22. 7. na 23. 7. Kanada, Austrálie, ale zejména Japonsko nakonec souhlasily s možností pokračovat v kjótském procesu i bez účasti USA. Zejména kladný souhlas Japonska se nakonec ukázal být pro další proces klíčový. Ke vstupu Protokolu v platnost je třeba, aby jej ratifikovalo alespoň 55 států, které zároveň pokryjí 55 % celkových emisí států Dodatku I dle stavu z roku 1990. První podmínka je splnitelná lehce, nicméně právě z druhé podmínky vyplývaly nejistoty a potíže. Podle Protokolu celkový podíl emisí skleníkových plynů států EU a CG11 totiž činí 32,4 % a ani společně s Ruskem (poté 49,8 %) by nemohl ke vstupu Protokolu v platnost stačit. Jelikož „chybějící podíl“ pouze USA činí 36,1 %, byl podíl Japonska (8,5 %) k dosažení dohody tak významný.

Dohody však bylo dosaženo za cenu značných ústupků, zejména v případě výše zápočtu propadů emisí CO₂ v lesních komplexech. Lze spekulovat i o tom, že limitní hodnoty, které byly v konečném návrhu a v Bonnské dohodě Kanadě, Austrálii, Japonsku a Rusku „povoleny“, jsou nadhodnocené. Dle předběžných výpočtů některých renomovaných nevládních organizací, dohodnutý způsob zahrnutí lesů celkově nezajistí snížení emisí skleníkových plynů do roku 2008–2012 o požadovaných průměrných 5,2 %, jak ukládá Protokol, ale pouze o méně než 2 %.

Pokud se hovoří o úspěchu jednání v Bonnu, pak snad pouze v tom smyslu, že nepochybně mohl nastat daleko katastrofičtější závěr, kdy by se další státy připojily ke stanovisku USA. Přesto však dohoda z Bonnu nezaručuje, že všechny státy, které se k ní přihlásily, Protokol skutečně v dohledné době ratifikují.

Státy EU a CG11 v Bonnu jednoznačně deklarovaly svůj záměr začít s ratifikací Protokolu tak, aby tento proces byl dokončen nejpozději v první polovině roku 2002 (kromě řady rozvojových států Protokol již ratifikovalo Dánsko a Rumunsko – z požadovaných 55 % emisí je tak zatím „pokryto“ 1,6 %). Podmínky pro splnění osmiprocentního redukčního cíle Protokolu jsou v Česku z technického hlediska zcela reálné. Tento krok navíc nepřinese žádné zvýšené nároky na státní rozpočet a pokud se Česko zapojí do mezinárodního emisního obchodování, může být z finančního hlediska i „zajímavý“.

Jan Pretel

30. MEZINÁRODNÍ KONFERENCE O RADAROVÉ METEOROLOGII

Třicátá mezinárodní konference o radarové meteorologii pořádaná Americkou meteorologickou společností (ICRM AMS – International Conference on Radar Meteorology, American Meteorological Society) se konala v Mnichově ve dnech 19.–24. 7. 2001. Byla to již třetí ICRM AMS pořádaná mimo severoamerický kontinent. V roce 1984 se konala ICRM AMS v Curychu a v roce 1991 v Paříži. Pořádání ICRM AMS v Evropě umožňuje účast velkému počtu evropských odborníků v radarové meteorologii a je příležitostí pro setkání s obdobnými špičkovými specialisty z USA i z dalších mimoevrop-

ských zemí. Zasedání 30. ICRM se konala v prostorách mnichovského hotelu Forum, který je pro podobné příležitosti velmi dobře technicky vybaven, a byla doprovázena i expozicemi jednotlivých firem a společností, které zde prezentovaly své produkty zaměřené na radarovou meteorologii.

Organizace odborných sekcí. Odborné příspěvky přijaté k prezentaci byly rozděleny do 12 sekcí pro ústní prezentace a 16 sekcí posterových. Některé sekce byly rozděleny do dvou subsekcí A a B, které probíhaly paralelně. Každodenní program byl rozdělen do 4 bloků. Ve dvou dopoledních blocích probíhaly ústní prezentace, první odpolední blok byl věnován posterům a zasedání pokračovalo druhým odpoledním blokem, při němž probíhaly paralelně dvě sekce. Pouze v neděli se odpolední program nekonal a v úterý, poslední den konference, bylo dopoledne věnováno paralelně sekcím 12A a 12B. Postery byly k dispozici na panelech po celou dobu konference a vždy na konci druhého dopoledního bloku prezentovali předsedové několika posterových sekcí souhrnnou informaci o dané sekci. Postery prezentovaných sekcí mohly být diskutovány v prvním odpoledním bloku za přítomnosti autorů. Domníváme se, že tento rozvrh je dobrý a na řadě evropských setkání by byl přínosem. (Máme např. na mysli ranní instalaci a večerní reinstalaci posterů na GA EGS, což je téměř nedůstojná degradace úsilí věnovaného tomuto typu prezentace výsledků.)

V rámci omezeného rozsahu této informace není možné komentovat detailně náplň všech sekcí. Domníváme se však, že alespoň přehled programu konference je užitečnou informací, a proto jej uvádíme. U každé sekce je zaznamenán ve složených závorkách i počet příspěvků (bez prezentací stažených z programu). Spolu s dále uvedenou informací o materiálech z konference může program inspirovat zájemce o konkrétní téma k nahlédnutí do konferenčního sborníku nebo dalších dovezených materiálů.

Odborný program

Čtvrtek, 19. července

- Sekce 1: Asimilace radarových dat do hydrologických modelů – COST717 a další {9 příspěvků}.
- Sekce P1: Radarové systémy – kalibrace a kvalita základních dat {10 př.}.
- Sekce P2: Radarové systémy – zpracování dat {16 př.}.
- Sekce P3: Radarové systémy – nedávný vývoj a výsledky {7 př.}.
- Sekce P4: Radarové systémy – profily a bistatické sítě {12 př.}.
- Sekce 2A: Tropické cyklony {6 př.}.
- Sekce 2B: Získávání mikrofyzikálních informací („Microphysical retrieval“) a určování typu částic I {8 př.}.

Pátek, 20. července

- Sekce 3: I. zvaná prezentace – Souhrn poznatků z pracovního zasedání o kalibraci radaru (P.I. Joe, P.L. Smith Jr.).
- Sekce 4: Asimilace radarových dat do atmosférických modelů – COST717 a další {12 př.}.
- Sekce P5: Nové a alternativní koncepce {13 př.}.
- Sekce P6: Nowcasting {13 př.}.
- Sekce P7: Algoritmy – kvalita dat {10 př.}.
- Sekce 5A: Nebezpečné projevy počasí („Severe weather“) – supercely a tornáda {7 př.}.
- Sekce 5B: Zpracování signálu – polarizační a dopplerovské metody {8 př.}.

Sobota, 21. července

- Sekce 6: Mise věnovaná měření tropických srážek (TRMM – Tropical Rainfall Measuring Mission), {12 př.}.
- Sekce P8: Mezní vrstva, bezoblačný vzduch („Clear Air“), turbulentní a dopplerovská spektra {9 př.}.
- Sekce P9: Vnětropické cyklony {3 př.}.
- Sekce P10: Tropické srážky – SCSMEX, JAMSTEC, TRMM a další {12 př.}.
- Sekce P11: Algoritmy – získávání mikrofyzikálních informací („Microphysical retrieval“) a určování typu částic II {5 př.}.
- Sekce 7A: Srážky kvantitativně – mikrofyzika I {8 př.}.
- Sekce 7B: Algoritmy – získávání informací o proudění („wind retrieval“) a identifikace jevů {8 př.}.

Neděle, 22. července

- Sekce 8: Projekt demonstrační předpovědi – Sydney 2000 {12 př.}.

Pondělí, 23. července

- Sekce 9: II. zvaná prezentace – Radar pro měření srážek: kde se nacházíme (I. Zawadzki).
- Sekce 10: Orografické srážky – CALJET a MAP {12 př.}.
- Sekce P12: Blesky {4 př.}.
- Sekce P13: Srážky kvantitativně – mikrofyzika II {6 př.}.
- Sekce P14: Srážky kvantitativně – přístupy založené na jednom parametru {6 př.}.
- Sekce P15: Srážky kvantitativně – korekce vertikálních profilů {7 př.}.
- Sekce P16: Srážky kvantitativně – víceparametrické postupy I {11 př.}.
- Sekce 11A: Nesrážkové a slabě srážkové oblaky {5 př.}.
- Sekce 11B: Srážky kvantitativně – víceparametrické postupy II {8 př.}.

Úterý, 24. července

- Sekce 12A: Klimatologické analýzy {11 př.}.
- Sekce 12B: NEXRAD – vědecký a technický vývoj {14 př.}.

Z nástinu programu je patrné, že v radarové meteorologii lze při jistém zjednodušení rozlišit dva základní problémové okruhy. Prvním z nich je získávání stále dokonalejších radarových informací z hlediska typu (odrazivost, dopplerovská data, polarimetrická měření aj.), časové i prostorové hustoty měření, přenosu dat i tvorby uživatelských produktů. Zde je pokrok zřejmý a jednotlivé meteorologické služby mají z čeho vybírat a čím se inspirovat. Meteorologii bez současných radarových měření si dnes lze obtížně představit. Druhým okruhem je propojení radarových dat s dalšími meteorologickými informačními zdroji a to, co lze nazvat fyzikální interpretací výsledků měření (přesnější kvantitativní měření srážek, nowcasting, asimilace radarových dat do modelů a další). Přes vysokou kvalitu prezentací z hlediska formy i množství provedené práce je z výsledků patrné, že mnoho otázek v této oblasti je stále nezodpovězených. Verifikace nowcastingových systémů testovaných během OH v Sydney i studie provedené v rámci COSTu 717 (za účasti ČHMÚ i ÚFA AVČR) dokládají, že nové přístupy využívající současnou techniku, ale přinášející i nové koncepce, jsou stále zapotřebí. V tomto ohledu byl poučný zvaný referát klasika v oblasti stanovení spektra velikostí dešťových kapek a kvan-

titativního měření srážek I. Zawadzkiho. Mnoho práce za námi, mnoho fundamentální práce před námi – banální, ale pravdivé.

Doprovodné expozice. Na výstavě, otevřené po většinu doby trvání konference, prezentovali své výrobky a služby výrobci meteorologických radiolokátorů (Enterprise Electronic Corporation (USA), Gematronik (Německo)), výrobci signálních procesorů a meteorologického softwaru (Datamat (Itálie), GAMIC (Německo), SIGMET (USA), dodavatelé služeb spojených s meteorologickou radiolokací (Aerotech Telub (Švédsko), Baron Services (USA)). Svoje produkty prezentovaly též britská, německá a kanadská meteorologická služba. Z přidružených oborů byla ve stánku německé firmy Siemens k vidění data detekce blesků, včetně evropské spolupráce v rámci organizace EUCLID, dále bistatické řešení radarové sítě (Binet, USA) a přístroje pro měření profilů teploty a větru v mezní vrstvě firem Metek a Scintec (Německo). Výstava poskytovala reprezentativní průřez současnou meteorologickou radiolokační technologií a vhodně doplňovala obraz o praktické dostupnosti moderních radiolokačních technik. Firma Gematronik nad rámec výstavy pořádala pro zájemce jednodenní exkurzi do továrny v Neussu, kde bylo možné shlédnout současnou výrobní řadu radarů METEOR 500 a diskutovat technická řešení radarového hardware a software.

Naše účast. Z České republiky se konference zúčastnili čtyři pracovníci ČHMÚ a dva pracovníci ÚFA AV ČR. Byly prezentovány tři příspěvky. Do sekce P13 byl zařazen příspěvek O. Fišera vyhodnocující výsledky měření spektra velikostí dešťových kapek videodistrometrem z hlediska vlivu na přesnost určení radarové odrazivosti a útlumu (O. Fišer: On impact of drop size distribution models on radar measurement). Společný příspěvek autorů ČHMÚ a ÚFA AVČR, který shrnul výsledky statistické korekce radarových srážek pomocí přízemních měření, byl prezentován v rámci sekce P14 (D. Řezáčová, Z. Sokol, J. Kráčmar, P. Novák: Statistical adjustment of radar-based daily precipitation to ground data from the Czech territory). Oba příspěvky jsou publikovány v konferenčním sborníku. Snad lze bez trapné samochvály říci, že značný zájem vzbudilo porovnání odhadů srážek interpolovaných z přízemních měření a stanovených z radarového měření kombinovaného s řídicí sítí srážkoměrů. Hustá česká přízemní měření denních úhrnů dovolila provést tyto odhady v závislosti na hustotě sítě a statisticky korektně prokázat důležitost plošného pokrytí radarovým měřením. Třetí příspěvek autorů z ČHMÚ (P. Novák, J. Kráčmar: Vertical reflectivity profiles in the Czech weather radar network) prezentoval poslední výsledky zpracování vertikálních profilů radarové odrazivosti a jejich využití při zpřesnění odhadu srážkového úhrnu. Tento příspěvek, zařazený do sekce P15, není sice obsažen ve sborníku, ale autoři připravili tištěnou verzi příspěvku ve formě brožurky, která byla zájemcům k dispozici. Na základě tohoto textu bude připravena odpovídající webová stránka. Kromě prezentace vlastních výsledků, účasti na zasedáních jednotlivých sekcí a řady odborných diskuzí se zejména pracovníci ČHMÚ zúčastnili řady jednání s reprezentanty vystavujících firem.

Kulturní a kulinářské zážitky patří ke každé zahraniční konferenci. Jak je patrné z programu, konferenčnímu jednání byl věnován vždy celý den s jedinou výjimkou volného odpoledne v neděli. Konference se konala pod záštitou AMS, byla

však podporována i řadou firem a institucí, včetně anglické, francouzské a německé meteorologické služby, Světové meteorologické organizace a řady dalších. To umožnilo uspořádat i tři večerní setkání účastníků konference. První setkání ve čtvrtek večer bylo organizováno především vystavujícími firmami a představovalo oficiální zahájení výstavní expozice. V pátek večer jsme měli možnost získat řadu dojmů z činnosti i historie AMS na setkání organizovaném na počest Rogera Lhermitte a jeho příspěvku k radarové meteorologii. Příspěvky reprezentantů AMS doprovázené řadou historických snímků dokumentovaly jak činnost oslavence, tak vývoj radarové meteorologie v USA. Byly velmi zajímavé jak pro starší generaci, která je může konfrontovat s vlastními zkušenostmi, tak pro mladé účastníky konference, na které technika pozorování a zpracování dat z 50. a 60. let musela zanechat dojem radarového pravěku.

Po organizační stránce zajišťoval pořádání konference organizační výbor pracovníků z DLR Oberpfaffenhofen pod vedením Dr. P. Meischnera. Jim patří za tuto práci velký dík. Poslední večerní setkání se proto konalo v bavorském duchu, kromě poměrně úsporných proslavů bylo i bavorské pivo a ve druhé polovině sezení i kurz bavorských tanců pro ty, kteří vytrvali. V nadpisu máme i zážitky kulinářské. Pouze stručně. Sponzoři a organizátoři udělali na tomto poli kus vkusné a přitom opravdu nebývalé práce. Jinými slovy všeho bylo dost a spokojení museli být jediní zaměřeni na kvantitu i na kvalitu pokrmů a kulturu stolování.

Plus a minus body. Je jistě značně neskromné hodnotit pomocí plus a minus bodů tak výbornou konferenci. Účast na setkáních tohoto typu je pro každého účastníka přínosem z mnoha hledisek. Přesto lze jako velmi kvalitní vyzdvihnout účast na konferenci, která opravdu reprezentovala současný stav radarové meteorologie, i organizační uspořádání a technické zázemí konference. Trochu budou možná oponovat ti, kteří častěji čekali, až se uvolní jedno ze dvou internetových připojení. Nezaznamenali jsme však žádné dlouhé fronty a střídání probíhalo vždy v kolegiálním duchu. Všechny ostatní složky byly jednoznačně na výborné úrovni ve prospěch přednášejících i diváků. Pro nás, kteří musíme poněkud zvažovat, jak naložíme s prostředky přidělenými grantovými agenturami, jsou minusovými body určitě poměrně vysoké poplatky „za vše“ (šlo nejen o konferenční poplatek, ale i platbu za zveřejnění abstraktu na internetu a za počet stránek zveřejněných ve sborníku). Zde je patrně pohled na výši poplatků hodně závislý na situovanosti dané země či instituce. Je škoda, že řada účastníků zařazení příspěvku do sborníku oželela. Někteří rezignovali právě z finančních důvodů. Kulturní a kulinářské zážitky nebudujeme pro zjevný nedostatek kompetence v těchto oblastech.

Materiály z konference zahrnují tištěný program konference a především tištěný sborník v kvalitě, kterou známe z podobných konferenčních sborníků AMS.

Všechny materiály jsou k dispozici u účastníků konference.

Na závěr pouze poznamenejme, že vstřebání odborných poznatků z 30. ICRM vyžaduje ještě trochu časového odstupu. Je ale jasné, že při současném stavu české radarové sítě a produktů radarových měření i při meteorologické interpretaci těchto produktů jsme na dobré a respektované úrovni. To je dobrá deviza pro naši účast v COSTu 717 i obecně pro další práci.

Daniela Řezáčová – Jan Kráčmar

ČESKÝ HYDROMETEOROLOGICKÝ ÚSTAV ČLEMEM EVROPSKÉ METEOROLOGICKÉ SPOLEČNOSTI (EMS)

Ve dnech 16.–17. března 2001 se na pozvání České meteorologické společnosti uskutečnilo v Praze zasedání Rady Evropské meteorologické společnosti (EMS). Připomínáme, že Stanovy EMS byly publikovány v Meteorologických zprávách, 52, 1999, č. 4, str. 126–127. (V tomto textu bylo použito názvu Koncil místo vhodnějšího Rada; dodatečně se čtenářům omlouváme.)

Jednání se konalo v hlavní budově Akademie věd ČR v Praze. Účastníci se ho Alica Bajic (Chorvatsko), Jan Bednář (ČMeS), David Burridge (pozorovatel), Tanja Cegnar (zvaný expert, meteorologie v médiích, Slovinsko), Stanley Cornford (vicepresident a hospodář EMS, Velká Británie), Raino Heino (Finsko), Nils Olof Karlberg (pozorovatel), René Morin (president EMS, Francie), Fritz Neuwirth (vicepresident EMS, Rakousko), Mike Phillips (pozorovatel, EUMETSAT), John Thomson (pozorovatel), Werner Wehry (Německo), John Wieringa (vicepresident EMS, Holandsko), Arne Spekat (sekretář EMS, Německo). Omluveni byli Luigi Mariani (Itálie), Eva Žížková (vědecká tajemnice ČMeS).

Pro informaci uvádíme, že v roli pozorovatelů bez práva hlasovat se zúčastňují různí odborníci a představitelé institucí se statutem přidružených členů EMS.

Podrobnější informace o programu jednání byl uveden ve Věstníku ČMeS.

Novými přidruženými členy EMS se staly Météo-France a Český hydrometeorologický ústav.

Hlavním výstupem z jednání Rady bylo formulování záměru iniciovat činnost pěti pracovních komisí:

1. Komise pro konferenční činnost.
2. Komise pro vzdělávání v meteorologii.
3. Komise pro akreditaci.
4. Komise pro prezentaci meteorologie v médiích.
5. Komise pro další záležitosti v oblasti meteorologie.

V souvislosti s komisí pro akreditaci se do budoucna předpokládá, že činnost EMS a jejích členských národních meteorologických společností by mohla nabýt některých prvků obdobných profesním komorám vypracovávajícím kritéria pro oprávněnost vystupovat oficiálním způsobem za daný obor vůči veřejnosti. Komise pro další záležitosti by se starala o náměty z agendy nespádající do kompetence prvních čtyř komisí. Další rozpracování činnosti a zajištění provozu zmíněných komisí bude probíhat na dalších zasedáních Rady EMS, která mají půlroční frekvenci. Nejbližší z nich proběhne souběžně s kongresem ECAM (24.–28. 9. 2001 v Budapešti).

Dále byl předložen seznam mezinárodních vědeckých akcí, na nichž se má EMS podílet:

1. Annual Meeting of EMS (25.–26. 9. 2001) jako součást kongresu ECAM (Budapešť, 24.–28. 9. 2001).
2. International Conference on Radar Meteorology (19. – 25. 7. 2001, Mnichov).
3. European Conference on Severe Storms (26.–30. 8. 2002, Praha).
4. XI. Festival de la Météorologie (23. – 27. 5. 2001, Montreal).
5. 6th Education: Weather, Ocean, Climate (EWOC) Conference (7. – 11. 7. 2003, Madrid).

Řada dalších akcí je z hlediska podílu EMS v jednání.

Snahou EMS bude i organizovat mezinárodní granty na řešení aktuálních otázek z meteorologie.

Jak je z výše uvedeného výčtu patrné, pro Český hydrometeorologický ústav znamená přijetí za přidruženého člena EMS zejména pružnější napojení na některé zdroje informací a činností, a to i na půdě akademické a společenské. Zvláště řešení problémů týkajících se otázek prezentace údajů a akreditací může mít pro ČHMÚ i praktické dopady.

Domníváme se, že podobně jako kdysi široká mezinárodní výměna meteorologických dat nejprve telegraficky, později dálkopisy a posléze použitím Globální telekomunikační sítě SMO, byla předzvěstí propojení informačních systémů celého světa, je nyní sdružení meteorologických společností a ústavů kamínkem mozaiky, která bude jednou, doufejme, tvořit obraz nekonfliktního uspořádání společnosti.

Jan Bednář – Helena Vondráčková

50 LET SOLÁRNÍ A OZONOVÉ OBSERVATOŘE ČHMÚ V HRADCI KRÁLOVÉ

V roce 2001 oslavuje Solární a ozonová observatoř Českého hydrometeorologického ústavu (ČHMÚ) v Hradci Králové (SOO-HK) 50 let své činnosti. K tomuto výročí ČHMÚ vydal pamětní publikaci [1], která obsahuje historický přehled vývoje pracoviště, popisuje jeho současné úkoly a podává informace o plánovaných aktivitách. Tato publikace bude distribuována všem hlavním složkám ústavu a spolupracujícím institucím. Zároveň pracovníci SOO-HK spolu s vedením ČHMÚ a za podpory Ministerstva životního prostředí (MŽP) České republiky uspořádali mezinárodní seminář věnovaný odborné činnosti pracoviště a jeho domácích i zahraničních partnerů. V tomto příspěvku chce autor stručně seznámit čtenáře MZ s některými základními informacemi o observatoři a podat krátkou zprávu a zmíněném semináři.

1. Historie – hlavní etapy vývoje observatoře

Dnešní Solární a ozonová observatoř ČHMÚ v Hradci Králové byla založena v roce 1951 jako Bioklimatologická observatoř tehdejšího Státního meteorologického ústavu (SMÚ). Po celou dobu své existence je umístěna v budově Hvězdárny na Novém Hradci Králové. U zrodu observatoře stál její dlouholetý vedoucí Dr. Jaroslav Pícha, který původně pracoval v letecké synoptické službě SMÚ v Praze-Ruzyni [2].

Po svém příchodu do Hradce Králové v srpnu 1951 Dr. Pícha postupně zahájil pravidelná klimatologická měření a pozorování odpovídající svým rozsahem tehdejší náplni stanice II. řádu. Od ledna r. 1952 je možno považovat tato měření za komplexní a reprezentativní. Důležitou součástí činnosti nové observatoře bylo i měření slunečního záření, které bylo zahájeno již v r. 1953. Tato měření se v dalších letech postupně rozšiřovala a po určitou dobu pracoviště vyhodnocovalo aktinometrická měření a kalibrovalo radiometry i z dalších stanic SMÚ. Observatoř rovněž navázala spolupráci s řadou institucí, pro které plnila úlohu garanta měření a zdroje dat o slunečním záření na území republiky. Pro lokální uživatele byly v široké míře poskytovány výsledky meteorologických měření a pozorování.

Důležitým mezníkem dalšího zaměření observatoře bylo její zapojení do Mezinárodního geofyzikálního roku (MGR, 1957–1959) a s tím související první zahraniční kontakty, především s odborníky z meteorologické observatoře v Postupimi. Na jejich základě se Dr. Pícha rozhodl rozšířit odbornou náplň pracoviště o měření a studium atmosférického ozonu. Již od ledna r. 1957 proto v Hradci Králové zavedl pravidelná

měření přízemního ozonu chemickou metodou a usiloval o získání Dobsonova ozonového spektrofotometru na měření celkového ozonu v atmosféře. Tento přístroj se podařilo zakoupit a od ledna 1962 zahájit pravidelná měření. Výsledky měření jsou od této doby zasílány do Světového ozonového datového centra SMO v Torontu. V rámci rozvoje ozonového programu na SOO-HK byl Dobsonův spektrofotometr navázán na mezinárodní systém pravidelných kalibrací a pracoviště v r. 1978 zavedlo na observatoři ČHMÚ v Praze-Libuši ozonosondážní měření vertikálních profilů koncentrace ozonu v atmosféře.

Další významnou akcí, která trvale ovlivnila postavení tehdy již Meteorologické observatoře Hydrometeorologického ústavu (HMÚ), byla účast pracoviště na Mezinárodním roku klidného slunce (MRKS, 1964–1965). V rámci tohoto projektu se Dr. Pícha v r. 1963 poprvé účastnil jako československý zástupce mezinárodního srovnání referenčních radiačních standardů v Taškentu, kde navázal čs. přístroj na regionální etalon. Od této doby observatoř v Hradci Králové udržuje národní radiační standard ČSSR/ČR a je tak zcela autonomní z hlediska udržování Mezinárodní pyrhelimetrické stupnice na území naší republiky. V letech 1964–65 rovněž došlo na pracovišti k zásadní modernizaci a rozšíření měření složek radiační bilance.

V průběhu 60. a 70. let minulého století již observatoř disponovala potřebnými datovými soubory, které umožňovaly první studie vlastností pole slunečního záření na území republiky. Požadavky na radiační data postupně narůstaly a tak byla observatoř pověřena zřízením radiační sítě ČHMÚ, kterou vybudovala a uvedla do provozu koncem r. 1983. Již o rok dříve bylo pracoviště pověřeno funkcí Národního radiačního střediska (NRS) s povinnostmi definovanými orgány SMO – především zajišťováním mezinárodní standardizace měření, kontroly a zpracování dat slunečního záření jak pro potřeby meteorologické služby, tak i pro ostatní státní i nestátní instituce.

V roce 1979 byla observatoř přejmenovaná na Experimentální pracoviště Hradec Králové a stala se až do června 1990 součástí Odboru experimentálních pracovišť (OEX-ČHMÚ). Od r. 1990 nese pracoviště název Solární a ozonová observatoř a je samostatným oddělením Úseku meteorologie a klimatologie (ÚMK) ČHMÚ. V r. 1986 byl po odchodu Dr. Jaroslava Píchy do důchodu pověřen vedením observatoře Dr. Karel Vaníček.

K důležitým změnám v činnosti observatoře došlo počátkem 90. let. Po změně politického systému mohli pracovníci SOO-HK volně navazovat kontakty se zahraničními partnery a dále zvyšovat svoji odbornou úroveň. Pracoviště se zapojilo do řady mezinárodních projektů orientovaných především na monitoring ozonové vrstvy a UV slunečního záření. V období let 1993–2000 působil vedoucí SOO-HK jako člen Ozonové komise Mezinárodní asociace pro meteorologii a atmosférické vědy (IAMAS).



Obr 1 Budova Hvězdárny v Hradci Králové – sídlo Solární a ozonové observatoře ČHMÚ.

Rychlý rozvoj pracoviště byl umožněn také v důsledku rozsáhlého využívání výpočetní techniky, maximální automatizace všech typů měření a připojením k internetu, kde si observatoř zřídila své vlastní www stránky na adrese <http://www.chmi.cz/meteo/ozon/hk.html> Z nového přístrojového vybavení pořízeného v tomto období je třeba zmínit především Brewerův ozonový spektrofotometr (1994) na plně automatizované měření celkového ozonu a UV záření a absolutní dutinový radiometr AHF – Eppley, který je od r. 1996 používán jako nový národní radiační standard ČR. Významnou úsporou pracovních kapacit a podstatné rozšíření meteorologického zpravodajství pro hradeckou aglomeraci přinesla r. 1999 instalace automatické meteorologické stanice firmy Meteoroservis Vodňany.

Uvedené skutečnosti dokumentují, že v průběhu své dosavadní padesátileté existence observatoř neustále rozvíjela svoji odbornou činnost jak v oblasti provozních úkolů, tak i rozsáhlým zapojením do výzkumných a rozvojových projektů. Od r. 1994 se systemizované personální složení pracoviště ustálilo na čtyřech vysokoškolácích a dvou středoškolácích. V posledních letech SOO-HK s velmi dobrými zkušenostmi využívá možnosti výkonu civilní služby spolehlivých a kvalifikovaných absolventů vysokých škol. Všeobecně lze konstatovat, že hradecká observatoř patřila v rámci ČHMÚ k pracovištím s velmi nízkou fluktuací zaměstnanců a že její personální obsazení vždy odpovídalo reálné potřebě vázané na aktuální pracovní úkoly.

2. Současnost a budoucnost – provozní a výzkumné programy

Změny, které přinesl rok 1989, umožnily observatoři zásadním způsobem rozšířit mezinárodní spolupráci, rychle zavádět nové technologie (viz předchozí kapitolu) a pro potřeby pracoviště hledat finanční zdroje mimo rozpočet ČHMÚ. V průběhu 90. let minulého století se SOO-HK podařilo získat několik projektů od Grantové agentury ČR a Evropské

komise, které výrazně přispěly především k zavedení monitoringu UV slunečního záření v ČR, aplikace radiačních dat pro technologické účely a rozšíření zahraničních kontaktů – především s partnery ze zemí Evropské unie (EU). Jednalo se o tyto granty:

- **Měření a vyhodnocování úrovně biologicky aktivního UV slunečního záření na území České republiky (1996–1998)** – Grant GA-ČR č. 205/96/1554
- **Referenční klimatické roky pro simulaci a hodnocení energetické náročnosti budov v ČR (1997–1999)** – Grant GA-ČR č. 103/97/1199
- **Výzkum a vývoj systémů využívajících obnovitelné zdroje energie a potenciál úspor energie pro bytové a rodinné domy (2000–2002)** – Projekt MŽP ČR č. VaV-320/6/00 koordinovaný Česko-slovenskou společností pro sluneční energii
- **Vývoj a aplikace technologií pro Evropské ozonové kalibrační centrum (2001–2003)** Grant GA-ČR č. 205/01/0003
- **COST-713 Action „UV-B Forecasting“ (1996–2001)** – Společný výzkumný projekt 13 evropských zemí realizovaný v rámci programu Evropské komise „Cooperation in the Science and Technology“.

Vedle těchto termínovaných projektů se SOO-HK již od r. 1989 dlouhodobě zapojila do ozonové části (*Global Ozone Research and Monitoring Project*) programu SMO „*Global Atmosphere Watch – GAW*“. Jedná se o dlouhodobý program, jehož hlavním úkolem je monitoring a výzkum vývoje složení atmosféry v globálním a regionálním měřítku za účelem zhodnocení jejího vlivu na změny klimatu a životního prostředí. V rámci této spolupráce s SMO pracovníci observatoře získali cenné zkušenosti a odbornou kvalifikaci zejména v oblasti technologií kalibrací ozonometrických přístrojů, automatizace zpracování měření na stanicích sítě a v homogenizaci datových řad. V posledních letech jsou již do akcí GAW zapojeni jako experti realizačních skupin – především mezinárodních srovnání ozonových spektrofotometrů organizovaných SMO. Součástí těchto aktivit jsou i následující projekty.

- **Školení operátorů ozonových spektrofotometrů ze stanic GAW (1996–)** Součástí programu pomoci ČHMÚ rozvojových zemí v oblasti meteorologie, který je spolufinancován Ministerstvem zahraničních věcí ČR.
- **Evropské Regionální kalibrační centrum Dobsonových spektrofotometrů (1999–)** Jedná se o regionální útvar GAW, jehož úkoly společně zajišťují observatoře Hohenpeissenberg (Bavorsko) a Hradec Králové. Tento společný projekt je zakotven ve dvoustranné smlouvě o spolupráci mezi Deutscher Wetterdienst a ČHMÚ z r. 1999. Součástí tohoto zapojení do projektu GAW je i členství vedoucích pracovníků obou observatoří v poradním orgánu SMO/GAW – Dobson Ad Hoc Committee.

Uvedené výzkumné a rozvojové projekty výrazně upevnily jak domácí, tak

i zahraniční postavení observatoře jako kvalitního zdroje dat a informací o stavu ozonové vrstvy a poli slunečního záření na území ČR. Při jejich realizaci je pracoviště schopné ve svém oboru rovnocenné spolupráce s nejvyspělejšími zahraničními partnery. V těchto aktivitách chce SOO-HK pokračovat i v budoucnosti a rozvíjet je ve zvýšené míře v rámci projektů EU. Pro observatoř jsou i významným zdrojem financování, který v posledních letech představuje až 40 % provozních a investičních nákladů pracoviště. Mimo výzkumných prací bude observatoř pokračovat ve snaze o maximální aplikační využití svých výsledků. Klasická meteorologická měření budou i nadále předávána uživatelům prostřednictvím Pobočky ČHMÚ v Hradci Králové. Přímé komerční využití, které v posledních letech přináší nezanedbatelné příjmy, bude pracoviště provádět pouze v oblasti kalibrační radiometrie a poskytování radiačních a ozonových dat.

3. Seminář „50 let SOO-HK“

V rámci oslav 50. výročí založení observatoře uspořádali její pracovníci a vedení ČHMÚ mezinárodní odborný seminář, jehož hlavním cílem bylo zhodnocení vývoje a výsledků padesátileté funkce pracoviště a zároveň prezentování odborných aktivit jeho domácích a zahraničních partnerů. Seminář se konal ve dnech 23.–25. 5. 2001 v přednáškovém sále Hvězdárny v Hradci Králové jako mezinárodní akce Ministerstva životního prostředí (MŽP) České republiky. Ačkoliv se jednalo o akci orientovanou na poměrně omezený okruh odborníků s přímými vazbami na SOO-HK, zájem předčil všechna očekávání. Semináře se nakonec účastnilo 58 účastníků, z toho 32 ze zahraničí (13 zemí), kteří přednesli 34 odborných přednášek.

Seminář zahájil ředitel ČHMÚ Ing. I. Obrusník, který přivítal účastníky a kladně zhodnotil činnost observatoře z pohledu vedení ústavu. V dalších vystoupeních velmi pozitivně ocenili aktivity pracoviště i zástupci dalších institucí – Prof. B. Moldan (MŽP ČR), Dr. M. Proffitt (Sekretariát SMO), Prof. R. Bojkov (Mezinárodní ozonová komise) a Prof. J. Bednář (MFF-UK a Česká meteorologická společnost). Odborný program semináře byl zaměřen na dva základní okruhy



Obr. 2 Přístroje na měření ozonu a slunečního záření na SOO-HK.

– atmosférický ozon a sluneční záření. Přednášky byly rozděleny do tematických bloků a řízeny předsedy z řad špičkových odborníků na dané téma. Úvodní bloky zahrnovaly přednášky s obecným a mezinárodním významem, po kterých následovaly výsledky národních aktivit a projektů. Kompletní seznam přednášek a jejich autorů je spolu s dalšími informacemi o akci zájemcům k dispozici na www stránkách SOO-HK: <http://www.chmi.cz/meteo/ozon/workshop.html>. Seminář ukončili a všem účastníkům za účast a přednesené příspěvky poděkovali Dr. M. Wolek, náměstek ředitele ČHMÚ a Dr. K. Vaniček, vedoucí SOO-HK.

Pro pracovníky observatoře byl seminář významnou příležitostí nejen pro bilancování padesáti let její činnosti, ale i pro přímé seznámení zejména zahraničních hostů s pracovištěm. Řada z nich sice s observatoří dlouhodobě spolupracuje, ale dosud ji nenavštívila. Právě jejich neočekávaně vysoká účast sice přinesla větší nároky na organizaci, ale naopak příjemně překvapila jako projev dobrého jména pracoviště. Celkově lze konstatovat, že seminář byl po odborné a organizační stránce velmi pozitivně hodnocen všemi účastníky. Všeobecné ocenění vzbudilo i špičkové audiovizuální vybavení přednáškového sálu Na úspěšné realizaci akce



Obr. 3 Účastníci semináře 50 let Solární a ozonové observatoře ČHMÚ. Foto J. Jandouš.

mají zásluhu nejen pracovníci SOO-HK a vedení CHMU, ale i další útvary ústavu, které při její přípravě a zajištění významně asistovaly. Jedná se především o pracovníky Střediska informačních služeb a Oddělení zahraničních vztahů ČHMÚ, kterým tímto autor vyjadřuje své uznání a poděkování. Poděkování patří i MŽP za významný podíl na finančním zajištění semináře.

Na závěr tohoto příspěvku je pro autora milou povinností informovat čtenáře, že v rámci semináře vystoupila rovněž zástupkyně České astronomické společnosti Dr. L. Šarounová, která přítomně seznámila s rozhodnutím Mezinárodní astronomické unie pojmenovat planetku č. 12051 jménem Pícha. Tento kosmický objekt objevený L. Šarounovou tak byl nazván na počest zakladatele hradecké observatoře Dr. Jaroslava Píchy, který bylo rovněž zaníceným astronomem-amatérem a dlouholetým členem a funkcionářem pobočky ČAS v Hradci Králové. Osvědčení o tomto pojmenování je na obr. 4.

Literatura

- [1] Vaniček, K.: Solární a ozonová observatoř Hradec Králové, 1951–2001. Praha, ČHMÚ 2001. 38 s.
- [2] Vaniček, K.: Zemřel RNDr. Jaroslav Pícha, Meteorol. Zpr., 51, 1998, č. 2, s. 63.

Karel Vaniček

VÝZNAMNÉ VÝROČÍ POZOROVATELE DOBROVOLNICKÉ KLIMATOLOGICKÉ STANICE VE VIZOVICÍCH

Čtyřicet let soustavné dobrovolné pozorovatelské činnosti není v našich podmínkách rozhodně běžným jevem. Uvážíme-li, že jde navíc o práci pozorovatele základní klimatologické stanice, tedy o provádění pravidelných měření a pozorování ve třech stanovených termínech denně včetně víkendů a svátků, vystupuje mimořádnost takového jubilea ještě výrazněji.



Obr. 4 Kopie osvědčení o pojmenování planetky „Pícha“.

Pan Jaroslav Baný zahájil svou práci pozorovatele stanice II. řádu ve Vizovicích dne 1. dubna 1961 a v letošním roce tedy uplynulo od tohoto data již čtyřicet roků.

Meteorologická měření měla v té době ve Vizovicích již určitou tradici. Pomineme-li sporadická měření na přelomu 19. a 20. století, můžeme začátek vizovické klimatologické řady položit do roku 1924. Tehdy byla stanice zřízena v tzv. Zemské hřibárně na Těchlově. Stanice byla na návrší nad městem v nadmořské výšce asi 370 metrů a měla statut stanice agrometeorologické. K 1. lednu 1937 byla stanice přestěhována do zahrady odborné hospodářsko-ovocnické školy, která byla na svahu asi o 50 m níže než umístění předchozí. Změny nadmořské výšky i expozice vedly pracovníka Státního ústavu meteorologického dr. Gregora již v té době ke konstatování, že zásah do homogenity je natolik výrazný, že lze hovořit o dvou odlišných řadách. Podobně jako v předchozí lokalitě jde i v tomto případě o stanici agrometeorologickou, vybavenou mimo jiné i výparoměrem. Škola, v jejímž areálu byla stanice umístěna, měnila v průběhu doby několikrát svůj název i zaměření (dnes SOŠ a SOU služeb), významnější pohyb vlastní meteorologické stanice registrujeme dvakrát. Poprvé dne 1. září 1956, kdy byla stanice přemístěna ze svahové polohy v zahradě na asi 50 m vzdálené místo na rovnější ploše před školou. Další posun stanice byl proveden – již pod správcovstvím pana Baného – v roce 1968, kdy byla dne 20. srpna veškerá přístrojová technika přemístěna o několik desítek metrů severním směrem do výhodnější polohy. Důvodem přemístění byla pokračující výstavba nebo jiná – pro meteorologická měření rušivá hospodářská činnost v blízkosti pozemku stanice. V padesátých letech bylo pozorování celkově na několik měsíců z personálních důvodů přerušeno a i kvalita měření a pozorování přechodně poněkud poklesla.



Obr. 1 Část pozemku meteorologické stanice ve Vizovicích, kde byly v roce 1999 po přechodnou dobu umístěny klasické přístroje i nová automatická stanice METEOS4. Dobrovolný pozorovatel Mgr. Jaroslav Baný pracuje na této stanici nepřetržitě od roku 1961.

Od 1. dubna 1961, kdy se měření ujal středoškolský profesor pan Jaroslav Baný, se situace začala zlepšovat. Nový pozorovatel, narozený 15. 1. 1936, nebyl v oboru úplným nováčkem, neboť předtím sloužil u vojenské povětrnostní služby. Základní vojenskou službu nastoupil v roce 1957 a byl zařazen k letištnímu praporu v Čáslavi jako letecký meteorolog. Absolvoval zde kurz pro pozorovatele letecké povětrnostní služby a po jeho ukončení působil až do konce vojny

v roce 1959 na letišti v Čáslavi. Ve Vizovicích byl zpočátku formálně veden ještě jako zástupce pozorovatele, postupně však přebírá funkci hlavního pozorovatele či správce stanice. Od roku 1964 dodnes provádí rovněž pozorování agrometeorologická, v letech 1964 až 1987 i fenologická. Od roku 1981 je stanice zařazena do kategorie stanic, pracujících v operačním režimu, a předává tedy každodenně hlášení INTER.

Výrazným zásahem do odborné práce pozorovatele byla automatizace stanice, provedená firmou Meteoservis Vodňany v prosinci roku 1998. Ani podstatná změna metodiky s větším důrazem na obsluhu výpočetní techniky však na kvalitě práce pana magistra Baného neubrala a stanici ve Vizovicích můžeme hodnotit jako jednu z nejsvědomitěji vedených klimatologických stanic brněnské pobočky ČHMÚ. Přejeme panu Jaroslavu Banému do dalších let hodně zdraví, pracovního elánu a neutuchajícího zájmu o problematiku počasí.

Miloslav Hradil

JEDEN ZO ZAKLADATELOV RÁDIOLOKAČNEJ METEOROLÓGIE V ČESKOSLOVENSKU JUBILUJE (RNDr. DUŠAN PODHORSKÝ, DrSc. – 60-ROČNÝ)

Skoro tri desiatky rokov sme ho vídali a stretávali na rôznych odborných podujatiach, diskusiách a polemikách týkajúcich sa prognózných možností a iných aplikácií rádiolokátorov v meteorológii. Často nás šokoval, často presvedčil svojou pracovitosťou, schopnosťou nadchnúť vynikajúcim organizačným talentom.

Narodil sa 5. júna 1941 v Bratislave. V roku 1963 absolvoval Prírodovedeckú fakultu UK, špecializáciu klimatológia – hydrológia. Ako absolvent nastúpil do Hydrometeorologického ústavu v Bratislave vo funkcii synoptický a letecký meteorológ, kde popri prevádzke riešil výskumný problém nízkohladinového dýzového prúdenia nad Karpatisko-alpským regiónom. Schopnosť bádania bola podmienkou jeho preradenia do výskumu ústavu. Výsledkom tejto činnosti bolo vypracovanie koncepcie rozvoja československej rádiolokačnej meteorológie v roku 1968 a následné vybudovanie Výskumno-vývojového meteorologického radarového stredu SHMÚ na Malom Javorníku (1972), ktoré bolo vybavené meteorologickým radarom a prijímacím systémom obrazových údajov z meteorologických družíc.

V rokoch 1973–1977 viedol výskumné projekty, týkajúci sa napr. vývoja laserového radaru (LIDAR), meteorologickej rakety (MRAK), aplikácie automatizovaných kresliacich stolov (digigrafov) v synoptickej meteorológii. V roku 1976 obhájil na Leningradskom hydrometeorologickom inštitúte kandidatúru fyzikálno-matematických vied dizertačnou prácou, v ktorej fyzikálne zdôvodnil výber optimálnych radarových zariadení pri výskume a monitorovaní parametrov atmosféry a dynamiky nebezpečných javov počasia. Na základe spracovania radarových klimatografických charakteristík nad strednou Európou prvýkrát prezentoval komplexnú mezometeorologickú informáciu o oblakoch a nebezpečných javoch, ktoré sú s nimi spojené. V období do roku 1984 pôsobil ako riaditeľ Pobočky Slovenského hydrometeorologického ústavu na Malom Javorníku. Tu vybudoval v tom čase jedno z najvýkonnejších výpočtových stredísk s prvým databázovým systémom hydrometeorologických údajov v strednej Európe, vrátane digitálneho modelu reliéfu, družicových

a radarových informácií. Uvedenie do prevádzky dvojvlňového radaru (RF) a prijímacieho systému primárných údajov z geostacionárnych a polárnych družíc vytvorilo predpoklad na vývoj kybernetických metód veľmi krátkodobých predpovedí počasia METEOTREND (nowcasting). Výsledkom tohto úsilia bolo obhájenie dizertačnej práce doktora technických vied na Akadémii vied ZSSR (1990). V rokoch 1984–1990 bol námestníkom riaditeľa pre meteorológiu v Slovenskom hydrometeorologickom ústave. V súvislosti s politickými zmenami v Československu odišiel z SHMÚ a venoval sa procesu privatizácie leteckej dopravy na Slovensku.

V rokoch 1992–1997 pôsobil ako predseda predstaviteľstva a generálny riaditeľ SLOV AIR, a. s. (TATRA AIR Group, a. s.). V roku 1998 pracoval ako vedecký tajomník meteorologického ústavu (SMÚ) a ako vedecký pracovník Geofyzikálneho ústavu SAV.

RNDr. Podhorský, DrSc. na SHMÚ vyvíjal bohatú medzinárodnú činnosť, a to v rámci Svetovej meteorologickej organizácie (SMO), ako aj v Rade vzájomnej hospodárskej pomoci (RVHP). V rokoch 1978–1984 bol zvolený za spravodajcu SMO pre radarovú meteorológiu, 1984–1990 bol predsedom pracovnej skupiny SMO pre veľmi krátkodobé predpovede počasia a riaditeľom Centra aktivity SMO pre nowcasting. V rokoch 1985–1989 viedol expertný tím RVHP pre automatizáciu meteorologických pozorovaní zabezpečujúcich leteckú dopravu. Kybernetický informačný systém (KIS) životného prostredia SHMÚ ako aj automatizovaný radarový meteorologický systém (ARMS) sa v 80. rokoch stali držiteľmi zlatých medailí na výstave INCHEBA a na Medzinárodnom strojárskom veľtrhu v Brne.

V rokoch 1963–1995 externe prednášal na Matematicko-fyzikálnej fakulte a Prírodovedeckej fakulte UK v Bratislave, v rokoch 1976–1992 bol externým učiteľom na Matematicko-fyzikálnej fakulte UK v Prahe. V období 1984–1989 bol tiež členom redakčnej rady časopisu Meteorologické zprávy. Je

členom Vedeckej rady Technickej univerzity vo Zvolene. Viedol alebo bol konzultantom niekoľkých desiatok diplomových a dizertačných prác v Československu a v zahraničí. Je autorom a spoluautorom viac než 150 vedeckých, koncepčných a popularizačných prác, z toho dvoch monografií.

V súčasnosti sa na vedeckom poli venuje problematike metrológie v meteorológii, mezometeorologickému monitoringu živelných pohrôm a výstavbe Cyklotrónového centra Slovenskej republiky v Bratislave. Vláda Slovenskej republiky ho 9. decembra 1998 vymenovala do funkcie predsedu Úradu pre normalizáciu, metrológiu a skúšobníctvo Slovenskej republiky.

Okrem iného, ako vládou vymenovaný člen Medzivládnej komisie pre vedeckú, kultúrnu a technickú spoluprácu Ruskej federácie a Slovenskej republiky a člen jej Priemyselného výboru nesie zodpovednosť za realizáciu prostriedkov zo zádržnosti Ruskej federácie určených na vybudovanie Cyklotrónového centra SR pre potreby zdravotníctva, vedy a výskumu. Je členom Rady vlády Slovenskej republiky pre vedu a techniku.

Za svoje pracovné výsledky bol Dušan Podhorský ocenený mnohými uznaniami a vyznamenaniami, a to tak na úrovni inštitúcií ako aj rezortu, kde pôsobil, napr. štátne vyznamenanie „Za vynikajúcu prácu“ (1986), Zlatá medaila Interkozmos (1984), od Predsedníctva SAV obdržal striebornú plaketu „Za zásluhy o spojenie vedy s praxou“, zlatú čestnú plaketu Aurela Stodolu „Za zásluhy v technických vedách“ (1999). V roku 1995 bol zvolený za člena Ruskej akadémie vied v Sankt Peterburgu.

Jubilant sa dožíva dôchodkového veku v dobrom zdraví, tak ako vždy plný optimizmu, energie a zánietenia pre metrológiu, tak ako to v minulosti robil pre meteorológiu. Želáme mu dobré zdravie, hodne úspechov v práci, ktorú pre súčasnú spoločnosť vykonáva.

Ferdinand Šamaj

GLOSSARY OF METEOROLOGY

(Meteorologický slovník.)

Boston, American Meteorological Society 2000. 2 ed. 855 s.

Knihovna ČHMÚ získala do svojho fondu pozoruhodnou novinku – druhé vydání Meteorologického slovníku vydaného Americkou meteorologickou spoločnosťou po 41 letech (první vydání v roce 1959). Zároveň má knihovna k dispozici i verzi v elektronické podobě.

Jestliže první vydání obsahovalo 7 247 hesel, pak nová verze překročila odhadem 10 000 pojmů (přesný počet není uveden), protože jsou zahrnuté nové obory, jako družicová meteorologie, numerická předpověď počasí, chemie atmosféry apod.; naopak byla vypuštěna některá zastaralá hesla. Termíny z hydrologie, oceánografie a podobných oborů jsou zahrnuta jenom, pokud se bezprostředně prolínají s meteorologií.

Řazení hesel je důsledně abecední s tučným zvýrazněním – zdůraznění se týká i odkazovaného termínu. Kromě hesel

neobsahuje slovník žádné rejstříky ani seznam literatury. Je přetištěna pouze předmluva z prvního vydání, která pomáhá v historické orientaci, a nově předmluva k vydání současnému. V třístránkovém poděkování je jmenovitě uvedeno několik stovek odborných spolupracovníků; na rozdíl od našeho Meteorologického slovníku výkladového a terminologického nelze autora konkrétního hesla identifikovat.

Výslovně je uvedena celá ediční rada publikace (41členná), vedoucí editor Todd S. Glickman s editory i sedmičlenný poradní sbor v čele s předsedou Ronaldem C. Taylorem.

Publikace si zaslouží podrobnější odborné zrecenzování, o což se redakce Meteorologických zpráv pokusí. Lze však předpokládat, že o ohledem na shrnutí nejnovějších poznatků bude slovník odbornou veřejností hojně využíván. Pro informaci uvádíme i příjemnou cenu knihy 3 344,- Kč, levnou v porovnání s analogickými produkty zahraniční proveniencí.

Zdeněk Horký

POKYNY PRO AUTORY

V časopisu Meteorologické zprávy jsou publikovány původní odborné a informativní články včetně recenzí. Za odborný obsah článků odpovídají autoři. O uveřejnění článků rozhoduje redakční rada, a to se zřetelem k lektorským posudkům i předpokladu praktického uplatnění.

Formální úprava a rozsah rukopisů

Rukopis má být stručný, srozumitelný a terminologicky přesný. Hlavní články by neměly přesahovat 15 strojopisných stran včetně tabulek a obrázků, informativní články 4 rukopisné strany.

Doporučená osnova článků:

- jméno autora (bez titulu) a název instituce
- název práce (výstižný a stručný, nemá přesahovat 90 úhozů)
- úvod
- metodika, způsob řešení
- výsledky a jejich zhodnocení
- závěr (stručně a jasně vyjádření přínosu práce, možnost aplikace v praxi)
- literatura
- tabulky (číselné označení arabskými číslicemi, názvy nad tabulky, tabulky je možné zařazovat do textu podle číselného odkazu nebo samostatně)
- obrázky (samostatně) a seznam obrázků
- resumé pro překlad do angličtiny, u článků publikovaných v angličtině širší resumé v češtině nebo slovenštině.

Publikování článků v angličtině

Vybrané kvalitní články je možné publikovat v angličtině. K rukopisům článků předkládaným v angličtině je nutné přiložit rozsáhlejší české nebo slovenské resumé (1 až 2 rukopisné strany). Po zlektorování článku rozhodne redakční rada o jazyku zveřejnění. Náklady za eventuální pořízení překladu nebo jazykové revize překladu předloženého autorem se odečítají od autorského honoráře.

Technické požadavky

Texty článků jsou přijímány zpracované na počítači textovým editorem (Word, Wordperfect, AmiPro) ve formě jednoho výtisku + jako soubor na disketě, v ojedinělých případech jako strojopisy (stránka A4 v rozsahu do 30 řádek).

Rovnice se číslují na pravém okraji a pod vzorcem nebo rovnicí se uvádí význam jednotlivých označení. U rukopisů připravovaných na počítači je třeba věnovat zvláštní pozornost vyznačení indexů, exponentů a dalších znaků (např. °C). Vzorce mohou být psány do textu i rukou, musí být však naprosto přesné s barevným vyznačením kurzívy, tučného písma, verzálek, řeckých písmen.

Při používání matematického aparátu a fyzikálních jednotek je nutné respektovat ČSN 01 1001 Matematické značky a ČSN 01 1300 Zákonné měřicí jednotky.

Obrázky

Obrázky zpracované na počítači se předávají jednou na jasně bílém papíře + jako soubor na disketě. Nejvhodnější jsou obrázky zpracované na počítači a uložené jako soubor na disketě: a) grafy v Excelu, b) ostatní obrázky v některém z běžných grafických formátů (EPS; JPEG; GIF; TIFF; nebo z CorelDraw).

Pokud obrázky není možné zpracovat na počítači, předkládají se ve dvou vyhotoveních: na jasně bílém papíře originál bez popisků a kopii s přesnými popisy. Podpisky k obrázkům musí obsahovat číselné označení a vlastní název obrázků.

Obrázky musí mít přesně označené osy, a to jednotkami nebo příslušnými symboly.

Literatura

Seznam použité (citované) literatury se umísťuje na konci článku pod název „Literatura“. V textu článku se v hranatých závorkách uvádí pouze číselné označení, v seznamu pod tímž identifikačním označením vlastní citace. Citace jsou prováděny podle ČSN 01 0197 Bibliografická citace.

Příklady

Jednosvazkové dílo (např. monografie): příjmení a iniciála jména autora, název publikace, pořadí vydání, místo vydání, nakladatelství, rok vydání, event. počet stran.

Seifert, V.: Počasí kolem nás. 1. vyd. Praha, Grada 1994. 142 s.

Stat' ze sborníku: příjmení a iniciála osobního jména autora stati, název stati, za slovem In: název sborníku, ročník (svazek), místo vydání, rok vydání, první stránka stati.

Němec, L.: Měsíční a roční úhrny srážek v povodí Želivky. In: Sborník prací Českého hydrometeorologického ústavu. 43. Praha 1993. s. 13

Článek z časopisu: příjmení a iniciála osobního jména autora článku, plný název článku, zkrácený název časopisu (podle ČSN 01 0196 Zkracování názvů časopisů a jiných periodik), ročník (svazek), rok, číslo, první stránka článku nebo úplné stránkové vymezení článku.

Zaujec, P.: Časové zmeny termickej kontinentality na území Slovenska v období rokov 1931–1990. Meteorol. Zpr., 47, 1994, č. 2, s. 54–59.

Jazyková správnost

Při psaní rukopisů jsou směrodatná poslední vydání pravidel českého pravopisu (Praha, Academia 1998. 391 s.) nebo slovenského pravopisu. Zkratky, které nejsou zcela běžné, je nutné při prvním použití rozepsat v plném znění. V českém pravopisu došlo ke zkrácení samohlásek v koncovkách těchto typů přejatých slov:

- iv: motiv, aktiv, masiv...
- iva: direktiva, defenziva...
- ivum: aktivum, pasivum...
- ivní: intenzivní, agresivní...
- emie: epidemie, leukemie...
- erie: scenerie, materie...
- on: ozon, balon, milion...
- ona: sezona, fazona, cyklona, ale: prognóza
- manie: toxikomanie, grafomanie...
- fuze: difuze, infuze...
- en: benzen, acetylen...

K dalším změnám dochází při psaní s a z u slov zdomácnělých, kde dochází k psaní vyslovované podoby (píše se **z**): báze, filozofie, izobara, organizace, revize, prezident, univerzita, kurz, pulz, impuls. U dalších slov se připouští dvojí způsob psaní: diskuze i diskuse, rezort i resort, mechanismus i mechanismus, dizertace i disertace atp. U těchto slov budeme v redakční praxi preferovat fonetičtější způsob, tj. psaní se **z**.

Korektury

Autor má právo na autorskou korekturu svého článku, kterou provádí na okrajích vytištěného textu, podepíše a opatří datem.

Adresa autora

Z profesionálních důvodů (korespondence, proplácení honorářů) poskytnou autoři redakci tyto nezbytné údaje: adresa bydliště, telefon; číslo sporožirového nebo běžného účtu s adresou zřizující spořitelny nebo bankovního ústavu.



NABÍDKA PUBLIKACE ČHMÚ

ZNEČIŠTĚNÍ OVZDUŠÍ A ATMOSFÉRICKÁ DEPOZICE V DATECH, ČESKÁ REPUBLIKA 2000. AIR POLLUTION AND ATMOSPHERIC DEPOSITION IN DATA, THE CZECH REPUBLIC 2000.

Praha, ČHMÚ 2000. 330 s. Cena 750,- Kč.

Roční tabelární přehled je výsledkem souhrnného zpracování imisních dat systematicky ukládaných za kalendářní rok. Je vydáván jako základní materiál pro práci orgánů a organizací řešících problematiku životního prostředí a ochrany ovzduší v našem státě.

Ročenka obsahuje komentář k souhrnnému ročnímu tabelárnímu přehledu (přehled metod měření, datová základna ročního zpracování, Informační systém kvality ovzduší, popis obsahu tabulek, zajištění kvality dat) přehled imisních měřicích sítí České republiky (stanice), souhrnné přehledy překročení imisních limitů a maximálních hodnot, měsíční a roční průměry koncentrací a doplňující imisní charakteristiky:

- oxidu siřičitého
- prašného aerosolu
- měření záření
- oxidu dusíku
- oxidu dusičného
- oxidu dusnatého
- ozonu
- oxidu uhelnatého
- těžkých kovů v prašném aerosolu
- dusičnanů (částic)
- síranů (částic)
- kyseliny dusičné
- amonných iontů (částic)
- sírovodíku
- amoniaku
- skupiny aromatických uhlovodíků
- těkavých organických látek (VOC)
- perzistentních organických látek (POPs)
- chemického složení srážek a atmosférické depozice
- větrných růžic na imisních stanicích
- slunečního záření

Publikaci lze objednat na adrese:

Český hydrometeorologický ústav, SIS, pí. Jirátova, Na Šabatce 17, Praha 4 – Komořany,
tel./fax: 02/44032721, e-mail: jiratova@chmi.cz.

Na objednávce uvádějte svoje IČO.