

METEOROLOGICKÉ ZPRÁVY

METEOROLOGICAL BULLETIN

<i>Michal Bařka</i> : Optimalizace geografie LAM. Část II. Optimální volba parametrů Lambertova konformního zobrazení	33
<i>Jiřĩ Stehlík</i> : Objektivní klasifikace cirkulačních typů pro území České republiky	40
<i>Rudolf Brázdil – Jarmila Macková – Zbyněk Sviták – Hubert Valášek – Miloslav Hradil</i> : Nejstarší moravská meteorologická měření v Telči od Františka Aloise Maga z Maggu z let 1771–1775	50
Informace – Recenze	61

ROČNÍK 55 – 2002 – ČÍSLO 2

<i>Michal Bařka</i> : Optimalization of the LAM geography. Part II. Optimum choice of parameters of Lambert's conform projection	33
<i>Jiřĩ Stehlĩk</i> : Objective circulation pattern classification for the Czech Republic	40
<i>Rudolf Brázdil – Jarmila Macková – Hubert Valášek – Zbyněk Sviták – Miloslav Hradil</i> : The oldest Moravian meteorological measurements at Telč from František Alois Mag of Magg in the period 1771–1775	50
Information – Reviews	61

Meteorologické zprávy, časopis pro odbornou vejnost ● Vydává Český hydrometeorologický ústav ● Redakce: Český hydrometeorologický ústav, Na Šabatce 17, 143 06 Praha 4 – Komořany, telefon 4403 2722, 4403 2725, fax 4403 2721, e-mail: horky@chmi.cz ● Řídĩ vedoucí redaktor RNDr. Luboř Němec, redaktor prom. knih. Zdeněk Hork ● Redakční rada: Prof. RNDr. Jan Bednář, CSc., Ing. František Hudec, CSc., RNDr. Karel Krřka, CSc., Mgr. Stanislav Racko, RNDr. Daniela Řezcov, CSc., RNDr. Jan Strachota, RNDr. Karel Vanĩček, CSc., RNDr. Helena Vondrřkov, CSc. ● Za odborn obsah podepsaných článků odpovídjĩ autoři. Proti dalřĩmu otiskování, uvede-li se původ a autor, nenĩ námitek ● Sazba a tisk: 3P s.r.o. ● Rozřĩřuje a informace o pedplatnm podává a objedvky pjĩm Český hydrometeorologický ústav, SIS, Na Šabatce 17, 143 06 Praha 4 – Komořany; Offers for Meteorological Bulletin arranges ČHMÚ, SIS, Na Šabatce 17, 143 06 Praha 4 – Komořany ● Ročně vychzĩ 6 ĩsel, cena jednotlivého ĩsla 20,- Kč, roční pedplatn 180,- Kč včetně pořtovnho, do zahraničí 42,- USD. Reg. ĩslo MK: 5107. ISSN 0026 – 1173

METEOROLOGICKÉ ZPRÁVY

Meteorological Bulletin

ROČNÍK 55 (2002)

V PRAZE DNE 30. DUBNA 2002

ČÍSLO 2

Michal Batka (Matematicko-fyzikální Fakulta UK)

OPTIMALIZACE GEOGRAFIE LAM. ČÁST II. OPTIMÁLNÍ VOLBA PARAMETRŮ LAMBERTOVA KONFORMNÍHO ZOBRAZENÍ

Optimization of the LAM geography – Part II – Optimum choice of parameters of Lambert’s conform projection. The paper resumes the most important facts about Lambert’s conform projection necessary for the study of an optimum chart choice. An optimum chart is understood such a map where linear distortion is changed minimally. The main task is the study of the problem of an adequate assignment of the computational area independently on the chart and finding the optimum value of the K parameter of Lambert’s chart so that the ratio of the maximum and minimum values of the linear distortion of the chart could be the smallest one at the given area.

KLÍČOVÁ SLOVA: modely předpovědní – zobrazení kartografická – mapa konformní Lambertova – mapa stereografická – mapa Mercatorova – výběr parametrů Lambertovy mapy optimální

ÚVOD

Předložený článek volně navazuje na článek [1]. V této práci si nejprve shrneme nejdůležitější fakta, která budou nezbytná pro řešení úlohy optimalizace mapy. Budeme potřebovat zejména rovnice definující Lambertovo konformní zobrazení odvozené a diskutované v první části článku. Dále se budeme zabývat transformací geografických souřadnic na kartézské souřadnice v rovině mapy a rovněž transformace opačně. Potom bude studován průběh koeficientu zkreslení mapy jakožto funkce zeměpisné šířky. Nakonec se věnujeme hlavnímu cíli práce – problému určení výpočetní oblasti a optimální volbě zobrazení pro danou oblast. Optimální volbou oblasti je míněno to, že délkové zkreslení mapy na naší vybrané oblasti se mění co nejméně, tedy délkové zkreslení v celé oblasti je blízké jedné. Pro hodnotu délkového zkreslení mapy rovnou jedné jsou délky na mapě i skutečné na zemi stejné a obraz je nezkreslený. Aby délkové zkreslení zobrazené plochy do roviny bylo rovno jedné je možné pouze pro rozvinutelné plochy. Koule však rozvinutelnou plochou není a my se proto musíme s určitým zkreslením jejího obrazu v rovině smířit, ale chceme, aby bylo co nejmenší. Požadavek, aby se délkové zkreslení mapy ve výpočetní oblasti měnilo co nejméně je důležitý z několika důvodů. Jestliže se zkreslení v oblasti málo mění, odpovídá kroku v síti na mapě přibližně stejně velký skutečný krok na zemi a skutečné rozlišení je na celé oblasti přibližně stejné. Z hlediska numerické matematiky je tento požadavek důležitý pro efektivnost výpočtů a také

při formulaci semiimplicitního schematu. Ukážeme, že požadavek na malé zkreslení mapy se dá pro oblast neobsahující severní pól splnit použitím optimálně zvolené Lambertovy mapy. Zajímavé je, že Lambertova mapa s optimální volbou zobrazení se ukazuje být efektivnější než stereografická mapa i v případě, kdy se oblast značně přibližuje k severnímu pólu.

1. LAMBERTOVA KONFORMNÍ MAPA

Pro definici, popis a vlastnosti zobrazení potřebujeme určovat polohu bodů na sféře. K tomu použijeme křivočaré (Gaussovy) souřadnice – zeměpisnou délku λ a zeměpisnou šířku φ . Místo zeměpisné šířky budeme raději používat pólovou úhlovou vzdálenost θ , neboť matematické vztahy jsou při jejím použití jednodušší. Pólová úhlová vzdálenost je doplňkem zeměpisné šířky, a tedy se zeměpisnou šířkou souvisí vztahem

$$\theta = \left(\frac{\pi}{2}\right) - \varphi.$$

Lambertovo konformní zobrazení je kuželové zobrazení, to znamená, že povrch koule se zobrazuje na kuželovou plochu. Když tuto plochu rozvineme do roviny, pak vytvoří kruhovou výseč se středem V. Bod V je na Lambertově mapě obrazem severního pólu.

Lambertovo konformní zobrazení je pak definováno následujícím způsobem:

Zobrazuje referenční sféru země do roviny tak, že poledníky zobrazuje jako svazek polopřímek vycházejících

z vrcholu V a rovnoběžky jako soustředné kružnice se středem rovněž ve vrcholu V. Na sféře vybereme jeden poledník o zeměpisné délce λ_0 a jednu rovnoběžku o zeměpisné šířce φ_0 , nebo o úhlové pólové vzdálenosti θ_0 , procházející zobrazenou oblastí. V rovině zvolíme soustavu polárních souřadnic tak, že úhel γ měříme od obrazu poledníku λ_0 a poloměr r jako vzdálenost od vrcholu rozvinutého kužele. Lambertovo konformní zobrazení přiřazuje bodu o křivočarých souřadnicích (λ, θ) bod v rovině o polárních souřadnicích (γ, r) daný vztahy

$$\gamma = K \cdot (\lambda - \lambda_0) \quad (1.1)$$

$$r(\theta) = r_0 \left[\frac{\operatorname{tg}\left(\frac{\theta}{2}\right)}{\operatorname{tg}\left(\frac{\theta_0}{2}\right)} \right]^K \quad (1.2)$$

Dosadíme-li do tohoto vztahu $\theta = \theta_0$, vidíme že $r(\theta_0) = r_0$. Význam hodnoty r_0 je jasný, je to poloměr obrazu rovnoběžky θ_0 v rovině mapy. O významu konstanty K pojednáme dále. Vztah (1.2) přepíšeme stručněji

$$r = C \left(\operatorname{tg} \frac{\theta}{2} \right)^K \quad (1.3)$$

kde jsme označili C konstantu

$$C = \frac{r_0}{\left(\operatorname{tg} \frac{\theta_0}{2} \right)^K} \quad (1.4)$$

První diferenciální forma, vyjadřující čtverec elementu délky, má na sférické ploše v křivočarých souřadnicích x, y tvar

$$ds^2 = \left(\frac{1}{m} \right)^2 (dx^2 + dy^2) \quad (1.5)$$

zde $\left(\frac{1}{m} \right)^2$ jsou kovariantní složky metrického tenzoru a zobrazení je tedy konformní. Proto $m(x, y)$ je délkové zkreslení mapy, nazývané také koeficientem zkreslení mapy. (Tedy pro měření menších, tj. lokálních vzdáleností, je skutečná délka na zemi rovna délce na mapě dělené délkovým zkreslením mapy.) Vypočteme-li koeficient zkreslení Lambertova konformního zobrazení [1], obdržíme

$$m(x, y) = m(\theta) = \frac{K r_0}{a \sin \theta} \left[\frac{\operatorname{tg}\left(\frac{\theta}{2}\right)}{\operatorname{tg}\left(\frac{\theta_0}{2}\right)} \right]^K \quad (1.6)$$

Nyní požadujeme, aby kužel, na který zobrazujeme, procházel rovnoběžkou θ_0 : To znamená, že buďto v ní kužel sféry protíná, nebo pokud je tečný, se na této rovnoběžce sféry dotýká. Proto na této rovnoběžce musí být délkové zkreslení mapy rovno 1, tedy $m(\theta_0) = 1$. Dosazením $\theta = \theta_0$ do vztahu (1.6) obdržíme

$$K r_0 = a \sin \theta_0 \quad (1.7)$$

Pomocí vztahu (1.7) můžeme vzorec pro délkové zkreslení mapy přepsat do tvaru, ze kterého je patrná nezávislost zkreslení mapy na poloměru zemské sféry

$$m(\theta) = \frac{\sin \theta_0}{\sin \theta} \left[\frac{\operatorname{tg}\left(\frac{\theta}{2}\right)}{\operatorname{tg}\left(\frac{\theta_0}{2}\right)} \right]^K \quad (1.8)$$

Nyní v rovině mapy přejdeme od polárních souřadnic ke kartézským souřadnicím x, y . Systém pravoúhlých souřadnic zvolíme tak, že osa y splývá s obrazem poledníku λ_0 a je orientována k severu, osa x je k němu kolmá. Počátek souřadnic zvolíme tak, aby vrchol kužele měl souřadnici y rovnu y_0 . Přejech od polárních ke kartézským souřadnicím je pak dán vztahy

$$x = r \sin \gamma, \quad y = y_0 - r \cos \gamma \quad (1.9)$$

kde γ a r jsou dány vztahy (1.1) a (1.2). Volíme-li počátek souřadnic v obrazu vrcholu V, potom $y_0 = 0$.

Obrácenou transformaci souřadnic, tj. výpočet souřadnic (λ, θ) ze souřadnic (γ, r) , vyjádříme následovně. Umocněním a sečtením vztahů (1.9) dostaneme pro pólovou vzdálenost na mapě (polární souřadnici r)

$$r = \sqrt{x^2 + (y_0 - y)^2} \quad (1.10)$$

Ze vztahu (1.3) pak máme

$$\theta = 2 \operatorname{arctg} \left(\frac{r}{C} \right)^{\frac{1}{K}} \quad (1.11)$$

což se při výpočtech realizuje podle vztahu

$$\theta = 2 \operatorname{arctg} \exp \frac{1}{K} \ln \frac{r}{C} \quad (1.12)$$

Pro úhel γ máme

$$\gamma = \operatorname{arctg} \frac{x}{y_0 - y} \quad (1.13)$$

Předchozí vztah použijeme pro $x \leq y_0 - y$. Při obrácené nerovnosti použijeme vztah

$$\gamma = \frac{\pi}{2} - \operatorname{arctg} \frac{y_0 - y}{x} \quad (1.14)$$

ze vztahu (1.1) pak vypočteme

$$\lambda = \lambda_0 + \frac{\gamma}{K} \quad (1.16)$$

Ještě je užitečné si vyjasnit význam konstanty K . Označme úhel α , který svírá povrchová přímka kužele, na který zobrazujeme, s jeho osou, která zároveň splývá s osou Země [1, obr. 1]. Označme ještě úhel β , který svírá povrchová přímka s rovinou kolmou k zemské ose. Úhel β je tedy úhlem doplňkovým k úhlu α , a tedy platí $\beta = \frac{\pi}{2} - \alpha$. Z trojúhelníku ABV máme

$$\sin \alpha = \cos \beta = \frac{a \cos \varphi_0}{r_0} \quad (1.17)$$

Dosadíme-li sem ze vztahu (1.7), máme

$$K = \sin\alpha = \cos\beta \quad (1.18)$$

Tento vzorec nám dává jednoduchou interpretaci konstanty K .

Všimněme si ještě zvláštního případu, když kužel na který zobrazujeme je tečný ke sféře a dotýká se jí na rovnoběžce φ_0 . Pak trojúhelník SBV [1, obr. 2] je pravouhlý, neboť poloměr SB je kolmý k tečně BV a je

$$\alpha = \varphi_0, \quad \beta = \theta_0 \quad (1.19)$$

V případě kužele tečného ke sféře dostaneme pro konstantu K velmi jednoduchý vztah

$$K = \sin\varphi_0 = \cos\theta_0 \quad (1.20)$$

Konstanta K nám vždy určuje velikost kruhové výšečky na kterou je sféra zobrazována. Tato výšečka je dána úhlem $2K\pi$.

Zabývejme se ještě otázkou, čím je Lambertova mapa jednoznačně určena. Zadáním zeměpisné délky základního poledníku λ_0 určíme na zemi oblast, kterou budeme zobrazovat. Poledník λ_0 , který nám určuje směr os X,Y, volíme ve středu zobrazované oblasti. Uvažujeme-li zobrazení na tečný kužel tečný ke sféře, je Lambertova mapa již jednoznačně určena volbou zeměpisné šířky φ_0 rovnoběžky dotyku. Tím je také určena nejenom konstanta K , neboť $K = \sin\varphi_0$, ale i poloměr kružnice r_0 , která je obrazem rovnoběžky o zeměpisné šířce φ_0 . Tento poloměr je dán vztahem (1.7)

$$r_0 = \frac{a}{K} \sin\theta_0 = \frac{a}{K} \cos\varphi_0 \quad (1.21)$$

Pro jednoznačné určení Lambertovy mapy, která zobrazuje sféru na tečný kužel, tedy stačí, zadáme-li základní poledník λ_0 a zeměpisnou šířku φ_0 dotyku kužele, na jehož povrch sféru zobrazujeme.

2. PRŮBĚH DÉLKOVÉHO ZKRESLENÍ MAPY V ZÁVISLOSTI NA ZEMĚPISNÉ ŠÍŘCE

Pro optimalizaci volby mapy je třeba se seznámit s průběhem funkce koeficientu zkreslení mapy $m(\theta)$ v závislosti na θ . K tomuto účelu přepíšeme vztah (1.8) do stručnějšího tvaru. Konstantu E zavedeme následujícím vztahem

$$E = \frac{\sin\theta_0}{\left(\operatorname{tg}\frac{\theta_0}{2}\right)^K} \quad (2.1)$$

a vztah pro výpočet délkového zkreslení mapy můžeme pak napsat stručněji

$$m(\theta) = E \frac{\left(\operatorname{tg}\frac{\theta}{2}\right)^K}{\sin\theta} \quad (2.2)$$

Derivováním tohoto vztahu dostaneme

$$m'(\theta) = \frac{dm}{d\theta} = E \frac{\left(\operatorname{tg}\frac{\theta}{2}\right)^K}{\sin^2\theta} (K - \cos\theta) \quad (2.3)$$

Poznamenejme, že pro úpravu výsledku vypočtené deri-

vace jsme použili trigonometrických identit

$$2\cos^2\frac{\theta}{2} = 1 + \cos\theta \quad \text{a} \quad \operatorname{tg}\frac{\theta}{2} = \frac{\sin\theta}{1 + \cos\theta} \quad (2.4)$$

a následujícího vztahu, který jsme obdrželi derivováním

$$\left[\left(\operatorname{tg}\frac{\theta}{2}\right)^K\right]' = K \frac{\left(\operatorname{tg}\frac{\theta}{2}\right)^{K-1}}{\sin\theta} \quad (2.5)$$

Průběh funkce délkového zkreslení mapy $m(\theta)$ i její derivace budeme studovat na intervalu

$$0 \leq \theta \leq \frac{\pi}{2} \quad (2.6)$$

Proto bude $0 \leq \frac{\theta}{2} \leq \frac{\pi}{4}$ a tedy odtud $0 \leq \left(\operatorname{tg}\frac{\theta}{2}\right)^K \leq 1$.

Zlomek ve výrazu (2.3) bude kladný a znaménko derivace m' bude tedy záviset pouze na znaménku rozdílu $K - \cos\theta$, který je podle vztahu (1.18) roven $\cos\beta - \cos\theta$. Protože funkce $\cos\theta$ je na intervalu (2.6) klesající, je na intervalu:

$$0 < \theta < \beta \quad \text{výraz } K - \cos\theta \text{ záporný, a je tedy } m'(\theta) < 0 \text{ a funkce } m(\theta) \text{ je klesající,}$$

$$\beta < \theta \leq \frac{\pi}{2} \quad \text{výraz } K - \cos\theta \text{ kladný, a je tedy } m'(\theta) > 0 \text{ a funkce } m(\theta) \text{ je rostoucí.}$$

Pro $\theta = \beta$, neboli $\varphi = \alpha$, nabývá funkce délkového zkreslení svého minima, jehož hodnotu označme m_{min} .

Nyní studujeme chování funkce $m(\theta)$ na koncích intervalu

$$\left(0, \frac{\pi}{2}\right).$$

Všimněme si, že pro severní pól, kde je $\theta = 0$, není hodnota výrazu (2.2) definována. Proto studujeme limitu výrazu (2.2) v bodě 0 zprava, tedy pro $\theta \rightarrow 0 +$. K tomuto účelu přepíšeme pomocí (2.4) výraz (2.2) do tvaru

$$m(\theta) = E \frac{\left(\operatorname{tg}\frac{\theta}{2}\right)^K}{\sin\theta} = E \frac{(1 + \cos\theta)^K}{\sin^{1-K}\theta} \quad (2.7)$$

Protože čítec zlomku $(1 + \cos\theta)^K > 1$ a pro $\theta \rightarrow 0 +$ je $\sin^{1-K}\theta \rightarrow 0$, a tedy pro $\theta \rightarrow 0 +$ je $m(\theta) \rightarrow +\infty$. Je třeba poznamenat, že $m(\theta)$ roste k nekonečnu velmi pomalu, neboť pro oblasti ve středním pásu se K pohybuje okolo 0.8. Pro malé úhly můžeme $\sin\theta$ nahradit obloukem θ a jmenovatel je přibližně roven θ^{1-K} . Tato veličina pro $1 - K = 0.2$, když $\theta \rightarrow 0 +$ konverguje k nule velmi pomalu. Pro $\theta = \frac{\pi}{2}$ je funkce $m(\theta)$ definována, dosazením do (2.2) obdržíme

$$m\left(\frac{\pi}{2}\right) = E\sqrt{2}.$$

Shrneme-li tedy průběh funkce zkreslení mapy $m(\theta)$ v závislosti na úhlové pólové vzdálenosti θ , máme: Procházíme-li hodnoty θ funkce $m(\theta)$ od severního pólu, kde $m(\theta)$ nabývá nekonečně velké hodnoty směrem k rovníku, pak na rovnoběžce $\theta = \beta$ nabývá $m(\theta)$ svého minima a směrem k rovníku opět stoupá k hodnotě $E\sqrt{2}$.

V případě, že kužel na který zobrazujeme, je tečný k zemské sféře, je podle (2.1), (2.2) a (1.19) $m_{\min} = m(\beta) = m(\theta_0) = 1$. V případě, kdy kužel protíná sféru země ve dvou rovnoběžkách θ_1 a θ_0 přičemž je $\theta_1 < \theta_0$, potom na těchto rovnoběžkách je $m(\theta_1) = m(\theta_0) = 1$ a platí, že $\theta_1 < \beta < \theta_0$ a $m_{\min} < 1$.

Po zjištění předchozích skutečností teprve nyní můžeme formulovat, co znamená, že délkové zkreslení mapy m se v dané oblasti mění co nejméně. Pro tento účel je proto třeba na výpočetní oblasti najít nejmenší hodnotu m , kterou jsme označili m_{\min} a největší hodnotu m , kterou označíme m_{\max} . Pak proměnlivost délkového zkreslení můžeme kvantifikovat poměrem m_{\max}/m_{\min} , který je vždy větší než 1. Tím, že pro posuzování proměnlivosti zkreslení použijeme poměr, nikoliv rozdíl maximální a minimální hodnoty m , vyloučíme závislost hodnocení na celkovém měřítku vzájemně podobných map. Úkolem tedy bude pro danou oblast nalézt zobrazení tak, aby poměr m_{\max}/m_{\min} byl minimální.

Na závěr ještě poznamenejme, že všechny Lambertovy mapy, které mají stejnou hodnotu K , jsou si geometricky podobné. To plyne přímo ze vztahu (2.2) pro délkové zkreslení, kde se vyskytuje výraz E , který je podle (2.1) pro celou oblast konstantní, a tedy odpovídající si délky na těchto mapách jsou úměrné.

3. PROBLÉM ZADÁNÍ VÝPOČETNÍ OBLASTI A STANOVENÍ OPTIMÁLNÍHO GEOGRAFICKÉHO ZOBRAZENÍ

Při volbě výpočetní oblasti se setkáváme se dvěma problémy. Zaprvé jak a čím určit oblast, kterou jsme si pro výpočet zatím přibližně vybrali a jaké zobrazení pro tuto oblast zvolit. Na zobrazení klademe požadavek, aby zkreslení mapy se v naší zvolené oblasti měnilo co nejméně, tedy poměr maximální a minimální hodnoty délkového zkreslení mapy m_{\max}/m_{\min} byl co nejmenší.

Nyní se podíváme na problém určení výpočetní oblasti. Nejdříve si všimneme, jaké vlastnosti na výpočetní oblast požadujeme. Z hlediska numerických metod je třeba, aby obraz oblasti na mapě byl obdélníkem, jehož strany by byly rovnoběžné s osami pravouhlých souřadnic x , y mapy. Tato okolnost vyplývá z konstrukce výpočetní sítě, kterou vytvářejí průsečíky rovnoběžek s osami souřadnic. Délky stran obdélníku i krok v síti je ovšem měřen na mapě a neodpovídá přesně skutečné délce na zemi. Na jiné mapě nejsou také strany obdélníku částmi přímk, ale křivkami. Je-li zobrazení zadáno, je možné oblast jednoduše určit například pomocí pravouhlých souřadnic mapy. To však není náš případ, neboť optimální zobrazení teprve určíme podle zadané oblasti. Proto obdélníkovou oblast musíme zadat nezávisle na použitém zobrazení, tedy nezávisle na mapě. K tomu použijeme zeměpisné souřadnice. Směr stran obdélníku na mapě je určen směrem os x , y systému souřadnic mapy a k tomu stačí zadat pouze základní poledník λ_0 . Základní poledník, který budeme volit vždy ve středu výpočetní oblasti, však nesouvisí s optimalizací mapy, která je dána výhradně konstantou K , neboli úhlem alfa (či beta). Proto při zadávání oblasti můžeme tento poledník zvolit před optimalizací zobrazení. Pro optimální zobrazení je přirozené předpokládat, což také učiníme, že obdélníková oblast je symetrická vzhledem k obrazu poledníku λ_0 na mapě, tedy vzhledem k ose Y . Po volbě základního poledníku λ_0 můžeme obdélníkovou výpočetní oblast určit různými způsoby.

Jedna z možností, jak obdélníkovou oblast určit je, že zadáme zeměpisné souřadnice dvou rohových bodů ležících na úhlopříčce obdélníku, například souřadnice jihozápadního a severovýchodního rohu oblasti. Bez zadání směru stran, tedy poledníku λ_0 nebo jiných dalších podmínek, není obdélník oblasti určen, neboť obdélníků majících stejnou úhlopříčku je nekonečně mnoho. Zadáme-li poledník λ_0 , nemůžeme již požadovat symetrii oblasti vzhledem k tomuto poledníku, úloha je v tomto případě přeurčena. Požadujeme-li symetrii, stačí, když zadáme místo obou pouze jednu ze zeměpisných souřadnic severovýchodního rohu obdélníku. Zadání obdélníkové oblasti zeměpisnými souřadnicemi dvou úhlopříčně položených rohů obdélníku má dvě nevýhody. Po volbě zeměpisných souřadnic jednoho z rohů, např. jihozápadního, a poledníku λ_0 , je velmi obtížné správně zvolit zeměpisné souřadnice druhého rohu, v tomto případě severovýchodního, abychom dostali oblast, jakou si představujeme. K určení souřadnic severovýchodního rohu nám nepomůže ani jiná mapa, neboť oblast na ní vypadá poněkud jinak. Druhým problémem je v tomto případě nesnadná optimalizace parametrů Lambertovy mapy, neboť zeměpisné souřadnice nejsevernějšího bodu oblasti jsou funkcí nejenom zeměpisných souřadnic úhlopříčných bodů obdélníku a zeměpisné délky základního poledníku λ_0 , ale i základního parametru φ_0 (nebo jemu ekvivalentnímu parametru, například K) Lambertova zobrazení.

Ukážeme nyní jednoduchý a efektivní způsob zadání oblasti i výpočtu optimálních parametrů Lambertova zobrazení. Zadáme zeměpisnou délku základního poledníku λ_0 . Dále požadujeme, aby zadaná oblast byla symetrická vzhledem k poledníku λ_0 . Oblast pak zadáme zeměpisnými souřadnicemi (λ_1, φ_1) jihozápadního rohu oblasti a zeměpisnou šířkou φ_s středu severní strany obdélníku. Tento bod má tedy zeměpisné souřadnice (λ_0, φ_s) a je průsečíkem severní strany obdélníku s obrazem poledníku λ_0 , neboli s osou Y . Tento bod je též nejsevernějším bodem oblasti. Stačí tedy pouze čtyři údaje. Nejjižnějšími body oblasti jsou oba rohové body jižní strany obdélníku. Volba výše zmíněných údajů pro určení výpočetní obdélníkové oblasti je snadná a názorná. Můžeme k tomu použít některou z běžných map, např. stereografickou mapu, Lambertovu mapu s jinými parametry aj. Při volbě zmíněných údajů se nám také velmi zjednoduší výpočet optimálních parametrů Lambertovy mapy, neboť přímo známe interval, ve kterém se pohybuje zeměpisná šířka φ . Je to interval $\varphi_1 \leq \varphi \leq \varphi_s$. Pro pólovou úhlovou vzdálenost tedy interval $\theta_s \leq \theta \leq \theta_1$.

4. OPTIMALIZACE PARAMETRŮ LAMBERTOVY MAPY NA INTERVALU $\theta_s \leq \theta \leq \theta_1$.

Jednoduchý výpočet optimální hodnoty parametru K pro Lambertovu mapu vychází z průběhu zkreslení mapy v závislosti na úhlové pólové vzdálenosti θ . Jestliže nejmenší hodnotu m_{\min} nabývá $m(\theta)$ v bodě $\theta = \beta$ a bod, ve kterém toto minimum nabývá, leží uvnitř oblasti a tedy v intervalu $\theta_s \leq \theta \leq \theta_1$, potom maximální hodnotu m_{\max} může funkce $m(\theta)$ nabývat pouze v koncovém bodě intervalu. Intuice nám proto říká, že pro optimální volbu, tj. aby poměr m_{\max}/m_{\min} byl co nejmenší, je třeba zvolit β tak, aby v koncových bodech intervalu bylo zkreslení stejně velké, tedy aby platilo

$$m(\theta_1) = m(\theta_s) \quad (4.1)$$

Z tohoto předpokladu můžeme již optimální hodnotu β snadno spočítat. Dosazením do vztahu (2.2) máme

$$m(\theta_1) = E \frac{\left(\frac{\operatorname{tg} \theta_1}{2}\right)^K}{\sin \theta_1} \quad (4.1)$$

a obdobně

$$m(\theta_s) = E \frac{\left(\frac{\operatorname{tg} \theta_s}{2}\right)^K}{\sin \theta_s} \quad (4.2)$$

dosadíme-li z předchozích vztahů do podmínky (4.1), máme

$$\left(\frac{\operatorname{tg} \theta_s}{2}\right)^K = \frac{\sin \theta_s}{\sin \theta_1} \quad (4.3)$$

odkud pro parametr K dostáváme

$$K = \frac{\ln(\sin \theta_s / \sin \theta_1)}{\ln\left(\frac{\operatorname{tg} \theta_s}{2} / \frac{\operatorname{tg} \theta_1}{2}\right)} \quad (4.4)$$

Zbývá nám ovšem ukázat, že takto zvolený parametr K je opravdu optimální a poměr m_{\max}/m_{\min} , kde m_{\max} maximální a m_{\min} minimální hodnota funkce $m(\theta)$ na intervalu $0 \leq \theta_s \leq \theta \leq \theta_1$, pro K nabývá hodnotu minimální. Musíme tedy dokázat tvrzení:

K tomu, aby poměr m_{\max}/m_{\min} byl na intervalu $0 \leq \theta_s \leq \theta \leq \theta_1$ minimální, a tedy K bylo optimálně zvoleným parametrem Lambertovy mapy, je nutné a stačí, aby $m(\theta_s) = m(\theta_1)$.

Než přikročíme k důkazu, všimněme si, že neměníme-li β , a tudíž ani $K = \cos \beta$ a měníme pouze θ_0 , že podle vztahů (2.1) a (2.2), dostáváme ve smyslu geometrie podobné mapy, neboť zkreslení těchto map jsou si úměrná, a tedy i délky na těchto mapách jsou si úměrné. Mapy se proto liší pouze v celkovém měřítku, a poměr m_{\max}/m_{\min} zůstává stejný. Můžeme proto bez újmy obecnosti studovat tento problém pro zobrazení na kužel tečný ke sféře. V tomto případě je $\theta_0 = \beta$, $m_{\min} = 1$ a místo důkazu, že hodnota β minimalizuje hodnotu poměru m_{\max}/m_{\min} , je třeba ukázat, že hodnota θ_0 minimalizuje hodnotu m_{\max} .

Chceme-li nalézt optimální hodnotu θ_0 , pro kterou maximum m_{\max} funkce $m(\theta)$ na intervalu $\theta_s \leq \theta \leq \theta_1$ je minimální, je třeba studovat chování délkového zkreslení mapy, jakožto funkce θ_0 v koncových bodech intervalu θ_s, θ_1 . K tomu účelu funkci (1.8) budeme studovat jako funkci dvou proměnných θ a θ_0 , a pouze těchto dvou proměnných. Proto do vztahu (1.8) dosadíme za hodnotu K ze vztahu (1.20) $\cos \theta_0$

$$m(\theta, \theta_0) = \frac{\sin \theta_0}{\sin \theta} \left(\frac{\operatorname{tg} \frac{\theta}{2}}{\operatorname{tg} \frac{\theta_0}{2}}\right)^{\cos \theta_0} \quad (4.5)$$

Tuto funkci studujeme v koncových bodech $\theta = \theta_s$ a $\theta = \theta_1$ intervalu jakožto funkci θ_0 . Poznamenejme, že vzhledem ke svému průběhu může funkce m jakožto funkce θ nabývat hodnot m_{\max} jedině v koncových bodech intervalu, a že tedy m_{\max} musí být buďto $m(\theta_s)$, nebo $m(\theta_1)$.

Funkce $m(\theta_s, \theta_0)$ je na intervalu $\theta_s \leq \theta \leq \theta_1$ rostoucí od hodnoty 1, kterou nabývá pro $\theta_0 = \theta_s$. Obdobně funkce

$m(\theta_1, \theta_0)$ je na intervalu $\theta_s \leq \theta_0 \leq \theta_1$ klesající k hodnotě 1, kterou nabude pro $\theta_0 = \theta_1$. Proto exaktní podmínka pro výpočet hodnoty θ_0 , pro kterou je m_{\max} minimální, je

$$m(\theta_s, \theta_0) = m(\theta_1, \theta_0) \quad (4.6)$$

Dosadíme-li do této rovnosti hodnoty ze vztahu (4.5), dostaneme vzhledem k tomu, že $K = \cos(\theta_0)$ po vykrácení stejný vztah jako je (4.3), a tedy vzorec (4.4) opravdu řeší úlohu minimalizace.

Nyní můžeme uvést vztah pro výpočet poměru m_{\max}/m_{\min} , abychom viděli efektivnost zvoleného zobrazení. Po výpočtu optimální hodnoty K ze vztahu (4.4) a θ_0 ze vztahu $\theta_0 = \arccos K$ je

$$\frac{m_{\max}}{m_{\min}} = m(\theta_s, \theta_0) = \frac{\sin \theta_0}{\sin \theta_s} \left(\frac{\operatorname{tg} \frac{\theta_s}{2}}{\operatorname{tg} \frac{\theta_0}{2}}\right)^K \quad (4.7)$$

5. STEREOGRAFICKÁ A MERCATOROVA MAPA JAKO MEZNÍ PŘÍPAD LAMBERTOVY MAPY

Studujeme Lambertovu mapu, která zobrazuje sféru na kužel, který protíná sféru na rovnoběžce φ_0 . Dříve jsme již označili úhel, který svírá povrchová přímka tohoto kužele s rovinou kolmou k ose kužele, jako úhel α . Necháme-li nyní φ_0 konstantní a úhel α budeme zvětšovat až na hodnotu $\alpha = 90^\circ$, tedy na pravý úhel, pak konstanta Lambertovy mapy dosáhne hodnoty $K = \sin \alpha = 1$ a kužel rozvinutý do roviny vyplní celou rovinu. Dá se snadno ukázat, že tato mapa je stereografickou mapou, která vznikne projekcí sféry z jižního pólu na rovinu proloženou rovnoběžkou o zeměpisné šířce φ_0 . Vzhledem k tomu, že $K = 1$, se vztahy pro stereografickou projekci značně zjednoduší. Úhly mezi poledníky budou na mapě stejné jako na sféře. Vztah pro pólovou vzdálenost (1.2) s použitím vztahů (1.7) a (2.4) můžeme napsat ve tvaru

$$r(\theta) = a(1 + \cos \theta_0) \cdot \operatorname{tg} \frac{\theta}{2} \quad (5.1)$$

obdobně se zjednoduší i výraz (1.8) pro délkové zkreslení mapy. Opět s použitím vztahu (2.4) máme

$$m(\theta) = \frac{1 + \cos \theta_0}{1 + \cos \theta} \quad (5.2)$$

Z předchozího vztahu vidíme, že délkové zkreslení mapy je od pólu k rovníku rostoucí funkcí, která z hodnoty $m(\theta) = (1 + \cos \theta_0) / 2$ roste přes hodnotu $m(\theta_0) = 1$ na rovnoběžce θ_0 až k hodnotě $m(\pi/2) = (1 + \cos \theta_0)$. Pro posouzení, jak se pro tuto mapu chová podíl m_{\max}/m_{\min} na naší obdélníkové oblasti, je účelné zvolit $\theta = \theta_s$, pak nejmenší hodnota délkového zkreslení na obdélníku je rovna $m(\theta_s) = 1$ a podíl m_{\max}/m_{\min} je roven

$$\frac{m_{\max}}{m_{\min}} = m(\theta_1) = \frac{1 + \cos \theta_s}{1 + \cos \theta_1} \quad (5.3)$$

Studujeme nyní ještě dva limitní případy, které nám objasní vztah Lambertovy a stereografické mapy, zasahuje-li výpočetní oblast do blízkosti pólu. Zvolme obdélníkovou oblast poledníkem λ_0 , jihozápadním bodem o zeměpisných souřadnicích λ_1, φ_1 a nejsevernějším bodem, bodem o souřadnicích

λ_0, φ_s . Oblast nyní zvětšujeme směrem k severnímu pólu. Studujeme tedy limitní přechod $\varphi_s \rightarrow \pi/2$. Zvolme nyní zeměpisnou šířku dotyku kužele a sféry φ_0 postupně dvěma způsoby.

Nejdříve položíme $\varphi_0 = \varphi_s$. Obdržíme tak Lambertovu mapu, pro kterou je v nejsevernějším bodě délkové zkreslení $m(\varphi_s) = 1$ a v nejižnějším bodě, jihozápadním rohu obdélníku, dostaneme pro hodnotu $m(\varphi_1)$ podle vztahu (1.8) s použitím identity (2.4)

$$m(\varphi_1) = \left(\frac{\sin \theta_s}{\sin \theta_1} \right)^{1-K} \cdot \left(\frac{1 + \cos \theta_s}{1 + \cos \theta_1} \right)^K \quad (5.4)$$

Pro $\varphi_s \rightarrow \pi/2$ je $K = \sin \varphi_s \rightarrow 1$. Pro hodnoty K blízké 1 je vztah (5.4) přibližně stejný jako vztah (5.3) a pro hodnotu $K = 1$ v něj spojitě přechází. I hodnota m_{\max}/m_{\min} , která je rovna $m(\varphi_1)$, je přibližně stejná jako pro stereografickou mapu. Délkové zkreslení monotónně roste v celém intervalu $\langle \theta_s, \theta_1 \rangle$ a dostáváme mapy velice blízké ke stereografické mapě vznikle projekcí sféry z jižního pólu na rovinu proloženou rovnoběžkou o zeměpisné šířce φ_s . V limitě tyto mapy přejdou ve stereografickou mapu vzniklou projekcí sféry z jižního pólu na rovinu tečnou v pólu severním.

Zvolíme-li ovšem hodnotu φ_0 podle vztahu (4.4), tedy tak, aby podíl m_{\max}/m_{\min} byl minimální, bude tento podíl m_{\max}/m_{\min} vždy menší než v předchozím případě nebo pro stereografickou mapu a dostaneme tak vždy zobrazení z hlediska zkreslení o něco lepší. I v tomto případě pro $\varphi_s \rightarrow \pi/2$ konverguje $K \rightarrow 1$ a mapa se jako v předchozím případě mění ve stejnou stereografickou mapu.

Zcela jinou mapu obdržíme, zmenšujeme-li úhel α k nule. V tomto případě přechází kužel, na který zobrazujeme, ve válec a vrchol V, obraz pólu, se vzdaluje do nekonečna a obrazy poledníků jsou rovnoběžné. V tomto případě musíme pro popis zobrazení použít přímo kartézskou soustavu, místo soustavy polární. Dostaneme tak válcové zobrazení. Jestliže požadujeme, aby toto zobrazení bylo konformní, obdržíme Mercatorovo zobrazení. Jeho rovnice se odvodí obdobně jako pro zobrazení Lambertovo. Při zobrazení rovníkové oblasti se délkové zkreslení Lambertovy i Mercatorovy mění jen málo a nenastávají žádné problémy.

6. ZADÁNÍ OBDÉLNÍKOVÉ OBLASTI A VOLBA OPTIMÁLNÍ LAMBERTOVY MAPY – VÝSLEDEK

Úlohu řešíme pro obdélníkovou oblast, která je symetrická vzhledem k obrazu základního poledníku, který splývá s osou Y. Pro určení polohy oblasti a optimální volby parametrů Lambertovy mapy zadáme následující čtyři údaje: zeměpisnou délku základního poledníku λ_0 , zeměpisné souřadnice jihozápadního rohu obdélníku λ_1, φ_1 (nebo λ_1, θ_1) a zeměpisnou šířku φ_s (nebo úhlovou pólou vzdálenost θ_s) středu severní strany, neboli průsečíku severní strany obdélníku s poledníkem λ_0 . Tento bod, který označme S, má tedy souřadnice λ_0, φ_s .

Nyní postupujeme následovně:

Ze vztahu (4.4) a (1.20) vypočteme parametry optimální Lambertovy mapy K a θ_0 . Ze vztahů (1.3) a (1.4) vypočteme pólou vzdálenost r_1 jihozápadního rohu a stejně tak pólou vzdálenost r_s bodu S, která se záporným znaménkem je souřadnicí y obou severních rohů obdélníku. Ze vztahu $\gamma = K(\lambda_1 - \lambda_0)$ vypočteme úhel, který na mapě svírá poledník λ_1 procházející jihozápadním rohem s poledníkem základním

λ_0 . Pravoúhlé souřadnice jihozápadního rohu pak vypočteme ze vztahů $x_1 = r_1 \cdot \sin \gamma$; $y_1 = r_1 \cdot \cos \gamma$. Ostatní pravoúhlé souřadnice všech rohů obdélníku vyplývají ze symetrie.

Nakonec zvolíme krok v síti nebo počet uzlových bodů v jednom ze směrů. Rozměry oblasti pak zaokrouhlíme nebo jinak opravíme na celé násobky kroku sítě. Závěrem opravíme polohu jihozápadního rohu oblasti podle rozměrů sítě. Polohu středu severní strany je lépe neměnit, neboť blíže k pólu se délkové zkreslení mění rychleji.

7. SROVNÁNÍ DÉLKOVÉHO ZKRESLENÍ STEREOGRAFICKÉ A LAMBERTOVY MAPY A JEJICH MOŽNOSTÍ

Srovnání provedeme pro konkrétně zvolenou oblast mapy. Abychom ukázali možnosti Lambertovy mapy, zvolíme pro studium větší oblast, která se extrémně přibližuje k severnímu pólu. Je to přibližně oblast, na které byl na přelomu osmdesátých a devadesátých let 20. století počítán předpovědní model v Československu. Zeměpisné souřadnice, které určují obdélníkovou oblast, volíme následovně. Základní poledník volíme Greenwichský, tedy $\lambda_0 = 0$. Souřadnice jihozápadního rohu obdélníku nechť jsou $\lambda_0 = -33^\circ$ a $\varphi_1 = 23^\circ$ a zeměpisnou šířku středu severní strany volíme úmyslně velmi blízko pólu $\varphi_s = 89^\circ$, tedy pouze jeden úhlový stupeň, což představuje 111 km. Pro tuto oblast vychází zeměpisná šířka dotyku kužele $\varphi_0 = 66.36^\circ$. Při této volbě vychází poměr maximální a minimální hodnoty zkreslení pro Lambertovu mapu 1.250, zatímco pro stereografickou mapu 1.437. Tento výsledek ilustruje skutečnost, že neobsahuje-li oblast přímo severní pól, je vždy lepší optimálně vybraná Lambertova mapa. Zajímavý je také průběh, jak se mění délkové zkreslení mapy $m(\theta, \theta_0)$ v krajních bodech tohoto intervalu, tedy pro hodnoty $\theta = 1^\circ$ a $\theta = 67^\circ$, když θ_0 bude probíhat interval $1^\circ \leq \theta \leq 67^\circ$. Zkreslení $m(1^\circ, \theta_0)$ roste od hodnoty 1 až k hodnotě 9.718, zatímco $m(67^\circ, \theta_0)$ klesá z hodnoty 1.437 na hodnotu 1. Stejnou, tedy i optimální hodnotu 1.251 nabývají tyto funkce pro $\theta_0 = 23.64^\circ$.

Poznamenejme, že ani pro zobrazení celé polokoule není stereografická mapa ideální. Vlivem zkreslení stereografické mapy odpovídá 100 km na mapě v oblasti severního pólu rovněž 100 km na zemi, zatímco v oblasti rovníku 100 km na mapě odpovídá ve skutečnosti na zemi pouze 50 km. Proto při použití sítě s konstantním krokem je popis proměnných v rovníkové oblasti zbytečně podrobný, což zvyšuje počet uzlových bodů a tím prodlužuje a zdražuje výpočet.

8. ZÁVĚRY

Z předchozích úvah můžeme pro optimální výběr konformní mapy udělat následující závěry.

1. Chceme-li zobrazit obdélníkovou oblast na jedné z konformních map prostřednictvím stereografické projekce, Lambertova kuželového zobrazení nebo Mercatorova válcového zobrazení v normální poloze (osa kužele válce splývá s osou země) tak, aby poměr maximální a minimální hodnoty koeficientu zkreslení mapy byl co nejmenší, je situace následující: pro obdélníkovou oblast na severní, resp. jižní polokouli, která neobsahuje pól, je nejlepší Lambertova mapa s optimálním výběrem rovnoběžky, na které se kužel dotýká země. Zeměpisnou šířku této rovnoběžky dostaneme s podmínkou, že zkreslení mapy je v nejsevernějším a nejižnějším bodu oblasti stejné – vztah (4.4).
2. Pro určení polohy obdélníkové oblasti na Lambertově mapě je nejlépe vyjít z volby nejsevernějšího bodu oblasti, tj. průsečíku severní strany s poledníkem, který pro-

cháží středem oblasti a určuje směr stran obdélníku. Ten určíme pomocí zeměpisných souřadnic. Máme tak přímou kontrolu vzdálenosti oblasti od severního pólu, což je důležité, přibližuje-li se oblast do blízkosti pólu. Polohu tohoto bodu po volbě mapy již raději neměníme, protože zkreslení mapy se zde mění rychleji. Chceme-li velikost oblasti upravit bez změny mapy, provedeme jí změnou polohy jihozápadního, resp. jihovýchodního rohu obdélníku. Zde se zkreslení mapy mění málo a tato změna má malý vliv na volbu optimálního parametru Lambertovy mapy. Optimální volbu pak můžeme ještě doladit opakovaním výpočtu volby optimální mapy.

3. Chceme-li z nějakých důvodů použít obdélníkovou oblast, která není symetrická vzhledem k základnímu poledníku, provedeme výběr optimální mapy pro symetrickou oblast, která vznikne zvětšením menší části posunutím jedné ze stran rovnoběžných s obrazem základního poledníku tak, aby vzniklá oblast byla symetrická. Protože výběr optimální Lambertovy mapy závisí pouze na zeměpisné šířce nesevernějšího a nejjižnějšího bodu oblasti, zmenšíme-li symetrickou obdélníkovou oblast na jedné ze stran, optimální výběr mapy se nezmění.

4. Obsahuje-li oblast pól, pak pro zobrazení volíme stereografickou mapu.
5. Leží-li oblast v rovníkovém pásmu a zasahuje do severní i jižní polokoule, pak volíme konformní Mercatorovo válcové zobrazení.

Literatura

- [1] *Batka, M.*: Optimalizace geografie LAM. Část I. Definice kartografických zobrazení a jejich základní vlastnosti. Meteorol. Zpr., **55**, 2002, č. 1, s. 9–17.
- [2] *Fiala, F.*: Kartografické zobrazování. Praha, SPN 1952. 240 s.
- [3] *Joly, A.*: Geographic parameters of ARPEGE / ALADIN. [Interní zpráva Météo France.] 1992. 24 s.
- [4] *Kreyszig, E.*: Differentialgeometrie. Leipzig, Akademische Verlagsgesellschaft 1957. 421 s.

Lektorka RNDr. R. Brožková, CSc., rukopis odevzdán v prosinci 2001.

Oprava: V první části článku (MZ 2002, č. 1, str. 14, rovnice 2.11) má být na konci rovnice: $= a^2 \cos^2 \varphi$.

DEN OTEVŘENÝCH DVEŘÍ V ČESKÉM HYDROMETEOROLOGICKÉM ÚSTAVU V ROCE 2002

Při příležitosti Světového dne vody, organizovaného pod heslem Voda a rozvoj, a Světového meteorologického dne zaměřeného k tématu *Zmírňování účinků povětrnostních a klimatických extrémů*, uspořádal ČHMÚ v sobotu 23. března 2002 na většině svých profesionálních pracovištích kromě letišť Den otevřených dveří.

I když návštěvnost byla kvůli nepřízní počasí o něco nižší než v minulých letech (okolo 2 500 účastníků), lze hodnotit akci jako velmi zdařilou. V Praze přišlo na pracoviště v Komořanech a Libuši okolo 700 návštěvníků, na pobočkách se vystřídal více než 1 250 a na profesionálních stanicích 500 hostů. Mimořádný zájem, podněcený patrně i probíhající povodňovou situací na západočeských tocích, zažila pobočka v Plzni, kam přišlo 270 návštěvníků. O zdejší akci informoval ČR a ČT 1 odvysílala záznam ve večerním zpravodajství. Za účasti sdělovacích prostředků probíhal Den otevřených dveří i v Praze (ČTK, Radiožurnál), Brně (televize NOVA), Českých Budějovicích (Mladá Fronta Dnes), Ústí nad Labem (ČR, Mladá Fronta Dnes), Košetících (místní tisk) apod.

Program se odvíjel podle možností a zaměření jednotlivých pracovišť. Na ústředí v Praze zahrnoval několik tematických okruhů:

- Výstava z vydávaných publikací, rozdávání propagačních materiálů včetně starších publikací, promítání filmů.
- Historie a současnost ČHMÚ – přednáška.
- Přednáška Meteorologická a předpovědní varovná služba – návštěva předpovědního pracoviště – ukázky výstupů.
- Přednáška Hydrologická hlásná, předpovědní a varovná služba.

- Přednáška o hydrometrii (způsob hydrologických měření, ukázka přístrojů, mobilní prostředek pro hydrometrická měření).
- Přednáška o hydrologickém biomonitoringu (měření jakosti vod).
- Činnost odboru distančních měření v Praze-Libuši (radarová měření, družicové informace, aerologická měření včetně vypuštění sondy).

V rámci časových možností byly zodpovězeny desítky dotazů návštěvníků, někdy i velmi specializovaných. Den otevřených dveří i letos přispěl k hlubšímu poznání a propagaci meteorologie a hydrologie a splnil své osvětové poslání.

Zdeněk Horký



Jako obvykle se velkému zájmu těšilo pracoviště předpovědi počasí. Foto J. Jandouš.

OBJEKTIVNÍ KLASIFIKACE CIRKULAČNÍCH TYPŮ PRO ÚZEMÍ ČESKÉ REPUBLIKY

Objective circulation pattern classification for the Czech Republic. An objective circulation pattern classification for the Czech Republic is presented. The circulation patterns are defined using sea level pressure data over the Europe and eastern Atlantic. The classification is based on fuzzy rules which are defined by the position of high and low pressure anomalies. The fuzzy rules are obtained automatically using an optimization of the performance of the classification. The performance of the classification is measured by its conditional rainfall frequencies and rainfall amounts. The data from 27 precipitation stations evenly spread over the country are used. The performance of the CPs is validated using a split-sampling approach. The presented method produces physically realistic CP definitions. Using the classification scheme for CP definitions obtained from the optimization procedure enables the classification of outputs from GCM.

KLÍČOVÁ SLOVA: klasifikace cirkulačních typů – srážky – fuzzy logika

1. ÚVOD

Cílem předložené práce je prezentace objektivní klasifikace cirkulačních typů pro území České republiky. Pomocí principů fuzzy logiky [1] jsou definovány takové situace, které přinášejí s velkou pravděpodobností nad- či podprůměrné srážkové úhrny. Aplikace fuzzy logiky je výhodná zejména proto, že umožňuje přihlídnout k neurčitosti při přiřazování denních tlakových polí jednotlivým cirkulačním typům.

Metodám klasifikace cirkulačních typů je v poslední době věnována značná pozornost. Jedním z důvodů je potřeba simulace důsledků možné klimatické změny [24, 16]. Kontrolní běhy globálních cirkulačních modelů (GCM), tzv. 1 x CO₂ scénáře, jež jsou vyvíjeny za účelem modelování klimatické změny, prokázaly, že tyto modely nejsou schopny reprodukovat časoprostorovou proměnlivost srážkových a teplotních polí [18, 25]. Simulovaná tlaková pole jsou naproti tomu realistická. Z toho důvodu je z těchto modelů možno použít tlaková pole pro generování lokálních srážkových a teplotních řad např. pomocí metod statistického downscalingu. Jeho cílem je produkce syntetických řad meteorologických prvků – např. [11, 12, 13, 19, 20, 21, 22, 31, 32, 33, 34]. Ze statistického hlediska je zřejmé, že povrchové klimatické proměnné závisejí na cirkulaci atmosféry ve velkých měřících. Např. v pracích [8, 27], byla dokázána souvislost mezi atmosférickou cirkulací a výskytem srážky. Stejná problematika je věnována pozornost rovněž v tuzemské literatuře – např. [5, 6, 7, 26]. Výhodou klasifikace cirkulačních podmínek do jednotlivých charakteristických typů je umožnění interpretace a zajištění dostatečné četnosti určitého typu podmínek.

V případě klasifikace cirkulačních typů lze v zásadě rozlišit dva hlavní metodologické přístupy. Tím prvním jsou klasifikace subjektivní. Výhodou těchto metod je, že se při nich uplatňuje zkušenost meteorologů. Hlavní nevýhody jsou především tři:

1. Nereprodukovatelnost výsledků klasifikací spočívající právě v jejich subjektivnosti.
2. Omezenost platnosti metodologie dané subjektivní klasifikace z geografického hlediska: každá ze subjektivních klasifikací je ze své podstaty platná pouze pro daný region: např. pro Českou republiku byla vyvinuta Brádkova klasifikace [4] a Brázdilova a Šteklova klasifikace [6], pro Britské ostrovy je používána Lambova klasifikace [27],

pro Německo a střední Evropu klasifikace Baurova [3], resp. Hesse a Brezowského [15], pro území Recka byla vyvinuta klasifikace Maherasem [28] atd.

3. Časová náročnost subjektivní klasifikace. Z časového hlediska by např. subjektivní klasifikace denních map geopotenciálních hladin představujících výstup z GCM pro simulované období padesáti let byla obtížně realizovatelná. Proto je možné v poslední době sledovat tendenci k přechodu na klasifikace objektivní. Tímto způsobem byly např. zavedeny objektivní klasifikace ve Velké Británii [23] a v Německu [10]. Automatizované objektivní klasifikace jsou založeny většinou na analýze hlavních komponent (nejvíce používaná metoda), na principu shlukové analýzy [34], na fuzzy logice využívající subjektivně definovaných pravidel [2] a neuronových sítí [9].

U zmíněných typů klasifikací jsou srážkové charakteristiky jednotlivých typů studovány většinou „ex post“ (výjimkou jsou např. klasifikace [6, 34]). Cílem zde prezentované klasifikační metody je naproti tomu získání takových cirkulačních typů, které vysvětlují co největší část srážkové proměnlivosti v daném území.

2. DATOVÉ PODKLADY

Cirkulační data použitá v práci pocházejí z National Meteorological Centre for Atmospheric Research (NCAR) a National Meteorological Centre (NMC) a jsou převedena z oktagonální sítě do sítě 5° × 5°. Za účelem klasifikace cirkulačních typů pro území České republiky byla použita data z geografické oblasti 35°N – 65°N, 15°W – 40°E (obr. 1). Bylo pracováno s hodnotami přízemního tlaku vzduchu a výšek geopotenciálních hladin 700 hPa a 500 hPa v denním kroku.

Pro území České republiky bylo vybráno 27 srážkoměrných stanic rozmístěných více méně rovnoměrně po ploše celého území (obr. 2, tab. 1). Uvažovány byly stanice s pokud možno co nejméně narušenými řadami pozorování v období 1970–1989: období 1970–1979 pro kalibraci modelu, období 1980–1989 pak pro validaci. Vstupními daty jsou denní srážkové úhrny.

3. METODY

Klasifikační metoda je založena na aplikaci fuzzy logiky [35], jejíž předností je, že umožňuje matematicky pracovat

s nejednoznačnými pojmy (tzv. lingvistickými proměnnými typu „více“, „méně“, „téměř“ atd.). Metoda klasifikace je z matematického hlediska podrobně popsána v práci [1].

Klasifikace je založena na normalizovaných tlakových anomáliích (tj. odečtení průměru a vydělení směrodatnou odchylkou) počítaných v pravidelné uzlové síti (obr. 1) v denním kroku. Každý cirkulační typ je reprezentován jedním tzv. „fuzzy pravidlem“, pomocí kterého je definováno prostorové rozmístění tlakových anomálií. V každém uzlovém bodě tak může tlaková anomálie nabývat hodnot „velmi nízkých“, „středně nízkých“, „středně vysokých“ a „velmi vysokých“. Tato verbální označení jsou matematicky definována [1]. Během klasifikace jsou pozorovaná (denní) cirkulační pole porovnávána s každým z definovaných typů. Výhodou metod fuzzy logiky je, že umožňuje určit, do jaké míry přísluší konkrétní pozorované pole ke každému z cirkulačních typů. Ten cirkulační typ, pro který je shoda s pozorovaným polem největší, je vybrán jako cirkulační typ pro daný den.

Cílem prezentované klasifikace je definování takových cirkulačních typů, tj. takových prostorových rozmístění tlakových anomálií, pomocí kterých lze vysvětlit co největší část srážkové proměnlivosti na souboru srážkoměrných stanic. Vzhledem k téměř nekonečnému počtu možných definic cirkulačních typů (10^{1000}) není možné systematicky ověřit každou z definic. Proto je třeba použít metod optimalizace. Cílem optimalizace je maximalizace následující cílové funkce:

$$C = a_1 C_1(\vartheta_1) + \dots + a_n C_1(\vartheta_n) + a_{n+1} C_2 \quad (1)$$

kde $a_1 \dots a_{n+1}$ jsou váhy, C_1 je funkce vypočítávající kvadratickou odchylku pravděpodobnosti srážky $p(CT)$ pro aktuální cirkulační typ CT od nepodmíněné pravděpodobnosti \bar{p} . Funkce je vypočtena jako suma přes všechny dny klasifikace (od $t = 1$ do $t = T$) a přes všechny uvažované srážkoměrné stanice $q = 1 \dots S$

$$C_1(\vartheta) = \sum_{q=1}^S \sqrt{\frac{1}{T} \sum_{t=1}^T \left(p(CT(t))_q - \bar{p}_q \right)^2} \quad (2)$$

Definování limitu ϑ pro denní srážkový úhrn umožňuje zavést speciální funkci pro extrémní srážku. Princip funkce C_2 je obdobný. Namísto pravděpodobností je počítáno s podmíněnými $[z(CT(t))]$ a nepodmíněnými (\bar{z}) srážkovými úhrny a místo kvadratické odchylky se pracuje s logaritmem podílu:

$$C_2 = \sum_{q=1}^S \frac{1}{T} \sum_{t=1}^T \left| \ln \left(\frac{z(CT(t))_q}{\bar{z}_q} \right) \right| \quad (3)$$

K vyřešení optimalizačního problému byl aplikován algoritmus s názvem simulované žihání (simulated annealing) [14]. Pomocí daného algoritmu se náhodně mění definice cirkulačních typů a následně se provádí klasifikace v kalibračním období. V případě, že nové definice poskytují větší hodnotu cílové funkce, je během výpočtu starší definice nahrazena definicí novou. Jestliže je cílová funkce nové definice menší než předchozí, není tato nová definice automaticky zamítnuta, ale je přijata s určitou pravděpodobností. Tato pravděpodobnost je nepřímo úměrná rozdílu mezi starou a novou hodnotou cílové funkce a přímo úměrná parametru označovanému jako „teplota“. Jádrem metody je, že „teplota“ je během optimalizačního algoritmu postupně snižována. Tím se zároveň snižuje pravděpodobnost přijetí takové klasifika-

ce, která je horší než předchozí a výpočet postupně konverguje do blízkosti optimálního řešení, tj. k takovým definicím cirkulačních typů, které se navzájem co nejvíce liší z hlediska pravděpodobnosti výskytu srážky a množství srážkových úhrnů.



Obr. 1 Geografická oblast použitá pro klasifikaci cirkulačních typů (rozlišení $5^\circ \times 5^\circ$).

Fig. 1. Geographical region used for circulation pattern classification (resolution $5^\circ \times 5^\circ$).

Tab. 1 Seznam srážkoměrných stanic použitých ke kalibraci a validaci modelu pro klasifikaci povětrnostních situací.

Tab. 1. List of precipitation stations used for calibration and validation of the model for circulation pattern classification.

č.	Název stanice	zem. šířka [°]	zem. délka [°]	nadm. v. [m]
1.	Bělá-Železná	49.58	12.59	525
2.	České Budějovice	48.96	14.47	388
3.	Cheb	50.07	12.39	471
4.	Chrást	49.90	15.94	292
5.	Ivanovice na Hané	49.31	17.09	245
6.	Jilemnice	50.60	15.51	462
7.	Karlova Ves	49.99	13.86	408
8.	Kestřany	49.27	14.07	372
9.	Kopisty	50.54	13.62	240
10.	Kostomlaty nad Labem	50.18	14.96	185
11.	Lenora	48.93	13.77	803
12.	Lestkov	49.88	12.88	595
13.	Luká	49.65	16.95	510
14.	Lysá hora	49.55	18.45	1328
15.	Mšeno	50.44	14.63	352
16.	Netunice	49.62	13.43	465
17.	Prušánky	48.83	16.99	180
18.	Slatina nad Zdobnicí	50.14	16.39	396
19.	Starý Hrozenkov	48.96	17.87	371
20.	Střeziměř	49.54	14.62	588
21.	Světlá Hora	50.03	17.40	596
22.	Světlá nad Sázavou	49.67	15.41	410
23.	Varnsdorf	50.91	14.62	338
24.	Velké Meziříčí	49.35	16.01	452
25.	Vranov nad Dyjí	48.91	15.82	354
26.	Žatec	50.33	13.55	201
27.	Železná Ruda	49.14	13.24	789

V procesu optimalizace (kalibrace) a validace je aplikována metoda „split sampling“. Podle této metody kalibrace a validace modelu probíhá pro oddělená období, což zajišťuje větší objektivitu při posuzování kvality klasifikace.

Vzorci pro výpočet optimalizačního kritéria (2) a (3) mohou být rovněž použity pro zhodnocení kvality klasifikace ve validačním období. Indexy C_1 a C_2 rostou s kvalitou klasifikace. Aby se umožnilo rozlišení mezi sezonami v rámci cirkulačních typů (např. suchý v létě a vlhký v zimě), mohou být indexy vypočítány pro každé roční období zvlášť. Použitá kritéria jsou jedním z mnoha způsobů, jak posoudit kvalitu klasifikace. Dalšími možnostmi by mohlo být uvažování poměru mezitypové a vnitrotypové proměnlivosti, porovnání distribučních funkcí srážek mezi typy aj. [17].

4. APLIKACE PRO ÚZEMÍ ČESKÉ REPUBLIKY

4.1 Alternativy výpočtu

Model pro klasifikaci cirkulačních typů byl kalibrován pro celkem 9 variant výpočtu. Tyto varianty se lišily jednak použitými cirkulačními daty, jednak různým počtem cirkulačních typů v rámci jedné klasifikace. Byly vyzkoušeny tři druhy cirkulačních dat:

- tlak vzduchu přepočítaný na úroveň mořské hladiny (SLP – sea level pressure),
- výšky geopotenciální hladiny 700 hPa,
- výšky geopotenciální hladiny 500 hPa.

V rámci každé skupiny cirkulačních dat byla kalibrace a validace provedena pro počet 10, 12 a 14 cirkulačních typů. Řadou pokusných výpočtů bylo prokázáno, že menší množství CT než 10 vede ke ztrátě informace, jelikož tyto situace se příliš neliší od průměrných povětrnostních podmínek. Velké množství situací má naproti tomu za následek příliš nízké četnosti výskytu některých situací, což problematizuje jejich statistické zpracování.

Souhrn výsledků všech devíti validací je na obr. 3 a obr. 4, kde jsou pro všechny modelové varianty uvedeny hodnoty funkcí (2) a (3). Z obr. 3 vyplývá, že z hlediska funkce C_1 (zohledňující proměnlivost pravděpodobnosti srážky) se jako nejlepší ukazuje klasifikace pomocí SLP a 12 CT . Druhou nejúspěšnější klasifikací je klasifikace SLP a 10 CT . Na obr. 4 jsou znázorněny výsledky validace pro funkci C_2 , která odráží míru vystižení proměnlivosti srážkového množství. Pořadí prvních dvou nejúspěšnějších klasifikací je opačné než u indexu C_1 , avšak rozdíl mezi klasifikacemi je procentuálně menší. Z toho důvodu byla jako nejlepší vybrána varianta SLP, 12 CT .

4.2 Výsledná klasifikace

4.2.1 Zobrazení cirkulačních typů

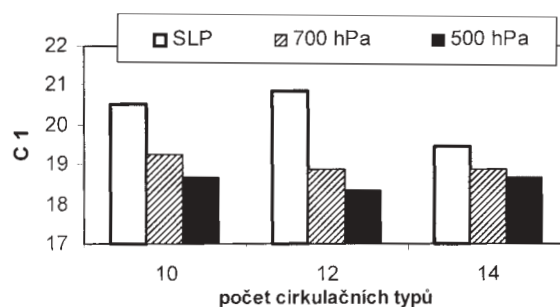
Výsledných 12 cirkulačních typů definovaných pro data přízemního tlaku vzduchu je znázorněno na obr. 5. Mapy jsou zkonstruovány jako průměrné stavy tlakových anomálií pro daný CT za období 1980–1989. Čárkované čáry představují oblast relativně nízkého tlaku vzduchu, plné pak oblast tlaku vysokého, N značí centrum tlakové níže, V tlakové výše. Průměrováním se rozumí skutečnost, že v každém uzlovém bodě je vypočtena průměrná hodnota anomálie ze všech dní, ve kterých se daný CT vyskytl. Na první pohled je zřejmé, že klasifikační metoda poskytuje fyzikálně realistické výstupy: na mapách se nacházejí kompaktní oblasti vysokého, resp. nízkého tlaku vzduchu.

V tabulce 2 jsou uvedeny četnosti výskytů všech situací. Z této tabulky vyplývá, že četnosti se pro každou situaci



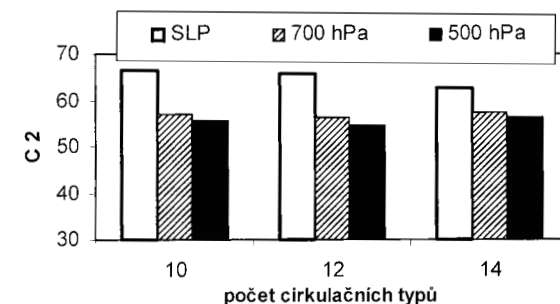
Obr. 2 Poloha srážkoměrných stanic použitých pro klasifikaci cirkulačních typů.

Fig. 2. Location of the precipitation stations used for the circulation pattern classification.



Obr. 3 Souhrn validace klasifikací cirkulačních typů podle kritéria C_1 (součet pro všechny stanice a všechna roční období).

Fig. 3 Summary of validation of circulation pattern classification according to criterion C_1 (sum for all stations and all seasons).



Obr. 4 Souhrn validace různých klasifikací cirkulačních typů podle kritéria C_2 (součet pro všechny stanice a všechna roční období).

Fig. 4. Summary of validation of circulation pattern classification according to criterion C_2 (sum for all stations and all seasons).

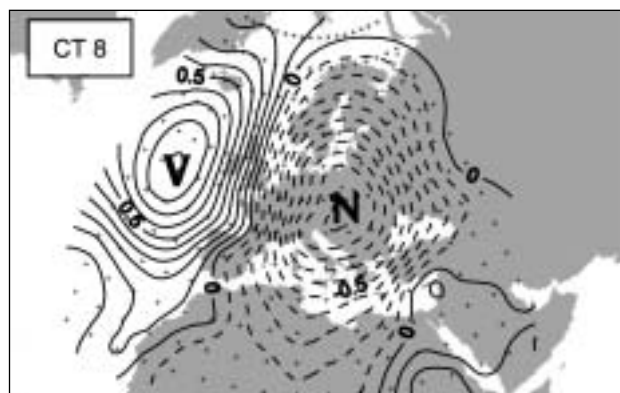
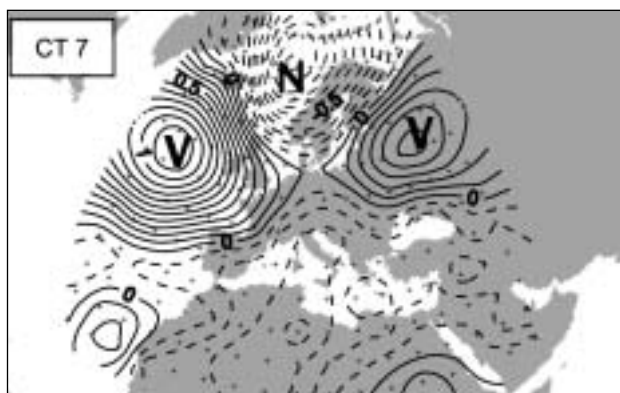
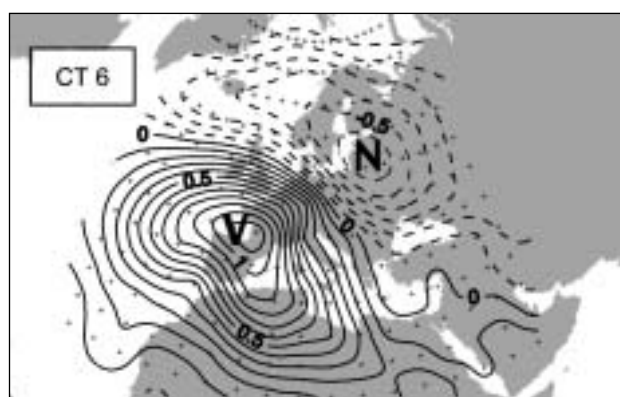
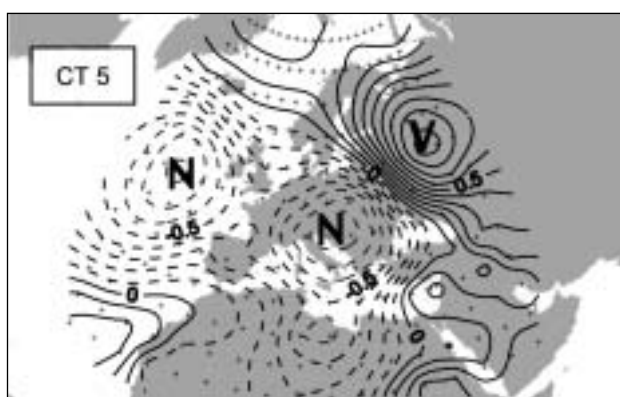
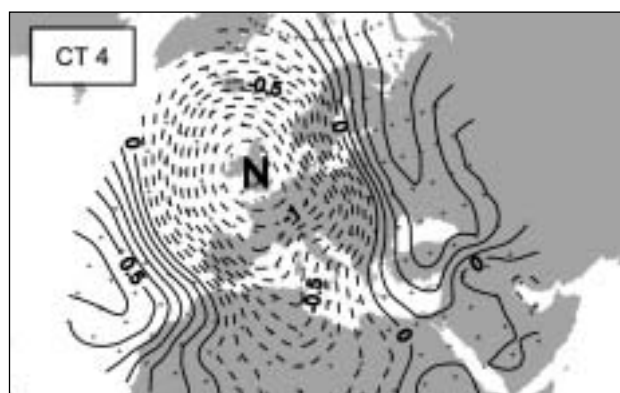
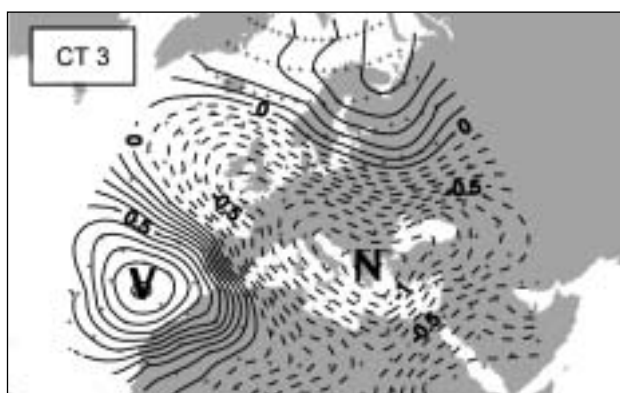
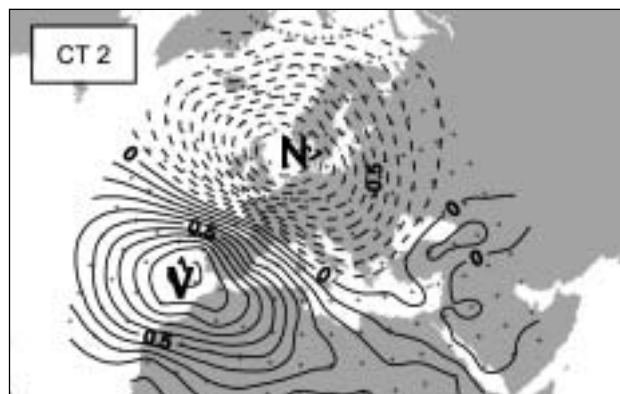
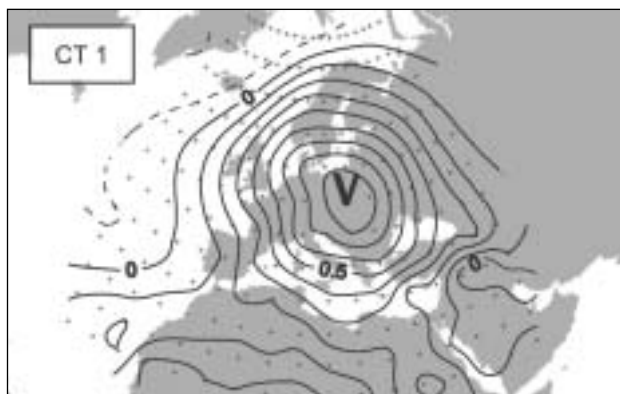
během roku příliš nemění. Z porovnání četností mezi situacemi je zřejmé, že dominantní je CT 1, s průměrnou četností výskytu 42 %.

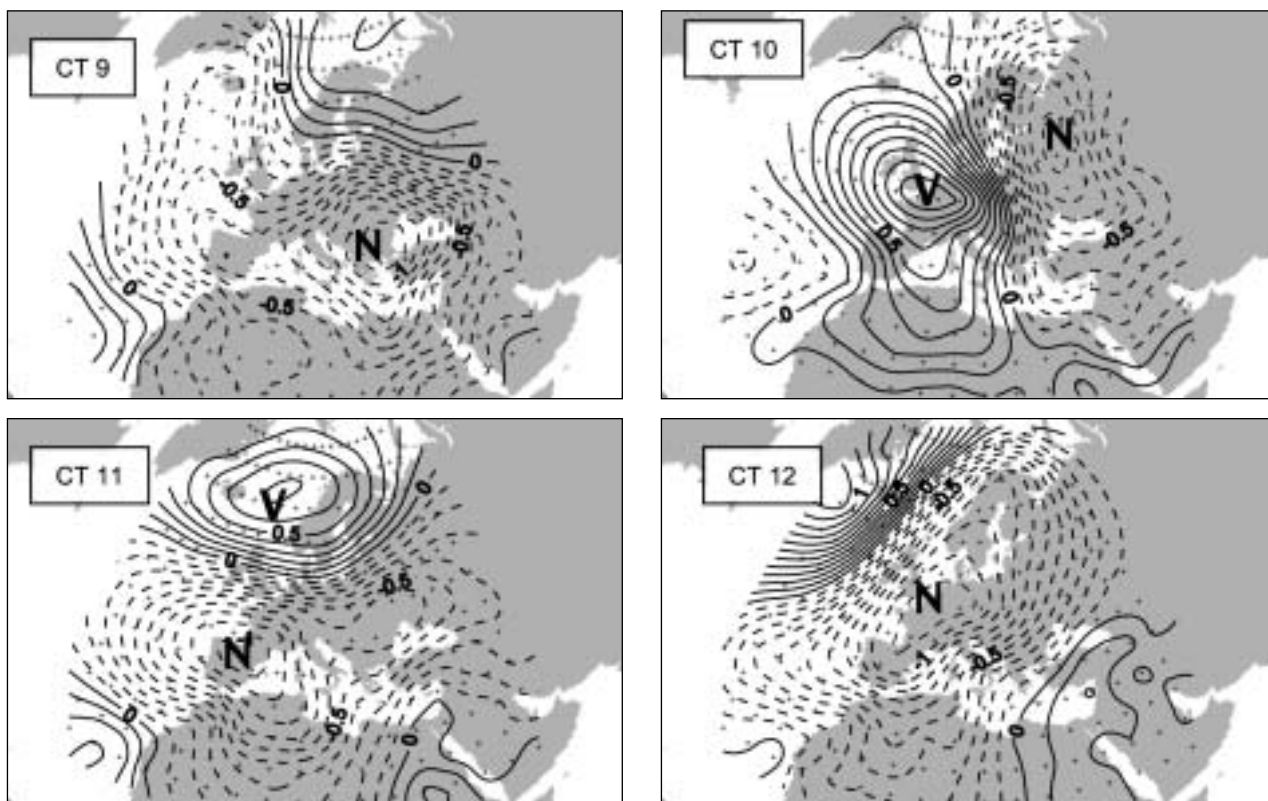
4.2.2 Srážková statistika

Porovnáním map tlakových anomálií se statistikou srážkových charakteristik na vybraných stanicích (tabulka 3 – Světla nad Sázavou, tabulka 4 – Netunice, tabulka 5 – Ivanovice na Hané) pro jednotlivé CT vychází, že mapy anomálií odpovídají uvedeným statistikám.

Z údajů v tabulce 3 je např. zřejmé, že dva nejvíce „suché“ CT pro stanici Světlá nad Sázavou jsou – podle kritéria pravděpodobnosti srážky – CT 1 a CT 4. Pravděpodobnost srážky je při daných CT 23.8 %, resp. 31.3 %. Při uvažování průměrného množství srážky ve dni se srážkou byla pro CT 1 vypočtena hodnota: 0.74 mm. Druhé nejnižší průměrné množství je pro CT 10 (1.21 mm), přičemž pro výše zmíněný CT 4 vychází třetí nejnižší (1.47 mm).

Aby bylo možno zohlednit, do jaké míry se daný CT podílí na srážkových úhrnech, byla pro každý typ v každé stanici vypočtena hodnota srážkové účinnosti [29]. Ta je definována jako poměr podílu ročního (sezonního) srážkového úhrnu ve dnech s daným CT k celkovému ročnímu (sezonnímu) srážkovému úhrnu a četnosti výskytu daného CT (hodnoty indexu vyšší než 1 znamenají „vlhké“ CT, nižší než 1 pak „suché“ CT). Je-li např. průměrný roční srážkový úhrn 600 mm, prů-





Obr. 5 Průměrné normalizované anomálie přízemního tlaku vzduchu pro 12 cirkulačních typů (1980–1989).

Fig. 5. Mean normalized sea level pressure anomalies for twelve circulation patterns (1980–1989).

měrný roční úhrn pro daný CT 300 mm a četnost výskytu daného CT je 20%, pak srážková účinnost je $(300/600)/0.2 = 2.5$. Z hlediska srážkové účinnosti je nejušší opět CT 1 (0.40), následovaný CT 10 (0.66), a CT 4 (0.80). S výše uvedenými čísly korespondují i mapy cirkulačních typů na obr. 5. CT 1 je charakterizován rozsáhlou tlakovou výší se středem nad střední Evropou. V případě CT 4 způsobuje poloha tlakové níže se středem nad Britskými ostrovy příliv suchého vzduchu z jižních směrů do střední Evropy a u CT 10 leží Česká republika na východním okraji tlakové výše.

Pravděpodobnost srážky je nejvyšší pro CT 6 (74.4 %) a CT 8 (67.5%). Kromě CT 6 (3.95 mm) vykazuje největší průměrné množství srážky ve dni se srážkou situace CT 3 (3.47 mm). Tři nejvlhčí situace mají také největší srážkovou účinnost: CT 6: 2.14, CT 3: 1.88, CT 8: 1.81. Mapy tlakových anomálií jednotlivých CT na obr. 5 jsou opět v souladu se srážkovou statistikou. V případě CT 6 způsobuje poloha tlakové výše nad Iberským poloostrovem a tlakové níže nad severovýchodní Evropou transport vlhkého vzduchu od severozápadu do prostoru střední Evropy. Pro CT 3 je typická roz-

sáhlá oblast nízkého tlaku vzduchu nad téměř celým evropským kontinentem s výjimkou Skandinávie. Centrum tlakové níže je nad východním Středomořím. V případě CT 8 se centrum tlakové níže nachází východně od České republiky (tlaková výše je lokalizována nad východním Atlantikem).

4.2.3 Prostorové zobrazení srážkové účinnosti

Prostorové rozložení srážkové účinnosti je prezentováno na obr. 6., konkrétní hodnoty jsou v tabulce 6. V průměru (tj. pro všech 27 stanic) je srážková účinnost nejmenší pro CT 1 (0.45), CT 10 (0.59) a CT 11 (0.75). Nejnížší srážkové účinnosti je dosaženo na stanici Starý Hrozenkov u CT 1 (0.32). S jedinou výjimkou (stanice Lysá hora u CT 10) je rozložení srážkové účinnosti pro tyto CT homogenní, tzn. ve všech stanicích menší než jedna. Homogenita je dána relativně malou rozlohou zkoumaného území vzhledem k velikosti oblasti, na níž jsou definovány cirkulační typy. Na příkladě klasifikace pro evropský kontinent jako celek bylo prokázáno, že hodnoty srážkové účinnosti se v rámci jedné CT mění podle pozice dané stanice vzhledem k řídicím tlakovým útvarům [30].

Tab. 2 Četnost výskytu cirkulačních typů za období 1980–1989.

Table 2. Frequency of circulation patterns occurrence in the period 1980–1989.

četnost výskytu CT [%]	CT	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
	rok		42.00	5.97	1.59	4.90	1.81	5.89	1.20	16.59	4.44	4.30	6.85
zima		43.56	6.11	0.56	5.78	2.11	6.00	0.78	13.44	4.89	3.44	8.33	2.89
podzim		42.09	5.38	0.99	5.27	1.98	6.70	0.66	19.23	3.63	5.93	4.51	1.87
léto		45.43	5.22	2.61	3.37	1.63	5.33	1.41	16.09	4.78	3.37	6.30	3.15
jaro		36.85	7.17	2.17	5.22	1.52	5.54	1.96	17.61	4.46	4.46	8.26	3.37

Tab. 3 Charakteristiky CT a srážková statistika na stanici Světlá nad Sázavou (410 m n.m.). Hodnoty v tabulce jsou průměrovány za období 1980–1989.

Table 3. Circulation pattern characteristics and precipitation statistics at the station Světlá nad Sázavou (410 m a.s. l.). Values in the table are averaged over the period 1980–1989.

	CT	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
srážková účinnost podíl srážky / četnost výskytu	rok	0.40	1.56	1.88	0.80	1.62	2.14	1.06	1.81	1.48	0.66	0.82	1.25
	zima	0.37	2.27	1.31	0.31	0.56	3.15	1.82	1.97	0.91	1.14	0.79	0.87
	podzim	0.29	1.52	1.52	0.70	3.15	1.42	2.01	2.09	1.92	0.91	0.40	1.24
	léto	0.49	1.22	2.04	1.24	1.25	2.36	1.15	1.58	1.59	0.47	0.76	1.78
	jaro	0.37	1.56	1.25	1.05	1.68	1.92	0.30	1.71	1.45	0.30	1.17	0.71
s: směrodatná odchylka srážkového množství ve dni se srážkou [mm]	rok	2.50	3.93	9.23	5.01	4.92	7.80	3.67	5.26	5.50	3.33	4.65	4.69
	zima	1.56	4.42	1.89	1.23	1.31	4.95	2.47	3.71	2.96	2.96	1.79	1.99
	podzim	1.68	3.57	3.88	2.17	7.33	3.40	5.61	5.02	6.96	4.62	1.75	4.74
	léto	3.81	3.67	13.67	8.39	4.63	14.47	4.93	6.99	5.99	2.96	5.03	7.11
	jaro	1.92	3.99	3.87	6.36	3.35	3.34	1.34	4.57	5.49	1.02	6.85	2.23
m: průměrné množství srážky ve dni se srážkou [mm]	rok	0.74	2.88	3.47	1.47	2.99	3.95	1.95	3.33	2.73	1.21	1.51	2.30
	zima	0.52	3.20	1.84	0.43	0.78	4.43	2.56	2.77	1.28	1.61	1.12	1.22
	podzim	0.48	2.51	2.51	1.16	5.22	2.35	3.33	3.46	3.17	1.50	0.67	2.05
	léto	1.27	3.17	5.29	3.21	3.24	6.11	2.97	4.09	4.11	1.22	1.97	4.60
	jaro	0.63	2.66	2.14	1.80	2.86	3.27	0.52	2.91	2.47	0.51	1.99	1.20
p: pravděpodobnost srážky [%]	rok	23.8	62.4	46.5	31.3	60.6	74.4	45.4	67.5	48.8	45.9	36.8	51.5
	zima	23.0	76.4	80.0	25.0	42.1	81.5	85.7	76.0	54.5	51.6	48.0	57.7
	podzim	20.1	49.0	55.6	37.5	66.7	60.7	50.0	68.6	36.4	53.7	29.3	41.2
	léto	27.7	68.8	37.5	38.7	66.7	77.6	53.9	63.5	54.5	35.5	29.3	65.5
	jaro	23.9	56.1	45.0	27.1	71.4	80.4	22.2	63.6	46.3	39.0	35.5	38.7

Tab. 4 Charakteristiky CT a srážková statistika na stanici Netunice (465 m n.m.). Hodnoty v tabulce jsou průměrovány za období 1980–1989.

Table 4. Circulation pattern characteristics and precipitation statistics at the station Netunice (465 m a.s. l.). Values in the table are averaged over the period 1980–1989.

	CT	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
srážková účinnost podíl srážky / četnost výskytu	rok	0.47	1.74	1.26	0.93	1.86	1.64	0.53	2.01	1.13	0.49	0.71	1.07
	zima	0.39	2.38	1.54	0.68	1.17	1.74	2.27	2.09	0.99	0.45	0.92	1.40
	podzim	0.28	1.65	1.35	1.19	3.40	1.18	0.00	2.34	1.13	0.44	0.45	1.21
	léto	0.55	1.41	0.87	0.96	1.94	1.83	0.51	1.85	1.36	0.79	0.84	1.09
	jaro	0.54	1.90	1.29	1.09	1.10	1.85	0.14	1.88	0.78	0.26	0.56	0.67
s: směrodatná odchylka srážkového množství ve dni se srážkou [mm]	rok	3.11	5.16	4.65	3.42	5.66	4.43	1.97	5.97	4.96	2.48	3.62	2.91
	zima	1.50	3.81	1.81	1.39	2.07	2.08	1.59	3.29	1.68	1.20	1.66	2.66
	podzim	1.37	2.84	3.38	3.45	8.18	2.22	0.40	5.22	2.82	1.48	1.11	2.30
	léto	4.16	5.19	6.44	4.16	6.76	7.70	3.05	8.43	8.43	4.80	6.52	3.85
	jaro	4.13	7.11	3.01	4.25	2.48	3.29	0.71	5.42	3.12	1.23	2.64	2.22
m: průměrné množství srážky ve dni se srážkou [mm]	rok	0.73	2.69	1.94	1.44	2.88	2.53	0.82	3.10	1.74	0.75	1.10	1.65
	zima	0.40	2.41	1.56	0.69	1.19	1.76	2.30	2.12	1.01	0.46	0.93	1.42
	podzim	0.33	1.98	1.62	1.43	4.08	1.42	0.00	2.81	1.36	0.53	0.54	1.46
	léto	1.32	3.40	2.10	2.32	4.67	4.40	1.22	4.46	3.27	1.90	2.03	2.63
	jaro	0.83	2.94	2.00	1.69	1.71	2.87	0.22	2.90	1.21	0.40	0.87	1.04
p: pravděpodobnost srážky [%]	rok	23.9	64.2	43.1	45.8	59.1	66.0	31.8	68.0	43.8	29.9	36.4	49.5
	zima	25.5	76.4	60.0	48.1	47.4	75.9	100	72.7	45.4	29.0	45.3	53.8
	podzim	18.3	63.3	44.4	45.8	66.7	50.8	0.00	65.7	51.5	24.1	34.1	41.2
	léto	26.6	52.1	37.5	45.2	66.7	63.3	23.1	62.8	45.5	35.5	29.3	62.1
	jaro	24.8	63.6	45.0	43.7	57.1	76.5	22.2	71.6	34.1	34.1	34.2	38.7

Tab. 5 Charakteristiky CT a srážková statistika na stanici Ivanovice na Hané (245 m n. m.). Hodnoty v tabulce jsou průměrovány za období 1980–1989.

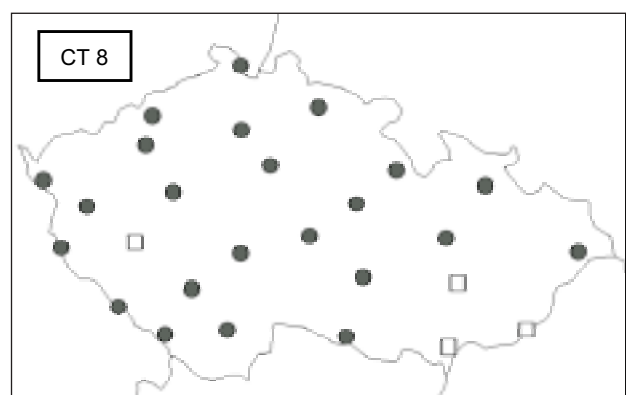
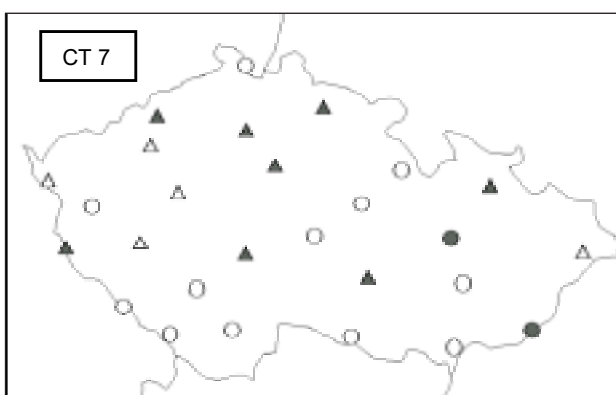
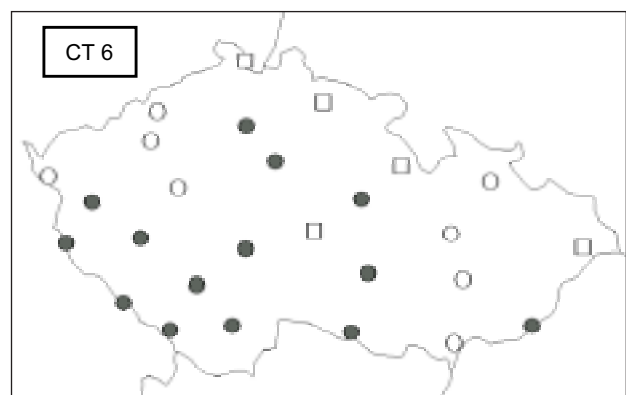
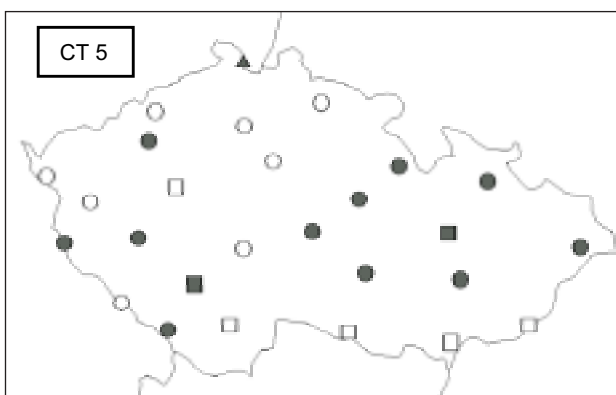
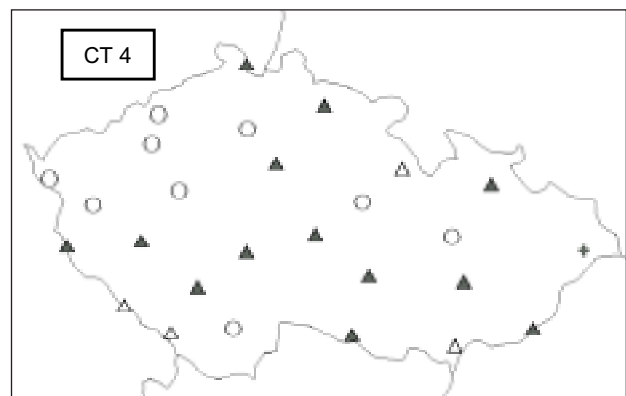
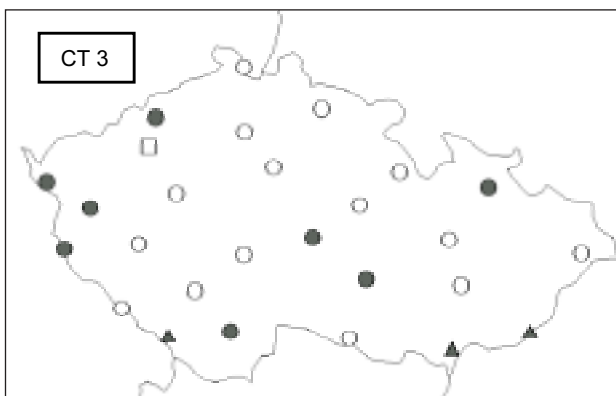
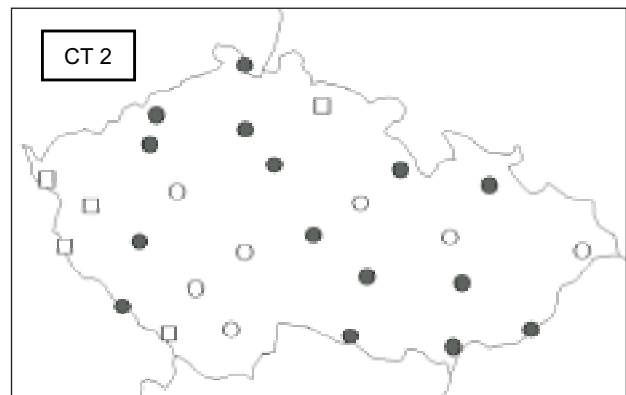
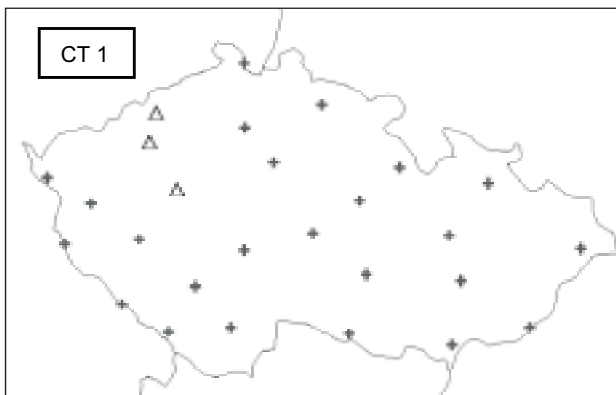
Table 5. Circulation pattern characteristics and precipitation statistics at the station Ivanovice na Hané (245 m a.s. l.). Values in the table are averaged over the period 1980–1989.

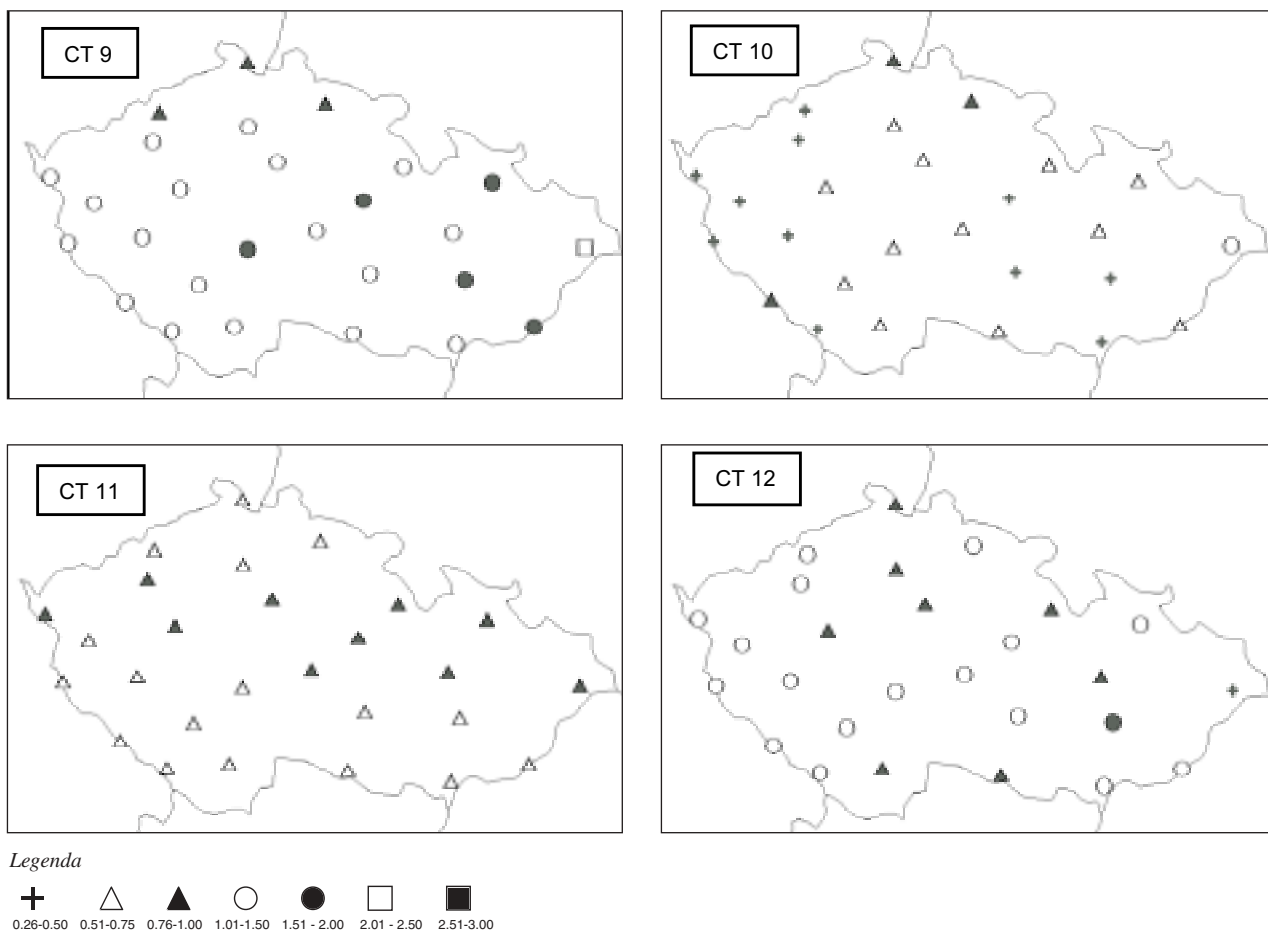
	CT	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
srážková účinnost podíl srážky / četnost výskytu	rok	0.48	1.60	1.33	0.77	1.87	1.13	1.21	2.01	1.55	0.43	0.67	1.65
	zima	0.42	2.17	4.47	0.46	1.58	1.04	1.22	2.09	0.95	0.48	1.35	1.31
	podzim	0.45	2.38	2.41	1.31	4.15	0.83	1.85	1.75	1.27	0.38	0.47	0.55
	léto	0.60	1.06	1.03	0.69	1.10	1.37	1.90	1.63	2.06	0.60	0.50	2.60
	jaro	0.32	1.50	0.33	0.78	1.14	1.23	0.01	2.74	1.23	0.31	0.59	0.81
s: směrodatná odchylka srážkového množství ve dni se srážkou [mm]	rok	3.34	4.41	4.78	2.99	5.29	3.26	6.18	5.69	5.49	2.23	2.25	9.16
	zima	1.69	3.26	9.48	1.28	2.10	1.35	1.27	3.09	1.82	1.18	2.40	2.49
	podzim	2.17	5.86	5.34	3.70	8.60	2.38	4.80	3.89	4.03	1.31	1.30	1.52
	léto	5.51	3.73	5.08	3.45	4.04	5.24	10.7	7.58	8.65	4.35	2.76	16.57
	jaro	1.90	4.50	1.38	3.13	2.56	2.69	0.07	6.55	3.78	1.13	2.05	2.21
m: průměrné množství srážky ve dni se srážkou [mm]	rok	0.47	2.19	0.49	1.14	1.66	1.80	0.02	4.00	1.79	0.45	0.86	1.18
	zima	1.40	2.49	2.42	1.63	2.57	3.22	4.46	3.81	4.83	1.40	1.16	6.10
	podzim	0.58	3.07	3.11	1.69	5.36	1.07	2.38	2.26	1.64	0.50	0.61	0.71
	léto	0.40	2.06	4.24	0.44	1.50	0.99	1.16	1.98	0.90	0.46	1.28	1.24
	jaro	0.73	2.42	2.02	1.17	2.83	1.71	1.83	3.05	2.35	0.66	1.01	2.50
p: pravděpodobnost srážky [%]	rok	22.5	58.3	32.8	32.3	57.6	59.1	31.8	60.2	45.1	30.6	36.4	44.7
	zima	20.4	65.4	20.0	23.1	52.6	55.6	71.4	58.7	47.7	29.0	42.7	38.5
	podzim	22.5	55.1	55.6	35.4	77.8	50.8	33.3	61.7	45.4	29.6	34.1	35.3
	léto	25.8	62.5	29.2	38.7	53.3	69.4	46.1	57.4	54.5	29.0	27.6	58.6
	jaro	20.6	51.5	30.0	37.5	42.9	62.7	5.56	62.3	31.7	34.1	38.2	41.9

Tab. 6 Hodnoty srážkové účinnosti pro jednotlivé CT na jednotlivých srážkoměrných stanicích.

Table 6. Precipitation efficiency for every circulation pattern at individual precipitation stations.

	stanice	CT 1	CT 2	CT 3	CT 4	CT 5	CT 6	CT 7	CT 8	CT 9	CT 10	CT 11	CT 12
1	Bělá – Železná	0.40	2.22	1.66	0.98	1.65	1.58	0.96	1.92	1.20	0.40	0.72	1.36
2	České Buděj.	0.49	1.31	1.87	1.06	2.14	1.64	1.02	1.88	1.39	0.62	0.74	0.93
3	Cheb	0.48	2.31	1.88	1.29	1.25	1.40	0.75	1.71	1.19	0.39	0.76	1.24
4	Chrást	0.42	1.48	1.18	1.03	1.97	1.98	1.11	1.86	1.61	0.49	0.86	1.02
5	Ivanovice na Hané	0.48	1.60	1.33	0.77	1.87	1.13	1.21	2.01	1.55	0.43	0.67	1.65
6	Jilemnice	0.41	2.04	1.11	0.82	1.20	2.34	0.81	1.85	0.96	0.82	0.66	1.16
7	Karlova Ves	0.52	1.48	1.48	1.03	2.02	1.41	0.56	1.93	1.18	0.55	0.81	0.90
8	Kestřany	0.50	1.48	1.20	0.88	2.52	1.66	1.23	1.93	1.08	0.56	0.70	1.06
9	Kopisty	0.56	1.95	1.73	1.35	1.17	1.39	0.96	1.69	1.00	0.46	0.75	1.06
10	Kostomlaty n. L.	0.50	1.52	1.47	0.93	1.45	1.94	0.96	1.76	1.46	0.66	0.77	0.94
11	Lenora	0.40	2.31	0.95	0.74	1.60	1.74	1.23	1.94	1.45	0.48	0.67	1.13
12	Lestkov	0.42	2.07	1.86	1.04	1.38	1.84	1.03	1.79	1.16	0.48	0.75	1.41
13	Luka	0.44	1.33	1.13	1.07	2.93	1.38	1.66	1.88	1.39	0.68	0.92	0.96
14	Lysá Hora	0.45	1.01	1.35	0.46	1.53	2.20	0.55	1.82	2.17	1.41	0.78	0.46
15	Mšeno	0.45	1.71	1.20	1.01	1.27	1.81	0.80	1.90	1.40	0.57	0.75	1.00
16	Netunice	0.47	1.74	1.26	0.93	1.86	1.64	0.53	2.01	1.13	0.49	0.71	1.07
17	Prušánky	0.45	1.89	0.96	0.64	2.17	1.37	1.38	2.10	1.27	0.49	0.68	1.10
18	Slatina n. Zdobnicí	0.41	1.72	1.48	0.68	1.81	2.31	1.28	1.81	1.44	0.64	0.76	0.86
19	St. Hrozenkov	0.32	1.83	0.98	0.77	2.15	1.80	1.59	2.01	1.83	0.52	0.75	1.14
20	Střeziměř	0.49	1.42	1.30	0.90	1.48	1.86	0.94	1.90	1.51	0.65	0.65	1.16
21	Světlá Hora	0.42	1.68	1.70	0.78	1.67	1.41	0.84	1.93	1.60	0.53	0.96	1.23
22	Světlá n. Sázavou	0.40	1.56	1.88	0.80	1.62	2.14	1.06	1.81	1.48	0.66	0.82	1.25
23	Varnsdorf	0.43	1.84	1.20	0.84	1.00	2.02	1.17	2.00	0.96	0.76	0.75	0.86
24	Velké Meziříčí	0.43	1.81	1.53	0.90	1.84	1.68	0.81	1.90	1.47	0.50	0.75	1.33
25	Vranov n. Dyjí	0.47	1.56	1.13	0.82	2.35	1.64	1.15	1.97	1.38	0.59	0.68	0.86
26	Žatec	0.55	1.66	2.11	1.29	1.51	1.05	0.75	1.86	1.13	0.34	0.83	1.13
27	Železná Ruda	0.42	1.86	1.04	0.60	1.13	1.95	1.11	1.99	1.39	0.79	0.73	1.05
	průměr	0.45	1.72	1.41	0.90	1.72	1.72	1.02	1.89	1.36	0.59	0.75	1.09





Obr. 6 Prostorové rozmístění srážkové účinnosti pro 27 srážkových stanic v České republice (1980–1989) ve 12 cirkulačních typech.
 Fig. 6. Spatial distribution of precipitation efficiency for 27 precipitation stations in the Czech Republic in twelve patterns (1980–1989).

V průměru největší srážkovou účinnost vykazují CT 8 (1.89), CT 2, CT 5 a CT 6 (shodně 1.72). Rovněž tyto nejvlhčí CT jsou z hlediska srážkové účinnosti homogenní. Nejvyšší hodnota byla vypočtena pro stanici Luka u CT 5 (2.93), to znamená, že na této stanici přináší CT 5 v průměru téměř tři-krát větší srážkové úhrny, než odpovídá průměru.

U ostatních CT, tzn. takových, u kterých se průměrná hodnota srážkové účinnosti pohybuje okolo jedné, je prostorová struktura indexu heterogenní, tzn. větší i menší než jedna v rámci jednoho CT. Obecně platí, že hodnoty srážkové účinnosti pro jednotlivé stanice na území ČR odrážejí povahu cirkulačního typu ve smyslu polohy řídicích center a z nich vyplývajícího charakteru proudění.

5. ZÁVĚR

Výsledky prezentované v této práci je možné shrnout následujícím způsobem:

1. Pro území České republiky byla vytvořena objektivní optimalizovaná klasifikace cirkulačních typů v denním kroku založená na principech fuzzy logiky.
2. Klasifikace byla provedena s ohledem na maximální možné vysvětlení proměnlivosti denních srážkových polí v území (27 stanic), tj. cílem bylo definovat na jedné straně situace přinášející s velkou pravděpodobností srážku a velké srážkové úhrny, na straně druhé pak situace velice „suché“.

3. K vysvětlení proměnlivosti srážkových polí bylo použito cirkulačních dat nad celým evropským kontinentem a východním Atlantikem.
4. Z mnoha variant výpočtu přinesla nejlepší možné výsledky varianta s 12 cirkulačními typy definovanými pomocí přízemního tlakového pole.
5. Bylo prokázáno, že výsledné mapy cirkulačních typů jsou fyzikálně realistické a dobře korespondují se srážkovou statistikou na jednotlivých stanicích.
6. Definovanými cirkulačními typy je možné klasifikovat výstupy z globálních cirkulačních modelů (GCM) a určit tak posloupnost a četnost výskytu jednotlivých cirkulačních typů v podmínkách změněného klimatu.
7. Časové řady cirkulačních typů lze použít ke generování srážkových řad pomocí downscalingového modelu, jehož parametry jsou závislé na daném cirkulačním typu [31]. Klasifikací cirkulačních dat z GCM a následným downscalingem je možné získat časové řady srážek v podmínkách změněného klimatu. Přijetím zjednodušujícího předpokladu, že totiž změny srážek závisí pouze na změnách cirkulace, tak lze obejít častý problém nevěrohodné simulace srážkových řad pomocí GCM. Ten spočívá ve velké časové a prostorové proměnlivosti srážkových polí oproti řádově menší proměnlivosti tlaku. Prostorové měřítko používané v GCM je příliš hrubé na to, aby mohlo srážkovou proměnlivost obsáhnout.

Literatura

- [1] *Bárdossy, A. – Stehlík, J. – Caspary, H. J.*: Automated optimized fuzzy rule based circulation pattern classification for precipitation and temperature downscaling. *Climate Research*, 2002, [V tisku.]
- [2] *Bárdossy, A. – Duckstein, L. – Bogárdi, I.*: Fuzzy Rule Based Classification of Atmospheric Circulation Patterns. *Int. J. Climat.*, **15**, 1995, s. 1087–1097.
- [3] *Baur, F. – Hess, P. – Nagel, H.*: Kalendar der Grosswetterlagen Europas 1881–1939. Bad Homburg 1944.
- [4] *Brádka, J. – Dřevíkovský, A. – Gregor, Z. – Kolesár, J.*: Počasí na území Čech a Moravy v typických povětrnostních situacích. Praha, HMÚ 1961.
- [5] *Brádka, J.*: Srážky na území ČSSR při jednotlivých typech povětrnostní situace. Sborník prací HMÚ Praha, **18**, 1972, s. 11–62.
- [6] *Brázdil, R. – Štekl, J.*: Cirkulační procesy a atmosférické srážky v ČSSR. Brno, UJEP 1986.
- [7] *Brůžek, V.*: Průběh srážek ve vztahu k cirkulaci. *Meteorol. Zpr.*, **40**, č. 1, 1987, s. 20–25.
- [8] *Bürger, K.*: Zur Klimatologie der Großwetterlagen. Ber. Dtsch. Wetterdienstes, **45**, 6, Selbstverlag des Deutschen Wetterdienstes. Offenbach am Main 1958.
- [9] *Cawley, G. C. – Dorling, S. R.*: Reproducing a subjective classification scheme for atmospheric circulation patterns over the United Kingdom using a neural network. In: Proceedings of the International Conference on Artificial Neural Networks (ICANN-96), 1996, s. 281–286.
- [10] *Dittman, E. – Barth, S. – Lang, J. – Müller-Westenmeier, G.*: Objektive Wetterlagen-klassifikation. Berichte des Deutschen Wetterdienstes, **197**, 1995.
- [11] *Dubrovský, M.*: Met&Roll: Stochastický generátor denních klimatických dat pro růstový simulační model. *Meteorol. Zpr.*, **49**, 1996, č. 4, s. 97–105.
- [12] *Dubrovský, M.*: Validace stochastického generátoru Met&Roll. *Meteorol. Zpr.*, **49**, 1996, č. 5, s. 129–137.
- [13] *Dubrovský, M.*: Creating Daily Weather Series With Use of the Weather Generator. *Environmetrics*, **8**, 1997, s. 409–424.
- [14] *Geman, S. – Geman, D.*: Stochastic relaxation, Gibbs distribution, and the Bayesian restoration of images, *IEEE Trans. Pattern. Anal. Machine Intelligence*, **6**, 1984, s. 721–741.
- [15] *Hess, P. – Brezowsky, H.*: Katalog der Großwetterlagen Europas. 2. rozšířené vyd. Berichte des Deutschen Wetterdienstes 113, Selbstverlag des DWD, Offenbach a. Main, 1969.
- [16] *Hladný, J. et al.*: Dopady možné změny klimatu na hydrologii a vodní zdroje v České republice. Národní klimatický program ČR. **20**. Praha, ČHMÚ 1996.
- [17] *Huth, R.*: An intercomparison of computer-assisted circulation classification methods. *Int. J. Climatol.*, **16**, 1996, s. 893–922.
- [18] *Huth, R.*: Continental scale circulation in the UKHI GCM. *J. Climate*, **10**, 1997a, s. 1545–1561.
- [19] *Huth, R.*: Potential of continental-scale circulation for the determination of local daily surface variables. *Theor. Appl. Climat.*, **56**, 1997b, s. 165–186.
- [20] *Huth, R.*: Využití statistického downscalingu při konstrukci scénářů změny klimatu v České republice. Část I. Metodické studie. *Meteorol. Zpr.*, **53**, 2000, č. 5, s. 129–136.
- [21] *Huth, R. – Kyselý, J.*: Constructing site-specific climate change scenarios on a monthly scale using statistical downscaling. *Theor. Appl. Climat.*, **66**, 2000, s. 13–27.
- [22] *Huth, R. – Kyselý, J.*: Využití statistického downscalingu při konstrukci scénářů v České republice. Část II. Validace a konstrukce scénářů. *Meteorol. Zpr.*, **54**, 2001, č. 4, s. 97–104.
- [23] *Jenkinson, A. F. – Collison, F. P.*: An initial climatology of gales over the North Sea. Synoptic Climatology Branch Memorandum, **62**, Meteorological Office, Bracknell, 1977.
- [24] *Kalvová, J.*: Scénáře změny klimatu pro Českou republiku. Národní klimatický program ČR. **17**. Praha, ČHMÚ 1995.
- [25] *Kalvová, J. – Nemešová, I.*: Estimating autocorrelations of daily extreme temperatures in observed and simulated climates. *Theor. Appl. Climatol.*, **59**, 1998, s. 151–164.
- [26] *Křivancová, S. – Vavruška, F.*: Základní meteorologické prvky v jednotlivých povětrnostních situacích na území České republiky v období 1961–1990. Národní klimatický program ČSFR. **27**. Praha, ČHMÚ 1992.
- [27] *Lamb, H. H.*: British Isles weather types and a register of daily sequence of circulation patterns, 1861–1971. *Geophys. Mem.*, **110**. London, Meteorol. Office 1972.
- [28] *Maheras, P.*: The synoptic weather types and objective delimitation of the winter period in Greece. *Weather*, **43**, Nr. 2, 1988, s. 40–45.
- [29] *Saunders, I.R. – Byrne, J.M.*: Generating regional precipitation from observed and GCM synoptic-scale pressure fields, southern Alberta, Canada. *Clim Res.*, **6**, 1996, s. 237–249.
- [30] *Stehlík, J.*: Automatická klasifikace povětrnostních situací pro potřeby hydrometeorologických analýz. In: Sborník konference Hydrologické dny 2000. Praha, ČHMÚ 2000, s. 75–82.
- [31] *Stehlík, J. – Bárdossy, A.*: Multivariate stochastic downscaling model for generating daily precipitation series based on atmospheric circulation. *J. Hydrol.*, **256**, 2002, Nr. 1–2, s. 120–141.
- [32] *Wilby, R.L. – Wigley T.M.L.*: Downscaling General Circulation Model output: a review of methods and limitations. *Progress in Physical Geography*, **21**, 1997, s. 530–548.
- [33] *Wilby, R.L. et al.*: Statistical downscaling of general circulation model output: A comparison of methods. *Water Resour. Res.*, **34**, 1998, Nr. 11, s. 2995–3008.
- [34] *Wilson, L. L. – Lettenmaier, D. P. – Skillingstad, E.*: A hierarchical stochastic model of large scale atmospheric circulation patterns and multiple station daily rainfall. *J. Geophys. Res.*, **97**, 1992, s. 2791–2809.
- [35] *Zadeh, L., A.*: Fuzzy sets. *Information and Control*, **8**, Nr. 3, 1965, s. 338–353.

Lektor RNDr. R. Huth, CSc., rukopis odevzdán v červnu 2001.

NEJSTARŠÍ MORAVSKÁ METEOROLOGICKÁ MĚŘENÍ V TELČI OD FRANTIŠKA ALOISE MAGA Z MAGGU Z LET 1771–1775

The oldest Moravian meteorological measurements at Telč from František Alois Mag of Magg in the period 1771–1775.

The oldest meteorological measurements in Moravia from 7 May 1771 to 9 March 1775 are analysed. They come from the physician František Alois Mag of Magg (1725–1804) resident at Telč. The motivation for his observations was the link of human health to weather and climate (the neo-hippocratic hypothesis). About 08.00, 12.00 and 18.00 hours he measured every day with the barometer according to Bianchi, with the outside thermometer with the Réaumur scale and the hygrometer, at the same time recording the wind direction (on a 32-part scale), the wind force, cloudiness, precipitation and meteorological phenomena. Besides occasional breaks, Mag's measurements are regularly missing in October, when he took part in hunting. He carried out the measurements already before 7 May 1771 and continued them after 9 March 1775, but his first and third observations diaries have not yet been found. Climatic characteristics of the individual meteorological elements and frequencies of meteorological phenomena were evaluated for each month of the period 1771–1775. In the case of temperature measurements, a correction was carried out on the radiation effect of the unshielded thermometer. The credibility of Mag's observations was demonstrated on the one hand with respect to the contemporary meteorological station Kostelní Myslová situated about 2.7 km south-south-west of Telč, on the other hand by comparison with selected central European air temperature and pressure series. Mag's measurements, which are a valuable contribution to the history of the climate in the Czech Lands, exceed the famous observations at Prague-Klementinum which, on the basis of daily values, have been preserved only starting with 1 January 1775.

KLÍČOVÁ SLOVA: měření meteorologická – pozorování počasí – historie – Morava

1. ÚVOD

Pokud jde o vývoj nejstarších meteorologických měření na Moravě, podává o nich první souhrnnou představu v širším pojednání d'Elvert [6, 7, 8]. Ten se zmiňuje mj. i o pozorováních dr. Macka v Telči, občas zasílaných Královské české společnosti nauk do Prahy. Několik meteorologických údajů z jeho měření z března roku 1785 zveřejnil Strnad [32]. Další pozorování od téhož autora uvádí pak při popisu zimy v prosinci roku 1788 a lednu 1789 [36, 37], která považují Munzar a Kakos [19] překvapivě (bez ohledu na měření z roku 1785) za nejstarší dochované přístrojové záznamy na Moravě. Analýza anonymních meteorologických pozorování v Protocollum meteorologicum [27] z Moravského zemského archivu v Brně [40] ovšem zásadně mění dosavadní poznatky o nejstarších moravských meteorologických měřeních.

2. PROTOCOLLUM METEOROLOGICUM

Latinsky psaná papírová rukopisná kniha vázaná v tvrdých lepenkových deskách, potažených škrobovým papírem s koženým hřbetem a rožky, má na přední desce papírovou ozdobu vystřiženou do tvaru kartuše s nápisem Protocollum Meteorologicum. Inchoat a 7. Maji A. 1771. A procedit usque ad 10. Martii 1775. Rozměry knihy jsou 23 × 35,5 cm. Celý rukopis má rozsah 166 folií v pořadí: fol. 1r – titulní list, fol. 1v-165v – text meteorologických pozorování, fol. 166 – prázdné [27].

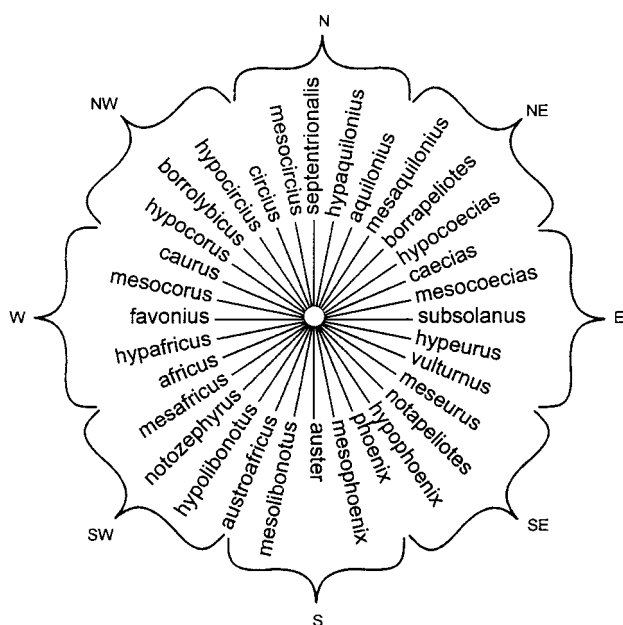
Knihy byla napsána jedním autorem jednotnou, přehlednou a dobře čitelnou humanistickou kurzívou. Dílo neobsahuje žádná grafická zvýraznění, náčrtky, mapky či jiné doplňky. Bylo evidentně zhotoveno pro vlastní potřebu vzdělaným, pečlivým a v přírodních vědách zručným autorem. Svědčí pro to použitý latinský jazyk a celkové uspořádání záznamů, které je velmi pečlivé, podrobné a výrazně odlišné od jiných dochovaných rukopisných záznamů meteorologických pozorování

(např. z pražského Klementina). Autorovu odbornou erudici dokládají i další poznámky v textu, jež svědčí o znalostech z lékařství, ale i z meteorologie.

Titulní a závěrečný list knihy upozorňují na skutečnost, že vedle tohoto rukopisu existovaly nejméně dvě další knihy meteorologických záznamů téhož autora, z nichž jedna byla vyhotovena před touto knihou a druhá následovala po 9. březnu 1775. Autor však ani v předmluvě, ani na žádném jiném místě textu neuvádí, jak dlouho bylo měřeno před 7. květnem 1771, kdy začal tuto knihu psát, ani kolik záznamů pořídil po 9. březnu 1775, kdy zde učinil poznámku o ukončení tohoto svazku. Pouze upozorňuje, že zaznamenával jen ty údaje, které byly podchyceny již v první knize. Měřil, jak výslovně podotýká, každodenně a pravidelně, pokud ho neodvolaly jiné úkoly a povinnosti. Svá pozorování prováděl vždy ráno kolem osmé hodiny, v poledne kolem dvanácté hodiny a večer kolem šesté hodiny. Z přístrojového vybavení se zmiňuje o teploměru a tlakoměru. V úvodu také vysvětluje některé odborné pojmy a na závěr podotýká, že zapisoval nejen veškeré meteorologické jevy, ale i ty, které pokládal za důležité pro zaznamenání.

Vlastní pozorování zapisoval na jednotlivých foliích do vlastnoručně nalinkované osnovy šesti samostatných rubrik (obr. 1):

- 1) annus, dies et mensis – zachycuje rok, denní datum a dělí pozorování na ranní, polední a večerní,
- 2) ventus – popisuje směr a sílu větru,
- 3) atmosphaera et hygrometrum – je věnována stavu ovzduší a vlhkosti vzduchu,
- 4) thermometrum – obsahuje údaje o teplotě vzduchu a je rozdělená na dva sloupce pro zápis teplot pod nulou (infra gradus) a nad nulou (supra gradus),
- 5) barometrum – obsahuje údaje o tlaku vzduchu,
- 6) varia – blíže osvětluje záznamy uvedené u jednotlivých



Obr. 2 32dílná větrná růžice použitá Magem pro pozorování směrů větru a schéma jejího převodu na 8dílnou.

Fig. 2. The 32-part wind rose used by Mag for observing the wind directions and a diagram of its conversion to the 8-part one.

vojska, nakvartýrovaného v jihlavském kraji, postižené nakažlivou nemocí [28]. Dne 23. prosince 1789 byl F. A. Mag přijat za mimořádného člena královské České společnosti nauk v Praze (viz [20]). Byl velkým milovníkem knih a vlastnil více než 500 knih lékařské, přírodovědné, historické a geografické povahy. Za skutečné skvosty byl považován především 68svazkový *Grosses Universal-Lexicon aller Wissenschaften und Künste*, vydávaný v letech 1732–1754 u J. H. Zedlera v Halle a Lipsku, a také nákladné herbáře [10].

Od roku 1763 pobýval F. A. Mag se svou rodinou v domě č. 67 na telčském náměstí, kde také konal svá meteorologická pozorování a kde po smrti své manželky (18. května 1797) dožil do konce svého života. Zemřel 21. května 1804 ve vysokém věku 79 let [26, 28].

Jak bylo uvedeno výše, meteorologická pozorování v Telči byla v regionální literatuře spojována nejčastěji s jezuitou a s osobou A. Strnada (např. [1, 21]). Patrně pro Strnadovy snahy o rozšíření sítě meteorologických stanic v Čechách a zveřejnění částí Magových záznamů je mu přisuzována iniciace pozorování v Telči také v meteorologické literatuře (viz [16, 18, 22, 23]) či se dokonce uvádí, že F. A. Mag prováděl v Telči pozorování pro A. Strnada [19]. Mnohé indicie však ukazují, že Magova pozorování nesouvisela ani s telčskými jezuitou, ani s aktivitami A. Strnada (blíže viz [40]).

5. CHARAKTERISTIKA MAGOVÝCH METEOROLOGICKÝCH POZOROVÁNÍ

5.1 Magova motivace pro meteorologická pozorování

Skutečnost, že vedle astronomů právě lékaři často prováděli meteorologická pozorování či měření, nebyla žádnou zvláštností. Dobrým předpokladem pro to byla úroveň jejich vzdělání a znalosti z fyziky. Z českých zemí jsou např. známa vizuální pozorování lékaře a astronoma Tadeáše Hájka z Hájků z let 1557–1558 [4] či věhlasného lékaře Matyáše Borbonia z Borbenheimu z let 1596–1599 a 1622 [5, 24]. V letech 1649–1650 prováděli denní pozorování počasí jezuité

v pražském Klementinu s cílem objasnit jeho vliv na úmrtnost během morové epidemie [3]. Vratislavský lékař Johann Kanold (1679–1729) dokonce pro roky 1717–1726 publikoval výsledky meteorologických měření a pozorování z několika evropských stanic, včetně Zákup v Čechách [15]. V 18. století navíc ožívá neo-hipokratova hypotéza o vztazích mezi klimatem a lidským zdravím, která chápala nemoc jako porušení rovnováhy mezi organismem a prostředím, včetně počasí a podnebí [9].

Výskyt a průběh různých nemocí v návaznosti na změny počasí byl pro Maga pravděpodobně hlavním motivem pro provádění vlastních meteorologických pozorování. Na to by ukazovaly právě jeho popisy průběhu onemocnění jak v *Protocollum meteorologicum* [27], tak i v pozdější době [36, 37].

5.2 Terminologie Magových meteorologických pozorování

F. A. Mag používal ve svých meteorologických záznamech bohatou latinskou terminologii, jejíž přehled je uveden dále:

a) Teplotní poměry

(Atmosphaera) frigida, frigidum (studeno, mrazivo); (atmosphaera) temperata (příjemně), calida (teplo), popř. jejich stupně (např. serenissima, valde turbida, valde calida). Gelu (mráz) – magnum (velký), potens (mocný), formale (řádný, příkladný), maximum (největší), superficiale (přízemní). Regelatio, remissio (obleva) – modica (střední), magna (velká), ex toto, universalis (úplná), continuat (pokračuje); někdy udává, kde nastala obleva a proč – in parte urbis meridionali (v jižní části města), in parte urbis soli expositae, in locis soli expositis (v částech města vystavených slunci), regelatio a sole splendente (obleva díky slunečnímu svitu); regelatum est, regelascit, incipit relegascere (tálo, taje, začalo tát).

b) Sluneční svit

Sol (slunce) – splendens, splendet (svítící), urens (pálící), prorsus urens (zcela pálící), amoenissime splendens (nádherně svítící), pulcherrime (krásně), emicans (občas), saepe splendet (často svítící).

c) Srážky

Pluvia (déšť) – magna, major (velký), modica (mírný, střední), mediocris (průměrný), copiosa, frequens (častý, opakovaný), continua (trvajících), tenuis (řídce, drobný), tenuis modica (středně drobný), tenuis valde modica (velmi drobný), fertilis (úrodný), salutaris (prospěšný), subinde (občas), per intervalla (čas od času); imber (liják); pluvia nivibus mista (déšť se sněhem); grando (krupobití, kroupy), pluvia grandine mista, cum grandine (déšť s kroupami), pluvia tenuissima instar nebulae cadentis (déšť blížící se padající mlze). Nives (sněhy, sníh) – ningere (sněžit), cadere (padat), ningit copiose (sněží opakovaně), modice, modicum (středně), cum turbulentia, turbulenter (s poryvy). Sněhové srážky mnohdy popisuje obšírněji: nives per noctem manserunt jacentes (sníh zůstává přes noc ležet), nives, quae heri deciderant dissolutae sunt per pluviam nocturnam (sníh, který včera napadl, se rozpustil díky nočnímu dešti), ceciderunt nives in floccis, ningit floccutenter (sníh padá ve vločkách), nives manent, sed sunt aquosae (sníh zůstává, ale je mokrá), nives jacentes siccae sunt (ležící sníh je suchý). Pruina (jinovatka), pruina cum gelu (jinovatka se zámrzem).

d) Oblačnost a stav atmosféry

(Atmosphæra) serena, clara (jasno), variabilis (proměnlivo), turbida (zamračeno, pošmurno) či nubilosa (zamračeno), sicca (sucho), humida (vlhko).

e) Větrné poměry

Procella (bouřlivo, tj. s poryvy větru), procella cum pluvia grandine mista (bouřlivo s deštěm a kroupami). Ventus (vítr) – magnus (velký), procellosus (bouřlivý), terribilis (hrozný), validus, vehemens (mocný). Pro popis směrů větru použil Mag 32dílnou větrnou růžici (obr. 2) ze Zedlerova lexikonu [41], který vlastnil. Od terminologie v lexikonu se Mag odchýlil pouze v případě jihozápadního větru (notozephyrus místo libis africanus či libis) a severozápadního větru (borrolybius místo corus).

f) Bouřka

Tempestas (bouřka) – cum tonitruis et fulgurationibus (se hřměním a blýskáním), sine omni pluvia (bez deště), cum pluvia (s deštěm), cum grandine (s kroupami); pro počasí chystající se na bouřku, ale neuskutečněnou – effigies tempestatum, tempestatum apparentia (obraz bouře), nubes pro tempestate erant (byly bouřkové mraky).

g) Mlha

Nebula (mlha) – densa, crassa, spissa (hustá), fortens (sílicí), cadens (padající), minor (malá), major (velká), sub forma pluviae tenuissimae, instar pluviae tenuissimae (blížící se drobnému dešti); ascendit (stoupala), cecidit (klesla), supra sylvas (nad lesy), intra urbis (uvnitř města), extra urbem (mimo město).

6. VYHODNOCENÍ METEOROLOGICKÝCH POZOROVÁNÍ V TELČI V LETECH 1771–1775

Na Magova meteorologická pozorování nelze pochopitelně klást takové nároky jako na současná. Bylo pro něj fyzicky nemožné, aby pozoroval po celých 24 hodin a aby se vyvaroval případných výpadků. K posouzení věrohodnosti jeho pozorování je třeba zhodnotit ve vztahu k nějaké současné stanici a referenčnímu období. Proto bylo zvoleno porovnání s profesionální stanicí ČHMÚ Kostelní Myslová v období 1961–1990. Tato stanice, nacházející se na kopci Buzový asi 2,7 km jiho-jihozápadně od Magova domu v Telči ($\varphi = 49^{\circ}11' \text{ s.š.}$, $\lambda = 15^{\circ}28' \text{ v.d.}$, $H = 522 \text{ m}$) v nadmořské výšce 569 m ($\varphi = 49^{\circ}10' \text{ s.š.}$, $\lambda = 15^{\circ}27' \text{ v.d.}$), sice nereprezentuje polohu města, nicméně jako nejbližší místo pozorování podává představu o hodnotách jednotlivých klimatologických charakteristik a jejich ročním chodu v oblasti Telče (tab. 1, 2).

Tab. 1 Měsíční hodnoty vybraných klimatologických charakteristik stanice Kostelní Myslová v období 1961–1990: a) průměrná teplota vzduchu ($^{\circ}\text{C}$), b) průměrný tlak vzduchu na úrovni stanice (hPa, období 1991–1999), c) počet jasných dnů ($N < 2$ desetiny), d) počet polojasných dnů ($N = 2-8$ desetín), e) počet zamračených dnů ($N > 8$ desetín), f) průměrný měsíční úhrn srážek (mm), g) počet dnů se srážkami $\geq 0,1 \text{ mm}$, h) počet dnů s bouřkou, i) počet dnů s mlhou (tučně – měsíční maximum, kurzíva – měsíční minimum).

Table 1. Monthly values of selected climatological characteristics of the station Kostelní Myslová in the period 1961–1990: a) mean air temperature ($^{\circ}\text{C}$), b) mean air pressure at the level of the station (hPa, period 1991–1999), c) the number of clear days ($N < 2$ tenths), d) the number of half-covered sky days ($N = 2-8$ tenths), e) the number of overcast days ($N > 8$ tenths), f) mean monthly precipitation total (mm), g) the number of days with precipitation $\geq 0.1 \text{ mm}$, h) the number of days with a thunderstorm, i) the number of days with a fog (bold letters – monthly maximum, italics – monthly minimum).

Char.	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
a	-3,5	-1,8	1,9	6,7	11,6	14,9	16,5	16,0	12,5	7,6	1,9	-1,8
b	952,2	950,5	949,3	<i>946,3</i>	948,9	949,6	950,4	950,9	949,5	950,3	949,6	949,7
c	<i>1,4</i>	2,6	3,0	3,8	3,9	3,3	4,9	5,5	4,7	5,3	<i>1,4</i>	1,7
d	10,6	9,9	14,7	15,5	17,0	18,2	18,8	18,2	17,5	14,3	10,6	10,0
e	19,0	15,5	13,3	10,7	10,1	8,5	<i>7,3</i>	<i>7,3</i>	7,8	11,4	18,0	19,3
f	35,8	31,6	<i>30,7</i>	37,8	68,8	79,3	73,2	69,7	44,0	33,2	39,6	38,9
g	16,1	<i>13,3</i>	13,9	13,6	14,9	15,0	13,7	13,8	13,6	13,6	16,7	16,8
h	<i>0,1</i>	<i>0,1</i>	0,2	1,6	5,6	7,1	6,7	5,7	1,6	0,2	<i>0,1</i>	<i>0,1</i>
i	11,2	7,8	4,9	2,3	1,9	<i>1,7</i>	1,9	2,4	6,0	9,1	11,3	10,7

Tab. 2 Průměrné měsíční relativní četnosti jednotlivých směrů větru a bezvětří (%) na stanici Kostelní Myslová v období 1961–1990 (tučně – měsíční maximum, kurzíva – měsíční minimum).

Table 2. Mean monthly relative frequencies of the individual wind directions and calm (%) at the station Kostelní Myslová in the period 1961–1990 (bold letters – monthly maximum, italics – monthly minimum).

Měsíc	N	NE	E	SE	S	SW	W	NW	Calm
I	7,7	<i>1,5</i>	10,0	18,2	10,7	3,7	26,8	10,1	11,3
II	10,9	3,0	12,6	17,9	7,5	3,2	25,0	11,1	8,8
III	10,8	3,9	12,0	13,5	8,4	4,6	27,6	10,9	8,3
IV	17,2	4,2	12,1	11,4	5,2	3,5	22,6	15,8	8,0
V	16,6	4,1	13,7	12,9	6,0	2,7	20,3	13,6	10,1
VI	15,8	3,8	10,0	8,9	5,1	3,0	26,1	16,7	10,6
VII	16,3	3,7	6,2	6,0	5,4	4,0	28,6	16,3	13,5
VIII	16,0	3,4	9,4	8,4	5,1	3,4	25,8	14,3	14,2
IX	13,1	<i>3,1</i>	9,4	11,5	7,1	3,7	26,4	13,8	11,9
X	10,4	3,3	14,5	17,5	7,8	3,4	22,0	10,5	10,6
XI	7,3	2,2	11,8	16,2	10,4	5,4	28,1	10,3	8,3
XII	7,9	<i>1,6</i>	7,9	16,6	11,5	4,6	31,0	9,9	9,0

6.1 Chybějící pozorování

V jednotlivých letech období 1771–1775 existuje vždy určitý počet dnů, kdy Mag nezaznamenával údaje o počasí buď vůbec, nebo z blíže neurčených příčin vynechával některé ze tří denních pozorování. Kromě ojedinělých případů celodenních výpadků v různých měsících roku pravidelně neměřil vždy celý říjen, kdy dlel na lovu mimo Telč. Jak plyne z obr. 3, vynechával Mag nejčastěji večerní a nejméně často ranní termín, přičemž v roce 1775 chyběla hlavně polední měření. Relativně nejvíce chybějících záznamů připadlo na rok 1771. Nejmenší počet chybějících měření byl v roce 1775, kdy však měřil pouze do 9. března.

Problémem je samozřejmě doplnění chybějících měření, protože je obtížné nalézt vhodnou referenční stanici měřící v letech 1771–1775 s dostupnými termínovými či denními hodnotami. Nakonec byla pro doplnění měření tlaku a teploty vzduchu použita pouze švýcarská stanice Basilej-Heuberg ($\varphi = 47^{\circ}32' \text{ s.š.}$, $\lambda = 7^{\circ}35' \text{ v.d.}$, $H = 280 \text{ m}$).

Do dalšího zpracování nebyly zahrnuty Magem měřené hodnoty vlhkosti vzduchu. Důvodem byla chybějící informace o použitém vlhkoměru a známé problémy s měřením vlhkosti vzduchu v této době (viz např. [11]).

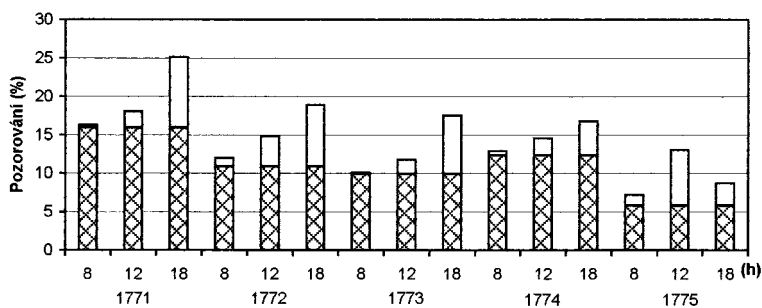
6.2 Tlak vzduchu

K měření tlaku vzduchu používal F. A. Mag Bianchiho tlakoměr (Franz Bianchy 1732–1785), sestrojený neznámým vídeňským mechanikem. Stupnice tlakoměru byla členěna na palce či unce (uncia seu pollices), které byly dále děleny vždy na 12 dílů čárkami (lineae). Měřené hodnoty byly zpočátku zaznamenávány podle pařížského měřítka (1 palec = 27,07 mm, 1 čárka = 2,256 mm), od 3. ledna 1774 podle měřítka vídeňského (1 palec = 26,34 mm, 1 čárka = 2,195 mm – viz [14]).

Měřené hodnoty tlaku vzduchu byly nejdříve převedeny z pařížské a vídeňské míry na mm sloupce rtuťového. Chybějící hodnoty byly doplněny dvojím způsobem. Pokud se výpadek týkal jen jednoho termínu, byla doplněna průměrná hodnota tlaku vzduchu podle dvou sousedních termínů. V případě dvou termínů či celodenních chybějících měření byla pro doplnění použita stanice Basilej. Přitom se předpokládalo, že mezidenní změna průměrného tlaku vzduchu v Basileji by měla být analogická i v případě Telče.

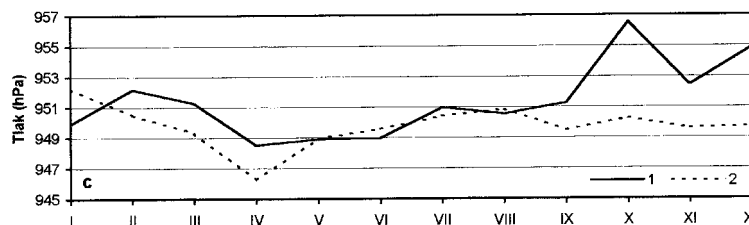
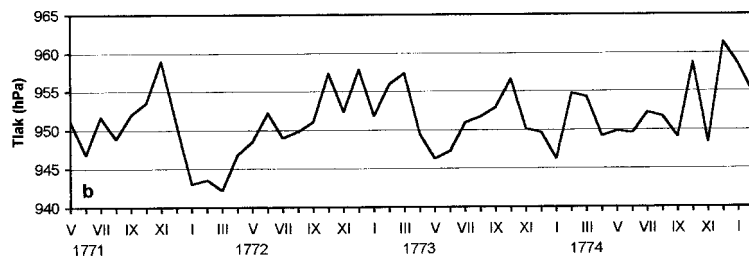
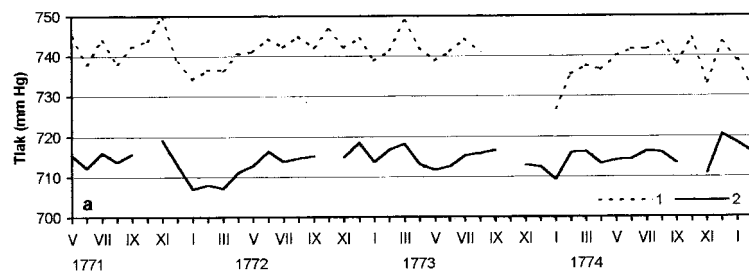
Nekorigované telčské měsíční průměry tlaku vzduchu byly porovnány s měřeními v Praze-Klementinu, průměrovanými pouze z ranního a odpoledního termínu [38] (obr. 4a). V pražské řadě je dobře patrná odlišná výška tlakoměru před a po přerušení pozorování po zrušení jezuitského řádu. Koreluje-li se odpovídající měsíční průměry odděleně pro obě části řad, pak jsou korelační koeficienty 0,86, resp. 0,68.

Se zřetelem na Magovu informaci, že tlakoměr byl umístěn v zadní části jeho domu pod střechou, je zřejmé, že pokud tento prostor nebyl přímo otevřený, nebyl jistě vytápěn, což



Obr. 3 Relativní vyjádření chybějících termínových pozorování v Protocollum meteorologicum od 7. května 1771 do 9. března 1775. Šrafované je vyznačen podíl dnů, kdy Mag neměřil vůbec.

Fig. 3. Relative expression of the missing term observations in the Protocollum meteorologicum from 7 May 1771 to 9 March 1775. The share of days, when Mag did not measure at all, is shaded.



Obr. 4a) Porovnání průměrného měsíčního tlaku vzduchu podle měření v Praze-Klementinu (1) a Telči (2) v období 1771–1775; b) Kolísání průměrného měsíčního tlaku vzduchu v Telči v období 1771–1775; c) Průměrný roční chod tlaku vzduchu v Telči (1) (období 1771–1775) a v Kostelní Myslové (2) (období 1991–1999).

Fig. 4.a) The comparison of the mean monthly air pressure according to measurements at Prague-Klementinum (1) and Telč (2) in the period 1771–1775; b) Fluctuations of the mean monthly air pressure at Telč in the period 1771–1775; c) The mean annual variation of air pressure at Telč (1) (period 1771–1775) and at Kostelní Myslové (2) (period 1991–1999).

umožnilo provést redukci tlaku vzduchu na 0 °C. Použita byla korekce pro kovový tlakoměr, i když nelze vyloučit, že Bianchiho tlakoměr mohl být i dřevěný. Korigované hodnoty byly následně převedeny na hPa a přepočítány na standardní termíny 7, 14 a 21 hodin s použitím průměrných mezihodinových diferencí z měření tlaku vzduchu na stanici Kostelní

Myslová z let 1991–1999. Chybějící hodnoty pro říjen byly dopočítány na základě lineární regrese s Basilejí. Kolísání průměrného měsíčního tlaku vzduchu v Telči v období 1771–1775 je patrné z obr. 4b a průměrný roční chod z obr. 4c. V porovnání s Kostelní Myslovou jsou výrazně vyšší hodnoty tlaku vzduchu od září do prosince, přičemž překvapivě dobře je vyjádřen pokles tlaku od února do dubnového minima.

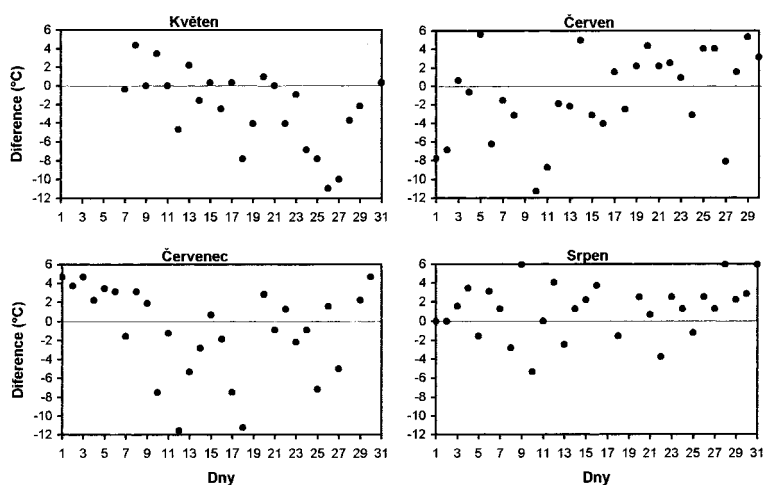
Protože souvislé záznamy tlaku vzduchu z Prahy-Klementina nejsou k dispozici, byla telčská měření korelována s dalšími třemi řadami, s nimiž vykázala uspokojivé korelační koeficienty (Basilej – zimní půlrok 0,95, letní půlrok 0,62; Ženeva – 0,94 resp. 0,68; Milán – 0,91, resp. 0,85). Podle očekávání je v měsících zimního půlroku s výrazně vyjádřenou cirkulací korelace mezi jednotlivými stanicemi ve střední Evropě podstatně lepší než v letním půlroce.

6.3 Teplota vzduchu

Pro měření teploty vzduchu použil Mag venkovní teploměr s Réaumurovou stupnicí ($1^{\circ}R = 1,25^{\circ}C$), nasměrovaný k severu. V prvním roce měření od května do srpna 1771 udával teploměr v ranním termínu velmi často vyšší hodnoty než v poledne (obr. 5), což by mohlo ukazovat na nevhodné umístění teploměru a jeho ranní osvětlení sluncem. Při celkové preciznosti Magových pozorování a skutečnosti, že měřil již předtím, jde o poněkud překvapující zjištění. V následujících letech se však tento nedostatek již neprojevil. Aby uvedené čtyři měsíce nemusely být vyřazeny z dalšího zpracování, byla ranní teplota korigována s ohledem na charakter průměrného denního chodu teploty vzduchu podle měření stanice Kostelní Myslová v letech 1961–1990.

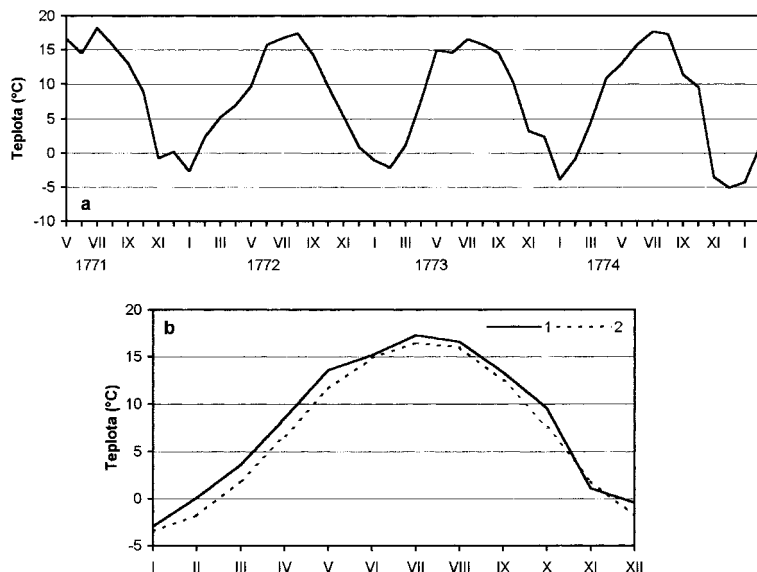
Dalším problémem byly Magovy výpadky v měření. Chybějící denní průměry byly proto nahrazeny podle lineárních regresních vztahů, vypočtených pro dny se společnými měřeními s Basilejí. Předtím byla ale měření z Telče převedena na standardní termíny 7, 14 a 21 hodin s pomocí diferencí, odvozených z vyčíslení termogramů Kostelní Myslové v období 1961–1990. Z nich byly váženým aritmetickým průměrem (teplota ve 21 h brána dvakrát) vypočteny denní průměry, ze kterých se pak počítaly průměrné měsíční teploty.

Porovnání vypočtených měsíčních průměrných teplot vzduchu s hodnotami Kostelní Myslové a dalšími evropskými stanicemi však ukázalo, že teploty od dubna do září jsou příliš vysoké. Z toho lze usuzovat, že právě v těchto měsících bylo měření ovlivňováno ve větší míře radiačním efektem, na



Obr. 5 Diference teplot vzduchu ($^{\circ}C$) mezi termíny 12 hodin a 8 hodin v měsících květen–srpen roku 1771 v Telči podle pozorování F. A. Maga.

Fig. 5. The difference of air temperatures ($^{\circ}C$) between 12.00 hours and 08.00 hours in the months of May–August 1771 at Telč according to the observations by F. A. Mag.



Obr. 6 a) Kolísání průměrných měsíčních teplot vzduchu v Telči v období 1771–1775; b) Průměrný roční chod teploty vzduchu v Telči (1) (období 1771–1775) a v Kostelní Myslové (2) (období 1961–1990).

Fig. 6. a) Fluctuations of mean monthly air temperatures at Telč in the period 1771–1775; b) Mean annual air temperature variation at Telč (1) (period 1771–1775) and at Kostelní Myslová (2) (period 1961–1990).

který bylo upozorněno již výše. K jeho eliminaci byl použit následující postup: Pro období 1771–1775 byly vypočteny podle měsíčních průměrů Prahy-Klementina a Kremsmünsteru teoretické průměrné teploty Kostelní Myslové se zohledněním průměrných měsíčních diferencí těchto stanic

Tab. 3 Velikost oprav měřených teplot vzduchu ($^{\circ}C$) v Telči v měsících letního půlroku v období 1771–1775.

Table 3. Corrections of measured air temperatures ($^{\circ}C$) at Telč in the months of the summer half-year in the period 1771–1775.

Oprava	IV	V	VI	VII	VIII	IX
Radiační efekt	-1,6	-2,6	-3,9	-1,7	-2,3	-2,0
Nadmořská výška	0,6	0,5	0,5	0,5	0,4	0,3

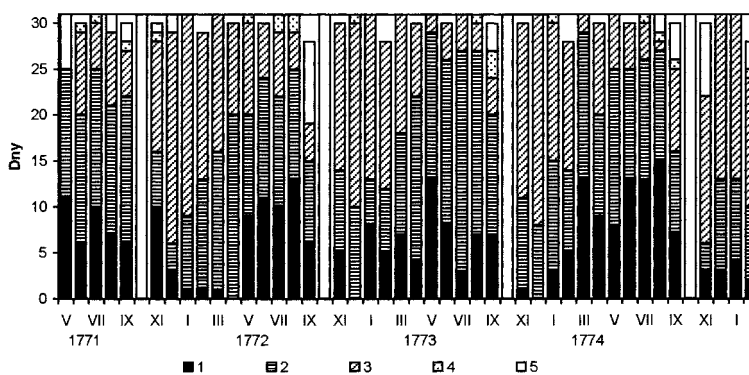
v normálovém období 1961–1990. Jejich porovnáním s měřeními průměry z Telče pak byly stanoveny průměrné měsíční diference, o které byly poté měřené hodnoty z Telče opraveny. Vedle toho byl k naměřeným hodnotám připočítán průměrný vertikální teplotní pseudogradient, stanovený z lineární regresní závislosti teplot na nadmořské výšce v období 1901–1950 (tab. 3). Na základě lineární regresní závislosti s Kremsmünsterem a Prahou byly také doloženy chybějící teploty v říjnu. Kolísání korigovaných průměrných měsíčních teplot vzduchu v Telči v období 1771–1775 ukazuje obr. 6a. V průměrném ročním chodu v období 1771–1775 jsou podle očekávání (s výjimkou listopadu) jednotlivé měsíční teploty vyšší než pro Kostelní Myslovou (obr. 6b).

Řada průměrných měsíčních teplot vzduchu Telče vykazuje velmi vysoké korelační koeficienty s vybranými stanicemi: De Bilt 0,96, Basilej a Praha-Klementinum 0,97, Kremsmünster 0,98, Jena, Lipsko a Regensburg 0,99. V tomto kontextu je proti očekávání poněkud nižší korelace s pražskou stanicí. Z hlediska vzájemného porovnání je problémem, že Hlaváč [13] pouze uvádí, že převzal měsíční průměry za období 1771–1774 z práce Fritsche [12] (v níž ale průměry pro únor – červen 1771–1772 a listopad – prosinec 1773 stejně chybí) a provedl jejich redukci. Stejně tak není dost informací o přesném umístění teploměru z této doby. Strnad [39] sice zveřejnil měsíční průměry ranních a odpoledních pozorování, ty se však od Hlaváčových průměrů mnohdy výrazně liší. Pouhé porovnání pražské řady s dalšími středoevropskými stanicemi však ukazuje na její výrazně nadhodnocené (např. leden 1772 a 1774) či podhodnocené (např. červenec 1771) měsíční průměry. Podobné problematické hodnoty v letech 1771–1775 však občas vykazují i další středoevropské stanice.

6.4 Oblačnost

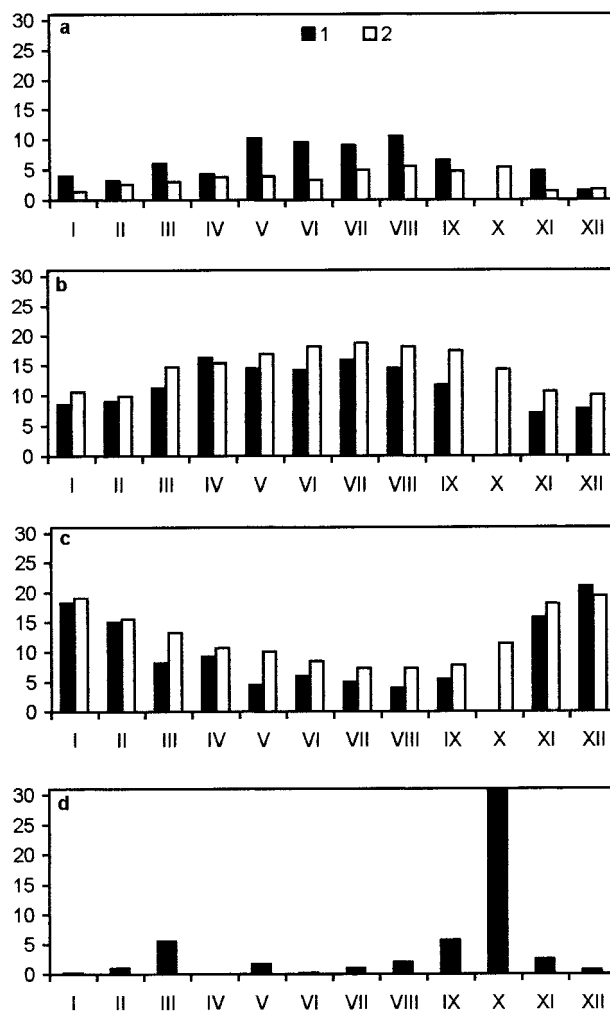
S ohledem na Magovo slovní vyjádření oblačnosti byla zvolena jednoduchá klasifikace s rozdělením na dny jasné, polojasné a zamračené. Pro hodnocení oblačnosti v daném termínu pozorování však byla brána v úvahu i informace o slunečním svitu. Pokud např. Magův záznam „serena“ nebyl současně doprovázen údajem o svítícím Slunci, byl tento případ označen jako polojasno. Jako jasné pak byly klasifikovány jen ty dny, v nichž bylo jasno interpretováno ve všech třech denních termínech. Jako zamračené se klasifikovaly ty dny, v nichž bylo zamračeno alespoň ve dvou termínech. Chod počtu jasných, polojasných a zamračených dnů v Telči v letech 1771–1775 ukazuje obr. 7.

Interpretace Magových pozorování dobře vystihuje charakter ročního rozložení počtu zamračených dnů s maximy od listopadu do února (obr. 8c). Nejvyšší počet jasných dnů byl zaznamenán obvykle od května do srpna, zatímco podle pozorování z Kostelní Myslové připadá jejich nejvyšší počet na období od července do října (obr. 8a). V Magových záznamech byly však četnosti jasných dnů v září i přes chybějící pozorování výrazněji nižší než v předchozích měsících, přičemž v říjnu Mag pravidelně nepozoroval (obr. 8d). V porovnání s Kostelní Myslovou vykazují Magova pozorování také nižší počty polojasných dnů v době maxim od května do září (obr. 8b).



Obr. 7 Kolísání počtu jasných dnů (1), polojasných dnů (2), zamračených dnů (3) a dnů s neúplnými (4) nebo chybějícími (5) pozorováními v Telči v období 1771–1775.

Fig. 7. Fluctuations of the number of clear days (1), half-covered sky days (2), overcast days (3) and days with incomplete (4) or missing (5) observations at Telč in the period 1771–1775.



Obr. 8 Průměrný roční chod počtu jasných dnů (a), polojasných dnů (b), zamračených dnů (c) a dnů s chybějícími nebo neúplnými pozorováními (d) v Telči (1) v období 1771–1775 v porovnání s údaji stanice Kostelní Myslová (2) v období 1961–1990.

Fig. 8. The mean annual variation of clear days (a), half-covered sky days (b), overcast days (c) and days with missing or incomplete observations (d) at Telč (1) in the period 1771–1775 in comparison with data from the station at Kostelní Myslová (2) in the period 1961–1990.

6.5 Srážky

V případě srážek F. A. Mag důsledně rozlišoval srážky v podobě deště, sněhu a krup, ale i srážky smíšené. Z horizontálních srážek zaznamenával jinovatku. Je zřejmé, že Magovy záznamy nepostihují slabší noční srážky kratšího trvání, po nichž nezůstaly stopy až do rána (např. kaluže, mokro, sněhový poprašek).

Protože nejdelší souvislé srážkové řady v českých zemích začínají až po roce 1800 (např. v Brně měřeními Zachariáše Melzera od roku 1803 [2], v Praze-Klementinu od 1. května 1804 [22]), byl proveden pokus rekonstruovat srážkové úhrny Kostelní Myslové pro období 1771–1775 podle počtu srážkových dnů. Tak pro období 1961–1990 byly pro tuto stanici vyjádřeny regresní závislosti měsíčních srážkových úhrnů na počtu jejich srážkových dnů. S výjimkou zimních měsíců však statisticky významné korelační koeficienty nedosahují ani hodnoty 0,70, což znamená, že rekonstrukce podle těchto závislostí by byla problematická.

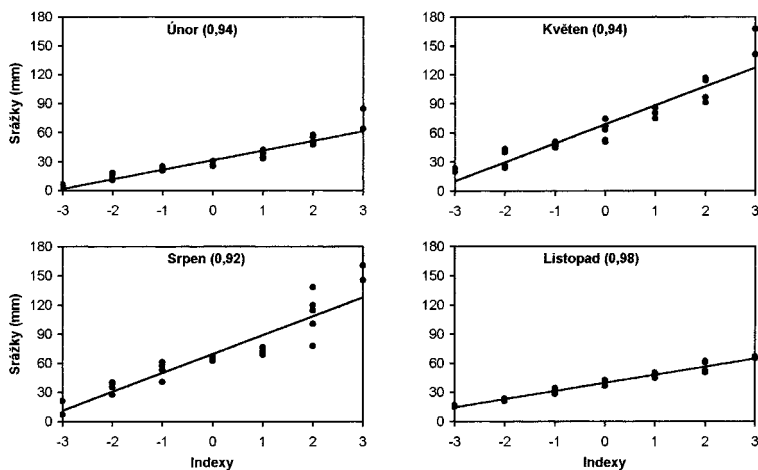
Proto byl použit jiný způsob rekonstrukce, kdy se počty srážkových dnů braly v úvahu spolu s další slovní charakteristikou srážek v Magových záznamech a jednotlivé měsíce pak byly klasifikovány indexy v sedmidílné stupnici od -3 (extrémně suché) až po +3 (extrémně vlhké). Pro další zpracování byla použita metodika Pfistera [25]. Měřené srážky daného měsíce stanice Kostelní Myslová v období 1961–1990 byly seřazeny v rostoucím pořadí. Potom byl index -3 přiřazen 8,3 % nejnižších hodnot, index -2 následujícím 16,6 % hodnot, index -1 dalším 16,6 % hodnot atd. Indexu +3 pak přísluší 8,3 % nejvyšších hodnot. V další fázi byly tyto indexy použity k sestavení kalibračního vztahu, kdy byly vypočteny regresní přímky mezi měsíčními úhrny srážek a odpovídajícími indexy (obr. 9). Pro indexy odvozené z Magových pozorování pak byly pomocí těchto regresních přímek vypočteny měsíční úhrny srážek v období 1771–1775.

Protože regresní přímky zpravidla nedostačtěně aproximují extrémně vysoké a nízké srážky (odpovídající indexům +3 a -3), byly měsíční úhrny srážek stanoveny ještě dalším způsobem tak, že ke konkrétnímu indexu z Magových pozorování byla přiřazena průměrná hodnota úhrnů srážek příslušejících danému indexu v období 1961–1990. Kolísání srážkových indexů Telče a srážkových úhrnů rekonstruovaných oběma metodami pro Kostelní Myslovou jsou uvedeny v obr. 10. Porovnání průměrného ročního chodu srážek podle rekonstrukce pro období 1771–1775 s obdobím 1961–1990 je prezentováno na obr. 11.

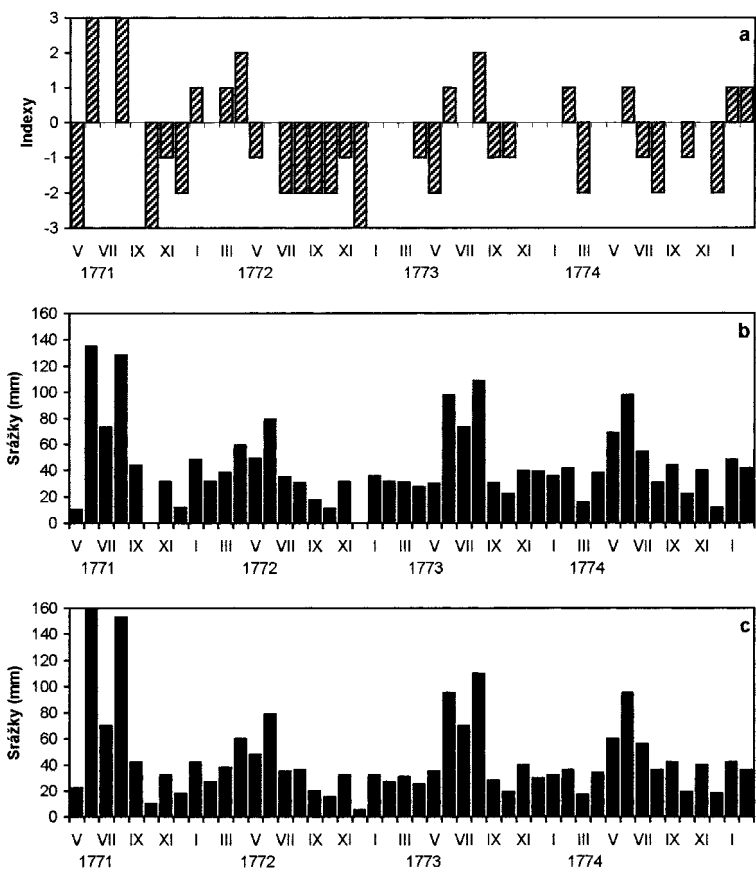
6.6 Vítr

F. A. Mag ve svých telčských pozorováních překvapivě nikdy nezmiňuje bezvětří a ke každému pozorovacímu termínu uvádí vždy nějaký směr větru (při jeho podrobném udávání ve 32dílné ruzici je nepravděpodobné, že by ho určoval

např. jen podle tahu oblaků či směru kouře). Podle měření Kostelní Myslové (tab. 2) však v letech 1961–1990 bylo zaznamenáno bezvětří ve 14,2 % (srpen) až 8,0 % (duben) všech pozorovacích termínů. Ve všech měsících byl nejčastějším



Obr. 9 Příklad lineární regresní závislosti (včetně korelačních koeficientů) mezi měsíčními úhrny srážek a srážkovými indexy na stanici Kostelní Myslová v období 1961–1990.
Fig. 9. Examples of linear regression relation (including correlation coefficients) between the monthly precipitation totals and precipitation indices at the station Kostelní Myslová in the period 1961–1990.



Obr. 10 Srážkové indexy Telče (a) a rekonstruované měsíční úhrny srážek Kostelní Myslové metodou lineární regrese (b) a metodou průměrů (c) v období 1771–1775.
Fig. 10. Precipitation indices of Telč (a) and reconstructed monthly precipitation totals of Kostelní Myslová by the method of linear regression (b) and by the method of means (c) in the period 1771–1775.

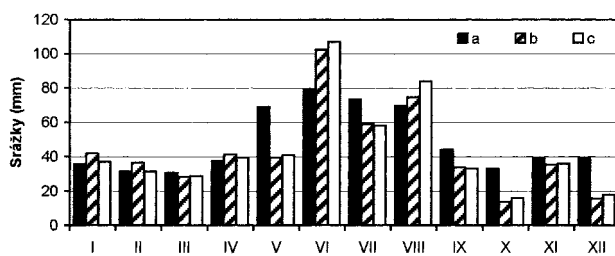
směrem větru západ (31,0 % v prosinci až 20,3 % v květnu), následovaný od října do března jihovýchodem (leden 18,2 %), v červnu a září severozápadem, v dubnu, květnu a srpnu severem a v červenci severozápadem a severem.

S ohledem na možnost porovnání Magových pozorování s obdobím 1961–1990 bylo nutné převést jeho záznamy z 32dílné na 8dílnou růžici. V tomto případě se postupovalo podle schématu znázorněného na obr. 2. U směrů větru, které případně přesně na rozhraní sousedních směrů v 8dílné růžici, byla polovina případů zařazena k jednomu, resp. druhému směru. Pokud směry větru v daném termínu pozorování kolísaly v rozsahu do 90°, bral se pro další četnostní zpracování střední směr. Pokud kolísání směru větru přesáhlo 90°, byl takový vítr klasifikován jako proměnlivý. Uvedené skutečnosti spolu s chybějícími pozorováními i odlišnou polohou stanice Kostelní Myslová vzhledem k samotné Telči lze vedle přirozené proměnlivosti větrných poměrů považovat za příčiny odlišnosti mezi Magovým pozorováním a referenčním obdobím 1961–1990.

Pokud jde o procentuální podíly jednotlivých směrů větru podle Magových pozorování převedených na osm základních směrů, byla ve většině měsíců patrná převaha severozápadního (22 měsíců) a západního (12 měsíců) směru větru. Odlišná byla situace v některých jarních měsících a v prosinci. Tak v březnu a dubnu 1772, prosinci 1773 a dubnu 1774 převládal jihovýchodní vítr, v květnu 1771, prosinci 1772, v dubnu a květnu 1774 východní vítr a v květnu 1772 severní vítr. V některých měsících byl výraznější podíl proměnlivého větru (v březnu 1773 na něj připadlo dokonce nejvíce případů). V září 1772 a 1773 a v listopadu 1774 připadla nejvyšší četnost na chybějící případy. Převaha četností severozápadního a západního směru větru je s výjimkou března (jihovýchodní vítr) a května (východní vítr) dobře patrná ve vyjádření průměrných měsíčních větrných růžic v období 1771–1775 (obr. 12).

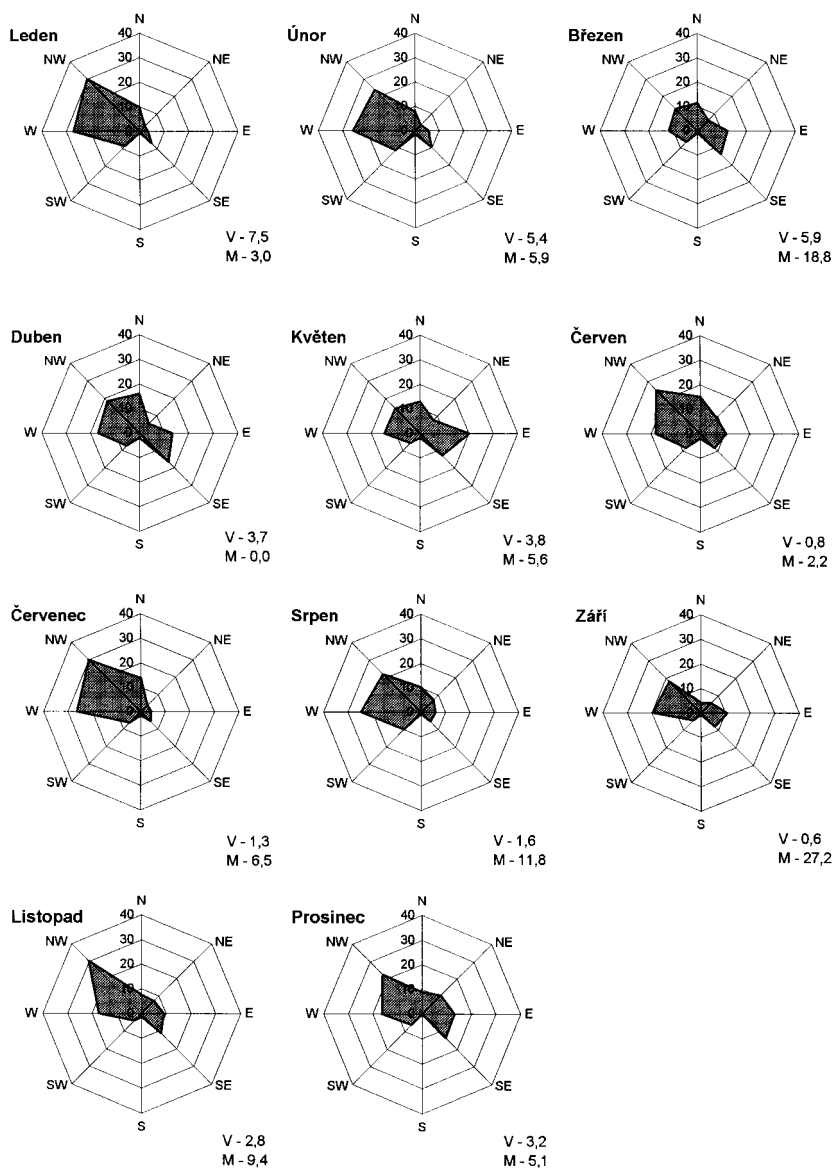
6.7 Bouřky a mlhy

Z meteorologických jevů zaznamávaných Magem lze vyhodnotit bouřky a mlhy. S ohledem na výpadky v měření a na to, že jeho pozorování nepostihují celý dvacetičtyřhodinový denní cyklus, jsou jím uváděné počty dnů s těmito jevy podstatně nižší, než odpovídá hodnotám pro referenční období 1961–1990 na stanici Kostelní Myslová (obr. 13). Tak v porovnání s průměrně 29 dny s bouřkou (s maximem v červnu) jich Mag zaznamenal v neúplném roce 1771 jen 14 a v letech 1772–1774 postupně 17, 9 a 15, většinou od dubna do září (obr. 13a). Výrazně podhodnoceny oproti profesionálním pozorováním v referenčním období 1961–1990 jsou také Magovy počty dnů s mlhou, kdy proti ročnímu průměru 71 dnů jich bylo v neúplných



Obr. 11 Průměrný roční chod srážek stanice Kostelní Myslová: a) měřené hodnoty (období 1961–1990), b) rekonstruované hodnoty podle metody lineární regrese, c) rekonstruované hodnoty podle metody průměrů (b a c v období 1771–1775).

Fig. 11. Mean annual variation of precipitation of the station Kostelní Myslová: a) measured values (period 1961–1990), b) reconstructed values according to the method of linear regression, c) reconstructed values according to the method of means (b and c in the period 1771–1775).



Obr. 12 Průměrné měsíční větrné růžice (%) Telče podle Magových termínových pozorování v období 1771–1775 (V – proměnlivý vítr, M – chybějící pozorování).

Fig. 12. Mean monthly wind roses (%) of Telč according to Mag's term observations in the period 1771–1775 (V – variable wind, M – missing observations).

rocích 1771–1774 zaznamenáno postupně 32, 65, 43 a 27. V souladu s chodem počtu dnů s mlhou v referenčním období je maximum v listopadu a prosinci, výrazně nižší byl ale počet těchto dnů v lednu (obr. 13b). To ale může souviset s častějším výskytem nízké zimní oblačnosti klasifikované na výše ležící stanici jako mlha. Nicméně Mag se ukázal jako velmi pečlivý pozorovatel, který např. důsledně rozlišoval mezi mlhou ve městě a okolí.

Některým meteorologickým jevům extrémního charakteru se Mag věnoval v několika obsáhlejších poznámkách. Tak např. k 20. červnu roku 1774 zaznamenal silnou bouřku s krupobitím, lijákem a snad i tornádem, která postihla Telč a okolí a nadělala mnoho škod. V Telči byl „bouřlivý vítr po dobu několika minut tak, že střechy, vršky domů a věži porážel, okna rozbíjel, velké stromy i s kořeny vytrhával či lámal“ [27, fol. 124v–126r]. Jiná obsáhlejší poznámka se vztahuje k záplavám z 5. února 1775 v důsledku dvoudenní oblevy a tání sněhu, kdy přetekly rybníky a „předměstí, staré město z velké části a domečky přímo u rybníků stály ve vodě“ a „doliny kolem města byly téměř všechny zaplaveny“ [27, fol. 158r–158v].

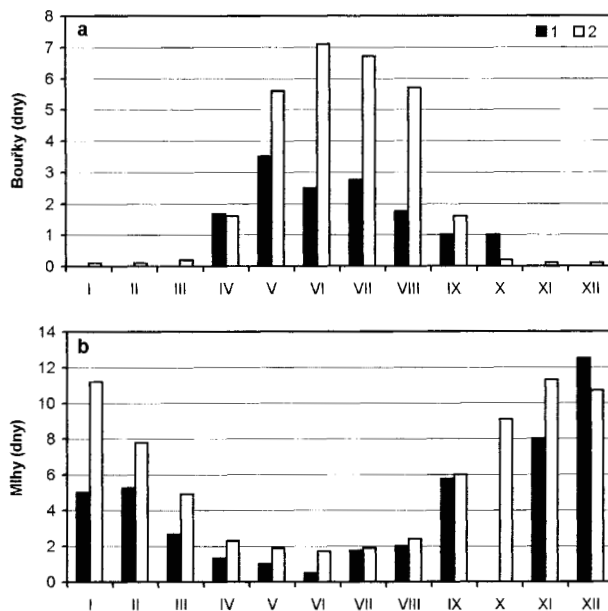
7. ZÁVĚR

Magova meteorologická pozorování mají značný vědecký a kulturní význam. Jde o dosud nejstarší známá meteorologická měření na Moravě, podávající detailní představu o kolísání podnebí v letech 1771–1775. Navíc byla prováděna současně s našimi nejznámějšími pozorováními v pražském Klementinu (např. [31, 33–35, 38, 39]), která jsou však v podobě denních záznamů dochována teprve od 1. ledna 1775. Protože Protocollum meteorologicum [27] představuje druhý Magův pozorovací deník, mohla by telčská pozorování v prvním deníku jít dokonce před rok 1769, pro který jsou ještě k dispozici klementinská vizuální pozorování a měsíční průměry tlaku vzduchu. Záznamy z Telče z konce 80. let 18. století [32, 36, 37] ukazují, že F. A. Mag prováděl svá pozorování patrně po dobu více než 20 let. Zatímco v Klementinu se pozorovalo pouze dvakrát denně, přiblížila se Magova pozorování třemi denními termíny standardu současných klimatologických pozorování, zavedených Mannheimskou meteorologickou společností až od roku 1781 [29]. I když F. A. Mag, působící daleko od vědeckého centra pražské hvězdárny, nedosáhl meteorologického věhlasu jejích ředitelů J. Steplinga a A. Strnada, řadí se svými meteorologickými záznamy nepochybně k osobnostem, které svým významem daleko přesahují hranice města, v němž žili a pracovali.

Poděkování: Tato studie byla vypracována díky finanční podpoře Grantové agentury ČR pro řešení grantů č. 205/98/1542 a 205/01/1067.

Literatura

- [1] Beringer, J. – Janoušek, J.: Město a panství Telč. Telč, Nákladem českého knihkupectví Emila Šolce 1891. 289 s.
- [2] Brázdil, R.: Historie měření srážek v Brně. Scripta Fac. Sci. Nat. UJEP Brunensis, 9, 1979, Geographia 2, s. 55–74.
- [3] Brázdil, R. – Kotyza, O.: Denní záznamy počasí v Praze v letech 1649–1650. Meteorol. Zpr., 48, 1995, č. 4, s. 109–111.
- [4] Brázdil, R. – Kotyza, O.: History of Weather and Climate in the Czech Lands II. The earliest daily observations of the weather in the Czech Lands. Brno, Masaryk University 1996. 177 s.



Obr. 13 Průměrný roční chod počtu dnů s bouřkou (a) a s mlhou (b) v Telči (1) v období 1771–1775 v porovnání s údaji stanice Kostelní Myslová (2) v období 1961–1990.

Fig. 13. Mean annual variation of the number of days with a thunderstorm (a) and with a fog (b) at Telč in the period 1771–1775 in comparison with the data of the station Kostelní Myslová (2) in the period 1961–1990.

- [5] Brázdil, R. – Kotyza, O.: History of Weather and Climate in the Czech Lands III. Daily weather records in the Czech Lands in the sixteenth century II. Brno, Masaryk University 1999. 228 s.
- [6] D'Elvert, C.: Die bisherige Pflege der Meteorologie in Mähren und Oesterr. Schlesien. Mittheilungen der k. k. Gesellschaft zur Beförderung des Ackerbaues, der Natur- und Landeskunde in Brünn – Notizen Blatt, 1855, č. 7, s. 53–59.
- [7] D'Elvert, C.: Zur Geschichte der Pflege der Meteorologie in Mähren und Oest. Schlesien. Mittheilungen der k. k. Gesellschaft zur Beförderung des Ackerbaues, der Natur- und Landeskunde in Brünn – Notizen Blatt, 1856, č. 12, s. 89–92.
- [8] D'Elvert, C.: Zur Cultur-Geschichte Mährens und Oesterr.-Schlesiens. 2. Theil. Zur Geschichte der Pflege der Naturwissenschaften in Mähren und Schlesien, insbesondere der Naturkunde dieser Länder mit Rücksicht auf Böhmen und Oesterreich. Brünn, In Commission der Buchhandlung A. Nitsch 1868. 329 s.
- [9] Demarée, G. R.: The neo-hippocratic hypothesis – an integrated 18th century view on medicine, climate and environment. Zeszyty Naukowe Uniwersytetu Jagiellońskiego MCLXXVI, Prace Geograficzne, 1996, č. 102, s. 515–518.
- [10] Dokoupil, V.: Dějiny moravských klášterních knihoven ve správě univerzitní knihovny v Brně. Brno, Muzejní spolek v Brně a Univerzitní knihovna v Brně 1972. 379 s.
- [11] Frisinger, H. H.: The History of Meteorology: to 1800. New York, Science History Publications 1977. 148 s.
- [12] Fritsch, K.: Grundzüge einer Meteorologie für den Horizont von Prag, entworfen aus den an der k. k. Universitäts-Sternwarte daselbst in den Jahren 1771 bis 1846 angestellten Beobachtungen. Prag, K. k. Hofbuchdruckerei von Gottlieb Haase Söhne 1850. 179 s.

- [13] *Hlaváč, V.*: Jak se jeví kolísání klimatu za posledních dvě stě roků v pražské teplotní řadě. *Meteorol. Zpr.*, **19**, 1966, č. 2, s. 33–42.
- [14] *Chvojka, M. – Skála, J.*: Malý slovník jednotek měření. Praha, Mladá fronta 1982. 280 s.
- [15] *Kanold, J.*: Sammlung von Natur- und Medicin-, wie auch hiezu gehörigen Kunst- und Literatur-Geschichten. Breslau, 1718–1727.
- [16] *Krška, K.*: Vývoj moravské meteorologie. In: Krška, K., Šamaj, F.: Kapitoly z dějin meteorologie v českých zemích a na Slovensku. Příloha. *Meteorol. Zpr.*, **49**, 1996, č. 5–6, s. 68–72; 50, 1997, č. 1, s. 73.
- [17] *Lifka, B.*: František Alois Magg. Výběr z prací členů Historického klubu při Jihočeském muzeu v Českých Budějovicích, 1974, s. 58–59.
- [18] *Munzar, J.*: Antonín Strnad (1746–1799), průkopník české meteorologie. *Meteorol. Zpr.*, **49**, 1996, č. 6, s. 161–166.
- [19] *Munzar, J. – Kakos, V.*: Meteorologické publikace královského astronoma Antonína Strnada (1746–1799). (Na okraj dvoustoletého výročí jeho úmrtí.) *Meteorol. Zpr.*, **52**, 1999, č. 6, s. 182–184.
- [20] Neuere Abhandlungen der k. Böhmisches Gesellschaft der Wissenschaften. Erster Band. Wien und Prag, 1791.
- [21] *Pavla, B.*: Kostel Jména Ježíš. 1667–1997. Telč, 1997. 16 s.
- [22] *Pejml, K.*: 200 let meteorologické observatoře v pražském Klementinu. Praha, Hydrometeorologický ústav 1975. 78 s.
- [23] *Pejml, K.*: Poznámky k vývoji české meteorologie od nejstarších dob do roku 1919. *Dějiny vědy a techniky*, **18**, 1985, č. 4, s. 234–248.
- [24] *Pejml, K. – Munzar, J.*: Matyáš Borbonius z Borbenheimu a jeho meteorologická pozorování z let 1596–1598, 1622. *Meteorol. Zpr.*, **21**, 1968, č. 3, s. 93–95.
- [25] *Pfister, C.*: Monthly temperature and precipitation in central Europe 1525–1979: quantifying documentary evidence on weather and its effects. In: Bradley, R. S. – Jones, P. D., eds.: *Climate Since A.D. 1500*. London, New York, Routledge 1992, s. 118–142.
- [26] *Poppe, V.*: Starý dům. (Dr. František Alois Magg, lékař a bibliofil 1725–1804). *Jiskra*, 1970, č. 5, s. 4.
- [27] *Protocollum meteorologicum; inchoat a 7. Maji A. 1771 et procedit usque ad 10. Martii 1775*. Tabešní přehled meteorologických záznamů od 7. května 1771 do 10. března 1775 s předmluvou nejmenovaného autora. *MZA Brno*. G 11, i. č. 430, sign. 420. St. sign.: Schr. 447, pův. 271; sig. AG č. 309/1816.
- [28] *Rampula, J.*: Domy v Telči. Telč, Drdácký-Aristocrat-Telč 1999. 387 s.
- [29] *Seydl, O.*: Mannheimská společnost meteorologická (1780–1799). *Meteorol. Zpr.*, **7**, 1954, č. 1, s. 4–11.
- [30] *Starý, V.*: Z dějin lékáren v Prachaticích. Výběr z prací členů Historického klubu při Jihočeském muzeu v Českých Budějovicích, 1973, s. 253–254.
- [31] *Strnadt, A.*: Witterungsbeobachtungen für das Jahr 1774. Abhandlungen einer Privatgesellschaft in Böhmen, zur Aufnahme der Mathematik, der vaterländischen Geschichte, und der Naturgeschichte. Erster Band. Im Verlage der Gerlischen Buchhandlung, Prag 1775, s. 389–394.
- [32] *Strnadt, A.*: Meteorologische Beobachtungen auf das Jahr 1785. Abhandlungen der böhmischen Gesellschaft der Wissenschaften III, Prag 1787, s. 233–256.
- [33] *Strnadt, A.*: Physikalischer Witterungskalender. Prag, K. k. Normalschulbuchdruckerey 1788. 152 s.
- [34] *Strnadt, A.*: Physikalisches Taschenbuch auf das Jahr 1789. Für Freunde der Oekonomie und Witterungskunde. Prag, K. k. Normalschulbuchdruckerey 1789. 183 s.
- [35] *Strnadt, A.*: Chronologisches Verzeichniss der Naturbegebenheiten im Königreiche Böhmen vom Jahre Christi 633 bis 1700 mit einigen ökonomischen Aufsätzen samt der periodischen Witterung auf das Jahr 1790. Prag, Gerlische Buchhandlung 1790. 259 s.
- [36] *Strnadt, A.*: Meteorologische Resultate der in Prag und einigen andern Orten in Böhmen gemachten Luftbeobachtungen und andern Erscheinungen. Neuere Abhandlungen der k. Böhmisches Gesellschaft der Wissenschaften. Erster Band. J. V. Degen, Wien und Prag 1791, s. 235–256.
- [37] *Strnadt, A.*: Beyträge zu der Geschichte des Winters im Christmonate 1788. In: Mayer, J., ed.: *Sammlung Physikalischer Aufsätze, besonders die Böhmisches Naturgeschichte betreffend, von einer Gesellschaft Böhmisches Naturforscher*. Dritter Band. In der Waltherischen Hofbuchhandlung, Dresden 1793, s. 39–88.
- [38] *Strnadt, A.*: Ueber die mittlere Barometerhöhe von Prag. In: Mayer, J., ed.: *Sammlung Physikalischer Aufsätze, besonders die Böhmisches Naturgeschichte betreffend, von einer Gesellschaft Böhmisches Naturforscher*. Vierter Band. In der Waltherischen Hofbuchhandlung, Dresden 1794, s. 41–60.
- [39] *Strnadt, A.*: Bestimmung des mittlern Grads der Wärme von Prag. In: Mayer, J., ed.: *Sammlung Physikalischer Aufsätze, besonders die Böhmisches Naturgeschichte betreffend, von einer Gesellschaft Böhmisches Naturforscher*. Vierter Band. In der Waltherischen Hofbuchhandlung, Dresden 1794, s. 61–68.
- [40] *Valášek, H. – Brázdil, R. – Sviták, Z.*: František Alois Magg z Maggu a jeho nejstarší přístrojová meteorologická měření na Moravě. *Čas. Matice moravské*, **120**, 2001, č. 1, s. 37–65.
- [41] *Zedler, J. H.*: Grosses vollständiges Universal-Lexicon aller Wissenschaften und Künste, welche bishero durch menschlichen Verstand und Witz erfunden und verbessert worden. Sieben und Funfsichster Band. Will – WN. Leipzig und Halle, 1748. 2046 s.

Lektor RNDr. J. Munzar, CSc., rukopis odevzdán v červenci 2001.

HYDROMETEOROLOGICKÉ ZHODNOCENÍ ROKU 2001

Článek stručně hodnotí některé hydrometeorologické anomálie či zvláštnosti v roce 2001 na území České republiky i ve vztahu ke vzniklým škodám v národním hospodářství. Příspěvky podobného zaměření, stylizované spíše do populární formy, vycházely pravidelně vždy na konci roku (někdy i v jeho průběhu) v letech 1976 až 2000 v Hospodářských novinách (v období 1991–1994 výjimečně v týdeníku Ekonom). Nenahrazují však mnohem podrobnější a ucelenější informace obsažené v několika periodických publikacích ČHMÚ, a to v denních, měsíčních či ročních přehledech hydrometeorologické situace. Základními datovými prameny pro tyto novinové články byly také další periodické materiály, vydávané rovněž ČHMÚ: Denní přehled počasí, Měsíční přehled počasí, Průměrné měsíční úhrny srážek a teploty (průběžně doplňované), Měsíční přehled meteorologických pozorování observatoře Praha-Karlov a některé dlouhodobé řady i z jiných publikací.

Rok 2001 byl oproti předcházejícím letům z hlediska národohospodářských škod způsobených hydrometeorologickými podmínkami – sucha, povodně aj. – poměrně velice příznivý. Můžeme vyjmenovat v zásadě tři hlavní příčiny této kladné bilance. Předně pokračovala série mírných zimních období (prosinec až únor). Naposledy se totiž vyskytla studená zima na přelomu let 1995/96, kdy součet záporných odchylek průměrných měsíčních teplot pro ČR činil za tyto tři měsíce $-7,1$ °C. V zimě 2000/01 byly všechny měsíce teplotně nadnormální se součtem $4,2$ °C, čímž se ušetřily značné finanční částky např. jen za vytápění. Také tuhé mrazy pod -20 °C se vyskytovaly jen zcela výjimečně, např. 13. 12. Dlouhé Stráně v Jeseníkách $-25,7$ °C. Dále nebyly zaznamenány vůbec žádné zimní a časně jarní povodně z tání sněhu a dešťů. To platí i pro velké vody v letním pololetí z dlouhotrvajících srážek, které nepřevýšily na sledovaných tocích hodnotu 10letých kulminačních průtoků, opakujících se v dlouhodobém průměru jednou za deset let. A konečně pro mnoha letech neutrpěli zemědělci téměř žádné ztráty v důsledku déle trvajícího sucha či jen krátkodobějších přísušků, takže úroda byla vcelku nadprůměrná. Uplynulý rok se totiž zařadil mezi velmi vlhké, neboť v ČR spadlo 809 mm, což je 117 % normálu. Za posledních téměř 50 let – od roku 1954 – zaujal dokonce čtvrté místo v pořadí nejdeštivějších roků: 1981 (852 mm), 1966 (840 mm) a 1965 (821 mm). Totéž místo i pořadí platí jen pro území Čech. Přitom rozložení srážek bylo po celém území ČR velice rovnoměrné.

Hned na začátku roku ochromilo dopravu silně náledí z mrznoucího deště. Vůbec k největší dopravní kalamitě došlo z 22. na 23. února na dálnici Praha – Brno. Od dob zahájení provozu na této magistralce se ještě nestalo, aby byla neprůjezdná po dobu více než 12 hodin. Tuto událost způsobila bouřková oblaka doprovázená hustým sněžením a silným nárazovitým větrem. Údaje z meteorologických radarů ČHMÚ ukazovaly, že povětrnostní situace byla pro dálnici D 1 krajně nepříznivá. Pruh intenzivních srážek se táhl od severozápadu k jihovýchodu ve směru přízemního i výškového proudění, a to téměř přesně mezi Prahou a Brnem. Tím byly zasaženy právě velmi dlouhé úseky této dopravní tepny. Směrem na obě strany dálnice na intenzitě srážek rychle ubývalo, takže výška nové sněhové pokrývky i jen několik km od ní místy nepřesahovala 5 cm. Dne 22. 2. byly hlášeny úhrny 20 mm a vyšší ze synoptických a interových stanic ležících

přibližně v pruhu od severozápadu k jihovýchodu: Kopisty 20 mm, Teplice 22 mm, Praha-Kbely 20 mm, Ondřejov 28 mm, Krásné 24 mm a Velké Meziříčí, ležící přímo u dálnice, 26 mm. Právě tato hodnota je podle Tabulek podnebí ČSSR rekordem za období 1901–1950, neboť zde naměřili v měsíci únoru 22,6 mm. Celková výška sněhové pokrývky činila zde ráno 23. 2. 35 cm (den před tím pouze 2 cm).

Zajímavé jsou i záznamy bouřkových jevů dne 22. 2. z observatoře Praha-Karlov. V rozmezí od 15 do 20 h zde zaznamenali hřmění či vzdálenou bouřku čtyřikrát za sebou (!), kdy časová mezera mezi jednotlivými bouřkovými jevy byla vždy větší než 1 h: T(¹14,58-15,35;)T(¹⁻⁰16,55-17,05; (R)⁰18,14-18,15 NNW-SSE;)T(⁰19,40. I když bude ještě nutné ověřit poměrně dlouhou řadu z této stanice, zdá se, že pro zimní měsíce je tento případ pravděpodobně zcela ojedinělý. Po tomto kuriózním případě extrémních a opakovaných sněhových přivalů se výraznější návrat zimy uskutečnil ještě dvakrát, a to ve třetí dekádě března a pak právě o Velikonocích 15. a 16. dubna, kdy na horách připadlo až půl metru nového sněhu.

Jedním z mála nepříznivých jevů byly četné a silné bouřky v letním pololetí, které si vyžádaly i několik lidských obětí. První případ letošní průtrže mračen při existenci výrazného vertikálního stříhu větru (ve směru) postihl dne 4. května v okrese Tachov několik obcí (Černošín, Lažany a Ostrovec) s následnou bleskovou povodní na malých levostranných přítocích Mže, kdy na hydrologické stanici Stříbro naměřili v důsledku nevýrazného zploštění povodňové vlny už jen téměř neškodný 5letý kulminační průtok. Při rychlém přechodu studené fronty dne 7. července od jihozápadu, doprovázené orkány nárazy větru a citelným ochlazením, došlo téměř ve stejnou dobu k vykolejení dvou vlaků u Rakovníka a Třeboně (s vyvrácenými stromy na kolejích). Tento případ byl snad nejhorší z hlediska celkových škod způsobených na území ČR větrem, a to řádově v desítkách milionů korun. Dne 20. července byly pozorovány na několika místech Moravy dokonce i tromby. (Namísto tohoto názvu se v posledních letech ujal termín tornádo.)

Poslední červencovou dekádu pak vyvrcholilo chladné a deštivé počasí, což způsobila kvazistacionární cyklona s tendencí k retrográdnímu postupu. Např. na stanici Ostrava-Mošnov přišlo od 17. do 27. 7. denně s celkovým úhrnem 110 mm (a se čtyřmi dny s bouřkou). Ve dnech 21.–27. 7. slunce prolesklo mezi oblaky jen zcela výjimečně, neboť celková doba slunečního svitu nepřesáhla čtyři hodiny. Přestože občané severní Moravy jsou na podobné počasí s malým osvětlením během dne i v létě dosti zvyklí, začali mnozí trpět psychickými obtížemi. K tomu se ještě zřejmě přidružil zvláštní smutek či strach oživený vzpomínkami na katastrofální následky povodní v roce 1997. Tato situace, připomínající tak trochu monzuny, způsobila sice rozvodnění, nicméně ani tentokrát nepřesáhly kulminace hodnoty 10letých průtoků. V srpnu bouřková činnost poněkud zeslábla, přesto však prudké bouře dne 3. srpna zasáhly rozsáhlé území jižních Čech, Českomoravskou vrchovinu a Brněnsko, 26. 8. pak Mladoboleslavsko.

Po tomto vcelku příjemném srpnovém počasí s nadnormálními teplotami nás čekalo to nejhorší v září, kdy celková doba slunečního svitu na území ČR jen ojediněle přesáhla hodnotu 40% dlouhodobého průměru pro tento měsíc, což znamená rozmezí pro různé stanice asi od 40 do 80 hodin. Často citovaná pranostika o babím létě se tentokrát při tak

chladném, ale i deštivém počasí s 200 % srážkového normálu, rozhodně nesplnila.

Následující říjen pak až nadmíru vynahradil zářijovou nepohodu, přičemž došlo nepochybně k povětrnostní kuriozitě. Průměrná říjnová měsíční teplota na území ČR 11,4 °C byla dokonce o 0,2 °C vyšší než teplota předcházejícího měsíce září. V Praze-Klementinu se stal říjen s průměrnou teplotou 13,7 °C (a odchylkou přesně 4 °C) druhým nejteplejším od roku 1775, za případem 13,8 °C z roku 1795. Naprosto převládající jihozápadní proudění se též projevilo föhnovými vlivy na české straně Šumavy, kdy např. stanice Churáňov vykazovala nejdelší dobu 169 hodin slunečního svitu ze všech stanic v ČR. V tomto téměř extrémním měsíci byla překonána absolutní denní maxima teplot ve třech kalendářních dnech, a to 2., 3. a 31. 10. s teplotami 25,8 °C, 26,1 °C a 22,7 °C. Pro úplnost je třeba se ještě zmínit o dalších případech obdobných rekordů uplynulého roku, a to 12. 3. (17,6 °C), 1. 5. (27,4 °C) a 3. 5. (28,3 °C).

Zato zima přišla hodně brzo již v polovině listopadu. V prosinci pak ještě více přituhlo s průměrnou teplotou v ČR -3,4 °C (a odchylkou -2,4 °C). Vzhledem k tomu, že i často a vydatně sněžilo, kdy v ČR spadlo 63 mm, což je 137 % normálu, došlo k několika kalamitním situacím, kterých bylo snad více než za celou předcházející mírnou zimu. V posledních padesáti letech (1951–2000) byl tento případ dvou za sebou jdoucích podnormálních měsíců (listopad a prosinec) zjištěn pouze dvakrát, a to v roce 1995 a 1952. Přitom v předchozím padesátiletí (1901–1950) se jich vyskytlo deset a ještě před tím (1851–1900) dokonce 16. Tento výrazný pokles případů předčasných nástupů zim již od listopadu v průběhu posledních 150 let potvrzuje nejen postupné oteplování, ale snad také ještě výraznější trend pozdějších nástupů zimních období. Řešení této důležité, avšak velmi složité problematiky však již není úkolem tohoto příspěvku.

Vilibald Kakos

VÝSTAVA PODNEBÍ A POVODNĚ V PRAZE – HISTORIE A SOUČASNOST

V Muzeu hlavního města Prahy (MMP) se v době od 12. 12. 2001 do 3. 3. 2002 konala výstava Podnebí a povodně v Praze – historie a současnost. Na této velmi zajímavé akci se spolu s MMP podílelo deset dalších spolupracujících organizací: Aquatis, a.s., Brno; ČHMÚ, Praha; DHI Hydroinform, a.s.; EKO-systém, s.r.o.; Hydroprojekt CZ, a.s., Praha; Katedra fyzické geografie a geoekologie PřF UK, Praha; Magistrát hl. m. Prahy; Podnik Povodí Vltavy, s.p.; ÚFA AV ČR; VÚV T.G.M. Autorský kolektiv participující na realizaci výstavy čítal téměř čtyřicet odborníků, což je vůbec největší počet ve srovnání s mnoha předcházejícími výstavami. Proto také nebylo snad nic důležitého či podstatného na této expozici opomenuto. Vedoucí autorský kolektiv pracoval ve složení: Mgr. P. Státníková (MMP), Ing. J. Hladný, CSc., (ČHMÚ), RNDr. I. Sládek, CSc., (PřF UK) a Ing. P. Uher (Podnik Povodí Vltavy). Z institucí se podílely na zapůjčení exponátů: Archiv hl. m. Prahy, Knihovna národního muzea, Státní ústřední archiv, ČHMÚ a z osob Ing. M. Bába a RNDr. V. Kakos. Architekt výstavy J. Obst s N. Obstovou se postarali o vynikající ztvárnění a uspořádání tak různorodých odborných námětů. Převážná část textů a všechny popisy exponátů byly přeloženy do angličtiny, což však znamenalo na poslední chvíli dosti redukovat český výklad pro nedostatek místa na jednotlivých panelech. To nakonec asi prospělo návštěvníkům výstavy, kteří nebyli tolik přehlceni textovými informacemi. U příležitosti této kulturní akce vydalo MMP

drobnou, avšak zdařilou publikaci o 36 stranách s názvem *Historie povodní v Praze v grafice, malbě a fotografii* ze sbírek tohoto muzea, kterou bylo možné na místě zakoupit. Brožurka obsahuje přes 50 kopií obrazů (i barevných), rytin, výňatků z knih a dobových dokumentů týkajících se největších pražských povodní.

Tematiku výstavy je možno v zásadě rozdělit do čtyř hlavních částí. Téměř úplně samostatně figuruje první část *o podnebí Prahy*, kterou koncipoval I. Sládek. Další tři části jsou spolu značně provázány, neboť scénář k nim sestavoval největším dílem J. Hladný, který byl také koordinátorem bloku *Povodně jako součást oběhu vody*. Třetí část, *Historie pražských povodní*, měla na starosti P. Státníková a konečně čtvrtou část, *Ochrana Prahy před povodněmi*, P.Uher. Pro každý z těchto bloků bylo určeno vždy několik panelů vesměs o rozměru 1,20 x 0,75 m, vhodně rozmístěných ve velkém sále na ploše 140 čtverečních metrů. V první části bylo možno na instruktivních mapkách snadno pochopit problematiku tepelného ostrova, sněhové pokrývky, srážek, rychlosti větru, výrazných období sucha, vlivu svahové expozice aj. Pomocí součtových řad se podařilo vymezip časové úseky téměř bez slunečního svitu kolem zimního slunovratu, což připomnělo horší, „temnou stránku“ podnebí Prahy, dokumentovanou i zvýšenými hodnotami přízemního ozonu. Tyto zvláštnosti mikroklimatu velkoměsta pak inspirovaly zpracovatele navrhnout genetickou klasifikaci podnebí Prahy. Za zvláštní pozornost stojí barevný graf shlazených odchylek teplot vzduchu od dlouhodobých průměrů v jednotlivých měsících roku za celé období klementinských pozorování od roku 1775. Ten navazuje na druhou část výstavy, kde byla tato sekulární meteorologická stanice prezentována v samostatné vitrině, mj. fotografií žaluziové budky, tištěnou ročenkou a pamětní medailí A. Strnada, který měl největší zásluhu na zahájení pravidelných měření. Ve zvláštní tabulce byly uvedeny i některé nejzajímavější teplotní a srážkové rekordy této stanice. Zmíněná návaznost se týká významného ubývání četností povodní na Vltavě v Praze s dvou- a víceletým kulminacním průtokem (od prosince do března) v průběhu posledních 150 let (1851–2000). Zimní období jsou zejména v posledních desetiletích zkrátka častěji „na blátě“, zatímco ve druhé polovině 19. století převládaly spíše „bílé“ zimy se sněhovou pokrývkou, což je prokázáno postupně se zvyšujícími teplotami v Klementinu v uvedených měsících za toto období. Tání vyvolávalo pochopitelně častější povodně než nyní. Ale i na jiných exponátech se podařilo propojit meteorologii s hydrologií, což se týká hlavně příčin vzniku různých typů povodní (dešť, tání sněhu, ledové povodně), mechanismu povodňově nebezpečných atmosférických procesů vyvolávajících silné deště a jim odpovídajících synoptických situací s podstatnými rozdíly v letním a zimním hydrologickém pololetí. Byl také zdůvodněn roční chod vůbec největších pražských povodní za posledních 600 let se dvěma téměř úplně shodnými maximy (od února do března a od července do začátku září), což má značný prognostický význam pro povodňovou ochranu Prahy.

Historické záznamy o nejvyšších vodních stavech asi od poloviny 15. století, např. podle pověstného Bradáče, naznačují, že se hydrometeorologické příčiny pražských povodní, i přes prokazatelné déle trvající výkyvy (řádově desítky let), v důsledku přirozeného kolísání či pendlování klimatu prakticky nezměnily. Zmíněný Bradáček je dnes již značně omšelý kámen z pískovce s vytesanou mužskou hlavou o výšce asi 70 cm, který byl vestavěn v polovině 19. století do nábrežní zdi pod Křižovnickým náměstím, původně zabudovaný do pilíře Juditina mostu, předchůdce dnešního Karlova mostu. Jeho kopie na výstavě snad upoutala každého návštěvníka.

Z několika obrázků jsme mohli zjistit, kde všude byly umístěny již „regulérní“ vodočty, počínaje rokem 1825, kdy se začalo s pravidelným denním pozorováním vodních stavů u Staroměstských mlýnů.

V druhé části byla moderní meteorologie bohatě zastoupena ukázkami materiálů důležitých pro předpověď povodní: numerických předpovědí srážek (ALADIN, ECMWF Reading) a distančních metod detekce kontinuálního postupu sledování oblačnosti a srážek. Pozornost upoutal zejména případ digitálně sloučené radarové a družicové informace z 22. – 23. 7. 1998, který se váže na „bleskovou“ povodeň z opakovaných bouřkových průtrží mračen na Rychnovsku. Na instalovaném monitoru bylo také možno zhlédnout animaci sloučené informace CZRAD ze dvou radarů ČHMÚ s ukázkou přechodu studené fronty s bouřkami a přeháňkami přes Čechy dne 27. 8. 2001. Hydrologické předpovědní metody prezentovala mapka postupných dob povodňových průtoků, např. za jak dlouho se dostane povodňová vlna na Berounce z Plzně do Prahy, dále pak hydrologický model se zahrnutím celé řady meteorologických prvků, vysvětlení stupňů povodňové aktivity aj. Z přístrojů byla vystavena ve vitríně část limnigrafu a závěsná hydrometrická vrtule pro měření průtoků.

Třetí část výstavy začínala jako jediná již před vstupem do sálu, kde byly na stěně rozvěšeny hlavně obrázky, týkající se největších povodní: 1784, 1845, 1862 a 1872. Povodňovou scénu pak nejlépe zachytil velký obraz (olej na plátně), umístěný již ve výstavní místnosti, a to člun s tehdejšími místodržicím, hrabětem F. A. Thunem a úředníky magistrátu, jak projíždí Josefovem při povodni 1890. Právě této historicky nejbližší živelní pohromě (čtvrté největší povodni od případu 1432) téměř se stoletým kulminacním průtokem bylo věnováno na výstavě nejvíce prostoru s četnými fotografiemi, a to zejména pobořeného Karlova mostu v roce 1890. Další archivní materiály i o jiných povodních byly prezentovány na grafických listech, tiskových či písemných dokumentech. Vzhledem k uváděným značným proměnám povodí Vltavy včetně intravilánu Prahy (změny v korytě řeky, výstavba jezů a mlýnů, usazování písků a šterků, navážky aj.) je možné porovnávat výšky velkých vod v uplynulých stoletích jen s určitou přibližností. Některé texty s povodňovou tematikou, např. kramářské písně, říkanky a básničky, příjemně odlehčily odborný ráz výstavy, což platilo i pro několik drobných uměleckých předmětů v další vitríně majících dobový vztah k povodním v Praze.

Do čtvrté části již patřily dosti podrobné informace o Vltavské kaskádě, nadepsané výstižně *Mýty a skutečnost ochrany Prahy*. Zde bylo zdůrazňováno, že i několik velkých přehrad (Lipno, Orlik a Slapy) nemůže ochránit hlavní město před stoletými povodněmi. Ochranné (retenční) objemy těchto nádrží jsou totiž za normálních podmínek poměrně malé, což názorně ukázala simulace vlivu této kaskády na průběh povodňové vlny v roce 1890. Právě tento případ slouží jako model pro povodňovou ochranu Prahy a jejích obyvatel a je počítačově detailně propracován, jak bylo názorně předváděno na monitoru s animací stoupání a opětného klesání hladiny Vltavy v zastavěných částech Prahy. Na tomtéž monitoru bylo pak také možno vidět animaci leteckých snímků, ukazujících rozsah záplav kolem Vltavy v úseku zhruba od Zbraslavi po Klecany.

Je nutno se ještě zmínit o důležitém kladném vlivu vltavské kaskády na povodňový režim ovlivňováním tvorby ledových jevů (vypouštěním relativně teplé vody v zimě a omezením chodu ledů s nebezpečím vzniku ledových zácp). Toto nebezpečí hrozí nyní prakticky jen z Berounky. V sou-

vislosti s tím bylo zveřejněno několik fotografií za březnové povodně v roce 1940, největší ve 20. století, po velmi tuhé zimě.

V posledních sto letech existovala celá řada plánů na protipovodňovou ochranu hlavního města, avšak vždy zřejmě chyběly finanční prostředky. Teprve katastrofální povodně v roce 1997 na Moravě daly pro tuto ochranu dostatečný impuls. Rozsáhlé práce se rozplánovaly na několik etap, z nichž první byla již skončena, např. ochrana Starého Města, a poslední by měla být dokončena během asi tří let. U jednoho panelu bylo možno si zalistovat v zavěšené brožurce s názvem *Stoletá voda*, kterou vydala Městská část Praha 1, obsahující návod, jak si počínat v případě povodně v této části Prahy. Uvádí se v ní také stručná historie pražských povodní od autora tohoto příspěvku. Stavbu protipovodňových mobilních stěn v Praze i v českých zemích pak ukazoval další instalovaný monitor. Z větších trojrozměrných exponátů tam bylo možno spatřit naskládané desítky speciálních pískových pytlů v podobě ochranného valu a část mobilní protipovodňové stěny. Každý návštěvník se mohl vyjádřit také v anketě vyplněním připravených dotazníků k problematice poměrně složité bariérové ochrany levého břehu Vltavy, tj. zejména Malé Strany a Kampy.

Výstavě vévodil na zadní stěně sálu velký obraz vzdušně řeči Vltavy s bouřlivým rozvlněním, vytvořeně počítačem, s Karlovým mostem a architektonickými památkami na nábřeží Starého Města. Úryvek básně na tomto obraze od Karla Šiktance nás pak nutil k zamyšlení o věčném toku Vltavy a času v protikladu k pomíjivosti lidského života.

Samozřejmě že se na výstavě objevilo i několik malých nesrovnalostí v podobě přehozených nápisů k obrázkům, chybně uvedených dat historických povodní, např. povodeň v roce 1501 nebyla v červenci, ale v srpnu, apod. Jejich počet je však vzhledem k rozsahu výstavy zanedbatelný.

Na závěr je nutno konstatovat, že se výstava jakožto ryze nezisková akce stala pro všechny výborně spolupracující instituce s erudovanými odborníky jedinečnou příležitostí k prezentaci znalostí a výsledků s praktickým významem ve vzájemném propojení. Vždyť zamezit včas povodňovým škodám na základě spolehlivých hydrometeorologických předpovědí velkých povodní a včasných protipovodňových opatření znamená jen v Praze zachránit řádově miliardové hodnoty.

Vilibald Kakos

ŽIVOTNÍ JUBILEUM RNDr. HELENY VONDRÁČKOVÉ, CSc.

*„Dum vivimus, vivamus“
(Pokud žijeme, žijeme naplno)*

Helenu Vondráčkovou znám od jejího nástupu do Českého hydrometeorologického ústavu. Rovněma nohama skočila z katedry do výzkumu. Po většinu let jsme seděli spolu. Byli jsme, alespoň z mého pohledu, kamarádi. Kariéře jsme prodělali dva zvraty. „Nejprve jsem ti šéfoval a později jsi šéfovala ty mně“.

„Všichni, kdo tě znají, musí ocenit tvoje aktivity, nadšení, s jakým ses potýkala a stále ještě potýkáš se svěřenými úkoly“. Mnohokrát jsem přemýšlel o obrovském rozdílu mezi biologickým rytmem života a standardním občanským časem či spíše řečeno kalendářem.

Po celou dobu našeho společného soužití jsem každý pátek vídal obrovský batoh s horolezeckými lany a v zimě s lyžemi.

Helena Vondráčková je kromě kvalitního odborníka v oblasti objektivních předpovědí též neuvěřitelným sportov-

cem, organizátorem tisíců akcí: od odborových, sportovních, společenských, klasických „dřeváků“ v diluviálních dobách ČHMÚ, po odborné interní semináře a výjezdní odborné akce pořádané Českou meteorologickou společností, ve které je členkou hlavního výboru a hospodářem. Všechny tyto aktivity vyjadřují toliko speciální fyzickou a duševní pohodu.

„Těžištěm a hlavním smyslem tvého života byla a je odborná činnost. Se stejným elánem ses vrhala do každé aktivity. Zabývala jsi se dlouhá léta orografií, a to v době, kdy „vládla“ numerice Berkowského a Bertonioho shlazená orografie s maximální výškou ALP v uzlovém bodě v Janovském zálivu.

Odečíst výšky terénu z geografických map do sítě uzlových bodů našeho modelu byla sice formální, ale nesnadná záležitost. Předložila jsi vektorový tvar orografie umožňující hlazení pro modely s nejrůznějšími kroky sítě s využitím sklonů terénu. Bylo to v době, kdy tzv. „envelope orographie“ byla v nedohlednu.

Ve snaze pomoci synoptikům soustředila jsi se na vertikální profily v rámci prognózy základních meteorologických prvků poskytovaných naším modelem, realizovala jsi výpočty a grafické znázornění na digigrafu vertikálními řezy kolmými na nejčastější přechody front.

Pro jmenování do funkce odpovědného pracovníka za systém varování a zabezpečení při radiálních haváriích jsi se vehementně podílela na vypracování programu pro výpočet trajektorií vzduchových částic vystupujících v třicetiminutových intervalech, nejprve z našich a později ze všech evropských jaderných elektráren, doplněný o dva pohyblivé zdroje. Tento program byl v provozu až do konce tisíciletí“.

Světová agentura pro atomovou energii sídlící ve Vídni vyhlášovala pravidelně testy na havárie. Bylo pozoruhodné, že zpracování naším modelem bylo vždy dříve než v čase určeném pro regionální centra se sídly v Toulouse a Bracknelu (značnou roli v tom hrála jednoduchost integračního kroku našeho modelu!).

„Nedoceněna zůstává tvá zásluha o rozvoj předpisů „Systémů varování ...“ pro MŽP a další státní orgány a měřicího systému IRIS.

Milá Helenko, jmenuješ se Helena, nejsi však, vzato genealogicky, následnice dcery Dia a Lady, tedy polobohyní; je moudré zmínit se i o tom, co se ti nepodařilo – zpracovat originální a světově unikátní vertikální profily beta a gama záření měřená na libušské observatoři.

Jsem přesvědčen, že můžeš být u příležitosti životního jubilea spokojená. Jsi zdravá, veselá, oblíbená a stále sportující. Zvrátila jsi pyšně mužské úsloví, protože:

Postavila jsi dům, zasadila jak v Kunraticích, tak u Prysku stromy, porodila dceru a syna, jsi babičkou, zdokonaluješ se v jazycích, navštívila jsi Himaláje, Island, v Alpách jsi jako doma a já smutně dodávám, že Nový Zéland už spolu nenavštívíme“.

V den 60. Výročí tvého narození (27. 4.) pozvedám číši tvého oblíbeného červeného vína a zpívám živio, živio ...

Tvůj biologicky předčasně zestárlý kamarád.

Miroslav Škoda

RNDr. JAROSLAV FIALA, CSc., ŠEDESÁTILETÝ?

Těžko je uvěřitelné, že dalším šedesátiletým jubilentem roku 2002 po čtveřici šedesátníků z minulého čísla Meteorologických zpráv je vedoucí oddělení Informačního systému kvality ovzduší Českého hydrometeorologického ústavu RNDr. Jaroslav Fiala, CSc. Narozen 24. května 1942 v Herálci u Žďáru nad Sázavou, absolvoval s vyznamenáním Přírodovědeckou fakultu Univerzity Karlovy, obor chemie, specializaci fyzikální chemie v roce 1965. Jakoby v předtuše

dominantního pracovního zaměření zralého věku byla jeho diplomová práce zaměřena na hmotnostní spektra sulfoxidů. Po ukončení studia a ročním studijním pobytu v Ústavu teoretických základů chemické techniky ČSAV pracoval až do roku 1984 v Ústavu fyzikální chemie a elektrochemie J. Heyrovského ČSAV jako odborný pracovník, vědecký aspirant, vědecký pracovník a samostatný vědecký pracovník. Vědeckou přípravu - aspiranturu úspěšně absolvoval v letech 1982–1983 v oboru kinetiky rychlých chemických reakcí u prof. A. A. Vlčka. V letech 1982–1983 absolvoval Postgraduální studium angličtiny JASPEX (jazykovou přípravu expertů) na Pedagogické fakultě Univerzity Karlovy.

Do Českého hydrometeorologického ústavu nastoupil v roce 1984 nejprve jako vedoucí matematik analytik oborového výpočetního centra. Krátce po nástupu však zatoužil po své původní studijní lásce, kterou byla chemie, a přešel jako vedoucí výzkumný pracovník do oddělení ochrany ovzduší. Jeho mimořádně širokou oblast profesních zájmů a dovedností zaujala tehdy problematika rozvíjejících se nových poznatků atmosférické chemie. Druhá jeho láska, kterou byly matematická analytika, počítačové aplikace a programování i jeho technická zručnost při úpravách počítačových aplikací i opravách počítačových havárií ho však stále více od chemie odváděla. Kolegové a spolupracovníci stále více potřebovali jeho rady a pomoc při horečném rozvoji využívání počítačové techniky v ochraně ovzduší.

Obtížně řešitelné dilema volby zaměření ho přivedlo k další změně profese. V roce 1987 zvítězil ve výběrovém řízení Mikrobiologického ústavu ČSAV a nastoupil na místo vedoucího vědeckého pracovníka a odpovědného řešitele úkolu „Vývoj automatizovaných analytických a vyhodnocovacích postupů pro výběr vysoce produkčních průmyslových mikroorganismů“. Ale nakonec – na štěstí pro ochranu ovzduší a Český hydrometeorologický ústav – stará láska nezrezavěla – nezapomněl na svůdnou a náročnou problematiku ochrany ovzduší. V roce 1990 se do Českého hydrometeorologického ústavu vrátil a stal se vedoucím oddělení Informačního systému kvality ovzduší v úseku ochrany čistoty ovzduší.

Od roku 1990 se mu podařilo vybudovat technicky i personálně špičkově vybavené pracoviště a informační základnu oboru ochrany ovzduší, která je celoevropsky využívána. Rozsáhlá databáze dat kvality ovzduší s dominantou pravidelně barevné grafické ročenky v českoanglické verzi na věcné i formální úrovni srovnatelné se špičkovými statistickými ročenkami je každoročně zdokonalována. V zahraničí i u nás je oceňován jeho předvídatý přístup k přípravě podkladů a dat ochrany ovzduší pro vstup České republiky do Evropské unie. Dlouhodobě se účastní prací a projektů Evropské agentury životního prostředí (EEA), Phare Topic Link a Task Force on Air Emissions EHK OSN, workshopů EMEP a pracovních jednání Air Quality EIONET (EEA).

Nové poznatky a studie publikuje i se svými spolupracovníky v našem i zahraničním odborném tisku. Od roku 1997 přednáší na Matematicko-fyzikální fakultě Univerzity Karlovy předmět Chemii atmosféry pro posluchače meteorologie MFF a posluchače Ústavu pro životní prostředí Univerzity Karlovy.

Je opravdu těžké zastihnout Dr. Fialu ve chvíli volna. V jeho případě čas velmi rychle ubíhá, zdá se těžko uvěřitelné, kolik práce pro rozvoj oboru ochrany ovzduší stihl udělat a jakých výsledků dosáhl v poměrně krátké době. Hodně zdraví, elánu a dobré nálady do dalších let!

Jiří Kurfürst

POKYNY PRO AUTORY

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

Formální úprava a rozsah rukopisů

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

Doporučená osnova článků:

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

Publikování článků v angličtině

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

Technické požadavky

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

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

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

Obrázky

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

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

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

Literatura

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

Příklady

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

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

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

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

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

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

Jazyková správnost

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

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

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

Korektury

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

Adresa autora

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



NABÍDKA PUBLIKACÍ

V nakladatelství Karolinum vyšla za finančního přispění Českého hydrometeorologického ústavu dlouho očekávaná kniha Karla Kršky a Ferdinanda Šamaje

DĚJINY METEOROLOGIE V ČESKÝCH ZEMÍCH A NA SLOVENSKU

V publikaci jsou poprvé v ucelené podobě zachyceny dějiny meteorologie v českých zemích a na Slovensku od nejstarších dob až do roku 1992. Součástí díla, rozloženého do tří částí a 26 kapitol, jsou informace o významných objektech meteorologické služby, důležitých přístrojích a vynikajících osobnostech.

V první části je zachycen vývoj meteorologie od nejstarších dob do roku 1918, druhá část mapuje dějiny meteorologie mezi oběma světovými válkami (1919–1938) a závěrečný oddíl je věnován období 1939–1992.

Kromě seznamu použité literatury na konci každého oddílu obsahuje kniha jmenný rejstřík, seznam zkratek a odborných výrazů a 36stránkové anglické resumé.

Vydáním této původní monografické práce se česká meteorologická služba zařazuje mezi několik málo zemí, které se mohou takovým dílem pochlubit.

Kniha obsahuje celkem 568 stran, 61 černobílých fotografií v textu a na 36 samostatných stranách je 53 barevných snímků. Cena knihy je 490,- Kč při přímém odběru v ČHMÚ, při zasílání poštou se účtuje poštovné a balné.

Publikaci lze objednat na adrese:

Český hydrometeorologický ústav, SIS, Na Šabatce 17, 143 06 Praha 4-Komořany.

Tel./fax: 02/44032721. E-mail: jiratova@chmi.cz

Na objednávce uvádějte svoje IČO.