

Meteorologické zprávy

ROČNÍK
74–2021

3

69 Porovnání výsledků měření celkového ozonu Brewerovým a Dobsonovým spektrofotometrem v Antarktidě

Klára Čížková – Kamil Láska – Ladislav Metelka – Martin Staněk

76 Zpráva o průběhu sanačních prací ropných lagun v Ostravě a identifikaci špiček koncentrací SO₂ v jejich okolí

Vladimíra Volná – Daniel Hladký

84 Amatérská meteorologická stanice Netatmo a analýza výsledků jejího měření

Stanislava Kliegrová – Ivan Novosad

Meteorological
Bulletin

Český
hydrometeorologický
ústav



69 Comparison of results of total ozone measurement by Brewer and Dobson spectrophotometers in Antarctica

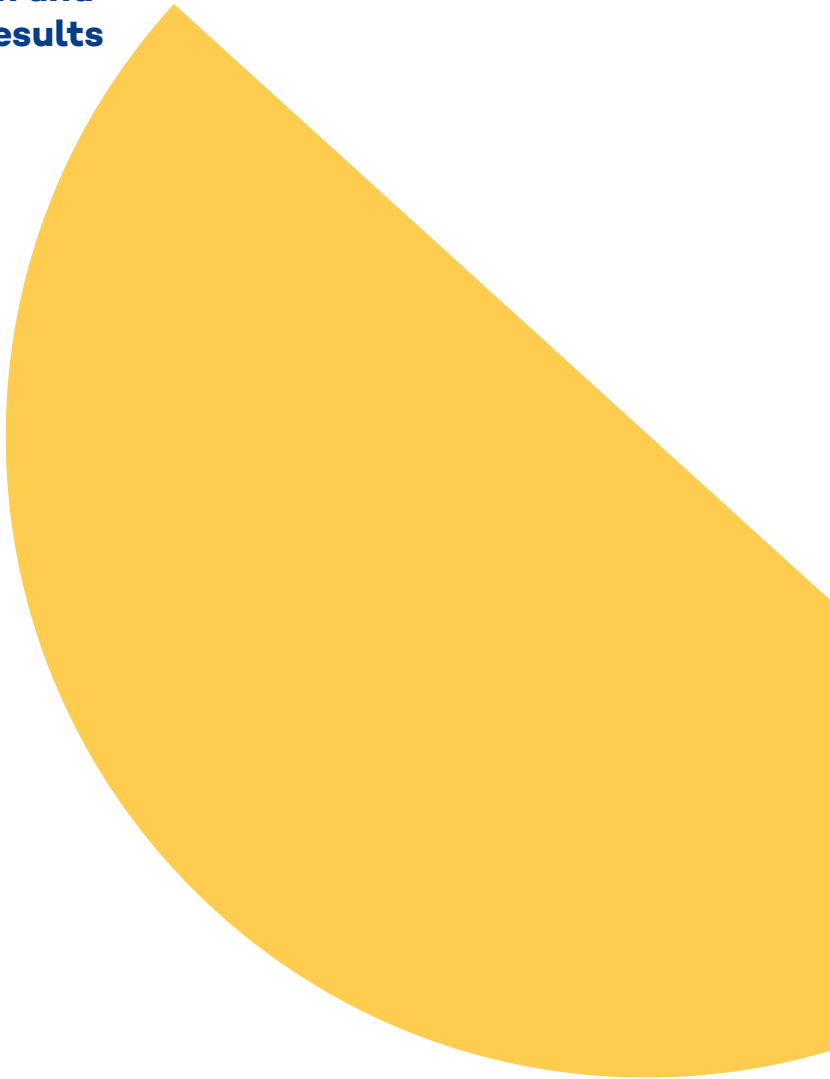
Klára Čížková – Kamil Láska – Ladislav Metelka – Martin Staněk

76 Report on the process of remediation work at oil lagoons in Ostrava and identification of peaks of SO₂ concentrations in their vicinity

Vladimíra Volná – Daniel Hladký

84 Netatmo home weather station and analysis of its measurement results

Stanislava Klíegrová – Ivan Novosad



Rozšiřuje – Free booking:

Český hydrometeorologický ústav, tiskové a informační oddělení
Na Šabatce 2050/17, 143 06 Praha 4-Komořany, tel.: 244 032 722, 244 032 724

Czech Hydrometeorological Institute, Press and Information Department
Na Šabatce 2050/17, 143 06 Praha 4, Czech Republic, Phones: (+420) 244 032 722, (+420) 244 032 724

Porovnání výsledků měření celkového ozonu Brewerovým a Dobsonovým spektrofotometrem v Antarktadě

Comparison of results of total ozone measurement by Brewer and Dobson spectrophotometers in Antarctica

Klára Čížková

Český hydrometeorologický ústav, Solární a ozonová observatoř
Zámeček 456, 500 08 Hradec Králové 8
Masarykova univerzita, Přírodovědecká fakulta
Kotlářská 267/2, 611 37 Brno
✉ klara.cizkova@chmi.cz

Kamil Láška

Masarykova univerzita, Přírodovědecká fakulta
Kotlářská 267/2, 611 37 Brno
✉ laska@sci.muni.cz

Ladislav Metelka

Český hydrometeorologický ústav, Solární a ozonová observatoř
Zámeček 456, 500 08 Hradec Králové 8
✉ ladislav.metelka@chmi.cz

Martin Staněk

Český hydrometeorologický ústav, Solární a ozonová observatoř
Zámeček 456, 500 08 Hradec Králové 8
✉ martin.stanek@chmi.cz

Ozone is an important gas which absorbs harmful UV radiation in the stratosphere and thus protects living organisms, including humans. In the 1980s, a significant decrease in ozone amounts was observed, and even now, each spring an ozone hole develops over Antarctica. That's why monitoring of the ozone amounts is still important and essential. Ozone amounts in the atmosphere can be measured by both satellite and ground-based instruments, the most accurate of which are spectrophotometers. The aim of this paper is to compare the daily mean total ozone columns measured by Brewer and Dobson spectrophotometers at two Antarctic stations, Marambio and Amundsen-Scott, over the period 2011–2015. These measurements agreed well at both stations ($r^2 = 96\%$), but the Dobson spectrophotometer at Marambio was systematically underestimating the Brewer measurements, while at the Amundsen-Scott Base, the Dobson measurements were significantly overestimated. There were several cases of statistically significant dependencies of the differences between the Brewer and Dobson total ozone measurements on solar zenith angle and total ozone column, but the explained variability never exceeded 3%. The detailed case studies of days with the largest differences between the Brewer

and Dobson measurements indicated that these differences might be affected not only by high solar zenith angles and low total ozone columns, but also by the temporal variability of ozone amounts at the edge of polar vortex. These analyses showed that the differences in total ozone measured by individual pairs of Brewer and Dobson spectrophotometers depend not only on atmospheric conditions, but also on calibration factors and specific characteristics of particular instruments.

KLÍČOVÁ SLOVA: ozon stratosférický – Antarktida – spektrofotometr Brewerův – spektrofotometr Dobsonův

KEYWORDS: stratospheric ozone – Antarctica – Brewer spectrophotometer – Dobson spectrophotometer

1. Úvod

Ozon (O_3) je stopový plyn nacházející se převážně v tzv. ozonoféře (vrstva atmosféry přibližně 15–35 km nad povrchem Země). Jeho důležitost spočívá v absorpci nebezpečného ultrafialového záření, a tedy v ochraně živých organismů včetně lidské populace. Vlivem vypouštění člověkem vytvořených chemikálií do atmosféry se ale ozonová vrstva začala v 80. letech 20. století ztenčovat, přičemž poškození bývá každoročně nejvýraznější v oblasti jižního polárního víru nad Antarktidou v průběhu jarních měsíců (září, říjen). Tento problém objevili již Farman et al. (1985) a od té doby zůstává v popředí vědeckého zájmu. Sezónními změnami ozonu v Antarktadě se zabývali například Solomon (1987) či Mahlman et al. (1994). Ozonová měření získaná v Antarktadě přístroji Českého hydrometeorologického ústavu zpracovali Metelka et al. (2016) a Čížková et al. (2019). Postupné obnovování ozonové vrstvy v reakci na zákaz používání ozon poškozujících látek se však podařilo prokázat teprve poměrně nedávno (Solomon et al. 2016). Z toho důvodu jsou další porovnání a analýzy týkající se ozonové vrstvy, zejména v prostoru Antarktidy, velmi důležitou součástí studia klimatu Země. Významné je samozřejmě i samotné monitorování ozonové vrstvy, a protože existuje řada různých metodických přístupů, je nutné pravidelně a systematicky kontrolovat kvalitu naměřených dat.

Hlavním cílem této studie je proto porovnání celkového ozonu naměřeného Brewerovým a Dobsonovým spektrofotometrem na stanicích Marambio a Amundsen-Scott v období leden 2011 až prosinec 2015.

2. Měření celkového ozonu pomocí Brewerových a Dobsonových spektrofotometrů v Antarktidě

Nejpřesnější měření celkového ozonu na zemském povrchu poskytuje spektrofotometrická metoda. Ta spočívá ve zjištění intenzity slunečního záření na několika vlnových délkách v UVB oblasti slunečního spektra (280–320 nm), z nichž některé jsou více pohlcovány ozonem a jiné méně. Porovnáním intenzity záření na více a méně absorbovaných vlnových délkách tak lze nepřímo získat informace o množství ozonu v atmosféře (Nichol, Valenti 1993). To je udáváno v Dobsonových jednotkách (DU), přičemž 1 DU značí počet molekul ozonu, které by za teploty 0 °C a tlaku jedné atmosféry vytvořily vrstvu mocnou 0,01 mm.

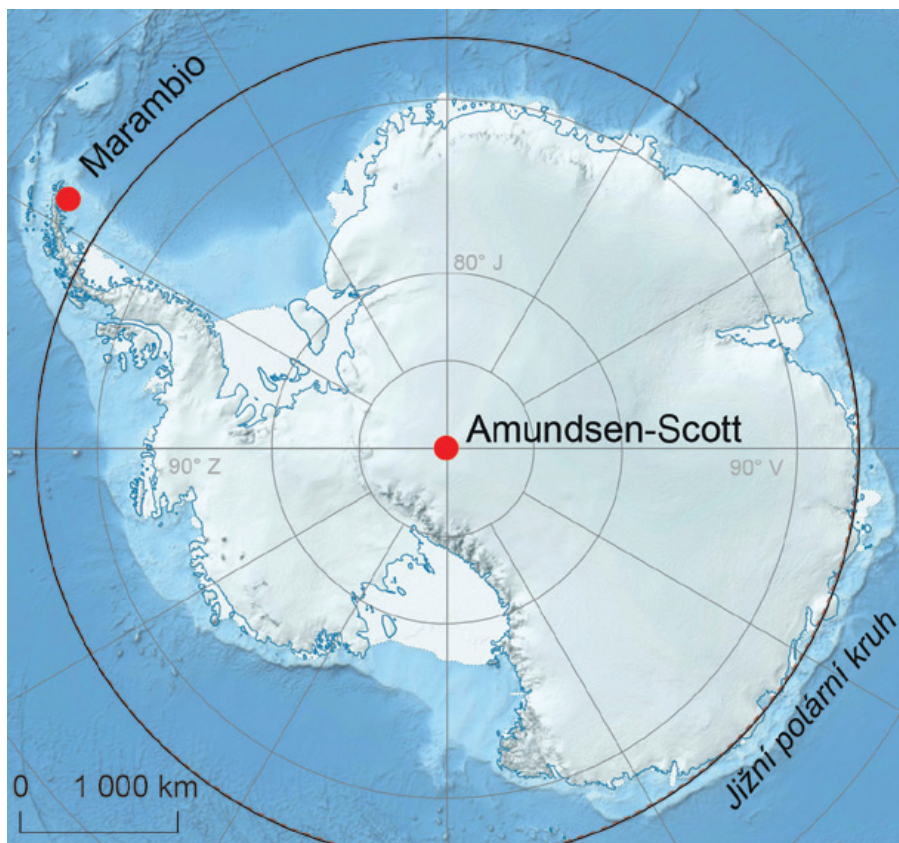
Dobsonův spektrofotometr k měření využívá dvě štěrbinu pro separaci vlnových délek dopadajícího slunečního záření. Celkový ozon je následně vypočítán z rozdílu intenzity záření na dvou párech vlnových délek. Brewerův spektrofotometr využívá jen jedné optické mřížky, která rozdělí sluneční záření na intervaly vlnových délek, a celkový ozon je odvozen z měření intenzity slunečního záření na čtyřech různých vlnových délkách. Technika měření ani použité vlnové délky nejsou v případě Brewerova a Dobsonova spektrofotometru zcela identické, což může způsobovat odchylky mezi celkovým ozonem naměřeným pomocí těchto přístrojů (Staehlin et al. 1998). Na rozdíl od Dobsonova spektrofotometru, Brewerův spektrofotometr uplatňuje plně automatizovaný přístup

k měření ozonu. Kromě ozonu a UV záření dokáže Brewerův spektrofotometr nezávisle měřit rovněž koncentraci oxidu siřičitého (SO_2) v atmosféře (Kerr et al. 1988). Za nejpřesnější přístroj měřící celkový ozon je v současnosti považován Brewerův spektrofotometr s dvojitým monochromátorem (MkIII), který má dvě synchronně fungující optické mřížky. Oproti ostatním spektrofotometrům, včetně Brewerova spektrofotometru s jednoduchým monochromátorem (MkIV), dokáže Brewer MkIII výrazně lépe a přesněji oddělit jednotlivé vlnové délky využívané k měření celkového ozonu (Karppinen et al. 2016).

První porovnávání Dobsonových a Brewerových spektrofotometrů probíhala již v 80. letech 20. století, tedy těsně po uvedení nejstarších prototypů Brewerova spektrofotometru do provozu (např. Kerr et al. 1988). V 90. letech již byly Brewerovy spektrofotometry součástí provozu na mnohých stanicích. Porovnávání jimi pozorovaného celkového ozonu s měřeními Dobsonových spektrofotometrů probíhalo jak na stanicích v mírném klimatickém pásmu (např. Staehlin et al. 1998), tak i v extrémních podmínkách polárních oblastí (např. Nichol, Valenti 1993; Lloyd et al. 1999). Porovnávání celkového ozonu měřeného různými pozemními přístroji se provádí i v současnosti (např. Kim et al. 2017).

Na antarktickém kontinentu existovaly ve studovaném období pouze dvě stanice, které měřily celkový ozon zároveň pomocí Brewerova i Dobsonova spektrofotometru a výsledky své činnosti zaslaly do Světové databáze ozonu a UV záření (WOUDC 2019). Jde o argentinskou stanici Marambio situovanou na ostrově Seymour v oblasti Antarktického poloostrova (64,233° j. š., 56,623° z. d.) a o americkou stanici Amundsen-Scott, která leží v těsné blízkosti jižního zeměpisného pólu (89,990° j. š., 70,241° v. d., obr. 1). Stanice Marambio je svou polohou unikátní, protože vzhledem k častému střídání vzduchových hmot dokáže zaznamenávat podmínky uvnitř i vně jižního polárního víru. Stanice Amundsen-Scott touto možností nedisponuje, protože jižní pól se v průběhu celého antarktického jara nachází prakticky výhradně uvnitř tohoto víru.

Argentinská stanice Marambio byla založena v říjnu 1969 a Národní argentinský meteorologický ústav zde od roku 1987 měří celkový ozon pomocí Dobsonova spektrofotometru D099. V únoru roku 2010 se připojil i Český hydrometeorologický ústav, který k pozorování celkového ozonu začal používat Brewerův spektrofotometr B199 s dvojitým monochromátorem (MkIII). Na stanici Amundsen-Scott měří americké meteorologické společnosti (v současnosti Národní úřad pro oceán a atmosféru NOAA) celkový ozon pomocí Dobsonových spektrofotometrů D080 a D082 již od 60. let 20. století. Od února 2008 je celkový ozon monitorován navíc i pomocí Brewerova spektrofotometru MkIII B085. Na konci roku 2015



Obr. 1 Lokalizace výzkumných stanic Marambio a Amundsen-Scott na antarktickém kontinentu; zdroj podkladových dat: Antarktická digitální databáze (SCAR 2019).

Fig. 1. The position of the Marambio and Amundsen-Scott research stations in Antarctica; data source: Antarctic Digital Database (SCAR 2019).

byl však tento přístroj nahrazen Brewerovým spektrofotometrem MkIII B021. Na obou stanicích jsou spektrofotometry schopné měřit celkový ozon pouze ve dnech s dostatečnou výškou Slunce nad obzorem (přibližně 7–8°). V případě stanice Marambio je to přibližně od poloviny srpna do poloviny dubna a v případě stanice Amundsen-Scott od poloviny října do začátku března.

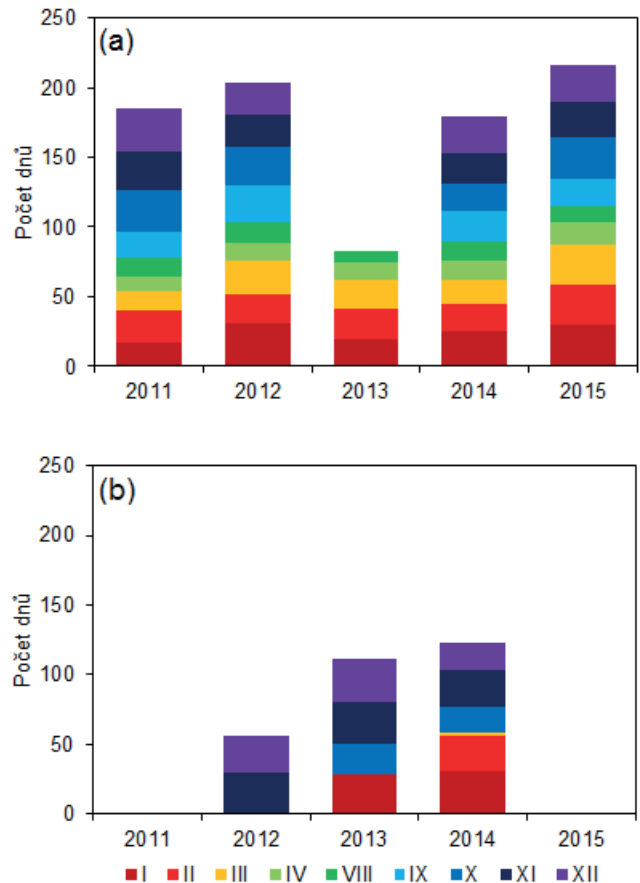
3. Porovnání celkového ozonu z Brewerova a Dobsonova spektrofotometru

V období 2011–2015 bylo na stanici Marambio zjištěno 867 dnů a na stanici Amundsen-Scott 291 dnů se záznamem celkového ozonu jak z Brewerova, tak z Dobsonova spektrofotometru. Časové rozdělení těchto dnů je znázorněno na obr. 2.

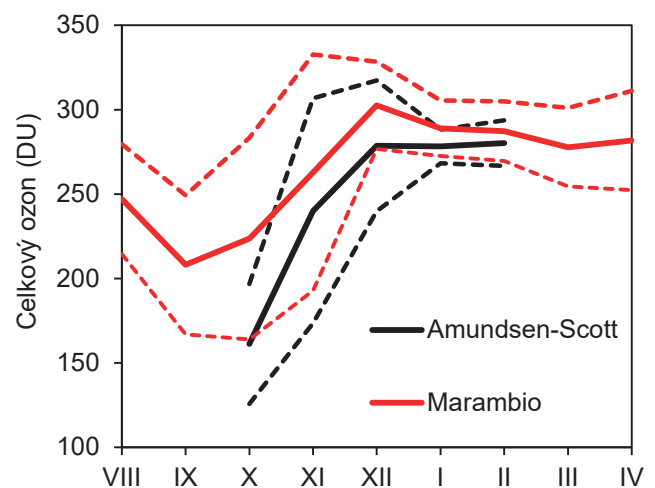
Celkový ozon naměřený Brewerovým spektrofotometrem činil ve studovaném období v průměru 265 ± 50 DU na stanici Marambio a 254 ± 56 DU na stanici Amundsen-Scott (obr. 3). Na stanici Marambio byl nejnižší měsíční průměr zaznamenan v září (208 ± 41 DU) a nejvyšší v prosinci (303 ± 26 DU) a na stanici Amundsen-Scott bylo průměrné měsíční minimum naměřeno v říjnu (161 ± 36 DU) a maximum v únoru (280 ± 14 DU). Od března do září není na stanici Amundsen-Scott možné provozovat měření pomocí Brewerova spektrofotometru, což je možný důvod posunu minimálního měsíčního průměru celkového ozonu oproti stanici Marambio ze září na říjen. Maximum měsíčních průměrů není na stanici Amundsen-Scott na rozdíl od Marambia výrazné, protože zde nedochází k výraznému přílivu ozonem bohatých subpolárních vzduchových hmot po rozpadu polárního víru na konci jara a začátku léta jižní polokoule (např. Metelka et al. 2016).

Hodnoty celkového ozonu naměřené Brewerovým a Dobsonovým spektrofotometrem na stanicích Marambio i Amundsen-Scott spolu dobře souhlasily ($r^2 = 0,96$ na obou stanicích). V porovnání s Brewerovým spektrofotometrem byl však denní průměr celkového ozonu naměřený Dobsonovým spektrofotometrem na obou stanicích statisticky významně odlišný (hladina významnosti $\alpha = 0,05$). Na stanici Marambio bylo zaznamenáno systematické podhodnocování množství ozonu, kdy byly hodnoty naměřené Dobsonovým spektrofotometrem v průměru o 3,16 DU, tedy o 1,15 % nižší než množství ozonu z Brewerova spektrofotometru. Směrodatná odchylka rozdílů činila 4,11 % a šířka 95% intervalu spolehlivosti odhadu průměru byla 0,27 %. Na druhou stranu na stanici Amundsen-Scott Dobsonův spektrofotometr systematicky nadhodnocoval celkový ozon z Brewerova spektrofotometru, a to v průměru o 3,68 DU, tedy o 1,49 %. Rozdíly měly směrodatnou odchylku 4,12 % a šířka 95% intervalu spolehlivosti odhadu průměru činila 0,48 %.

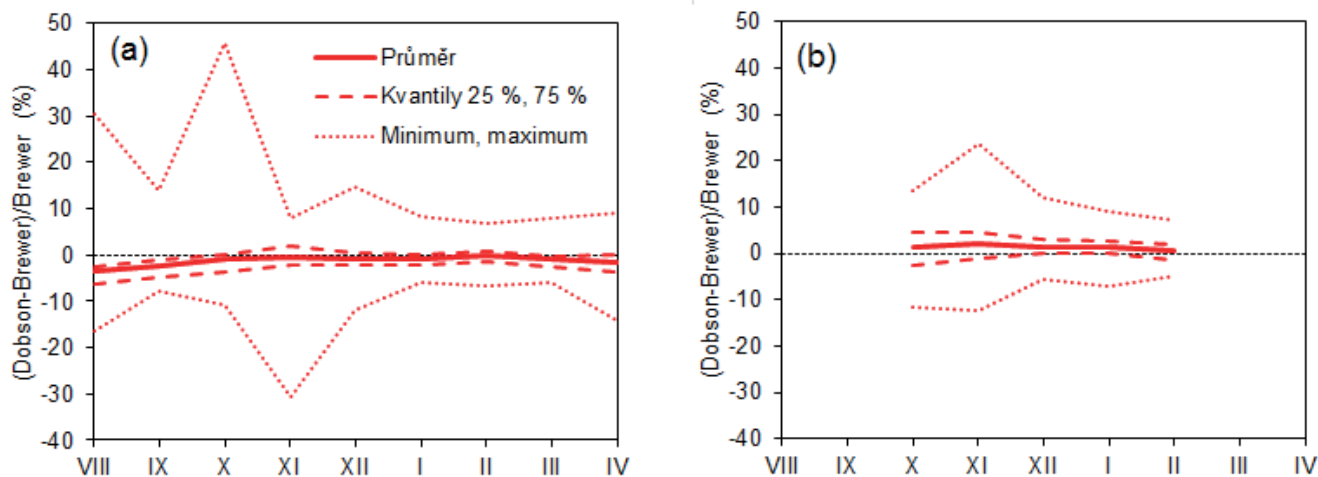
Na stanici Marambio bylo podhodnocení celkového ozonu Dobsonovým spektrofotometrem nejvýraznější v jarních a podzimních měsících (statisticky významný rozdíl mezi ozonem naměřeným Brewerovým a Dobsonovým spektrofotometrem byl zjištěn ve všech měsících s výjimkou listopadu). V období výskytu ozonové anomálie (především říjen) byla navíc zaznamenána výrazná variabilita těchto diferencí (obr. 4a). V případě stanice Amundsen-Scott bylo nadhodnocení nejvýraznější v období výskytu ozonové anomálie. Z důvodu vysoké variability relativních diferencí celkového ozonu



Obr. 2 Rozdělení dnů se současným záznamem celkového ozonu pomocí Brewerova i Dobsonova spektrofotometru na stanicích (a) Marambio a (b) Amundsen-Scott. Fig. 2. Distribution of days with simultaneous total ozone column measurements by both Brewer and Dobson spectrophotometers at the stations (a) Marambio, and (b) Amundsen-Scott.

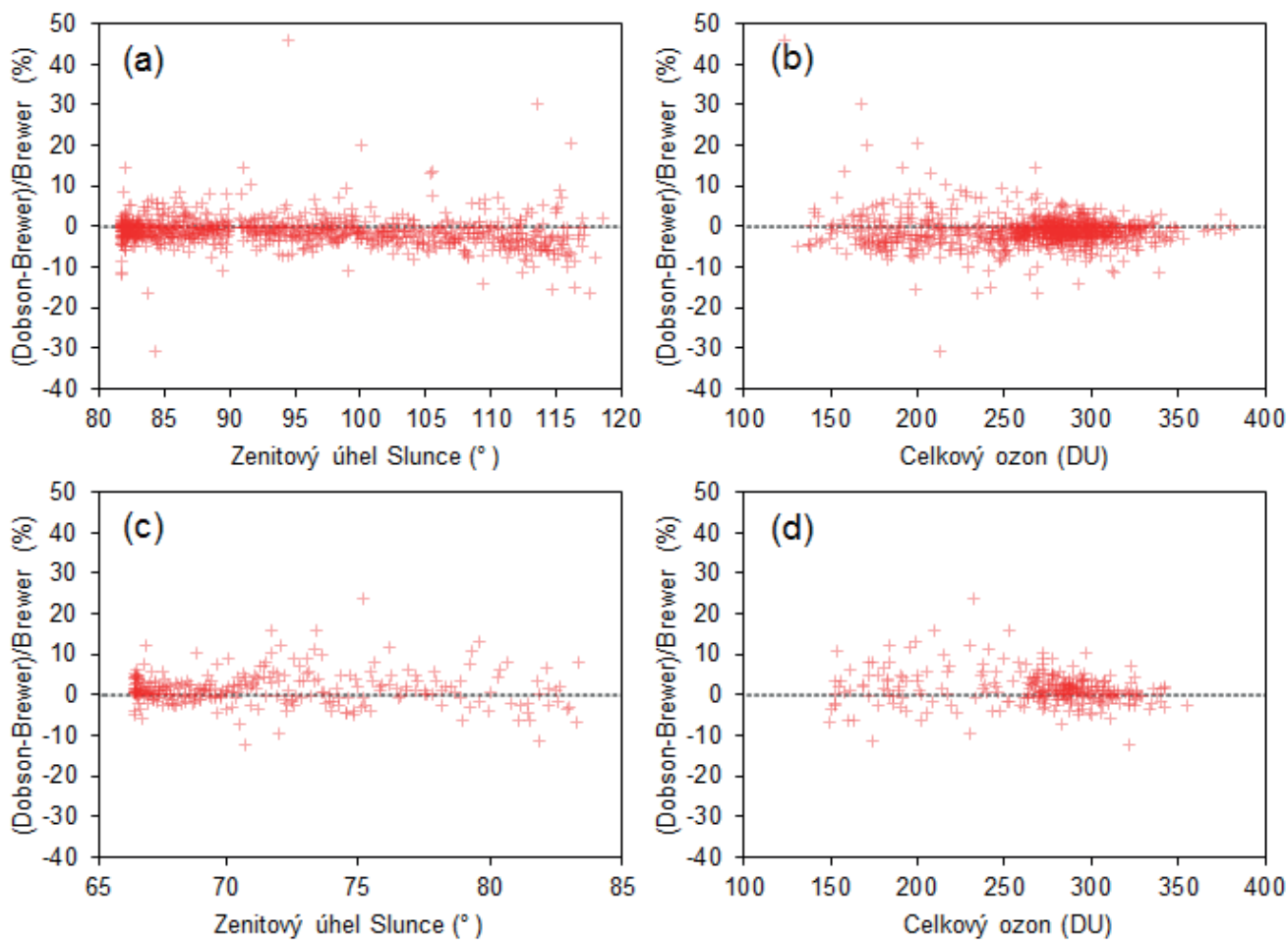


Obr. 3 Měsíční průměry celkového ozonu doplněné o ± 1 směrodatnou odchylku (čárkovaná čára) na stanicích Marambio a Amundsen-Scott v letech 2011–2015. Fig. 3. Monthly mean total ozone column with ± 1 standard deviation (dashed line) at the Marambio and Amundsen-Scott stations over the period 2011–2015.



Obr. 4 Statistické charakteristiky relativních rozdílů celkového ozonu naměřeného Brewerovým a Dobsonovým spektrofotometrem v jednotlivých měsících období 2011–2015 na stanicích (a) Marambio a (b) Amundsen-Scott.

Fig. 4. Statistical characteristics of the relative difference of total ozone column measured by the Brewer and Dobson spectrophotometers in individual months over the 2011–2015 study period at the stations (a) Marambio, and (b) Amundsen-Scott.



Obr. 5 Závislost relativních diferencí mezi celkovým ozonem naměřeným Brewerovým a Dobsonovým spektrofotometrem na stanicích (a, b) Marambio a (c, d) Amundsen-Scott na (a, c) zenitovém úhlu Slunce ve 12:00 UTC a (b, d) celkovém ozonu naměřeném Brewerovým spektrofotometrem.

Fig. 5. Dependency of the relative differences between total ozone column measured by Brewer and Dobson spectrophotometers at the stations (a, b) Marambio, and (c, d) Amundsen-Scott on (a, c) Solar zenith angle at 12:00 UTC, and (b, d) total ozone column measured by Brewer spectrophotometer.

byl však rozdíl mezi průměrným denním celkovým ozonem naměřeným Brewerovým a Dobsonovým spektrofotometrem statisticky významný pouze v lednu, listopadu a prosinci (obr. 4b).

V případě studie provedené Kerrem et al. (1988) Dobsonův spektrofotometr nadhodnocoval měření Brewerova spektrofotometru v průměru o 3,8%. Jiné studie (např. Kerr, McElroy 1995) ale indikují možnost systematického podhodnocování celkového ozonu oproti Brewerovu spektrofotometru. Lloyd et al. (1999) pozorovali poměrně dobrou shodu mezi Brewerovým a Dobsonovým spektrofotometrem (nahodnocení Dobsonovým spektrofotometrem činilo jen $0,23 \pm 0,70$ %), kterou přičítali podobnému technologickému principu obou přístrojů. Nichol a Valenti (1993), kteří na jižním pólu porovnávali celkový ozon změřený Brewerovým a Dobsonovým spektrofotometrem v období ozonové anomálie v roce 1991, zjistili značnou variabilitu rozdílů mezi oběma spektrofotometry, která se ale v případech kvazi-simultánního měření pohybovala jen v rámci ± 5 %. Z toho vyplývá, že nahodnocování či podhodnocování celkového ozonu Dobsonovým spektrofotometrem není všude stejné, ale je závislé na individuální dvojici přístrojů a místních atmosférických a kalibračních faktorech (individuální vlastnosti přístrojů, historii kalibrační apod.).

Na stanici Marambio byla zjištěna statisticky významná závislost relativního rozdílu celkového ozonu z Brewerova a Dobsonova spektrofotometru na zenitovém úhlu Slunce ($p \rightarrow 0$) i na celkovém ozonu z Brewerova spektrofotometru ($p = 0,036$). Závislost na zenitovém úhlu Slunce vysvětlila jen 2,6% variability těchto diferencí a závislost na celkovém ozonu pouze 0,5%. Je však možné pozorovat značný nárůst variability diferencí ve dnech s nízkým množstvím ozonu a s vysokým zenitovým úhlem Slunce (obr. 5a, b). Závislost přesnosti měření Dobsonova spektrofotometru na celkovém ozonu v atmosféře byla nejsilnější v měsících s vysokým zenitovým úhlem Slunce ($r^2 = 0,10$ v srpnu a $0,22$ v dubnu). Závislost diferencí mezi celkovým ozonem naměřeným Brewerovým a Dobsonovým spektrofotometrem a zenitovým úhlem Slunce nebyla na stanici Amundsen-Scott statisticky významná, ale závislost na celkovém ozonu ($p = 0,009$) vysvětlovala 2,3% variability řady. Závislost byla nejvýraznější v období mimo ozonovou anomálii ($r^2 = 0,25$ v prosinci a $0,12$ v lednu). Rovněž byla patrná zvýšená variabilita diferencí

ve dnech s nízkým množstvím ozonu a s vysokým zenitovým úhlem Slunce (obr. 5c, d).

Závislost diferencí Brewerova a Dobsonova spektrofotometru na zenitovém úhlu Slunce zjistili už Kerr et al. (1988), kteří na Havajských ostrovech popsali výraznější diference mezi oběma přístroji při vyšších zenitových úhlech Slunce. K podobnému závěru došli i Nichol a Valenti (1993), kteří při velmi vysokých zenitových úhlech Slunce pozorovali až 10% nahodnocení celkového ozonu naměřeného Dobsonovým spektrofotometrem vůči údajům z Brewerova spektrofotometru. Tyto vztahy se však liší v závislosti na individuálních přístrojích, proto je možné pozorovat její značnou proměnlivost (Stahlin et al. 1998).

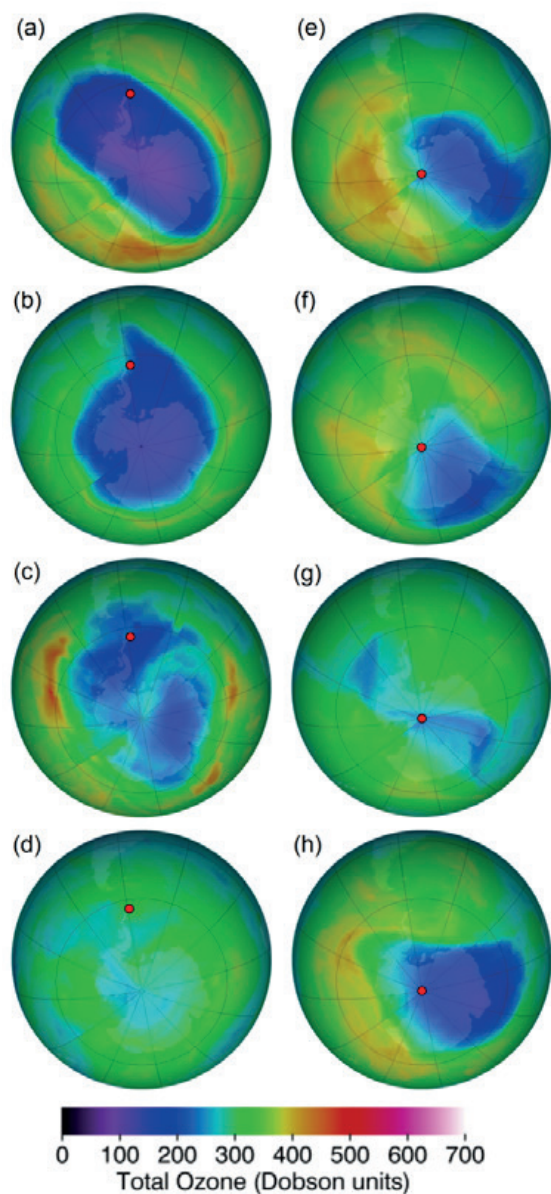
Dalšími možnými příčinami odchylek mezi Brewerovým a Dobsonovým spektrofotometrem může být závislost mě-

Tab. 1 Deset relativně největších odchylek celkového ozonu naměřeného Brewerovým a Dobsonovým spektrofotometrem na stanicích Marambio a Amundsen-Scott v období 2011–2015.

Table 1. Ten relatively most extreme deviations of the total ozone column („Celkový ozon“) measured by Brewer and Dobson spectrophotometers at the Marambio and Amundsen-Scott stations over the period 2011–2015.

MARAMBIO						
Pořadí	Datum	Celkový ozon (Brewer, DU)	Celkový ozon (Dobson, DU)	Odchyłka (%)	Počet pozorování (Brewer)	Počet pozorování (Dobson)
1.	16. 10. 2011	123	180	45,9	1	2
2.	20. 11. 2015	212	147	-30,8	8	2
3.	26. 08. 2012	168	219	30,4	1	4
4.	18. 08. 2012	200	241	20,6	1	4
5.	01. 10. 2014	171	205	20,0	8	2
6.	23. 11. 2015	269	224	-16,6	18	2
7.	14. 08. 2013	235	196	-16,5	6	4
8.	23. 08. 2014	198	168	-15,3	9	2
9.	18. 08. 2014	242	206	-15,0	12	3
10.	26. 12. 2014	268	307	14,6	1	1
AMUNDSEN-SCOTT						
Pořadí	Datum	Celkový ozon (Brewer, DU)	Celkový ozon (Dobson, DU)	Odchyłka (%)	Počet pozorování (Brewer)	Počet pozorování (Dobson)
1.	02. 11. 2013	232	287	23,8	N/A	N/A
2.	08. 11. 2013	252	292	15,8	N/A	N/A
3.	14. 11. 2013	210	243	15,7	N/A	N/A
4.	20. 10. 2013	199	225	13,4	N/A	N/A
5.	18. 11. 2012	322	282	-12,5	N/A	N/A
6.	11. 12. 2014	230	258	12,2	N/A	N/A
7.	13. 11. 2014	184	206	12,1	N/A	N/A
8.	30. 10. 2013	195	218	11,6	N/A	N/A
9.	14. 10. 2014	174	154	-11,5	N/A	N/A
10.	08. 11. 2012	241	269	11,5	N/A	N/A

ření Dobsonova spektrofotometru na koncentraci SO_2 , již Brewerův spektrofotometr měří nezávisle na pozorování ozonu (Kerr et al. 1988). U Dobsonových spektrofotometrů byla také zjištěna závislost na teplotě stratosféry. V případě Brewerových spektrofotometrů je tato závislost méně výrazná, ale její variabilita může mít také vliv na velikost rozdílů



Obr. 6 Prostorové rozložení celkového ozonu nad Antarktidou podle družicových měření přístroje OMI (NASA 2019) ve vybraných dnech s výraznými rozdíly v celkovém ozonu naměřeném Brewerovými a Dobsonovými spektrofotometry na stanicích Marambio a Amundsen-Scott (polohy stanic vyznačeny červenými body), přičemž (a) 16. 10. 2011, (b) 20. 11. 2015, (c) 26. 8. 2012, (d) 26. 12. 2012, (e) 2. 11. 2013, (f) 8. 11. 2013, (g) 11. 12. 2014, (h) 30. 10. 2013.

Fig. 6. Distribution of total ozone column over Antarctica according to the OMI satellite instrument (NASA 2019) on selected days with large differences between total ozone measured by Brewer and Dobson spectrophotometers at the stations Marambio and Amundsen-Scott (marked by red dots), where (a) 2011-10-16, (b) 2015-11-20, (c) 2012-08-26, (d) 2012-12-26, (e) 2013-11-02, (f) 2013-11-08, (g) 2014-12-11, and (h) 2013-10-30.

celkového ozonu naměřeného různými přístroji (Staehlin et al. 1998). Jiným potenciálním zdrojem chyb může být i čas měření jednotlivých přístrojů – denní průměr celkového ozonu je počítán z více nezávislých měření, která se mohou v případě obou studovaných přístrojů lišit. Vzhledem k tomu, že množství ozonu je v oblasti polárního víru značně proměnlivé (např. na jižním pólu se dle Nichola a Valentio (1993) může změnit až o 20 DU v průběhu jedné hodiny), některé extrémní hodnoty mohly být způsobeny touto časovou nehomogenitou.

Rozmezí deseti nejvýraznějších odchylek denních průměrů celkového ozonu naměřeného Brewerovým a Dobsonovým spektrofotometrem se na stanici Marambio pohybuje mezi 14,6–45,9% a na stanici Amundsen-Scott mezi 11,5–23,8% (tab. 1). Kromě individuálních vlastností spektrofotometrů může být důvodem pro výraznější odchylky na stanici Marambio i velmi proměnlivé množství ozonu, typické pro okraj jižního polárního víru.

Největších relativních odchylek v měření Brewerova a Dobsonova spektrofotometru bylo na stanici Marambio dosaženo v srpnu (celkem pět z deseti studovaných případů). Měření ozonu na začátku antarktického jara je ovlivněno vysokými zenitovými úhly Slunce. Například 14. 08. 2013 šlo o první měření Dobsonova spektrofotometru v daném roce. Naměřené hodnoty mohly být ovlivněny i probíhajícími fotochemickými reakcemi při vývoji ozonové díry, a tedy sníženým množstvím ozonu v atmosféře (obr. 6c). Jak bylo řečeno v předchozí části studie, oba tyto faktory hrají na stanici Marambio výraznou roli ve shodě dat naměřených oběma spektrofotometry. Čtyři případy výrazných odchylek na stanici Marambio byly zaznamenány v období rozpadu ozonové anomálie, tj. v průběhu října a listopadu. V těchto měsících mohla být měření ovlivněna nejen poměrně nízkým množstvím ozonu, ale i samotnou polohou stanice na okraji polárního víru (obr. 6a, b), a tedy velmi proměnlivým množstvím ozonu v atmosféře. Pokud nebyla měření Brewerova a Dobsonova spektrofotometru prováděna vždy v přibližně stejnou denní dobu, tato proměnlivost mohla ovlivnit vypočítaný průměrný denní celkový ozon, který se tak mohl lišit v případě jednotlivých přístrojů o více než 60 DU. Proměnlivost množství ozonu v průběhu dne mohla být zejména při malém počtu pozorování v daném dni hlavní příčinou nejvýraznějších kladných i záporných odchylek, které na rozdíl od relativně menších diferencí nemají na stanici Marambio systematický charakter. Poslední případ byl zaznamenán v průběhu antarktického léta (obr. 6d). Zde se mohly promítnout individuální charakteristiky přístrojů, ale i proměnlivost množství ozonu v jižních subpolárních oblastech. Pro druhou možnost hovoří zejména jediné měření Brewerova i Dobsonova spektrofotometru v daném dni. Tato dvě měření mohla být časově značně vzdálená, a tedy mohla zkoumat vzduchové hmoty s odlišnými vlastnostmi.

Na stanici Amundsen-Scott bylo z důvodu absence měření v měsících s vysokým zenitovým úhlem Slunce zaznamenáno všech deset extrémních případů v průběhu pozdního antarktického jara a brzkého léta. Všechny tyto výrazné odchylky byly zaznamenány ve fázi ozonové anomálie, žádná ve vrcholném létě, kdy je polární vír již zcela rozpadlý. Jak je patrné z obr. 6e–h, také na stanici Amundsen-Scott jsou pravděpodobně výrazné odchylky podmíněny značnou proměnlivostí ozonu, související s rozpadajícím se decentralizovaným polárním vírem, jehož okraj může na konci antarktického jara a na začátku antarktického léta dosáhnout až k jižnímu pólu.

Počet pozorování v daných dnech by podobně jako na stanici Marambio mohl indikovat možnost ovlivnění měření proměnlivostí množství ozonu v průběhu dne, tato proměnná ale nebyla pro stanici Amundsen-Scott v databázi WOUDC k dispozici.

4. Shrnutí a závěr

Na antarktickém kontinentu se ve studovaném období nacházely pouze dvě stanice, které disponují současným měřením celkového ozonu pomocí Brewerova i Dobsonova spektrofotometru. Byly to argentinská stanice Marambio, která leží v blízkosti jižního polárního kruhu v oblasti Antarktického poloostrova, a americká stanice Amundsen-Scott, nacházející se na jižním pólu. V této studii byly porovnány denní průměry celkového ozonu naměřené na těchto stanicích pomocí Brewerových a Dobsonových spektrofotometrů v letech 2011–2015.

V případě obou stanic byly odchylky mezi celkovým ozonem naměřeným Brewerovým a Dobsonovým spektrofotometrem statisticky významné, přičemž na stanici Marambio Dobsonův spektrofotometr systematicky podhodnocoval a na stanici Amundsen-Scott nadhodnocoval průměrný denní celkový ozon ve srovnání s měřením Brewerovým spektrofotometrem. Diference byly na stanici Marambio nejvýraznější v období s vysokým zenitovým úhlem Slunce. V jarních měsících, kdy se nad stanicí vyskytovala ozonová anomálie, docházelo k nárůstu variability rozdílů. Na stanici Amundsen-Scott byly zjištěny největší odchylky v jarních měsících. Relativní velikost diferencí byla závislá na množství ozonu v atmosféře, na stanici Marambio navíc i na zenitovém úhlu Slunce, s jehož růstem stoupala systematická chyba i variabilita diferencí celkového ozonu naměřeného Brewerovým a Dobsonovým spektrofotometrem.

Největší odchylky v měřeních Brewerova a Dobsonova spektrofotometru nastávaly na obou stanicích v období s velkou proměnlivostí ozonu. V případě stanice Marambio šlo nejčastěji o srpen, kdy se ozonová anomálie teprve začíná formovat. Následně se největší odchylky na obou stanicích vyskytovaly při rozpadu polárního víru, kdy se vybrané stanice nacházely na jeho okraji. K tomuto procesu dochází na stanici Marambio dříve, tedy již v průběhu října a v listopadu. Stanice Amundsen-Scott bývá ovlivněna již téměř rozpadlým a silně decentralizovaným polárním vírem, který je možné pozorovat zejména v průběhu listopadu a na začátku prosince.

Studie potvrdila, že jednotlivé dvojice měření Brewerovým a Dobsonovým spektrofotometrem se chovají individuálně a jsou závislé na kalibračních faktorech i na atmosférických podmínkách. K nejdůležitějším činitelům ovlivňujícím diference naměřeného celkového ozonu patří zenitový úhel Slunce a samotné množství ozonu v atmosféře, roli ale mohou hrát i jiné proměnné. Pravděpodobně nejdůležitějším faktorem v prostředí Antarktidy je však značná proměnlivost ozonu v období vyplňování ozonové anomálie. Brewerovy a Dobsonovy spektrofotometry totiž neměří ozon synchronně, ale v různých časových intervalech, což při velmi proměnlivém množství ozonu může vést ke značným odchylkám. V dalších studiích by proto bylo vhodné zaměřit se nejen na denní průměry, ale i na individuální měření jednotlivých přístrojů.

Poděkování:

Tento příspěvek vznikl s podporou projektu SFŽP č. 03461022 „Monitorování stavu ozonové vrstvy Země a UV záření v Antarktidě“ a v rámci projektů Ministerstva školství, mládeže a tělovýchovy ČR (CZ.02.1.0/1/0.0/0.0/16_013/0001708 a LM2015078).

Literatura:

- ČÍŽKOVÁ, K., LÁSKA, K., METELKA, L., STANĚK, M., 2019. Intercomparison of Ground- and Satellite-Based Total Ozone Data Products at Marambio Base, Antarctic Peninsula Region. *Atmosphere*, Vol. **10**, 721, s. 1–26, doi:10.3390/atmos10110721.
- FARMAN, J. C., GARDINER, B. G., SHANKLIN, J. D., 1985. Large losses of total ozone in Antarctica reveal seasonal ClO_x/NO_x interaction. *Nature*, Vol. **315**, s. 207–210.
- KARPPINEN, T., LAKKALA, K., KARHU, J. M., HEIKKINEN, P., KIVI, R., KYRÖ, E., 2016. Brewer spectrophotometer total ozone column measurements in Sodankylä. *Geosci. Instrum. Method. Data Syst.*, Vol. **5**, s. 229–239.
- KERR, J. B., ASBRIDGE, I. A., EVANS, W. F. J., 1988. Intercomparison of total ozone measured by the Brewer and Dobson spectrophotometers at Toronto. *Journal of Geophysical Research*, Vol. **93**, D9, 11129–11140.
- KERR, J. B., McELROY, C. T., 1995. Total ozone measurements made with the Brewer ozone spectrophotometer during STOIC 1989. *Journal of Geophysical Research*, Vol. **100**, D5, s. 9225–9230.
- KIM, J., KIM, J., CHO, H.-K., HERMAN, J., PARK, S. S., LIM, H. K., KIM, J.-H., MIYAGAWA, K., LEE, Y. G., 2017. Intercomparison of total column ozone data from the Pandora spectrophotometer with Dobson, Brewer, and OMI measurements over Seoul, Korea. *Atmospheric Measurement Techniques*, Vol. **10**, s. 3661–3676, 2017.
- LLOYD, S., SWARTZ, W. H., KUSTERER, T., ANDERSON, D., McELROY, C. T. et al., 1999. Intercomparison of total ozone observations at Fairbanks, Alaska, during POLARIS. *Journal of Geophysical Research*, Vol. **104**, D21, s. 26767–26778.
- MAHLMAN, J. D., PINTO, J. P., UMSCHIED, L. J., 1994. Transport, radiative, and dynamical effects of the Antarctic ozone hole – a GFDL SKYHI model experiment. *Journal of the Atmospheric Science*, Vol. **51**, s. 489–508.
- METELKA, L., STANĚK, M., VANÍČEK, K., 2016. Pět let měření ozonu v Antarktidě. *Meteorologické zprávy*, roč. **69**, č. 2, s. 60–63.
- NASA, 2019. National Aeronautics and Space Administration: NASA Ozone Watch (2019). Dostupné z WWW: <https://ozonewatch.gsfc.nasa.gov/>.
- NICHOL, S. E., VALENTI, C., 1993. Intercomparison of total ozone measured at low sun angles by the Brewer and Dobson spectrophotometers at Scott Base, Antarctica. *Geophysical Research Letters*, Vol. **20**, s. 2051–2054.
- SCAR, 2019. Scientific Committee on Antarctic Research (SCAR): Antarctic Digital Database (2019). Dostupné z WWW: <https://www.add.scar.org/>.
- SOLOMON, S., 1987. Ozone climatology – more news from Antarctica. *Nature*, Vol. **326**, s. 20.
- SOLOMON, S., IVY, D. J., KINNISON, D., MILLS, M. J., NEELY, R. R., SCHMIDT, A., 2016. Emergence of healing in the Antarctic ozone layer. *Science*, Vol. **353**, s. 269–274.
- STAEHLIN, J., RENAUD, A., BADER, J., MCPETERS, R., VIATTE, P. et al., 1998. Total ozone series at Arosa (Switzerland): Homogenization and data comparison. *Journal of Geophysical Research*, Vol. **103**, D5, s. 5827–5841.
- WOUDC, 2019. World Ozone and Ultraviolet Radiation Data Centre (WOUDC): Data Search / Download (2019). Dostupné z WWW: <https://woudc.org/data/explore.php?lang=en>.

Recenzenti (Reviewers):

RNDr. Pavla Skřivánková, RNDr. Peter Křížan, Ph.D.

Zpráva o průběhu sanačních prací ropných lagun v Ostravě a identifikaci špiček koncentrací SO₂ v jejich okolí

Report on the process of remediation work at oil lagoons in Ostrava and identification of peaks of SO₂ concentrations in their vicinity

Vladimíra Volná

Český hydrometeorologický ústav, pobočka Ostrava
K Myslivně 3/2182, 708 00 Ostrava-Poruba
✉ vladimira.volna@chmi.cz

Daniel Hladký

Český hydrometeorologický ústav, pobočka Ostrava
K Myslivně 3/2182, 708 00 Ostrava-Poruba
✉ daniel.hladky@chmi.cz

The aim of the paper is to evaluate the process of remediation work at oil lagoons in Ostrava and related impact on air quality. During the remediation work, the inhabitants of some localities of Ostrava met an unpleasant odour and high short-term concentrations of sulphur dioxide. The application of back trajectories of wind flow was used to verify the cause of these situations. This internal application of the Czech Hydrometeorological Institute (CHMI) uses hourly and 10-minute data from the climatological database CLIDATA, then interpolates them into the area of the Czech Republic and calculates the back trajectory for the selected locality. The intention of the paper was to confirm the assumption that the peaks of high concentrations of SO₂ were caused by remediation work and not by another source in the Ostrava region. The BackTrajectory application is an important tool for detecting the sources of short-term episodes of air pollution and odours.

KLÍČOVÁ SLOVA: laguny – Ostramo – oxid siřičitý – zátěž ekologická – sanace – trajektorie zpětná

KEYWORDS: lagoons – Ostramo – sulphur dioxide – ecological burden – remediation – back trajectory

1. Úvod

Za starou ekologickou zátěž považujeme závažnou kontaminaci horninového prostředí, podzemních a povrchových vod, ke které došlo z důvodu nevhodného nakládání s nebezpečnými látkami. Mezi nebezpečné látky řadíme ropné látky, pesticidy, těžké kovy, polychlorované bifenylly a další.

Kontaminovanými místy jsou např. skládky, průmyslové areály, zemědělské plochy, vojenské základny. Z těchto lokalit pak dále dochází k úniku nebezpečných látek do životního prostředí, které negativně ovlivňují i zdraví obyvatel v okolí. Jedním z nejzávažnějších ekologických problémů v České republice byly odpadní laguny v bývalém zpracovatelském závodě Ostramo v Ostravě (obr. 1). Nejvíce postiženým místem z důvodu obtěžujícího zápachu a vysokých koncentrací nebezpečných látek v ovzduší bylo v tomto případě ostravské sídliště Fifejdy.

Od konce roku 2017 se obyvatelé Ostravy na některých lokalitách opět setkali s výskytem nepříjemného zápachu a vysokých krátkodobých koncentrací některých znečišťujících látek v ovzduší. Zápach i výskyt špiček těchto vysokých koncentrací, především oxidu siřičitého (SO₂), souvisel s pracemi na odstraňování staré ekologické zátěže v areálu lagun po bývalém chemickém závodě Ostramo. Kaly byly vytěženy a odvezeny z Ostravy do konce roku 2018. Odvezením a následnou likvidací kalů ovšem sanace lagun neskončily. Následně se muselo vyřešit také vyčištění území (kontaminované zeminy a podzemní vody). Tyto kroky už ale neznamenaly pro obyvatele nedalekého sídliště Ostrava-Fifejdy a nejbližšího okolí zátěž v podobě nepříjemného a obtěžujícího zápachu ani vysokých koncentrací škodlivin v ovzduší.



Obr. 1 Laguny Ostramo před sanačními pracemi (autor: Z. Blažek, 2008).

Fig. 1. The lagoon area of Ostramo before the remediation work (author: Z. Blažek, 2008).

2. Popis ekologické zátěže, sanačních prací a metody hodnocení epizod vysokých koncentrací

2.1 Trocha historie

Ostravské laguny vznikly ukládáním odpadu z rafinérské výroby, která již od konce 19. století spočívala v rafinaci ropného destilátu a jeho separaci na petrolej a topný olej, ve výrobě parafinu a mazacích olejů. V druhé polovině minulého století byly do lagun ukládány rovněž odpady z použitých mazacích olejů. Koncem 70. let 20. století docházelo k prvním evidovaným havarijním únikům nebezpečných látek, v 80. letech pak probíhala už pouze regenerace upotřebených mazacích olejů. V roce 1992 se majitelem podniku stala společnost Ostramo, Vlček a spol., s. r. o. V roce 1996 byl provoz zastaven. Jelikož celkový rozsah následných sanačních opatření přerostl technické a finanční možnosti vlastníka, bylo vládním usnesením č. 626 z roku 1996 rozhodnuto o převzetí ekologické zátěže státem. Přípravou a zajištěním sanace skládky byl pověřen státní podnik DIAMO. Při povodních v roce 1997 vyteklo z areálu lagun několik tisíc tun olejů do blízkého potoka.

V srpnu 2004 byla uzavřena Realizační smlouva o provedení prací při sanaci ekologických škod a následné rekultivaci mezi státním podnikem DIAMO a sdružením firem „Sdružení Čistá Ostrava“ (společnost Geosan Group a firmy ŽS Brno a pražský Aquatest, rozhodujícím dodavatelem byla stavební firma Tchas). Vytěžené kaly byly přepracovány pro využití jako palivo v elektrárnách nebo cementárnách. Z tohoto období jsou pak zveřejněny např. také informace o nelegálním vývozu odpadních kalů do Polska, nebo o jejich umístění v areálu bývalých papíren ve Vratimově. Palivo Geobal, vyrobené neutralizací vápnem z kalů vytěžených v 1. etapě sanace do roku 2012, bylo využito v cementárně v Čížkovicích na Litoměřicku (DIAMO 2018; ARNIKA 2018; IDNES.CZ/Ostrava a Moravskoslezský kraj 2018).

Na konci roku 2015 vyhrála výběrové řízení na odstranění tzv. nadbílancích kalů z ropných lagun Ostramo v Ostravě společnost AVE CZ odpadové hospodářství. Na základě smlouvy uzavřené se státním podnikem DIAMO by společnost AVE CZ měla z ropných lagun odtěžit a vymístit přes 91 000 tun kalů. Dne 1. listopadu 2017 došlo k oficiálnímu zahájení prací na projektu „Nápravná opatření – laguny OSTRAMO, nadbílancní kaly, 1. Realizační etapa“. Zahájení prací předcházelo převzetí pracoviště od státního podniku DIAMO dne 31. 10. 2017. Za účelem odstranění odpadních kalů byl navržen technologický postup, který prošel procesem EIA (posuzování vlivů na životní prostředí) a následně získal i tzv. integrované povolení vydané Krajským úřadem Moravskoslezského kraje (AVE CZ odpadové hospodářství 2018).

Následné zpracování kalů bylo naplánováno v plynárně ve Vřesové na Sokolovsku. Jelikož denní kapacita plynárny je omezená, bylo nutné ostravské kaly dočasně uložit, k čemuž byla ve schváleném projektu navržena lokalita v Čáslavi.

Oficiální informace o začátku a průběhu prací jsou uveřejněny na internetových stránkách realizátora zakázky www.ave.cz.

2.2 Stručný popis průběhu sanačních prací

Cílem sanačních prací v lokalitě laguny Ostramo bylo odstranění 91 562 tun nadbílancích kalů. Toto množství se skládalo ze 71 360 tun surových kalů (laguna R3) a 20 202 tun zavápněných kalů (laguny R1 a R2). Pracovníci společnosti AVE CZ se snažili surové kaly stabilizovat a poté mechanickou úpravou přeměnit na odpad vhodný pro energetické využití. Surové kaly uložené v laguně R3 byly přetěžovány pomocí kalových čerpadel a pásových rypadel do vybudovaných zavápnovacích jímek (obr. 2). Pomocí speciální zavápnovací frézy se do surových kalů aplikovalo pálené vápno, následně docházelo ke zrání odpadů. Vápnění v jímkách doprovázel nepříjemný pach uvolňovaný prostřednictvím vrstvy vody nebo vápenného mléka. Po třídním zrání v jínce se kaly odtěžily na přilehlou manipulační plochu. Poté se kaly pomocí dozéru přesunuly k místu nakládky. Díky manipulaci s materiálem docházelo k jeho provzdušnění, což urychluje proces zrání. Následně se kaly převezly na mezideponii, která je součástí areálu. Zde docházelo k mechanické úpravě zavápněných kalů, odpad se třídil a zároveň docházelo k separaci nežádoucích příměsí. V poslední fázi došlo k nakládce a transportu selektivně odtěžených odpadů do zařízení ke koncovému využití v energetice či odstranění.



Obr. 2 Laguny Ostramo v době sanačních prací (autor: R. Štěrbá, 2018).

Fig. 2. The lagoon area of Ostramo at the time of remediation work (author: R. Štěrbá, 2018).

2.3 Monitoring ovzduší v době sanačních prací

V souladu s platným integrovaným povolením byly práce na lokalitě Laguny Ostramo řízeny pomocí kontinuálního monitorovacího systému měření kvality ovzduší ve vnitřním a vnějším okruhu (obr. 3). Vnitřní okruh zahrnoval sedm samostatných měřicích bodů, které byly rozmístěny v areálu a sledovaly stav koncentrace oxidu siřičitého. Tříkrát za den se také měřily koncentrace sirovodíku (H_2S). Vnější okruh se skládal ze tří stacionárních měřicích stanic, které byly umístěny v lokalitách Ostrava-Přívov¹, Ostrava-Fifejdy² a Ostrava-Mariánské Hory³. Všechny tyto stanice sledovaly koncentrace oxidu siřičitého, na stanici Ostrava-Fifejdy byla navíc monitorována koncentrace sirovodíku a suspendovaných částic PM_{10} . Pokud monitorovací systém zaznamenal překročení limitních koncentrací, byla automaticky generována zpráva, kterou obdržel řídicí pracovník provozovatele zařízení (AVE). Ten byl povinen neodkladně přerušit integrovaným povolením definované činnosti (jednalo se zejména o odtěžování surových kalů a aplikaci vápna do surových kalů).

Integrovaným povolením⁴ byly stanoveny limity a definovány činnosti, které musely být přerušeny v případě zjištění nadlimitních koncentrací sledovaných polutantů SO_2 , H_2S , PM_{10} na vnitřním a vnějším okruhu imisního monitorovacího sys-



Obr. 3 Online monitoring kvality ovzduší v okolí lagun Ostramo (www.ave.cz/cs/media/napravna-opatreni/monitoring), příklad ze dne 3. 10. 2018.

Fig. 3. Online air quality monitoring in the surroundings of lagoons Ostramo (www.ave.cz/cs/media/napravna-opatreni/monitoring), the example of October 3, 2018.

- 1 Ostrava-Přívov (ČHMÚ): www.chmi.cz/files/portal/docs/uoco/web_generator/locality/pollution_locality/loc_TOPR_CZ.html
- 2 Ostrava-Fifejdy (ČHMÚ): www.chmi.cz/files/portal/docs/uoco/web_generator/locality/pollution_locality/loc_TOFF_CZ.html
- 3 Ostrava-Mariánské Hory (Zdravotní ústav se sídlem v Ostravě, Statutární město Ostrava): www.chmi.cz/files/portal/docs/uoco/web_generator/locality/pollution_locality/loc_TOMH_CZ.html
- 4 Platné integrované povolení a plnění podmínek integrovaného povolení: www.msk.cz/assets/temata/ippc/files/ave-cz---napravna-opatreni_-laguny-ostromo.pdf, www.ave.cz/cs/media/napravna-opatreni/monitoring/podminky-integrovaneho-povoleni

tému (Moravskoslezský kraj 2018). Průběh sanačních prací byl přímo řízen výsledky on-line monitoringu kvality ovzduší (obr. 3) prováděného výhradně monitorovacími stanicemi Zdravotního ústavu se sídlem v Ostravě. Stanice provozované Českým hydrometeorologickým ústavem (ČHMÚ) nebyly do tohoto monitoringu začleněny (AVE CZ odpadové hospodářství 2018). Data z monitorovacích stanic ČHMÚ Ostrava Přívov a Ostrava – Fifejdy byly použity pro vyhodnocení dopadů sanačních prací na okolní obydlenou oblast.

2.4 Aplikace Zpětné trajektorie

Pro případné odhalení původce znečištění ovzduší v daném místě se využívají údaje o směru a rychlosti větru, např. tzv. vážené koncentrační růžice, které sdělují, jak často se daná kombinace směru a rychlosti větru vyskytuje a jakou měrou se koncentrace naměřené při těchto rychlostech a směrech větru podílí na celkové průměrné koncentraci za dané období. Oproti tomu např. koncentrační růžice podává informaci o tom, z jakých směrů a při jakých rychlostech přichází na danou lokalitu maximální příspěvky koncentrací dané znečišťující látky za určité období. V případě výskytu krátkodobých epizod s vysokými koncentracemi škodlivin nebo zápachu v ovzduší je důležitá informace o směru a rychlosti větru z doby výskytu zvýšené koncentrace a určitého časového úseku před jejím výskytem.

Často řešené dotazy veřejnosti v severovýchodní části Moravy se týkají určení možného zdroje zápachu nebo znatelného znečištění, např. v podobě tmavého kouře. V těchto případech jde především o možné potvrzení či vyvrácení předpokládaného původce znečištění v dané lokalitě. Nejčastěji diskutovanými zdroji v oblasti Moravskoslezského kraje historicky byly a i v současnosti jsou Arcelor Mittal Ostrava a. s. (dnes Liberty Ostrava a. s.), Lenzing Biocel Paskov a. s., Třinecké železárny, a. s., OKK Koksovny, a. s. a také Laguny OSTRAMO. Na šíření látek v ovzduší se z meteorologických veličin mimo jiné nejvíce podílí směr a rychlost větru. Proto jsme se na oddělení kvality ovzduší ostravské pobočky ČHMÚ zaměřili na vytvoření aplikace, která by umožnila vyhodnotit zpětnou cestu proudění od místa zjištěného zápachu či znečištění. Interní aplikace ČHMÚ Zpětné trajektorie se skládá ze dvou nezbytných částí. První je bezprostředně navázána na klimatologickou databázi ČHMÚ CLIDATA a je schopna připravit vstupní data pro vlastní hodnocení zpětných trajektorií v 1hodinovém a 10minutovém kroku. Další navazující částí je vlastní aplikace, která meteorologická data interpoluje do plochy České republiky a pro zvolenou lokalitu, ať už stanici imisního monitoringu nebo souřadnicově libovolně zadaný bod, je schopná vypočítat zpětnou a samozřejmě také dopředu postupující trajektorii větru. Nevýhodou aplikace je, že data nejsou interpolována rovněž v závislosti na orografii terénu, což v místech složitého terénu způsobuje výrazné nepřesnosti. S ohledem na nekomplikovaný terén je však na Ostravsko-Karvinsku tato aplikace velmi dobře použitelná. Na dalším vývoji a zpřesňování aplikace dále pracujeme.

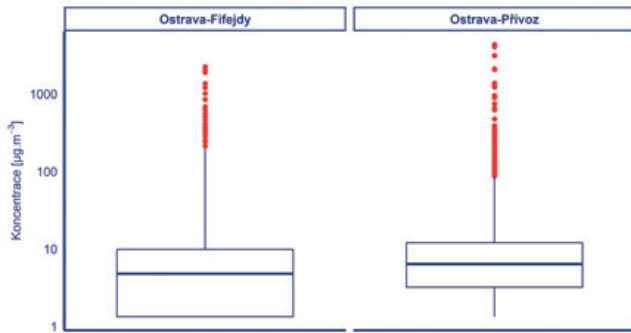
3. Výsledky

3.1 Znečištění ovzduší oxidem siřičitým v Ostravě v období probíhajících sanačních prací

V průběhu sanačních prací docházelo k uvolňování nebezpečných látek do ovzduší. Během 1. etapy sanačních prací se nejvyšší špičky hodinových koncentrací SO_2 v Ostravě vyskytly v roce 2011, převážně v měsících září a říjen. Nadlimitních denních hodnot SO_2 nad $125 \mu g \cdot m^{-3}$ dosáhly průměrné denní

koncentrace na lokalitách v Ostravě-Přívozu (denní maximum 660 $\mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$), Fifejdách (408 $\mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$) a Mariánských Horách (210 $\mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$), tedy na nejbližších lokalitách vzhledem k poloze lagun. Legislativou tolerovaný počet tří dnů s nadlimitními koncentracemi ale nebyl překročen ani na jedné z nich (v Os-

travě-Přívozu byly zaznamenány právě tři dny s překročením). Nejvyšší hodinová koncentrace 4 317,5 $\mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$ byla naměřena v Ostravě-Přívozu. Na této lokalitě a v Ostravě-Fifejdách bylo nadlimitních hodinových koncentrací (nad 350 $\mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$) dosaženo 19krát, v Ostravě-Mariánských Horách pětkrát v roce 2011. Maximální povolený počet 24 překročení za kalendářní rok tedy nebyl překročen (ČHMÚ 2012).

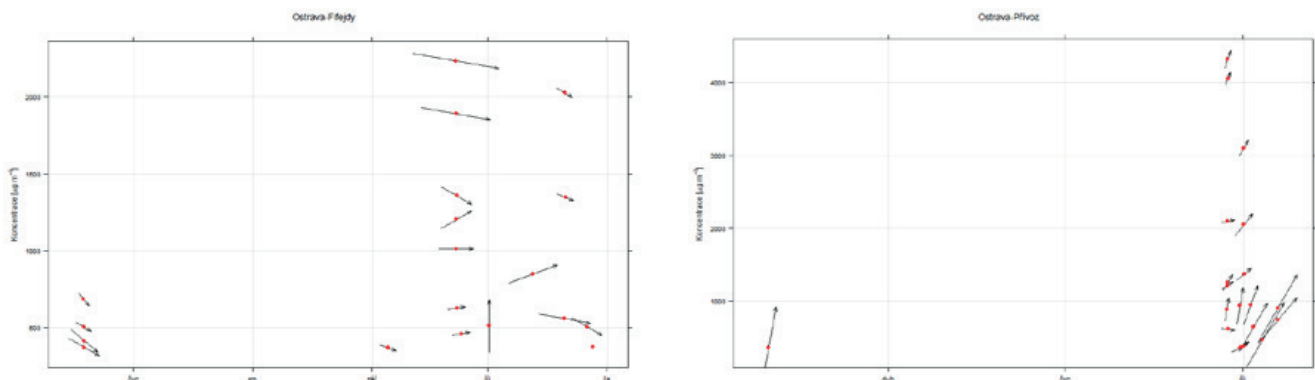


Obr. 4 Boxplot hodinových koncentrací SO_2 , stanice Ostrava-Fifejdy, Ostrava-Přivoz, 2011.

Fig. 4. Boxplot of hourly SO_2 concentrations, Ostrava-Fifejdy and Ostrava-Přivoz stations, 2011.

Statistické hodnocení koncentrací SO_2 na stanici Ostrava-Fifejdy v roce 2011 je znázorněno na obr. 4 a tab. 1 a 2. Rozložení hodinových koncentrací SO_2 na lokalitách Ostrava-Přivoz a Ostrava-Fifejdy v roce 2011 znázorňují boxploty na obr. 4, kde středová čára označuje medián a hranice obdélníku horní a dolní kvartil. Rozdíl obou lokalit je patrný především v počtu a rozpětí vysokých nadlimitních koncentrací, které jsou znázorněny odlehklými hodnotami v podobě červených bodů (obr. 4).

Hodinové koncentrace oxidu siřičitého nad 350 $\mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$ se znázorněním směru a rychlosti větru naměřeném na stanicích Ostrava-Fifejdy a Ostrava-Přivoz v roce 2011 jsou znázorněny na obr. 5. V lokalitě Ostrava-Fifejdy byly nejvyšší koncentrace SO_2 dosahovány při vysokých rychlostech větru západního směru. V lokalitě Ostrava-Přivoz pak byly nejvyšší koncentrace naměřeny při nízkých rychlostech větru jihozápadního směru.



Obr. 5 Hodinové koncentrace SO_2 nad 350 $\mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$ s vyznačením směru (směr šipky) a rychlosti větru (délka šipky), 2011, stanice Ostrava-Fifejdy (vlevo), stanice Ostrava-Přivoz (vpravo).

Fig. 5. Hourly concentrations of SO_2 above 350 $\mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$ with indication of wind direction (arrow direction) and wind speed (arrow length), 2011, Ostrava-Fifejdy station (left), Ostrava-Přivoz station (right).

Tab. 1 Základní statistické vyhodnocení koncentrací SO_2 na stanici ČHMÚ Ostrava-Fifejdy, 2011, $\mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$, UTC.

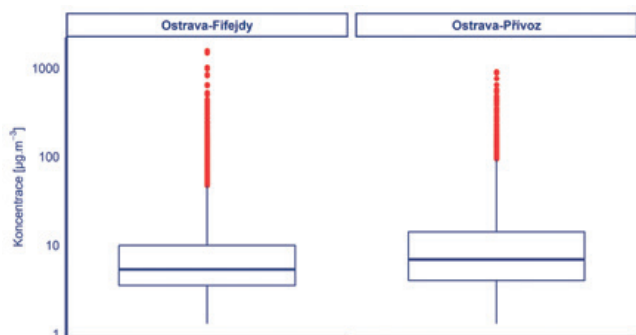
Table 1. Descriptive statistics of SO_2 concentrations at the CHMI Ostrava-Fifejdy station, 2011, $\mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$, UTC.

Ostrava-Fifejdy	Leden	Únor	Březen	Duben	Květen	Červen	Červenec	Srpen	Září	Říjen	Listopad	Prosinec
měsíční průměrná koncentrace	11,4	21,6	12,3	7,2	4,6	9,8	4,3	4,2	26,0	22,5	11,5	4,0
počet dnů s překročením 24h limitu	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0
max 24h koncentrace v měsíci	45,4	55,5	34,7	13,6	13,1	109,2	13,4	18,7	408,3	211,4	35,5	11,0
den s max 24h konc.	28	24	20	19	2	17	28	26	22	20	15	20
počet hodin s překročením 1h limitu	0	0	0	0	0	4	0	0	8	7	0	0
max hodinová konc.	163,5	167,5	176,6	61,0	78,3	683,3	86,0	70,3	2 234,3	2 027,6	75,9	42,3
den s max 1h konc.	29	9	21	11	10	18	28	19	22	21	13	8
hod s max 1h konc.	2	19	0	8	7	1	9	1	16	0	22	6

Tab. 2 Základní statistické vyhodnocení koncentrací SO₂ na stanici ČHMÚ Ostrava-Přívov, 2011, µg.m⁻³, UTC.

Table 2. Descriptive statistics of SO₂ concentrations at the CHMI Ostrava-Přívov station, 2011, µg.m⁻³, UTC.

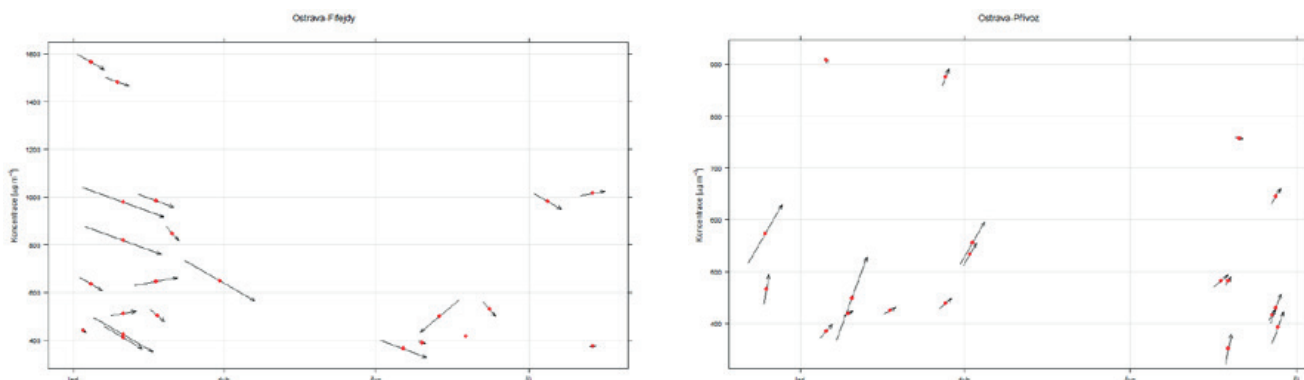
Ostrava-Přívov	Leden	Únor	Březen	Duben	Květen	Červen	Červenec	Srpen	Září	Říjen	Listopad	Prosinec
měsíční průměrná koncentrace	18,1	22,5	12,5	6,7	6,2	8,2	4,8	5,0	44,3	32,2	11,4	5,2
počet dnů s překročením 24h limitu	0	0	0	0	0	0	0	0	2	1	0	0
max 24h koncentrace v měsíci	55,5	59,1	36,6	15,2	17,6	23,1	13,3	20,2	660,3	230,2	36,5	11,1
den s max 24h konc.	29	24	1	19	2	21	13	26	22	1	15	2
počet hodin s překročením 1h limitu	1	0	0	0	0	0	0	0	9	9	0	0
max hodinová konc.	367,0	93,7	235,9	57,0	60,7	86,3	64,7	50,6	4 317,5	3 101,6	99,9	52,2
den s max 1h konc.	29	24	12	8	11	17	13	25	22	1	19	17
hod s max 1h konc.	13	11	7	19	8	18	23	15	23	3	11	6



Obr. 6 Boxplot hodinových koncentrací SO₂, stanice Ostrava-Fifejdy, Ostrava-Přívov, listopad 2017–prosinec 2018.

Fig. 6. Boxplot of hourly SO₂ concentrations, Ostrava-Fifejdy and Ostrava-Přívov stations, November 2017–December 2018.

Po zahájení nové etapy sanačních prací v listopadu 2017 se opět na některých ostravských stanicích měřících znečištění ovzduší začaly vyskytovat špičky vysokých hodinových koncentrací SO₂ provázené typickým nepříjemným zápachem.



Obr. 7 Hodinové koncentrace SO₂ nad 350 µg.m⁻³ s vyznačením směru (směr šipky) a rychlosti větru (délka šipky), listopad 2017–prosinec 2018, stanice Ostrava-Fifejdy (vlevo), stanice Ostrava-Přívov (vpravo).

Fig. 7. Hourly concentrations of SO₂ above 350 µg.m⁻³ with indication of wind direction (arrow direction) and wind speed (arrow length), November 2017–December 2018, Ostrava-Fifejdy stations (left), Ostrava-Přívov station (right).

Nejvyšší hodinové koncentrace SO₂ byly v období od listopadu 2017 do konce roku 2018 zaznamenány na stanici Ostrava-Fifejdy dne 11. 1. 2018 v 10 hodin (1 565 µg.m⁻³), 27. 1. 2018 v 8 hodin (1 481 µg.m⁻³) a 8. 11. 2018 v 7 hodin (1 015 µg.m⁻³). Listopad 2017, květen, červen a prosinec 2018 byly měsíce, kdy nedošlo k žádnému překročení krátkodobých limitů na žádné ze tří posuzovaných stanic. Z hlediska překračování hodinového limitu pro SO₂ (ČR 2012) od ledna do prosince roku 2018 došlo k 22 překročením hodnoty 350 µg.m⁻³ na stanici Fifejdy, 17 překročením v Přívově a ke dvěma překročením na stanici Mariánské Hory. Hodnota denního imisního limitu pro oxid siřičitý 125 µg.m⁻³ byla překročena 2krát na stanici Ostrava-Fifejdy ve dnech 30. 1. 2018 (195 µg.m⁻³) a 19. 2. 2018 (164 µg.m⁻³). Přes výše uvedené skutečnosti je ovšem důležité zdůraznit, že nedošlo k překročení povoleného počtu 24 těchto nadlimitních hodnot pro 24hodinové průměrné koncentrace ani počtu 3 pro nadlimitní hodinové koncentrace oxidu siřičitého za kalendářní rok.

Statistické hodnocení koncentrací SO₂ v období listopad 2017 až prosinec 2018 je znázorněno na obr. 6 a tab. 3 a 4. Rozložení hodinových koncentrací SO₂ na lokalitách Ostrava-Přívov a Ostrava-Fifejdy za období listopad 2017 až prosinec 2018 zná-

zoruují boxploty na obr. 6, kde středová čára označuje medián a hranice obdélníku horní a dolní kvartil. Rozdíl obou lokalit je patrný zejména v počtu a rozpětí vysokých nadlimitních koncentrací, které jsou znázorněné odlehklými hodnotami v podobě červených bodů (obr. 6).

Hodinové koncentrace oxidu siřičitého nad $350 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$ se znázorněním směru a rychlosti větru naměřeném na stanicích Ostrava-Fifejdy a Ostrava-Přivoz v období listopad 2017 až prosinec 2018 jsou znázorněny na obr. 7. Je patrné, že v lokalitě

Ostrava-Fifejdy byly nejvyšší koncentrace SO_2 dosahovány při nízkých rychlostech větru ze západního sektoru. V lokalitě Ostrava-Přivoz pak byly nejvyšší koncentrace naměřeny při nízkých rychlostech větru z jižního sektoru.

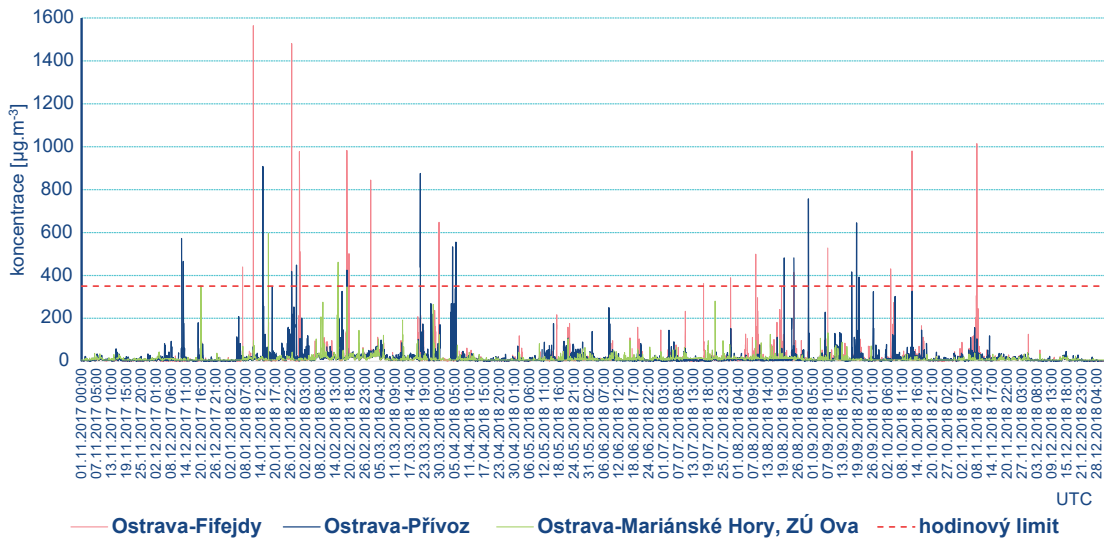
Námětem příspěvku je hodnocení sanačních prací na Lagunách Ostrava pouze v souvislosti s koncentracemi SO_2 . Kromě SO_2 se dá předpokládat také výskyt zvýšených koncentrací dalších škodlivin, např. těkavých organických látek.

Tab. 3 Základní statistické vyhodnocení koncentrací SO_2 na stanici ČHMÚ Ostrava-Fifejdy, listopad 2017–prosinec 2018, $\mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$, UTC.
Table 3. Descriptive statistics of SO_2 concentrations at the CHMI Ostrava-Fifejdy station, November 2017–December 2018, $\mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$, UTC.

Ostrava-Fifejdy	2017		2018											
	Listopad	Prosinec	Leden	Únor	Březen	Duben	Květen	Červen	Červenec	Srpen	Září	Říjen	Listopad	Prosinec
měsíční průměrná koncentrace	4,8	3,8	20,6	25,4	18,9	6,5	9,7	7,6	8,4	16,8	10,7	12,4	16,7	5,1
počet dnů s překročením 24h limitu	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
max 24h koncentrace v měsíci	16,2	15,4	194,6	164,3	65,2	17,6	33,9	19,0	39,6	78,0	33,9	53,1	90,4	13,7
den s max 24h konc.	16	2	30	19	29	11	22	20	28	8	7	12	8	14
počet hodin s překročením 1h limitu	0	0	9	3	2	0	0	0	2	2	1	1	2	0
max hodinová konc.	37,3	91,3	1 564,8	983,2	845,0	61,2	217,0	158,4	389,1	499,0	528,3	980,5	1 014,6	52,2
den s max 1h konc.	6	20	11	19	1	10	17	20	28	8	7	12	8	4
hod s max 1h konc.	9	21	10	8	5	5	14	6	21	8	7	8	7	12

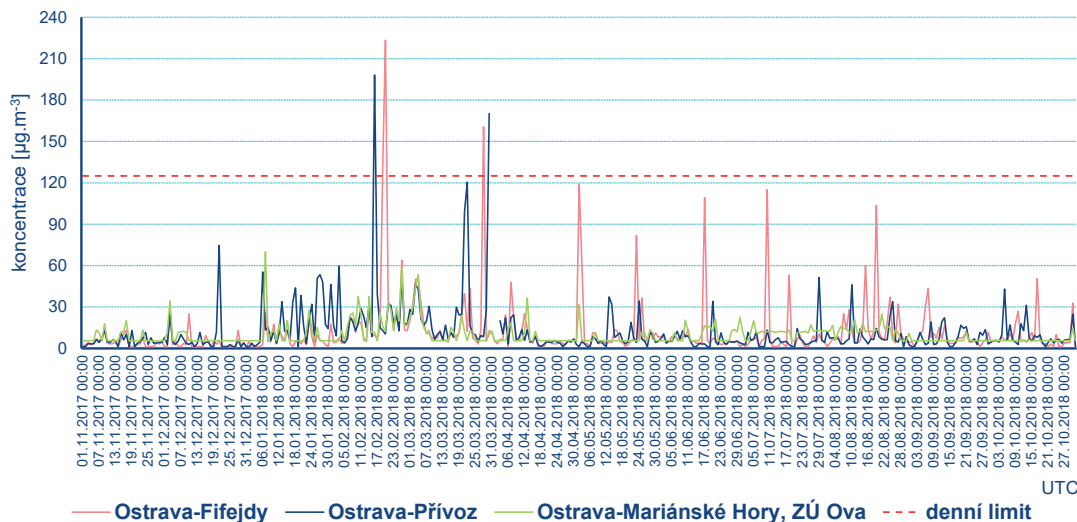
Tab. 4 Základní statistické vyhodnocení koncentrací SO_2 na stanici ČHMÚ Ostrava-Přivoz, listopad 2017–prosinec 2018, $\mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$, UTC.
Table 4. Descriptive statistics of SO_2 concentrations at the CHMI Ostrava-Přivoz station, November 2017–December 2018, $\mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$, UTC.

Ostrava-Přivoz	2017		2018											
	Listopad	Prosinec	Leden	Únor	Březen	Duben	Květen	Červen	Červenec	Srpen	Září	Říjen	Listopad	Prosinec
měsíční průměrná koncentrace	6,5	10,1	25,9	24,4	24,3	12,8	14,4	8,5	8,3	14,3	18,4	12,6	12,9	4,7
počet dnů s překročením 24h limitu	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
max 24h koncentrace v měsíci	16,6	46,2	97,3	59,3	97,1	92,3	34,7	32,9	33,5	75,6	99,6	36,7	28,9	17,6
den s max 24h konc.	7	13	15	15	21	4	24	8	28	30	19	12	7	15
počet hodin s překročením 1h limitu	0	2	4	1	2	2	0	0	0	4	4	0	0	0
max hodinová konc.	57,8	572,8	908,1	424,2	875,1	555,2	175,2	249,5	152,6	757,4	645,0	326,2	156,6	45,5
den s max 1h konc.	15	12	15	19	21	5	16	8	28	30	19	12	7	15
hod s max 1h konc.	8	14	8	8	20	15	6	6	23	6	6	9	9	10



Obr. 8 Průběh hodinových koncentrací SO₂ na vybraných stanicích v Ostravě, listopad 2017–prosinec 2018.

Fig. 8. The course of hourly concentrations of SO₂ at selected stations in Ostrava, November 2017–December 2018.



Obr. 9 Průběh denních koncentrací SO₂ na vybraných stanicích v Ostravě, listopad 2017–prosinec 2018.

Fig. 9. The course of daily concentrations of SO₂ at selected stations in Ostrava, November 2017–December 2018.

3.2 Koncentrační špičky SO₂ a zpětné trajektorie proudění vzduchu

Uvedené příklady použitých zpětných trajektorií proudění (obr. 10–12) ukazují na zdroj Laguny Ostramo při různém směru větru v Ostravě-Fifejdách a v Ostravě-Přivoze. Dne 30. ledna 2018 v době od 14. do 16. hodiny (obr. 10) se na stanici Ostrava-Fifejdy vyskytly nadlimitní koncentrace 977, 817 a 422 µg.m⁻³ ve třech po sobě jdoucích hodinách při ustáleném proudění ze západního sektoru od stanice a při rychlostech větru do 1,5 m.s⁻¹. Dalším příkladem mohou být trajektorie pro koncentrační špičku SO₂ 1 481 µg.m⁻³ dne 27. ledna 2018 v 8 hodin (obr. 11) rovněž na stanici Ostrava-Fifejdy, kdy převládalo proměnlivé proudění při nízkých rychlostech do 0,5 m.s⁻¹.

Vysoké špičky koncentrací SO₂ se převážně vyskytují v krátkých časových intervalech. Vysokou průměrnou hodinovou koncentrací SO₂ může způsobit např. také jen jedna 10minutová vysoká hodnota, která v dalším 10minutovém kroku spadne opět na nízkou úroveň (obr. 12). Interní aplikace pro zpětné trajektorie může vyhodnotit i takto krátký úsek, protože použí-



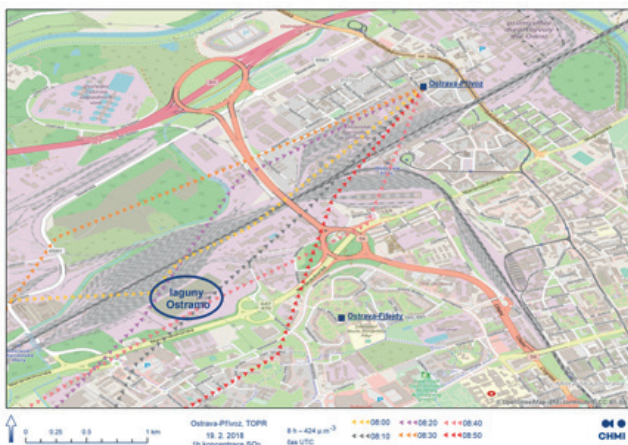
Obr. 10 Zpětné trajektorie proudění pro lokalitu Ostrava-Fifejdy, 30. 1. 2018.

Fig. 10. The back trajectories of wind, Ostrava-Fifejdy, 30. 1. 2018.



Obr. 11 Zpětné trajektorie proudění pro lokalitu Ostrava-Fifejdy, 27. 1. 2018.

Fig. 11. The back trajectories of wind, Ostrava-Fifejdy, 27. 1. 2018.



Obr. 12 Zpětné trajektorie proudění pro lokalitu Ostrava-Přivoz, 19. 2. 2018.

Fig. 12. The back trajectories of wind, Ostrava-Přivoz, 19. 2. 2018.

vá 10minutové meteorologické údaje o směru a rychlosti větru z klimatologických stanic ČHMÚ.

4. Závěr

Cílem tohoto příspěvku bylo informovat o sanačních pracích proběhlých na lagunách Ostrava a o souvisejících špičkových koncentracích SO_2 , které byly v tomto období v Ostravě naměřeny. Vyřešení problému staré ekologické zátěže na Ostravsku je jistě významným krokem ke zlepšení kvality životního prostředí v této oblasti, a to nejen z pohledu znečištění ovzduší, ale také jeho dalších složek (půda, podzemní vody). Ačkoliv se sanační práce neobešly bez výskytu vysokých krátkodobých koncentrací SO_2 , můžeme na ně pohlížet do jisté míry optimisticky z pohledu vyřešení dlouhodobého závažného ekologického problému, který významně omezoval rozvoj města a přispíval ke společensky negativnímu vnímání celého regionu.

Podobně vysoké hodnoty koncentrací SO_2 , jaké občasné nastaly při sanaci lagun, byly v kraji naposledy naměřeny na přelomu 80. a 90. let minulého století. Mimo krátkodobé epizody vysokých koncentrací SO_2 následkem sanačních prací na lagunách Ostrava v roce 2011, 2017 a 2018 se již koncentrace této škodliviny na Ostravsku pohybují v nízkých hladinách

a hodnoty imisních limitů (ČR 2012) pro tuto látku nejsou dále překračovány. Doporučená 24hodinová hodnota dle WHO (World Health Organization) pro ochranu lidského zdraví $20 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$ (WHO 2000; WHO 2013; WHO 2005) je nicméně nadále překračována, a to i bez příspěvku vlivu sanačních prací na lagunách. Odhad procenta populace v členských státech EU vystaveného vyšším 24hodinovým koncentracím SO_2 , než jsou doporučené hodnoty WHO, byl v roce 2018 21–38% (ČHMÚ 2019; EEA 2018).

V rámci tohoto příspěvku byl také prezentován příklad použití aplikace Zpětné trajektorie proudění vzduchu. Tento nástroj používaný v úseku kvality ovzduší ČHMÚ pomáhá odhalovat původce vysokého znečištění ovzduší a zápachu na základě dotazů veřejnosti nebo ve spolupráci s dalšími organizacemi, úřady, jako je např. Moravskoslezský kraj nebo Česká inspekce životního prostředí.

Literatura:

- ARNIKA, 2018. Likvidace lagun Ostrava [online]. [cit. 15. 2. 2018]. Dostupné z WWW: <http://arnika.org/likvidace-lagun-ostromo>.
- AVE CZ odpadové hospodářství, 2018. [online]. [cit. 15. 2. 2018]. Dostupné z WWW: <https://www.ave.cz>.
- ČHMÚ, 2012. Znečištění ovzduší na území České republiky v roce 2011, Air pollution in the Czech Republic in 2011. Praha: ČHMÚ. ISBN 978-80-87577-02-8.
- ČHMÚ, 2018. Znečištění ovzduší na území České republiky v roce 2017, Air pollution in the Czech Republic in 2017. Praha: ČHMÚ. ISBN 978-80-87577-83-7.
- ČHMÚ, 2019. Znečištění ovzduší na území České republiky v roce 2018, Air pollution in the Czech Republic in 2018. Praha: ČHMÚ. ISBN 978-80-87577-95-0.
- ČR, 2012. Zákon č. 201/2012 Sb. ze dne 2. května 2012 o ochraně ovzduší.
- DIAMO, 2018. [online]. [cit. 15. 2. 2018]. Dostupné z WWW: <http://www.diamo.cz>.
- EEA, 2018. Air quality in Europe – 2017. Report 12/2018. Copenhagen: EEA [online]. [cit. 27. 7. 2019]. Dostupné z WWW: <https://www.eea.europa.eu/publications/air-quality-in-europe-2018>.
- IDNES.CZ/Ostrava a Moravskoslezský kraj, 2018. Z lagun v Ostravě mají do konce roku zmizet kaly a s nimi i zápach [online]. [cit. 27. 4. 2018]. Dostupné z WWW: https://ostrava.idnes.cz/ost-ravske-laguny-kaly-ostromo-odvoz-zapach-fe9-/ostrava-zpravy.aspx?c=A180427_398286_ost-ravske-laguny-zpravy_woj.
- Moravskoslezský kraj, 2018. Integrované povolení čj. MSK 154420/2008 ze dne 27. 2. 2009, ve znění pozdějších změn [online]. [cit. 20. 9. 2018]. Dostupné z WWW: www.msk.cz/assets/temata/ippc/files/ave-cz---napravna-opatreni-_laguny-ostromo.pdf.
- WHO, 2000. Air Quality Guidelines for Europe, 2nd ed. Copenhagen: WHO Regional Office for Europe [online]. [cit. 6. 10. 2016]. Dostupné z WWW: http://www.euro.who.int/__data/assets/pdf_file/0005/74732/E71922.pdf.
- WHO, 2005. WHO Air quality guidelines for particulate matter, ozone, nitrogen dioxide and sulfur dioxide [online]. [cit. 28. 11. 2018]. Dostupné z WWW: http://apps.who.int/iris/bitstream/handle/10665/69477/WHO_SDE_PHE_OEH_06.02_eng.pdf;jsessionid=7B7D2A10EA9E26A0400547EF1A8AC57D?sequence=1.
- WHO, 2013. Review of evidence on health aspects of air pollution – REVIHAAP. WHO Regional Office for Europe [online]. [cit. 6. 10. 2016]. Dostupné z WWW: http://www.euro.who.int/__data/assets/pdf_file/0020/182432/e96762-final.pdf.

Lektoři (Reviewers):

RNDr. Radim Tolasz, Ph.D., Ing. Petra Bauerová, Ph.D.

Amatérská meteorologická stanice Netatmo a analýza výsledků jejího měření

Netatmo home weather station and analysis of its measurement results

Stanislava Kliegrová

Český hydrometeorologický ústav, pobočka Hradec Králové
Dvorská 410, 503 11 Hradec Králové
✉ stanislava.kliegrova@chmi.cz

Ivan Novosad

Český hydrometeorologický ústav, pobočka Hradec Králové
Dvorská 410, 503 11 Hradec Králové
✉ ivan.novosad@chmi.cz

The development of technology and technologies is very rapid and significantly affects the atmospheric sciences where the terms of *Internet of Things* and *Crowdsourcing* have been defined. Measurements using home weather stations can be an important source of information for meteorologists and climatologists. The article focuses on the description and examples of the use of measurement results of the worldwide popular home weather station of the Netatmo company. The results of a comparison of the measurement results of the standard climatological station of the Czech Hydrometeorological Institute (CHMI) and the Netatmo home weather station for selected meteorological elements (air temperature, humidity and precipitation) in Hradec Králové are presented.

KLÍČOVÁ SLOVA: internet věcí – crowdsourcing – amatérská meteorologická stanice – Netatmo – teplota vzduchu – relativní vlhkost vzduchu – srážky

KEYWORDS: Internet of Things – Crowdsourcing – home weather station – Netatmo – air temperature – relative air humidity – precipitation

1. Úvod

V atmosférických vědách je čím dál tím populárnější využívání veřejných dat, které s sebou přináší s novými možnostmi i novou terminologii (například internet věcí nebo crowdsourcing). Internet věcí (anglicky Internet of Things, zkratka IoT) znamená „chytré věci“ (čidla nebo přístroje), které jsou připojeny na internet. „Chytré věci“ jsou vybaveny elektronikou, softwarem a připojením k internetu, které umožňuje těmto systémům se propojit a vyměňovat si data.

Pojem crowdsourcing byl poprvé použit v červnu 2006 v časopise Wired Magazine (Howe 2006) ve smyslu a s myšlenkou „zadat úkol davům“, tedy pověřit úkolem veřejnost.

Nyní je crowdsourcing používán ve smyslu „sbírání (získávání) velkých objemů veřejných dat“ v mnoha vědeckých disciplínách. Co se týče atmosférických věd, informace mohou být nyní získávány z mnoha netradičních zdrojů, jako například z amatérských meteorologických stanic a čidel, „chytrých věcí“ nebo sociálních sítí (Muller 2015).

Výsledky měření amatérských meteorologických stanic, které jsou často shromažďovány a prezentovány na různých webových rozhraních, mohou být významným zdrojem informací pro profesionální meteorology. Výstupy můžeme najít například na webových stránkách Weather underground (<https://www.wunderground.com/wundermap>), firmy Netatmo pro meteorologické stanice této značky (<https://weathermap.netatmo.com/>), národní meteorologické služby Velké Británie Met Office (<https://wow.metoffice.gov.uk/>) nebo programu The Citizen Weather Observer Program (CWOP) (<http://wxqa.com/>).

Tato data mohou zahustit údaje ze standardní sítě stanic národních meteorologických služeb, a přinášejí tedy pro meteorology a klimatology více informací v čase a prostoru. Údaje mají široké potenciální využití například pro numerické předpovědní modely, nowcasting, výstražnou službu, verifikaci dat, případně pro odborné studie.

Kromě výhod je však třeba mít na paměti i nevýhody, mezi které patří zejména nemožnost ovlivnit dostupnost a kvalitu těchto dat. Pro smysluplné využití je dále potřeba zejména vývoj automatických kontrolních mechanismů, které vyloučí nespolehlivá data. Vzhledem k velkým objemům těchto dat to přináší nové požadavky na technické vybavení a počítačovou infrastrukturu. Je nutno uvažovat i o případných legislativních problémech, které mohou souviset s ochranou osobních údajů a které mohou být v různých státech různé.

Více informací o možnostech využití crowdsourcingu a internetu věcí v meteorologii a klimatologii zejména v národních meteorologických službách lze nalézt v Kliegrová (2020).

2. Amatérská meteorologická stanice Netatmo a využití výsledku měření

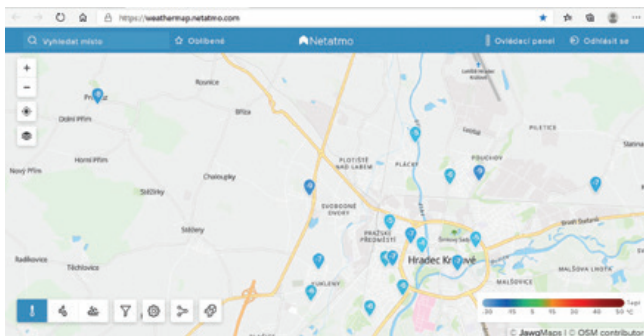
Mezi amatérskými meteorologickými stanicemi je v současné době populární stanice francouzské firmy Netatmo, která se zabývá výrobou zařízení pro chytrou domácnost. Meteostanice se sestává ze dvou hliníkových válečků (venkovního a vnitřního modulu), které obsahují elektronická čidla k měření teploty vzduchu (venku i vevnitř), vlhkosti vzduchu (venku i vevnitř), tlaku vzduchu (venku), koncentraci CO₂ (vevnitř) a měření hla-

diny hluku (vevnitř), obr. 1. Meteostanice lze rozšířit o 2 další plastové moduly, a to na měření množství srážek (člunkový srážkoměr, obr. 3) a rychlosti a směru větru (ultrazvukové čidlo, obr. 4). Zvláštností (a pro někoho možná i nevýhodou) je absence jakéhokoliv displeje. K zobrazování hodnot je potřeba aplikace pro Android nebo iOS pro zobrazení na mobilních zařízeních, případně účet na webových stránkách firmy Netatmo pro zobrazení na počítači. Novinkou v přístupu k informacím o počasí je použití hlasových asistentů – Amazon Alexa, Amazon Echo, nebo Siri u Apple HomeKit. Nutností je připojení k internetu, nicméně stanice je schopna přibližně týdenního provozu v režimu off-line, a po opětovném připojení se data automaticky stáhnou. Dále je potřeba počítat s tím, že základní modul nemá vnitřní zdroj napájení, takže při výpadku elektrického proudu dochází ke ztrátě naměřených dat. Software pro zobrazení dat na počítači je uživatelsky přátelský a nabízí mnoho nadstandardních možností, včetně možnosti jednoduché kalibrace teploty vzduchu, vlhkosti vzduchu, tlaku vzduchu a množství srážek (pomocí přičtení či odečtení konstantní hodnoty) nebo stažení naměřených hodnot ve formátech csv nebo xls. Bližší informace v češtině lze nalézt na lokalizovaných stránkách výrobce (<https://www.netatmo.com/cs-cz/weather/weatherstation>).



Obr. 1 Hliníkové moduly (vnitřní – vlevo a venkovní na měření teploty a vlhkosti vzduchu) amatérské meteorologické stanice firmy Netatmo.

Fig. 1. Aluminum modules (indoor – left and outdoor for measuring air temperature and humidity) of the Netatmo home weather station.



Obr. 2 Mapa zobrazující výsledky měření teploty vzduchu pomocí amatérských meteorologických stanic firmy Netatmo v části Hradce Králové (18. 1. 2020 dopoledne).

Fig. 2. Map showing the results of air temperature measurements using home weather stations of the Netatmo company in the part of Hradec Králové (18th January 2020 in the morning).

Velkou výhodou této stanice je dobrá kvalita čidel (diskutováno v další kapitole) a také její rozšířenost po celém světě. Výrobce udává přesnost meteorologických čidel pro teplotu vzduchu $\pm 0,3$ °C, pro vlhkost vzduchu ± 3 %, pro tlak vzduchu ± 1 mbar, pro rychlost větru $\pm 0,5$ m/s, pro směr větru 5°, pro srážky 1 mm/h.

Údaje z měřících stanic jsou k dispozici na veřejně dostupné mapě (<https://weathermap.netatmo.com/>, ukázka na obr. 2), pokud majitel stanice tuto možnost nezakáže. Data jsou díky přátelské datové politice za definovaných licenčních podmínek dostupná pro další zájemce a zpracování na webových stránkách firmy Netatmo přes API rozhraní. Nevýhodami jsou neznámá kvalita dat (například špatné umístění stanice může velmi podstatným způsobem ovlivnit kvalitu měření), a také případná nedostupnost dat (ať už způsobená deaktivací stanice nebo problémy s připojením a přenosy), kterou nelze ovlivnit, a také fakt, že srážkoměr není vyhříván, takže je vhodný k měření srážek jen v teplé části roku.

Výsledky ze sítě amatérských meteorologických stanic Netatmo byly zpracovány a prezentovány v různých odborných studiích. Například v Chapman et al. (2016) je zkoumána možnost využití Netatmo stanic pro studium tepelného městského ostrova v Londýně. Část článku je věnovaná i porovnání výsledků měření 8 oficiálních meteorologických stanic a k nim nejbližších stanic Netatmo a nastavení základních kontrolních pravidel pro případné vyloučení podezřelých výsledků měření stanice Netatmo z dalšího zpracování. Byla vyloučena všechna měření stanic Netatmo, která se od staničního průměru lišila o více než 3 směrodatné odchylky. Závěrem bylo konstatováno, že chyby měření stanic Netatmo jsou malé, daleko větším zdrojem chyb je jejich umístění (teplotní čidlo na přímém slunci, srážkové čidlo částečně pod střechou, a podobně), a že by velmi pomohlo, aby firmy vyrábějící meteostanice více spolupracovaly s odborníky, kteří mohou nejen doporučit optimální umístění, ale například navrhnout i způsoby základních on-line kontrol pro automatická data.

Podobná studie pro analýzu teploty vzduchu v Berlíně a okolí je popsána v Meier et al. (2017). Zde byly zpracovány výsledky z více než 1500 stanic Netatmo ze zájmového území za období roku 2015, a jako referenční řady byla použita data z 8 stanic Technische Universität Berlin a 9 stanic německé národní meteorologické služby (DWD). Popsány jsou zde také výsledky z kontrolních měření v laboratoři, kdy byly zaznamenávány odchylky 8 teplotních čidel Netatmo od referenčního čidla (pro 7 hodnot v rozmezí 0 °C až 30 °C) a kdy měla čidla Netatmo tendenci nadhodnocovat nižší teplotu a podhodnocovat vyšší teplotu (v rozmezí $\pm 0,3$ °C, kromě nejnižší teploty 0 °C, kdy byla odchylka až +0,5 °C). Podrobně jsou zde popsány různé úrovně kontroly kvality veřejných dat, které byly aplikovány na hodinové údaje a které vyřadily ze zpracování až 53 % hodnot. Konstatován je zde jednoznačný přínos veřejných údajů pro studium variability teploty vzduchu v městském prostředí, kde lze jistě očekávat další růst počtu amatérských meteorologických stanic.

Další zajímavá studie (Vos et al. 2017) se zabývá možností sledování lokálních srážek ve městě Amsterdam. Zde byly použity výsledky měření 63 amatérských automatických stanic (z WunderMap website) za období prosinec 2014 až duben 2016, kdy byly uvažovány stanice, které v tomto období měřily alespoň 4 měsíce. Z toho 49 stanic bylo značky Netatmo, 7 značky Davis a 7 dalších nespécifikovaných značek. Součástí experimentu bylo i porovnání měření výsledků měření 3 stanic Netatmo umístěných v těsné blízkosti oficiálního srážko-

měru, a to v období od 12. února do 25. května 2016. Obecně stanice Netatmo měřily nižší úhrny, než oficiální srážkoměr a než bylo určeno radarovými odhady. Rozdíly mezi stanicemi a radarovými odhady lze do značné míry vysvětlit rozdílem mezi bodovým měřením na stanici a plošnými (pixelovými) radarovými odhady. Korelační koeficient mezi kumulovanými úhrny srážek z jednotlivých stanic Netatmo a oficiálním srážkoměrem se lišil podle doby akumulace. Čím delší byl akumulací interval (5 minut až 60 minut), tím vyšší byl korelační koeficient (0,8 až 0,94).

Význam amatérských meteorologických stanic (nejčastěji značek právě Netatmo a dále Davis) pro zlepšení krátkodobé předpovědi teploty vzduchu v norské předpovědi počasí zejména pro místa, kde je nedostatek dat z oficiálních meteorologických stanic, je prezentován v Nipen et al. (2019). Nejvýraznější zlepšení bylo zaznamenáno v zimě, během inverzních situací, které se s hustší sítí stanic podařilo mnohem lépe zachytit. V práci je zdůrazněna nutnost kontrol kvality dat před vstupem do modelu, bez nichž jsou výsledky horší zejména v létě a v denních hodinách, kdy jsou lokality s čidly ovlivňovány slunečním zářením.

3. Vyhodnocení výsledku měření amatérské meteorologické stanice Netatmo v Hradci Králové

Amatérská meteorologická stanice Netatmo byla nainstalována u budovy pobočky Českého hydrometeorologického ústavu (ČHMÚ) v Hradci Králové ve Svobodných Dvorech v létě 2018. Venkovní čidla pro měření teploty vzduchu, vlhkosti vzduchu a srážek byla umístěna na pozemku u budovy pobočky ČHMÚ, v těsné blízkosti standardní klimatologické stanice. Venkovní modul Netatmo na měření teploty vzduchu a vlhkosti vzduchu byl umístěn do stejného typu radiačního krytu, jako je umístěno standardní teplotně vlhkostní čidlo firmy Vaisala (obr. 3). Ultrazvukové větroměrné čidlo bylo umístěno na střechu budovy, opět v blízkosti standardního větroměrného čidla (obr. 4). Popis čidel stanice Netatmo je uveden v kapitole 2. Co se týče čidel standardní klimatologické stanice, teplota a vlhkost vzduchu byla měřena teplotně vlhkostním čidlem HMP 45D firmy Vaisala, srážky váhovým srážkoměrem MRW500 firmy Meteoservis, rychlost větru miskovým anemometrem WAA 151 a směr větru směrovkou větru WAV 151 firmy VAISALA.

V dalších kapitolách jsou vyhodnoceny výsledky měření amatérské meteorologické stanice Netatmo a jejich porovnání s výsledky standardní klimatologické stanice ČHMÚ za období srpen 2018 až prosinec 2019 pro teplotu vzduchu, vlhkost vzduchu a srážky.

Výsledky měření větru (jeho rychlost, maximální rychlost v nárazech a směr) nebyly zatím vyhodnoceny. Ultrazvukové větroměrné čidlo Netatmo bylo instalováno až v říjnu 2018, a to kvůli nutnosti reklamace. Při podrobnějším vyhodnocování po necelém roce od instalace větroměrného čidla (za období říjen 2018 až červenec 2019) se ukázal problém zejména na datech směru větru. Při bližší analýze bylo zjištěno, že problém mohl souviset s umístěním stanice, kdy hodnoty mohly být ovlivněny vzrostlou vegetací (stromem), protože větší problémy se projevily ve vegetační sezóně. Čidlo bylo proto od září 2019 přemístěno na střeše budovy o několik metrů, kde se bohužel ukázal problém se signálem pro Wi-Fi připo-



Obr. 3 Umístění čidel na pozemku pobočky ČHMÚ v Hradci Králové. Vepředu člunkový srážkoměr Netatmo, který je vidět v detailu ve výřezu vpravo dole. Pod radiačním štítem nalevo je umístěn venkovní modul pro měření teploty a vlhkosti vzduchu Netatmo. Pod radiačním štítem napravo je umístěno čidlo pro měření teploty a vlhkosti vzduchu ČHMÚ. Vpravo vzadu je váhový srážkoměr ČHMÚ.

Fig. 3. Location of sensors in Hradec Králové. In front, the Netatmo rain gauge which can be seen in detail in the cut-out at the bottom right. Under the radiation shield on the left, there is an outdoor module for measuring the temperature and humidity of Netatmo. Under the radiation shield on the right, a sensor for measuring the temperature and humidity of CHMI. To the right at the back, a CHMI weight rain gauge.



Obr. 4 Umístění čidel na pozemku pobočky ČHMÚ v Hradci Králové. Na střeše vlevo jsou umístěna větroměrná anemoidla ČHMÚ, vpravo ultrazvukové čidlo Netatmo, jehož detail je ve výřezu vpravo nahoře.

Fig. 4. Location of sensors at the ground of the CHMI Hradec Králové regional office. On the roof, on the left, there are sensors of CHMI anemometer, on the right, the Netatmo ultrasonic sensor, and its detail is in the cut-out at the top right.

jení, a tím pádem byly zaznamenány i časté výpadky dat. Pro relevantní posouzení směru a rychlosti větru je třeba nalézt jiné a lepší umístění větroměrného čidla stanice Netatmo. Z tohoto důvodu bylo vyhodnocení měření větru odloženo a není v tomto článku prezentováno.

V datech byla přerušena, která byla způsobena především problémy s bateriemi v čidlech, s datovým přenosem, případně ztrátou dat při importu do klimatické databáze. Údaje ze stanice Netatmo bylo možné získat zhruba v 5minutovém kroku, který však nebyl pravidelný. Teprve údaje v půlhodinovém kroku bylo možné získat přesně v časech 00:00 a 00:30, do kterých byly interpolovány softwarem Netatmo. Vzhledem k tomuto způsobu ukládání dat ze stanice Netatmo byly zpracovány půlhodinové údaje (pro teplotu vzduchu a vlhkost vzduchu) a hodinové údaje (pro srážky) z obou stanic. Půlhodinové a hodinové údaje byly vyexportovány ze softwaru stanice Netatmo ve formátu xls a naimportovány do klimatologické databáze CLIDATA, kde byly uloženy pod indikativ H7SVOD01. Standardní klimatologická stanice ČHMÚ v Hradci Králové, Svobodných Dvorech má indikativ H3SVOD01.

3.1 Teplota vzduchu a vlhkost vzduchu

Teplotně vlhkostrní čidlo stanice Netatmo mělo ve sledovaném období srpen 2018 až prosinec 2019 delší výpadek (ve dnech 1. 8.–28. 8. 2019), a několik dalších kratších výpadků. Pro termíny s výpadky v těchto datech nebyly zpracovávány ani údaje o teplotě vzduchu a vlhkosti vzduchu stanice ČHMÚ.

Tab. 1 Rozdíly (průměrné, maximální a minimální) v °C mezi hodnotami teploty vzduchu naměřenými na standardní klimatologické stanici ČHMÚ a na amatérské meteorologické stanici Netatmo v areálu pobočky ČHMÚ v Hradci Králové za období srpen 2018 až prosinec 2019, pro hodnoty v třicetiminutovém kroku (T_{30M}), průměrné (T_{den}), maximální (TMA_{den}) a minimální (TMI_{den}) denní teploty vzduchu.

Table 1. Differences (average, maximum and minimum) in °C between air temperature values measured at the standard CHMI climatological station and by the Netatmo home weather station in Hradec Králové for the period from August 2018 to December 2019, for values in 30 minutes (T_{30M}), average (T_{den}), maximum (TMA_{den}) and minimum (TMI_{den}) daily air temperatures.

	T_{30M} -rozdíl	T_{den} -rozdíl	TMA_{den} -rozdíl	TMI_{den} -rozdíl
	[°C]	[°C]	[°C]	[°C]
Průměr	0	0	0,2	-0,1
Maximum	6,1	1,1	3,7	1,1
Minimum	-4,6	-1	-1,1	-1,5

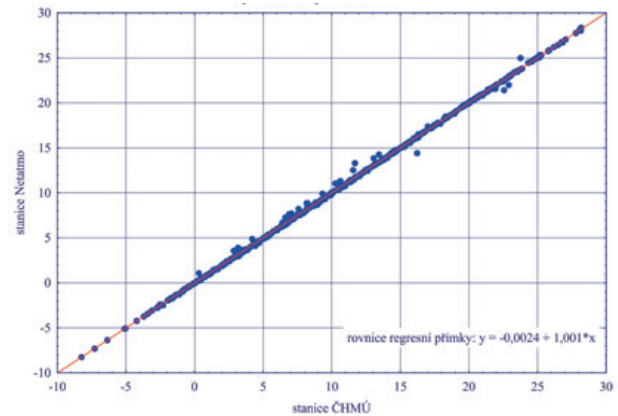
Teplota vzduchu byla porovnána v třicetiminutovém kroku (T_{30M}), dále byly spočteny a vyhodnoceny hodnoty průměrné (T_{den}), maximální (TMA_{den}) a minimální (TMI_{den}) denní teploty vzduchu. Průměrné a extrémní denní hodnoty byly vypočteny z třicetiminutových hodnot (tab. 1). Srovnání bylo provedeno i pro průměrné měsíční teploty vzduchu (T_{mesic}), tab. 2.

Stanice Netatmo měřila teplotu vzduchu v průměru velmi dobře. Největší rozdíly v třicetiminutových hodnotách byly způsobeny tím, že se teplotní čidlo Netatmo v horké letní dny rychleji ráno ohřívalo a v teplé večery rychleji ochlazovalo. Větší rozdíly byly zaznamenány i v prvních termínech po výpadku čidla Netatmo ve všech sezónách a při různých hodnotách teploty

vzduchu, což se jeví jako obecná problematická vlastnost čidla, se kterou je nutno počítat. Korelační koeficient mezi denními hodnotami obou stanic (obr. 5) byl 1.

Rozdíly průměrné měsíční teploty vzduchu se pohybovaly maximálně do 0,3 °C, ale ve většině měsíců byly nulové.

Relativní vlhkost vzduchu byla porovnána v třicetiminutovém kroku (H_{30M}), dále byly spočteny a vyhodnoceny hodnoty



Obr. 5 Porovnání hodnot průměrné denní teploty vzduchu [°C] naměřených na stanicích Netatmo a ČHMÚ v Hradci Králové za období srpen 2018 až prosinec 2019.

Fig. 5. Comparison of values of average daily air temperature [°C] measured using Netatmo and CHMI stations in Hradec Králové for the period from August 2018 to December 2019.

Tab. 2 Rozdíly mezi hodnotami průměrné měsíční teploty vzduchu (T_{mesic}) v °C naměřenými na standardní klimatologické stanici ČHMÚ a na amatérské meteorologické stanici Netatmo v areálu pobočky ČHMÚ v Hradci Králové za období srpen 2018 až prosinec 2019.

Table 2. Differences between monthly air temperature values (T_{mesic}) in °C measured at the standard CHMI climatological station and by the Netatmo home weather station in Hradec Králové for the period from August 2018 to December 2019.

Rok		T_{mesic} [°C] (ČHMÚ)	T_{mesic} [°C] (Netatmo)	Rozdíl
2018	srpen	22,5	22,5	0,0
	září	16,0	16,0	0,0
	říjen	11,1	10,8	0,3
	listopad	5,5	5,5	0,0
	prosinec	2,1	2,1	0,0
2019	leden	-0,9	-0,9	0,0
	únor	2,0	2,0	0,0
	březen	6,7	6,7	0,0
	duben	10,7	10,7	0,0
	květen	12,1	12,1	0,0
	červen	22,1	22,1	0,0
	červenec	20,1	20,1	0,0
	srpen	-	-	-
	září	14,6	14,6	0,0
	říjen	10,1	10,3	-0,2
	listopad	6,9	7,1	-0,1
	prosinec	2,7	2,9	-0,3

průměrné denní relativní vlhkosti vzduchu (H_{den}), které byly vypočteny z třicetiminutových hodnot (tab. 3). Srovnání bylo provedeno i pro hodnoty průměrné měsíční relativní vlhkosti vzduchu (H_{mesic}), tab. 4.

Největší rozdíly v třicetiminutových hodnotách byly způsobeny tím, že skok v relativní vlhkosti vzduchu byl mezi čidly posunut do sousedních termínů. Větší rozdíly byly opět (podobně jako u teploty vzduchu) zaznamenány i v prvních termínech po výpadku čidla Netatmo ve všech sezónách a při různých

Tab. 3 Rozdíly (průměrné, maximální a minimální) mezi hodnotami relativní vlhkosti vzduchu naměřenými na standardní klimatologické stanici ČHMÚ a na amatérské meteorologické stanici Netatmo v areálu pobočky ČHMÚ v Hradci Králové za období srpen 2018 až prosinec 2019, pro hodnoty v třicetiminutovém kroku (H_{30M}) a průměrné denní relativní vlhkosti vzduchu (H_{den}).

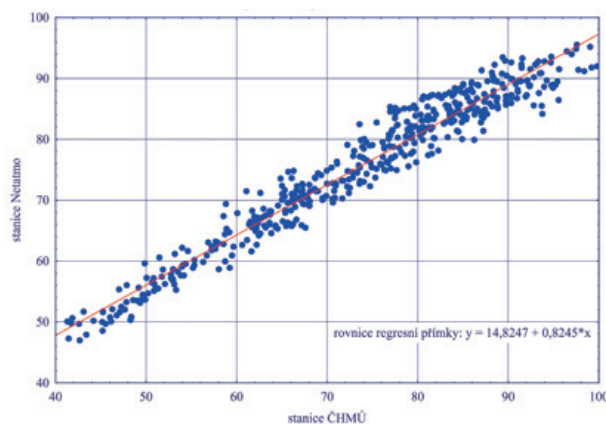
Table 3. Differences (average, maximum and minimum) between air relative humidity values measured at the standard CHMI climatological station and by the Netatmo home weather station in Hradec Králové for the period from August 2018 to December 2019, for values in 30 minutes (H_{30M}) and average daily relative humidity (H_{den}).

	H_{30M} _rozdíl [%]	H_{den} _rozdíl [%]
Průměr	-1,9	-2
Maximum	15	10
Minimum	-35	-11

Tab. 4 Rozdíly mezi hodnotami průměrné měsíční relativní vlhkosti vzduchu (H_{mesic}) naměřenými na standardní klimatologické stanici ČHMÚ a na amatérské meteorologické stanici Netatmo v areálu pobočky ČHMÚ v Hradci Králové za období srpen 2018 až prosinec 2019.

Table 4. Differences between monthly air relative humidity values (H_{mesic}) measured at the standard CHMI climatological station and by the Netatmo home weather station in Hradec Králové for the period from August 2018 to December 2019.

Rok		H_{mesic} [%] (ČHMÚ)	H_{mesic} [%] (Netatmo)	Rozdíl
2018	srpen	54	58	-4
	září	67	71	-4
	říjen	73	78	-4
	listopad	80	82	-2
	prosinec	87	86	2
2019	leden	85	84	1
	únor	81	80	1
	březen	71	73	-1
	duben	57	61	-5
	květen	72	72	0
	červen	63	65	-1
	červenec	60	61	-1
	srpen	-	-	-
	září	75	79	-4
	říjen	85	86	-1
	listopad	85	88	-3
	prosinec	84	88	-4



Obr. 6 Porovnání hodnot průměrné denní vlhkosti vzduchu [%] naměřených na stanicích Netatmo a ČHMÚ v Hradci Králové za období srpen 2018 až prosinec 2019.

Fig. 6. Comparison of values of average daily air humidity [%] measured using Netatmo and CHMI stations in Hradec Králové for the period from August 2018 to December 2019.

hodnotách relativní vlhkosti vzduchu. Průměrné denní relativní vlhkosti vzduchu čidlo Netatmo nadhodnocovalo v průměru o 2%, což je velmi dobrý výsledek. Korelační koeficient mezi hodnotami průměrné denní relativní vlhkosti vzduchu obou stanic (obr. 6) byl 0,95.

Průměrné měsíční hodnoty relativní vlhkosti vzduchu byly častěji čidlem Netatmo také nadhodnocovány, a to až o 5% v dubnu 2019. Problémy s nadhodnocováním se projevují zejména u nižších hodnot relativní vlhkosti vzduchu (přibližně do 55%), jako měsíc s největší absolutní odchylkou byl vyhodnocen měsíc s druhou nejnižší průměrnou relativní vlhkostí vzduchu (duben 2019). U nejvyšších hodnot (přibližně nad 90%) se projevuje spíše problém podhodnocování hodnot relativní vlhkosti vzduchu čidlem Netatmo.

3.2 Srážky

Srážkoměr stanice Netatmo měl ve sledovaném období (srpen 2018 až prosinec 2019) více výpadků (ve dnech 15. 10.–18. 10. 2018, 22. 10.–3. 12. 2018, 1. 2.–4. 2. 2019, 22. 7.–27. 8. 2019, 28. 12.–31. 12. 2019). Pro termíny s výpadky v datech stanice Netatmo nebyly zpracovávány ani údaje o srážkách ze stanice ČHMÚ. Byly porovnány hodinové, denní a měsíční srážkové úhrny.

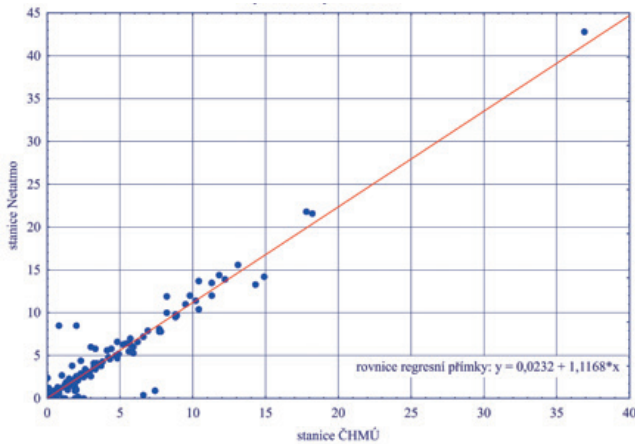
Největší rozdíly v hodinových úhrnech srážek (tab. 5) byly způsobeny posunem srážkového úhrnu naměřeného stanicí

Tab. 5 Rozdíly (maximální a minimální) mezi hodnotami srážek v mm naměřenými na standardní klimatologické stanici ČHMÚ a na amatérské meteorologické stanici Netatmo v areálu pobočky ČHMÚ v Hradci Králové za období srpen 2018 až prosinec 2019, pro hodnoty hodinové (SRA_{1H}) a denní (SRA_{den}).

Table 5. Differences (maximum and minimum) between precipitation in mm values measured at the standard CHMI climatological station and by the Netatmo home weather station in Hradec Králové for the period from August 2018 to December 2019, for hourly (SRA_{1H}) and daily (SRA_{den}) values.

	SRA_{1H} _rozdíl [mm]	SRA_{den} _rozdíl [mm]
Maximum	7,8	6,2
Minimum	-10,5	-7,7

Netatmo do sousedního třicetiminutového intervalu. V následujícím třicetiminutovém intervalu byl potom zaznamenán podobně velký rozdíl srážkových úhrnů opačného znaménka. Největší rozdíly v denních úhrnech srážek (tab. 5)



Obr. 7 Porovnání hodnot denních úhrnů srážek [mm] naměřených na stanicích Netatmo a ČHMÚ v Hradci Králové za období srpen 2018 až prosinec 2019.

Fig. 7. Comparison of values of daily total precipitation [mm] measured using Netatmo and CHMI stations in Hradec Králové for the period from August 2018 to December 2019.

Tab. 6 Rozdíly a podíly mezi hodnotami měsíčního úhrnu srážek (SRA_{mesic}) v mm naměřenými na standardní klimatologické stanici ČHMÚ a na amatérské meteorologické stanici Netatmo v areálu pobočky ČHMÚ v Hradci Králové za období srpen 2018 až prosinec 2019.

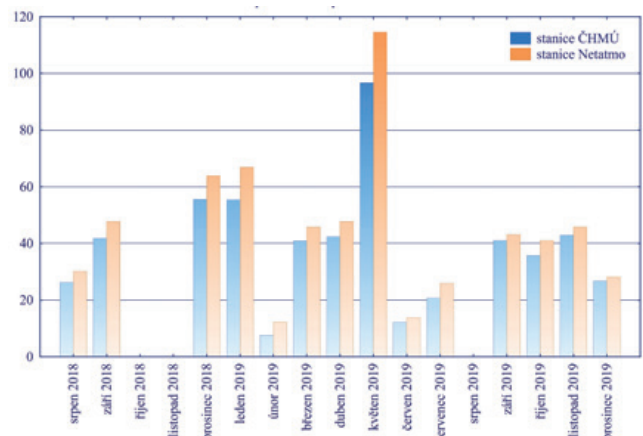
Table 6. Differences and quotiens between values of monthly total precipitation (SRA_{mesic}) in mm measured at the standard climatological station CHMI and by the Netatmo home weather station in Hradec Králové for the period from August 2018 to December 2019.

Rok		SRA_{mesic} [mm] (ČHMÚ)	SRA_{mesic} [mm] (Netatmo)	Rozdíl	Podíl
2018	srpen	26,2	30,2	-4	0,9
	září	41,8	47,7	-5,9	0,9
	říjen	-	-	-	-
	listopad	-	-	-	-
	prosinec	55,6	63,9	-8,3	0,9
2019	leden	55,4	66,9	-11,5	0,8
	únor	7,5	12,3	-4,8	0,6
	březen	40,9	45,8	-4,9	0,9
	duben	42,4	47,7	-5,3	0,9
	květen	96,7	114,6	-17,9	0,8
	červen	12,2	13,8	-1,6	0,9
	červenec	20,7	25,9	-5,2	0,8
	srpen	-	-	-	-
	září	41	43,1	-2,1	1,0
	říjen	35,8	41	-5,2	0,9
	listopad	42,9	45,8	-2,9	0,9
	prosinec	26,7	28,2	-1,5	0,9

byly způsobeny posunem srážkového úhrnu naměřeného stanicí Netatmo do sousedního dne, kdy 26. 1. 2019 byl rozdíl +6,2 mm a 27. 1. 2019 se jednalo o rozdíl s opačným znaménkem (-7,7 mm). To bylo způsobeno tím, že srážky dne 26. 1. 2019 padaly ve formě sněhu, a vzhledem k tomu, že srážkoměr Netatmo není vyhříváný, zůstával sníh na srážkoměru a teprve druhý den vzhledem ke vhodným meteorologickým podmínkám postupně odtával. Korelační koeficient mezi hodnotami denních úhrnů srážek obou stanic (obr. 7) byl 0,97.

Co se týče měsíčních úhrnů srážek (tab. 6), srážkoměr stanice Netatmo systematicky nadhodnocoval přibližně o 10 až 20 % oproti standardnímu váhovému srážkoměru. Celkový úhrn srážek za kompletní sledované období (byly uvažovány i jednotlivé dny v měsících, které se kvůli nekompletnosti neobjevily v tabulce 6) byl váhovým srážkoměrem ČHMÚ naměřen 558 milimetrů a srážkoměrem Netatmo 635 milimetrů, to znamenalo nadhodnocení o 14 % pro srážky z čidla Netatmo. Dne 20. 8. 2019 byla provedena softwarová kalibrace srážkoměru Netatmo, která výsledky pro období září až prosinec 2019 o něco zlepšila (srážkoměr ČHMÚ naměřil za toto období 146,3 mm, srážkoměr Netatmo 158,1 mm, tedy nadhodnocoval o 8 %). Další možnosti využití softwarové kalibrace srážkoměru Netatmo budou dále zkoumány.

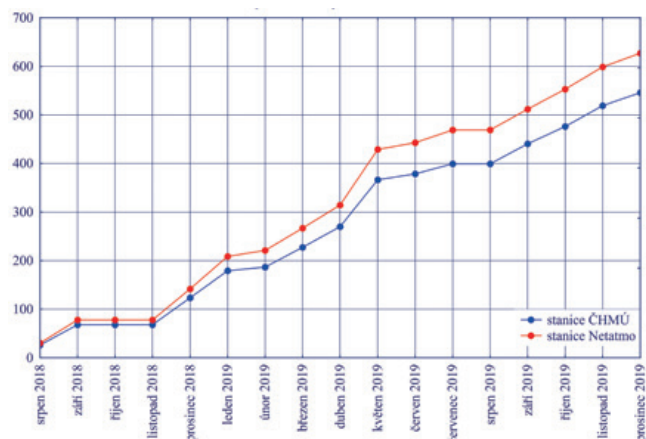
Na obrázku 8 jsou zobrazeny hodnoty měsíčních úhrnů srážek z obou stanic z tabulky 6 v grafu. Nejmenší podíl měsíčního úhrnu srážek na stanici ČHMÚ a na stanici Netatmo (0,6) byl zaznamenán v únoru 2019, což bylo způsobeno zejména problémy nevyhříváného srážkoměru Netatmo se sněhovými srážkami, kdy po čtyřdenním výpadku na začátku měsíce byly zaznamenány srážkoměrem Netatmo nereálné srážky (zřejmě právě z postupně tajícího sněhu). Druhý nejmenší podíl měsíčního úhrnu srážek na stanici ČHMÚ a na stanici Netatmo (0,8) byl zaznamenán v lednu 2019, květnu 2019 a v červenci 2019. V květnu 2019 a v červenci 2019 byl problém pozorován zejména ve dnech s intenzivnějšími srážkami, které byly srážkoměrem Netatmo více nadhodnocovány.



Obr. 8 Hodnoty měsíčního úhrnu srážek v mm naměřené na standardní klimatologické stanici ČHMÚ a na amatérské meteorologické stanici Netatmo v areálu pobočky ČHMÚ v Hradci Králové za období srpen 2018 až prosinec 2019.

Fig. 8. Values of monthly total precipitation in mm measured at the standard climatological station CHMI and by the Netatmo home weather station in Hradec Králové for the period from August 2018 to December 2019.

Na obrázku 9 je zobrazen kumulativní úhrn srážek z obou stanic spočtený z hodnot v tabulce 6.



Obr. 9 Kumulativní úhrn srážek [mm] z dostupných dat měsíčních úhrnů naměřených na stanicích Netatmo a ČHMÚ v Hradci Králové za období srpen 2018 až prosinec 2019.

Fig. 9. Cumulative total precipitation [mm] from available data of monthly totals measured using Netatmo and CHMI stations in Hradec Králové for the period from August 2018 to December 2019.

4. Závěr

Data z amatérských meteorologických stanic mohou zahustit údaje ze standardní sítě stanic národních meteorologických služeb, a mohou tedy pro meteorology a klimatology přinášet více informací v čase a prostoru. Údaje mají široké potenciální využití například pro numerické předpovědní modely, nowcasting, výstražnou službu, verifikaci dat, případně pro odborné studie. Při jejich zpracování a využívání je však nutno uvažovat i nad jejich nevýhodami (především neznámou kvalitou dat a nezaručenou dostupností).

V tomto článku jsme se zaměřili na popis a možnosti využití výsledků celosvětově populární amatérské meteorologické stanice firmy Netatmo. Jedna stanice Netatmo byla nainstalována u budovy pobočky Českého hydrometeorologického ústavu (ČHMÚ) v Hradci Králové ve Svobodných Dvorech, a výsledky jejího měření pro teplotu vzduchu, vlhkost vzduchu a srážky za období srpen 2018 až prosinec 2019 byly v této práci porovnány s výsledky měření standardní klimatologické stanice ČHMÚ. Výsledky srovnání pro teplotu vzduchu a relativní vlhkost vzduchu pro denní a měsíční hodnoty dopadly velmi dobře a naznačují potenciál využití těchto dat z amatérských meteorologických stanic Netatmo i pro profesionální meteorology a klimatology. Výsledky srovnání pro srážky ukázaly úskalí nevyhřívávaného srážkoměru Netatmo a problémy při srážkových epizodách s intenzivnějšími srážkami. Výsledky měření větru (jeho rychlost, maximální rychlost v nárazech a směr) nebyly zatím, kvůli problémům s umístěním, vyhodnoceny. Další a podrobnější analýzy by měly následovat.

Na tomto místě je důležité zmínit nutnost opatrnosti při tvorbě závěrů na základě analýzy výsledků měření jedné konkrétní amatérské meteorologické stanice Netatmo, a proto se také autoři nepouštěli do podrobných srovnávání svých výsledků

s dalšími studiemi. Neprozkoumaným problémem zůstává také možné zhoršení kvality čidel Netatmo po určité době.

Na konci roku 2019 byla vyzkoušena možnost stahování dat ze sítě amatérských meteorologických stanic firmy Netatmo do klimatologické databáze ČHMÚ CLIDATA přes veřejně dostupné API rozhraní. Stažena byla desetiminutová data pro teplotu vzduchu, vlhkost vzduchu, tlak vzduchu, srážky, rychlost a směr větru (včetně maximálních rychlostí) z 1 dne. Data byla v čase testování dostupná z více než 8 000 amatérských stanic Netatmo v ČR. Z technického hlediska se zdá být získávání dat možné, ale jsou nutná další jednání s firmou Netatmo o licenčních podmínkách využívání těchto dat. Na evropské úrovni, v rámci organizace EUMETNET (European Meteorological Services Network) sdružující 31 evropských národních meteorologických služeb včetně ČHMÚ, začala jednání s firmou Netatmo v roce 2020. O data, pro která budou muset být nejprve nastaveny a odladěny automatické algoritmy pro vyloučení podezřelých hodnot, je v rámci ČHMÚ předběžně zájem zejména při kontrolách dat a studiích klimatu města (včetně případových studií).

Poděkování:

Autoři děkují oběma lektorům za cenné připomínky, které prospěly článku po obsahové i formální stránce.

Literatura:

- HOWE, J., 2006. The Rise of Crowdsourcing. *Wired magazine*, Vol. **14** (6), s. 1–4.
- CHAPMAN, L., BELL, C. AND BELL, S., 2017. Can the crowdsourcing data paradigm take atmospheric science to a new level? A case study of the urban heat island of London quantified using Netatmo weather stations. *International Journal of Climatology*, Vol. **37**, s. 3597–3605.
- KLIEGROVÁ, S., 2020. Internet věcí a crowdsourcing v meteorologii a klimatologii. *Meteorologické zprávy*, roč. **73**, č. 5. ISSN 0026-1173.
- MULLER, C., CHAPMAN, L., JOHNSTON, S., KIDD, C., ILLINGWORTH, S., FOODY, G., OVEREEM, A. AND LEIGH, R., 2015. Crowdsourcing for climate and atmospheric sciences: current status and future potential. *International Journal of Climatology*, Vol. **35**, s. 3185–3203.
- MEIER, F., FENNER, D., GRASSMANN, T., OTTO, M., SCHERER, D., 2017. Crowdsourcing air temperature from citizen weather stations for urban climate research. *Urban Climate*, Vol. **19**, s. 170–191.
- NIPEN, T., SEIERSTAD, I., LUSSANA, C., KRISTIANSEN, J., HOV, Ø., 2019. Adopting citizen observations in operational weather prediction. *Bulletin of the American Meteorological Society*, Vol. **101**, s. 43–57.
- VOS, L., LEIJNSE, H., OVEREEM, A., UIJLENHOET, R., 2017. The potential of urban rainfall monitoring with crowdsourced automatic weather stations in Amsterdam. *Hydrology and Earth System Sciences*, Vol. **21**, s. 765–777.

Lektoři (Reviewers):

Mgr. Miroslav Řepka, Mgr. Peter Huszár, Ph.D.

POČASÍ A ROSTLINY

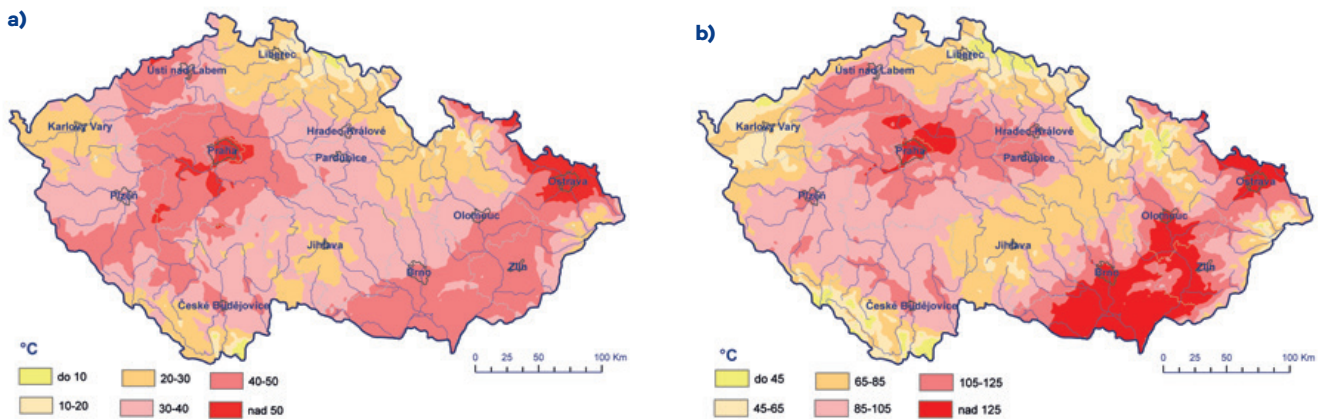
Fenologický vývoj na území ČR v březnu a dubnu 2021

V tomto čísle Vás budeme informovat, jak se změnila vybraná agroklimatická charakteristika a jaký byl vývoj vegetace v průběhu měsíce března a dubna 2021.

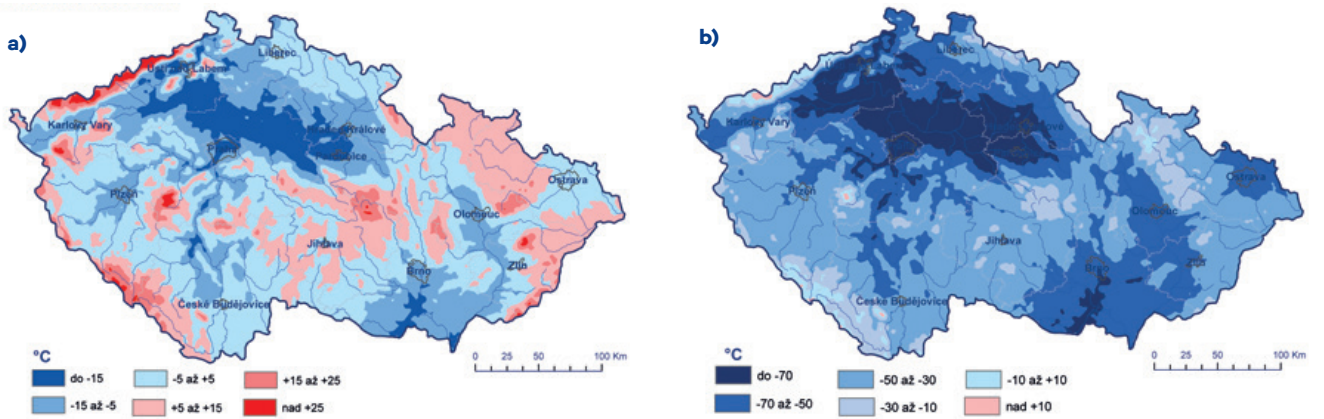
Suma efektivních teplot nad 5 °C od začátku roku k 31. 3. a k 30. 4. 2021 je uvedena v následujících mapách (obr. 1).

Ke konci března se sumy na většině území pohybovaly v rozmezí 20–50 °C a ke konci dubna v rozmezí 85–125 °C. Ve srovnání s loňským rokem jsou sumy teplot v tomto období výrazně nižší.

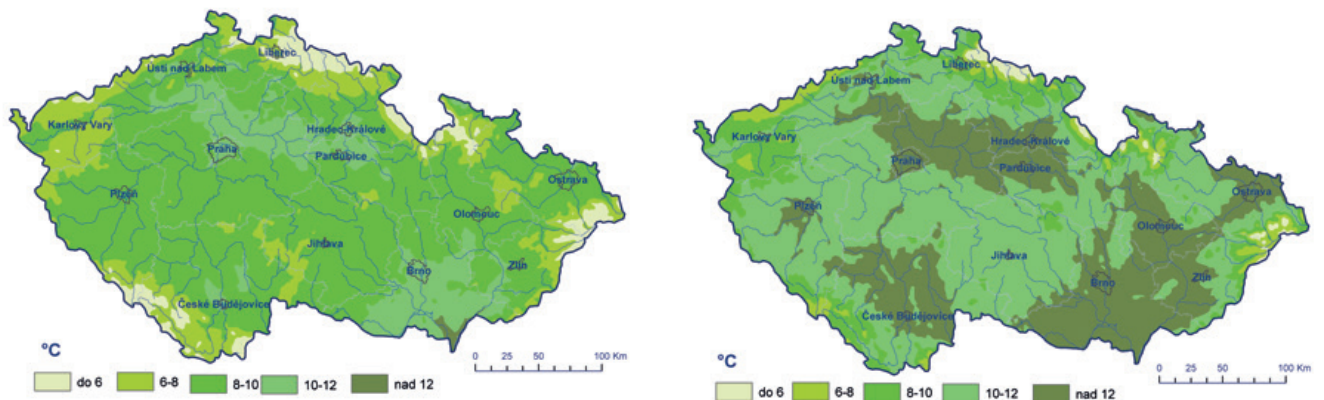
Odchytky sumy efektivních teplot vzduchu nad 5 °C od normálu 1981–2010 (obr. 2) ukazují, že v letošním roce nás zima potrápila déle než v předchozích letech. V březnu je patrný velký rozdíl mezi nížinami a horami, v nížinách byly odchylky záporné a na horách naopak kladné.



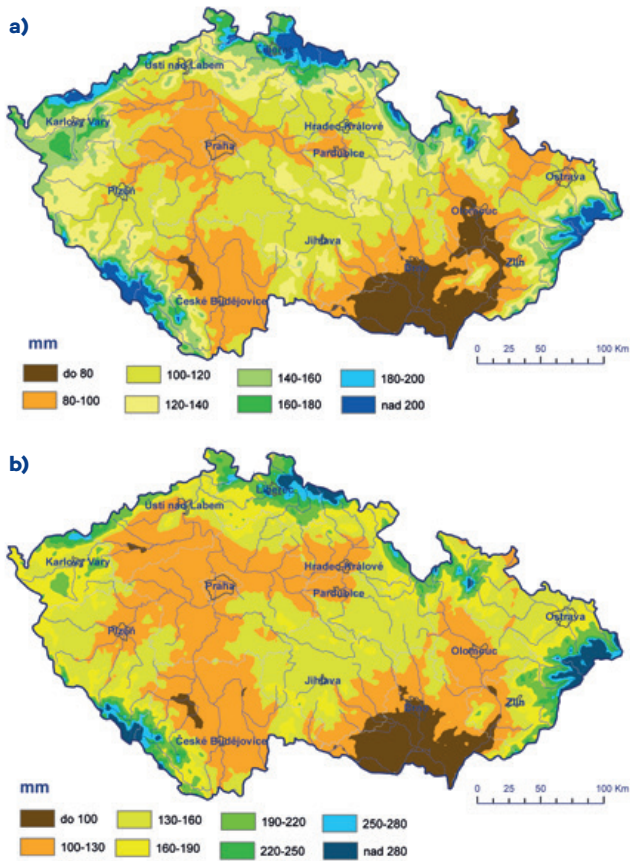
Obr. 1 Suma efektivních teplot vzduchu nad 5 °C k 31. 3. 2021 (a) a k 30. 4. 2021 (b).



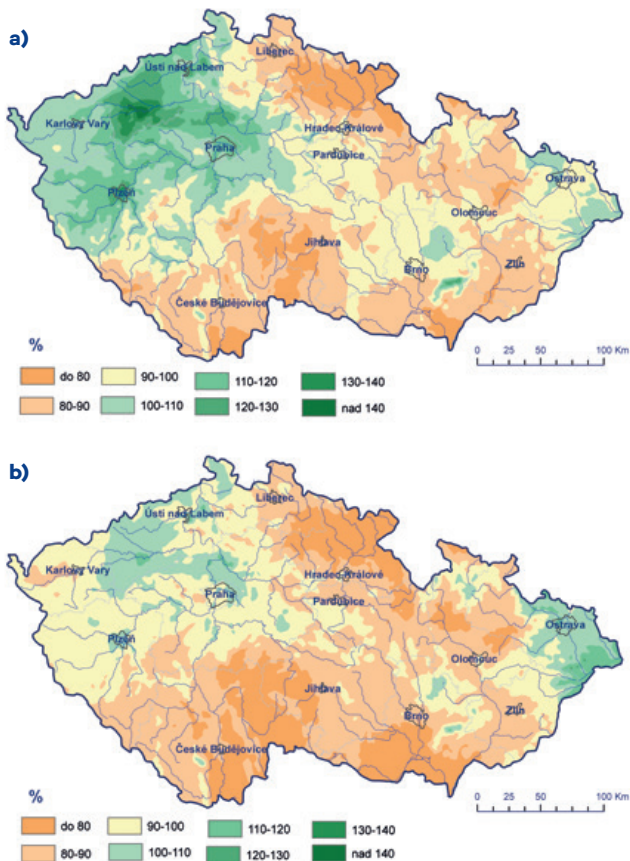
Obr. 2 Suma efektivních teplot vzduchu nad 5 °C (odchylka od normálu 1981–2010) k 31. 3. 2021 (a) a k 30. 4. 2021 (b).



Obr. 3 Průměrná denní teplota půdy v hloubce 10 cm dne 31. 3. 2021 (a) a 30. 4. 2021 (b).



Obr. 4 Kumulativní úhrn srážek k 31. 3. 2021 (a) a k 30. 4. 2021 (b).



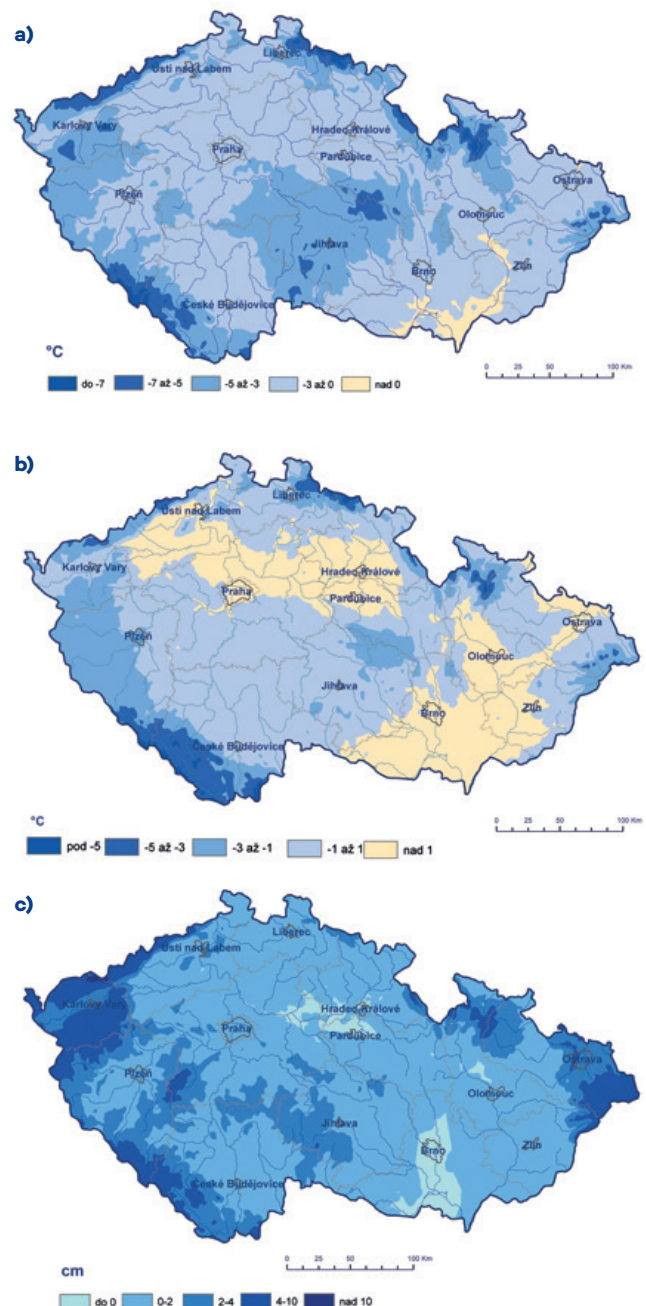
Obr. 5 Kumulativní úhrn srážek (% normálu 1981–2010) k 31. 3. 2021 (a) a k 30. 4. 2021 (b).

průběhu počasí se rozdíl v měsíci dubnu mezi aktuální efektivní teplotou vzduchu nad 5 °C a normálem ještě zvýšil, téměř na celém území byly odchylky záporné, nejvyšších záporných hodnot nabývaly na jižní Moravě, v Polabské nížině a v Poohří.

Teplota půdy v 10 cm se ke konci obou měsíců pohybovala v rozmezí 6 až 12 °C (obr. 3), v dubnu se zvýšilo množství ploch s výskytem průměrné teploty půdy v 10 cm nad 12 °C.

Kumulativní úhrn atmosférických srážek (od 1. 1. 2021) k 31. 3. a 30. 4. je zobrazen v mapách na obr. 4. Při srovnání s normálem (obr. 5) je vidět nedostatek srážek, a to zejména v jižních a východních Čechách, na Vysočině a na Moravě. Vzhledem k relativně nízkým teplotám vzduchu na dané období je naštěstí malý výpar a vegetace se v letošním roce vyvíjí výrazně pomaleji, než tomu bylo například v roce 2020 či 2019.

V dubnu jsme zaznamenali četný výskyt mrazů a též novou sněhovou pokrývku (obr. 6). Začátek velkého vegetačního období



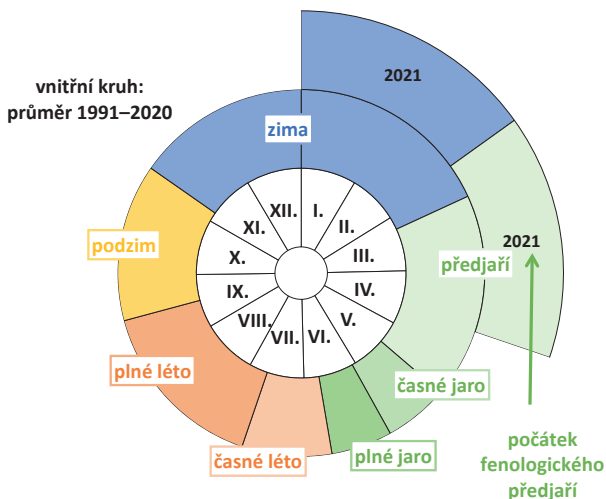
Obr. 6 Minimální teplota vzduchu ve 2 m dne 6. 4. 2021 (a) a 15. 4. 2020 (b), výška nového sněhu dne 5. 4. 2021 (c).

(stanovené na základě průměrné denní teploty vzduchu nad 5 °C) je letos na většině stanic posunutý (na mnoha stanicích do konce dubna zatím nenastal), mapu tedy zveřejníme až v dalším čísle.

V polovině března jsme mohli v přírodě vidět první rozkvetlé bledule, sněženky, talovíny, na některých lokalitách jsme zaznamenali již i první listy u bezu černého. Z pylových alergenů kvetla líska obecná, olše byla v této době na mnoha lokalitách ve stádiu butonizace a v nejteplejších lokalitách již začínala kvést. Rovněž vrba jíva přecházela do stadia butonizace (lidově řečeno „kočičky“). Ale ve srovnání s loňským rokem začala letos pylová sezóna o cca 14 dní později! Stále nízké noční teploty vzduchu nástup vegetace mírně zpomalovaly, na první jarní den jsme na mnoha lokalitách zaznamenali minimální teplotu vzduchu pod -10 °C a někde dokonce i pod -20 °C např. na stanici Kvilda-Perla (1 058 m n. m., Šumava) byla naměřena minimální teplota vzduchu -20,6 °C! Ale na konci března „běželo“ fenologické předjaří naplno (obr. 7). Sněženky a bledule zdobily krajinu na mnoha místech – byly plně rozkvetlé a nacházely se v nejkrásnějším stadiu vývoje. V nejteplejších lokalitách pomalu rozkvétaly dřiny, jaterníky, kvetly vrby, začínaly rašit hlohy, objevovaly se první listy bezu černého a jahodníku.

Na začátku dubna vývoj vegetace malinko poskočil ve svém vývoji zejména díky relativně vysokým teplotám vzduchu v těchto dnech – maximální teploty vzduchu dosahovaly i více než 20 °C. Na mnoha místech naší republiky, zejména na osluněných lokalitách, rozkvetla svída dřín, zlatice převislá, podběl lékařský, jaterník podléška, plicník lékařský, sasanka hajní, orsej jarní či křivatec žlutý. V lužních lesích bylo možné si začít užívat tzv. jarní aspekt (v tomto období kvetou světlomilné byliny dříve, než se stromy olistí). Sněženky a bledule stále kvetly, ale na některých lokalitách začínají pomalu odkvétat. Začínaly rašit i stromy a keře, např. lísky, třešně, hlohy či habry, objevovaly se první listy u bezu černého a hroznatého a též u některých bylin, např. u pryskyřníku či blatouchu. Na lokalitě v Lednici byly zaznamenány první listy ocínu jesenního (u tohoto druhu se na jaře objeví listy, květy až na podzim).

V polovině dubna se vývoj vegetace, vzhledem k návratu zimy, opět zpomalil. Letošní nástup vegetace byl opravdu velmi pozvolný, ve srovnání se stejným obdobím loňského roku byl vývoj vegetace v polovině dubna o cca 14 dní opožděn. Ale mrazy bohužel již napáchaly první škody na ovocných stromech, např. na rozkvetlých meruňkách, kde ovocnáři museli začít

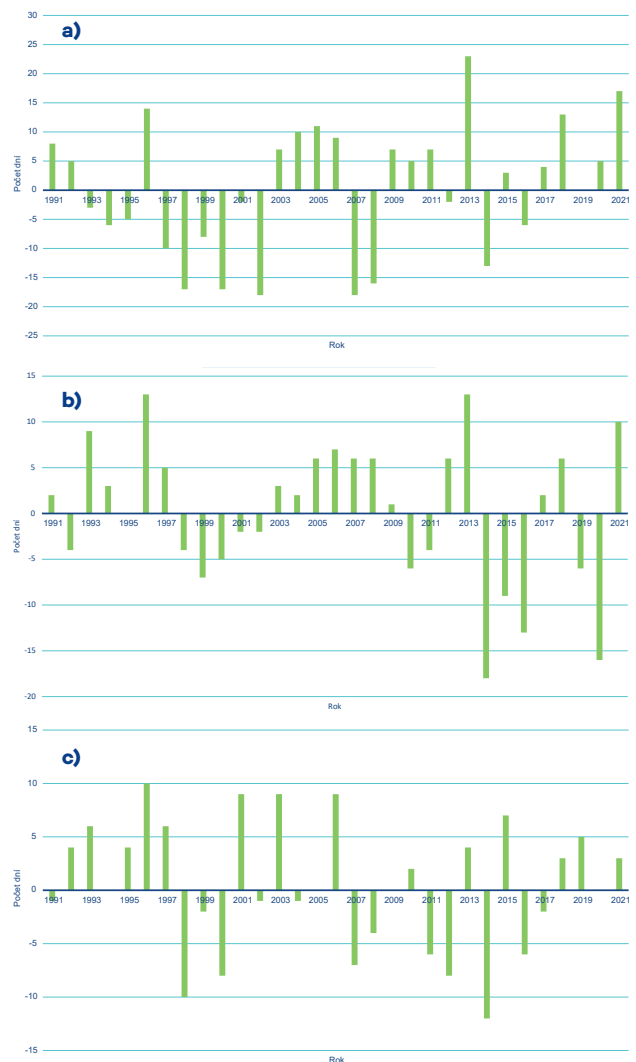


Obr. 7 Fenologická roční období – začátek fenologického předjaří v roce 2021.

dělat opatření, aby zabránili rozsáhlému poškození. A v průběhu dubna bylo několikrát vydáváno upozornění na vegetační mrazy!

V dubnu zdobily krajinu svými jasně žlutými květy zlatice a dřiny, nejprve zejména v nížinách v městských aglomeracích, později i ve středních polohách. Z bylin jarního aspektu rozkvetly další druhy, např. dymnivky duté či orsej jarní, podběl lékařský byl v plném květu. První listy bezů, vrby a lísek se rozvíjely a prodlužovaly, začaly rašit další dřeviny, např. modřiny a třešně. Později začaly jasně zeleně kvést javory mléče (kvetou dříve, než se olistí), z bylin rozkvetly devěsily.

Na konci dubna byl vývoj vegetace již zhruba o 3 týdny opožděn oproti předchozím rokům. V jejím vývoji byl vidět velký rozdíl mezi nížinami, středními a vyššími polohami. Zlatice a dřiny zdobily svými jasně žlutými krajinu ve středních polohách, v nížinách začaly pomalu odkvétat. Byliny jarního aspektu – sasanky, dymnivky, orseje, křivatec – stále kvetly naplno, pouze v nejteplejších lokalitách začaly pomalu odkvétat, rovněž podběl lékařský byl v plném květu kromě nejteplejších lokalit, kde pozvolna odkvétal a objevily se i jeho listy. Bezy, vrby, lísky, hlohy a kaštiny se dále výrazněji olistily a začaly se olistovat i další dřeviny, např. modřiny, třešně, břízy, olše či střemchy. Začaly rašit lípy, jeřáby, borovice a smrky.



Obr. 8 Rašení modřínu opadavého (a), počátek kvetení (50%) habru obecného (b), počátek kvetení blatouchu bahenního (c) – odchylky od průměru 1991–2020.



Obr. 9 Květy třešně Sakury.

Pylový semafor byl v období března a dubna na stupni 2 (mírné riziko) až 3 (střední riziko), vzhledem k tomu, že pylové alergie rozkvétaly postupně a postupně v jednotlivých výškových pásmech s určitým časovým odstupem. Např. bříza bělokorá byla na konci dubna rozkvetlá převážně v nížinách, ve středních polohách jen velmi pozvolna rozkvétala.

A na závěr několik zajímavostí ze zahraničí: třešně sakury rozkvetly letos v Japonsku již 26. 3. (Kjóto) a 22.3. (Tokio). Začátek pozorování počátku kvetení sakury se datuje již do roku 812 n. l. Letos sakury vykvetly v Japonsku výrazně dříve než obvykle, u nás naopak začaly třešně rozkvétat se zpožděním a pro prvomájové políbení se muselo zajet do nižších, teplejších poloh.



Obr. 10 Květy blatouchu bahenního.

V hlavním městě USA ve Washingtonu ve druhé polovině dubna probíhal festival rozkvetlých třešní. 6 800 kvetoucích stromů lemují historické monumenty a památníky!

V Horshamu v západním Sussexu rozkvetl největší britský rododendron – jedná se o stodvacetiletého jedince, který při posledním měření v roce 2017 měřil 9,144 m na výšku a 12,192 m šířku.

Lenka Hájková

INFORMACE

Vybrané mezinárodní aktivity hydrologů ČHMÚ v roce 2020

Ihned na začátku této nové epizody seriálu započatého příspěvkem Ledvinky (2017) je třeba podotknout, že zdaleka ne všechny akce avizované v loňském ročníku Meteorologických zpráv (Ledvinka 2020) se mohly uskutečnit. Na vině byla aktuální epidemiologická a posléze také pandemická situace, která nedovolovala příliš vycestovávat do zahraničí. Většina mezinárodních aktivit hydrologů ČHMÚ byla tedy přesunuta do budoucích let (tj. do roku 2021, a někdy dokonce i z roku 2021 do roku 2022). Neodkladné činnosti však byly provedeny i tak, jen s tím rozdílem, že veškerá vyjednávání byla přednostně přesunuta do virtuálního světa internetu.

Situace v IHP UNESCO

Bude-li dodržena struktura nastíněná v příspěvku Ledvinky (2020), je nutné začít situací, která v roce 2020 panovala v **Mezivládním hydrologickém programu (IHP) UNESCO**. Záležitosti okolo Světové meteorologické organizace (WMO) jsou záměrně ponechány na případný separátní informativní článek z důvodu velkého množství elektronických setkání, která z podstaty své funkce přednostně sledoval dr. Daňhelka.

Na jaře 2020 Český národní výbor pro hydrologii odevzdal svůj tradiční report o aktivitách za poslední dva roky pro připravované **24. zasedání Mezivládní rady (IGC) IHP** (blíže viz ČNVH 2020). Ještě před zveřejněním loňského příspěvku (Ledvinka 2020) bylo známo, že termín tohoto zasedání byl z přelomu jara a léta 2020 přesunut na měsíc říjen. Tomu se také přizpůsobily virtuální schůzky reprezentantů volebního Regionu II, kterému předsedal prof. Brilly ze Slovinska. Těchto schůzek proběhlo hned několik, přičemž jejich harmonogram se více či méně operativně přizpůsoboval aktuálním rozhodnutím vedení IHP v Paříži, což někdy, v kombinaci s dalšími aktivitami, nabývalo poměrně chaotického rázu, a to prakticky až do Vánoc 2020. Předmětem těchto schůzek byla zejm. reakce na rozhodnutí Byra IHP, ale také na zprávy o připravovaných tématech, která měla být řešena na nadcházejícím zasedání IGC. Prof. Brilly se dlouhodobě snaží posílit roli Regionu II, a proto se společně s ostatními představiteli pokoušel vytipovat silné stránky zemí, které k tomu regionu přináleží. Případně bylo snahou přijít s novými aspekty, kde by mohl Region II předvést svůj um z hlediska hydrologie. Diskutována byla např. problematika nové hydrologické terminologie, která se objevuje až s posledními trendy výzkumu, ačkoliv na ni oficiální slovníky a jejich aktualizace doposud nezareagovaly. Nedílnou součástí těchto regionálních diskusí byly reakce na koncept strategie 9. fáze IHP (tj. IHP-IX; Led-

vinka, Daňhelka 2020), kde se vesměs všichni reprezentanti vyslovovali proti upozadění vlivu vědců. Česká strana se tradičně, ať již ve formě virtuálních diskusí, nebo předchozích dotazníků, taktéž několikrát vyjádřila proti duplikování aktivit, které mají být v gesci WMO. Samotné 24. zasedání IGC se doposud neuskutečnilo a je naplánováno až na červen 2021. Namísto toho proběhlo v pořadí již **druhé**, tentokrát jen virtuální, **Mimořádné zasedání IGC** ve dnech od 30. listopadu do 1. prosince, kde byly předsedy jednotlivých regionů názory ke strategii IHP-IX tlumočeny. Zde bylo rozhodnuto, že se na přípravě takto důležitého dokumentu bude pokračovat, načež byly iniciovány další virtuální schůzky s prof. Brillym, ovšem pouze s nevalnou účastí.

S volebním Regionem II (a vlastně i částí Regionu I) nedílně souvisí **Regionální spolupráce podunajských států (IHP Danube)**. Již na jaře se především němečtí hydrologové zasloužili o vznik sdíleného úložiště, které mělo dočasně nahradit chybějící (zrušené) webové stránky IHP Danube. Zde byly nasdíleny dokumenty, které se staly předmětem několika následujících virtuálních diskusí, s jejichž organizací významně pomohli pracovníci Regionálního pracoviště UNESCO situovaného v italských Benátkách (někdy i za účasti kolegů z Paříže). Hlavními tématy jednání byly připravované akce s dalšími organizacemi či programy (např. WMO, FRIEND-Water, JRC Evropské komise apod.), možnosti, jak by mohly tyto organizace benefitovat ze spolupráce s hydrology z IHP Danube, apely na nerušení vodoměrných stanic, volba nového předsedy (pozici obhájil prof. Brilly), možnost založení stálého sekretariátu (nakonec vybrán Bělehrad), aktualizace Principů podunajských států a loga IHP Danube a návrhy nových projektů, jichž se hydrologové tohoto regionu tradičně účastní dobrovolně za podpory institucí, jež je zaměstnávají. Tato jednání probíhala i přes léto 2020. Někdy si dokonce předseda IHP Danube prof. Brilly vyžádal separátní diskusi s českými hydrology. Účelem byla příprava na 30. pracovní schůzku členských zemí, která byla původně naplánována jako osobní setkání v Lublani dne 21. října 2020, avšak nakonec byla transformována v další virtuální jednání, jehož se mnozí hydrologové vůbec nezúčastnili, takže závěry byly učiněny poměrně rychle.

Z tohoto jednání vzešel minimálně jeden důležitý úkol pro české hydrology, a sice, že byl schválen jejich expertní projekt zaměřený na malé průtoky a hydrologické sucho v povodí Dunaje (tzv. **Low-Flow Project**). Zhruba tři týdny po schválení, přesněji ve čtvrtek 12. listopadu, zorganizoval dr. Janál elektronickou schůzku s kolegy z Německa a Slovenska za účelem dojednání vedení projektu a rozdělení prvních úkolů. Dr. Ledvinka zařídil pro možnost sdílení informací o důležité literatuře a také souborů samotných pro skupinu zpracovatelů neomezený úložný prostor v rámci referenčního manažera Zotero. Dalším důležitým úkolem bylo sestavit metodiku zpracování dat. Ta je kompilována doposud, ale předpokládá se, že bude brzy dokončena.

Na všech jednáních s reprezentanty podunajských států byl kladen důraz na propagaci dvou nadcházejících konferencí, jejichž organizaci má na starosti česká strana. Konkrétně se jedná o **Hydrologické dny 2021** a **29. Konferenci podunajských států**. Obě akce se mají vejít do týdne od 6. do 10. září 2021. Konferencím jsou věnovány nové webové stránky (blíže viz Brzezina 2021a,b).

Region podunajských států přes nepříznivé podmínky nezařadil svou činnost ani v rámci projektů financovaných Evrop-

skou komisí, z nichž je pro českou hydrologii patrně nejdůležitější **projekt DAREFFORT**. Zde z obou osobních setkání, která byla pro rok 2020 naplánována (jaro Lublaň, podzim Záhřeb) ovšem sešlo a namísto toho byly tyto tzv. periodické schůzky uskutečněny elektronicky. Jarní schůzka se nakonec odehrála ve dnech 26. a 27. května, kdežto podzimní schůzka ve dnech 5. a 6. listopadu. Předmětem jednání, kterého se virtuálně účastnili dr. Janál, dr. Ledvinka a Mgr. Zemanová, byl další vývoj softwaru pro sdílení dat a předpovědních informací, ale také postup prací na výukových materiálech založených na platformě MOODLE tak, aby mohl být projekt ve dnech 29. a 30. dubna 2021 úspěšně ukončen, a to společně s uspořádáním **druhého Dunajského předpovědního fóra (DAFF)**, které bylo přesunuto z listopadu 2020.

Představitel **programu FRIEND-Water**, který je součástí IHP UNESCO, a zejm. jeho pracovní skupiny zaměřené na malé průtoky se nakonec dohodli, že jejich setkání proběhne virtuálně 29. září 2020. To se také nakonec podařilo za poměrně velkého zájmu hydrologů a klimatologů ze západní Evropy. Dr. Ledvinka zde upozorňoval na možnosti účasti na výše zmiňovaných konferencích, ale také na k tomu připravovaná speciální čísla časopisů *Climate* (blíže viz Ledvinka et al. 2020), *Journal of Hydrology and Hydromechanics* a *Acta Hydrologica Slovaca* (blíže viz Brzezina 2021b). Důležitým bodem jednání byla aktualizace známé knihy o hydrologickém suchu (Tallaksen, van Lanen 2004). Někteří účastníci se klonili ke zjednodušení kapitol věnovaných statistické analýze. Alternativně bylo vyžadováno popsat v novém vydání knihy podrobněji základy statistiky, na kterých tyto kapitoly staví.

Poměrně paradoxně byly dobře zviditelněny další výsledky, ke kterým po hlavičkou IHP UNESCO hydrologové dospěli. Uspořádáno bylo hned několik webinářů, které se týkaly např. problematiky podzemní vody a klimatické změny, ale též problematiky jednotlivých regionů. Za zmínku stojí, že Institut pro vodní vzdělávání (Institute for Water Education, IHE) v nizozemském Delftu spustil otevřenou sérii elektronických výukových kurzů pro magistry (tzv. **eMWRE Project** finančně podporovaný Evropskou komisí), jejichž některé videozáznamy lze prohlížet na kanále YouTube (blíže viz eMWRE 2021).

Vědecká setkání

Tato setkání byla většinou přesunuta na později. V ojedinělých případech však organizátoři zareagovali rychle a zvolili raději elektronickou formu konferencí. To se týkalo rovněž **Valného shromáždění Evropské geovědní unie (EGU2020)**, kde se prezentování společného předloženého abstraktu Jenička a Ledvinky (2020b) chopil dr. Jeniček z Přírodovědecké fakulty Univerzity Karlovy. EGU2020 proběhlo netradičně poněkud později v týdnu od 4. do 8. května. Jeho součástí byly i zajímavé vzdělávací semináře o hydrologickém modelování pro začínající vědce. Zmiňovaný abstrakt pak vyústil v celý článek (Jenicek, Ledvinka 2020a). Pro EGU2020 však byly připraveny i abstrakty jiných hydrologů ČHMÚ (Elleder et al. 2020a).

Mezinárodní asociace hydrologických věd (IAHS) a její Mezinárodní komise pro statistickou hydrologii (ICSH) měly v plánu zorganizovat **mezinárodní letní školu o extrémeh** pro mladé začínající hydrology. Ta byla také přesunuta. Avšak namísto školy byla uspořádána alespoň ochutnávka v podobě webináře, kde se prezentací zhostila známá jména, jako jsou statističtí hydrologové Simon Michael Papalexiou a Richard Vogel nebo statistička Ilaria Prosdocimi. Toto virtuální setkání se nakonec odehrálo v odpoledních hodinách dne 13. července.

Nyní se předpokládá, že samotná letní škola proběhne od 11. do 17. července 2021 v italské Perugii (blíže viz WARREDOC 2020).

Dodejme, že v únoru 2020 kolega Ladislav Budík opět reprezentoval hydrologii ČHMÚ v Bratislavě na konferenci aplikovaných matematiků **APLIMAT**. Příspěvek byl publikován ve sborníku evidovaném v databázi Scopus (Budík, Budíková 2020).

Přestože hydrologové ČHMÚ neměli v roce 2020 mnoho šancí prezentovat výsledky svého výzkumu na konferencích, dařilo se jim poměrně dobře po stránce publikační. V zahraničních časopisech se tak např. objevila řada článků od dr. Ledvinky či dr. Elledera a jejich kolegů, z nichž jeden byl vytištěn i v jednom z nejvýznamnějších vědeckých časopisů *Nature* (Blahušáková et al. 2020; Blöschl et al. 2020; Elleder et al. 2020b–d; Ledvinka, Recknagel 2020; Vlach et al. 2020). Na tuto skutečnost upozornili také Daňhelka a Elleder (2020).

Konference věnované začínajícím vědcům

Kromě již zmíněné letní školy o extréměch v hydrologii je nutné vyzdvihnout, že ani organizátoři tradiční **Konference mladých odborníků** se současně situace nezalekli a přizpůsobili všechna tři setkání, z nichž hydrologům je neznámější právě **Konference mladých hydrologů (KMH)**, elektronickým platformám Skype (separátní místnosti dle sekcí) a Webex (společný úvod a vyhledávání výsledků). Akce se konala ve čtvrtek 12. listopadu a byly jí založeny specializované webové stránky (blíže viz SHMÚ 2020a). Dr. Ledvinka využil opět možnosti posuzovat příspěvky v KMH, a to jak předem, anonymně, tak v den konání v dané Skype místnosti. České soutěžní příspěvky se týkaly výhradně hydroopedologie. Autorky Horáková a Suchá však nereprezentovaly ČHMÚ, nýbrž Vysoké učení technické v Brně. Ocenění byli nakonec Kateřina Suchá, Cyril Siman a Jakub Mészáros, o čemž se lze stále přesvědčit z webových stránek (blíže viz SHMÚ 2020b). Jakub Mészáros, který je zároveň pracovníkem SHMÚ a Slovenské akademie věd, skvěle navázal na své předchozí výsledky již publikované v časopise (Polčák, Mészáros 2018) a demonstroval své kvality při práci se softwarem a srážkovými úhrny. Dr. Miklánek, který sekci KMH vedl, poděkoval jak prezentujícím, tak všem, kdo příspěvky posuzovali velmi aktivně i přes platformu Skype, kde se rozproudila celá řada plodných diskusí, až se někdy zdálo, že byly paradoxně dokonce živější než doposud při osobních setkáních.

Již proběhlé akce na začátku roku 2021 a budoucnost

Dny 15. až 18. února 2021 byly vybrány jako náhradní termín pro zorganizování **6. Evropského kongresu IAHR**, který byl koncipován výhradně elektronicky, a nutno podotknout, že se povedl. Z kongresu vzešel sborník rozšířených abstraktů, kde je možné nalézt rovněž příspěvky hydrologů ČHMÚ (Hornová, Černá 2021; Ledvinka et al. 2021).

Na měsíc duben je plánováno další **Valné shromáždění EGU**, tentokrát již od začátku koncipováno coby virtuální setkání (proto zkratka vEGU2021). Oproti dřívějšímu má však tato akce být mnohem delší a trvat konkrétně od 19. do 30. dubna. Hydrologové ČHMÚ odeslali na shromáždění svůj abstrakt, který byl schválen pro tzv. PICO prezentaci (Vlach et al. 2021).

V neposlední řadě je zapotřebí zmínit měsíc září 2021, do kterého byly přesunuty dvě důležité akce z pohledu statistické

hydrologie. První z nich je **polský Seminář aplikované matematiky** (Vratislav, 13. až 15. září; blíže viz SAM 2021), druhou pak **workshop statistické hydrologie STAHY** (Valencie, 16. a 17. září; blíže viz STAHY 2021).

Tak doufejme, že rok 2021 bude z pohledu mezinárodních činností vřidnější než rok 2020.

Literatura:

- BLAHUŠÁKOVÁ, A., MATOUŠKOVÁ, M., JENICEK, M., LEDVINKA, O., KLIMENT, Z. et al., 2020. Snow and climate trends and their impact on seasonal runoff and hydrological drought types in selected mountain catchments in Central Europe. *Hydrological Sciences Journal* [online], Vol. 65, No. 12, s. 2083–2096. ISSN 0262-6667, 2150-3435. Dostupné z: doi:10.1080/02626667.2020.1784900.
- BLÖSCHL, G., KISS, A., VIGLIONE, A., BARRIENDOS, M., BÖHM, O. et al., 2020. Current European flood-rich period exceptional compared with past 500 years. *Nature* [online], Vol. 583, No. 7817, s. 560–566. ISSN 0028-0836, 1476-4687. Dostupné z: doi:10.1038/s41586-020-2478-3.
- BRZEZINA, J., 2021a. Danube Conference XXIX [online]. [cit. 28. 2. 2021]. Dostupné z WWW: <http://www.danubeconference.eu/>.
- BRZEZINA, J., 2021b. Hydrologické dny [online]. [cit. 28. 2. 2021]. Dostupné z WWW: <http://www.hydrologickedny.cz/>.
- BUDÍK, L., BUDÍKOVÁ, M., 2020. Comparison of various methods of parameters estimation of MLN5 distribution using simulation study. In: *19th International Conference on Applied Mathematics, 4-6 February 2020, Bratislava, Slovakia: APLIMAT 2020 Proceedings*. Bratislava: Slovak University of Technology in Bratislava, s. 170–179. ISBN 978-80-227-4983-1.
- ČNVH, 2020. Zprávy o činnosti ČNVH a zprávy ze zahraničních cest [online]. [cit. 28. 2. 2021]. Dostupné z WWW: <http://cnvh.cz/index.php/sample-sites-2/zpravy-o-cinnosti-cnvh/>.
- DAÑHELKA, J., ELLEDER, L., 2020. Minimální vodní stavy Labe v zájmu hladových kamenů. *Meteorologické zprávy*, roč. 73, č. 5, s. 158. ISSN 0026-1173.
- ELLEDER, L., KAŠPÁREK, L., KREJČÍ, J., ŠÍROVÁ, J., RACKO, S., 2020a. The unusual floods and flood frequency in 1858–1878 dry period in Central and Western Europe. *Geophysical Research Abstracts* [online], Vol. 22, Article no. EGU2020-17459. ISSN 1607-7962. Dostupné z: doi:10.5194/egusphere-egu2020-17459.
- ELLEDER, L., KAŠPÁREK, L., ŠÍROVÁ, J., KABELKA, T., 2020b. Low water stage marks on hunger stones: verification for the Elbe from 1616 to 2015. *Climate of the Past* [online], Vol. 16, No. 5, s. 1821–1846. ISSN 1814-9332. Dostupné z: doi:10.5194/cp-16-1821-2020.
- ELLEDER, L., KREJČÍ, J., RACKO, S., DAÑHELKA, J., ŠÍROVÁ, J., KAŠPÁREK, L., 2020c. Reliability check of flash-flood in Central Bohemia on May 25, 1872. *Global and Planetary Change* [online], Vol. 187, Article no. 103094. ISSN 09218181. Dostupné z: doi:10.1016/j.gloplacha.2019.103094.
- ELLEDER, L., KREJČÍ, J., ŠÍROVÁ, J., 2020d. The 1714 flash flood in the Bohemian-Moravian Highlands – Reconstructing a Catastrophe. *Quaternary International* [online], Vol. 538, s. 14–28. ISSN 1040-6182. Dostupné z: doi:10.1016/j.quaint.2019.02.002.
- eMWRE, 2021. Water Resources Engineering - eMWRE Project [online]. [cit. 28. 2. 2021]. Dostupné z WWW: https://www.youtube.com/channel/UCIkXm0EZ-2Hxi8Ajb4_1YuA/.
- HORNOVÁ, H., ČERNÁ, I., 2021. Evaluation of groundwater levels in hydrogeological profiles in South Moravia, Czech Republic. In: KALINOWSKA, M., ROWIŃSKI, P., OKRUSZKO, T., NONES, M., ed. *6th IAHR Europe Congress Abstract Book* [online]. Warsaw: International Association for Hydro-Environment Engineering and Research, s. 221–222. ISBN 978-83-66847-01-9. Dostupné z WWW: <https://iahr2020.pl/wp-content/uploads/2021/02/Book-of-Abstracts-15-02-2021.pdf/>.

- JENICEK, M., LEDVINKA, O., 2020a. Importance of snowmelt contribution to seasonal runoff and summer low flows in Czechia. *Hydrology and Earth System Sciences* [online], Vol. 24, No. 7, s. 3475–3491. ISSN 1607-7938. Dostupné z: doi:10.5194/hess-24-3475-2020.
- JENICEK, M., LEDVINKA, O., 2020b. Snowmelt contribution to seasonal runoff: Lessons learned from using a bucket-type model on a large set of catchments. *Geophysical Research Abstracts* [online], Vol. 22, Article no. EGU2020-5557. ISSN 1607-7962. Dostupné z: doi:10.5194/egusphere-egu2020-5557.
- LEDVINKA, O., KAŹMIERCZAK, B., WDWIKOWSKI, M., 2021. Return levels of maximum daily rainfall totals in the basin of the Upper Lusatian Neisse River. In: KALINOWSKA, M., ROWIŃSKI, P., OKRUSZKO, T., NONES, M., ed. *6th IAHR Europe Congress Abstract Book* [online]. Warsaw: International Association for Hydro-Environment Engineering and Research, s. 523–524. ISBN 978-83-66847-01-9. Dostupné z WWW: <https://iahr2020.pl/wp-content/uploads/2021/02/Book-of-Abstracts-15-02-2021.pdf>.
- LEDVINKA, O., KŘEČEK, J., LAMACOVA, A., KERTESZ, A., 2020. Special Issue „Climate Change, Hydrology and Freshwater Resources” [online]. [cit. 28. 2. 2021]. Dostupné z WWW: https://www.mdpi.com/journal/climate/special_issues/climatechange_freshwater/.
- LEDVINKA, O., RECKNAGEL, T., 2020. Long-term persistence in discharge time series of mountainous catchments in the Elbe River basin. *Proceedings of the International Association of Hydrological Sciences* [online], Vol. 383, s. 135–140. ISSN 2199-899X. Dostupné z: doi:10.5194/piahs-383-135-2020.
- LEDVINKA, O., 2017. Vybrané mezinárodní aktivity hydrologů ČHMÚ v roce 2016. *Meteorologické zprávy*, roč. 70, č. 1, s. 29–32. ISSN 0026-1173.
- LEDVINKA, O., 2020. Vybrané mezinárodní aktivity hydrologů ČHMÚ v roce 2019. *Meteorologické zprávy*, roč. 73, č. 2, s. 53–58. ISSN 0026-1173.
- POLČÁK, N., MÉSZÁROS, J., 2018. Vplyv reliéfu na rozloženie atmosférických zrážok na Slovensku pri južných cyklonálnych situáciách. *Geografický časopis* [online], roč. 70, č. 3, s. 259–272. ISSN 0016-7193, 2453-8787. Dostupné z: doi:10.31577/geogr-cas.2018.70.3.14.
- SAM, 2021. XLIX Seminar of Applied Mathematics [online]. [cit. 28. 2. 2021]. Dostupné z WWW: <http://www.sam.upwr.edu.pl/en/>.
- SHMÚ, 2020a. Konferencia mladých odborníkov [online]. [cit. 28. 2. 2021]. Dostupné z WWW: <http://www.shmu.sk/kmo2020/v5/index.php/>.
- SHMÚ, 2020b. Konferencia mladých odborníkov v roku 2020 [online]. [cit. 28. 2. 2021]. Dostupné z WWW: <http://www.shmu.sk/sk/?page=2444/>.
- STAHY, 2021. Workshop ICSH-STAHY 2021 [online]. [cit. 28. 2. 2021]. Dostupné z WWW: <https://stahy2021.congresos.upv.es/>.
- TALLAKSEN, L. M., VAN LANEN, H. A. J., ed., 2004. *Hydrological Drought: Processes and Estimation Methods for Streamflow and Groundwater* [online]. Amsterdam; Boston: Elsevier. Developments in Water Science, 48. ISBN 0-444-51688-3. Dostupné z WWW: <http://europeandroughtcentre.com/resources/hydrological-drought-1st-edition/>.
- VLACH, V., LEDVINKA, O., MATOUSKOVA, M., 2020. Changing low flow and streamflow drought seasonality in Central European headwaters. *Water* [online], Vol. 12, No. 12, Article no. 3575. ISSN 2073-4441. Dostupné z: doi:10.3390/w12123575.
- VLACH, V., LEDVINKA, O., MATOUSKOVA, M., 2021. Changing low flow seasonality in Central European headwaters. *Geophysical Research Abstracts* [online], Vol. 23, Article no. EGU21-71. ISSN 1607-7962. Dostupné z: doi:10.5194/egusphere-egu21-71.
- WARREDOC, 2020. 2021 International Summer School on Hydrology [online]. [cit. 28. 2. 2021]. Dostupné z WWW: <http://warredoc-unistrapg.org/en/events/2021-summer-school/>.

Ondřej Ledvinka

RNDr. Jaroslav Pícha – 100 let od narození

Dne 28. 2. 2021 by oslavil 100. narozeniny RNDr. Jaroslav Pícha, zakladatel a dlouholetý vedoucí meteorologické observatoře v Hradci Králové. Narodil se v Kroměříži, dětství a gymnaziální studia prožil ve Valašském Meziříčí. Za okupace byl poslán na nucené práce do Německa. Po osvobození studoval meteorologii na Přírodovědecké fakultě Karlovy univerzity a současně pracoval na letišti jako prognózní meteorolog. Studia ukončil v roce 1949 a od roku 1951 přešel do Hradce Králové, kde se rozhodující měrou podílel na vybudování meteorologické observatoře. Pracoviště s nemalým úsilím vybavil kvalitní měřicí technikou pro měření charakteristik slunečního záření a měření stratosférického ozonu. Položil tak základy Solární a ozonové observatoře ČHMÚ. Neúnavně pečoval o kvalitu měření i zpracování získaného materiálu. Činnost observatoře od počátku orientoval na spolupráci s evropskými, ale i světovými centry. K pokračování v této spolupráci vychoval i své nástupce, kterým tak poskytl podmínky pro další šíření dobrého jména pracoviště doma i v zahraničí.

Pro dr. Píchu se meteorologie stala jedním z hlavních smyslů života. Byl i hlavním iniciátorem založení pobočky České meteorologické společnosti v Hradci Králové.

Jeho vášní byla i astronomie. S vděčností na něj vzpomínají i členové Astronomické společnosti v Hradci Králové, pro které byl kolegou a rádcem. Na počest dr. Píchy iniciovali pojmenování planetky č. 12051 „Pícha“.

RNDr. Jaroslav Pícha zemřel 21. 2. 1998.

Čest jeho památce!

Ladislav Metelka

Kde se historie dotýká oblaků a řek

Autoři: Jan Daňhelka, Radim Tolasz, Karel Krška, Jan Macoun, Libor Elleder. Praha: ČHMÚ, 148 stran. ISBN 978-80-7653-005-8.

Pod právě uvedeným názvem vydal Český hydrometeorologický ústav (ČHMÚ) v závěru minulého roku knižní publikaci věnovanou stému výročí svého založení, pokud to ovšem počítáme v rámci celé škály jeho přímých institucionálních předchůdců a v souvislosti s komplikovaným organizačním vývojem probíhajícím již od založení někdejšího československého státu. Tato publikace je dílem autorů: Jan Daňhelka, Radim Tolasz, Karel Krška, Jan Macoun, Libor Elleder a vyšla v nákladu 500 výtisků pod ISBN 978-80-7653-005-8. Kromě úvodu, závěru a rozsáhlého seznamu použitých literárních pramenů je členěna do následujících částí:

– Vývoj Českého hydrometeorologického ústavu.

– Sto roků extrémů 1919–2019.

– Kapitoly z historie vědních oborů:

- a) Kapitoly z historie meteorologie na našem území.
- b) Kapitoly z historie poznávání hydrologického cyklu.
- c) Znečištění ovzduší – historický exkurz.



- Zrození vědních oborů – antická filozofie.
- Mytologické představy o atmosféře a hydrosféře.

Vydeme-li ze skutečnosti, že prvoplánově jde o pamětní publikaci k významnému jubileu instituce ČHMÚ, lze zřejmě konstatovat, že je publikací zdařilou. Působí velmi důstojným, ale nikoli nadneseně bombastickým dojmem, čtenářsky je nepochybně velmi zajímavá, po grafické stránce nevtrávná, ale dostatečně výrazná a vkusně uspořádaná, bohatě vybavená barevnou, a to zejména fotografickou dokumentací.

Z hlediska obsahového zpracování publikace a rozvržení probírané látky není situace recenzenta jednoduchá. Na první pohled je zřejmé, že zde, a to pravděpodobně záměrně, neproběhla sjednocující redakce, texty jsou evidentně tvořeny svými autory dosti nezávisle na sobě. Knižka není důsledně uspořádána dle nějaké vůdčí myšlenkové linie, ale představuje něco jako svým způsobem čítankový soubor zajímavých textů. Ostatně není uváděn žádný redaktor nebo recenzent díla. I když to není výslovně uvedeno, nebo nějakou grafickou úpravou vyjádřeno, lze knižku evidentně rozdělit na dvě základní části. Do první můžeme zařadit úvodní dva body ze zde uvedeného obsahu, do části druhé pak zbytek.

V prvním obsahovém bodu je chronologicky a čtivým způsobem zachycen stoletý vývoj instituce, jež má dnes podobu ČHMÚ, a to v nejjednodušších souvislostech a peripetiích, do nichž se v plném rozsahu promítá společenský, politický a státoprávní vývoj od vzniku Československa v r. 1918. Druhý obsahový bod lze dle názoru recenzenta hodnotit jako odborně podstatné těžiště celé knižky. Rok po roce jsou zde uváděny, stručně popisovány a charakterizovány události, které se jakkoli dají považovat za počasové extrémy. Přehlednosti velmi prospívá závěrečné, v podstatě tabelární shrnutí celého obsahu. Pro jakéhokoli zájemce o výraznější počasové jevy v zahrnuté století to může být opravdu velice užitečný odborný materiál s vysokou informační hodnotou.

Zbývající část knižky má výrazně převažující historický charakter, není to však text historicko-vědeckého zaměření, je zpracován odborníky v meteorologii, klimatologii a hydrologii, kteří se o historii svých oborů aktivně zajímají, nejsou však na tomto poli odborníky profesionálního zaměření. K této části nyní uvedme několik poznámek.

Především je svým netradičním řazením zajímavě uspořádané prezentované látky zpětně proti toku času, a to od novověkého formování systematických meteorologických, klimatologických a hydrologických poznatků až k mytologickým představám dávných civilizací starověku. Podstatnou záležitostí, kterou zde nutno brát v úvahu, představuje skutečnost, že v tematické oblasti meteorologie (se zahrnutím klimatologie) je pro zpracovatele textů situace metodicky a podkladově poněkud odlišná od hydrologie. V rámci české oborové historické literatury existují dvě velmi obsáhlé knižní publikace „Dějiny meteorologie v českých zemích a na Slovensku“ a „Hydrometeorologická služba armády české republiky v období 1918–2009“. Je proto svým způsobem přirozené, že část naší knižky nadepsaná „Kapitoly z historie meteorologie na našem území“ se může, přinejmenším v některých partiích, jevit jako jisté glosování právě zmíněných širších literárních pramenů, u nichž lze předpokládat širší čtenářskou obezřetnost. Začíná se od Johanna Keplera, výklad pak přímo směřuje ke stručné charakteristice vývoje meteorologických přístrojových měření až ke konci 19. století. Následuje jako by zpětný odskok do 18. století k Prokopu Divišovi a posléze ke klementinské observatoři. Pokračují zmínky o prof. Augustinovi a prof. Hanzlíkovi. Potom se již víceméně kontinuálně přechází k prvorepublikovému vývoji a dále směrem k současnosti. Naproti tomu formálně symetrická část „Kapitoly z historie poznávání hydrologického cyklu“ je zpracována poněkud systematictější, z časového hlediska kontinuálnější, a především uvažována v širším světovém kontextu dějinného vývoje hydrologické problematiky. Je zřejmé, že autorským záměrem zde bylo vytvořit dílo zásadnějšího syntetického a obecnějšího charakteru. Z obecně historického hlediska se zde vyskytují některé marginální podivnosti, např. na str. 86 jsou v souvislosti s roky 1425 a 1432 zmínky, které navozují, že v této době vykonával císař Zikmund Lucemburský standardní vládu v Čechách.

Zamyslíme-li se nyní nad obvyklou otázkou: „Co v obsahu textu chybí?“, je mj. možno litovat absence dvou meteorologických témat. V prvním případě toho, že není přímo podchyteno zajímavé období aplikování tzv. meteorologické norské školy v naší prvorepublikové synoptické službě. Byla by to zároveň vhodná příležitost konkrétněji prezentovat významnou osobnost Gustava Swobody, která je sice sporadicky zmiňována, ale bohužel spíše mimo souvislý kontext. Reprodukce jeho obrazu na str. 75 je mimo textovou souvislost. Druhý případ souvisí s tím, že prakticky vůbec není podchycena zásadní změna meteorologických předpovědních metod a přechod od tzv. subjektivně synoptického přístupu k metodám založeným na aplikacích numerických předpovědních modelů.

Navazující část zaměřená na problematiku znečištění ovzduší je výstižně prezentována jako exkurs danou tematikou. Ten se týká jak mezinárodního kontextu, tak našich specifíků v tematické oblasti, jež je jak v minulosti, tak v přítomnosti spojena s velkou odbornou a společenskou naléhavostí. Zpracování se vyznačuje střídmostí, kultivovanou věcností a zasvěceností. Dobře vystihuje významné aktivity ČHMÚ, a to i v kontextu hlavních mezinárodních kooperací.

Obecněji historická část knížky má spíše charakter širěji vzdělávacího textu. Velmi zajímavou je pasáž ohledně anticke filozofie věnovaná především Aristotelovi ze Stageiry. Poměrně rozsáhlá sbírka citátů z jeho díla týkajících se meteorologických a hydrologických záležitostí doprovázená dnešními stručnými výklady „uvádějícími věci na pravou míru“ působí velmi živým a inteligentním dojmem. Závěrečné pasáže knížky jsou věnovány mytologickým představám o atmosféře a hydrosféře starověkých civilizací Egypta, Mezopotámie a Indie, typicky se formujících v oblastech říčních veletoků. Z hlediska dnešních širokých zájmů o vše, co souvisí s Čínou, je otázkou, proč zde byla starověká Čína pominuta. Zvědavého čtenáře by dále mohlo zajímat, jak tomu bylo v souvislosti se severoamerickými nebo jihoamerickými Indiány v oblastech Amazonie nebo kolem veletoku Mississippi. Závěr textu je posléze věnován mytologii starých Slovanů.

Celkově možno uzavřít tak, že daná knížka představuje zdařilou reprezentativní publikaci jubilejního charakteru. Taková publikace si zpravidla neklade přímé a výrazné originálně vědecké ambice. Evidentně je to zde v souladu s vydavatelským záměrem, neboť nikde není uvedeno, že by texty prošly odbornou recenzí. Čtenáři se však nabízí zajímavá četba velké informativní hodnoty a pozoruhodné obsahové šíře.

Z čistě formálního hlediska lze říci, že knížka je dobře a použitavě graficky zpracována, je vybavena velkým počtem rozmanitých a většinou barevných fotografií. Určitým drobným kazem je zde skutečnost, že u některých z relativně nevelkého počtu prezentovaných grafů jsou špatně čitelné popisy, někde dokonce na osách chybí uvedení jednotek.

Případní zájemci si knížku mohou objednat přes webové stránky: nakladatelstvi.chmi.cz.

Jan Bednář

K životnímu jubileu profesora Rudolfa Brázdila

Není mnoho osobností, které se svou odbornou i organizační činností zásadním způsobem zasloužily o rozvoj a směřování vědních disciplín. V historické klimatologii k takovým osobnostem bezesporu patří prof. Rudolf Brázdil, který v letošním roce (10. dubna) oslavil 70 roků. Přitom jeho odborné aktivity a dosažené vědecké výsledky se zdaleka neomezují pouze na historickou klimatologii.

Rudolf Brázdil absolvoval studium učitelství matematika – zeměpis na Katedře geografie přírodovědecké fakulty tehdejší Univerzity Jana Evangelisty Purkyně (nynější Masarykova univerzita) v Brně v letech 1969–1974. Vědeckou hodnost kandidáta věd získal v roce 1980 a v roce 1983 byl po úspěšné habilitaci na Komenského univerzitě v Bratislavě jmenován docentem v oboru meteorologie a klimatologie. V roce 1990 získal titul doktora věd na Univerzitě Karlově v oboru fyzická geografie a roku 1991 byl na Masarykově univerzitě jmenován profesorem fyzické geografie. S geografii (v současnosti Geografický ústav) na přírodovědecké fakultě Masarykovy univerzity je spojena celá jeho vědecká i pedagogická dráha.

Zpočátku se prof. Brázdil věnoval klimatologii instrumentálního období, především analýze atmosférických srážek.

V letech 1985, 1988 a 1990 se zúčastnil expedic na Špicberky. Jeho kariéru lemují četné pobyty na zahraničních univerzitách či ústavech a setkání s významnými osobnostmi. Například pobyt na Meteorologickém ústavu Univerzity v Bonnu u prof. Hermann Flohna v letech 1983–84, na Geografickém ústavu Federální technické univerzity (ETH) v Curychu na přelomu let 1992 a 1993 či pobyt na Katedře geologie a geografie University Massachusetts v Amherstu (USA) u prof. Raymonda S. Bradleyho v r. 1994.

První osobní kontakty s profesorem historie Christianem Pfisterem z Univerzity v Bernu na počátku 90. let 20. století postupně nasměrovaly odborné zaměření prof. Brázdila na historickou klimatologii. Tato vědní disciplína na pomezí klimatologie a environmentální historie se zabývá analýzou dokumentárních pramenů o počasí a podnebí, analýzou časných přístrojových pozorování, problematikou hydrometeorologických extrémů a jejich dopadů na přírodu a společnost. Přes poměrně bohatou historii spojenou s pracemi takových osobností, jako byli C. E. P. Brooks či H. Lamb, bylo na historickou klimatologii nahlíženo řadou klimatologů, zabývajících se rekonstrukcí klimatu, poněkud skepticky. Ještě v r. 2006 Phil Jones z Climate Research Unit, University of East Anglia napsal: „*You can calibrate a tree and also connect it with other climate variables. In historical documents one not knows sure how good they are. But we need exact data to reconstruct climate of the past. It will not help us if we know that in some afternoon was sunny.*“

Toto značně zjednodušující tvrzení začala postupně uvádět na pravou míru celá řada publikací či projektů, v nichž podstatnou roli hrála osobnost prof. Brázdila. Již v roce 1999 byl jedním z editorů speciálního čísla časopisu *Climatic Change* s názvem „Climatic Variability in Sixteenth-Century Europe and its Social Dimension.“ V roce 2008 přispívá do speciálního čísla časopisu *Weather* věnovanému historické klimatologii. V letech 2006–2010 v projektu 6. rámcového plánu EU MILLENNIUM byl vedoucím pracovní skupiny, která odbornou komunitu jednoznačně přesvědčila, že z hlediska použitých metod i kvality sestavených rekonstrukcí je historická klimatologie srovnatelná s výsledky paleoklimatologie založené na tzv. přírodních proxy-datech. Následuje celá řada příspěvků, které shrnují „state of the art“ historické klimatologie i historické hydrologie, vesměs publikovaných v prestižních vědeckých časopisech. Jako příklad lze zmínit příspěvky „Historical climatology in Europe - the state of the art“ (Brázdil et al. 2005), „Historical hydrology for studying flood risk in Europe“ (Brázdil et al. 2006), „European climate of the past 500 years: new challenges for historical climatology“ (Brázdil et al. 2010), „Documentary data and the study of past droughts: a global state of the art“ (Brázdil et al. 2018). Práce prof. Brázdila jsou citovány i v poslední souhrnné zprávě IPCC z roku 2013 a tento jen stručný výběr lze doplnit jeho spoluautorstvím na článku otištěném v časopise *Nature* (Blöschl et al. 2020).

Na Geografickém ústavu prof. Brázdil zformoval výzkumný tým, který systematickým výzkumem archivních pramenů postupně vybudoval rozsáhlou databázi historických zpráv o počasí a příbuzných jevech a položil základy metodologie standardně využívané v paleoklimatologii. Sama podstata práce s datovou základnou historické klimatologie vyžaduje multidisciplinární přístup a spolupráci s kolegy z různých vědních oborů. V této souvislosti nemohu nezmínit alespoň dva přátele a blízké spolupracovníky Rudolfa Brázdila, kteří již bohužel nejsou mezi námi, a to PhDr. Huberta Valáška, CSc. a PhDr. Oldřicha Kotyzu.

Historicko-klimatologické databáze bylo využito k celé řadě publikací, kterým dominuje volná řada monografií s názvem „Historie počasí a podnebí v českých zemích“. U všech svazků je prof. Brázdil prvním autorem a od vydání prvního dílu v r. 1995 již řada čítá jedenáct svazků. Toto dílo mimo jiné zpřístupňuje edice archivních dokumentárních zdrojů a přináší jejich meteorologickou a klimatologickou interpretaci. Dva svazky obdržely Ceny rektora MU („Historické a současné povodně v České republice“ z roku 2006 a „Climate of the Sixteenth Century in the Czech Lands“ z roku 2013). Doposud poslední monografie („Sucho v českých zemích: minulost, současnost, budoucnost“ z roku 2016) získala Cenu Josefa Hlávky za vědeckou literaturu.

Významných ocenění se dostalo i samotnému prof. Brázdilovi. Například v roce 2018 se stal nositelem ceny Eduarda Brücknera za významný přínos k interdisciplinárnímu výzkumu v klimatologii. Od roku 2019 je držitelem Stříbrné medaile MU a v roce 2020 obdržel prestižní ocenění Le Prix Vautrin-Lud, které představuje nejvyšší možné ocenění za geografii udělované již od r. 1991.

Prof. Brázdil dosud publikoval 161 článků evidovaných v databázi Web of Science, jeho práce mají více než 4000 citací a Hirschův index má hodnotu 38. Do tohoto výčtu dále patří řada úspěšně řešených projektů v roli hlavního řešitele, významný podíl na vědecké produkci oddělení pro studium variability klimatu v rámci Ústavu výzkumu globální změny AV ČR v Brně či členství v edičních radách několika vědeckých časopisů.

Odborná činnost profesora Brázdila je úzce spjata s výchovou studentů geografie na Geografickém ústavu Přírodovědecké fakulty Masarykovy univerzity. Není mnoho osobností, které jsou pedagogy velmi náročnými, avšak i pedagogy velmi oblíbenými a „chodící encyklopedií“, jak jej označil jeden z účastníků letošní studentské ankety. Vedle vedení přednášek se věnuje vědecké výchově doktorandů a jako školitel dovedl k úspěšné obhajobě 13 doktorandů. Řada z nich nyní pokračuje v akademické kariéře, či zastává významné pozice ve výzkumných institucích v ČR i v zahraničí.

V tomto omezeném rozsahu bych chtěl vyzdvihnout ještě jeden rys prof. Brázdila, a tím je preciznost opřená o obrovský všeobecný rozhled. Spolupráce s Rudolfem Brázdilem je totiž zcela samostatnou kategorií. Řada kolegů, kteří s ním měli možnost pracovat, vám potvrdí, že řadu věcí s ním budete několikrát opakovat, dokud to nebude perfektní. Avšak nakonec budete mít dobrý pocit, že jste v dané věci udělali maximum.

Rudolf Brázdil je velmi přátelský kolega, který nezkaží žádnou legraci. Tento uznávaný a respektovaný klimatolog je vždy připraven perfektně analyzovat hru brněnské Komety či kriticky zhodnotit neradostnou situaci fotbalové Zbrojovky. A to nemluví o jeho encyklopedických znalostech díla českého velíkána Járy Cimrmana.

Snad oslavenec promine, že výše uvedené řádky nejsou jen suchým konstatováním jeho vpravdě úctyhodné scientometrie. Prof. Rudolfu Brázdilovi přeji jménem všech jeho žáků i spolupracovníků do dalších let především pevné zdraví.

Petr Dobrovolný

Světový meteorologický den je v roce 2021 věnován tématu

„Oceán: naše klima a počasí“

Světový meteorologický den v roce 2021 je věnován tématu „Oceán, naše klima a počasí“. Připomíná se jím pozornost, kterou WMO věnuje vazbám mezi oceánem, klimatem a počasím v rámci systémových procesů Země.

Naše mění se klima otepluje oceán, což má zásadní vliv na naše počasí. Z výroční zprávy WMO o stavu globálního klimatu vyplývá, že rok 2020 byl podle záznamů jedním ze tří nejteplejších, a to navzdory ochlazení La Niña v Tichém oceánu. Uplynulé desetiletí 2011–2020 bylo v záznamech vůbec nejteplejší.

Teplota oceánů je rekordní, okyselování oceánů pokračuje. Mořský led taje. Tempo stoupání mořské hladiny se zrychlilo.

V uplynulém roce jsme byli svědky dlouhotrvajícího sucha, které prodloužilo období požárů po celém světě. Například ničivé požáry v Austrálii byly spojovány s teplotami oceánu, které měly vliv na sušší sezónní charakter klimatu.

Teplota oceánů přispěla k rekordní sezóně hurikánů v Atlantiku a neobvykle intenzivním tropickým cyklonům v Indickém a jižním Tichém oceánu. Škody způsobené bouřkovými přívaly v těchto oblastech ukázaly sílu oceánu a jeho ničivý dopad na pobřežní komunity.

Netropické oceánské bouře nadále způsobovaly spoušť na palubách lodí vedoucí k dalším ztrátám na životech a nákladu na moři.

V roce 2020 patřilo minimum rozlohy mořského ledu v Arktidě podle časových záznamů k nejnižším hodnotám. Polární komunity byly vystaveny abnormálním pobřežním záplavám a ohrožení mořským ledem v důsledku tání ledu.

Vzhledem k těmto skutečnostem má společenství Světové meteorologické organizace velký zájem na podpoře výzkumu, pozorování, předpovědi a služeb pro oceán stejně jako pro atmosféru, pevninu a kryosféru.

Velké mezery v údajích o oceánu omezují naši schopnost přesně předpovídat počasí v prodlouženém časovém měřítku, a tím spíše pro dílčí až sezónní období. Konference WMO o datech v listopadu 2020 připustila velké mezery v datech, zejména oceánských. Zdůraznila potřebu volného a otevřeného přístupu k údajům o systémových procesech Země, aby se maximalizoval celkový ekonomický dopad využití těchto údajů.

WMO navázala řadu partnerství, mimo jiné s Mezivládní oceánografickou komisí UNESCO, s cílem lépe porozumět, pozorovat a předpovídat vývoj oceánu jako součásti našeho zemského systému.



Vzhledem k tomu, že více než 40% světové populace žije ve vzdálenosti do 100 km od pobřeží, je naléhavě nutné zajistit bezpečnost komunit před dopady příbřežních rizik. WMO a její členové pracují na podpoře správy a odolnosti pobřežních oblastí a posilují systémy včasného varování před vícenásobnými riziky.

Téměř 90% světového obchodu se uskutečňuje přes moře a je vystaveno nebezpečí extrémního mořského počasí. WMO spolupracuje s Mezinárodní námořní organizací a Mezinárodní hydrografickou organizací na poskytování standardizovaných informací, předpovědí a výstrah, aby byla zajištěna bezpečnost životů a majetku na moři.

Nadcházející desetiletí bude rozhodující pro řešení postupů, jak se přizpůsobit dopadům změny klimatu a zmírnit je. WMO v tomto úsilí pomáhá jako určený nominující na cenu Earth Shot Prize (2021 až 2030), která hledá řešení naléhavých environmentálních výzev, včetně oceánů a klimatu.

Letošní rok je pro WMO důležitý také z důvodu zahájení Dekády oceánské vědy pro udržitelný rozvoj Organizace spojených národů (2021–2030). WMO je odhodlána přispět velkou částí své práce, která je nedílnou součástí cílů Dekády v oblastech „bezpečný oceán“, „předvídatelný oceán“ a „transparentní oceán“.

Společně s partnery se WMO snaží rozšířit vědu o zemském systému na služby.

Abychom porozuměli našemu počasí a klimatu, musíme porozumět našemu oceánu. Budeme o to i nadále usilovat, abychom chránili zranitelné komunity a podpořili Sendajský rámec pro snižování rizika katastrof, Cíle udržitelného rozvoje OSN, Pařížskou dohodu o změně klimatu a Akční plán SAMOA.

WMO vede v nadcházejícím roce několik důležitých globálních iniciativ, které se budou zabývat prioritami našich členů:

1. Důležitost posílení globální základní pozorovací sítě a zavedení inovativního finančního nástroje SOFF k zajištění systematického pozorování počasí a klimatu, zejména pro nejméně rozvinuté země a malé ostrovní rozvojové země.
2. Vytváříme koalici pro vodu a klima s cílem urychlit opatření v rámci 6. cíle udržitelného rozvoje OSN, který se týká vody.
3. A za třetí bychom rádi zajistili posílení systému včasného varování před vícenásobnými riziky a systému služeb ve všech našich členských zemích.

Přeji vám všem šťastný Světový meteorologický den.

Petteri Taalas, generální tajemník Světová meteorologická organizace

Zimy na hřebenu Šumavy z pohledu sněhu, lokalita Plechý 1 344 m

Příspěvek prezentuje orientační porovnání poslední zimní sezóny v nejvyšších polohách Šumavy, oblasti hraničního hřebene. Nejdlejší dostupná řada souvislého pozorování výšky a doby trvání sněhové pokrývky v těchto polohách na české straně Šumavy je v tomto případě na lokalitě Rakouská louka na hřebenu Trojmezí pod vrcholem Plechý, jenž je s výškou 1 378 m nejvyšší horou na české straně Šumavy. Na této lokalitě se dlouhodobě provádí měření výšky sněhu (SCE), ať už jej realizují členové Informační a strážní služby Správy Národního parku Šumava (ISS NP Šumava), Horské služby ČR či pracovníci Českého hydrometeorologického ústavu (ČHMÚ) nebo další nadšenci kolem spolku SUMAVA.EU (Procházka a kol. 2017). Nejvíce sněhových dat pro tuto lokalitu z dřívějšího období bylo zpracováno podle „Knihy služeb – Plešné jezero“ (ISS NP Šumava, poskytl Luděk Švejda), podobnými záznamy disponuje Horská služba Šumavy také v „Knize služeb“ (vedeno papírově, později i elektronicky pro celou Šumavu). Od roku 2012 jsou navíc ve spolupráci s Oddělením aplikované hydrologie ČHMÚ realizována pravidelná měření SCE i sněhové vodní hodnoty (SVH) po celém hřebenu Trojmezí. Tato měření předcházela definitivnímu výběru lokality pro instalaci meteorologické stanice, která zde od září 2014 měří výšku sněhu automaticky (Rolčík a kol. 2017).

Před vlastním hodnocením zimní sezóny stojí za připomenutí krátká historie zdejší lokality, měření sněhu a meteorologické stanice. Hřeben Trojmezí (geomorfologicky Plešská hornatina) byl v minulosti ještě před tzv. kúrovcovou kalamitou, až na několik vyvýšených zvětrávajících žulových výchozů (Třístoličník, Trojmezí, Plechý) a kamenná moře či čelní morénu



Obr. 1 Mapa a srovnávací letecké snímky části hřebene mezi Plechým a Trojmezím (zdroj: mapy.cz) a fotografie Rakouské louky u měření sněhu na hraniční stezce (zdroj: tisícovky.cz a vlastní).

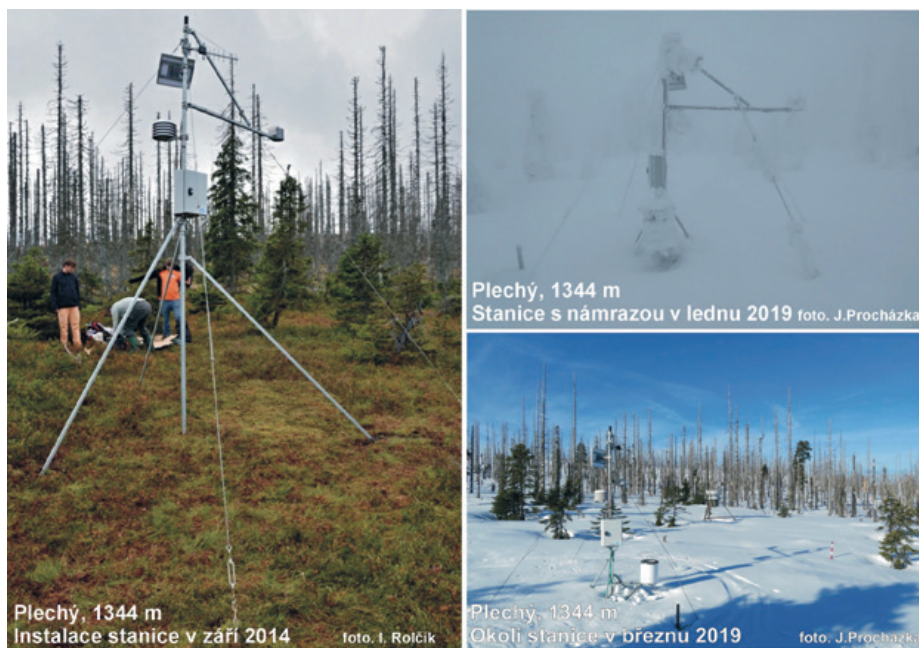
Plešného jezera, po celém hřebenu prakticky zcela zalesněn. Jedinou rovinnatou souvislejší plochou bez lesa, kde se na tomto hřebenu dal dříve zodpovědně měřit sniž, byla lokalita Rakouská louka, vrchoviště při česko-rakouské hraniční stezce nedaleko vrcholu Plechý. Po postupném rozpadu stromového patra na hřebenu Šumavy vlivem zmíněné „kalamity“ došlo v nejvyšších polohách ke změně podmínek, rakouská část hřebenu byla navíc zcela vykácena (tzv. „po Kyrillu“ v roce 2007), čímž se původní měrný profil stal záhy především od J a JZ více exponovaný větru a oblévám. Popisovaná změna je dobře patrná při porovnání leteckých snímků části hřebene Trojmezí z let 2001–2003 a 2014 (zdroj: mapy.cz) a fotografií Rakouské louky z let 2005 a 2019 (obr. 1).

S rozpadem lesa bylo tedy nasnadě provádět srovnávací měření sniž po celém hřebenu za účelem zmapování akumulace

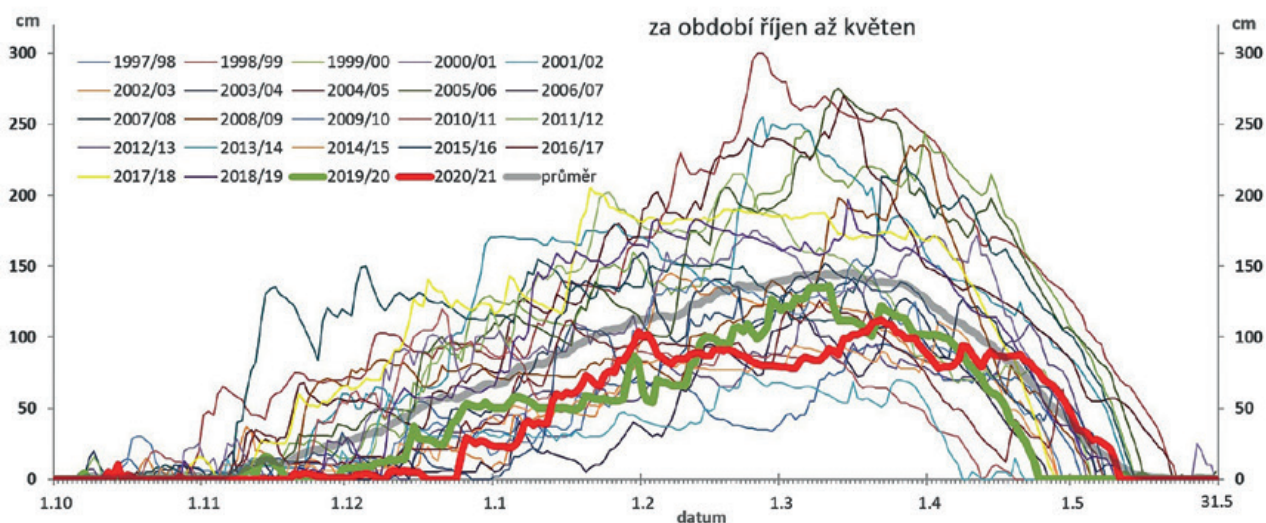
a tání sniž po změně podmínek. Postupně se také rodil záměr pro zřízení odpovídající meteorologické stanice s automatickým měřením sniž, která v nejvyšších partiích české strany pohorí stále chyběla. Po několika sezónním expedičním měření bylo s ohledem na reprezentativnost snižových charakteristik vybráno místo pro následnou instalaci. Nejvhodnější lokalita byla nakonec i odsouhlasena Správou NP Šumava a zřízení stanice realizováno po dohodě s ČHMÚ. Lokalita není příliš vzdálena původnímu měřenskému profilu, zároveň byla nejméně postižena změnou podmínek vlivem rozpadu stromového patra. Byla zde tedy ve větší míře možnost zachovat kontinuitu s dosavadním měřením výšky snižové pokrývky.

Technická stránka věci byla neméně složitá, jako ta organizační. Jednalo se o to, sestavit stanici s příslušnými komponenty včetně automatického měření výšky sniž do drsných podmínek hřebene Šumavy.

Meteorologickou stanici vyrobila firma Meteoservis v.o.s., instalována byla svépomocí v rámci aktivit spolku SUMAVA.EU a s dopravou na hřeben významně pomohla Horská služba ČR. Zprovoznění stanice se nakonec podařilo v září 2014, v nadmořské výšce 1 344 m a nese název Plechý podle nedalekého stejnojmenného vrcholu. Měří automaticky teplotu vzduchu, přízemní teplotu vzduchu, kapalně srážky a výšku snižové pokrývky. Stanice je sice soukromá (vlastník I. Rolčík) a byla financována z vlastních zdrojů (I. Rolčík a J. Procházka), ale byla zařazena mezi síť stanic ČHMÚ, který tímto zajišťuje přenos a současně i správu dat. ČHMÚ taktéž poskytl automatické čidlo pro měření sniž, člunkový srážkoměr pak zapůjčil Ústav pro hydrodynamiku AV ČR. S automatickým měřením výše uvedených parametrů se zde souběžně provádí pravidelná



Obr. 2 Meteorologická stanice Plechý při prvním zprovoznění (září 2014), při zatížení námrazou (leden 2019) a s kompletní instrumentací (včetně totalizátoru ČHMÚ) v březnu 2019.



Obr. 3 Průběh výšky snižové pokrývky v zimní sezóně 2020/21 (červená křivka) v porovnání se sezónou minulou (zelená), ostatními a průměrem (šedá) za období sezón od 1997/98. Lokality Rakouská louka, Plechý (1 344 m). Zdroj dat: ISS NP Šumava, Horská služba ČR, I. Rolčík, J. Procházka. Zpracoval: J. Procházka.

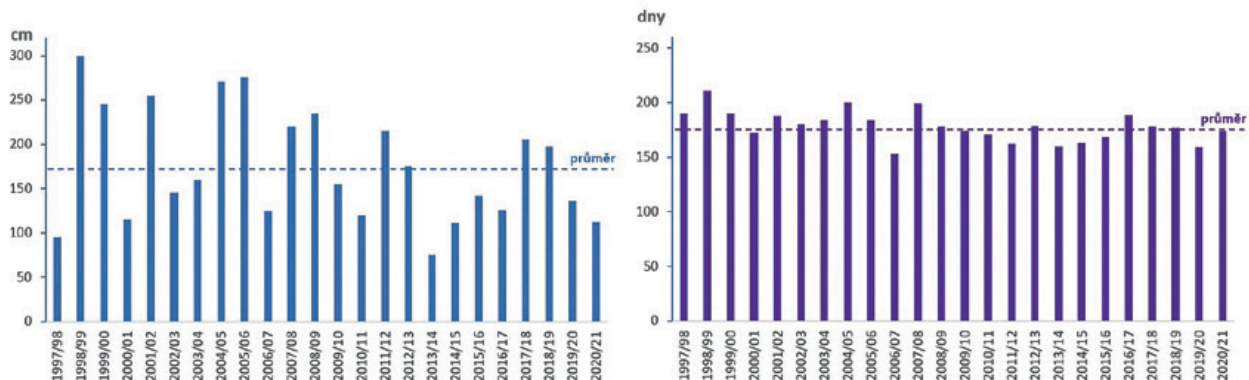
expediční měření výšky sněhu a jeho vodní hodnoty, celoroční manuální měření měsíčních úhrnů srážek, ke stanici byl rovněž přesunut totalizátor ČHMÚ, který byl dříve kvůli lesu umístěn nedaleko Trojmezí (obr. 2). Stanice je ovšem nyní v nejpřísněji chráněné zóně NP Šumava, je k ní zakázán vstup, oblast je i proto nadále soustavně monitorována. Z pohledu klimatologie a hydrologie stojí za zmínku, že v oblasti pod vrcholem Plechý v souvislosti s výzkumem povodí Plešného jezera probíhá také dlouholetý výzkum (včetně srážek i sněhu) Hydrobiologickým ústavem Akademie věd ČR a Zemědělské fakulty Jihočeské univerzity v souvislosti s klimatem a vodním režimem horských a podhorských oblastí Šumavy.

K vlastnímu hodnocení sněhových charakteristik byly postupně zpracovány záznamy z pravidelných měření z výše uvedených zdrojů již od sezóny 1997/1998, přičemž průběhy denních hodnot SCE (obr. 3) před rokem 2014 byly mezi pravidelnými záznamy interpolovány. Podobně je tomu pokud jde o počet dnů se sněhem a hodnocení termínu roztátí sněhu ze zimy. Od podzimu 2014 jsou použity verifikované denní hodnoty SCE (k 07:00 SEČ) ze záznamu automatické stanice Plechý. Pro hodnocení vodní hodnoty sněhu (SVH) byla použita měsíční maxima z pravidelných expedičních měření od roku 2012. Jako zimní sezóna je v tomto příspěvku považováno období od října (resp. září), do května (resp. června).

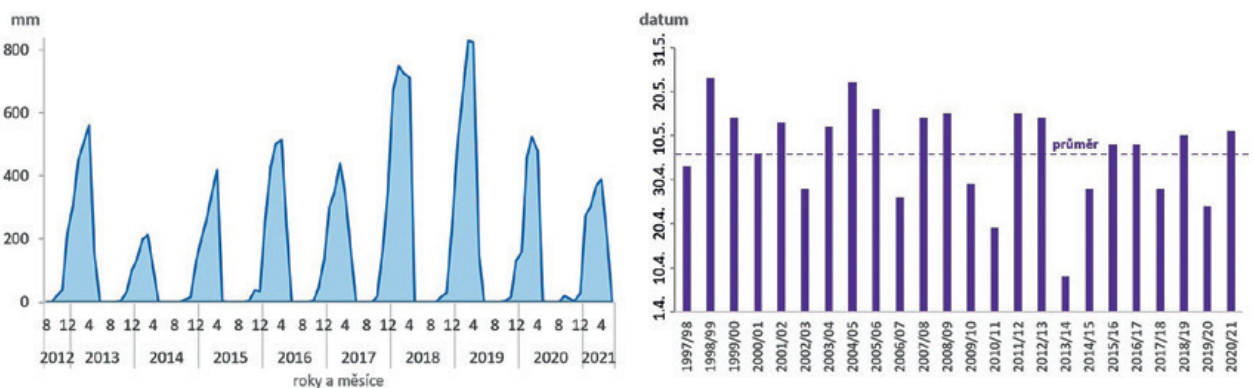
Z hlediska sněhu začala zimní sezóna 2020/21 na Plechém velmi brzy, a to již 26. září, kdy zde napadlo rovných 17 cm

sněhu. Následovalo ale delší období sněhově velmi chudé, což se změnilo teprve kolem Vánoc. Během ledna zde pak nasněžil až 1 m sněhové pokrývky, ze kterého ovšem ubíraly poměrně vydatné oblevy. Z těch nejvýraznějších lze zmínit tu začátkem února, která zatímco bičovala celkem rovnoměrně zasněženou Šumavu dva dny větrem a deštěm, na severní hory Česka prakticky ani nedorazila a na úbytku sněhu se tam tolik neprojevila. Další obleva s nadprůměrnými teplotami v poslední dekádě února nedovolila tradičnímu postupnému nárůstu sněhové pokrývky, což se nezměnilo prakticky do poloviny března, kdy se poté díky několika dnům se sněžením dostala sněhová pokrývky 22. března na Plechém na maximum sezóny 112 cm. S koncem března přišlo další pro sních nepříznivé období, kdy se teplota i na hřebenu Šumavy vyšplhala po dva dny dokonce až nad 15 °C. S nástupem měsíce dubna se ale po pár dnech poměrně výrazně ochladilo a přišlo i sněžení, které se na poslední chvíli pokusilo vylepšit jinak nevýrazný dojem z letošní málo sněžné zimy. Chladnější mód počasí trval i nadále, čímž druhá polovina dubna společně s počátkem května, tak jako jediné období této sezóny na hřebenu Šumavy, snese z hlediska výšky sněhu hodnocení jako sněhově průměrné (obr. 3).

Sněhová pokrývky nakonec vydržela v okolí stanice Plechý relativně dlouho, což se společně s brzkým začátkem sněhové sezóny projevilo přece jen příznivěji alespoň na počtu dnů se souvislým sněhem. Počet 174 dnů se sněhem vychá-



Obr. 4. Sezónní maxima a průměrné maximum výšky sněhové pokrývky (vlevo) a počet dnů se sněhem (vpravo) za sledované zimní sezóny 1997/98 až 2020/21. Lokalita Rakouská louka, Plechý (1 344 m). Zdroj dat: ISS NP Šumava, Horská služba ČR, I. Rolčík, J. Procházka. Zpracoval: J. Procházka.



Obr. 5 Průběh měsíčních maxim sněhové vodní hodnoty (SVH) a termín roztátí sněhu ze zimy v jednotlivých zimních sezónách na lokalitě Plechý (1 344 m). Lokalita Rakouská louka, Plechý (1 344 m). Zdroj dat: ISS NP Šumava, Horská služba ČR, I. Rolčík, J. Procházka. Zpracoval: J. Procházka.

zí v hodnocení sezón téměř jako průměrný. Ovšem pokud jde o sněhová maxima zimy, tak zmíněná maximální výška 112 cm řadí poslední sezónu mezi vůbec ty nejhorší, jaké byly na hřebenu Šumavy pozorovány. Ještě znatelně horší byla v tomto směru za hodnocené období jen nechvalně proslulá zima 2013/14 (maximum SCE 75 cm), podobné té poslední pak evidujeme zimy 2000/01 (115 cm) a 2014/15 (111 cm). Naopak nejvydatnější byly zimy 1998/99 (300 cm) a 2005/06 (275 cm).

K výčtu sněhových charakteristik pro hodnocení zimy a porovnání sezón je možné přidat vodní hodnotu sněhu a termín roztátí sněhu ze zimy. Sněhová vodní hodnota (SVH) udává, kolik vody (v mm vodního sloupce) je uloženo ve sněhu. Toto měření se ve spolupráci s Oddělením aplikované hydrologie ČHMÚ provádí velmi podrobně od konce roku 2012. Hodnoty SVH byly poslední zimu kvůli nižším srážkám a častějším oběvám se sezónním maximem 390 mm výrazně podprůměrné (průměr z let 2012–2020 je pro lokalitu Plechý 520 mm), což nezachránil ani chladnější závěr zimy, který v podstatě už jen prodloužil odtávání sněhu do pozdějšího jara. To je částečně zřejmé z hodnocení termínu roztátí sněhu, kterým se rozumí den, kdy roztaje dlouhodobá souvislá sněhová pokrývka ze zimy, bez ohledu na to, zda poté na jaře ještě nějaký sníh napadne. Sníh ze zimy letos v okolí stanice Plechý ztratil souvislost 11. května, což je v porovnání pozdější termín než ten průměrný, který z posledních 23 sezón připadá na 6. května. Nejdříve zde sníh ze zimy roztál 8. dubna v roce 2014 a nejpozději 23. května v roce 1999 (obr. 5).

Přestože v hodnocení zimních sezón vyšla ta poslední na stanici Plechý většinou z hlediska sněhu jako výrazně podprůměrná, přinesla jistě zajímavé poznatky a zážitky jak pro příslušné odborníky, tak pro návštěvníky Šumavy obecně. Díky výše uvedeným aktivitám a mnohostranné spolupráci vedoucí k monitoringu sněhu v nejvyšších polohách Šumavy, souběžným expedičním měřením a k provozu meteorologické stanice Plechý je možné již několik let zimní sezóny na hřebenu Šumavy prostřednictvím získávaných údajů hodnotit poněkud konkrétněji, než tomu mohlo být dříve.

Literatura:

- PROCHÁZKA, J., ROLČÍK, I., VOJVODÍK, A., MATOUŠEK, M., 2017. Aktivity amatérských nadšenců pro doplnění poznatků o klimatu Šumavy. *Meteorologické zprávy*, roč. 70, č. 5, s. 143–148, ISSN 0026-1173.
- ROLČÍK, I., PROCHÁZKA, J., VOJVODÍK, A., 2017. Síť amatérských a profesionálních meteorologických stanic na zajímavých místech Šumavy. In: *120 let meteorologických měření a pozorování na Lysé hoře*. Sborník příspěvků z konference pořádané Českým hydrometeorologickým ústavem a Českou meteorologickou společností konaným na Lysé hoře ve dnech 14.–15. června 2017. 1. vydání, Praha: ČHMÚ. s. 105–108, ISBN 978-80-87577-68-4.

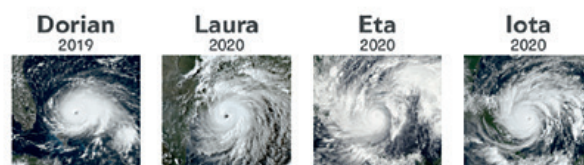
Jan Procházka

Změna způsobu pojmenování hurikánů

Výbor pro hurikány při Světové meteorologické organizaci (WMO) vyřadil ze seznamu několik jmen tropických cyklonů. Jednalo se o bouři Dorian z roku 2019 a bouře Laura,

2021 Atlantic Tropical Cyclone Names		
Ana	Henri	Odette
Bill	Ida	Peter
Claudette	Julian	Rose
Danny	Kate	Sam
Elsa	Larry	Teresa
Fred	Mindy	Victor
Grace	Nicholas	Wanda

Retired Tropical Cyclone Names



Etu a Iota z roku 2020. Jména bouří, která způsobí extrémní škody nebo si vyžádají velký počet obětí, se ruší, aby tyto tragédie tolik nepřipomínala. Od roku 1953, kdy se podle současného systému začaly pojmenovávat bouře, bylo ze seznamu povodí Atlantiku vyřazeno celkem 93 jmen. Dorian bude v roce 2025 nahrazen Dexterem a Lauru v roce 2026 nahradí Leah.

Rovněž se rozhodlo, že se nebudou používat k pojmenování bouří písmena řecké abecedy. Tato praxe byla matoucí a zaměřovala pozornost nikoliv na samotnou nebezpečnou bouři, ale na její jméno.

Výbor pro hurikány souhlasil se změnami pojmenování na svém virtuálním zasedání od 15. do 17. března 2021. Na zasedání byla také posouzena rekordní atlantická sezóna 2020 a doladěny přípravy na rok 2021, včetně poskytování předpovědí a varování, stejně jako posouzení dopadů pro nebezpečí větru, bouří a povodně.

K situaci, kdy musela být pro příliš vysoký počet hurikánů použita řecká abeceda, došlo zatím jen dvakrát. V roce 2005 v případě dvou bouří a v roce 2020 v případě devíti bouří.

Pokud se vyskytne více než 21 pojmenovaných bouří, další dostanou jména z nového doplňkového seznamu. V něm jsou na začátku Adria, Braylen, Caridad a Deshawn, na konci je Willem. Meteorologové současně připravili i nový záložní seznam jmen pro východní Pacifik, kde budou pojmenováni od Aidana a Bruny až k Zoe.

Literatura:

- WMO, 2021. WMO Hurricane Committee retires tropical cyclone names and ends the use of Greek alphabet [online]. World meteorological organization [18. 3. 2021]. Dostupné z WWW: <https://public.wmo.int/en/media/press-release/wmo-hurricane-committee-retires-tropical-cyclone-names-and-ends-use-of-greek>.

Hana Stehlíková

Meteorologické zprávy

Meteorological
Bulletin

Odborný recenzovaný časopis se zaměřením na meteorologii, klimatologii, kvalitu ovzduší a hydrologii. Dvuměsíčník

Reviewed journal specialized in meteorology, climatology, air quality and hydrology. Bi-monthly

Vydavatel (redakce) – Publishers

Český hydrometeorologický ústav, Na Šabatce 2050/17,
143 06 Praha 4-Komořany

Czech Hydrometeorological Institute, Na Šabatce 2050/17,
143 06 Praha 4-Komořany, Czech Republic

e-mail: mz@chmi.cz, casmz.chmi.cz

Vedoucí redaktor – Chief Editor

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

Redaktor – Assistant Editor

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

Redakční rada – Editorial Board

J. Bednář, Univerzita Karlova, Praha, Česká republika

R. Brožková, Český hydrometeorologický ústav, 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

P. Huszár, Univerzita Karlova, Praha, Česká republika

M. Kučerová, Ústav fyziky atmosféry AV ČR, 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. Pastirčák, 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, Praha, Česká republika

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

Abstracting and Indexing:

Meteorological and Geostrophysical Abstracts

Tisk:

Akontext s. r. o., Zárybničná 2048/7, 141 00 Praha 4

ISSN 0026-1173

Registrační číslo MK ČR E 5107

© Meteorologické zprávy, Český hydrometeorologický ústav

Výběr z novinek Specializované knihovny ČHMÚ

Hvězdářská ročenka 2021

Praha: Hvězdárna a planetárium hl. m. Prahy v koedici s AV ČR, 2020
ISBN 978-80-86017-63-1
ISBN 978-80-907269-5-6

Památky a povodně: Prevence a sanace

Nedvědová Klára a kolektiv
Praha: Grada, 2020
ISBN 978-80-271-1763-5

Kniha ekologie

Kolektiv autorů
Praha: Universum, 2020
ISBN 978-80-242-7011-1

Čtení mraků: Předpověď počasí pohledem na oblohu

Oliver Perkins
Praha: IFP Publishing, 2020
ISBN 978-80-87383-85-8

Ekologie, etika a změna klimatu: Dalajlama v dialogu se světovými odborníky

John D. Dunne, Daniel Goleman
Praha: Vyšehrad, 2020
ISBN 978-80-7601-254-7

Adresa:

Specializovaná knihovna ČHMÚ
Na Šabatce 2050/17, 143 06 Praha 4-Komořany
Tel.: 24403 2723

Výpůjční doba:

pondělí–čtvrtek: 9:00–11:30; 12:00–15:30
pátek: 8:00–11:30; 12:00–14:00

<http://biblio.chmi.cz/>