



ČESKÝ HYDROMETEOROLOGICKÝ ÚSTAV
CZECH HYDROMETEOROLOGICAL INSTITUTE

METEOROLOGICKÉ ZPRÁVY

METEOROLOGICAL BULLETIN

Zpráva Světové meteorologické organizace o stavu počasí a podnebí ve světě v roce 2013	65
<i>Kristýna Bartůňková – Jaroslav Fišák – Valeria Stoyanova:</i> Nerozpustné částice v mlžné vodě na Milešovce	73
<i>Vera Potop – Pavel Zahradníček – Luboš Türkott – Petr Štěpánek:</i> Plošné rozložení pozdních jarních a časných podzimních mrazů v Polabí	78
<i>Tomáš Ptáček:</i> Porovnání metod určujících systematické chyby měření srážek ...	85
Informace – Recenze	88

WMO statement on the status of the global climate in 2013	65
<i>Kristýna Bartůňková – Jaroslav Fišák – Valeria Stoyanova: Insoluble particles in fogwater at Milešovka Observatory</i>	73
<i>Vera Potop – Pavel Zahradníček – Luboš Türkott – Petr Štěpánek: Spatial variability of late spring and early autumn frosts in the Elbe River lowland (Polabí)</i>	78
<i>Tomáš Ptáček: The comparison of methods determining the systematic errors of precipitation measurement</i>	85
Information – Reviews	88

Abstracting and Indexing:

- Meteorological and Geostrophysical Abstracts

Meteorologické Zprávy, odborný recenzovaný časopis se zaměřením na meteorologii, klimatologii, čistotu ovzduší a hydrologii. Dvoutměsíčník

Meteorological Bulletin, reviewed journal specialized in meteorology, climatology, air quality and hydrology. Bi-monthly

Vedoucí redaktor – Chief Editor

R. Tolasz, Český hydrometeorologický ústav, Ostrava, Česká republika

Redaktoři – Assistant Editors

O. Šuvarinová, Český hydrometeorologický ústav, Praha, Česká republika

H. Stehlíková, Český hydrometeorologický ústav, Praha, Česká republika

Redakční rada – Editorial Board

J. Bednář, Univerzita Karlova, Praha, Česká republika

J. Brechler, Univerzita Karlova, Praha, Česká republika

R. Brožková, Český hydrometeorologický ústav, Praha, Česká republika

M. Cahynová, Ústav fyziky atmosféry AV ČR, Praha, Česká republika

R. Čekal, Český hydrometeorologický ústav, Praha, Česká republika

Z. Horký, Praha, Česká republika

F. Hudec, Univerzita obrany, Brno, Česká republika

I. Hůnová, Český hydrometeorologický ústav, Praha, Česká republika

K. Krška, Brno, Česká republika

M. Lapin, Univerzita Komenského, Bratislava, Slovenská republika

F. Neuwirth, Zentralanstalt für Meteorologie und Geodynamik, Wien, Austria

L. Němec, Český hydrometeorologický ústav, Praha, Česká republika

V. Pastířák, Slovenský hydrometeorologický ústav, Bratislava, Slovenská republika

D. Řezáčová, Ústav fyziky atmosféry AV ČR, Praha, Česká republika

M. Setvák, Český hydrometeorologický ústav, Praha, Česká republika

J. Strachota, Praha, Česká republika

J. Sulan, Český hydrometeorologický ústav, Plzeň, Česká republika

F. Šopko, Český hydrometeorologický ústav, Praha, Česká republika

A. Vizina, Výzkumný ústav vodohospodářský T. G. Masaryka, v. v. i., Praha, Česká republika

H. Vondráčková, Český hydrometeorologický ústav, Praha, Česká republika

V. Voženílek, Univerzita Palackého v Olomouci, Olomouc, Česká republika

Vydavatel (redakce) – Publishers

- Český hydrometeorologický ústav, Na Šabatce 2050/17, 143 06 Praha 4-Komořany, telefon 244 032 722, 244 032 725, e-mail: suvarinova@chmi.cz. Sazba a tisk: Agentura 3P, spol. s r. o. Rozšiřuje a informuje o předplatném podává a objednávky přijímá Český hydrometeorologický ústav, SIS, Na Šabatce 2050/17, 143 06 Praha 4-Komořany, iva.sieglerova@chmi.cz. Cena jednotlivého čísla 25,- Kč, roční předplatné 240,- Kč, včetně poštovného. Registrační číslo MK ČR E 5107.

© Meteorologické Zprávy, Český hydrometeorologický ústav

- Czech Hydrometeorological Institute, Na Šabatce 2050/17, 143 06 Praha 4-Komořany, Phones: (+420) 244 032 722, (+420) 244 032 725, e-mail: suvarinova@chmi.cz. Printed in the Agentura 3P, l.l.c. Orders and enquiries: Please contact Czech Hydrometeorological Institute, SIS, Na Šabatce 2050/17, 143 06 Praha 4-Komořany, Czech Republic, iva.sieglerova@chmi.cz. Annual subscription: 48,- EUR (6 issues)

- ISSN 0026-1173

METEOROLOGICKÉ ZPRÁVY

Meteorological Bulletin

ROČNÍK 67 (2014)

V PRAZE DNE 30. ČERVNA 2014

ČÍSLO 3

ZPRÁVA SVĚTOVÉ METEOROLOGICKÉ ORGANIZACE O STAVU POČASÍ A PODNEBÍ VE SVĚTĚ V ROCE 2013

WMO statement on the status of the global climate in 2013. Since 1993 the World Meteorological Organization (WMO) has been publishing its annual "WMO Statement on the Status of the Global Climate". The report has gradually gained in popularity and has recently become a recognized authoritative source of information for the scientific community, the media and the general public. The report presented is the latest link in this successful sequence. The journal Meteorological Bulletin offers its readers an abbreviated version of the report.

KLÍČOVÁ SLOVA: teplota průměrná globální – úhrn srážek globální – led mořský

KEY WORDS: average global temperature – global precipitation – sea-ice

1. ÚVODNÍ SLOVO GENERÁLNÍHO SEKRETÁŘE SMO

I v průběhu roku 2013 zažíval svět dramatické dopady klimatické variability a změny klimatu. Zpráva SMO o stavu globálního klimatu v roce 2013 poskytuje obraz globálních a regionálních trendů počasí a klimatu za uplynulý rok a upozorňuje na nejvýznamnější mimořádné události tohoto roku.

Rok 2013 byl spolu s rokem 2007 šestým nejteplejším od roku 1850. I když se klima přirozeně mění z roku na rok, je jasné, že planeta zažívá celkový trend oteplování. Třináct ze čtrnácti nejteplejších roků se vyskytlo v jednadvacátém století a každé z posledních tří desetiletí bylo teplejší než to předchozí. Dekáda 2001–2010 byla nejteplejší v historických záznamech. Jak zdůraznila Pátá hodnotící zpráva Mezivládního panelu pro změnu klimatu je tento stálý trend oteplování způsoben rostoucím podílem antropogenních skleníkových plynů v atmosféře.

Stále lépe rozumíme tomu, jak počasí ve velkém měřítku ovlivňuje významné tlakové a teplotní útvary. Nejznámější z nich je El Niño – jižní oscilace (ENSO) v Tichém oceánu, která má vliv na chování počasí na celém světě. Kromě ní také severoatlantická oscilace, arktická oscilace a další opakující se jevy umožňují vysvětlit, proč jsou povětrnostní podmínky tak často vlhčí nebo sušší a teplejší nebo chladnější, než je běžné.

V posledních letech se značně zlepšila spolehlivost předpovídání počasí, včetně předpovědi bouří a dalších nebezpečných jevů. Projevilo se to například v říjnu 2013, kdy kvalitní a včasná předpověď cyklonu Phailin, druhého nejsilnějšího cyklonu na území Indie v moderních záznamech, v kombinaci s vládními opatřeními výrazně snížila ztráty na životech. Nicméně extrémní projevy počasí nadále hrozí, a tak je třeba pokračovat ve zlepšování systémů včasného varování v zájmu snížení jejich dopadů na lidské životy i majetek.

Tato zpráva vychází z informací předních výzkumných

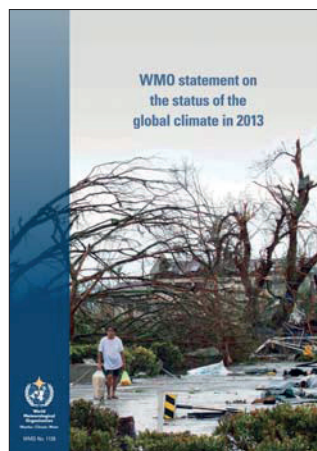
institucí a národních meteorologických a hydrologických služeb členů SMO. Abychom informovali co nejširší čtenářskou obec, byla zveřejněna ve všech šesti oficiálních jazycích SMO a pro zájemce je k dispozici na webových stránkách SMO. (M. Jarraud)

2. PŘEDMLUVA

Tato zpráva vychází z datových souborů a informací členů a partnerů SMO, které jsou posuzovány v globálním i regionálním zeměpisném kontextu a porovnávány se všemi dostupnými klimatickými průměry a záznamy na historickém pozadí. Posouzení globální teploty je založeno na třech nezávislých souborech dat ze špičkových světových pracovišť. Jsou to Hadleyho středisko pro předpovědi a výzkum klimatu a Ústav pro výzkum klimatu při Východoanglické univerzitě (HadCRU) ve Velké Británii, Národní středisko pro klima-

tická data při Národním úřadu pro oceány a ovzduší (NCDC-NOAA) a Goddardův institut pro kosmický výzkum (GISS) při Národním úřadu pro letectví a kosmonautiku (NASA) ve Spojených státech amerických. Datové soubory HadCRU vedou až do roku 1850, datové soubory NCDC a GISS sahají do roku 1880. Pro podrobnou analýzu byly použity i některé další soubory dat.

Obsah zprávy byl zpracován ve spolupráci předních odborníků z meziná-



Obr. 1 Obálka publikace WMO.

Fig. 1. Cover of the WMO publication.

rodních i národních klimatických institucí, center a programů. Hlavními poskytovateli základních pozorování a informací jsou národní meteorologické a hydrologické služby (NMHSs). Kdykoli vznikly nějaké pochybnosti o faktech nebo číslech, SMO u příslušné národní služby provedla ověření těchto informací, než je zahrnula do celkového zpracování. Jednotlivé oblasti jsou definovány na základě regionální struktury SMO takto:

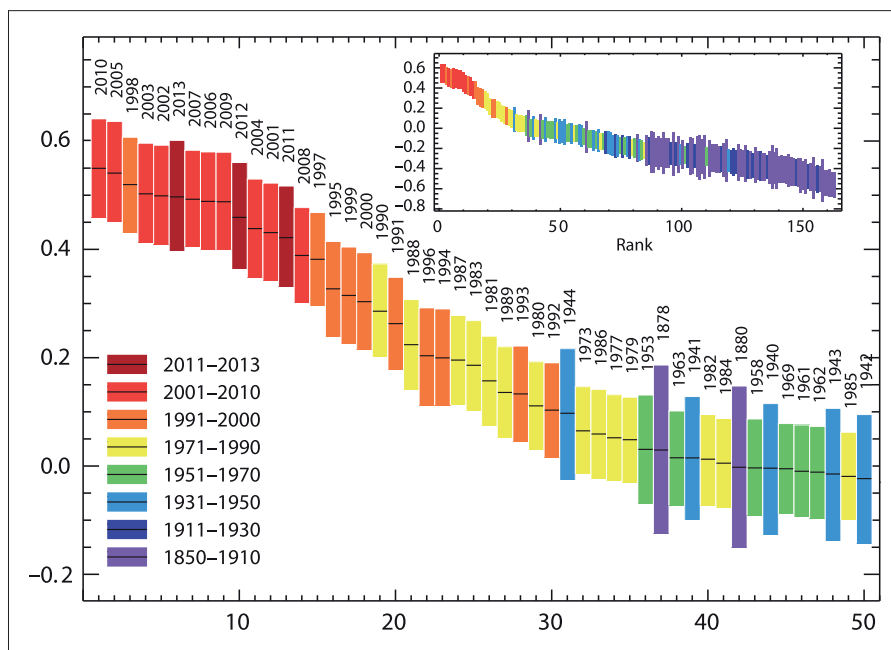
- Oblast I – Afrika
- Oblast II – Asie
- Oblast III – Jižní Amerika
- Oblast IV – Severní a Střední Amerika, Karibik
- Oblast V – jihozápadní Pacifik
- Oblast VI – Evropa

Monitorovací klimatický systém SMO používá asi 50 základních klimatických prvků, které byly definovány pro globální sledování klimatu jako zásadní. Tato zpráva obsahuje hodnocení stavu globálního klimatu pomocí dat teploty vzduchu, srážek, stratosférického ozonu a skleníkových plynů (atmosférické klimatické prvky), sněhové pokrývky, ledové pokrývky a vody (pozemní klimatické prvky), mořského ledu, výšky hladiny moří, teploty a kyselosti mořské vody (oceanografické klimatické prvky).

3. TEPLOTA VZDUCHU

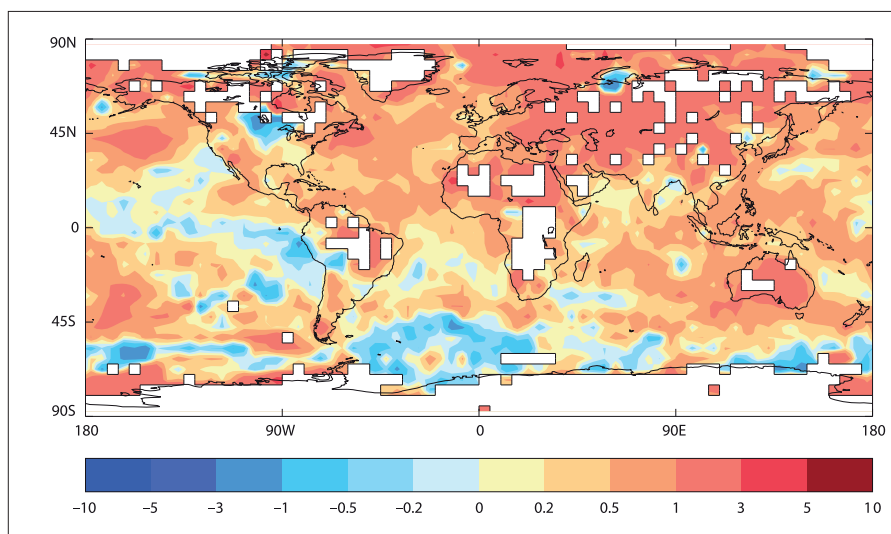
Rok 2013 byl spolu s rokem 2007 šestým nejteplejším od roku 1850, od něhož jsou k dispozici globální záznamy, viz obr. 2. Globální průměrná povrchová teplota byla $0,50^{\circ}\text{C} \pm 0,10^{\circ}\text{C}$ nad průměrem 1961–1990 a $0,03^{\circ}\text{C}$ nad průměrem 2001–2010. Uplynulý rok byl také teplejší než předcházející roky 2011 a 2012, které navzdory ochlazení vlivem La Niña, byly o $0,43^{\circ}\text{C}$ a $0,46^{\circ}\text{C}$ nad průměrem 1961–1990. Třináct ze čtrnácti nejteplejších roků, včetně roku 2013, se vyskytlo v nadvacátém století. Oteplování vlivem El Niña, a ochlazování vlivem La Niña jsou hlavními příčinami přirozené proměnlivosti klimatického systému.

Toto vyhodnocení vychází ze tří hlavních globálních teplotních datových souborů, které jsou řízeny odděleně a používají různé metodiky. Ostatní datové sady produkují podobné, ale mírně odlišné výsledky. Samostatná analýza teploty, kterou provádí Japonská meteorologická agentura, např. odhaduje, že rok 2013 byl druhým nejteplejším v záznamech.



Obr. 2 Odchylka globální povrchové teploty [$^{\circ}\text{C}$] od průměru 1961–1990 pro 50 nejteplejších let za období 1850–2013. Velikost sloupců znázorňuje 95% meze spolehlivosti dat pro jednotlivé roky. (Zdroj: Met Office Hadley Centre, UK, and Climatic Research Unit, University of East Anglia, United Kingdom).

Fig. 2. Ranked global surface temperatures for the warmest 50 years from 1961–1990 average. Inset shows ranked global surface temperatures from 1850. The size of the bars indicates the 95 percent confidence limits associated with each year. (Source: Met Office Hadley Centre, UK, and Climatic Research Unit, University of East Anglia, United Kingdom).

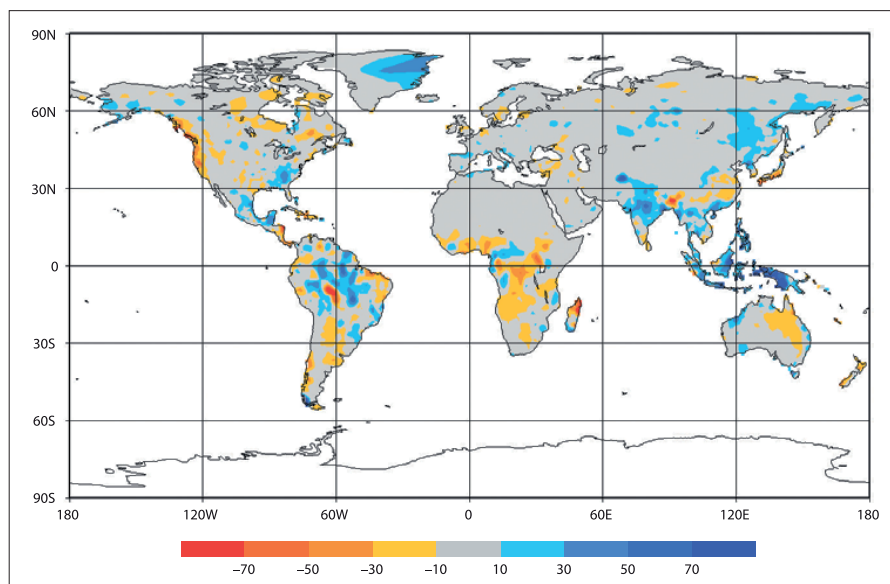


Obr. 3 Odchylky globální povrchové teploty souší a oceánů [$^{\circ}\text{C}$] v roce 2013 od průměru 1961–1990 (Zdroj: Met Office Hadley Centre, UK, and Climatic Research Unit, University of East Anglia, United Kingdom).

Fig. 3. Global land surface and sea surface temperature anomalies [$^{\circ}\text{C}$] for 2013, relative to 1961–1990 (Source: Met Office Hadley Centre, UK, and Climatic Research Unit, University of East Anglia, United Kingdom).

Podle reanalyzovaných údajů z Evropského centra pro střednědobou předpověď počasí (ECMWF) byl rok 2013 společně s rokem 1998 čtvrtým nejteplejším od roku 1958.

Absorpční kapacita tepla není u souší a oceánů stejná, vzduch nad pevninou se zahřívá rychleji, viz obr. 3. Globální teplota nad povrchem souší byla v roce 2013 o $0,85^{\circ}\text{C} \pm 0,17^{\circ}\text{C}$ nad průměrem 1961–1990 a o $0,06^{\circ}\text{C}$ nad průměrem 2001–2010, čímž se v záznamech dostala na čtvrté místo. K této velké teplotní anomálii přispělo velmi teplé obdo-



Obr. 4 Odchylky ročního srážkového úhrnu [mm] 2013 od průměru 1951–2000 pro globální plochu souši. (Zdroj: Global Precipitation Climatology Centre, Deutscher Wetterdienst, Germany).

Fig. 4. Annual precipitation anomalies for global land areas for 2013 focusing on the 1951–2000 base period. (Source: Global Precipitation Climatology Centre, Deutscher Wetterdienst, Germany).

bí listopad–prosinec, které bylo druhé nejteplejší v historii, hned za rekordním rokem 2006. Povrchová teplota nad světovými oceány byla společně s roky 2004 a 2006 šestá nejvyšší v zaznamenaných měřeních, $0,35\text{ °C} \pm 0,07\text{ °C}$ nad průměrem 1961–1990.

Průběh počasí na severní polokouli byl na začátku roku do značné míry ovlivněn arktickou oscilací. To s sebou přineslo podprůměrné jarní teploty ve velké části Evropy, na jihovýchodě Spojených států, v severozápadní části Ruska a v části Japonska. Naproti tomu arktická oblast byla výrazně teplejší nadprůměrná, stejně tak velká část střední a severní Afriky, východní Středomoří, jižní části Ruska a většina území Číny. Tento tzv. teplý Arktik je charakteristický pro negativní fázi arktické oscilace, která měla v březnu 2013 dokonce rekordně negativní hodnotu. Podobné rozložení s vysokým tlakem nad Grónskem a nízkým tlakem na jihu se vytvořilo i na konci jara a opět způsobilo vpád studeného arktického vzduchu do západní a střední Evropy.

Na jižní polokouli bylo v roce 2013 mimořádně teplé léto, kdy v některých částech Austrálie přesáhla odchylka průměrné lednové teploty i $+5\text{ °C}$. Výjimečně teplé podmínky zavládly i v zimě, Nový Zéland zažil nejteplejší zimu ve svých záznamech. Začátek léta 2013/2014 byl velmi horký i v části Jižní Ameriky, s rekordními teplotami dosaženými v prosinci. V důsledku převládajícího teplého počasí v průběhu celého roku na celé jižní polokouli byl rok 2013 vůbec nejteplejším rokem v Austrálii, druhým nejteplejším v Argentině a třetím nejteplejším na Novém Zélandu. Modelové experimenty prokázaly, že se pravděpodobnost výskytu rekordně horkého léta v Austrálii zvýšila pětinašobně, a to v důsledku změny klimatu způsobené lidskou činností.

4. DEŠŤOVÉ SRÁŽKY, SNÍH A LED

Globální srážky v roce 2013 dosáhly podle Národního úřadu pro oceány a atmosféru (NOAA, USA) průměrné hodnoty 1 033 mm, což odpovídá průměru za období 1961 až 1990. Regionální srážky však byly velmi rozdílné, viz obr. 4. Nadprůměrné srážky byly například v Grónsku, na jihu

Arabského poloostrova, v centrální Indii a v západní Číně. Podnormální byly srážky na západě Spojených států, v severní Kanadě, severní Sibiři a ve východním vnitrozemí Austrálie.

Během posledních několika let se výrazně měnila plocha zimní sněhové pokrývky v Severní Americe. V zimě 2012/2013 byl její rozsah 0,50 milionu km^2 nad průměrem let 1981–2010, což ji zařadilo na čtrnácté místo v pořadí od začátku měření v roce 1966. Během jara byla sněhová pokrývka dokonce 0,83 milionu km^2 nad průměrem, což je desátý největší jarní rozsah a současně největší plocha od roku 1997.

Ve stejném zimním období byla rozloha sněhové pokrývky na euroasijské pevnině 1,71 milionu km^2 nad průměrem 1981 až 2010, čímž se dostala na třetí místo v záznamech pro tuto oblast, a byla

nejrozsáhlejší od roku 2003. Na jaře nastal její výrazný úbytek na 0,43 milionu km^2 pod průměrnou hodnotu, a zaujala tak čtrnáctou příčku mezi nejmenšími sezonními hodnotami. V květnu měla euroasijská sněhová pokrývka rozsah 7,3 milionu km^2 , což bylo nové rekordní minimum pro tento měsíc.

Jako další projev rychlé odezvy kryosféry Arktidy na postupující zvyšování teploty vzduchu ubývá v současné době červnová sněhová pokrývka na severní polokouli rychleji než minimální letní rozsah mořského ledu, a to tempem, které přesahuje hodnoty projekcí klimatických modelů. V červnu 2013 byl rozsah sněhové pokrývky na severní polokouli druhý nejmenší, menší bylo pouze rekordní minimum roku 2012.

Půdní vlhkost je jedním z klíčových prvků při monitorování klimatického systému, protože silně ovlivňuje výměnu vody a energie mezi zemským povrchem a atmosférou. Vysoká půdní vlhkost vzniká v důsledku hydrometeorologických jevů měla vliv na povodně v celé řadě oblastí, včetně východní části Ruska, severovýchodní Číny, Indie, na Filipínách a ve střední Evropě. Naopak, nízké hodnoty půdní vlhkosti způsobené suchem na jižní polokouli způsobily, že během první poloviny roku musela čelit těžkým podmínkám suchého období Austrálie, Jižní Amerika a jižní Afrika.

Rozsah arktického mořského ledu dosáhl svého ročního maxima 15,13 milionu km^2 dne 15. března. Bylo to asi o 0,50 milionu km^2 pod průměrem ročních maxim z let 1981–2010, a stal se tak šestým nejmenším maximálním rozsahem ledu v satelitních záznamech, které jsou pořizovány od roku 1979. Během sezony 2012/2013 došlo ke zvýšení rozsahu mořského arktického ledu o 11,72 km^2 , což představovalo vůbec nejvyšší sezonní zvýšení za dobu pozorování. Tento růst lze ale vysvětlit rekordně malým rozsahem ledu v září 2012. Maximální rozsah mořského ledu v březnu se v poslední době snižuje o 2,6 % za desetiletí.

Dalším způsobem, jak posoudit stav mořského ledu v Arktidě je odhad jeho stáří, první rok je led nejtenčí a nejsnáze taje. Množství ledu o stáří 4 roky a více se snížilo z 18 % v březnu 1984 na 2 % v březnu 2012. V roce 2013 došlo k mírnému zvýšení na 3 %. V březnu 1984 bylo 56 % ledové pokrývky

ky složeno z prvního ročníku ledu, zatímco v březnu 2013 led o stáří jednoho roku tvořil již 78 % celkové ledové pokrývky.

Svého minimálního pokrytí ledem dosáhla Arktida dne 13. září, led pokrýval 5,1 milionu km², což bylo 18 % pod průměrem minimální rozlohy z let 1981–2010. Bylo to šesté nejnižší minimum v záznamech. V éře satelitních pozorování se vyskytlo všech sedm nejnižších hodnot rozsahu arktického mořského ledu v posledních sedmi letech, počínaje rokem 2007. Rozsah mořského ledu v měsíci září klesá v průměru o 13,7 % za desetiletí. Celkový minimální objem mořského ledu, který je stanoven na základě jeho rozlohy a modelové simulace jeho tloušťky, byl v roce 2013 vyšší než v letech 2010, 2011 a 2012, ale nižší než v roce 2007, a výrazně pod průměrem období 1979–2012.

V únoru 2013 nastal konec sezonního tání mořského antarktického ledu. Dne 20. února byl dosažen jeho minimální roční rozsah na ploše 3,68 milionu km². Jednalo se o druhý nejvyšší roční minimální rozsah mořského ledu. Kromě toho Antarktida překonala druhý rok po sobě i dosavadní maxima. Dne 1. října bylo pokryto ledem 19,57 milionu km², o 2,7 % více než činí průměr 1981–2010. Plocha antarktického mořského ledu se zvyšuje v průměru o 1,1 % za desetiletí. Vědci se domnívají, že faktorem, který způsobuje toto zvyšování, jsou změny v atmosférické cirkulaci spojené s oslabením převládajícího proudění. Zvětšující se rozsah ledu může být také spojen s měnícími se mořskými proudy a nahromaděním studené sladké vody v povrchových vrstvách Jižního oceánu v důsledku zvyšujících se srážek a táním pevninského ledovce.

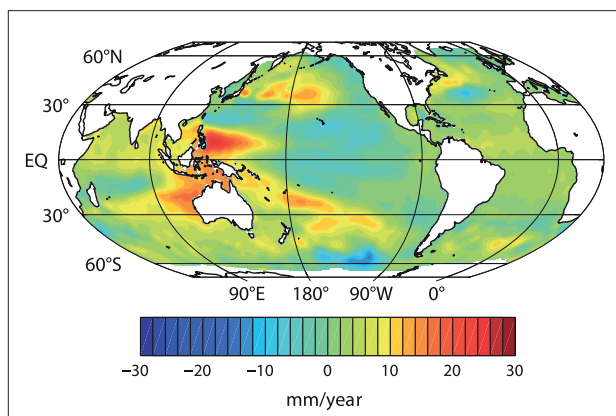
Tání grónského ledového příkrovu bylo v roce 2013 mnohem méně dramatické než v předcházejícím rekordním roce 2012. Vyvrcholilo na konci července, kdy satelity detekovaly tání na 44 % povrchu. Bylo to spojeno s rekordním teplem v jihozápadním Grónsku. Dne 30. července naměřili v Maniitsoqu 25,9 °C, nejvyšší teplotu, která kdy byla v Grónsku změřena. V posledním desetiletí zde dochází ke zrychlenému tání mořského ledu a hmotnostním ztrátám grónského ledovce.

5. OCEÁNY

Oceány působí jako účinné vyrovnávací médium pro klimatický systém tím, že absorbují a ukládají velké množství přebytečného uhlíku a tepla z atmosféry. Od počátku průmyslové revoluce vstřebaly přibližně jednu čtvrtinu veškerého oxidu uhličitého (CO₂) uvolněného do atmosféry z lidské činnosti. Absorpcí CO₂ ve vodě vzniká slabá kyselina uhličitá, která způsobuje acidifikaci oceánů. V důsledku tohoto procesu se pH oceánů snížilo o 0,11, což odpovídá zvýšení kyselosti přibližně o 30 %. Acidifikace oceánů již dnes poškozuje korály, koryšce a další mořské živočichy.

Zatímco se tempo oteplování povrchové vrstvy vzduchu v posledních letech zpomaluje, přebytečné teplo se současně akumuluje v rámci celoplanetárního systému formou zvýšení tepelného obsahu oceánů. V letech 1971 až 2010 bylo 93 % přebytečného tepla akumulováno v oceánech. V období 1980 až 2000 světový oceán pohltil přibližně 50 ZJ (1 Zettajoule = 10²¹ Joule) tepla. V letech 2000 až 2013 se tato hodnota přibližně ztrojnásobila. Před rokem 2000 byla největší část tepla uchována ve vrstvě do hloubky 700 m. Po přelomu tisíciletí dochází k ukládání většiny tepla v hloubkách 700 až 2 000 m. Zvýšená absorpce tepla v těchto hloubkách může být důsledkem změn atmosférické a oceánské cirkulace v tropické oblasti Pacifiku a jejich přirozené desetileté oscilace.

V globálním měřítku stoupala hladina moře od začátku dva-



Obr. 5 Trendy kolísání hladiny moře v období 2003–2013 (Zdroj: Commonwealth Scientific and Industrial Research Organization (CSIRO) Marine and Atmospheric Research, Australia).

Fig. 5. Sea level trends for the period 2003–2013 (Source: Commonwealth Scientific and Industrial Research Organization (CSIRO) Marine and Atmospheric Research, Australia).

cátého století o 19 cm, hlavně kvůli tepelné roztažnosti oceánů a tání pevninských ledovců. Vyhodnocením přesnějších měření od roku 1993 se dá říci, že hladina moře stoupá asi o 2,9 až 3,2 mm za rok (na základě dvou nezávislých odhadů, oba s nejistotou $\pm 0,4$ mm za rok), s občasnými odchylkami od tohoto trendu v některých letech. Tato řada v sobě zahrnuje zjištěnou rychlost zvyšování hladiny asi 3 mm za rok v desetiletí 2001–2010, které je asi dvakrát rychlejší než její trend ve dvacátém století 1,6 mm za rok.

Předběžné analýzy naznačují, že průměrná globální výška hladiny moře dosáhla nového rekordního maxima v měsíci březnu. V některých regionech planety dochází k vyššímu vzestupu mořské hladiny než v jiných, některé dokonce zaznamenávají pokles hladiny moře v závislosti na místních odlišnostech v mořských proudech, pohybech pevniny a oteplování oceánu, viz obr. 5. Jednou z oblastí s největším pozorovaným vzestupem hladiny moře během posledního půlstoletí je oblast Tichého oceánu v okolí Filipín. Tyto změny přispěly k obrovské devastaci části filipínských ostrovů tajfunem Haiyan v listopadu 2013.

6. REGIONÁLNÍ KLIMATICKÉ JEVY A EXTRÉMY POČASÍ

6.1 Afrika

Kontinent zažil v roce 2013 celkově druhý nejteplejší rok v historii za rokem 2010. 4. března teplota ve Vioolsdrifu v Jihoafrické republice dosáhla hodnoty 47,3 °C, nejvyšší březnové teploty naměřené v Africe. V západní Africe v Ghaně (Navrongo) bylo dosaženo dne 6. března teplotního rekordu 43,0 °C. Několik rekordních hodnot teploty bylo také překročeno v Keni. Jarní a říjnové teploty v Tunisku, které přesahovaly normál o 2,2 až 4,0 °C, přispěly k jednomu z deseti nejteplejších roků v zemi od roku 1950.

Nadprůměrné srážky zaznamenali v severním Mali a v přilehlých částech Alžírsko. Podprůměrný úhrn srážek byl zaznamenán podél Guinejského zálivu, od Pobřeží slonoviny po Nigérii a v nejnižnějších oblastech Ghany, Beninu a Toga.

Po skoro třech desetiletích nízkých sezonních úhrnů a druhém roce po sobě téměř bez srážek zažily Angola a Namibie jeden z nejsušších roků za posledních 30 let. Odhaduje se, že 1,5 milionu lidí trpělo hladem v jižní Angole a téměř 800 tisíc

lidí v Namibii. Neobvyklé sucho také ovlivnilo od května do září ostrov Réunion.

V Mosambiku řádily v lednu silné záplavy, které usmrtily nejméně 113 lidí a 185 tisíc obyvatel muselo být evakuováno. Silné srážky od března do dubna způsobily záplavy, které zničily úrodu, a tisíce lidí v jižním Somálsku a východní Keni musely být evakuovány. Extrémní srážky byly zaznamenány v srpnu v Súdánu, kde došlo k vážným škodám, bylo usmrčeno 76 a postiženo asi 500 tisíc lidí. Povodněmi bylo také zasaženo Bamako v Mali a Marrákeš v Maroku, viz obr. 6.

6.2 Asie

Léto bylo v mnoha částech Asie velmi horké. Například Japonsko mělo své historicky nejteplejší léto, včetně národního rekordu 41,0 °C naměřeného 12. srpna v Shimantu. V březnu a dubnu bylo v čínském Hongkongu překročeno mnoho rekordů teplotních maxim, některé vyšší než 40 °C.

Čína zaznamenala čtvrtý nejteplejší rok. Extrémní oteplení nastalo v jižní Číně v červenci a srpnu. V regionu způsobilo velké sucho, které ovlivnilo přibližně 78 milionů lidí a zasáhlo více než 8 milionů hektarů zemědělské půdy. Ekonomické ztráty se odhadují na 7,7 miliard dolarů.

V indickém Nagpuru byla dne 22. května zaznamenána rekordní teplota 47,9 °C a v Amritsaru byla pozorována dosud nejvyšší teplota 48,0 °C jak 23., tak i 24. května. Na následky vedra zahynulo více než 2 700 lidí.

Monzunové srážky na jihozápadě Asie dosáhly celkově 106 % průměru, ale byly charakterizovány velkou regionální proměnlivostí. Monzun měl v celé Indii časný nástup a přinesl do oblasti blízko hranic mezi Indií a Nepálem nejhorší záplavy s následnými škodami za uplynulé půlstoletí. V severozápadní Indii napršel téměř dvojnásobek průměrného červnového úhrnu. Usmrceny byly tisíce osob a mnoho jich zůstalo pohřšováno.

Pákistán zažil v tomto roce nejsilnější vlnu veder za desetiletí. V Larkaně dosáhla teplota až 51,0 °C, nejvyšší květnové teploty ve městě od roku 1998. Zničena byla bavlníková a rýžová pole a zemřelo více než 100 lidí. V důsledku silných monzunových dešťů během srpna byly zaplaveny provincie Pandžáb a Sindh. Povodně na ploše 200 tisíc km² zabily odhadem 250 lidí a postihly téměř 1,5 milionu obyvatel.

Severovýchodní Asie zažila chladné období během zimy 2012/2013, které bylo spojeno s negativní arktickou oscilací. Teplota na většině území Sibiře byla 2 až 3 °C pod dlouhodobým průměrem, byla to jedna z jejích nejméně chladných zim jednadvacátého století.

Od konce července do poloviny srpna byly v blízkosti řeky Amur, která je hranicí mezi Čínou a Ruskou federací, zaznamenány neobvykle silné deště. V povodí Songhuajiang a Liaohu v severovýchodní Číně zažili největší povodeň od roku 1998. Obrovské záplavy se objevily také na východě Ruska. Více než 140 měst bylo postiženo nejhorší povodní za 120 let, viz obr. 6.

6.3 Jižní Amerika

V Jižní Americe dominovalo na většině kontinentu horko. Výjimku tvořilo několik omezených oblastí v jižní Brazílii a na severu centrální a západní části Jižní Ameriky, které měly blíž k podprůměrné teplotě. Teplé období během října až prosince, prosinec byl rekordní, přispělo k druhému nejteplejšímu roku v Argentině od počátku měření v roce 1961, hned po rekordně teplém roce 2012. Nejtěžší vlna veder od roku 1987 zasáhla centrální a severní Argentinu v prosinci.

Severovýchodní Brazílie zažila nejhorší sucho za posledních 50 let. To následovalo po desetiletí 2001–2010, kdy velká

část Amazonie zažívala dlouhotrvající sucho. Brazilská plošina zažila největší deficit dešťových srážek od počátku měření v roce 1979, škody zde přesáhly 8 miliard dolarů.

V Argentině v La Platě napršelo 2. dubna asi 300 mm srážek za pouhé tři hodiny. Liják způsobil přívalové povodně, které vedly k více než 50 úmrtím, a tím se stal jednou z nejhorších přírodních katastrof v dějinách Argentiny. Mnoho států v Brazílii zasáhly během prosince také velmi vydatné srážky, v nejméně sedmi městech byl dosažen nový srážkový rekord. Ve městě Aimores v jihovýchodní Brazílii napršel více než čtyřnásobek průměrného měsíčního úhrnu, viz obr. 6.

6.4 Severní Amerika, Střední Amerika a Karibik

Průměrná teplota byla na většině území Severní Ameriky nad svým dlouhodobým průměrem, ale nedosáhla hodnot roku 2012. V Kanadě a USA byla nadprůměrně teplá zima a léto a teplo panovalo i v září. Na Aljašce bylo druhé nejteplejší léto a období říjen až prosinec bylo šesté nejteplejší v historických záznamech. Mexiko mělo rekordně teplý červenec a srpen a velmi teplý podzim. V Kanadě byl rok 2013 třináctým nejsušším v záznamech, přestože přívalové lijáky ochromily v červnu Calgary a rozsáhlé oblasti jižní Alaberty. Sto tisíc lidí muselo opustit své domovy a hmotné škody přesáhly 6 miliard dolarů. Sousedící státy USA byly nadprůměrně vlhké, zejména Michigan a Severní Dakota. Deštivý rok to byl také pro Aljašku.

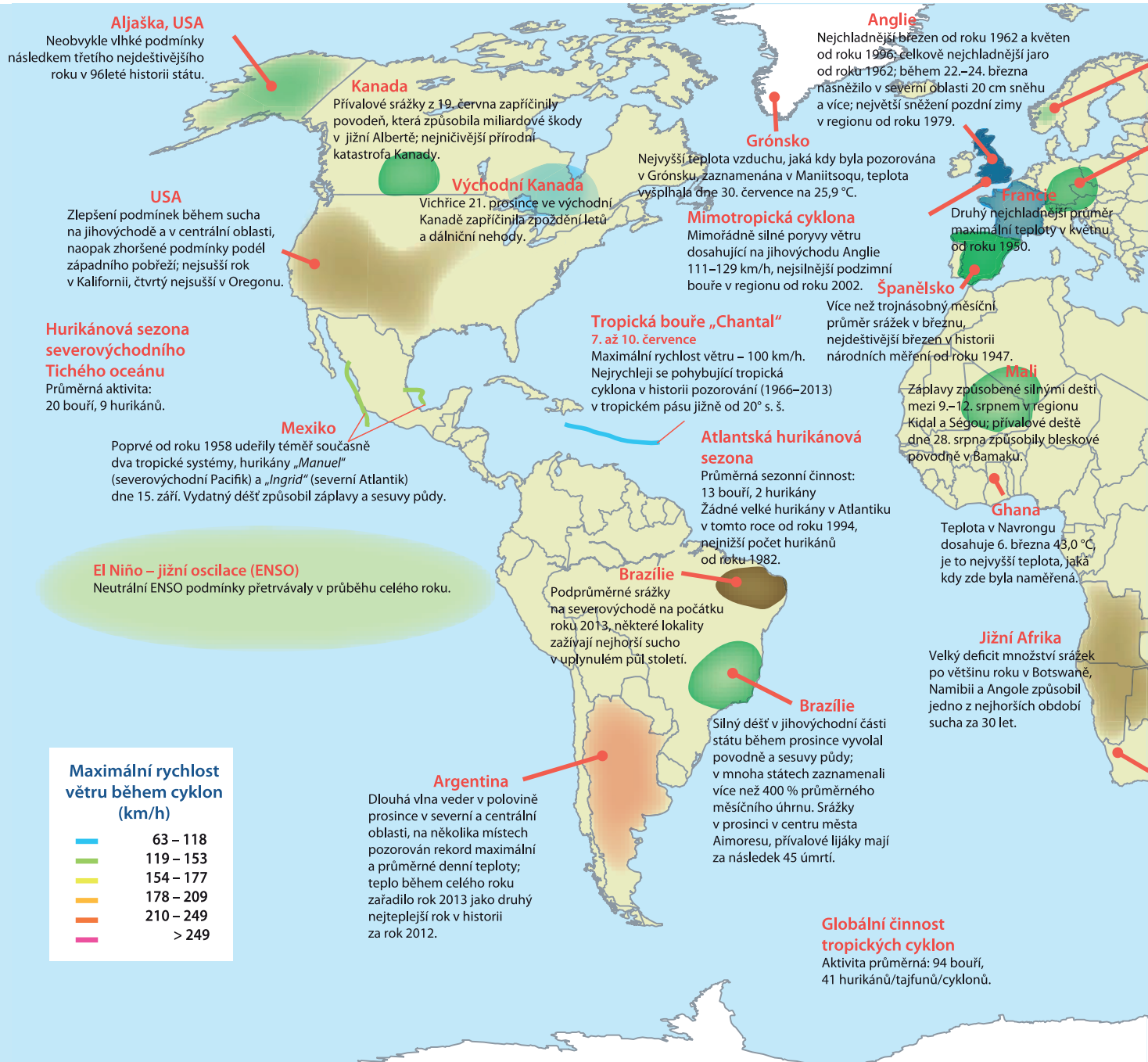
Dlouhé období sucha, které zasáhlo velkou část centrálních Spojených států v roce 2012, pokračovalo i na začátku roku 2013. Kalifornie měla svůj nejsušší rok od začátku měření v roce 1895. V San Francisku spadlo jen 16 % průměrného ročního úhrnu za dobu trvání místních měření od roku 1947. Velké teplo kombinované se suchem a silným větrem vedlo k nejhorším požárům v historii Colorada. Některé státy USA, Severní a Jižní Dakota a Minnesota, byly ještě v dubnu postiženy silnými zimními bouřemi s velkými přívaly sněhu. Město El Reno v Oklahomě bylo zasaženo nejsilnějším tornádem, které kdy bylo ve Spojených státech pozorováno. Pásmo přímo zpustošené tornádem mělo šířku 4,3 km. Souostroví Guadeloupe v Karibiku bylo postiženo zvláště silným suchem v prvních třech měsících roku, ostrov Martinik zasáhly v dubnu mimořádně silné deště, viz obr. 6.

6.5 Jihozápadní oblast Tichého oceánu

V Austrálii byl rok 2013 nejteplejší od počátku měření v roce 1910. Průměrná teplota vystoupila o 1,2 °C nad dlouhodobý průměr a byla o 0,2 °C vyšší než předchozí rekord z roku 2005. Leden byl zatím nejteplejším měsícem, který tato země zažila od začátku měření. Léto (prosinec–únor) a jaro (září–listopad) byly nejteplejší v historii, zima (červen–srpen) byla třetí nejteplejší. Dne 7. ledna byl stanoven nový národní rekord průměrné denní teploty 40,3 °C. Teplota v Moombě v jižní Austrálii dosáhla hodnoty 49,6 °C, byla nejvyšší od roku 1960. Nejvyšší historickou hodnotu zaznamenal také Hobart (41,8 °C dne 4. ledna) a Sydney (45,8 °C dne 18. ledna). Během stejného měsíce způsobily tropické deště rozsáhlé záplavy na velké části východního pobřeží Queenslandu a severní části Nového Jižního Walesu.

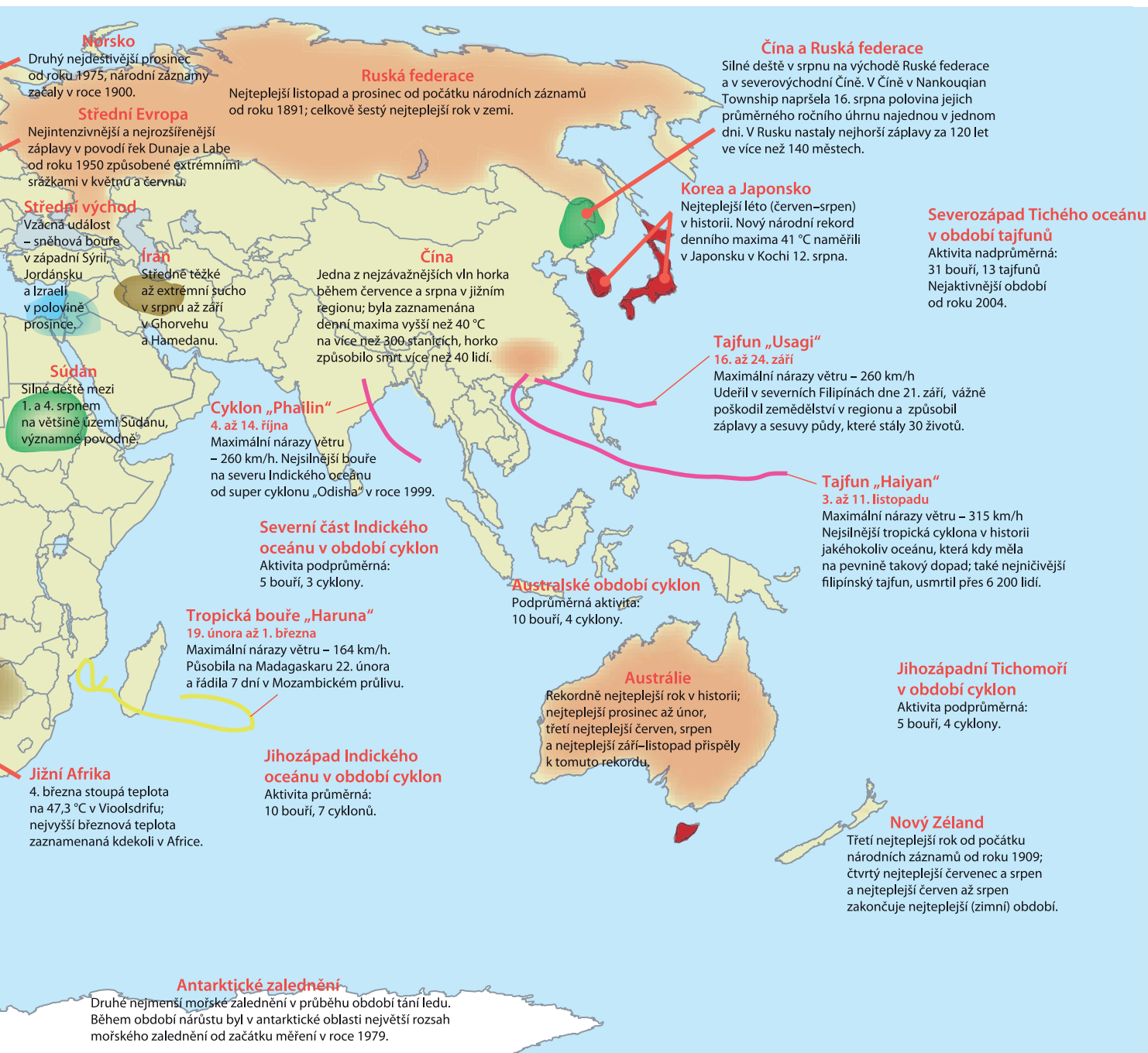
Nový Zéland zaznamenal svou nejteplejší zimu a třetí nejteplejší rok v historii měření od roku 1909. Severní a východní část země měly nejsušší rok v historii a těžce strádaly suchem, zatímco zbytek území zaznamenal téměř rekordní roční úhrn srážek.

Dlouhodobé sucho, které začalo již na konci roku 2012, těžce postihlo Marshallovy ostrovy. Vedlo ke kritickému



Obr. 6 Nejdůležitější klimatické jevy a extrémy počasí v roce 2013 (Zdroj: National Climatic Data Center, NOAA, United States).

Fig. 6. Significant climate anomalies and events in 2013 (Source: National Climatic Data Center, NOAA, United States).



KATEGORIE TROPICKÝCH CYKLON

Hurikán, tajfun a cyklon jsou různé názvy pro plně vyvinutou tropickou cyklonu se stejně se projevujícím počasím, které je doprovázeno hlavně přívalem deště a extrémní rychlostí větru nad 119 km za hodinu. Takový průběh počasí se označuje v závislosti na oblasti výskytu následujícími názvy:

- **Hurikán:** severozápadní Atlantik, střední a severovýchodní Tichý Oceán, Karibské moře a Mexický záliv;
- **Tajfun:** severozápad Tichého Oceánu;
- **Cyklon:** Bengálský záliv a Arabské moře;
- **Silný tropický cyklon:** jihozápadní Tichý Oceán a jihovýchodní Indický oceán;
- **Tropický cyklon:** jihozápadní Indický oceán.

nedostatku pitné vody, ke zničení úrody, a v oblasti byl proto vyhlášen stav národní katastrofy. Naopak bohaté deště spadly v červnu jižně od Atua na Markézách ve Francouzské Polynézii. Dne 5. června zde spadlo 66 mm srážek za jednu hodinu. Extrémní deště zaznamenali také během 1. až 3. července na Nové Kaledonii. Za 24 hodin zde spadlo rekordní množství srážek 714 mm, viz obr. 6.

6.6 Evropa

Pro Evropu byl rok 2013 šestým nejteplejším, mnoho regionů mělo nadprůměrné teploty zvláště na začátku roku. Na severovýchodě Islandu byly rekordně teplé měsíce leden a únor, v Litvě byla únorová teplota 3 °C nad průměrem. Západní pobřeží Grónska zaznamenalo rekordně teplý březen, v Norsku a Švédsku byl vysoce nadprůměrný květen. Naopak Jungfrauoch ve Švýcarsku zaznamenal nejchladnější zimu za posledních 40 let, na severu evropské části Ruska zažili nejchladnější březen za 50 let. V některých oblastech zde teplota poklesla o 8 až 10 °C pod průměr. Chladno bylo také ve Francii, Nizozemí a Velké Británii. Na Islandu byla stanovena rekordní minimální květnová teplota -21,7 °C.

V mnoha evropských zemích bylo velmi horké léto. Portugalsko zažilo v červenci jednu z nejhorších vln veder od roku 1941. Při srpnové vlně veder v Rakousku byl dosažen nový národní rekord teploty 40,5 °C. Dne 8. srpna padly teplotní rekordy také ve Slovinsku, na Slovensku v Bratislavě bylo naměřeno 39,4 °C, nejvyšší teplota od roku 1850, kdy zde začala měření.

V celé Evropě byl nezvykle teplý začátek podzimu, v Rusku byl neobvykle teplý celý konec roku. Listopad měl teplotu 5,3 °C nad průměrem 1961–1990, prosinec byl teplejší o 4,6 °C. V Moskvě a Petrohradu byla dne 25. prosince překonána rekordní denní maxima.

Extrémní dešťové srážky v alpské oblasti a v Rakousku, Česku, Německu, Polsku a Švýcarsku způsobily rozsáhlé záplavy v povodí Dunaje a Labe. V některých oblastech spadlo ve dnech 29. května až 3. června více než 400 mm srážek. Rakousko zaznamenalo nejdeštivější období květen–červen od začátku měření v roce 1958. Některé řeky dosáhly historicky nejvyšších výšek hladin, v Pasově v Německu dosahoval Dunaj nejvyšší výšky vodní hladiny od roku 1501.

Extrémně silná bouře udeřila 28. října v oblasti Velké Británie, byla to nejsilnější podzimní bouře od roku 2002. Během 4. až 7. prosince se další bouře přesouvala přes severní Evropu směrem od západu na východ, viz obr. 6. Způsobené škody ve Velké Británii a Nizozemsku byly nejhorší za posledních 60 let, v Německu způsobila bouře zvýšení hladiny moře o 4 až 6 m.

7. SKLENÍKOVÉ PLYNY A LÁTKY POŠKOZUJÍCÍ OZONOVOU VRSTVU

Program globálního sledování atmosféry SMO (GAW) udává, že atmosférické koncentrace oxidu uhličitého (CO₂), metanu (CH₄) a oxidu dusného (N₂O) dosáhly v roce 2012 nových rekordů. Data pro rok 2013 nebyla zatím zpracována. V globálu dosáhl CO₂ průměrně 393,1 ± 0,13 ppm, 41 % nad úroveň před průmyslovou revolucí (před rokem 1750). Symbolická hranice 400 ppm denní průměrné hodnoty koncentrací CO₂ byla poprvé od počátku pozorování překročena na několika stanicích (mimo Arktidu) v květnu 2013. Hodnoty CO₂ dosahují sezonního maxima na severní polokouli na jaře před nárůstem vegetace. Atmosférické koncentrace CH₄ dosáhly v roce 2012 nového maxima 1819 ± 1 ppb, o 160 % vyššího než v předindustriálním období. N₂O dosá-

hl koncentrace 325,1 ± 0,1 ppb, což je 20 % nad úroveň před průmyslovou revolucí.

Výsledek NOAA indexu skleníkových plynů pro rok 2012 byl 1,32 a představuje nárůst o 32 % od roku 1750. Rostoucí koncentrace skleníkových plynů je hlavní příčinou změny klimatu.

Přestože chlorofluorované uhlovodíky, halony a další škodlivé chemické látky byly vyřazeny z výroby v rámci Montrealského protokolu (o látkách, které poškozují ozonovou vrstvu), zůstávají v atmosféře mnoho let. Poškozují ozonovou vrstvu ve stratosféře, která chrání život na Zemi. Antarktická ozonová díra ovlivňuje rozložení atmosférické cirkulace a regionální klima v Antarktidě. Dne 16. září dosáhla rozlohy 24,0 milionů km². To je více než pozorovaná sezonní maxima v letech 2010 a 2012, ale o něco méně než sezonní maximum 24,4 milionu km² dosažené v roce 2011.

8. VÝZNAMNÉ EXTRÉMNÍ JEVY V ROCE 2013

- Tajfun Haiyan (jedna z nejsilnějších bouří, která kdy udeřila na pevninu) pustošil oblast centrálních Filipín.
- Extrémně vysoké teploty vzduchu nad pevninou na jižní polokouli zapříčinily rozsáhlé vlny veder; Austrálie zaznamenala rekordně teplý rok, Argentina svůj druhý nejteplejší rok a Nový Zéland třetí nejteplejší.
- Chladný polární vzduch se přehnal přes část území Evropy a jihovýchodem Spojených států.
- Extrémní sucho sužovalo Angolu, Botswanu a Namibii.
- Silné monzunové deště vedly k rozsáhlým záplavám na indicko-nepálské hranici.
- Vydatné deště a záplavy postihly severovýchodní Čínu a východní Rusko.
- Silné deště a záplavy ovlivnily Súdán a Somálsko.
- Extrémní sucho postihlo jižní Čínu.
- Severovýchodní Brazílie zažila nejhorší sucho za posledních 50 let.
- Nejsilnější tornádo v historii bylo pozorováno u El Rena v Oklahomě ve Spojených státech.
- Extrémní srážky vedly k rozsáhlým záplavám v alpské oblasti a v Rakousku, Česku, Německu, Polsku a Švýcarsku.
- Izrael, Jordánsko a Sýrie byly zasaženy neobvyklou sněhovou bouří.
- Silná mimotropická cyklóna udeřila v několika zemích západní a severní Evropy.
- Koncentrace skleníkových plynů v atmosféře dosáhla rekordní výše.
- Světové oceány dosáhly nového rekordu výšky hladiny moře.
- Rozsah antarktického zalednění dosáhl rekordního maxima.

Časopis prezentuje zkrácený překlad zprávy SMO. Originální text: WMO statement on the status of the global climate in 2013 (WMO-No. 1130), dostupný na WWW: <<https://docs.google.com/file/d/0BwdvoC9AeWjUeEV1cn-Z6QURVaEE/edit?pli=1>>

© Světová meteorologická organizace, 2014.

Přeložili a upravili Václav Pokorný a Iona Zusková, ČHMÚ, Na Šabatce 2050/17, 143 06 Praha 4-Komořany, pokorny@chmi.cz, zuskova@chmi.cz

Lektor (Reviewer) RNDr. Radim Tolasz, Ph.D.

NEROZPUSTNÉ ČÁSTICE V MLŽNÉ VODĚ NA MILEŠOVCE

Kristýna Bartůňková, Ústav fyziky atmosféry AV ČR, v. v. i., Boční II 1401, 141 31 Praha 4-Spořilov, kbar@ufa.cas.cz

Jaroslav Fišák, Ústav fyziky atmosféry AV ČR, v. v. i., Boční II 1401, 141 31 Praha 4-Spořilov, fisak@ufa.cas.cz

Valeria Stoyanova, Bulharská akademie věd, Ústav fyzikální chemie, Sofie, Bulharsko

Insoluble particles in fogwater at Milešovka Observatory. This study concerns insoluble chemical pollution in fog at the Milešovka Observatory in the Czech Republic. From August 2006 to July 2007, 25 fog samples from the top of Milešovka Mountain (837 m a.s.l.) in the České Středohoří Mts. were collected with an active fog water collector. Water samples were filtered to obtain the insoluble particles. From every sample 53 to 116 particles were chosen according to the quantity of the particles found in the dried filters. Altogether more than 2 000 particles were analyzed. The particles were examined with a scanning electron microscope and energy dispersive spectrometer to distinguish sizes, shapes and composition. After analyzing the data, a statistical evaluation was made. The particles were categorized according to their shapes (spherical x non-spherical), sizes (coarse particles, $PM_{2.5-10}$, $PM_{1-2.5}$ and PM_1) and composition. Typical (frequently represented) particles with content of a given element higher than 5% (element-rich particles), such as Al, Si, K, Fe or Ca-rich particles were determined. Groups of typical insoluble particles were classified according to the meteorological conditions, synoptic situations and wind directions that prevailed in the days of the fog events to indicate likely sources of this fog pollution.

KLÍČOVÁ SLOVA: částice nerozpustné – podmínky meteorologické – znečištění v mlze – zdroj znečištění

KEY WORDS: insoluble particles – meteorological conditions – pollution in fog – source pollution

1. ÚVOD

Tvorba mlhy a nízké oblačnosti hraje velkou roli v procesech odstraňování škodlivin z ovzduší (Li, Shao 2010). Proto se v posledních desetiletích stala mlha z hlediska jejího chemického složení důležitým tématem výzkumu.

Pevné částice v atmosféře jsou produkovány jak přírodními zdroji, tak také zdroji antropogenními. Přírodními zdroji atmosférického prachu jsou mořská sůl, terestrický prach, sopečná činnost, lesní požáry a bioaerosoly. Antropogenní aerosoly tvoří především produkty spalovacích procesů z dopravy a tepelných elektráren, cementáren, vápenek a lomů nebo částice ze stavení a ploch zbavených vegetace. Dalším významným zdrojem částic v atmosféře může být zemědělství (Braniš, Hůnová 2010).

Vědeckých prací, které se zaměřují na znečištění oblačnosti, včetně mlhy a usazených srážek, je celá řada. Většinou je zkoumáno pouze znečištění rozpuštěné v oblačné a mlžné vodě, např. obsah F^- , Cl^- , NO_3^- , SO_4^{2-} a dalších iontů. V České republice se v tomto směru chemií mlhy a usazených srážek zabývali např. Fišák, Řezáčová 2001; Fišák et al. 2009; Fišák et al. 2002. Některé výzkumy zjišťují vliv znečištění ovzduší a mlhy na ekosystémy (Schemenauer 1986; Lin et al. 1997) nebo na povrchy staveb (Monte, Rossi 1997).

Studii, které zkoumají fyzikální a chemické charakteristiky pevných částic vyskytujících se v mlžné vodě není v současnosti mnoho. Některé práce zaměřující se na vliv částic na lidské zdraví (Brook et al. 2010; Pope, Dockery 2006) upozorňují na to, že především částice malých rozměrů mají nejškodlivější účinky na dýchací a kardiovaskulární systém člověka. Nejedná se ovšem o studie, které zkoumají částice přímo v mlze, ale obecně v ovzduší.

Tato studie se zabývá přítomností nerozpustných částic v mlze odebrané na observatoři Milešovka v období od srpna 2006 do července 2007. Jako mlhu označujeme situace, při kterých byla horizontální dohlednost v místě pozorovatele (odběrného zařízení) snížena pod jeden kilometr. Jak je uvedeno např. v publikaci Milešovka a milešovský region (Štekl et al. 2005), na Milešovce se často označují jako mlhy i situa-

ce, při kterých se stanice nachází v oblacích, zatímco v okolních údolích se mlha vyskytovat nemusí.

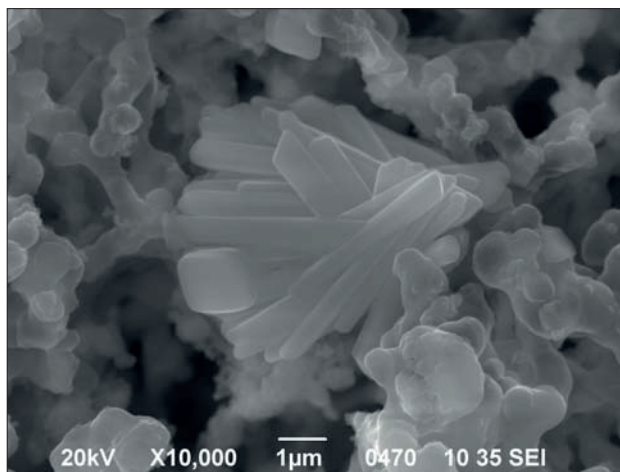
Observatoř leží na stejnojmenném znělcovém vrcholu v nadmořské výšce 837 m n. m. Nejsilnější vítr se vyskytuje nejčastěji při proudění ze směrů SW, W a NW. Milešovka se vyznačuje častým výskytem advektivních mlh.

Cílem článku bylo především popsat charakter nalezených pevných částic. Proto byly tyto částice analyzovány z hlediska jejich chemického složení, velikosti a tvaru pomocí elektronového mikroskopu a disperzního spektrometru. Celkem bylo takto analyzováno více než 2 000 částic. Po popisu charakteru nerozpustného znečištění zkoumané vody z mlhy byly za pomoci vybraných ukazatelů meteorologických podmínek v době odběru mlhy hledány vztahy mezi těmito meteorologickými ukazateli a charakterem znečištění. Jako ukazatele meteorologických podmínek byly zvoleny synoptické situace, které charakterizují především proudění vzduchu ve vyšších hladinách atmosféry a sektory směrů přízemního větru.

2. METODIKA

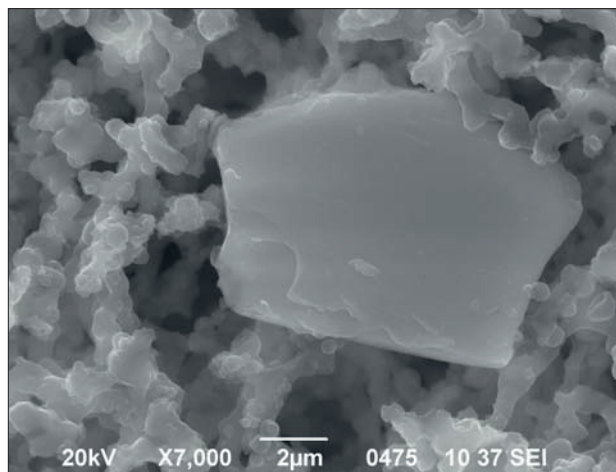
Vzorky vody byly odebrány během 25 situací s výskytem mlhy v období mezi srpnem 2006 a červencem 2007. Pro odběry bylo použito aktivní odběrové zařízení, které je popsáno v (Daube et al. 1987; Tesař et al. 1995). Při odběrech převládaly ve většině případů následující synoptické situace, klasifikace podle Brádka et al. (1961): SWc2 – jihozápadní cyklonální synoptická situace, B – brázda nízkého tlaku vzduchu, Wc – západní cyklonální synoptická situace, NWc – severozápadní cyklonální synoptická situace a NWa – severozápadní anticyklonální synoptická situace. Přízemní vítr vál především ze sektorů NNW – severoseverozápad, WNW – západoseverozápad a WSW – západojihozápad. Jeho rychlosti se pohybovaly mezi 6 až 14 m.s⁻¹. Během 18 mlžných epizod z celkových 25 se vyskytly srážky.

Objem vzorků vody z jedné mlžné epizody byl 50 až 400 ml a doba odběru se pohybovala mezi 3 až 47,5 hodinami. Vzorky byly před chemickými analýzami filtrovány. K filtraci byly použity nitrocelulózoové filtry s velikostí pórů



Obr. 1 Příklad částice obsahující Ca a S.

Fig. 1. The particle containing Ca and S.



Obr. 2 Ukázka částice obsahující Al a Si.

Fig. 2. The particle containing Al and Si.

0,45 µm (Sartorius AG). Vysušené filtry byly pokryty tenkým nánosem uhlíku, který sloužil jako vodivá vrstva potřebná pro analýzy v elektronovém mikroskopu a spektrometru. Z tohoto důvodu nebylo možné uhlík v částicích detekovat, a proto byl z následujících analýz vypuštěn.

Vzhledem k tomu, že nelze analyzovat všechny částice zachycené na filtru, byl pro každý filtr náhodně vybrán jistý počet částic tak, aby odpovídal celkovému počtu filtrem zachycených částic. V praxi to bylo 53 až 116 částic na filtr. Celkem jich bylo analyzováno přes 2 000. Bylo zjišťováno chemické složení každé částice, její velikost a tvar. Analýza byla prováděna v Institutu fyzikální chemie Bulharské akademie věd v Sofii. Použit byl elektronový skenovací mikroskop (SEM) a disperzní spektrometr (EDX). V SEM byly využity dva módy – SEI pro zjištění velikosti a morfologie částic a BEI, využívající zpětný rozptyl pro nalezení těžkých kovů. EDX poskytl informace o chemickém složení částic (Stoyanova 2010).

Podle chemického složení byly stanoveny tzv. typické částice. Pod pojmem typické částice v našem případě rozumíme částice, které obsahovaly daný prvek ve více než 1 % všech zkoumaných částic. Ty, které obsahovaly více než 5 % určitého prvku, byly označeny jako částice bohaté na daný prvek. Je nutné poznamenat, že toto rozdělení je čistě subjektivní.

Další rozdělení částic bylo provedeno na základě jejich tvaru. Byly vytvořeny dvě kategorie. První obsahovala částice sférického tvaru (sférické), do druhé kategorie patřily částice ostatní (nesférické).

Výsledky analýz byly následně hodnoceny s ohledem na meteorologické podmínky. Pro porovnání vlivu synoptických situací na výskyt částic obsahujících nalezené prvky byl vydělen počet částic bohatých na daný prvek při vyskytující se synoptické situaci celkovým počtem částic na tento prvek bohatých. Zpracovány byly pouze ty synoptické situace, kde byly odebrány vzorky při dvou a více situacích s výskytem mlhy.

Při hledání závislosti výskytu částic bohatých na dané prvky na směrech větru, které převládaly v den odběru, byla věnována pozornost rozdílu mezi procentuálním zastoupením částic bohatých na daný prvek na jedné straně a jednotlivými sektory přízemního větru na straně druhé. Pro všechny prvky bylo vypočítáno procento částic bohatých na daný prvek z celého souboru částic. Totéž bylo vypočítáno pro každý sektor přízemního větru. Z těchto hodnot byl vytvořen poměr.

3. VÝSLEDKY

3.1 Nerozpustné částice v mlze

V mlžné vodě se nejčastěji vyskytovaly částice bohaté na Si, Al, Fe a K. Každý z těchto prvků se objevil ve více než 50 % všech analyzovaných částic. Jedná se obecně o prvky, které se běžně vyskytují v přírodním prostředí. Dalšími často se vyskytujícími prvky byly Mg, Ca, P, S, Na, Ti, Cl, Mn, Zn a Cr, které byly nalezeny v 1–28 % všech částic (řazeno sestupně podle procentuálního zastoupení prvku v souboru částic). Obr. 1 ukazuje snímek částice obsahující Ca a S, na obr. 2 částice obsahující Al a Si.

U částic byl častý společný výskyt několika prvků. Částice bohaté na Si byly většinou bohaté i na P, Mg, S, Na, Ti a Mn. Částice, které byly bohaté na Al byly často bohaté i na P, Mg, S, Na a Ti. V částicích bohatých na Fe často hodnotu 5 % přesahovaly i prvky P, Mg, Mn a Cr. Přestože NaCl je silně rozpustný ve vodě, byl v částicích častý společný výskyt Cl a Na. Znamená to, že se oba prvky vyskytovaly i v nerozpustných sloučeninách. Stejně často se objevovalo i spojení prvků Na a K.

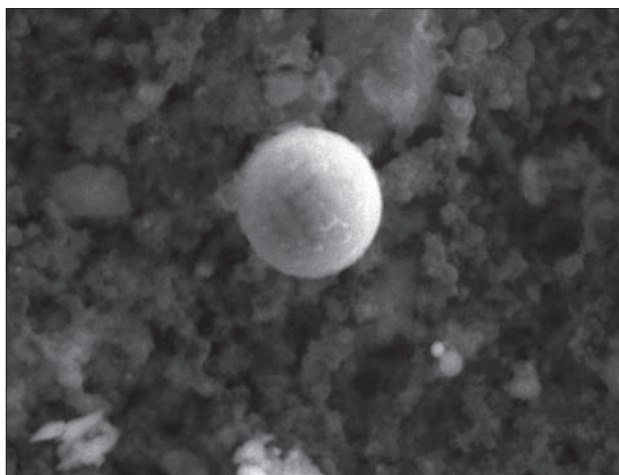
3.2 Velikost a tvar částic

Podle velikosti byly částice rozděleny do kategorií o rozměrech:

1. větších než 10 µm
2. 2,5 až 10 µm – PM_{2,5–10}
3. 1 až 2,5 µm – PM_{1–2,5}
4. menších než 1 µm – PM₁

Nejméně se vyskytovaly částice 1. kategorie, kterých bylo nalezeno okolo 4 % z celého souboru. V této kategorii, byly nejvíce zastoupeny prvky Ca, S a Na. Druhá kategorie PM_{2,5–10} zahrnovala 34 % zkoumaných částic. Jednalo se především o částice bohaté na K, Mg, Ca, S, Na a Cl. Třetí kategorie částic, 1 až 2,5 µm, zahrnovala 28 % všech částic. Výrazný podíl zde tvořily částice bohaté na Fe, Mg a Cr. Do 4. kategorie, <1 µm, náležela většina částic bohatých na Zn a významné množství částic bohatých na Si, Al, Fe, P, Ti, Mn a Cr.

Při hodnocení částic z hlediska jejich tvaru se ukázalo, že sférické částice ve zkoumaném souboru jsou nejčastěji bohaté na Zn, více než v 50 %, a na Mn, více než v 40 %. Dále pak tyto částice obsahují často Ti, Fe, Cr, Al a Si. Příkladem sférické částice je částice s vysokým obsahem Fe, obr. 3. Podíl



Obr. 3 Ukázka sférické částice obsahující železo.

Fig. 3. Spherical particle containing Fe.

sférických částic na celkovém množství analyzovaných částic byl 19,15 %.

Přehled částic spolu s jejich velikostním zastoupením je uveden v tabulce č. 1.

3.3 Vliv synoptických situací na výskyt částic bohatých na dané prvky

Pro porovnávání obsahů znečišťujících látek ve vodě z mlhy při odlišných synoptických situacích byla využita Brádkova klasifikace synoptických situací (Brádka et al. 1961). Ve sledovaných obdobích převládaly především situace SWc2, B, Wc, NWc a NWa.

Nejvíce mlžných epizod s odběrem vzorku (7) se vyskytlo při synoptické situaci SWc2. Během situací B a Wc byly

odebrány vzorky při třech mlžných epizodách. Po dvou vzorcích bylo odebráno při situacích NWc a NWa s výskytem mlhy.

Množství částic bohatých na Si a Al bylo při všech synoptických situacích přibližně stejné. Naopak při situaci SWc2 množství částic bohatých na Mn, stejně jako na Zn, dvakrát převyšovalo průměr. Při situaci Wc se vyskytovalo jen malé množství částic s Mn a při NWc a NWa dokonce žádné. Prvky Mg, Ca, Na a Cl se vyskytovaly v částicích nejvíce při situaci B, kdy převyšovaly průměrnou hodnotu jedenapůlkrát. Výskyt prvků P a K v částicích při této situaci překročil průměr 1,25krát. Grafy zastoupení jednotlivých prvků při synoptických situacích jsou uvedeny na obr. 4.

3.4 Sektory přízemního směru větru a jejich vliv na výskyt částic bohatých na dané prvky

Při odběrech vzorků vody z mlhy převládá přízemní vítr ze směrů NNW, WNW a WSW. Čtyři vzorky byly odebrány při proudění větru ze sektoru NNW, po pěti během větru ze sektorů WNW a WSW.

Během přízemního větru ze sektoru NNW byly ve vodě z mlhy významně zastoupeny částice bohaté na Na, Cl a Cr. Částice bohaté na Cl se zde vyskytly ve 2,8krát větším množství než je průměrná hodnota. Mírně nadprůměrný byl i výskyt částic bohatých na P, K, Ca a Ti. Podprůměrně byly zastoupeny částice bohaté na Zn a Mn.

Při proudění větru ze sektoru WNW se v mlžné vodě výrazně nad průměrem vyskytly částice bohaté na Ca, méně výrazně, ale stále nadprůměrně pak částice bohaté na Mg. Výrazně podprůměrný byl při proudění větru z tohoto sektoru výskyt částic bohatých na Cr.

V sektoru WSW nebyly nadprůměrně zastoupeny částice bohaté na jakýkoli z daných prvků. Zastoupení prvků v sektorech směru větru je vyobrazeno na obr. 5.

4. DISKUSE

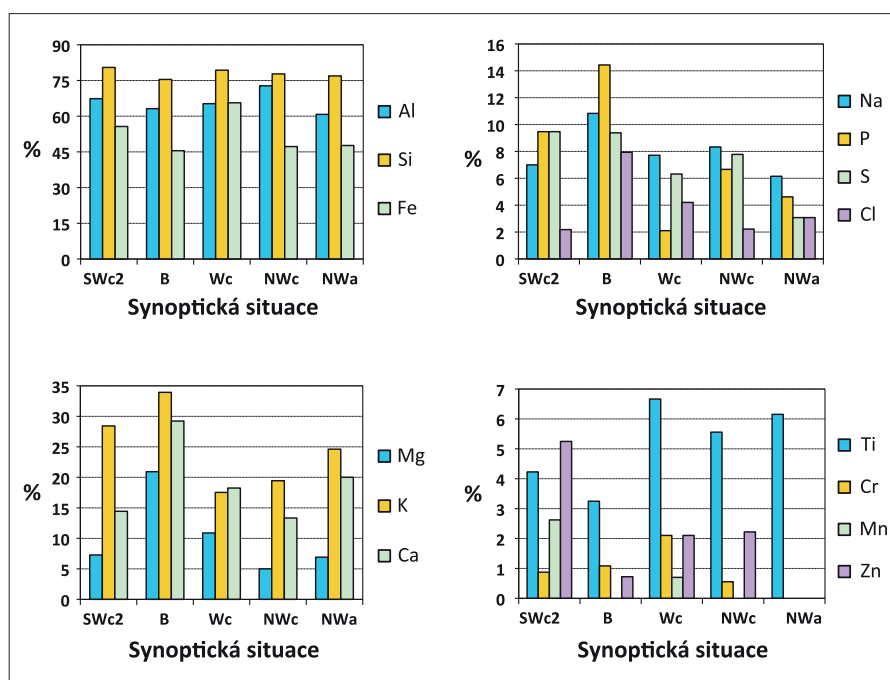
Existuje množství studií, které se zabývají rozpustným znečištěním mlhy a usazených srážek. Ty, které by zkoumaly obsah a charakteristiku pevných částic v mlze, však v odborné literatuře nebyly nalezeny. Proto je předkládána práce originální studií, která přináší nový pohled na výzkum mlhy a jejího chemického složení.

Přestože mlha nebyla pravděpodobně v minulosti zkoumána z hlediska nerozpustného znečištění, přítomnost a chemické složení pevných částic bylo studováno ve vodě z padajících srážek. Rozbory vody tzv. bulk srážek, voda obsahující srážku spadlou v průběhu jednoho měsíce včetně atmosférického prachu, a podkorunových srážek, voda ze srážek spadlých v průběhu jednoho měsíce, zachycena pod bukovým a smrkovým porostem, na Milešově analyzuje studie Fišák et al. (2007). V této studii byla voda, stejně jako v této práci, filtrována přes 0,45 µm nit-

Tab. 1 Počet částic s obsahem jednotlivých prvků a velikostní kategorie částic obsahujících jednotlivé prvky. Procenta udávají podíl počtu částic obsahujících daný prvek na celkovém množství analyzovaných částic.

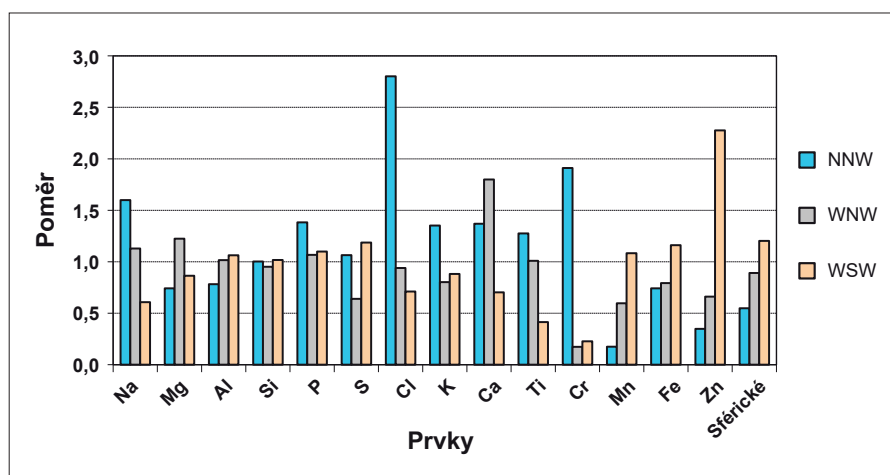
Table 1. The number of particles containing individual elements and the corresponding particle size categories. The relative particle number [%] gives the percentage of element-rich particles in the whole set of analyzed particles.

Prvek	Počet částic		Velikost			
	Počet	%	PM ₁	PM _{1-2,5}	PM _{2,5-10}	>10µm
Si	1904	87,06	36,59	29	28,42	5,99
Al	1688	77,18	36,53	29,34	27,83	6,31
Fe	1321	60,4	41,64	30,35	23,24	4,77
K	1091	49,89	26,79	29,18	36,52	7,51
Mg	618	28,26	25,11	35,16	33,79	5,94
Ca	523	23,91	21,69	25,3	40,48	12,53
P	476	21,76	43,39	26,03	26,45	4,13
S	449	20,53	28,98	19,89	39,2	11,93
Na	279	12,76	23,72	22,44	42,95	10,9
Ti	265	12,12	43,7	26,89	23,53	5,88
Cl	127	5,81	14,93	29,85	47,76	7,46
Mn	56	2,56	62,96	25,93	7,41	3,7
Zn	55	2,51	73,58	16,98	5,66	3,77
Cr	36	1,65	45,45	31,82	13,64	9,09



Obr. 4 Zastoupení jednotlivých prvků při synoptických situacích.

Fig. 4. Representation of the elements at various synoptic situations.



Obr. 5 Zastoupení prvků v sektorech směru přízemního větru.

Fig. 5. Representation of the elements in various sectors of wind flow.

rocelulosový membránový filtr a vyfiltrované částice byly analyzovány za pomoci IRIS Intrepid II WPS spektrometru. Bylo nalezeno množství prvků, které byly následně pomocí korelační analýzy rozděleny do kategorií podle jejich původu. První kategorií byly částice, které pocházejí především z terigenního prachu. Patří do nich podle autorů Al, Ba, Fe a Ti. Z těchto prvků se v předkládané studii také objevuje ve velké míře Al a Fe, což jsou prvky, které se obecně v zemské kůře hojně vyskytují. Společně s dalšími nejhojnějšími prvky v mlžné vodě na Milešovce, Si a K, jsou to také prvky, které se, jak je všeobecně známo, hojně vyskytují ve vyvřelých horninách, které tvoří geologický podklad oblasti výzkumu.

Částice bohaté na Fe, jež byly nalezeny v mlze, byly spíše menších velikostí (kategorie $PM_{1-2,5}$ a PM_1). Vyskytly a však

i částice, které spadají do kategorie $PM_{2,5-10}$. Částice bohaté na Fe vykazovaly velký podíl sférických. Převážně byly odebrány při přízemním větru ze sektoru WSW. Přes vysoký obsah železa v přírodním prostředí, jak je uvedeno výše, ukazuje malá velikost a sférický tvar částic na pravděpodobnost antropogenního původu a možný zdroj, kterým by mohly být tepelné elektrárny, ležící asi 12 a 23 km na západ od Milešovky. Většina částic malých rozměrů a sférického tvaru totiž pravděpodobně vzniká při vysokoteplotních spalovacích procesech při teplotě cca 1 200 °C (Davidson et al. 2005). Podle Davidsona et al. (2005) pochází zhruba polovina částic, které jsou menší než 2,5 μm , z antropogenních zdrojů. Druhá polovina pak pochází ze zdrojů přírodních.

Další kategorií byly podle (Fišák et al. 2007) částice, které pocházejí především z organického materiálu. Mezi ně patří Ca, K, Mg, Mn a P. Z těchto uvedených prvků byly všechny zjištěny také v mlze na Milešovce. Částice, které byly bohaté na Ca, a rovněž ty bohaté na Na, byly většinou odebrány při synoptické situaci B, kdy nedochází k silnějšímu proudění ve vyšších hladinách atmosféry, a byly nesférické. Jak je známo, je Ca jedním ze základních stavebních kamenů buněk všech živých organismů, a je tedy pravděpodobné, že alespoň jeho část se do mlžné vody opravdu dostala z organických zdrojů. Stejně tak jsou součástí živých organismů i ostatní prvky z této kategorie. Jelikož je však také můžeme ve velké míře nalézt v zemské kůře, může být jejich zdroj zároveň terigenní.

Poslední kategorií jsou částice antropogenního původu. Patří mezi ně podle autorů Cd, Co, Mg, Sr a Zn (Fišák et al. 2007). Z vyjmenovaných prvků byl v mlze na Milešovce nalezen pouze Zn. Částice bohaté na Zn byly většinou malých rozměrů (PM_1) a více než 50 % jich mělo sférický tvar. Rovněž zde je pravděpodobný antropogenní původ většiny z nich. Mezi významné antropogenní zdroje zinku patří podle (MŽP ČR, 2011) spalování fosilních paliv, těžba a zpracování rud, průmyslové odpadní vody a hnojiva s obsahem zinku. V okolí observatoře se nachází dva velké zdroje Zn. Prvním a větším zdrojem je tepelná elektrárna, která leží jižně od Milešovky ve Středočeském kraji ve vzdálenosti necelých 50 km. Druhým a menším zdrojem jsou kovo-hutě, ležící přibližně 70 km na jihovýchod od observatoře (MŽP ČR, 2011). Z analýzy vyplývá, že Zn v mlžné vodě je

sice antropogenního původu, jeho množství lze však označit za bezvýznamné.

Celkové výsledky studie ukazují, že většina částic obsažených v mlžné vodě na Milešovce má přírodní původ a pravděpodobně pochází z nejbližšího okolí observatoře. To, že se dané prvky v částicích získaných z mlhy vyskytují často, je tedy přirozené, nevylučuje to však možnost, že některé z těchto prvků byly vyprodukovány lidskou činností. Částice, u kterých předpokládáme, že jsou antropogenního původu, se v mlžné vodě také vyskytly, nepředstavují ale významný vstup lidské činnosti do přírodního prostředí, resp. do mlžné vody.

5. ZÁVĚR

Cílem práce bylo posouzení přítomnosti a chemická analýza pevných částic ve vodě, která byla odebrána z mlhy na observatoři Milešovka v období srpen 2006 až červenec 2007. Zároveň byl analyzován vliv synoptických situací a směrů proudění vzduchu na charakter těchto částic. Bylo zjištěno, že v mlžné vodě se vyskytují především částice, které mají pravděpodobně původ v přírodní sféře. Nalezeny byly také částice, u jejichž vzniku předpokládáme vysoký antropogenní podíl. Vzhledem k jejich celkovému množství ale nebyl shledán tento podíl významným a ovlivňujícím přírodním prostředím.

Jednoznačné určení zdrojů znečištění pomocí chemického rozboru není možné a nebylo ani cílem této práce. Uvedené konkrétní zdroje představují dle poznatků z předkládané analýzy pouze předpokládané původce znečištění.

Je zřejmé, že obsah částic v mlze a jejich složení meteorologické podmínky ovlivňují. Synoptické situace popisují proudění vzduchu ve vyšších hladinách atmosféry, a proto ukazují na transport částic z větších vzdáleností. Na druhé straně sektory směrů přízemního větru vyjadřují přízemní proudění, které je významně ovlivněné okolním reliéfem. Z tohoto hlediska přináší informace spíše o lokálních zdrojích znečištění. Pro přesnější závěry bude potřeba podrobnější analýza většího množství dat.

V této studii nebyla věnována pozornost prvkům, které se v částicích vyskytují jen sporadicky, jako je například Ni, Au nebo Pb. Tyto prvky by mohly pomoci při odhadu zastoupení možných zdrojů, k tomu by však byla potřeba podrobnější analýza a větší množství odebraných vzorků. Může to být jedna z cest, kam orientovat další výzkum.

Poděkování

Poznatky uvedené v tomto příspěvku jsou výsledkem spolupráce ÚFA AVČR a IPC BAS za podpory projektu GAČR č. 205/09/1918 a výzkumného záměru AV0Z30420517. Poděkování patří i lektorům za podnětné připomínky.

Literatura

- BRÁDKA, J., DŘEVNIKOVSÝ, A., GREGOR, Z., KOLESÁR, J., 1961. Počasí na území Čech a Moravy v typických povětrnostních situacích, Praha: HMÚ. 31 s.
- BRANIŠ, M., HŮNOVÁ, I. (eds.), 2010. Atmosféra a klima: Aktuální otázky z meteorologie, klimatologie a ochrany ovzduší, Praha: Karolinum. 351 s. ISBN 978-80-246-1598-1.
- BROOK, R. D. et al. 2010. Particulate Matter Air Pollution and Cardiovascular Disease An Update to the Scientific Statement From the American Heart Association. *Circulation*, 121(21), s. 2331–2378. ISSN 0009-7322.
- DAUBE, B., KIMBAL, K. D., LAMAR, P. A., WEATHERS, K. C.,

1987. Two new ground-level cloud water sampler design which reduce rain contamination. *Atmospheric Environment*, 21, s. 893–900. ISSN 1352-2310.
- DEL MONTE, M., ROSSI, P., 1997. Fog and gypsum crystals on building materials. *Atmospheric Environment*, 31(11), s. 1637–1646. ISSN 1352-2310.
- DAVIDSON, C. I., PHALEN, R. F., SOLOMON, P. A., 2005. Airborne Particulate Matter and Human Health: A Review. *Aerosol Science and Technology*, 39, s. 737–749. ISSN 0218-6826.
- FÍŠÁK, J., ŘEZÁČOVÁ, D., 2001. Comparison between Pollutant Concentration in the Samples of Fog and Rime Water Collected at Mt. Milešovka. *Studia Geophysica et Geodaetica*, 45(3), s. 319–324. ISSN 0039-3169.
- FÍŠÁK, J., TESAŘ, M., ŘEZÁČOVÁ, D., ELIÁŠ, V., WEIGNEROVÁ, V., FOTTOVÁ, D., 2002. Pollutant concentrations in fog and low cloud water at selected sites of the Czech Republic. *Atmospheric Research*, 64, s. 75–87. ISSN 0169-8095.
- FÍŠÁK, J., ROHOVEC, J., ŠPIČKOVÁ, J., SKŘIVAN, P., VACH, M., 2007. Contaminants bound to solid part of falling precipitation and throughfall at the Milešovka observatory. In: Štřelcová K., Škvarenina J., Blaženec M. (eds.): Bioclimatology and Natural Hazards. Polana nad Detvou, Slovakia. September 17–20, 2007. ISBN 978-80-228-17-60-8.
- FÍŠÁK, J., TESAŘ, M., FOTTOVÁ, D., 2009. Pollutant Concentrations in the Rime and Fog Water at the Milesovka Observatory. *Water, Air and Soil Pollution*, 196(1), s. 273–285. ISSN 0049-6979.
- LI, W., SHAO, L., 2010. Characterization of mineral particles in winter fog of Beijing analyzed by TEM and SEM. *Environmental Monitoring and Assessment*, 161(1), s. 565–573. ISSN 0167-6369.
- LIN, Z. Q., SCHEMENAUER, R. S., SCHUEPP, P. H., BARTHAKUR, N. N., KENNEDY, K. K., 1997. Airborne metal pollutants in high elevation forests of southern Quebec, Canada, and their likely source regions. *Agricultural and Forest Meteorology*, 87(1), s. 41–54. ISSN 0168-1923.
- MŽP ČR, 2011. Integrovaný registr znečišťování, 2011 [online]. Dostupné z WWW: <http://www.irz.cz/node/106>.
- POPE, C. A., DOCKERY, D. W., 2006. Health effects of fine particulate air pollution: Lines that connect. *Journal of the Air & Waste Management Association*, 56(6), s. 709–742. ISSN 1096-2247.
- SCHEMENAUER, R. S., 1986. Acidic deposition to forests: The 1985 chemistry of high elevation fog (CHEF) project. *Atmosphere-Ocean*, 24(4), s. 303–328. ISSN 0705-5900.
- STOYANOVA, V., 2010. SEM-EDX identification of particles from fog in an industrially polluted region of Czech Republic. In: 10th International Multidisciplinary Scientific Geoconference „Modern Management of Mine Producing, Geology and Environmental Protection“ SGEM 2010.
- ŠTEKL, J. a kol., 2005. Milešovka a milešovský region – historie, příroda, turistika, klima. Praha: Academia, 182 s.
- TESAŘ, M., ELIÁŠ, V., ŠÍR, M., 1995. Preliminary results of characterization of cloud and fog water in the mountains of Southern and Northern Bohemia. *Journal of Hydrology and Hydrodynamics*, 43, s. 412–426. ISSN 0042-790X.

Lektoři (Reviewers) RNDr. Iva Hůnová, Ph.D.,
RNDr. Petr Pešice, Ph.D.

PLOŠNÉ ROZLOŽENÍ POZDNÍCH JARNÍCH A ČASNÝCH PODZIMNÍCH MRAZŮ V POLABÍ

Vera Potop, Česká zemědělská univerzita v Praze, katedra agroekologie a biometeorologie, Kamýcka 129,
165 21 Praha 6-Suchbát, potop@af.czu.cz

Pavel Zahradníček, Český hydrometeorologický ústav, pobočka Brno, Křofťova 43, Brno; Centrum výzkumu globální změny
AV ČR, v. v. i., Bělidla 986/4a, Brno

Luboš Türkott, Česká zemědělská univerzita v Praze, katedra agroekologie a biometeorologie, Kamýcka 129,
165 21 Praha 6-Suchbát

Petr Štěpánek, Český hydrometeorologický ústav, pobočka Brno, Křofťova 43, Brno; Centrum výzkumu globální změny AV ČR,
v. v. i., Bělidla 986/4a, Brno

Spatial variability of late spring and early autumn frosts in the Elbe River lowland (Polabí). This paper deals with the spatial variability of late spring and early autumn frosts of different severities during the growing season of vegetable crops in the Elbe River lowland (Polabí). For preparation of the frost maps in Polabí, a regular gridded network with a high horizontal resolution of 10 km was applied. The daily values of minimum air temperature ranges of 0 °C to -1.1 °C, -1.2 °C to -2.2 °C, and below -2.2 °C were considered as mild, moderate, and severe frost intensities, respectively. For each grid and for each year, the identification of the number of days with mild, moderate and severe frosts in the period of sowing and/or planting (April–May–June), harvesting vegetables (September–October) and for the entire growing season (April–October) was examined. The regional frost-risk maps of spatial variability for a later date in the spring and an earlier date in the autumn for the three classes of frost severity and the length of the frost-free period were developed.

KLÍČOVÁ SLOVA: rozložení plošné – mapy s výskytem mrazů – kotlina mrazová – mraz podzimní a jarní – Polabí

KEY WORDS: spatial variability – frost hollows – frost-risk maps – late spring and early autumn frosts – Elbe River lowland

1. ÚVOD

Historicky je sortiment pěstované zeleniny na území ČR omezen jen na několik druhů převážně košťálové a kořenové zeleniny. Teprve ve 20. století došlo k výraznému rozšíření sortimentu pěstované zeleniny, a to převážně o zeleninu plodovou (Potop 2013). Tyto druhy zeleniny však pocházejí z odlišných zeměpisných šířek, a tak jejich pěstování je limitované mnohými faktory (WMO 1963, WMO 1997). Obecně je zelenina velmi rozmanitou skupinou kulturních rostlin s velmi rozdílnými nároky. Mnohdy se však jednotlivé skupiny zeleniny (kořenová, listová, košťálová, plodová, lusková, cibulová) doplňují, čímž umožňují pěstování po sobě v téže sezoně. Dokonce, protože mnohé druhy mají velmi krátkou vegetační dobu, je možno na části pozemků sklízet dvakrát. Výhodami pro české zemědělství jsou geografická poloha ČR v mírném klimatickém pásu a menší riziko výraznějších negativních dopadů klimatických změn (na rozdíl od Středomoří a jihovýchodní Evropy). Fyziologické nároky jednotlivých druhů zeleniny vymezily oblasti jejich rentabilního pěstování. Tyto regiony jsou lokalizovány především v nejteplejších oblastech ČR, jako např. jižní Morava a Polabí. Nížinný charakter těchto regionů (vyšší teplota a nižší úhrny srážek, (Tolasz et al. 2007)) má za následek, že limitujícím faktorem rentability produkce je průběh počasí v jednotlivých letech (Potop 2010; Potop et al. 2011; Potop, Možný 2011; Potop et al. 2012b). Moderní technologie však dnes umožňují omezit negativní účinek projevů počasí, a to převážně závlahou a zakrýváním půdy a porostů ochrannými materiály. Využití nastýlaných materiálů zvyšuje vstupní náklady při pěstování teplomilných zelenin a likvidace těchto materiálů je ekologicky náročná. S probíhající klimatickou změnou, se zvyšováním teploty a prodlužováním vegetačního období bude možné tyto plodiny pěstovat i bez využití těchto technologických opatření (Potop et al. 2014).

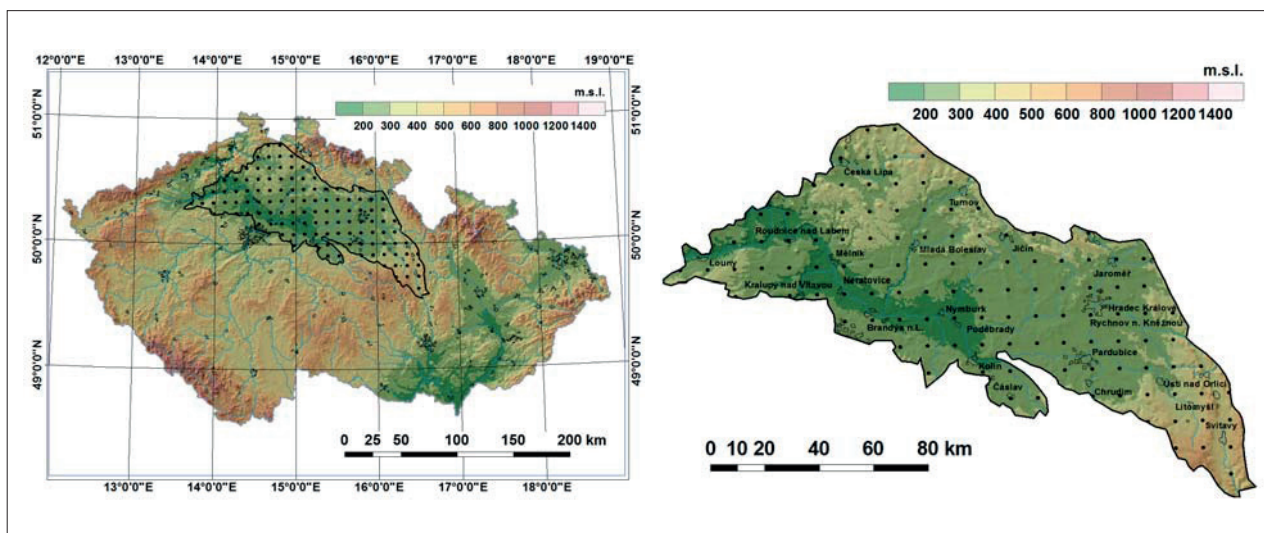
Dvě významné zelinářské oblasti v ČR, jižní Morava a Polabí, mají částečně odlišný sortiment pěstovaných druhů zeleniny. Polabí je oblastí tradičního a rentabilního pěstování

ní převážně košťálové zeleniny, jejíž produkce není tak ekonomicky zajímavá v porovnání s plodovou zeleninou. Oproti tomu na jižní Moravě je možné pěstovat i tuto plodovou zeleninu a dosahovat u ní dobrých ekonomických výsledků. Tyto odlišnosti v sortimentu pěstované zeleniny jsou způsobeny převážně rozdíly teplotních poměrů těchto lokalit. V nejteplejších částech Polabské nížiny je pěstování plodové zeleniny, převážně rajčat a okurek, rentabilní jen v příznivých nejteplejších ročnících. V důsledku probíhající klimatické změny s předpokládaným zvýšením teploty, vyššími nákladům na dovoz zeleniny, požadavkům na zralost a kvalitu a příznivé agrární politice lze očekávat rozšíření plodových zelenin i mimo oblasti jižní Moravy, a to převážně do Polabí. Bude se jednat především o rajčata, okurky, dýně a papriku. Kromě tohoto sortimentu lze předpokládat i rozšíření netradičních druhů zeleniny, jako jsou melouny, lilky a chřest.

U mnohých druhů zeleniny původních v nižších zeměpisných šířkách je limitujícím faktorem růstu v ČR teplota vzduchu. Tyto plodiny často velmi dobře snášejí nedostatek vláhy a dovedou s ní velmi dobře hospodařit a zároveň díky hlubokému kořenovému systému umí získat vodu s větších hloubek. Proto při rozšíření těchto plodin do našich zelinářských oblastí nebude limitujícím faktorem vlaha, ale teplota.

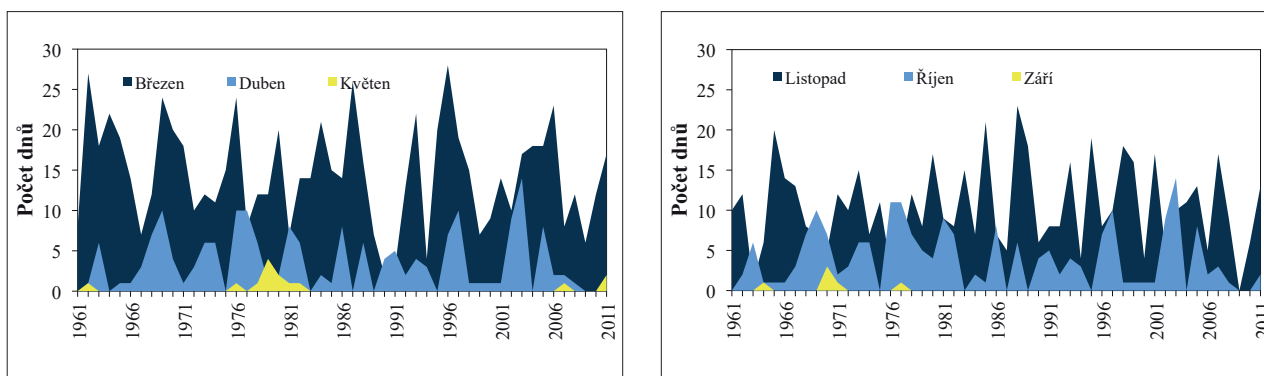
2. MATERIÁL A METODA

S ohledem na skutečnost, že Polabí není geomorfologicky jasně vymezeno a zelinářské oblasti zasahují i mimo jeho pomyslné hranice, bude v práci sledováno území geomorfologického útvaru Česká tabule, do kterého spadá celá Polabská nížina (obr. 1) (Potop et al. 2013a). Pro vytvoření map České tabule byla použita denní minimální teplota vzduchu 116 gridových bodů s nadmořskou výškou od 169 m do 573 m za období 1961–2011. Byla použita pravidelná gridová síť meteorologických prvků s rozlišením 10 km (CZGRIDS, Aladin-Climate/CZ) Českého hydrometeorologického ústavu (Štěpánek et al. 2011). Data gridové sítě s vysokou hustotou



Obr. 1 Geografická poloha České tabule v rámci ČR.

Fig. 1. Geographic boundaries of the Bohemian plateau and their localities.



Obr. 2 Časová variabilita počtu mrazových dnů ($t_{\min} \leq -0,1$ °C) za období 1961–2011 v Polabí.

Fig. 2. Temporal variability of the number of frost days ($t_{\min} \leq -0.1$ °C) during spring and autumn months for the 1961 to 2011 period (Polabí).

umožňují velmi přesné a detailní vymezení lokalit s výskytem mrazů v porovnání s databází staniční sítě. Staniční síť sledovaného území má výrazně méně bodů lokalizovaných hlavně v nezemědělských oblastech a jejich datové řady nejsou kompletní (např. Poděbrady). Hodnoty minimální teploty vzduchu byly rozděleny dle intenzity do tří kategorií 0,0 až $-1,1$ °C, $-1,2$ až $-2,2$ °C a méně než $-2,2$ °C. Těmto kategoriím jarních a podzimních mrazů bylo přiřazeno hodnocení úrovně slabý, mírný a silný. Pro každý gridový bod a rok byl určen počet dní se slabým, mírným a silným mrazem v období výsevu či výsadby (duben, květen a červen), sklizně (září–říjen) a ve vegetačním období (duben–říjen) zeleniny. Dále byly stanoveny plošné průměry počtu dní se slabým, mírným a silným mrazem v těchto obdobích. Souhrnné informace jsou uvedeny v tab. 1. Obdobným způsobem bylo v základním datovém souboru určeno datum posledního jarního a prvního podzimního mrazu o dané intenzitě. Datum bylo převedeno na pořadí dne v roce a byla vypočtena délka bezmrazového období. Tyto hodnoty byly statisticky zpracovány, byly určeny extrémní hodnoty, průměry a odchylky datových souborů. Extrémními hodnotami byly nejpozdější nástup resp. ukončení, nejčasnější nástup resp. ukončení jarních a podzimních mrazů a nejkratší resp. nejdelší bezmrazové období. Pro vytvoření map

Tab. 1 Plošný průměr počtu dní se slabým, mírným a silným mrazem ve vegetačním období zeleniny v Polabí za roky 1961–2011.

Table 1. The area averages of the number of days with mild, moderate and severe frosts during the following periods: AMJ, September–October and April–October over the Polabí domain for the period 1961–2011.

	duben–květen– červen	září–říjen	duben–říjen
Slabé mrazy (0,0 až $-1,1$ °C)			
Průměr	3,0	2,0	5,0
Minimum	5,0	4,0	9,0
Maximum	18,0	9,0	22,0
Mírné mrazy ($-1,2$ až $-2,2$ °C)			
Průměr	2,0	1,0	3,0
Minimum	4,0	3,0	6,0
Maximum	11,0	8,0	14,0
Silné mrazy ($< -2,2$ °C)			
Průměr	2,0	2,0	4,0
Minimum	5,0	6,0	9,0
Maximum	15,0	10,0	23,0

plošného rozložení dne ukončení pozdních jarních a nástupu prvních podzimních mrazů dle stupně intenzity a délky bezmrazového období byly použity průměry datových souborů za období 1961 až 2011. K vykreslení map byla použita metoda orografické interpolace metodou univerzálního lineárního krigování s rozlišením 500 m (Šercl, Lett 2002). Tato studie navazuje na metodiku použitou při hodnocení časové variability mrazů v Polabí (Potop et al. 2013b) a hodnocení agroklimatického potenciálu Polabí (Potop et al. 2012a; Potop et al. 2013a).

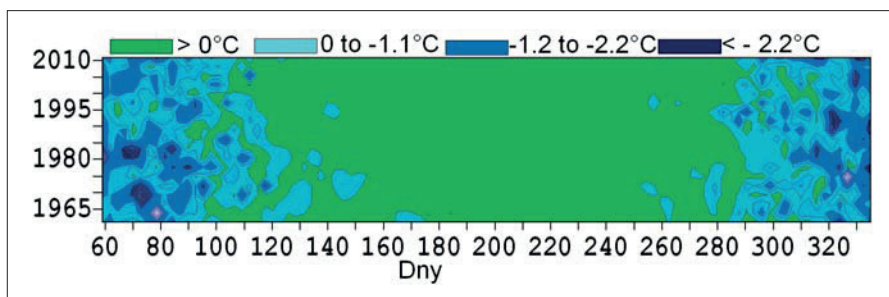
3. VÝSLEDKY A DISKUSE

3.1 Plošný průměr počtu dní se slabým, mírným a silným mrazem ve vegetačním období zelenin

Jarní mrazy jsou z pohledu zemědělství významným faktorem majícím vliv nejen na růst a vývoj plodin, ale i na agrotechniku (Francois et al. 1999; Tait, Zheng 2003). V měsíci dubnu probíhá nejvíce jarních polních prací a výskyt mrazů v měsících dubnu, květnu a červnu je velmi nebezpečný pro zemědělskou produkci. Nejteplejší oblast České tabule měla průměrný počet dnů s teplotním minimem 0,0 až $-1,1^{\circ}\text{C}$ 5,0 dnů a nejchladnější oblast 18,0 dnů (tab. 1). Tento interval teplotního minima, tedy slabé mrazy, mají negativní vliv převážně na teplomilné druhy zeleniny a na druhy vysazené ze sadby předpěstované v řízených podmínkách. Mrazy v teplotním intervalu $-1,2$ až $-2,2^{\circ}\text{C}$ (mírné mrazy) poškozují i odolnější druhy zeleniny a míra rizika snížení produkce je vysoká. Nejteplejší a nejchladnější oblast v České tabuli měla počet dnů s mírným mrazem 4,0 resp. 11,0. Silné jarní mrazy ($t_{\min} < -2,2^{\circ}\text{C}$) vyskytující se ve vegetačním období zeleniny mají katastrofální účinky na rostliny, a mrazem poškozené porosty jsou ve většině případů zaorány. Tyto silné mrazy

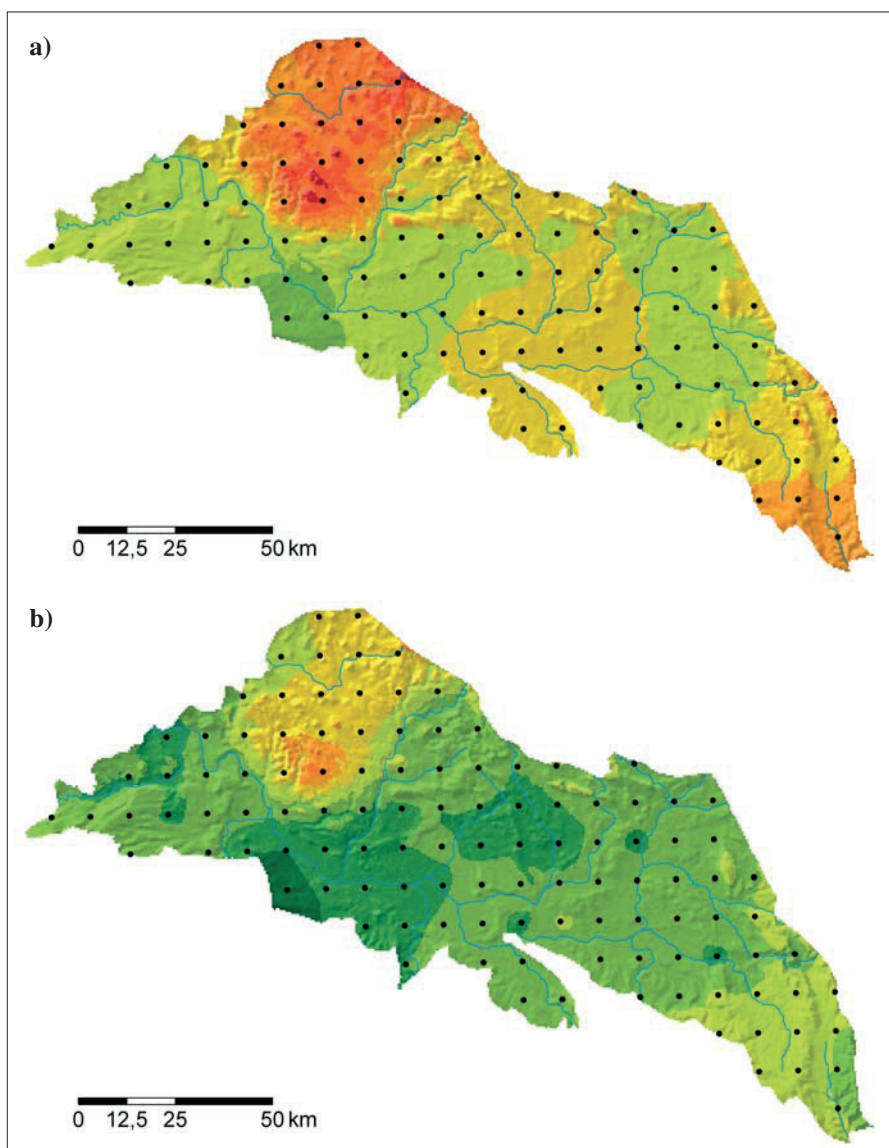
se v Polabí vyskytují v porovnání s mrazy mírnými velmi často (Potop et al. 2013c).

Podzimní druhy zeleniny nebývají již příliš citlivé na mrazy a k jejich poškození dochází až při déle trvajících mrazech. Výjimku tvoří plodová zelenina, jejíž sklizeň v tomto obdo-



Obr. 3 Hovmöllerův diagram časoprostorového rozložení prvního a posledního dne s mrazem o dané intenzitě a bezmrazového období 116 gridových bodů na území České tabule za období (1961–2011).

Fig. 3. Hovmöller-type diagram of the spatiotemporal evolution of the date of the last spring and first fall frosts of various severities and lengths of the frost-free period derived from the minimum temperature at 116 grid-points x 51 years x 365 Julian days in the Elbe River lowland (1961–2011).



Obr. 4 Plošné rozložení průměrného data nástupu pozdních slabých (a), mírných (b), a silných (c) jarních mrazů a délky bezmrazového období (d) v Polabí.

Fig. 4. Spatial variability of the mean date of the last mild spring frost (a), the last moderate spring frost (b), the last severe spring frost (c) and the frost-period (d) in the Elbe River lowland (Polabí).

bí končí. Oblast Polabí s nejnižší nadmořskou výškou měla výskyt mírných a silných mrazů v měsících září a říjen 3,0 resp. 6,0 dní a oblast s nejvyšší nadmořskou výškou 8,0 a 10,0 dní (tab. 1). Za celé vegetační období zeleniny (duben–říjen) byl na území Polabí největší počet mrazových dnů s intenzitou slabý a silný mráz 22,0 resp. 23,0 dní. Ve vegetačním období se mrazové dny vyskytují s větší četností v jarních měsících, kdy je vysoká citlivost zeleniny na nízkou teplotu, a s menší četností v měsících podzimních.

Časová variabilita počtu mrazových dnů za období 1961–2011 je uvedena v obr. 2. V březnu bylo zaznamenáno nejméně mrazových dnů v letech 1990, 1991, 1994 a 2009. V dubnu se mrazové dny nevyskytly v letech 1961, 1964, 1975, 1983, 1987, 1989, 1995 a 2004. Nejčastěji se květnové mrazy vyskytovaly v dekádě 1971–1980. Nejčastější výskyt zářijových mrazů byl v letech 1961–1979. Od 80. let 20. století do současnosti se v nížinách zářijové mrazy nevyskytly vůbec. Pro měsíc říjen je patrné v druhé polovině sledovaného období, tedy od 80. let, střídání let s vyšším počtem mrazových dnů a roků s nulovým počtem.

Dle klimatického scénáře (Potop 2014) nastane v budoucnu průměrné ukončení jarních mrazů o 12 dnů dříve a nástup prvních podzimních mrazů o 18 dnů později v porovnání se

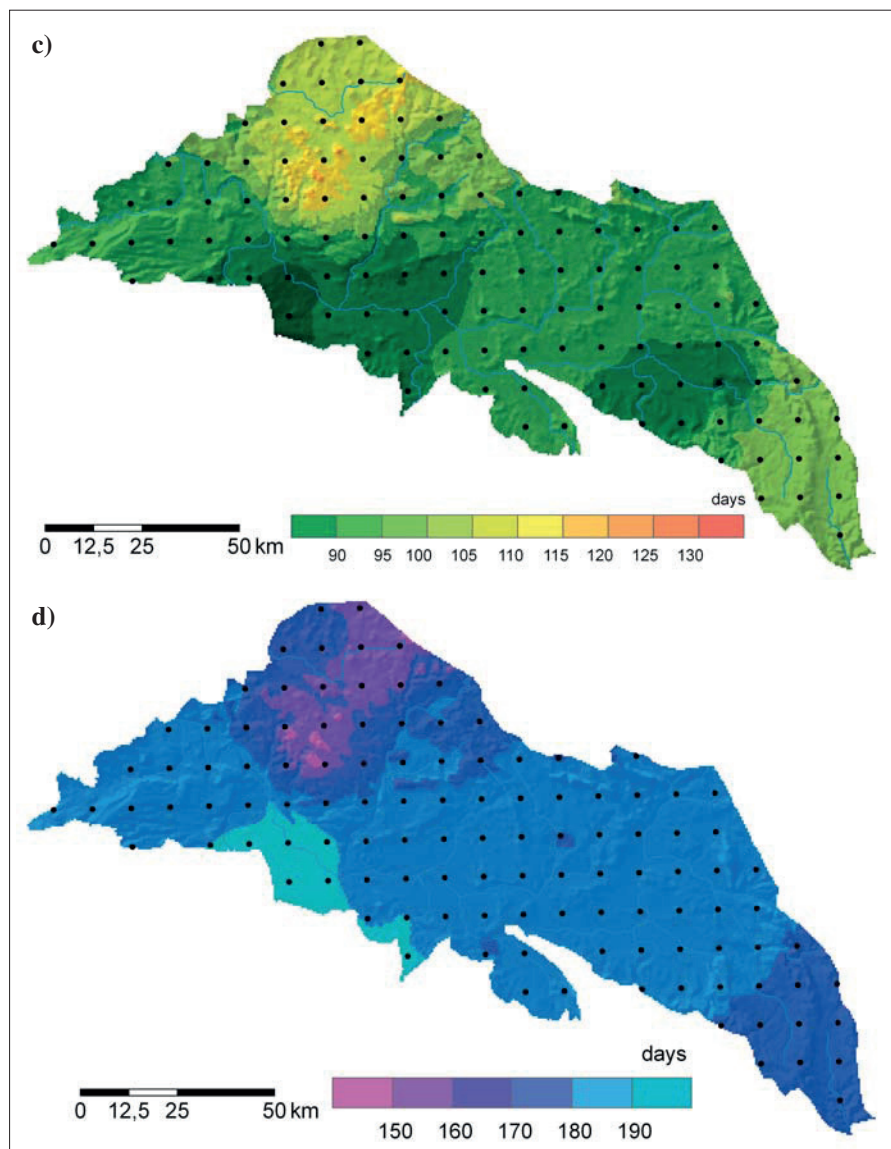
současným klimatem. Bezmrázové období se dle scénáře prodlouží v průměru o 35 dnů.

3.2 Plošné rozložení průměrného data nástupu pozdních jarních mrazů dle různé intenzity a délky bezmrázového období

Hovmöllerův diagram souhrnně zobrazuje časoprostorové rozložení prvního a posledního dne s mrazem o dané intenzitě a délku bezmrázového období ve sledovaném území, obr. 3. Mrazové období bylo z pohledu dlouhodobého průměru ukončeno v hlavních zelinářských oblastech (Mělnická kotlina, Staroboleslavská kotlina a území mezi Brandýsem nad Labem a severovýchodním okrajem Pražské plošiny) během první poloviny dubna. Nejdéle trvalo mrazové období v oblastech Severočeské tabule s jihovýchodní částí Východočeské tabule, tedy v oblastech a okrajovým pěstováním zeleniny.

Od 15. dubna do 25. dubna skončil výskyt slabých jarních mrazů ve střední části České tabule, ohraničené městy Nymburk, Poděbrady, Kolín, Pardubice, Hradec Králové a Mladá Boleslav, a dále zasahující až do jižního cípu České tabule – Čáslavské kotliny, obr. 4a. Datum výskytu slabých červnových mrazů bylo v letech 1962 13. červen, 1975 6. červen a 1977 2. červen, obr. 3. Největší počet dnů se slabým jarním mrazem v červnu se vyskytoval v roce 1962 v Kokořinské kotlině a v Bělé pod Bezdězem. Extrémně pozdní výskyt mírných jarních mrazů zasahujících až do měsíce června nastal v letech 1975 a 1977, 6. červen, a v roce 1962, 3. červen, obr. 3. Silné červnové mrazy s intenzitou větší jak $-2,2\text{ }^{\circ}\text{C}$ se za celé pozorované období 1961–2011 nevyskytly u žádného z gridových bodů. V budoucím klimatu dle Potop et al. (2014) budou pravděpodobně květnové mrazy jen ojedinělé a na většině území mohou být jarní mrazy ukončeny do poloviny dubna.

Ukončení mírných jarních mrazů mělo vyšší plošnou variabilitu v porovnání s ukončením slabých mrazů. Nejčasnější ukončení mírných mrazů bylo při severovýchodním okraji Pražské plošiny, mrazy zde skončily v průměru do 1. dubna, obr. 4b. Z mapy na obr. 4b je patrné vymezení tří oblastí s ukončením mír-



Obr. 4 Plošné rozložení průměrného data nástupu pozdních slabých (a), mírných (b), a silných (c) jarních mrazů a délky bezmrázového období (d) v Polabí.

Fig. 4. Spatial variability of the mean date of the last mild spring frost (a), the last moderate spring frost (b), the last severe spring frost (c) and the frost-period (d) in the Elbe River lowland (Polabí).

– pokračování (continuation)

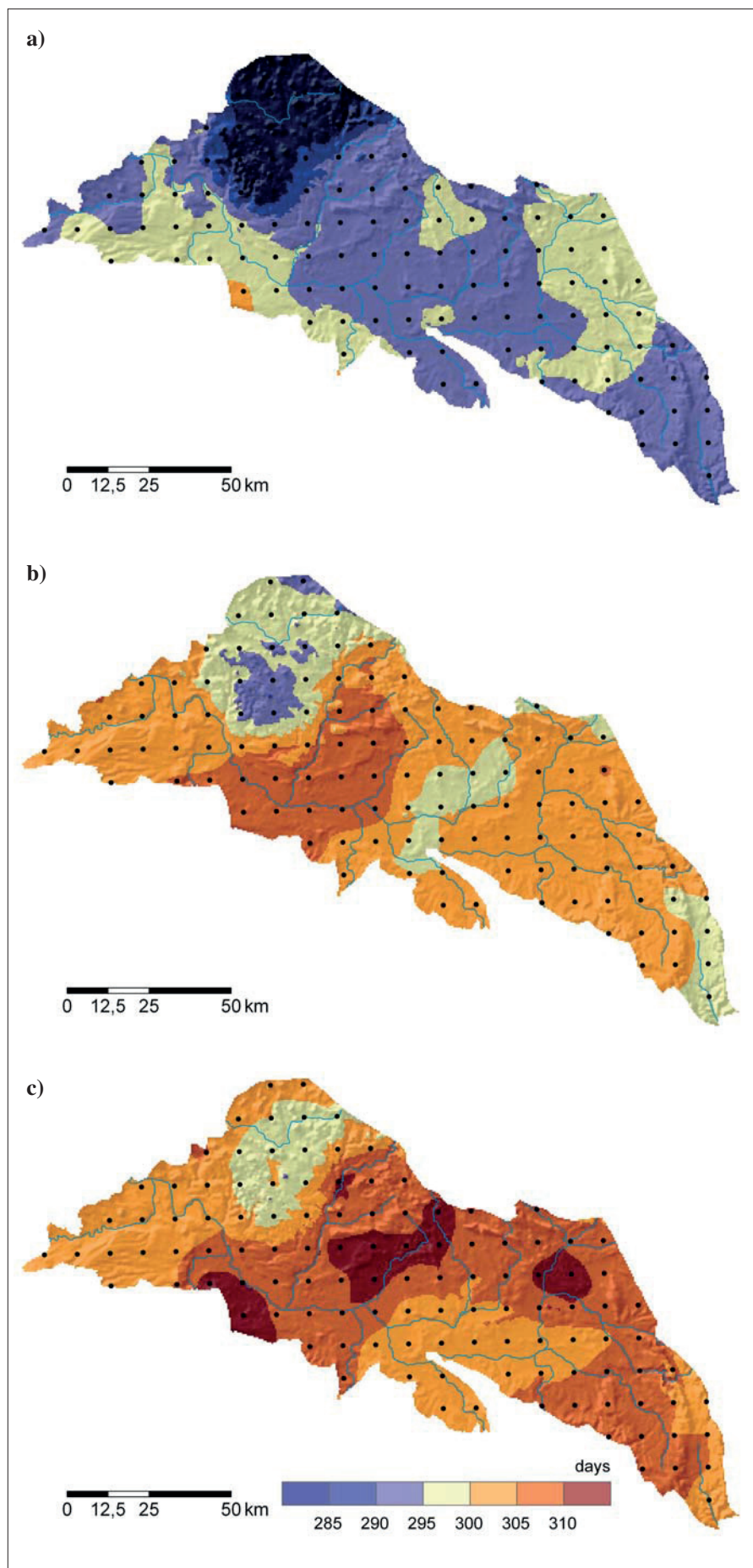
Obr. 5 Plošné rozložení průměrného data nástupu prvních slabých (a), mírných (b) a silných (c) podzimních mrazů v Polabí.

Fig. 5. Spatial variability of the mean date of the first mild autumn frost (a), the first moderate autumn frost (b) and the first severe autumn frost (c) in the Elbe River lowland (Polabí).

ných jarních mrazů v první dekádě dubna. První a největší oblast je na svém západním okraji ohraničena městy Vraňany a Mělník a pokračuje podél toku řeky Labe přes Neratovice, Všetaty, Kostelec nad Labem, Benátky nad Jizerou, Milovice, Lysou nad Labem, Kostomlaty nad Labem, Brandýs nad Labem-Starou Boleslav, Toušev, Čelákovice, Mochov, Sadskou, Přerov nad Labem a končí svým východním okrajem městy Kouřim, Poděbrady a Nymburk. Druhá oblast je lokalizována do střední části České tabule podél středního toku řek Mrlina a Cidlina mezi městy Chlumec nad Cidlinou, Nový Bydžov a Jičín. Třetí oblast v západní části České tabule kopíruje dolní tok řeky Ohře.

Oblast s časným ukončením silných mrazů odpovídá svou polohou oblastem s časným ukončením slabých a mírných mrazů (severovýchodní okraj Pražské plošiny). Obdobně tomu bylo v oblasti středního Polabí, kde byly silné jarní mrazy ukončeny během prvních pěti dnů měsíce dubna. V porovnání s časností ukončení slabých a mírných mrazů byla vymezena nová oblast při západním okraji Východočeské tabule (Pardubice, Chrudim, Vysoké Mýto) s ukončením silných jarních mrazů ve stejném období jako ve středním Polabí, obr. 4c.

Oblasti s největší průměrnou délkou bezmrazového období za roky 1961–2011 bylo území podél toku řeky Labe mezi Brandýsem nad Labem a Mělníkem, s rozšířením jihozápadním směrem k okraji Pražské plošiny, obr. 4d. V této části Polabí se nacházejí tradiční zelenářské oblasti (Všetaty, Tišice, Dřísy, Tuhaň). Pole zde vznikly zúrodněním písčitých naplavenin řeky Labe, jsou lehké a záhřevné, vhodné pro pěstování zeleniny. Oblastmi s nejkratším bezmrazovým obdobím jsou vyšší polohy geomorfologické soustavy České



tabule situované do podsoustavy Severočeská tabule (Česká Lípa, Dubá) a dále pak do východní části soustavy, Vysoké Mýto, Polička. Zelinářské oblasti mající majoritní podíl na produkci polní zeleniny v Čechách (Mochov, Přerov, Poděbrady, Kolínská kotlina, Českobrodská kotlina) měly délku bezmrazového období pohybující se kolem průměrné hodnoty, obr. 4d. Z časového hlediska se nejkratší bezmrazové období vyskytlo v roce 1962 u lokalit s nadmořskou výškou 317 m a trvalo jen 93 dní. Dalšími roky s krátkým bezmrazovým obdobím na velké části sledovaného území byly 1991 98 dní a 1977 103 dní. Nejdelší bezmrazové období se vyskytlo v letech 2009, 1983 a 1961 a trvalo 284, 268 a 265 dní.

Klimatický scénář předpokládá prodloužení bezmrazového období v dnes nejchladnějších oblastech České tabule (Ralské a Svitavské pahorkatiny) na úroveň nejteplejších oblastí současného klimatu (SV okraj Pražské plošiny a střední Polabí). V současném i budoucím klimatu je patrný výrazný gradient poklesu délky bezmrazového období na přechodu Mělnické kotliny a Ralské pahorkatiny, kde od nížinných poloh podél řeky Labe reliéf terénu výrazně stoupá k severnímu okraji České tabule (Potop et al. 2014).

3.3 Plošné rozložení průměrného data nástupu

prvních podzimních mrazů podle jejich intenzity

Nástup prvních podzimních mrazů znamená u většiny druhů zeleniny ukončení jejich vegetačního období. Některé druhy košťálové zeleniny a kořenové zeleniny snášejí mírné mrazy, avšak při delším trvání mají negativní vliv na jakost produkce. Extrémně časný nástup podzimních mrazů, ukončení bezmrazového období, nastal v letech 2003 3. září v oblasti vymezené souřadnicemi 14,5°–14,8° E a 50,4°–50,8° N, v roce 1973 12. září, v roce 1991 13. září a v roce 1977 14. září. Nejčasnější nástup podzimních mrazů na území České tabule nastal v její severní části v polohách s vyšší nadmořskou výškou od Kokořinska až po úpatí Lužických hor. Slabé podzimní mrazy zde měly v průměru za celé sledované období svůj počátek mezi 7. a 12. říjnem, obr. 5a. Na většině plochy České tabule bylo průměrné datum nástupu slabých podzimních mrazů od 12. do 17. října. Na východě sledovaného území sem patří Svitavská pahorkatina, ve střední části pak oblast Polabí mezi Čelákovicemi a Pardubicemi vystupující až ke spojnici mezi Turnovem a Jičínem. Nejpozdnější nástup mrazového období nastal ve třetí dekádě října v souvislé oblasti podél středního toku Labe mezi Brandýsem nad Labem a Mělníkem, pokračující při dolním toku řeky Vltavy a na jihozápadním okraji České tabule vystupujícím až do oblasti Českého středohoří k soutoku Ohře a Labe u Litoměřic. Druhou oblastí je Orlická tabule (obr. 5a).

Mírné podzimní mrazy s intervalem teploty –1,2 až –2,2 °C nastaly nejdříve v oblasti Kokořinska zasahující až po okraj Dokeské pahorkatiny, obr. 5b. Následovala území: první na jihu ohraničené Mělníkem, Mladou Boleslaví a Úštěkem sahající až po úpatí Lužických hor, druhé v okolí Nového Bydžova a třetí na východním okraji Svitavské pahorkatiny, s počátkem mírných podzimních mrazů mezi 22. až 27. říjnem. Nejpozdnější nástup mírných podzimních mrazů nastal ve středním Polabí na území mezi Mělníkem a Poděbrady na jižním okraji oblasti zasahujícím až k severovýchodnímu okraji Pražské plošiny (Kralupy nad Vltavou, Horní Počernice, Český Brod) a na severním okraji až k Mnichovu Hradišti. Plošně nejrozšířenější byla oblast s průměrným datem nástupu mírných podzimních mrazů od 27. října do 6. listopadu, obr. 5b.

Průměrné datum nástupu silných podzimních mrazů bylo za celé sledované území 305. den od počátku roku, tedy 1. listopadu, obr. 5c. Před tímto datem se vyskytly silné mrazy na Kokořinsku a v Dokeské pahorkatině. Kokořinsko je typické svým členitým reliéfem s inverzními polohami a výskytem mrazových kotlin a volně přechází do Dokeské pahorkatiny. Dalšími oblastmi s časným nástupem silných podzimních mrazů byly západní část České tabule až po spojnici měst Kralupy nad Vltavou, Mělník, Mladá Boleslav a Turnov, další oblast byla v povodí Labe od Poděbrad přes Kolín, Pardubice až k toku řeky Tiché Orlice. Poslední oblastí byla východní část Svitavské pahorkatiny. Oblastí s nástupem podzimních mrazů se silnou intenzitou po 1. listopadu byl pás území napříč Českou tabulí přes Mělnickou, Českobrodskou, Nymburskou a Mrlinskou kotlinu až po Střední a Dolnojižiskou tabuli. Dále pás pokračoval územím Jičínské pahorkatiny, Orlické tabule a západní částí Svitavské pahorkatiny. V těchto oblastech se vyskytla tři maloplošná území s nástupem silných podzimních mrazů po 6. listopadu. Nejvýraznější posun data nástupu prvních podzimních mrazů bude dle modelu budoucího klimatu v oblastech pahorkatin a vrchovin České tabule. V nížinných oblastech tento posun nebude tak výrazný (Potop et al. 2014).

Jak uvádějí Türkot, Potop (2012) v analýze výskytu jarních a podzimních mrazů na území ČR za období 2007–2011, nastalo ukončení jarních mrazů v roce 2007 nejdříve v oblastech Jihomoravského kraje a Středočeského kraje 1. až 3. května. V Polabí dle katalogu mrazů předchází studie (Potop et al. 2013b) bylo ukončení jarních mrazů dříve, a to v průměru 28. dubna. Výrazně později zasáhla vlna mrazů oblasti jižních Čech a severu Moravy, což bylo způsobeno, pro květen netypickou, anticyklonou č. 1 (Ap₁). Nástup podzimních mrazů měl dle Türkota a Potopa (2012) dvě hlavní vlny, první v polovině září a druhou v polovině října. Nástup mrazů v Polabí spadl do druhé vlny. Dle analýzy výskytu mrazů v roce 2008 byla časnost ukončení jarních mrazů v Polabí průměrná a distribuce na území ČR rovnoměrná. Časné ukončení mrazového období v roce 2009 v Polabí odpovídá časnému ukončení mrazů v celé ČR. Nástup prvních podzimních mrazů měl v rámci ČR nerovnoměrnou distribuci a netypicky mrazy nastaly dříve v jižní a střední části Moravy a později ve středních Čechách. První podzimní mrazy v roce 2010 nastaly již 246. den v roce (3. září) a během 38 dnů byly naměřeny na většině klimatologických stanic (Türkot, Potop 2012). V Polabí nastaly první podzimní mrazy v roce 2010 v průměru 11. října, tedy 284. den počítáno od 1. ledna.

Pozdní výskyt mrazů v roce 2011 (5. května) byl netypicky lokalizován i v oblasti středního Polabí, Mělnicka, Litoměřicka a Ústecka, kde způsobil poškození zemědělských plodin, převážně pak vinic a zeleniny. Oproti tomu ideální podmínky pro růst a vývoj vinné révy a zeleniny byly v tradičních oblastech jejího pěstování na jižní Moravě. Během dvou dnů od 4. do 6. května 2011 bylo území ČR postiženo nezvykle silnými mrazy, kdy na řadě míst byly stromy v sadech po několik hodin vystaveny teplotě pod bodem mrazu. Velmi poškozeno bylo na 6 400 ha plodných sadů, což představuje 37 % z jejich celkové výměry (Ludvík 2011). Měsíc květen je obdobím plného květu stromů, kdy květy a plůdky jsou velmi citlivé na poškození mrazem. Nejvíce byly mrazem zasaženy porosty třešní, kdy došlo k poškození až 75 % jejich ploch. Velké ztráty byly zaznamenány i u slivoní, hrušní, rybízu a jahod, u meruněk bylo poškození až do dřeva stromů. Jabloně, jakožto nejodolnější

ší druh ovocného stromu pěstovaného na našem území, jsou proto stabilizační plodinou, která tvoří základ produkce většiny ovocnářských podniků. I přesto však květnové mrazy poškodily třetinu ploch jablečných sadů a způsobily problémy v ekonomice těchto podniků, které byly donuceny omezit plánování investic, omezit výdaje a dokonce propouštět zaměstnance. Celkově je úroda za sezonu 2010/2011 hodnocena jako vůbec nejnižší úroda v novodobé historii (Ludvík 2011). Ovocnářská unie se ujala mapování škod a obrátila se s žádostí o pomoc na Ministerstvo zemědělství ČR z důvodu nemožné obrany proti mrazům. V zelinářské oblasti Polabí došlo v roce 2011 také k poškození a následným zaorávkám převážně porostů okurek. Tato ztráta byla částečně kompenzována opětovnými pozdními výsevy.

4. ZÁVĚR

Pro potřeby zemědělství nestačí pouze informace o datu výskytu mrazu, ale je nutné podrobněji znát také jeho prostorové rozložení v rámci regionu. Tyto informace pomohou k vytipování lokalit, farem, s různou mírou rizika poškození produkce mrazem a umožní přizpůsobit osevni postup tomuto riziku. Velká prostorová hustota vstupních dat a vysoké rozlišení mapových výstupů umožní farmářům zvolit optimální sortiment zeleniny pro dosažení vysoké produkce.

Dle vytvořených map plošného rozložení jarních a podzimních mrazů byly oblastmi s nejčastějším výskytem pozdních jarních a časných podzimních mrazů pahorkatiny (Svitavská, Dokeská, Jičínská) a mrazové kotliny Kokořínska.

Oblasti s nejčasnějším koncem a nejpozdějším počátkem mrazového období, tedy vhodné pro rozšiřování druhů zeleniny s delší vegetační dobou, byly území na severovýchodním okraji Pražské plošiny, střední část České tabule a území podél toku Labe mezi Čelákovici a Mělníkem.

Průměrnou délkou bezmrazového období měly oblasti České tabule s vysokou koncentrací zelinářských podniků, Mochov, Přerov, Poděbrady, Kolínská kotlina, Českobrodská kotlina. Nejdelší bezmrazové období měly lokality záhřevných písčitých půd podél středního toku Labe, Všetaty, Tišice, Dřísy, Tuhaň.

Tato práce je součástí rozsáhlejšího výzkumu agrometeorologických rizik při produkci zeleniny v Polabí. Dále bude výzkum detailně zaměřen na fyziologické nároky jednotlivých druhů zeleniny a na možné zařazení teplomilných druhů v osevních postupech dle míry rizika poškození výskytem extrémních meteorologických jevů.

Poděkování

Tato práce vznikla s přispěním výzkumného záměru S grant (MŠMT ČR). Pavel Zahradníček a Petr Štěpánek byli v rámci vědeckého centra Czech Globe podpořeni mezinárodním projektem no. CZ.1.07/2.3.00/20.0248.

Literatura

- FRANCOIS, C., BOSSENO, R., VACHER, J. J., SEGUIN, B., 1999. Frost risk mapping derived from satellite and surface data over the Bolivian Altiplano. *Agricultural and Forest Meteorology*, Vol. **95**, Issue 2, s. 113–137. ISSN 0168-1923.
- LUDVÍK, M., 2011. Mrazy způsobily ovocnářům a vinařům škody za stovky milionů korun. *Vinař – Sadař*, č. 3, s. 58–59. ISSN 1804-3054.
- POTOP, V., 2010. Temporal variability of daily climate extremes of temperature and precipitation in the middle Polabí (Elbeland) lowland region. *Scientia Agriculturae Bohemica*, 41 (3), s. 140–148. ISSN 1211-3174.

- POTOP, V., KOUDELA, M., MOŽNÝ, M., 2011. The impact of dry, wet and heat episodes on the production of vegetable crops in Polabí (River Basin). *Scientia Agriculturae Bohemica*, 42 (3), s. 93–101. ISSN 1211-3174.
- POTOP, V., MOŽNÝ, M., 2011. Relationship between daily amplitude of air temperature and topography elements at vegetable field-scale. *Úroda*, roč. **59**, č. 10, s. 499–511. ISSN 0139-6013.
- POTOP, V., HAMOUZ, P., ZAHRADNÍČEK, P., TÜRKTOTT, L., 2012a. A GIS tool to evaluate the spatial evolution of hydro-thermic features during growing season of vegetable crops in Elbe River lowland (Polabí). *Geographia Napocensis*, 6(2), s. 28–39. ISSN 1843-5920.
- POTOP, V., MOŽNÝ, M., SOUKUP, J., 2012b. Drought evolution at various time scales in the lowland regions and their impact on vegetable crops in the Czech Republic. *Agricultural and Forest Meteorology*, 156, s. 121–133. ISSN 0168-1923.
- POTOP, V., 2013. Vývoj sortimentu a výnosů zeleniny pěstovaných v Polabí (České nížině) ve vztahu ke klimatu. In: Vliv abiotických a biotických stresorů na vlastnosti rostlin 2013, Praha 13.–14. 2. 2013, Česká zemědělská univerzita v Praze, Výzkumný ústav rostlinné výroby Praha-Ruzyně. ISBN 978-80-213-2247-9.
- POTOP, V., TÜRKTOTT, L., ZAHRADNÍČEK, P., ŠTĚPÁNEK, P., 2013a. Hodnocení agrometeorologického potenciálu oblasti České tabule pro pěstování zeleniny. *Meteorologické Zprávy*, roč. **66**, č. 2, s. 42–48. ISSN 0026-1173.
- POTOP, V., TÜRKTOTT, L., ZAHRADNÍČEK, P., ŠTĚPÁNEK, P., 2013b. Časová variabilita pozdních jarních a časných pozdních mrazů v Polabí. *Meteorologické Zprávy*, roč. **66**, č. 5, s. 135–142. ISSN 0026-1173.
- POTOP, V., ZAHRADNÍČEK, P., TÜRKTOTT, L., ŠTĚPÁNEK, P., SOUKUP, J., 2013c. Risk occurrences of damaging frosts during the growing season of vegetables in the Elbe River lowland, the Czech Republic. *Natural Hazards*. DOI 10.1007/s11069-013-0894-5.
- POTOP, V., ZAHRADNÍČEK, P., TÜRKTOTT, L., ŠTĚPÁNEK, P., SOUKUP, J., 2014. Potential impacts of climate change on damaging frost during growing season of vegetables. *Scientia Agriculturae Bohemica*, 45 (1), s. 26–35. ISSN 1211-3174.
- ŠERCL, P., LETT, P., 2002. Výpočet rastru srážek v prostředí GIS (s využitím Arc View Spatial Analyst). Uživatelská příručka verze 2.0.1, Praha: ČHMÚ.
- ŠTĚPÁNEK, P., ZAHRADNÍČEK, P., BRÁZDIL, R., TOLASZ, R., 2011. Metodologie kontroly a homogenizace časových řad v klimatologii. Praha: ČHMÚ. 118 s. ISBN 978-80-86690-97-1.
- TAIT, A., ZHENG, X., 2003. Mapping frost occurrence using satellite data. *Journal of Applied Meteorology*, 42, s. 193–203. ISSN 1558-8424.
- TOLASZ, R., (ed), 2007. Atlas podnebí Česka. Climate Atlas of Czechia. Praha: ČHMÚ Praha, Olomouc: Univerzita Palackého v Olomouci, 254 s. ISBN 978-80-86690-26-1.
- TÜRKTOTT, L., POTOP, V., 2012. Jarní a podzimní mrazy ve vztahu k synoptickým situacím. In: Vliv abiotických a biotických stresorů na vlastnosti rostlin 2012. Praha 1.–2. únor 2012, s. 181–184. ISBN 978-80-213-2247-9.
- BLANC, M. L., GESLIN, H., HOLZBERG, I. A., MASON, B., 1963. Protection Against Frost Damage. Technical Note 51. WMO-No. 133. Geneva: WMO. 62 s.
- DAS, H. P., 1997. Definition of agrometeorological information required for vegetable crops. Technical Note 75. WMO-No. 866, Geneva: WMO. 110 s.

Lektoři (Reviewers) RNDr. Karel Krška, CSc.,
prof. Ing. Jaroslav Škvarenina, CSc.

POROVNÁNÍ METOD URČUJÍCÍCH SYSTEMATICKÉ CHYBY MĚŘENÍ SRÁŽEK

Tomáš Ptáček, katedra fyzické geografie a geoekologie, Přírodovědecká fakulta Univerzity Karlovy, Albertov 6, 128 43 Praha 2, tommaes@seznam.cz

The comparison of methods determining the systematic errors of precipitation measurement. This article presents the results of a thesis, which aims to compare two existing methods (the SHMU method and R. Tihlárík's method) of correcting the systematic errors that occur when deploying the METRA measurement gauge. Data for research was collected from the Čáslav, Nové Město and Bedřichov Reservoir stations. Tihlárík's method comes with results comparable to foreign experiments. The SHMU method probably substantially underestimates solid precipitation. Corrections indicate that the extent of monthly underestimation depends on season and altitude and varies from 5 to 50% at selected stations due to these errors.

KLÍČOVÁ SLOVA: korekce bodových úhrnů srážek – srážkoměr METRA

KEY WORDS: corrections of point precipitation – METRA gauge

1. ÚVOD

Ačkoliv se současná ombrometrie v důsledku zavedení automatických srážkoměrů potýká s mnohem závažnějšími problémy, než které jsou předmětem tohoto článku, určování velikosti chyb vznikajících při měření srážek manuálním srážkoměrem METRA 886 (dále jen METRA) neztrácí na významu, a to zejména při práci s historickým materiálem. V současnosti užívané automatické člunkové srážkoměry dosahují podobné účinnosti zachytu srážek jako manuální srážkoměr METRA (Gajdušková 2009), váhové srážkoměry jsou v zachytu většinou neúčinnější.

Úhrny srážek naměřené manuálními srážkoměry jsou více či méně podhodnocené. Podhodnocení způsobují kromě nesystematických chyb tři systematické chyby, které se při revizích dat běžně neopravují:

- 1) omočení stěn srážkoměru a srážkoměrných nádob,
- 2) výpar ze srážkoměru,
- 3) strhávání částic mimo zachytnou plochu srážkoměru vlivem zesíleného proudění nad srážkoměrem (aerodynamický efekt).

Velikost podhodnocení není konstantní, závisí na dalších meteorologických prvcích, především na rychlosti větru, sytostním doplnku, teplotě vzduchu apod. Velikost tří systematických chyb se určuje experimentálně pomocí srovnávacích měření. V průběhu posledních 50 let proběhlo několik mezinárodních srovnávacích měření za účelem nalezení korekčních vztahů k odstranění chyb způsobených aerodynamickým efektem srážkoměru (Qoodison et al. 1998). Srovnávací měření probíhá tak, že na vybraných stanovištích jsou porovnávány úhrny národních srážkoměrů s referenčními srážkoměry (jamový pro kapalné srážky a srážkoměrná soustava DFIR – Double Fence Intercomparison Reference pro sněhové srážky) a simultánně je měřena rychlost větru v úrovni zachytné plochy srážkoměru. Posléze se úhrny národních srážkoměrů porovnávají s úhrny referenčních srážkoměrů; tento poměr vstupuje spolu s rychlostí větru do regresní analýzy, jejímž výstupem jsou korekční rovnice.

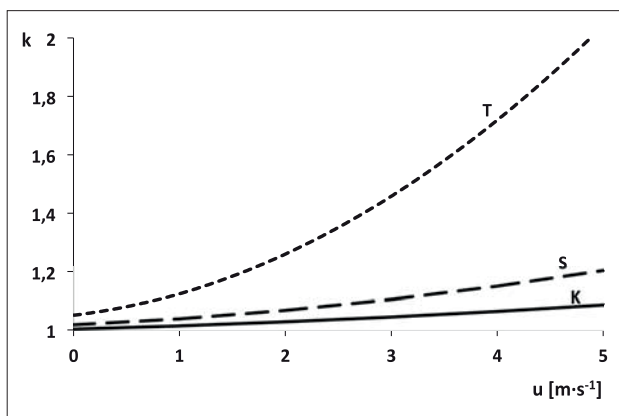
Srovnávací měření v bývalém Československu probíhala zejména v letech 1973–1985, později už jen v omezené míře. Základní experimentální stanicí byla Bratislava-Koliba Slovenského hydrometeorologického ústavu (SHMU), dílčí experimenty probíhaly i na dalších stanicích. Pomocí experimentů se vypracovala metoda k určení tří hlavních systematických chyb měření srážkoměrem METRA. Tato metoda byla pracovně nazvána metodou SHMU (Lapin et al. 1990).

Kromě regresních rovnic pro určení chyb v důsledku aerodynamického efektu (obr. 1) se experimentálně určovaly chyby způsobené omočením a výparem. Odvozené korekční vztahy se posléze aplikovaly na datech slovenských stanic (Lapin et al. 1990; Lapin et al. 1991). Metoda SHMU nebyla zatím v ČR v plné míře aplikována. Další metodu korekcí pro srážkoměr METRA vypracoval R. Tihlárík (1995) přednostně pro oblast Vysokých Tater. Tihlárík přejal pro výpočet ztrát omočením a výparem příslušné vztahy SHMU, pro nejvýznamnější chybu způsobenou aerodynamickým efektem srážkoměru vypracoval vlastní vztahy, mj. na základě zahraničních srovnávacích měření. Brázdil a Štěpánková (1998) aplikovali metodu R. Tihláríka v mírně pozměněné podobě na měsíční srážková data z Milešovky a na další dvě stanice v Česku (Tolasz et al. 2007). Obě metody (SHMU a R. Tihláríka) se liší jen v určování chyb způsobených aerodynamickým efektem srážkoměru. Cílem této práce je srovnat difference mezi výpočty metodou R. Tihláríka a metodou SHMU pro opravu chyb způsobených aerodynamickým efektem srážkoměru na příkladu dvou stanic.

2. URČOVÁNÍ SYSTEMATICKÝCH CHYB

Postup, kterým se korekce provádí, byl výstižně popsán Brázdilem a Štěpánkovou (1998), proto jsou zde uvedena jen nejpodstatnější fakta. Podle Sevruka (2004) dosahuje velikost omočení u většiny srážkoměrů 2–10 % z celkového naměřeného úhrnu. K omočení dochází jednak ulpíváním vody do měření srážek, jednak ulpíváním vody při měření srážek a při vylévání vody z konvice nebo srážkoměrné nádoby. Výpar je z většiny manuálních srážkoměrů malý až zanedbatelný, Sevruk (2004) uvádí hodnoty do 2 %. Srážkoměr METRA mívá výpar vyšší (Ptáček 2012). Vztahy pro určení výparu jsou vypočítávány korelací výparu a teploty vzduchu.

Aerodynamický efekt srážkoměru má za následek podhodnocení srážek o 2–15 % v případě deště a 10–50 % i více v případě sněžení (Sevruk 2004). Tato chyba je tedy ze všech nejvýraznější. Větr má různý vliv na dané srážkové částice; lehké srážkové částice, sněhové vločky a malé dešťové kapky, se snadněji strhávají prouděním mimo zachytnou plochu srážkoměru než těžší částice. Z tohoto důvodu se korekční rovnice používají zvlášť pro sněhové a kapalné, popř. i smíšené srážky. Metoda SHMU používá pro určení chyb způsobených aerodynamickým efektem srážkoměru již zmíněnou experimentálně určenou závislost korekčního koeficientu na rychlosti větru,



Obr. 1 Závislost korekčního koeficientu k na rychlosti větru u ve výšce 2 m v době vypadávání srážek pro tuhé T , smíšené S a kapalné K srážky. Koeficient k určuje poměr korigovaného srážkového úhrnu k naměřenému. Zdroj (Lapin, Priadka 1987).

Fig. 1. Dependence of correction coefficient k on wind speed u at height of 2 m at a time of precipitation for solid T , mixed S and liquid K precipitation. Coefficient k determines the ratio between corrected precipitation and measured precipitation. Source (Lapin, Priadka 1987).

viz obr. 1. Metoda SHMÚ, na rozdíl od metody R. Tihláríka, nezahrnuje tzv. parametr N , který určuje podíl kapalných srážek vypadávajících s intenzitou menší než $0,03 \text{ mm} \cdot \text{min}^{-1}$. Bylo experimentálně zjištěno, že pod touto mezí narůstá silně vliv větru na trajektorii kapalných částic nad zachytanou plochou srážkoměru (Bogdanova 1966). Experimentální pozorování potvrzují i výsledky matematicko-fyzikální simulace (Nespor, Sevruck 1999).

Pro výpočet ztrát způsobených aerodynamickým efektem srážkoměru využil Tihlárík (1995) srovnávací měření z Bratislavy-Kolíby. Některé údaje musel znovu dopočítat, protože již nebyly k dispozici. Z měsíčních hodnot posléze odvodil regresní závislost (1)

$$k_{lq} = 0,03146 (N \cdot u_{hpg})^2 + 0,07398 (N \cdot u_{hpg}) + 1, \quad (1)$$

kde k_{lq} je konverzní faktor pro kapalné srážky, N parametr struktury srážek a u_{hpg} rychlost větru v době srážek v úrovni otvoru srážkoměru $[\text{m} \cdot \text{s}^{-1}]$. Metoda SHMÚ odlišuje smíšené srážky (obr. 1), metoda R. Tihláríka je nerozlišuje. Regresní vztah pro sněhové a smíšené srážky odvodil R. Tihlárík ze srovnávacího měření v německém Harzgerode, které probíhalo v období 1986–1993 (Günther 1993). Z měření na Harzgerode vytvořil R. Tihlárík regresní závislost (2)

$$k_{s+m} = -0,004878 (u_{hpg})^3 + 0,02206 (u_{hpg})^2 + 0,1821 u_{hpg} + 1, \quad (2)$$

kde k_{s+m} je konverzní faktor pro tuhé a smíšené srážky a u_{hpg} rychlost větru v době srážek v úrovni otvoru srážkoměru $[\text{m} \cdot \text{s}^{-1}]$. Sjedení smíšených a tuhých srážek je diskutabilní, protože sněhové srážky jsou významněji strhávány než smíšené srážky, a ne všude může být podíl smíšených srážek stejný jako v německém Harzgerode. Lišit se může taktéž samotná metodika určování smíšených srážek.

Při srovnávacích měřeních, ze kterých se určují korekční vztahy, se rychlost větru měří v úrovni otvoru srážkoměru. Protože na většině stanic je rychlost větru měřena v 10 m nad zemským povrchem, je nutné ji přepočítávat, což se většinou provádí pomocí logaritmických vztahů (Sevruck 2004).

3. VÝSLEDKY

Pro výzkum byly vybrány dvě stanice v odlišné nadmořské výšce; v závorce je uváděno období pořízených dat, nadmořská výška a průměrný roční úhrn srážek v daném období: Bedřichov, přehrada (1981–1990, 777 m n. m., 1 201 mm), Čáslav, Nové Město (1970–1979, 251 m n. m., 586 mm). Data poskytl ČHMÚ. Data se liší v období, za které byla získána, avšak vzhledem k účelu výzkumu, srovnání dvou metod, je to nevýznamné. V daném období bylo měření nepřerušeno a bez poruch. Srovnání výsledků zmíněných metod bylo provedeno pomocí průměrných měsíčních úhrnů za dané období. Celý, poměrně obsáhlý postup je pro každou stanici rozepsán Ptáčkem (2012).

Nejdříve k omočení a výparu. Na obou stanicích je omočení a výpar nejvyšší v zimním období kvůli instalaci zimní verze srážkoměru (obr. 2). Na Bedřichově dochází k největším ztrátám výparem v říjnu, kdy je již používána zimní verze srážkoměru a teplota vzduchu je ještě relativně vysoká. V Čáslavi docházelo k největšímu výparu v listopadu.

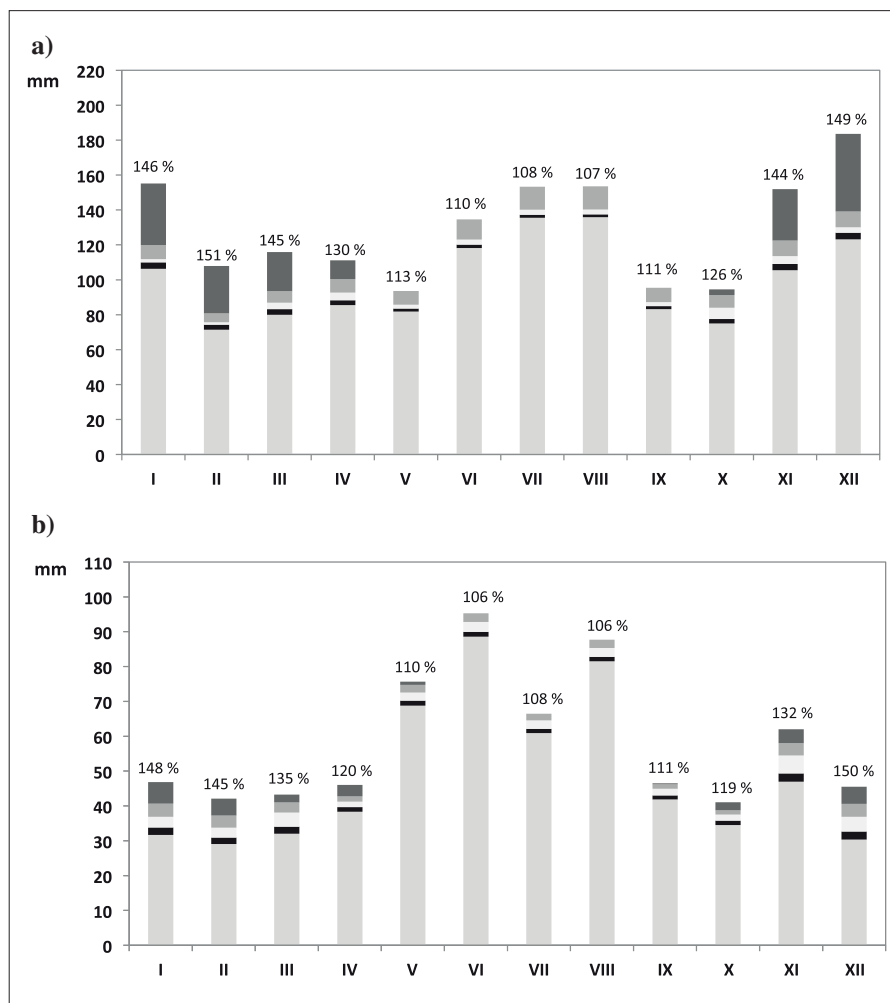
Protože se metody liší jen v korigování systematické chyby způsobené aerodynamickým efektem srážkoměru, je jejich srovnání graficky jednoduché. Navíc srážkové úhrny po korigování metodou SHMÚ jsou vždy nižší než srážky stanovené metodou R. Tihláríka. Navýšení úhrnu po korigování Tihláríkovou metodou je v Bedřichově značné, v období od listopadu do března je navýšení (nad již korigované srážky metodou SHMÚ) o 16–21 % naměřeného úhrnu. V Čáslavi jsou rozdíly v zimním období podobné (prosinec až únor o 16–20 % naměřeného úhrnu). Celkově se roční úhrny po korekci za Bedřichov metodou R. Tihláríka liší od naměřených o 26,9 %, metodou SHMÚ o 17,2 %, v Čáslavi pak o 19 % a 14,5 %. Metody se významně rozcházejí při korigování tuhých a smíšených srážek (obr. 2). Výsledky z Bedřichova a Čáslavi jsou, co se týče metody SHMÚ, srovnatelné s výsledky na slovenských stanicích (Lapin et al. 1991). Po korekcích se celkově mění roční chod srážek na obou stanicích. Vždy je přítomné podružné zimní maximum srážek. Obecně platí, že v horských polohách může být toto podružné zimní maximum tak výrazné, že úhrny za zimní půlrok převyšují úhrny za půlrok letní (Ptáček 2010).

4. DISKUZE A ZÁVĚR

V porovnání s opravami prováděnými ve Švýcarsku (Sevruck 2004) a Německu (Günther 1993), lze konstatovat, že obě metody, SHMÚ a R. Tihláríka, vypočítávají v případě deště odpovídající výsledky. V případě tuhých a smíšených srážek vypočítává metoda SHMÚ mírně až výrazně podhodnocené a Tihláríkova metoda odpovídající korigované srážkové úhrny.

Přínosem této práce je zhodnocení stávajících metod na opravu srážkových úhrnů měřených srážkoměrem METRA. Metoda R. Tihláríka je, zdá se, vhodnější než metoda SHMÚ, protože se více blíží úhrnům referenčních srážkoměrů. Nedostatkem Tihláríkovy metody je diskutabilní odvozování korekčních vztahů. Korekční vztahy SHMÚ jsou přímočaré a jednoduché. Metoda SHMÚ může být podle jejích tvůrců použita s jistým omezením i na vyšší polohy, průměrná rychlost větru by však neměla přesahovat $5 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$ (Lapin, Priadka 1987). R. Tihlárík ve své metodě vychází ze srovnávacích měření v nízkých polohách, jeho metoda není taktéž primárně určena pro vyšší polohy, ačkoliv byla aplikována na oblast Vysokých Tater.

Srovnání velikosti výsledných korigovaných úhrnů uka-



Obr. 2 Srážkové úhrny na stanicích Bedřichov, přehrada – a) (1981–1990) a Čáslav, Nové Město – b) (1970–1979) po korekci metodou R. Tihláríka a metodou SHMÚ. Od spodu je uvedeno v každém sloupci: 1) naměřený úhrn srážek – světle šedá barva; 2) ztráty omočením (metoda SHMÚ) – černá barva; 3) ztráty výparem (metoda SHMÚ) – bílá barva; 4) ztráty aerodynamickým efektem srážkoměru (metoda SHMÚ) – šedá barva; 5) navýšení po korekci metodou R. Tihláríka – tmavě šedá barva. Procenta nad sloupci vyjadřují celkové navýšení srážkového úhrnu po korekcích.

Fig. 2 The precipitation totals in the Bedřichov Reservoir: a) (1981–1990), Čáslav, and Nové Město b) (1970–1979) stations after correction by the SHMÚ method and Tihlárík's method. Every column expresses from the bottom: 1) measured amount of precipitation – light gray colour; 2) loss of wetting (SHMÚ method) – black colour; 3) loss of evaporation (SHMÚ method) – white colour; 4) loss of aerodynamic gauge effect (SHMÚ method) – gray colour; 5) increase after correction by R. Tihlárík's method – dark gray colour. Percentage above the columns expresses the increase of precipitation totals after these corrections.

zuje, že Tihláríkova metoda vypočítává vyšší úhrny srážek než metoda SHMÚ. Za větší rychlosti větru a vypadávání sněhových srážek se obě korekční metody silně rozcházejí, a to i v případě nížinné Čáslavi. Co se týče samotných hodnot korigovaných srážek, je známým faktem, že k nejvyšším podhodnocením dochází v zimním období, což je patrné i na obr. 2. Ačkoliv je Čáslav v nízké nadmořské výšce, má v zimním období vysoké ztráty, což je dáno velkým výparem a poměrně větrnou lokalitou otevřenou k západu. Obě metody jsou určeny výhradně pro manuální srážkoměr METRA, automatické srážkoměry sice měří podobné úhrny (Gajdušková 2009), ale povaha jejich chyb je odlišná, vyjma aerodynamického efektu.

V budoucnu by bylo vhodné provést rozsáhlejší korekce srážkových úhrnů, aby byl získán lepší vzhled na celkové rozložení srážek na území ČR v průběhu roku. Bylo by také žádoucí zpřesnit některé parametry vstupující do korekčních rovnic, což je dnes možné díky automatickým měřením s krátkými časovými intervaly. Protože jsou sněhové srážky daleko více podhodnocovány než dešťové, je význam korigování i v tom, že dokáže lépe postihnout dlouhodobé trendy srážkových úhrnů. Pokud bude s měněním se klimatem vypadávat více dešťových srážek na úkor sněhových, mohou srážkové úhrny narůstat, avšak skutečné úhrny mohou stagnovat či i klesat. Korigování může do jisté míry lépe postihnout i změny v rozložení srážek během roku.

Na závěr je vhodné konstatovat, že korigování systematic-

kých chyb měření srážek může ukázat pouze odhad srážkového úhrnu. Výsledky nelze brát jako exaktní a závazné vzhledem k použitým metodám a k množství různých vlivů, které měření srážek ovlivňují. Z tohoto důvodu lze považovat za zbytečné uvádění přesných hodnot korigovaných úhrnů.

Korigování historických srážkových dat má význam pro klimatologii a hydrologii daného území, pro přehodnocení poznatků v těchto disciplínách, protože korigováním se srážkové úhrny poměrně signifikantně mění.

Literatura

- BOGDANOVA, E. G., 1966. Isledovanie vetrovoj pogrešnosti izmerenija osadkov. In: Trudy GGO 195. Voprosy metodiky izmerenija atmosferych osadkov. Leningrad: Gidrometeoizdat, s. 40–62. ISSN 0376-1274.
- BRÁZDIL, R., ŠTĚPÁNKOVÁ, P., 1998. Korekce systematických chyb při měření srážek na Milešovce v období 1956–1996. *Meteorologické Zprávy*, roč. 51, č. 5, s. 142–148. ISSN 0026-1173.
- GAJDUŠKOVÁ, B., 2009. Porovnání manuálních a automatických měření vybraných meteorologických prvků v síti stanic ČHMÚ. Diplomová práce. Vedoucí diplomové práce: Rudolf Brázdil. Geografický ústav, Brno: Přírodovědecká fakulta Masarykovy univerzity. 41 s.
- GÜNTHER, T., 1993. German Participation in the WMO Solid Precipitation Intercomparison: Final Results. In: WMO, SEVRUK, B., LAPIN, M., 1993. Precipitation Measurement &

- Quality Control, Proceedings of the International Symposium on Precipitation and Evaporation. Bratislava: Slovenský hydrometeorologický ústav a Zurich: Swiss Federal Institute of Technology, Department of Geography, s. 93–102.
- LAPIN, M., PRIADKA, O., 1987. Korekcie systematických chýb merania atmosférických zrážok. *Meteorologické Zprávy*, roč. 40, č. 1, s. 9–19. ISSN 0026-1173.
- LAPIN, M., FAŠKO, P., KOŠTÁLOVÁ, J., 1990. Zhodnotenie zrážkových pomerov na území Slovenska po korekcii systematických chýb meraní zrážok. *Meteorologické Zprávy*, roč. 43, č. 4, s. 101–105. ISSN 0026-1173.
- LAPIN, M. et al., 1991. Zrážkové pomery na Slovensku po oprave systematických chýb meraní atmosférických zrážok. *Vodohospodársky časopis*, roč. 39, č. 3, s. 207–220. ISSN 0026-1173.
- LEDNICKÝ, V., PRIADKA, O., 1979. Straty zrážok vzniklé omočením srážkoměrných nádob zrážkoměra METRA 886. In: *Práce a štúdie 21*. Bratislava: SHMÚ, s. 2–9. ISSN 0026-1173.
- NESPOR, V., SEVRUK, B., 1999. Estimation of wind-induced error of rainfall gauge measurements using a numerical simulation. *Journal of Atmospheric and Oceanic Technology*, 16(4), s. 450–464. ISSN 0739-0572.
- PTÁČEK, T., 2010. Zvláštnosti režimu atmosférických srážek ve středních a vyšších polohách Česka a Slovenska. Bakalářská práce. Katedra fyzické geografie a geoekologie. Praha: Univerzita Karlova, Přírodovědecká fakulta. Vedoucí práce: Ivan Sládek.
- PTÁČEK, T., 2012. Chyby a opravy měření atmosférických srážek. Diplomová práce. Katedra fyzické geografie a geoekologie. Praha: Univerzita Karlova, Přírodovědecká fakulta. Vedoucí práce: Ivan Sládek.
- SEVRUK, B., 2004. Niederschlag als Wasserkreislaufelement. Theorie und Praxis der Niederschlagsmessung. Zurich-Nitra: Eigenverlag ETH Zurich. ISBN 80-969343-7-6.
- TIHLÁRIK, R., 1995. Chyby meraní zrážok a ich korekcie. Dizertační práce. Stavební fakulta Slovenské technické univerzity. Bratislava. Vedoucí práce: Milan Dzúbák.
- TOLASZ, R. (ed), 2007. Atlas podnebí Česka. Praha: ČHMÚ, Olomouc: Univerzita Palackého v Olomouci, 254 s. ISBN 978-80-86690-26-1.
- GOODISON, B. E., LOUIE, P. Y. T., YANG, D., 1998. WMO Solid Precipitation Measurement Intercomparison. Final Report, Instruments and Observing methods, Report No. 67. Geneva: WMO, 212 s.

Lektor (Reviewer) RNDr. Karel Krška, CSc.

INFORMACE – RECENZE

HODNOCENÍ ZPŮSOBILOSTI LETECKÉHO METEOROLOGICKÉHO PERSONÁLU

V souladu s novou metodikou Komise pro leteckou meteorologii Světové meteorologické organizace (CAeM WMO) proběhlo v průběhu roku 2013 (květen–říjen) hodnocení způsobilosti leteckého meteorologického personálu (AMP, Aeronautical Meteorological Personell).

Hodnocení bylo zaměřeno na prověření odborných znalostí, praktických zkušeností a návyků a také na schopnost zvládat nečekané či krizové situace v průběhu práce. Samotné hodnocení sestávalo ze tří základních částí – přímého pozorování kombinujícího rutinní odbornou práci AMP s řešením neočekávaných komplikací a krizových situací (s váhou 60 %), písemného testu sloužícího k ověření teoretických znalostí (20 %) a případové studie zaměřené na vyhodnocení či zpracování předložených meteorologických materiálů (20 %).

Hodnocení museli absolvovat jak meteorologové (AMF, Aeronautical MET Forecasters), tak pozorovatelé (AMO, Aeronautical MET Observers) Odboru letecké meteorologie. Celkem se hodnocení, které prováděli hodnotitelé vybraní z pracovníků OLM, podrobilo 39 meteorologů a pozorovatelů. Jako hodnotitelé byli pro regionální letiště Karlovy Vary (LKKV), Brno-Tuřany (LKTb) a Ostrava-Mošnov (LKMT) vybráni ing. J. Vašíček (AMF), I. Hanl a P. Pačes (AMO), pro letiště Praha-Ruzyně (LKPR) potom ing. L. Pliska (AMF) a Mgr. F. Kukla (AMO).

Hodnocení způsobilosti bylo provedeno v následujících etapách:

1. přípravná fáze – leden až duben 2013
2. praktické přezkoušení – květen až říjen 2013
3. vyhodnocení – listopad až prosinec 2013 (včetně opakovaného přezkoušení)

Vlastní hodnocení způsobilosti proběhlo na jednotlivých letištích v těchto termínech:

- Letiště Karlovy Vary 28. až 30. května 2013

- Letiště Ostrava-Mošnov 3. až 5. června 2013
- Letiště Brno-Tuřany 16. až 19. a 24. až 26. září 2013
- Letiště Praha-Ruzyně 25. až 26. září, 7. až 10. října a 15. až 17. října 2013

Celkový výsledek hodnocení byl tento: 15 pracovníků kompetentních bez připomínek, 30 s připomínkou, jeden se závažnou připomínkou (tato osoba musela po intenzivním dvouměsíčním studiu absolvovat opravné hodnocení, při kterém již byla hodnocena jen s připomínkou). Tři noví pracovníci po závěru byli hodnoceni s připomínkou.

Z provedeného hodnocení způsobilosti vyplývají tyto závěry:

- většina připomínek nebo nedostatků zjištěných během hodnocení nemá bezprostřední nebo podstatný vliv na kvalitu poskytovaného meteorologického zabezpečení,
- řídicí dokumentace Odboru letecké meteorologie je zpracována v požadované kvalitě i kvantitě,
- teoretické znalosti AMP odpovídají současným požadavkům na poskytování meteorologické služby pro civilní letectví,
- praktické návyky AMP jsou na odpovídající úrovni,
- schopnost AMP řešit neobvyklé a krizové situace je velice dobrá,
- v příštím tříletém cyklu (další hodnocení by mělo v souladu s metodikou proběhnout v r. 2016) bude vhodné modifikovat systém hodnocení AMP, a to se zaměřením na prohloubení teoretických znalostí i praktických zkušeností s měřicím systémem AWOS Avimet a na podrobnější znalosti metod předpovědi nebezpečných prvků a jevů,
- ukázalo se, že pro další vzdělávání AMP bude vhodné vytvořit elektronickou odbornou knihovnu (na webu www.avimet.cz).

Ladislav Pliska, Bohumil Techlovský

PÁTÁ ZPRÁVA IPCC

Mezivládní panel pro klimatickou změnu (IPCC) vydává v letech 2013 a 2014 svou již pátou hodnotící zprávu (tzv. AR5). Zpráva bude mít celkem čtyři části, které stovky autorů připravují, tisíce expertů připomínají a zástupci států postupně schvalují stručná shrnutí, tzv. Summary for Policymakers.

Od 23. do 27. září 2013 byla ve švédském Stockholmu schválena první část páté hodnotící zprávy. Část, kterou lze považovat za nejdůležitější. Část, která je základem pro další zprávy. „The Physical Science Basis“ – souhrn fyzikálních vědeckých základů globální změny klimatu. Každé Shrnutí zprávy IPCC trpí nutnou generalizací, protože se jedná o shrnutí tzv. „Full report“, který má 1 922 stran bez příloh, do cca 20 stran. Jedná se o zkrácený text, ale opravdu o shrnutí jen toho nejdůležitějšího.

V týdnu od 24. do 30. března 2014 se sešla v japonské Jokohamě druhá pracovní skupina, aby schválila text druhé části AR5, která je zaměřena na dopady, adaptaci a zranitelnost (Climate Change 2014: Impacts, Adaptation and Vulnerability). Na jednání bylo posouzeno celkem 2 350 připomínek z tzv. Governmental review. Větu po větě, odstavec za odstavcem hledali účastníci shodu mezi názorem autorů a návrhy vlád. Experti a zástupci vlád často hledali tuto shodu těžce, ale vždy ji našli. Ve srovnání s předchozími zprávami druhé pracovní skupiny jsou předložené informace založeny na podstatně širší vědecké, technické a socioekonomické literatuře (cca 12 000 bibliografických odkazů).

A konečně od 7. do 12. dubna 2014 se sešla v německém Berlíně třetí pracovní skupina, aby schválila třetí část AR5, která je zaměřena na snižování vlivu člověka na klima (Climate Change 2014: Mitigation of Climate Change). Shrnutí pro politiky (SPM) bylo na jednání v Berlíně důkladně prodiskutováno. Třetí pracovní skupina zpracovala značné množství vědecké, technické a socioekonomické literatury (téměř 10 000 bibliografických odkazů).

Zprávy obsahují neuvěřitelné množství informací, včetně odpovídajících citací recenzované literatury, která byla publikována hlavně v posledních 10 letech. Po vydání čtvrté zprávy IPCC v roce 2007 veřejnost sledovala, že se někteří autoři nechovali příliš vědecky, citovali i nerecenzovanou literaturu a přes široké připomínkové řízení zůstaly ve zprávě i závažné chyby. Panel IPCC proto zpřísnil svá pravidla pro přípravu zpráv a došlo i k radikální výměně autorů ve všech částech AR5. Zpráva je výborným rozcestníkem při hledání kvalitních informací o změně klimatu. Jednotlivá Shrnutí AR5 jsou čtenářům k dispozici na webu ČHMÚ v části Historická data >>Počasí>>Změna klimatu>>Nejvýznamnější mezinárodní podklady. Ministerstvo životního prostředí zajišťuje překlady Shrnutí do českého jazyka, aby alespoň v této části nebyli čtenáři omezováni angličtinou. Pro studium kompletní zprávy je však znalost některého ze světových jazyků podmínkou. IPCC vydává zprávy v angličtině, francouzštině, ruštině, španělštině, arabštině a čínštině.

Shrnutí závěry tří zpráv do několika vět není možné. Přesto je možné považovat za nejdůležitější tato konstatování:

- Od roku 1950 pozorujeme změny klimatického systému, které jsou neobvyklé a v měřítku desetiletí až tisíciletí nemají obdoby (oteplování atmosféry a oceánu, snižování rozsahu a objemu sněhu a ledu a růst hladiny oceánu).
- Poslední tři dekády byly každá globálně teplejší než dekády od roku 1850. První dekáda 21. století je od roku 1850 nejteplejší. Na severní polokouli je třicetiletí 1983–2012 nejteplejší za posledních 1 400 let.

- Globální přízemní teplota podléhá výrazné meziroční a mezidekadní variabilitě. Krátkodobé trendy jsou citlivé na volbu období a neodrážejí klimatické trendy.
- O extrémním počasí zpráva říká, že se globálně snižuje počet chladných dní a nocí a roste počet teplých dní a nocí. Výskyt horkých vln roste v Evropě, Asii a Austrálii. V severní Americe a v Evropě roste počet a intenzita silných srážek.
- Energie akumulovaná v klimatickém systému za období 1971–2010 byla z 90 % uložena do oceánu. Povrchová vrstva oceánu (do 75 m) se oteplela o 0,11 °C za deset let.
- Průměrná roční ztráta ledu z ledovců byla v období 1971–2009 226 Gt za rok. Průměrná roční ztráta ledu z Grónského ledovce se mezi obdobími 1992–2001 a 2002–2011 zvýšila z 34 na 215 Gt za rok.
- Za období 1901–2010 se zvýšila hladina světového oceánu o 19 cm. Postupně roste rychlost zvyšování hladiny světového oceánu od 1,7 (1901–2010) přes 2,0 (1971–2010) až po 3,2 (1993–2010) mm/rok. Z toho je za poslední období 1993–2010 např. teplotní expanzi přisuzováno 1,1 mm za rok nebo 0,33 mm za rok tání Grónského ledovce.
- Více než polovina pozorovaného vzestupu globální přízemní teploty v období 1951–2010 je způsobena antropogenním zvýšením koncentrací skleníkových plynů a antropogenními změnami dalších faktorů.
- Modelové projekce použité ve zprávě IPCC ukazují, že do konce 21. století se pravděpodobně zvýší globální průměrná přízemní teplota v intervalu o 1 °C až 4 °C v závislosti na vývoji emisí skleníkových plynů.
- Rozsah mořského ledu v Arktidě bude na konci 21. století v září snížen až o 94 % a v únoru až o 34 % ve srovnání s průměrem 1986–2005. Pesimistický scénář očekává letní Arktidu (měsíc září) bez ledu před polovinou 21. století.
- Očekávaný vyšší obsah CO₂ v atmosféře znamená rovněž jeho zvýšenou absorpci oceánem a zvyšování tak jeho kyselosti.
- Záměrné ovlivňování klimatického systému s cílem omezit změnu klimatu (tzv. geoinženýring) má své vědecké limity a značné nejistoty v dopadech, včetně neočekávatelných vedlejších efektů.
- Pozorované dopady změny klimatu jsou v přírodních a antropogenních systémech rozšířené na všech kontinentech a oceánech.
- Změny v režimu srážek a tání ledovců ovlivňují hydrologickou bilanci, dostupnost a kvalitu pitné vody v dotčených oblastech.
- Negativní vliv změny klimatu na zemědělství je rozšířenější než pozitivní dopady patrné v některých oblastech vyšších zeměpisných šířek.
- Zvyšuje se úmrtnost z horka a snižuje úmrtnost z chladu.
- Extrémy (sucha, povodně, horké vlny, cyklony, požáry) ovlivňují ekosystémy i člověka (životy a zdraví, majetkové škody, úrodu).
- Významné zmenšení zdrojů sladké vody ve většině aridních subtropických oblastí zvýší soupeření o vodu mezi jednotlivými sektory. Naproti tomu se zlepší dostupnost sladké vody ve vyšších zeměpisných šířkách.
- Snižovat se bude množství energie potřebné k vytápění, zvyšovat množství energie potřebné pro chlazení v obydlených a obchodních prostorách. Energetické zdroje a technologie budou ovlivněny v závislosti na typu (výro-

ba energie z vody, větru, slunce), extrémní počasí však ovlivní všechny zdroje.

- Extrémní počasí a vyšší variabilita klimatu bude vyvolávat migraci, kterou lze považovat za jedno z možných adaptačních opatření.
- Zpráva předpokládá, že efektivní adaptace mohou pomoci budovat bohatý a odolný svět již v blízké budoucnosti.
- Mezi základní principy přípravy a realizace adaptačních opatření patří mezinárodní spolupráce, spolupráce veřejného a soukromého sektoru při přípravě a aplikaci finančních mechanismů a správné ocenění zdrojů. Odhad nákladů na adaptace v rozvojových zemích má nízkou spolehlivost a pohybuje se od 4 do 109 mld. USD ročně v období 2010–2050.
- Zpráva popisuje velké množství možných adaptačních opatření, ze kterých vybírá: zlepšení plánování a přípravy technických opatření ve vodním hospodářství, zajištění pitné vody, ochrana přirozených ekosystémů, ochrana milionů obyvatel na pobřeží před příbojovými povodněmi, dostupnost hygieny a kvalitního zdravotnictví pro děti i dospělé, včetně očkování, zlepšování reakcí na přírodní katastrofy a zajištění řešení jejich následků, důraz na potravinovou bezpečnost ve všech oblastech, plánování výstavby s ohledem na možná rizika a další.
- Ekonomické ohodnocení mitigací je (musí být) jejich nutnou součástí, přičemž se porovnávají aktuální náklady s budoucími přínosy (tzv. diskontování).
- Mitigace i adaptace mají mnoho příznivých vedlejších dopadů – v oblastech potravinové bezpečnosti, zdraví lidí, biodiverzity, kvality životního prostředí, energetické dostupnosti a dalších.
- Více než polovina antropogenních emisí od roku 1750 byla vyprodukovaná po roce 1970. Nejvyšší podíl má CO_2 (76 %), následují CH_4 (16 %), N_2O (6 %) a F-plyny (2 %). Celkové emise CO_2 eq v roce 2010 připadaly z 35% na energetiku, 24% na zemědělství a lesnictví, 21% na průmysl, 14% na dopravu a 6% na stavby.
- Rozložení emisí skleníkových plynů je závislé na ekonomickém rozvoji světa. Do roku 1970 bylo maximum v průmyslových, ekonomicky se rozvíjejících zemích; nyní je maximum v rychle se rozvíjejících oblastech rozvojového světa. Zpráva uvádí, že část rostoucího podílu emisí v rozvojových zemích vzniká při výrobě zboží a služeb exportovaných poté mimo rozvojový svět. Odhady emisí přiřazených ze zemí původu do zemí spotřeby jsou však hodně nejisté.
- Chování, životní styl a kultura života mají bezprostřední vliv na spotřebu energie a s tím spojenou produkci emisí. Změny v těchto oblastech mohou mít podstatný vliv na snížení emisí (spotřeba energií v domácnostech, stravování, snížení potravinových odpadů, apod.).

- Jaderná energie je nízkouhlíkovou technologií, její podíl na výrobě energie však od roku 1993 klesá. Důvodem je několik závažných překážek – provozní bezpečnost, riziková těžba uranu, nevyřešené nakládání s odpadem, postoj obyvatelstva.
- Technologie jímání a ukládání uhlíku (Carbon Capture and Storage – CCS) mohou snížit obsah skleníkových plynů v atmosféře. Tyto technologie nejsou zatím rozšířené, k uplatnění by potřebovaly vyšší cenu uhlíku nebo dotace. Panel upozorňuje na rizika spojená s provozní bezpečností, geologickými možnostmi a transportem CO_2 .
- Téměř 1,3 mld. obyvatel nemá přístup k elektrické energii a 3 mld. jsou závislé na tradičních tuhých palivech pro vaření a vytápění, s nepříznivými dopady na jejich zdraví a životní prostředí. Zlepšení jejich přístupu k moderním energiím je důležité k zajištění udržitelného rozvoje. Zajištění obecného přístupu k čisté elektrické energii a palivu pro vaření a vytápění vyžaduje investice 72–95 mld. USD za rok do roku 2030.
- Mezinárodní klimatické vyjednávání směřující ke snížení emisí koordinuje UNFCCC. Kjótský protokol byl prvním závazkem, který byl postaven na principech a cílech UNFCCC, měl však jen minimální dopad na globální emise, protože se některé země nepřipojily a některé nedodržely své závazky.

Na konci října 2014 bude předložena společná zpráva všech tří pracovních skupin, tzv. Synthesis Report a 5. hodnotící zpráva IPCC tak bude úplná.

Radim Tolas

VÝMĚNA TRANSMISOMETRŮ NA LETIŠTÍCH BRNO-TUŘANY A OSTRAVA-MOŠNOV

V roce 2013 byla provedena výměna transmisometrů typu MITRAS (single base) instalovaných v r. 1995 za typ LT31 na letištích Brno-Tuřany (LKTb) a Ostrava-Mošnov



Starý (MITRAS single base, vlevo) a nový (LT31, vpravo) typ transmisometru vedle sebe na letišti v Brně-Tuřanech, pozice MID RWY28. Foto: Petr Černý.

(LKMT). Tato výměna byla nezbytná z důvodu ukončení servisní podpory pro transmisometry MITRAS ze strany výrobce firmy Vaisala.

Realizace zakázky proběhla cestou řádného výběrového řízení (VŘ). ČHMÚ realizuje nákupy přes firmu Omnipol a. s., která má výhradní zastoupení pro dovoz letecké meteorologické techniky firmy Vaisala Oy pro ČR. Proto bylo z technických důvodů nezbytně nutné v souladu s §23 odst. 4, písm. a) zákona č. 137/2006 Sb. o veřejných zakázkách zadat tuto veřejnou zakázku v jednacím řízení bez uveřejnění jednomu určitému dodavateli. Nákup měřicí techniky a softwaru od jiné firmy, s odlišnými technickými parametry, by totiž mohl vést k nekompatibilitě se stávajícími měřicími systémy, a tedy k nespolehlivosti, která je neslučitelná s bezpečným poskytováním meteorologických informací pro civilní letectví. Na základě VŘ byla uzavřena smlouva o dílo v březnu 2013 a vlastní dodávka transmisometrů koncem května 2013. Transmisometry byly uskladněny na letištích Brno-Tuřany a Ostrava-Mošnov. Prodleva mezi dodávkou a vlastní implementací byla způsobena průtahy se schvalováním projektu a následnými pracemi při technologické a stavební přípravě.

Celkem byla provedena výměna 5 ks na letištích LKTB (2 ks – pozice TDZ a MID RWY28) a LKMT (3 ks – pozice TDZ, MID22 a TDZ04). Projekty výměny zpracovala firma ASDA (Airport System Design Agency), technologickou a stavební přípravu pak provedla firma FLECK Elektroengineering s. r. o. Vlastní výměna za účasti techniků firmy Vaisala (Veera Skytta, Angela Sun-Ojanen a Sammi Antikainen) a vedoucího technika OLM ČHMÚ (Ing. P. Černý) byla provedena v Brně-Tuřanech ve dnech 21.–22. 10. 2013 (SAT-Site Acceptance test 22. 10.) a v Ostravě-Mošnově 23.–25. 10. 2013 (SAT 25. 10.). Výměna proběhla za součinnosti se službou Řízení letového provozu (na základě tzv. Povolení prací), Letištěm Brno, a. s. a Letištěm Leoše Janáčka Ostrava, a. s. (na základě tzv. Provozního opatření provozovatele), a tím byl minimalizován výpadek měření při vlastní výměně.

Příslušné změny v konfiguraci systému AWOS (Airport Weather Observation System) Avimet byly zapsány do Osvědčení provozní způsobilosti OPZ 230-10-LKTB a 231-10-LKMT na základě relevantních dokumentů dodaných Úřadu pro civilní letectví/Sekci letových standardů (ÚCL/SLS).

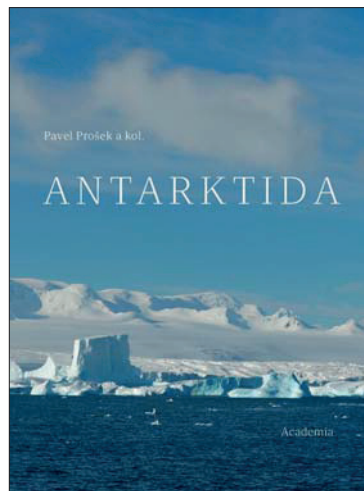
Stejná výměna transmisometrů typu MITRAS (double base) za typ LT31 je plánována na letišti Praha-Ruzyně (LKPR) v r. 2014. Bude se jednat o 5 ks v pozicích TDZ a MID RWY 30 a TDZ, MID a END RWY24.

Při provozním nasazení v měsíci listopadu a začínajících mlhových situacích byla zjištěna poněkud vyšší setrvačnost transmisometrů LT31 při rychlém zlepšování dohlednosti. Proto byla následně provedena úprava firmwaru a jednotného nastavení transmisometrů LT31 (přesná délka měřicí základny a maximální hodnota MOR – Meteorological optical range). Identické nastavení bylo provedeno i na transmisometrech LT31 na letišti Karlovy Vary (pozice TDZ a MID RWY29) a Praha-Ruzyně (pozice TDZ RWY12). Firmě Vaisala bylo dále zasláno srovnání měření transmisometrů MITRAS a LT31 umístěných na letišti Praha-Ruzyně v pozicích poblíž MID RWY24 a TDZ RWY12. Firma Vaisala provede analýzu a úpravu firmwaru pro transmisometry, které budou zakoupeny pro letiště Praha-Ruzyně.

Petr Černý a Bohumil Techlovský

ANTARKTIDA

Pavel Prošek a kol. Praha: Academia 2013. 348 s., ilustrace, mapy, fotografie. ISBN 978-80-200-2140-3



V českém denním tisku z 24. 4. 2014 byla otištěna zpráva ze studie uveřejněné v americkém vědeckém časopise Proceedings of the National Academy of Sciences, že před více než 40 až 50 miliony let panovalo na kontinentu okolo jižního pólu počasí jako dnes v Kalifornii, průměrná roční teplota vzduchu dosahovala 14 °C a vody kolem kontinentu měly teplotu

22 °C. Je mnoho míst na Zemi, kde došlo k pronikavým změnám klimatu v průběhu historického vývoje, a Antarktida je pouze aktuálním příkladem a svědectvím, byť kvůli své nedostupnosti svědectvím jedinečným. Fenomenální mořeplavec James Cook (1728–1779) prohlásil: „...Dovoluji si tvrdit, že žádný člověk nepronikne dál než já sám a že zemi, která možná leží na jihu, nikdo nikdy neprozkoumá...“ Odváží se dnes někdo s odstupem více než dvou století označit tato slova za neuvážená a naivní?

Na dosud jedinou původní českou monografickou publikaci věnovanou čtvrtému největšímu kontinentu s rozlohou téměř 14 milionů km² jsem se velmi těšil. Vydaná kniha mě však překvapila i tím, že jde o krásný artefakt. Tvůrcům se podařilo vytvořit dílo, které slouží a bude sloužit jako základní studijní kompendium encyklopedického charakteru nejen odborné veřejnosti, ale i širšímu okruhu čtenářů. Část věnovaná českým výzkumným aktivitám překvapuje výčtem širše realizovaného vědeckého programu. Všeobecné a velmi aktuální informace o Antarktidě lze dnes najít v celé řadě pramenů, včetně elektronických médií, a přesto obdobné informace podávané v této knize v kontextuálním pojetí vyznívají jako jedinečné. Příkladem je prezentace dnes tak populárních rekordů – absolutní teplotní minimum –89,2 °C zaznamenané v roce 1983 (proti knize již překonané hodnotou –94,7 °C naměřenou 10. 12. 2013 v centrální oblasti Antarktidy), nebo méně známá skutečnost, že ledový pokryv Antarktidy má průměrnou tloušťku 1 829 m a objem 29,3 km³, což představuje asi 90 % světových zásob sladké vody. Navíc text organicky doplňují výborné fotografie, grafy a mapky, většinou původní provenience.

Kromě poměrně obsáhlého úvodu, ve kterém hlavní editoři Pavel Prošek a Jan Gloser seznamují s důvody napsání knihy, v glosované podobě uvádějí dosud vydanou českou literaturu k tomuto tématu, vysvětlují pojetí díla a jeho uspořádání; monografie obsahuje čtyři oddíly – Antarktida a její příroda, Antarktida a člověk, Česká antarktická stanice, Český vědecký program – rozvržené do 15 dílčích kapitol, na kterých se podílelo celkem 26 autorů. V závěru jsou připojeny tři rejstříky: místopisný, věcný a rejstřík českých a latinských biologických názvů. Literatura je uváděna parciálně

u jednotlivých kapitol. Součástí knihy jsou i dvě původní mapy.

V nejobsáhlejší oddíl je popsána a charakterizována příroda kontinentu – fyzická geografie, geologický vývoj, vývoj zalednění, život na pevnině i život v moři. V části věnované klimatu autoři konstatují, že s ohledem na mimořádný objem ledové plochy i fyzikální zvláštnosti vody, se oteplování klimatu Antarktidy projevuje velmi omezeně a zasahuje jen menšinový antarktický poloostrov. Pokud se týká stavu a vývoje antarktické ozonové anomálie, resp. díry, je sdělení opět potěšitelné: zhruba do roku 2070 by mohla být obnovena antarktická ozonoféra, pokud budou plněny závěry Montrealského protokolu týkající se omezování vypouštění látek poškozujících ozonovou vrstvu. Podchycen je také geologický vývoj i etapy vývoje zalednění a na velmi dobré kompilativní úrovni jsou popsány formy a podoby života na pevnině a v moři.

Musím se přiznat, že kapitola Antarktida a člověk, ve které je P. Proškem krásně popsáno objevování kontinentu, včetně současného stavu (tabulka provozovaných vědeckých stanic z 32 zemí), mě oslovila nejvíce. Souvisí to se subjektivní reminiscencí: před více než šedesáti lety jsem téměř bez dechu přečetl knihu H. H. Houbena, nazvanou Útok na jižní pól, líčící tragické osudy výpravy Roberta Falcona Scotta, jež dosáhla jižního pólu 18. ledna 1912, aby zjistila, že na pólu již vlaje norská vlajka (Roald Amundsen dosáhl pólu 14. 12. 1911). V podkapitole nazvané Pobyt a práce jsou sumarizovány zkušenosti z pobytu, včetně toho, za jakou cenu je možné a nutné řešit vyvstálé problémy. V pozoruhodné dílčí kapitole Antarktida a Češi je podán jmenovitý přehled české vědecké přítomnosti. Jako první z Čechů je uveden Václav Vojtěch, jenž se zúčastnil expedice admirála R. E. Byrda v roce 1929. Z této účasti vytěžil knihu Námořníkem, topičem a psododem za jižním polárním kruhem.

Závěrečné kapitoly jsou plně věnovány české antarktické stanici, která byla vybudována v r. 2007 na ostrově Jamese Rosse. Je popsána projektová příprava, realizace, technické a přístrojové vybavení objektů. Velmi podrobně seznamují autoři s rozsáhlým programem a dosaženými výsledky českých vědců v oborech klimatologie, geologie, paleontologie, geochemie, geomorfologie, glaciologie, ekofyziologie, stressové fyziologie, ekologie a taxonomie sinic, řas, mechů a lišejníků, mikrobiologie, parazitologie mořských živočichů a experimentální fyziologie místních živočichů.

Na rozdíl od Arktidy není Antarktida trvale obydlena. Jedinými obyvateli je asi tisíc střídajících se vědců z různých zemí, mezi nimiž jsou i Češi. Díky uzavřené Smlouvě o Antarktidě jsou zde zakázány vojenské aktivity i těžba surovin až do r. 2048. Kvůli extrémním klimatickým podmínkám je těžba nerostů dnes těžko představitelná, ale v budoucnosti bude patrně možná. Lze jen doufat, že i přes narůstající zájem turistů – v současnosti okolo 40 000 za rok – zůstane kontinent pouze přírodní vědeckou laboratoří otevřenou celému světu.

Je dobře, že vyšla kniha, ve které jsou nenásilným a oslovujícím způsobem spojeny individuální výpovědi tvůrců s prezentací objektivního vědeckého poznání. Antarktidu v takto zprostředkované podobě stojí za to poznat.

Zdeněk Horký

ATLAS OSTRAVSKÉHO OVZDUŠÍ

Autor Petr Jančík a kolektiv. Ostrava: VŠB-TU Ostrava 2013. 128 stran. ISBN 978-80-248-3006-3.



Ovzduší na Ostravsku a Karvinsku je nejhorší v České republice a patří k nejhorším v Evropě. To je dlouhodobě známý stav, který přes všechna dílčí zlepšení stále nevyhovuje platným legislativním normám. A co víc, je těmto normám bohužel ještě hodně vzdálen. Co je příčinou neutěšeného stavu? Co je třeba udělat, aby imisní limity byly dodržovány? Tomuto problému se různě dlouho, s různou intenzitou, z různých pohledů a různými nástroji věnuje mnoho odborníků, vede se veřejná diskuse, zmínku o nepříznivém stavu a odhodlání ho změnit má ve svém programu snad každá politická strana a každý politik, který chce v regionu získat přízeň voličů. Ke každé věcné diskusi jsou potřebné podklady, založené na co nejpřesnějších a nejúplnějších dostupných údajích popisujících aktuální stav, které jsou s využitím objektivních metod použity pro odhad stavu budoucího. A právě jedním z takových ucelených a přehledných podkladů je Atlas ostravského ovzduší.

Doc. Ing. Petr Jančík, Ph.D. se společně se svými spolupracovníky Ing. Irenou Pavlíkovou, RNDr. Janem Bittou a Ing. Danielem Hladkým na Vysoké škole báňské – Technické univerzitě Ostrava věnuje problematice znečištění a znečišťování ovzduší více než dvacet let. Jejich doménou je modelování znečištění ovzduší s využitím české národní metodiky SYMOS, vycházející z teorie gaussovského rozptylu znečišťujících látek, a využití geografických informačních systémů pro přípravu zdrojových dat a pro prezentaci výsledků. Těžištěm Atlasu ostravského ovzduší je shrnutí dlouholetých zkušeností a práce, která začala podrobným modelováním znečištění ovzduší na území města Ostravy, pokračovala modelováním situace v dalších městech nejen Moravskoslezského kraje a v roce 2013 vyvrcholila rozsáhlým modelováním přeshraniční oblasti v rámci projektu Informační systém kvality ovzduší v oblasti polsko-českého pohraničí ve Slezském a Moravskoslezském regionu („Air Silesia“ – informační systém s kompletními výsledky projektu a podrobnými souhrnnými zprávami je dostupný na internetových stránkách www.air-silesia.eu).

Atlas se věnuje převážně znečištění ovzduší suspendovanými částicemi PM₁₀ (polétavým prachem), okrajově i oxidem dusičitým NO₂. Srozumitelně a přehledně jsou popsány naměřená úroveň znečištění ovzduší, zdroje emisí, způ-

sob modelování, a zejména jeho výsledky, tj. pole znečištění ovzduší v letech 2003, 2005, 2007 a 2009, a dopad různých možných variant snížení emisí na snížení imisní zátěže v Ostravě. Velice důležitou kapitolou je odhad vzájemného podílu českých a polských zdrojů na znečištění ovzduší na Ostravsku v letech 2006 a 2010.

V závěrečné kapitole Ostravský prach lze nahlédnout do mikrosvětů ultrajemných prachových částic. Autor kapitoly, Ing. Karel Lach, CSc. ze Zdravotního ústavu se sídlem v Ostravě, ukazuje, co všechno lze zjistit pomocí současné elektronové mikroskopie. Částice, které obvykle známe pouze jako „zašpiněný“ filtr, hýří tvary a barvami, vytvářejí fascinující kompozice. Vzhled jednotlivých částic, aglomerátů a klastrů, jejich povrch a chemické složení může hodně napovědět i o cestě jejich vzniku, a tím ukázat i na jejich konkrétní zdroj. Při prohlížení fotografií, poeticky nazvaných např. Jako na dně moře, Poztrácené korále a Krasohled, snadno zapomeneme, že se vlastně fascinovaně díváme „do očí“ krásným zabíjákům.

Nedílnou součástí Atlasu jsou doprovodné fotografie „ze života v Ostravě“ autorů Martina Straky, Martina Popeláře a Evy Tenzin.

Autorům musím vytknout terminologickou nepřesnost v označení částic, kterou však připisují na vrub populárnímu stylu publikace. Částice PM₁₀ autoři nazývají jemným polétavým prachem, zatímco obvykle jsou částice velikosti 2,5 až 10 µm nazývány hrubou frakcí (coarse particles), částice velikosti 1 až 2,5 µm jemnou frakcí (fine particles) a částice menší než 1 µm velmi jemnými částicemi (ultrafine particles). Za větší zdůraznění by rovněž stálo, že se publikace zabývá pouze částicemi PM₁₀, a to pouze jejich průměrnou roční koncentrací. Zatímco roční imisní limit PM₁₀ není v některých částech Ostravy překračován, denní limit je překračován na celém území Ostravy, stejně jako roční limit částic PM_{2,5}. Nejzávažnější zdravotní riziko plyne z dlouhodobě vysoce nadlimitních koncentrací karcinogenního benzo[*a*]pyrenu, který je vázán převážně na jemné a velmi jemné částice. Bez tohoto zdůraznění by si čtenář z konstatování: „...pokud by se provedla všechna výše uvedená opatření, v oblastech s překročeným limitem PM₁₀ by žilo pouhých 0,5 % obyvatel Ostravy...“, (str. 86) mohl nesprávně dovodit, že po realizaci popsanych opatření by byl problém znečištěného ovzduší v Ostravě vyřešen. Tak tomu však bohužel není.

Lze konstatovat, že autoři splnili záměr, deklarovaný v úvodu Atlasu, a to objasnit, jaké je rozložení a velikost koncentrací některých nebezpečných látek v ostravském ovzduší a popsat, jaké jsou toho příčiny. Atlas ostravského ovzduší je podařenou publikací, která stojí nejen za přečtení, ale i za prohlédnutí. Můžete si ji stáhnout hned teď: http://www.air-silesia.eu/files/file/air_silesia/raport/vsb_atlas_ov_ovzdusi_.pdf.

Libor Černíkovský

KARTOGRAFICKÝ KOMENTÁŘ K PUBLIKACI ATLAS OSTRAVSKÉHO OVZDUŠÍ

Obsah Atlasu je sestaven v logickém sledu postupně od faktorů ovlivňujících znečištění až po výsledky modelování. V Atlase chybí komplexní mapy a především syntéza map (typizace či regionalizace) a text je na mnoha místech

zatížen nesprávnou kartografickou terminologií (např. s. 44 – legenda mapových prvků).

Kompozičně je Atlas sestaven z několika typů stran – nemapové (text, tabulky, ilustrace), hlavní mapové (mapy Ostravy v měřítku 1:90 000 a česko-polského pomezí 1:600 000) a vedlejší mapové (mapy ČR). Fotografie jsou velmi pěkné a vhodně doplňují obsah Atlasu. Některé nemapové strany jsou kompozičně prázdné, přičemž volný prostor mohli autoři věnovat mapovému (i nemapovému) vyjádření časových změn mapovaných jevů. Tento typ informací v Atlase chybí. Řada map stejného věcného vymezení v různých časových obdobích (např. mapy vypouštění polétavého prachu v letech 2007 a 2009), mohla být uspořádána na dvoustraně vedle sebe, aby bylo možné jejich vizuální srovnání. Mapy jsou kompozičně určeny zvětšeným formátem A4 (při zachování poměru stran). Vzhledem k tvaru mapového pole jsou všechny mapové listy zatíženy velkým prázdným (a zároveň bílým) prostorem, což ubírá na dominantnosti mapového pole, a tím i schopnosti mapy sdělit více detailů. Provedení kompozičních prvků je diskutabilní, např. názvy map nejsou provedeny verzálkami, ale zbytečně kurzívou. Směrovky jsou příliš výrazné a číselné měřítko není typograficky správně provedené.

Znakový klíč Atlasu je jednotný, bez výrazných chyb. Autoři zbytečně opakují znakový klíč topografického podkladu na všech mapách. Velmi diskutabilní je použití fuzzy stupnice v mapách od strany 57, včetně použití divergentní stupnice barev (tzv. spektrální stupnice). Plošné barevné znaky v topografickém podkladu, zejména lesy, nevhodně ovlivňují barevné provedení znaků tematického obsahu. Popis znakového klíče a jeho provedení je kvalitní.

K některým mapám lze mít závažné kartografické připomínky. Kartodiagramy na mapách průměrných ročních koncentrací (s. 11 a 13) neobsahují stupnici ani vysvětlení červené linie (zřejmě průměrná hodnota). Barvy v diagramech nerespektují pravidlo pro vyjádření času a lokalizace diagramů není z mapy identifikovatelná. Mapy ČR s vyznačenými oblastmi se zhoršenou kvalitou ovzduší (s. 14 a 16) nemají měřítko. Vhodné by bylo uvedení, zda znázorňovaná území s LV a LV+MT jsou katastry, obce či jiné jednotky. Názvy map jsou chybně pod mapovým polem a strana 16 je nelogicky prázdná. Mapy na stranách 21, 23, 25 a 27 nemají měřítko a chybí důvod pro použití divergentní stupnice barev. V názvu je zbytečně použito slovo Rozložení. Není jasné, co znamenají bílá pole. Mapa průmyslových zdrojů polétavého prachu (s. 29) má příliš výrazný topografický podklad zamezující snadnou čitelnost tematického obsahu. U všech map se nepřipustně překrývají intervaly ve stupnicích.

Atlas je z kartografického hlediska průměrným odborným dílem s velkou řadou nedostatků a malým množstvím chyb. Atlasu chybí vyústění ve formě prostorové syntézy – typizace nebo regionalizace. Autoři ponechávají interpretaci obsahu Atlasu na čtenářích. Ti ji však v tak rozsáhlém souboru složitých odborných map nemohou správně provést. Svůj účel Atlas pravděpodobně splní, avšak za cenu, že znázorněné informace budou uživateli sděleny v řadě případů v nepřesné formě komunikačně neefektivní cestou.

Vít Voženílek, Radim Tolasz

SVĚTĚLKUJÍCÍ OBLOHA (AIRGLOW)

Že obloha svítí, to ví asi každý z nás. Svítí především „díky“ veřejnému osvětlení měst a obcí, nasvícení různých komerčních objektů, reklamám, bilbordům a jiným, často zbytečným umělým světelným zdrojům. Ale svítí taky díky pásu Mléčné dráhy, nebo ve vyšších zeměpisných šířkách svítem polárních září. Za tmavé noci, daleko od světel měst pak můžeme spatřit zodiakální světlo a protisvit, na fotografiích pak odhalíme barevnou zář některých výraznějších mlhovin. Občas ale fotografování tmavého hvězdného nebe může překazit běžně velice slabá, přirozená zelenavá a načervenalá záře naší atmosféry, tzv. *airglow*.

O existenci *airglow* se poprvé dozvídáme v roce 1868 díky slavnému optickému fyzikovi, *Andersu Ångströmovi* (1814

až 1874). Bohužel celosvětové kontinuální pozorování úkazu v dnešní době již prakticky není možné kvůli průměře tzv. světelného znečištění. A tak se vědci pokouší jev studovat alespoň v laboratořích a hledat ty správné mechanismy, které nám občas zabarví oblohu slabě do zelena či červena. V roce 2009 ke studiu světélkování nebe byla dokonce vypuštěna družice *SwissCube* (<http://swisscube.epfl.ch/>).

Airglow sice může na snímcích na první pohled připomínat svým vzhledem polární záře, avšak mechanismus vzniku těchto dvou jevů je naprosto odlišný. Zatímco polární záře vznikají interakcemi částic slunečního větru, usměrněných magnetickým polem Země do polárních oblastí, s vrchními vrstvami naší atmosféry poblíž zemských pólů, *airglow* naopak vzniká v nočních hodinách v důsledku rekombinace



27. 12. 2013, Canon 6D, objektiv Sigma 15mm. Ze stativu ustaveného vodováhou nasnímáno 12 okružních snímků a jeden, 13. nadhlavňový. Všechny snímky ISO 10000, f2.8, expozice 30 s. Poskládáno v softwaru PTGui, následně upraveno v Adobe Photoshop a Lightroom.

atomů kyslíku a dusíku (rovněž ve vyšších hladinách atmosféry, avšak kdekoli nad noční hemisférou), ionizovaných ve dne slunečním ultrafialovým zářením. Kromě toho ale airglow vzniká i luminiscencí vzduchu způsobenou kosmickým zářením, případně chemiluminiscencí, v důsledku reakcí kyslíku a dusíku s ionty hydroxylu. Rozdílná je i intenzita obou jevů. Airglow sotva spatříme očima jako jakýsi mlhavý, světlejší závoj temné oblohy. Barvy airglow vizuálně nerozlišíme, citlivost lidského oka neumožňuje vzhledem k nízké světelné intenzitě jevu jejich vnímání; barvy vyniknou až na fotografiích pořízených delší expozicí. Polární záře je naopak vizuální barevnou symfonií pro potěchu oka. Důsledkem principu vzniku je i rozdílná lokace pozorování – zatímco polární záře jsou pozorovatelné pouze v okolí zemských pólů, vzácněji i v nižších zeměpisných šířkách, airglow lze vyfotografovat prakticky odkudkoliv na světě. To ostatně dokládají i kosmonauti, kteří potvrzují, že slabé airglow lze z oběžné

dráhy vidět a fotografovat prakticky všude kolem Země.

Pro pořízení snímků airglow se musíme vypravit do oblastí se standardně co nejtemnější a nejprůzračnější oblohou, co nejdále od civilizace. Autor své snímky airglow pořídil za mrazivých zimních nocí poblíž Oravské Lesné. Původně chtěl zachytit tzv. *zodiakální most* a *protisvit* (sluneční světlo rozptýlené na částicích meziplanetární hmoty v rovině ekliptiky, dobře patrné na snímcích coby světlejší pás protínající Mléčnou dráhu). Silné airglow bylo ale i pro něj velkým překvapením, jak ostatně dokládají připojené snímky. Technický popis a zpracování snímků viz popis jednotlivých obrázků.

Další informace o airglow:

<http://en.wikipedia.org/wiki/Airglow>

<http://www.atoptics.co.uk/highsky/airglow2.htm>

Petr Horálek



1. 1. 2014, Canon 6D, objektiv Sigma 15mm. Celkem 8 snímků, f4, ISO 10000 expozice 20 s, opraveno o darkframe, složeno v software Registar. V Adobe Photoshop následně zesílena saturace odstínů zelené a červené složky airglow a složky červených mlhovin a provedeny závěrečné úpravy snímku. V dále obzor Fatry s Rozsutcem. Obzor se zdánlivě jeví jako rozmazaný v důsledku kompenzace denního pohybu hvězdné oblohy (počítačového „navádění“ snímku za hvězdami) při zpracování.

ÚPRAVA CITACÍ V METEOROLOGICKÝCH ZPRÁVÁCH OD ROKU 2014

Od 1. čísla Meteorologických zpráv v roce 2014 přistupujeme ke změně citačního stylu na Harvardský systém. Naším cílem je přiblížení k citační praxi uplatňované zejména v akademické obci i v zahraničí.

Citování v textu

Jméno tvůrce a rok vydání citovaného zdroje jsou uvedeny v textu ve formě jméno, rok v kulatých závorkách. Pokud se jméno tvůrce vyskytuje přirozeně v textu, následuje pouze rok v kulatých závorkách. Pokud mají dva nebo více zdrojů stejného tvůrce i rok vydání, odlišují se malými písmeny abecedy přiřazenými k roku vydání. V takovém případě se písmena uvádí i v závěrečném soupisu bibliografických citací. Pokud je nutné uvést dva či více zdrojů, uvádějí se v jedné kulaté závorce a oddělují se středníkem. V případě tří a více autorů se píše do závorky pouze první a doplňuje se zkratkou et al. V případě chybějícího autora se použije jméno vydavatele (řadí se chronologicky podle roku vydání).

Příklad citování:

Úhrny jsou nižší zejména v zimním období (Vavruška 2011), což potvrzuje i Coufal (1973) a lze ověřit na portále ČHMÚ (ČHMÚ 2013). Více podrobností je uvedeno v první části hodnocení meteorologických prvků na výzkumné ploše Jizerka (Balcar et al. 2012) a dalších studiích (Balcar, Slodičák 2005; Vacek 2003).

Příklady citačního stylu:

Monografie

KRŠKA, K., ŠAMAJ, F., 2001. Dějiny meteorologie v českých zemích a na Slovensku. Praha: Nakladatelství Karolinum. ISBN 80-7184-951-0.

Seriálová publikace

KŘIVANCOVÁ, S., VAVRUŠKA, F., 1997. Základní meteorologické prvky v jednotlivých povětrnostních situacích na území České republiky v období 1961–1990. *Národní klimatický program České republiky*, sv. 27. Praha: ČHMÚ. ISBN 80-85813-52-1, ISSN 1210-7565.

Seriálová publikace – časopis

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

Seriálová publikace – sborník

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

Elektronická citace

APPEL, K. W., GILLIAM, R. C., 2008. Overview of the Atmospheric Model Evaluation Tool (AMET). 7th Annual CMAS Conference, Chapel Hill, NC, 6.–8. October 2008. [online]. [cit. 14. 2. 2011]. Dostupné z WWW: http://www.cmascenter.org/conference/2008/slides/appel_amet_cmas08.ppt.

ČHMÚ, 2002. Hlásné profily povodňové služby [online]. [cit. 10. 10. 2002]. Dostupné z WWW: <http://hydro.chmi.cz/inetps/main.php>

Více podrobností na http://casmz.chmi.cz/Pokyny_pro_autory.pdf



VEŘEJNÁ SPECIALIZOVANÁ KNIHOVNA ČHMÚ

Zahraniční časopisy odebírané knihovnou ČHMÚ – výběr:

Atmospheric Environment – *USA*, **on line verze**

Australian Meteorological Magazine – *Austrálie*

Climatic Change – *Holandsko*

Ekologija – *Litva*

ICAO Journal – *Kanada*

Időjárás – *Maďarsko*

International Journal of Climatology – *Velká Británie*

Izvěstija AN – Serija geografičeskaja – *Rusko*

Izvěstija Russkogo geografičeskogo obščestva – *Rusko*

Journal of Hydrology – *Holandsko*, **on line verze**

Journal of Hydrology and Hydromechanics – *Slovensko*

Journal of the Meteorological Society of Japan – *Japonsko*

Meteorologický časopis (Meteorological Journal) – *Slovensko*

Meteorologija i gidrologija – *Rusko*

Meteorologische Zeitschrift – *Německo*

La Météorologie – *Francie*

Monthly Weather Review – *USA*, **on line verze**

Przegląd geograficzny – *Polsko*

Promet – *Německo*

Quarterly Journal of the Royal Meteorological Society – *Velká Británie*

Tellus, Serie A, B – *Dánsko*, **on line verze**

Vodohospodársky spravodajca – *Slovensko*

Weather – *Velká Británie*

Weather and Forecasting – *USA*, **on line verze**

Wiadomości Instytutu meteorologii, hydrologii i gospodarki wodnej – *Polsko*

WMO Bulletin – *Švýcarsko*



VÝBĚR Z NOVINEK SPECIALIZOVANÉ KNIHOVNY ČESKÉHO HYDROMETEOROLOGICKÉHO ÚSTAVU

PRAVDOVÁ, M. – SVOBODOVÁ, I. (eds.)

Akademická příručka českého jazyka se schvalovací doložkou

Ministerstva školství, mládeže a tělovýchovy

1. vyd. Praha: Academia, 2014. 533 s.

ISBN 978-80-200-2327-8

VAŠKŮ, Z.

Hold slunci, dešti, půdě a pluhu: pranostikon

1. vyd. Praha: Academia, 2014. 1180 s.

ISBN 978-80-200-2313-1

ČERMÁK, F.

Základní slovník českých přísloví

1. vyd. Praha: Nakladatelství Lidové noviny, 2013. 135 s.

ISBN 978-80-7422-258-0

BATOUŠEK, P. et al.

Květena České republiky 8

1. vyd. Praha: Academia, 2011. 706 s.

ISBN 978-80-200-1824-3

Atlas of health and climate.WMO-No.1098

Geneva: World Health Organization, World Meteorological Organization, 2012. 64 s.

ISBN 978-92-4156-452-6

ROŽNOVSKÝ, J.

Extrémy oběhu vody v krajině. Sborník abstraktů

a CD s příspěvky z mezinárodní konference Mikulov 8. 4. – 9. 4. 2014

1. vyd. Praha: Česká bioklimatologická společnost v nakladatelství

Českého hydrometeorologického ústavu, 2014. 55 s.

ISBN 978-80-87577-29-5

VRABEC, M. – VÍZNEROVÁ, A. – ELLEDER, L. – ČERNÁ, L.

Roční zpráva o hydrometeorologické situaci v České republice. 2013

Praha: Český hydrometeorologický ústav, 2014. 44 s.

MATUSZKIEWICZ, J. M. et al.

Prace geograficzne. Nr. 240

Long term evolution models of post-agricultural forests

Warszawa: Polska akademia nauk, 2013. 313 s.

ISBN 978-83-61590-29-3