



ČESKÝ HYDROMETEOROLOGICKÝ ÚSTAV
CZECH HYDROMETEOROLOGICAL INSTITUTE

METEOROLOGICKÉ ZPRÁVY

METEOROLOGICAL BULLETIN

<i>Jan Procházka: Výsledky dlouhodobého pozorování na meteorologické stanici Březník na Šumavě</i>	97
<i>Veronika Šustková – Alena Kamínková – Pavel Lipina – Miroslav Řepka: Rekonstrukce vývoje sněhové pokrývky na Lysé hoře v zimní sezóně 1910–1911</i>	106
<i>Petr Šercl – Martin Pecha: Hydrologické sucho a významné srážkoodtokové události v období 2015–2018</i>	114

<i>Jan Procházka</i> : Results of long-term observation at meteorological station in Březník, Šumava mountains . . .	97
<i>Veronika Šustková – Alena Kamínková – Pavel Lipina – Miroslav Řepka</i> : The reconstruction of snow cover depth on Lysá hora mountain in the winter season of 1910–1911	106
<i>Petr Šercl – Martin Pecha</i> : Hydrological drought and significant rainfall-runoff events during the period 2015–2018	114

Abstracting and Indexing:

- Meteorological and Geostrophysical Abstracts

Meteorologické zprávy, odborný recenzovaný časopis se zaměřením na meteorologii, klimatologii, kvalitu ovzduší a hydrologii. Dvoutměsíčník

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

Vedoucí redaktor – Chief Editor

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

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

Vydavatel (redakce) – Publishers

● Český hydrometeorologický ústav, Na Šabatce 2050/17, 143 06 Praha 4-Komořany, telefon 244 032 722, 244 032 725, e-mail: mz@chmi.cz. Sazba a tisk: Ing. Jiří Šilar DTP. Rozšiřuje Český hydrometeorologický ústav, tiskové a informační oddělení, Na Šabatce 2050/17, 143 06 Praha 4-Komořany, nakladatelství@chmi.cz. Registrační číslo MK ČR E 5107.

© Meteorologické zprávy, Český hydrometeorologický ústav

● Czech Hydrometeorological Institute, Na Šabatce 2050/17, 143 06 Praha 4-Komořany, Phones: (+420) 244 032 722, (+420) 244 032 725, e-mail: mz@chmi.cz. Printed in the Ing. Jiří Šilar DTP. Orders: Please contact Czech Hydrometeorological Institute, Press and Information Department, Na Šabatce 2050/17, 143 06 Praha 4-Komořany, Czech Republic, nakladatelství@chmi.cz.

● ISSN 0026-1173

METEOROLOGICKÉ ZPRÁVY

Meteorological Bulletin

ROČNÍK 72 (2019)

V PRAZE DNE 30. SRPNA 2019

ČÍSLO 4

VÝSLEDKY DLOUHODOBÉHO POZOROVÁNÍ NA METEOROLOGICKÉ STANICI BŘEZNÍK NA ŠUMAVĚ

Jan Procházka, Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích, Zemědělská fakulta, Studentská 1668, 370 05 České Budějovice, prochaz@zf.jcu.cz; SUMAVA.EU

Results of long-term observation at meteorological station in Březník, Šumava mountains. The Šumava mountains represent, in our conditions, a large mountain range with the largest continuous area above 1,000 m a. s. l. in the Czech Republic. In terms of climate, its central part is characterized, for this study, by data from the private weather station Březník (operator Antonín Vojvodík, 1,137 m a. s. l., period 1988–2018) with average annual temperature of 2.4 °C, annual precipitation of 1,603 mm with a significant winter maximum, and an average of 169 days with snow cover per year with maximum snow depth of 162 cm. At Březník, there are 239 days with frost in average per year, on the contrary, there are only eight warm days on average per year. Březník is one of the coldest and rainiest places in the Czech Republic. Despite this, warming has accelerated there a lot, on average by 0.8 °C in 10 years, while precipitation totals, snow depth and duration of snow cover have been decreasing, even more in the second part of the period. In the past, the forested area (spruce) of Březník was affected by bark beetle calamity (*Ips typographus*) which may have a partial effect on the meteorological parameters. More than 30 years of meteorological observations at Březník brought an important data not only for the central Šumava Mts., but also made an important contribution in the area of meteorology of mountains and will continue to bring more on a wider scale in the future.

KLÍČOVÁ SLOVA: Březník – klima horské – dlouhodobý trend – měření teploty – pokrývka sněhová – srážky – Šumava
KEYWORDS: Březník – mountain climate – long-term trend – temperature measurement – snow cover – precipitation – Šumava mountains

1. ÚVOD

Centrální Šumava, včetně jejích výše položených příhraničních oblastí, byla na české straně v poválečném období ochuzena o mnohá dosavadní meteorologická měření. Mezery v měření kvůli světovým válkám a následné úplné zrušení stanic v důsledku nuceného vysídlení příhraničí na Šumavě v několika etapách po roce 1945 zmiňuje např. Starostová (2012). To je i případ Březníku (dříve německy Pürstling), kde v rámci sítě lesnických srážkoměrných stanic zde existovala stanice s měřením srážek, občasně i výšky sněhu a teploty vzduchu od roku 1879. Časová řada srážkových úhrnů zde dle archivu Českého hydrometeorologického ústavu (ČHMÚ) končí v roce 1948 a výsledky tohoto měření byly promítnuty např. v díle Podnebí Československé socialistické republiky – tabulky (HMÚ 1961). Meteorologická pozorování v této centrální části Šumavy, na Březníku, se podařilo na základě předchozího monitoringu obnovit díky Antonínu Vojvodíkovi z Vimperka až v roce 1986 (Procházka 2019).

Z hlediska klimatu centrální Šumavy se dají jako nejvýraznější a specifické uvést dva zásadní faktory. Jedním je z hlediska srážek orografie a s ní související návětrné efekty. Většinu srážek přináší na Šumavu západní a jihozápadní proudění, které na návětrné bavorské straně nuceně vystupuje a dochází k zesílení padajících srážek. V maximální míře se tento efekt projevuje právě v ose hlavního pohraničního hřebene postaveného ve směru SZ – JV, jak dokladuje např. již na

počátku 20. století studie z centrální Šumavy z okolí Velkého Roklanu (Thiem 1906) nebo díky měření srážek totalizátory v posledních desetiletích Vavruška (2011). Druhým specifickým Šumavy projevujícím se na větších plochách než jinde v Česku, je přítomnost horských plání a širokých mělkých údolí, která jsou předpokladem výskytu velmi nízkých teplot. K tomu přispívá i ohrazení dotčených lokalit hradbami lesa, které tento efekt tzv. polany účinně zesilují (Krečmer 2001). V jiných pohořích Česka je výskyt obdobných enkláv spíše sporadický a omezuje se prakticky na několik málo lokalit v Jizerských (Jizerka, Velká Jizera), Krušných (Jelení, Rolava), Orlických (Orlické Záhoří) nebo Novohradských (Pohoří na Šumavě) horách (Vojvodík a kol. 2017). Žádná z uvedených lokalit však nedosahuje nadmořských výšek jako ty šumavské. První novodobé konkrétní poznatky o teplotních zvláštностech Šumavy přinesly díky účelové síti meteorologických stanic krátké studie Vojvodíka (1986 a 1987), následně komplexněji pojatá studie Křivancové (1991), která se zmiňuje již také o měření na Březníku. V oblasti centrální Šumavy došlo v minulých desetiletích k masivní kůrovcové kalamitě, jejímž následkem bylo velkoplošné odumření stromového patra smrkového lesa. Březník leží prakticky v centru takto zasažené oblasti. Kalamita zde probíhala v několika etapách zpravidla po epizodách sucha nebo vichřic, ve vyšších polohách v okolí Březníku to bylo v polovině 90. let, v nižších polohách pak po roce 2007, kdy došlo ke gradaci kůrovce v důsledku roz-

padu porostů po orkánu Kyrill (Zahradník 2015). Dá se předpokládat určitý vliv takto velkoplošného rozpadu vzrostlého lesa na některé prvky klimatu a meteorologické charakteristiky v dotčené oblasti.

Šumava je poměrně rozsáhlé pohoří s největším zastoupením poloh s nadmořskou výškou nad 1 000 m, avšak prakticky jedinou klimatologickou stanicí ČHMÚ v těchto vyšších polohách české části Šumavy je meteorologická stanice Churáňov (1 118 m n. m.). Zde je k dispozici velice kvalitní a kompletní pozorovací řada meteorologických prvků od roku 1953 (Bednařík 2017), proto je dat z Churáňova zde s výhodou využito i pro doplnění a porovnání s měřeními na Březníku. V této souvislosti je pro upřesnění potřeba uvést, že meteorologická stanice Churáňov se nachází na vrcholu vnější („vnitrozemské“) části pohoří. Meteorologický a klimatologický význam měření a pozorování na Březníku v rámci Šumavy i Česka tak vyplývá právě z umístění v centrální („přihraniční“) části pohoří při uvedené návštěvě a z přítomnosti širšího mělkého údolí ve vyšší nadmořské výšce. Kombinace těchto dvou faktorů generujících vysoké úhrny srážek a podmínky pro výskyt velmi nízkých teplot vytváří v oblasti celkově drsnější klima, než bývá v obdobných polohách jinde obvyklé. Přihraniční část centrální Šumavy je navíc významnou pramenou oblastí důležitých českých řek Otavy a Vltavy, čímž odpovídající meteorologická pozorování z Březníku nabývají v kontextu současných klimatických a souvisejících změn na našem území ještě většího významu.

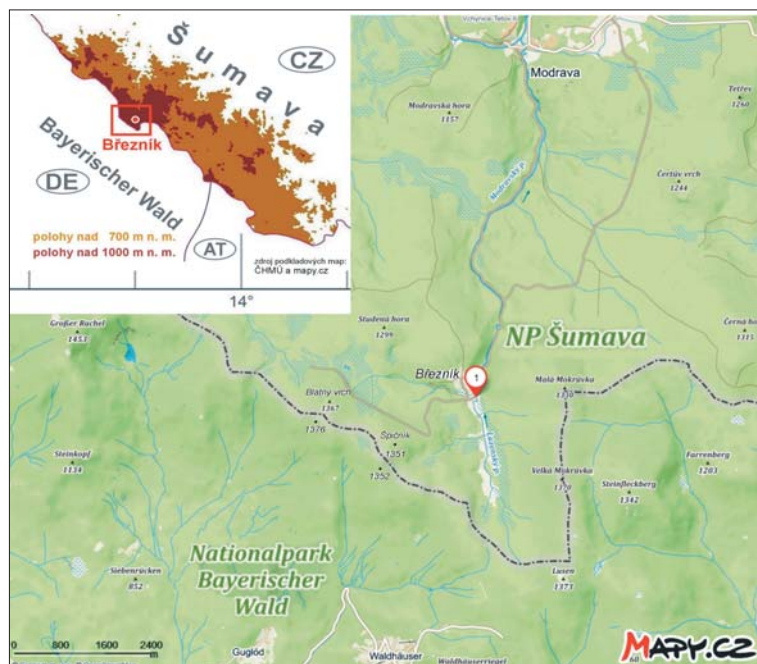
2. POPIS LOKALITY, HISTORIE A POČÁTKY NOVODOBÝCH MĚŘENÍ

Šumavský Březník se nachází v centrální části pohoří v mělkém údolí Luzenského potoka (pramenná oblast Otavy) 6 km jižně od Modravy (obr. 1). První písemné zmínky o Březníku (německy Pürstling) pochází z konce 18. století, kdy tudy vedla Horní Zlatá stezka (kašperskohorská větev) ze sousedního Bavorska. Rok 1804 zde pak s vyhlášením březnického polesí a výstavbou dřevěné hájenky lze pokládat za vznik samoty na Březníku. Samotný Březník následně nejvíce proslavil v románu Ze světa lesních samot spisovatel Karel Klostermann, jehož děj se odehrává převážně v této klimaticky drsné oblasti v 60. letech 19. století. Přestože se o meteorologii jako takové v románu nepíše, jsou některé jevy a veličiny v této části Modravských plání mezi šumavskými vrcholy Luzný (1 373 m), Špičnick (1 351 m), Blatný vrch neboli Plattenhausen (1 376 m), Studená hora (1 299 m), Malá (1 330 m) a Velká Mokřávka (1 370 m) spisovatelem výstižně popisovány. Spisovatel se také často obrací k 7 km od Březníku vzdálenému nejvyššímu vrcholu této oblasti, Velkému Roklanu (Grosser Rachel, 1 453 m), kdy při některých situacích připisuje této výrazné hoře významný vliv na vývoj počasí (obr. 2).

V roce 1879 v rámci tehdejších poslání a aktivit Dr. Emanuela Purkyně při zakládání sítě lesnických srážkoměrných stanic (Krečmer 2012) byla jedna taková zřízena přímo na Březníku u bývalé hájenky (lesovny). Ta se nacházela nad vlastním údolím na jižním svahu v nadmořské výšce 1 167 m. Po vysídlení obyvatel a lesního personálu v souvislosti se vznikem hraničního

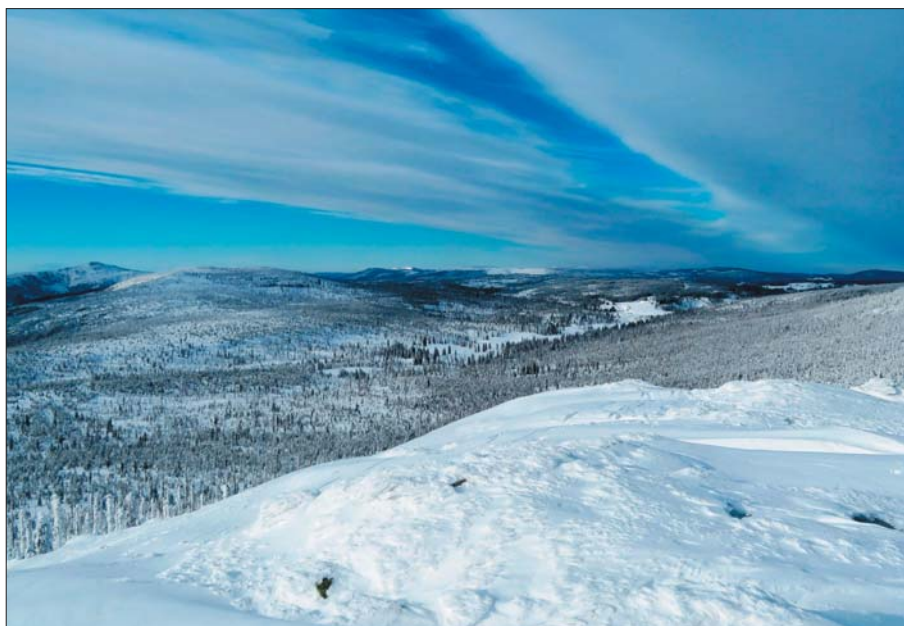
pásma a rotý Pohraniční stráže v roce 1951 se zde dlouhá léta nepozorovalo. Na Březníku se ze všech budov dochovala dodnes pouze kamenná myslivna, která byla postavena v roce 1856 nad zmíněnou dřevěnou hájenkou. Nyní slouží jako informační centrum Správy NP Šumava s expozicí spisovatele Šumavy Karla Klostermanna a drobným sezónním občerstvením pro turisty.

Díky aktivitám Antonína Vojvodíka z Vimperka probíhaly od roku 1985 i za účasti pracovníků ČHMÚ pokusy o proměření oblasti Březníku, často však vzhledem k hraničnímu pásmu a nevyzpytatelnému režimu v něm neúspěšně. Lokalitu v tehdejší přísně střeženém území za signální stěnou (dráty) prosazoval pro měření Antonín Vojvodík vzhledem k její meteorologické historii i podle dobových knih, map a snímků. Významnou pomoc v tomto směru nakonec vykonal Vladislav Valečka, pozorovatel na srážkoměrné stanici ČHMÚ na Filipově Hutí, jenž měl za dráty signální stěny jako lesní revírník dotčeného polesí povolen pravidelný vstup. Do té doby nemyslitelné se stalo skutečností a na Březníku, i přes značně nepříznivé vnitropolitické podmínky, byla ještě v roce 1986 do zimy instalována menší meteorologická budka a osazena extrémními teploměry. Ta byla nakonec umístěna na severním konci Luzenského údolí nad soutokem Luzenského potoka s Březnickým (1 137 m n. m.), tedy o něco níže, než byla kdysi historická srážkoměrná stanice na jižním svahu u původní březnické hájenky (1 167 m n. m.). Meteorologická sledování se zprvu vzhledem k okolnostem a podmínkám omezila na příležitostný odečet minimální a maximální teploty vzduchu, postupně se zavedlo měření výšky sněhu a srážek, souvislá řada měření postupně vzniká v průběhu roku 1987. Nepravidelné měření srážkových úhrnů probíhalo pomocí manuálního srážkoměru METRA 886 (sběrná nádoba částečně zapuštěna do země, aby nedocházelo k zámruzu a odpařování srážek – „zemní srážkoměr“) a vážením objemu sněhu, dále měření výšky sněhové pokrývky pomocí sněhoměrné latě. Po pádu železné opony se po listopadu 1989 směl do



Obr. 1 Umístění meteorologické stanice Březník v rámci Šumavy na přehledové a detailní mapě (podkladové mapy ČHMÚ a mapy.cz).

Fig. 1. Location of the Březník meteorological station within the Šumava mountains area on an overview and detailed map (background maps of the CHMI and mapy.cz).



Obr. 2 Zimní panorama centrální Šumavy z vrcholu Luzný (Lusen, 1 373 m n. m.) s mělkým údolím Luzenského potoka (na snímku uprostřed) a bezlesou enklávou Březníku (na konci údolí vpravo), zcela vlevo Velký Roklan (Grosser Rachel, 1 453 m n. m.), foto: J. Procházka, 2019.

Fig. 2. Winter panorama of the central area of the Šumava mountains from the Luzný peak (Lusen, 1,373 m a. s. l.) with a shallow valley of the Luzenský brook (middle of the picture) and forest-free enclave of Březník (at the end of the valley to the right), far left Velký Roklan (Grosser Rachel, 1,453 m n. m.), photo: J. Procházka, 2019.

měření již naplno zapojit osobně i Antonín Vojvodík. Původní meteorologická budka byla posléze vyměněna za standardní, vzhledem k vysokým sněhovým pokrývkám zde má výšku dna ve 3 m a dřevěné schůdky s posledním schodem ve výšce přibližně 150 cm. S pravidelným měřením po vyhlášení Národního parku (NP) Šumava Antonínu Vojvodíkovi postupně vydatně pomáhal pracovníci NP Šumava, zejména poté, co se Vladislav Valečka rozhodl odejít z Filipovy Hutě do důchodu. K registraci srážek pro určení měsíčního úhrnu se k měření manuálním srážkoměrem přidává i doplňkové měření „minitalizátorem“ (do země částečně zapuštěná mrazuvzdorná plastová roura navrchu opatřená ochranným límcem proti působení větru), provádí se expediční měření vodní hodnoty sněhu. V roce 2011 dochází k automatizaci stanice, s níž je spojen i přenos dat teploty vzduchu a zařazení Březníku do sítě stanic ČHMÚ. V roce 2017 tak meteorologická stanice Březník v údolí Luzenského potoka dosáhla především díky Antonínu Vojvodíkovi nepřerušenu 30letou řadu pozorování teploty vzduchu, srážek a výšky sněhu (obr. 3).

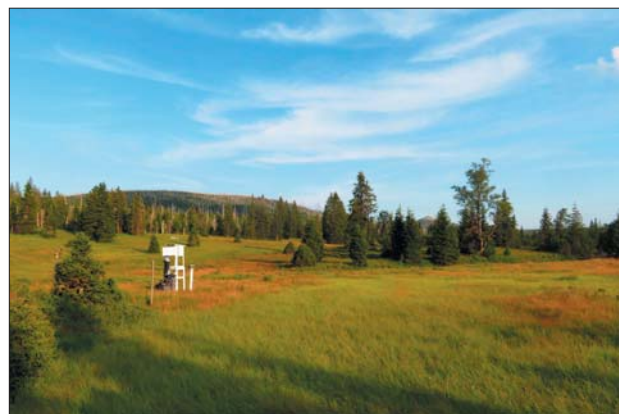
Kromě meteorologické stanice Březník je v Luzenském údolí v provozu automatická meteorologická stanice Přírodovědecké fakulty Univerzity Karlovy (Březnický potok) s méně spolehlivým sezónním charakterem měření, podobně jako v širším okolí některé účelové automatické stanice NP Šumava, a na jižním konci Luzenského údolí je od roku 1991 v provozu totalizátor ČHMÚ (Starostová 2012). V posledních letech dochází ke standardizaci meteorologických měření v širším okolí Březníku na účelových (hydrometeorologie a vodní režim půd) automatických stanicích Ústavu pro hydrodynamiku AV ČR (Tesař a kol. 2019). K monitoringu Březníku významným způsobem přispívá i snímání celého údolí až k vrcholu Luzný prostřednictvím webové kamery s vysokým rozlišením (od fy HD cam s. r. o., obdobně jako kamery ČHMÚ), které je realizováno v režii neformálního spolku

nadšenců monitorujících počasí na Šumavě – SUMAVA.EU ve spolupráci s NP Šumava od října 2011 (Procházka a kol. 2017). Kamera zaznamenává nejen stav počasí, ale umožňuje i během dne častější odečet výšky sněhové pokrývky, její akumulaci či odtávání (Procházka a kol. 2018). Pro doplnění poznatků z oblasti Březníku byla na základě předchozích měření na nedalekém hraničním masívu v oblasti Blatného vrchu v nadmořské výšce 1 357 m n. m. instalována spolkem SUMAVA.EU meteorologická stanice Březník – hřeben. Stanice byla koncem léta 2016 modernizována a automatizována, současně došlo k jejímu zařazení do sítě stanic ČHMÚ (Rolčík a kol. 2017). V této studii je hodnocena aktuálně dostupná kompletní 31letá časová řada dat ze soukromé dobrovolnické meteorologické stanice v údolí Luzenského potoka na Březníku (1 137 m n. m.), některé parametry jsou pro názornost porov-

návány s měřením ze stejného období na profesionální horské meteorologické stanici Churáňov (ČHMÚ, 1 118 m n. m.), v případě průměrné teploty vzduchu i s měřením na bavorské profesionální meteorologické stanici Grosser Arber (Deutsche Wetterdienst, 1436 m n. m.).

3. TEPLOTNÍ POMĚRY V OBDOBÍ 1988–2018

Průměrná roční teplota vzduchu na Březníku za období 1988–2018 činí 2,4 °C, s nejteplejším rokem 2014 (4,6 °C) a nejchladnějším 1996 (–0,1 °C). Nejstudenějším měsícem je zde leden, s průměrnou měsíční teplotou –6 °C, následován únorem a prosincem, nejteplejším je naopak červenec s průměrnou měsíční teplotou 11,6 °C, následován srpnem a červnem. Nejstudenější měsíc za dobu sledování byl leden 2006



Obr. 3 Meteorologická stanice Březník v údolí Luzenského potoka (v pozadí Velká Mokrůvka 1 370 m n. m., vpravo Luzný 1 373 m n. m.), foto: J. Procházka, 2019.

Fig. 3. Weather station Březník in the valley of the Luzenský brook (in the rear Velká Mokrůvka 1,370 m n. m., in the right Luzný 1,373 m n. m.), photo: J. Procházka, 2019.

Tab. 1 Průměrná měsíční teplota vzduchu z období 1988–2018 na meteorologické stanici Březník (1 137 m n. m.).

Table 1. Mean monthly air temperature from the weather station Březník (1,137 m a. s. l.) in the period 1988–2018.

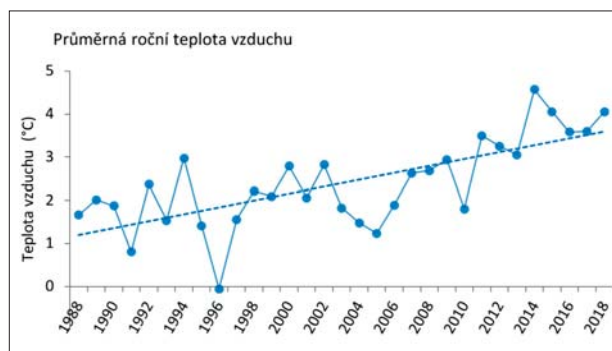
Měsíc	I.	II.	III.	IV.	V.	VI.	VII.	VIII.	IX.	X.	XI.	XII.	Rok
Průměr	-6	-5,6	-2,4	1,3	6,6	9,9	11,6	10,6	6,4	3,0	-1,5	-5	2,4
Maxima	-1,8	-1,2	1,0	5,5	10,9	12,5	13,9	13,4	9,0	5,5	1,6	1,4	4,6
Minima	-11,2	-10,3	-7,4	-2,1	2,5	6,7	9,1	9,1	4,1	-0,9	-5,6	-10,5	-0,1

s průměrnou měsíční teplotou $-11,3$ °C, nejteplejším naopak červenec 2015 s teplotou $13,9$ °C (tab. 1).

Na Březníku, podobně jako na celém našem území, je hodnocené období charakterizováno postupným růstem průměrné roční teploty vzduchu (obr. 4), i když v jeho první části není růst tak zřejmý jako v posledních letech. Pokud jde o roční průměr za první dekádu (1988–1997) hodnocené časové řady, je na Březníku charakterizován hodnotou $1,6$ °C, naopak poslední dekádu (2009–2018) hodnotou $3,4$ °C, za posledních pět let (2014–2018) dokonce $4,0$ °C. Pět nejteplejších let z celé analyzované řady 1988–2018 se vyskytlo v pěti posledních letech (2014–2018). Průměrný meziroční teplotní nárůst za celé období tak činí $0,080$ °C, přičemž v první polovině období to bylo $0,042$ °C a v druhé polovině dokonce velmi výrazných $0,183$ °C za rok.

Při hodnocení stejného období (1988–2018) na podobně vysoko položené meteorologické stanici Churáňov (1 118 m n. m., ČHMÚ) vychází průměr teploty vzduchu $5,2$ °C, za jeho první dekádu pak činí průměr $4,8$ °C, za poslední dekádu $5,6$ °C a za posledních pět let $6,0$ °C. Průměrný meziroční teplotní nárůst za celé období 1988–2018 na Churáňově činí $0,038$ °C, ve druhé polovině hodnoceného období je to $0,062$ °C. V případě nejvýše položené šumavské meteorologické stanice, jako jediné nad hranicí lesa, na Velkém Javoru (Grosser Arber, 1 436 m n. m., Wetterzentrale, 2019), je zde za stejné období 1988–2018 průměr teploty vzduchu $3,8$ °C, za první hodnocenou dekádu činí průměr $3,5$ °C, za poslední dekádu $4,1$ °C a za posledních pět let $4,6$ °C. Průměrný meziroční teplotní nárůst za roky 1988–2018 je na Velkém Javoru $0,030$ °C, ve druhé polovině hodnoceného období (2003–2018) je to $0,075$ °C.

Růst teploty vzduchu na Šumavě byl dokumentován v několika studiích prokazatelně od konce 80. let. BäSSLER (2008) uvádí právě rok 1988, od kterého se na základě měření na bavorských stanicích projevuje kontinuální oteplování na německé části Šumavy, zejména pak ve vegetačním období. Podobně Langhammer a kol. (2015) na základě analýzy dat ze stanic ČHMÚ dokumentují růst teploty vzduchu za období 1961 až 2010 o $1,5$ °C se zrychleným trendem od konce 80. let. V rámci modelování teploty vzduchu pro povodí šumavských jezer byl za období 1981–2012 vypočítán v případě Čertova jezera průměrný teplotní růst teploty vzduchu $0,039$ °C za rok (Turek a kol. 2014). Bernsteinová a kol. (2015) hodnotí vývoj teploty vzduchu ze stanic Churáňov, Lenora (ČHMÚ) a Waldhäuser (NP Bavorský les) za období 1978 až 2010 s doku-



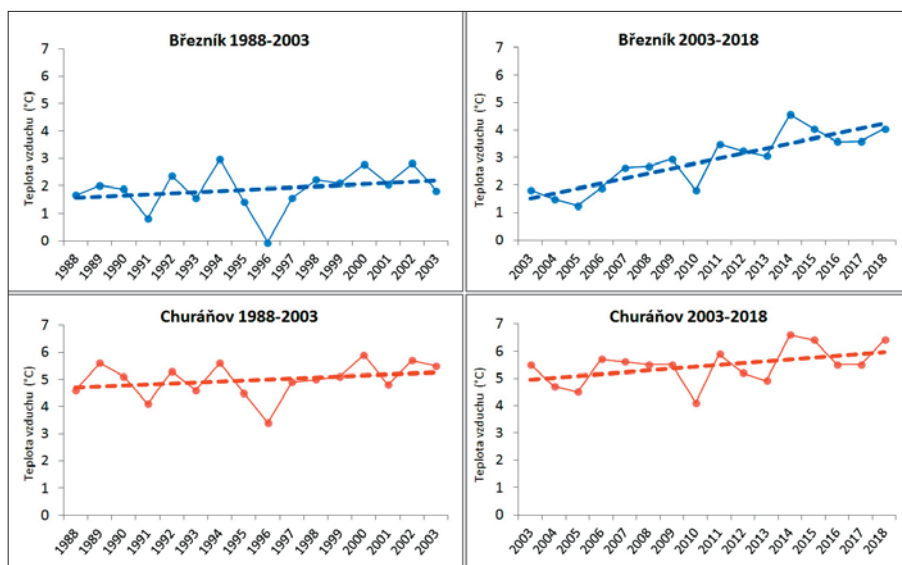
Obr. 4 Průměrná roční teplota vzduchu 1988–2018 na meteorologické stanici Březník (1 137 m n. m.) s lineárním trendem.

Fig. 4. Mean annual air temperature 1988–2018 at the Březník weather station (1,137 m a. s. l.) with a linear trend.

mentovaným růstem od května do července, příp. srpna o $0,04$ – $0,08$ °C za rok. Ve své studii zdůrazňují nejvyšší hodnoty růstu teploty na Šumavě v měsíci dubnu $0,10$ – $0,12$ °C za rok, což má dle autorů za následek zrychlené tání sněhu a dřívější a vyšší odtok vody v jarní části roku. Žádná z uvedených studií ovšem ještě nemohla počítat s posledními pěti teplotně nadprůměrnými roky tak, jako je hodnoceno zde pro Březník.

Na Březníku v rámci hodnoceného období dochází k výraznějšímu růstu průměrné roční teploty vzduchu právě v posledních letech. To je zřejmé ze vzájemného porovnání trendů za období 1988–2003 a 2003–2018, následně i z porovnání s časovými řadami teploty z Churáňova (obr. 5).

Lineární trendy teploty vzduchu na Březníku v různých



Obr. 5 Porovnání trendu průměrné roční teploty na Březníku a Churáňově za období 1988–2003 a 2003–2018.

Fig. 5. Comparison of the trend of mean annual temperature in Březník and Churáňov weather stations in the periods of 1988–2003 and 2003–2018.

Tab. 2 Vybrané lineární trendy teploty vzduchu a jejich statistická významnost pro období 1988–2018, meteorologické stanice Březník a Churáňov.

Table 2. Selected linear trends of air temperature and their statistical significance for the period 1988–2018, weather stations Březník and Churáňov.

Období	Stanice	Lineární trend	t	p-hodnota	
Rok	Březník	$y = 0,080x + 1,121$	5,349	9,61E-6	***
1988–2018	Churáňov	$y = 0,0379x + 4,609$	2,976	0,006	**
Rok	Březník	$y = 0,042x + 1,5155$	1,018	0,326	
1988–2003	Churáňov	$y = 0,0369x + 4,6675$	1,048	0,312	
Rok	Březník	$y = 0,1825x + 1,3334$	6,443	0,000	***
2003–2018	Churáňov	$y = 0,0678x + 4,8925$	1,992	0,066	
Jaro	Březník	$y = 0,0818x + 0,4775$	4,017	0,000	***
1988–2018	Churáňov	$y = 0,0427x + 3,7869$	1,939	0,062	
Léto	Březník	$y = 0,0929x + 9,2213$	6,575	3,33E-7	***
1988–2018	Churáňov	$y = 0,0534x + 12,605$	2,940	0,006	**
Podzim	Březník	$y = 0,0804x + 1,3205$	4,034	0,000	***
1988–2018	Churáňov	$y = 0,0625x + 4,394$	3,010	0,005	**
Zima	Březník	$y = 0,0563x - 6,4397$	1,612	0,118	
1988–2018	Churáňov	$y = -0,0142x - 2,3332$	-0,430	0,670	

* $p < 0,05$ ** $p < 0,01$ *** $p < 0,001$

obdobích byly statisticky testovány na hladinách významnosti $p < 0,05$ $p < 0,01$ $p < 0,001$. Pro porovnání byly u vybraných období obdobně testovány trendy teploty vzduchu ze stanice Churáňov. Na Březníku byly na hladině významnosti $p < 0,001$ potvrzeny rostoucí trendy průměrné roční teploty vzduchu za celé hodnocené období, za druhou polovinu hodnoceného období, průměrné teploty na jaře, v létě i na podzim. Na Churáňově byly u vybraných období potvrzeny trendy buďto na nižší hladině významnosti, nebo nebyly potvrzeny vůbec. Stejně tak nebyly statisticky potvrzeny trendy na Březníku i Churáňově za první polovinu období (1988–2003) a v meteorologické zimě (tab. 2). Nejprokazatelnější měsíční oteplení bylo na Březníku potvrzeno ($p < 0,001$) v dubnu, květnu, červnu, červenci a listopadu, na Churáňově v dubnu, červnu a listopadu ($p < 0,01$).

Pokud jde o naměřené teplotní extrémy na Březníku, bylo zde v hodnoceném období s kontinuální řadou měření (1988–2018) zaznamenáno minimum teploty vzduchu $-36,4$ °C 24. ledna 2004 a maximum $30,3$ °C 9. srpna 1992. Ten je také doposud jediným tropickým dnem zaznamenaným na stanici Březník. Absolutní naměřené minimum na Březníku pochází ještě z období před standardním pozorováním, kdy zde byla přesným minimálním teploměrem registrována dne 30. ledna 1987 nejnižší teplota vzduchu $-40,4$ °C.

Průměr nejnižší roční minimální teploty za sledované období je na Březníku $-29,9$ °C, roční průměr denních minim $-3,4$ °C, zatímco průměr nejvyšší roční maximální teploty

činí $28,1$ °C a roční průměr denních maxim $9,0$ °C. Rozdíly mezi Březníkem a Churáňovem jsou v tomto případě poměrně výrazné (tab. 3). Na Březníku se vyskytuje v průměru 239 mrazových dní (den, v němž teplota vzduchu klesla pod 0 °C) za rok, z toho v meteorologickém létě (červen, červenec, srpen) je to v průměru 21. Nejvíce mrazových dní 269, resp. 268, se na Březníku vyskytlo v letech 1990 a 1995, nejméně 215 dní mrzlo v roce 2015. V meteorologickém létě pak nejčastěji mrzlo v roce 1990 (36 dní) a nejméně v roce 2015 (10 dní). Pro srovnání na Churáňově je v průměru 147 mrazových dní za rok a pouze tři mrazové dny v létě. Počet dní, kdy je maximální denní teplota vzduchu nižší než 0 °C (ledový den), je na Březníku ročně v průměru 61, podobný počet ledových dní (57) je v průměru za rok i na Churáňově. Arktických dní (den, v němž maximální teplota vzduchu není vyšší než -10 °C) se na Březníku od roku 1988 vyskytlo 60 a na Churáňově 52. Počet letních dní (den, v němž maximální teplota vzduchu byla 25 °C a vyšší) je na Březníku průměrně osm, nejvíce jich

bylo zaznamenáno v letech 2003 (27), 2015 (24) a 1994 (20), pouze jeden letní den se zde vyskytl v chladných letech 1989 a 1990. Tropický den (den, v němž maximální teplota vzduchu byla 30 °C a vyšší) se za celé období vyskytl pouze výše uvedený jeden. Churáňov má průměrně téměř 10 letních dní za rok a v součtu 17 tropických dní za sledované období, což činí roční průměr výskytu $0,5$ tropického dne za rok (tab. 3). Tropické noci (noc, v níž minimální teplota vzduchu neklesla pod 20 °C) se na Březníku nevyskytují. Nejvyšší minimální teplota vzduchu $14,5$ °C zde byla naměřena 16. července 2002, Churáňov od roku 1988 zaznamenal pouze jednu tropickou noc, a to 9. srpna 1992 (T_{min} $20,6$ °C).

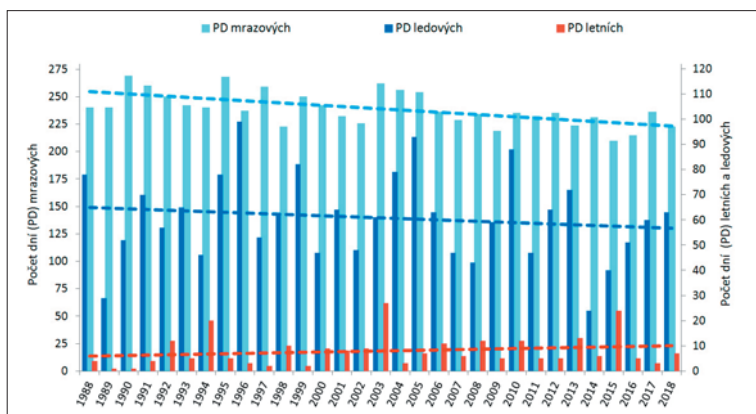
Lineární trend v počtu mrazových dní je na Březníku zjevně významně klesající ($p < 0,001$), určitý pokles je u lineárního trendu počtu ledových dní, naopak vzestup u počtu letních dní, avšak bez statistické průkaznosti. Arktické dny se vyskytují jen některé roky, proto v tomto případě nebyl jejich trend hodnocen (obr. 6).

Významnější trend v hodnotách minimální a maximální roční teploty se za sledované období v hodnocení neprojevil, ale zaznamenan byl nárůst průměrných denních minim a maxim teploty vzduchu. Průměrná denní maxima teploty vzduchu rostou na Březníku o $0,56$ °C za 10 let ($p < 0,01$), průměrná denní minima se za dekádu zvyšují o $0,67$ °C ($p < 0,001$), (obr. 7). Roční minima i roční maxima jsou poměrně rozkolísaná, růst ročních maxim teploty vzduchu o $0,47$ °C za dekádu je statisticky nevýznamný.

Tab. 3 Průměrné počty charakteristických dní v roce a průměr roční a denní minimální a maximální teploty na stanicích Březník a Churáňov za období 1988–2018.

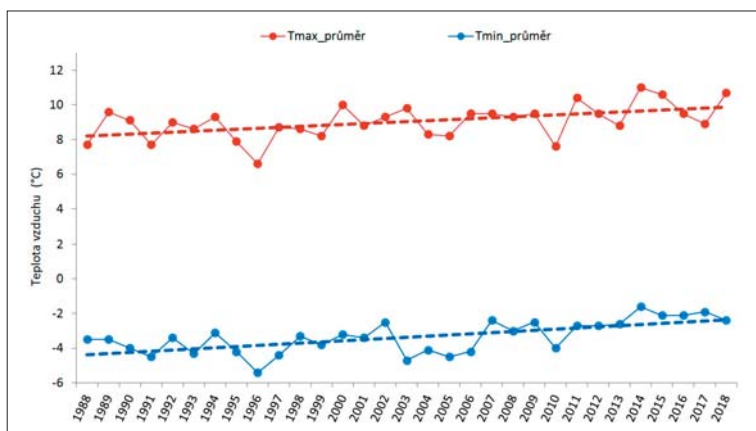
Table 3. Mean number of characteristic days per year and mean of annual and daily minimum and maximum temperature in Březník and Churáňov weather stations in the period 1988–2018.

Stanice	Průměrný počet dní v roce					Průměr teploty vzduchu [°C]			
	arktických	ledových	mrazových	letních	tropických	ročních minim	denních minim	ročních maxim	denních maxim
Březník	1,9	60,8	239,0	7,9	0,0	-29,9	-3,4	28,1	9,0
Churáňov	1,7	56,9	147,5	9,6	0,5	-17,4	1,7	28,7	9,5



Obr. 6 Počet charakteristických dní (ledové, mrazové a letní) na Březníku za období 1988–2018 s lineárními trendy.

Fig. 6. Number of characteristic days (ice, frost and summer) at Březník weather station in the period 1988–2018 with linear trends.



Obr. 7 Průměrné denní maximum a minimum teploty vzduchu na Březníku za období 1988–2018 s lineárními trendy.

Fig. 7. Mean daily maximum and minimum of air temperature at Březník weather station in the period 1988–2018 with linear trends.

4. SRÁŽKOVÉ POMĚRY V OBDOBÍ 1988–2018

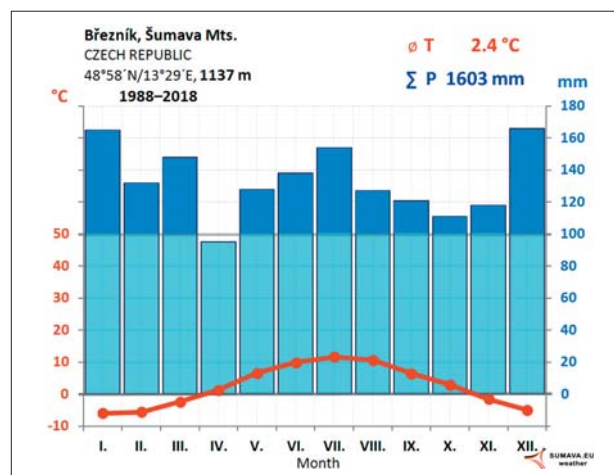
Oblast Březníku se vyznačuje v ročním chodu srážek vysokými úhrny. Z historických pramenů zohledňujících měření v rámci sítě lesnických srážkoměrných stanic vyplývá přímo pro Březník pro počáteční období roční srážkový úhrn 1 454 mm a pro nejvyšší vrchol této oblasti, Velký Roklan (Grosse Rachel 1 453 m n. m.) roční srážkový úhrn 2 000 mm (Thiem 1906). Následně je z více než padesátileté řady měření srážek v polovině 20. století na Březníku uváděn srážkový úhrn 1 486 mm, nejvyšší měsíční srážky 392 mm z července 1926 a např. v Česku vůbec nejvyšší počet dní (48,6 za rok) se srážkovým úhrnem 10 mm a více (HMÚ 1961). Výsledky měření totalizátorem ČHMÚ v jižní části údolí Březníku (Hraniční slat, 1 154 m n. m.) přináší publikace Starostové (2012), kde se uvádí průměrný roční úhrn srážek po přepočtu pro měření totalizátory 1 845 mm (za období 1992–2010), podobně Vavruška (2011) dokonce 1 916 mm (1991–2010), který zde navíc dokumentuje významnější podíl zimních srážek nad tím v letní polovině roku (1 021/895 mm).

Z měření srážek na meteorologické stanici Březník od roku 1988 vyplývá průměrný roční úhrn 1 603 mm, s výrazným zimním a podružným letním maximem. Podobně o něco vyšší část srážek (840 mm) je zaznamenána v zimní polovině roku (říjen až březen), vůči 763 mm za letní půlrok (duben

až září). Srážkově nejbohatší jsou na Březníku měsíce prosinec a leden, z letních měsíců červenec, ztlačně nejméně srážek je naopak v dubnu, který jako jediný nedosahuje na měsíčního úhrnu 100 mm. Rozdělení srážek v průběhu roku za hodnocené období je pro Březník vyjádřeno prostřednictvím klimadiagramu (obr. 8).

Nejvyšší srážky byly naměřeny v roce 2002 s ročním úhrnem 2 250 mm, naopak nejnižší 1 168 mm v roce 2011. V letní polovině roku byl na Březníku nejvyšší úhrn 1 005 mm v roce 2006, zimní půlrok měl nejvyšší úhrn 1 222 mm v roce 1988. Nejvyšší měsíční úhrn srážek 510 mm byl na Březníku zaznamenán v březnu 1988, pouze 1,2 mm v listopadu 2011 je zde registrováno jako vůbec nejnižší měsíční úhrn srážek. Z první poloviny 20. století je z historické srážkoměrné stanice Březník uveden jako nejvyšší roční úhrn 2 132 mm z roku 1922, nejvyšší úhrn letní poloviny roku (duben až září) 1 263 mm z roku 1 922 a zimní (říjen až březen) 1 081 mm z přelomu let 1947/48 (HMÚ 1961). Porovnání současného měření srážek na Březníku s údaji za stejné období z Churáňova (ČHMÚ), s historickými údaji (HMÚ 1961) a s nekorigovanými daty z nedalekého měření totalizátorem (ČHMÚ, od roku 1992) poskytuje tabulka s měsíčními, ročními a půlročními hodnotami (tab. 4). Zde je zřejmý především rozdíl mezi srážkovými úhrny na Březníku a na Churáňově, nebo nárůst zimních srážek na současném Březníku v porovnání s historickým měřením. Jak bylo zmíněno, historická srážkoměrná stanice byla umístěna na větrném jižním svahu u bývalé hájenky, což může být i důvodem možného podhodnocení tehdejších zimních srážek. Totalizátor ČHMÚ je o něco blíže návětrnému hraničnímu hřebenu, zřejmě proto jsou zde, i bez příslušného přepočtu (Starostová 2012), měřené srážky o něco málo vyšší.

Lineární trend ročního úhrnu srážek má na Březníku v letech 1988–2018 mírně klesající statisticky nevýznamnou tendenci, což dle hodnot v grafu může vyplývat i z absence



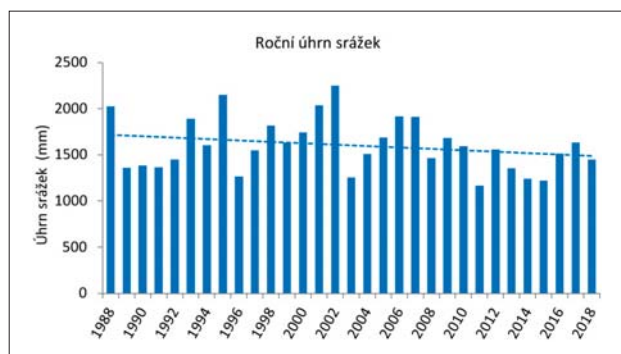
Obr. 8 Klimadiagram pro Březník z období 1988–2018.

Fig. 8. Climate chart for Březník for the period from 1988 to 2018.

Tab. 4 Průměrné měsíční úhrny srážek. Meteorologická stanice Březník (1 137 m n. m., 1988–2018), srážkoměrná stanice Březník z let 1901–1950 (1 167 m n. m., HMÚ 1961), totalizátor (Březník TOT, 1 154 m n. m., ČHMÚ 1992–2018) a meteorologická stanice Churáňov (1 118 m n. m., ČHMÚ, 1988–2018).

Table 4. Average monthly precipitation totals at the Březník weather station (1,137 m a. s. l., 1988–2018), the precipitation gauging station Březník 1901–1950 (1,167 m a. s. l., HMI 1961), totalizer rain gauge (Březník TOT, 1,154 m a. s. l., CHMI 1992–2018) and from the Churáňov weather station (1,118 m a. s. l., CHMI, 1988–2018).

Měsíc	I.	II.	III.	IV.	V.	VI.	VII.	VIII.	IX.	X.	XI.	XII.	Rok	IV–IX	X–III
Březník 1988–2018	165	132	148	95	128	138	154	127	121	111	118	166	1603	763	840
Březník 1901–1950	129	104	85	110	124	140	160	146	117	127	116	128	1486	797	689
Březník TOT 1992–2018	173	136	161	102	135	141	157	126	106	112	122	171	1642	767	875
Churáňov 1988–2018	83	76	93	69	96	116	130	108	83	77	74	94	1099	602	497



Obr. 9 Roční úhrny srážek na stanici Březník za období 1988–2018 s lineárním trendem.

Fig. 9. Annual amount of precipitation at the Březník weather station in the period 1988–2018 with a linear trend.

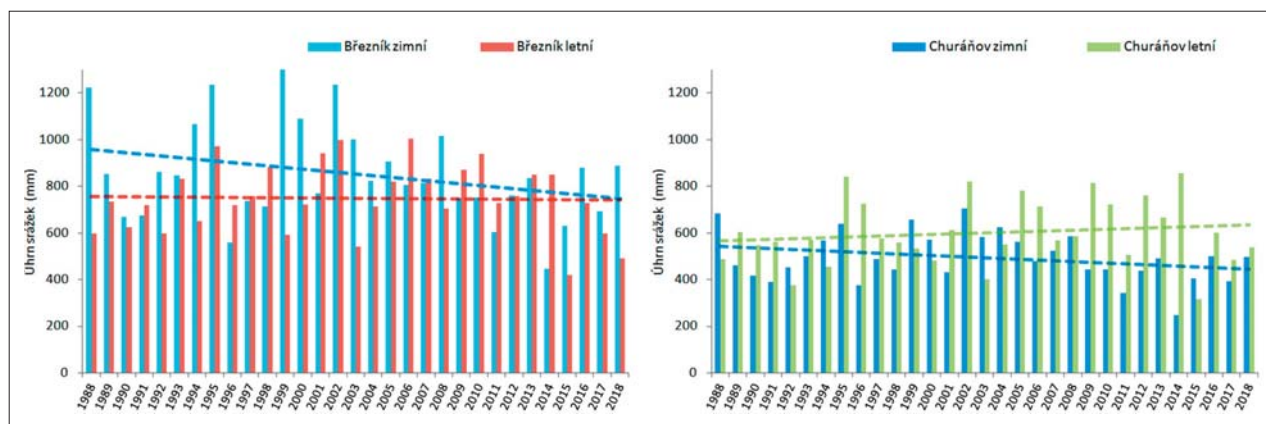
srážkově velmi bohatých let v druhé polovině sledovaného období (obr. 9).

Rozdíl ve srážkách mezi letní (duben až září) a zimní (říjen až březen) polovinou roku se v průběhu sledovaného období na Březníku mírně snížil, klesající trend má úhrn srážek v zimní polovině roku (71 mm za dekádu, ale na hladině významnosti pouze $p < 0,1$). To je způsobeno zčásti dvěma za sebou jdoucími sněhově velmi chudými zimami v letech 2014 a 2015, dále pak absencí sněhově velmi bohatých zim v posledním období. Lineární trend letních srážek za celé období na Březníku nemá prakticky žádnou tendenci, ovšem poslední čtyři roky jsou letní úhrny srážek v souhrnu podprůměrné. Pro srovnání, zimní srážky na Churáňově klesají o něco mírněji (33 mm za deká-

du), naopak letní mají lineární trend mírně stoupající (22 mm za dekádu), i když poslední čtyři roky patří k těm spíše podprůměrným (obr. 10).

5. SNĚHOVÉ POMĚRY V OBDOBÍ 1988–2018

Z hlediska sněhu je širší oblast Březníku v plošném měřítku považována za nejbohatší z celé Šumavy. Hodnocení sněhových charakteristik v tomto příspěvku se týká období 1988–2018, přestože se sněhová pokrývka na Březníku u meteorologické stanice v údolí měří od zimy 1986/1987. Pokud jde o historickou srážkoměrnou stanici, jejíž provoz byl ukončen po roce 1948, byla v záznamech (archiv ČHMÚ) data o výšce sněhové pokrývky zanesena a zřejmě i měřena jen některé roky. Navíc zmíněné dřívější umístění stanice na větrném jižním svahu u bývalé hájenky může být důsledkem toho, že archivované údaje nedosahují hodnot, jakých by se zde dalo v některých zimách očekávat. Novodobé pozorování výšky sněhu je realizováno u meteorologické stanice v údolní rovinnaté části Březníku. Zpočátku se provádělo v nepravidelných intervalech, i proto naměřená maxima v tomto období nemusí být vždy těmi absolutními. K dispozici jsou kromě výšky sněhové pokrývky i počty dní se souvislou sněhovou pokrývkou (1 cm a vyšší). Průměrná i absolutní maxima naměřená v období 1988–2018 jsou nejvyšší v měsících únor a březen. Nejvyšší výška sněhu 310 cm byla naměřena v březnu 1988, výška sněhu 300 cm v únoru 1999, ve sněžné zimě 2004/2005 to bylo v březnu 290 cm. Výjimečně se na Březníku vyskytne sněhová pokrývka i v červnu a září. Nejpravidelněji se na Březníku vyskytuje sníh po celý měsíc v únoru a březnu, velmi často také v lednu a prosinci. V tomto pohledu byly ze zimních měsíců slabší pouze leden 1993 a 2007, prosinec 2000, 2006 a 2015,



Obr. 10 Letní (duben až září) a zimní (říjen až březen) srážky na meteorologických stanicích Březník a Churáňov v období 1988–2018 s lineárním trendem.

Fig. 10. Summer (April to September) and winter (October to March) precipitation at Březník and Churáňov weather stations in the period 1988–2018 with a linear trend.

Tab. 5 Sněhové charakteristiky na meteorologické stanici Březník v období 1988–2018, průměrné měsíční a absolutní maximum výšky sněhové pokrývky a počet dní se souvislou sněhovou pokrývkou (1 a více cm).

Table 5. Snow characteristics at the Březník weather station in the period 1988–2018, mean and absolute monthly maximum of snow depth and number of days with snow cover (1 cm and more).

Měsíc	I.	II.	III.	IV.	V.	VI.	VII.	VIII.	IX.	X.	XI.	XII.	ROK
Průměrné maximum [cm]	110	139	144	100	25	0,2	x	x	0,6	8	36	73	162
Absolutní maximum [cm]	205	300	310	240	110	3	x	x	15	46	110	182	310
Prům. počet dní se sněhem	30	28	31	24	5	0,1	x	x	0,2	4	18	28	169

kdy zde bylo zaznamenáno více dní bez sněhu, naopak únor měl ve všech sledovaných letech sněhovou pokrývkou nepřetržitě. Nejvyšší počet dní se sněhovou pokrývkou jeden a více cm, 210 dní, byl zaznamenán v roce 1992. Naopak v roce 2015 zde byla sněhová pokrývka pouze 128 dní. V průměru se na Březníku vyskytuje sněhová pokrývka 169 dní v roce, s průměrným maximem její výšky 162 cm (tab. 5).

Za sledované období dochází na Březníku k významnému poklesu v počtu dní se sněhovou pokrývkou (11 za dekádu, na hladině významnosti $p < 0,01$) a k určitému poklesu naměřených maxim její výšky (13 cm za dekádu, obr. 11). Na Churáňově je průměrné roční maximum výšky sněhové pokrývky za stejné období 77 cm, s průměrným nevýznamným poklesem maxim 7 cm za dekádu, nejvíce 200 cm bylo naměřeno v březnu 1988. Průměrný počet dní se sněhem činí

na Churáňově 140 dní, za hodnocené období byl zaznamenán statisticky nevýznamný průměrný pokles 4 dny za dekádu.

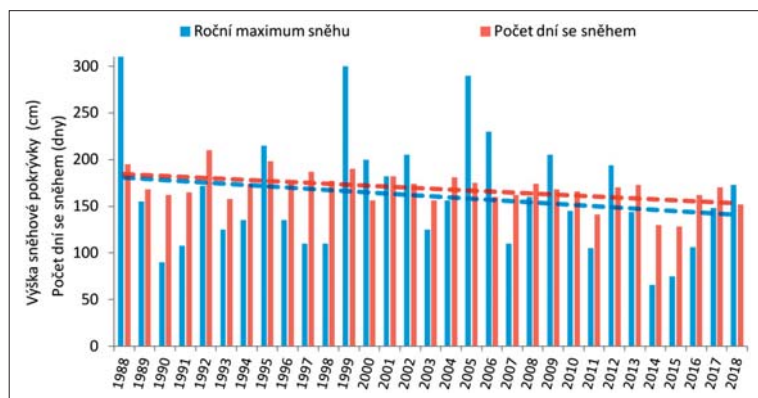
Podobný trend se projevuje i v odtávání, resp. termínu roztátí sněhové pokrývky ze zimy. V případě termínu roztátí sněhu ze zimy se tímto rozumí datum, kdy roztaje souvislá sněhová pokrývka vytvořená v zimních měsících, bez ohledu na to, zda po tomto roztátí ještě sníh znovu napadne. V první dekádě hodnoceného období roztával na Březníku sníh v průměru 30. dubna, v poslední dekádě v průměru 16. dubna. Nejpozději, 18. května, roztála sněhová pokrývka ze zimy v roce 1988, naopak 13. března 1991 to bylo nejdříve. Pro porovnání, na Churáňově roztál sníh ze zimy v první dekádě hodnoceného období v průměru 3. dubna, v období poslední dekády je to 29. března. Na Březníku se roztávání sněhu zrychluje dle lineárního trendu za každou dekádu o pět dní, na Churáňově o necelý jeden den. Trend dřívějšího roztátí sněhové pokrývky ze zimy není za hodnocené období statisticky zcela průkazný na Churáňově (hodnota $p=0,877$) ani na Březníku (hodnota $p=0,121$), nicméně rozdíl jsou i z grafického vyjádření zřejmé (obr. 12).

6. ZÁVĚR

Z klimatologické charakteristiky šumavského Březníku na základě řady měřených parametrů na soukromé meteorologické stanici Antonína Vojvodíka z let 1988 až 2018 vyplývá mj. průměrná teplota vzduchu 2,4 °C, roční úhm srážek 1 603 mm s výraznějším zimním a podružným letním maximem, průměrný počet 169 dní se sněhovou pokrývkou za rok s průměrným ročním maximem výšky sněhu 162 cm. Na Březníku se vyskytuje mráz v průměru 239 dní v roce, z toho v létě (červen až srpen) v průměru v 21 dnech, naopak letních dní s teplotou 25 °C a více je zde v průměru jen osm.

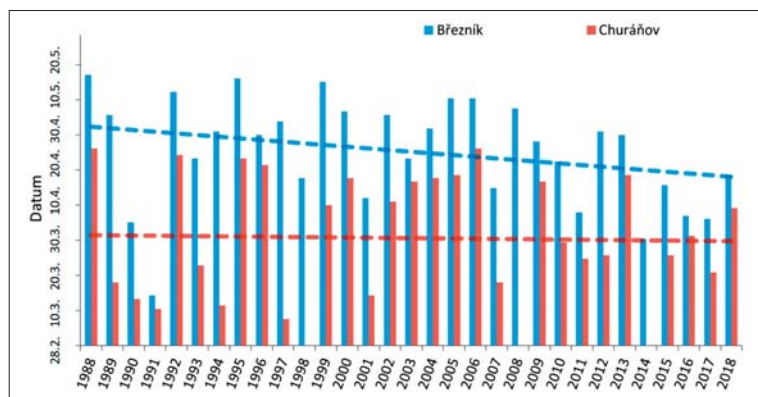
Na Březníku se otepluje v průměru o 0,8 °C za dekádu s tím, že výraznější nárůst teploty vzduchu nastal v druhé části sledovaného období. S tím souvisí i vzestup průměrných minimálních a maximálních teplot vzduchu, o téměř 0,6 °C resp. 0,7 °C za dekádu. Statisticky významný pokles byl zaznamenán také u počtu mrazových dní (11 za dekádu), v počtu dní se sněhovou pokrývkou (10 dní za dekádu), méně významný je pokles v úhrnech ročních a zimních srážek (71, resp. 47 mm za dekádu) a u hodnot maxim výšky sněhové pokrývky (13 cm za dekádu), zrychluje se jarní odtávání sněhu ze zimy (o pět dní za dekádu).

Poměrně rozsáhlou oblast centrální Šumavy včetně okolí Březníku zasáhla v několika etapách kůrovcová kalamita, kdy došlo k uschnutí stromového patra vzrostlého smrkového lesa.



Obr. 11 Roční maxima výšky sněhové pokrývky a počet dní se sněhovou pokrývkou na Březníku v období 1988–2018 s lineárním trendem.

Fig. 11. Annual maxima of snow cover and number of days with snow cover at Březník in the period 1988–2018 with a linear trend.



Obr. 12 Termín jarního roztátí sněhové pokrývky ze zimy na Březníku a na Churáňově v období 1988–2018 s lineárním trendem.

Fig. 12. The date of spring thawing of the winter snow cover at Březník and Churáňov weather stations in the period 1988–2018 with a linear trend.

To je pravděpodobně příčinou rychlejších změn v hodnocených parametrech z Březníku, zejména pokud jde o teplotu vzduchu a hodnocení sněhové pokrývky v porovnání s daty z Churáňova, případně z Velkého Javoru. V současné době je již les v okolí Březníku znovu ve fázi obnovy, která vzhledem k zdejší drsným klimatickým podmínkám probíhá nebývale rychle. Porovnání vybraných charakteristik z podobné nadmořské výšky Březníku a Churáňova jen dokladuje chladné klima této lokality, která přestože se zde poslední roky výrazněji otepluje, patří celkově vůbec mezi nejchladnější a na srážky nejbohatší v celém Česku.

Šumava je v našich podmínkách velmi rozlehlou horskou oblastí a meteorologická pozorování dokazují, že z hlediska klimatu a jeho změn i velmi zajímavou a specifickou. Žádné jiné území v pohorích Česka nemá tak rozlehlou souvislou plochu v polohách nad 1 000 m n. m. Na jejím vnitrozemském okraji charakterizuje zdejší klima velmi kvalitní řada dat z Churáňova, v její centrální části doplňuje dlouho chybějící odpovídající standardní údaje více než 30letá řada pozorování ze stanice Březník. Její charakteristiky a vývoj v čase dokazují, že jsou bezesporu významným příspěvkem nejen pro oblast Šumavy a že je potřeba zdejšímu meteorologickému pozorování věnovat i nadále náležitou pozornost.

Poděkování:

Poděkovat se sluší zejména panu Antonínu Vojvodíkovi za dlouholeté a neocenitelné úsilí při znovuobnovení meteorologického pozorování a provozování meteorologické stanice Březník, taktéž za laskavé poskytnutí dat. Z mnoha aktivních účastníků realizace pozorování na meteorologické stanici Březník je potřeba jmenovitě poděkovat i pánům Vladislavu Valečkovi, Josefu Jindrovi a Jiřímu Demeterovi za významnou pomoc s instalací a provozem meteorologické stanice a současně i se záznamem dat. Děk patří ČHMÚ za poskytnutí historických pramenů ze srážkoměrné stanice Březník (Pürstling), dat z totalizátoru v Luzenském údolí a meteorologické stanice Churáňov, Správě NP Šumava za umožnění provozu stanice a souběžných pozorování na tomto jedinečném území a v neposlední řadě i dotčeným lektorům, jejichž připomínky vedly ke zkvalitnění předložené studie.

Literatura:

BÄSSLER, C., 2008. Klimawandel—Trend der Lufttemperatur im Inneren Bayerischen Wald (Böhmerwald). *Silva Gabreta*, Vol. 14, s. 1–18.

BEDNAŘÍK, J., 2017. MS Churáňov – historie a současnost. In: *120 let meteorologických měření a pozorování na Lysé hoře*. Sborník příspěvků z konference pořádané ČHMÚ a ČMeS na Lysé hoře ve dnech 14.–15. června 2017. 1. vyd., Praha: ČHMÚ, s. 74–77. ISBN 978-80-87577-68-4.

BERNSTEINOVÁ, J., BÄSSLER, C., ZIMMERMANN, L., LANGHAMMER, J., BEUDERT B., 2015. Changes in runoff in two neighbouring catchments in the Bohemian Forest related to climate and land cover changes. *J Hydrol. Hydromech.* Vol. 63(4), s. 342–352.

HMÚ, 1961. Podněbí Československé socialistické republiky. Tabulky. 1. vyd. Praha: HMÚ 1961. 379 s.

KREČMER, V., 2001. Vazby pěstebního a lesnicko-environmentálního výzkumu v Opočně. In: *50 let pěstebního výzkumu v Opočně*. Sborník z celostátní konference konané ve dnech 12. 9.–13. 9. 2001 v Opočně při příležitosti 80. výročí vzniku VÚLHM. [50 years of forestry research in Opočno. Proceedings from the conference ...]. Sest. A. Jurásek a kol. Jíloviště-Strnady, Výzkumný ústav lesního hospodářství a myslivosti 2001, s. 81–85. ISBN 80-86461-11-4.

KREČMER, V., 2012. Otec mikroklimatologie – 130 let od smrti dr. Emanuela Purkyně (1831–1882). *Vesmír*, roč. 91, č. 5, s. 263–265. ISSN 0042-4544.

KŘIVANCOVÁ, S., 1991. Teplotní zvláštnosti Šumavy. *Meteorologické zprávy*, roč. 44, č. 5, s. 143–150. ISSN 0026-1173.

LANGHAMMER, J., SU, Y., BERNSTEINOVÁ, J., 2015. Runoff response to climate warming and forest disturbance in a mid-mountain Basin. *Water*, Vol. 7, s. 3320–3342.

PROCHÁZKA, J., ROLČÍK, I., VOJVODÍK, A., MATOUŠEK, M., 2017. Aktivita amatérských nadšenců pro doplnění poznatků o klimatu Šumavy. *Meteorologické zprávy*, roč. 70, č. 5, s. 143–148, ISSN 0026-1173.

PROCHÁZKA, J., 2019. Březník – srdce Šumavy i z pohledu meteorologie. In: *Lipina P., Procházka J. (eds.). Meteorologická konference Šumava 2019. Sborník příspěvků z konference pořádané ČHMÚ, ČMeS a SUMAVA.EU na Kvildě ve dnech 14.–16. května 2019*. 1. vyd., ČHMÚ: Praha, s. 138–141, ISBN 978-80-87577-87-5.

ROLČÍK, I., PROCHÁZKA, J. A VOJVODÍK A., 2017. Síť amatérských a profesionálních meteorologických stanic na zajímavých místech Šumavy. In: *Lipina, P. (ed.). 120 let meteorologických měření a pozorování na Lysé hoře. Sborník příspěvků z konference pořádané ČHMÚ a ČMeS konaným na Lysé hoře ve dnech 14.–15. června 2017*. 1. vyd., Praha: ČHMÚ, s. 105–108, ISBN 978-80-87577-68-4.

STAROSTOVÁ, M., 2012. Měření srážek totalizátory na Šumavě. *Meteorologické zprávy*, roč. 65, č. 6, s. 180–183. ISSN 0026-1173.

TESAŘ, M., ŠÍR, M., PROCHÁZKA, J., 2019. Hydrologický a hydroekologický výzkum ÚH AV ČR v CHKO a NP Šumava. In: *Lipina P., Procházka J. (eds.). Meteorologická konference Šumava 2019. Sborník příspěvků z konference pořádané ČHMÚ, ČMeS a SUMAVA.EU na Kvildě ve dnech 14.–16. května 2019*. 1. vyd., Praha: ČHMÚ, s. 138–141, ISBN 978-80-87577-87-5.

THIEM, F., M., 1906. *Biogeographische Betrachtung des Rachel*. – Abhandlungen der Naturhistorischen Gesellschaft Nürnberg, Vol. 16, s. 1–137.

TUREK J., FLUKSOVÁ, H., HEJZLAR, J., KOPÁČEK, J., PORCAL, P., 2014. Modelling air temperature in catchments of Čertovo and Plešné lakes in the Bohemian Forest back to 1781. *Silva Gabreta*, Vol. 20, s.1–24.

VAVRUŠKA, F., 2011. Měření srážek totalizátory na Šumavě. *Šumava*, č. 3, s. 16–17. ISSN 0862-5166.

VOJVODÍK, A., 1986. Nejnižší teploty naměřené letos na Šumavě. *Meteorologické zprávy*, roč. 39, č. 4, s. 123–124.

VOJVODÍK, A., 1987. Léto 1986 na Šumavě. *Meteorologické zprávy*, roč. 40, č. 3, s. 93.

VOJVODÍK, A., JINDRA, J., PROCHÁZKA, J., 2017. „Mimošumavské“ aktivity v oblasti budování meteorologických stanic pro měření (nejen) nízkých teplot. In: *ČMeS. Pozorování a data v meteorologii – nové produkty, jejich využití v předpovědi a dalších službách. Sborník abstraktů ze semináře ČMeS. Deštné v Orlických horách, 12.–14. 9. 2017*. s. 15, ISBN 978-80-87577-74-5

Wetterzentrale, 2019. Klima archiv [online]. [cit. 30. 6. 2019]. Dostupné z WWW: wetterzentrale.de.

ZAHRADNÍK, P., 2015. Historie kůrovcové kalamity na Šumavě a její možné dopady na budoucí vývoj. *Šumava: čtvrtletník Správy NP a CHKO Šumava – příloha*, s. 8–9. ISSN 0862-5166.

Lektoři (Reviewers): RNDr. Radim Tolasz, Ph.D., Ing. Pavel Lipina

REKONSTRUKCE VÝVOJE SNĚHOVÉ POKRÝVKY NA LYSÉ HOŘE V ZIMNÍ SEZÓNĚ 1910–1911

Veronika Šustková, Alena Kamínková, Pavel Lipina, Miroslav Řepka, Český hydrometeorologický ústav, Pobočka Ostrava, K Myslivně 3/2182, 708 00 Ostrava-Poruba, veronika.sustkova@chmi.cz, alena.kaminkova@chmi.cz, pavel.lipina@chmi.cz, miroslav.repka@chmi.cz

The reconstruction of snow cover depth on Lysá hora mountain in the winter season of 1910–1911. Regular long-term measurements and observations of meteorological elements and phenomena at the meteorological station Lysá hora in the Beskydy mountains significantly help to explore the mountain climate. For more than 120 years of its existence, it has provided a valuable range of measurements. Its importance has been increasing even more since 1954, when a professional CHMI meteorological station was established at the top of the mountain served by its well experienced observers. For the observation and measurements at Lysá hora in the first decades of the 20th century, we are grateful to voluntary observers, mostly mountain hut tenants and their employees. Today we can only imagine what conditions existed in the winter months at this place and what situations people had to deal with at Lysá hora. The monthly meteorological reports which have survived from these years allow us to get to know more. In our article we discuss the reconstruction of one important winter season.

KLÍČOVÁ SLOVA: Lysá hora – model sněhový – metoda teplotního indexu – HEC-HMS – CLIDATA

KEYWORDS: Lysá hora – snow model – temperature index – HEC-HMS – CLIDATA

1. ÚVOD

Meteorologická stanice Lysá hora, umístěná na nejvyšším vrcholu Moravskoslezských Beskyd, má mezi horskými stanicemi v České republice nejdelší řadu meteorologických pozorování a měření. Pravidelné denní měření některých meteorologických prvků zde začalo již v červenci roku 1897. Pozorování na tomto místě je ztíženo nepříznivými povětrnostními podmínkami, které zde zejména v zimních měsících panují. Lysá hora drží absolutní český rekord výšky sněhové pokrývky. Ve dnech 8. a 9. března 1911 zde byla zaznamenána celková sněhová pokrývka 491 cm. Věrohodnost tohoto údaje však snižují pochybnosti o správnosti měření a způsobu zápisu ve výkazech z této zimní sezóny (Chalupa et al. 2014; Lipina 2017).

Pro bližší závěry proto bylo nutné zrekonstruovat celou zimní sezónu 1910–1911 a podívat se na tento údaj v kontextu dalších zim s extrémní výškou sněhové pokrývky. K tomu byla využita historická meteorologická data z oblasti Beskyd, která byla na pobočce ČHMÚ již dříve digitalizována a jsou uložena v databázovém systému CLIDATA. Následně proběhla simulace vybraných zimních sezón pomocí srážkoodtokového modelu HEC-HMS (USACE 2019) a poté byla odhadnuta výška sněhové pokrývky v zimní sezóně 1910–1911.

2. HISTORIE POZOROVÁNÍ A MĚŘENÍ NA LYSÉ HOŘE

V druhé polovině 19. století byla meteorologická pozorování a měření ve vrcholových oblastech hor velmi výjimečná. Po vzniku C. k. Ústřední hydrografické kanceláře ve Vídni a zřízení hydrografických oddělení při stavebních odborech zemských úřadů (v Opavě pro povodí Odry) byly od roku 1895 zakládány desítky srážkoměrných stanic. V červenci 1895 byla na vrcholu Lysé hory otevřena nová turistická chata s trvalou obsluhou pojmenovaná po majiteli těšínského komorního statku, arcivévodovi Albrechtu Habsburském „Erzherzog Albrecht Schutzhaus“. Od 15. července 1897 byla u této chaty v provozu první meteorologická stanice s měřením srážek, nového sněhu a celkové výšky sněhové pokrývky, termínových teplot vzduchu a byly i zaznamenávány meteorologické jevy. Pozorovatelé byli zároveň nájemci, popř. zaměstnanci Albrechtovy chaty, přejmenované po skončení 1. světové války na „Slezský dům“ (J. Winkler, J. Božoň, A. Tkáč, I. Tkáč). Od 16. listopadu 1933 je stanice povýše-

na na stanici II. řádu. Stanice je vybavena dřevěnou žaluziovou meteorologickou budkou (obr. 1) a pozorovací program je rozšířen o další prvky (extrémní teploty, vlhkost vzduchu, směr a rychlost větru, oblačnost, sluneční svit). Správcem stanice byl K. Dörfl, ale až do přerušení pozorování v roce 1941 se kromě něj vystřídal dalších pět pozorovatelů. Snaha o obnovení pozorování během 2. světové války na Slezském domě nebyla úspěšná a stanice byla nakrátko přestěhována k vysílací věži u německé poštovní služebny a obsluhována vojáky wehrmachtu (srpen až prosinec 1944).

Po skončení druhé světové války byla snaha o obnovení staniční sítě. Lysá hora byla vybrána jako místo pro leteckou meteorologickou stanici československé armády. Vybudována byla na konci května 1946 v okolí srubu bývalé německé poštovní služebny. V hodinových (v noci v tříhodinových) intervalech byly morseovkou předávány zprávy o počasí (později ve tvaru zprávy SYNOP) vojenskému ústředí. Od srpna 1946 začali vojáci zasílat měsíční výkazy meteorologických pozorování armádní povětrnostní službě a také Státnímu meteorologickému ústavu v Praze. Nově se měřil tlak vzduchu a vodní hodnota sněhu, pozorovala se dohlednost, stav půdy, tvar, tah a výška spodní oblačnosti. Provoz stanice byl ukončen v prosinci 1953 a během těchto necelých 8 let se v roli pozorovatelů vystřídal okolo 50 vojáků základní služby.



Obr. 1 Meteorologická budka u Slezského domu (30.–40. léta 20. století, zdroj: <http://www.rajce.net/u212728>).

Fig. 1. Meteorological screen box at the Silesian House (1930s–1940s, source: <http://www.rajce.net/u212728>).



Obr. 2 Stanice Lysá hora v březnu 2005 (výška sněhové pokrývky 300 cm, foto Petr Lukeš).
Fig. 2. The Lysá hora station in March 2005 (300 cm snow depth, photo by Petr Lukeš).

Již během roku 1953 se započalo s výstavbou nové profesionální stanice, která měla být součástí staniční sítě právě vznikající nové státní organizace Hydrometeorologického ústavu (zřízen vládním nařízením 96/1953 Sb. z 27. listopadu 1953). V průběhu roku 1954 byla stavba dokončena a od 6. 10. se zde provádí pravidelná měření a pozorování na stejném místě jako dnes. Meteorologická zahrádka byla založena 10 m na JJZ od jižního rohu budovy, pouhých 20 m na VSV od nejvyššího bodu Lysé hory.

Měření všech standardních meteorologických prvků probíhalo v termínech 7, 14 a 21 h (06:46, 13:46, 20:46 SEČ), v pravidelném intervalu byly pozorovatelem odesílány zprávy SYNOP/SYRED¹⁾. Interval tvorby a zaslání zpráv SYNOP a SYRED se postupně měnil – do roku 1969 jen 5 x denně v 07, 10, 13, 16 a 19 SEČ, poté do roku 1981 každé tři hodiny, a to i v noci, od roku 1982 každou hodinu, od 2011 zůstala tvorba každou hodinu, ale v noci od 21 do 05 SEČ jen automaticky bez zásahu pozorovatelů. V průběhu let se současně posílaly i další kódované zprávy (AERO, INTER, HYDROSTART, METAR, AGRO nebo RAD).

Předávání zpráv probíhalo nejprve pomocí radiostanice, od roku 1990 dálkopisem, od března 1991 byl v testovacím režimu první počítač. Od 11. června 1998 se zprávy kódovaly a odesílaly pomocí programu MONITWIN, který jen s malými obměnami funguje dodnes. Od července 2002 probíhá předávání zpráv pomocí modemu prostřednictvím GSM antény.

Od poloviny 90. let začalo docházet k postupné automatizaci stanice a většina manuálních meteorologických přístrojů je měněna za automatická čidla se základním patnáctiminutovým (od února 2010 desetiminutovým) měřicím intervalem.

Za téměř 65 let existence se na stanici vystřídal 20 stálých pozorovatelů a několik desítek pozorovatelů na krátkodobý zástup nebo střídavě

¹⁾ V hlavních termínech 00, 06, 12 a 18 UTC je vytvářena standardní zpráva SYNOP, ve vedlejších 03, 09, 15 a 21 UTC zjednodušená zpráva SYRED a stejně tak i v hodinovém kroku v časech 01, 02, 04, 05, 07, 08, 10, 11, 13, 14, 16, 17, 19, 20, 22 a 23 UTC.

služby. Zpočátku byli na stanici pozorovatelé dva, od roku 1966 čtyři. V období nepřetržitého provozu (1970–2010) se s výjimkou několika měsíců střídalo pět pozorovatelů, od roku 2011 jsou opět čtyři. Nejdéle sloužícím pozorovatelem byl Jaroslav Chalupa (38 let, z toho 20 let ve funkci vedoucího stanice), nejdéle sloužícím vedoucím stanice byl Ladislav Hrtoň (30 let, celkem 34 let) (Lipina 2004; Řepka 2017).

Více informací o jednotlivých meteorologických přístrojích, technice měření a problematice měření a pozorování v horských podmínkách na Lysé hoře lze nalézt v publikaci Chalupa et al. 2014.

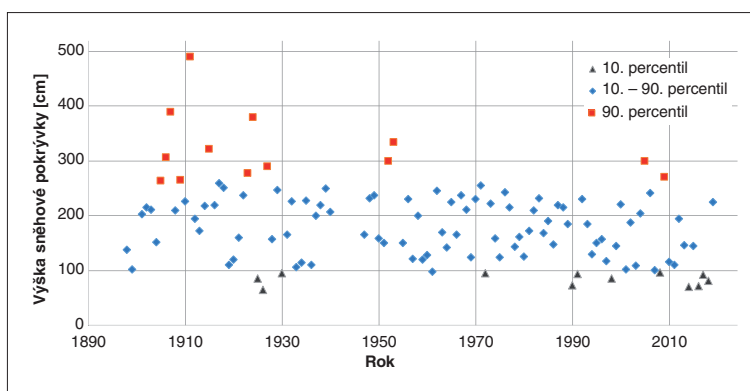
3. MAXIMÁLNÍ VÝŠKY SNĚHOVÉ POKRÝVKY NA LYSÉ HOŘE

Pravidelné měření celkové výšky sněhové pokrývky (SCE) a nového sněhu (SNO) v denním kroku v průběhu zimních sezón začalo na Lysé hoře v roce 1897. Přerušeno bylo jen v období kolem 2. světové války (v letech 1941–

1946), neúplně jsou pak i roky 1900, 1940 a 1954. Úplnou řadu měření máme tedy dostupnou pro 114 let (do května roku 2019). Pokud bychom z těchto 114 let vybrali 10 zimních sezón s nejvyšší sněhovou pokrývkou, zjistíme, že 7 z nich se objevilo v letech 1906–1927. V prvních dvaceti sezónách je pak 13 maxim v období 1905–1929. Maximální výška sněhové pokrývky (SCE_{max}) 491 cm byla zaznamenána 8. a 9. března 1911. Druhé maximum 390 cm bylo 27. března 1907 a třetí nejvyšší hodnota 380 cm byla dle výkazů zaznamenána 20. března 1924. Tři nejvyšší hodnoty výšky sněhové pokrývky se tedy objevily do roku 1924. Obr. 2 ukazuje situaci na plochem vrcholu Lysé hory v okamžiku vysoké sněhové pokrývky a na obr. 3 jsou červeně vyznačeny hodnoty maximální výšky sněhové pokrývky vyšší než 90. percentil. Nápadné je množství těchto hodnot objevujících se do roku 1930.

3.1 Vodní hodnota a hustota sněhové pokrývky

Poznatky o celkovém vývoji sněhové pokrývky v jednotlivých sezónách a jejích vlastnostech, zejména o množství vody obsažené ve sněhu, jsou důležité při modelování vývoje sněhové pokrývky, které bude popsáno v dalších kapitolách. Je potřeba zde proto zmínit pojmy jako je vodní hodnota (SVH) a hustota sněhu. Vodní hodnota, která vyjadřuje



Obr. 3 Hodnoty SCE_{max} za období 1898–2019 se zvýrazněním hodnot patřících do 90. a 10. percentilu.

Fig. 3. SCE_{max} values for the period 1898–2019, highlighting the values from both the 90th and 10th percentiles.

je množství vody obsažené ve sněhu, se na Lysé hoře začala pravidelně měřit v roce 1962. V prvních letech se měřila obvykle v pátek, od zimy 1970 se vodní hodnota měří pravidelně v pondělí v 7 hodin ráno. Podíl vodní hodnoty a celkové výšky sněhu udává hustota sněhu. Průměrná hodnota hustoty sněhu pro maximum výšky sněhové pokrývky za období pravidelného měření vodní hodnoty je 0,22²⁾. Nejčastěji se sněhové maximum za celé období pozorování objevuje v březnu (42 případů) a v únoru (34 případů). Pro sněhové maximum se tato hodnota hustoty 0,22 může zdát relativně nízká, ale souvisí s vývojem sněhové pokrývky a rozložením srážek během zimní sezóny.

Na obr. 4 a 5 je na příkladu dvou vybraných sezón zřetelný pokles hustoty sněhu v maximum výšky sněhové pokrývky. Obvykle hustota SCE_{max} klesá, pokud tomuto sněhovému maximum předcházelo vydatnější sněžení a sníh do té doby přibýval od začátku zimy relativně rovnoměrně a nebyla zaznamenána žádná větší obleva. Typické je to právě především pro únorová a březnová maxima, která na Lysé hoře převažují. Hustoty pro SCE_{max} např. v lednu nebo v dubnu vykazují větší hodnoty. Od začátku tání pak hustota sněhu narůstá až k hodnotám kolem 0,6.

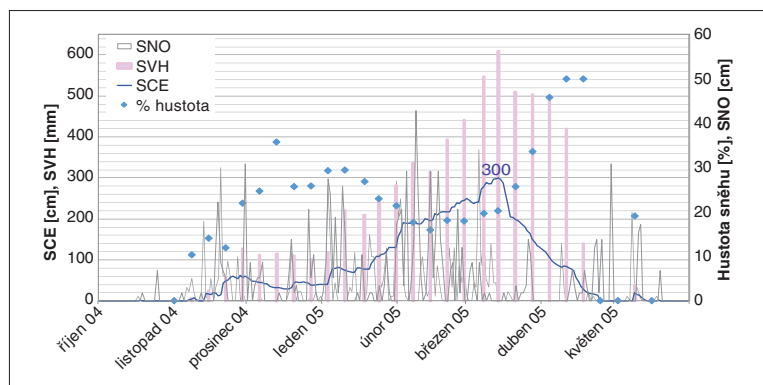
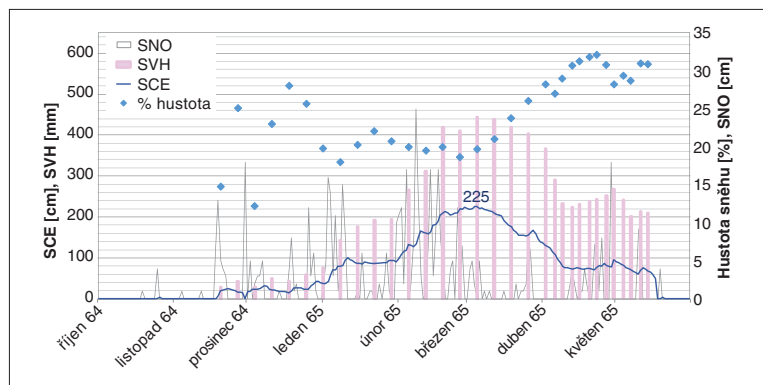
4. ZIMNÍ SEZÓNA 1910–1911

V zimní sezóně 1910–1911 meteorologická měření a pozorování na Lysé hoře prováděl Andreas Tkáč, nájemce Albrechtovy chaty (poté od r. 1914 až do r. 1932 jeho syn Ignác). Stanice byla označena jako ombrometrická a sněhoměrná neboli stanice III. řádu. Měsíční výkazy z této doby obsahují srážky, symbol rozlišující jejich skupenství, teplotu vzduchu (ve 3 termínech), výšku nového sněhu a celkovou výšku sněhové pokrývky, slovně je pak popsána síla a směr větru a některé atmosférické jevy. Stanice byla pod správou Hydrografického oddělení při stavebním odboru zemského úřadu v Opavě a ta spadala pod C. k. Ústřední hydrografickou kancelář při Ministerstvu vnitra ve Vídni (Rodovský 1997; Lipina 2017).

Dle zápisů v měsíčních výkazech spadlo v období od 1. října 1910 do 31. května 1911 na Lysé hoře 1321,7 mm srážek, nejvíce srážek spadlo v květnu 282,8 mm. Průměrná teplota za toto období byla $-1,4\text{ }^{\circ}\text{C}$ a nejméně chladným měsícem byl únor s průměrnou teplotou $-8,0\text{ }^{\circ}\text{C}$. Maximální výška sněhové pokrývky byla zaznamenána ve dnech 8. a 9. března 491 cm a nejvyšší denní přírůstek nového sněhu byl 26. ledna 51 cm.

Při podrobnějším studiu historického výkazu z Lysé hory se dá říci, že měsíční výkazy z let 1910–1911 jsou psány velmi čitelně, bez škrtnání nebo jiných evidentních úprav samotného pozorovatele (Chalupa et al. 2014). Ve výkazu jsou pak červenou barvou zaznamenány opravy od revizora a ty se následně projevují v hydrologické ročence vydávané rakouskou hydrografickou ústřední kancelář ve Vídni (Jahrbuch 1914).

²⁾ Pokud nebyla pro termín, kdy byla zaznamenána SCE_{max} , dostupná i vodní hodnota, byla hustota pro sezónní SCE_{max} počítána z nejbližší dostupné hodnoty SCE před táním a k tomu příslušné SVH.

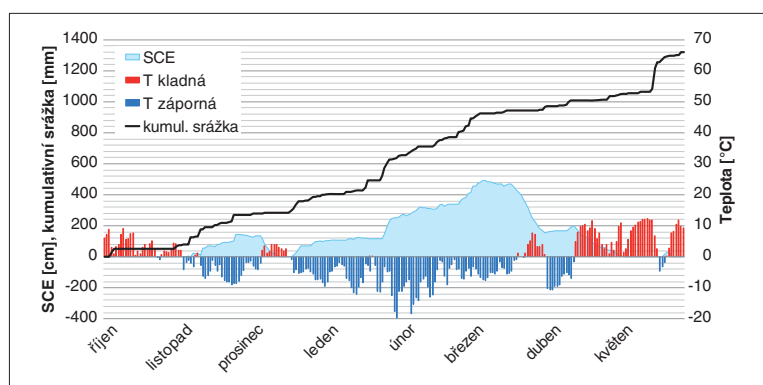


Obr. 4 a 5 Vývoj charakteristik sněhové pokrývky v zimní sezóně 1964–1965 a 2004–2005.

Fig. 4 and 5. Snow cover characteristics in the winter seasons of 1964–1965 and 2004–2005.

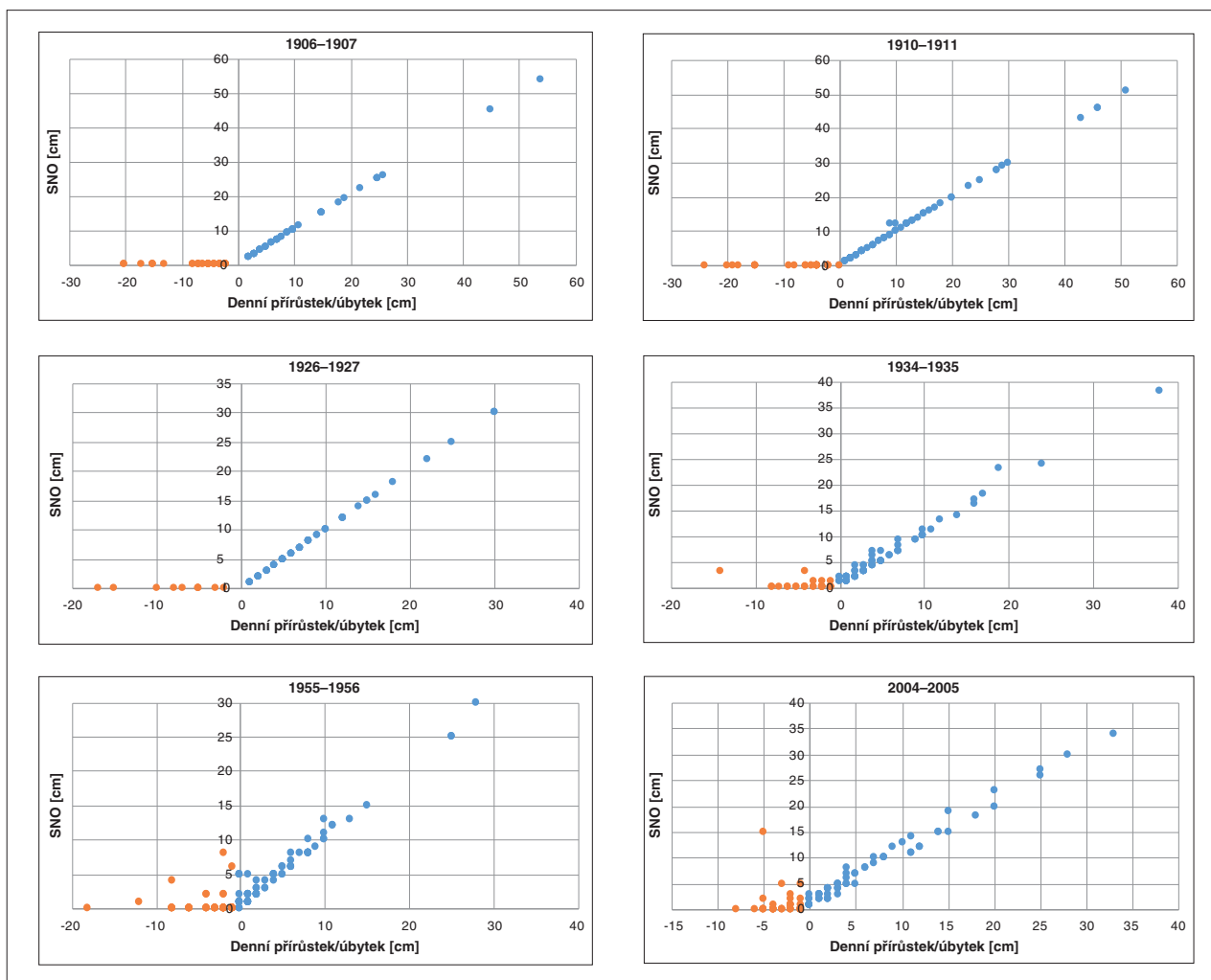
Věrohodnost záznamu srážek a sněhové pokrývky ve výkazech nejen v této zimní sezóně, ale ve všech letech až do roku 1933, kdy došlo ke změně stanice na stanici II. řádu a změně rozsahu a kvality pozorování (Lipina 2014), velmi snižují skutečnosti, kdy nebylo u pozorování výšky sněhové pokrývky, až na malé výjimky, zaznamenáno sesedání sněhu. Naměřené srážkové úhrny v mm téměř vždy přesně odpovídají hodnotám nového sněhu v cm a výška nového sněhu vždy odpovídá přírůstku celkové výšky sněhové pokrývky (obr. 7).

Také rychlost tání sněhové pokrývky má v některých obdobích podezřelý průběh, např. v březnu 1911 (o 270 cm za 11 dní, obr. 6) nebo v prosinci 1910, kdy sníh v bezsrážkovém období a při maximálních denních teplotách do $5\text{ }^{\circ}\text{C}$ dle pozorovatele roztál za 7 dní ze 136 cm na 0 cm. Z výše uvedeného lze usuzovat, že měření celkové výšky sněhu až do zmiňovaného roku 1933 pravděpodobně neprobíhalo správně a maximální výška



Obr. 6 Teplota, srážky a výška sněhu v zimní sezóně 1910–1911.

Fig. 6. Temperature, precipitation and snow depth in the winter season of 1910–1911.



Obr. 7 Závislost přírůstku/úbytku sněhové pokrývky a výšky nového sněhu (SNO) ve vybraných zimních sezónách při záporných teplotách vzduchu.

Fig. 7. Relationship of the snow cover increase/decrease and new snow depth (SNO) in the selected winter seasons during negative air temperatures.

sněhu v tomto období by měla být menší, než bylo uvedeno v historických záznamech. Ve zmiňované ročence (Jahrbuch 1914) nejsou bohužel od revizora žádné poznámky k rovnosti srážkových úhrnů a výšky nového sněhu ani opravy přírůstku nebo sesedání celkové sněhové pokrývky.

V následující tabulce jsou pro zajímavost uvedeny stanice v Beskydech, které mají v roce 1911 dostupnou výšku sněhové pokrývky. Absolutní maximum v tomto roce, stejně jako Lysá hora, zaznamenala pouze stanice Nýdek-Hluchova úžina. U stanic je také pro porovnání uvedeno jejich maximum výšky sněhové pokrývky.

Dle hydrologické ročenky (Jahrbuch 1914), na konci ledna 1911 a v první únorové dekádě silně sněžilo a většina stanic v povodí Odry zaznamenala ve dnech 8. až 10. února nejvyšší sněhovou pokrývkou. Od poloviny února pak většina sněhu v nižších a středních polohách postupně roztála a sněh se v březnu vyskytoval pouze ve vyšších nadmořských výškách. V období od 1. do 7. března opět silně sněžilo a stanice ve vyšších a horských oblastech (tab. 1) zaznamenaly svá sněhová maxima.

Stanice v Jeseníkách měly všechny maxima v roce 1911 v únoru, stanice Vidly 114 cm, Bělá pod Pradědem 44 cm a Ramzová 78 cm. Hodnoty nebyly pro zimní období nijak „rekordní“.

5. METODIKA PRÁCE

Na základě výše uvedených poznatků byla vytvořena metodika simulace vodní hodnoty s využitím programu HEC-HMS (Hydrologic Engineering Center's – Hydrologic Modeling System) a následně možnosti revize historických hodnot výšky sněhové pokrývky v zimní sezóně 1910–1911.

Tab. 1 Maximální výška sněhu na meteorologických stanicích v Beskydech v roce 1911.

Table 1. Maximal snow depth at meteorological stations in the Beskydy Mountains in 1911.

Stanice	Nadm. v. [m n. m.]	SCE _{max} 1911 [cm]	Absolutní SCE _{max} [cm]	Doba pozorování
Lysá hora	1 314	491	491(březen 1911)	1897–
Ostravice	427	57 (únor)	85 (únor 1952)	1872–
Bílá (Salajka)	722	158	164 (duben 1903)	1881–1944
Čeladná (Plucnarka)	686	130	195 (březen 1956)	1878–2012
Morávka (Slavíč)	620	140	164 (březen 1907)	1902–1938
Horní Bečva (Bečvice)	700	118 (únor)	206 (březen 1944)	1885–1961
Nýdek (Hluchova úžina)	640	251	251 (březen 1911)	1905–1938, 1964–2006

Nejprve bylo nutné vybrat zimní sezóny, pomocí kterých bude model kalibrován a poté bude prováděna simulace sezóny 1910–1911 v programu HEC-HMS. Zpočátku byla vybrána všechna zimní období od roku 1962, kdy začalo pravidelné měření vodní hodnoty, s maximální výškou sněhové pokrývky alespoň 200 cm.

Po předchozím rozboru těchto období (viz kapitoly 3 a 4, kdy byla zkoumána závislost výšky sněhu a vodní hodnoty a celkový vývoj sněhové pokrývky během celé zimy) a jejich následné simulaci v modelu HEC-HMS, jsme došli k závěru, že pro zimní sezóny s podobným průběhem vývoje sněhové pokrývky je možné použít podobnou sadu kalibračních parametrů. Tato sada pak byla dále použita při simulaci vodní hodnoty v zimní sezóně 1910–1911. Z vypočtené vodní hodnoty byla nakonec odvozena výška sněhové pokrývky v této sezóně.

6. SIMULACE V MODELU HEC-HMS

Srážkoodtokový model HEC-HMS je freewareový produkt vyvíjený americkým hydrologickým centrem (Hydrologic Engineering Center), které spadá pod tým inženýrů ústavu vodních zdrojů (Institute for Water Resources IWR) americké armády. V současnosti je HEC-HMS jedním z celosvětově nejpoužívanějších hydrologických modelů (USACE 2019) a na RPP v Ostravě je využíván od roku 2013 v každodenním procesu hydrologické prognózy pro deterministické i variantní předpovědi průtoků na všech zájmových povodích (Šustková 2016; Kamínková 2018). Je koncipován tak, aby simuloval kompletní hydrologické procesy v povodí (USACE 2019). Model se skládá z několika komponent a sněhový model je částí jedné z nich.

Model HEC-HMS využívá pro simulaci akumulace a tání sněhové pokrývky rozšířenou metodu teplotního indexu (Scharffenberg et al. 2018). Tato metoda se již osvědčila v hydroprognózní praxi, jelikož simuluje rychlost tání sněhové pokrývky na základě aktuálních meteorologických podmínek a předchozího vývoje sněhové pokrývky jak ve srážkovém, tak i bezsrážkovém období, a navíc zohledňuje vliv tepla vyzařovaného zemským povrchem (Říhová 2014). Nejenže dokáže modelovat odtok vody z tajícího sněhu, ale zároveň s využitím dat teploty vzduchu a srážek dokáže simulovat akumulaci, proces zrání³⁾ a tání sněhu.

6.1 Metoda teplotního indexu

V dnešní době se využívají dva přístupy k modelování sněhové pokrývky. Jedním je metoda založená na principu energetické bilance sněhové pokrývky a druhým pak metoda degree day (stupeň den) (Hock 2003). Přestože metoda energetické bilance lépe postihuje proces akumulace a tání sněhu, více rozšířená a ve světě používanější jsou metody založené na principu degree day (Hock 2003; Martinec 1960). Více o jednotlivých metodách a jejich principech lze nalézt např. v Martinec 1960, Beven 2001 a DeWalle 2008.

Metoda Temperature Index (TI) v modelu HEC-HMS je

³⁾ Zrání sněhu je závislé na energetických procesech uvnitř sněhové pokrývky. Dochází k metamorfóze sněhových krystalů a přechodu suchého sněhu na izotermální sněhovou pokrývku o teplotě 0 °C. Zároveň se zvyšuje hustota sněhové pokrývky a mezi sněhovými zrny je kapalná voda (Singh et al. 2011).

Tab. 2 Parametry sněhové modelu pro vybrané zimní sezóny.

Table 2. Snow model parameters for the selected winter seasons.

Parametr	Jednotka	1961/62	1964/65	1981/82	2004/05	2005/06
PX Temperature	°C	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8
Base Temperature	°C	0,2	0,4	0,2	0,4	0,2
ATI Coefficient	–	0,015	0,015	0,015	0,015	0,015
Wet Meltrate	mm.°C ⁻¹ .d ⁻¹	14	9	9	4,5	4
Rain Rate Limit	mm.d ⁻¹	0	0	0	0	0
Cold Limit	mm.d ⁻¹	3	3	3	3	3
Coldrate Coefficient	–	0,999	0,999	0,999	0,999	0,999
Water Capacity	%	5	5	2	5	5
Groundmelt	mm.d ⁻¹	0,3	0	0	0	0

v podstatě rozšířená metoda degree day. Metoda degree day simuluje množství roztáté vody za den pouze na základě teploty vzduchu téhož dne. Rozšířená metoda TI umožňuje zahrnutí dalších parametrů a funkcí (tab. 2), díky kterým je možno lépe vystihnout celkovou energetickou bilanci sněhu (Scharffenberg et al. 2018).

Zvolená metoda TI má své výhody oproti metodě energetické bilance, která sice podrobněji popisuje jednotlivé složky energetického procesu, ale tím se stává velmi náročnou na vstupní údaje (Beven 2001; Melloh 1999). Většinu těchto dat lze získat pouze terénním měřením, která vzhledem k simulaci historických epizod nejsou k dispozici.

Celý proces vývoje sněhové pokrývky je v modelu HEC-HMS popsán pomocí následujících parametrů. Počáteční fáze vývoje sněhové pokrývky je akumulace sněhu, která začíná vypadáváním srážek v pevném skupenství. Během této fáze roste vodní hodnota a klesá teplota sněhu. Teplota vzduchu rozlišující pevné a kapalné skupenství, tedy kdy prší a kdy už sněží, se obvykle pohybuje od –1 °C až po +2 °C. Tento parametr se v HEC-HMS nazývá PX Temperature. Pokud žádné srážky nepadají, uplatňuje se parametr Base Temperature (°C) neboli teplota tání. Pokud je teplota vzduchu nižší než hodnota Base Temperature, nic netaje a dochází ke zvyšování teplotního deficitu sněhové pokrývky. Pokud je teplota vzduchu vyšší než teplota tání, dochází ke snižování teplotního deficitu, sníh dozrává nebo taje.

Cold Limit je prahová hodnota denního úhrnu srážek (pro výpočet teplotního deficitu). V bezsrážkovém období závisí rychlost tání na předchozím vývoji teplot vzduchu (v HEC-HMS je popsána funkcemi ATI-Coldrate a ATI-Meltrate Functions, tzv. sezonalita teplotního indexu). Padají-li kapalné srážky na sněhovou pokrývku, dochází k tání podle teplotního indexu tání Wet Meltrate (mm.°C⁻¹.d⁻¹). Denní srážkový úhrn určující, zda bude při výpočtu použit parametr Wet Meltrate, se nazývá Rain Rate Limit (mm/den). Parametr Groundmelt (mm/den) neboli intenzita tání způsobená teplotou zemského povrchu se uplatňuje, pokud má půda pod sněhovou pokrývkou kladnou teplotu. Poslední parametr upřesňující celý proces je Water Capacity (%) a reprezentuje objem kapalné vody ve sněhové pokrývce na začátku simulace (Davtalar et al. 2017; Scharffenberg et al. 2018). Výchozí hodnoty parametrů simulace byly nastaveny dle doporučení v Scharffenberg et al. 2018 a poté optimalizovány (více následující kapitola 6.2).

Tání samozřejmě ovlivňují také další faktory, např. geomorfologické a geografické (tvar reliéfu, sklonitost, expozice, křivost, vegetace) nebo meteorologické (vítr, solární radiace). Tyto parametry však metoda teplotního indexu neuvažuje.



Obr. 8 Ukázka simulované a měřené vodní hodnoty (nahore), měřených srážek (uprostřed) a teploty vzduchu (dole) pro zimní sezóny 1961–1962 a 2004–2005 v prostředí editoru časových řad HEC-DSSVue.

Fig. 8. Presentation of simulated and measured snow water equivalent (top), measured precipitation (middle) and air temperature (bottom) in the winter seasons of 1961–1962 and 2004–2005 in the HEC-DSSVue time series editor.

6.2 Kalibrace modelu

Kalibrace modelu je optimalizace vstupních hodnot parametrů jednotlivých metod s cílem dosáhnout co nejlepší shody mezi simulovanými a pozorovanými údaly (Beven 2001). Kalibrace se provádí na měřených epizodách pomocí vybraných parametrů. Pro kalibraci našeho sněhového modelu založeného na principu metody teplotního indexu byly vybrány zimní sezóny s maximální výškou sněhové pokrývky alespoň 200 cm. Parametry byly kalibrovány na základě průměrných denních teplot vzduchu, denních úhrnů srážek a měřené vodní hodnoty sněhu⁴⁾, která je na Lysé hoře dostupná od roku 1962.

V naší práci se zabýváme výhradně územím vrcholu Lysé hory a simulací vývoje vodní hodnoty po dobu celé zimní sezóny 1. října až 31. května, naším primárním zájmem nebylo modelování odtoku vody z tání. Kalibrace takového období je obtížnější, protože některé parametry ovlivňují akumulaci i tání sněhu. Pokud v teplejším období dochází k rychlému tání, může hodnota tohoto parametru ovlivnit období akumulace sněhu a např. podhodnotit simulovanou vodní hodnotu. Ve výsledku se ukázala volba „zjednodušené“ metody TI jako velmi vhodná a přinášející velmi uspokojivé výsledky ve shodě průběhu simulované a měřené vodní hodnoty během celé zimní sezóny (obr. 8).

Velmi účelné se ukázalo kalibrovat zimní období s podobným vývojem sněhové pokrývky, sada parametrů sněhového modelu pro jednotlivé zimní sezóny je obdobná (tab. 2). Pouze parametry Wet Meltrate a Groundmelt se liší pro zimní sezónu 1961–1962 vyššími hodnotami. Je to dáno průběhem teplot, množstvím dešťových srážek a souvisejícím vývojem vodní hodnoty sněhové pokrývky v měsíci dubnu roku 1962. Ve dnech 3. až 5. dubna došlo k přechodnému oteplení a za tři dny spadlo na sněhovou pokrývku 48,8 mm srážek, částečně ve formě deště. Při porovnávání měřené a simulované vodní hodnoty, musel být parametr Wet Meltrate (tedy teplotní index tání v době vypadávání srážek) navýšen, aby se jejich průběh

v tomto období lépe shodoval. Obdobná byla úprava parametru Groundmelt z důvodu intenzivního tání v bezesrážkovém období 15. až 25. dubna (ze 190 cm na 0 cm).

Vybrané zimní sezóny vhodné pro simulaci zimní sezóny 1910–1911 byly následující: 1961–1962, 1964–1965, 1975–1976, 1981–1982, 2004–2005 a 2005–2006.

Výsledkem kalibrací jednotlivých sezón byla sada parametrů, které byly následně ještě dále zpracovány. Důvodem je variabilita dalších faktorů ovlivňujících akumulaci a tání sněhu. Porovnáváním zejména průběhu teplot a srážek a vývoje sněhové pokrývky během zimních sezón byla odvozena výsledná sada parametrů pro simulaci zimní sezóny 1910–1911.

7. VÝSLEDKY

Po simulaci zimní sezóny 1910–1911 na Lysé hoře v modelu HEC-HMS jsme získali průběh vodní hodnoty. Ve výsledku uvádíme kromě, dle našeho názoru, nejpravděpodobnějšího scénáře i dva další. Scénář reálný (v grafu modře) má k 8. a 9. březnu 1911 vodní hodnotu 772,5 mm. Maximum 790,5 mm pak 19. až 25. března, kdy již nesněžilo, sníh sesedal a poté začal odtávat. Další scénář je varianta, kdy úpravou parametrů model nasimuloval pokles sněhové pokrývky v prosinci 1910 až na hodnotu 0 (zeleně) tak, jak to zaznamenal pozorovatel v měsíčním výkazu. Tato varianta se zdá jako nepravděpodobná a při bližším rozboru měsíčního výkazu jsme usoudili, že zápis ve výkazu je nejspíše chybný (více viz kapitola 4). Další scénář je výsledkem simulace, kdy byla použita taková sada parametrů sněhového modelu, aby simulovaný průběh vodní hodnoty co nejlépe kopíroval u všech vybraných zimních sezón měřenou vodní hodnotu do hodnoty odpovídající SCE_{max} , tedy jsme kalibrovali parametry pouze pro proces akumulace sněhu (oranžově). Nutno říct, že tato varianta se zdá opět nepravděpodobná, protože parametry sněhového modelu vykazují nestandardní hodnoty a průběh tání je nereálný. Výsledky všech tří simulovaných variant průběhu vodní hodnoty jsou uvedeny na obr. 9.

7.1 Odvození výšky sněhové pokrývky

Hodnota SCE_{max} pro zimní sezónu 1910–1911 byla odvozena pomocí hodnot SCE_{max} a k nim příslušných SVH z vybraných zimních sezón. Zimní sezóny byly vybírány pomocí vykreslení závislosti SCE a příslušné SVH. Poměrem SCE_{max}

⁴⁾ Ke kalibraci modelu HEC-HMS byla v této práci využita pouze měřená vodní hodnota (SVH). Na doporučení recenzenta příspěvku RNDr. Luboše Němce, který zpochybnil některá starší data SVH, bude pro srovnání využita i tzv. vypočtená vodní hodnota (SVHV) a oba výsledky (i pro další sporné zimní sezóny) pak budou porovnány a v budoucnu také publikovány.

a SVH byl odvozen přepočtení koeficient. Dále byly vypočteny hustoty pro celé zimní sezóny. Pomocí tohoto koeficientu byla odhadnuta maximální výška sněhové pokrývky v zimní sezóně 1910–1911, a to na hodnotu 393 cm.

Průběh výšky sněhové pokrývky během celé zimní sezóny byl pak rozdělen po jednotlivých týdnech tak, jak bylo dostupné měření vodní hodnoty, a opět pomocí hustoty a poměru SCE a příslušné SVH byly odvozeny jednotlivé hodnoty výšky sněhové pokrývky. Srovnání měřené a vypočtené SCE a vypočtené SVH je uvedeno na obr. 10. Tento scénář by měl nejpravděpodobněji vykreslovat vývoj sněhové pokrývky na Lysé hoře v zimní sezóně 1910–1911.

8. DISKUZE

Absolutní český sněhový rekord 491 cm byl diskutován v několika publikacích, na internetu nebo při meteorologických a klimatologických setkáních (Lipina 2014; Chalupa et al. 2014; Lipina 2017). Kontrolovaly se měsíční výkazy, zda v té době byly správně měřeny srážkové úhrny nebo byly odhadnuty podle výšky nového sněhu, nebo naopak byl nový sníh odhadován podle srážkových úhrnů.

Na základě porovnání srážkových úhrnů z Lysé hory s okolními stanicemi v Beskydech je zřejmé, že srážkové úhrny byly měřeny správně, výška nového sněhu byla zapisována podle srážkových úhrnů a rostoucí celková výška sněhu byla od určité hodnoty odhadována, resp. opisována a přičítána podle srážek. Tomu nasvědčuje i zápis ve výkazech, kdy jsou srážkové úhrny rovny výšce nového sněhu a ta je skoro vždy rovna přírůstku celkové sněhové pokrývky.

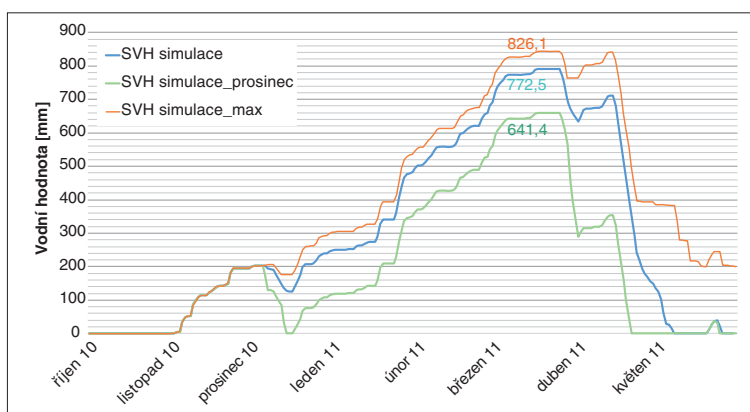
Stejně tak se domníváme, že byla odhadována výška sněhu při tání. Některé prudké poklesy výšky sněhu naznačují, že pozorovatel část zimy neměřil, a když na jaře opět začal měřit, musel se někde „chytout“. Srážkové úhrny byly pravděpodobně měřeny správně a o správnosti měření teploty vzduchu nemáme pochybnosti. Můžeme tedy publikovat výsledky simulace sněhového modelu.

9. ZÁVĚR

Výsledky simulací průběhu vodní hodnoty v modelu HEC-HMS a odvození celkové výšky sněhu, stejně jako předchozí rozbor jednotlivých zimních sezón, podpořily mnohé nejasnosti o správnosti měření sněhové pokrývky na Lysé hoře v prvních dekádách 20. století. Maximum sněhové pokrývky nebylo v zimní sezóně 1910–1911 pravděpodobně vyšší než 400 cm. Lysá hora i přesto stále drží český sněhový rekord před Labskou boudou (345 cm, 15. března 2005).

Na základě výše uvedených poznatků a výpočtů budou data této zimní sezóny opravena a získané hodnoty SCE budou uloženy do databázového systému CLIDATA. Zvolená metodika navrhuje postup použitelný jak pro další zimní sezóny, tak pro libovolnou stanici. Proto jsme se rozhodli pro rekonstrukci dalších sporných zimních sezón na Lysé hoře, zejména do roku 1930.

Samotný výzkum, ať už došel pro někoho k uspokojivým závěrům a pro někoho možná naopak, potvrdil, jak nesmírně cenné jsou dlouhé řady meteorologických měření a pozorování, která jsou výsledkem mnohaleté každodenní práce dobrovolných nebo profesionálních pozorovatelů.

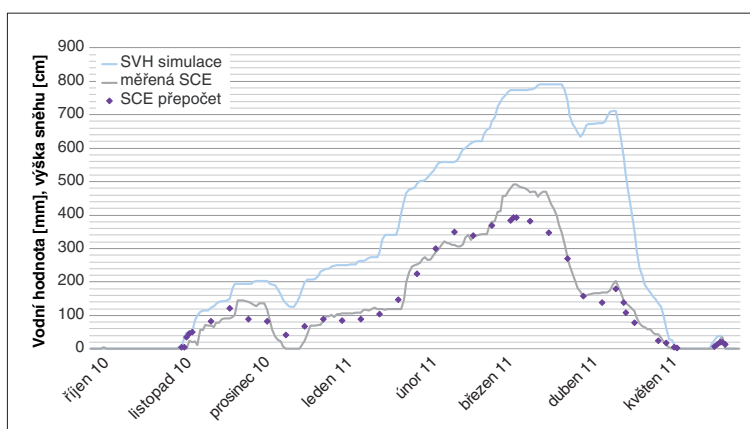


Obr. 9 Průběh vodní hodnoty v zimní sezóně 1910–1911, simulace v programu HEC-HMS.

Fig. 9. Variation of the snow water equivalent in the winter season of 1910–1911, simulation by the HEC-HMS system.

Literatura:

- BEVEN, K. J., 2001. Rainfall–runoff Modelling, The Primer. Chichester: John Wiley & Sons Ltd. 372 s. ISBN 0-471-98553-8.
- DAVTALAB, R. et al., 2017. Improving Continuous Hydrologic Modeling of Data-Poor River Basins Using Hydrologic Engineering Center’s Hydrologic Modeling System: Case Study of Karkheh River Basin. *Journal of Hydrologic Engineering*, Vol. 22, Issue 8. DOI: 10.1061/(ASCE)HE.1943-5584.0001525.
- DEWALLE, D. R., RANGO, A., 2008. Principles of snow hydrology. Cambridge: Cambridge University Press, 409 s. ISBN 978-0-521-82362-3.
- HOCK, R., 2003. Temperature index melt modeling in mountain areas. *Journal of Hydrology*, Vol. 282, Issue 1–4, s. 104–115.
- CHALUPA, J., ONDRUCH, V., LIPINA, P., 2014. 491 cm celkové sněhové pokrývky v zimní sezóně 1910/1911. In: *60 let pozorování profesionální meteorologické stanice Lysá hora*. Praha: ČHMÚ. 1. vyd., 40 s. ISBN 978-80-87577-36-3.
- Jahrbuch des hydrographischen Zentralbureaus im k. k. Ministerium für öffentliche Arbeiten. XIX. Jahrgang. 1911. XI. Das Odergebiet in Mähren und Schlesien. 1914. Wien: Hydrographischer Dienst in Österreich. 26 s.
- KAMÍNKOVÁ, A., KOSÍK, O., ŠUSTKOVÁ, V., VOLNÝ, R., 2018. Využití GIS a hydrologických modelů na Regionálním předpovědním pracovišti ČHMÚ Ostrava. In: *Sborník Symposia*



Obr. 10 Výška sněhové pokrývky a vodní hodnota (výsledek simulace modře) v zimní sezóně 1910–1911, porovnání měřené (šedě) a odvozené výšky sněhové pokrývky (fialově).

Fig. 10. Snow depth and simulated snow water equivalent (blue) in the winter season of 1910–1911, comparison of measured (grey) and simulated (magenta) snow depth.

- GIS Ostrava 2018. Ostrava 21.–23. 3. 2018. ISBN 978-80-248-4166-3, ISSN 1213-239X.
- LIPINA, P., 2014. 491 cm celkové sněhové pokrývky na Lysé hoře v Beskydech v zimní sezóně 1910–11. [on-line]. Český hydrometeorologický ústav [cit. 18. 7. 2017]. Dostupné z WWW: <http://www.infomet.cz/index.php?id=read&idd=1394453361>.
- LIPINA, P. a kol., 2004. 50 let pozorování na profesionální meteorologické stanici Lysá hora. Praha: ČHMÚ. 70 s. ISBN80-86690-20-2.
- LIPINA, P., 2017. 120 let meteorologických měření a pozorování na Lysé hoře. In: *Sborník příspěvků z konference pořádané ČHMÚ a ČMeS. Lysá hora 14.–15. června 2017*. Praha. 1. vyd., 70 s. ISBN 978-80-87577-68-4.
- MARTINEC, J., 1960. The degree day factor for snowmelt runoff forecasting, IUGG General Assembly of Helsinki, IAHS Commission of Surface Waters, IAHS Publ. No. 51, s. 468–477.
- MELLOH, A. R., 1999. A synopsis and comparison of selected snow melt algorithms. CRREL Rep. 99-8, U. S. Army Corps of Engineers, Cold Regions Research and Engineering Laboratory Hanover, NH.
- RODOVSKÝ, D., 1997. 100 let meteorologických pozorování na Lysé hoře. In: *Sborník referátů ze semináře 100 let meteorologických pozorování na Lysé hoře konaného na Lysé hoře 28.–29. května 1997*. 1. vyd. Praha: ČHMÚ. Interní publikace, 69 s.
- ŘEPKA, M., 2017. Historie a současnost meteorologické stanice, pozorovatelů a přístrojů za 120 let na Lysé hoře. *Meteorologické zprávy*, roč. 70, č. 5, s 156–163. ISSN 0026-1173.
- ŘÍHOVÁ, V., KOSÍK, O., STRÍŽ, M., TÍŽKOVÁ, A., 2014. Rozšíření srážkoodtokového modelu HEC-HMS na povodí ovlivněné manipulacemi na vodních dílech a pro modelování odtoku z tání sněhové pokrývky. ČHMÚ, Projekt interního výzkumného záměru, interní dokument.
- SCHARFFENBERG, B. et al., 2018. Hydrologic Modeling System HEC-HMS User's Manual. U. S. Army Corps of Engineers. Version 4,3. 624 s.
- SINGH, V. P. et al., 2011. Encyclopedia of Snow, Ice and Glaciers. Springer, 1253 s. ISBN 978-90-481-2641-5.
- ŠUSTKOVÁ, V., KOSÍK, O., TÍŽKOVÁ, A., VOLNÝ, R., 2016. Zabezpečení hlášené a předpovědní služby na pobočce ČHMÚ Ostrava. In: *Sborník Symposia GIS Ostrava 2016*. Ostrava 16.–18. 3. 2016. ISBN 978-80-248-3902-8, ISSN 1213-2454.
- USACE – US Army Corps of Engineers, 2019. The Hydrologic Engineering Centre [on-line]. [cit. 1. 3. 2019]. Dostupné z WWW: <http://www.hec.usace.army.mil/>.

Lektoři (Reviewers): RNDr. Luboš Němec,
RNDr. Radim Tolasz, Ph.D.

INFORMACE – RECENZE

ZA JIRKOU HOSTÝNKEM

Dne 24. července 2019 nás náhle ve věku 58 let opustil RNDr. Jiří Hostýnek.

Jiří Hostýnek se narodil 9. února 1961 v Klatovech, v roce 1979 ukončil gymnázium, poté studoval na Přírodovědecké fakultě Univerzity Karlovy obor fyzická geografie a kartografie. Jako promován geografa absolvoval po roce vojenské základní služby na přelomu let 1985/1986 nástupní praxi v ČHMÚ. Několikaměsíční stáž na různých odděleních ústavu v Praze-Komořanech vybavila mladého pracovníka erudicí v řadě specializací, nejen v jeho budoucím oboru, kterým se měla stát klimatologie, ale třeba i v hydrologii nebo meteorologické prognóze. Po složení rigorózní zkoušky z klimatologie a meteorologie na své alma mater získal v roce 1986 právo používat titul RNDr. a nastoupil do oddělení režimových informací na pobočce ČHMÚ v Plzni. Od roku 1990 byl vedoucím oddělení meteorologie a klimatologie na pobočce, od roku 2013 působil ve funkci ředitele pobočky ČHMÚ v Plzni.

Odborný zájem Jiřího Hostýnka byl nejprve nasměrován na statistické vyhodnocování srážek, ať již z hlediska klimatologického, nebo v případových studiích, jako byla například povodeň v prosinci 1993 v povodí Berounky. Postupem doby se nicméně specializoval na problematiku proudění vzduchu v zemské atmosféře. Zavaděl v ČHMÚ do rutinní práce nástroje pro modelování regionálních charakteristik větru v přízemní vrstvě atmosféry WAsP a WAsP Engineering, podílel se na vypracování mapy větrných oblastí na území ČR (ČSN EN 1991-1-4:2007), do Atlasu podnebí Česka vnesl velký kus práce do kapitoly věnované tlaku vzduchu a větru. Byl častým příspěvatelem do Meteorologických zpráv a jakožto lokální patriot se věnoval analýze větrných a srážkoměrných charakteristik Šumavy nebo historii klimatologické stanice Klatovy. Ještě v květnu 2019 jsme měli příležitost



poznat jeho pohled na monitoring a hodnocení vichřic na Šumavě na meteorologické konferenci „Šumava 2019“ na Kvildě.

O své odborné vědomosti se neváhal podělit jako stálý externí spolupracovník Západočeské Univerzity v Plzni. Základy klimatologie tak předal nejen desítkám nových odborníků v různých přírodovědných oborech, ale i novým učitelům, kteří jeho znalosti předávají dalším generacím. Spolupracoval i s dalšími vysokými školami, jako je Technická univerzita Drážďany, Univerzita Bayreuth nebo Přírodovědecká fakulta UK v Praze.

Životní láskou byla pro Jiřího „královna sportu“ – atletika. Od svých školních let jí věnoval mnoho svého času, jednalo se zpočátku o běžecké disciplíny, ale nakonec zvítězila chůze a té se věnoval po celou dobu aktivní kariéry. Měl vždy hodně natrénováno, jeho píle a skvělá kondice mu přinášely úspěchy i na pravidelných Sportovních hrách ČHMÚ a SHMÚ, byl nepostradatelným členem týmu „Emirátů“ a v běžeckých disciplínách získával pro své družstvo body a zlaté medaile. Jeho koníčkem nebyly jen sportovní výkony, ale i práce dobrovolnického funkcionáře pro klatovskou atletiku, kde se mj. zasloužil o rozvoj členské základny, zejména mezi mládeží.

Jiří Hostýnek byl člověk velmi přátelský a pohodový a měl rád, pokud podobná atmosféra panovala v jeho okolí. Byl optimistický, což se projevilo zejména v posledním období, kdy mu nebylo dobře a zdravotní stav mu působil značné nesnáze. I když mu jistě nebylo lehké, nestěžoval si na svůj úděl a obtíže přiznával jen nerad. Jeho velkou nadějí na zlepšení a uzdravení byla operace, věřil, že bude úspěšná a po rehabilitacích se zase vrátí zpátky. Jeho odchod byl nečekaný a způsobil v našich srdcích pocit nenahraditelné ztráty.

Libor Hejkrlik, Dušan Židek

HYDROLOGICKÉ SUCHO A VÝZNAMNÉ SRÁŽKODTOKOVÉ UDÁLOSTI V OBDOBÍ 2015–2018

Petr Šercl, Český hydrometeorologický ústav, Na Šabatce 17, 143 06 Praha 4-Komořany, petr.sercl@chmi.cz

Martin Pecha, Český hydrometeorologický ústav, Na Šabatce 17, 143 06 Praha 4-Komořany, martin.pecha@chmi.cz

Hydrological drought and significant rainfall-runoff events during the period 2015–2018. The article focuses on the influence of antecedent soil saturation and precipitation amount on subsequent runoff response in different geographical areas of the Czech Republic in the period 2015–2018. This period was characterized by above-normal air temperature, below-normal precipitation, and a below-normal amount of snow during winter seasons which resulted in deepening of drought with regard to surface and ground waters in the Czech Republic, including mountain areas. It is mainly the media that quite often claim that “dry soil cannot take much rain water”. In other words, the dry soil is reportedly unable to infiltrate water during heavy and intense rainfall. It is hypothesized that, under these circumstances, the majority of water quickly drains into watercourses having in turn only a small or no positive effect on the drought reduction. Conversely, it is said that the risk of flash floods increases. However, our analyses of selected important rainfall episodes do not support these claims. It has become clear that previous soil saturation plays a crucial role in the formation of direct runoff, even during heavy and intense rainfall. The soil saturation during the summer seasons in the period 2015–2018 was mostly very small and the ratio of runoff after heavy and intense rainfall usually did not exceed 10% which means that most of the rainfall was apparently absorbed by soil. The runoff coefficient was higher only if several rainfall episodes occurred repeatedly in the same area during a short time period.

KLÍČOVÁ SLOVA: ukazatel předchozích srážek – nasycení půdy – sucho hydrologické – srážky příčinné – odtok – koeficient odtokový

KEYWORDS: antecedent precipitation index – soil saturation – hydrological drought – casual precipitation – runoff – runoff coefficient

1. ÚVOD

V posledním desetiletí jsme na území České republiky svědky obou dvou významných fenoménů. Zatímco v letech 2009 až 2013 se mnohem více hovořilo o povodních, jejich možnému předcházení a případnému zmenšování následků, od roku 2015 až do současnosti se mnohem více diskutuje o problémech se zvyrazňujícím se suchem a o tom, jak je možné suchu předcházet a zmírňovat jeho projevy a také následky.

V roce 2013 vyvrcholilo několikaleté období vlhčího počasí, které bylo zároveň i odtokově bohatší. Po atypickém průběhu jara (dlouhá zima až do začátku dubna a poté chladné a srážkově bohaté počasí) se na přelomu května a června vyskytla na velkém území Čech velmi významná srážková a následně i odtoková událost. Jelikož nasycenost území byla velmi vysoká, tak se i po této události vyskytlo ještě několik dalších odtokových situací, ať už po významných srážkách přívalového či regionálního charakteru.

Od zimy 2013–2014 započalo období, které je charakteristické zejména teplotně nadnormálním a srážkově převážně podnormálním zimním půlrokem, během kterého se sních vyskytuje nejčastěji pouze na horách a v nížinách se objevuje spíše pouze výjimečně a přechodně. Během jarního období sních i na horách velmi rychle roztaje, a nedokáže tak dostatečně dotovat zásoby podzemních vod, a tím i vodní toky. To vše je ještě umocňováno během letního půlroku, který je také převážně teplotně nadnormální a srážkově normální či podnormální. Výpar tak výrazně převažuje nad srážkovou činností, která se velmi často odehrává pouze během několika dní v měsíci.

Tento článek se snaží ve stručnosti postihnout vliv velikosti předchozího nasycení a srážek na velikost odtokové odezvy v různých geografických oblastech ČR v období 2015–2018 na základě významných srážkových epizod, které se během tohoto období vyskytly. Ukazuje se totiž, že při porovnání s událostmi v roce 2013 je vliv předchozího nasycení půdy na odtokovou odezvu podstatně významnější, než se hydrologové a případně i další odborníci domnívali.

Předchozí nasycení je zde prezentováno ve formě ukazate-

le předchozích srážek za období 30 dnů (API_{30}) před výskytem uvedené srážkové situace. Ukazatel předchozích srážek API_{30} je suma vážených denních úhrnů srážek za předchozích 30 dní, přičemž váha denního úhrnu srážek se zmenšuje s rostoucím počtem předcházejících dní. Je počítán ze vztahu:

$$API_{30} = \sum_{i=1}^{30} C^i \cdot P_i \text{ [mm]}$$

kde

i je pořadí dne počítané nazpět ode dne, ke kterému je API určen, určován,

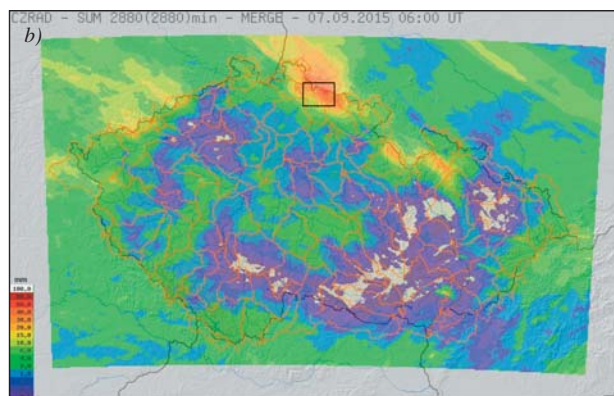
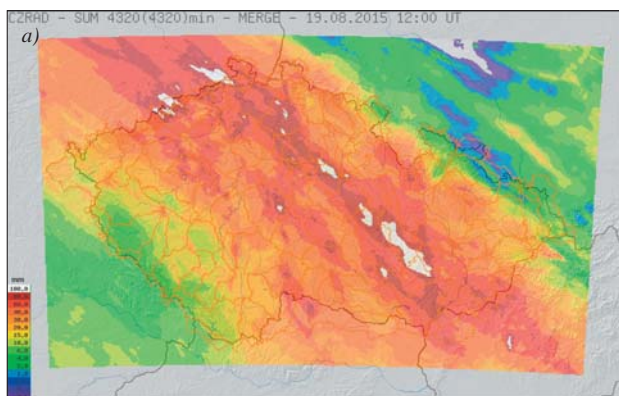
C je evapotranspirační konstanta, pro naše podmínky obvykle $C = 0,93$,

P je denní úhrn srážky v milimetrech v i -tém dni před výskytem příčinné srážky.

K tomuto podrobnému vyhodnocení jednotlivých výraznějších odtokových epizod během suchého období 2015–2018 jsme přistoupili také z toho důvodu, že se zhruba od roku 2015 můžeme každoročně dozvídat, a to nejen z mediálního prostředí, že dlouhé a významné období sucha zhoršuje odtokové poměry. Půda údajně není schopna pojmout vydatné a intenzivní srážky, a většina vody tak rychle odteče (bez většího užitku) po zemském povrchu do vodních toků a nezmírní se tak dopady sucha. Naopak se prý také zvyšuje riziko přívalové povodně.

2. VÝVOJ HYDROMETEOROLOGICKÉ SITUACE V LETECH 2014–2015

Rok 2014 byl jako celek teplotně výrazně nadnormální, což vedlo ke zvýšenému celkovému výparu z půdy a rostlin. Srážkově byl rok z hlediska celorepublikového průměru normální, ale v severovýchodních Čechách již spíše podnormální. Odtokově už byl rok 2014 podprůměrný, a to zejména v důsledku malého jarního odtoku a nadprůměrné teploty vzduchu. Hladiny podzemních vod ještě neklesly pod hranici sucha. Dotace z podzemních vod do vodních toků byla po předchozích vodních letech ještě postačující k tomu, aby se



Obr. 1 a, b Rozložení úhrnů srážek za 72 hodin od 16. 8. 2015 14:00 do 19. 8. 2015 14:00 SELČ vpravo a za 48 hodin od 5. 9. 2015 08:00 do 6. 9. 2015 08:00 SELČ vpravo, © 2017 CHMI Radar Department.

Fig. 1 a, b. Distribution of precipitation totals in 72 hours from 14:00 CEST on 16 August 2015 to 14:00 CEST on 19 August 2015 (left) and in 48 hours from 08:00 CEST on 5 September 2015 to 08:00 CEST on 6 September 2015 (right), © CHMI Radar Department, 2017

jen ojediněle vyskytovaly ve vodních tocích průtoky pod hranici 355denního průtoku.

Z hlediska dlouhodobého pozorování je statisticky velmi zajímavá velikost průměrného ročního průtoku za rok 2014, který v povodí horního Labe a Sázavy nepřekročil 60 % průměrné hodnoty za období 1981–2010. Například na Jizeře v Předměřicích šlo o třetí nejnižší hodnotu průměrného ročního průtoku od začátku systematického vyhodnocování průtoků v roce 1911. V roce 2014 se tak sice hydrologické sucho nevyskytlo, ale nedošlo k adekvátnímu doplnění zásob podzemních vod.

Přesto se v roce 2014 vyskytlo hned několik významných srážkových situací, po kterých následovaly, vzhledem ke stále převážně vysoké nasycenosti půdy, poměrně velmi významné odtokové odezvy.

Rok 2015 byl obdobně jako rok předchozí teplotně výrazně nadnormální a srážkově naopak silně až mimořádně podnormální, což negativně ovlivnilo celkovou vláhovou bilanci, a průměrné roční průtoky byly proto podprůměrné. Celková dotace do podzemních vod byla nevýrazná a úrovně hladin ve vrtech již poklesly výrazněji pod úroveň dlouhodobého měsíčního mediánu.

Zhruba od začátku července 2015 započalo velmi výrazné hydrologické sucho, doprovázené vlnami extrémních veder (teploty nad +35 °C) a nedostatkem srážek. Sucho vyvrcholilo v polovině srpna téhož roku, kdy se průtoky ve vodních tocích na většině území ČR pohybovaly významně pod úrovní průtoku Q_{355d} , případně došlo k jejich úplnému vyschnutí. Sucho bylo krátkodobě zmírněno vydatnými srážkami, které se na většině území České republiky vyskytly v období 15.–19. srpna 2015.

Po této události se obnovil příliv tropického vzduchu a vrátil se suchý ráz počasí, který byl ukončen až po 5. září 2015. Následné vlhké severozápadní proudění zapříčinilo orografické zesílení srážek v Jizerských horách, Krkonoších, Orlických horách a Jeseníkách. Vyhodnocení sucha v roce 2015 se podrobně věnuje zpráva (Daňhelka a kol. 2015).

3. SRÁŽKOVÉ EPIZODY V ROCE 2015

Významná srážková epizoda, která se vyskytla na začátku druhé poloviny srpna 2015, překvapila tím, že odtoky nedosahovaly ani zdaleka takových velikostí, které by odpovídaly extrémně spadlých srážek. Nejvyšší denní srážkové úhrny totiž přesahovaly 50 mm a místy dosáhly až 80 mm. Nejvydatnější srážky v těchto dnech spadly v pásmu táhnoucím se od Ústeckého kraje napříč územím ČR ke kraji Jihomoravskému a Zlínskému, viz obr. 1a. Nejvyšší denní srážkový úhrn byl zaznamenán 17. srpna na stanici Bukovinky (ORP Blansko) a činil 81,4 mm, což odpovídá době opakování delší než 50 let. V případě dvou a třídních úhrnů srážek byly na některých stanicích překročeny i 100leté doby opakování.

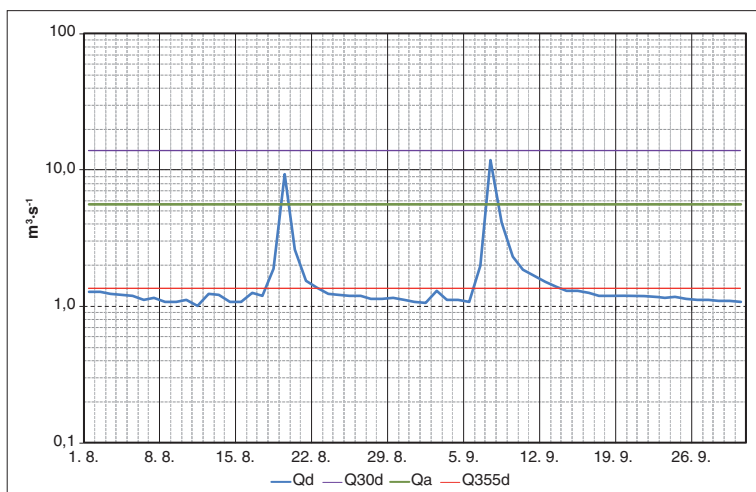
Významné byly i plošné úhrny srážek. Například na povodí Svitavy k profilu Bílovice nad Svitavou, s plochou povodí 1 120 km², spadlo od 16. do 19. srpna 2015 v průměru 98 mm, z čehož však přímo oteklo pouze 2,6 mm. Na levostranných přítocích Moravy (Moštěnka, Olšava, Velička) byla situace obdobná. Prakticky veškerá srážková voda se vsákla do půdy, nebo se vypařila. Odtok v podstatě nastal jen z nepropustných ploch (tab. 1). Stupně povodňové aktivity (dále SPA) s výjimkou jediného profilu (1. SPA) nebyly dosaženy. Podíl odtoku ze spadlých srážek byl v rozmezí 2–6 %. Ukazatel API_{30} se před událostí pohyboval v průměru pouze od 2 do 25 mm a jen ojediněle byl vyšší.

Další významnější srážková epizoda se vyskytla 6. září v Krkonoších a Jizerských horách, kdy při orograficky zesílených srážkách spadlo od 40 do 80 mm (viz obr. 1b), což vyvola-

Tab. 1 Velikost příčinné srážky, odtoku a koeficientu odtoku na povodích k profilům vybraných vodoměrných stanic.

Table 1. The magnitude of the causal precipitation, runoff and runoff coefficient in the catchment areas at the profiles of selected water gauging stations.

Id	Tok	Profil	Plocha povodí [km ²]	Srážky [mm]	Odtok [mm]	Koeficient odtoku [%]
047000	Loučná	Dašice	625,41	74,8	1,6	2
100000	Klenice	Mladá Boleslav	168,92	92,4	4,0	4
359000	Jevíčka	Chornice	179,73	76,6	4,6	6
402000	Moštěnka	Prusy	230,16	83,8	2,6	3
418000	Olšava	Uherský Brod	400,94	104,6	3,2	3
422000	Velička	Strážnice	172,50	89,6	2,1	2
442000	Svratka	Dalečín	366,94	99,3	4,9	5
457000	Svitava	Bílovice nad Svitavou	1119,98	98,0	2,6	3



Obr. 2 Průběh průměrných denních průtoků na Jizeře v profilu Jablonec nad Jizerou v roce 2015.

Fig. 2. Average daily flow rates at the Jizera River in the Jablonec nad Jizerou profile in 2015.

lo přechodné vzestupy hladin vodních toků, přičemž SPA nebyly dosaženy. Podíl odtoklé vody se pohyboval opět v rozmezí 3–6 % (tab. 2). Ukazatel API_{30} se před událostí pohyboval v průměru od 15 do 35 mm.

Na obr. 2 je znázorněn průběh průměrných denních průtoků na Jizeře v profilu Jablonec nad Jizerou od 1. srpna 2015 do 30. září 2015. Je zřejmé, že po přechodném zvětšení průtoků docházelo k jejich velmi rychlému zmenšování až pod hodnotu průtoků Q_{355d} , což svědčí o velmi malém podílu podpovrchového odtoku a výrazně zmenšené dotaci z podzemních vod.

4. VÝVOJ HYDROMETEOROLOGICKÉ SITUACE A VÝZNAMNÉ SRÁŽKOVÉ EPIZODY V ROCE 2016

Také rok 2016 byl jako celek teplotně výrazně nadnormální. Srážkově jej lze sice hodnotit v rámci celé ČR jako normální, ale zejména v povodí Labe nad soutokem s Vltavou došlo k prohloubení deficitu srážek. Úrovně hladin podzemních vod v povodí horního Labe zaklesly hlouběji než v roce 2015 a průtoky se znovu dostaly i pod úroveň průtoků Q_{364d} . Vlivem nízkých úrovní hladin podzemních vod se průtoky i po srážkových epizodách rychle zmenšovaly k hodnotám průtoků Q_{355d} , a to i v jiných oblastech. Odtokově byl rok 2016 spíše podprůměrný, v povodí horního Labe dokonce velmi významně. Po počátečním nevýrazném vzrůstu zde pokračoval pokles hladiny podzemních vod na silně podnormální hodnoty.

V roce 2016 se rovněž vyskytlo několik významných srážkových situací. Na konci května 2016, konkrétně 31. 5. v podvečerních hodinách, se na srážkoměrné stanici Město Albrechtice-Žáry (Krnovsko, povodí Opavice) vyskytla vel-

mi intenzivní bouřka s přivalovým deštěm. Za několik desítek minut bylo naměřeno více než 120 mm srážek a v celkovém úhrnu 146 mm, což je v našich klimatických podmínkách výjimečná událost (viz obr. 3a). Takto intenzivní srážky byly lokálního charakteru a například srážkoměr vzdálený jen několik kilometrů zaznamenal 70 mm a v širším okolí stanice se srážky pohybovaly od 10 do 50 mm (Bruntálský deník.cz 2016).

Odtoková odezva nebyla vzhledem k extrémně zaznamenaných srážek významná, a to i přesto, že tři dny předtím, 28. května, spadlo na povodí Opavice od 40 do 80 mm srážek a na samotné stanici Albrechtice-Žáry 42 mm. Zatopeno bylo pouze několik sklepů a zahrad a byl zaznamenán odtok ze svažitých terénů v blízkém okolí. Opavice se ze svých břehů sice nevytlila, ale v Krnově byl krátkodobě překročen 2. SPA. Další, již méně významné srážky (do 20 mm), se vyskytly na povodí Opavice ve dnech 29. května a 2. a 3. června.

Od 28. května do 3. června na povodí Opavice spadlo odhadem v průměru až 150 mm srážek, avšak profilem vodoměrné stanice v Krnově na Opavici odtoklo do 10. června jen 37 mm, což je zhruba 25 % srážkové vody.

Jiná velmi významná srážková situace se vyskytla na začátku druhé poloviny září. Na obr. 3b je znázorněna klouzavá suma srážek za 48 hodin od 16 hodin dne 16. 9. do 16 hodin 18. 9. 2016. Během tohoto období bylo naměřeno na stanici Stráž nad Ohří necelých 97 mm srážek a na stanici Měděnec v Krušných horách dokonce téměř 130 mm srážek. Nelze vyloučit, že lokálně mohlo spadnout na východním návětrí Krušných hor i více srážek.

Podobně jako v předchozích srážkových epizodách byl ale vyhodnocen velmi malý odtok ze zasaženého povodí. Průměrné srážky na povodí Bystřice v Ostrově nad Ohří činily něco přes 84 mm, přičemž odtoklo pouhých 5 mm. Opět se tedy ukázalo, jak podstatný vliv má na následný odtok předchozí nasycenost území, protože ukazatel předchozího nasycení API_{30} se pohyboval pouze od 2 mm v Podkrušnohoří do 15 mm v Krušných horách.

5. VÝVOJ HYDROMETEOROLOGICKÉ SITUACE A VÝZNAMNÉ SRÁŽKOVÉ EPIZODY V ROCE 2017

Zimní období 2016–2017 bylo jako celek teplotně normální, zejména díky teplotně silně podnormálnímu lednu. Prosinec 2016 a únor 2017 byly ale teplotně slabě nadnormální a březen 2017 silně nadnormální. Z hlediska sněhových zásob lze hodnotit toto zimní období jako průměrné až nadprůměrné, zejména v lednu a únoru. K výraznému odtávání sněhu však došlo již ve třetí dekádě února. Vzhledem k silnému poklesu zásob pod-

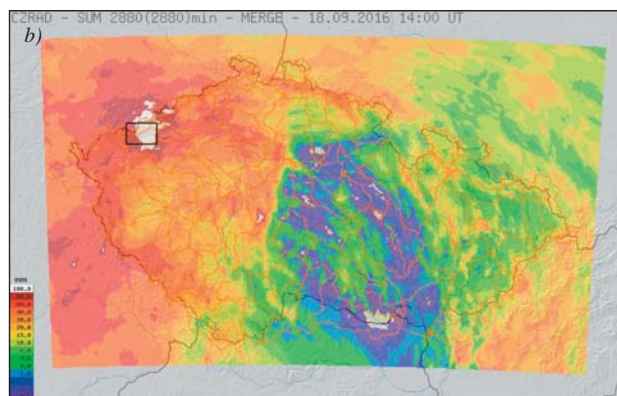
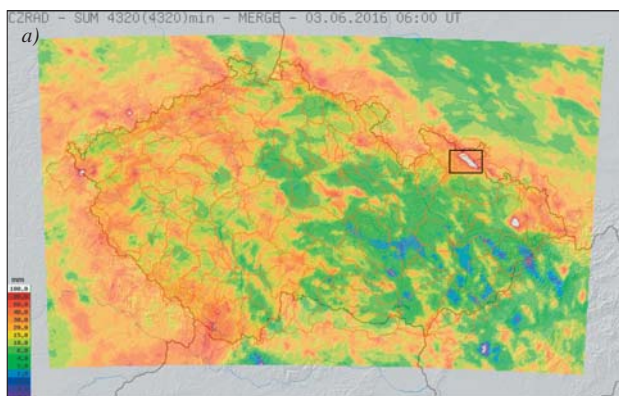
zemní vody během roku 2016 nebyla dotace do podzemních vod v zimním a jarním období dostatečná k tomu, aby se hladiny podzemních vod dostaly na své obvyklé hodnoty v tomto období, a většinou zůstaly až do konce roku 2017 silně podnormální.

Rok 2017 byl jako celek teplotně nadnormální a srážkově, z pohledu celého území ČR,

Tab. 2 Velikost příčinné srážky, odtoku a koeficientu odtoku na povodích k profilům vybraných vodoměrných stanic.

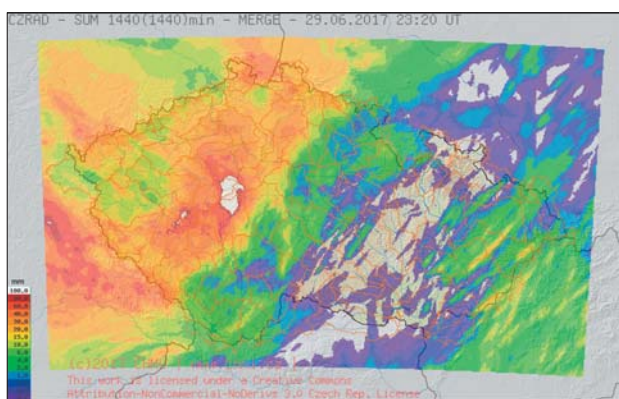
Table 2. The magnitude of the causal precipitation, runoff and runoff coefficient in the catchment areas at the profiles of selected water gauging stations.

Id	Tok	Profil	Plocha povodí [km ²]	Srážky [mm]	Odtok [mm]	Podíl odtoku ze srážek [%]
001000	Labe	Špindlerův Mlýn	53,06	56,4	3,6	6
083000	Mumlava	Janov-Harrachov	51,31	49,2	1,3	3
084500	Jizera	Jablonec nad Jizerou	181,31	42,4	1,3	3



Obr. 3 a, b Rozložení úhrnů srážek za 72 hodin od 31. 5. 2016 08:00 do 3. 6. 2016 08:00 SELČ vlevo a za 48 hodin od 16. 9. 2016 16:00 do 18. 9. 2016 16:00 SELČ vpravo, © 2017 CHMI Radar Department.

Fig. 3 a, b. Distribution of precipitation totals in 72 hours from 08:00 CEST on 31 May 2016 to 08:00 CEST on 3 June 2016 (left) and in 48 hours from 16:00 CEST on 16 September 2015 to 16:00 CEST on 18 September 2016 (right), © CHMI Radar Department, 2017.



Obr. 4 Rozložení úhrnů srážek za 24 hodin od 29. 6. 2017 01:20 do 30. 6. 2017 01:20 SELČ, © 2017 CHMI Radar Department.

Fig. 4. Distribution of precipitation totals in 24 hours from 01:20 CEST on 29 June 2017 to 01:20 CEST on 30 June 2017, © CHMI Radar Department, 2017.

normální. Ke zmírnění hydrologického sucha došlo až v září a v říjnu v severní polovině území vlivem vydatných srážek, zejména v horských a podhorských oblastech, což se projevilo jak na vzrůstu průtoků, tak i hladin podzemních vod. Naopak k prohloubení hydrologického sucha došlo během roku 2017 na jižní Moravě, především v povodí Dyje, kde období od začátku ledna do konce srpna bylo druhé nejsušší od roku 1961.

K nejvýznamnější srážkové události v roce 2017 došlo v ranních a dopoledních hodinách dne 29. 6. 2017, kdy se vyskytly vydatné a velmi intenzivní srážky s úhrny i více než 100 mm za 12 hodin, a to zejména v povodí Radotínského potoka, Kocáby a některých dalších menších přítoků Berounky a Vltavy jižně a jihozápadně od Prahy (viz obr. 4). Intenzita srážek ojediněle překročila i 40 mm za hodinu. Extremita srážek byla mimořádná, například doba opakování plošných 24hodinových srážek na povodí Radotínského přesáhla 100 let. Podrobněji o této události referuje článek v Hydrologické ročence 2017 (Pecha, Šercl 2018).

Srážková událost z 29. června 2017 patří z hlediska extremi-

ty deště k nejvýznamnějším událostem, které se za dobu pozorování na zasaženém území vyskytly. Přestože intenzita, celkové úhrny i extremity srážek byly velmi významné, následná odtoková reakce tomu vůbec neodpovídala. Na Kocábě ve Štěchovicích byl dosažen pouze 5letý průtok a překročen 2. SPA, na již zmíněném Radotínském potoce, v profilu Praha-Radotín, se jednalo dle vyhodnocení o 2–5letý průtok. V dalších sledovaných profilech byla extremita kulminačních průtoků ještě menší. Obecně velmi malý byl podíl objemu odtoku vůči objemu spadlých srážek, který na vyhodnocených povodích nepřesáhl 8 %. Důvodem k relativně nevýznamné odtokové odezvě bylo zejména velmi nízké předchozí nasycení půdy (viz obr. 5 b), do které se drtivá většina srážkové vody vsákla.

Úhrny srážek z 29. června 2017 byly svou velikostí srovnatelné se srážkovými úhrny z 1., resp. 2. června 2013 (obr. 5c, d), ale intenzita srážek byla podstatně větší, viz obr. 6a, b. Následná odtoková odezva v roce 2013 byla velmi výrazná s výskytem kulminačních průtoků s dobou opakování 100 let. Důvodem bylo vysoké až extrémní nasycení půdy (obr. 5a, tab. 3).

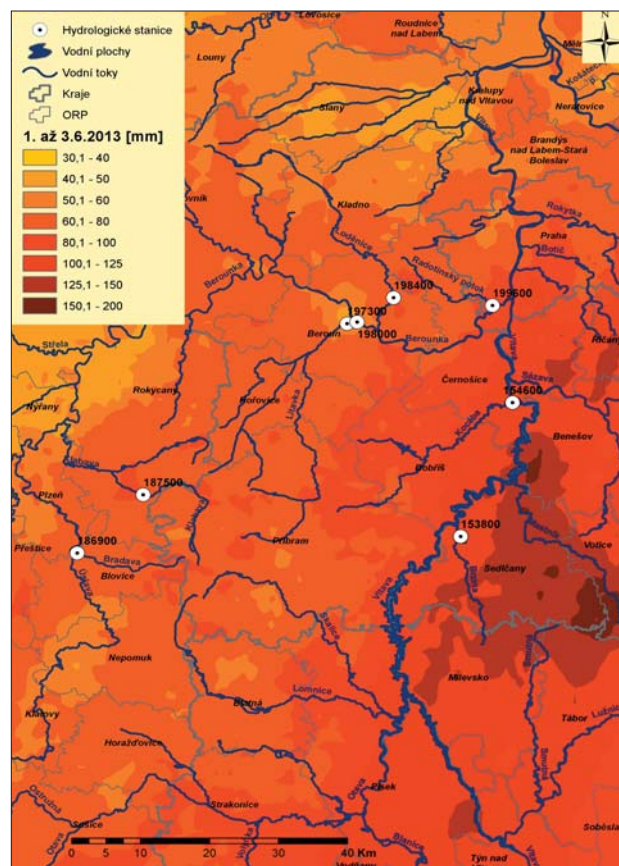
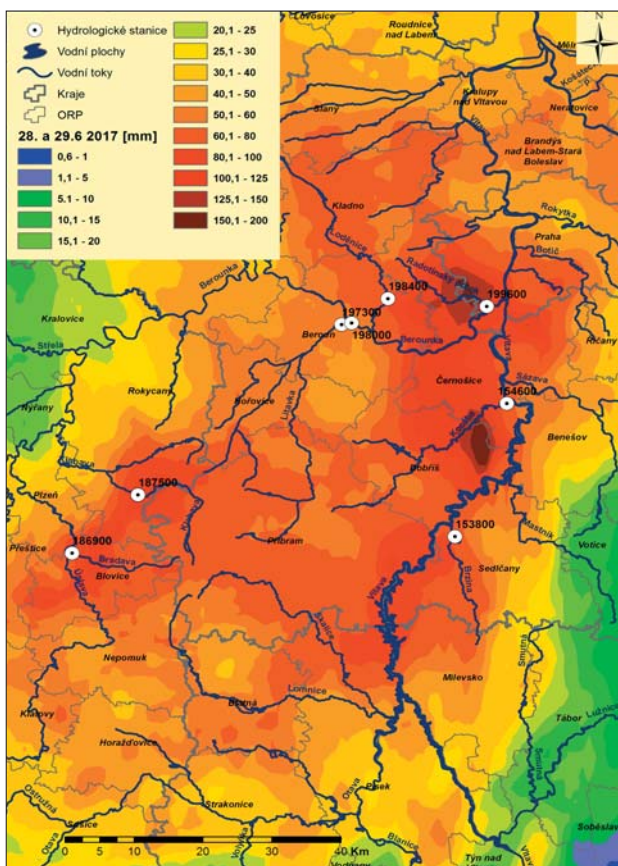
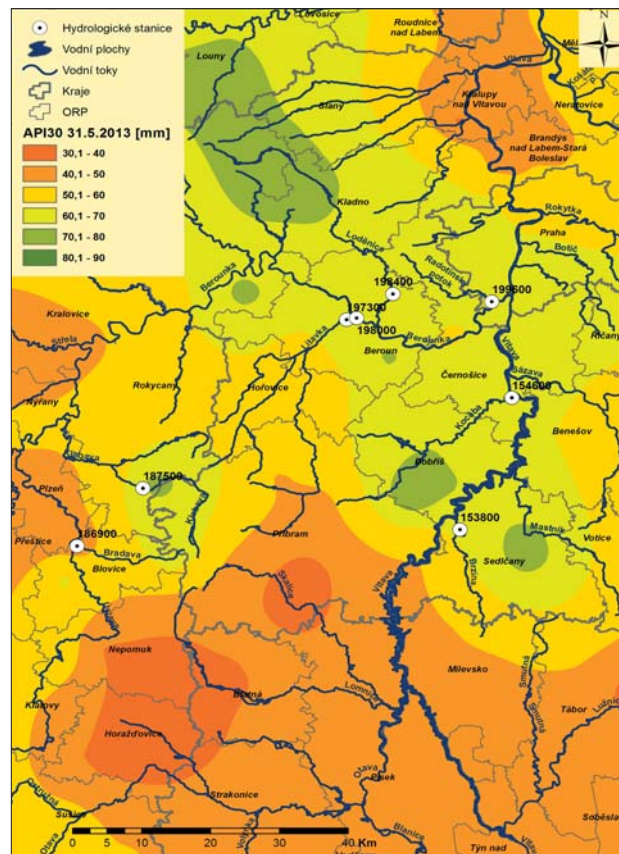
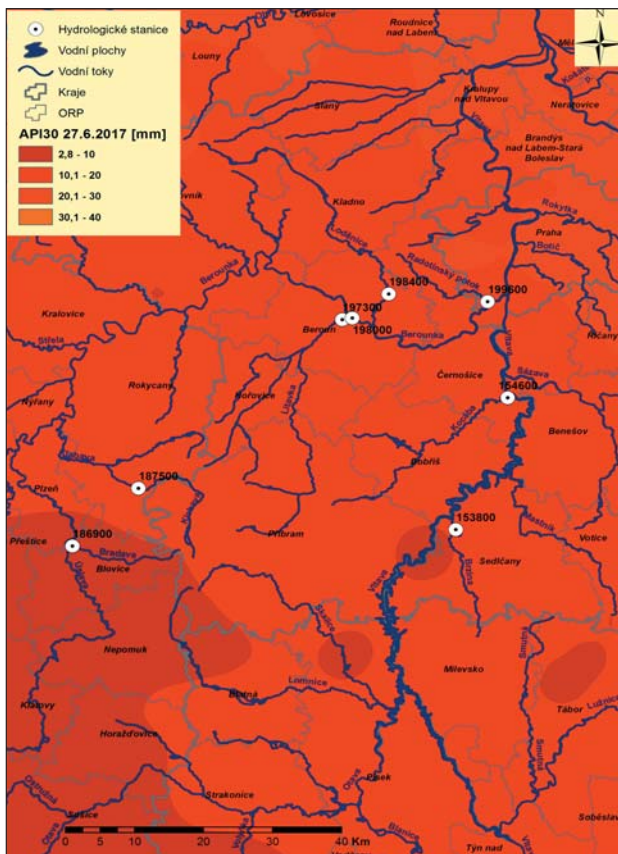
6. VÝVOJ HYDROMETEOROLOGICKÉ SITUACE A VÝZNAMNÉ SRÁŽKOVÉ EPIZODY V ROCE 2018

Ani zimní období 2017–2018 dlouhodobě nepříznivou situaci příliš nezměnilo, zima sice trvala (po velmi teplém lednu) až do začátku dubna, ale vlivem teplotně silně nadnormálního dubna většina sněhu z horských poloh velmi rychle již během tohoto měsíce roztála. Navíc už od února byly na našem území podnormální srážky, a tak vzhledem k teplotám už od dubna převažoval, zejména v nižších polohách, výpar. Sucho se tak na

Tab. 3 Velikost API_{30} příčné srážky, odtoku a podílu odtoku na vybraných povodích.

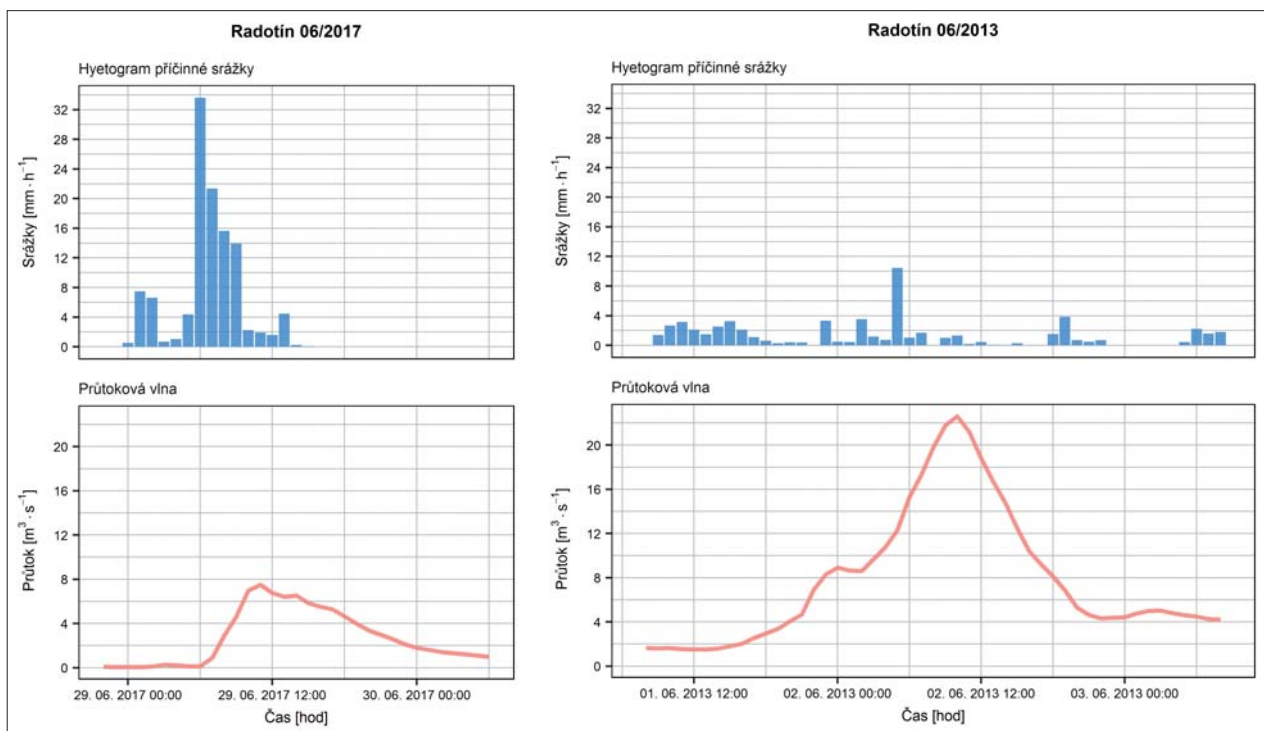
Table 3. Value of API_{30} causal precipitation, runoff and runoff rate at selected river basins.

Id	Tok	Profil	Plocha povodí [km ²]	Událost	API_{30} [mm]	Srážky [mm]	Odtok [mm]	Podíl odtoku ze srážek [%]
153800	Brzina	Hrachov	133,24	2013	58,4	124,9	87,7	70
				2017	11,5	65,0	1,2	2
154600	Kocába	Štěchovice	308,59	2013	65,1	90,3	42,6	47
				2017	13,8	84,0	5,5	7
197300	Litavka	Beroun	625,49	2013	56,2	71,8	41,9	58
				2017	12,7	54,5	1,5	3
199600	Radotínský potok	Praha-Radotín	68,21	2013	67,9	73,7	34,1	46
				2017	16,5	116,1	5,2	4



Obr. 5 a, b, c, d Ukazatel předchozích srážek API_{30} k 31. 5. 2013 a 27. 6. 2017 (nahore) a rozložení úhrnů srážek za období 1.–3. 6. 2013 a 28.–29. 6. 2017 zpracované s využitím kombinace radarového měření a měření pozemními srážkoměry (dole).

Fig. 5 a, b, c, d. Antecedent precipitation index API_{30} as of 31 May 2013 and 27 June 2017 (above) and precipitation totals for the period from 1 to 3 June 2013 and from 28 to 29 June 2017 processed using a combination of radar and ground rain gauges (below).



Obr. 6 a, b Hyetogram průměrných hodinových úhrnů srážek na povodí Radotínského potoka a hydrogram průměrných hodinových průtoků v profilu Praha-Radotín v červnu 2017 (vlevo) a v červnu 2013 (vpravo).

Fig. 6 a, b. Hyetograph of average hourly precipitation totals in the Radotínský brook basin and hydrograph of average hourly flow rates in the Prague-Radotín profile in June 2017 (left) and June 2013 (right).

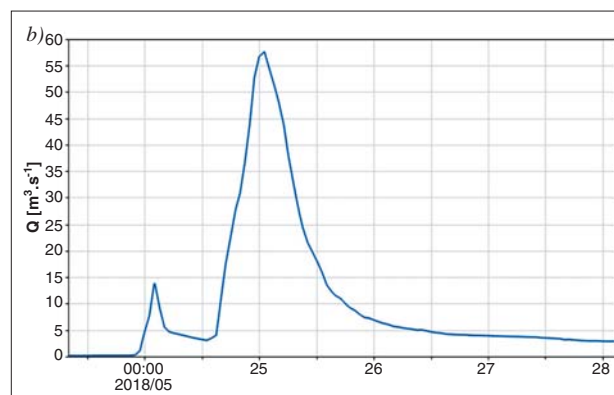
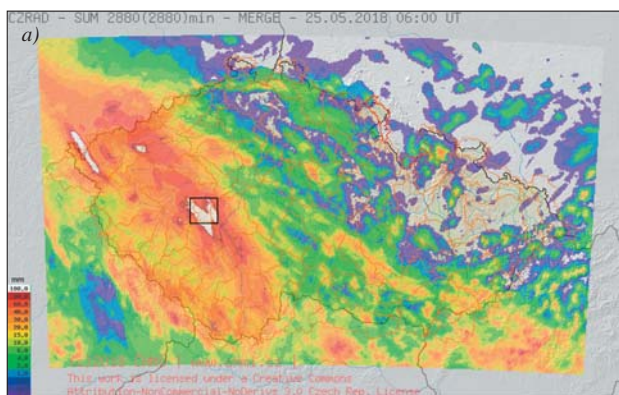
většinu území začalo opětovně prohlubovat již od jarních měsíců. Také rok 2018 byl jako celek teplotně silně nadnormální a srážkově podnormální a z hlediska hydrologického sucha ještě významnější než rok 2015, viz zpráva (Daňhelka, Kubát 2019).

Během roku se vyskytlo opět několik významných srážkových epizod. Podrobněji je zmíněna významná srážkoodtoková událost, která zasáhla Brdy a blízké okolí ve třetí dekádě května (obr. 7 a, b) a rozebrány jsou také extrémní srážkové situace z 12. června na Šumavě a z období od 17. do 19. července, kdy bylo zasaženo zejména severozápadní návětrí Beskyd, viz obr. 8 a, b.

Během noci z 23. na 24. května se vyskytly intenzivní srážky v Brdech a jejich okolí, zejména v povodí Litavky. Ve srážkoměrných stanicích bylo naměřeno většinou od 30 do 50 mm, ale dle vyhodnocení radarových odrazů spadlo lokálně

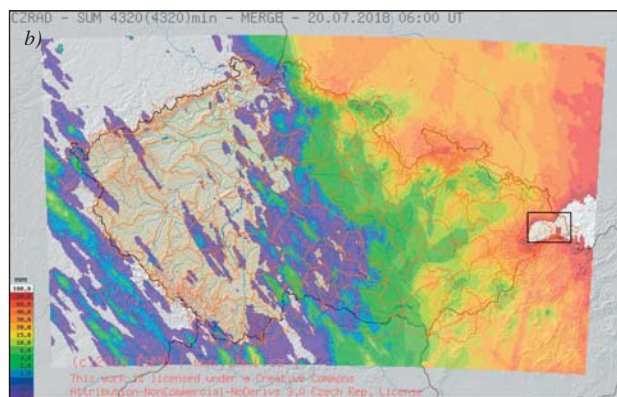
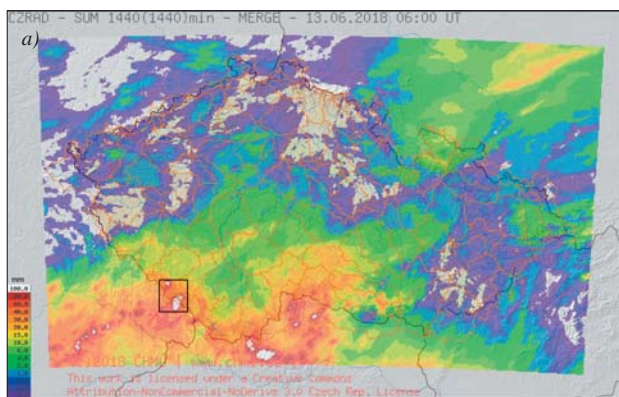
za několik hodin 60 až 80 mm. Tyto srážky vyvolaly v povodí Litavky první odtokovou odezvu, která však nebyla nijak významná (podíl odtoku činil zhruba 7 %), ale došlo k nasycení povodí. Již 24. května v odpoledních hodinách ale začalo v povodí Litavky pršet znovu. Zpočátku občasná a později trvalá a vydatná srážky se v tomto povodí vyskytovaly až do brzkých ranních hodin 25. května. Zhruba za 16. hodin napršelo, zejména v horní části povodí Litavky, 40 až 80 mm srážek a lokálně ještě více.

Nasycenost území byla již před první srážkovou epizodou v této oblasti poněkud vyšší než v okolí (10–25 mm), protože se zde již 9. května vyskytly srážky okolo 30 mm. Také v dalších dnech se v této oblasti vyskytovaly srážky občasněho charakteru a po první srážkové epizodě 24. května v ranních hodinách se ukazatel API_{30} pohyboval od 40 do 60 mm.



Obr 7 a, b Rozložení úhrnů srážek za 48 hodin od 23. 5. 2018 08:00 do 25. 5. 2018 08:00 SELČ, © 2017 CHMI Radar Department (vlevo) a hydrogram průměrných hodinových průtoků v profilu Čenkov-Litavka (vpravo).

Fig. 7 a, b. Distribution of precipitation totals in 48 hours from 08:00 CEST on 23 May 2018 to 08:00 CEST on 25 May 2018 (left), © CHMI Radar Department, 2017, and hydrograph of average hourly flow rates in the Čenkov-Litavka profile (right).



Obr. 8 a, b Rozložení úhrnů srážek za 24 hodin od 12. 6. 2018 08:00 do 13. 6. 2018 08:00 SELČ (vlevo) a za 72 hodin od 17. 7. 2018 08:00 do 20. 7. 2018 08:00 SELČ (vpravo), © 2017 CHMI Radar Department.

Fig. 8 a, b. Distribution of precipitation totals in 24 hours from 08:00 CEST on 12 June 2018 to 08:00 CEST on 13 June 2018 (left) and in 72 hours from 08:00 CEST on 17 July 2018 to 08:00 CEST on 18 July 2018 (right), © CHMI Radar Department, 2017.

Vzhledem k vyšší nasycenosti povodí byla odtoková odezva po druhé vlně srážek podstatně významnější. Na povodí Litavky, v profilu vodoměrné stanice v Čenkově, spadlo za obě srážkové epizody v průměru 112 mm srážek a podíl odtokové vody činil 24 %. V profilu Čenkov byl překročen 3. SPA s dobou opakování kulminačního průtoku cca 20 let. SPA byly dosaženy i na některých jejích přítocích.

Jen na okraj je nutno zmínit, že zcela chybnou interpretaci příčin výskytu této povodňové situace přinesl např. článek „Bleskové povodně způsobilo především předchozí dlouhodobé sucho“ v místním tisku (Příbramský deník.cz 2018), který se drží některých stávajících teorií, že suchá půda přispívá k většímu odtoku při výskytu intenzivních srážek.

Další významná srážkoodtoková událost se vyskytla 12. června 2018. Mezi 16. a 17. hodinou daného dne se nad Šumavou začaly vytvářet bouřky, které o hodinu později zesilovaly a na Plechém již bylo naměřeno za jednu hodinu více než 33 mm srážek. Bouřková jádra byla dlouhou dobu stacionární, což vedlo k velmi vysokým celkovým srážkovým úhrnům. Mezi 18. a 19. hodinou se vytvořily ještě další jádra a na Bučině bylo naměřeno za jednu hodinu i více než 60 mm srážek. Teprve mezi 19. a 20. hodinou začala bouřková jádra slábnout a rozlévat se do šířky a intenzita srážek výrazněji poklesla. Přesto bylo naměřeno na Bučině dalších téměř 30 mm srážek a na stanici v Borových Ladech téměř 25 mm. Mezi 20. a 21. hodinou bouřková činnost sice dále slábla, ale i tak se ještě vytvořilo jedno významné bouřkové jádro o něco západněji, tentokrát v povodí Vydry. Jádro srážek přímo nezasáhlo žádnou srážkoměrnou stanici, takže úhrny v centru bouřkového jádra jsou jen velmi orientační. Odhadem spadlo během jedné hodiny přes 50 mm srážek. Srážkoměrná stanice ve Filipově Hutí naměřila 14 mm. Také v další hodině intenzivní srážky z tohoto bouřkového jádra pokračovaly, stanice Filipova Huť naměřila téměř 20 mm a v centru jádra se opět mohlo jednat o dalších až 50 mm za hodinu.

Celkově bylo naměřeno na Plechém 82 mm, v Srní 99 mm srážek a na Bučině více než 127 mm, viz obr. 8 a. Na ostatních stanicích v blízkém okolí

bylo naměřeno většinou od 30 do 60 mm, přičemž drtivá většina srážek spadla během dvou až tří hodin.

Nasycenost území předchozími srážkami v oblasti Šumavy byla vyšší než u dříve zmíněných událostí, protože po dobu několika dní před výskytem této extrémní srážkové epizody se nad Šumavou vytvářely lokální přeháňky a bouřky. Den před událostí se navíc vyskytly i trvalejší srážky s úhrnem 10 až 30 mm. Hodnoty API_{30} se pohybovaly v rozmezí od 35 do 65 mm, ale například na Kvildě a v Srní činily 80–90 mm. Podíl odtoku se vzhledem k vyššímu předchozímu nasycení pohyboval v rozmezí 20–30 % a na některých tocích byly dosaženy SPA, konkrétně na Teplé Vltavě v Chlumu 2. SPA a na Otavě v Rejštejně dokonce 3. SPA.

Během července se vyskytla další, co do celkových úhrnů srážek, velmi významná srážková událost, tentokrát na severním a severozápadním návětrí Beskyd. Srážky začaly vypadávat 17. července a nejsilnější byly 18. a 19. července. Nejvydatnější byly na návětrí Moravskoslezských Beskyd, kde bylo naměřeno, konkrétně na Lysé hoře, až 230 mm a i stanice Nýdek-Filipka zaznamenala téměř 200 mm. Srážky se v oblasti Beskyd vyskytovaly i v týdnu před touto událostí. Nasycenost povodí dle API_{30} se pohybovala nejčastěji od 10 do 30 mm a na horských stanicích ojediněle až okolo 40 mm, viz obr 8 b.

Následná odtoková odezva nebyla sice z hlediska dosažení stupňů povodňové aktivity výrazná (pouze na Ondřejnici v Rychalticích byl překročen 2. SPA), ale zvětšené průtoky setrvaly ve vodních tocích po dobu několika dní po události. Dominantní složku odtoku tvořil zřejmě podpovrchový svahový odtok. Podíl odtoku ze srážek na jednotlivých povodích se

Tab. 4 Velikost API_{30} , příčinné srážky, odtoku a podílu odtoku na vybraných povodích.

Table 4. Values of API_{30} , causal precipitation, runoff and runoff rate at selected river basins.

Lokalita	Datum	API_{30} [mm]	Srážky na povodí [mm]	Odtok [mm]	Podíl odtoku ze srážek [%]
střední Čechy	1.–2. 6. 2013	50–70	65–125	25–88	40–70
ČR	16.–19. 8. 2015	2–25	75–105	2–5	2–6
Jizerské hory	5.–6. 9. 2015	15–35	40–60	2–4	3–6
Krnovsko	31. 5. 2016	2–15	150	37	25
Krušné hory	16.–18. 9. 2016	2–15	84	5	6
střední Čechy	29. 6. 2017	8–16	50–100	1–6	2–8
Příbramsko	23.–24. 5. 2018	10–25	112	27	24
Šumava	12. 6. 2018	35–65 (80–90)	50–80	10–25	20–30
Beskydy	17.–19. 7. 2018	10–40	100–175	30–110	25–60

velmi lišil a pohyboval se od 25 do 60 %, na povodí Ropičanky i více, ale odhad výšky spadlých srážek byl na tomto malém povodí značně nejistý.

7. SHRUTÍ

Výsledky z hodnocených srážkoodtokových událostí obsahuje přehledná tab. 4, kde je pro každou vybranou srážkovou epizodu uvedeno datum události, předchozí nasycení povodí v mm (API_{30}), rozpětí srážkových úhmů a podíl odtoklé vody ze zasažených povodí.

Z tabulky je zřejmé, že vliv předchozího nasycení území, vyjádřeném zde hodnotou ukazatele předchozích srážek API_{30} , na následnou odtokovou odezvu, je značný a je dominantní i v horských oblastech.

8. ZÁVĚR

Období let 2014–2018 se vyznačovalo většinou nadnormální teplotou vzduchu a převážně podnormálními srážkami, což mělo za následek postupné prohlubování hydrologického sucha v povrchových i podzemních vodách na většině území České republiky, a to včetně horských oblastí. Během tohoto období se vyskytlo několik významných srážkových epizod, což mimo jiné umožnilo posoudit, jak vyschlá půda dokáže absorbovat srážkovou vodu. Znovu zde připomínáme, že v médiích můžeme velmi často slyšet tvrzení typu, že „suchá půda nebere vodu“.

Při rozboru vybraných srážkových epizod se tato tvrzení neprokázala. Naopak se jednoznačně ukázalo, že předchozí nasycení území hraje naprosto zásadní roli při formování přímého odtoku, a to i za situace vydatných a zároveň intenzivních srážek. Nasycení půdy v období 2015–2018 bylo převážně velmi malé a za této situace podíl odtoklé vody obvykle nepřesahoval 10 %. Podíl odtoku byl vyšší pouze tehdy, pokud

se v krátké době za sebou vyskytlo několik srážkových epizod. Významnější povodně, s dobou opakování více než 5 let, se až na řidké výjimky prakticky nevyskytly. Oproti tomu na začátku června 2013 bylo nasycení půdy extrémní, takže odtoky ze spadlých srážek byly při srovnatelných srážkových úhrnech až několikanásobně větší a výsledkem byly katastrofální povodně s dobou opakování i více než 100 let.

Literatura:

- Bruntálský deník.cz, 2016. Žáry: za hodinu napršelo víc než za celý měsíc [online]. [cit. 30. 7. 2019]. Dostupné z WWW: https://bruntalsky.denik.cz/zpravy_region/zary-za-hodinu-naprshelo-vic-nez-za-cely-mesic-20160604.html.
- DAÑHELKA, J. a kol. 2015. Vyhodnocení sucha na území České republiky v roce 2015 (kompletní zpráva). Praha: ČHMÚ, MŽP. 204 s. Dostupné z WWW: http://portal.chmi.cz/files/portal/docs/meteo/ok/SUCHO/zpravy/Sucho_2015_kompletni_zprava.pdf.
- DAÑHELKA, J., KUBÁT, J., 2019. Sucho v roce 2018. Praha: ČHMÚ, 85 s. Dostupné z WWW: http://portal.chmi.cz/files/portal/docs/tiskove_zpravy/2019/Sucho_2018.pdf.
- PECHA, M., ŠERCL, P., 2018. Přívalové srážky 29. června 2017. Hydrologická ročenka České republiky 2017. Praha: ČHMÚ, s. 169–174. ISBN 978-80-87577-86-8. Dostupné z WWW: <http://voda.chmi.cz/hr17/pdf/kap5.pdf>.
- Příbramský deník.cz, 2018. Bleskové povodně způsobilo především předchozí dlouhodobé sucho [online]. [cit. 26. 5. 2018]. Dostupné z WWW: https://pribramsky.denik.cz/zpravy_region/bleskove-povodne-zpusobilo-predevsim-predchozi-dlouhodobou-sucho-20180526.html.

Lektoři (Reviewers): Mgr. Tomáš Vlasák, Ph.D., Ing. Petr Janál, Ph.D.

Novinky v geoinformaticce



Konference GIS Esri v ČR
6. a 7. listopadu 2019

Konference GIS Esri je největší konferencí věnovanou geoinformaticce v České republice. Vedle využití GIS v inženýrských sítích a veřejné správě patří mezi významná probíraná témata také dálkový průzkum Země, **ochrana přírody a ovzduší**, **monitoring změny klimatu** i **hlukové znečištění**.

Přijďte se podívat na možnosti současných geoinformačních technologií jak ve výzkumu, tak při jejich praktických aplikacích.

Více informací o konferenci a přihlášku naleznete na stránkách www.arcddata.cz.



Partner konference:



Mediální partneři:



18. KONGRES SVĚTOVÉ METEOROLOGICKÉ ORGANIZACE V ČERVNU 2019

Ve dnech 3. až 15. června 2019 se v Ženevě uskutečnilo 18. zasedání kongresu Světové meteorologické organizace (WMO). Kongres WMO je hlavním rozhodovacím orgánem organizace, schází se periodicky 1x za čtyři roky.

Hlavním tématem 18. kongresu bylo projednání strategického plánu a schválení reformy struktury WMO tak, jak byla v průběhu 17. finančního období naplánována Výkonným výborem (Executive Council, *dále EC*).

Strategický plán pro období 2020-2024 definuje vizi organizace: *V roce 2030 vidíme svět, v němž jsou všechny národy, zejména ty nejvíce zranitelné, odolnější vůči socioekonomickým dopadům extrémních meteorologických, hydrologických, klimatických a dalších environmentálních jevů a podporují svůj udržitelný rozvoj prostřednictvím nejlepších možných služeb na zemi, na moři a ve vzduchu.*

Pro dosažení vize dále plán uvádí tři průřezové priority:

- zlepšovat připravenost a snižovat ztráty na životech a majetku v důsledku hydrometeorologických extrémů;
- podporovat klimaticky vhodná rozhodnutí pro vybudování odolnosti a adaptaci vůči klimatickým rizikům; a
- zlepšovat socioekonomické hodnoty služeb v meteorologii, klimatologii, hydrologii a v příbuzných environmentálních oblastech.

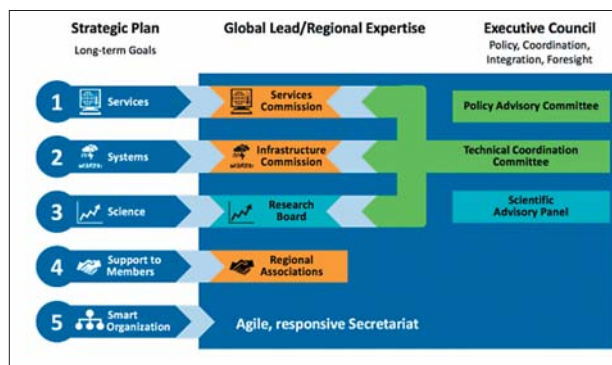
Strategický plán rovněž stanovuje pět dlouhodobých strategických cílů:

- lépe sloužit potřebám společnosti (poskytování autoritativních, přístupných, na uživatele orientovaných a pro daný účel vhodných informací a služeb);
- zlepšit pozorování a předpovědi zemského systému (posílení technické základny pro budoucnost)
- zlepšit cílený výzkum (využit vedoucího postavení pro zlepšení porozumění zemskému systému s cílem zdokonalit služby)
- snížit rozdíl v kapacitách služeb v oblasti meteorologie, hydrologie, klimatologie a v příbuzných oborech (zlepšit schopnosti poskytování služeb rozvojových zemí pro zajištění základních potřebných informací a služeb);
- strategické uspořádání struktury WMO a jejích programů pro efektivní rozhodování a implementaci výstupů vládami, ekonomickým sektorem a obyvateli.

Předmětem reformy je pro 18. finanční období vznik pouze 2 technických komisí jako konstitučních těles v rámci struktury WMO, a to namísto původních 8 technických komisí. Nově tedy budou technické aktivity WMO realizovány prostřednictvím vzniklé:

- Komise pro pozorování, infrastrukturu a informační systémy (Commission for Observation, Infrastructure and Information Systems) zkráceně označované jako Infrastructure Commission a
- Komise pro služby a aplikace v oblasti počasí, klimatu, vody a dalších oblastech životního prostředí (Commission for Weather, Climate, Water and Related Environmental Services and Applications) označované jako Services Commission.

Dále pro koordinaci výzkumných aktivit v působnosti WMO je nově zřízena Rada pro výzkum (Research Board) a Vědecký poradní orgán (Scientific Advisory Panel) a také Společná rada pro spolupráci WMO a Mezivládní oceánografické komise UNESCO (Intergovernmental Oceanographic Commission, IOC). Koordinace nově vzniklých těles bude probíhat prostřednictvím dvou pracovních orgánů EC (Policy Advisory



Propojení dlouhodobých strategických cílů s nově ustavenou strukturou WMO.

Committee a Technical Coordination Committee). V průběhu nadcházejícího 18. finančního období se také předpokládá provedení adekvátní reformy struktury sekretariátu WMO.

Období následujících měsíců a let tedy bude pravděpodobně pro vnější pozorovatele poněkud nepřehledné a současně hektické, neboť bude věnováno práci na převodu aktivit ze staré na novou strukturu, aby nebyly dotčeny produkční aktivity, programy a projekty zajišťované WMO.

Z důvodu nutnosti zachování koordinace mezi hydrologickými aktivitami v rámci nově vzniklých komisí (dosud byla koordinace hydrologických aktivit ve WMO zajišťována technickou Komisí pro hydrologii) a pro zajištění větší integrace hydrologie do řídicích činností organizace Kongres rozhodl o zřízení Hydrologického shromáždění (Hydrological Assembly), které se stane stálou součástí Kongresu a bude zajišťovat strategické směřování WMO v oblasti hydrologie. Současně byl zřízen Hydrologický koordinační panel (Hydrological Coordination Panel), jehož funkcí bude zajišťovat koordinaci hydrologických aktivit v období mezi konáním Kongresu, resp. Hydrological Assembly. Předsedou Hydrologického shromáždění a Hydrologického koordinačního panelu pro následující období byl jmenován zástupce České republiky a ČHMÚ Jan Daňhelka. Hlavním úkolem Hydrologického koordinačního panelu bude nejen přispět ke zvládnutí přechodové fáze na novou strukturu v případě hydrologických aktivit, ale i vypracování akčního plánu pro definici a realizaci vize organizace v oblasti hydrologie směřující k naplnění dlouhodobých ambic: (1) nikdo není překvapen povodní, (2) každý je připraven na sucho, (3) hydrologická, klimatologická a meteorologická data podporují agendu bezpečnosti zajištění potravy, (4) kvalitní data podporují výzkum, (5) věda poskytuje solidní základy pro operativní hydrologii, (6) máme celkovou znalost světových vodních zdrojů, (7) udržitelný rozvoj je podporován hydrologickými informacemi, (8) známe kvalitu vod.

Obdobně byly zřízeny i koordinační panely pro oblast klimatologie a pro oblast polárních a vysokohorských oblastí.

Z technických výstupů Kongresu stojí bezesporu za zmínku aktivity v oblasti výstražných systémů. Jedná se zejména o nově budovaný systém GMAS (Global Multi-hazard Early Warning System), který bude jakousi obdobou Evropského Meteoarmlu, ale jeho ambicí je zvýšit viditelnost Národních meteorologických a hydrologických služeb jako autoritativního zdroje výstrah, zlepšit přístupnost výstražných produktů na globální úrovni, zlepšit kvalitu méně rozvinutých služeb v oblasti výstražných systémů a poskytnout podklady pro humanitární aktivity v rámci OSN. Novou aktivitou je vytvoření katalogizačního sys-

tému extrémních událostí včetně jejich klasifikace s cílem přispět k lepšímu poznání rizika hydrometeorologických jevů prostřednictvím lepšího přiřazení dopadů jednotlivým událostem v nadnárodním měřítku. V případě obou aktivit se jedná o příspěvek meteorologické a hydrologické komunity WMO k naplňování globálních cílů Sendajského rámce pro snižování rizika katastrof.

V oblasti klimatologie stojí za zmínku schválení manuálu pro High Quality Global Data Management Framework for Climate a prezentace aktuálního seznamu tzv. stoletých stanic, jimiž WMO od roku 2016 oceňuje stanice s dlouhodobým pozorováním. Za Českou republiku jsou dosud v seznamu uvedeny dvě stanice – Praha-Klementinum (měření od 1775) a Opava (od 1887).

Kongres zvolil nové vedení organizace pro následující 18. finanční období. Na pozici generálního tajemníka WMO (Secretary-General) kandidoval pouze stávající generální tajemník profesor Petteri Taalas (Finsko), který tak byl znovu jmenován i pro následující funkční období.

Na pozici prezidenta WMO kandidovali ředitel německé národní meteorologické služby profesor Gerhard Adrian a ředitel národní meteorologické služby Spojených států amerických doktor Louis Uccellini. Tajnou volbou byl prezidentem WMO výraznou většinou hlasů zvolen Gerhard Adrian (98:44). Funkci prvního viceprezidenta bude zastávat Andrea Celeste Saulo z Argentiny, druhým viceprezidentem bude Albert Asinto Eleuterio Martis ze Curaçoa a Saint Martin a třetí viceprezidentkou pak Agnes Kijazi (Tanzanie).

Ve výkonné radě (WMO Executive Council), která má celkem 36 křesel, z toho 9 křesel pro Regionální asociaci VI (Evropa), bude region, jehož jsme členem, zastupovat: Peter Binder (Švýcarsko), Silvio Cau (Itálie), Volkan Mutlu Coskun (Turecko), Penny Endersby (Spojené království), Jean-Marc Lacave (Francie), Miguel Angel Lopez Gonzalez (Španělsko), Maxim Jakovenko (Rusko) a členy jsou rovněž Gerhard Adrian (Německo) a Michael Staudinger (Rakousko) jako prezident WMO, resp. jako prezident Regionální asociace VI.

Prezidentem technické Komise pro pozorování, infrastrukturu a informační systémy bude dosavadní prezident Komise pro základní systémy Michel Jean z Kanady, prezidentem Komise pro služby a aplikace v oblasti počasí, klimatu, vody a dalších oblastech životního prostředí bude dosavadní prezident komise pro leteckou meteorologii Ian Lisk z Velké Británie.

Kongres rovněž rozhodl o konání mimořádného Kongresu v roce 2021, jehož zaměření bude: (a) vyhodnocení a další směřování reformy, (b) posílení významu operativní hydrologie

v odpovědi na globální výzvy v oblasti vody a (c) určit a udržet relevantní rámec technických regulací organizace.

Jan Daňhelka

METEOROLOGICKÁ KONFERENCE ŠUMAVA 2019

Ve dnech 14.–16. května 2019 se na Šumavě v Obecním sále na Kvildě konala meteorologická konference pod názvem Šumava 2019 pořádaná ČHMÚ, spolkem SUMAVA.EU a ČMeS ve spolupráci s NP Šumava a obcí Kvilda.

V roce 2017 se na Lysé hoře v Beskydech konala meteorologická konference, která se věnovala převážně problematice horské meteorologie a klimatologie. Podle hojné účasti na této konferenci se ukázalo, že o tento koncept primárně provozní, meteorologické konference zaměřené na problematiku horských oblastí je velký zájem, a proto bylo rozhodnuto pokračovat v tomto konceptu.

Místo konání konference bylo záměrně zvoleno na Šumavě, která je nejrozsáhlejším pohořím Česka s nejvyšším podílem území nad 1000 m n. m. Meteorologická měření zde mají bohatou historii, velmi aktivní současnost a jistě velkou budoucnost. Měření ve středních a vyšších polohách je daleko náročnější jak na techniku, tak na pozorovatele a má řadu problémů a úskalí. Svá specifika má rovněž předpověď počasí pro hory a tvorba klimatologických charakteristik. I když na našem území nemáme velehoř, tak jsou kvalitní předpovědi pro naše hory důležité nejen pro turisty, ale i pro řadu činností, které jsou zde často závislé právě na počasí, nebo mají k počasí úzký vztah. Na konferenci se tak diskutovala řada problémů s měřením na horách, s přístrojovou technikou nebo novými meteorologickými čidly. Velká pozornost byla věnována problematice měření srážek a sněhu v zimním období, teploty vzduchu a větru, dále nebezpečným jevům, předpovědím a dalším zajímavým tématům. Přednášky byly rozděleny do sedmi tematických sekcí.

Na třídní konferenci zazněla řada zajímavých příspěvků, ke kterým se pak o přestávkách a zejména večer v kuloárech vedly mnohdy vášnivé diskuse, což bylo jedním z hlavních důvodů uspořádání této konference. Tato spíše provozní, než vědecká konference přinesla mnoho zajímavých poznatků a informací, které budeme dále intenzivně rozvíjet. Velké diskuse byly věnovány měření srážek a sněhu v horských oblastech od používané přístrojové techniky až po metodiku měření.

Více informací na stránce ČMeS (<http://www.cmes.cz/cs/node/457>).

Pavel Lipina, Jan Procházka



Meteorologická konference Šumava 2019 se konala 14.–16. 5. 2019 na Kvildě. Foto: H. Stehliková.

**GENERÁL PHDR. MILAN
RASTISLAV ŠTEFÁNIK (1880–1919)
spoluzakladatel Československa
a iniciátor meteorologické služby**

V květnu 2019 jsme si připomněli sté výročí úmrtí generála PhDr. Milana Rastislava Štefánika, spoluzakladatele Československa, ale také matematika, astronoma, meteorologa, badatele, snílka, dobrodruha, cestovatele, fotografa, vojáka, válečného pilota, generála francouzské armády, zakladatele československých vojenských jednotek ve Francii, Itálii a Rusku, slovenského politika, diplomata, prvního ministra války Československé republiky a hrdiny. Osobnost M. R. Štefánika byla a dále jistě bude představena v nemálo článcích a publikacích a v mnoha souvislostech, které upozorňují zejména na jeho diplomatickou kariéru a zásadní podíl na vzniku Československa. Ve skutečnosti ovšem spoluzakladatel československé první republiky byl vším jiným než jenom politikem. Následující text má za cíl vylíčit M. R. Štefánika jako vědce a cestovatele, zdůraznit jeho zájem o meteorologii a popsat ho jako iniciátora meteorologické služby. Rovněž připomene jeho tragickou smrt v meteorologických souvislostech.

Začátky zájmu o meteorologii

Vědecká kariéra mladého M. R. Štefánika začala po absolvování studií matematiky a astronomie na Filozofické fakultě pražské Karlo-Ferdinandovy univerzity v roce 1904. Během studií astronomie se zcela jistě začal seznamovat s meteorologií, a to díky přednáškám vynikajícího experimentátora prof. K. V. Zengera a snad i prostřednictvím jeho díla: „*Meteorologie Slunce a předpověď počasí*“ (1886). Zdá se, že nemůže být pochyb, že právě prof. Zenger probudil u Štefánika vedle astronomie zájem ještě o meteorologii.

Cílem dalšího Štefánikova působení se stala Paříž, kde od dubna 1905 pracoval jako asistent na slavné astronomické observatoři prof. Pierra Janssena v Meudonu u Paříže. Záhy se zúčastnil vědecké výpravy na nejvyšší alpský vrchol Mont Blanc, kde vykonával astronomická pozorování. Větší část této činnosti mu překazilo špatné počasí, a proto tam svůj výzkum zaměřil právě na aktuální stav atmosféry. I v následujícím roce uskutečnil další dva výstupy na Mont Blanc, aby tam prováděl další astronomická a meteorologická měření a pozorování. Při náročných výstupech a ve vysokohorských podmínkách zblízka zažíval nebezpečí bleskových výbojů a statické elektřiny.

Vědecký zájem o meteorologii a výzkum

V letech 1906 až 1908 M. R. Štefánik věnoval pozornost také rozvíjejícímu se letectvu a absolvoval několik letů u vojenského leteckého oddílu v Issy les Moulineaux u Paříže. Tehdy postřehl některé slabiny letectví a jeho výzkum se orientoval na vliv meteorologických podmínek na létání a na stabilitu letu ve větru. Pracoval na projektu mechanického stabilizátoru, který by pomáhal bezpečně ovládat letoun za větrného počasí.

V roce 1908 si M. R. Štefánik výrazně rozšířil svůj vědecký zájem o meteorologii. Věnoval se především horské a dynamické meteorologii. Počátkem roku 1908 byl na studijním pobytu v observatoři pro dynamickou meteorologii v Trappes u Versailles, kterou založil hlavní meteorolog Bureau Central Météorologique Léon Paul Teisserenc de Bort za účelem zkoumat vyšší vrstvy atmosféry. Štefánik tam pracoval s meteorologic-



Obr. 1 PhDr. Milan Rastislav Štefánik.

kými draky a balóny s cílem změřit vertikální průběh teploty ve vysokohorských podmínkách. Zkoumal tak stratifikaci (rozdvrstvení) troposféry. Došel také k názoru, že teplota v atmosféře klesá jen do výšky přibližně deseti kilometrů a potom je několik set metrů stálá.

Delší čas také pobýval na observatoři dr. J. Vallota (pod hřebenem Bosses) v Alpách, kde vykonával meteorologická pozorování a zkoumal vznik krup a tlakových níží. Další výzkum pomocí meteorologických draků, nesoucích registrační teploměry a jiné přístroje, prováděl na níže položených vrcholcích Alp v okolí v Chamonix. Učinil poslední (šestý) výstup na Mont Blanc, aby odmontoval dalekohled a meteorograf (zařízení s hodinovým strojkem pro záznam více meteorologických prvků současně), a tím ukončil provoz již neudržované observatoře založené zesnulým Janssenem.

Další vědecká činnost během cestování po celém světě

V roce 1909 odjel M. R. Štefánik do Alžírsko, kde na rozhraní Sahary a jižních svahů Atlasu studoval meteorologické podmínky vhodné pro činnost hvězdárny. Hledal místo klimaticky příznivé pro astronomickou

observatoř, odkud by bylo možné organizovat také meteorologická pozorování a výzkum. Z jeho meteorologických záznamů a z jiných skromnějších zápisů je možné poznat, že největší pozornost věnoval měření teploty vzduchu (ve stínu, na slunci, minimální a maximální ve dne i v noci). Byla to měření důležitá pro účel jeho cesty: „*neboť přílišná a rychlá rozdíl teplot jsou nepříznivé práci astrofyzika, hlavně pracuje-li se zrcadlovým dalekohledem a se spektroskopem*“.

V následujících letech byl vyslán do Polynésie. Přijal velkou výzvu vědeckého ústavu Bureau des Longitudes a meteorologického ústavu Bureau Central Météorologique na pozorování Halleyovy komety na ostrově Tahiti (Francouzské Polynésie) a zatmění Slunce na ostrově Vava'u (souostroví Tonga). Na Tahiti na hoře Mont Faiéres založil vědeckou observatoř s možností mnohých meteorologických měření a pozorování. Zaškolil místní personál a vypracoval projekt klimatologických studií. Při svém druhém pracovním pobytu na Tahiti (1913) postavil meteorologickou stanicí v Papeete v hlavním městě souostroví. Stanice byla vybavená rtuťovými barometry, maximálními a minimálními teploměry a registračními přístroji firmy Richard. Na ostrovech Francouzské Polynésie také organizoval jednotnou meteorologickou službu na základě zřízení sítě meteorologických stanic (jednalo se pravděpodobně o tři stanice).

Po získání francouzského občanství mu vláda svěřuje speciální úkol. V Ekvádoru a na Galapágách má prosadit výstavbu meteorologických stanic s radiovými centrály, které by zajistily spojení s Francií. Úkol splnil a založil na celém území Ekvádoru síť meteorologických stanic, během roku 1914 organizoval pravidelnou meteorologickou službu, zpracovával klimatologické studie a navrhl mezinárodní spolupráci observatoří. Stejně činnosti se věnoval i na Galapágách. Když opustil Ekvádor působil v Casablance v Maroku, kde vykonával meteorologická pozorování astronomicko-klimatického charakteru s cílem najít vhodné místo pro hvězdárnu.

Přestože se na svých výpravách věnoval i přímým meteorologickým pozorováním, více se zaměřoval na manažerské a organizační úkoly v oblasti zakládání astronomických



Obr. 2 Štefánik a jeho desátník při měření v meteorologické budce na letišti v Bryasu.

observatoří, meteorologických sítí, případně i služeb. V umísťování stálých pozorovacích stanic a observatoří v odlehlých končinách s astronomickým a meteorologickým výzkumem spatřoval velký smysl. Vyhlášení první světové války ho zastihlo během práce na zřízení hvězdárny v Maroku a jako naturalizovaného Francouze ho mobilizace ve Francii přiměla 2. srpna 1914 k nástupu u 102. pěšího pluku v Chartres u Paříže. Tím až na výjimky skončila jeho vědecká kariéra astronoma, ale meteorologie ho provázela i další etapou života. Jeho meteorologické poznatky se plně transformují do úsilí zaměřeného na potřeby vojenství.

Meteorologické působení u vojenského letectva a na francouzské frontě

V roce 1915 M. R. Štefánik po překonání opakujících se zdravotních problémů nastoupil do vojenské letecké školy v Chartres. Během své letecké přípravy vedl kurz meteorologie, který se skládal z pěti přednášek: složení, hustota a barva zemské atmosféry, vliv slunečního záření, tlakové útvary, oblačnost a atmosférické proudění a předpovídání počasí. Po absolvování školy začal vojenskou kariéru jako podporučík u letecké eskadry MF-54 na letišti Bryasu. Byl nasazován na francouzské frontě u Arrasu, kde vykonával bojové, průzkumné nebo kurýrní lety. Vedle povinností letce a meteorologa si našel čas i na další vědeckou práci. Štefánik v tomto období zkoušel meteorologické přístroje na palubách letadel při letech v různých výškách. Používal registrační přístroje (barograf, termograf a hygrograf) a jako první tak zahájil letecký průzkum meteorologických podmínek.

Brzy si všiml, jaký vliv má počasí na vedení bojových operací a na plánování bojových letů. Jistě si uvědomoval okolnosti tragických událostí u Ypres, kde byl v dubnu 1915 poprvé v historii použit bojový jedovatý plyn a poznatky meteorologie nebyly využity. Vnímал, jak počasí ztěžovalo lety tehdy primitivních letadel a ohrožovalo bezpečnost hlavně při vzletech a přistáních. Poručík Štefánik, již jako zkušený meteorolog, navrhl svým nadřízeným, aby mu umožnili vybudovat leteckou meteorologickou stanicí. Za tímto účelem v květnu 1915 dovezl z Paříže meteorologické přístroje a 10. června, společně se svým mechanikem desátníkem Mauricem Bourdonem, zřídil na letišti v Bryasu první meteorologickou stanicí ve francouzském vojenství. Jak se hned ukázalo, byl to šťastný krok, protože zahájenými meteorologickými měřeními a pozorováními předešel mnohým leteckým nehodám. Stanice se stala základním impulzem pro zřízení armádní meteorologické služby. Díky této činnosti si ho všiml i generál Ferdinand Foch, budoucí vrchní velitel spojeneckých vojsk, kterému Štefánik od založení stanice začal po

splnění svých povinností každý večer odesílat telegraficky meteorologické zprávy a předpovědi počasí.

Dne 3. června 1915 si Štefánik vyžádal návštěvu u samotného generála Focha. Doporučuje mu: „*Okamžitě odvolání zítřejšího útoku na německé pozice, protože bude pršet. Hodně pršet a vojáci budou nepohybliví.*“ Útok byl na základě úspěšné předpovědi počasí odvolán a generál Foch si od tohoto okamžiku přál mít aktuální předpověď počasí k ruce každý den. Třetího srpna Foch poslal Štefánika do hlavního stanu k vrchnímu velitelu francouzských armád a navrhl mu zřídit vojenskou meteorologickou službu na celé francouzské frontě. Jako ocenění za meteorologické služby bylo Štefánkovi nabídnuto její vedení. Odmítl, měl před sebou ještě další úkoly a nechtěl setrávat za válečnou linií. Nicméně plán na výstavbu celé meteorologické služby vypracoval. Iniciativu týkající se zřízení organizované meteorologické služby ocenil i francouzský Ústřední meteorologický úřad (Bureau Central Météorologique) pod vedením vynikajícího meteorologa té doby Dr. Alfreda Angota. Za své úspěchy při prosazování významu meteorologické služby, její zřízení a další zásluhy během bojů na francouzské frontě obdržel M. R. Štefánik dne 16. srpna 1915 francouzský Croix de Guerre (Válečný kříž). Do historie se tak zapsal nesmazatelným způsobem jako jeden ze zakladatelů pravidelné francouzské letecké meteorologické služby.

Ostatní činnosti a meteorologické shrnutí

V následujícím roce 1916 cestuje do Rumunska. Opět organizuje meteorologickou službu. Navrhl pozoruhodný projekt, nejen pro potřeby leteckého průzkumu, ale také pro řízení dělostřelecké palby z letadel, balónů a vyvýšených dělostřeleckých pozorovatelů. Doporučil komplexní systém zpracování dat, přicházejících z 81 spojeneckých meteorologických stanic radiotelegrafickým přenosem. Cílem bylo vytvořit meteorologickou službu, aby spojenci mohli lépe plánovat vojenské operace. Tento návrh však nebyl realizován. M. R. Štefánik vždy prosazoval význam meteorologie jako vědeckého oboru. Vyznával kult vědy a v oblasti meteorologie přesvědčení, že věda nás bude stále posouvat dopředu a řešit důležité otázky. Kdysi prohlásil: „*Snad není zbytečné úsilí moje, snad přispěji k stavbě velechrámu člověčenství, pokroku a vědy.*“ Za svého života tento názor dokazoval řadou úspěchů na poli diplomacie a meteorologie mu byla vždy zajímavým, praktickým a nerozlučitelným společníkem a nástrojem poznání. I když jeho mnohostranná činnost nesměřovala jednoznačně k meteorologii, jeho dotyky s ní v letech 1904 až 1916 častokrát zdůraznily její význam a staly se vzorem pro povětrnostní službu Československé armády vznikající v roce 1918.

Další zásadní společenské aktivity M. R. Štefánika jsou všeobecně známy. Byl držitelem mnoha ocenění, mezi nimi tři stupňů Řádu čestné legie (nejvyššího francouzského státního vyznamenání). Přičemž Řád rytíře čestné legie získal za zásluhy na rozvoji telegrafie, astronomie a meteorologie. Jako diplomat jednal se západními mocnostmi, činil se pro československý odboj,



Obr. 3 Podporučík Štefánik přebírá francouzský Válečný kříž za zásluhy o francouzskou vojenskou meteorologickou službu.

sestavoval Československé legie, byl ministrem války. V období vzniku Československa se mu z mnohých důvodů politikaření přičilo a ožívaly v něm plány na návrat k astronomii. Astronomie, ale i meteorologie byly pro Štefánika vždy rozehranou partií. Ale tak, jak byla jeho osobnost zmítaná vnitřními rozpory, sužovaná chronickými zdravotními problémy, které v akutních fázích zasáhly jeho kariéru a ohrožovaly ho na životě, tak i jeho poslední chvíle života jsou pro mnohé z nás opředeny řadou otázek.

Záhadné tragické úmrtí s možným vlivem meteorologických podmínek

M. R. Štefánik zahynul 4. května 1919 nedaleko obce Vajnory u Bratislavy při svém leteckém návratu z Itálie do nového samostatného československého státu. Jeho letoun typu Caproni Ca 33 se při přistávacím manévru zřítíl z výšky 50 až 80 metrů nad zemí. Příčiny této letecké katastrofy nebyly nikdy spolehlivě vyšetřeny a vysvětleny. Podle některých nedoložených tvrzení, alternativních nebo konspiračních teorií, šlo o atentát, na kterém mohli mít zájem T. G. Masaryk a E. Beneš. Jako další možné příčiny byly také uváděny: zmýlená palba československého vojska na zaměněný, pravděpodobně maďarský, letoun, plánovaná sebevražda z důvodu špatného zdravotního stavu, případně sabotáž zosnovaná italskou vládou, nebo dokonce akce francouzské zednářské lóže. Dnes známé historické dokumenty prakticky jednoznačně vylučují jakýkoliv z výše uvedených důvodů jako možnou příčinu této letecké katastrofy. V seriózních hodnoceních příčin tragického úmrtí M. R. Štefánika se jako možné důvody objevují buď technická závada na letounu (zaseknutí volné antény ve výškovém kormidlu letadla), nebo chyba techniky pilotáže, náhlé zhoršení zdravotního stavu pilota a zejména vliv nepříznivých meteorologických podmínek v místě přistání.

Se záměrem vyhodnotit případný vliv počasí na přistání Štefánikova letounu získal tehdejší zaměstnanec Českého hydrometeorologického ústavu RNDr. Emil Veselý od americké meteorologické služby v roce 1978 fotokopie synoptických map zaznamenávajících situaci ve dnech 3. a 4. května 1919. Zhruba o dvacet let později tytéž mapy podrobil analýze RNDr. Jiří Förchtgott a v roce 2000 publikoval odborný rozbor možného vlivu meteorologických podmínek na vznik letecké katastrofy M. R. Štefánika. Podle Förchtgotta mapy ukazují, že po oba dva dny ve Střední Evropě vanul čerstvý vítr severozápadních směrů. Nepříznivé meteorologické podmínky, respektive jejich nebezpečné projevy se vyskytly 3. května 1919 v souvislosti s přechodem atmosférické fronty. Rozhodnutí provést přelet až 4. května bylo tedy správné, což dokazuje i vlastní bezproblémový průběh letu přes Alpy až do určeného cílového prostoru. Pomocí tehdy archivně dostupných odborně-historických materiálů se RNDr. Förchtgott podrobněji seznámil s celkovou situací v místě zřícení letounu a s možnostmi techniky pilotáže při přistávacím manévru. Travnatá plocha pro přistání byla vytyčena mezi Bratislavou a Vajnory poblíž řeky Malý Dunaj. S výjimkou svého jihovýchodního okraje celou plochu lemoval vzrostlý stromový porost, přičemž nejdelší volná přímá linie byla 900 metrů dlouhá. Po vydatných atmosférických srážkách 3. května byl povrch přistávací plochy podmáčený. Osu přistání ve směru 090° až 270° určovala položená bílá plachta a hořící nafta v barelech na západním okraji a uprostřed plochy signalizovala směr přízemního větru přibližně 310°.

Publikovaná odborná analýza RNDr. Förchtgotta předpokládá, že první neúspěšný pokus o přistání letounu se odehrál přibližně mezi 11:35 až 11:40 SEČ, kdy lehké zaboření kol hlavního podvozku donutilo pilota k okamžitému pokusu provést „letný start“ ještě před dosednutím předového kola. Účelem přerušeno přistání a provedení vzletu, byla snaha předejít havárii letounu na nevhodné, silně podmáčené přistávací ploše. Úsilí pilota

ostře uhnout doleva, ještě před vzrostlým stromovým porostem na okrajích přistávací plochy, přivedlo znovu stoupající letoun do polohy „po větru“ při současném výskytu nulového přebytku pravé vzdušné rychlosti. Případný i slabší zadní náraz větru (typický pro přízemní turbulentní vrstvu) mohl při výšce letu 50 až 80 metrů nad zemí způsobit náhlou ztrátu rychlosti a následný propad letounu do levé vývrtky. Odstředivá síla potom ještě před dopadem letounu na zem mohla vymrštit nepřipoutanou posádku ven mimo kabinu. Vlastní pád tak pravděpodobně trval pouhé tři až čtyři sekundy.

Nepříznivé meteorologické podmínky v místě přistání na rodném Slovensku tak paradoxně mohly mít rozhodující vliv na smrt člověka, který se po celém světě právě v oboru meteorologie a létání tolik angažoval, zřizoval a organizoval meteorologické stanice a služby a propagoval je.

Literatura:

- BARTUŠEK, J., BOHÁČ, J., 1935. Zápisky M. R. Štefánika: Africký deník z r. 1909, Praha.
- BUDIL, I., 2002. Štefánik jako meteorolog [online]. [cit. 5. 4. 2019]. Dostupné z WWW: http://www.rozhlas.cz/vedaarchiv/portal/_zprava/35989.
- ČESAL, A., DVORÁK, O., MÁTL, V., 2009. Utajené dějiny Čech Od pravěku do roku 1945. Praha: XYZ, ISBN 978-80-7388-260-0.
- ČOMAJ, J., 2014. Pred sto rokmi dostal M. R. Štefánik povolávací rozkaz do prvej svetovej vojny [online]. [cit. 5. 4. 2019]. Dostupné z WWW: URL: <https://snn.sk/news/pred-sto-rokmi-dostal-m-r-stefanik-povolavaci-rozkaz-do-prvej-svetovej-vojny/>.
- DUFFACK, J. J., 2009. Štefánik a Československo. Naše vojsko, ISBN 978-80-206-1016-4.
- FLAJŠMAN, M., ŠTEKL, J., 2017. Hydrometeorologická služba Armády České republiky 1918–2018, Ministerstvo obrany ČR – VHÚ Praha.
- FÖRCHTGOTT, J., 2000. Letecké katastrofy, meteorologie a zkušenosti praktika – Vysvětlí meteorologie havárii Štefánikova letadla v roce 1919? *Vesmír*, roč. 79, č. 7, s. 383–386.
- Historie.cs, 2013. První československý voják – Milan Rastislav Štefánik [online]. Česká televize [cit. 5. 4. 2019]. Dostupné z WWW: <https://ct24.ceskatelevize.cz/archiv/1052450-prvni-ceskoslovensky-vojak-milan-rastislav-stefanik>.
- JÁCHIM, F., 2009. Astronom a organizátor vědecké práce M. R. Štefánik, Československý časopis pro fyziku, č. 3, svazek 59, s. 146–153. ISSN 0009–0700.
- JÁCHIM, F., 2011. M. R. Štefánik. S hlavou ve hvězdách. *Astropis*, č. 3, s. 12–17. ISSN 1211-0485.
- KRÁLOVÁ, M., 2019. Milan Rastislav Štefánik, 21. července 1880 – 4. května 1919 československý astronom [online]. [cit. 5. 4. 2019]. Dostupné z WWW: URL: <http://edu.techmania.cz/cs/encyklopedie/vedec/1338/stefanik>.
- KULÍK, L., 2002. M. R. Štefánik ako meteorológ [online]. [cit. 5. 4. 2019]. Dostupné z WWW: <https://korzar.sme.sk/c/4650837/m-r-stefanik-ako-meteorolog.html#ixzz5At4guM9n>.
- PODHORSKÝ, D., 1989. Dr. Milan Rastislav Štefánik (1880–1919). *Meteorologické zprávy*, roč. 42, č. 3, s. 94–95.
- RAJCHL, R., 2013. Milan Rastislav Štefánik, astronom, voják a diplomat. *Pokroky matematiky, fyziky a astronomie*, Vol. 58, No. 1, s. 50–62.
- ZÝKOVÁ, I. H., 2015. Milan Rastislav Štefánik: S hlavou v oblacích [online]. [cit. 5. 4. 2019]. Dostupné z WWW: https://www.rozhlas.cz/pred100lety/odboj/_zprava/milan-rastislav-stefanik-s-hlavou-v-oblacich--1497880.

René Tydlitát, Miroslav Flajšman

POČASÍ A ROSTLINY

FENOLOGICKÝ VÝVOJ NA ÚZEMÍ ČR V KVĚTNU A ČERVNU 2019

Od začátku roku se v průběhu května a června výrazně zvýšila suma efektivních teplot nad 5 °C, následující mapy zobrazují její vývoj od 1. 1. 2019 k 31. 5. a k 30. 6. 2019 (obr. 1). K 31. 5. 2019 se v nejteplejších lokalitách České republiky vyskytovaly hodnoty sum efektivních teplot nad 5 °C vyšší než 500,1 °C, a k 30. 6. 2019 se jednalo již o hodnoty nad 1 000,1 °C.

Jak se změnila průměrná denní teplota půdy v 10 cm v průběhu měsíce května a června zobrazují mapy na obrázku 2. Na konci května byla průměrná denní teploty půdy v hloubce 10 cm v některých lokalitách nad 18,0 °C, na konci června to již bylo nad 24,0 °C.

Kumulativní úhrn atmosférických srážek od 1. 1. 2019 k 31. 5. a 30. 6. je vykreslen na obrázku 3.

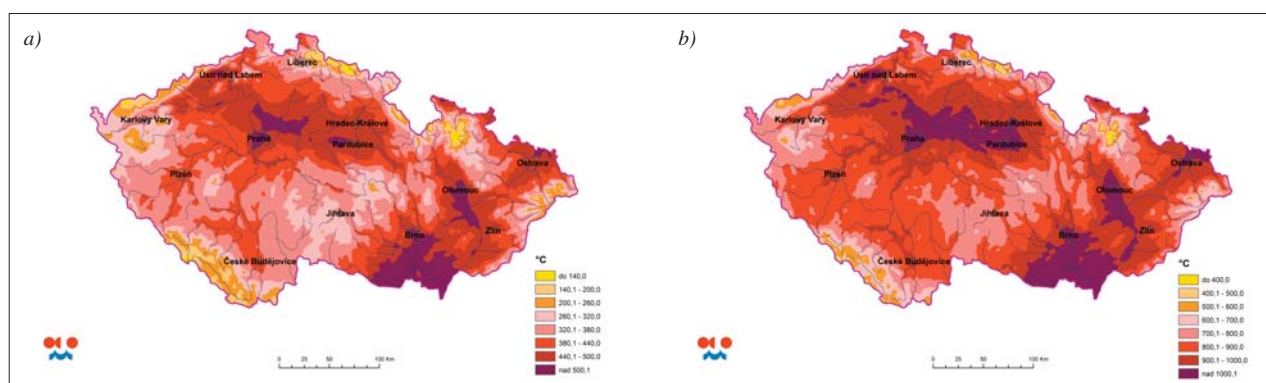
Míra ohrožení půdním suchem na území ČR ve vybraných dnech května a června 2019 je na obrázku 4.

Začátkem května se na území ČR vyskytovaly přízemní mrazíky, teplota přízemního minima ve výšce 5 cm ve dnech 6. a 7. 5. 2019 je na obrázku 5.

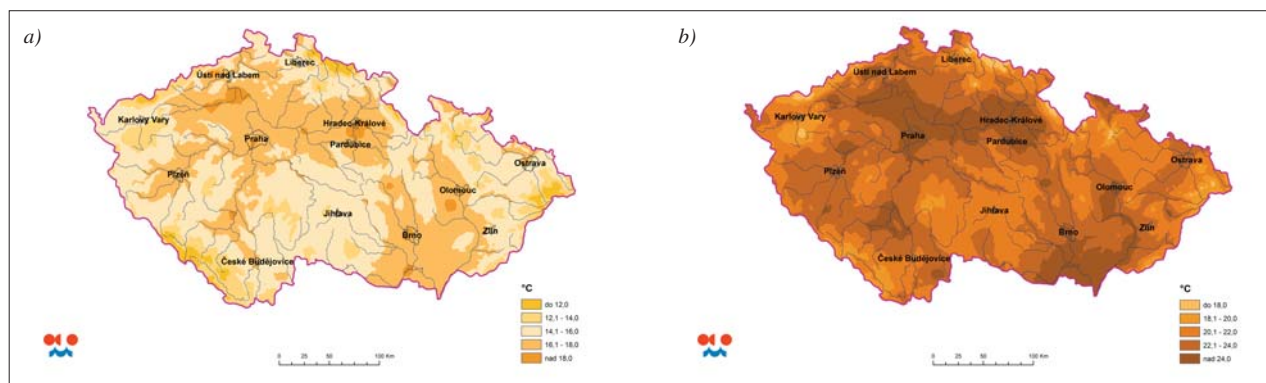
V průběhu května a června postupně nastoupilo nejprve fenologické plné jaro (v tomto období se dokončuje zalistění všech stromů a žádný strom nekvete dříve, než by rozvinul listy) a poté v červnu začalo fenologické časně léto (je charakteristické např. květem většiny trav, lípy, bezu černého a révy vinné).

Následující mapy představují plné olistění a počátek kvetení lípy srdčité (obr. 6).

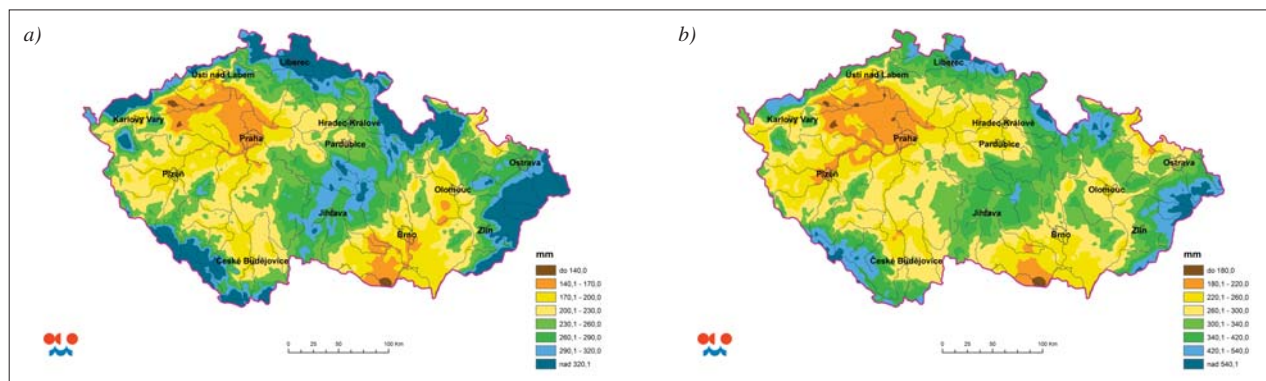
V průběhu května, nejpozději začátkem června, se na celém území ČR plně olistily volně rostoucí dřeviny, které se běž-



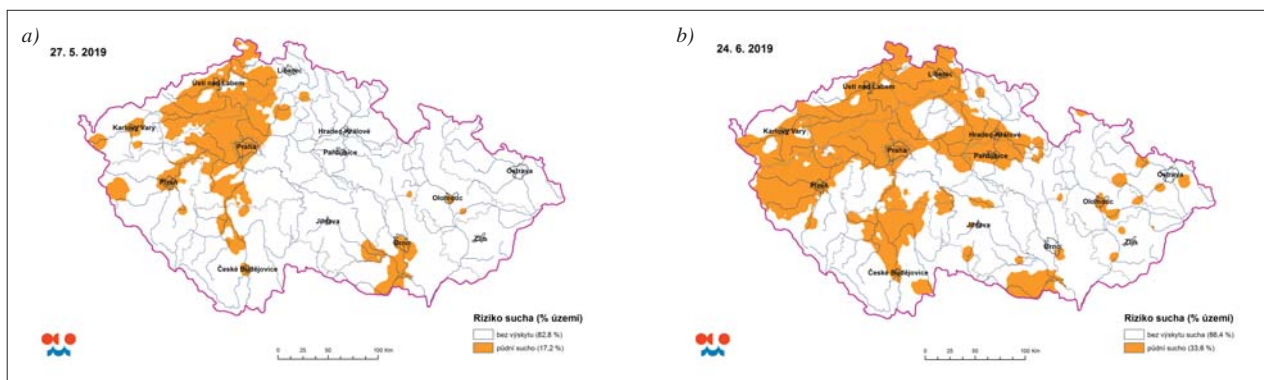
Obr. 1 Suma efektivních teplot vzduchu nad 5 °C k 31. 5. 2019 (a) a k 30. 6. 2019 (b).



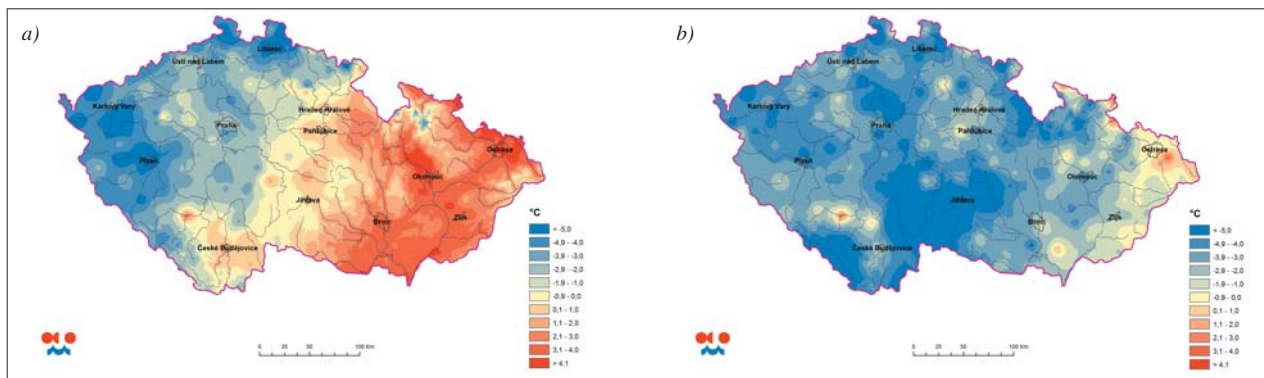
Obr. 2 Průměrná denní teplota půdy v hloubce 10 cm dne 31. 5. 2019 (a) a 30. 6. 2019 (b).



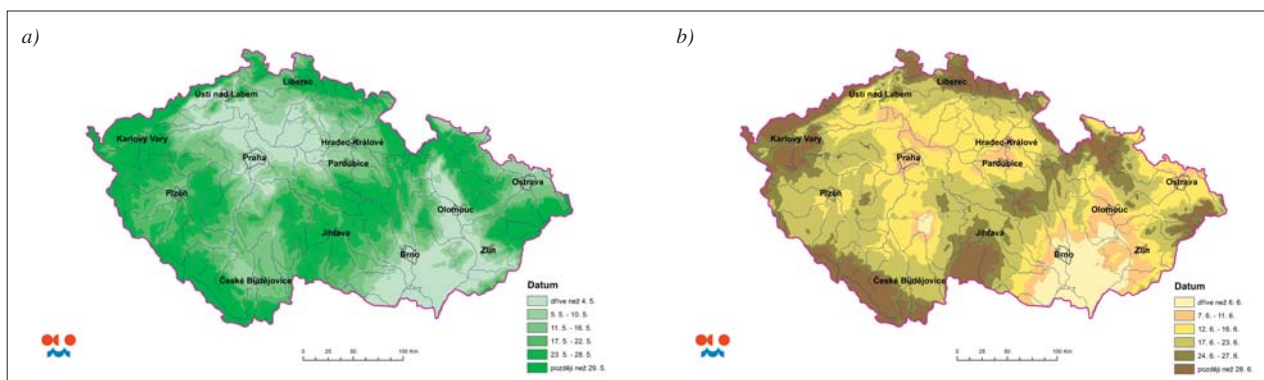
Obr. 3 Kumulativní úhrn srážek k 31. 5. 2019 (a) a k 30. 6. 2019 (b).



Obr. 4 Míra ohrožení půdním suchem na území ČR 27. 5. 2019 (a) a 24. 6. 2019 (b).



Obr. 5 Teplota přízemního minima v 5 cm dne 6. 5. (a) a 7. 5. 2019 (b).



Obr. 6 Plné olistění (a) a počátek kvetení (b) lípy srdčité.

ně vyskytují na našem území, např. buk lesní, břiza bělokorá, habr obecný, hloh obecný, bez černý a hroznatý, dub letní, javor mlčavý a klen, jeřáb obecný, líska obecná, modřín opadavý, olše lepkavá a šedivá, slivoň trnka, svída krvavá a dřín, trnovník akát, třešeň ptačí a vrba jíva. Fenologická fáze tvorba pupenů nastala u většiny druhů buď na konci května, či v průběhu června a v nejnižších lokalitách ještě o něco později. Tato fenofáze nastává v době po olistění, zpravidla ještě během dorůstání výhonu nebo záhy po jeho ukončení se v úžlabích listů objeví malé, pouhým okem však rozpoznatelné pupeny.

Psárka luční začala kvést v nejnižších lokalitách již v druhé půlce dubna, ale na většině území v průběhu května pouze v nejnižších lokalitách, jako např. na Šumavě, začala kvést až v první polovině června. Počátek kvetení srhy říznačky probíhal od poloviny května do poloviny června. Oba dva druhy trav patří mezi významné pylové alergeny.

Nápadné luční byliny, jako je např. pryskyřník prudký a kopretina luční, začaly kvést v tomto časovém období: pryskyřník prudký kvetl od poloviny dubna do poloviny května a kopretina luční od začátku května do 10. června.

Třezalka tečkovaná, která většinou kvete v době svátku Jana (24. června), začala kvést okolo 10. června.

V květnu a červnu začaly fruktifikovat a postupně dozrávat některé plody (např. sasanky hajní, blatouchu bahenního, devětsilu zvrhlého, jahodníku obecného a další). Plody vrby jívy (ochmýřené nažky) dozrávaly od konce dubna do třetí dekády května. Brusnice borůvka začala dozrávat ve středních, jižních a západních Čechách již ve druhé dekádě června. Rovněž jahodník obecný začal ve středních, severních a jižních Čechách, a též na Vysočině a severní Moravě dozrávat ve druhé dekádě června.

Lenka Hájková



NABÍDKA PUBLIKACE ČHMÚ

ZNEČIŠTĚNÍ OVZDUŠÍ NA ÚZEMÍ ČESKÉ REPUBLIKY V ROCE 2018

AIR POLLUTION IN THE CZECH REPUBLIC IN 2018

Praha: ČHMÚ 2019. V tištěné podobě: ISBN 978-80-87577-93-6,
cena 800 Kč nebo na CD: 978-80-87577-94-3, cena 540 Kč.

Informační systém kvality ovzduší soustřeďuje a zpřístupňuje naměřená data z významných sítí monitorujících látky znečišťující venkovní ovzduší. Posuzování kvality venkovního ovzduší je v ročence zpracováno podle platné legislativy (Zákon o ochraně ovzduší č. 201/2012 Sb., o ochraně ovzduší v platném znění a vyhláška č. 330/2012 Sb.), která odpovídá směrnicím Evropské unie. Hodnocení se provádí s ohledem na ochranu lidského zdraví a dále s ohledem na ochranu ekosystémů a vegetace. Mapová interpretace je nezbytným východiskem pro indikaci oblastí s překročením imisních limitů, pro které legislativa vyžaduje přípravu programů pro zlepšení kvality ovzduší, případně regulačních ráďů.

Ročenka za rok 2018 se představuje ve struktuře zaměřené na přehlednost a srozumitelnost textu. Důraz je kladen na interpretaci naměřených dat a hodnocení stavu a vývoje kvality ovzduší v ČR, které je základním tématem publikace.

Úvod je věnován **politickému a legislativnímu rámci ochrany čistoty ovzduší, charakteristice hlavních látek znečišťujících ovzduší** z hlediska jejich možných dopadů na lidské zdraví a životní prostředí a jevům, které jsou pro úroveň škodlivin v ovzduší zásadní, tj. **zdrojům znečišťování a meteorologickým a rozptylovým podmínkám** v daném roce.

Kapitoly zabývající se neméně důležitým tématem **atmosférické depozice a emisemi skleníkových plynů** jsou zařazeny na závěr publikace. Součástí publikace jsou i informace o datové základně, metodice a nejistotě mapování.

Ročenka je vydávána dvojjazyčně česko-anglicky. Vychází v tištěné formě, na CD nebo je volně přístupná na webových stránkách ČHMÚ.

Publikaci lze objednat na adrese:

**ČHMÚ, Tiskové a informační oddělení, Na Šabatce 17, 143 06 Praha 4,
tel.: 244 032 721, e-mail: nakladatelstvi@chmi.cz.**

Na objednávce uvádějte svoje IČ.



Odborný recenzovaný časopis zaměřený na
meteorologii, klimatologii, kvalitu ovzduší a hydrologii

METEOROLOGICKÉ ZPRÁVY

Máte zájem o jedinečný zdroj informací z oblasti meteorologie, klimatologie, kvality ovzduší nebo hydrologie? Chcete časopis Meteorologické zprávy v PDF?

Jednotlivá čísla jsou k dispozici na stránkách časopisu ve formátu PDF.
Můžete si je u nás zdarma stáhnout, bez poplatků a registrací.

Oblíbený časopis Meteorologické zprávy, vydávaný od roku 1947,
je od letošního roku distribuován všem odběratelům zdarma.

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

ČHMÚ
Redakce časopisu Meteorologické zprávy
Na Šabatce 2050/17
143 06 Praha 412-Komořany
tel.: 244 032 722, e-mail: mz@chmi.cz