METEOROLOGICKÉ ZPRÁVY

METEOROLOGICAL BULLETIN

Libor Elleder – Jan Munzar:
Extrémní povodeň na Vltavě a Labi v únoru 1784 jako následek mimořádných hydrometeorologických podmínek 125

Vít Květoň – Michal Žák:
Zkušenosti s konstrukcí technických teplotních časových řad v České republice 136

Jan Borovanský – Jiří Kastner:
Analýza trojrozměrného denního chodu přízemního ozonu 143

Informace – Recenze 148

ROČNÍK 57 – 2004 – ČÍSLO 5

Libor Elleder – Jan Munzar: An extreme flood on the Vltava and the Labe rivers in February 1784 as a consequence of extraordinary hydrometeorological conditions. 125

Vít Květoň – Michal Žák: Experience with construction of technical air temperature time series in the Czech Republic 136

Jan Borovanský – Jiří Kastner: An analysis of the three-dimensional daily course of ground-level ozone concentrations 143

Information – Reviews. 148

Meteorologické zprávy, časopis pro odbornou veřejnost ● Vydává Český hydrometeorologický ústav ● Redakce: Český hydrometeorologický ústav, Na Šabatce 17, 143 06 Praha 4 – Komořany, telefon 244 032 722, 244 032 725, fax 244 032 721, e–mail: horky@chmi.cz ● Řídí vedoucí redaktor RNDr. Luboš Němec, redaktor Mgr. Zdeněk Horký ● Redakční rada: Prof. RNDr. Jan Bednář, CSc., Ing. František Hudec, CSc., RNDr. Karel Krška, CSc., RNDr. Jan Sulan, RNDr. Daniela Řezáčová, CSc., RNDr. Jan Strachota, RNDr. František Šopko, RNDr. Karel Vaníček, CSc., RNDr. Helena Vondráčková, CSc. ● Za odborný obsah podepsaných článků odpovídají autoři. Proti dalšímu otiskování, uvede–li se původ a autor, není námitek ● Sazba a tisk: 3P s.r.o. ● Rozšiřuje a-informace o předplatném podává a objednávky přijímá 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, Czech Republic. Annual subscription is 42,– USD for 6 issues ● Ročně vychází 6 čísel, cena jednotlivého čísla 20,– Kč, roční předplatné 180,– Kč včetně poštovného, do zahraničí 42,– USD. Reg. číslo MK ČR E 5107.
ISSN 0026 – 1173

METEOROLOGICKÉ ZPRÁVY
Meteorological Bulletin

ROČNÍK 57 (2004) V PRAZE DNE 29. ŘÍJNA 2004 ČÍSLO 5

Libor Elleder (ČHMÚ) – Jan Munzar (Ústav geoniky AV ČR)

EXTRÉMNÍ POVODEŇ NA VLTAVĚ A LABI V ÚNORU 1784 JAKO NÁSLEDEK MIMOŘÁDNÝCH HYDROMETEOROLOGICKÝCH PODMÍNEK

An extreme flood on the Vltava and the Labe rivers in February 1784 as a consequence of extraordinary hydrometeorological conditions. The flood in February 1784 belongs in Bohemia but even in Europe to the most significant extremes of its sort. An extraordinarily cold, snowy and also long winter created conditions leading to such an extraordinary flood. A greater part of the Labe river basin in Bohemia was covered by the layer of snow more than 50 cm, soil was frozen and the thickness of ice moved from 60 to 120 cm. Intensive rainfalls on 26 and 27 February accompanied by strong snow melting caused by the rise in air temperature during the day to 9 °C and by strong wind were immediate causes of the flood. The only one measured precipitation for this day in Prague – Klementinum reached 40 mm. This caused a dramatic rise in water levels recorded on the most of main streams in the Labe river basin. A reconstructed course of water levels during the flood in Prague in the days of 26 February to 1 March showing an extraordinary dynamics of the whole process in comparison with the largest floods in the 19th century is presented in the paper. The rise in water levels during 12 hours represented circa 4 metres what is until now an unbroken record as far as steep gradient of the flood rising segment at least in Prague. This record maximum peak-water stage was put in the shade only by the flood in 2002. The new knowledge, presented in the paper, can be of cardinal importance for the flood warning service. They point out that floods of a mixed type, to those even the case of the year 1784 belongs, are very dangerous.The fact that in this case from the beginning of the casual precipitation to the culmination in Prague only 45 hours passed is worth thinking about.

KLÍČOVÁ SLOVA: povodeň extrémní – povodeň smíšená – analýza hydrometerologická – historie Vltava – Labe

1. ÚVOD

Když na sklonku zimy 2003/2004 vylovili potápěči z Vltavy u Karlova mostu torzo sochy anděla, bylo to více než symbolické. Jednalo se totiž o chybějící část sousoší sv. Václava, která odpočívala pod hladinou od poškození mostu při katastrofální povodni koncem února 1784. Tato povodeň, od níž právě uplynulo 220 let, představuje svým rozsahem a parametry jednu z nejvýznamnějších živelních katastrof, kterou můžeme dokumentovat v psané historii Evropy. V Praze na Vltavě zůstala až do srpna 2002 nepřekonaným extrémem. Podobný význam má také v německých městech v povodí Rýna. Regionální rozsah této události, která přišla po výjimečné chladné zimě 1783/1784, byl vskutku nebývalý a lze konstatovat, že z tohoto hlediska předčila i případ z r. 2002. Také vzhledem k množství a ničivé síle ledových ker, které tehdy uvedla povodeň do pohybu, bylo ohrožení sídel a situace postižených mnohem těžší. A protože extrém z konce února 1784 zůstává od 18. století dodnes největší zimní povodní na Vltavě v Praze, využíváme letošního výročí k možnosti blíže připomenout tuto mimořádnou událost, jejíž hlubší analýza pro českou část povodí Labe zatím chybí.

2. HYDROMETEOROLOGICKÉ PODMÍNKY

2.1 Zima 1783/1784

Povodni koncem února 1784 předcházela velmi tuhá a sněžná zima. V přehledu nejtužších zim ve střední Evropě podle měření teploty vzduchu v Praze-Klementinu od r. 1775 si toto zimní období stále drží dvě „čestná“ druhá místa – v počtu ledových dnů a počtu dnů se zápornými denními průměry. Ledových dnů se vyskytlo od listopadu 1783 do března 1784, včetně, celkem 73, když zima 1829/1830, která je z více hledisek naší nejtužší zimou vůbec, jich měla jen o 3 více (zatímco v legendární zimě 20. století 1928/1929 jich bylo „pouhých“ 62). Pokud jde o druhý parametr, je zima 1783/1784 se svými 93 dny se zápornými denními průměry teploty vzduchu rovněž dlouhodobě na druhém místě, když v nejtužší zimě v Česku 1829/1830 jich bylo „jen“ o dva dny více [13]. Vztahy mezi tuhými několikaměsíčními mrazy v Praze-Klementinu (mj. i obdobím 1783/1784), charakterizovanými průměrnými měsíčními odchylkami teplot vzduchu a výskytem velkých povodní na Vltavě v Praze, se zabýval např. Kakos [12]. Zimní období 1783/1784 bylo studováno rovněž v řadě

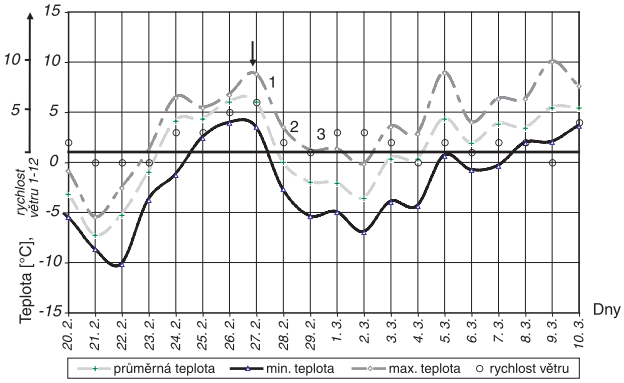
zemí Evropy, např. v okolí Würzburgu uvádí kronika výšku sněhu 6 stop (ca 180 cm). Na většině evropských řek se vytvořila silná ledová pokrývka. O průběhu zimy 1783/1784 v Česku svědčí velké množství kronikářských zpráv. Podle Václava Hodka z Ouholic přes Vltavu u Mělníka: *„...kdo chtěl, mohl přes řeku nejen jíti, nýbrž i s vozem a na něm dosti těžkým nákladem jeti...“* [34], takže led zřejmě musel mít sílu 60 až 120 cm. Kronika města Sadské u Poděbrad zmiňuje až 2 lokte silný led (ca 120 cm) [10]. Z mnoha jiných zpráv zmiňme i líčení kronikáře Velebila z Městce Králové: *„Roku 1784 byla veliká zima; začalo mrznout hned 1783 po sv. Martinu (11. 11.) a po vánocích tak hojnost sněhu napadlo, že na rovině víc než 1 loket ho leželo a mrazy takový, že jich od 50 let staří nepamatovali. Led byl na rybnících tlustej 2 a 1/4...“*, [35]. Subjektivní zařazení výjimečnosti zimy 1783/1784 nabízí ve své pozoruhodné kronice milčický rychtář Vavák z Nymburska: *„...nejstarší lidé se té zimě diví a že jakživ takovou neviděli jistí ...,“* a s ohledem na své hospodářské zájmy vypočítává, že celkem: *„...mrzlo 5 měsíců a 12 dní mimo 4 dny (27. 2., 19. 3., 11.–12. 4.)...,“* [40] když započítává i návrat mrazů po povodních. S tím souvisí další rizikový faktor, který má negativní dopad na průběh povodně, a to promrznutí půdy.

Pokud se jedná o výši sněhové pokrývky a také její vývoj v průběhu zimy, ta dosáhla podle Vaváka již 21. ledna ¾ lokte (ca 45 cm). Dny před povodní můžeme sledovat s kronikářem: *„...11. ledna drobet odlevení se zaznamenalo, sněhu ale vždy přibývalo, přes den neb přes dva vždy padal, až ho 21. již na ¾ lokte bylo.... ...záhony (brázdy) na polích nebylo již znát... ... 25.* (ledna) *vítr nevelký od západu vál, zima nepříliš tvrdá, ale sněhu mnoho, cesty velmi zlé a netrefné.“* Autor zmiňuje další čerstvý sníh ještě v únoru: *„...na začátku února, sněhu vždy přibývalo, cesty se často sněhem a větrem zanášely; kdo dnes jel, zejtra nevěděl, kady jeti má.“* K 10. únoru si poznamenal: *„...na den Hromic byl jasný čas; jest to starodávný hlas, jestli čas na ten den bývá, že více sněhu přibývá. Kdo to vyhlásil pravidlem, letos nebouch motovidlem; neb vždy sněhu přibývalo a dnem i nocí pomalu mrzlo, až 14. února odpoledne začalo ulevovati a se střech kapati – pravím valně kapati. Vítr také teplý vál ten den, ale do rána zase mráz a celý den studeno,“* [40].

Před povodní leželo v celém povodí značné množství sněhu. V Polabí představovala tato vrstva podle již zmíněné zprávy kronikáře Velebila (Městec Králové) minimálně 60 cm sněhu. Potvrzují to i zápisky kronikáře Kloučka z Dobřenic (Pardubicko) a také již citovaný Vavák (Nymbursko, viz níže). Kronika z Kravař u České Lípy uvádí přes dva lokte (přes 120 cm) sněhu a velké množství sněhu potvrzují také vzpomínky berounského děkana A. Seydla (Berounsko). Situaci v Pošumaví (Klatovy) charakterizuje kronika rodu Šebestů: *„...takové prášenice sněhu, skoro každý den až do svatodušních svátků* (tj. do 30. 5.) *trvali, tak že pomyšlení tři čtyry sáhy* (5,5–7,5 m) *vysoká byla a formani jezdit nemohli.“* V protikladu je ale zpráva Kodýtkova z Kunvaldu (povodí Divoké Orlice): *„...tu zejmu bylo sice málo sněhu, však ale tak tuhá zima a mrznutí, že ve všech sklepích mrzlo a nic neobstálo.“*

2.2 Průběh počasí koncem února 1784

Počasí, podle pozorování z Prahy-Klementina před povodní v r. 1784, analyzoval již dříve Kakos [12]. Bylo konstatováno, že kvantitativní rozbor rozhodujících meteorologických faktorů tehdy největší známé historické vltavské povodně v únoru 1784 nebude možné už nikdy provést, neboť není



Obr . 1 Průběh teplot a rychlosti větru v Praze-Klementinu od 20. února do 10. března 1784. 1 – Dešťová srážka v Klementinu (ca 40 mm), silný vítr (6) a postupný nástup povodně na Otavě, horní Berounce a Vltavě. 2 – Kulminace v Praze. 3 – Kulminace v úseku mezi Mělníkem a saskou hranicí.

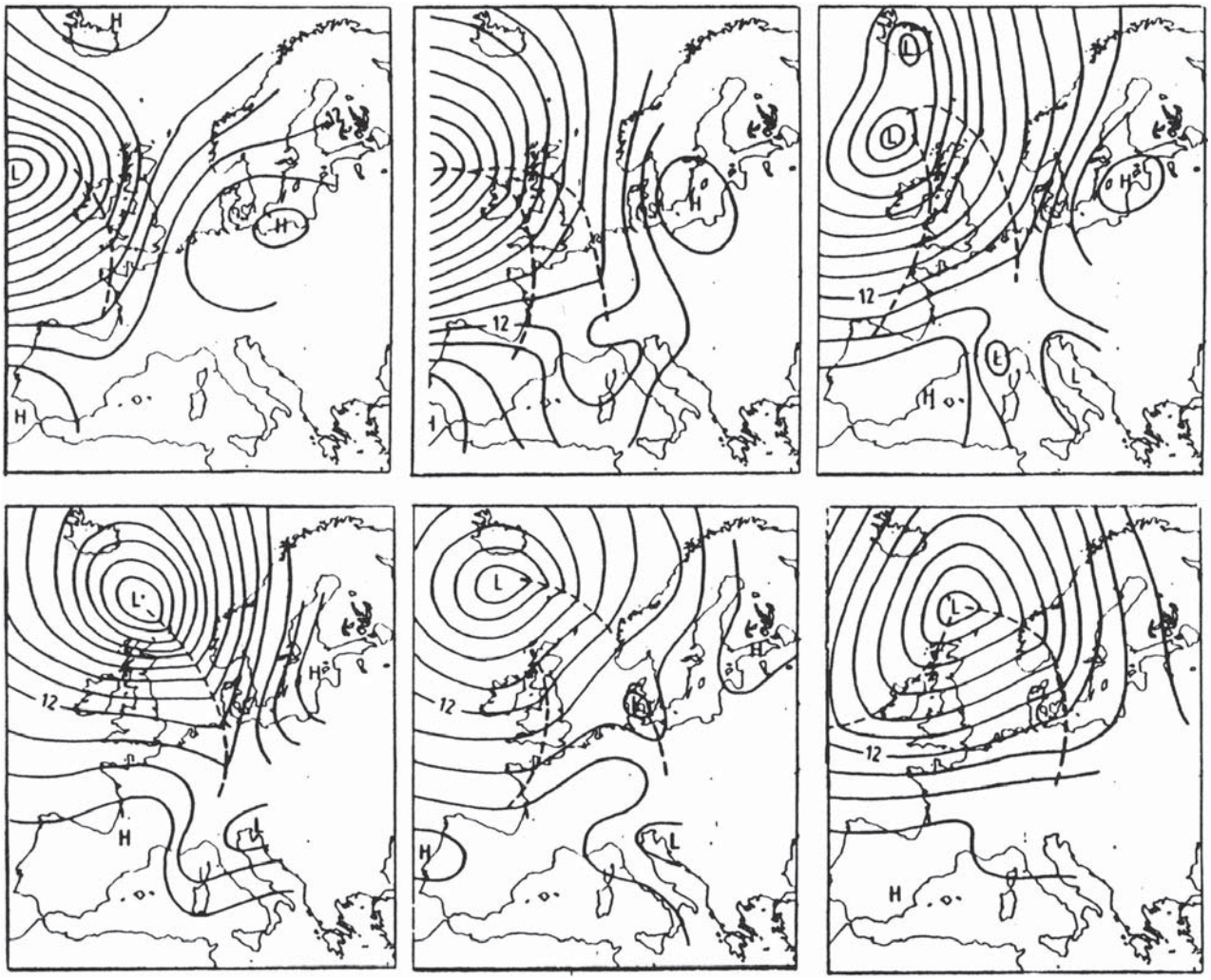
Fig. 1. The course of air temperature and wind speed at the Klementinum Observatory from 20 February to 10 March. 1 – Measured precipitation in Klementinum (40 mm), strong wind (6) and a gradual starting of the flood on the Otava, upper Berounka and Vltava rivers. 2 – Culmination in Prague. 3 – Culmination in the strech of the river between Mělník and the Saxon border.

známo množství spadlých srážek v povodí ani výška sněhové pokrývky.

Od 20. února můžeme porovnat průběh teploty a rychlosti větru (obr. 1) se slovním líčením F. Vaváka, který popsal vývoj počasí následovně: *„Zima se sněhem a mrazy držela až do 24. února, kteréhožto dne konec masopustu i též konec trvanlivého sněhu byl. Na den sv. Matěje a spolu na Popelec (25. února) již vlhnouti začalo, nato ve čtvrtek, 26. téhož* (měsíce) *odpoledne až do večera hojně pršelo i tu celou noc na pátek a hned vody ouprkem ze všech stran se valily, luka, pole, obce zatopily, a sice taková voda sem pod Milčice přišla a onde i onde na polích stála, že jsme to ještě, kteří tu rozeni jsme, nikdy neviděli. V pátek (27. února) ráno již záhony dobře znáti bylo a sníh všecken v vodu obrácen byl, ač ho dobře na loket ztloušti bylo.“* Tento kronikář dále hovoří o rozvodnění okolních drobných přítoků říček Šembery a Výrovky, vlévajících se u Nymburka do Labe, a končí zápisem: *„Dne 29. února v 1. neděli postní, byl pěkný čas, ale již slyšeti bylo, kterak onde i onde, dobytek i celé chalupa voda pobrala a zanesla...,“* [40]. Stejnou situaci líčí kronikář Hodek nedaleko soutoku Labe a Vltavy: *„...25. a 26. začalo silné tání... ...ve třech dnech stráven (sníh) byl,“* [34].

Pokud sledujeme vývoj podle objektivních záznamů, dostáváme podobný obraz. Dne 23. února začala po dlouhém období tuhých mrazů obleva. Následující dny při zatažené obloze a průměrných denních teplotách 3–6 °C a silném západním, později až severozápadním proudění pršelo, s maximální hodnotou srážkového úhrnu dne 26. února ca 40 mm (po přepočtu z původních jednotek), což reprezentuje dosud nepřekonaný únorový rekord pro tuto stanici [12]. Je více než pravděpodobné, že ještě významnější srážky byly zaznamenány mimo Prahu. Intenzivní déšť spolu se silným západním větrem při denních maximech téměř až 8 °C velmi rychle „zlikvidovaly“ dosavadní mohutnou sněhovou pokrývku.

Kakos ve [12] vyslovil názor, že podle pozorování směru a rychlosti větru způsobila tuto povodeň asi západní nebo severozápadní cyklonální situace, kdy se Čechy nacházely v teplých oblastech tlakových níží, postupujících z Atlantského oceánu na Baltské moře. Podrobnou analýzu podali Glaser



Obr. 2 Rekonstrukce tlakového pole podle Kingtona (1988) nad západní Evropou ve dnech 20. až 25. února 1784.

Fig. 2. Reconstruction of the pressure field after Kington (1988) over western Europe in the days of 20 to 25 February 1784.

a Hagedorn [7], zejména pro povodí Mohanu, již s využitím rekonstrukce tehdejších synoptických situací, opírající se o výsledky pozorování stanic mannheimské meteorologické sítě [15]. Dle podaného rozboru až do 22. února 1784 byla pro počasí v Evropě rozhodující tlaková výše nad Fennoskandií a Baltským mořem, nad střední Evropou s anticyklonálním zakřivením (HFa podle typizace izobar Hess-Brezowského). Poté 23. února nastoupila západní situace Ww, která způsobila náhlý vpád teplého vzduchu do střední Evropy (obr. 2). Synoptické mapy od 26. února nebyly bohužel k dispozici. Ve dnech 26. až 27. února vrcholil příliv teplého vzduchu na naše území při relativně velmi silném západním proudění (obr. 1), což způsobilo prudké tání sněhové pokrývky. Maximální denní teplota v Praze-Klementinu vystoupila 27. února až na 8,8 °C podle [17]. Tyto dny by se daly zřejmě zařadit do západní cyklonální situace (Wz). Tu pak vystřídala 28. února s největší pravděpodobností situace BM (meridionální přemostění vysokého tlaku nad střední Evropou), která znamenala ukončení příznivých podmínek pro povodně a vedla k přechodnému ochlazení (obr. 1).

Hlavní předpoklady, které vedly k extrémní povodni v Čechách, byly tedy následující:

a) velké množství sněhu i v nižších a středních polohách, které přesahovalo zřejmě na většině území 50 cm, přitom z větší části se patrně jednalo o sníh starý a ulehlý s vysokou vodní hodnotou a jen zčásti sníh relativně čerstvý,
b) hluboký zámrz půdy vzhledem k trvalým mrazům,
c) značně tlustý led na všech tocích (0,5 až 1,2 m), který byl za povodně příčinou ledových zácp.

Přechod frontálního systému od západu po 23. únoru byl spojen s následujícími bezprostředními příčinami povodně:

1) extrémní srážky z 26. na 27. února činily dle Klementina ca 40 mm a pravděpodobně i více;
2) silný západní vítr (stupeň 6 podle stupnice používané v Klementinu) dne 27. února;
3) postupné oteplování 27. února přes den až na téměř 9 °C.

3. VÝVOJ POVODNĚ V POVODÍ VLTAVY NAD PRAHOU

Dle uvedené hydrometeorologické analýzy proto došlo k prudkému vzestupu hladin patrně na převážné části povodí Vltavy. O tomto faktu svědčí množství zpráv, které jsou v textu řazeny v hydrologickém a časovém sledu. Přitom nejdůležitější ze zmíněných lokalit jsou vyznačeny v mapce (obr. 4). Relativně bohatý dobový materiál k Plzni poskytují výňatky z obsáhlého díla saského kronikáře a vědce Ch. G. Pötzsche [24] a také berounského děkana A. Seydla k jeho rodnému Berounu [30]. Zprávy z Písku, Českých Budějovic aj. jsou většinou pozdější a převzaté. V genezi povodně sehrá-

ly významnou roli spíše střední a nižší polohy než hory, kde se obleva pravděpodobně tolik neprojevila. Zatím nejvýše položeným místem s doloženou povodní je Český Krumlov. Roku 1830 zde voda dosáhla o 2 stopy (ca 60 cm) výše než r. 1784 [6]. Na soutoku Vltavy a Malše v Českých Budějovicích je popis vcelku konkrétní, pokud se týká vymezení zátopy, časové údaje jsou však nedostatečné. Voda zde 27. a 28. února proudila všemi ulicemi města, Krajinskou ulicí dostoupila k Masným krámům a někdejší Židovskou (U Černé věže) se dostala ke kostelu sv. Mikuláše. Značné hloubky dosáhla v České ulici, náměstí bylo částečně zaplavené, což umožňuje pokládat dosažený vodní stav za přibližně podobný s rokem 1890. Ničivost povodně však byla umocněná plujícími krami z Malše a Vltavy [20]. Ve stejný den Vltava strhla dřevěný most v nedaleké Hluboké nad Vltavou [19]. Rozvodnění Lužnice [33] pro nedostatek zpracovaných původních zpráv v oblasti můžeme jen předpokládat (situace s pramennou základnou byla konzultována s odborným pracovníkem SOA Třeboň V. Ramešem). Jedinou zprostředkovanou oporou je pouze zpráva o rozvodnění sousedního povodí Dyje, které je ovšem doložené až na Znojemsku [3].

Ve Strakonicích tentýž den jako na horní Vltavě, tedy v pátek 27. února, strhla Otava nový (r. 1781 po předchozí povodni vybudovaný) kamenný most, stejně tak jako Volyňka most dřevěný [5]. Podrobnější zpráva vysvětluje okolnosti povodně v Písku – uvádí se dosažený stav 469 cm nad normál v profilu nad mostem poblíž vodárny [6]. Řekou procházely až metr silné ledy a ty spolu s dřívím zatarasily vodě průchod mostem. Historik A. Sedláček v Dějinách města Písku [37] uvádí: *„Velké neštěstí zastihlo Písek léta 1784 dne 27. února dřenicí a zátopou. Oboje přišlo tak náhle, že se proti nim opatření činiti nemohlo. Proražen most, učiněny velké škody na mlýnech a stoupy koželužské u drátovny odplaveny.“* Nejvyšší stav byl dosažen v noci z 27. na 28. února, kdy voda nečekaně zatopila na pravém břehu řeky domky pod kasárnami až po střechy.

O rozvodnění úseku Vltavy mezi soutokem s Otavou (Zvíkov) a soutokem se Sázavou (Davle) se nepodařilo získat, kromě zmínky o Štěchovicích (viz dále), zatím žádné zprávy. Přejatou zprávu o převržené lodi u Zvíkova přináší pouze monografie Povodí Vltavy [25]. Níže po toku lze proto doložit až rozvodnění Sázavy. Seidler v Dějinách Světlé nad Sázavou [36] přejímá zprávu: *„28. února vystoupla voda tak, že most přes Sázavu byl z velké části odplaven.“* Podle zmínky o dosahu povodně r. 1845 ze stejného zdroje je pravděpodobné, že v r. 1784 nedostoupila hladina vyšší úrovně. Během únorové oblevy zmizel sníh jen z nižších poloh, neboť další povodeň zde byla ještě o měsíc později, a to 28. března. Pozoruhodná je zpráva o tuhé zimě a sněhu ležícím tamtéž údajně až do května.

Z povodí Berounky hovoří o extrémně rychlém a překvapivém vzestupu hladin zpráva o nástupu povodně v Plzni v pátek 27. února ráno mezi 8. až 9. hodinou. Podle Ch. G. Pötzsche [24]: *„...přišla nikým nečekaná velká voda s mohutnou ledovou zácpou, která utrhla všechny dřevěné mosty a vše tak zaplavila, že dvě dolní předměstí stála ve vodě a lidé museli prchat na střechy.“* O rychlosti nástupu povodně svědčí to, že: *„...obyvatelé, vzdálení 100 kroků od hradeb, nestačili dostihnout městskou bránu.“* Není však jasné, zda se v tomto případě jednalo o most přes Mži nebo Radbuzu. Jednoznačnější je popis další tragédie, kdy se asi 20 lidí pozorujících ledovou zácpu od dnes již neexistující Pražské brány (dnes Pražská ulice) zřítilo i se strženým mostem do rozvodněné Radbuzy. Ostatně o značném rozvodnění toků v oblasti Českého lesa svědčí i záznam o povodni z Domažlic, které leží na jejím pravostranném přítoku Zubřině.

Velmi osobní záznam existuje v zápiscích mlynářské rodiny z Manětínska: *„...přišla 24. února 1784* (zřejmě 27. února?) *ohromná povodeň, led byl na 2 a půl lokte silný. Voda zaplavila celé údolí* Střely,“ [16].

Důležitá a zatím téměř nejpodrobnější zpráva pochází z Berouna od místního děkana Josefa Antonína Seydla (1775–1837), který navíc jako dítě byl přímým účastníkem události. Podle jeho podání: *„Dne 27. února, jak obyčejně, nejprv Litava se hned nadmula a šla, mostek k Tetínu trhnouc... ...večír v 7 hodin trhl se led na Berounce, voda hledě vůčí rostla a hnedle se náramné kry strašně valily.“* O půlnoci povodeň začala zaplavovat sklepy a náměstí, které bylo chráněno před krami fortifikací a zavřenou branou. Podobně jako v Plzni přišla povodeň překvapivě: *„Berounští, že mezi nimi nebylo pamětníka, an by vodu kdy na náměstí a v ulicích viděl, odpočívali na lůžkách svých bezpečně; a že i ponocní v této případnosti nedbalí, odpočívali pořád, až je okolo 2. hodiny s půlnoci povodeň v jejich světnicích sama buditi počala*“ [30, 26]. Ráno v sobotu 28. února bylo zaplaveno náměstí do poloviny a kolem 15. hodiny povodeň dosáhla vrcholu. Značky povodní, které se alespoň zčásti dochovaly až dodnes v Berouně v budově Křížova mlýna čp. 8, svědčí o tom, že stav za kulminace byl srovnatelný, nebo mírně vyšší než za povodně r. 2002.

Je tedy možné opatrně předpokládat, že i průtok byl přibližně odpovídající, tedy alespoň 2 170 $m^3.s^{-1}$ [42]. S využitím výšek zaměřených značek [43, 44] tří průtokově vyhodnocených povodní z let 1845, 1872 a 1890 (tab. 1) můžeme pro známý stav 4,21 m (7 loket a 3 palce) zaměřené značky z r. 1784 odhadnout průtok i jiným způsobem. Na základě jednoduché interpolace tak vychází na ca 2 300 $m^3.s^{-1}$. V relaci s pražskou kulminací (viz další kapitola) a uvedeným průtokem z r. 2002, se jeví tento odhad jako vcelku rozumný. Kulminační průtoky berounských povodní odpovídají obvykle ca 40 % průtokových kulminací v Praze, což také přibližně vyhovuje. Za zmínku stojí, že podle uvedených značek byla povodeň r. 1784 až na 5. místě (vyšší značky po řadě 1872, 1598, 1675 a 1655). Věrohodnost další značky z r. 1769 nepřímo zpochybňuje Ninger [30].

Tab. 1 Přehled vyhodnocených kulminačních průtoků Q_k v letech 1845, 1862, 1890 a odpovídajících stavů v profilu Křížova mlýna v Berouně. Nadmořské výšky značek jsou přepočteny pro názornost na tzv. „normální vodu“, která je definována v [30]. Pozn. Bpv značí systém Balt po vyrovnání.

Table 1. An overview of evaluated peak discharges Q_k in the years 1845, 1862, 1890 and corresponding water stages in the site Křížův Mlýn in Beroun. Altitudes of the marks are recalculated to the so-called "normal water" defined in [30]. Bpv means Balt system.

Rok	m n. m. (Bpv)	Vodní stav (cm)	Průtok Q_k ($m^3.s^{-1}$)
1784	**221,9**	**4,21**	**2 300**
1845	221,1	3,36	1 838
1872	223,0	5,26	3 000
1890	220,6	2,88	1 545

Další zpráva pochází z blízkých Dobřichovic, jejichž dějiny časopisecky vydával místní farář J. Hradec (v 30. letech 20. století byl pozorovatelem hydrologické služby): *„Při zámku vystoupila voda na 7 a půl lokte.“* Zdůrazněna je opět rychlost nástupu povodně: „*Vlny přihnaly se tak rych-*

le, že lukař zachránil svůj život a své manželky jedině tím, že vylezl na vysokou lípu vedle domku stojící, kde celý den a noc ve mrazu zdržeti přinucen.“ Nad Prahou je známá zprostředkovaně výška vody podle tzv. „Regulačního sloupu“ ve Štěchovicích. Voda vystoupila o 3 lokty níž než r. 1799 (ledová dřenice), kdy omývala rakouskou orlici na vrcholu někdejšího sloupu [24]. Podle Nyplové [32] se ledy na soutoku Vltavy a Berounky nakupily v noci z 27. na 28. února. Těžce byly přitom postiženy Berounkou Dolní Černošice. Rychlost vzestupu i v této oblasti dokumentuje příběh dvou žen z Lahovic, které při zachraňování majetku nestačily opustit dům, do kterého začala voda proudit okny. Ve chvíli, kdy se je z loďky podařilo zachránit, výška vody činila 4 lokty. Poznamenejme, že v r. 1784 byl soutok Berounky a Vltavy ještě u Zbraslavi, teprve r. 1797 protrhla ledová zácpa hráze u Lahovic a Berounka si zde našla nové koryto.

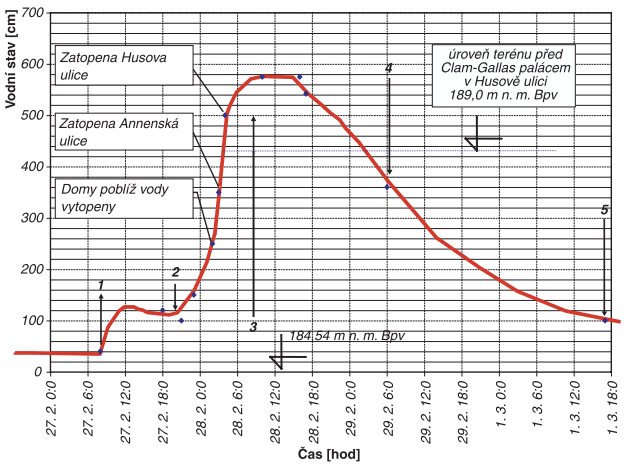
Povodeň podle uvedených zdrojů nastoupila v horní části povodí Vltavy již v průběhu noci z 26. na 27. února, strmá část vzestupné větve povodňové vlny zasáhla 27. února překvapivě Plzeň již ráno, Strakonice (snad v průběhu dne) a České Budějovice v noci z 27. na 28. února. V tutéž dobu překvapila povodeň Písek a Beroun. Zřetelné zpoždění měla Sázava, protože ve Světlé nad Sázavou došlo k výrazným vzestupům až v průběhu 28. února. Můžeme tedy předpokládat, že vzhledem k popsaným okolnostem měla na pozdější kulminace v Praze velký podíl především horní Vltava, Otava a Berounka. Velmi významný však byl nepochybně i přítok z mezipovodí vzhledem k intenzivním dešťovým srážkám a tání enormního množství sněhu.

4. VÝVOJ POVODNĚ V PRAZE

Informace o průběhu povodně v Praze je v nejzákladnějších rysech možné čerpat z práce Ch. G. Pötzsche [24], dále také z pamětí jazykovědce a zakladatele Vědecké společnosti F. M. Pelcla [29], stručných komentářů piaristy a historika J. Schallera (1785) nebo komentářů ke klementinským pozorováním A. Strnada [9]. Ze současníků se vrací k události větší počet autorů z venkova, jako Cífek z Třebíze, Vavák z Milčic, Hodek z Ouholic apod. Nadmíru užitečná je anonymní kramářská píseň, kde najdeme údaje o hloubce vody v jednotlivých ulicích a vymezení dosahu záplavy, které v souvislosti s jinými zprávami vyhlíží věrohodně.

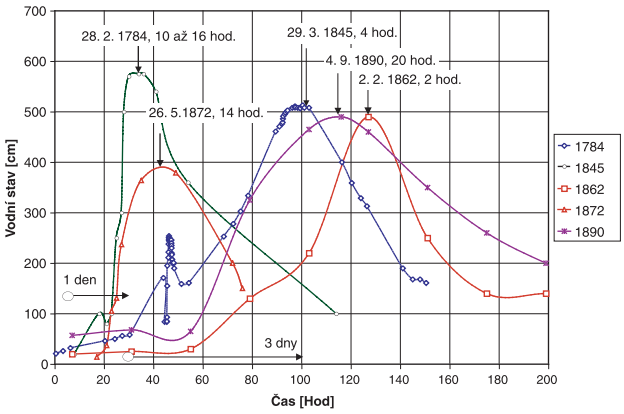
V Praze došlo k rozrušení ledové celiny ráno 27. února kolem 8. hodiny a posléze vcelku ke klidnému odchodu ledu *„do pozdní noci“*. Podle záznamů A. Strnada v Klementinu [8] voda ve Vltavě stoupla nejméně o 2 stopy. Večer následoval ještě přechodný pokles asi o 15 cm, o to rychlejší vzestup nastal však kolem 23. hodiny, tedy přibližně stejně jako v Berouně. Ráno ve 2 h již voda vytápěla domy u řeky, ve 4 h dosáhla již k budově Zemské administrace na rohu Husovy a Řetězové ulice (dnes Státní zastupitelství) a Clam-Gallasovu paláci, čímž hladina dosáhla přibližně úrovně stoletého průtoku (Q_{100}). Později se vzestup začal zřejmě zpomalovat. K porušení Kamenného (dnes Karlova) mostu došlo ráno v 6 h. Tehdy se zároveň do vody zřítila strážnice s vojáky.

Na základě dostupných zdrojů byl učiněn pokus o rekonstrukci časového průběhu v profilu Křižovnického kláštera (obr. 3a). K tomuto profilu je ve vztahu k hlavě tzv. Bradáče od pozdního středověku vztažen větší počet hladin povodní. Od r. 1675 jsou zde k dispozici i jejich značky. Údaje, které zmiňují např. Schaller [4] a A. Strnad [8], se vztahují s největší pravděpodobností k tomuto profilu, a proto mu byla dána přednost před profilem Staroměstských mlýnů.



Obr. 3a Pokus o rekonstrukci časového průběhu povodně v Praze v profilu Křižovnického kláštera. 1 – prasknutí ledu v 8 h ráno a vzestup ca 60 cm. 2 – přechodný pokles hladiny ca 15 cm. 3 – rychlý vzestup 30 cm . h^{-1} mezi 23. hodinou a 14.30 h. 4 – počátek poklesu kolem 17. hodiny, do rána ca 1,8 m. 5 – pokles hladiny o ca 1,5 m v průběhu 1. března.

Fig. 3a. An attempt at the reconstruction of the temporal course of the fllood in Prague in the river site Křižovnický klášter. 1 – the rupture of ice at 8 a.m. and the rise circa 60 cm. 2 – a temporary fall circa 15 cm. 3 – a fast rise 30 cm. hod^{-1} between 11 p.m. and 2.30 p.m. 4 – the beginning of the fall around 5 p.m., towards the morning circa 1,8 m. 5 – the fall about circa 1,5 m in the course of 1 March and a further fall in the following days.



Obr. 3b Srovnání pěti největších pražských historických povodní v profilu u Křižovníků (r. 1784, 1890) a v profilu Staroměstské mlýny (r. 1845, 1862, 1872) na základě [25, 46, 47, 31]. Srovnání s povodní v profilu Malá Chuchle (r. 2002) nebylo pro zcela jiné výškové poměry vhodné.

Fig. 3b. Comparison of the five largest historical floods in Prague in the river site U Křižovníků (1784, 1890) and in the river site Staroměstské mlýny (1845, 1862, 1872) on the basis of [25, 46, 47, 31]. Comparison with the flood in the river site Malá Chuchle (2002) has not been possible.

Určitý problém představuje stav hladiny před povodní, zčásti zřejmě ovlivněný ledovým vzdutím. Vzhledem k dlouhodobým mrazům lze předpokládat, že byl velmi nízký. Jako počáteční byla odhadnuta hodnota vodního stavu na 20 cm. Za stejného stavu začínala povodeň v r. 1845 a řada dalších zimních povodní s ledovou „dřenicí“.

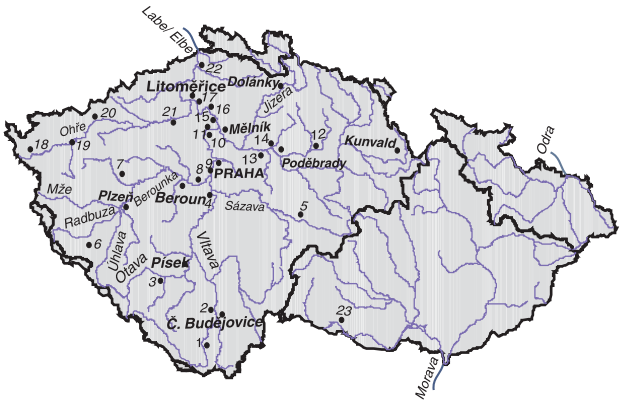
Průměrná rychlost vzestupu 30 cm za hodinu, jak udává Schaller [38, 4], mezi 23 h (27. února) a 13.30 h následujícího dne by měla odpovídat vzestupu hladiny o 4,20 až 4,40 m. Není důvod, proč nepřijmout toto poměrně exaktní sdělení, které má zřejmě reálný základ. Jedná se však o rychlost v tomto profilu nebývalou. Pro sledovaný profil u Křižovnického

kláštera nebo u Staroměstských mlýnů se nabízí porovnání s velkými povodněmi v letech 1845, 1862 a 1890. Ve všech těchto případech byla strmost vzestupu nižší, a to maximálně 10 cm. h^{-1}. Srovnatelná byla pouze květnová povodeň r. 1872 (maximálně 35–55 cm. h^{-1}) [25, 14] (viz obr. 3b). Srovnání s povodní r. 2002 je obtížnější, neboť její průběh byl měřen v profilu s jinými výškovými poměry. Lze však tvrdit že uvedené závěry lze vztáhnout i na tento případ. Rychlost vzestupu v profilu Malá Chuchle činila maximálně 15 až 25 cm.h^{-1}. Množství zpráv o neobyčejné dynamice povodně s prudkými vzestupy hladin v Plzni, Berouně, Dobřichovicích, Poděbradech, Litoměřicích, Drážďanech aj. (viz též předchozí kap.) podporuje věrohodnost Schallerovy informace.

Zprávy o době kulminace v Praze se navzájem poněkud různí. Podle [24] hladina dosáhla maxima v 10 h dopoledne, v poledne nastal pokles o 3 palce, vzápětí o 6 palců, po 17. hodině o dalších 6 palců. Podle [38] voda stoupala až do 13 h, a F. M. Pelcl zmiňuje naopak ještě do 16. hodiny mírný vzestup hladin. Výška kulminace profilu u Křižovnického kláštera je zaměřená a navíc zmíněná též u Dlouhého [6]. Nejčastěji se uvádí kulminace na úrovni 9 loket nad úroveň břehů. Tento údaj vcelku souhlasí se zaměřenou výškou 5,75 m v již zmíněném profilu. Jiná výška, 5,15 m, kterou uvádí např. Novotný [31], odpovídá patrně profilu u Staroměstských mlýnů. Zde bývala ještě v 19. století značka této povodně. Od r. 1825 se započala na tomto místě pravidelná měření vodních stavů (nula tohoto vodočtu bývala ca o 1 m výše než u Křižovníků).

Kulminační průtok v Praze byl pro povodeň 1784 odhadnut na 4 580 $m^3.s^{-1}$ [31], tedy jen nepatrně větší než roku 1845 (4 500 $m^3.s^{-1}$). Doplňme ještě, že v r. 2002 vystoupila proti povodni r. 1784 hladina nad Karlovým mostem výše o ca 45 cm a pod ním o ca 60 cm, přičemž průtok byl vyhodnocen na 5 160 $m^3.s^{-1}$ [42].

Pokud se jedná o rychlost postupu povodňové vlny, stojí za zmínku zejména to, že kulminace povodně nastala v Praze buď dříve, nebo souběžně s Berounkou v Berouně. Tato skutečnost je podstatná a její vysvětlení je stále otevřené, byť by bylo možné se jen odkázat na zpoždění Berounky. Dá se předpokládat, že výrazný vliv měl přítok z mezipovodí (mezi soutokem Vltavy s Otavou a Sázavou) a ten snad urychlil postup vlny údolím Vltavy.



Obr. 4 Přehled význačnějších míst zmíněných v textu. 1 – Český Krumlov, 2 – Hluboká nad Vltavou, 3 – Strakonice, 4 – Štěchovice, 5 – Světlá nad Sázavou, 6 – Domažlice, 7 – Manětín, 8 – Dobřichovice, 9 – Lahovice, 10 – Veltrusy, 11 – Ouholice, 12 – Hradec Králové, 13 – Milčice, 14 – Nymburk, 15 – Dolní Beřkovice, 16 – Štětí, 17 – Křešice, 18 – Cheb, 19 – Karlovy Vary, 20 – Kadaň, 21 – Pátek, 22 – Děčín, 23 – Znojmo.

Fig. 4. An overview of the more important localities mentioned in the text.

Od 28. února se však začalo ochlazovat a následujícího dne klesla teplota pod nulu (obr. 1) podle [24] došlo k poklesu hladiny o 3 lokte. Z již poškozeného mostu se zřítila plastika anděla, nalezená až v únoru 2004. F. M. Pelcl zaznamenal, že hladina se vrátila na úroveň, kterou měla 27. února odpoledne, tedy v první den povodně. Jiné dostupné zdroje se shodují, že již 29. února voda ustoupila z města a ulice byly plné ledu. Podle klementinských pozorování [8] byla Vltava ráno 1. března znovu na 1 palec zamrzlá a voda poklesla do večera o 5 stop a klesala dále i 3. března. Ke dni 22. března se vyskytovaly ještě zbytky přirostlého ledu a jinak již nízký stav vody. Doba, po kterou povodeň v Praze trvala, byla velmi krátká, a celkový objem povodňové vlny byl tedy zřejmě podstatně menší než např. v letech 1845 a 1890 (viz obr. 3.b).

V Praze můžeme docela dobře vymezit rozsah zátopy a porovnat ji s r. 1845. K této problematice úvodem slova kněze a autora Dějepisu povodní Václava Krolmuse [21]: „*Co do výšky, povodeň roku 1845 jest s onou od roku 1784 (28. 2.), jakož i s onou od roku 1501 (15. 8.) stejná, ale co do vodstva týká povodeň března, větší jest, nežli 1784, byla. Neboť Vltava rozmnoženými kanály (kteréž tehdáž nebyly) se dále rozšířiti mohouc, na výšce ztratila, co na šířce získala. Staří lidé dokazují, že voda r. 1784 tak daleko a vysoko do Starého Města se nevzedmula, jako r. 1845. Výpovědě jejich, zprávy ze zatopených krajin pod Prahou v tom se všechněch zhodující, potvrzují, že naskrze o 2, 3 také někde o 4 střevíce.*“ Kronikář měl na mysli právě zcela nové pražské nábřeží mezi dnešním Národním divadlem a Karlovým mostem, tedy kanály. Je docela možné, že kapacitnější koryto Vltavy bylo příčinou nižšího stavu r. 1845. Z výše uvedených zdrojů, především [24], ale také kramářské písně [2], můžeme identifikovat rozsah zátopy. Podle těchto zpráv bylo zatopeno území od Zbraslavi přes Braník, Podolí, Podskalí (zatopeno vodou až na 8 loket), vltavské pobřeží až po obě Poštovské ulice (dnes Křemencova a Karoliny Světlé) a Kamenný most. Voda končila uvnitř Starého Města na rohu Betlémského náměstí a Husovy ulice. Ta byla pod vodou celá a voda se Karlovou z jedné a Platnéřskou z druhé strany dostala až na Malé náměstí. V kramářské písni se zpívalo: „*...k malýmu ryneczku od mostu došahala, a to až k samýmu domu Zlatý koruny došla.*“ Nadmořská výška domu U zlaté koruny (na rohu Jilské a Malého náměstí čp. 13) souhlasí vskutku s nadmořskou výškou příslušné značky u Křižovníků. Staroměstské náměstí zůstalo jako r. 1845 ovšem nedotčeno. Zatopené bylo celé Židovské Město a voda dosahovala až k rohu Kozí a Dlouhé ulice a omývala vysoko (3 lokty) hřbitovní zeď u sv. Haštala [2]. Předmostí Karlova mostu bylo nezatopené jen po kostel sv. Salvátora, přístup od Starého Města byl proto odříznutý. V kronice Jana Cífky z Třebíze najdeme upřesňující zprávu ohledně Kamenného mostu: „*...půl lokte do kruží dosahovala...,*“ čímž je bezpochyby míněná výška, kterou hladina přesahovala náběhy kleneb mostních oblouků (obr. 6).

Na levém, tedy malostranském břehu byla zatopená velká část Újezdu, okolí Johanitského špitálu, celý ostrov Kampa, kde úroveň hladiny ukazuje značka povodně vedle Karlova mostu na domě U obrázku Panny Marie, známého pamětní deskou A. Kašpara (obr. 5). Vzájemný vztah zde umístěných značek a čáry zátopy v srpnu 2002 ilustruje obrázek č. 5. O zatopení Nostického paláce praví F. M. Pelcl, že se: „*...jezdilo se okolo něho na lodičkách.*“ Pod vodou byla i Nová (Anny Letenské) ulice a bývalá Jezuitská zahrada stojící v místech dnešního Předsednictva vlády (Strakova akademie).

Zaplaveno bylo Špitálské pole (Karlín), včetně „císař-

Tab. 2 Přehled důležitých časových údajů a odhadnutých kulminačních průtoků povodně roku 1784

Table 2. An overview of significant periods of time and estimated peak discharges during the 1784 flood.

Místo	Rozrušení ledu Datum, čas	Prudký vzestup Datum, čas	Kulminace Datum, čas	Kulminační průtok Q_k [$m^3.s^{-1}$]
České Budějovice	?	?	27. 2. až 28. 2.	?
Písek	?	27. 2. / 28. 2. v noci	28. 2.	?
Plzeň	?	27. 2. 8 h až ? h	27. 2.	?
Beroun	27. 2. 19 h	28. 2 až 10 h	28. 2. 15 h	ca 2 300
Praha	27. 2. 08 h	27. 2. 23 až 10 h	28. 2. 10 až 16 h	ca 4 580
Litoměřice	28. 2. 6 h	29. 2. 01 až ?! h	29. 2.	?
Děčín	?	?	29. 2.	ca 4 800
Drážďany	28. 2. 21 h	28. 2. 21 až 7 h	1.3. 2 až 6 h	ca 5 200

Poznámka: ? = údaj není známý

ské silnice“, až po Žižkov, Libeň a zahradu Trojského zámku. Podle kronikáře Vorlíčka [34] vystoupila voda v Libni r. 1784 níže než r. 1845. Rozsah zátopy, tak jak byl uveden, souhlasí přesto až překvapivě se zakreslením zatopených území za povodně r. 1845. Najdeme ho ve starších mapových materiálech i s větším počtem míst se zaměřenými značkami obou povodní [44, 45]. Jedná se o Vyšehradský přívoz, bývalou Botanickou zahradu na Smíchově, plavební komoru na Smíchově, již zmíněný dům U obrázku a Křižovnický klášter. Některé údaje byly nalezeny též v Archivu ČHMÚ v Brozanech v poznámkách neznámého pracovníka. Kromě zpráv věrohodných existuje několik jiných, které můžeme považovat za nadsazené, anebo zarážející. Sem patří značně diskutabilní možnost přelití Karlova mostu na jeho okrajích. Zmiňuje ji milčický Vavák: *„...až zároveň s mostem, ano až na most takové věci házela a posledně i voda přes zábradlí u obou konců mostu šla.“* Kronikář nebyl očitým svědkem povodně, což snižuje věrohodnost této zprávy, lze však připustit, že na most se v jeho okrajích nahrnuly ledy. Jediným místem, kde povodeň r. 1784 dostoupila výše než hladina r. 2002, je oblast Vyšehradu, což je dáno zřejmě výstavbou kapacitního koryta Vltavy v tomto úseku (r. 1902). Opakem je oblast Karlína a Libně, kde voda v srpnu 2002 vystoupila vzhledem k pronikavým změnám v 19. a 20. století (zřejmě těleso dráhy, zasypání ramen Vltavy, aj.) o 2,5 m výše (!) než r. 1784.

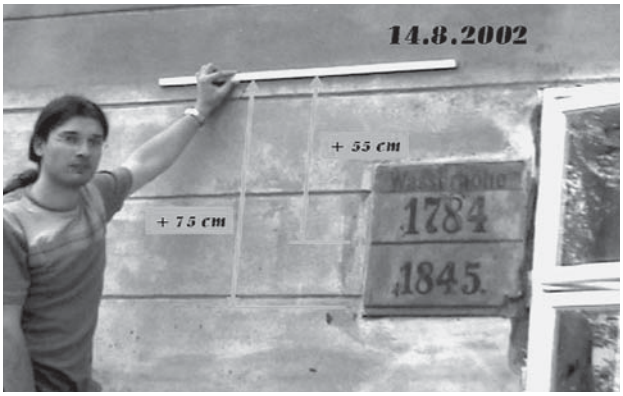
Z materiálních škod jmenujme především částečné protržení Kamenného mostu (podemlet 6. pilíř, poškozeno 5 pilířů a 3 oblouky), dále pak jezy a mlýny, jejichž poškození znemožňovalo normální chod města v čase po povodni. Pamětník Emanuel Holeček v protokolu, který s ním zavedla vyvazovací komise 19. září 1854 [41] uvedl, že: *„Jez Staroměstský byl taktéž stržen r. 1784 a sice při levém břehu, avšak teprve prý 6 neděl po jezu Novomlýnském, poněvadž se podkopal.“* Stržen byl i jez Dolnoloděcký, takže zůstal pouze jez Helmovský (Novomlýnský stával přibližně v ose Revoluční ulice a Dolnoloděcký jez nad dnešním Helmovským, oba byly zrušeny až ve 20. století). Situace v Praze hrozila humanitární katastrofou. Ve Starém Městě byly totiž z provozu vyřazeny všechny mlýny a pekárny, obyvatelé trpěli nedostatekem palivového dříví, které bylo odplaveno. Stržení Novomlýnského jezu a následující velmi suché léto pak umožnilo ještě téhož roku opravu Kamenného mostu (obr. 7).

5. POVODEŇ POD PRAHOU A NA LABI

Pod Prahou v Miřejovicích byl zničen místní pivovar a voda v Nelahozevsi zřejmě podle úrovně na chotkovské hraběcí sýpce dosáhla o 5 loktů výše než za dosavadní, z hlediska pamětníků, nejvyšší povodně r. 1771 [24]. Byl stržen most ve Veltrusích, kde voda opustila dřívější „ostrovské rameno“ a zcela zničila zámecký park. Kronikář Václav Hodek z Ouholic u Vepřku na Mělnicku hodnotí situaci následovně: *„... načež hnedky voda silně přibývati počala, že ten silný na loket led 27. strhla a 28. febr. tím ledem se zvýšila, že jí předtím žádného pamětníka nebylo. Kteráž (voda) do mého stavení půl lokte na dvůr vystoupila...,“* [34]. Do Vltavy zde vtékající Bakovský potok ilustruje rozvodnění i jiných drobných přítoků. Krátce předtím totiž ohrožoval tento potok Velvary (zde několik mrtvých) a Sazenou (stržen most).

Labe se dále rozlévá do široké roviny sahající až po Mělník a území je do jisté míry společné Labi i Vltavě. Podle kroniky obce Obříství: *„Protože Semilkovice ležely v téže rovině a nebyly vzdáleny ani 1 kilometr od Úpora směrem k jihu, stoupla voda do výše 4 m a pro hromady ledu ještě výše i v Semilkovicích. Tam však si Labe prorvalo nové řečiště přímo středem vsi.“* Při povodni zanikly v této oblasti Staré Ouholice a Staré Semilkovice, po nichž zbyla na břehu starého ramene Labe kaplička, připomínající tragickou událost [39].

O situaci na horním Labi je prozatím relativně méně zpráv, a jsou navíc někdy mírně rozporné. Podle některých náznaků lze předpokládat významnou povodeň již od Hradce Králové (pravděpodobně značka v místě elektrárny „Hučák“, postavené r. 1912). Pro oblast Nymburka uveďme hodnocení z Vavákovy kroniky: *„...na Labi ač velká voda také byla, nic paměti hodného se nepřihodilo.“ Stejný* autor později, po velké povodni r. 1804, vzpomíná a srovnává: *„...veliké rozvodnění, jakéž nebylo od roku 1784, ano místem bylo i větší.“* V poznámkách ke klementinským pozorováním se uvádí, že



Obr. 5 Dům u Obrázku Panny Marie s historickými značkami. Foto J. Kubát.

Fig. 5. The house U obrázku Panny Marie with historical marks. Photo by J. Kubát.

Obr. 6 Pohled na Karlův most 28. února 1784 směrem ze Střeleckého ostrova. F. Erban, mědiryt.

Fig. 6. A view of the Charles bridge on 28 February 1784 towards the Střelecký Island. F. Erban, copperplate engraving.

v oblasti Hořína byla povodeň v červnu 1804 dokonce vyšší. Podle značky na Nymburském špitále Vavák znovu porovnává tento případ až s ryskou z r. 1598: *„...tu okolo Nymburka taková voda 208 let nebyla.“* Povodeň r. 1784 byla proto touto následující událostí z června 1804 s největší pravděpodobností překonána. Z rozličných zpráv lze usuzovat, že „stoletá povodeň“ z r. 1845 překonala předchozí případy z let 1761, 1784 i 1804. Dalším zdrojem informací o průběhu povodně jsou zápisy vrchnostenské kanceláře z Poděbrad, že Labe poškodilo dokonce dláždění velkého mostu a v očích pamětníků byl překonán již zmiňovaný případ z r. 1761 [45, 46]. Z povodí Jizery naznačuje větší rozvodnění jen kronikář Dlask z Dolánek u Turnova, který r. 1834 hodnotí tehdy aktuální velkou povodeň slovy: *„25. ledna se tuze zvodnilo, že na 50 let taková voda nebyla,“* [22].

Závěrem lze konstatovat, že se jednalo o velkou povodeň, která však nad Mělníkem patrně nepřekročila stav povodně z r. 1845 s kulminačním průtokem 1 560 $m^3.s^{-1}$. Tento průtok můžeme zároveň považovat pro tento úsek v roce 1784 za horní mez pro kulminaci. Za dolní mez lze považovat hrubým odhadem ca 1 000 $m^3.s^{-1}$ (ca Q_{20}).

Odpověď na otázku, proč následná povodeň r. 1845 měla na dolním Labi výrazně horší průběh než povodeň r. 1784 však nelze hledat v absenci povodně na horním Labi v únoru 1784. Významná povodeň se zde, alespoň mezi Hradcem Králové a Mělníkem, určitě vyskytla. Specifický, velmi rychlý průběh událostí v povodí Vltavy však zřejmě snížil pravděpodobnost střetu kulminací z obou povodí. Podle [24] u Mělníka: *„Vltava se svou velkou vodou vrhala do Labe a její led působil na rozrušení ledové celiny,“* což nepřímo potvrzuje předstih vltavské povodně před labskou. Na Labi totiž zřejmě ještě nepraskl led. Tyto předpoklady bude však nutné potvrdit i z dalších zdrojů.

V úseku Litoměřice – Drážďany byla jednoznačně překonána výška vody za velké zimní povodně z r. 1655 (Litoměřice, Děčín, a další místa v Sasku) o ca 10 až 30 cm. Následující povodeň r. 1845 vystoupila však ještě výše než r. 1784, a to o ca 60 až 90 cm v celém úseku Mělník – Děčín. Důvody lze hledat právě v předchozí úvaze. Uvedené rozdíly mezi povodněmi vycházejí ze srovnání značek povodní v zámeckém parku v Hoříně, v Mělníce, Dolních Beřkovicích, Křešicích u Litoměřic a Děčíně. Další relativní vztah mezi povodněmi 1845 a 1784 je znám v Litoměřicích, Lovosicích a Žernosekách. V Roudnici nad Labem bylo poničeno někdejší Židovské Město a mlýny; voda zde dosáhla výšky 12 loktů.

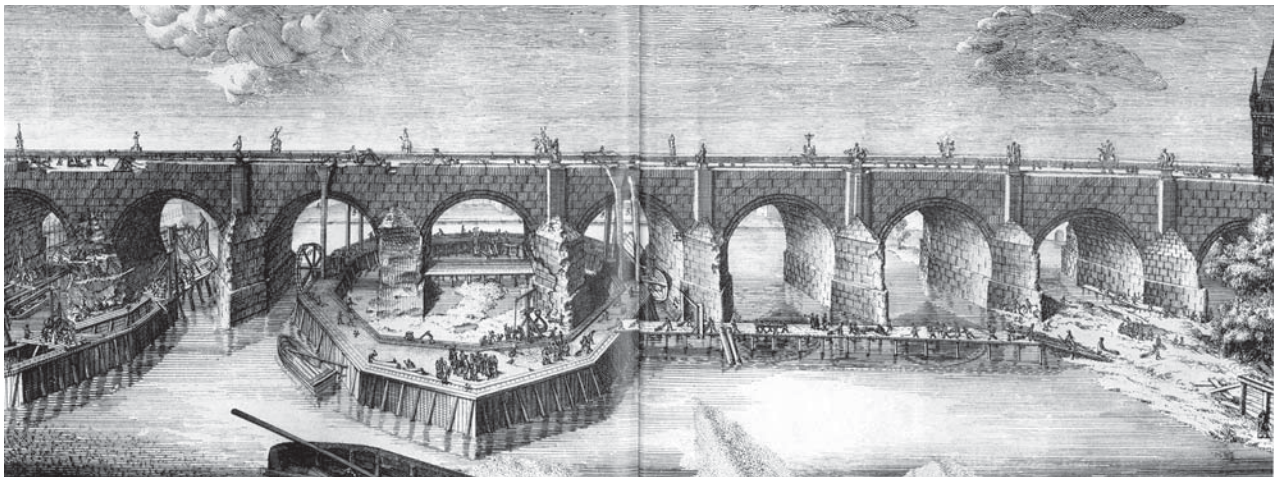
O rozvodnění Ohře (27.–28. 2.) svědčí zprávy z Chebu a Karlových Varů [4], Kadaně [23], dále obcí Radonice a Pátek na Lounsku, kde byl odnesen jez [28], a Libochovicích, kde byl stržen most a voda dosáhla 16 stop.

V Litoměřicích praskl led 28. února v 6 h ráno a nečekaně rychlý vzestup nastal následujícího dne v 1 h po půlnoci, tedy ca o 26 hodin později než v Praze. Nejvyšší stav odpovídal 3 sáhům 2 stopám, což je o 90 cm méně než r. 1845 a zároveň o ca 13 cm výše než r. 1655. Kromě 57 poškozených domů byly zničeny mlýny a těžce poškozen most. Úspěchem byla záchrana několika set lidí na velkých člunech. V Děčíně vystoupila voda tak, že: *„...byla 13 kroků za Labskou bránou... ...z malého mostu byla vidět jen horní část a nechybělo mnoho, aby Labe teklo kolem celého města"* [18]. Výška značky na zámecké skále v Děčíně (26 stop nad nulou vodočtu) odpovídá téměř přesně výšce (rozdíl 2 cm) vyhodnocené povodně z r. 1862 (např. [27]), tj. 4 820 $m^3.s^{-1}$. Průtok v r. 1784 můžeme považovat za obdobný, tedy ca 4 800 $m^3.s^{-1}$. Na zámecké skále v Děčíně je značka této povodně 5. nejvyšší pod značkami z let, 1845, 2002, 1432, 1805 a 1862 (téměř stejně vysoko).

V Drážďanech praskl led večer 28. února v 21 h a následně začal prudký vzestup hladin, podobně jako v Praze. Vzestup trval ca 12 hodin do 29. února 8 h ráno, kdy voda dosáhla již 7

Obr. 7 Oprava Karlova mostu po povodni roku 1784. K. Salzer, mědiryt (výřez).

Fig. 7. The reconstruction of the Charles bridge after the flood in 1784. K. Salzer, copperplate engraving (slice).



loktů a 18 palců. Fügner [9, 10] upřesňuje jeho rychlost podle Pötzschových údajů na 32 cm.h^{-1}. Během 11 hodin vystoupila voda tedy o 3,47 m. To byl patrně konec nejrychlejšího stoupání. Kulminace byla dosažena po pozvolnějším vzestupu, který skončil 1. března mezi 2. až 6. hodinou ráno (vzestup o ca 1,6 m). Odhad průtoku, odpovídající maximálnímu stavu 9 loket 12 palců, tedy 8,38 m podle dnešního vodočtu, odhaduje Fügner [9, 10] na 5 200 m^3.s^{-1}. Celodenní mráz, který jíž 1. března panoval v Drážďanech i Praze (obr. 1), zřejmě urychlil pokles hladin. Do večera 2. března došlo k dalšímu poklesu asi o 2,7 m, menší opětné vzestupy pak následovaly ještě kolem 6. března. Celkový přehled o časových charakteristikách a odhadech kulminací obsahuje tabulka 2.

Na základě údajů ze všech tří povodí můžeme částečně hovořit o postupových dobách. Zarážející je, že v Písku, a zejména v Berouně a Praze, se vzestupy časově téměř kryjí. Postupová doba mezi Plzní a Berounem činila ca 16 hodin. Ve středním Polabí došlo k prasknutí ledu o den později než v Praze (28. února), ale prudký vzestup následoval zřejmě ne později než 12 hodin po Praze, tedy již odpoledne 28. února. Postupová doba mezi Prahou a Drážďany, pokud se jedná o počátek prudkého vzestupu, činila ca 22 hodin. Pokud hodnotíme časovou vzdálenost kulminací, ta představovala 34 až 40 hodin. To vše svědčí o velké dynamice povodně, rozhodně tedy větší, než jsme zaznamenali v r. 2002.

Význam těchto skutečností pro varovnou službu je značný, uvážíme-li, že od počátku příčinných srážek (zřejmě 26. února odpoledne) až po kulminaci v Praze uplynulo jen ca 45 hodin. Pro strmost vzestupné větve této povodně smíšeného typu z tání a deště v Praze můžeme najít analogii pouze u povodně z přívalových dešťů v r. 1872 (obr 3.b).

OHLASY POVODNĚ A HISTORICKÁ PAMĚŤ

Krátce po katastrofální povodni vyšly v Praze dva zajímavé příležitostné tisky. Prvým je anonymní „Beschreibung Schrecklichen Verwüstungen...“, čili popis strašlivého zpustošení [1], který byl sepsaný a vytištěný necelých 14 dní po události (obr. 8). Pojednání je však z hlediska věcného pohledu a informací překvapivě velmi chudé a obsahuje především emocionální popisy. Naopak nadmíru užitečný je druhý tisk, totiž dochovaná kramářská píseň *„Truchlivá novina“* [2], kde lze nalézt konkrétní výšky hladin v jednotlivých ulicích a vymezení rozsahu záplavy v Praze, jak již bylo zmíněno. Místy můžeme mít dojem, že máme před sebou technickou zprávu ve verších (obr. 9). Pozoruhodný je závěr písně: *„Žádný není tak starý, jenž by to pamatoval, že by se tak voda zdvihla, potomkům všem povídal; až již tu sto a devět let docela vypadalo, co jest podobnou potopu v Praze mnoho zahynulo. Nynější přece roku ještě hůřeji vzrostla, neb jak známky ukazují, o loket vejše byla.“* Jedná se o zjevnou narážku na zmíněné křižovnické značky, a obzvláště červnovou povodeň r. 1675. Skutečný rozdíl výšek značek povodní 1675 a 1784 je 90 cm, tedy loket a půl, což by snad dělalo ve verších jistou potíž.

Povodeň r. 1784 byla v době, kdy proběhla, pociťována nejen v Praze, ale i v Německu jako mimořádná katastrofa nemající pamětníka. V Praze byla ve své době srovnávána s letní povodní r. 1675 nebo také zimní povodní r. 1655. Obě však byly pro tehdejší obyvatele téměř tak časově vzdálené jako v r. 2002 povodeň z r. 1890. Ještě vzdálenější horizont zmiňuje neúnavný komentátor Vavák, když připomíná*: „... povodeň taková, jakouž netoliko žádný nepamatuje, ale ani v kronikách zapsána není. Ačkoliv léta 1501 taková voda tam byla, že zajíc na ovesném mandeli seděl a tak na Staroměstském rynku ploval, nicméně tehdáž spíše do města voda vyraziti mohla nežli nyní, a přece přes zábradlí na mostě nešla jako nyní.“* Jeho citace z Hájkovy kroniky je ovšem nepřesná.

Die
Ueberschwämmung,
oder:
eine vollkommene
Beschreibung
aller der
Schröcklichen Verwüstungen
der
vom 27 Februar 1784 Nachts bis des 28.
dieses Abends anschwellenden ausgetrettenen
Moldau.

Prag den 11. März 1784.

Gedruckt und zu haben bey Jos. Emman. Diesbach
auf dem altstädter kleinen Ringel Nro 225.

Obr . 8 Titulní list anonymní zprávy o povodni roku 1784, [1].

Fig. 8. The title page of an anonymous report on the flood in 1784, [1].

Vzdělaný F. M. Pelcl, který zachytil časový vývoj povodně, dokonce tvrdí, že to byla největší povodeň od r. 1342. Pelclova zpráva [29] se v detailech liší od podání Pötzchova; ovšem první z nich mohl být dosti pravděpodobně i s historikem F. Schallerem přímým svědkem povodňové katastrofy v Praze. Protože zatopeno bylo i Klementinum, mohl mít ztíženou situaci při dokumentaci jejího průběhu i Antonín Strnad, královský astronom, tehdejší pozorovatel počasí v Klementinu.

Poslední větší povodeň, která skutečně byla ještě v živé paměti obyvatel Prahy, nastala r. 1771 (ca o 1,6 m nižší než r. 1784) a na horním Labi to stejné platí o povodni r. 1761. O tom, že právě povodeň r. 1771 vystoupila v Praze nejvýše od r. 1675, hovoří jasně kronikářské zprávy, značky u Křižovníků a přehled povodní od Schallera [38]. Překvapení zčásti plynoucí z nepřítomnosti historické „povodňové“ paměti potvrzuje např. chování obyvatel Berouna, kteří byli povodní r. 1784 bez předchozí zkušenosti či analogie tragicky zaskočeni, jak již bylo zmíněno výše. Jiný příklad ze zápisků kronikáře Vorlíčka z Hostína se vztahuje k březnu 1845, kdy v Dolních Beřkovicích odmítli evakuaci dva devadesátiletí pamětníci s poukazem na to, že se jim nepřihodilo nic ani v r. 1784, a proto zůstanou za této povodně ve svých domovech. Jejich odhad byl správný i přesto, že voda vystoupila o ca 90 cm výše než r. 1784.

Pokud se jedná o dobová výtvarná díla, drastický a beznadějný obraz o situaci u Karlova mostu poskytují lepty od

Obr . 9 Titulní strana kramářské písně o povodni 1784 „Truchlivá novina o letošní pamětihodné povodni", Anonymus [2].

Fig. 9. The title page of the broadside ballad on the flood in 1784.

J. Berky a F. Erbana (obr. 6). Všechny příběhy, které najdeme v *„Truchlivé novině"*, jsou zde zhuštěny do jedné vteřiny. Je tu i zničení vojenské strážnice, situace na Střeleckém ostrově, lidé na krách, plující postele, matka s nemluvnětem apod. Celá série leptů k tomuto tématu pochází od B. Winklera, který přizpůsobil Prahu výtvarnému záměru, anebo ji neznal. Předkládá kromě Prahy i situaci ve Würzburku, Vídni a Kolíně nad Rýnem. Věcný mědiryt od K. Salzera (obr. 7) ukazuje situaci během opravy protrženého mostu, v plné formě dokonce i pilíře Juditina mostu, které pro nízký stav vystoupily z řeky.

ZÁVĚR

Při dokumentaci únorové povodně z r. 1784 se podařilo shromáždit řadu méně známých, a dokonce dosud zcela neznámých dobových informací, které umožnily prokázat výskyt tohoto hydrometeorologického extrému na většině hlavních přítoků Labe a Vltavy a zodpovědět některé otázky týkající se časového a prostorového průběhu povodně. Grafická podoba předpokládaného časového vývoje povodně v Praze představuje cenný komparativní materiál.

Únorová povodeň r. 1784 byla jedním z mimořádných následků situace, která se vytvořila v letech 1783/1784 (a později také 1784/1785). Velmi suchá léta a neobyčejně chladné, sněžné, a zejména dlouhé zimy patřily k extrémním případům svého druhu. Bezprostřední příčiny, tedy prudké oteplení spojené se silným větrem a zároveň i intenzivními dešťovým srážkami, vyvolaly prudkou odtokovou odezvu v povodí Vltavy a Labe. Regionální rozsah povodně přesahoval však výrazně plochu obou povodí, a byl extrémem sám o sobě. Zasažena byla totiž především povodí Rýna, dále Dunaje a částečně i Odry. V západní Evropě byly současně silně rozvodněny řeky Seina, Loira a Meusa (Maas).

Větší počet kronikářských zpráv, ale i objektivní údaje z Prahy a Drážďan, poukazují na neobvyklou strmost vzestupné větve povodňové vlny a její rychlý postup. V této souvislosti jsou logické zprávy o překvapivosti povodně. K ní přispěla v Praze i skutečnost, že poslední stoletá povodeň zasáhla město v červnu r. 1675, a proto můžeme hovořit o částečné nepřítomnosti „historické paměti". Dynamika povodně a rekordní kulminační stav jsou momenty, které vytvořily fenomén povodně r. 1784. Územní rozsah zajistil této katastrofě navíc výsadní místo v dějinách evropských povodní.

Ačkoliv k události došlo relativně nedávno, (před 220 lety), tedy již v raně instrumentálním období, jsou mnohé skutečnosti o jejím průběhu zatím stále neznámé. Rozbor povodně z r. 1784 smíšeného typu (z tání sněhu a deštů), poukázal jasně na velkou nebezpečnost podobných situací, a tedy značný význam pro varovnou službu.

Poděkování

Autoři děkují Grantové agentuře AV ČR za podporu projektu č. A3086401, v jehož rámci tento článek vznikl. Za cenné rady ohledně pražského místopisu a geodetické práce děkují panu Zvonimíru Dragounovi, za pomoc při hledání vzácných archivních podkladů PhDr. Šmilauerové z Archivu v Nymburce.

Literatura

[1] ANONYMUS, 1784. Die Ueberschwämmung, oder eine vollkommene Beschreibung Schrecklichen Verwüstungen der vom 27. Februar 1784 Nachts bis den 28. dieses Abends entschwellenden ausgetretenen Moldau. Praha: Druck Josef Emman.

[2] ANONYMUS, 1784. Truchlivá novina o letošním paměti hodném povodni mezi 27. a 28. dnem měsíce února v Čechách a nejvíce v Pražských městech se přitrefilo. Malá Strana, 8 s.

[3] ANONYMUS, 1852. Fortsetzung der Notizen über die Eisgänge und die Folge derselben stattgefundenen Ueberschwemmungen des Tayaf-lusses. Znaimer Wochenblatt, No.4.

[4] BÖRNGEN, M. – TETZLAFF, G., ED., 2000. Curt Weikinn Quellentexte zur Witterungeschichte Europas von der Zeitwende bis zum Jahr 1850, Bd I./5. Berlin/ Stuttgart: Gebrüder Borntraeger.

[5] ČEŠKA, A., 1938. Mosty ve Strakonicích, Strakonicko, IV. s. 121–122.

[6] DLOUHÝ, J., 1899. Povodně na řekách českých, Zvláštní otisk ze Zpráv spolku architektů a inženýrů v království Českém. Praha: Spolek architektů českých. 49 s.

[7] GLASER, R. – HAGEDORN, H., 1990. Die Ueberschwemmungskatastrophe von 1784 im Mainthal. Die Erde, 121, H.1, s. 1–14.

[8] HLAVÁČ V., 1977. Poznámky z klementinských pozorování 1775–1839. Praha: ČHMU. 191 s.

[9] FÜGNER, D., 2002. Hochwasserkatastrophen in Sachsen. Taucha: Tauchaer Verlag. 88 s.

[10] JELÍNEK, V., 1912. Sadská: Popis dějepisný, místopisný a statistický. 37 s.

[11] KAKOS, V., 1974 . Možnosti hydrometeorologických předpovědí havarijních odtokových situací. In: Sborník prací HMÚ sv. 21. Praha: HMÚ. s. 55–85

[12] KAKOS, V., 1977. Velké povodně na Vltavě v Praze ve vztahu ke Klementinským pozorováním počasí. In: Sb. ze

semináře k 200. výročí observatoře v Praze Klementinu, s. 37–42.
[13] KAKOS.,V. – MUNZAR, J., 2000. Zima 1829/1830 – nejtužší ve střední Evropě od počátku měření teploty vzduchu. *Meteorologické Zprávy*, roč. **53**, č. 4, s. 103–108.
[14] MÜLLER, M. – KAKOS, V., 2004. Extrémní konvekční bouře v Čechách 25.–26. května 1872, *Meteorologické Zprávy*, roč. **57**, č. 3, s. 69–77.
[15] KINGTON, J., 1988. The Weather of the 1780's over Europe. Cambridge: Cambridge Press. 164 s.
[16] KLEMPERA, J., 2001. Vodní mlýny v Čechách I.. Praha: Libri. 200 s.
[17] Meteorologická pozorování v Praze-Klementinu 1775–1900, 1976. Praha: ČHMÚ. 258 s.
[18] KOTYZA, O. – CVRK, F. – PAŽOUREK,V., 1995. Historické povodně na dolním Labi a Vltavě. Děčín: Okresní muzeum. 169 s.
[19] KOVÁŘ, D. – KOBLASA, P., 1997. Město jménem Hluboká. Rudolfov: Nakladatelství JELMO.
[20] KOVÁŘ, D., 2002. Budějovice a velká voda – historické ohlédnutí. České Budějovice: Nakladatelství Bohumír Němec-Veduta. 55 s.
[21] KROLMUS, V., 1845. Kronyka čili dějepis wšech powodní posloupných let, suchých a mokrých a neúrodných na obilí, ovoce a vína, hladů, morů a jiných pohrom v království Českém. Praha: Tiskem Karla Wetterla. 266 s.
[22] KUTNAR, F., ED., 1941. Paměti sedláka Josefa Dlaska. 127 s.
[23] KYNČIL, J., 1983. Povodně v Krušných horách a jejich podhůří v letech 1784–1981. Chomutov: Podnik Povodí Ohře. 110 s.
[24] KYNČIL, J., 1982. Excerpta z díla Christiana Gotlieba Pötzsche Chronologické dějiny velkých povodní labského proudu za tisíc a více let. Dodatek a pokračování jeho chronologických dějin velkých povodní labského proudu za tisíc a vícero let od 1786 do 1800, zvláště pozoruhodných záplav r. 1799 a a jiných s tím souvisejících událostí. Chomutov: VATR, 33.
[25] PODZIMEK, J., 1970. Povodí Vltavy. Praha: Povodí Vltavy. 144 s.
[26] PODZIMEK, J., 1980. Povodí Berounky. Praha: Povodí Vltavy. 167 s.
[27] MARHOLD, J., 1966 B. Značky velkých vod na Labi v úseku od státní hranice u Hřenska po ústí Vltavy. Praha: Ředitelství vodních toků v Praze, Správa vodohospodářského rozvoje. 47 s.
[28] MUNZAR, J. – PAŘEZ, J., 1997. Historické povodně a jejich vliv na krajinu a sídla v dolním Poohří In: Historická geografie 29. Praha: Historický ústav, s. 211–237.
[29] MUNZAR, J., 1998. Města a nebezpečné hydrometeorologické jevy In Documenta pragensia. XVI. s. 287–303.
[30] NINGER, J. – ZELINKA, F., 1873. Povodně v Berouně od r. 1784–1872. Beroun: Vavřinec Wiesenberger. 60 s.
[31] NOVOTNÝ, J., 1963. Dvě stoleté hydrologické řady průtokové na českých řekách. In: Sborník prací HMÚ, č. 2. Praha: HMÚ. 126 s.
[32] NYPLOVÁ, Z., 1969. Povodně na Zbraslavsku. *Zpravodaj středočeské vlastivědy a kronikářství*, 1, s. 279–288.
[33] RAMEŠ, V., 2003. Velká voda na Lužnici. České Budějovice. 126 s.
[34] ROBEK, A., 1974. Lidové kronikářství na Kralupsku a Mělnicku. Praha: ÚEF ČSAV.
[35] ROBEK, A., 1978. Lidové kronikářství na Poděbradsku. Praha: ÚEF ČSAV. 200 s.
[36] SEIDLER, K., 1887. Kronika města Světlé od roku 1207–1886. Světlá: nákladem vlastním A.V. Eichler. 221 s.
[37] SEDLÁČEK, A., 1928. Dějiny královského krajského města Písku nad Otavou. Díl I.
[38] SCHALLER, J., 1785. Topographie des Königreichs Böhmen, Erster Teil, Rakownitzer Kreis: Prag: Wenzel Piskaczek. 42 s.
[39] SÍGL, M., 2000. Osobnosti a osudy obce (Obříství 1290–2000). Obříství/Mělník: ObÚ v Obříství s přispěním OkÚ Mělník. 280 s.
[40] SKOPEC, J., 1910. Paměti Františka J. Vaváka, souseda a rychtáře milčického z let 1770–1816. Kniha druhá (Rok 1784–1790). Část I. (1784–1786). Praha: Nákladem Dědictví sv. Jana Nepomuckého. 114 s.
[41] VOSYKA, K., 1893. Dobré zdání úředního technického znalce profesora Karla Vosyky o projektu plavebního kanálu od ústí přístavu Karlínského až na František v Praze. Praha: Pražské místodržitelství. s. 86
[42] ZPRÁVA ČHMÚ, 2002. Vyhodnocení katastrofální povodně v srpnu 2002. 1. etapa. Meteorologické příčiny katastrofální povodně v srpnu 2002 a vyhodnocení extremity příčinných srážek. Praha: ČHMÚ. 160 s.

Plány, mapy a archivní podklady:
[43] Souček B.– Vorel, Č. – Rón, J. PP-BER, 1927. Podélný profil Berounky od soutoku Mže a Radbuzy až k ústí (1927), Katastr vodstva republiky Československé, druhý díl. Podélné profily, sešit 2. Praha: Státní ústav hydrologický T. G. M.
[44] PPVP, 1889. Plán polohy a výšek královského hlavního města Prahy a předměstí: Karlína, Smíchova, atd. 30 listů, 1:2880. Praha: Městský úřad stavební, kancelář kanalizační.
[45] SOkA Nymburk: AM Poděbrady sig. I/4/1 kart. 33.
[46] Grafické znázornění stavů vodních v Praze a v Karlíně při třenicích ledu v letech 1845–1909, grafická příloha neznámého původního materiálu, 1909. Archiv ČHMÚ Brozany.

Poznámky
Obvykle se pro přepočet používá český loket a stopa (zjednodušeně 60 a 30 cm), který byl obecně užíván (ač přes zákaz a pokutování) i v 19. století, 1 český loket = 0,59391 m
V případě oficiálních měření v Litoměřicích a Děčíně předpokládáme od r. 1764 používanou vídeňskou míru, tedy 1 rakouský palec = 0,026 m, 1 rakouská stopa = 0,316 m, 1 loket = 0,778 m, 1 rakouský sáh = 1,896 m

Lektor: RNDr. V. Kakos, rukopis odevzdán v září 2004.

Vít Květoň – Michal Žák (ČHMÚ)

ZKUŠENOSTI S KONSTRUKCÍ TECHNICKÝCH TEPLOTNÍCH ČASOVÝCH ŘAD V ČESKÉ REPUBLICE

Experience with construction of technical air temperature time series in the Czech Republic. Construction method of 280 technical air temperature time series for the period 1961–2000 is presented (both an estimation of missing values and an adjustment of data to unique station position). Homogeneity level of technical series is compared with some standard homogeneity methods.

KLÍČOVÁ SLOVA: teplota vzduchu – technické řady v klimatologii – homogenizace časových řad.

ÚVOD

Základním předpokladem klimatologických zpracování jsou časové řady s úplným pozorováním, tj. bez chybějících údajů. K tomu zpravidla přistupuje požadavek tzv. homogenity řad, což je klíčový požadavek zejména při zkoumání kolísání klimatu či zkoumání mikroklimatických poměrů. Poznamenejme, že nehomogenity jsou takové změny v pozorovaných řadách, které nesouvisejí se změnami počasí a podnebí. Vznikají především změnami polohy stanice a jejího okolí (např. zástavba nebo vegetační pokryv), změnami použitých přístrojů, jejich instalace a kalibrace, změnami pozorovacích termínů, změnami pozorovatele a pečlivosti jeho měření, změnami způsobu výpočtu denních průměrů. Všechny informace tohoto typu by proto měly být uvedeny v dokumentaci ke stanici (tzv. metadata). Bohužel se ukazuje, že některé nehomogenity v metadatech podklad nemají, což může být mj. následkem neúplných údajů v metadatech v důsledku nedostatečné pečlivosti pozorovatele nebo v důsledku nedostatků metodiky, podle které jsou metadata zaznamenávána.

Pro homogenizaci časových řad se používá široká škála metod, jejichž přehled uvádějí v poslední době např. práce [13] a [14]. P. Štěpánek [13] řadu z nich implementoval do uživatelsky velmi příjemného softwaru. Sami jsme v posledních osmi letech používali různé verze metody MASH pro srážkové a teplotní řady měsíční, sezonní a roční. Je třeba poznamenat, že jakkoli jsou výsledky testů statisticky exaktní, jejich praktická aplikace má jistý nádech subjektivity. Vyjma jasných případů výrazných nehomogenit podpořených metadaty zůstává celá řada zlomů, jejichž příčina není jasná. Rovněž řešení nalezené homogenizačními programy mohou být variantní po stránce časového určení i velikosti zlomu. To je společný problém všech homogenizačních metod, jejichž aplikace proto vždy vyžaduje inteligentní práci s příslušnými homogenizačními nástroji na úrovni dobrých expertních znalostí povahy zpracovávaných dat a podstaty používaných metod.

V řadě případů je užitečné pracovat s tzv. technickými řadami. V případě úplných homogenních řad jsou tyto řady shodné s naměřenými řadami. V ostatních případech jde o řady doplněné odhadem chybějících pozorování a dle potřeby homogenizované. Může se jednat o řady obsahující kratší či delší skutečná měření, může však jít i o řady zcela fiktivní, uměle vytvořené pro dané místo na základě měření v bližším či vzdálenějším okolí apod. Požadavky na technické řady přitom mohou být odlišné v závislosti na účelu zpracování. Mohou být také vytvořeny nikoli pro měrné termíny, ale např. pro denní, měsíční či roční hodnoty nebo dokonce pro dlouhodobé charakteristiky. Metody jejich vytvoření se pak mohou diametrálně lišit.

V úvodní prezentaci 4. semináře o homogenizaci a kontrole kvality dat v Budapešti roku 2003 zmínil T. Szentimrey [8] otázku vzájemného propojení problému prostorové interpolace a homogenizace časových řad. Geografický software má sice velmi dobré nástroje pro prostorovou analýzu a doplňování chybějících dat (za předpokladu, že pole zpracovávaného prvku vykazuje takové závislosti na terénu, které lze do něj dobře implementovat), neumožňuje však řešit časové relace. Současný homogenizační software je v opačné pozici.

V tomto článku jednak uvádíme některé naše zkušenosti s homogenizací teplotních řad České republiky kombinací metody MASH a L. Němcem vyvinutého grafického zobrazení nehomogenit časových řad, jednak popisujeme vlastní metodu vytvoření technických řad. Výsledné technické řady měsíčních průměrů průměrné a maximální denní teploty vzduchu porovnáváme pro vybrané stanice s originálními řadami a s řadami homogenizovanými standardními metodami.

V článku popisovaná metoda byla vyvinuta V. Květoněm [2] pro vytvoření technických řad měsíčních průměrů průměrné, maximální a minimální denní teploty za účelem zpracování normálů teploty vzduchu a map měsíčních, sezonních a ročních teplot vzduchu za období 1961 až 1990. Metoda kombinuje doplňování chybějících údajů prostorovou interpolací, metodou podobnou metodám využívaným v geografických informačních systémech (GIS), a základní homogenizaci řad na základě statistického zpracování reziduí lineárních regresí teplotních dat z lokálních okolí jednotlivých stanic v závislosti na nadmořské výšce. Umožňuje vytvořit i fiktivní časové řady v místech, kde zcela chybí pozorování. Zkusmo jsme metodu použili i pro tvorbu technických teplotních řad denních hodnot teploty v období 1961–2000. Získané zkušenosti jsou nyní rozpracovávány.

Pro výpočty technických řad a snadnější využívání metody MASH byl vyvinut vlastní speciální software v databázovém jazyce WinRedap [9]. Poznamenejme, že níže uvedený postup konstrukce technických řad lze po příslušném programátorském úsilí aplikovat i s použitím jiných technických prostředků, např. prostorovou interpolací v GIS (v ČHMÚ se používá ArcGIS firmy ESRI), následným překlopením prostorových dat do časových řad a zpracováním v jazyce WinRedap nebo kombinací přímé aplikace v Oracle s využitím databáze Clidata pro vstup dat a uložení výstupu technických řad, aplikace GIS a speciálního softwaru v systému Oracle. Základní charakteristiky klimatologické databáze Clidata popisují např. práce [10], [11], [12]. Databáze byla navržena R. Tolaszem a L. Coufalem v ČHMÚ, technicky rozpracována firmou ATACO v Ostravě a je soustavně systematicky rozvíjena.

KONSTRUKCE TECHNICKÝCH ŘAD

Konstrukci technických řad lze rozdělit do následujících hlavních kroků:

- tvorba fiktivních stanic, k nimž se jednotlivé technické řady budou vztahovat (v místech nebo i mimo místo skutečného měření);
- odhad hodnot časových řad pro tyto stanice prostorovou interpolací v jednotlivých dnech bez ohledu na to, zda v daném místě je či není měření, a transformace prostorových dat na časové řady v místech fiktivních stanic;
- statistická analýza vztahů mezi prostorově odhadnutými a měřenými daty a korekce řad fiktivních stanic pomocí průměrných rozdílů mezi měřenými a odhadnutými daty na zvolenou polohu fiktivní stanice.

Konstrukce vyžaduje dostatečně hustou síť měrných bodů, dostatečně algoritmizovatelné závislosti na terénu a znalosti metadat. Tyto požadavky jsou v případě teploty vzduchu v ČR dosti dobře splněny.

Fiktivní stanice byly vytvořeny tak, že každá reálná stanice byla rozdělena na základě údajů o změnách polohy do časových úseků. Každý úsek reálné stanice byl pak uvažován jako samostatná fiktivní stanice. Poznamenejme, že lze vytvořit fiktivní stanice i pro stejnou polohu na základě rozlišení změn přístrojů, pozorovatele, metody pozorování či zpracování denních průměrů apod. Každý bod terénu České republiky může být uvažován jako fiktivní stanice. Z hlediska geografických informačních systémů je terén vyjádřen jako tzv. grid, čili matice čtverců (pixelů) dané velikosti (v našem případě 1x1 km), s definovanými zeměpisnými souřadnicemi středů čtverců a průměrnou nadmořskou výškou. V našem případě jsme vytvořili fiktivní stanice v pixlech. Ty pixly, které neobsahují reálnou stanici, mají počáteční řady fiktivních stanic vyplněny chybějícími daty, které jsou v dalších fázích doplněny prostorovou interpolací. Svým způsobem tak uvedená metoda funguje jako generátor časových řad.

Prostorová interpolace a odhady hodnot pro fiktivní stanici byly provedeny výpočtem lineární regresní závislosti na výšce z dat měřených na okolních stanicích. Okolí bylo zvoleno vzhledem k hustotě stanic a orografickým podmínkám. Výpočet byl proveden pro každý měsíc (pokusně i pro každý den) a každou fiktivní stanici s vyloučením případné naměřené hodnoty na stanici. Tímto způsobem jsme vytvořili prostorově reprezentativní předběžné časové řady bez chybějících dat. (Nemáme na mysli reprezentativnost z pohledu mikroklimatického, ale z pohledu mezoklimatického). Při existenci měřené hodnoty na fiktivní stanici bylo vypočteno reziduum regrese, tj. rozdíl mezi naměřenou a regresí odhadnutou hodnotou.

Následujícím krokem byla konverze prostorových dat na časové řady. V použitém plně databázovém řešení je tento problém řešen automaticky. Data jsou v jednom souboru a jedná se spíše o zásadní změnu pohledu (interpretace) na data, spojenou s jejich příslušným přetříděním. Konverze prostorových dat do časových řad umožňuje sumarizaci reziduí přes časové období. V našem případě jsme počítali průměrný rozdíl mezi měřenou a odhadnutou hodnotou pro každou fiktivní stanici a měsíc za celé období pozorování každé fiktivní stanice (čili při změně polohy reálné stanice se jednalo o jinou fiktivní stanici). Následovala korekce odhadnutých dat fiktivních stanic těmito rozdíly (bylo testováno více algoritmů odhadu) a tím i adjustace naměřených dat na zvolenou polohu. V našem případě se jednalo o polohu k 31. 12. 2000, případně o poslední polohu, pokud stanice skončila měření dříve. Statistické vyhodnocení reziduí umožnilo i kvantifikaci chyby odhadnutých hodnot. Pro vytvoření klimatologických map pak následuje import fiktivních stanic zpět do GIS a vytvoření požadovaných map pomocí GIS (viz např. ([4], [5]). Poznamenejme, že jsme vytvořili několik druhů technických řad, jednak čistě fiktivní řady založené na výše uvedeném postupu, jednak mixované řady, kde byly pro poslední polohu stanice použity napozorované hodnoty, a pro chybějící data a data z jiných poloh byly použity prostorové odhady. Pokud by se prostorová interpolace prováděla v GIS, potom konverze prostorových dat na data časových řad je realizována exportem gridů do formátu ASCII a následným importem do databáze. Z pixelů obsažených ve fiktivních stanicích jsou tak vytvořeny časové řady fiktivních stanic. Tím vznikají technické řady vztažené zpravidla ke středům pixelů s nadmořskou výškou rovnou průměrné nadmořské výšce každého pixelu. Pokud je interpolace prováděna např. v kilometrovém gridu, jde o střed jednotlivých čtverců o ploše 1 km^2. Protože v současnosti používaná metoda výpočtu digitálních teplotních polí adjustuje vypočtené hodnoty pomocí gridu reziduí regresí tak, aby při existenci měření v pixlu se hodnoty v pixlu rovnaly naměřené hodnotě, odpovídají v tomto případě nadmořská výška a souřadnice fiktivních stanic poloze skutečné stanice.

HOMOGENIZACE METODOU MASH

Metoda MASH je relativní test homogenity, kdy testovaná řada se srovnává s hodnotami tzv. referenční řady. Lze pracovat jak s předpokladem homogenity referenční řady, tak bez tohoto předpokladu. Referenční řada se vytváří automaticky na základě matematicko-statisticky podloženého výběru nejvhodnějších stanic jako vážený průměr řad těchto stanic s vahou určenou programem na základě provedených korelací. Program MASH zpravidla vytvoří více referenčních řad složených z datových řad několika statisticky nejlépe vyhovujících kombinací různých stanic. Pro všechny kombinace provádí testy výskytu zlomů v testované řadě a nabídne buď jednu, nebo více alternativních řešení homogenizace zlomů. Tak je možné výsledky vzájemně porovnat a lépe odhadnout, zda nalezená nehomogenita je v testované řadě, nebo zda je její příčinou stanice spoluvytvářející referenční řadu. Testování statistické významnosti zlomů se provádí metodou Monte Carlo. V případě překročení kritické hodnoty testu program uvede detekované zlomy, tj. rok zlomu a navrhovanou velikost opravy včetně konfidenčních intervalů. Lze zvolit hladinu statistické významnosti zlomů a jsou zobrazovány pouze zlomy na zvolené hladině významnosti. Na rozdíl od převážné většiny jiných metod MASH umožňuje najednou detekovat všechny zlomy (odlehlé hodnoty či posuny průměrů) testované řady. Podrobnější informace lze nalézt v [6] a [7].

Sami jsme v roce 1999 použili verzi MASH 1.06 pro homogenizaci 55 srážkových časových řad v období 1961–1998. Tehdejší software umožnil řešit problém homogenizace pouze pro skupiny nejvýše 10 stanic. O některých výsledcích bylo referováno na 2. semináři o homogenizaci v Budapešti [3]. Od verze 2.0 software umožňuje analyzovat 100 řad najednou. Kromě vstupních dat časových řad lze nyní zadat i metadata jako dodatečný vstupní soubor homogenizačních programů, které je pak automaticky uvažují ve svých matematických procedurách. To je velmi užitečné a důležité pro kvalitnější odhad bodů zlomu (odlehlých hodnot, posunů). Je možné opakovat homogenizační testy s vnitřním automatickým řízením vstupních a výstupních souborů (nehomogenizované řady, homogenizované řady, soubory s posuny atd.).

Tab. 1 Statistika párových rozdílů mezi naměřenými a odhadnutými měsíčními průměry pro 307 stanic ČR za období 1961–2000. (WTIL je odhad podle okolních stanic s vahou reziduí 1/vzdálenost, WTIK s vahou 1/vzdálenost^2, EXP je očekávaná hodnota lineární regrese s výškou, N je počet případů).

Table 1. Statistics of paired differences between measured and estimated monthly averages for 307 stations in CR for the period 1961–2000. (WTIL is an estimate according to neighbouring stations with the weight of residues 1/distance, WTIK with the weight 1/distance^2, EXP represents an expected value of linear regression with altitude, N is number of cases).

Prvek	Druh odhadu	N	Průměr	Min.	Max.	Percentily								
						0,1	1,0	5,0	25,0	50,0	75,0	95,0	99,0	99,9
Max. teplota	WTIL	91046	0,0	–4.3	4,6	–2.3	–1.3	–0.8	–0.3	0,0	0,3	0,9	1,6	2,5
	WTIK		-0,0	–4.1	5,0	–2.6	–1.5	–1	–0.4	0,0	0,4	1,0	1,7	2,7
	EXP		0,0	–4.2	4,9	–2.4	–1.4	–0.9	–0.4	0,0	0,3	1,0	1,6	2,6
Min. teplota	WTIL	90902	-0,0	–7.9	6,9	–4	–2.4	–1.5	–0.5	0,0	0,5	1,4	2,2	3,7
	WTIK		-0,0	–8.1	6,9	–4.2	–2.4	–1.5	–0.5	0,0	0,5	1,4	2,3	3,7
	EXP		-0,0	–7.9	6,2	–4.1	–2.4	–1.5	–0.5	0,0	0,5	1,4	2,3	3,5
Prům. teplota	WTIL	91402	-0,0	–4.7	4,2	–2	–1.3	–0.8	–0.3	0,0	0,3	0,8	1,2	2,2
	WTIK		-0,0	–4.7	4,2	–2.1	–1.3	–0.9	–0.3	0,0	0,3	0,9	1,4	2,2
	EXP		-0,0	–4.6	4,2	–2.1	–1.3	–0.8	–0.3	0,0	0,3	0,8	1,3	2,2

V softwaru MASH existuje i několik možností vykreslení časových řad jak před, tak po homogenizaci, které ale nejsou uživatelsky přívětivé. Pro užití metody MASH bylo proto vyvinuto uživatelsky poněkud přívětivější prostředí pro správu a grafické zobrazení dat v českém databázovém softwarovém jazyku WinRedap [9]. V roce 2001 jsme použili MASH verze 2.0 pro homogenizaci 100 teplotních časových řad měsíčních, sezonních a ročních průměrů maximální, minimální a průměrné denní teploty vzduchu. Časové řady maximálních a minimálních teplot stanic ČR byly homogenizovány s osobní účastí autora softwaru MASH T. Szentimreye. Výsledky byly použity pro projekty Národního klimatického programu. Zlepšily se tím naše znalosti teplotních řad ze zmíněného období a možnosti detekce a opravy některých chyb.

V současnosti je pro metodu MASH k dispozici homogenizační software verze 2.3, která umožňuje současné zpracování 200 časových řad a je poněkud uživatelsky přívětivější, nicméně stále nedostatečné. Použití této metody zůstává z pohledu laického uživatele poměrně složité. Užitečné by bylo zejména důsledné oddělení vlastních homogenizačních procedur od vstupních a výstupních procedur přesunutím konverzačních vstupů do externích souborů řídících parametrů. Pak by bylo možno vytvořit přívětivé uživatelské prostředí, což v jazyce FORTRAN nelze. Uživatelsky příjemné prostředí by patrně vedlo k daleko většímu rozšíření této matematicky velmi dobře podložené metody ve světě a k možnosti jejího implementování do širších programových balíků zahrnujících širší škálu metod a operativní management vstupních i výstupních dat. Zejména ve srovnání s balíkem homogenizačního softwaru, vyvinutým P. Štěpánkem [13], je uživatelská přívětivost diskutovaného softwaru nízká. Na druhé straně metoda MASH je principiálně odlišná od většiny ostatních metod a zasluhuje si proto pozornost.

Mimo standardního znázornění průběhu originálních a homogenizovaných řad se nám při homogenizaci velmi osvědčil způsob navržený L. Němcem ([1], [3]). Jde o grafy postupných sum rozdílů relativních odchylek měsíčních úhrnů srážek od průměru za období. Hodnota postupných sum se určí podle vzorce

$$\sum\sum ((a_{ij} - \boldsymbol{a}_j) / \boldsymbol{a}_j - (b_{ij} - \boldsymbol{b}_j)/\boldsymbol{b}_j)),$$

kde $i = 1, \ldots, N$, $j = 1, .., 12$, a_{ij}, b_{ij} jsou hodnoty v i-tém roce a j-tém měsíci, $\boldsymbol{a}_j$, $\boldsymbol{b}_j$ jsou měsíční průměry zpracovávané charakteristiky za celé období na testované stanici a na referenční stanici, N je délka řady. Hodnoty referenční řady byly vypočítány jako oblastní průměr stanic ve zvoleném okolí testované stanice. V našem případě se jednalo v podstatě o oblasti, které jsou považovány za klimaticky homogenní. Byly použity stanice, které v uvažovaném období (v daném případě 1961–1998) měly alespoň 80 % pozorovaných hodnot v časové řadě. Software MASH obsahuje speciální statistickou proceduru pro doplnění chybějících hodnot. Teprve po tomto doplnění se zpravidla realizují homogenizační testy. Lze však tyto testy provést ještě před doplněním chybějících hodnot. To má své výhody z hlediska doplnění řad již homogenizovanými hodnotami, ale snižuje se délka řad použitelných pro testování. Doplněním chybějících dat ještě před počátkem homogenizací se jistě doplní nehomogenizovaná data, ale testy metodou MASH se zpravidla provádí opakovaně v různých variantách, takže tento nedostatek je v průběhu celého procesu eliminován. V budoucnu předpokládáme konstrukci referenčních řad z technických řad stanic z padesátikilometrového okolí o nadmořské výšce lišící se nejvýše o 150 m od testované řady. Jak výše uvedeno, technické řady jsou na rozdíl od originálních řad úplné a zbavené extrémních nehomogenit vzniklých v důsledku podstatné změny polohy stanice. Grafy velmi názorně a s vysokou rozlišovací schopností ukazují odchylky v chování testované řady v porovnání s příslušnou referenční řadou. Úseky stoupající křivky odpovídají časovým úsekům, kdy byly rozdíly mezi měsíčními hodnotami stanice a referenční řady vetší než průměrný rozdíl za celé období a opačně. Převážná většina zlomů detekovaných programem MASH i jinými metodami je v grafech velmi dobře patrná. Grafy usnadňují rozhodování, které z řešení nabízených homogenizačními testy je nejlepší.

VÝSLEDKY

Chyby odhadu technických řad

Jak plyne z tab. 1 převzaté z [2], rozdíly mezi měřenými a odhadnutými měsíčními teplotními průměry v jednotlivých letech jsou pro stanice v České republice z poloviny v rozmezí ±0,3 °C pro průměrné a maximální teploty. Pro minimální teploty to činí ±0,4 °C, ale ojediněle jsou u některých stanic rozdíly až 8 °C (specifická mikroklimatická poloha). Proto se plánuje kontrola některých velkých rozdílů v původních datech jak z hlediska prověření chyb digitalizovaných měrných záznamů, tak z hlediska míry použitelnosti zvolených algoritmů. V této souvislosti budou zváženy i některé změny v současném algoritmu zpracování. Testovali jsme dvě meto-

Tab. 2 Maximální a minimální diference a interval, obsahující 90 % všech rozdílů mezi skutečně naměřenými měsíčními průměry denních průměrů, maxim a minim teploty vzduchu (°C) a odhady z okolních stanic metodou WTIL (307 stanic ČR za období 1961–2000, N je počet případů).

Table 2. Maximal and minimal differences and an interval containing 90 per cent of all differences between actually measured monthly averages of daily averages of air temperature maxima and minima (in °C) and estimates from neighbouring stations by means of WTIL method (307 stations in CR for the period 1961–2000, N represents number of cases).

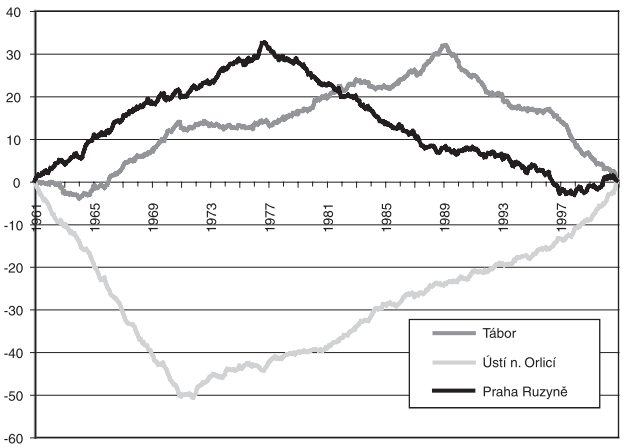
Měsíc	Maximální teplota					Minimální teplota					Průměrná teplota				
	N	Min.	5%	95%	Max.	N	Min.	5%	95%	Max.	N	Min.	5%	95%	Max.
I	7564	–3.8	–0.9	1,0	4,6	7549	–7.9	–1.4	1,3	6,7	7601	–4.7	–0.8	0,8	3,8
II	7567	–3.4	–0.9	0,9	3,7	7553	–6.4	–1.5	1,3	6,4	7594	–3.8	–0.8	0,8	3,1
III	7584	–3.9	–0.8	0,9	4,3	7564	–5.2	–1.3	1,2	3,7	7608	–2.9	–0.8	0,7	2,1
IV	7603	–3	–0.8	0,9	3,2	7594	–6.1	–1.5	1,3	5,1	7634	–3.6	–0.9	0,8	3,2
V	7616	–3	–0.9	0,9	3,4	7606	–6.4	–1.6	1,5	5,5	7645	–2.6	–0.8	0,8	4,2
VI	7608	–3	–0.8	0,9	4,3	7589	–6.9	–1.5	1,5	4,9	7629	–2.3	–0.8	0,7	3,2
VII	7595	–3.1	–0.9	1,0	3,1	7585	–7.6	–1.6	1,6	6,9	7623	–2.6	–0.8	0,8	3,6
VIII	7581	–4.3	–0.8	0,9	3,5	7572	–6.1	–1.7	1,6	5,3	7609	–3	–0.9	0,9	3,0
IX	7593	–2.6	–0.8	0,9	3,6	7576	–7.2	–1.6	1,5	5,7	7616	–3.9	–0.9	0,8	4,1
X	7584	–3.1	–0.8	0,9	4,6	7571	–7.2	–1.5	1,3	6,2	7614	–4.1	–0.8	0,8	3,2
XI	7575	–2.5	–0.8	0,9	3,8	7575	–5	–1.1	1,0	5,3	7618	–3.3	–0.6	0,6	3,2
XII	7576	–2.3	–0.8	0,9	3,3	7568	–5.7	–1.2	1,1	6,4	7611	–3.9	–0.7	0,7	3,9

dy výpočtu vážených průměrů. První z nich vážila hodnoty okolních stanic nepřímo úměrně vzdálenosti od fiktivní stanice, druhá z nich nepřímo úměrně kvadrátu této vzdálenosti. Přesnost odhadu obou metod je podobná (tab. 1). Roční kolísání chyb odhadu není patrné (viz tab. 2, převzatá z [2]).

Homogenita technických řad ve vztahu ke standardním homogenizačním metodám

Výsledky výše uvedených prací budeme demonstrovat na třech stanicích a měsíčních průměrech denních průměrů a denních maxim teploty vzduchu. Jejich metadata lze popsat takto:

Stanice Praha-Ruzyně (P1PRUZ01, 11518). Ve dnech 21., 22. a 25. 8. 1968 přerušení měření, 23., 24., 26. 8.–4. 9. 1968 chybí teplota ve 21 h, teploty odečteny z pásek. Do 31. 8. 1976 tlak vzduchu měřen v místnosti pozorovatelů ve věži hangáru letiště (381 m n. m.), zahrádka poblíž hangáru. Od 1. 9. 1976 přemístění stanice do středu letištní plochy, výška tlakoměru 369,3 m n. m., okolí soustavně travnaté. V roce 1990 postaven plot. Od 1. 4. 1995 tlak vzduchu z automatické stanice ve výšce 365 m n. m. Od 1. 1. 1996 automatická meteorologická



Obr. 1 Kumulativní diference relativních měsíčních průměrů teploty vzduchu ve vztahu k regionální řadě pro stanice Ústí nad Orlicí, Praha-Ruzyně a Tábor-Náchod. Stav před homogenizací.

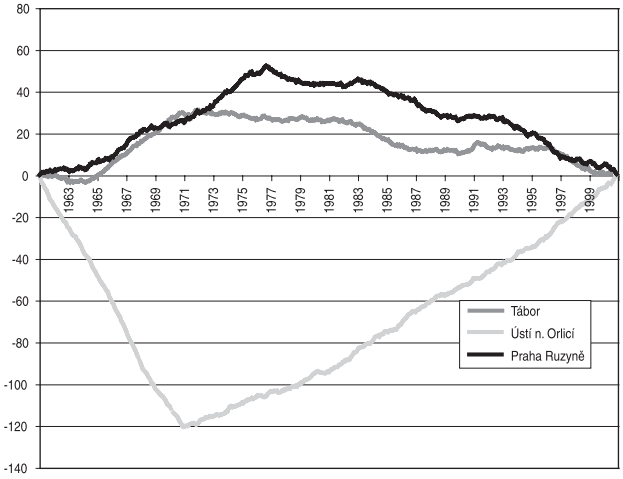
Fig. 1. Cumulative difference of relative monthly air temperature averages in relation to a regional series for the stations Ústí nad Orlicí, Praha-Ruzyně and Tábor-Náchod. State before homogenization.

stanice MILOS pro směr i rychlost větru. V červnu 1998 výměna dřevěné budky za plastovou. Kvalitní profesionální stanice. Nadmořské výšky a souřadnice jednotlivých pozic stanice: 374 m, zeměpisná délka 14° 15‘ 28“, šířka 50° 06‘ 03“ v období 1. 1. 1961–30. 8. 1976, v období 1. 9. 1976–31. 12. 2000 pak 364 m, 14° 39‘42“ a 50 °06‘ 03“.

Stanice Tábor-Náchod (C2TABO01, 11582). Stanice do roku 1989 v zahradě střední zemědělské školy. Dne 1. 1. 1990 se změnila poloha stanice a od 1. 7. 1997 začala na stanici automatická měření a byl zrušen klasický ombrograf. Nadmořské výšky a souřadnice jednotlivých pozic stanice: 437 m, zeměpisná délka 14° 40‘ 09“, šířka 49° 24‘ 49“ v období 1961–1989 a 461 m, 14° 39‘ 42“ a 49° 26‘ 07“ v období 1990–2000.

Stanice Ústí nad Orlicí (H2USTI01, 11679). V období 1961–2000 se třikrát změnila poloha stanice, a to k 1. 1. 1971 a 1. 1. 1990. V prvním případě byla změna velmi podstatná, neboť stanice byla přenesena od chaty Hvězda na letiště. Zhruba 10 m od budky byly dříve ca 5 m vysoké jehličnany, v roce 2001 seříznuty na 3 m. Ve vzdálenosti 5 až 6 m od budky stojí dva fóliovníky, postavené neznámo jak dlouho před rokem 1999. Srážkoměry vyměněny asi v roce 1996. V létě 1995 výměna dřevěné budky za plastovou. Asi v roce 1996 postavena vedle budky měrná budka čistoty ovzduší (tj. krabice o straně asi 1,5 m a výšce asi 1 m). Kvalitní profesionální stanice. Nadmořské výšky a souřadnice jednotlivých pozic stanice: 557 m, zeměpisná délka 16° 26‘ 00“, šířka 49° 59‘ 00“ v období 1961–1970, 399 m, 16° 25‘ 20“, 49° 58‘ 49“ v období 1971–1989 a 402 m a 16° 25‘ 20“, 49°58‘49“ v období 1990–2000.

Srovnání průběhu těchto řad před homogenizací s oblastními řadami metodou L. Němce uvádějí obr. 1 pro průměrnou měsíční teplotu a obr. 2 pro měsíční průměr denních maxim. Z obrázků je vidět velmi výrazné zlomy v důsledku změn pozic jednotlivých stanic. Je zajímavé, že v případě stanice Tábor změna polohy vedla k výraznému posunu průměrné teploty, ale v průměrech denních maxim se přesun stanice nijak výrazně neprojevil. Vedle jasných a metadaty podložených zlomů jsou patrné i další nehomogenity, nepodložené metadaty. Zčásti může jít o důsledky jisté nehomogenity referenčních řad, která se snižuje postupným přepočítáváním referenční řady průběžnou náhradou originálních řad předběžně homogenizovanými řadami v průběhu procesu homogeniza-



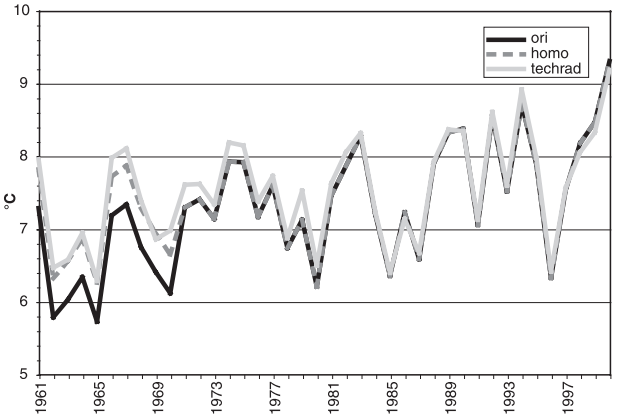
Obr. 2 Kumulativní diference relativních měsíčních průměrů maximální denní teploty ve vztahu k regionální řadě. pro stanice Ústí nad Orlicí, Praha-Ruzyně a Tábor-Náchod. Stav před homogenizací.

Fig. 2. Cumulative difference of relative monthly averages of maximum daily air temperature in relation to a regional series for the stations Ústí nad Orlicí, Praha-Ruzyně and Tábor-Náchod. State before homogenization.

ce. Na obrázcích 3 až 5 je znázorněno srovnání originálních řad průměrné roční teploty s vytvořenými technickými řadami a s řadami homogenizovanými standardními metodami. Pro homogenizaci byly použity korekce zjištěné pro období 1961–1998 P. Štěpánkem ([1], tab. 3). Pro Ústí nad Orlicí a Prahu-Ruzyni jsou uvedeny analogické grafy i pro roční průměry denních maxim teploty (obr. 6 až 7). Na všech obrázcích „ori“ je původní řada, „homo“ je řada homogenizovaná. Čára označená jako „techrad“ je technická časová řada vytvořená metodou popsanou v tomto článku.

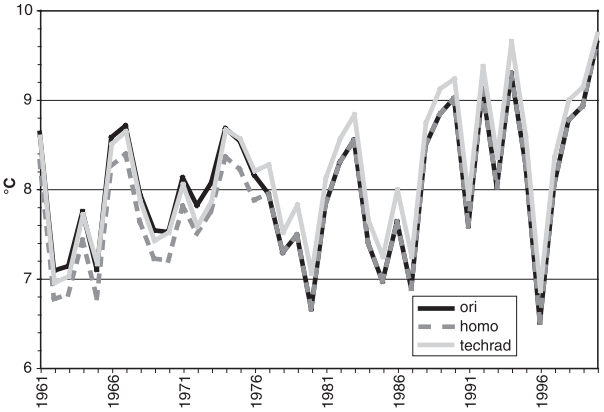
Na obr. 3 jsou porovnány časové řady ze stanice Ústí nad Orlicí, 1961–2000. Průměr za období činí pro původní řadu 7,31 °C, pro homogenizovanou řadu 7,44 °C a technickou řadu 7,55 °C. Je třeba zdůraznit, že v grafech jsou jako technické řady vzaty plně fiktivní řady vypočítané prostorovou interpolací a následnou korekcí. Pro zpracování práce [2] byly použity řady, kde při existenci měření byla dána přednost naměřeným hodnotám, pouze s adjustací na nadmořskou výšku poslední polohy stanice vypočítanou na základě lokální regresní výškové závislosti pro každý jednotlivý měsíc. Z regresních koeficientů v tab. 4 je patrný u všech tří řad v Ústí nad Orlicí vzestupný trend, přičemž nejvýraznější je pro originální řadu (0,45 °C za 10 let), výrazně nižší je pro homogenizovanou řadu (0,30 °C za 10 let) a nejnižší je pro technickou řadu (0,25 °C za 10 let). Je to dáno obrovskou nehomogenitou původní řady způsobenou přesunem stanice o 155 m níže do podstatně otevřenější polohy. Technická řada přitom zobrazuje spíše mezoklimatické trendy, homogenizovaná řada se snaží o zachycení kontinuity i z hlediska mikroklimatu.

Výsledky pro Prahu-Ruzyni jsou poněkud specifické (obr. 4). Stanice změnila jen nepodstatně nadmořskou výšku, ale došlo k přesunutí v prostoru letiště dále od hangárů. To mělo za následek snížení průměrných hodnot při přesunu do nižší nadmořské výšky. Trend originální řady je výrazně ovlivněn přesunem stanice, ale homogenizovaná řada je důsledně adjustována na změnu pozice a sleduje přesně poslední polohu, kdežto technická řada, ač je formálně adjustována



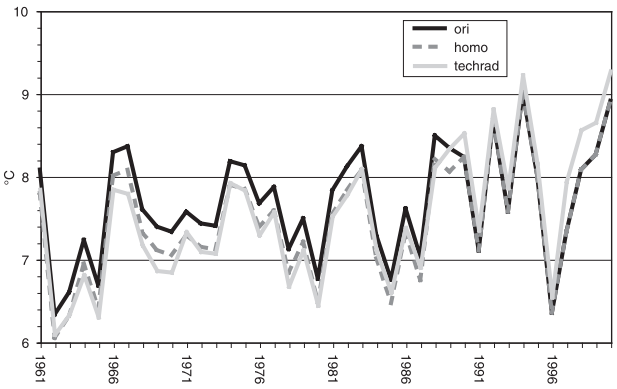
Obr. 3 Porovnání průběhu naměřených ročních průměrů teploty s homogenizovanými daty a technickou řadou pro stanici Ústí nad Orlicí (ori – původní řada, homo – homogenizovaná řada, techrad – technická řada).

Fig. 3. Comparison of the course of measured annual air temperature averages with homogenized data and a technical series for the station Ústí nad Orlicí (ori – original series, homo – homogenized series, techrad – technical series).



Obr. 4 Porovnání průběhu naměřených ročních průměrů teploty s homogenizovanými daty a technickou řadou pro stanici Praha-Ruzyně (ori – původní řada, homo – homogenizovaná řada, techrad – technická řada).

Fig. 4. Comparison of the course of measured annual air temperature averages with homogenized data and a technical series for the station Praha-Ruzyně (ori – original series, homo – homogenized series, techrad – technical series).



Obr. 5 Porovnání průběhu naměřených ročních průměrů teploty s homogenizovanými daty a technickou řadou pro stanici Tábor-Náchod (ori – původní řada, homo – homogenizovaná řada, techrad – technická řada).

Fig. 5. Comparison of the course of measured annual air temperature averages with homogenized data and a technical series for the station Tábor-Náchod (ori – original series, homo – homogenized series, techrad – technical series).

Tab. 3 Korekce pro homogenizaci průměrné roční teploty za období 1961–1998 podle [16].

Table 3. Correction for homogenization of average annual air temperature for the period 1961–1998 after [16].

Interval	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
Tábor-Náchod 1961–1989	– 0.1	– 0.5	– 0.1	– 0.3	– 0.2	– 0.4	– 0.4	– 0.3	– 0.4	– 0.2	– 0.3	– 0.2
Ústí nad Orlicí 1961–1970	0,7	0,9	0,8	0,5	0,6	0,4	0,3	0,2	0,1	0,3	0,8	0,8
Praha-Ruzyně 1961–1975 (X–XII)	–	–	–	–	–	–	–	–	– 0.4	– 0.4	0,1	0,1
1961–1976 (I–IX)	– 0.2	– 0.2	– 0.2	– 0.2	– 0.5	– 0.5	– 0.8	– 0.6				

také na poslední polohu, preferuje vztah k okolí a závislost na nadmořské výšce. Proto paradoxně koriguje hodnoty v celém průběhu řady. Nicméně z hlediska mezoklimatu patrně zobrazuje místní poměry nejlépe, včetně trendu. Je skutečně těžké při sestavování klimatických map měřítka od 1:100 000 rozhodnout, zda tuto stanici adjustovat striktně na podmínky u hangáru nebo ve středu plochy. Podobně ani technická řada Tábor-Náchod (obr. 5) není pouhým navázáním jedné části řady na druhou ve smyslu posunutí o pevnou hodnotu, jako je tomu u homogenizované řady. Poznamenejme, že Praha-Ruzyně vykazuje dle obr. 1 nehomogenitu v roce 1997, patrně v důsledku automatizace měření, i když to není v metadatech jasně specifikováno. Tuto nehomogenitu nebylo možno v práci [1] ještě podchytit. Podobně Tábor-Náchod vykazuje kromě hlavního zlomu ještě celou řadu podružných zlomů, problematicky opravitelných.

Výsledky pro roční průměry denních maxim uvádíme na obr. 6 a 7 a v tab. 5. Na rozdíl od průměrných teplot jsou zde využity výsledky naší homogenizace metodou MASH. Opět je patrné značné zkreslení trendů počítaných z nehomogenních dat na jednotlivých stanicích. Technické řady vykazují pro Ústí nad Orlicí nižší trend než standardně homogenizovaná řada, naopak Praha-Ruzyně vykazuje trend vyšší, ale podobný jako Ústí nad Orlicí. Je to dáno větší prostorovou platností technických řad. Navíc Praha-Ruzyně je u technické řady více ovlivněna stanicemi v centru Prahy, vyšší trend může být tedy způsoben i rostoucím efektem tepelného ostrova města.

Místo	Technická řada	Homogenizovaná řada	Původní řada
Ústí nad Orlicí	y = 0,025x + 7,0388	y = 0,0301x + 6,8242	y = 0,0451x + 6,3832
Praha-Ruzyně	y = 0,0315x + 7,519	y = 0,0307x + 7,2587	y = 0,0193x + 7,6176
Tábor-Náchod	y = 0,0275x + 6,9025	y = 0,0409x + 6,6843	y = 0,019x + 7,2817

Tab. 4 Lineární trendy vybraných řad ročních průměrů teploty vzduchu. Proměnná x je nadmořská výška v metrech, y je regresní odhad ročního průměru teploty.

Table 4. Linear trends of selected series of annual air temperature averages. Variable x is an altitude in metres, y is a regression estimate of annual air temperature average.

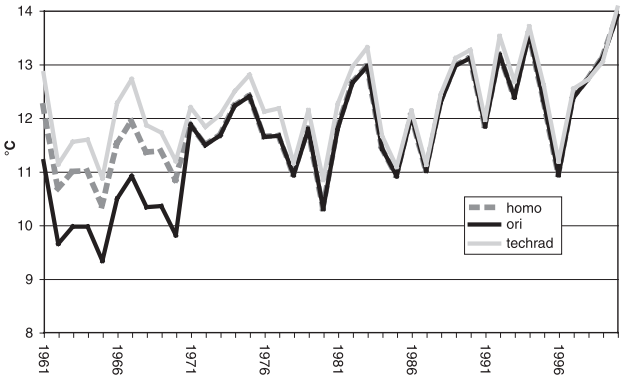
Místo	Technická řada	Homogenizovaná řada	Původní řada
Ústí nad Orlicí	y = 0,0317x + 11,569	y = 0,045x + 10,968	y = 0,0737x + 10,124
Praha-Ruzyně	y = 0,0335x + 12,185	y = 0,0284x + 11,877	y = 0,0155x + 12,3

Tab. 5 Lineární trendy vybraných řad ročních průměrů denních maxim teploty vzduchu. Proměnná x je nadmořská výška v metrech, y je regresní odhad ročního průměru teploty

Table 5. Linear trends of selected series of annual averages of daily air temperature maxima. Variable x is an altitude in metres, y is a regression estimate of annual air temperature average.

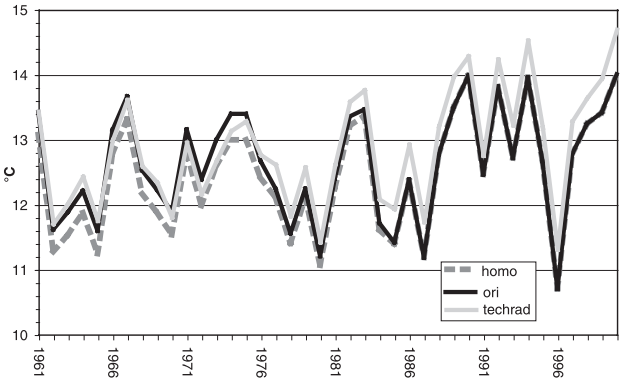
ZÁVĚR

Výpočet statistik rozdílů mezi souběžnými časovými řadami měřených a odhadnutých hodnot jednak umožňuje vytvořit požadované spojení mezi prostorovou interpolací a časovými řadami, jednak umožňuje do jisté míry otestovat chyby prostorových interpolací. Výsledné technické časové řady jsou složeny ze dvou typů dat: za prvé z měřených dat, za druhé z odhadnutých dat. Je nutné si uvědomit, že pokud například časová řada má



Obr. 6 Porovnání průběhu naměřených ročních průměrů denních maxim teploty vzduchu s homogenizovanými daty a technickou řadou pro stanici Ústí nad Orlicí (ori – původní řada, homo – homogenizovaná řada, techrad – technická řada).

Fig. 6. Comparison of the course of measured annual averages of daily air temperature maxima with homogenized data and a technical series for the station Ústí nad Orlicí (ori – original series, homo – homogenized series, techrad – technical series).



Obr. 7 Porovnání průběhu naměřených ročních denních maxim teploty vzduchu s homogenizovanými daty a technickou řadou pro stanici Praha-Ruzyně (ori – původní řada, homo – homogenizovaná řada, techrad – technická řada).

Fig. 7. Comparison of the course of measured annual daily air temperature maxima with homogenized data and a technical series for the station Praha-Ruzyně (ori – original series, homo – homogenized series, techrad – technical series).

úplnou řadu měřených dat, ale jednou se změnila poloha stanice, pak byla stanice rozdělena do dvou částí, každá odpovídá jiné poloze, příp. jinému kritériu (např. změně způsobu měření). V takovém případě se vytvoří dvě fiktivní stanice se dvěma technickými řadami. Každá z nich má část naměřených dat z originální stanice podle dané polohy, zbytek této fiktivní časové řady je odhadnut pomocí výše popsaného procesu. Záleží pak na další úvaze, zda se všechny takové řady pojmou do dalšího např. mapového zpracování či nikoli. Metoda umožňuje využít i kratší časové řady. To není příliš vhodné z hlediska výzkumu dlouhodobého kolísání klimatu, ale je to velmi potřebné pro různé klimatické expertizy a pro lepší automatické vyjádření specifických orografických vlivů tam, kde síť dlouhodobě měřících stanic je z hlediska těchto vlivů nedostatečná (zejména horské a podhorské oblasti, např. šumavské pláně). Platí to jak pro subjektivní expertní odhady klimatu ve zmíněných místech, tak pro automatizované zpracování digitálních map a časových řad. Rutinní aplikace metod počítačového zpracování digitálních map prostředky GIS vede v současnosti při nedostatku stanic ve zmíněných místech k opticky uspokojivým, ale fakticky nekvalitním výsledkům.

Je třeba zdůraznit obecnou klimatologickou pravdu, že údaje o měření, tj. metadata, poskytují často klíčové informace pro správné zpracování a následnou interpretaci dat. Jsou často vyžadována i externími zákazníky, zejména údaje o technických podmínkách měření. Používání metadat v homogenizačních procedurách je velmi potřebné pro kvalitnější homogenizaci, protože to umožňuje upřesnit umístění zlomů, které jsou někdy detekovány pouze na úrovni zvolené pravděpodobnosti a s jistou chybou odhadu. V řadě případů jsou bohužel detekovány zlomy, které nemají oporu ve známých metadatech. Někdy je otázka, jestli by dané zlomy měly být homogenizovány a za jakých podmínek. Sami zastáváme v tomto směru spíše konzervativní stanovisko, tj. homogenizovat jen jasné zlomy. Samozřejmostí je, že v počítačových archivech nelze homogenizovanými daty přepsat originální data. Ta musejí v archivech zůstat. V souvislosti s homogenizací poznamenejme, že občas bývá snaha zkoumat, zda klimatické trendy v dané oblasti závisejí na nadmořské výšce. Je otázkou, zda eventuální rozdílné trendy zůstanou plně zachovány i po procesu homogenizace. Platí to zejména o horských stanicích, jejichž prostorová hustota je nízká.

Popsaná metoda konstrukce technických časových řad je jednou z možností integrovaného řešení otázky konverze problému prostorové interpolace na problém časových řad. Korekce prostorovými interpolacemi vytvořených technických řad na základě statistické analýzy okolních řad dále představuje jednu z možných metod homogenizace časových řad, přičemž lze takto homogenizovat nejen měsíční, ale i denní data, i když se v této fázi jedná o homogenizace k mezoklimatu, nikoli k mikroklimatu. Vytvořené technické řady mohou ztratit určité mikroklimatické vlastnosti, zatímco jejich prostorová reprezentativnost se zvyšuje, včetně homogenity vzhledem k regionálnímu klimatu. Metoda umožňuje i kontrolu kvality dat, neboť některé mezivýsledky lze použít pro detekci jinak velmi obtížně odhalitelných problémů v datech. Metoda nemá nějaké speciální matematické předpoklady a lze ji v principu využít pro různé prvky, pochopitelně s korekcemi odpovídajícími povaze jednotlivých prvků. Není příliš vhodná pro velmi řídkou síť stanic. V budoucnu se plánuje další vývoj metody.

Literatura

[1] BRÁZDIL – R., ŠTĚPÁNEK, P. – KVĚTOŇ, V. – NĚMEC, L.,1999. Homogenizace časových řad měsíčních průměrů teplot vzduchu a úhrnů atmosférických srážek ze 30 stanic České republiky v období 1961–1998. Projekt Výzkum dopadu klimatické změny vyvolané zesílením skleníkového efektu na Českou republiku. [Závěrečná zpráva za rok 1999.] Praha: ČHMÚ. 97 s.

[2] KVĚTOŇ, V., 2001. Normály teploty vzduchu na území České republiky v období 1961–1990 a vybrané teplotní charakteristiky období 1961–2000. Národní klimatický program ČR, sv. 30. Praha: ČHMÚ. 216 s. ISBN 80-85813-91-2, ISSN 1210-7565.

[3] KVĚTOŇ, V. – NĚMEC, L., 2000. Homogenisation of 50 precipitation series in the Czech Republic by MASH method. Proccedings of the Third seminar for homogenization and quality control in climatological databases. (Budapest 2000.) WCDMP – No. . Geneva: WMO.

[4] KVĚTOŇ, V. – RETT, T. – RYBÁK, M., 2000. Experiences with GIS applications to Climate Datasets in the Czech Hydrometeorological Institute. European Conference on Applied Climatology 3th (ECAC), 16.–20. October 2000, Pisa, Italy. [Extended abstract on CD.]

[5] KVĚTOŇ, V. – TOLASZ. R., 2003. Spatial analysis of daily and hourly precipitation amounts with respect to terrain. ICAM and MAP-Meeting 2003. [Extended abstract.]

[6] SZENTIMREY, T., 1997. Statistical procedure for joint homogenisation of climatic time series. In: Proceedings of the First seminar for homogenization of surface climatological data. (Budapest, 6–12 October 1996). Budapest: Hungarian Meteorological Service. s. 47–62.

[7] SZENTIMREY, T., 1999. Multiple Analysis of Series for Homogenisation (MASH). In: Proceedings of the Second seminar for homogenization of surface climatological data. (Budapest, 9–13 November 1998) WCDMP – No. 41. Geneva: WMO. s. 27–46.

[8] SZENTIMREY, T., 2003. Something like an Introduction. In: Proceedings of the Fourth seminar for Homogenization and Quality Control in Climatological Databases. (Budapest 2003.) WCDMP – No. . Geneva: WMO. [V tisku.]

[9] ŠANTL et al.: WinRedap 4.3, www.redap.cz.

[10] TOLASZ, R., 1998: A Climate Data Processing, Control, Information and Archiving System (tentative proposal). In: WCP-WCDMP, No. 34, Annex 14, WMO-Td No. 902, Geneva: WMO.

[11] TOLASZ, R., 1999. The Static Data Quality Process as part of CLIDATA Application. In: Proceedings of the 2nd European Conference on Applied Meteorology Wien in 1998, Österreichische Beiträge zu Meteorologie und Geophysik ZAMG, Heft 19.

[12] TOLASZ, R., 1999. Clicom 2000 – CLIDATA – Main principles. In: Report of the Meeting of the WMO Commission for Climatology Task Group on a Future WMO CDBMS-WCDMP No. 38, WMO-Td No. 932. Geneva: WMO.

[13] ŠTĚPÁNEK, P., 2004. Homogenizace teploty vzduchu na území České republiky v období přístrojových pozorování. Práce a studie č. 32. Praha: ČHMÚ. 56 s. ISBN 80-86690-15-6, ISSN 1210-7557.

[14] 2003. Guidelines on Climate Metadata and Homogenization. WCDMP-No. 53, WMO-TD No. 1186, Geneva: WMO.

Základní myšlenky článku byly předneseny na 4. semináři o homogenizaci a kontrole dat v Budapešti, konaném ve dnech 6.–10. října 2003.

Lektor: Mgr. P. Štěpánek, článek odevzdán v září 2004.

Jan Borovanský – Jiří Kastner (Přírodovědecká fakulta UK)

ANALÝZA TROJROZMĚRNÉHO DENNÍHO CHODU PŘÍZEMNÍHO OZONU

An analysis of the three-dimensional daily course of ground-level ozone concentrations. This article outlines the outcomes of the observation and analysis of the daily concentration course of ground level ozone in connection with the daily course of its precursors and the search for possible links to meteorological conditions. The expression „three-dimensional daily course" can be understood as an analysis of the common daily course of ground-level ozone concentrations and one of its precursors with a third dimension of time. If ozone is a secondary pollutant, then an assumption can be made that changes in concentration of the ozone's precursors, including changes in weather conditions, will immediately bring about changes in ozone concentrations. We can, therefore, say that meteorological influences constitute the dominant factor because they create life-conditions for both the elements – ozone analysed and its precursors.

KLÍČOVÁ SLOVA: ozon přízemní – koncentrace – prekurzory – chod denní

1. ÚVOD

Téma přízemního ozonu se v posledních letech objevuje v odborném tisku stále častěji. Tento fenomén je v zahraničí studován již od 60. let, kdy se poprvé objevila výrazná tzv. epizoda fotochemického smogu v americkém Los Angeles, jehož indikátorem je právě přízemní ozon [7]. Narozdíl od ozonu stratosférického, který zabraňuje pronikání škodlivým ultrafialovým slunečním paprskům na Zemi, je přízemní ozon ve styku s organismy toxický. U vegetace vede působení ozonu k narušení fotosyntézy projevující se tvorbou nekrotických skvrn na listech, zpomalováním růstu, předčasným stárnutím aj. U živočichů dochází zpravidla k poškození plicních funkcí [9, 10].

Přízemní ozon je polutantem sekundárním. Do atmosféry tak není emitován přímo, nýbrž se zde vytváří chemickými reakcemi z tzv. prekurzorů, tj. primárních polutantů, které vedou k tvorbě ozonu. Jsou jimi zejména oxidy dusíku (NO, NO_2) a těkavé organické látky (VOCs). Zcela zásadní roli však při tvorbě ozonu hraje intenzita slunečního záření, která je klíčovým prvkem fotochemických reakcí v atmosféře a mezi něž se tvorba ozonu také řadí. Základem tvorby molekul ozonu v troposféře jsou fotochemické reakce oxidů dusíku [5]. V čistém ovzduší se ustavuje určitá rovnováha, kterou lze popsat následujícím reakčním schématem:

$$NO_2 + h\nu \rightarrow NO + O$$
(hν = kvantum záření, resp. energie fotonu), (1)

$$O + O_2 + M \rightarrow O_3 + M$$
(M = molekula odvádějící reakční teplo), (2)

$$NO + O_3 \rightarrow NO_2 + O_2 \quad (3)$$

Během světlé části dne převažuje spíše reakce (1) a (2). Naopak v noci, kdy intenzita slunečního záření klesá na minimum, dominuje reakce (3) rozkladu molekul ozonu (viz dále). V ovzduší znečištěném dochází k porušení koncentrační rovnováhy ozonu, které se ve svém důsledku projevuje vzrůstem koncentrací přízemního ozonu. Principem převažující tvorby ozonu je, že zpětnou oxidaci NO na NO_2 (reakce 3) nezabezpečuje molekula ozonu, nýbrž bývá nahrazena hydroperoxylovým radikálem HO_2 nebo organickými peroxylovými radikály RO_2. V této fázi vstupují do systému uhlovodíky, jejichž oxidace OH radikálem vede k tvorbě zmiňovaných radikálů. Cyklus vzniku ozonu ve znečištěném ovzduší lze tak popsat reakčním schématem uvedeným v [11]:

$$\begin{aligned} &\text{uhlovodíky} + OH \rightarrow \text{aldehydy}, RO_2, HO_2 \\ &NO + RO_2 \rightarrow NO_2 + RO \\ &NO + HO_2 \rightarrow NO_2 + OH \\ &NO_2 + h\nu \rightarrow O + NO \\ &O + O_2 + M \rightarrow O_3 + M. \end{aligned} \quad (4)$$

Podobný proces tvorby ozonu funguje i pro molekuly oxidu uhelnatého, ovšem reakce CO s OH je relativně pomalá. Proto se spíše uplatňuje ve volné troposféře než ve znečištěném ovzduší [11].

Z výše uvedeného plyne, že denní průběh koncentrací přízemního ozonu je vázán zpravidla na průběh intenzity sluneční radiace. Pro příklad je na obr. 1 uveden denní chod koncentrací ozonu a úhrnu globální radiace na stanici Ondřejov ve vybraných letních epizodách v letech 1995–2000.

Územní rozložení koncentrací podléhá určitým obecným zákonitostem. Standardně vysoké koncentrace se vyskytují v oblastech s nejnižšími koncentracemi prekurzorů. K těmto místům se řadí především oblasti ve vyšších nadmořských výškách a oblasti vzdálené zdrojovým místům (městům) [1, 8]. Naopak dlouhodobě nejnižší koncentrace přízemního ozonu vykazují městské stanice, kde intenzivní dopravní zatížení produkuje neustálý vysoký přísun prekurzorů ozonu do ovzduší. Je nutné si totiž uvědomit, že režim přízemního ozonu a jeho geografické rozložení není primárně určován jen meteorologickými podmínkami, ale i množstvím prekurzorů jeho tvorby, neboť jejich velké množství představuje zároveň pro ozon značný potenciál látek umožňujících jeho rozklad [1].

Pod pojmem „trojrozměrná analýza denního chodu" rozumíme rozbor společného denního chodu koncentrací přízemního ozonu a jeho prekurzorů. Představuje-li ozon sekundární polutant, lze předpokládat, že jeho koncentrace musí nutně reagovat na změny koncentrací svých prekurzorů, podobně jako na změny v povětrnosti. Meteorologické vlivy můžeme de facto považovat za nadřazený faktor, neboť vytvářejí podmínky pro existenci obou veličin – jak ozonu, tak i jeho prekurzorů – a determinují tak změny v jejich koncentracích [1]. Základem této práce je tedy sledování a rozbor denního chodu koncentrací přízemního ozonu současně

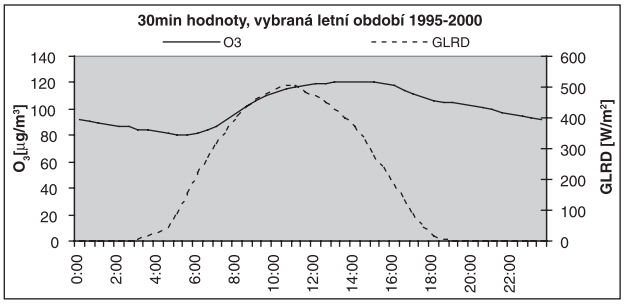
v závislosti na chodu jeho prekurzorů (které jsou reprezentovány zejména NO_2) a zkoumání možných vazeb na meteorologické podmínky.

2. METODIKA

V tomto příspěvku je problematika denního režimu přízemního ozonu diskutována z poněkud jiného úhlu. V úvodu byl uveden klasický průběh koncentrací přízemního ozonu v rámci dne (obr. 1), s charakteristickým maximem v době nejintenzivnější aktivity slunečního záření a minimem v noci. Cílem této práce je však postihnout denní chod přízemního ozonu současně v závislosti na chodu jeho prekurzorů, které reprezentují oxid dusičitý NO_2, oxid dusnatý NO a oxid uhelnatý CO a pokusit se nalézt vazby tohoto režimu na meteorologické podmínky.

Použijeme-li klasický xy-graf, můžeme koncentrace přízemního ozonu (v našem případě 30minutové průměry) vynést na osu *y* a koncentrace určitého prekurzoru na osu *x*. Vzniklé body odpovídají vzájemnému koncentračnímu poměru těchto látek v určitém čase. Body vymezené za časový interval jednoho dne, tj. 48 30minutových koncentrací, lze chronologicky spojit a vzniká nám tak křivka odpovídající změnám a chování uvedeného poměru koncentrací v rámci dne. Právě čas zde vystupuje jako v názvu zmiňovaný třetí rozměr. Vyneseme-li do grafu průměrné 30minutové koncentrace (popisující 24 hodin) za delší časové období (např. letní sezony, celý rok, apod.), získáme tak ucelený obrázek (uzavřenou křivku) charakterizující obecné chování ozonu v závislosti na jeho prekurzorech v daném prostoru a eventuálně tak můžeme hledat i vazby na podmínky klimatu či jiné faktory ovlivňující tento režim.

Na obr. 2 je zobrazen společný denní chod koncentrací přízemního ozonu a oxidu dusičitého na specifických stanicích ve vybraných letních obdobích. Analogické grafy se stejnými výsledky byly získány i v případě srovnání průběhu koncentrací ozonu s oxidem dusnatým NO a oxidem uhelnatým CO



Obr. 1 Příklad denního chodu koncentrací přízemního ozonu a úhrnu sluneční radiace na stanici Ondřejov. Zdroj: vstupní data ČHMÚ.

Fig. 1. An example of the daily variation of surface ozone concentrations and the sum of solar radiation at the Ondřejov station. Source: ČHMÚ input data.

(viz obr. 3) [1]. Výběr stanic byl proveden tak, aby stanice odpovídaly určitým typům prostředí. První typ reprezentují stanice městské – Praha 1, Náměstí Republiky, Praha 4-Libuš. I zde je však nutné upozornit na existující nezanedbatelné diference mezi oběma stanicemi odpovídající rozdílům mezi centrem a periferií města. Druhá kategorie stanic reprezentuje prostředí pozaďové v nadmořské výšce okolo ± 500 m n. m. Sem se řadí stanice Ondřejov a Košetice. Poslední dvě stanice (Hojná Voda, Churáňov) charakterizují pozaďové prostředí v nadmořské výšce nad 800 m n. m. Stručná charakteristika stanic je blíže uvedena v tabulce 1.

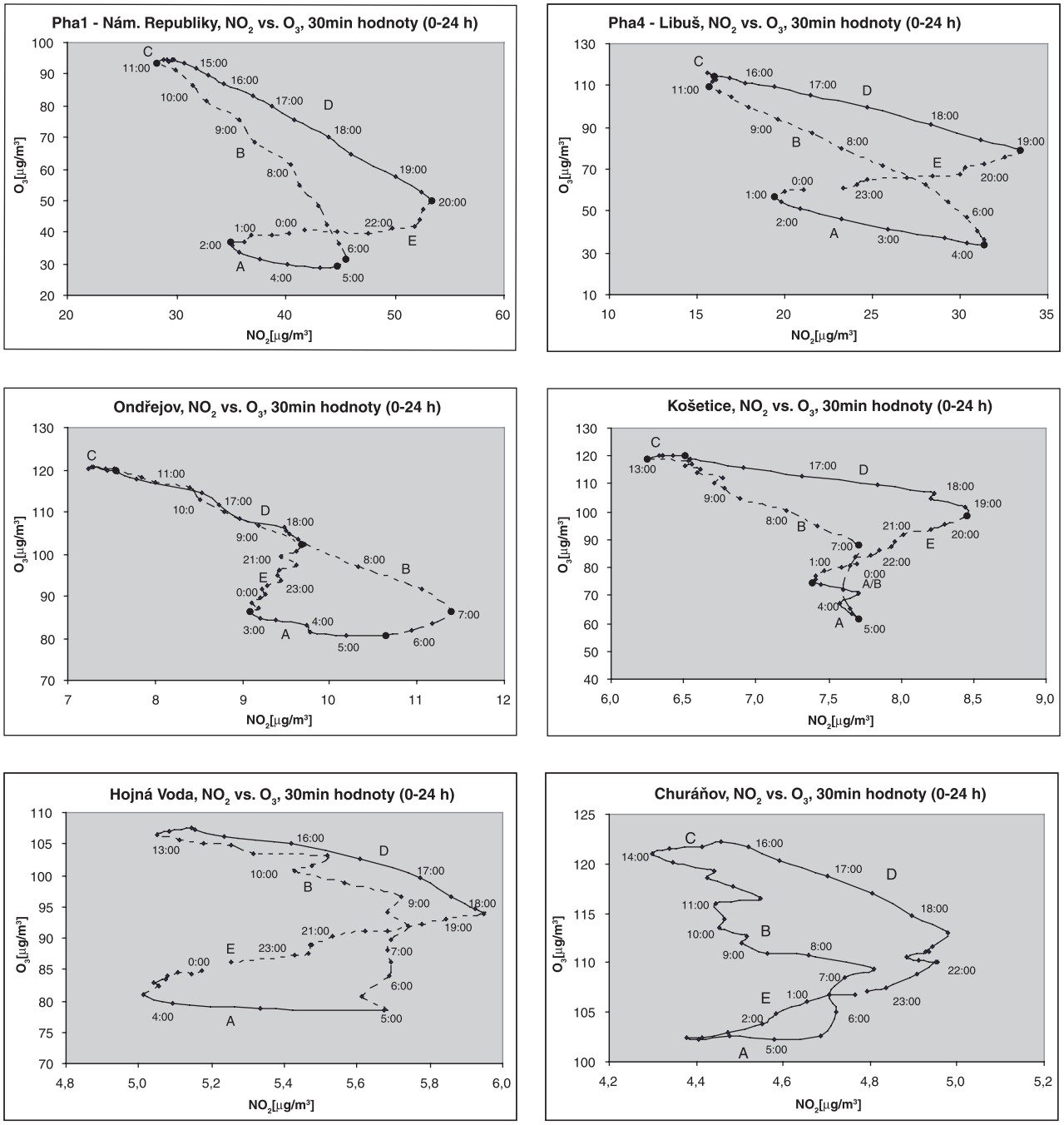
Výsledná křivka získává, po vynesení a spojení bodů v grafu, určitý tvar. Pomyslný bod na křivce (charakterizovaný koncentrací ozonu a některou z jeho prekurzorů) by při svém pohybu po ní procházel během dne několika fázemi. Tyto fáze odpovídají okamžitým trendům koncentrací jednotlivých polutantů v určité části dne. Z tohoto pohledu lze vyčlenit několik etap, jejichž hranici tvoří změna trendu jedné nebo obou sledovaných koncentrací. Čistě teoreticky je možné

Tab. 1 Základní charakteristika využitých stanic AIM ČHMÚ.

Table 1. Basic characteristic of the used AIM ČHMÚ stations.

771 – Praha 1 Nám. Republiky, okres Praha 1		*Terén*	rovina, velmi málo zvlněný terén
Nadmořská výška:	195 m	*Krajina:*	zástavba
T/Z/CHZ[a]*:*	dopravní/městská/obchodní	*SSV*[b] *[hod.]*	1683[d]
Reprezentativnost:	mikroměřítko (několik m až 100 m)	*T*[c] *[°C]*	11,0[d]
774 – Pha 4 Libuš, okres Praha 4		*Terén:*	vrcholová poloha v terénu do 10%
Nadmořská výška:	304 m	*Krajina:*	část zastavěná plocha, okraj obcí
T/Z/CHZ[a]*:*	pozaďová/předměstská/obytná	*SSV*[b] *[hod.]*	1688
Reprezentativnost:	okrskové měřítko (0,5 – 4 km)	*T*[c] *[°C]*	9,2
1108 – Ondřejov, okres Praha – východ		*Terén:*	horní nebo střední část strmějšího svahu (>8%)
Nadmořská výška:	514 m	*Krajina:*	zemědělská půda, trv. travní porost
T/Z/CHZ[a]*:*	pozaďová/venkovská/přírodní	*SSV*[b] *[hod.]*	*neměřeno*
Reprezentativnost:	oblastní měřítko – 4 až 50 km	*T*[c] *[°C]*	8,0
1138 – Košetice, okres Pelhřimov		*Terén:*	horní nebo střední část povlovného svahu do 8%
Nadmořská výška:	534 m	*Krajina:*	zemědělská půda, převaha orné půdy
T/Z/CHZ[a]*:*	pozaďová/venkovská/přírodní	*SSV*[b] *[hod.]*	1750
Reprezentativnost:	Region. a glob.měř. (stovky až tisíce km)	*T*[c] *[°C]*	7,7
1103 – Hojná Voda, okres České Budějovice		*Terén:*	vrcholová poloha v terénu do 10%
Nadmořská výška:	818 m	*Krajina:*	trvalý travní porost, téměř bez zástavby
T/Z/CHZ[a]*:*	pozaďová/venkovská/přírodní	*SSV*[b] *[hod.]*	1486[e]
Reprezentativnost:	oblastní měřítko – 4 až 50 km	*T*[c] *[°C]*	7,8[e]
1102 – Churáňov, okres Prachatice		*Terén:*	vrchol.poloha ve značně svažitém terénu (>10%)
Nadmořská výška:	1 122 m	*Krajina:*	trvalý travní porost, téměř bez zástavby
T/Z/CHZ[a]*:*	pozaďová/venkovská/přírodní	*SSV*[b] *[hod.]*	1583
Reprezentativnost:	oblastní měřítko (desítky až stovky km)	*T*[c] *[°C]*	4,8

[a]T/Z/CHZ = Typ stanice/Zóna/Charakteristika zóny ,[b]SSV = průměrný roční úhrn slunečního svitu v období 1995 – 2000,[c]T = průměrná roční teplota v období 1995 – 2000, [d] hodnoty ze stanice Praha-Klementinum, [e] hodnoty ze stanice Byňov, zdroj: ČHMÚ (http://www.chmi.cz/), vstupní data z ČHMÚ.



*Obr. 2 Příklad společného chodu koncentrací přízemního ozonu a jeho prekurzorů na jednotlivých stanicích (vybraná letní období 1995–2000). * 28. 4.–31. 5. 1995, 28. 6.–27. 8. 1995, 15. 4.–25. 4. 1996, 29. 5.–12. 6. 1996, 23. 4.–30. 4. 1997, 6. 5.–31. 5. 1998, 1. 8.–22. 8. 1998, 1. 6.–24. 6. 2000, 10. 8.–25. 8. 2000. Zdroj: vstupní data ČHMÚ.*

*Fig. 2. An example of the common variation of surface ozone concentrations and its precursors at individual stations (selected summer periods 1995–2000). * See the Czech legend!*

vyčlenit celkem 8 x 2 vývojových etap (4 hlavní + 4 přechodné, x 2 = rozlišení dne a noci), jimiž koncentrace ozonu během dne mohou procházet. V praxi se však všechny tyto etapy neuplatňují. Závisí jednak na typu prostředí, kde koncentrace sledujeme a také na prekurzoru, který s ozonem srovnáváme.

Nejvýrazněji se v praxi uplatňuje celkem 5 etap (4 hlavní + 1 přechodná). První etapu A charakterizuje noční mírně sestupný trend koncentrací ozonu a naopak relativně prudký vzestup koncentrací jeho prekurzorů. Přesný opak představuje etapa B s dopoledním prudce stoupajícím trendem ozonu a rychlým poklesem koncentrací prekurzorů. Etapu C (přechodná) lze popsat poměrně konstantním stavem koncentrací jak ozonu, tak i prekurzorů. Koncentrace se ve srovnání s ostatními etapami v tomto čase mění v zanedbatelně malém měřítku a postupně plynule přechází do období D. To lze charakterizovat opět sestupným trendem koncentrací přízemního ozonu a vzrůstem koncentrací prekurzorů v odpoledních hodinách. Večer a v noci vykazují pokles jak koncentrace ozonu, tak i prekurzorů (období E), které ráno znovu poměrně rychle přechází do etapy A. Délku trvání takto stanovených etap determinují především klimatické vlastnosti prostředí, ve kterém se sledované stanice nacházejí.

3. VÝSLEDKY A JEJICH ZHODNOCENÍ

V průběhu dne prochází ozon spolu se svými prekurzory celkem pěti vývojovými etapami, odpovídajícími trendům koncentrací obou zmiňovaných složek (viz obr. 2, 3).

Období A je charakterizováno mírným poklesem koncentrace ozonu a naopak vzrůstem koncentrací prekurzorů. Tato etapa je vázána na noc, kdy lze očekávat, že se výrazným způsobem v troposférické chemii bude uplatňovat noční radiační inverze. Prekurzory emitované do ovzduší mají tendenci se za této situace v ovzduší hromadit a zároveň tak rozkládat molekuly ozonu. To je evidentní zejména na pražských stanicích, kde se emise látek udržují na vysokých hodnotách i přes noc. Naopak na venkově klesají emise primárních polutantů v noci na minimum, proto i délka trvání období A je zde ve srovnání s Prahou výrazně krátká. Je důležité ovšem upozornit, že na venkově dochází zároveň v rámci prekurzorů k malým změnám v koncentracích a zvláště pokud se jedná o velmi krátkou časovou řadu, je nutné mít tento fakt na zřeteli.

Přesto nutno poznamenat, že mimo město dochází v ranních hodinách jak k růstu koncentrací prekuzorů, tak i ozonu (tento jev je v Praze také zřetelný, nicméně ve značně miniaturní podobě). Noční záporná radiační bilance aktivního povrchu se v následujících ranních hodinách mění na kladnou. Přízemní radiační inverze tak postupně zaniká, roste intenzita turbulence a dopadající paprsky slunečního záření „startují“ fotochemické reakce v atmosféře. V tomto momentě lze očekávat rozklad „nočních radikálů“, který podporuje ranní nárůst obou sledovaných veličin [4]:

$$NO_3 + h\nu \rightarrow NO_2 + O(^3P)\ (90\%) \rightarrow O(^3P) + O_2 + M \rightarrow O_3 + M \quad (5)$$

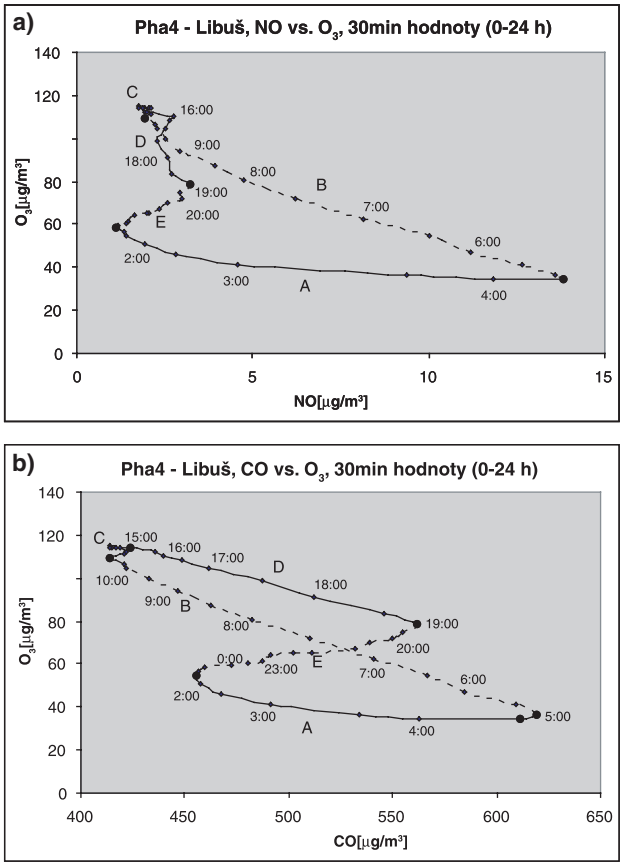
$$\rightarrow NO + O_2 \quad (10\%) \quad (6)$$

$$N_2O_5 + h\nu \rightarrow NO_3 + NO_2. \quad (7)$$

Základním rysem následující fáze B je intenzivní fotochemická aktivita projevující se vzrůstem koncentrací ozonu a poklesem koncentrací prekurzorů v dopoledních hodinách. Dominantně se zde uplatňují známé reakce (1), (2) popisující vznik přízemního ozonu. Zpětná reakce $NO + O_3 \rightarrow NO_2 + O_2$, která odbourává molekuly ozonu, je v tomto čase silně potlačena, přesto však do jisté míry reguluje nadměrnou tvorbu ozonu v čistém ovzduší [5]. Ve znečištěném ovzduší může často docházet ke zpětné oxidaci NO na NO_2 jinou cestou, například radikálem HO_2 nebo CH_3O_2, které jsou produkty oxidace methanu. Tento jev je základem pro vznik fotochemického smogu, který se ve znečištěném ovzduší často vyskytuje. Zde však by bylo výhodné provést podobný rozbor chodu koncentrací ozonu v porovnání s koncentracemi některých uhlovodíků.

V poledních a odpoledních hodinách dochází ke kulminaci sluneční aktivity a spolu s ní (resp. krátce po ní) kulminují i koncentrace ozonu. Tato kulminační chvíle se projevuje malými změnami v koncentracích jak ozonu, tak i ostatních jeho prekurzorů, ve srovnání se změnami ve zbytku dne. Toto období, označované v grafech jako C, je však významné jen pro pražské stanice, kde změny v koncentracích během dne dosahují poměrně vysokých diferencí. Na venkově, kde prekurzory vykazují relativní stabilitu na značně nízké úrovni, se toto období jeví jako velmi plynulý přechod do odpolední „chemicko-fyzikální“ části označené D.

Přibližně od 15. hodiny se na všech stanicích projevuje postupný pokles koncentrací přízemního ozonu. Tento



Obr. 3 Příklad společného denního chodu koncentrací přízemního ozonu (a) oxidu dusnatého, (b) oxidu uhelnatého. Zdroj: vstupní data ČHMÚ.

Fig. 3. An example of the common daily variation of surface ozone concentrations (a) nitrogen monoxide, (b)carbon monoxide. Source: ČHMÚ input data.

pokles je důsledkem slábnutí intenzity sluneční aktivity, tedy postupného zeslabování fotochemických procesů. Nad fotochemickým rozkladem NO_2 a tvorbou ozonu (rovnice 1, 2) získává dominantní úlohu reakce (3) odbourávající ozon, případně reakce:

$$O_3 + HO_2 \rightarrow OH + 2O_2, \quad (8)$$

která se uplatňuje zvláště při nízkém obsahu NO v ovzduší [4]. Toto období D je opět výrazné především ve městě, kde obsah molekul NO v ovzduší bývá ve srovnání s venkovským ovzduším velký. Na venkově se tato etapa projevuje již jen u některých prekurzorů (NO_2, CO). V případě NO se již vůbec nevyskytuje a období B, případně C přechází zpravidla přímo v poklesový trend obou srovnávaných polutantů (O_3 a NO), charakterizující období E.

Ve městech je počátek etapy E vázán prakticky na okamžik západu Slunce. Fotochemická aktivita tak zcela ustupuje a hlavní roli v chemii ozonu a jeho prekurzorů získává pravděpodobně radikál OH, který má schopnost všechny tyto polutanty rozkládat. Můžeme říci, že v této části dne se atmosféra čistí, čemuž by odpovídaly následující reakční mechanismy:

$$O_3 + OH \rightarrow HO_2 + O_2, \quad (9)$$

$$NO_2 + OH + M \rightarrow HNO_3 + M, \quad (10)$$

$$NO + OH \rightarrow HNO_2, \quad (11)$$

$$CO + OH \rightarrow H + CO_2, \quad (12)$$

$$H + O_2 + M \rightarrow HO_2 + M. \quad (13)$$

Spolu s radikálem OH roste i úloha radikálu HO_2 [13], který se na rozkladu sledovaných polutantů podílí rovněž:

$$HO_2 + NO \rightarrow OH + NO_2 \quad (14)$$

$$HO_2 + HO_2 \rightarrow H_2O_2 + O_2$$
(při nízkém obsahu NO v ovzduší – max. do 10 ppt [4, 14]) (15)

$$HO_2 + O_3 \rightarrow OH + 2O_2 \quad (16)$$

$$HO_2 + OH \rightarrow H_2O + O_2. \quad (17)$$

4. ZÁVĚR

Logický pohled na společný průběh koncentrací dvou látek najednou, které spolu chemicky souvisí, umožňuje lepší představu pro pochopení chemismu, celkového režimu a zčásti i možnost zjištění míry závislosti těchto látek. Zatímco ve zdrojových městských oblastech (zejména periferiích) vytvářejí křivky poměrně souměrný „osmičkový" tvar (viz graf Praha 4 - Libuš na obr. 2, 3), je s rostoucí vzdáleností do pozaďových oblastí (a zejména do vyšších nadmořských výšek) tento tvar ztrátou souměrnosti destruován. V praxi to znamená, že ve zdrojových oblastech změny koncentrací přízemního ozonu odpovídají do určité míry změnám koncentrací prekurzorů, což potvrzují i dříve provedené korelační analýzy [1]. Naopak v pozaďových oblastech je režim přízemního ozonu determinován jiným faktorem, než jsou prekurzory. Výrazným způsobem se zde uplatňují meteorologické podmínky, a to zejména v kvantitativním pohledu, neboť mechanismus účinku, tedy kvalitativní pohled, je všude stejný [1].

Přízemní ozon prochází během dne spolu se svými prekurzory pěti vývojovými etapami (označené velkými písmeny A – E), které odpovídají kombinaci trendů koncentrací obou sledovaných složek. Přechody mezi těmito etapami jsou zpravidla vázané na průběh intenzity slunečního záření. Z tohoto pohledu je proto možné hledat souvislosti změn koncentrací s denní změnou povětrnostních podmínek a lze dedukovat, které chemické procesy se v daném okamžiku dominantně uplatňují. Délku jednotlivých etap lze spolu s časem přechodů mezi nimi využít při modelování ozonového cyklu.

Literatura

[1] BOROVANSKÝ, J., 2003: Přízemní ozon – sezóny, vztahy, souvislosti. [Magisterská práce]. Praha: Katedra fyzické geografie a geoekologie PřF UK. 61 s.

[2] BRÜHL, CH. – CRUTZEN, P.J., 1999: Reductions in the anthropogenic emissions of CO and their effect on CH_4. Chemosphere: Global Change Science 1(1999), s. 249–254.

[3] EEA, 1998: Europe's Environment, The Second Assessment. Copenhagen: European Environmental Agency.

[4] FIALA, J. – ZÁVODSKÝ, D., 2003: Chemické aspekty znečištění ovzduší – troposférický ozon. *Ochrana ovzduší*, roč. **15**, č. 3, příloha časopisu. 24 s.

[5] FISHMAN, J. – CRUTZEN, P.J., 1978: The origin of ozone in the troposphere. *Nature*, vol. **274**, no. 5674, s. 855–858.

[6] MOLDAN, B., 1977: Geochemie atmosféry. Praha: Academia. 158 s.

[7] TIAO, G.C. – BOX, G.E. – HAMMING, W.J., 1975: Analysis of Los Angeles photochemical smog data. A statistical overview. *APCA Journal*, vol. **25**, s. 260–268.

[8] VÁŇA, M., 1997: Monitoring přízemního ozonu na regionální úrovni České republiky. *Ochrana ovzduší*, roč. **9**, č. 5, s. 2–7.

[9] Air Quality Guidelines for Europe. 1987. Copenhagen: WHO Regional Publications, European Series, no. 23.

[10] Air Quality Guidelines for Europe. 2000. Second Edition. Copenhagen: WHO Regional Publications, European Series, no. 91.

[11] ZÁVODSKÁ, E. – ZÁVODSKÝ, D., 1990: Súčasné zmeny atmosférického ozónu a ich potenciálne ekologické následky. *Meteorologické Zprávy*, roč. **43**, s. 146–153.

[12] ZÁVODSKÁ, E. – ZÁVODSKÝ, D., 1993: Vplyv globálnych klimatických zmien na chemizmus troposféry. *Meteorologické Zprávy*, roč. **46**, s. 106–110.

[13] ZÁVODSKÝ, D., 1991: Úloha hydroxylového radikálu v chémii troposféry. *Ochrana ovzduší,* roč. **3**, s. 15–18.

[14] ZÁVODSKÝ, D., 1992: Peroxid vodíka v atmosfére. *Ochrana ovzduší,* roč. **4**, s. 38– 40.

Webové stránky: www.chmi.cz

Lektor RNDr. M. Váňa, Ph.D., rukopis odevzdán v květnu 2004.

BIOKLIMATICKÉ PRACOVNÍ DNY VINIČKY

Ve dnech 23.–26. srpna 2004 se konala mezinárodní vědecká konference Změny podnebí – extrémy počasí – organizmy a ekosystémy pořádaná společně Slovenskou bioklimatickou společností při Slovenské akademii věd (SBkS) a Českou bioklimatologickou společností (ČBkS) ve Viničkách na východním Slovensku. Kromě českých a slovenských specialistů bylo přihlášeno i několik příspěvků polských a maďarských autorů. Na programu bylo celkem 87 přednášek a 20 posterových prezentací. Na plenárním zasedání odeznělo 9 příspěvků, v sekci agroklimatologie 14 (včetně přednášky Vztah fenologických a klimatologických dat severních Čech autorů Hájková a Nekovář), lesnické bioklimatologie 17, agrohydrologie a ochrany půdy 15, geofaktorů a životního prostředí 13, všeobecné klimatologie 9 a v sekci zoobioklimatologie 10 příspěvků, kde odezněla přednáška na téma Aktivita klíštěte (Ixodes ricinus) v závislosti na počasí autorů Kott, Valter, Daniel, Kříž.

Výbor SBkS, organizační výbor konference a předsedové sekcí doporučí klíčové prezentace konference k publikování v časopisu Meteorological Journal v anglickém jazyku.

V závěrech konference doporučila:

- zařadit do aktuálních témat výzkumu klimatické změny i problematiku změn bioklimatických podmínek,
- prohloubit spolupráci mezi členy SBkS a ČBkS též na úrovni společných vědeckých projektů,
- zapojovat do činnosti společností mladé vědecké pracovníky,
- hledat možnosti pro větší uplatňování dosahovaných výsledků v oboru bioklimatologie ve veřejných médiích,
- podílet se na objektivním informování veřejnosti o stavu atmosféry a procesech probíhajících mezi živými organizmy a podnebím.

Dále bylo doporučeno přispívat k zabezpečení odborné a vědecké úrovně a k objektivnímu zapracování podkladů pro závažné a závazné (legislativní) rozhodování kompetentních orgánů v oblasti problematiky ochrany atmosféry, bioklimatologie a znečišťování ovzduší.

Prezentace z konference byly vydány ve sborníku abstraktů a současně na CD-ROM, informace je zájemcům k dispozici i na webových stránkách: www.bioclimatology.sk a http://www.schmi.cz/meteo/CBKS/index.htm

Jiří Nekovář - Jaroslav Rožnovský

150 LET OD ÚMRTÍ GEORGA SIMONA OHMA (1789–1854)

„Objevitelská práce přináší hodiny největšího požitku, ale také rozčarování a tvrdé i neplodné práce … Úkolem vědy je rozmnožovat poklad lidského vědění i lidských dovedností a vést lidstvo k vyšším stupňům kultury“.

Werner von Siemens (1816–1892)

Prolog

Mohlo by se zdát, že příspěvek zabývající se okolnostmi objevení Ohmova zákona nemá s meteorologií nic společného, pomineme-li ovšem banální skutečnost, že zde existuje teoretický základ pro elektrická přístrojová měření, která se posléze uplatnila prakticky ve všech sférách lidské činnosti, a tedy i v meteorologii. Přesto se domnívám, že zde mohou být i další zajímavé, i když víceméně nepřímé souvislosti. Je zde např. upozorněno na veliký význam formálních analogií ve vývoji fyzikálního poznání světa (analogie elektrického proudu a tepelného toku). A právě analogie tohoto typu se velice významně uplatnily i v atmosférických vědách. Můžeme zde zmínit mj. klasickou teorii turbulentního proudění založenou na analogii molekulární difuze v laminárním proudu s difuzí turbulentních elementů nebo známou Maxwellovu analogii popisu kondenzačního růstu nebo vypařování vodní kapky s teorií rozložení elektrického potenciálu. Takovéto hledání širších souvislostí ve vývoji vědních disciplín může být i dnes inspirativní.

Jan Bednář

Málo je známo, že Ohmův zákon – základní zákon nauky o elektřině – má jako mnoho jiných objevů vykonaných v minulosti bohatou historii. Dnes již i žáci základních škol se seznamují s jeho zněním a v rámci praktických cvičení prověřují jeho platnost. Bohužel po mnoho desetiletí v 19. století měl své odpůrce, kteří vystupovali s nejrůznějšími námitkami proti jeho správnosti. Muselo být vynaloženo mnoho úsilí řady generací vědeckých a technických pracovníků, aby se plně prosadil v technické praxi.

Georg Simon Ohm se narodil 16. března 1789 v Erlangenu poblíž Norimberku v řemeslnické rodině. Matka brzy zemřela, otec Johann Wolfgang Ohm byl zámečnický mistr, soukromě se vzdělával, zajímal se o matematiku, fyziku a filozofii a nelitoval peněz na nákup knih z těchto oborů. O tyto disciplíny také vzbudil zájem u svých synů: Georga Simona a jeho o tři roky mladšího bratra Martina, od r. 1821 docenta a později profesora matematiky na berlínské univerzitě.

Po skončení gymnázia začal Georg Simon v r. 1805 studovat matematiku, fyziku a filozofii na erlangenské univerzitě. Pro nedostatek finančních prostředků po třech semestrech studium přerušil a v r. 1806 přijal místo učitele matematiky na soukromé škole ve švýcarském Nidau a později v Neuchatelu. Po několika letech se vrátil zpět, v r. 1811 dokončil studia, a na základě dizertační práce O světle a barvách (Ueber Licht und Farben) získal doktorát. Po tři semestry působil na erlangenské univerzitě jako soukromý docent matematiky. Avšak pro nedostatek finančních prostředků se místa vzdal a působil jako profesor matematiky a fyziky na reálce v Bambergu a od r. 1817 na jezuitském gymnáziu v Kolíně nad Rýnem. A právě zde vykonal své nejvýznamnější vědecké objevy. Ohm platil za výborného učitele a byl svými žáky velmi oblíbený. Na gymnáziu nalezl na tehdejší poměry dosti dobře vybavený fyzikální kabinet. To způsobilo, že se Ohmův zájem, odpovídající jeho sklonu, nyní více obrátil k fyzice.

Velmi podnětně na něho působil Oerstedův objev magnetických účinků elektrického proudu (1820) a objevy dalších badatelů (A. M. Ampère, H. Davy aj.). Ovšem nezajímal se jen o jevy vyvolané elektrickým proudem, které byly předmětem zájmu většiny fyziků té doby, ale snažil se poznat zákonitosti elektrického obvodu. Ke svým experimentům nejprve použil jako zdroje EMN Voltův článek a později termočlánek založený na Seebeckově jevu (1821). Z obsáhlého pokusného materiálu postupně dospěl k názoru, že poměry v jednoduchém elektrickém obvodu jsou jednoznačně určeny třemi veličinami: proudem, napětím a odporem, formuloval příslušný vztah a zjistil závislost odporu vodiče na jeho délce, průřezu a materiálu.

Všechny výsledky svých experimentů zveřejnil v r. 1826 v závažné práci nazvané Určení zákona, podle něhož kovy vedou kontaktní elektřinu, spolu s nástinem teorie Voltova článku a Schweiggerova multiplikátoru [3].

Když Ohm uzavřel svá experimentální zkoumání, zamýšlel podepřít své závěry matematickou teorií, i když u německých vědců nebylo v té době nijak rozšířeno zkoumání fyzikálních problémů matematickými prostředky. Protože podmínky ve škole mu nedovolovaly dostatečně se věnovat badatelské práci, požádal v r. 1826 o roční studijní dovolenou a odebral se za svým bratrem Martinem do Berlína, který se mezitím stal univerzitním profesorem. Přitom doufal, že mu zde bude vzhledem k publikovaným pracím nabídnuto místo na univerzitě. Avšak k tomu, jak se ukázalo, nedošlo. V Berlíně Ohm dokončil a ještě v r. 1827 vydal obsáhlou, později velmi známou monografii Galvanický obvod zpracovaný matematicky [4], v níž podal teoretické zdůvodnění jím objevených zákonitostí. Vycházel z představy o elektrickém proudu jako proudu „elektrické kapaliny“ ve vodiči. K této představě ho přivedla vynikající práce francouzského matematika a fyzika J. B. J. Fouriera (1768–1830) Analytická teorie tepla (La Théorie analytique de la chaleur, Paris 1822). Ohm připadl na myšlenku aplikovat mechanismus „tepelného toku“, o kterém hovoří Fourier, na vedení elektrického proudu ve vodiči. Podobně jako ve Fourierově teorii se tepelný tok mezi dvěma tělesy nebo mezi dvěma body téhož tělesa vysvětluje rozdílem teplot, tak Ohm vysvětluje elektrický proud rozdílem elektrických napětí (tzv. „elektroskopických sil“) ve dvou bodech elektrického vodiče.

A jaké bylo přijetí této práce, od níž si Ohm hodně sliboval? Zatímco J. Ch. Poggendorff (1796–1877) v Berlíně a G. T. Fechner (1801–1887) v Lipsku okamžitě poznali hodnotu díla, někteří fyzikové, zejména ti, kteří podléhali naturfilozofickým úvahám o elektřině, ji nepřijali, polemizovali proti „neúčelné hře s matematickými symboly“. Mnozí fyzikové kritizovali Ohma za to, že nevnesl světlo do řešení tehdy aktuální otázky o příčinách vzniku elektrického proudu v galvanickém článku. Nepochopili, že to nebylo záměrem pojednání a málo doceňovali význam matematického popisu zkoumaných jevů. Domnívali se, jak už název práce naznačoval, že Ohm dospěl ke svým závěrům spekulativní cestou, poněvadž v pojednání nebyl uveden pokusný materiál, který uveřejnil o rok dříve v Journal für Chemie und Physik [3].

Poněvadž se Ohm nedočkal uznání od německých přírodovědců, ztroskotaly také jeho naděje na akademické místo, které by mu poskytlo lepší možnosti k bádání. Nejprve přijal místo na vojenské škole v Berlíně a v letech 1833–1849 působil jako profesor fyziky na polytechnice v Norimberku, kde v letech 1839–1849 vykonával funkci rektora polytechniky.

Nehledě na přesvědčivé experimenty a dostatečně jasné teoretické zdůvodnění, zůstával Ohmův zákon v průběhu téměř deseti let málo známý. Opět se ukázalo, že uvést zákon do fyziky je těžší, než ho objevit. Mnozí fyzikové měli vážné výhrady k analogii mezi elektrickým proudem a přenosem tepla, mnohé mátla značná nejednoznačnost v používání a označování základních pojmů a veličin. Rychlejšímu rozšíření Ohmova zákona bezesporu překážela neexistence absolutních jednotek elektrických veličin. Třeba říci, že ani M. Faraday (1791–1867) zpočátku nevěřil v platnost Ohmova zákona. V r. 1837 uveřejnil francouzský konstruktér tangentové buzoly C. S. Pouillet (1790–1868) dvě práce, ve kterých, snad bez znalostí Ohmových pojednání, odvodil zákony elektrického proudu. Nyní byl vědecký svět upozorněn na Ohmovu prioritu a pomalu se začala uznávat jeho průkopnická práce. Poggendorffovým a Ermanovým přičiněním byl Ohm v r. 1839 zvolen dopisujícím členem berlínské Akademie věd a v r. 1841 členem turínské Akademie věd. V témže roce mu londýnská Royal Society propůjčila své nejvýznamnější vědecké uznání – Copleyovu medaili a v následujícím roce se pak stal zahraničním členem anglické Královské společnosti. Ohmovy práce byly postupně stále více uznávány (v Německu – C. F. Gauss, R. Kohlrausch, v Anglii – Ch. Wheastone, v Americe – J. Henry, v Rusku – E. H. F. Lenz, M. H. Jakobi, v Itálii – C. Matteucci aj.) a staly se východiskem pro další bádání v elektrodynamice, zejména v pracích G. R. Kirchhoffa (1824–1887) a H. Helmholtze (1821–1894). Následně se dostalo Ohmovi také významných vědeckých a občanských poct, vyznamenání a uznání v jeho vlasti. I přesto se i nadále v literatuře objevovaly jednotlivé námitky proti Ohmovu zákonu, takže British Association byla ještě v r. 1876, po zásadních pracích J. C. Maxwella (1831–1879), nucena zřídit zvláštní komisi, která měla potvrdit správnost příslušného vztahu. U nás např. proti platnosti Ohmova zákona vystupoval v r. 1847 František Adam Petřina (1799–1855), profesor fyziky na pražské univerzitě, který obsáhle vyvracel „omyly Němce Ohma“. Petřina považoval elektřinu za plynné fluidum – „mluno“, které obklopuje atomy podobně jako atmosféra předměty. Podle jeho představ odpor vodiče není závislý na jeho vlastnostech, ale je úměrný velikosti proudu, který jím prochází, a rovněž závisí na rychlosti pohybu fluida.

Uznání z domova a ze zahraničí podnítila Ohma k dalším vědeckým výzkumům. Tentokrát obrátil pozornost k akustice a k optice. V akustice, kterou se začal zabývat intenzivněji po roce 1840, podal definice základních pojmů, vypracoval teorii sirén a podobných zařízení na buzení tónů a pomocí Fourierovy analýzy se snažil objasnit podstatu barvy zvuku. Odvaha řešit tento problém, o který se předtím pokoušelo mnoho badatelů, byla tím obdivuhodnější, poněvadž Ohm sám nebyl hudebně založen a k experimentálnímu potvrzení svých teoretických závěrů si zval přítele hudebníka. Tvrdil, že lidské ucho vnímá jen jednoduché tóny a složené tóny rozkládá na jednoduché a každý pak vnímá zvlášť (1843). Avšak ani jeho teorie rozlišující základní a vyšší harmonické tóny, které ovlivňují barvu zvuku, nenalezla většího pochopení. Byla uznána až teprve tehdy, když ji v r. 1862 potvrdil dalšími výzkumy H. Helmholtz v základním díle fyziologické a hudební akustiky nazvaném Nauka o vnímání tónů jako fyziologický základ teorie hudby. V ocenění Ohmových zásluh byl jím získaný poznatek nazván „Ohmovým zákonem akustiky“ (někdy také „Ohmův-Helmholtzův zákon akustiky“). V optice se Ohm zabýval především interferenčními jevy v krystalech.

Konečně se Ohm v r. 1849 jako 60letý dočkal pozvání na mnichovskou univerzitu, nejprve jako druhý konzervátor matematicko-fyzikálních sbírek s povinností přednášet matematiku a fyziku. Teprve v r. 1852 byl jmenován řádným profesorem fyziky na této univerzitě a zároveň byl pověřen vedením katedry fyziky. Současně se stal i členem správní rady telegrafní společnosti. Ohm se nikdy nevyhýbal ani řešení technických problémů, např. za svého norimberského pobytu posuzoval projekt konstrukce vzducholodě. V době svého pobytu na mnichovské univerzitě zamýšlel vydat obsáhlejší spis o souvislostech přírodních jevů, rozdělený do čtyř svazků s moderně znějícím titulem Beiträge zur Molekularphysik. Bohužel dokončil jen 1. díl – Matematické základy (1849). Během svého pedagogického působení na různých školách napsal a vydal i několik pozoruhodných učebnic fyziky.

G. S. Ohm žil velmi skromně, nebyl ženatý. Počátkem r. 1854 byl stižen záchvatem mozkové mrtvice, na jejíž následky 6. července 1854 v Mnichově zemřel ve věku 65 let.

V r. 1881 na mezinárodním kongresu fyziků v Paříži nazvali na Ohmovu počest jednotku elektrického odporu jeho jménem. Pro zajímavost uveďme, že William Thomson – lord Kelvin (1824–1904) navrhl jako jednotku elektrické vodivosti „mho“, což je obráceně čtená jednotka ohm (v r. 1935 byla jednotka elektrické vodivosti nazvána „siemens“).

Literatura

[1] GLIOZZI, M., 1965, 1970. Storia della fisica. Torino 1965. Istoria fiziki. [Překlad]. Moskva: Izdatělstvo Mir 1970. 464 s.

[2] MAYER, D., 1999. Pohledy do minulosti elektrotechniky. České Budějovice: Nakladatelství Kopp. 382 s.

[3] OHM, G. S., 1826. Bestimmung des Gesetzes, nach welchem Metalle die Contaktelectrizität leiten, nebst einem Entwurf zu einer Theorie des Voltaischen Apparates und des Schweiggerschen Multiplicators. *Journal für Chemie und Physik*, h. 46, 137–166.

[4] OHM, G. S., 1827. Die galvanische Kette, mathematisch bearbeitet. Berlin: T. H. Reimann.

[5] ZAJAC, R. – ŠEBESTA, J., 1990. Historické pramene súčasnej fyziky 1. Od Aristotela po Boltzmanna. Bratislava: Alfa. 396 s.

Rudolf Kolomý

BOHUSLAV HRUDIČKA – STÉ VÝROČÍ NAROZENÍ

Mladší ambiciózní badatelé se na kariérní cestě neradi zdržují ohlížením zpět. Proto je třeba alespoň při vhodných příležitostech připomínat zásluhy jejich předchůdců a poukazovat na kořeny, z nichž meteorologie vyrůstala. V tomto roce je takovou příležitostí sté výročí narození brněnského meteorologa docenta RNDr. Bohuslava Hrudičky, jehož si vážíme jak pro jeho vědecký přínos, tak pro jeho lidský profil. Protože jeho dílo bylo již vícekrát zhodnoceno, a to i na stránkách tohoto časopisu [9, 11, 13], zopakujme alespoň nezbytná fakta.

Docent Hrudička se narodil 19. listopadu 1904 v Třešti, malém městě na jihozápadní Moravě. Po absolvování Státního učitelského ústavu v Brně, na němž získal trojí aprobaci (z I., II. a III. odboru), působil jako odborný učitel na měšťanských školách v Hrotovicích na Třebíčsku a v Brně. Při zaměstnání studoval na Přírodovědecké fakultě Masarykovy univerzity, na níž byl promován doktorem přírodních věd v roce 1936. V následujícím roce si vzdělání doplňoval studiem na univerzitě ve Vídni. V roce 1938 byl jmenován honorovaným docentem meteorologie a klimatologie na České vysoké škole technické v Brně, po R. Schneiderovi a A. Gregorovi se stal třetím docentem těchto oborů na uvedené škole [6] a v roce 1939 se habilitoval jako první docent meteorologie a klimatologie na Masarykově univerzitě.

Již za působení na základních školách byl publikačně velmi činný. Napsal mnohá pedagogická, osvětová i vlastivědná pojednání, svědčící o velké lásce, kterou přilnul k rodnému kraji a ke svému venkovskému působišti. Např. v Hrotovické čítance [12] z roku 1931, kterou uspořádal, oslovuje čtenáře: *Chceme jen, abys poznal svou obec a její okolí a poznáním byl přiveden k účinné lásce k domovu. Byli bychom rádi, kdyby Tvá láska k obci, v níž bydlíš, se projevovala skutky. Nemusí to býti velké věci. Ukážeš ji šetřením veřejného majetku a všech přírodních krás, úctou k památkám z minulých věků a pak usilovnou a cílevědomou prací ve svém zaměstnání, abys byl své obci ke cti. Každé zničené ptačí hnízdo, polámaná větev stromu, narvaná a pohozená kytka květin, počmáraná lavička, nedbale odbytá práce, jež Ti byla svěřena, svědčí o tom, že lásky k svému domovu neprojevuješ…* Sám nezměrnou píli a příkladné vlastenectví prokazoval až do konce svého života.

Z doby před ukončením jeho univerzitních studií pochází rovněž většina jeho meteorologických prací, mezi nimi i jediná publikace knižní nazvaná *Kapitoly z meteorologie* [2] z roku 1928. Je pozoruhodná nejen vědeckým obsahem a rozsahem, ale i věkem autora, jemuž v době jejího vydání bylo 24 let. V seznamu hlavních Hrudičkových spisů, který sestavil F. Vitásek [13] a převzal M. Nosek [10], do roku 1936 včetně napočítáme 66 položek širokého tematického zaměření. Autor se nejdříve věnoval klimatickým poměrům západní a jihozápadní Moravy a historii meteorologie, později regionální klimatologii Moravy a Československa a zejména aplikované meteorologii. Žádný český badatel před ním nezpracoval tak podrobně jako on vývoj meteorologického poznání u nás a doposud se také nikdo jiný tak soustavně nezabýval uplatněním meteorologie v technické praxi. Tento jeho zájem, odrážející se i v *Úvodu do technické meteorologie* [5], který pokračoval i v dalších letech, ho předurčoval k úspěšnému působení při výchově budoucích inženýrů různé specializace.

Hrudičku můžeme bezesporu považovat za zakladatele české technické meteorologie. Jeho práce o užití meteorologie ve stavebnictví, silniční dopravě, zeměměřičství, hornictví, obraně státu a pojišťovnictví (případy „vis maior“) patří k největším přínosům české meteorologie v meziválečném období. Mezinárodní uznání však dosáhly především jeho studie o meteorologických aplikacích v elektrotechnice, které byly výsledkem spolupráce s českými energetickými odborníky [7]. Hrudičkovy články z užité meteorologie vycházely hlavně v Technickém obzoru, Elektrotechnickém obzoru, Silničním obzoru, ve Spirále, Spisech odboru Československé společnosti zeměpisné v Brně, ale též v předních zahraničních časopisech Zeitschrift für angewandte Meteorologie, Gerlands Beiträge zur Geophysik a Meteorologische Zeitschrift.

Obr. 1 Docent RNDr. Bohuslav Hrudička (1904–1942).

Docent Hrudička sestavil první heslář českých meteorologických termínů [3], který se měl stát základem meteorologického slovníku. Významně přispěl ke klimatografii Moravy a Slezska, když navázal na předchozí práce vycházejí ze Zeměpisného ústavu Přírodovědecké fakulty Masarykovy univerzity. Zabýval se i některými teoretickými otázkami klimatologie, např. charakteristikami kontinentality, klimatogenními faktory a klasifikací klimatu ČSR. Byl u nás prvním propagátorem dynamické klimatologie, např. [4], jež výklad klimatu ve smyslu Bergeronově opřela o četnosti a intenzity definovaných víceméně uzavřených systémů povětrnostních dějů v dané oblasti.

Hrudičkovým učitelem a podporovatelem v jeho vědeckých zájmech byl prof. František Koláček (1881–1942), ředitel Zeměpisného ústavu, mimo jiné též autor většího počtu klimatologických prací [8]. Právě vztah vzájemné sympatie a důvěry se stal doc. Hrudičkovi osudným. Vlastenecké postoje Koláčkovy v období ohrožení Československa nacistickým Německem byly obecně známy. Netajil se jimi před studenty při přednáškách a v odborném tisku vyvracel rozpínavé teorie německé geopolitiky. Po okupaci českých zemí se zapojil do protifašistického odboje i se svými nejbližšími žáky prof. Františkem Říkovským (1901–1942) a doc. Hrudičkou. Údajně pro britské zpravodajské služby zakreslovali do vojenských map plochy vhodné pro výsadky. Všichni tři se stali obětmi nacistické perzekuce. B. Hrudičku ještě za vlády zastupujícího říšského protektora v Čechách a na Moravě Reinharda Heydricha (1904–1942) zatklo gestapo v jeho bytě 27. listopadu 1941. Po výsleších v Brně byl dopraven do koncentračního tábora v Mauthausenu, kde zemřel na pleuropneumonii 13. dubna 1942 [13]. Měl 37 roků.

A. Gregor [1] docenta Bohuslava Hrudičku právem zahrnul mezi osobnosti, které svým dílem nejvíce přispěly k pokroku meteorologie v našem státě. Napsal o něm, že *byl neobyčejně literárně činný ve všech úsecích jak základní klimatologie i meteorologie, tak i v četných aplikacích. Svými spisy pronikl do zahraničí. Jeho „Úvod do technické meteorologie“ nebo „Vis maior v meteorologii“, „Dynamická meteorologie“ aj. jsou originální a svědčí o velkém, bohužel zmařeném nadání.*

Literatura

[1] GREGOR, A., 1965. Stručný přehled historie naší meteorologie. *Meteorologické Zprávy*, roč. **18**, č. 2, s. 30-33.

[2] HRUDIČKA. B., 1928. Kapitoly z meteorologie (O prvcích povětrnosti). Velké Meziříčí, Nakl. Aloise Šaška. 304 s.

[3] HRUDIČKA, B., 1941. Meteorologické názvosloví. *Práce Moravské přírodovědecké společnosti*, sv. XIII, spis 10, Brno. 17 s.

[4] HRUDIČKA, B., 1938. Otázky a metody dynamické klimatologie. *Sborník Československé společnosti zeměpisné*, roč. **44**, s. 109-114.

[5] HRUDIČKA, B., 1935. Úvod do technické meteorologie. Nákl. *Odboru Československé společnosti zeměpisné v Brně*, řada C 5. 62 s.

[6] KREJČÍ, R. – ŠTRUNC, M. – KRŠKA, K., 1998. Portréty významných fyziků a meteorologů, kteří působili na Vysokém učení technickém v Brně. *Dějiny věd a techniky*, roč. **31**, č. 3, s. 157–177.
[7] KRŠKA, K., 1992. Bohuslav Hrudička jako průkopník užití meteorologie v elektrotechnice. *Zborník dejín fyziky*, zv. **X**, CESDEF ´ 92, s. 17-28, Vysoká vojenská technická škola v Liptovském Mikuláši.
[8] KRŠKA, K., 1982. Klimatologické dílo prof. Dr. Františka Koláčka (K stému výročí jeho narození). *Meteorologické Zprávy*, roč. **35**, č. 2, s. 62-63.
[9] NOSEK, M., 1973. Dílo doc. RNDr. Bohuslava Hrudičky. *Folia Facultatis scientiarum naturalium Universitatis Purkynianae Brunensis*, tomus XIV, opus 11, Geographia 8, s. 41-48.
[10] NOSEK, M, 1965. Nedožité šedesátiny doc. dr. Boh. Hrudičky. *Meteorologické Zprávy*, roč. **18**, č. 5, s. 26-27.
[11] NOSEK, M., 1962. O významu díla doc. dr. Boh. Hrudičky. (K dvacátému výročí jeho umučení v koncentračním táboře Mauthausen). *Meteorologické Zprávy*, roč. **15**, č. 5, s. 149-150.
[12] ŠTAJGL, F. – HOLUB, J. – HRUDIČKA, B., 1931. Hrotovice. Místní čítanka. Obecná a měšťanská škola v Hrotovicích. 39 s.
[13] VITÁSEK, F., 1946. Za prof. Fr. Koláčkem, Fr. Říkovským a doc. B. Hrudičkou. *Sborník České společnosti zeměpisné*, sv. **50**, č. 2-4, s. 33-50.

Karel Krška

NOVÝ OBJEKT POBOČKY ČESKÉHO HYDROMETEOROLOGICKÉHO ÚSTAVU V PLZNI

Dne 1. 7. 2004 byl za účasti vedení ČHMÚ, v čele s ředitelem ústavu Ing. Ivanem Obrusníkem, DrSc., zástupců MŽP ČR, Krajského úřadu Plzeňského kraje, Magistrátu města Plzně, starosty a zástupců městského obvodu Plzeň 1, dalších hostů z orgánů státní správy i samosprávy, zejména z oblasti životního prostředí, a sdělovacích prostředků slavnostně otevřen nový provozní objekt pobočky ČHMÚ v Plzeni. Realizaci stavby zajistil Zlínstav a. s., Zlín, jako generální dodavatel, technický dozor zajišťoval Bohemiaplan, s. r. o. a autorský dozor Ing. arch. Hysek, zástupce zpracovatele projektu Architektonického studia Hysek, s. r. o.

V průběhu července byla novostavba zaplněna vybavením a pracovníky a uvedena do zkušebního provozu. Nyní jsou již meteorologická měření a pozorování, regionální předpovědi, stejně jako posudky a další informace poskytovány z nové adresy: Mozartova 41, 323 00 Plzeň.

Při příležitosti této události dovolte malý výlet do historie pobočky k objasnění všeho, co slavnostnímu dni předcházelo.

Pracoviště ČHMÚ v Plzni vzniklo v polovině šedesátých let minulého století. Prvých 10–15 let však bylo zaměřeno jednoúčelově, pouze pro potřeby hydrologické předpovědní služby. Tříčlenná skupina sídlila nejprve v plzeňské vodárně a poté na ČOV v Plzni v Jateční ulici. Již před rokem 1980 bylo zřejmé, že se činnost pracoviště bude rozšiřovat. Proto byl požádán tehdejší podnik Povodí Berounky, který připravoval výstavbu nové provozní budovy na Denisově nábřeží, o zařazení několika místností pro ČHMÚ do jeho projektu.

V souvislosti s přestavbou organizační struktury ústavu po r. 1980 bylo vedením ČHMÚ rozhodnuto o zřízení samostatných poboček v Plzni, Hradci Králové a Českých Budějovicích, které převzaly komplexní péči o oblast své působnosti, Plzeň převážně tehdejší Západočeský kraj. S rozvojem činností souvisel i postupný nárůst počtu pracovníků a nároků na prostory. Proto byly pronajaty další místnosti v Radčické ulici a podnik Povodí Berounky byl současně požádán o přidělení většího prostoru v nově budovaném objektu. Tento požadavek však již nemohl být akceptován. Byl ale v polovině roku 1984 částečně realizován předáním budovy v Malostranské ulici po jejím uvolnění pracovníky podniku Povodí. Pracoviště pobočky se tehdy z ČOV přemístilo do nové budovy Povodí Berounky na Denisovo nábřeží a nově vznikající oddělení staniční sítě pak do Malostranské ulice.

S ohledem na technický stav objektu v Malostranské ulici byla připravována a v letech 1992–1993 provedena jeho rekonstrukce. Původní záměr rozšířit budovu výškově i plošně byl realizován jen z malé části. Útvar koncepce a rozvoje města Plzně v dohodě s památkáři bohužel nepovolil rekonstrukci v požadovaném rozsahu.

Tento stav trval prakticky do otevření nového provozního objektu. Pobočka byla do té doby jediným regionálním útvarem ČHMÚ, který byl rozdělen do dvou od sebe dosti vzdálených objektů s celou řadou provozních problémů. Dalším nedostatkem bylo nereprezentativní umístění meteorologické stanice a hlavně pak nevhodná poloha „Malostranské“ v záplavovém pásmu Radbuzy, což se projevilo zejména v srpnu 2002.

Nerealizovatelnost zvětšení objektu Malostranská tak, aby se do něj vešla celá pobočka a bylo odstraněno i potenciální nebezpečí zatopení, vedla vedení ČHMÚ k myšlence získat vlastní plně vyhovující objekt, do nějž by bylo možno obě pracoviště sloučit.

Pro toto řešení se nabízely dvě varianty, a to získat hotový dům, který by se přizpůsobil potřebám ČHMÚ, jako v Hradci Králové a Českých Budějovicích, nebo postavit vlastní podle svých představ. Prvá cesta vedoucí přes realitní kanceláře i magistrát města Plzně se ukázala jako nereálná. Z tohoto důvodu byla zvolena cesta druhá, tj. vlastní výstavba „na zelené louce“. V době kdy toto rozhodnutí uzrálo, byla to jen idea bez jakéhokoliv konkrétního návrhu.

Vlastní realizace této myšlenky byla zahájena před 8 lety v závěru roku 1996. Významnou roli při výběru lokality sehrála i potřeba vybudovat novou meteorologickou stanici, která by svými údaji vyplnila rozsáhlé „ bílé místo“ na mapě

Obr. 1 Nová budova pobočky ČHMÚ v Plzni.

Obr. 2 Meteorologická zahrádka na pobočce.

mezi Karlovými Vary, Chebem, Přimdou, Kocelovicemi a Churáňovem a nahradila tak s odchodem vojáků zrušenou stanici na letišti v Líních.

V prvém pololetí 1998 byla zpracována vyhledávací studie pro pět vytipovaných lokalit. Následovala celá řada předběžných jednání, která výběr postupně zužovala. Až padla volba na lokalitu Mikulka.

Nebylo ale vše tak jednoduché, důkazem je skutečnost, že celá příprava až do zahájení stavby trvala více než 5 let. Po získání pozemku od Fakultní nemocnice v Plzni, začala klíčová záležitost, a tou byla změna územního plánu města Plzně (schválená 24. 8. 2000), následovalo územní rozhodnutí (nabytí právní moci 15. 11. 2001) a stavební povolení (20. 6. 2002). Vlastní stavba byla zahájena v prosinci roku 2002, 17. 6. 2004 kolaudován a 1. 7. 2004 byl celý objekt slavnostně otevřen.

Ani realizace stavby nebyla jednoduchá. Nejprve musely být přeloženy dálkové kabely Telecomu. Problémy pokračovaly při zakládání stavby, kdy pod částí objektu bylo zjištěno nevhodné podloží a muselo dojít ke změně projektu. Následovaly další a další potíže a problémy, se kterými se realizační tým potýkal po celou dobu výstavby. Nakonec se vše podařilo dovést do zdárného konce.

Nový objekt tvoří dvě budovy a oplocené zázemí obsahující i meteorologickou zahrádku profesionální meteorologické stanice. Menší budova – energoblok – zahrnuje vlastní trafostanici, rozvodnu a záložní zdroj – dieselový agregát. Větší budova, v níž jsou umístěna všechna pracoviště pobočky, je vybavena ekologickým vytápěním tepelnými čerpadly, využívajícími geotermální energii získávanou z 11 téměř stometrových vrtů umístěných na dvoře objektu. Strukturovaná kabeláž jednoho z nejmodernějších typů umožňuje spojení každého pracoviště prostřednictvím serverů a telefonní ústředny uvnitř i vně objektu. Jednotlivá oddělení mají nyní k dispozici dostatečné prostory pro svoji činnost. Tyto nové prostory splňují i požadavky na autorizaci a akreditaci vybraných odborných činností. V přízemí budovy sídlí oddělení ochrany čistoty ovzduší, včetně jeho technického zázemí, a pracoviště technického zabezpečení provozu celé pobočky a profesionální stanice. V prvém patře je umístěno oddělení hydrologie, komunikační centrum, včetně serverů a telefonní ústředny, vedení pobočky a zasedací místnost, postupně vybavovaná audiovizuální technikou. Druhé patro je vyhrazeno meteorologii a klimatologii. Sídlí zde jak klimatologové, tak meteorologové a hydrologové Regionálního předpovědního pracoviště a své zázemí zde má rovněž profesionální meteorologická stanice. Korunu celé budovy tvoří kruhový prostor pro regionální prognózu a pozorování pracovníků profesionální meteorologické stanice. Z tohoto pracoviště je nádherný výhled na větší část Plzeňské kotliny a lze zde za dobrých podmínek dohlédnout až na Šumavu, Český les a Brdy. Tedy podmínky jsou nesrovnatelně lepší než na předchozích rozdělených pracovištích pobočky.

Závěrem dovolte ocitovat konec slavnostního projevu ředitele ČHMÚ Ing. Obrusníka, DrSc.: „Dovolte mi, abych vyslovil přání a zároveň víru, že tato stavba bude úspěšně a bez problémů sloužit plzeňské pobočce dlouhou řadu let, že se podaří zaplnit zmiňované bílé místo ve staniční síti meteorologie a objekt bude základem pro úspěšné pokračování činnosti pobočky ČHMÚ Plzeň."

Zdeněk Roubal

50 LET POZOROVÁNÍ NA PROFESIONÁLNÍ METEOROLOGICKÉ STANICI LYSÁ HORA

Počátek pravidelného meteorologického měření a pozorování na této lokalitě se datuje k 15. červenci 1897. První termínované údaje jsou zaznamenány od 1. ledna 1922, od ledna 1923 nacházíme v měsíčním výkazu značky jevů, které jsou od listopadu 1933 doplněny o dobu trvání jevu. Škála měření a pozorování i záznamy se postupně rozšiřují.

Z období II. světové války jsou pozorování méně úplná, některá období přímo chybí. Po válce v r. 1946 byla na Lysé hoře zřízena letecká meteorologické stanice, kterou v roce 1954 převzal tehdejší Hydrometeorologický ústav.

V roce 1953 byla započata stavba současné budovy stanice, která byla dokončena v r. 1954. Zde začalo 6. října 1954 v nové budově pravidelné profesionální měření a pozorování počasí a předávání meteorologických zpráv. Zpočátku se na stanici sloužilo jen od 7 do 21 hodin, v roce 1966 byl rozšířen počet zaměstnanců stanice na 4 a v roce 1968 na 5 osob, což je i současný stav. Od ledna 1969 byl na stanici zaveden nepřetržitý provoz. V lednu 1990 skončilo předávání zpráv pomocí radiostanice a do provozu byl uveden dálnopis. První počítač se na stanici objevil v roce 1991.

V roce 1996 byla započata etapa automatizovaného měření, když bylo na stanici nainstalováno automatické větroměr-

Obr. 1 Účastníci setkání konaného k 50. výročí zahájení měření a pozorování na profesionální meteorologické stanici Lysá hora. Foto O. Šuvarinová.

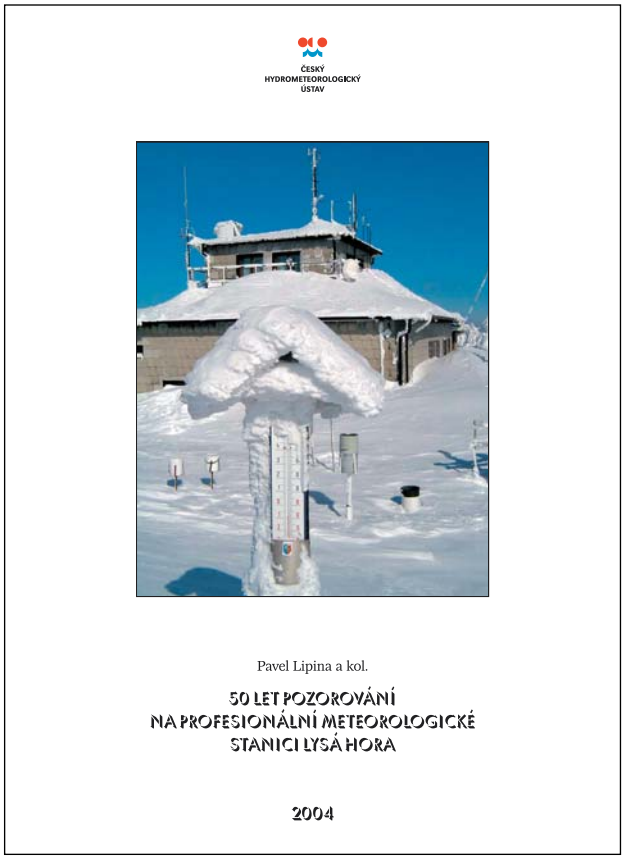
né čidlo. Ostatní automatická čidla byla zprovozněna v červnu 1998 spolu s novým softwarem pro měření a zpracování meteorologických dat. Automaticky se v současné době měří teplota, vlhkost a tlak vzduchu, směr a rychlost větru, množství srážek a délka slunečního svitu. Připravuje se instalace automatických přístrojů pro měření výšky základny oblačnosti a dohlednosti. Stanice je připojena k internetu. Přes tyto výdobytky moderní techniky se však stanice neobejde bez pozorovatelů, kterých se na stanici za padesátiletou dobu její existence vystřídalo 18 stálých a v krátkodobých zástupech vypomáhalo dalších 33 pracovníků. Jejich práce v náročných horských podmínkách není mnohdy jednoduchá, ale jak nazvala svůj článek po vyprávění Jaroslava Chalupy, současného vedoucího stanice, jedna novinářka, pro řadu z nich to znamená „splněný sen".

Kromě meteorologických měření a pozorování se na stanici provádějí měření znečištění ovzduší a další speciální pozorování a měření: od roku 1961 – měření radioaktivity spadu, od července 1969 – měření koncentrace SO_2, od července 1974 měření prašného aerosolu, které bylo ukončeno 31. prosince 2002. Duben až říjen 1972 – mlhoměr, 9. července 1987 až 24. července 1989 – měření radioaktivity (dozimetry AE Jaslovské Bohunice). 16. září 1991 – instalace kamery pro sledování bolidů (sloup, výška 2 m, směr 360°, ČSAV Ondřejov). 11. října 1994 – instalace zařízení na měření příkonu fotonového dávkového ekvivalentu.

K příležitosti 50. výročí stanice na Lysé hoře vydal Český hydrometeorologický ústav publikaci 50 let pozorování na profesionální meteorologické stanici Lysá hora. V suvislosti se zpracováním publikace došlo k zanesení všech dostupných klimatologických dat do databáze Clidata a bylo provedeno několik typů kontrol dat. Na základě dostupných pramenů byl proveden výčet používaných přístrojů, jejich změn atd. Jen u malého počtu stanic je možno tak podrobně zpracovat metadata, která jsou důležitá pro homogenizaci dat a posuzování jejich kvality.

Publikace, na níž se podílela řada autorů pod vedením Pavla Lipiny z pobočky ČHMÚ Ostrava, obsahuje kapitoly: Fyzicko-geografické charakteristiky Lysohorské hornatiny (M. Řepka, J. Chalupa), 50 let pozorování na stanici Lysá hora v nové budově (J. Chalupa, D. Rodovský), Pamětníci vzpomínají (D. Rodovský, V. Ondruch st., J. Chalupa), Meteorologická pozorování na Lysé hoře za období 1897–2004 (P. Lipina, J. Chalupa), Problematika meření a pozorování na horské stanici (J. Chalupa), Postavení a význam profesionální meteorologické stanice Lysá hora ve staniční síti ČHMÚ (P. Lipina), Znečištění ovzduší na Lysé hoře v letech 1971–2002 (L. Černikovský, E. Hotárková, V. Seberová), Dny se srážkami, novým sněhem, bouřkou a krupobitím na Lysé hoře v různých povětrnostních situacích (P. Drobek), Základní klimatologické charakteristiky Lysé hory za období 1897–2004 (P. Lipina) a Odkazy a informace o Lysé hoře v literatuře a na internetu (M. Řepka, P. Lipina). Publikace je v malém množství k dispozici ve Středisku informačních služeb ČHMÚ v Praze-Komořanech.

Stejně jako dříve v případě dalších stanic (Churáňov, Přibyslav, Červená) jsme si významné výročí připomněli také setkáním na Lysé hoře dne 9. září 2004, kterého se zúčastnili jak současní, tak i dřívější pozorovatelé a další současní i bývalí pracovníci úseku meteorologie a klimatologie ČHMÚ. Na tomto setkání rovněž nechyběli zástupci z dalších organizací, které mají svá pracoviště na vrcholku této dominanty Moravskoslezských Beskyd, Petr Lukeš z Českých radiokomunikací, Ing. Radim Pavlica a Ing. Petr Konůpka z Horské služby Beskydy, Josef Bürger z Lyžařské chaty, Radek Menšík z AK 1324, s.r.o.(restaurace pod vrcholem Lysé hory, kde se setkání uskutečnilo) a Milan Reňák. Tito lidé s pracovníky stanice mají vzájemně velice blízké vztahy, které všem pomáhají v práci i životě v tak náročném drsném prostředí na vrcholu 1 324 m (n. m.) vysoké Lysé hory, kde je zvláště v zimě mnohdy vůbec umění dostat se do služby nebo ze služby domů. Práce na stanici má své zvláštnosti, obtížnost, ale na druhé straně i krásu a vyžaduje dobrou fyzickou kondici i nadšení.



Obr. 2 Obálka publikace 50 let pozorování na profesionální stanici Lysá hora.

A protože, jak píše v předmluvě k výše uvedené publikaci RNDr. Radim Tolasz, náměstek ředitele ČHMÚ pro meteorologii a klimatologii: „Automaty ve spojení s dobrým počítačovým programem umí hodně, neumí však vše. Zodpovědnost pozorovatele zůstává." Přejme proto stanici na Lysé hoře dobré pozorovatele a ČHMÚ takové stanice do dalších nejen 50 let.

Olga Šuvarinová

MEZINÁRODNÍ VĚDECKÁ KONFERENCE CLIVAR

CLIVAR (Climate Variability and Predictability) je mezinárodní výzkumný program Světové meteorologické organizace (WMO) zařazený do programu WCRP (World Climate Research Programme). Je zaměřen na studium variability a prediktability klimatického systému. Zkoumá fyzikální a dynamické procesy v rámci klimatického systému v časových měřítkách od sezonních po sekulární. Je sice zaměřen

především na dynamické metody (modelování klimatu), za důležitý zdroj informací jsou ale považovány i statistické studie. Program byl oficiálně založen roku 1995 a předpokládaná doba trvání programu CLIVAR je 15 let (ca do roku 2010).

Mezi hlavní cíle projektu patří studium reakce klimatického systému na antropogenní ovlivňování, role propojeného atmosféricko-oceánického systému s důrazem na studium jeho variability, zkoumání prediktability klimatického systému s použitím napozorovaných dat, propojených atmosféricko-oceánických modelů i paleoklimatologických dat, podpora vývoje globálních i regionálních modelů a v neposlední řadě i návrh a realizace globálního systému dlouhodobého monitorování atmosféry a hydrosféry. Projekt je navázán na další předchozí nebo současné projekty v rámci WCRP, např. na projekt WOCE (World Ocean Circulation Experiment), GEWEX (Global Energy and Water Cycle Experiment), ACSYS (Arctic Climate System Study), AMIP (Atmospheric Model Intercomparison Project), SPARC (Stratospheric Processes and their Role in Climate) a na projekt PAGES (Past Global Changes), což je projekt IGBP (International Geosphere-Biosphere Program).

První světová vědecká konference CLIVAR 2004, která se konala od 21. do 25. června 2004, byla dlouho očekávanou událostí v komunitě světových klimatologů. Probíhala v kongresovém centru Convention v Baltimore, USA, stát Maryland. Centrum je v blízkosti přístavu v moderní, turisticky atraktivní, části města.

Jednání konference neprobíhalo v sekcích, ale bylo v průběhu jednotlivých jednacích dnů rozdělováno na část přednášek a posterů. Přednášejícími byli pouze pozvaní experti, účastníci se mohli zapojit do diskuse na závěr každého referátu. Rozsáhlá výstava posterů a diskuse s nimi spojená přinesla mnoho otázek, které zůstaly nezodpovězeny. Mnoho pracovních týmů se zabývá podobnými stránkami variability klimatu na různých místech světa. Používají se podobně konstruované modely, vstupují do nich podobné datové sady, pouze okrajové podmínky odpovídají geografické lokalizaci zájmového území.

Úvodní dopoledne odezněly zcela zásadní obecné příspěvky na téma Proč CLIVAR? (L. Bengtsonn), Společenská hodnota výzkumu klimatu (R. Colwel) a 100 let vývoje od meteorologické předpovědi ke klimatické prognóze (J. Shukla). Přednášky a prezentace posterů v dalších dnech byly tematicky rozděleny do osmi sekcí. Sekce Krátkodobé klimatické předpovědi obsahovala přednášky Od sezonních k meziročním prognózám (P. Delecluse), Rozvoj pozorovacích systémů (M. McPhaden) a Mechanismus krátkodobé variability klimatu (B. Hoskins). Na závěr jednání v sekci proběhla moderovaná diskuse na téma Hodnota klimatické předpovědi (T. Palmer a S. Zebiak). V sekci Monzunové systémy byly předloženy shrnující příspěvky o stavu poznání monzunových systémů v Asii, Americe a v Africe. Sekce Výzva střednědobých klimatických předpovědí byla pro dva zástupce ČR z ČHMÚ na této konferenci podstatně zajímavější. Vystoupení E. Sarachika na téma Variabilita a předpověditelnost klimatu bylo následováno Variabilitou klimatu nad Atlantikem (M. Visbeck), Variabilitou klimatu nad Pacifikem (N. Schneider) a moderovanou diskusí na téma Dlouhodobé předpovědi klimatu (M. Latif a G. Boer). Sekce Dlouhodobá klimatická variabilita obsahovala pouze příspěvky paleoklimatické. S autory příspěvků Změny klimatu v uplynulých dvou tisíciletích na základě porovnání pozorování paleoklimatu a modelových výstupů (M. Nann), Paleoklimatické perspektivy náhlých klimatických změn (J. Overpeck) a Rozvoj paleoklimatického modelování (M. Cane) bylo možno diskutovat o časovém zařazení paleoklimatu nebo o možných změnách cirkulace oceánů v budoucnosti na základě znalostí těchto změn v minulosti apod. O existenci globálního i lokálního Vlivu oceánů na klima předložili důkazy J. Marotzke (Klíčový vliv oceánu na klima), P. Chang (Vliv tropických oceánů na klima), P. Rhines (Oceány na severní polokouli a klima) a S. Rintoul (Oceány na jižní polokouli a klimatický systém). Sekce Vliv člověka na klima byla reprezentována pouze třemi příspěvky. Hodnocení klimatické změny z pohledu IPCC (S. Salomon), Detekce klimatické změny analýzou průměrné teploty (G. Hegerl) a Prognóza klimatické změny (J. Mitchell). Hodnocením praktických dopadů klimatické změny a variability se zabývala sekce Aplikace CLIVAR projektu ve společnosti. Vývoj systému včasného varování před výskytem epidemií předložila M. Thomson, Experiment GEWEX hodnotil S. Sorooshian, Aplikace v energetice předložil A. Moura a Ryby a rybářství jsou předmětem zájmu P. Lehodey. Moderovaná diskuse na závěr jednacího dne byla na téma Energetika, zemědělství a zdraví (R. Pachauri a H. Grassl). Poslední den jednání byl věnován sekci Budoucí vývoj projektu CLIVAR. Byly předloženy zásadní příspěvky, např. Monitoring a prognóza zemského klimatu (K. Trenberth) a Pozorování atmosféry a asimilace dat pro klimatické prognózy (A. Simmons).

Více než 650 posterů bylo v průběhu celého jednacího týdne vystaveno v předsálí a autoři byli po sekcích vyzýváni k přítomnosti u svých děl. Autoři předkládané zprávy prezentovali aplikaci neuronových sítí zaměřenou na Nelineární severoatlantickou variabilitu tlaku vzduchu (SLP) v zimní sezoně. Naše výsledky byly diskutovány mnoha účastníky konference, metoda je však nepříliš známá. Neuronovými sítěmi se zabývali již jen D. Reusch a R. Alley z University v Pensylvánii na posteru s názvem Nelineární paleoklimatologie – Rekonstrukce pozorování v západní Antarktidě. Diskutující však jednoznačně doporučovali hlavnímu autorovi našeho posteru publikovat výsledky v některém z renomovaných časopisů (např. Journal of Climate).

Konference CLIVAR 2004 bude ještě dlouho citována na mnoha dalších světových i národních setkáních klimatologů. Předložené výsledky jednotlivých dílčích projektů, jejich vzájemná propojenost a možné sdílení výsledků budou zcela jistě předmětem dalších diskusí. Celkový počet 640 přímých účastníků z 56 zemí světa byl spokojen s dobrou organizací celé konference, my jsme však zaznamenali některé „drobné“ nedostatky, které však budou časem zapomenuty (např. neochota organizačního sekretariátu konfirmovat zpáteční letenky, pouze 4 PC s připojením na internet pro účastníky, poskytování některých běžných konferenčních služeb za dodatečnou úplatu apod.).

Radim Tolasz – Ladislav Metelka

KLIMATOLOGICKÝ SEMINÁŘ O SUCHU A DALŠÍCH AKTUÁLNÍCH PROBLÉMECH

Ve spolupráci s Českou meteorologickou společností uspořádala dne 16. června 2004 Katedra fyzické geografie a geoekologie Přírodovědecké fakulty UK seminář zaměřený především k problematice sucha.

Do první části bylo zařazeno pět příspěvků vztahujících se k výzkumnému projektu GA ČR č. 205/03/Z045

Dlouhodobé změny režimu výskytu extrémního sucha v Česku. V úvodním referátu J. Hostýnek (ČHMÚ) informoval o přípravě dat pro projekt. Data byla vytěžena a prověřena ze sekulárních teplotních a srážkových řad stanic Klatovy, Tábor, České Budějovice (jihozápadní Čechy), Praha-Karlov, Praha-Klementinum, Čáslav (střední Čechy) a Brno, Olomouc (Morava). Faktografie týkající se výskytu sucha v roce 2003 byla převzata ze Závěrečné zprávy pro Ministerstvo zemědělství ČR (ČHMÚ, 30. 10. 2003. 24 s., 78 obr.). V referátu Klimatické hodnocení sucha a suchých období na území ČR v letech 1876–2003 P. Blinka (Přírodovědecká fakulta UK) prezentoval aplikaci metody EP (effective precipitation – efektivní srážka). Charakterizoval povahy sucha, včetně jeho plošného rozsahu, začátku, konce, délky trvání a intenzity, i faktory ovlivňující průběh. V tabulkové i grafické podobě prezentoval výsledky uplatnění zvolené metody. Jako nejsušší vyšly roky 1943 a 1976. I. Sládek v příspěvku Způsob charakterizace suchých období použitím metody součtových řad s vymezením dnů se srážkami a dnů s nedostatkem srážek dospěl mj. k závěru, že nelze vysledovat jednoznačný trend suchých období, k maximům sucha však dochází zpravidla v září a říjnu (babí léto) v jednotlivých letech. M. Možný (ČHMÚ) v referátu Vymezení a intenzita sucha na území ČR v období 1891–2003 použil metodu indexu sucha (IHS) k stanovení délky sucha ve vegetačních obdobích. V závěrečném vystoupení této tematické části – Sucho v předinstrumentálním období – poukázal J. Munzar (Ústav geoniky AV ČR, Brno) na skutečnost, že instrumentální měření atmosférických srážek, počínající od poloviny 18. století, je provázeno častými přerušeními a technickými nedostatky. Referát byl zároveň odlehčen některými historickými zajímavostmi.

Do druhé části semináře byly zařazeny referáty o suchu a atmosférických srážkách mimo výzkumný projekt. E. Zmudzka (Universytet Warszava) referovala o vlivu teplotních a srážkových podmínek ve vegetačním období na zemědělskou produkci v Polsku v letech 1951–2000. J. C. M. Bakanza (Ústav fyziky atmosféry AV ČR, Praha) v referátu O suchu v Kongu poukázal na skutečnost, že i v rovníkové oblasti Konga, kde je roční průměr srážek 1 600 mm, je patrný klesající trend v důsledku klimatických změn. V příspěvku Sucho ve vegetačním období vyšel J. Klabzuba (Česká zemědělská univerzita, Praha) z definice sucha v Meteorologickém slovníku výkladovém a terminologickém (Praha: Academia, MŽP 1993). Vymezil kritéria pro hodnocení režimu srážek a teplotního režimu v souvislostí s fyzikálními podmínkami vzniku sucha a předestřel biologickou specifiku škodlivosti sucha. S tematikou a zadáním grantového projektu plně korespondoval referát V. Kakose a J. Müllera (Ústav fyziky atmosféry AV ČR, Praha) nazvaný Sucho v Čechách. Při zkoumání extremit sucha došli autoři k zajímavým poznatkům o projevech sucha z hlediska srážkového deficitu odchylek teplot i ve vztahu k odtokovým deficitům a minimálním průtokům na Labi v Děčíně. Např. extremita roku 2002 podle autorů spočívala v tom, že tento rok byl na území Čech od r. 1876 vůbec nejdeštivější a současně patřil mezi několik nejteplejších případů. V následujícím roce 2003 bylo vegetační období podle klementinské řady absolutně nejteplejší a zároveň i jedno z nejsušších – srážkový deficit 429 mm mezi roky 2002 a 2003 nebyl v předchozím století zaznamenán.

Ve třetí části semináře rezervované dalším aktuálním problémům zazněl pouze referát J. Hoška (Ústav fyziky atmosféry, Praha) Modelování pole větru nad horským terénem na příkladu Krušných a Orlických hor.

Seminář potvrdil, že jednotná kritéria pro kvantitativní vymezení sucha s ohledem na rozmanitá a mnohočetná hlediska neexistují. Této skutečnosti si autoři referátů byli vědomi a neaspirovali na nesplnitelné, tj. na vyčerpávající řešení problému.

Zdeněk Horký

PROKOP DIVIŠ – VYNÁLEZCE UZEMNĚNÉHO BLESKOSVODU.

Autor Rudolf Kolomý. Praha: Prometheus 2004. 48 stran. ISBN 80-7196-275-9.

V edici Velké postavy vědeckého nebe vydalo nakladatelství Prometheus jako 13. svazek brožuru, jejíž autor Rudof Kolomý je čtenářům Meteorologických zpráv dobře známý. Útlá publikace vychází při příležitosti 250. výročí vynálezu a vztyčení uzemněného bleskosvodu Prokopem Divišem. Při této příležitosti připomínáme, že již před padesáti lety přinesly MZ článek k dvoustému výročí tohoto bleskosvodu od J. Blatné [1] a v letošním roce pak od autora recenzované publikace [2].

Úvodní dvě kapitoly publikace jsou věnovány prvním poznatkům o elektřině a magnetismu a experimentálnímu studiu blesků. Život a dílo Prokopa Diviše (1698–1765) jsou zachyceny ve třech kapitolách: Prokop Diviš – životní osudy, Divišovy pokusy z elektřiny a Magia naturalis, poslední kapitola pak prosazování bleskosvodu ve světě a u nás. V kompilativním dílku jsou shrnuty informace, jež jsou sice vesměs známé, ale v ucelené podobě a v kontextu s dobovým poznáváním podstaty přírodních jevů jde o počin přínosný.

Sestrojení a instalace bleskosvodu P. Diviše („povětrnostního stroje“) v Přímětících u Znojma v roce 1754, který měl být zároveň „vysavačem atmosférické elektřiny“ zabraňujícím zkoncentrování elektrického náboje v mracích, bylo sice první na světě, ale v praxi se uplatnil jednodušší model Franklinův, realizovaný v roce 1760. To ovšem neubírá P. Divišovi zásluhu původního vynálezce bleskosvodu.

V přílohách Kolomého brožury jsou na závěr uvedeny hlavní data z Divišova života, stížnost farníků týkající se nedbalého vykonávání kněžské funkce P. Divišem a nakonec i první elektrotechnický posudek v Čechách zpracovaný J. Steplingem v roce 1778.

V edici Velké postavy vědeckého nebe dosud vyšly portréty J. M. Marci, W. C. Röntgena, R. Descarta, T. Brahe, I. Newtona, G. Galilei, M. Plancka, M. Koperníka, Ch. Dopplera, Archiméda a J. Keplera. Publikace je možné objednat na adrese PROMETHEUS, spol. s. r. o., Čestmírova 10, 140 00 Praha 4.

Literatura

[1] BLATNÁ, J. , 1954. Prokop Diviš, dvousté výročí hromosvodu. Meteorologické Zprávy, roč. **7,** č. 3, s. 80–82.

[2] KOLOMÝ, R., 2004. Magia naturalis (Před 250 lety Prokop Diviš vztyčil uzemněný bleskosvod). Meteorologické Zprávy, roč. **57**, č. 3, s. 86–90.

Zdeněk Horký

JUBILUJÍCÍ JOSEF ŠTEKL

Jen stěží se chce věřit tomu, že dne 9. listopadu 2004 dosáhne přispěvatel časopisu Meteorologické zprávy, RNDr. Josef Štekl, CSc., v plné svěžesti neuvěřitelných 70 let. Meteorologická dráha rodilého „brňáka“ začala studiem meteorologie na letecké fakultě tehdejší VTA v Brně, které ukončil v roce 1958 jako promovaný fyzik. Již během studia se podílel na překladu třetí části Příručky pro krátkodobou předpověď počasí (1958), což byla v té době nová učebnice synoptické meteorologie, a následně jako spoluautor přispěl kapitolou Meteorologie do knihy Let za ztížených povětrnostních podmínek (Naše vojsko, 1963, s. 11–146). Po roční zkušené v Přerově začal pracovat jako synoptický meteorolog na Hlavním povětrnostním ústředí (HPÚ) v Praze, kde se jeho zájem o výzkumnou činnost naplnil v roce 1967 zařazením na výzkumné oddělení. V té době se věnoval zejména tematice objektivizace předpovědních metod, střednědobé předpovědi počasí a předpovědi mlh a dohlednosti. Po určitých peripetiích poplatných té době získal jubilant v roce 1973 na Přírodovědecké fakultě (PřF) tehdejší UJEP v Brně titul RNDr. a vědeckou hodnost kandidáta věd. Během svého působení na výzkumném oddělení odborně garantoval první pravidelné vysílání objektivní analýzy výškových map a mapy mezní vrstvy atmosféry v republice (1977). Ještě před odchodem z HPÚ začal pracovat na aktuálním tématu předpovědi extrémních meteorologických stavů.

Další jubilantovy meteorologické aktivity od roku 1980 již byly nedílně spojeny s jeho činností vědeckého pracovníka na Ústavu fyziky atmosféry ČSAV v Praze. Výsledkem jeho výzkumů byla mj. typizace povětrnostních situací příznivých pro extrémní teploty a srážky, letní a zimní bouřky a silné větry, která byla zčásti publikována v knize Cirkulační procesy a atmosférické srážky v ČSSR (UJEP Brno, 1986, 298 s.).

V červnu 1990 byl dr. Štekl jmenován akademickou radou AV ČR do funkce ředitele Ústavu fyziky atmosféry (ÚFA), v níž setrval až do konce svého druhého funkčního období v květnu 1998. V tomto období musel řešit náročné úkoly týkající se restrukturalizace ústavu (změny oddělení, delimitace oddělení ionosféry z Geofyzikálního ústavu), vybudování vlastní hospodářské správy i stavebního dokončení budovy pracoviště, uvedené do provozu v roce 1992.

V roce 1993 získal dr. Štekl pro ústav projekt ČEZ, a.s., zaměřený na výzkum vlivu meteorologických podmínek na činnost větrné elektrárny v horských podmínkách. Tímto výzkumným úkolem pronikl jubilant spolu s pracovníky oddělení mezní vrstvy atmosféry do problematiky živelně se rodící větrné energetiky v ČR, charakterizované v té době řadou amatérských chyb při stavbě větrných elektráren. Tyto skutečnosti ovlivnily jubilanta v jeho úsilí organizačně soustředit všechny vědecké a vědecko-pedagogické pracovníky, konstruktéry, podnikatele a příznivce tohoto oboru do České společnosti pro větrnou energii. Díky jeho iniciativě byla v roce 1994 společnost založena a začala vydávat časopis Větrná energie, v němž se objevila mj. i řada původních vědeckých prací z oblasti meteorologie a klimatologie s aplikačním zaměřením na geografické poměry ČR. Dosud vyšlo 20 čísel časopisu, přičemž monotematické číslo (1/97) s názvem „Meteorologie ve větrné energetice“ napsal sám jubilant. Česká společnost pro větrnou energii vstoupila do povědomí odborných kruhů řadou seminářů a konferencí, nejvíce však čtyřdílnou studií kolektivu pracovníků ÚFA AV ČR zpracovanou pod Šteklovým vedením s názvem Perspektivy využití energie větru pro výrobu elektrické energie na území ČR (1994-1995). Součástí této studie byl i tzv. „Větrný atlas“, tj. software umožňující určit větrné poměry v síti čtverců pokrývajících celé území ČR. Kapitolou „Větrná energie a její možnosti v ČR“ přispěl J. Štekl i do nové knihy Obnovitelné zdroje energie a možnosti jejich uplatnění (ČEZ, a.s., Praha, 2003, s. 51–82). Problematika větrné energie tak zůstává hlavní současnou jubilantovou aktivitou, přičemž na ÚFA pracuje od roku 1998 právě jako vedoucí skupiny pro větrnou energii.

Vedle větrné energetiky je další jubilantovou profesionální láskou observatoř Milešovka, která má svůj počátek již v době, kdy sem jezdil na pozorovací záskoky. V době jeho vedení ÚFA došlo nejen k rehabilitaci klimatologie a klimatologických měření na tomto pracovišti, ale jubilant získal i grantový projekt, který ve spolupráci s brněnským geografickým pracovištěm vyústil ve zpracování devadesátileté pozorovací řady této stanice a ve vydání knihy Klimatické poměry Milešovky (Academia, 1999, 433 s.). Zdevastované prostředí na vrcholu Milešovky a izolace vědeckého pracoviště ÚFA AV ČR od veřejnosti se staly pro jubilanta stimuly pro založení Obecně prospěšné společnosti Milešovka. Jejím cílem bylo obnovit v návaznosti na historickou tradici význam Milešovky jako významného vědeckovýzkumného, kulturního a turistického centra, důstojně reprezentujícího region severozápadních Čech. Dr. Štekl jako zakladatel společnosti, která sdružuje převážně soukromé osoby, ale i zástupce obcí a škol, byl předsedou její správní rady od založení v roce 1996 až do roku 2002, kdy byl zvolen jejím čestným členem. Zatím nesplněn zůstává jeden z plánů jubilanta na zřízení meteorologického muzea na Milešovce.

Oslavenec patří mezi velmi publikačně činorodé odborníky na poli meteorologie a klimatologie. Je autorem 75 původních vědeckých prací, spoluautorem 4 monografií, řady výzkumných zpráv a také autorem mnoha popularizačních článků, hlavně z oblasti větrné energie.

Výčet rozsáhlých aktivit jubilanta by nebyl úplný bez jeho pedagogické činnosti. Vedle mnohaleté přednáškové činnosti na VTA v Brně, na PřF Masarykovy univerzity v Brně a na PřF Univerzity Karlovy v Praze a členství v komisích pro státní závěrečné a doktorské zkoušky vedl i několik úspěšných diplomových prací. V Brně je od roku 1993 i platným členem vědecké rady Přírodovědecké fakulty MU.

Dr. Štekl je také dlouholetým aktivním členem České meteorologické společnosti. V letech 1994 až 1999 byl předsedou její pražské pobočky a následně i členem hlavního výboru společnosti. Jeho zásluhy o rozvoj meteorologie byly oceněny udělením čestného uznání.

Milý Jožko, ať Tě ani v dalších letech neopouští dobrá nálada, originální nápady a Tvůj nezměrný pracovní elán. I když bys mohl s uspokojením nad svou dosavadní prací odejít na zasloužený odpočinek, věz, že zbývá ještě pořád dost témat, která je třeba pro další rozvoj klimatologie a větrné energetiky v ČR vyřešit.

Rudolf Brázdil

NABÍDKA PUBLIKACE

ZNEČIŠTĚNÍ OVZDUŠÍ NA ÚZEMÍ ČESKÉ REPUBLIKY V ROCE 2003
AIR POLLUTION IN THE CZECH REPUBLIC IN 2003

Grafická ročenka. 166 stran včetně 76 barevných map a obrázků. ISBN 80-86690-17-2
Cena 1500,– Kč.

Grafická ročenka zhuštěnou formou tabulek, grafů a mapových znázornění podává souhrnný přehled o stavu znečišťování a znečištění ovzduší, včetně hodnocení atmosférické depozice. Zatímco tabelární ročenka představuje formu objektivní prezentace verifikovaných imisních dat a údajů o chemickém složení atmosférických srážek z jednotlivých měřicích stanic, spočívá těžiště této ročenky zejména v mapových prezentacích charakterizujících zatížení území ze znečišťování ovzduší.

V roce 2002 vstoupil v platnost nový zákon o ovzduší č. 86/2002 Sb. včetně nařízení vlády 350/2002 Sb., kterým se stanovují imisní limity a podmínky a způsob sledování, posuzování, hodnocení a řízení kvality ovzduší. Ročenka tuto skutečnost reflektuje tím, že je hlavně prezentováno posouzení kvality ovzduší v roce 2003 podle nové legislativy.

Součástí ročenky je bohatý tabulkový a grafický materiál uvádějící přístupnou formou informace z hydrometeorologické datové základny České republiky.

Z obsahu:

- Emise látek znečišťujících ovzduší v České republice
- Imise látek znečišťujících ovzduší v České republice (staniční sítě sledování kvality venkovního prostředí, hodnocení kvality ovzduší dle požadavků nařízení vlády 350/2002 Sb, hodnocení znečištění ovzduší v ČR na základě limitů podle Opatření FVŽP, stručné zhodnocení meteorologických podmínek v r. 2003)
- Atmosférická depozice na území České republiky

Ročenka je vydávána dvojjazyčně česko-anglicky pro usnadnění výměny dat o kvalitě ovzduší.

Publikaci můžete objednat na adrese:
Český hydrometeorologický ústav, SIS, p. Jirátová, Na Šabatce 17, 143 06 Praha 4-Komořany,
Tel./fax: 244032721, e-mail: jiratova@chmi.cz Na objednávce uvádějte svoje IČO.

NABÍDKA PUBLIKACE ČHMÚ

ZNEČIŠTĚNÍ OVZDUŠÍ A ATMOSFÉRICKÁ DEPOZICE V DATECH, ČESKÁ REPUBLIKA 2003

AIR POLLUTION AND ATMOSPHERIC DEPOSITION IN DATA, THE CZECH REPUBLIC 2003

Praha, ČHMÚ 2004. 132 stran + CD. ISBN 80-86690-16-4. Cena 750 Kč.

Roční tabelární přehled je výsledkem souhrnného zpracování imisních dat systematicky ukládaných za kalendářní rok. Je vydáván jako základní materiál pro práci orgánů a organizací řešících problematiku životního prostředí a ochrany ovzduší v našem státě.

V tištěné podobě ročenka obsahuje komentář k souhrnnému ročnímu tabelárnímu přehledu (přehled metod měření, datová základna ročního zpracování a Informační systém kvality ovzduší, limitní hodnoty pro ochranu zdraví, vegetace a ekosystémů, popis obsahu tabulek – přehled staničních sítí, zajištění kvality dat), přehled imisních měřicích sítí České republiky, souhrnné přehledy překročení imisních limitů a maximálních hodnot stanovených zákonnými opatřeními a vládními nařízeními. Na CD jsou data obsahující:

- oxid siřičitý
- PM10
- oxid dusičitý
- oxidy dusíku – venkovské stanice
- oxid uhelnatý
- benzen
- ozon
- těžké kovy
- benzol
- amoniak
- suspendované částice
- oxidy dusíku
- oxid dusnatý
- těžké kovy v suspendovaných částicích
- suma dusičnanových iontů
- suma amonných iontů
- sirovodík
- skupina aromatických uhlovodíků
- těkavé organické látky (VOC) – ČHMÚ
- těkavé organické látky (VOC) – HS
- perzistentní organické látky (POPs)
- atmosférické srážky včetně analýz
- větrné růžice na imisních stanicích

Publikaci lze objednat na adrese:
Český hydrometeorologický ústav, SIS, p. Jirátová, Na Šabatce 17, 143 06 Praha 4-Komořany,
Tel./fax: 244032721, e-mail: jiratova@chmi.cz . Na objednávce uvádějte svoje IČO.