

# ASSMANNŮV ASPIRAČNÍ PSYCHROMETR A JEHO KONSTRUKTÉR

Karel Krška, Český hydrometeorologický ústav, pobočka Brno, Kroftova 43, 616 67, Brno-Žabovřesky, e-mail: krška@chmi.cz

**Assmann's aspirated psychrometer and its inventor.** This year 120 years has passed since invention of an aspirated psychrometer originally determined for balloon observations of the atmosphere and later used at surface meteorological stations, in applied field research and technical practice. Its inventor, Professor Richard Assmann, originally a doctor of medicine, is renowned especially as an initiator and organizer of German aerology and a co-discoverer of the stratosphere. However, his specialized interest was wider, he is an author of almost 300 works from different branches of meteorology. Next year (2008) we will commemorate the 90<sup>th</sup> anniversary of his death.

**KLÍČOVÁ SLOVA:** aspirační psychrometr – Richard Assmann – historie meteorologie  
**KEY WORDS:** aspirated psychrometer – Richard Assmann – history of meteorology

## 1. ÚVOD

Objevitelé trvale platných zákonů, vztahů a parametrů, autoři vět, rovnic a vzorců mají ve vědě zajištěnu nesmrtelnost, pokud se jejich objevy a formule nazývají jejich jménem. Příkladem může být Archimedův zákon, pokus Torricelliho, Coriolisův parametr či Richardsonovo číslo. Jinak jsou na tom konstruktéři přístrojů a zařízení po nich pojmenovaných: jejich jména se začínou vytrácet, jakmile se přístroje jako zastaralé přestávají používat. Kdo si ještě dnes kromě pamětníků, přístrojových specialistů a historiků vzpomene na Lambrechtovo rosné zrcátko, Michelsonův –

Martenův aktinometr, Jordanův registrační slunoměr, Dornův frigorimetr nebo Wildův výparoměr. V poslední době zvláště automatizované měřicí systémy rychle odsouvají klasické přístroje do zapomnutí a s nimi bohužel i jména mnohých průkopníků meteorologie.

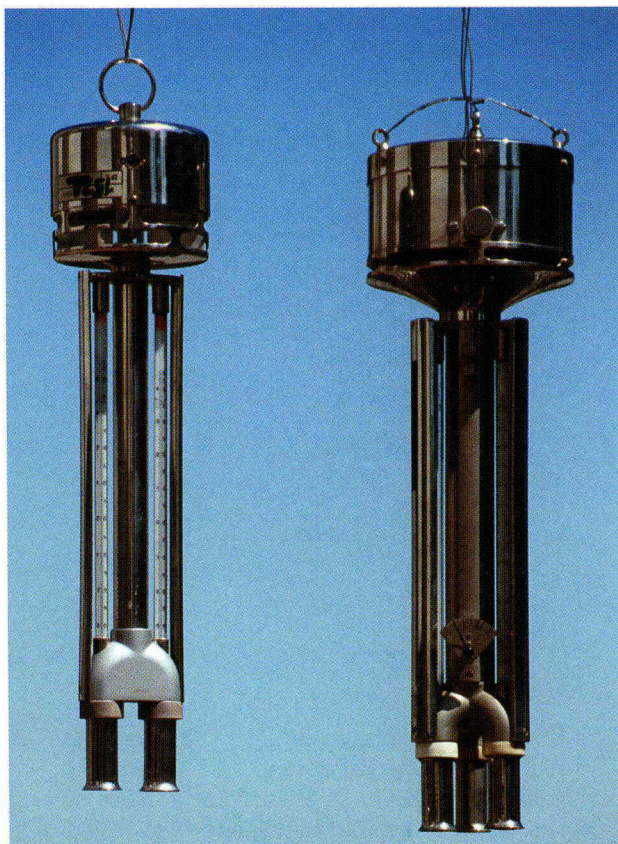
Takový osud jednou potká i Assmannův aspirační psychrometr, od jehož vynálezu letos uběhlo 120 roků. Protože jde o meteorologický přístroj celosvětového rozšíření, širokého uplatnění i zajímavé historie, považujeme za vhodné nepřejít jeho jubileum bez povšimnutí. A v té souvislosti připomenout také jeho konstruktéra profesora Richarda Assmanna, od jehož úmrtí v příštím roce (2008) uplyne 90 let.

## 2. PSYCHROMETR UMĚLE VENTILOVANÝ NEBOLI ASPIRAČNÍ

Aspirační psychrometr byl hojně využíván, a doposud mnohde ještě je, zvláště při ambulantním meteorologickém měření v terénu při rozličných topoklimatologických průzkumech, v technické praxi, při porostních měřeních výzkumného charakteru na polích a v lesích, při aplikaci chemických látek, např. při leteckém ošetřování zemědělských plodin, apod. V meteorologických službách některých států ležících v tropických oblastech slouží také jako staniční přístroj. Přitom byl navržen ke zcela jinému účelu, a to k měření teploty a vlhkosti vzduchu při balonovém výzkumu atmosféry. Víceúčelové používání přístroje pramenilo jednak z přesnosti jeho měření, jednak z jeho přenosnosti, která jej spolu s možností měření na slunci učinila velmi užitečným instrumentem.

V naší meteorologické službě bylo možno se setkat se dvěma modely Assmannova aspiračního psychrometru, modelem menším a větším. Předností menšího modelu, který před 2. světovou válkou vyráběla německá firma Fuess, byla nízká hmotnost, nevýhodou však malý rozměr teploměrů, který ztěžoval přesné čtení teploty (na desetiny °C). Větší model, jehož poválečným výrobcem byla METRA, n. p., patřil k běžnému přístrojovému vybavení Hydrometeorologického ústavu i mnohých dalších institucí. Pohon ventilátoru byl pérový, rychlost proudění nejčastěji 2,5 m.s<sup>-1</sup>.

Počátkem 70. let minulého století byl z podnětu RNDr. Bořivoje Sobíška větší model používán na profesionálních meteorologických stanicích po dobu asi pěti let ke srovnávacímu měření teploty a vlhkosti vzduchu s Augustovým psychrometrem umístěným v meteorologické budce. Assmannův psychrometr byl během měření podle interního předpisu upevněn na podstavci meteorologické budky. Výsledky srovnávacích měření však byly vyhodnoceny



Obr. 1 Assmannův aspirační psychrometr v provedení fy METRA, n. p., a aspirační psychrometr se třemi teploměry neznámého výrobce.

Fig. 1. Assmann's aspirated psychrometer made by the company METRA and an aspirated psychrometer with three thermometers of an unknown producer.

jen částečně, protože zpracování celého velkého datového souboru bez samočinných počítačů bylo v té době nemožné. Potvrdila se ovšem již dříve publikovaná skutečnost, že v létě při vysoké sluneční radiaci v poledních a odpoledních hodinách a slabém větru je teplota vzduchu v budce až o 1,5 °C vyšší než mimo budku. Naopak vnitřek budky byl o několik desetin stupně chladnější za jasných bezvětřných nocí v důsledku vyzařování tepla [13]. Z uvedených důvodů se na meteorologických stanicích v tropických oblastech jeví jako opodstatněnější měření teploty a vlhkosti vzduchu Assmannovým psychrometrem než psychrometrem Augustovým.

Ve sbírce historických meteorologických přístrojů Univerzity obrany v Brně se nachází další typ přístroje – aspirační psychrometr o třech teploměrech. Obr. 1 jej ukazuje vedle „klasického“ psychrometru fy METRA hlavně pro porovnání jejich velikostí. Mohutný tříteploměrový psychrometr není popsán v odborné literatuře a o jeho původu není nic známo. Domníváme se, že byl vyroben na zvláštní zakázku v malé sérii a že důvodem instalace třetího teploměru byla snaha o zpřesnění údaje vlhké teploty. Tato domněnka vychází z předpokladu, že dva ze tří teploměrů byly vlhké. Vzhledem k velkému rozměru a hmotnosti se psychrometr příliš nehodí k terénním měřením na často se měnících stanovištích, asi měl fungovat jako přístroj laboratorní.

### 3. PSYCHROMETRICKÁ METODA A JEJÍ APLIKACE

Psychrometrická metoda měření ovzdušné vlhkosti je založena na určování rozdílu teploty (psychrometrické difference), který udávají dva stejné teploměry, z nichž jeden je suchý a druhý vlhký. Metodu objevil německý fyzik Ernst Ferdinand August (1795–1870), profesor gymnázia v Chebu a později v Berlíně. Jako první formuloval empirický vztah mezi tlakem vodní páry v ovzduší a psychrometrickou diferencí [10]. Jeho psychrometr navržený v roce 1825 se v meteorologických sítích četných států světa stal základním přístrojem pro měření teploty a vlhkosti vzduchu, konaná v pozorovacích termínech.

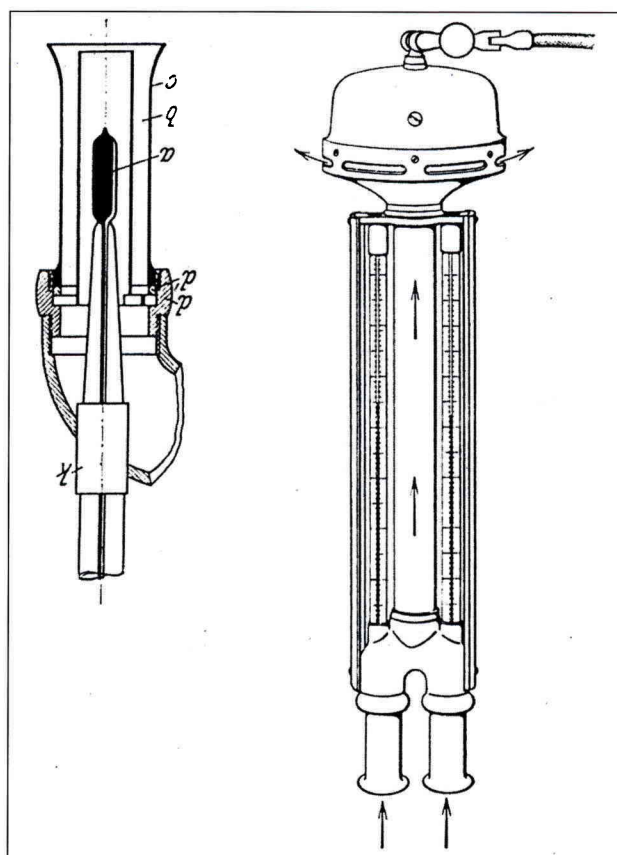
K praktickému určování vlhkosti vzduchu z údajů Augustova psychrometru se používala psychrometrická formule německého meteorologa A. Sprunga (1848–1909)

$$E = e_s - A(T - T') \frac{p}{755},$$

kde  $E$  je tlak vodní páry v torrech,  $e_s$  tlak nasycené vodní páry v torrech při teplotě  $T'$ ,  $p$  tlak vzduchu v torrech,  $A$  psychrometrický koeficient,  $T$  teplota suchého teploměru a  $T'$  teplota vlhkého teploměru. Číselná hodnota psychrometrického koeficientu závisí především na ventilační rychlosti, kterou vzduch proudí kolem nádobek teploměrů [11].

Sprungův vztah je pouze aproximační, ověřený velkými sériemi měření. Funkce psychrometru předpokládá ználost některých údajů, které nelze stanovit měřením, a proto nezbyvá, než je odhadovat. Zejména teorie vlhkého teploměru není jednoduchá. Psychrometrický koeficient  $A$  nemá charakter fyzikální konstanty, protože závisí na ventilační rychlosti, na rozměru teploměrné nádoby, obsahu rtuti v ní, ale i na tom, jestli voda v punčošce vlhkého teploměru je v pevné či kapalně fázi. Na tyto a další okolnosti používání Augustova psychrometru podrobně upozornil B. Sobíšek [12].

Z hlediska principu určování vlhkosti vzduchu psychrometrickou metodou Assmannovo řešení mohlo odstranit pouze nestejné proudění vzduchu v okolí nádobek se rtutí zavede-



Obr. 2 Schematický náčrt Assmannova aspiračního psychrometru a ochrany teploměru před osluněním podle [8].

Fig. 2. Schematic draft of Assmann's aspirated psychrometer and its thermometer protection from the sun, see [8].

ním přibližně stálé ventilační rychlosti, která je důležitá i pro měření suchého teploměru. Bylo to však zlepšení zcela podstatné, podobně jako zastínění teploměrů před přímým slunečním zářením jejich umístěním v kovových trubcích s lesklým povrchem. Assmannova účelová modifikace Augustova psychrometru byla přesně tím, co potřebovala mladá aerologie k tomu, aby její badatelské úsilí přinášelo vědecky přesné výsledky. Proto Assmannův nástupce ve funkci ředitele Aeronautické observatoře v Lindenberku Hugo Hergesell (1859–1938) uvedl v nekrologu [7] ve výčtu Assmannových zásluh o rozvoj meteorologie na prvním místě právě vynález aspiračního psychrometru. Novým způsobem měření teploty a vlhkosti vzduchu začala nová epocha meteorologie a vědeckého létání – období slavných berlínských vědeckých letů volných balonů a výstupů upoutaných balonů s posádkou nebo s meteorologickými registračními přístroji.

R. Assmann zformuloval tři zásady, z nichž vycházela idea jím navrženého psychrometru:

1. Teploměr nemá být v přímém kontaktu s žádnou částí přístroje, která by byla vystavena přímému slunečnímu záření.
2. Teploměr má být zacloněn před slunečním zářením dvojitou trubicí zhotovenou z co nejméně vodivého materiálu. Trubice mají být vzájemně izolovány a prostor mezi nimi má umožňovat volné proudění vzduchu. Nesmí v něm být žádné rohy či úhly zadržující vzduch, aby nedocházelo k jeho zahřátí.
3. Vzduch, který je ve styku s kovovými částmi přístroje ozářenými sluncem, nesmí přijít do styku s teploměrem [5].



Náčrt Assmannova psychrometru s detailem ochrany nádoby teploměru před osluněním (obr. 2) byl převzat z kompendia E. Kleinschmidta [8].

Vývoj psychrometru podle Assmannova návrhu vyžadoval hodně času, námahy i peněz. Přístroj v ještě v nedokonalém tvaru autor sice s úspěchem vyzkoušel při letech volných balonů už v létě 1887, bylo však třeba odstranit některé zjištěné nedostatky. Přednosti psychrometru v konečném provedení potvrdilo až měření za letu s volným balonem „Hertha“ 23. června 1888. S finanční podporou, kterou vynálezci poskytla Královská akademie věd v Berlíně, proběhly další zkoušky v roce 1889 na hoře Sántnisu v nadmořské výšce 2 500 m pod vlivem vysoké intenzity slunečního záření a ještě po nich následovaly nové pokusy za letů neupoutaných balonů. První zprávy o přístroji Assmann podal hned v roce vynálezu ve spisech Pruské akademie věd [4] a v časopise Ebenda [2], zkušenosti s jeho využitím v balonovém výzkumu atmosféry poprvé publikoval v leteckém časopise [1] v roce 1890, a k tématu se vracel i v dalších studiích.

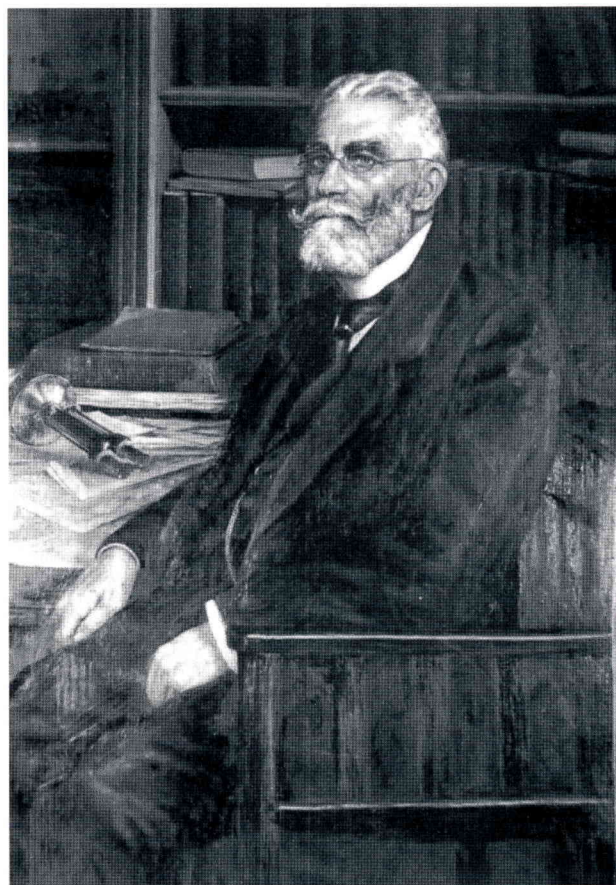
Pro úplnost dodáváme, že Assmann nebyl prvním badatelem, který přišel na myšlenku aspiračního teploměru a jeho uplatnění v aerologickém pozorování. Již v roce 1852 se uskutečnil první let volného balonu s uměle ventilovaným teploměrem Johna Welshe, ředitele observatoře v Kew u Londýna, ventilace však byla málo účinná. Welshův pokus nebyl Assmannovi znám.

#### 4. RICHARD ASSMANN JAKO ZAKLADATEL AEROLOGIE

Narodil se 13. dubna 1845 v Magdeburku a nejprve se věnoval studiu medicíny (jeho disertační práce z roku 1869 pojednávala o hemofilii). Jako lékař působil ve Freienwalde a ve svém rodišti, brzy však pozornost obrátil k meteorologii. V roce 1885 se habilitoval jako soukromý docent meteorologie a o rok později byl jmenován přednostou oddělení Královského pruského meteorologického ústavu (obr. 3). V té době se již u něho projevovaly velké vlohy pro technické práce, jejichž plodem byl mimo jiné návrh zmiňovaného psychrometru.

Když na počátku osmdesátých let 19. století v Německu propukl zájem o balonové létání, vznikaly v různých místech spolky, jejichž členové se atraktivnímu sportu chtěli věnovat. Nejvýznamnější z nich byl spolek v Berlíně s názvem Deutscher Verein zur Förderung der Luftschiffahrt zu Berlin (Německý spolek pro podporu vzduchoplavby v Berlíně) založený v roce 1881, který se zpočátku soustředil na praktické řešení říditelnosti vzducholodí. R. Assmann, v té době přednosta oddělení bouřek, mimořádných událostí a přístrojů Meteorologického ústavu v Berlíně, brzy stanul v jeho čele a jeho odborný zájem obratně usměrnil na provádění vědeckých letů balonů. Pro tento podnik se mu v letech 1892 a 1893 podařilo získat materiální podporu dvora císaře Viléma II. Brzy začaly stoupat k nebi balony s Assmannovými přístroji, které přinášely spolehlivé výsledky měření. Berlínské balonové lety, jejichž hlavními účastníky byli další zaměstnanci Pruského meteorologického ústavu Arthur Berson (1859–1942) a Reinhard Süring (1866–1950) znamenaly průlom do poznání mezní vrstvy a volné atmosféry. Třisvazková publikace o výsledcích těchto letů Wissenschaftliche Luftfahrten (Braunschweig 1899, 1900, 1900), která vznikla pod redakcí R. Assmanna a A. Bersona, je významným meteorologickým dílem a nárožním kvádrem zrodilví se aerologie.

Balonový výzkum atmosféry prováděný pod Assmannovým vedením neopomněl vyzvednout ve své učebnici také S. Hanzlík,



Obr. 3 Tajný vrchní vládní rada profesor Dr. med. et phil. Richard Assmann (1845–1918).

Fig. 3. Senior government councillor Professor Doctor of Medicine and Philosophy Richard Assmann (1845–1918).

který napsal: *Významným obdobím a do jisté míry zakončením výzkumů povětrnostních poměrů volného ovzduší pomocí balonů volně letících s mužstvem, je série 75 vědeckých výstupů berlínských, dokončených před koncem minulého století. Assmannův aspirační psychrometr, kterého bylo přítom použito, zatlačil chybná pozorování starších 26 výstupů anglického meteorologa Glaishera. Jeho údaje o teplotě volného ovzduší jsou chybné, poněvadž nedostatečně chránil proti slunečnímu záření teploměry, umístěné v balonovém koši [6].*

Hodnoty teploty vzduchu naměřené při berlínských letech se skutečně významně lišily od údajů Jamese Glaishera (1809–1903), nestora vědeckého létání, které pořídil při svých populárních 28 letech volných balonů v Anglii v letech 1862–1886 a které až do Assmannových měření byly považovány za skvělé výsledky výzkumu. Protože se nevědělo, zda neshoda je podmíněna rozdíly výškového klimatu nebo je způsobena chybami v měření, uskutečnila se srovnávací měření, která dala za pravdu Assmannovi.

Profesor Assmann si za svůj hlavní cíl vytkl vybudování speciálního ústavu pro novou vědu, která by po vybavení všemi technickými prostředky pro vědecké lety, které již mají zájmové spolky, vykonávala pozorovací službu pro volnou atmosféru. To se mu podařilo založením Královské pruské aeronautické observatoře v Lindenbergu u Berlína, kterou vedl po dobu 9 roků, v letech 1905–1914. Výsledky aerologických měření observatoře byly publikovány v jejích pracích (Arbeiten des Königlichen Preußischen Aeronautischen Observatorium in Lindenberg) a ve vědeckém časopi-

se Beiträgen zur Physik der freien Atmosphäre, jehož byl Assmann redaktorem spolu s H. Hergesellem. Na závěr své aerologické činnosti Assmann napsal knihu o historii a současnosti observatoře, v níž popsal její vývoj stavební, technický a vědecký [3].

Ve věku 69 let se Assmann vzdal po všech stránkách náročného vedení observatoře, aby se mohl nerušeně věnovat svým vědeckým zálibám. Nastoupil na univerzitu v hesenském městě Gießenu, známé např. působením fyzika Wilhelma Conrada Röntgena (1845–1923), a škola ho jmenovala profesorem. Tam přežíval světovou válku a 29. května 1918 zemřel.

Býval v osobním kontaktu s předními odborníky z celého světa a horlivě se podílel na mezinárodním výzkumu atmosféry. Jeho nejlepšími přáteli byli americký profesor Abbot Lawrence Rotch (1861–1912) z Bostonu, známý experimenty s draky na observatoři Blue Hill, a francouzský meteorolog Léon Teisserenc de Bort z Paříže, provádějící pozorování na Observatoři dynamické meteorologie v Trappes poblíž Paříže, kterou postavil z vlastních prostředků. S druhým z uvedených přátel se děлил o prvenství v objevu stratosféry v roce 1902 na základě zjištění „horní inverzní vrstvy“. Objev umožnil Assmannovo zavedení uzavřených balonů z gumových vrstev do aerologické techniky v roce 1901. Nahradily do té doby používané malé balony zhotovené z papíru, čímž se zvětšila maximální výška výstupů z 13 nebo 14 km až na 30 km [7].

## 5. ZÁVĚR

Profesora Assmanna nejvíce proslavil vynález aspiračního psychrometru a s ním spojené exaktní výsledky aerologických měření. Vědecký rozsah jeho činnosti však hodně přesahoval hranice aerologie. V jeho bibliografii uveřejněné ve spise o lindenberské observatoři [5] napočítáme kolem 300 titulů z různých oborů meteorologie, třebaže aerologické studie a přehledy dat z výstupů převažují. Assmann se např. soustavněji zabýval strukturou oblačných a mlžných částic, jíním a jinovatkou na základě mikroskopických pozorování na Brockenu a jinde. Studoval teplotní režim povrchu moře a pevniny, psal o slunečním záření. Jak vyplývalo z pracovní náplně oddělení, které vedl, předmětem jeho zájmu byly bouřky a vichřice jakožto nebezpečné meteorologické jevy. V roce 1911 vypracoval pamětní list *O zřízení povětrnostní služby pro vzduchoplavbu za vydatného použití aerologických pozorování*, který byl předložen císaři a příslušnému ministerstvu a byl impulzem pro založení první letecké meteorologické služby na světě v roce 1912 [9].

## Literatura

- [1] ASSMANN, R., 1890. Das Aspirations-Psychrometer und seine Verwendung im Luftballon. *Zeitschrift für Luftschiffahrt*, Jahr. 9, s. 1–9, 30–38.
- [2] ASSMANN, R., 1887. Das Aspirations-Psychrometer, ein neuer Apparat zur Ermittlung der wahren Temperatur und Feuchtigkeit der Luft I. *Ebenda*, s. 265–284.
- [3] ASSMANN, R., 1915. Das Königlich Preußische Aeronautische Observatorium Lindenberg. Braunschweig: Friedr. Vieweg & Sohn.
- [4] ASSMANN, R., 1887. Eine neue Methode zur Ermittlung der wahren Lufttemperatur. *Sitzungsberichte der Kgl. Preußischen Akademie der Wissenschaften zu Berlin*, 2. Halbband, Juni bis Dezember, Stück XLVI, s. 935–945.
- [5] DUBOIS, P., 1993. Das Observatorium Lindenberg in seinen ersten 50 Jahren 1905-1955. In: *Geschichte der Meteorologie in Deutschland 1. Offenbach am Main: Selbstverlag des Deutschen Wetterdienstes*. 375 s.
- [6] HANZLÍK, S., 1956. *Základy meteorologie a klimatologie*. Praha: Nakladatelství ČSAV. 275 s., příl.
- [7] HERGESELL, H., 1918. Nachruf auf Richard Assmann. *Meteorologische Zeitschrift*, Jahr. 35, s. 191–192.
- [8] KLEINSCHMIDT, E., 1935. *Handbuch der meteorologischen Instrumente und ihrer Auswertung*. Berlin: Verlag von Julius Springer. 734 s.
- [9] KRŠKA, K., 2003. Balony a vzducholodě v dějinách letectví a meteorologie. In: XX. Zborník dejín fyziky. 9. Medzinárodný seminár dejín fyziky, Žilina 19.–22. 9. 2002. Bratislava: Slovenská spoločnosť pre dejiny vied a techniky pri SAV, s. 51–73.
- [10] MALÍŠEK, V., 1986. Co víte o dějinách fyziky. Praha: Horizont. 272 s., příl.
- [11] *Meteorologický slovník výkladový a terminologický*, 1993. Praha: Academia + Ministerstvo životního prostředí. 594 s.
- [12] SOBÍŠEK, B., 1959. O nepřesnostech při měření vlhkosti a teploty vzduchu Augustovým psychrometrem. *Meteorologické Zprávy*, roč. 12, č. 6, s. 225–228.
- [13] SOBÍŠEK, B., 2007. [Osobní sdělení.]
- [14] WEGE, K., 2002. Die Entwicklung der meteorologischen Dienste in Deutschland. In: *Geschichte der Meteorologie in Deutschland 5. Offenbach am Rein: Selbstverlag des Deutschen Wetterdienstes*. 366 s.

Lektor (Reviewer) RNDr. B. Sobišek, DrSc.

## INFORMACE – RECENZE

### KONVEKČNÍ I KONVEKTIVNÍ

Od 1. čísla Meteorologických Zpráv v roce 2008 bude termín konvekční i konvektivní používán v rovnovážném postavení. V jednotlivých člancích však musí být dikce jednotná, tj. buď konvekční nebo konvektivní.

Redakce

### EXTRÉMNÍ SRÁŽKY A BLESKOVÁ POVODEŇ NA ÚZEMÍ PRAHY DNE 19. 8. 2007

V neděli 19. srpna letošního roku zažili obyvatelé hlavního města Prahy po slunečném a teplém dni bouřlivý večer a noc. Ve východní a jihovýchodní části metropole byly bouř-

ky doprovázeny nezvykle dlouhotrvajícími intenzivními srážkami, které za sebou zanechaly desítky zatopených ulic a suterénů budov. Vyplaveno bylo např. oddělení akutního příjmu Vinohradské nemocnice, suterén Českého statistického úřadu ve Strašnicích nebo hotelu Vítkov. Voda také natekla do stanice metra Chodov a Českomoravská, zaplaven byl vinou rozvodného Botiče park Folimanka. Celkové škody dosáhly několika milionů.

Nejvýznamnější bouřkové oblaky se začaly vytvářet nad jižními a jihovýchodními částmi Prahy před 20.30 SELČ s vrcholky sahajícími až do výšek mezi 13 až 14,5 km. S nimi souvisely i nejintenzivnější srážkové jevy, kterými byla postižena hlavně Praha 10 a Praha 11 a částečně i jejich okolí. To potvrzují nejen údaje z pražských stanic měřících množ-