

METEOROLOGICKÉ ZPRÁVY

METEOROLOGICAL BULLETIN

<i>Radim Tolasz: Průběh počasí v Česku v roce 2007</i>	1
<i>Jan Kyselý – Vilibald Kakos – Olga Halášová: Dlouhodobé změny četnosti povodní na Vltavě v Praze na Labi v Děčíně ve vztahu k atmosférické cirkulaci a významným srážkám</i>	5
<i>Hana Kyznarová – Petr Novák: Využití radarových měření pro identifikaci a předpověď pohybu konvekčních bouří</i>	14
<i>Jan Daňhelka – Dagmar Honsová: Vliv klimatických podmínek na výnosy trvalých travních porostů v kontextu globální změny klimatu</i>	20
<i>Rudolf Brázdil – Hubert Valášek – Ladislava Řezníčková: Měření srážek v Těšíně v období leden 1777–leden 1778</i>	26
Informace – Recenze	29

<i>Radim Tolasz</i> : The course of the weather in the Czech Republic in 2007	1
<i>Jan Kyselý – Vilibald Kakos – Olga Halásová</i> : Long-term changes in the frequency of floods on the Vltava river in Prague and the Elbe river in Děčín in relation to atmospheric circulation and heavy precipitation	5
<i>Hana Kyznarová – Petr Novák</i> : Utilization of radar measurements in identification and forecasting of convective storms movement	14
<i>Jan Daňhelka – Dagmar Honsová</i> : Climate conditions effect on grassland yields from the scope of climate change	20
<i>Rudolf Brázdil – Hubert Valášek – Ladislava Řezníčková</i> : Precipitation measurements in Těšín in the period January 1777–January 1778	26
Information – Reviews	29

Abstracting and Indexing:

- Current Contents/Physical
- Chemical and Earth Sciences
- Cambridge Scientific Abstracts (CSA)
- Meteorological and Geostrophysical Abstracts
- Environmental Abstracts

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

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

Vedoucí redaktor – Chief Editor

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

Redaktoři – Assistant Editors

Z. Horký, Český hydrometeorologický ústav, Praha, Česká republika

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

Redakční rada – Editorial Board

J. Bednář, Univerzita Karlova, Praha, Česká republika

F. Hudec, Univerzita obrany, Brno, Česká republika

K. Krška, Český hydrometeorologický ústav, Brno, Česká republika

M. Lapin, Univerzita Komenského, Bratislava, Slovenská republika

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

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

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

J. Strachota, Český hydrometeorologický ústav, Praha, Česká republika

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

F. Šopko, Český hydrometeorologický ústav, Česká republika

K. Vaníček, Český hydrometeorologický ústav, Hradec Králové, Česká republika

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

Vydavatel (redakce) – Publishers

● Český hydrometeorologický ústav, Na Šabatce 17, 143 06 Praha 4-Komořany, telefon 244 032 722, 244 032 725, fax 244 032 721, e-mail: horky@chmi.cz. Sazba a tisk: Studio 3P, spol. s r. o. Rozšiřuje a informace o předplatném podává a objednávky přijímá Český hydrometeorologický ústav, SIS, Na Šabatce 17, 143 06 Praha 4-Komořany; Cena jednotlivého čísla 20,- Kč, roční předplatné 180,- Kč včetně poštovného. Reg. číslo MK ČR E 5107. © Meteorologické Zprávy, Český hydrometeorologický ústav

● Czech Hydrometeorological Institute, Na Šabatce 17, 143 06 Praha 4-Komořany, Phones: 244 032 722, 244 032 725, Fax: 244 032 721, e-mail: horky@chmi.cz. Printed in the Studio 3P, I.L.C. Orders and enquiries: Please contact Czech Hydrometeorological Institute, SIS, Na Šabatce 17, 143 06 Praha 4-Komořany, Czech Republic. Annual subscription: 42,- EUR (6 issues)

● ISSN 0026 – 1173

METEOROLOGICKÉ ZPRÁVY

Meteorological Bulletin

ROČNÍK 61 (2008)

V PRAZE DNE 29. ÚNORA 2008

ČÍSLO 1

PRŮBĚH POČASÍ V ČESKU V ROCE 2007

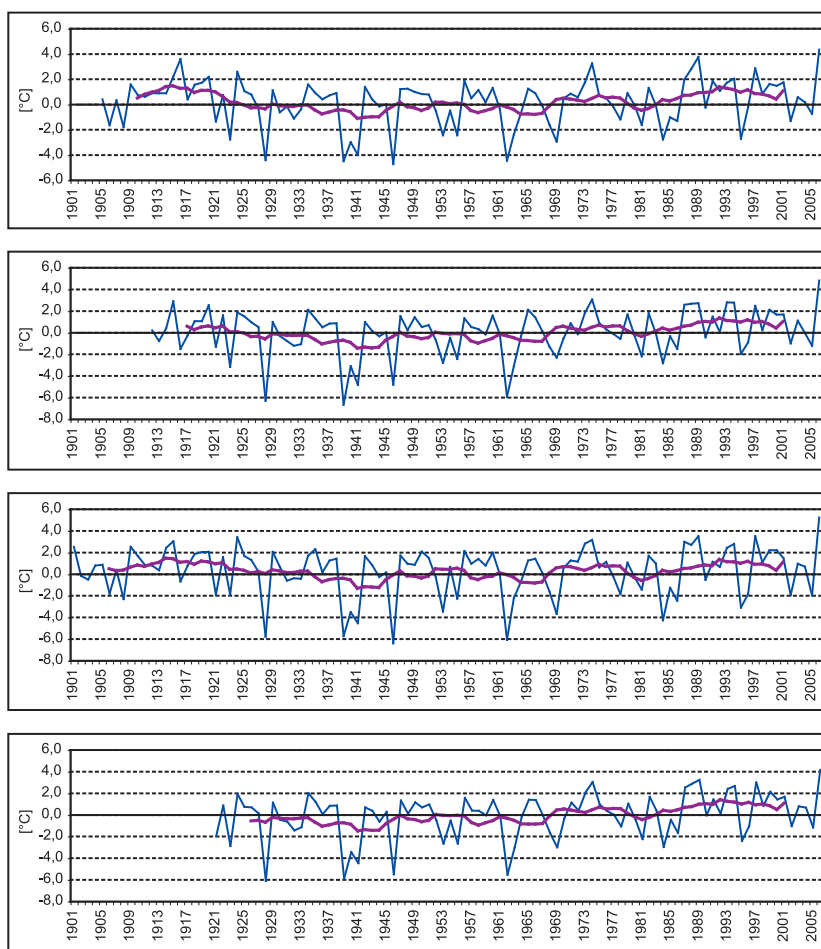
Radim Tolasz, Český hydrometeorologický ústav, Na Šabatce 2050/17, 143 06 Praha 4-Komořany, e-mail: tolasz@chmi.cz

The course of the weather in the Czech Republic in 2007. The interest of both the lay and technical publics in climate characteristics in the Czech Republic increases from year to year. The year 2007 is a year significantly supernormal from the point of view of air temperature and slightly supernormal from the point of view of precipitation. Looking at selected climatological characteristics in greater detail we can find out that in the course of the year some significant events occurred and those are analyzed from the point of view of the long-term development of the climate in the paper (hurricane Kyril, April drought, a chain of tropical days in July, snow cover, etc.).

KLÍČOVÁ SLOVA: počasí – charakteristiky klimatologické – Česká republika
KEY WORDS: weather – climatological characteristics – Czech republic

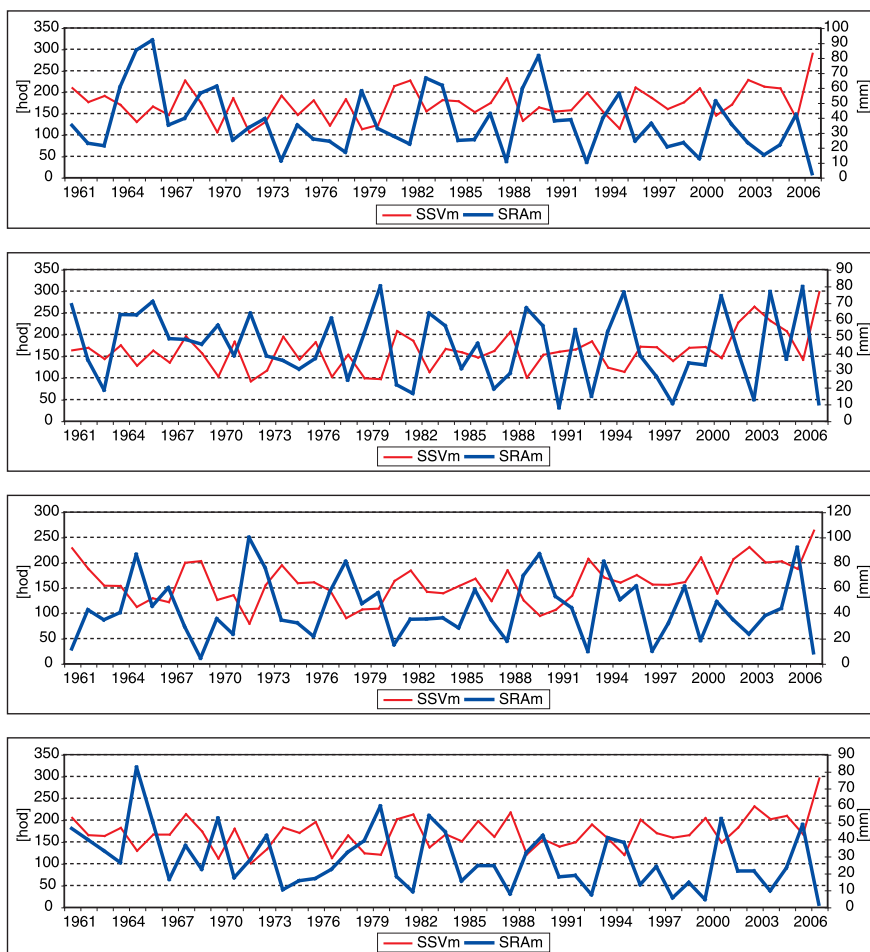
Z naměřených dat vyplývá, že rok 2007 byl teplotně výrazně nadprůměrný a srážkově pouze mírně nadprůměrný. Pohled na konkrétní hodnoty je však zajímavější, než jednoduché obecné konstatování. První odhady průměrné teploty pro ČR ukazují, že dosáhne hodnoty 9,1 °C což je 1,6 °C nad dlouhodobým průměrem. Stejně teplý byl v historii měření pouze rok 2000. Dlouhodobý průměrný úhrn srážek pro ČR ve výši 674 mm byl v roce 2007 překonán pouze o 77 mm a rok tak lze považovat s odchylkou 11 % za mírně nadprůměrný.

Průběh počasí v jednotlivých měsících a dnech potvrzuje mnohaleté konstatování klimatologů o zvyšující se extremitě klimatu. Jarní začátek roku v lednu 2007, kdy teploty dosahovaly běžně až 15 °C (nejteplejší byl 19. leden na jižní Moravě, kdy v Lednici dosáhla teplota 18 °C), byl ukončen „orkánem“ Kyril, který se přehnal nad celou západní a střední Evropou. Rychlost větru na stanicích ČHMÚ pře-



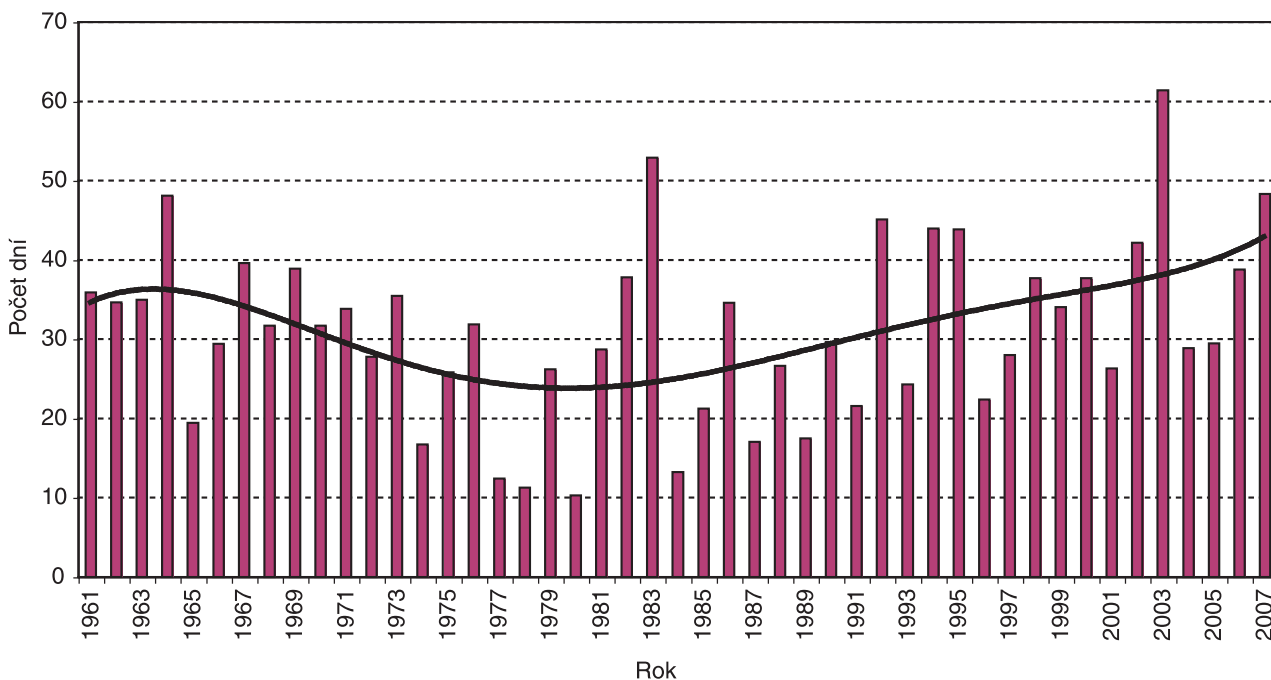
Obr. 1 Průměrná zimní teplota (prosinec, leden, únor) na stanicích Milešovka, Klatovy, Opava a Praha- Karlov vyjádřená v odchylkách od dlouhodobého průměru 1961–1990 [°C].

Fig. 1. Average winter air temperature (December, January, February) at the stations Milešovka, Klatovy, Opava and Praha-Karlov expressed in deviations from the long-term average (°C).



Obr. 2 Dubnový úhrn slunečního svitu (SSVm) [h] a srážek (SRAm) [mm] na stanicích Milešovka, Klatovy, Opava a Praha-Karlov v letech 1961–2007.

Fig. 2. April sunshine duration (SSVm) (h) and precipitation amount (SRAm) (mm) at the stations Milešovka, Klatovy, Opava and Praha-Karlov in the years 1961–2007.



Obr. 3 Počet tropických dní v ČR od roku 1961 (hodnoty normovány na průměrný počet klimatologických stanic).

Fig. 3. Numer of tropical days in CR since 1961 (values standardized on an average number of climatological stations).

sahovala v nárazech 40 m/s a svého maxima 58 m/s dosáhla na Labské boudě v Krkonoších (209 km/h). I v nižších polohách jsme naměřili v nárazech rychlost větru hodně přes 100 km/h, např. Kocelovice 156 km/h, Temelín 125 km/h nebo Doksany 110 km/h. Teprve poslední lednová dekáda byla opravdu zimní a 24. ledna jsme dokonce zaznamenali desítky centimetrů nového sněhu (např. Pec pod Sněžkou a Harrachov 55 cm, Rokytnice 44 cm).

Mírná zima však pokračovala nadprůměrnými teplotami a stala se tak nejteplejší zimou v historii přístrojových měření nejen v Česku (obr. 1), ale v celé střední Evropě.

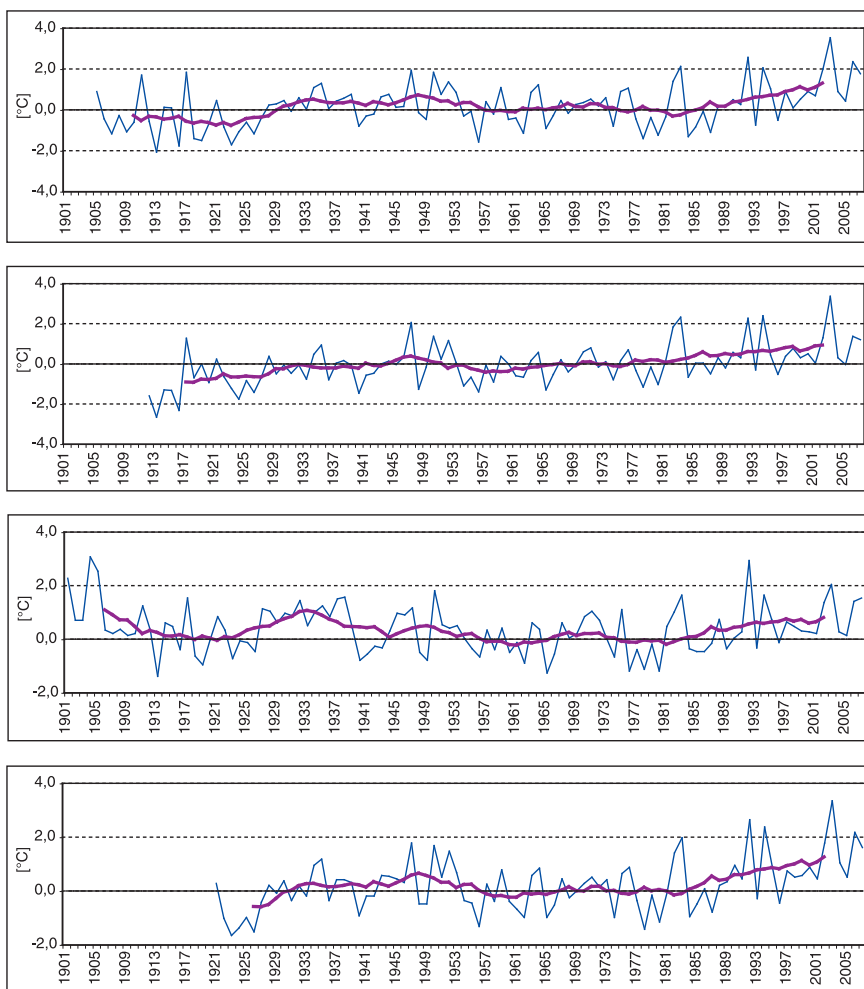
Po prvních třech měsících roku, které byly srážkově nadprůměrné (v lednu jsme naměřili 180 % srážkového průměru), následoval mimořádně suchý duben (pouze 10 % dlouhodobého srážkového průměru). Na mnoha místech v Česku nespadla za celý měsíc ani kapka vody (hlavně na jižní Moravě, v severních Čechách, ale i ve východních Čechách a na severní Moravě). Jen pro zajímavost ČHMÚ měřilo srážky v dubnu 2007 na 837 stanicích a z toho na 140 stanicích napršelo za celý měsíc méně než 1 mm srážek a na 631 stanici méně než 5 mm srážek. Nejenže v dubnu nepršelo, ale bylo i hodně teplo a 13. dubna jsme zaznamenali první letní den s teplotou nad 25 °C. Téměř bezob-

lačné počasí po celý duben, přerušované pouze odpoledními a nočními bouřkami, znamenalo pro duben nezvykle dlouhé trvání slunečního svitu (180 % dlouhodobého průměru), obr. 2.

Již 14. května zažila Česká republika první z tropických dnů s teplotou 30 °C a více, kterých jsme za celý rok zaznamenali 48 (počet dní je normován na průměrný počet stanic v jednotlivých letech od roku 1961), ve srovnatelně teplém roce 2000 to bylo 38, ovšem v průměru se u nás vyskytuje pouze 31 dní, kdy alespoň na jedné meteorologické stanici zaznamenáme tropický den (obr. 3).

Po nejteplejší zimě v historii měření následovalo i nejteplejší jaro i mimořádně teplé léto (obr. 4). Od září 2006 až do srpna 2007 meteorologové v Evropě neustále zaznamenávali teplotně nadnormální měsíce a toto 12měsíční období se tak stalo nejteplejším v historii měření. V červenci 2007 dosahovaly teploty i 38 °C (Poděbrady, Kopisty a další) a v jedenáctidenním období od 14. do 24. července vystupovaly teploty každý den nad tropickou třicítku. Nejvyšší teploty v historii měření však dosaženy nebyly, 27. červenec 1983 stanice v Praze-Uhřetěvsi zaznamenala odpolední teplotní maximum 40,2 °C a teplotní odchylka průměrné měsíční teploty od dlouhodobého průměru byla „jen“ 1,4 °C (v roce 2006 byl červenec o 4,5 °C teplejší než dlouhodobý průměr).

Měsíc srpen se vyznačoval hlavně intenzivními srážkovými lijáky v letních bouřkách (např. 10. srpna napadlo v Pertolticích, okr. Liberec, 116,5 mm nebo 19. srpna na stanici Praha-Chodov 121,2 mm), měsíc jako celek však byl srážkově průměrný (92 % dlouhodobého průměru). V průběhu celého roku se u nás vyskytlo 32 dní s bouřkou, přičemž v průměrném roce zaznamenáváme 17 bouřkových dní.

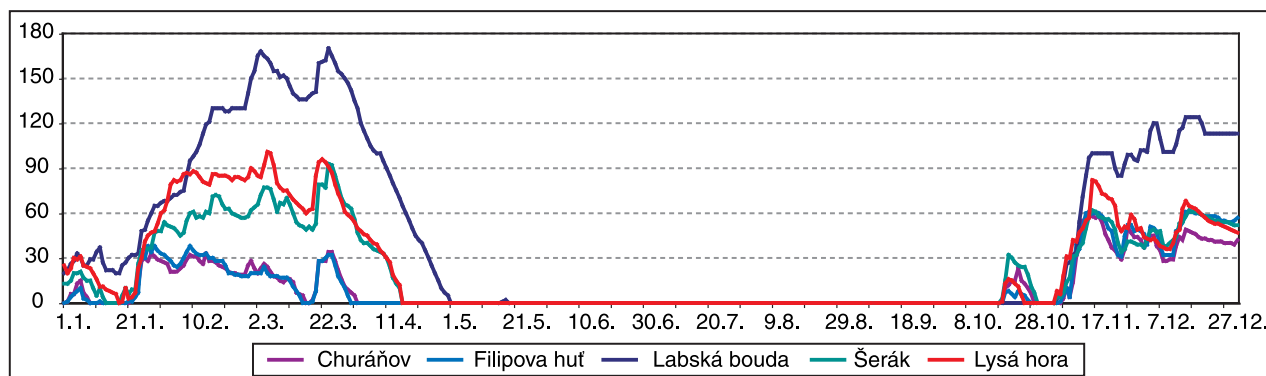


Obr. 4 Průměrná letní teplota (červen, červenec, srpen) na stanicích Milešovka, Klatovy, Opava a Praha-Karlov vyjádřená v odchylkách od dlouhodobého průměru 1961–1990 [°C].

Fig. 4. An average summer air temperature (June, July, August) at the stations Milešovka, Klatovy, Opava and Praha-Karlov expressed in deviations from the long-term average 1961–1990 (°C).

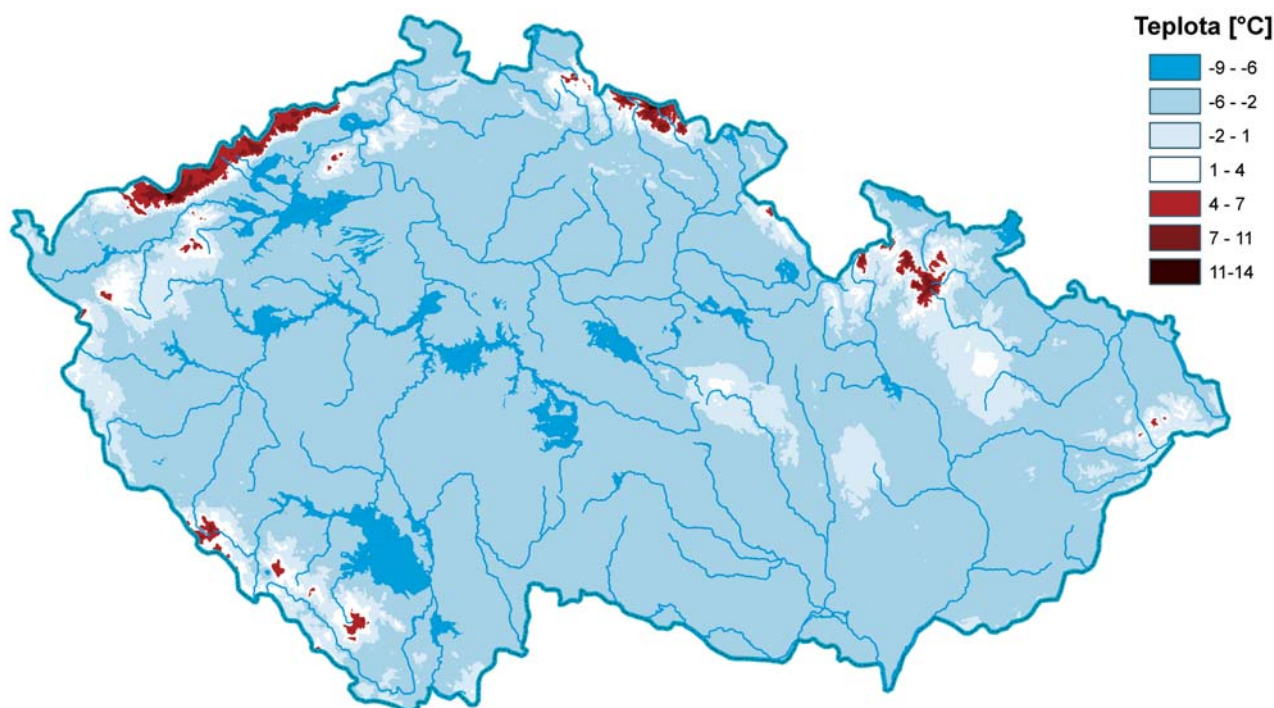
Měsíce září, říjen a listopad byly mírně teplotně podprůměrné, prosinec zatím vychází o 0,1 °C teplejší, než je dlouhodobý průměr. Srážkově se však měsíc září překonával. Napršelo v průměru 117 mm, což bylo 225 % dlouhodobého průměru, a stal se tak nejdeštivějším měsícem roku (nejčastěji bývá nejdeštivějším měsícem v roce červen).

Do konce roku byl srážkově nadnormální (150 %) i měsíc



Obr. 5 Výška sněhové pokrývky [cm] v roce 2007 na horských stanicích.

Fig. 5. The depth of snow cover (cm) in 2007 at mountain stations.



Obr. 6 Inverzní oblasti 20. prosince 2007 podle odchylky průměrné denní teploty od dlouhodobého průměru.

Fig. 6. Inversion areas on 20 December 2007 according to the deviation of an average daily air temperature from the long-term average.

listopad, zde však byly tyto srážky od 5. listopadu na celém území většinou sněhové a sněhová pokrývka dosáhla už 16. listopadu na Labské boudě výšky 1 metru. První sněžení v roce jsme však zaznamenali už 4. září v západních Čechách, na Šumavě a v Jeseníkách a první sněhová pokrývka ležela několik dní v horských oblastech již od 19. října (obr. 5).

Druhou polovinu prosince lze charakterizovat stabilním inverzním počasím se zataženou oblohou, mlhavými dny a zápornými teplotami téměř v celé republice v polohách pod 800 m n. m. Naproti tomu na horách převládalo jasné a slunečné počasí s příjemnými teplotami i několik stupňů nad nulou. Právě vyšší teploty na horách způsobily, že měsíc prosinec bude v České republice teplotně mírně nad dlouhodobým průměrem (obr. 6).

Literatura

- [1] BROWN, R.D., 2007. Snow cover variability in Bulgarian mountainous regions, 1931–2000. *International Journal of Climatology*, Vol. 27, s. 1215–1229.
- [2] KUNDZEWICZ, Z.W.–JÓZEFczyk, D.–OSTERLE, H., 2007. Warmest 12 consecutive months on record at the Potsdam meteorological station, Germany. *Weather*, Vol. 62, No.10, s. 284–286.
- [3] TEBALDI, C.–HAYHOE, K.–ABLASTER, J.M.–MEEHL, G.A., 2006. An intercomparison of model-simulated historical and future changes in extreme events. *Climatic Change*, Vol. 79, s. 185–211.

Lektor (Reviewer) RNDr. L. Němec.

PARNÍ TLAK A TEPLoty VZDUCHOVÉ

Jazyk jako prostředek lidské komunikace se s časem vyvíjí, a to i jazyk odborný. Jan Palacký v první české meteorologické příručce z roku 1863 psal, že mha není nic než zhoustnutí vodní páry a mračivost hojnost mraků na jednom místě za rok. Z meteorologické ročenky Přírodopysného spolku v Brně za rok 1905 se dovídáme, že denní lhůty pozorování byly v 7 hodin ráno, ve 2 hodiny odpoledne a v 9 hodin večer, že hodinové tlaky vzduchové zaznamenal tlakopisec, teploty vzduchové teplopisec a že se také měřilo trvání výsluní. Krajní teploty vzduchové byly vzaty z pozorování lůhůtých, parní tlak se udával v milimetrech a vlhkost vzduchová v procentech maxima. V Meteorologickém názvosloví z roku 1941 sice ještě nacházíme čaru úžlabí, prameniště vzdušiny

či vybíravou pohltivost, avšak heslář je už povětšinou moderní a současný. Jeho autor Bohuslav Hruďička nemohl tušit, že se u nás na počátku 21. století vynoří terminologický spor konvekční a konvektivní. Slovo konvekce jeho heslář ani neobsahuje, zato má mlhu advekční, nikoliv advektivní. Je pozoruhodné, že bez pojmu konvekce se obešel i Stanislav Hanzlík ve své učebnici z roku 1956.

I když jsme už dávno opustili tlaky vzduchu i vodních par v množném čísle, čeští prognostici nadále předpovídají noční a denní teploty, jako by se měřily teploty, nikoliv teplota a meteorologický prvek se nenazýval teplota, ale teploty vzduchu. Přátelé, nebojte se přejít k singuláru, lid si na to zvykne.

Karel Krška

DLOUHODOBÉ ZMĚNY ČETNOSTI POVODNÍ NA VLTAVĚ V PRAZE A NA LABI V DĚČÍNĚ VE VZTAHU K ATMOSFÉRICKÉ CIRKULACI A VÝZNAMNÝM SRÁŽKÁM

Jan Kyselý, Ústav fyziky atmosféry AV ČR, v. v. i., Boční II 1401/1a, 141 31 Praha 4-Spořilov, e-mail: kyselý@ufa.cas.cz
Vilibald Kakos, Ústav fyziky atmosféry AV ČR, v. v. i., Boční II 1401/1a, 141 31 Praha 4-Spořilov
Olga Halášová, Český hydrometeorologický ústav, Pobočka Hradec Králové, Dvorská 410/102, 503 11 Hradec Králové, e-mail: halasova@chmi.cz

Long-term changes in the frequency of floods on the Vltava river in Prague and the Elbe river in Děčín in relation to atmospheric circulation and heavy precipitation. Variability of floods and heavy precipitation events is analyzed using series of peak discharges on the Vltava river in Prague and the Elbe river in Děčín, reaching or exceeding a 2-yr flood, and multiple characteristics of intense precipitation measured at gauge stations in Bohemia. The occurrence of winter floods shows a conspicuous decline since the end of the 19th century, particularly on the Vltava river, while there is no clear trend in the frequency of summer floods over the same period. Differences between the long-term variability of winter floods on the Vltava and Elbe rivers may reflect changes in snow accumulation characteristics between north and south parts of Bohemia since the late 19th century. A long-term decrease (increase) in characteristics of heavy precipitation in winter (summer) hydrological half-year appears at Prague-Klementinum since the mid-19th century. It suggests that the decline in the winter flood occurrence is not only due to a warming trend and a reduced snow accumulation, but the decrease in the frequency of intense rainfall plays a role as well. Increasing trends in heavy precipitation in winter over the past 45 years, prevailing particularly at sites in higher-elevated regions that are windward in prevailing southwestern to northwestern flows, point to the fact that changes in the frequency and intensity of zonal circulation play an important role in governing changes in heavy precipitation and possibly affect also on trends in winter floods.

KLÍČOVÁ SLOVA: povodně – srážky atmosférické – cirkulace atmosférická – akumulace sněhu – proměnlivost dlouhodobá – změna klimatu – Česká republika – Praha-Klementinum

KEY WORDS: floods – precipitation – atmospheric circulation – snow accumulation – long-term variability – climate change – Czech Republic – Prague-Klementinum

1. ÚVOD

Dlouhodobá proměnlivost výskytu klimatických extrémů významným způsobem ovlivňuje lidskou společnost. Povodně patří na našem území mezi jevy s největším ekonomickým dopadem, o čemž svědčí mj. obrovské materiální škody při posledních rozsáhlých záplavách na území Čech v srpnu 2002.

Nedávný výskyt extrémních povodní ve střední Evropě (z hlediska rozsahu postiženého území a velikosti kulminačních průtoků zejména 1997, 2002; např. [2, 11]) znovu oživil i otázky souvislosti povodní a předpokládaného zesílení hydrologického cyklu v budoucím (teplejším) klimatu (např. [28]). Zvýšení četnosti a velikosti významných srážkových úhrnů a dešťových povodní je pravděpodobným scénářem klimatické změny ve střední Evropě (mj. [9]) a i z tohoto důvodu se věnuje studiu povodní, jejich meteorologických příčin a možností omezení společensko-ekonomických dopadů velká pozornost.

Je přitom dobře známo, že povodeň v Čechách v roce 2002 nastala po období snížené povodňové aktivity („povodňového klidu“) trvající zhruba půlstoletí, kdy hodnoty kulminačních průtoků, ale i četnost především smíšených povodní (z tání sněhu a dešťových srážek) na povodích o velké ploše byly relativně velmi malé [15]. Od roku 1941 až do července 2002 se na Vltavě v Praze vyskytla nejvýše 10letá voda, pouze červencová povodeň v roce 1954 by bez vlivu právě dokončeného vodního díla Slapy byla 20letá [2]. Tyto změny v povodňovém režimu byly mnohdy mylně přisuzovány hlavně vlivu vybudované vltavské kaskády. Ta je však schopna rozsah vel-

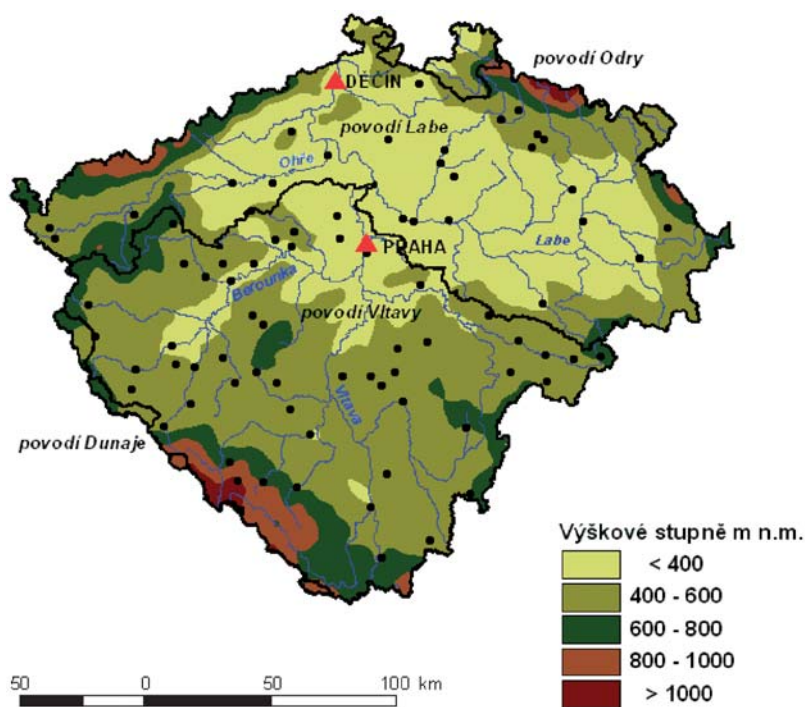
kých vod pouze zmírnit a s rostoucí velikostí povodně relativní snížení kulminačního průtoku klesá [12]. Povodeň ze srpna 2002, která dlouhé období „povodňového klidu“ ukončila, byla v Praze prokazatelně největší přinejmenším od roku 1432, pravděpodobně se však jednalo o vůbec největší známou historickou povodeň na dolním toku Vltavy [3, 22].

Dlouhodobému kolísání povodní ve střední Evropě a na území Čech se věnovala řada nedávných prací (např. [2, 3, 15, 21]). Cílem tohoto příspěvku je uvést proměnlivost povodní na Vltavě v Praze a na Labi v Děčíně do vztahu k proměnlivosti atmosférické cirkulace a významných srážkových úhrnů (v dlouhodobé srážkoměrné řadě v Praze-Klementinu a v síti stanic na území Čech) a ukázat na možné příčiny rychlejšího poklesu četnosti pražských povodní oproti děčínským v zimních a jarních měsících.

2. DATA A METODY

2.1 Povodňové průtoky v Praze na Vltavě a v Děčíně na Labi

Pro analýzu povodňových průtoků na Vltavě a na Labi byly použity vodoměrné stanice Praha a Děčín. Jako základní data byly z obou těchto řad vybrány případy, které dosáhly nebo překročily hodnotu 2letého kulminačního průtoku ($Q_2 = 1\,090\text{ m}^3\cdot\text{s}^{-1}$ v Praze, $Q_2 = 1\,830\text{ m}^3\cdot\text{s}^{-1}$ v Děčíně [4]). Případy s dosažením již tohoto průtoku budeme nazývat povodněmi, i když se při nich povodňové škody zpravidla ještě nevyskytují. Údaje byly k dispozici za období 1851–2005 [2]; vyřazeny byly případy kulminačních průtoků, pokud byl časový interval mezi sousedními kulminace-



Obr. 1 Rozložení stanic použitých ke zpracování charakteristik významných srážek a poloha vodoměrných stanic Praha a Děčín. Vyznačena jsou rovněž hlavní povodí a výškové stupně.

Fig. 1. Distribution of stations used for processing of characteristics of heavy precipitation and location of water-gaging stations Prague and Děčín. Main catchments and elevations are indicated as well.

mi kratší než 12 dní. U případů po roce 1954 včetně bylo uvažováno ovlivnění průtoků vltavskou kaskádou podle [12], po roce 1990 byl odhad proveden ve spolupráci s pracovníky dispečinku Povodí Vltavy, s. p., a ČHMÚ. Do souboru byly tedy vzaty i případy povodní s kulminací menší než Q_2 , kdy byl průtok snížen vltavskou kaskádou pod tuto úroveň. K nim patří i případ z 23. 12. 1993, kdy skutečný kulminační průtok v Praze činil $1\,020\text{ m}^3\cdot\text{s}^{-1}$ a po zahrnutí vlivu vltavské kaskády $1\,200\text{ m}^3\cdot\text{s}^{-1}$ [2]. Podle nejnovější práce [13] byla s využitím hydrologických modelů tato hodnota stanovena na $1\,150\text{ m}^3\cdot\text{s}^{-1}$. Přitom se předpokládá, že průtoky na Labi v Děčíně nebyly výrazněji ovlivněny jiným vodním dílem (týká se zejména přehrady Nechanice v povodí Ohře; vliv ostatních vodních děl v povodí Labe je vzhledem k vltavské kaskádě zanedbatelný). Obě vzniklé úplné řady kulminačních průtoků za období 1851–2005 (v [2] jsou uvedeny pražské povodně i před rokem 1851, údaje však nejsou úplné) lze tedy pokládat za poměrně homogenní.

2.2 Srážkoměrné údaje

K analýze dlouhodobých změn charakteristik významných srážek byla použita řada denních měření v Praze-Klementinu od roku 1840. Přestože jsou srážkoměrné údaje k dispozici už od května roku 1804 (v řadě chybí pouze leden 1806), nejranější období nebylo analyzováno s ohledem na jejich horší kvalitu [16]. V roce 1839 byl instalován nový srážkoměr na střeše budovy, poté se už poloha srážkoměru neměnila. Podle hodnocení provedeného Wijngaardovou a kol. [30] nebyly v klementinské srážkové řadě od roku 1901 nalezeny nehomogenity. Při interpretaci výsledků týkajících se dlouhodobých změn je však třeba vzít do úvahy možné

problémy s kvalitou srážkoměrných dat v období od roku 1840 do konce 19. století [16].

Dále byla využita měření denních úhrnů srážek v síti 84 stanic v povodích Vltavy a Labe (obr. 1), dostupná za období 1961–2005. Stanice byly voleny tak, aby pokrývaly pokud možno rovnoměrně celé území obou vybraných povodí a v uvedeném období nedošlo k jejich významnému přesunu; z analýzy byly proto vyloučeny všechny stanice, které byly přemístěny o více než 50 m v nadmořské výšce. Až na výjimky se jedná o nepřerušené řady bez chybějících dat, pouze na méně než 10 % stanic musela být chybějící denní data (nejvýše 2 měsíce za 45 let) interpolována z měření blízkých srážkoměrných stanic podle postupu navrženého P. Štěpánkem (ČHMÚ). V povodí Vltavy se nachází 57 lokalit (plocha povodí $28\,090\text{ km}^2$ [29]), ve zbylém povodí Labe 27 ($23\,302\text{ km}^2$). Poněkud odlišný charakter obou povodí podle výškového členění ilustruje skutečnost, že zatímco v povodí Vltavy leží ve výškách do 300 (400) m n.m. jen 9 % (30 %) stanic, ve zbylém povodí Labe je to 44 % (63 %) stanic.

Pro další zpracování byl soubor rozdělen na letní (květen–říjen) a zimní (listopad–duben) hydrologické pololetí (dále

LHP, ZHP). Zkoumané charakteristiky významných srážkových událostí zahrnují

- maximální k -denní srážkové úhrny ($k = 1$ až 30 dnů) v LHP a ZHP;
- podíl srážek ve dnech s vydatnými srážkami (tj. ve dnech s 24hodinovým úhrnem nad zvolenou prahovou hodnotou – zde 40 mm v LHP a 20 mm v ZHP) na celkovém úhrnu;
- počet dnů s takto definovanými vydatnými srážkami;
- četnost 3denních srážkových úhrnů ≥ 30 a 50 mm v LHP (≥ 15 a 25 mm v ZHP);
- index denní intenzity [6], definovaný jako podíl srážkového úhrnu v daném pololetí a počtu dní s úhrnem srážek ≥ 1 mm;
- index intenzity srážek [14], definovaný jako průměrný srážkový úhrn ve dnech se srážkami ≥ 0.1 mm.

Ke stanovení trendu byl použit neparametrický odhad pomocí Kendallova tau (např. [32]), který je vhodnější mírou než klasický lineární regresní koeficient. Statistická významnost trendu byla určena s využitím Mann-Kendallova testu.

3. VÝSLEDKY

3.1 Základní charakteristika povodní

Naprostou většinu povodní na Vltavě v Praze a na Labi v Děčíně lze přiřadit jednoznačně do jednoho ze dvou typů, zimního (Z) nebo letního (L) [2, 10].

Pro povodně typu Z, vyvolané kombinací velkoplošných srážek ve formě deště, orograficky zesílených, a tání sněhu, případně ledovými jevy na tocích, jsou charakteristické výrazné kladné odchylky teploty od dlouhodobého průměru příslušných kalendářních dnů ve dnech D–3 až D–1 (D–4 až D–1)

před dnem kulminace D v Praze (Děčíně, viz tab. 1), které činí v některých případech až +8 °C (na základě údajů z Prahy-Klementina). Delší období před dnem D se pro Děčín zvolilo z důvodů rozdílných postupových dob povodňových vln. Tyto kladné teplotní odchylky jsou způsobeny převládajícím zonálním prouděním (od JZ až SZ) se sérií postupujících cyklon s jednotlivými frontálními systémy, kde středy těchto cyklon procházejí obvykle severně od území ČR [2, 10, 18].

Příčinou povodní typu L jsou intenzivní dlouhotrvající srážky zasahující relativně velké území, místy zesílené rovněž orografickými efekty, popř. i bouřkovými přívalovými dešti, k nimž jako důležitý faktor přistupuje nasycenost povodí [2, 22]. Výrazné záporné odchylky teploty od normálu ve dnech D-3 až D-1 (D-4 až D-1) před kulminací se mohou blížit až k -8 °C. Typické cirkulační podmínky jsou cyklona nebo bráza nízkého tlaku vzduchu nad střední Evropou a cyklonální situace se severní nebo východní složkou proudění. Zpravidla se jedná o pomalu postupující teplotně asymetrickou cyklonu (se středem jižně až východně od postiženého území) z oblasti Středozemního moře nebo Balkánského poloostrova převážně k SV až S [2, 21, 26]. Na dolních tocích Vltavy a Labe se prakticky nevyskytují velké povodně typu L, jejichž hlavní příčinou by byly přívalové srážky z konvekční oblačnosti zasahující relativně malou část povodí. Výjimku tvoří jen květnová povodeň z roku 1872, která byla způsobena plošně rozsáhlými bouřkovými přívalovými dešti v povodí Berounky [23].

Uvažujeme-li celé období 1851–2005, pak v obou vodoměrných profilech výrazně převládají povodně typu Z; v Praze

tvoří 66 % všech alespoň dvouletých povodní, v Děčíně 73 %. S rostoucí velikostí povodně se však jejich relativní zastoupení vzhledem k typu L snižuje, a to zejména v Praze; vůbec největší historické povodně v těchto vodoměrných profilech byly typu L [3]. Nejnověji byla četnost pražských a děčínských povodní podrobně zpracována v [2] pro jednotlivé měsíce, zimní a letní pololetí a dále pak i pro různé N-letosti kulmi-načních průtoků.

3.2 Časová proměnlivost výskytu povodní typu Z v Praze a Děčíně

V obou řadách se projevuje pokles četností povodní typu Z, který je na Vltavě v Praze výraznější než na Labi v Děčíně (obr. 2, tab. 1). Převládající sestupný trend souvisí jednoznačně s celkovým oteplováním ve střední Evropě v zimním období roku zhruba od druhé poloviny 19. století. Tím dochází rovněž k postupně ubývajícím potenciální akumulaci vody ve sněhové pokrývce se zmenšující se pravděpodobností tání dostatečného množství sněhu při oblevách. Z rozboru uvedeného v [2] je zřejmé, že k poklesu četnosti došlo zhruba až ve druhé polovině zimy, kdy je vyšší pravděpodobnost výskytu větších zásob sněhu. Postupné oteplování se odráží i v nárůstu průměrných teplot při oblevách před dnem kulminace v Praze a v Děčíně v průběhu jednotlivých 50letých období (tab. 1). Vyšší teploty mají dále za následek větší podíl dešťových srážek na úkor sněhových, což vede opět ke snížení výšek nově napadlého sněhu, ale také k rychlejšímu tání stávající sněhové pokrývky. Méně pravděpodobný je v důsledku oteplování také výskyt ledových jevů na řekách.

Tab. 1 Četnosti a charakteristiky povodní zimního (Z) a letního (L) typu na Vltavě v Praze a na Labi v Děčíně a četnosti významných srážkových úhrnů v Praze-Klementinu v obdobích 1851–1900, 1901–1950 a 1951–2005. Průměrná teplota a srážky ve dnech před kulminací jsou podle Prahy-Klementina. V posledních dvou sloupcích X = 15 (30) v zimním (letním) hydrologickém pololetí

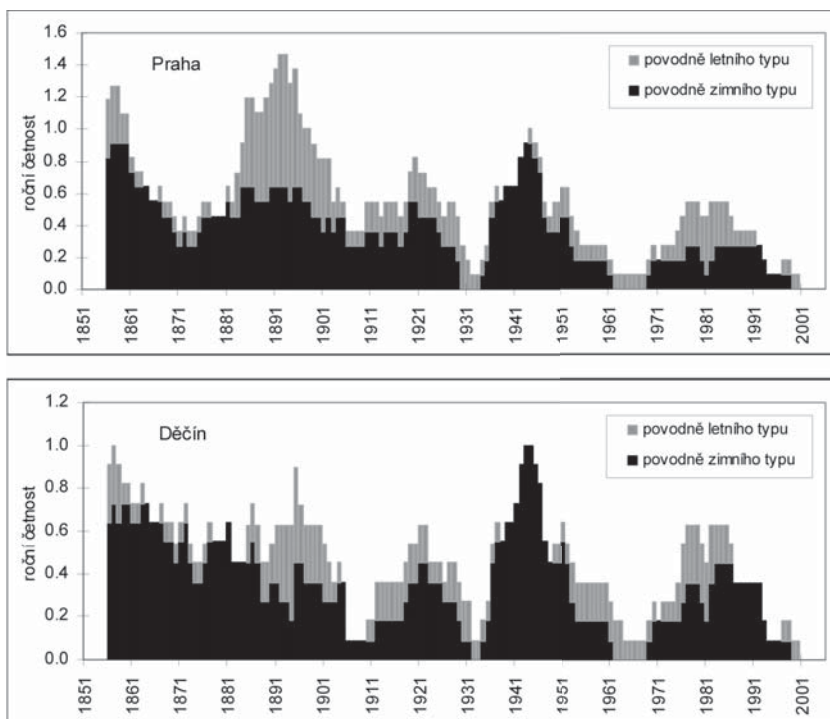
Table 1. Frequency and characteristics of winter (Z) and summer (L) floods on the Vltava river in Prague and the Elbe river in Děčín and frequency of heavy precipitation in Prague-Klementinum in the periods 1851–1900, 1901–1950 and 1951–2005. An average air temperature and precipitation in the days before the maximum peak-water stage are according to the data of Prague-Klementinum. In the last two columns X = 15 (30) in the winter (summer) hydrological half-year.

a) Praha

Typ	Období	Počet případů Qk ≥ Q2	Prům. teplota ve dnech D-3 až D-1 – odchylka od normálu [°C]	Prům. úhrn srážek ve dnech D-3 až D-1 [mm]	Roční četnost 1denních úhrnů ≥ X mm v daném pololetí	Roční četnost 3denních úhrnů ≥ X mm v daném pololetí
Z	1851–1900	31	3.2	10.5	0.94	2.16
	1901–1950	19	3.4	8.2	0.56	2.04
	1951–2005	8	3.9	7.4	0.65	1.75
L	1851–1900	16	-3.0	33.9	0.42	1.48
	1901–1950	7	-1.9	33.2	1.08	2.24
	1951–2005	7	-4.5	54.1	0.80	2.02
Z	1851–2005	58	3.4	9.3	0.72	1.97
L	1851–2005	30	-3.1	38.4	0.77	1.92

b) Děčín

Typ	Období	Počet případů Qk ≥ Q2	Prům. teplota ve dnech D-4 až D-1 – odchylka od normálu [°C]	Prům. úhrn srážek ve dnech D-4 až D-1 [mm]
Z	1851–1900	27	3.2	11.5
	1901–1950	17	3.5	12.5
	1951–2005	10	4.4	8.2
L	1851–1900	9	-3.3	43.4
	1901–1950	4	-2.5	26.6
	1951–2005	7	-3.6	58.9
Z	1851–2005	54	3.5	11.2
L	1851–2005	20	-3.2	45.5



Obr. 2 Dlouhodobé změny četností alespoň 2letých povodní zimního a letního typu v Praze a Děčíně. Znáznorněny jsou 11leté klouzavé průměry.

Fig. 2. Long-term changes in the frequency of at least 2-yr floods of the winter and summer types in Prague and Děčín. 11-yr running averages are shown.

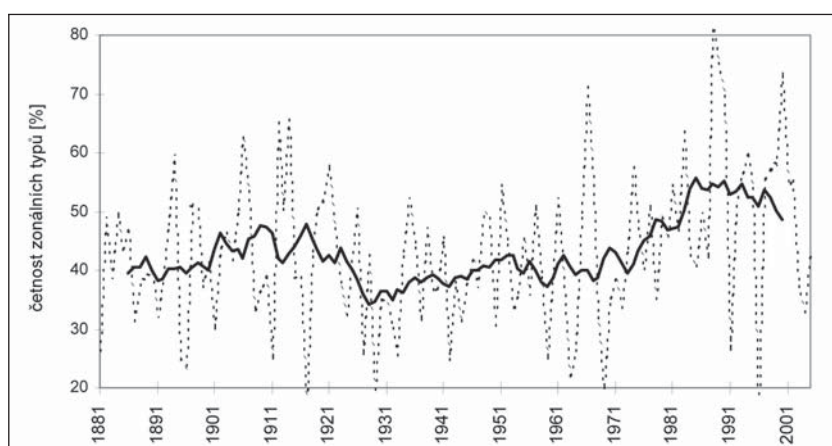
Rozdíl mezi oběma řadami dobře ilustruje odlišná rychlost poklesu hodnot kulminačních průtoků povodní typu Z s periodou opakování 100 let, odhadnutá pomocí nestacionárních modelů extrémních hodnot v [31]. Jen mezi roky 1930 a 2005 poklesla hodnota 100letého průtoku (Q_{100}) při povodních typu Z na Vltavě v Praze zhruba z $2\,200\text{ m}^3\cdot\text{s}^{-1}$ na $1\,750\text{ m}^3\cdot\text{s}^{-1}$, zatímco na Labi v Děčíně přibližně z $3\,150\text{ m}^3\cdot\text{s}^{-1}$ na $3\,000\text{ m}^3\cdot\text{s}^{-1}$. Uvedené modely přitom vycházely z kulminačních průtoků opravených o vliv vltavské kaskády.

Nápadný rozdíl mezi poklesem četnosti povodní typu Z (popř. i mnohem větší snížení hodnoty Q_{100}) na Vltavě

než stejného procentuálního úbytku zásob vody ve sněhové pokrývce (při postupném oteplování) navíc nemusí být splněn, a to vzhledem k rovnoměrnějšímu výškovému členění povodí Vltavy ve srovnání se zbylým povodím Labe. Především v oblastech nadmořských výšek zhruba 400 až 800 m, které se ve zbylém povodí Labe vyskytují mnohem méně než v povodí Vltavy (obr. 1), dochází při dílčích otepleních v průběhu zimy k úbytkům sněhové pokrývky. V povodí Vltavy je proto větší pravděpodobnost postupného odtávání sněhu. Protože četnost těchto dílčích oblev při zvyšujících se zimních teplotách roste, lze předpokládat, že tento efekt přispěl k výraznějšímu poklesu četnosti povodní typu Z na Vltavě v Praze oproti Labi v Děčíně v průběhu 20. století.

b) Změny atmosférické cirkulace

Za předpokladu zesílených a častějších zonálních situací v zimě s přílivem poměrně teplého a vlhkého oceánského vzduchu ze západního kvadrantu je větší pravděpodobnost vypadávání intenzivních dešťových srážek zejména na přecházejících frontách, které jsou výraznější v severní polovině Čech než v jižní, což by mohlo přispívat k většímu poklesu počtu povodní vyvolaných táním sněhu v povodí Vltavy. Při silném západním proudění budou ještě více orograficky zesilovat srážky v S a SV pohraničí než na Šumavě a v Novohradských horách. Zesílené zonální proudění v zimě, projevující se např. v růstu indexu Severoatlantské oscilace (NAOI) a středoevropského zonálního indexu (CEZI), je podle modelo-



Obr. 3 Dlouhodobé změny četnosti zonálních typů (západní, jihozápadní a severozápadní) podle Hesse a Brezowského klasifikace v období prosinec–březen. Hlazená křivka odpovídá 11letým klouzavým průměrům.

Fig. 3. Long-term changes in the frequency of zonal types (western, southwestern and northwestern) according to the Hess-Brezowsky classification in the period December–March. The smoothed curve corresponds to 11-yr running averages.

vých studií pravděpodobným scénářem změny klimatu nad Evropou (např. [24]), a k výraznému zesílení zonálního proudění v zimě došlo v průběhu druhé poloviny 20. století [1, 19].

Ve dnech bezprostředně předcházejících kulminačním průtokům povodní typu Z na Vltavě v Praze jednoznačně převládají zonální situace: podle Hesse a Brezowského klasifikace [7], která umožňuje zpracování od roku 1881, se západní (Wz, Wa, WW, WS), jihozápadní (SWz, SWa) a severozápadní (NWz, NWa) typy vyskytují v 76 % dnů D-4 až D-1 (dlouhodobá normálová četnost těchto typů v období od prosince do března je přitom pouze 43 %). Dlouhodobé změny celkové četnosti uvedených typů v zimním období ukazuje obr. 3; výrazný nárůst je patrný od poloviny 20. století, s maximálními hodnotami v posledních dvou desetiletích. Vzhledem k tomu, že zonální situace jsou v zimě provázány ve střední Evropě kladnými odchylkami teploty od normálu a omezenou možností akumulace větších zásob vody ve sněhové pokrývce v nižších nadmořských výškách, přispívají tyto změny atmosférické cirkulace k výraznému poklesu četnosti povodní typu Z v obou profilech.

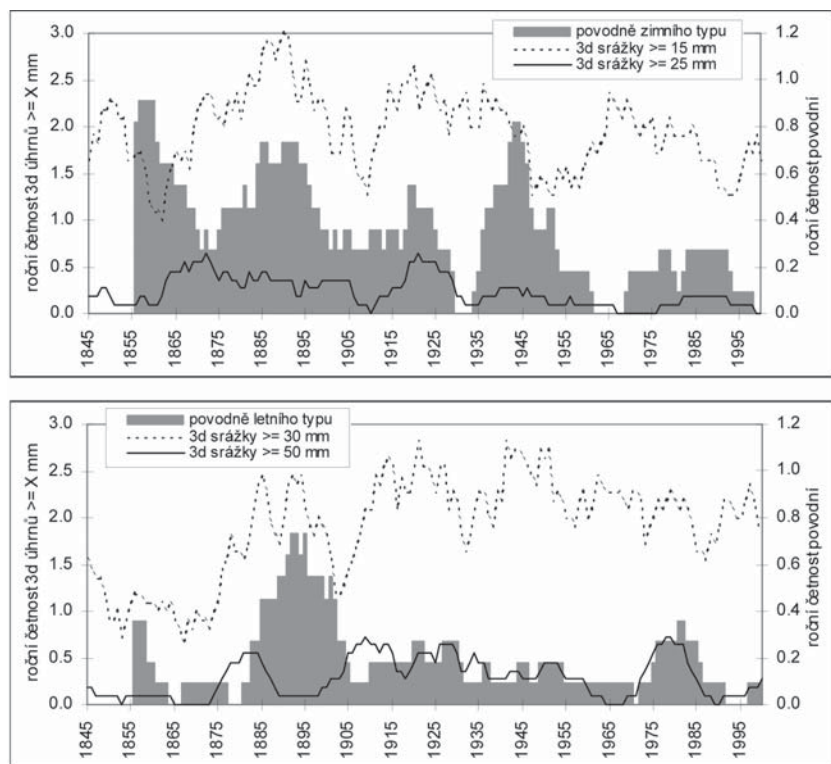
Změny v charakteru atmosférické cirkulace v období od prosince do března směrem k větší zonalitě lze prokázat i srovnáním četností jednotlivých směrů větru v Praze-Klementinu v obdobích 1881–1910 a 1961–1990. Na přelomu 19. a 20. století byla cirkulace výrazně meridionálnější, o čemž svědčí větší zastoupení severních a jižních směrů proudění. Ve druhém období se výrazně zvýšila četnost západního proudění.

3.3 Časová proměnlivost výskytu povodní typu L v Praze a Děčíně

Četnosti povodní typu L nevykazují v Praze ani v Děčíně (po relativně klidném období třetí čtvrtiny 19. století a maximum na konci 19. století) výraznější sestupnou tendenci (obr. 2). Maximum na konci 19. století v Praze koincidovalo i s maximem četnosti povodní typu Z. Toto období také souhlasí s nejdelším obdobím s nadnormálními ročními srážkami pro srážkoměrnou řadu na území Čech od roku 1876 [2]. V rozmezí let 1886–1900 se v Praze vyskytlo celkem 22 alespoň dvouletých povodní, zatímco např. v celé druhé polovině 20. století jen 14. V průběhu 20. století však není patrný trend ve výskytu povodní typu L [2, 21], jejich četnost byla dokonce v Praze i Děčíně kolem roku 1980 ve 20. století nejvyšší (obr. 2). Pokles povodňové aktivity během 20. století je tak dán výhradně snížením četností povodní typu Z.

3.4 Časová proměnlivost vysokých srážkových úhrnů v Praze-Klementinu

Dlouhodobé změny ve výskytu významných srážek podle údajů z pražského Klementina jsou zachyceny na obr. 4 pomocí četností 3denních srážkových úhrnů přesahujících 15 a 25 mm v ZHP, resp. 30 a 50 mm v LHP a na obr. 5 pomocí maximálních 1denních až 30denních úhrnů. Z dlouhodobé-



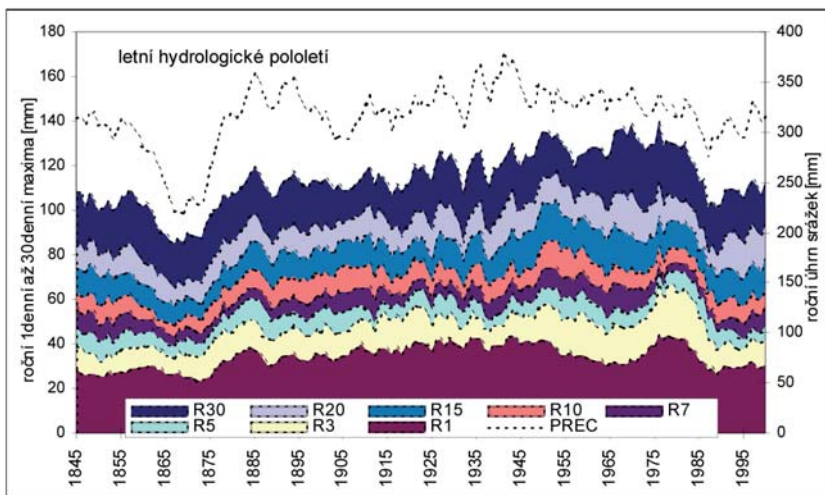
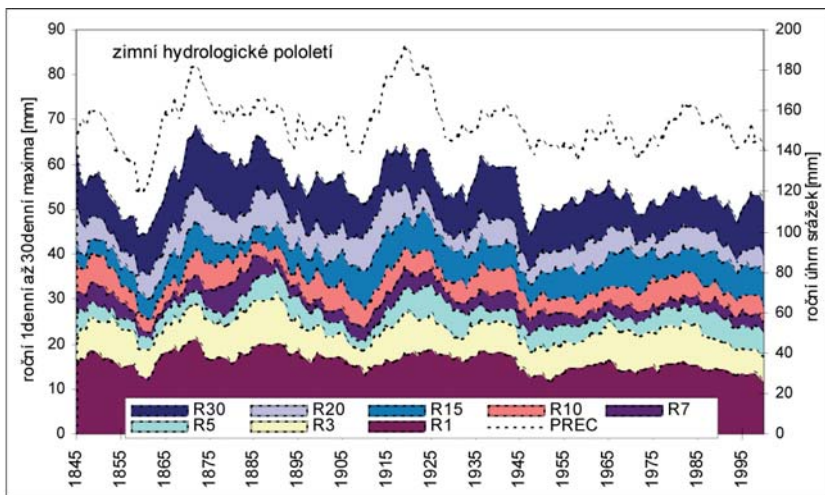
Obr. 4 Dlouhodobé změny četností 3denních srážkových úhrnů ≥ 15 a 25 mm (≥ 30 a 50 mm) v zimním (letním) hydrologickém pololetí v Praze-Klementinu. Znáznorněny jsou rovněž změny ve výskytu alespoň dvouletých povodní zimního (letního) typu na Vltavě v Praze. Zobrazené hodnoty odpovídají 11letým klouzavým průměrům.

Fig. 4. Long-term changes in the frequency of 3-day precipitation amounts ≥ 15 and 25 mm (≥ 30 and 50 mm) in the winter (summer) hydrological half-year in Prague-Klementinum. Changes in the occurrence of at least 2-yr floods of the winter (summer) type on the Vltava river in Prague are represented as well. Values correspond to 11-yr running averages.

ho hlediska je nápadná změna v rozložení výskytu vysokých srážkových úhrnů v průběhu roku. Zatímco v ZHP je od druhé poloviny 19. století patrný výrazný pokles četností 3denních úhrnů přesahujících zvolené prahové hodnoty, v LHP naopak došlo od poloviny 19. století zhruba do poloviny 20. století k nárůstu (obr. 4). Po polovině 19. století nastalo podle klementinské řady vůbec nejvýraznější srážkové minimum, což se projevuje i na obr. 4 zejména v LHP.

Podobný charakter proměnlivosti naznačuje i obr. 5. Nápadnější než dlouhodobý záporný trend maximálních sezonních k -denních úhrnů je v ZHP kolísání na škále desetiletí, s maximy kolem let 1870, 1890, 1920, 1940, 1960 a 1980. Rostoucí trend v LHP je patrný pro všechny hodnoty k od 60. let 19. století, nejvyšších hodnot bylo dosaženo v 50. letech 20. století nebo kolem roku 1980 (v závislosti na hodnotě k). Za zmínku stojí skutečnost, že se postupný růst maximálních k -denních úhrnů v LHP od konce 19. století neprojevil ve zvýšení celkových úhrnů srážek (horní křivka na obr. 5). V průběhu 80. let 20. století následoval výrazný pokles. Podobně i u změn indexu denní intenzity srážek je z dlouhodobého pohledu nápadný rozdílný časový vývoj v ZHP (převládající nárůst) a LHP (pokles).

Souvislost s dlouhodobým kolísáním výskytu povodní je nápadnější v ZHP, v němž dochází k dlouhodobému poklesu četnosti povodní i srážkových extrémů a k poměrně dobré shodě některých lokálních maxim, zejména kolem let 1890 a 1920 (obr. 4). Povodně zimního typu jsou sice do značné míry vyvolány táním sněhu a nemusí tak mít bezprostřední vazbu



Obr. 5 Dlouhodobé změny maximálních k-denních srážkových úhrnů pro $k=1, 3, 5, 7, 10, 15, 20$ a 30 dnů (R1 až R30) v Praze-Klementinu a změny celkových úhrnů srážek v příslušném hydrologickém pololetí (PREC). Hodnoty odpovídají 11letým klouzavým průměrům.

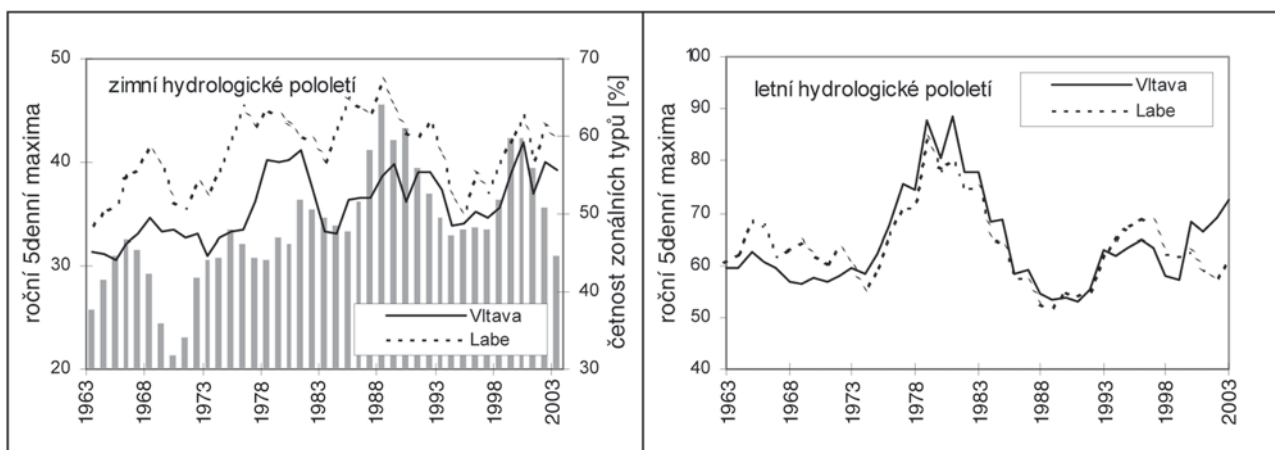
Fig. 5. Long-term changes in the maximum k-day precipitation amounts for $k = 1, 3, 5, 7, 10, 15$ and 30 days (R1 to R30) in Prague-Klementinum and changes in total precipitation amounts in the appropriate hydrological half-year (PREC). Values correspond to 11-yr running averages.

na případy vydatných srážek, intenzivní srážky v podobě deště však přispívají jak k rychlejšímu tání sněhu, tak i k samotnému zvýšení průtoků, a jejich dlouhodobé změny proto (jako jeden z faktorů) ovlivňují možnost výskytu povodní. V LHP je nápadná shoda zvýšení četnosti povodní a srážkových extrémů kolem roku 1980, kdy se vyskytly na území Čech významné povodně typu L, a to každoročně od roku 1977 do roku 1981 [2, 26]. Relativně velký počet časových úseků, v nichž změnám srážkových extrémů neodpovídají obdobné změny četnosti povodní, poukazuje na omezenou vypovídací hodnotu klimatologických charakteristik významných srážek ve vztahu k povodním.

Přestože lze podle závěrů Křivského [17] klementinskou řadu považovat zejména v zimním období za reprezentativní pro oblast Čech, je reprezentativnost srážkoměrné řady z jedné lokality omezená vzhledem k přirozené proměnlivosti atmosférických srážek. Tím spíše to platí pro významné srážkové události. Otázkou, zda mohou být některé dlouhodobé změny společné pro rozsáhlejší území, lze zodpovědět až zpracováním dalších homogenizovaných sekulárních srážkových řad s denním rozlišením na území Čech, na jejichž přípravě se v ČHMÚ pracuje.

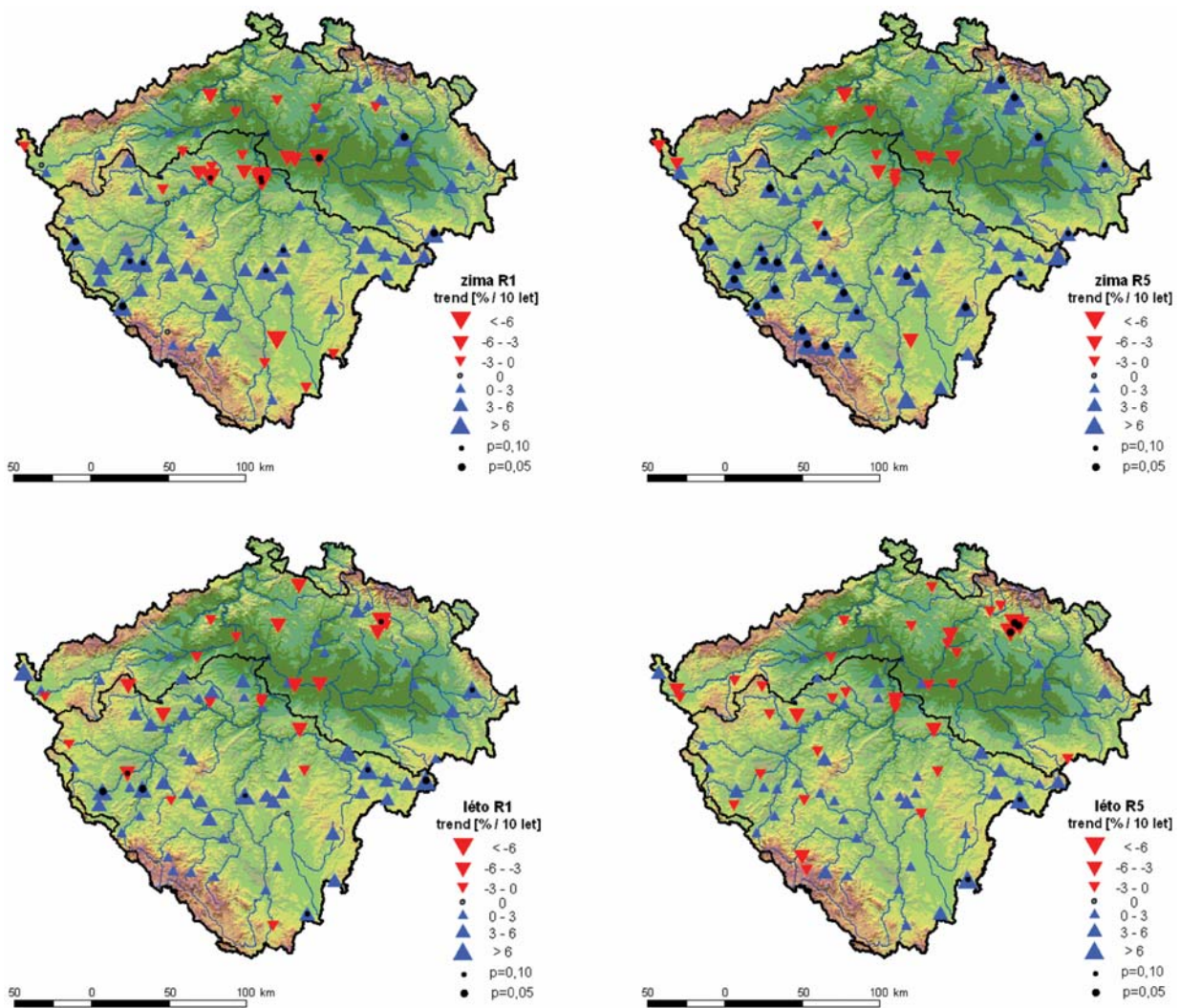
3.5 Časová proměnlivost vysokých srážkových úhrnů v Čechách od roku 1961

Proměnlivost vybraných charakteristik významných srážek za období 1961–2005 byla analyzována na 84 stanicích pokrývajících přibližně úze-



Obr. 6 Proměnlivost maximálních 5denních srážkových úhrnů za období 1961–2005 v povodí Vltavy (průměr z 57 stanic) a ve zbylém povodí Labe (27 stanic). Na levém grafu pro ZHP jsou vyneseny rovněž změny četnosti zónálních typů v období prosinec–březen (sloupce). Hodnoty odpovídají 5letým klouzavým průměrům.

Fig. 6. Variability of the maximum 5-day precipitation amounts for the period 1961–2005 in the Vltava river catchment (an average of 57 stations) and in the remaining catchment of the Elbe river (27 stations). Changes in the frequency of zonal types in the period December – March are also given on the left graph (columns). Values correspond to 5-yr running averages.



Obr. 7 Trendy vybraných charakteristik významných srážek v zimním (nahoře) a letním (dole) hydrologickém pololetí (1961–2005). R1 (R5) označuje maximální 1denní (5denní) úhrny. Odhad trendu byl proveden pomocí Kendallova tau, velikost je vyjádřena v % za 10 let; statisticky významné trendy jsou označeny •.

Fig. 7. Trends in selected characteristics of heavy precipitation in the winter (top) and summer (bottom) hydrological half-year (1961–2005). R1 (R5) indicates the maximum 1-day (5-day) amounts. The trend was estimated by means of Kendall tau, intensity is expressed in per cents for 10 years; statistically significant trends are marked with •.

mí Čech, které byly rozděleny na povodí Vltavy (57) a zbylé povodí Labe (27; viz část 2b). Cílem bylo ověřit, nakolik jsou změny pozorované v tomto období v Praze-Klementinu charakteristické pro rozsáhlejší území, a zda může být proměnlivost vysokých srážkových úhrnů dána do souvislosti se změnami atmosférické cirkulace.

V ZHP převládá v obou povodích od roku 1961 nárůst intenzity srážek (obr. 6), z hlediska plošného rozložení zejména na stanicích v horských a podhorských oblastech (obr. 7). Velikosti kladných trendů dosahují až 10% za 10 let, což představuje poměrně značnou změnu. Statisticky významné (na hladině 5%) kladné trendy se projevují v severních a východních Čechách (podhůří Krkonoš a Orlických hor), v severních částech Českomoravské vrchoviny a v jihozápadních Čechách. Výjimku z převládajících nárůstů tvoří hlavně nížinné oblasti severních částí středních Čech a dolního Poohří. Tato zjištění jsou plně v souladu se zesílením zonálního proudění v zimním období roku (viz část 3b), které zvyšuje (snižuje) srážkovou činnost při JZ až SZ proudění v návě-

trných (závětrných) oblastech. Srážkové trendy hlavně pro severovýchodní polovinu Čech vcelku odpovídají mapám návětrných a závětrných (fénových) oblastí při JZ a SZ proudění, které zpracoval Flohn [5]. Dobře korespondují zejména oblasti i výrazných záporných trendů (obr. 7) s Flohnovými mapkami závětrných oblastí jak pro JZ, tak SZ proudění na sever a severozápad od Prahy. V jihozápadní polovině Čech je tento souhlas markantní v oblastech Českého lesa, Šumavy a Českomoravské vrchoviny.

Uvažují-li se řady vzniklé průměrováním přes stanice v příslušném povodí, jsou ve všech charakteristikách četnosti a intenzity významných srážek trendy v obou povodích kladné. Podle některých charakteristik bylo toto zvýšení výraznější ve zbylém povodí Labe, zejména pro četnosti dnů s vydatnými srážkami a jejich podíl na celkových sezonních úhrnech. To by také mohlo zčásti vysvětlovat odlišnou rychlost poklesu povodní typu Z v Praze a v Děčíně (část 3b), rozdíly mezi povodími jsou však poměrně malé a analyzované období, pro něž jsou dostupná data ze staniční sítě, relativně krát-

ké. Změny četnosti zonálních situací (jihozápadních až severozápadních) jsou v uvedeném období ve velmi dobré shodě se změnami zprůměrovaných charakteristik významných srážek, a to v obou povodích (obr. 6).

V LHP došlo k nápadnému zvýšení četnosti a intenzity srážkových extrémů kolem roku 1980, trendy za období 1961–2005 jsou většinou nevýznamné (obr. 6 a 7). Rozdíl ve statistické významnosti trendů a v jejich prostorové proměnlivosti mezi ZHP a LHP lze ilustrovat např. tím, že zatímco v zimě jsou trendy maximálních 5denních úhrnů významné na hladině 10 % na 26 stanicích (ve všech případech jde o kladné trendy), v létě pouze na 5 stanicích (z toho na třech záporné a na dvou kladné). V povodí Vltavy (uvažují-li se opět řady vzniklé průměrováním přes všechny stanice) je v LHP trend kladný pro 1denní až 10denní srážkové úhrny, dále pak pro četnost dnů s vydatnými srážkami a jejich podíl na celkových úhrnech; v povodí Labe jsou všechny trendy záporné. Rozdíl pramení částečně z toho, že mimořádné srážkové úhrny v létě 2002 se podílely na zvýšení hodnot většiny charakteristik srážkových extrémů ke konci analyzovaného období v povodí Vltavy.

Nárůst intenzit srážkových extrémů v zimě a nevýrazný trend v letním období jsou v dobrém souladu s dalšími evropskými studiemi, které potvrzují převládající nárůst intenzity a četnosti vysokých srážkových úhrnů zejména v zimě (např. [20]). Hundecha a Bardossy [8] zjistili za období 1958–2001 nárůst na území západního Německa (povodí Rýnu) ve všech sezónách s výjimkou léta, kdy byl patrný opačný trend. Podobně také analýza pro švýcarské stanice za celé 20. století [25] ukázala na statisticky významné zvýšení ve většině charakteristik srážkových extrémů v zimě a v menší míře na podzim, zatímco na jaře a v létě byly trendy nevýznamné.

Výsledky získané ze staniční sítě také upozorňují na to, že je třeba velmi opatrně interpretovat dlouhodobé změny, které se projevují v datech z jedné stanice. Pokles charakteristik významných srážek je v Praze v období 1961–2005 patrný v ZHP i LHP a již zmíněná oblast v okolí Prahy a dále na sever se tak vymyká z převládající tendence k častějším a intenzivnějším srážkovým extrémům v ZHP (obr. 7), jak bylo zdůvodněno výše. Prostorová proměnlivost mezi jednotlivými stanicemi a oblastmi je ještě výraznější v LHP, kdy je způsobena mnohem větší místní proměnlivostí srážek zejména při bouřkových přívalových deštích a kdy se i na velmi blízkých stanicích mohou vyskytovat poměrně výrazné (většinou však statisticky nevýznamné) trendy opačného znaménka.

4. ZÁVĚR

V četnostech povodní zimního typu je pozorován nápadný pokles od konce 19. století, který je větší na Vltavě v Praze než na Labi v Děčíně, zatímco změny ve výskytu povodní letního typu jsou ve stejném období nevýrazné. Dlouhodobý pokles (nárůst) četnosti a intenzity významných srážkových úhrnů v Praze-Klementinu v ZHP (LHP) naznačuje, že pozorovaný pokles četnosti povodní zimního typu nemusí odrážet pouze výrazné oteplování v zimních měsících (související se zvýšenou četností zonálních cirkulačních typů nad Evropou) a tím i sníženou akumulaci sněhu, ale rovněž menší výskyt případů vysokých srážkových úhrnů, podporujících tání sněhu a přispívajících ke zvýšeným průtokům (zejména ve druhé polovině 20. století ve srovnání s druhou polovinou 19. století).

Rychlejší úbytek četnosti pražských povodní vzhledem k děčínským od druhé poloviny 19. století do současnosti

pravděpodobně odráží odlišné změny ve srážkových poměrech a/nebo zásobách vody ve sněhové pokrývce mezi severními a jižními oblastmi Čech. Větší úbytek potenciálních zásob vody ve sněhu v povodí Vltavy než ve zbylém povodí Labe (v důsledku rostoucích teplot a fyzicko-geografických charakteristik povodí) by měl na četnost povodní zimního typu značný vliv i proto, že podíl tání sněhu na vzniku těchto povodní je v povodí Vltavy v dlouhodobém průměru pravděpodobně větší než vliv deštových srážek.

Ve staničních datech pokrývajících povodí Vltavy a Labe převládá od roku 1961 tendence k vyšší četnosti a intenzitě významných srážkových událostí v ZHP; v LHP jsou trendy nevýrazné a prostorově mnohem proměnlivější. Vzestupné trendy v ZHP se projevují zejména v oblastech, které jsou při JZ až SZ proudění návětrné, což ukazuje na jejich souvislost se zesíleným zonálním prouděním. V závětrných oblastech naopak převládají poklesy, což je v souladu se vzájemně korespondující intenzitou orografických vlivů návětrí a závětrí. Mezi ně patří především širší okolí Prahy, ležící v oblasti závětrí při JZ i SZ proudění [5]. Velká odlišnost mezi trendy převládajícími v ZHP na území Čech a ve stejném období pozorovanými v Praze-Klementinu také upozorňuje na skutečnost, že je třeba opatrně interpretovat dlouhodobé změny projevující se v datech z jedné stanice, a pokud možno se vyvarovat jejich prostorových extrapolací (změny zasahující větší území). Varování se ale týká v ještě větší míře i případných extrapolací časových (směrem do budoucna), které by se v současné době mohly zdát poměrně aktuální. Scénáře budoucího vývoje mohou naznačit zejména regionální klimatické modely vycházející ze změněných radiačních vlastností atmosféry, ale i zde je třeba počítat se značnou nejistotou pramenící mj. z dlouhodobé přirozené proměnlivosti klimatu, kterou tyto modely nemohou v plné míře reprodukovat.

Poděkování:

Poděkování za přípravu a kontrolu srážkoměrných dat a pomoc při interpretaci výsledků náleží P. Štěpánkovi (ČHMÚ). Práce vznikla v rámci projektu B300420601 podpořeného Grantovou agenturou AV ČR.

Literatura

- [1] BÁRDOSSY, A. – CASPARY, H.J., 1990. Detection of climate change in Europe by analyzing European atmospheric circulation patterns from 1881 to 1989. *Theoretical and Applied Climatology*, Vol. 42, s. 155–167.
- [2] BRÁZDIL, R. a kol., 2005. Historické a současné povodně v České republice. Praha a Brno: Masarykova univerzita a Český hydrometeorologický ústav. 370 s. ISBN 80-210-3864-0.
- [3] BRÁZDIL, R. – KOTYZA, O. – DOBROVOLNÝ, P., 2006. July 1432 and August 2002 – two millennial floods in Bohemia? *Hydrological Sciences Journal*, Vol. 51, s. 848–863.
- [4] Hydrologické charakteristiky vybraných vodoměrných stanic České republiky. 1996. Praha: Český hydrometeorologický ústav. 134 s.
- [5] FLOHN, H., 1954. Witterung und Klima in Mitteleuropa. Stuttgart: S. Hirzel Verlag. 214 s.
- [6] FRICH, P. – ALEXANDER, L.V. – DELLA-MARTA, P. – GLEASON, B. – HAYLOCK, M. et al., 2002. Observed coherent changes in climatic extremes during the second half of the 20th century. *Climate Research*, Vol. 19, s. 193–212.
- [7] HESS, P. – BREZOWSKY, H., 1952. Katalog der Grosswetterlagen Europas. Ber. Dt. Wetterdienstes in der US-Zone, Nr. 33. 39 s.

- [8] HUNDECHA, Y. – BARDOSSY, A., 2005. Trends in daily precipitation and temperature extremes across western Germany in the second half of the 20th century. *International Journal of Climatology*, Vol. **25**, s. 1189–1202.
- [9] CHRISTENSEN, O.B. – CHRISTENSEN, J.H., 2004. Intensification of extreme European summer precipitation in a warmer climate. *Global and Planetary Change*, Vol. **44**, s. 107–117.
- [10] KAKOS, V., 1983. Hydrometeorologický rozbor povodní na Vltavě v Praze za období 1873 až 1982. *Meteorologické Zprávy*, roč. **36**, s. 171–181.
- [11] KAŠPAR, M., 2003. Porovnání extrémnosti synoptických podmínek během povodní v České republice v srpnu 2002 a v červenci 1997. *Meteorologické Zprávy*, roč. **56**, s. 166–177.
- [12] KAŠPÁREK, L. – BUŠEK, M., 1990. Vliv vltavské kaskády na povodňový režim Vltavy v Praze. *Vodní Hospodářství*, roč. **7**, s. 280–286.
- [13] KAŠPÁREK, L. – NOVICKÝ, O. – JENÍČEK, M. – BUCHTELA, Š. (eds.), 2005. Vliv velkých údolních nádrží v povodí Labe na snížení povodňových průtoků. Praha: Výzkumný ústav vodohospodářský T.G.M. 44 s.
- [14] KLEIN TANK, A.M.G. a kol., 2002. Daily dataset of 20th-century surface air temperature and precipitation series for the European Climate Assessment. *International Journal of Climatology*, Vol. **22**, s. 1441–1453.
- [15] KOTYZA, O. – CVRK, F. – PAŽOUREK, V., 1995. Historické povodně na dolním Labi a Vltavě. Děčín: Okresní muzeum v Děčíně. 170 s.
- [16] KŘIVSKÝ, L., 1957. Atmosphärische Niederschläge in Prag-Klementinum (1804-1956). *Studia Geophysica et Geodaetica*, Vol. **1**, s. 182–192.
- [17] KŘIVSKÝ, L., 1958. Representativnost srážek Prahy-Klementina pro Čechy. *Meteorologické Zprávy*, roč. **11**, s. 70–74.
- [18] KYSELÝ, J. – KAKOS, V. – HUTH, R. – BUCHTELE, J., 2003. Atmosférická cirkulace a povodňové situace na Vltavě. In: Bioklimatologické pracovní dny. Funkcia energetickej a vodnej bilancie v bioklimatických systémoch [CD-ROM], Račková dolina, 5 s.
- [19] KYSELÝ, J. – HUTH, R., 2006. Changes in atmospheric circulation over Europe detected by objective and subjective methods. *Theoretical and Applied Climatology*, Vol. **85**, s. 19–36.
- [20] MOBERG, A. – JONES, P.D., 2005. Trends in indices for extremes in daily temperature and precipitation in central and western Europe, 1901-99. *International Journal of Climatology*, Vol. **25**, s. 1149–1171.
- [21] MUDELSEE, M. – BORNGEN, M. – TETZLAFF, G. – GRUNEWALD, U., 2004. Extreme floods in central Europe over the past 500 years: Role of cyclone pathway Zugstrasse Vb. *Journal of Geophysical Research*, Vol. **109**, Art. No D23101.
- [22] MÜLLER, M. – KAKOS, V., 2003. Hydrometeorologické srovnání povodní v srpnu 2002 s vybranými historickými případy dešťových povodní na Vltavě v Praze. *Meteorologické Zprávy*, roč. **56**, s. 129–136.
- [23] MÜLLER, M. – KAKOS, V., 2004. Extrémní konvekční bouře v Čechách 25.-26. května 1872. *Meteorologické Zprávy*, roč. **57**, s. 69–77.
- [24] RAUTHE, M. – HENSE, A. – PAETH, H., 2004. A model intercomparison study of climate change signals in extratropical circulation. *International Journal of Climatology*, Vol. **24**, s.643–662.
- [25] SCHMIDL, J. – FREI, C., 2005. Trends of heavy precipitation and wet and dry spells in Switzerland during the 20th century. *International Journal of Climatology*, Vol. **25**, s. 753–771.
- [26] ŠTEKL, J. – BRÁZDIL, R. – KAKOS, V. – JEŽ, J. – TOLASZ, R. – SOKOL, Z., 2001. Extrémní denní srážkové úhrny na území ČR v období 1879-2000 a jejich synoptické příčiny. Praha: ČHMÚ. 140 s. *Národní klimatický program ČR*, sv. **31**.
- [27] TOLASZ, R. (ed.), 2007: Atlas podnebí Česka. Praha, Olomouc: ČHMÚ a Univerzita Palackého, 256 s. ISBN 978-80-86690-26-1 (ČHMÚ) a ISBN 978-80-244-1626-7(UP).
- [28] TRENBERTH, K.E. – DAI, A. – RASMUSSEN, R.M. – PARSONS, D.B., 2003. The changing character of precipitation. *Bulletin of the American Meteorological Society*, Vol. **84**, s. 1205–1217.
- [29] VLČEK, V. a kol., 1984. Vodní toky a nádrže. Zeměpisný lexikon ČSR. Praha: Academia. 316 s.
- [30] WIJNGAARD, J.B. – KLEIN TANK, A.M.G. – KOENNEN, G.P., 2003: Homogeneity of 20th century European daily temperature and precipitation series. *International Journal of Climatology*, Vol. **23**, s. 679–692.
- [31] YIOU, P. – RIBEREAU, P. – NAVEAU, P. – NOGAJ, M. – BRÁZDIL, R., 2006. Statistical analysis of floods in Bohemia (Czech Republic) since 1825. *Hydrological Sciences Journal*, Vol. **51**, s. 930–945.
- [32] ZHANG, X. – ZWIERS, F.W. – LI, G., 2004. Monte Carlo experiments on the detection of trends in extreme values. *Journal of Climate*, Vol. **17**, s. 1945–1952.

Lektor (Reviewer) RNDr. J. Daňhelka, Ph.D.

VYUŽITÍ RADAROVÝCH MĚŘENÍ PRO IDENTIFIKACI A PŘEDPOVĚĎ POHYBU KONVEKČNÍCH BOUŘÍ

Hana Kyznarová, Český hydrometeorologický ústav, Na Šabatce 2050/17, 143 06 Praha 4, e-mail: kyznarova@chmi.cz
Petr Novák, Český hydrometeorologický ústav, Na Šabatce 2050/17, 143 06 Praha 4, e-mail: petr.novak@chmi.cz

Utilization of radar measurements in identification and forecasting of convective storms movement. In the last two years a cell-tracking algorithm CELLTRACK was developed in the Czech Hydrometeorological Institute, which was a response on COTREC algorithm unsatisfying forecast of convective storms deviating from mean wind field. Reflectivity cores are two-dimensional objects derived from maximum reflectivity field. Like other cell-tracking algorithms CELLTRACK uses first guess of identified reflectivity cores positions. First guess positions of reflectivity cores are compared with actual positions of reflectivity cores in subsequent images. In the next step CELLTRACK tries to find suitable assignments of reflectivity cores in subsequent images. There is emphasis on correct assignment of reflectivity cores during splitting and merging when they occur. In convective situations CELLTRACK has slightly better performance in forecasting of reflectivity cores positions in 20-50 minute timescale.

KLÍČOVÁ SLOVA: jádro radarové odrazivosti – radar – algoritmus – nowcasting

KEY WORDS: radar reflectivity core – radar – algorithm – nowcasting

1. ÚVOD

Česká meteorologická radarová síť CZRAD je tvořena dvěma dopplerovskými radary pracujícími v pásmu C na vlnové délce přibližně 5,3 cm. Tyto radary pokrývají celé území České republiky a její blízké okolí. V současné době jsou plná objemová měření prováděna každých 10 minut a jsou tvořena dvěma pětiminutovými měřeními [5], z nichž každé snímá pouze některé elevace. Nejpoužívanějším radarovým produktem je sloučená informace vertikálních průmětů radarové odrazivosti, přičemž objemové informace mohou být obdrženy z produktů CAPPI (Constant Altitude Plan Position Indicator – radarový produkt, zobrazující data odrazivosti z jedné výškové hladiny). Uvedené radarové produkty mají horizontální rozlišení 1 km a vertikální rozlišení 0,5 km, což jsou postačující hodnoty pro kvalitní analýzu radarových dat pro meteorologické účely.

Nebezpečné jevy spojené s konvekcí, jako např. prudké lokální záplavy, kroupy či tornáda, které se vyskytly v posledních letech v České republice, vyzdvihly důležitost radarových měření a jejich začlenění do systémů velmi krátkodobé předpovědi. Na začátku roku 2003 byly do operativního zpracování radarových dat ze sítě CZRAD v ČHMÚ začleněny dvě plošné extrapoláčnické metody [4], které každých deset minut poskytují předpověď výskytu radarového echa na celém území ČR a blízkého okolí až na 90 minut (pro některé speciální aplikace až na 180 minut [6]). První z nich je metoda COTREC založená na hledání pohybového pole ze změny dvou po sobě následujících radarových snímků. Druhá metoda využívá pro extrapolaci radarových cílů pole větru odvozené z geopotenciálu v hladině 700 hPa vypočteného numerickým předpovědním modelem ALADIN.

Obě tyto metody mají svá omezení plynoucí z vyhlazování pole větru, které v případě konvekce nemusí postihnout pohyby konvektivních bouří odchylujících se od průměrného vektoru pohybu bouří v jejich okolí. Tato omezení vyústila v ČHMÚ ve vývoj algoritmu CELLTRACK orientovaného na identifikaci, sledování a předpověď pohybu jader radarové odrazivosti.

2. POPIS ALGORITMU CELLTRACK

2.1 Identifikace jader odrazivosti

V minulosti byla vyvinuta řada algoritmů zaměřených na identifikaci jader konvektivních bouří, např. SCIT [3], nebo TRACE3D [2]. Identifikace oblastí s vysokou odrazivostí jakožto aproximace konvektivních jader se u různých metod liší.

K identifikaci jader odrazivosti používá algoritmus CELLTRACK jednoduchý práh odrazivosti o hodnotě 44 dBZ, který byl zvolen po testování několika různých hodnot odrazivosti (36, 40, 44, 48 dBZ) jako nejlepší kompromis mezi možnostmi identifikovat relativně slabší konvektivní buňky a možnostmi rozlišovat jednotlivé blízké konvektivní buňky ve větších bouřkových systémech (MCS (Mesoscale Convective System, squall line)).

Kromě identifikace jader odrazivosti pomocí jednoduchého práhu byl testován také postup založený na obměně algoritmu TRACE3D. V tomto případě byly nejdříve identifikovány oblasti pomocí jednoduchého práhu 44 dBZ, následně bylo v každé identifikované oblasti nalezeno lokální maximum odrazivosti Z_{max} , a jako jádra odrazivosti byly poté uvažovány jen oblasti s odrazivostí vyšší než $Z_{max} - 10$ dBZ.

Postup vycházející z algoritmu TRACE3D je vhodnější pro identifikaci jednotlivých jader zejména v systémech s mnoha blízkými konvektivními buňkami. Je možné sledovat různé charakteristiky jader, ale nelze sledovat některé vlastnosti, jako např. objem či rozlohu daného jádra, neboť práh odrazivosti jádra je v tomto případě proměnlivý a jádro odrazivosti reprezentující konvektivní bouří může s rostoucí intenzitou (a maximální odrazivostí) bouře svou rozlohu či objem naopak snižovat. Přestože postup identifikace využívající jednoduchý práh má určité nevýhody, má své ospravedlnění v operativním využití, kde je důležité předpovídat pohyb oblastí o vysoké odrazivosti, ne jenom oblastí blízkých lokálním maximům odrazivosti. CELLTRACK dává mírně lepší výsledky při sledování jader odrazivosti identifikovaných pomocí jednoduchého práhu než při sledování jader identifikovaných na základě TRACE3D algoritmu, což bude diskutováno v oddíle 3.

2.2 Přiřazování jader odrazivosti

Modul sledování jader odrazivosti je nezávislý na identifičnické metodě a jako jeho vstup mohou být použity 2D objekty identifikované jedním ze dvou výše zmíněných postupů.

V dalším výkladu předpokládáme, že CELLTRACK bude vzájemně přiřazovat jádra nalezená na radarových snímcích v časech t a $t + 1$. Stejně jako jiné algoritmy sledující jádra odrazivosti, CELLTRACK používá počáteční odhad polohy jader z času t v čase $t + 1$. Pro tento účel využívá výstup z algoritmu COTREC, což je pro jeho úspěšnost lepší než použití vek-

torů rychlosti určených samotným algoritmem CELLTRACK. Hlavní důvod této skutečnosti je, že CELLTRACK v případě špatného přiřazení může poskytnout značně zavádějící vektor rychlosti. Vektory rychlosti určené algoritmem COTREC sice mohou být pro některá jádra odrazivosti méně přesné, ale je zde menší pravděpodobnost vypočtení zcela chybného vektoru rychlosti. Po výpočtu počátečního odhadu polohy jader odrazivosti jsou vypočteny vzdálenosti a tvarová podobnost mezi jádry z času t posunutými pomocí počátečního odhadu a skutečnými jádry identifikovanými na snímku z času $t + 1$. Při výpočtu tvarové podobnosti jsou geometrické středy těchto jader přeloženy přes sebe a jejich „sjednocení“ je opsán obdélník. Tvarová podobnost sim je vypočtena jako

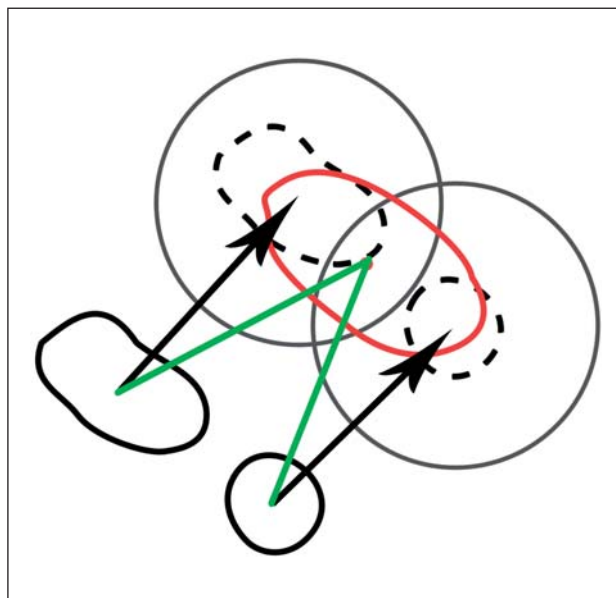
$$sim = \frac{YY + NN}{YY + YN + NY + NN}, \quad (1)$$

kde YY značí počet bodů obsazených oběma jádry odrazivosti, NN je rovno počtu neobsazených bodů v opsaném obdélníku a YN a NY jsou body obsazené jenom jedním z jader. Bylo by možné použít jinou míru podobnosti, např. střední absolutní chybu, ale výpočet by byl náročnější bez významného vlivu na úspěšnost algoritmu. Jakékoli jádro odrazivosti v čase $t + 1$, které je prvním odhadu blíže než určitá prahová vzdálenost, je označeno jako jádro, které může odpovídat jádru z času t . Pro každé jádro z času $t + 1$ je obdobným způsobem testována existence odpovídajících jader nalezených na snímku z času t . Hodnota prahové vzdálenosti roste se zvyšující se průměrnou rychlostí větru a pohybuje se mezi 7 a 13 km.

Jádra odrazivosti z času t ($t + 1$), která mají na snímku z času $t + 1$ (t) společná jádra, která jim mohou odpovídat, jsou označena jako jeden tzv. shluk a jako taková nadále zpracovávána společně. Shluky jsou tvořeny nejméně jedním jádrem z času t a jedním jádrem z času $t + 1$. Postup při vytváření shluků je znázorněn na obrázku 1. Plnou černou čarou jsou znázorněna jádra identifikovaná na snímku v čase t , první odhad jejich polohy v čase $t + 1$ je znázorněn čárkovaně a skutečné jádro nalezené na snímku z času $t + 1$ je zakresleno červeně. Střed tohoto jádra se nachází oběma odhadům blíže než daná prahová vzdálenost (znázorněná kružnicemi) a může tedy odpovídat oběma jádrům z času t (zakresleno zelenými spojnicemi).

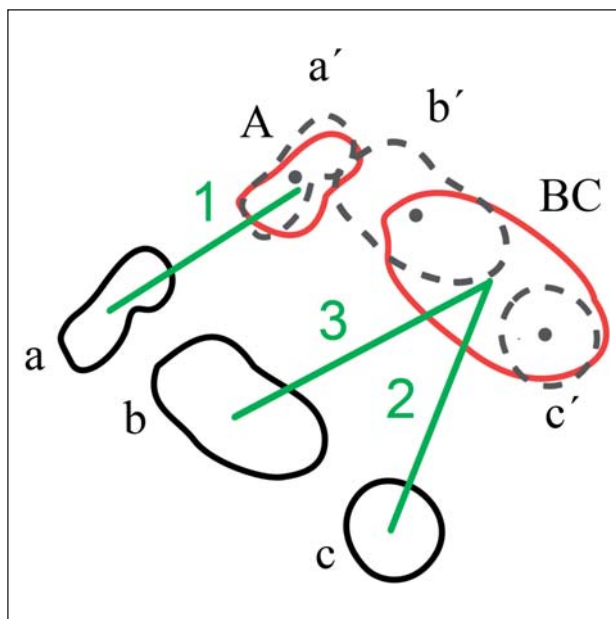
Prostorová blízkost v jednotlivých shlucích vede ke zvýšenému požadavku na tvarovou podobnost těch jader, která mají být vzájemně definitivně přiřazena. Přiřazení jader pouze podle kritéria nejmenší vzdálenosti počátečního odhadu jejich polohy a skutečné polohy v čase $t + 1$ je nedostatečné, protože produktem identifikace je mimo jiné umělé štěpení a slučování (tzn. důsledek identifikace nikoli přírodních zákonů). CELLTRACK proto v prvním kroku při zpracování shluků hledá co nejpodobnější jádra ze snímků z času t a $t + 1$, která od sebe nejsou dále než výše zmíněná prahová vzdálenost. Jejich podobnost sim musí být vyšší než 0.85. Jádra s nejvyšší podobností jsou si s konečnou platností přiřazena a stejným způsobem se hledají další dvojice, až jsou nalezeny všechny s podobností vyšší než 0.85.

Poté algoritmus hledá dvojice jader odrazivosti podle kritéria nejmenší vzdálenosti. Pokud je podobnost nalezených dvojic vyšší než 0.80, příslušná jádra jsou si přiřazena. Pokud je podobnost menší, je předpokládáno štěpení nebo slučování a CELLTRACK se snaží přiřadit další jádra, přičemž je postupováno podobně jako v algoritmu TITAN [1]. V případě štěpení jsou kromě již nalezeného přiřazena také jádra, jejichž geometrické středy leží uvnitř těla jádra z času t posunutého pomocí počátečního odhadu nebo nejdále 2 km od jeho okraje. Analogický postup je aplikován při slučování.



Obr. 1 Postup při vytváření shluků jader odrazivosti. Jádra v čase t jsou znázorněna plnou černou čarou, jejich odhady v čase $t+1$ čárkovaně, jádro identifikované v čase $t+1$ je vykresleno červeně a jeho střed se nachází oběma odhadům blíže než daná prahová vzdálenost (znázorněná kružnicemi). Jádro z času $t+1$ proto může odpovídat oběma jádrům z času t (spojnice znázorněné zeleně).

Fig. 1. Creating of cluster of reflectivity cores. Cores in time t are depicted with solid black curves and their respective first guess is depicted with dashed black curve. Reflectivity core in time $t+1$ is drawn as red curve and its center is located in the distance smaller than given distance threshold (grey circles). It is therefore possible successor to both of the cores found in time t (green lines).



Obr. 2 Postup při zpracování shluků jader odrazivosti. Jádra v čase t jsou znázorněna plnou černou čarou a značena malými písmeny, jejich odhady v čase $t+1$ jsou znázorněny čárkovaně a značeny malými písmeny s čárkou, jádra identifikovaná v čase $t+1$ jsou vykreslena červeně a značena velkými písmeny. Postup přiřazení je podrobně popsán v textu.

Fig. 2. Processing of cluster of reflectivity cores. Cores in time t are depicted with solid black curves and described with small letters, their respective first guess is depicted with dashed black curve and described with small letters with dash. Reflectivity cores in time $t+1$ are drawn as red curves and described with capitals. Process of assigning of reflectivity cores is described in text.

Na obrázku 2 je znázorněn postup při zpracování modelového shluku. Podobně jako na obrázku 1 jsou jádra z času t znázorněna plnou černou čarou, jejich odhady v čase $t + 1$ čárkovaně a skutečná jádra z času $t + 1$ červeně. Zelené čáry však zde odpovídají konečným přiřazením jader. Přiřazení s číslem 1 odpovídá dvojici jader a a A , jejichž podobnost sim je větší než 0.85, tato dvojice není v rámci shluku již dále zpracovávána. Ze zbývajících jader je podle kritéria nejmenší vzdálenosti určeno přiřazení dvou jader c a BC , neboť středy jader c' a BC jsou navzájem blíže než středy b' a BC . Jádra c' a BC nicméně nespĺňují podmínku minimální podobnosti sim větší než 0.80 a CELLTRACK tedy hledá další jádra vhodná pro přiřazení. Střed jádra b' leží v těle jádra BC a splňuje tedy podmínky přiřazení (na obr. 2 znázorněno spojující čarou 3).

Poté, co jsou zpracovány všechny shluky, CELLTRACK hledá nepřijížená jádra. Ta mohou být nepřijížená buď proto, že skutečně nemají žádné odpovídající jádro, nebo vznikla štěpením či sloučením příliš velkých jader a nebyla zařazena do shluků, protože nespĺňovala kritérium prahové vzdálenosti (7 až 13 km). Proto jako poslední krok se CELLTRACK snaží tato jádra přiřadit. Postup je podobný, jako při zpracování štěpení a slučování ve shlucích, nicméně kritéria jsou poněkud přísnější, neboť zde nemohou ležet středy menších jader mimo tělo většího. Toto přísnější kritérium zabraňuje přiřazování malých vzdálených jader, neboť velká jádra při štěpení nebo slučování tuto podmínku splňují velmi dobře.

Algoritmus nemá žádný horní limit pro počet vzájemně si přiřazených jader při štěpení nebo slučování.

2.3 Extrapolace pohybu jader odrazivosti

Extrapolace jader odrazivosti je výsledkem součinu časového kroku radarových měření a vhodného vektoru \vec{v} , jehož výběr je popsán v následujících odstavcích.

Poloha jádra odrazivosti je dána polohou jeho geometrického středu, nicméně extrapolace na základě vektorů spojujících středy sledovaných jader odrazivosti není vhodná zejména kvůli jejich štěpení a slučování.

Řešení spočívá v nalezení posunutí o vektor \vec{v} , při kterém dojde k nejlepšímu překrytí vzájemně přiřazených jader.

Za nejlepší je zde považováno překrytí, při kterém hodnota sum ve vzorci (2) dosáhne svého minima.

$$sum = N \left(\sum_{n \in X} |Z_p(n) - Z_{ch}(n)| \right), \quad (2)$$

kde X je oblast pokrytá sjednocením přiřazených jader a N je počet bodů obsažených v oblasti X . V této oblasti jsou hodnoty odrazivosti jader Z_{ch} ze snímku z času $t + 1$ odečteny od hodnot odrazivosti jader Z_p ze snímku z času t , posunutých o vektor \vec{v} .

Pokud není jádro odrazivosti přiřazen předchůdce, je pro jeho posunutí použit vektor pohybu, získaný jako průměr vektorů \vec{v} , vypočtených pro přiřazená jádra. Pokud žádné z jader nemá předchůdce, extrapolace není provedena. Tento stav nastává obvykle s nástupem konvekce a detekcí prvních jader odrazivosti. Předpověď je prováděna s 10minutovým krokem maximálně na 90 minut.

Kromě extrapolace prováděné pomocí vektorů pohybu určených pouze z posledních dvou měření byla testována i extrapolace zohledňující historii pohybu jader odrazivosti. Vektor pohybu \vec{v}_h , použitý v takovém případě k extrapolaci, je dán vzorcem

$$\vec{v}_h = \left(\frac{\sum_{n=1}^N \frac{1}{n} \vec{v}_n}{\sum_{n=1}^N \frac{1}{n}} \right), \quad (3)$$

kde N značí počet radarových měření, předcházejících měření z aktuálního času (pro které je $n = 0$), použitých pro výpočet vektoru \vec{v}_h a \vec{v}_n vektor pohybu \vec{v} určený minimalizací sum mezi časy n a $n-1$. V současnosti je N určováno dynamicky pro každé jádro a odpovídá počtu měření mezi dobou vzniku jádra a aktuálním časem.

Při použití vzorce (3) lze při vizuální kontrole dat pozorovat větší časovou konzistenci předpovědi než při použití extrapolace vycházející pouze ze vzorce (2), nicméně úspěšnost extrapolací předpovědi se použitím vzorce (3) zásadně nemění.

Tab. 1 Správná přiřazení, nenalezená přiřazení, chybná přiřazení a hodnoty CSI, FAR a POD pro čtyři různé dny s významnou konvekční aktivitou a jejich celkové hodnoty pro identifikaci jader pomocí jednoduchého prahu odrazivosti 44 dBZ.

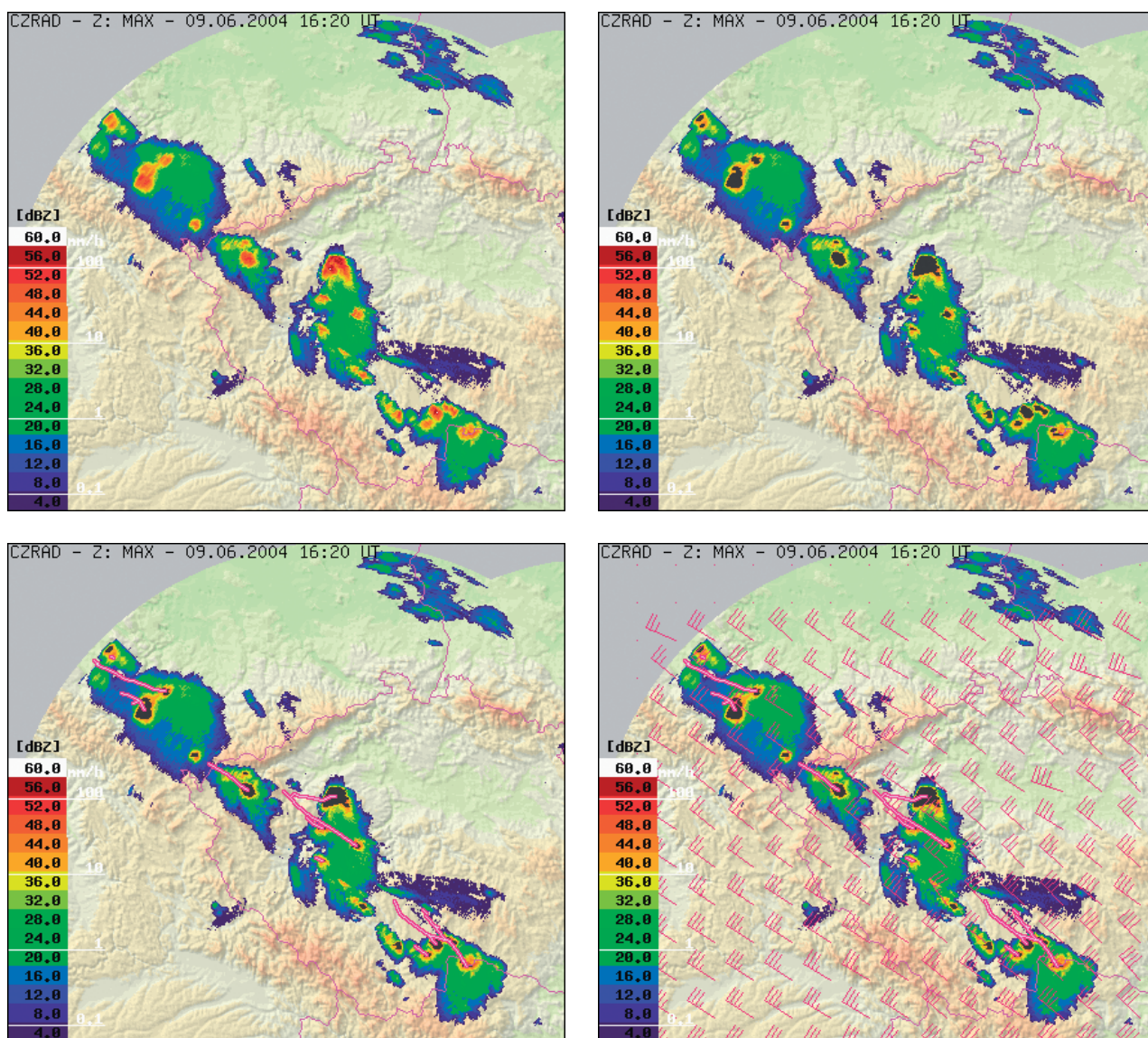
Table 1. Correct assignments, missed assignments, wrong assignments and CSI, FAR and POD values for four days with significant convective activity and their totals for reflectivity cores identification with 44 dBZ single threshold algorithm.

Datum	Správná přiřazení	Nenalezená přiřazení	Chybná přiřazení	CSI	FAR	POD
2001-05-31	369	32	22	0.87	0.06	0.92
2003-06-08	198	3	5	0.96	0.02	0.99
2004-06-09	270	19	17	0.88	0.06	0.93
2004-08-07	181	22	15	0.83	0.08	0.89
celkem	1018	76	59	0.88	0.06	0.93

Tab. 2 Správná přiřazení, nenalezená přiřazení, chybná přiřazení a hodnoty CSI, FAR a POD pro čtyři různé dny s významnou konvekční aktivitou a jejich celkové hodnoty pro identifikaci jader pomocí algoritmu založeného na TRACE3D.

Table 2. Correct assignments, missed assignments, wrong assignments and CSI, FAR and POD values for four days with significant convective activity and their totals for reflectivity cores identification algorithm based on TRACE3D.

Datum	Správná přiřazení	Nenalezená přiřazení	Chybná přiřazení	CSI	FAR	POD
2001-05-31	386	34	22	0.85	0.05	0.92
2003-06-08	181	7	15	0.89	0.08	0.96
2004-06-09	290	35	29	0.82	0.09	0.89
2004-08-07	178	26	23	0.78	0.11	0.87
celkem	1035	102	99	0.84	0.09	0.91



Obr. 3 9. červen 2004 16.20 UTC. (a) snímek maximální odrazivosti v 16.20 UTC; (b) snímek maximální odrazivosti v 16.20 UTC stejný jako (a) překrytí identifikovanými jádry při použití jednoduchého prahu 44 dBZ; (c) stejný jako (b) s doplněnými trajektoriemi pohybu jader odrazivosti zpět v čase (maximálně do 14.50 UTC); (d) stejné jako (c) doplněné o pohybové pole vypočtené metodou COTREC v 15.20 UTC.

Fig. 3. 9th June, 2004 16:20 UTC. (a) Maximum reflectivity scan at 16:20 UTC; (b) the same as (a) overlaid by reflectivity cores identified by 44 dBZ single threshold algorithm; (c) same as (b) with trajectories of reflectivity cores drawn back in time (at most to 14:50 UTC); (d) same as (c) overlaid by wind field obtained from COTREC at 15:20 UTC.

3. VYHODNOCENÍ ÚSPĚŠNOSTI ALGORITMU CELLTRACK

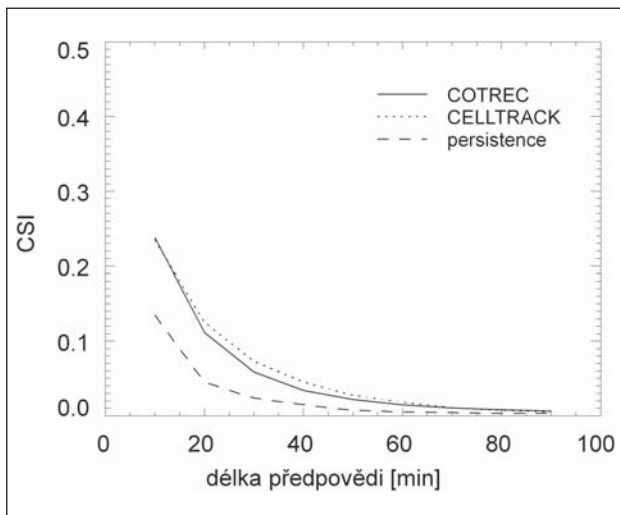
Vyhodnocení úspěšnosti algoritmu CELLTRACK bylo provedeno dvěma způsoby. Prvním z nich bylo vyhodnocení úspěšnosti přiřazení jader odrazivosti ve dvou po sobě jdoucích snímcích. Tím druhým bylo vyhodnocení úspěšnosti extrapoláční předpovědi a její porovnání s úspěšností algoritmu COTREC a perzistentní předpovědi.

Během vyhodnocení úspěšnosti přiřazování jader odrazivosti byl CELLTRACK porovnáván s přiřazeními provedenými manuálně. V případě neshody byla přiřazení algoritmem CELLTRACK označena za chybná. Byly vybrány a vyhodnoceny čtyři dny s různým charakterem konvekční situace (různé množství a rozložení jader odrazivosti a různé rychlosti větru).

Tabulka 1 obsahuje hodnoty správných přiřazení, nena-
lezených přiřazení, chybných přiřazení a z nich vypočtené hodnoty veličin Critical Success Index (CSI), False Alarm

Rate (FAR) a Probability of Detection (POD) pro jádra identifikovaná pomocí jednoduchého prahu odrazivosti 44 dBZ. V tabulce 2 jsou pro srovnání uvedeny hodnoty stejných veličin pro jádra identifikovaná pomocí adaptivního prahu založeného na obměně algoritmu TRACE3D. Nejvyšší hodnoty CSI byly dosaženy pro situaci 8. 6. 2003 s relativně malým počtem jader odrazivosti (méně než 10). Naopak nejnižší hodnoty CSI byly obdrženy pro situaci ze dne 7. 8. 2004, kdy se v každém čase vyskytovalo v radarové doméně relativně větší množství jader odrazivosti (mezi 25 a 30) a pohyb jader odrazivosti byl velmi pomalý. Ve zbylých dvou situacích se na radarových snímcích také vyskytoval vyšší počet jader odrazivosti (kolem 20), ale rychlosti pohybu jader byly vyšší než v situaci 7. 8. 2004.

Porovnání algoritmu CELLTRACK s algoritmem COTREC bylo provedeno pouze pro jádra identifikovaná pomocí jednoduchého prahu odrazivosti. Při testu byl kladen důraz na přítomnost konvekčních bouří, odchylojících se od střední



Obr. 4 Závinnost průměru CSI ze dnů 31. 5. 2001, 8. 6. 2003, 9. 6. 2004 a 7. 8. 2004 na délce předpovědi pro prahovou hodnotu odrazivosti 44 dBZ. Plná čára reprezentuje metodu COTREC, tečkovaná metodu CELLTRACK a čárkovaná perzistentní předpověď.

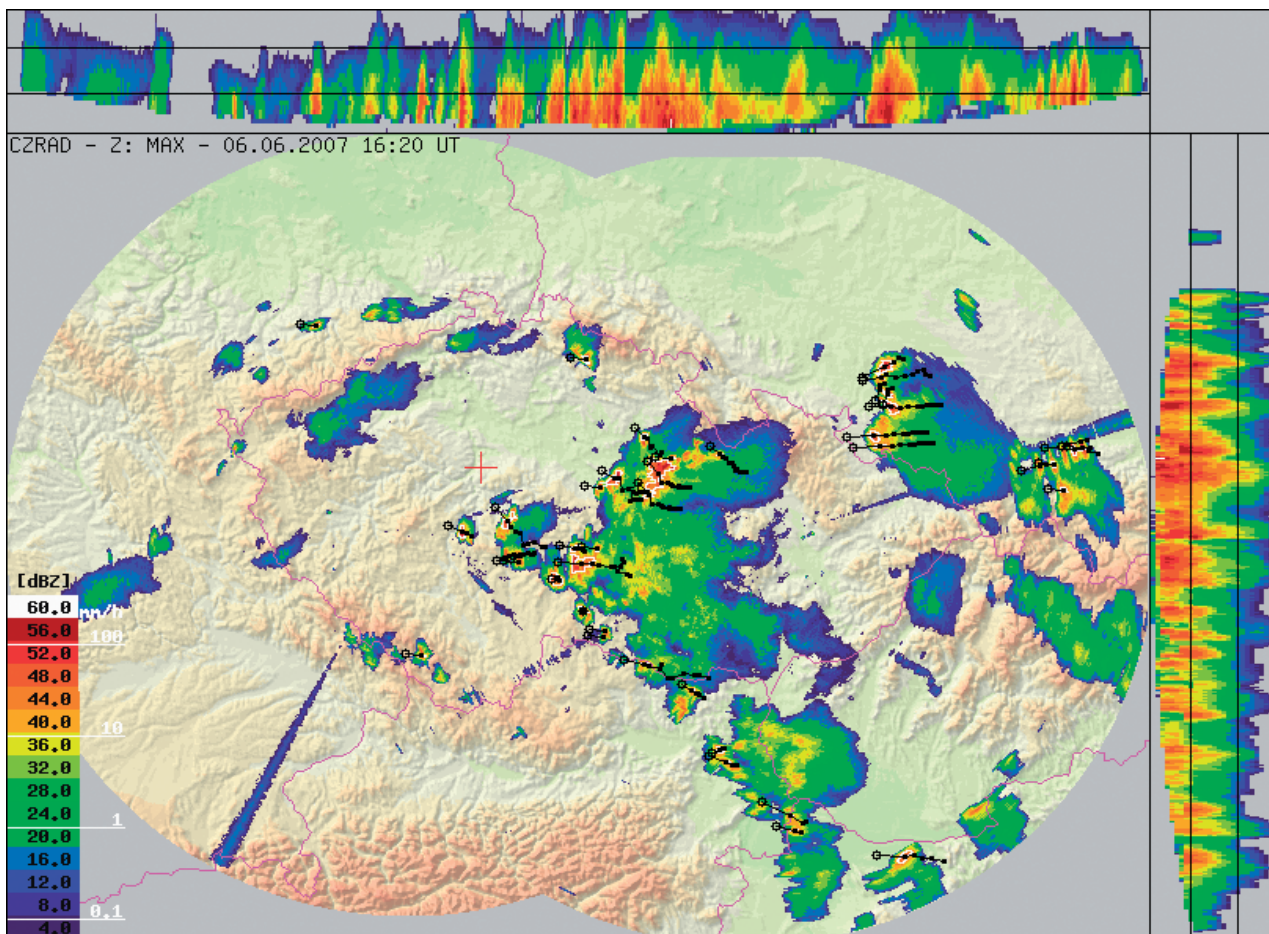
Fig. 4. Dependence of CSI average from 31st May 2001, 8th June 2003, 9th June 2004 and 7th August 2004 on forecast time for reflectivity value threshold 44 dBZ. Full line, dotted line and dashed line represent COTREC, CELLTRACK and persistence forecast.

ho proudění větru, neboť anomálně se pohybující bouře bývají spojeny s nejsilnějšími doprovodnými jevy. Zároveň by se měla projevit schopnost algoritmu CELLTRACK tyto bouře sledovat. Příkladem uvedme situaci z 9. 6. 2004. Na obr. 3a vidíme snímek vertikálního průmětu maximální odrazivosti z 16.20 UTC, na obr. 3b je pole maximální odrazivosti překryto příslušnými jádry odrazivosti. Trajektorie pohybu jader odrazivosti identifikovaných v 16.20 UTC jsou znázorněny zpět v čase do 14.50 UTC na obrázku 3c. Na obrázku 3d vidíme obrázek 3c překrytý navíc polem větru vypočteným algoritmem COTREC v 15.20 UTC. Můžeme vidět, že COTREC vyhlazuje pole větru v oblasti konvekční bouře odchylovací se od průměrného směru pohybu okolních konvekčních bouří.

Obr. 4 znázorňuje průměr CSI ze dnů vybraných pro testování úspěšnosti přiřazení (31. 5. 2001, 8. 6. 2003, 9. 6. 2004 a 7. 8. 2004) pro předpovědi CELLTRACK, COTREC a perzistentní předpověď v 10minutovém kroku až do 90 minut. Lze vidět, že mezi 20 a 50 minutami jsou předpovědi algoritmem CELLTRACK mírně lepší než předpovědi COTREC. Perzistentní předpověď je vždy horší než CELLTRACK i než COTREC.

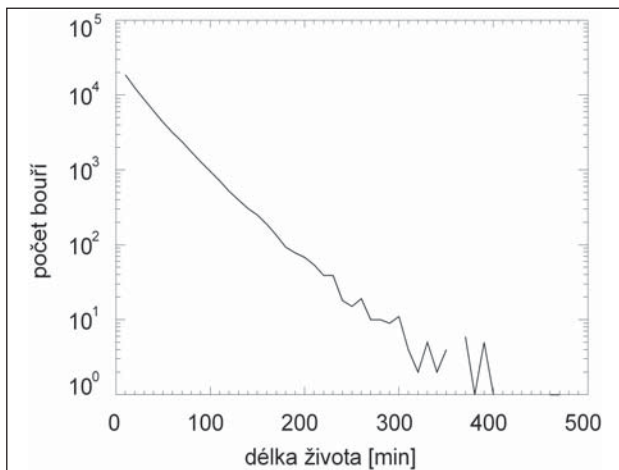
4. VYUŽITÍ ALGORITMU CELLTRACK

V současné době je algoritmus CELLTRACK implementován do operativního zpracování dat ze sítě CZRAD a ve zkušebním operativním provozu je k dispozici pro vnitř-



Obr. 5. 6. červen 2007 16.20 UTC. Znázornění trajektorií jader odrazivosti vypočtených algoritmem CELLTRACK. Plné čtverečky odpovídají polohám jader v předchozích snímcích, prázdné čtverečky znázorňují předpokládané polohy jader v 16.50 UTC.

Fig. 5. 6th June, 2007 16:20 UTC. Trajectories of reflectivity cores calculated by CELLTRACK algorithm. Full squares represent reflectivity cores positions in previous images empty squares represent presumptive positions of reflectivity cores at 16:50 UTC.



Obr. 6 Distribuce délky života konvekčních bouří aproximovaných jádry odrazivosti sledovanými algoritmem CELLTRACK. Zpracována byla data z let 2002–2006.

Fig. 6. Life span distribution of convective storms detected during years 2002–2006. Convective storms were approximated by radar reflectivity cores tracked with algorithm CELLTRACK.

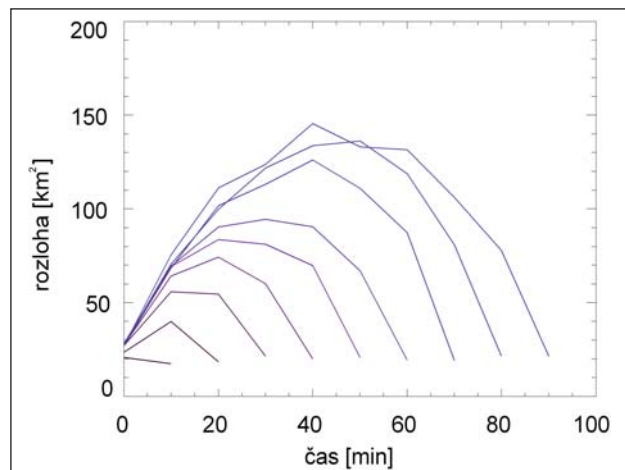
ní využití v ČHMÚ v rámci aplikace JSMetroView. Ilustrační příklad ze dne 6. 6. 2007 je znázorněn na obr. 5. Trajektorie jader odrazivosti jsou vykreslovány až do doby jejich vzniku a zachycují slučování a štěpení, pokud k nim došlo. Na obrázku je též znázorněna 30minutová předpověď polohy jader, která je počítána pomocí vzorce (3), zohledňujícího historii pohybu jader.

Další oblastí využití algoritmu CELLTRACK je zpracování dat z radarů, sítě detekce blesků CELDN a dat z družic MSG z let 2002–2006 a určení a srovnání různých charakteristik jader odrazivosti. Na jednotlivých radarových snímcích bylo identifikováno celkem 272 389 jader, která byla s využitím algoritmu CELLTRACK interpretována jako 63 060 různých konvekčních bouří (aproximovaných jádry odrazivosti). Z výsledků zpracování lze uvést například závislost počtu konvekčních bouří na době jejich života znázorněnou na obr. 6, z něhož je patrný logaritmický průběh uvedené závislosti. Pravděpodobnou příčinou odchylek počtu dlouho žijících konvekčních bouří od logaritmické závislosti je jejich malý počet ve zpracovaném období. Z obr. 7 je patrná závislost průměrné rozlohy konvekčních bouří na jejich stáří a také na celkové době jejich života. V obr. 7 byly zpracovány hodnoty pouze pro jádra, která se vyskytla v prostředí s nulovou izotermou ve výšce 3,25 až 3,75 km nad hladinou moře. Jednotlivé křivky znázorňují vývoj průměrné rozlohy pro bouře s délkou života od 10 minut do 90 minut – pro bouře splňující výše uvedená kritéria platí, že maximální rozloha konvekční bouře dosažená v průběhu jejího života v průměru roste se zvětšující se celkovou délkou jejího života.

Také další charakteristiky odvozené od sledování jader odrazivosti algoritmem CELLTRACK vykazují podobné závislosti.

5. ZÁVĚR

V ČHMÚ byl vyvinut algoritmus CELLTRACK. Podle předběžných výsledků je v konvekčních situacích schopný poskytnout předpověď polohy jader odrazivosti srovnatelnou s algoritmem COTREC a tvoří tak k němu vhodný doplněk zejména v situacích s výskytem bouří odchylujících se od středního směru proudění.



Obr. 7 Průběh průměrné rozlohy zaujímání konvekčními bouřemi v průběhu jejich života. Do zpracování byly zahrnuty bouře, které se vyskytly v prostředí s hladinou nulové izotermie ve výšce 3,25 až 3,75 km nad hladinou moře v letech 2002–2006. Různé křivky odpovídají konvekčním bouřím s různou délkou života. V grafu jsou znázorněny křivky pro konvekční bouře s délkou života 10 až 90 minut. Konvekční bouře jsou aproximovány jádry radarové odrazivosti, sledovanými algoritmem CELLTRACK.

Fig. 7. Course of mean area covered by convective storms during their life. Only storms occurred in environment with zero isotherm level in 3,25–3,75 km above sea level during years 2002–2006 were processed. Different curves correspond to convective storms with life span between 10 and 90 minutes. Convective storms are approximated with radar reflectivity cores, tracked with algorithm CELLTRACK.

Schopnosti algoritmu CELLTRACK sledovat jádra odrazivosti se v současnosti také využívá ve zpracování dat distančních měření z let 2002–2006 za účelem vyhodnocení různých charakteristik konvekčních bouří (aproximovaných jádry odrazivosti), jako například doba života, časový vývoj maximální odrazivosti, rozlohy, bleskové aktivity a dalších veličin.

Poděkování

Tento výzkum vznikl za podpory grantu Ministerstva školství 1P05ME748 a grantů GA ČR 205/04/0114 a 205/07/0905.

Literatura

- [1] DIXON, M. – WIENER, G., 1993. TITAN: Thunderstorm Identification, Tracking, Analysis and Nowcasting – A Radar-based Methodology. *Journal of Atmospheric and Oceanic Technology*, Vol. **10**, s. 785–797.
- [2] HANDWERKER, J., 2002. Cell tracking with TRACE3D – a new algorithm. *Atmospheric Research*, Vol. **61**, s. 15–34.
- [3] JOHNSON, J.T. et al., 1998. The Storm Cell Identification and Tracking Algorithm: An Enhanced WSR-88D Algorithm. *Weather and Forecasting*, Vol. **13**, s. 263–276.
- [4] NOVÁK, P., 2004. Czech weather radar data utilization for precipitation nowcasting. *ERAD publication series*, Vol. **2**, s. 459–463.
- [5] NOVÁK, P., 2007. The Czech Hydrometeorological Institute's Severe Storm Nowcasting System. *Atmospheric Research*, Vol. **83**, s. 450–457.
- [6] NOVÁK P.–FROLÍK P.–BŘEZKOVÁ L.–KYZNAROVÁ H., 2007. Nowcasting srážek pomocí extrapolace radarového echa. *Meteorologické Zprávy*, roč. **60**, s. 147–151.

Lektor (Reviewer) RNDr. J. Kaňák.

VLIV KLIMATICKÝCH PODMÍNEK NA VÝNOSY TRVALÝCH TRAVNÍCH POROSTŮ V KONTEXTU GLOBÁLNÍ ZMĚNY KLIMATU

Jan Daňhelka, Český hydrometeorologický ústav, Na Šabatce 17, 143 06 Praha 4-Komořany, Přírodovědecká fakulta Univerzity Karlovy, Albertov 6, 128 43 Praha 2, e-mail: danhelka@chmi.cz

Dagmar Honsová, Katedra agrometeorologie a biometeorologie, Česká zemědělská univerzita v Praze, Kamýcká 129, 165 21 Praha-Suchbát, e-mail: honsova@af.czu.cz

Climate conditions effect on grassland yields from the scope of climate change. Paper presents the evaluation of climate impact (precipitation, temperature, Lang factor and evapotranspiration balance) on permanent grassland yields in two research mesophytic and mesohydrophytic localities (Černíkovice near Benešov, 363 m a.s.l., mean annual temperature 8,1 °C, annual precipitation 600 mm; Senožaty near Pelhřimov, 485 m a.s.l., 7,7 °C, 662 mm) in the Czech Republic. The potential climate change impact on the permanent grassland was also researched for target year 2050 and 2080 based on two different climate change scenarios of Hadley Center global circulation model and stochastic weather generator LARS-WG. Results showed that researched mesophytic and mesohydrophytic localities hadn't the direct relation between the climate characteristics and yields, however climate conditions are limiting factor for summer yields especially, what is more significant for nutrition donated treatments. Climate change simulation proved the increasing occurrence of extreme summer climate condition similar or more severe as those of 2003. Also the probability of extreme condition repeating in consecutive years will increase significantly during 21st century. Expected decrease of average yield ranges from about 5 to 10 % for 2050 up to 50 % for higher temperature increase scenario and on fertilized grasslands in 2080.

KLÍČOVÁ SLOVA: klima – změna klimatická – HADCM3 – LARS-WG – porost trvalý travní – výnos
KEY WORDS: climate – climatic change – HADCM3 – LARS-WG – permanent grassland – yield

1. ÚVOD

Problematika klimatické změny a jejích dopadů na různá odvětví či obory je v současnosti jednou z nejvýznamnějších oblastí aplikovaného výzkumu nejen v oboru klimatologie, ale i v zemědělství a vodním hospodářství. Potenciálním důsledkem klimatické změny a vhodností využití jednotlivých simulací klimatické změny pro podmínky ČR se dosud nejkompaktněji zabývala Kalvová a kol. [1].

Vliv změny klimatu na travní ekosystémy lze sledovat ze dvou perspektiv: globální, jako posunu hranice lesa a trvalých travních porostů, nebo lokální, jako dopad na produkci a biodiverzitu porostu [2]. Podle Marka [3] lze mezi pozitivní účinky očekávané změny klimatu při zajištění dostatečné závlahy zařadit zvýšení úrody většiny zemědělských plodin v převážně většině středních zeměpisných šířek. Výnos biomasy lze považovat za ukazatel produkční funkce trvalého porostu, přičemž předpokládáme, že pokud jsou vlivem klimatických podmínek výnosy velmi malé, jsou omezovány i ostatní funkce travního porostu (retenční, estetická). Přitom vliv na produkci ekosystémů bude mít nejen změna klimatických podmínek ve formě teploty vzduchu, půdní teploty, množství srážek či evapotranspirace, ale také zvýšení koncentrace CO₂ [4]. Očekávaná klimatická změna zřejmě také ovlivní floristickou skladbu porostu a nepřímo i mikrobiologickou aktivitu půdy, a to díky zvýšené fotosyntetické aktivitě a delšímu vegetačnímu období [5]. Hodnotit jak se klimatická změna projeví ve funkcích trvalého travního porostu s ohledem právě

na floristické změny porostu a změny látkových cyklů je velmi problematické. Přitom floristické změny v důsledku zvýšené teploty lze předpokládat i v případě vlhkých údolních luk s dostatečným přísunem vody.

Cílem tohoto příspěvku bylo zhodnotit vliv klimatických podmínek a jejich předpokládané změny na výnosy lučních porostů na dvou experimentálních lokalitách v ČR.

2. METODIKA

Pokusy se sledováním trvalých travních porostů byly založeny v roce 1966 v Černíkovících (okr. Benešov) na údolní louce mezofytního až mezohydrofytního charakteru a v roce 1976 v Senožatech (okr. Pelhřimov) na vyseté louce mezofytního charakteru (tab. 1).

Hladina podzemní vody se na obou lokalitách pohybuje relativně mělce pod povrchem půdy a je tedy pro rostliny velmi dobře dostupná. Experimenty jsou uspořádány metodou náhodných bloků ve čtyřech opakováních o ploše dílců 30 m² (5 m x 6 m). Porosty jsou hnojeny různými dávkami dusíku (N₀ P₀ K₀ -varianta kontrolní, P₄₀ K₁₀₀, N₁₀₀ P₄₀ K₁₀₀, N₂₀₀ P₄₀ K₁₀₀ – v kg.ha⁻¹). Dusík je dodáván jednorázově na jaře ve formě ledku amonného s vápencem (LAV 27,5 %). Fosfor je aplikován ve formě superfosfátu na podzim a draslík v draselné soli po první seči. Porost je sečen třikrát ročně (květen, červenec, říjen).

Byl hodnocen vliv průměrné teploty vzduchu, úhrnu srážek a Langova dešťového faktoru (rovnice 1) na výnosy trva-

Tab. 1 Základní charakteristika lokalit.

Table 1. Basic characteristics of localities.

Lokalita	Nadmořská výška	Průměrný úhrn srážek	Průměrná roční teplota	Hloubka hladiny podzemní vody	Půdní typ	pH
Černíkovice	363 m n. m.	600 mm	8.1 °C	0.1 – 0.5 m	glej	5.0
Senožaty	485 m n. m.	662 mm	7.7 °C	0.3 – 1.0 m	pseudoglej	5.1

lých travních porostů, a to zvláště pro jednotlivé varianty hnojení.

$$LDF = \frac{P}{T}, \quad (1)$$

kde P je suma srážek (mm) a T je průměrná teplota ($^{\circ}\text{C}$).

Dále byl vypočten evapotranspirační model založený na přístupu Trnky [6] a Hana [7]. Model je založen na Penmanově a Monteithově rovnici [8] a využívá porovnání takzvaného dlouhodobého (2) a krátkodobého evapotranspiračního deficitu (3), resp. dostupnosti vody.

$$W_L = t_{CL} \frac{ET_{aSE}}{ET_{rSE}}, \quad (2)$$

kde ET_{aSE} je aktuální evapotranspirace kumulovaná od počátku sezony, ET_{rSE} je potenciální evapotranspirace kumulovaná od počátku sezony a t_{CL} je parametr definující limitní poměr dlouhodobé dostupnosti vody na daném stanovišti (Černíkovic = 4.0, Senožaty = 3.0).

$$W_S = t_{CS} \frac{ET_{aW}}{ET_{rW}}, \quad (3)$$

kde ET_{aW} je aktuální evapotranspirace kumulovaná za předcházejících 6 dní, ET_{rW} je potenciální evapotranspirace kumulovaná za předcházejících 6 dní, t_{CS} je parametr definující limitní poměr krátkodobé dostupnosti vody na daném stanovišti (Černíkovic = 3.0, Senožaty = 3.0).

Celková dostupnost vody byla vypočítána dle rovnice 4:

$$W_A = [CW_L^M + (1-C)W_S^M]^{1/M}, \quad (4)$$

kde C a M jsou koeficienty modelu zohledňující charakteristiky stanoviště (Černíkovic $C = 0.6$, $M = 2$, Senožaty $C = 0.8$, $M = 3$).

Možný vliv klimatické změny na velikost výnosů byl hodnocen za využití výstupů globálního cirkulačního modelu Hadleyho centra HADCM3, který byl vyhodnocen [1] jako vhodně vystihující klimatické charakteristiky na území ČR, při uvažování dvou různých emisních scénářů: SRESA2 a příznivější varianty SRESB2 pro cílové roky 2050 a 2080 (obr. 1 a 2).

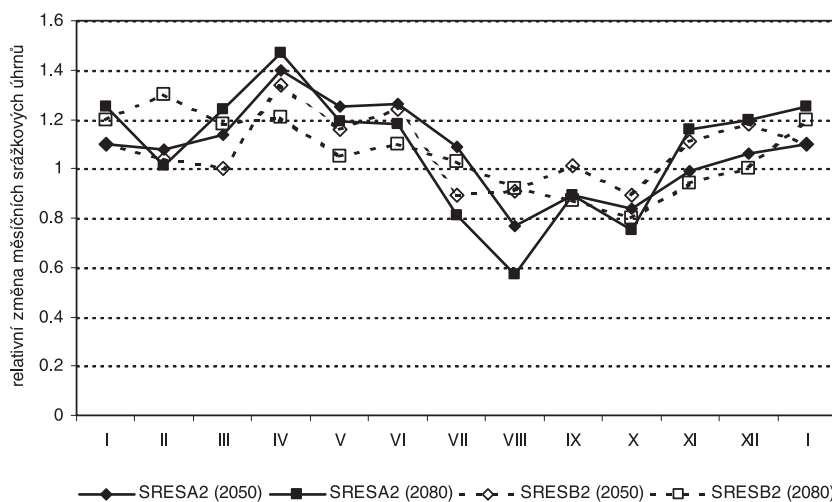
Výstupy HADCM3 jsou k dispozici v měsíčním kroku a v prostorovém rozlišení gridu 2.5° (zeměpisná šířka) a 3.75° (zeměpisná délka). Pro studie lokálních a regionálních projevů klimatické změny byl proveden downscaling pomocí stochastického generátoru počasí LARS-WG [9], kterým byly vytvářeny denní řady srážek, teplotních maxim a minim a solární radiace o délce 200 let pro varianty SRESA2, SRESB2, cílové roky 2050, 2080, referenční období 1961 až 1990 a obě zkoumané loka-

lity. Časové řady byly statisticky analyzovány v programech Canoco, Statistica a CTPA.

3. VÝSLEDKY

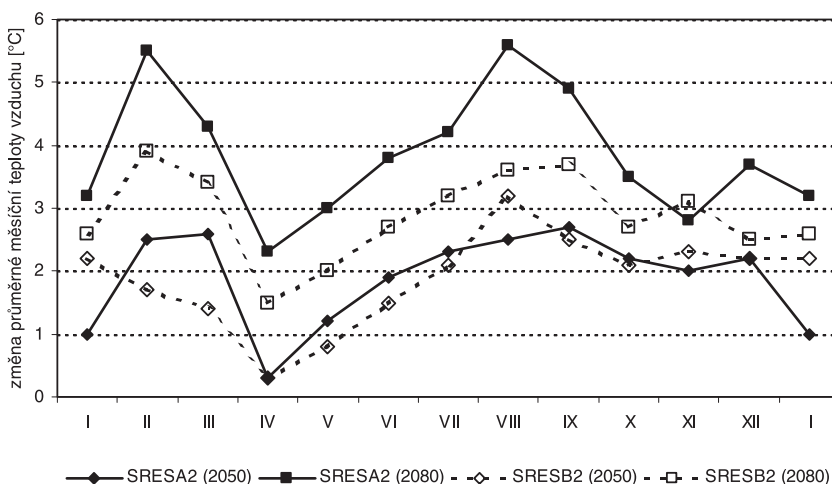
Vyhodnocení bylo provedeno pro lokalitu Černíkovic za období 1976 až 2005, pro Senožaty za období 1986 až 2005. K omezení období došlo kvůli nutnosti zajištění homogenity dat, kdy zpočátku docházelo k sukcesi porostů. Protože prvotní vyhodnocení neprokázalo vliv klimatických podmínek na první seč, byla pozornost dále směřována k hodnocení vlivu klimatu ve vrcholné fázi vegetace (červen až srpen).

Statistické vyhodnocení na zkoumaných lokalitách neprokázalo dominantní vliv klimatu na výnosy (tab. 2). Vyšší ovlivnění výnosů nepříznivými klimatickými podmínkami bylo prokázáno u variant s vyššími dávkami aplikací dusíku, což lze vysvětlit potřebou srážek po aplikaci hnojiv na povrch půdy, pro jejich optimální rozpuštění a dostupnost pro rostliny. Korelační koeficienty však byly příliš nízké pro sestavení přesného modelu výnosu na základě klimatických charakte-



Obr. 1 Předpokládaná relativní změna množství srážek dle výstupu HADCM3 vzhledem k období 1961–1990.

Fig. 1. Potential relative change in precipitation amounts according to the HADCM3 output with respect to the period 1961–1990.



Obr. 2 Předpokládaná změna průměrné teploty vzduchu dle výstupu HADCM3 vzhledem k období 1961–1990.

Fig. 2. Potential change in average air temperature according to the HADCM3 output with respect to the period 1961–1990.

Tab. 2 Výsledky statistické analýzy závislosti výnosu na Langově dešiovém faktoru (LDF) a celkové dostupnosti vody (W_A) pro Černíkovice (1976–2005) a Senožaty (1986–2005).

Table 2. Results of a statistic analysis of dependence of yields on LDF and W_A for a complete data set.

		LDF		WA	
		R2	p	R2	P
Černíkovice	nehnojená varianta	0.333	>0.05	0.394	0.05
	PK	0.238	>0.05	0.17	>0.05
	N100+PK	0.582	0.01	0.3	0.05
	N200+PK	0.643	0.01	0.384	0.05
Senožaty	nehnojená varianta	-0.226	>0.05	-0.068	>0.05
	PK	0.137	>0.05	0.506	0.05
	N100+PK	-0.316	>0.05	-0.067	>0.05
	N200+PK	0.037	>0.05	0.153	>0.05

ristik – např. vliv průměrné teploty vzduchu ($^{\circ}\text{C}$) na průměrné roční výnosy ($\text{t}\cdot\text{ha}^{-1}$) dosahoval 18,4% ($p = 0,002$).

Výnos porostu nebyl výrazněji ovlivněn průměrnými srážkami a to zřejmě díky mezofytnímu až mezohygrofytnímu charakteru stanoviště, které bývá v jarních měsících podmáčené, a také v průběhu vegetace poskytuje dostatečné zdroje podzemní vody. Také sledovaný vliv LDF na výnos byl statisticky neprůkazný ($p = 0,676$). Někteří autoři [10] naproti tomu naznačují, že s rostoucím LDF až do určitého bodu rostou

Tab. 3 Simulované hodnoty LDF pro období červen až srpen pro referenční klima (1961–1990) a při změněném klimatu.

Table 3. Simulated values of LDF for the period June – August for the reference climate and for a changed climate.

		referenční klima	SRESA2		SRESB2	
			2050	2080	2050	2080
Černíkovice	minimum	0.79	0.48	0.31	0.55	0.54
	1. kvartil	3.55	2.11	1.35	2.40	2.38
	medián	4.14	2.91	1.87	3.33	3.30
	3. kvartil	7.01	4.57	2.92	5.22	5.18
	maximum	14.28	9.99	6.33	11.36	11.25
Senožaty	minimum	0.65	0.37	0.24	0.41	0.41
	1. kvartil	3.06	1.92	1.22	2.19	2.16
	medián	5.09	3.15	2.00	3.58	3.55
	3. kvartil	5.52	4.36	2.76	4.96	4.91
	maximum	11.97	8.01	5.06	9.12	9.01

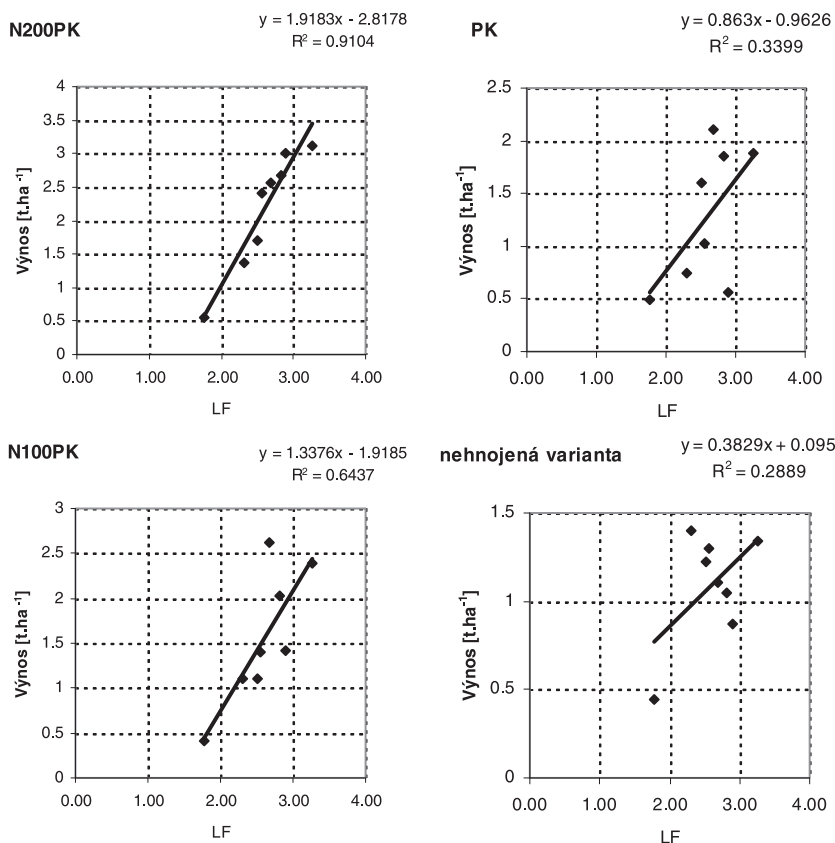
i výnosy. Při omezení zkoumaného souboru pouze na velmi suché roky ($\text{LDF}_{\text{VI-VIII}} < 3,0$ pro Černíkovice a $\text{LDF}_{\text{VI-VIII}} < 3,5$ pro Senožaty) je již závislost patrná (obr. 3). Předpokládáme, že v těchto letech se na zkoumaných lokalitách omezí jinak obecně dobrá dostupnost podzemní vody pro rostliny a klimatické podmínky se stávají hlavním limitním faktorem.

Průběh ukazatele W_A v průběhu vegetačního období na základě evapotranspiračního modelu pro jednotlivé hodnocené roky je uveden na obr. 4 a 5. Z porovnání jeho výsledků

s výnosy vyplynulo, že ani zde neexistuje jednoznačná závislost, opět z důvodu dostatečného zdroje půdní vody. Nicméně výstupy modelu potvrdily, že některé extrémní roky (Černíkovice: 1976, 1990, 1996 a 2003; Senožaty: 1992, 1993, 1994, 1998, 2000, 2003 a 2005) se vymykají zbytku souboru a lze je považovat za stresující období, kdy je růst porostu v letním období limitován právě klimatickými podmínkami.

Na zkoumaných lokalitách tedy nelze sestavit jednoduchý regresní model výnosů na základě teploty vzduchu, srážkových úhrnů, Langova dešiového faktoru a evapotranspiračního modelu. Hodnocení však prokázalo, že letní období roku 2003 bylo výrazně teplotně nadprůměrné a srážkově naopak výrazně podprůměrné, což zapříčinilo výrazné snížení výnosu druhé sklizně na obou zkoumaných lokalitách. V případě takto extrémních událostí nebyly zdroje podzemní vody na stanovištích volně dostupné pro pokrytí srážkového deficitu a evapotranspiračních ztrát.

Změněné klimatické podmínky se projeví značným zvýšením průměrné teploty vzduchu v zájmovém období při současném zachování přibližně stejného množství ročních srážek. Pokles srážkových úhrnů však nastane zejména na konci léta a na podzim, což ve své studii naznačuje také [11].



Obr. 3 Závislost výnosů ($\text{t}\cdot\text{ha}^{-1}$) na Langově dešiovém faktoru ($\text{LDF} < 3.5$) pro lokalitu Senožaty a jednotlivé varianty hnojení.

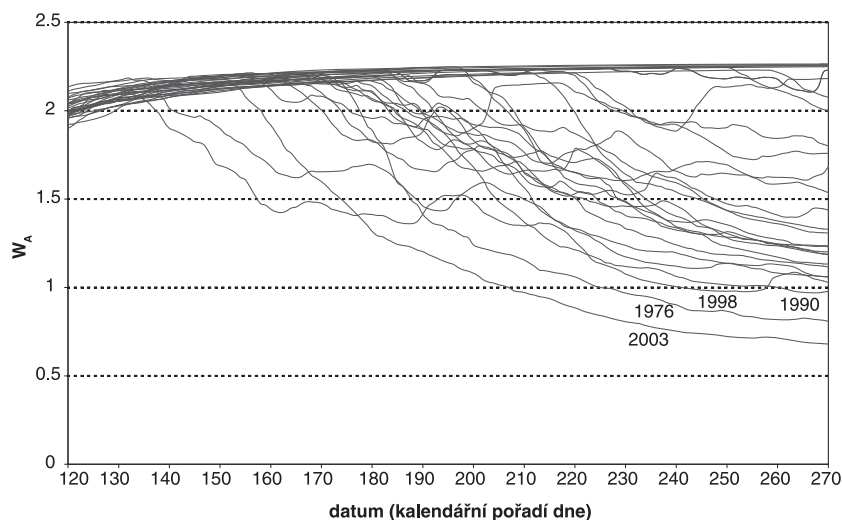
Fig. 3. The dependence of yields ($\text{t}\cdot\text{ha}^{-1}$) upon Lang factor ($\text{LDF} < 3.5$) for the locality Senožaty and different varieties of fertilization.

Kvůli nemožnosti vytvoření výnosového modelu, který by bylo možné dále použít pro predikci výnosů, byly výsledky simulace časových řad při změněných klimatických podmínkách porovnány s rokem 2003.

Vzhledem k referenčnímu období 1961 až 1990 bylo léto roku 2003 extrémní a vymyká se zbytku souboru (obr. 6 a 7). Nevyskytl se tedy rok s menším srážkovým úhrnem a zároveň s vyšší průměrnou teplotou v daném období (červen-srpen). Naopak při porovnání hodnot z roku 2003 se simulovanými řadami při změněných klimatických podmínkách (obr. 6 a 7) je evidentní, že bude docházet k výskytu ještě nepříznivějších období, přitom jejich počet a extremita roste při nepříznivé variantě SRESA2 až na 38 % všech let pro lokalitu v Černíkovcích a na 27 % pro lokalitu Senožaty. Roste pochopitelně také výskyt podobně nepříznivých klimatických podmínek v letech následujících po sobě (průměrná délka suchého období při variantě SRESA2 v Černíkovcích dosahuje 1.65 let, v Senožatech 1.24 roku). Právě tento fakt by mohl být velmi významným faktorem při uvažování dopadu klimatické změny na přirozené i obhospodařované trvalé travní porosty. Při přetrvávajících stresujících klimatických podmínkách lze předpokládat široké floristické změny v porostu [12] s posunem ke stepním druhům tolerantnějším k nedostatku srážek. Vzhledem k absenci historických botanických snímků nelze posoudit konkrétní projevy extrémních klimatických podmínek na jednotlivé druhy na zkoumaných lokalitách před rokem 2004.

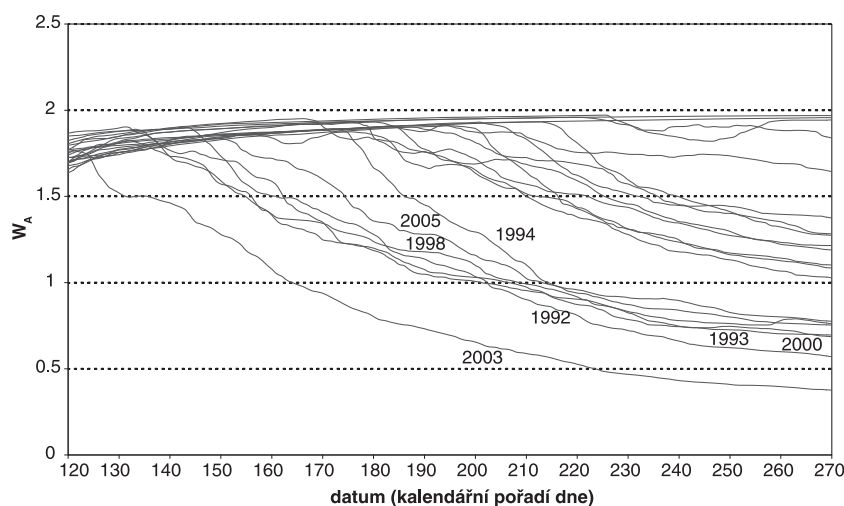
Kvantitativní odhad dopadu klimatické změny na výnosy zkoumaných trvalých travních porostů je obtížný. Při uvažování zachování současného floristického složení, za použití odvozených vztahů pro LDF <3.0, resp. 3.5 a uvažování stávajícího průměrného výnosu v letech s LDF větším než uvedené limity, lze předpokládat:

- pokles výskytu let, kdy LDF není limitním faktorem ze současných ca 76 % na ca 48 až 57 % pro SRESB2 v letech 2050 i 2080 a SRESA2 v roce 2050, až na 15 až 20 % pro variantu SRESA2 v roce 2080,
- pokles průměrné hodnoty LDF v limitních rocích ca o 10 až 30 %,
- na lokalitě Černíkovice pokles výnosů na nehojené variantě o 20 % ($0.77 \text{ t}\cdot\text{ha}^{-1}$) pro variantu SRESA2 a rok 2080 a okolo 5 % (ca $0.2 \text{ t}\cdot\text{ha}^{-1}$) pro ostatní počítané scénáře a cílové roky,
- na intenzivně hnojené variantě ($N_{200}PK$) v Černíkovcích pokles výnosu až o 40 % ($2.8 \text{ t}\cdot\text{ha}^{-1}$) pro variantu SRESA2 a rok 2080 a okolo 8 až 12 % (ca 0.6 až $0.9 \text{ t}\cdot\text{ha}^{-1}$) pro ostatní počítané scénáře a cílové roky,
- na lokalitě Senožaty pokles výnosů na nehojené variantě o ca 12 % ($0.12 \text{ t}\cdot\text{ha}^{-1}$) a setrvání výnosů na současné úrov-



Obr. 4 Výsledky evapotranspiračního modelu udávající průběh celkově dostupné vody (W_A) v průběhu vrcholného vegetačního období pro lokalitu Černíkovice.

Fig. 4. Results of an evapotranspiration model giving the course of water available during the high vegetation season for the locality Černíkovice.



Obr. 5 Výsledky evapotranspiračního modelu udávající průběh celkově dostupné vody (W_A) v průběhu vrcholného vegetačního období pro lokalitu Senožaty.

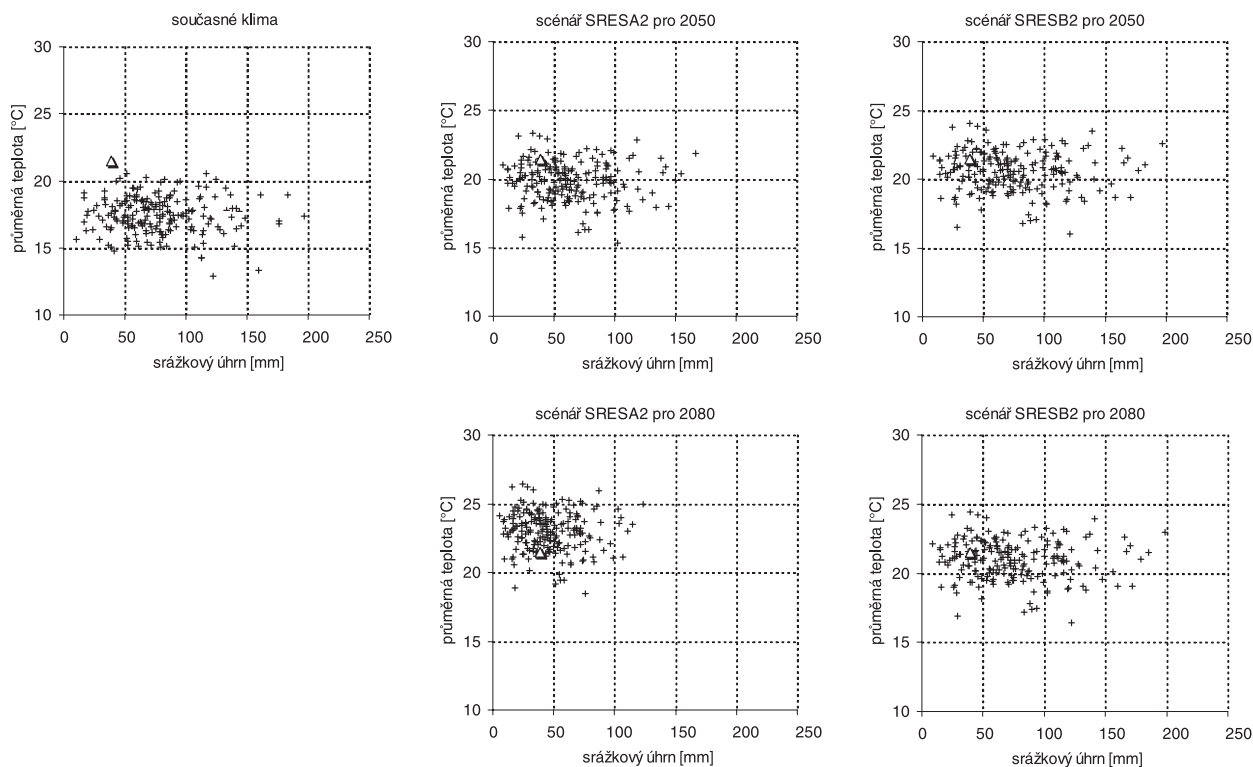
Fig. 5. Results of an evapotranspiration model giving the course of water available during the high vegetation season for the locality Senožaty.

- ni pro ostatní počítané scénáře a cílové roky (kde je však odvozená závislost nedostatečná),
- na intenzivně hnojené variantě v Senožatech pokles výnosů pro scénář SRESA2 ca o 15 % ($0.3 \text{ t}\cdot\text{ha}^{-1}$) pro rok 2050 a 50 % ($1.15 \text{ t}\cdot\text{ha}^{-1}$) pro rok 2080, a pokles o ca 10 % ($0.2 \text{ t}\cdot\text{ha}^{-1}$) pro scénář SRESB2 pro oba časové horizonty.

Velmi těžko lze odhadovat vliv klimatické změny například na režim podzemní vody ve zkoumaných lokalitách. Vzhledem k tomu, že většina rozlohy trvalých travních porostů je spíše v lokalitách relativně dobře odvodňovaných (svahy), lze předpokládat, že klima jako stresující faktor se obecně na travních porostech projeví ještě výrazněji a dříve než ve studovaných lokalitách ovlivněných zdroji podzemní vody.

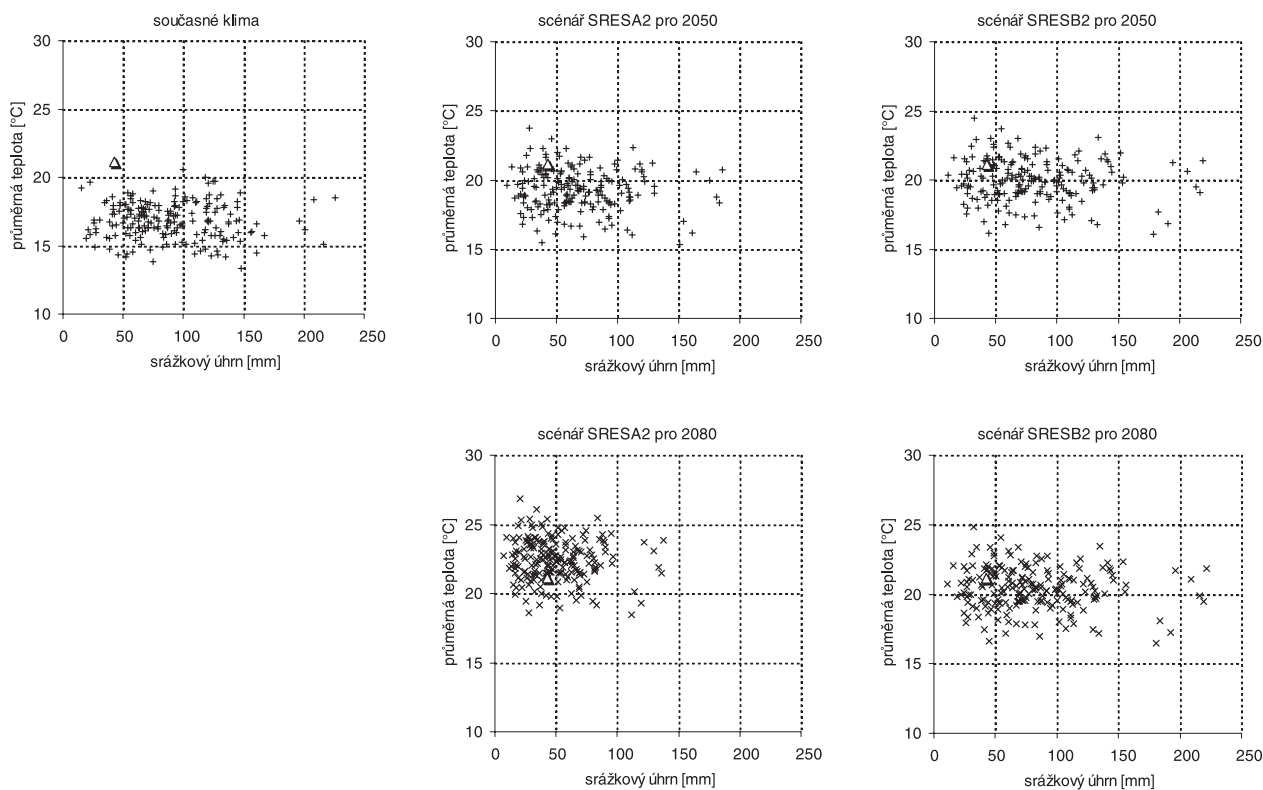
4. ZÁVĚR A DISKUZE

Naše analýza potvrdila v souladu s [13], že trvalý travní porost je složitý ekosystém a jeho reakce na klimatické podmínky není tak jednoznačná jako v případě monokultur. To je dáno především rozdílnou reakcí jednotlivých botanických



Obr. 6 Simulované průměrné srpnové teploty a srážkové úhrny ve srovnání se srpnem 2003 (označen trojúhelníkem) při změněných klimatických podmínkách pro Černíkovice.

Fig. 6. Simulated average August air temperatures and precipitation amounts in comparison with August 2003 (marked with a triangle) for changed climatic conditions for Černíkovice.



Obr. 7 Simulované průměrné srpnové teploty a srážkové úhrny ve srovnání se srpnem 2003 (označen trojúhelníkem) při změněných klimatických podmínkách pro Senožaty.

Fig. 7. Simulated average August air temperatures and precipitation amounts in comparison with August 2003 (marked with a triangle) for changed climatic conditions for Senožaty.

druhů na klimatické podmínky a měnicími se konkurenčními vztahy ve společenstvu.

Vliv klimatu se více a rychleji projevuje na dobře odvodňovaných lokalitách [14], námi zkoumané lokality jsou dostatečně dotovány podzemní vodou, a proto výsledky vyhodnocení neprokázaly výrazný vliv klimatu (teplota vzduchu, srážky, LDF, evapotranspirační model) na výnosy. Nicméně naše analýza v souladu s [12] prokázala, že extrémně teplá a suchá léta významně ovlivňují výnosy trvalých travních porostů i na mezohygrofytních stanovištích. Extrémním byl rok 2003, kdy produkce biomasy trvalého travního porostu v letním období byla zanedbatelná. Při změněných klimatických podmínkách výskyt podobně abnormálních let výrazně poroste a pravděpodobně ovlivní trvalé travní porosty a jejich funkce v krajině. Na základě simulovaných hodnot LDF lze předpokládat pokles výnosů trvalých travních porostů v důsledku změny klimatických podmínek a to pro horizont roku 2050 většinou okolo 5 % na nehnojených porostech a až okolo 15 % na porostech hnojených velkými dávkami dusíku. Pro rok 2080 se výsledky liší v závislosti na použitém klimatickém scénáři, pro scénář SRESB2 oproti roku 2050 nedochází k výrazné změně, zatímco scénář SRESA2 předpokládá snížení výnosů o 40 % (Černíkovice) až 50 % (Senožaty) ve srovnání se současným stavem.

Literatura

- [1] KALVOVÁ, J. a kol. 2002. Scénáře změny klimatu na území České republiky a odhady dopadů klimatické změny na hydrologický režim, sektor zemědělství, sektor lesního hospodářství a na lidské zdraví. Praha: ČHMÚ. 158 s. Národní klimatický program, sv. 32. ISBN 80-86690-01-6.
- [2] MCGUFFIE, K. – HENDERSON-SELLERS, A., 2005. A climate modelling primer. Chichester: John Wiley Sons Ltd.
- [3] MAREK, M. V., 2005. Globální klimatická změna a její možné účinky na zemědělství. *Úroda*, roč. 53, č.12, s. 31–33. ISSN 0139-6013.
- [4] PARTON, W. J.– SCURLOCK, J. M. O.– OJIMA, D. S. – SCHIMEL, D. S. – HALL, D. O., 1995. Impact of Climate Change on Grassland Production and Soil Carbon Worldwide. *Global Change Biology*, Vol. 1, s. 12–22. ISSN 1354-1013.
- [5] HUNT, H. W.– TRLICA, M. J.– REDENTE, E. F.– MOORE, J. C.– DETLING, J. K. et al., 1991. Simulation model for the effects of climate change on temperate grassland ecosystems. *Ecological Modelling*, Vol. 53, No. 3–4, s. 205–246. ISSN 0304-3800.
- [6] TRNKA, M. – EITZINGER, J. – GRUSZCZYNSKI, G.– BUCHGRABER, K. – RESCH, R. et al., 2006. A simple statistical model for predicting herbage production from permanent grassland. *Grass and Forage Science*, Vol. 61, s. 253–271.
- [7] HAN, D., O'KIELY, P. – SUN D. W., 2003. Application of water-stress models to estimate the herbage dry matter yield of a permanent grassland pasture sward regrowth. *Biosystems Engineering*, Vol. 84, s.101–111.
- [8] MONTEITH, J. L. 1965. Evaporation and environment. – Proceedings of the 19th Symposia of the Society for Experimental Biology, 8-12 September 1964, Swansea, Cambridge: University of Cambridge Press, s. 205–234.
- [9] SEMEMNOV, M. A. – BROOKS, R. J. – BARROW, E. M. – RICHARDSON, C. W. 1998. Comparison of WGEM and LARS-WG stochastic weather generators for diverse climates. *Climate Research*, Vol. 10, s. 95–107.
- [10] HABERLE, J. – MIKYSKOVÁ, J. 2004. Výnosy obilnin, stabilita výnosů a půdně-klimatické podmínky ČR. *Úroda*, roč. 52, č.11, s. 26– 29.
- [11] GRIME, J. P. – BROWN, V. K. – THOMPSON, K. – MASTERS, G. J. – HILLIER, S. H. et al., 2000.: The Response of Two Contrasting Limestone Grasslands to Simulated Climate Change. *Science*, Vol. 289, s. 762–765.
- [12] WHITE, T. A. – CAMPBELL, B. D. – KEMP, P. D. – HUNT, C. L. 2001. Impacts of extreme climatic events on competition during grassland invasions. *Global Change Biology*, Vol. 7, s. 1–13.
- [13] LONG S. P. – HUTCHIN P. R., 1991.: Primary Production in Grasslands and Coniferous Forests with Climate Change: An Overview. *Ecological Applications*, Vol. 1, No. 2, s.139–156.
- [14] ANDERSON, J. M.,1991. The Effects of Climate Change on Decomposition Processes in Grassland and Coniferous Forests. *Ecological Applications*, Vol. 1, No. 3. s. 326–347.

Lektor (Reviewer) RNDr. Ing. M. Možný.

PŘEDÁNÍ CERTIFIKÁTU PRO POSKYTOVATELE LETECKÝCH METEOROLOGICKÝCH SLUŽEB

Odbor letecké meteorologie ČHMÚ prošel v 1. pololetí 2007 procesem certifikace v souladu s nařízeními Evropského parlamentu a Evropské komise v rámci projektu Jednotného evropského nebe, která stanovují společné požadavky a jednotné podmínky pro poskytování letových navigačních služeb a meteorologických služeb pro civilní letectví. Na základě výsledků certifikačního auditu konaného ve dnech 17.–18. 5. a 21. 5. 2007 byl celý proces certifikace završen vydáním „Certifikátu poskytovatele meteorologické služby pro civilní letectví“ v souladu se Společnými požadavky dle nařízení (ES) č. 550/2004 a nařízení Evropského parlamentu a Rady (ES) 2096/2005“, platného na období 4 let (od 7. června 2007 do 7. června 2011). Certifikát byl řediteli ČHMÚ Ing. I. Obrusníkovi, DrSc. slavnostně předán dne 13. listopadu 2007. Certifikát předali Ing. P. Rudolf, ředitel Odboru Řízení letového provozu letišť ÚCL ČR, a Ing. J. Vitásek, vedoucí oddělení ŘLP ÚCL ČR.



Předání Certifikátu poskytovatele meteorologické služby pro civilní letectví. Foto O. Šuvarinová.

Bohumil Techlovský

MĚŘENÍ SRÁŽEK V TĚŠÍNĚ V OBDOBÍ LEDEN 1777–LEDEN 1778

Rudolf Brázdil, Geografický ústav, Masarykova univerzita, Kotlářská 2, 611 37 Brno, e-mail: brazdil@sci.muni.cz

Hubert Valášek, Moravský zemský archiv, Žerotínovo nám. 3–5, 656 01 Brno, e-mail: valasek@mza.cz

Ladislava Řezníčková, Geografický ústav, Masarykova univerzita, Kotlářská 2, 611 37 Brno, e-mail: reznickova@mail.muni.cz
Petr Štěpánek, Český hydrometeorologický ústav, Kroftova 43, 616 67 Brno, e-mail: petr.stepanek@chmi.cz

Precipitation measurements in Těšín in the period January 1777–January 1778. This article analyses the results of precipitation measurements taken at Těšín by the gymnasium teacher Leopold Jan Šeršník (1747–1814) in the period January 1777–January 1778. The amount of rain and melted snow was weighed in contemporary Vienna units, from which heights of precipitation totals in mm were calculated. Šeršník's observations are evaluated in terms of daily and monthly totals as well as number of precipitation days compared to documentary data and precipitation series from the Český Těšín station for the period 1961–2000.

KLÍČOVÁ SLOVA: měření srážek – srážkové úhrny – srážkové dny – Leopold Jan Šeršník – Těšín

KEY WORDS: precipitation measurements – precipitation totals – precipitation days – Leopold Jan Šeršník – Těšín

1. ÚVOD

Měření srážek přes svůj jednoduchý princip začala v Evropě podstatně později než měření teploty nebo tlaku vzduchu. Tak nejstarší souvislá pozorování v anglickém Kew byla zahájena až v roce 1697 [20], tedy téměř o 40 roků později než začíná nejznámější a nejdelší teplotní řada střední Anglie [10]. V Čechách jsou nejstarší známá měření srážek z pražského Klementina z roku 1752, která spolu s pozorováním tlaku a teploty vzduchu prováděl Josef Stepling [7, 14].

Souvislá měření srážek však začala v Klementinu podstatně později, a to až od 1. května 1804 [15]. To již měřil srážky také zemský účetní Zachariáš Melzer v Brně, který s pozorováním započal již v lednu 1803 [4] a zpočátku je zveřejňoval v *Patriotisches Tageblatt* [11, 12, 13]. Publikace těchto výsledků patrně ovlivnila gymnaziálního profesora Leopolda Jana Šeršníka, který s odvoláním na Z. Melzera zveřejnil výsledky svých pozorování srážek v Těšíně pro období leden 1777–leden 1778 [16]. Analýza Šeršnickových měření je předmětem tohoto příspěvku.

2. LEOPOLD JAN ŠERŠNÍK A JEHO MĚŘENÍ SRÁŽEK

Šeršníkova měření srážek z Těšína byla zveřejněna v deníku *Patriotisches Tageblatt* v roce 1805 na základě jeho dopisu z 25. prosince 1804 [16], a to hned za sdělením Z. Melzera z 1. ledna 1805 o měření srážek v Brně ve druhé polovině roku 1804 [13]. Na základě následného pátrání zaměřeného na osobu Leopolda Šeršníka se podařilo nalézt v Těšínské knihovně i jeho originální záznamy.

Leopold Jan Šeršník (německy psán jako Scherschnick, polsky jako Szersznik) (obr. 1) se narodil dne 3. března 1747 v Těšíně v rodině měšťského syndika. V 17 letech vstoupil v Olomouci do jezuitského řádu. Po dvou zkušebních letech strávených v Brně přišel v roce 1767 do jezuitské koleje v Březnici u Příbrami a odtud do pražské koleje, kde v letech 1768–1769 studoval matematiku, církevní dějiny, hebrejštinu a řečtinu. V roce 1770 nastoupil jako učitel na jezuitské gymnázium v Chebu, kde působil další dva roky. Poté se vrátil do Prahy, kde ukončil teologická studia a stal se vězeňským katechetou. Po zrušení jezuitského řádu působil jako adjunkt klementinské knihovny. Roku 1776 odešel Šeršník jako profesor rétoriky a poetiky na gymnázium v Těšíně, jehož prefektem se stal v roce 1787. Byl i vrchním dozorcem škol těšínskému okresu. Po katastrofálním požáru Těšína dne 6. května 1789 [19] se postaral o stavbu nového gymnázia a shromáždil zde bohaté muzejní sbírky s velkou knihovnou čítající přes 14 000 svazků. Šeršník zemřel v Těšíně dne 31. ledna 1814 ve věku 67 let. Již od roku 1775 psal do „Abhandlungen“ pražské Společnosti nauk pojednání týkající se Těšínska. Zanechal po sobě 42 spisů věnovaných životu spisovatelů a umělců těšínskému knížectví, dějinám těšínskému gymnázia a církevní historii kraje [8, 9, 18, 21].



Obr. 1 Leopold Jan Šeršník (1747–1814). Olej na plátně od F. K. Fahrenschöhna, Praha 1774. (Ze sbírek Muzea Śląska Cieszyńskiego, Cieszyn.)

Fig. 1. Leopold Jan Šeršník (1747–1814). Oil on canvas by F. K. Fahrenschöhn, Prague 1774 (from the collections of the Museum of Cieszyn Silesia, Cieszyn).

1777.
Šeršník.

Tag	Pr.	L.	Q.	Q.
1. Šujan, uhl. Šujan	-	1	-	-
4. Šujan	-	2	2	5
5. Šujan	-	16	1	2
6. Šujan	1	15	2	-
7. Šujan	-	17	1	4
8. Šujan	-	2	-	4
9. Šujan	-	20	-	1
10. Šujan	-	7	2	2
15. Šujan	-	-	-	2
19. Šujan	-	10	-	6
22. Šujan	-	-	-	4
24. Šujan	-	4	1	-
25. Šujan, uhl. Šujan	-	12	1	1
26. Šujan, uhl. Šujan	-	7	3	3
27. Šujan	-	9	-	2
28. Šujan, uhl. Šujan	-	4	1	4
30. Šujan	-	7	3	2
Šeršníkovo měření 1582, 1587, 1597, 1612, 1627, 1642, 1657, 1672, 1687, 1702, 1717, 1732, 1747, 1762, 1777, 1792, 1807, 1822, 1837, 1852, 1867, 1882, 1897, 1912, 1927, 1942, 1957, 1972, 1987, 2002				

1582, 1587, 1597, 1612, 1627, 1642, 1657, 1672, 1687, 1702, 1717, 1732, 1747, 1762, 1777, 1792, 1807, 1822, 1837, 1852, 1867, 1882, 1897, 1912, 1927, 1942, 1957, 1972, 1987, 2002
 1582, 1587, 1597, 1612, 1627, 1642, 1657, 1672, 1687, 1702, 1717, 1732, 1747, 1762, 1777, 1792, 1807, 1822, 1837, 1852, 1867, 1882, 1897, 1912, 1927, 1942, 1957, 1972, 1987, 2002
 Šeršníkovo měření 1, 10, 70

Obr. 2 Ukázka Šeršníkoviých záznamů srážek v Těšíně pro měsíc duben roku 1777 [1].

Fig. 2. Example of Šeršník's precipitation records at Těšín for the month of April 1777 [1].

I když o pohnutkách Šeršníkoviých měření srážek lze jen spekulovat, jeho ovlivnění studiem na teologické fakultě a pobyt v Klementinu se zdá nesporné, byť se zde srážky v jeho době neměřily. Šeršníkovi kurentem psaný spis shrnující jeho měření [1] začíná latinskou citací ze Seneky. Na dalších třech stranách následuje informace o vlastních měřeních a popis postupu, jak lze srážky přepočítat na celé Těšínské knížectví. Poté jsou na jednotlivých stranách vždy pro daný měsíc zveřejněny v podobě tabulky data s druhem srážek a odpovídající hmotností vody z rozpuštěných pevných a kapalných srážek, přičemž do dubna 1777 k tomu uvádí pro celé knížectví i informaci o hmotnosti, objemu a výšce spadlé vody (obr. 2).¹⁾ Po tabelárních údajích pro leden 1777 až leden 1778 následuje rukopis jeho článku, který se objevil později v *Patriotisches Tageblatt*.

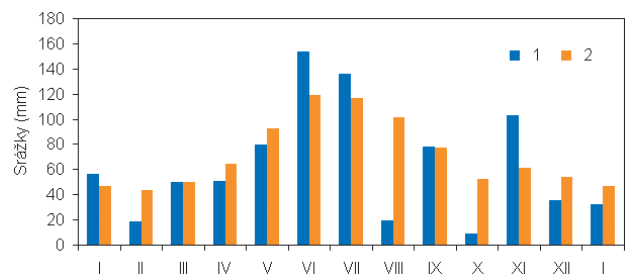
Šeršník bohužel neuvádí nic bližšího k místu měření, jenom to, že se jednalo o zcela otevřené místo. Lze proto oč-

1) Šeršníkovi záznamy srážek pro duben 1777 (obr. 2) je třeba chápat tak, že do deníku zapsal pouze dny, v nichž srážky vypadly. Tedy v dubnu 1777 bylo 17 srážkových dnů, přičemž 13 dnů bylo bez srážek, takže tyto dny již v deníku nezmínil. Nepochybně v případě jeho měření neplatí to, co je typické např. u vizuálních (kvalitativních) záznamů počasí, že zejména malé srážky (hlavně v noci) zůstávaly zpravidla nepovšimnuty. Z tohoto důvodu považujeme i roční úhrn srážek 812 mm za zcela reálný a pokud ho srovnáme průměrem z let 1961–2000, znamená to jen to, že rok 1777 byl prostě srážkově podnormální. Protože však nemáme z roku 1777 jiná měření srážek ze stanic ve vzdálenostně akceptovatelném okolí, nemůžeme to pochopitelně jinak prokázat. To však nezavdává důvod k pochybnostem o pečlivosti a kvalitě Šeršníkoviých měření.

kávat, že svá měření prováděl buď na gymnáziu, nebo u svého domu, tj. v nynějším polském Těšíně asi 0,4 km od naší současné státní hranice. Srážky byly zachytávány do kruhové nádoby o průměru 1 vídeňské stopy (31,608 cm) s plochou 113 1/25 čtverečních coulů (784,3 cm²). Hmotnost vody se zjišťovala vážením v librách (1 vídeňská libra = 0,56006 kg), lotech (1 vídeňský lot = 1/32 libry = 17,5019 g) a kventlicích (1 vídeňský kventlík = 1/4 lotu = 4,376 g) [6]. Údaj o hmotnosti srážek zapisoval Šeršník ke dni, ve kterém vypadly. S ohledem na výše uvedené jednotky byl proveden přepčet hmotnosti vody na její výšku v mm. Např. hmotnost vody 7 liber 27 lotů 3 1/8 kventlíku pro leden 1777 při vztažení na plochu 113 1/25 čtverečních coulů odpovídá výšce srážek 56,2 mm.

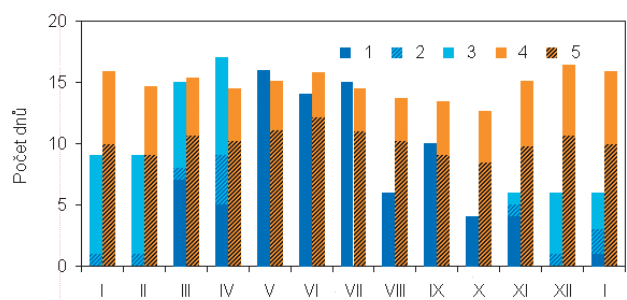
3. SRÁŽKY V TĚŠÍNĚ V OBDOBÍ LEDEN 1777–LEDEN 1778

Obrázek 3 ukazuje srážkové úhrny naměřené Šeršníkem v Těšíně od ledna 1777 do ledna 1778. Maximum srážek zaznamenal v červnu, minimum v říjnu. Velmi suchý byl také únor a srpen, zatímco srážky listopadu byly vedle června překonány pouze červencem. Počty srážkových dnů v období březen–červenec (od 17 dnů v dubnu do 14 dnů v červnu) výrazně převyšovaly odpovídající počty v ostatních měsících (obr. 4). Pouze čtyři srážkové dny zaznamenal Šeršník v nej suchším říjnu. Rozložení denních úhrnů srážek naměřených



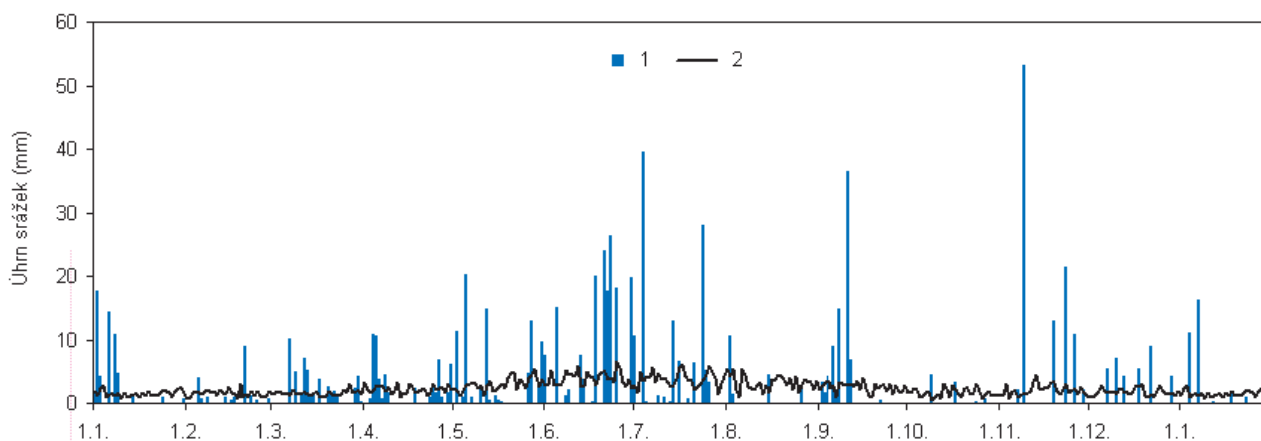
Obr. 3 Chod měsíčních úhrnů srážek v Těšíně v období leden 1777–leden 1778 podle Šeršníkoviých měření (1) v porovnání s průměrnými úhrny srážek stanice Český Těšín (2) v období 1961–2000.

Fig. 3. Variation of monthly precipitation totals at Těšín in the period January 1777–January 1778, after Šeršník's measurements (1), in comparison with mean precipitation totals at the Český Těšín station (2) in the period 1961–2000.



Obr. 4 Chod měsíčních počtů srážkových dnů (1 – dešť, 2 – sníh a dešť, 3 – sníh) v Těšíně v období leden 1777–leden 1778 podle Šeršníkoviých pozorování v porovnání s průměrným počtem srážkových dnů s úhmem $\geq 0,1$ mm (4) ($\geq 1,0$ mm) stanice Český Těšín v období 1961–2000.

Fig. 4. Variation of monthly numbers of precipitation days (1 – rain, 2 – rain and snow, 3 – snow) at Těšín in the period January 1777–January 1778, after Šeršník's observations, in comparison with mean numbers of precipitation days with totals ≥ 0.1 mm (4) (≥ 1.0 mm) at the Český Těšín station in the period 1961–2000.



Obr. 5 Chod denních úhrnů srážek v Těšíně v období leden 1777–leden 1778 podle Šeršníkových měření (1) v porovnání s průměrnými denními úhrny srážek stanice Český Těšín (2) v období 1961–2000.

Fig. 5. Variation of daily precipitation totals at Těšín in the period January 1777–January 1778 after Šeršník's measurements (1) in comparison with mean daily precipitation totals at the Český Těšín station (2) in the period 1961–2000.

Šeršníkem v Těšíně v průběhu zpracovávaných měsíců je patrné z obr. 5. Absolutní denní maximum připadlo na 10. listopad s hodnotou 53,2 mm. Nejdelší souvislé srážkové období trvalo od 4. do 10. dubna.

Verifikace Šeršníkových pozorování srážek je poměrně velmi obtížná jak s ohledem na velkou prostorovou proměnlivost srážek, tak dostupnost dobových dokumentárních pramenů. Tak Jan Nepomuk Hausperský z Fanálu [3] uvádí ve svých záznamech z Brna v roce 1777 shodně se Šeršníkem sněžení dne 1. ledna a déšť ve dnech 14.–16. března (v Těšíně ale sněžení), 18. března (Hausperský však konstatuje déšť pro 18.–20. března) a 14.–15. července (Hausperský navíc i 16. července). Záznamy milčického rychtáře Františka Jana Vaváka [17] souhlasí se Šeršníkem například pro déšť dne 13. března, sněžení 14.–15. března, déšť 18. května a déšť ve dnech 4.–18. července (v Těšíně pro dny 6., 9., 10., 12., 14., 15. a 17. července), resp. 20.–27. července (Šeršník zaznamenal srážky ve dnech 20., 22., 25., 26. a 27. července). Deník piaristické koleje ve Staré Vodě [5] zmiňuje hojnost sněhu k 6. lednu 1777, což je v souladu s Šeršníkovými údaji o sněžení ve dnech 1.–3. a 6. ledna. Také zápisy o celodenním dešti 15. července a o srážkách při bouři 27. července jsou ve shodě se zaznamenanými srážkovými dny v Těšíně.

Hodnocení Šeršníkových záznamů může být provedeno i se zřetel na novodobá měření srážek na stanici Český Těšín v období 1961–2000. Úhrn srážek 812 mm naměřený Šeršníkem v roce 1777 je nižší než čtyřicetiletý průměr v Českém Těšíně (877 mm). V průměrném ročním chodu množství srážek vykazuje tato stanice hlavní maximum v červnu a podružné v listopadu, zatímco hlavní minimum se vyskytlo v únoru (obr. 3). V ročním chodu průměrného počtu srážkových dnů se v Českém Těšíně objevuje hlavní maximum v prosinci a druhotné v červnu a v březnu, přičemž jejich pořadí je opačné pro počty srážkových dnů s úhrnem $\geq 1,0$ mm (obr. 4). Celkem 127 srážkových dnů zaznamenaných Šeršníkem v roce 1777 v porovnání s odpovídajícími ročními průměry na stanici Český Těšín (121,4 dnů s úhrnem $\geq 1,0$ mm a 176,6 dnů s úhrnem $\geq 0,1$ mm) ukazuje na možné podhodnocení dnů s malými úhrny srážek, což bylo typickým rysem mnoha starších pozorování. Reálnost Šeršníkova denního maxima 53,2 mm z 10. listopadu 1777 potvrzuje úhrn 50,0 mm naměřený na stanici Český Těšín dne 4. listopadu 1961.

4. ZÁVĚR

Třináct měsíců měření množství srážek z Těšína s údaji o počtu srážkových dnů se může ze současného klimatologického pohledu jistě jevit jako málo významné. Je si však třeba uvědomit, že naše klimatologické poznatky ze vzdálené minulosti se skládají právě z takovýchto fragmentů, na jejichž základě bude možné v budoucnu v kombinaci s informacemi o počasí z dalších dokumentárních pramenů (viz např. [2]) provést analýzu kolísání klimatu v českých zemích. Z tohoto pohledu mají Šeršníkova pozorování z Těšína v těsné blízkosti současné hranice České republiky nezanedbatelnou hodnotu a jde nepochybně o další cenný příspěvek k poznání dějin meteorologických pozorování ve střední Evropě.

Poděkování

Práce vznikla díky finanční podpoře GA ČR pro řešení grantu č. 205/05/0858. Naše upřímné poděkování za pomoc při získávání Šeršníkova rukopisu patří především paní Mgr. Vlastě Byrtusové z Muzea Těšínska v Českém Těšíně, Mgr. Anie Rusnok z Książnice cieszyńskiej, Cieszyn a dr. Januszovi Spyrovi z Muzea Śląska Cieszyńskiego, Cieszyn.

Literatura

- [1] Beobachtungen über die Menge des gefallenen Schnees, und Regens im Herzogthum Teschen angestellt von Leopold Johann Scherschnick. 1778 nebst anderen Materien. Książnica Cieszyńska, Cieszyn, Dział Zbiorów Specjalnych, sign. DD IV 18.
- [2] BRÁZDIL, R. – PFISTER, C. – WANNER, H. – STORCH, H. VON – LUTERBACHER, J., 2005. Historical climatology in Europe – the state of the art. *Climatic Change*, Vol. **70**, s. 363–430. ISSN 0165-0009.
- [3] BRÁZDIL, R. – VALÁŠEK, H., 2003. Počasí v Brně a okolí v letech 1767–1790 podle záznamů Jana Nepomuka, svobodného pána Hausperského z Fanálu. In: Brno v minulosti a dnes. Sborník příspěvků k dějinám a výstavbě Brna XVII. Brno: Magistrát města Brna, Archiv města Brna, s. 399–443. ISBN 80-902931-9-0.
- [4] BRÁZDIL, R. – VALÁŠEK, H. – MACKOVÁ, J., 2005. Meteorologická pozorování v Brně v první polovině 19. století (Historie počasí a hydrometeorologických extrémů). Brno: Archiv města Brna. 450 s. ISBN 80-86736-00-8.

- [5] Diarium piaristické koleje Stará Voda z let 1719–1798. Zemský archiv Opava – pobočka Olomouc. Sbíрка rukopisů Metropolitní kapituly Olomouc, CO 633.
- [6] HOFMANN, G., 1984. Metrologická příručka pro Čechy, Moravu a Slezsko do zavedení metrické soustavy. Plzeň: Státní oblastí archiv v Plzni, Muzeum Šumavy v Sušici. 100 s.
- [7] KREIL, C., 1865. Klimatologie von Böhmen. Wien: Druck und Verlag von Carl Gerold's Sohn. 450 s.
- [8] KUDĚLKA, M., 1957. Leopold Jan Šeršník (1747–1814): život a dílo. Ostrava: Krajské nakladatelství. 195 s.
- [9] Leopold Jan Šeršník, 1906. In: Ottův slovník naučný – Ilustrovaná encyklopedie obecných vědomostí. Dvacátý-čtvrtý díl. Praha: J. Otto, s. 590.
- [10] MANLEY, G., 1974. Central England temperatures: monthly means 1659 to 1973. *Quarterly Journal of the Royal Meteorological Society*, Vol. **100**, s. 389–405.
- [11] MELZER, Z., 1803. Maaß des im Jänner zu Brünn gefallenen Schnees und Regens. *Patriotisches Tageblatt*, č. 25, s. 309–310.
- [12] MELZER, Z., 1803. Ombrometer-Beobachtung. *Patriotisches Tageblatt*, č. 27, s. 344; č. 33, s. 434; č. 41, s. 560; č. 47, s. 649.
- [13] MELZER, Z., 1805. Ombrometer-Anzeige vom July bis Dezember 1804. *Patriotisches Tageblatt*, č. 48, s. 191–192.
- [14] Observationes baro-scopicae, thermo-scopicae, hyetometrice ad anum 1752 factae per Jos. Stepling, Soc. Jesu Sacerdotem, Caesareo-Regium Studii Philosophici Pragensis Directorem, et lectae in concessu Philosophico X. Calendarum Junii, Anno 1753 celebrato.
- [15] PEJML, K., 1975. 200 let meteorologické observatoře v pražském Klementinu. Praha: Hydrometeorologický ústav. 78 s.
- [16] SCHERSCHNICK, L., 1805. Hyetometrische Beobachtungen im Jahre 1777. *Patriotisches Tageblatt*, č. 48, s. 192.
- [17] SKOPEC, J., 1907. Paměti Františka J. Vaváka, souseda a rychtáře milčického z let 1770–1816. Kniha první část I. (Rok 1770–1780). Praha: Nákladem „Dědictví sv. Jana Nepomuckého“. 148 s.
- [18] TRAPL, M., 1977. České národní obrození na Moravě v době předbřeznové a v revolučních letech 1848–1849. Brno: Nakladatelství Blok. 153 s.
- [19] VAŇÁČEK, M., 1969. Katastrofální požár Těšína v roce 1789 a jeho důsledky. *Slezský sborník*, roč. **67**, s. 76–94.
- [20] WALES-SMITH, B. G., 1971. Monthly and annual totals of rainfall representative of Kew, Surrey, from 1697 to 1970. *Meteorological Magazine*, Vol. **100**, s. 345–362.
- [21] WURZBACH, C., 1875. Biographisches Lexikon des Kaiserthums Oesterreich. Band 29. Wien: Druck und Verlag der k. k. Hof- und Staatsdruckerei, s. 220–223.

Lektor (Reviewer) RNDr. V. Kakos.

INFORMACE – RECENZE

VYBRANÉ PŘÍRODNÍ EXTRÉMY A JEJICH DOPADY NA MORAVĚ A VE SLEZSKU

Autori: R. Brázdil, K. Kirchner a kol. Brno – Praha – Ostrava: Masarykova univerzita, Český hydrometeorologický ústav, Ústav geoniky AV ČR, v. v. i. 2007. 432 s. ISBN 978-80-210-4173-8.

Dostala sa mi do ruky rozsiahlejšia a príťažlivo ilustrovaná monografia autorov R. Brázdila, K. Kirchnera a kolektívu ďalších 30 autorov s názvom „Vybrané přírodní extrémy a jejich dopady na Moravě a ve Slezsku“. Na 432 stranách môže záujemca nájsť rad cenných informácií o meteorologických, hydrologických, seizmických a geomorfologických udalostiach, ktoré môžu predstavovať určité riziko pre človeka, prípadne aj pre prírodné prostredie. Autori sa nesústredili iba na vymenovanie a opis extrémnych udalostí, no pokúsili sa aj o hlbšiu fyzikálnu, štatistickú, geografickú a socio-ekonomickú analýzu. Uvádzané udalosti sú dobre dokladované pôvodnými zdrojmi a podrobené sú aj kritickým testom spoľahlivosti, čo nebýva pravidlom v publikáciách takéhoto zamerania. V úvodných kapitolách miestami zachádzajú autori do štýlu elementárneho výkladu, ktorý sa dá nájsť v iných publikáciách a učebniciach. Podstatná časť monografie ale predstavuje pôvodný text a originálne výsledky výskumu autorského kolektívu. Miestami by som v texte uvítal podrobnejšie porovnávanie prezentovaných výsledkov s podobnými podkladmi zo zahraničia.

Hneď na začiatku autori zdôrazňujú, že predmetná oblasť ČR patrí medzi územia často postihované rôznymi prírodnými extrémami s viacerými ľudskými obeťami a veľkými materiálnymi škodami. Z takéhoto konštatovania vychádza aj

praktická potreba komplexnej analýzy v jednom rozsiahlejšom diele, ktoré doteraz chýbalo. Rovnako chýbalo doteraz aj spoločné zhodnotenie rizík z rôznych extrémnych prírodných udalostí. Je chvályhodné, že táto publikácia vznikla aj za podpory takých inštitúcií, ako Ministerstvo školstva ČR, Akadémia vied ČR, Grantová agentúra ČR a ČHMÚ.

Autori uvádzajú na 10. strane definíciu prírodných javov s možným rizikom podľa Mnichovskej zaistovne NatCatSERVICE. Zdá sa, že je vhodná hlavne pre veľké krajiny. Nakoniec sa v ďalšom texte autori tejto definície tak striktné neodržia a za závažné udalosti považujú aj prípady s menším počtom ľudských obeť ako 10.

V 2. kapitole sa autori na 62 stranách obšírne rozpisali o Morave a Slezsku v historickom a geografickom kontexte. Elementárne všeobecné a geografické informácie sú doplnené aj cennými faktami potrebnými pre neskoršiu analýzu príčin, priebehu a dôsledkov prírodných extrémov. Až v 3. kapitole prichádzajú autori s metódami výskumu prírodných extrémov, pričom sa na prvom mieste zaoberajú získavaním a primárnym spracovaním vstupných údajov. Všetci, ktorí pracujeme s podobným typom podkladov, vieme, že kvalita vstupných údajov na analýzu mimoriadnych udalostí je dosť často sporná a až detailné štatistické testy umožňujú odlišenie vhodných a nevhodných podkladov. Z obdobia 1961–1990 mali napríklad autori k dispozícii až 215 meteorologických staníc a nespresnený počet iných údajových zdrojov. Zaujímavý je prehľad zdrojov informácií a metodika posudzovania udalostí z obdobia pred začiatkom systematických pozorovaní zo s. 82–86. Rovnako je pre čitateľa značným prínosom efektívne prepojenie analýzy hydrologických a meteorologických extrémov s extrémami geomorfologickými (svahové zosuvy a p.). Kartografická vizualizácia prírodných extrémov pôso-

bí moderne a je určite príťažlivá aj pre odborne menej zdatných čitateľov.

Podstata štatistického spracovania extrémov je uvedená v 4. kapitole na 170 stranách. Popri definovaní štatistického vyhodnocovania návrhových charakteristík zriedkavých javov je tam uvedený aj rad výsledkov v tabelárnej grafickej a mapovej forme. Je pochopiteľné, že viac priestoru venovali autori takým javom, ako sú intenzívne atmosférické zrážky, sucho, povodne, víchrice, tornáda a krupobitie. Z geomorfologických extrémov sú to hlavne svahové procesy, skalné rúcania a výsledky prirodzenej seizmicity. Na 52 stranách sú v 5. kapitole uvedené hlavné dôsledky prírodných extrémov v socio-ekonomickej sfére a v prírodnom prostredí. Táto kapitola sa do určitej miery tematicky prelína so 4. kapitolou, miestami je aj zdanie duplicity. Je ale zrejmé, že dôsledky prírodných extrémov je potrebné detailnejšie identifikovať najmä z toho dôvodu, aby sme mohli úspešnejšie kvantifikovať rozsah dôsledkov zapríčinených priamo alebo nepriamo ľudskými aktivitami.

Stručná šiesta kapitola je venovaná problematike prírodných extrémov v kontexte globálnych zmien na 18 stranách. Autori sa opierajú o známu skutočnosť, že je preukázateľný globálny rast prírodných katastrof po roku 1960, najmä pokiaľ ide o zistené škody. Menej často sa ale analyzuje skutočnosť, že akou mierou sa na tomto raste podieľa zvyšujúci sa počet obyvateľov a ešte rýchlejší rast ceny majetku obyvateľov Zeme. Nie menej dôležitým je aj rastúci objem a rýchlosť získaných informácií o všetkých možných prírodných katastrofách na Zemi. Uvádzaný rast ekonomických strát 6,6-krát a strát poisťovní 24,8-krát asi nereprezentuje skutočný nárast počtu a intenzity škodlivých prípadov prírodných udalostí. Skôr sa bude tento trend blížil uvádzanému zvýšeniu o 2,1-krát, ja by som považoval za akceptovateľné iba zvýšenie do 50 %. Zaujímavé je percentuálne vyhodnotenie podielu jednotlivých prírodných extrémov na svetových prírodných katastrofách v období 1960–2005. V ďalšom texte sa autori pokúšajú porovnávať globálne a regionálne zmeny teploty vzduchu v období 1850–2004 z hľadiska možných prirodzených príčin. Frekvenčná analýza potvrdila, že tu existujú niektoré spoločné príčiny. Vyhodnotenie stavu a príčin predpokladaných nepriaznivých zmien úhrnov zrážok, vlhkosti pôdy, víchric, krupobitia a geomorfologických efektov je menej zrejmé ako v prípade teploty vzduchu. Rovnako ani scenáre možného negatívneho vývoja uvedených zmien do budúcnosti nie sú až také jednoznačné ako pri teplote vzduchu.

V poslednej 4-stranovej kapitole sú uvedené závery, s ktorými je treba súhlasiť. Socioekonomická sféra je naozaj, napriek technickému pokroku, stále viac zraniteľná aj prírodnými udalosťami s nezmeneným trendom. Súvisí to so zložitejšou infraštruktúrou, väčšou hustotou a väčším bohatstvom obyvateľov. Ja by som ale dodal ešte ďalšie faktory, ktoré budú situáciu pomaly zhoršovať. S rastúcou teplotou vzduchu bude rásť aj množstvo vodnej pary v dolnej vrstve troposféry, čo nepochybne zväčší dynamiku všetkých procesov, na ktorých sa aktívne podieľa vodná para (frontálne systémy, tropické cyklóny, atmosférické zrážky, intenzívne lejaky, víchrice, tornáda...). Na druhej strane pri predpokladanej rovnakej relatívnej vlhkosti vzduchu dost významne vzrastie sýtosť doplnok, čo povedie k aridizácii oblastí s nedostatkom zrážok. Je ale zrejmé, že na danú perspektívu sa nemôžeme iba rezignovane prizerať, tak ako autori zdôrazňujú, je treba zintenzívniť vedeckú aktivitu, pokúsiť sa predpovedať alebo aspoň

predvídať budúce nepriaznivé udalosti a riešiť aj spoločensko-sociálnu a ekonomickú adaptáciu. K monografii je priložený bohatý zoznam literatúry a iných zdrojov na 30 stranách a rozšírený anglický súhrn na 60 stranách.

Osobne som presvedčený, že čitatelia v ČR, ale aj na Slovensku, majú k dispozícii hodnotnú publikáciu, ktorá určite nájde uplatnenie v odbornej praxi a snáď zaujme aj veľa laických nadšencov literatúry faktu.

Milan Lapin

SPOLUPRÁCE MEZI INSTYTUTEM METEOROLOGII A GOSPODARKI VODNEJ (IMGW) A ČHMÚ

Oficiálna spolupráca medzi ČHMÚ a IMGW probíhá od roku 1994, kedy bola v ledu podepsána na úrovni šéfov obou ústavů „Dohoda o spolupráci medzi ČHMÚ a IMGW“. Tento príspevek predkladá základné informácie o formách, průběhu a výsledcích této spolupráce za uplynulých 14 let.

Spolupráce obou ústavů probíhá na základě uvedené dohody, která byla v roce 2006 aktualizována a znovu podepsána v květnu 2006 s platností na pět let s tím, že platnost dohody bude prodloužena na následujících pět let, jestliže žádná z obou stran písemně nevyjádří přání ukončit dohodu alespoň šest měsíců před jejím uplynutím. Dohoda o spo-

Tab. 1 Přehled odborných témat spolupráce.

Odborné téma spolupráce	Trvání od–do	Počet setkání
Hydrometeorologický výzkum v experimentálních povodích	1994–2005	8
Metody zpracování hydrologických dat	1994–2005	3
Operativní meteorologické a hydrologické informace a předpovědi	1994–dosud	11
Přístrojová technika a automatizace hydrologických měření	1994–dosud	8
Monitorování kvality srážek	1995–2005	1
Monitoring znečištění ovzduší v příhraničních oblastech Ostravské a Katovické aglomerace	1995–dosud	13
Využívání radarových informací	1995–dosud	5
Telekomunikační a informační systémy	1995– dosud	3
Klimatologické databáze – metody zpracování klimatologických dat	1996–2005	2
Monitoring znečištění ovzduší a výměna informací mezi IMGW Wrocław a ČHMÚ Ústí nad Labem	1996–dosud	12
Prostorové rozdělení srážek na české a polské straně Jizerských hor a Krkonoš	1998–2002	1
Prostorové rozdělení srážek na české a polské straně Jeseníků a Beskyd	1998–2005	7
Sjednocení průběhu rozvodnic mezi povodím Labe a Odry	2001–2004	2
Přístrojová technika a automatizace meteorologických měření	2003–dosud	4
Výměna zkušeností v kalibraci měřících zařízení v meteorologii a hydrologii	2006–dosud	2

lupráci obou ústavů deklaruje oboustranný zájem obou ústavů o spolupráci a stanovuje základní okruhy a formy spolupráce. K plnění dohody ředitel obou ústavů jmenovali koordinátory spolupráce, kteří se začátkem každého roku scházejí na koordinační schůzce. Koordinátorem spolupráce je za IMGW doc. Dr. A. Dubicki, za ČHMÚ byl koordinátorem Ing. A. Hošek a od roku 2005 autor tohoto příspěvku. Koordinačních jednání se kromě koordinátorů zúčastňují vždy 1–3 další zástupci obou ústavů. S výjimkou roku 2000 se koordinační jednání zatím uskutečnilo každý rok, střídavě v Polsku a Česku. Na koordinačních schůzkách je vždy vyhodnocena spolupráce za minulý rok, je upřesněn plán spolupráce na další období a jsou diskutovány a případně následně předloženy vedení obou ústavů nové náměty ke spolupráci.

Vlastní vzájemná odborná spolupráce obou ústavů probíhá v oboustranně odsouhlasených tématech pokrývajících všechny obory činnosti obou ústavů. Spolupráci v každém dohodnutém tématu zajišťují jmenovaní garanti z obou ústavů. V hodnocených letech se zatím, kromě 13 koordinačních jednání, uskutečnilo v rámci řešení odborných témat celkem 83 pracovních setkání pracovníků ústavu v celkovém trvání 220 dnů. Pracovní setkání se konají střídavě v Polsku nebo Česku.

V období uplynulých 14 let probíhala nebo probíhá spolupráce mezi oběma ústavu v celkem 16 odborných tématech, v jednotlivých letech se počet řešených témat pohyboval od 4 do 13. Od roku 1994 probíhala spolupráce ve 4 tématech a v roce 1995 byla rozšířena o další 4 témata. Z těchto 8 nejstarších témat pokračuje v současné době spolupráce ještě v 5 tématech. V roce 2007 probíhala spolupráce v 8 tématech, kromě již 5 témat zavedených v letech 1994–1995, byla zbývajících aktuálních témat zařazena do spolupráce v letech 1996, 2003 a 2006. V příložené tabulce je uveden přehled řešených témat, která byla na programu spolupráce více než jeden rok. Kromě názvu tématu je uvedeno období, po které bylo nebo je dané téma řešeno, a počet pracovních setkání k danému tématu.

V rámci spolupráce v domluvených odborných tématech dochází k pravidelné výměně informací a zkušeností mezi účastníky těchto pracovních setkání, v celé řadě témat rovněž došlo k oboustranně výhodné výměně výsledků měření, vlastních publikací, sborníků apod. Výsledkem spolupráce jsou rovněž společné publikace, nebo prezentace na konferencích.

Zdeněk Blažek

VZPOMÍNKA NA VĚDCE A PEDAGOGA PROFESORA VÁCLAVA NOVÁKA

Dne 14. února 1888, před stovaceti lety, se narodil v Dřenicích na Chrudimsku vzácný a milý člověk, významný pedagog, vědec, vychovatel mnohých odborníků v půdoznalství a bioklimatologii Prof. Ing. RTDr. Dr. h.c. Václav Novák, DrSc.

Po absolvování reálného gymnázia v Pardubicích vystudoval v roce 1910 zemědělské inženýrství na Českém vysokém učení technickém (ČVUT) v Praze a stal se asistentem půdoznaleckého oddělení zemědělské rady pro Čechy. V roce 1912 byl promován na RTDr. V roce 1919 byl jmenován odborným konzultantem agropedologického a bioklimatického ústavu při ministerstvu zemědělství v Praze, na jehož organizaci se významně podílel. V této funkci setrval až do roku 1922, kdy se stal přednostou půdoznalecké a agrometeorologické sekce Moravského zemského výzkumného ústavu zemědě-

ského v Brně, kde působil až do roku 1939.

V roce 1921 se habilitoval na ČVUT v Praze pro obor půdoznalství na téma *Vztahy mezi podnebím a půdou se zvláštním zřetelem k půdám Čech*. V roce 1923 přechází na Vysokou školu zemědělskou v Brně, kde zakládá půdoznalecko-meteorologický ústav. V roce 1926 byl jmenován mimořádným a v roce 1933 řádným profesorem půdoznalství, meteorologie a klimatologie. Zde působil až do roku 1958, kdy zanechal aktivní činnosti, ale dále působil jako konzultant i školitel vědeckých aspirantů. V době aktivní činnosti byl jmenován dvakrát děkanem a třikrát rektorem této školy. Během své dlouhodobé činnosti vychoval četné spolupracovníky, kteří se stali kandidáty a doktory věd, docenty i vysokoškolskými profesory. Byl vynikajícím učitelem, velmi oblíbeným u posluchačů agrometeorologického i lesnického inženýrství. V roce 1956 získal titul DrSc. a v roce 1966 mu byl udělen čestný doktorát.

V oblasti vědeckovýzkumné se významnou měrou podílel na rozvoji půdoznalství, zemědělsko-lesnické meteorologie a klimatologie, rovněž rozvinul půdní klimatologii a bioklimatologii. Je považován za zakladatele fenologie v Československu. Jako první u nás definoval vertikální i horizontální rozměry pojmů makrometeorologie, mezometeorologie a mikrometeorologie, včetně pojmů klimatologických. Byl členem několika vědeckých rad a odborných komisí výzkumných ústavů nejen u nás, ale i v zahraničí. Působil i v redakčních radách prestižních zahraničních odborných periodik, do kterých také přispíval. Zúčastnil se mnoha mezinárodních kongresů a konferencí, kde se významně aktivně podílel na řešení problémů půdoznalství a biometeorologie, včetně USA, kde zastupoval tehdejší československou vládu.

Po první světové válce vybudoval na Moravě síť agrometeorologických stanic a zorganizoval fenologickou službu v celostátním měřítku. Sestavil první fenologické mapy Československa pro zemědělské účely a dal popud k vydávání fenologických ročenek, které v té době byly jediné svého druhu v Evropě. Naše fenologická služba díky prof. Novákovi získala významné místo nejen v Evropě, ale i na celém světě. Problematika mikroklimatologie, nový směr biometeorologického výzkumu, zapojeného do všeobecného výzkumu zemědělského, zasahuje jak klima porostové, tak i klima půdy a uzavřených prostorů, včetně mikroklimatu styčných ploch. Velkým přínosem pro prostorovou klimatický výzkum, ale i pro bioklimatologii zemědělskou, lesnickou, sídlištní i lázeňskou jsou již zmíněné definice meteorologických situací.

Velmi obsáhlá je jeho publikační činnost. Vydal 12 fenologických ročenek, 16 knižních publikací, 105 původních vědeckých prací, 116 různých pojednání a odborných článků, kolem 700 kratších příspěvků, více než 50 oponentských posudků a 5 studijních skript z půdoznalství, zemědělsko-lesnické meteorologie a klimatologie.

Prof. Václav Novák zemřel 31. března 1967 v Brně ve věku 79 let. Nejenom jeho dílo, které nám zanechal, ale celá jeho výjimečná osobnost si zaslouží naši vzpomínku..

Zdeněk Smolík – Blahomil Grunda



KRKONOŠE

Příroda, historie, život. Editoři: J. Flousek, O. Hartmannová, J. Šturma, J. Potocki. 2007. Praha: Nakladatelství Miloš Uhlíř – Baset. 864 stran. ISBN 978-80-7340-104-7.

V pořadí jako čtvrtý svazek edice *Krajina a lidé* vychází rozsáhlá encyklopedie o nejvýznamnějším a nejvyšším pohoří v Česku – Krkonoších. Plocha Krkonoš na našem území zaujímá 454 km², na polském území je to 185 km².

Obsahové zaměření i rozsah jsou obdobné jako u předchozích publikací (Šumava, Český les, Novohradské hory), k drobným změnám dochází ve formalizaci tematického uspořádání. Místo devíti velkých tematických celků v Novohradských horách je 137 „krkonošských“ kapitol včleněno do pouhých čtyř bloků: Seznámení s oblastí, Příroda, Člověk, Člověk a příroda. Navíc je připojen i CD-ROM obsahující literaturu, přílohy k některým kapitolám a seznamy druhů – cévnaté rostliny (červený seznam), půdní organismy, pavouci, vážky, rovnokřídlí, švábi, škvoři, kruhouští, ryby, obojživelníci, plazi, ptáci, savci. Editoři uvádějí, že kniha, v řadě kapitol jako výsledek česko-polské odborné i autorské spolupráce přináší úplně nové, často i poprvé publikované poznatky o historii a přírodě Krkonoš a současně je dosud nejrozsáhlejším souhrnem četných poznatků o tomto hraničním pohoří. Impozantní je také výtvarný doprovod: 1 750 fotografií a dobových ilustrací, 170 mapek a 130 tabulek a grafů.

Podle klasického díla E. Quitta *Klimatické oblasti ČSSR* (1971) zařazují autoři kapitoly *Podnebí L. Metelka, Z. Mrkvica* a *O. Halášová* (s. 147–154) území Krkonoš do chladného kli-

matu. Na 8 tiskových stranách podávají stručný nástin historie pozorování počasí a prezentují shrnující údaje o klimatologických charakteristikách (teplota vzduchu, relativní vlhkost vzduchu, srážky, sníh a sněhová pokrývka, oblačnost a sluneční svit, vítr) reprezentující většinou období 1961–2000.

V obdobném rozsahu jako *podnebí* je ztvárněna kapitola věnovaná hydrologii, kterou zpracovali E. Hančarová (ČHMÚ, pobočka Hradec Králové) a K. Parzóch (Univerzita Wrocław). Vodstvo na jižní (české) straně hor zpracovala česká autorka a na severní straně polský autor, některé části jsou společné. V tabulkách jsou uvedeny stanice nebo profily pouze z českého území (vodoměrné stanice, hlásné profily povodňové služby na území KRNAP, pozorovací objekty pro sledování pramenů).

K naplnění ambice na „krkonošskou encyklopedii“ přispívá i abecední uspořádání v některých kapitolách (30stránkový přehled památek, obdobná úprava místopisu, vodopisu, horopisu aj.)

Jako půvabné ozvlášťující doplňky působí dva texty v závěru knihy: *Krkonoše jako zdroj inspirace* (překlad eseje od polského autora Jacka Kolbuszewskieho) a *Pouť krkonošská* od Karla Hynka Máchy.

Jako i předchozí publikace obsahuje kniha místní rejstřík, česko-německý a polsko-německý místopisný slovníček, rejstřík rostlin, živočichů a nerostů, jakož i jmenný rejstřík.

Dalšími publikacemi v edici *Krajina a lidé* by měly být *Plzeňsko, Tatry a Třeboňsko*.

Zdeněk Horký

NABÍDKA PUBLIKACÍ ČHMÚ

Ing. Jiří Nekovář, CSc. a kol.

ČESKÁ FENOLOGICKÁ DATABÁZE PRO KLIMATOLOGICKÉ APLIKACE

Praha: ČHMÚ 2007. 126 stran. Edice *Sborník prací Českého hydrometeorologického ústavu*, sv. 50. Cena 190 Kč.
ISBN 978-80-86690-44-5 ISSN 0232-0401

RNDr. Jan Daňhelka, Ph.D.

OPERATIVNÍ HYDROLOGIE: HYDROLOGICKÉ MODELY A NEJISTOTA PŘEDPOVĚDÍ

Praha: ČHMÚ 2007. 104 stran. Edice *Sborník prací Českého hydrometeorologického ústavu*, sv. 51. Cena 170 Kč. ISBN 978-80-86690-48-3, ISSN 0232-0401

Publikace lze objednat na adrese:

**Český hydrometeorologický ústa, SIS, p. E. Firmanová, Na Šabatce 17, 143 06 Praha 4-Komořany,
Tel./fax: 244032721, e-mail: eva.firmanova@chmi.cz.**

Na objednávce uvádějte svoje IČO



POKYNY PRO AUTORY

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

Formální úprava a rozsah rukopisů

Rukopis má být stručný, srozumitelný a terminologicky přesný. Hlavní články by neměly přesahovat 36 000 znaků (i s mezerami), včetně tabulek a obrázků, informativní články 8 000 znaků. Jeden řádek psaný na počítači písmem Times New Roman, velikost 12, obsahuje ca 90 znaků, 1 stránka s řádkováním 1,5 pak 2700 znaků.

Doporučená osnova článků:

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

Publikování článků v angličtině

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

Technické požadavky

Texty článků musí být odevzdány v tištěné formě A4 s řádkováním 1,5 (okolo 36 řádků na stránce) + jako soubor zpracovaný na počítači v textovém editoru, např. Word, Wordperfect, AmiPro. Lze zaslat e-mailem nebo na disketě s tištěným provedením. Jednotlivé řádky neukončovat znaky Ctrl („tvrdý enter“) – ty používat jen na konci odstavce.

Rovnice

Rovnice se číslují na pravém okraji a pod vzorcem nebo rovnicí se uvádí význam jednotlivých označení. Při zpracování na počítači je třeba věnovat zvláštní pozornost vyznačení indexů, exponentů a dalších znaků (např. °C). Ve vzorcích by měly být přesně vyznačeny kurzíva, tučné písmo, verzálky, řecké písmo. Při používání matematického aparátu je nutné respektovat příslušné normy ISO nebo ČSN.

Obrázky

Obrázky se odevzdávají jednou na jasné bílém papíře + jako soubor v některém z běžných grafických formátů (EPS; JPEG; TIFF; WMF, BMP); pokud je třeba použít nějaký odlišný formát, je nutné tuto věc konzultovat předem s redakcí.

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

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



Citace literatury

Seznam použité (citované) literatury se umísťuje na konci článku pod název Literatura. Hlavní zásady: V textu článku se v hranatých závorkách uvádí pouze číselné označení, v seznamu pod tímž identifikačním označením vlastní citace. Jména autorů velkými písmeny (bude uváděno maximálně pět autorů), za jmény autorů rok vydání (vročení), uvádění názvů seriálových publikací, tj. časopisů, ročenek, sborníků apod., v nezkrácené podobě v kurzívě a navíc i uvádění ISBN u knih a ISSN u seriálových publikací, pokud je to možné. Stránkování se neuvádí v jazyce dokumentu, ale v češtině pod zkratkou s.

Monografie

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

Seriálová publikace – časopis

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

Seriálová publikace – sborník

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

Elektronická citace

20th Conference on climate variability and change. In: 88th AMS Annual Meeting, LA, 20–24 January 2008. Dostupné na WWW: <www.ametsoc.org/MEET/annual/programsandevents.html>

Jazyková správnost

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

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

K dalším změnám dochází při psaní *s* a *z* u slov zdomácnělých, kde dochází k psaní vyslovované podoby (píše se *z*): báze, filozofie, izobara, organizace, revize, prezident, univerzita, kurz, pulz, impulz.

Korektury

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