

METEOROLOGICKÉ ZPRÁVY

METEOROLOGICAL BULLETIN

Rozhovor s ředitelem Českého hydrometeorologického ústavu Ing. Ivanem Obrušínkem, DrSc.	1
<i>Ladislav Metelka</i> : Nelineární variabilita tlakového pole v severoatlantické oblasti v zimním období	4
<i>Jaroslav Fišák – Veronika Weignerová</i> : Závislost koncentrací polutantů ve vzorcích mlžné vody na vodním obsahu a celkovém povrchu kapiček vody v mlze	11
<i>Martin Servák</i> : MSG – Meteosat druhé generace	15
<i>František Hudec</i> : 50 let výuky meteorologie na Vojenské akademii v Brně	21
Informace – Recenze	25
Barevná příloha k článku Ladislava Metelky	I–IV

ROČNÍK 57 – 2004 – ČÍSLO 1

An interview with Dr. Ivan Obrušník, Director of the Czech Hydrometeorological Institute	1
<i>Ladislav Metelka</i> : Non-linear variability of SLP field in the region of North Atlantic during winter period	4
<i>Jaroslav Fišák – Veronika Weignerová</i> : Pollutant concentrations dependence on liquid water content and integrated particle surface area in fog/cloud water samples	11
<i>Marin Setvák</i> : MSG – METEOSAT of the second generation	15
<i>František Hudec</i> : 50 years of teaching of meteorology at the Military Academy in Brno	21
Information – Reviews	25
Colour Annex to the L. Metelka's paper	I–IV

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., Mgr. Stanislav Racko, RNDr. Daniela Řezáčová, CSc., RNDr. Jan Strachota, 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 27. ÚNORA 2004

ČÍSLO 1

ROZHOVOR S ŘEDITelem ČESKÉHO HYDROMETEOROLOGICKÉHO ÚSTAVU ING. IVANEM OBRUSNÍKEM, DrSc.

An interview with Dr. Ivan Obrusník, Director of the Czech Hydrometeorological Institute. In the interview given to the editor of the Meteorological Bulletin the CHMI's director evaluates positively a two-level management established in 1993 and also the level of the current technological support reflecting in a more effective input data acquisition and processing and providing information to the state administration and the public. New forecasting methods such as remote detection of atmospheric phenomena or numerical models in meteorology (ALADIN) and hydrology are used much more. In particular during crisis events and situations (e.g. the disastrous flood in 2002) the integration of meteorological and hydrological workplaces has proved successful both at the central and the regional levels. The use of the Institute's continuously improved information on the Internet, especially during crisis situations, is also highly appreciated. An integration process is beginning to become evident also in international cooperation especially in making data and information accessible and their exchange. The CHMI collaborates with WMO, neighbouring countries, member states of the European Union, USA and international organizations (EUMETSAT, ECMWF, UN ECE and others) and is involved in a number of international programmes. In the recent years the CHMI has been systematically prepared for the process of the Czech Republic's accession to the EU and for the subsequent improvement in the quality of its activities after the accession.

KLÍČOVÁ SLOVA: Český hydrometeorologický ústav – hydrometeorologie – služby – produkty – spolupráce mezinárodní

1. Pane řediteli, v první etapě svého dosud jedenáctiletého působení v čele Českého hydrometeorologického ústavu jste upravil při konsolidaci ústavu organizaci z trojstupeňového řízení na dvojestupňové – s výjimkou úseku meteorologie a klimatologie – a zredukoval počet útvarů, a tím i vedoucích, z 69 na 49. Bylo to natolik prozíravé rozhodnutí, že jste tuto strukturu nemusel v zásadě měnit, nebo jste k tomu měl jiné důvody?

Bylo třeba zvýšit efektivnost ústavu a pochopitelně se to týkalo i řízení. Je třeba, aby cesta od řadového pracovníka k nejvyšší úrovni vedení nebyla dlouhá a komplikovaná a aby operativnost ústavu a všech jeho útvarů byla na vyšší. Úsek meteorologie a klimatologie má nejvíc lidí a složitější strukturu, a proto je jediným úsekem, kde dále existuje třístupeňové vedení. Struktura vedení ústavu běží převážně oborovým způsobem, kdy je každý úsek veden příslušným náměstkem, ale zároveň existuje pro systém poboček i vedení ředitel ústavu-ředitel poboček, při čemž odborná oddělení na pobočkách jsou metodicky řízena náměstkou. Nenalezli jsme zatím lepší a zcela jednoznačný způsob vedení pro pobočky, ale při pochopení situace náměstkou i řediteli poboček dosavadní způsob funguje velmi dobře.

2. V rozhovoru poskytnutém Meteorologickým zprávám v prvním roce Vašeho „ředitelování“ v roce 1993 jste konstatoval: „...Dosavadní naprosto nekoordinovaný

způsob nákupu a využívání výpočetní a telekomunikační techniky v ČHMÚ byl neúnosný a byla při něm utracena zbytečná spousta peněz... Za svůj hlavní úkol považuji právě to, abych plnil funkci koordinátora a přitom neprotežoval zájmy jednoho úseku oproti druhému. Technologický systém ústavu (vstupy, zpracování dat, poskytování informací, archivace) je využíván tak, jak tomu nesprávná koncepce a špatná koordinovanost v minulosti dovoluje. Intenzivně již pracujeme na zlepšení tohoto systému a některé výsledky tohoto úsilí se již začínají projevovat.“ Je možné s odstupem času vyhodnotit, co se podařilo a na co se v budoucnu zaměříte?

Myslím si, že došlo ke značnému zlepšení systému nákupu a využívání výpočetní a telekomunikační techniky. Klíčové bylo vytvoření investiční komise i zavedení systému požadavkových listů. Odborné otázky jsou vždy předem projednány na komisi výpočetní techniky. Pro koncepční práce byla vytvořena komise pro databázové a informační systémy, která se snaží určit hlavní směr činnosti ústavu v této oblasti a postup realizace. Podařilo se sjednotit všechny tři odborné úseky ústavu na využívání stejného databázového systému ORACLE, byl vytvořen jednotný systém automatického sběru a ukládání dat přímo do databáze, který byl převzat z klimatologického systému CLIDATA a upraven a odzkoušen pro celý ústav na ostravské pobočce. Zaveden byl i určitý systém

„posunování“ PC během doby jejich využití od špičkových specialistů k pracovníkům s menšími nároky na tuto techniku. V celém procesu investic do výpočetní techniky i do telekomunikací včetně internetu/intranetu je třeba přihlížet i k finančním možnostem, a proto jsou všude kromě odborníků z centra i poboček zastoupení i ekonomové. Naší snahou je, aby výpočetní technika i software sloužily více oborům současně. Odhad finančních možností je obvykle obtížný vzhledem k určité nestabilitě financování ústavu jako celku a zároveň i k pomalému postupu schvalování velkých projektů a grantů, které přinášejí investiční prostředky (PHARE, ISPA a další). V budoucnu se potřebujeme zaměřit na plánování na dobu několika let, i na to, aby ke všem chystaným větším investičním záměrům existoval řádně zdokumentovaný projekt a pochopitelně i další zlepšování spolupráce a sdílení dražší techniky více oborů. Čeká nás i řešení návaznosti na informační a jiné systémy používané v EU i zavedení systému řízení ISO 9000.

3. Téma: ČHMÚ jako příspěvková organizace – výhody a omezení. V roce 1993 činil státní příspěvek 200 milionů a výnos z výtěžné činnosti činil 32 milionů Kč. Jaká je současná situace a hlavně: je dost zdrojů na inovaci zařízení (investice), rozvojové programy, udržení „konkurenceschopnosti“?

Myslím si, že přechod z rozpočtové na příspěvkovou organizaci byl správný a právě rostoucí prostředky získávané z komerční činnosti umožnily ústavu pokračovat v činnosti i za podmínek stagnace a často i redukce státního příspěvku v minulých letech. Zavedení odpisů pomohlo při investiční činnosti ústavu. Komerční činnost znamenala zvýšení orientace informací a služeb ústavu na zákazníky a nutnost být konkurenceschopný vedla ke zrychlení vývoje. Určitým omezením příspěvkové organizace je přetrvávající omezená možnost motivace pracovníků ve mzdové oblasti a někdy i rozpory mezi tím, co má ústav poskytovat bezplatně, a naopak co na komerční bázi. ČHMÚ v období posledních let pomohl program na vytvoření sítě automatického imisního monitoringu a projekty PHARE, které podstatně zlepšily infrastrukturu ústavu. K rozvoji ústavu od roku 2004 by měl přispět začínající velký projekt pro vytvoření monitorovací sítě podzemních vod financovaný z programu ISPA a především velký čtyřletý Program modernizace předpovědní a výstražné služby ČHMÚ. Podle současných informací by mělo do konce roku 2007 dojít ke zrušení příspěvkových organizací, a proto vedení hledá vhodnou alternativu statutu ústavu.

4. V roce 1999 došlo k integraci meteorologických a hydrologických předpovědních pracovišť na ústředí v Praze-Komořanech a na pobočkách a posléze i ke sloučení synoptické a letecké meteorologické služby do Centrálního předpovědního pracoviště (CPP). Tato pracoviště tvoří základní složky Předpovědní a výstražné služby (PVS) ČHMÚ. Jak se tato organizace osvědčila v krizových situacích, jakými byly katastrofální povodeň v roce 2002 nebo mimořádně suché počasí v minulém roce?

Myslím si, že změny v organizaci PVS přišly právě včas a byly vyvolány, mj. i vyhodnocením činnosti ústavu za velké povodně v roce 1997. Bylo nutné zvýšit operativnost výstražné služby, integrovat ji mezioborově a dát ji pod jedno

organizační vedení a zodpovědnost. K tomu došlo vytvořením CPP spojeného s odpovídajícími regionálními předpovědními pracovišti RPP na pobočkách. Vše bylo nutné propojit dobře fungující telekomunikační a počítačovou sítí. Rovněž jsme museli prodloužit interval povodňové předpovědi a zajistit spolupráci hydrologů s meteorology přímo na předpovědních pracovištích. Zavedli jsme využívání výstupů z modelů počasí v hydrologické prognóze a operativní počítání hydrologických srážkoodtokových modelů pro hlavní toky v ČR. Všichni pracovníci prognózy začali důsledněji pracovat s radarovými informacemi. Velmi důležité bylo navázání lepších kontaktů původně s Civilní ochranou a nyní především s Hasičským záchranným sborem na úrovni centra a poboček. Vytvořili jsme také systém integrované výstražné služby (SIVS) spolu s armádními meteorology i sjednocený formát výstupů (upozornění, výstrahy apod.).

Letecká meteorologická služba byla na pracoviště CPP přemístěna z Ruzyně, avšak pořád si udržuje určité zvláštní postavení. Přemístění vedlo ke zlepšení kontaktů s meteorology na pracovišti ČHMÚ v Praze-Komořanech a k lepšímu využívání všech informací dostupných v centru ústavu. Nyní jsou letectví meteorologové „ve svém“ a můžeme tak pro ně lépe zajistit vše potřebné, než tomu bylo ve velmi omezených nájemních prostorách na letišti

Činnost ústavu během povodně 2002 jednoznačně ukázala zvýšení operativnosti i kvality PVS ČHMÚ a její dobré fungování v rámci krizového řízení a integrovaného záchranného systému ČR. Uznání důležitosti kvalitní činnosti PVS ČHMÚ právě při krizových situacích vedla i k tomu, že byl vládou schválen rozsáhlý Program modernizace této služby na léta 2004–2007.

Sucho je poněkud odlišný problém, neboť se jedná o pomalý a obtížně předpovědatelný proces. Zde se uplatnilo především využívání režimových klimatologických a hydrologických databází a ústav se podílel hlavně na vyhodnocení rozsahu a dopadů sucha především na zemědělskou činnost i zhodnocení o stavu podzemních vod, a prognózu vývoje těchto zásob na nejbližší období pro vládu ČR. Během období sucha a současného velkého horka loni v létě vzrostl zájem lidí o předpověď počasí. Těšili se na předpověď srážek a ochlazení, což je v „normálním“ létě neobvyklé. Očekávám, že se v nejbližší době podaří na možné suché periody systematicky připravovat formou většího projektu, aby v době příchodu sucha (i horka) byli jak pracovníci ústavu, tak i zemědělci a vodo hospodáři na tuto situaci připraveni.

5. V souvislosti s předchozím tématem se naskytá otázka, do jaké míry se v ČHMÚ uplatňují v praktické podobě nové předpovědní metody a v čem se nejvíce projeví. Jde např. o dálkovou detekci atmosférických jevů, aplikaci numerických předpovědních modelů, hydrologických modelů apod.

Nové předpovědní metody, založené na radarových či družicových informacích a výsledcích numerických modelů počasí, srážkoodtokových modelů, a v neposlední řadě i modelů pro šíření znečištění, se v ČHMÚ uplatňují stále více. Snažíme se používat modely počasí na krátkodobou (ALADIN) i střednědobou předpověď (globální modely i modely z Evropského centra pro střednědobou předpověď), a jejich výstupy využívají jak hydrologové, tak i specialisté na ochranu ovzduší. Je to celosvětový trend a my nemůžeme zůstat pozadu. Účastníme se vývoje modelů především v projektu ALADIN ve spolupráci s Francií a dalšími zeměmi a za-

čínáme společně vyvíjet zcela nový model ALADIN-2 s rozlišením 2,5 km! Jsem rád, že k tomu máme nejen vybavení (nyní nový superpočítač SX-6 od firmy NEC), ale především schopný tým lidí. Důležité je i zavádění modelů do denní operační praxe a jejich efektivní využívání. To klade velké nároky jak na vybavení a vývoj metodik, tak i na úroveň vzdělání našich pracovníků. Ústav proto přikročil k zavádění nového systému vzdělávání pracovníků ve všech oborech.

6. ČHMÚ je představitelem České hydrometeorologické služby. Existuje však tradiční spolupráce s dalšími příbuznými pracovišti, zejména na poli vědeckovýzkumném a vzdělávacím. Jak tuto spolupráci hodnotíte?

Myslím, že tato spolupráce se i se zlepšením kontaktů a vzájemné informovanosti o nových projektech oproti minulým obdobím zlepšila. Určitým problémem je značná rozptýlenost témat grantových projektů a někdy i to, že pracovníci akademických pracovišť jsou hodnoceni především podle publikací a nikoliv podle toho, zda mají jimi objevené skutečnosti a postupy využití v praxi. Máme dobré kontakty především s Katedrou meteorologie a životního prostředí MFF UK i s Ústavem fyziky atmosféry AV ČR a podobné kontakty s vysokými školami a výzkumnými pracovišti se vyvíjejí i v regionech. Pomáhá nám i získávání projektů z programu výzkumu a vývoje (V a V), vypisovaných ministerstvy životního prostředí, zemědělství apod. Potřebujeme však více odborně zdatných pracovníků s dostatečným jazykovým vybavením, kteří dokážou soutěžit o grantové projekty, a to nejen v ČR, ale i na projektech vypisovaných EU. Byl bych rád, kdyby byli pracovníci ČHMÚ zvaní jako spoluřešitelé či řešitelé projektů, podílející se na výzkumné práci, a nebyli spíše jen dodavateli dat a informací pro hlavní řešitele.

7. Za Vašeho působení došlo k rozvoji mezinárodní spolupráce ve všech oborech působnosti ústavu. Jak posuzujete nejdůležitější aktivity a jak je ČHMÚ připraven splnit všechny požadavky spojené se vstupem České republiky do Evropské unie od května letošního roku?

Mezinárodní spolupráce se v posledním desetiletí značně rozrostla. Souvisí to jak s uvolněním mezinárodní situace a usnadněním kontaktů se zeměmi západní Evropy a USA, tak i se zvýšením naší aktivity při vyjednávání spolupráce. Pochopitelně k tomu došlo ve všech třech oborech, i když v každém z nich je situace poněkud jiná. Již tradičně je velmi dobře organizována mezinárodní spolupráce v meteorologii a klimatologii především pomocí Světové meteorologické organizace (SMO), která je i v rámci Evropy organizována v regionální asociaci SMO RA VI. Pokud jde o evropské struktury, ústav se přidružil k Evropskému centru pro střednědobou předpověď (ECMWF) v Readingu, od roku 2005 se obdobně přidružil k organizaci EUMETSAT, pracovníci ústavu spolupracují v rámci programu evropských meteorologických služeb EUMETNET apod. Obdobně spolupracuje s SMO ČHMÚ i v hydrologii či ochraně ovzduší a ve všech oborech se zvýšila i spolupráce bilaterální. V hydrologii a ochraně ovzduší je intenzivnější spolupráce s řadou evropských organizací. Je také více zaměřena na přípravu vstupu

ČR do EU a plnění evropských direktiv. ČHMÚ je proto dobře připraven pro vstup do EU, i když určité starosti nám dělá personální zajištění některých nových agend. Hodně nám pomohlo zlepšení infrastruktury financované z evropských programů PHARE a ISPA.

8. V současnosti hlavně díky internetu, který je rozšířen téměř na celém světě, je přístupné velké množství informací, od klimatických dat přes aktuální údaje o počasí, až po čerstvé výsledky kvalitních numerických modelů. To znamená, že do jisté míry skončil monopol národních hydrometeorologických služeb na poskytování informací. Jak si za těchto okolností představujete další uplatnění a rozvoj naší předpovědní služby?

Internet přinesl řadu kladů pro šíření dat ve všech oborech zejména v grafické podobě a znamená velký skok ve zprostředkování informací. Jeho problémem je, že za kvalitu uváděných informací v řadě případů nikdo neručí a uživatel obvykle nerozpozná, která informace je věrohodná a která ne. Proto se ČHMÚ a obecně národní hydrometeorologické služby snaží, aby jimi šířené informace byly dostatečně spolehlivé, a aby to uživatelé věděli. Služby tak ztratí monopol, avšak na druhé straně své vůdčí postavení v poskytování odborných informací získají zpět tím, že budou pořád „nejlepší“. Je to těžký úkol a určité konkurenci z řad amatérů, kteří zveřejňují různé předpovědi počasí a další informace, se nedá zcela zabránit.

Na druhé straně vzniká problém v komerčních aktivitách národních služeb, protože informace uvedená volně na internetu se dá těžko prodávat zákazníkovi. Z tohoto důvodu národní služby uvádějí na svých webových stránkách především data a informace určené veřejnosti, kdežto speciální předpovědi a informace dodávají zákazníkům pouze na základě smluv. V hydrologii a ochraně čistoty ovzduší je situace jednodušší a prakticky všechna data a informace jsou volně přístupné. I v tomto případě, zejména u naměřených (primárních) dat, hrozí někdy jejich nesprávný výklad laickými uživateli.

Positivní je, že všechny národní služby se snaží dodržovat doporučení SMO a v krizových situacích své webové stránky zcela „otevrou“. Tím zpřístupní všechny informace (i primární data), která mohou být v době krizové situace užitečná. Příkladem může být takovéto „otevření“ internetu ČHMÚ v době povodně 1997 (kdy se to zkoušelo poprvé) a zejména úplné zpřístupnění speciálních „povodňových“ stránek ČHMÚ při katastrofální povodni v roce 2002. Tyto informace byly s výhodou využívány jak orgány krizového řízení na všech stupních (kromě oficiální cesty šíření těchto informací pomocí Hasičského záchranného sboru), tak i přímo veřejností v oblastech ohrožených povodní. Závěrem bych chtěl dodat, že se musíme stále více snažit podávat naše informace především v grafické a zároveň srozumitelné formě, a nejlépe na mapových podkladech s využitím GIS. Platí to nejen pro internet, ale např. i pro televizi.

*Za redakci Meteorologických zpráv se tázal
Zdeněk Horký*

NELINEÁRNÍ VARIABILITA TLAKOVÉHO POLE V SEVEROATLANTICKÉ OBLASTI V ZIMNÍM OBDOBÍ

Non-linear variability of SLP field in the region of North Atlantic during winter period. Linear methods (e.g. PCA) have been used in studies of variability of climatological fields for many years. Some problems connected with application of linear methods remain unresolved, and may cause some problems in interpretation of results. It may be caused (or affected) by the fact that climate system is non-linear in its origin. Linear methods are not able to describe some features of non-linear variability. This study is focused on the non-linear description of winter North Atlantic SLP variability, especially on non-linear features of North Atlantic Oscillation (NAO). From the methodological point of view it is based on application of autoassociative neural network. Performance of this neural network may be regarded as non-linear counterpart of linear PCA. Results show that a single non-linear PC mode of North Atlantic SLP explains more variability than the best possible linear mode and that the non-linear mode is able to reproduce the observed variability better (especially in the strip between 50 and 60 degrees North). It indicates that NAO contains some non-linear features as for instance the differences in positions of individual NAO centers between positive and negative NAO phase or the non-linear transition from positive to negative NAO phase etc. Moreover, some possible non-linear links between NAO and other oscillatory systems (corresponding to higher PCA modes) are indicated

KLÍČOVÁ SLOVA: cirkulace atmosférická – NAO – variabilita klimatologických polí – síť neuronové

Poznámka: Všechny 7 obrázků je uvedeno v barevné příloze na stranách I–IV uprostřed tohoto čísla.

Note: All 7 figures are given in a colour supplement on pages I–IV in the middle of the issue.

1. ÚVOD

Severní Atlantik patří vedle rovníkového Pacifiku mezi nejpodrobněji studované oblasti z hlediska proměnlivosti klimatologických polí. Důvodem je především skutečnost, že se zde nachází nejvýraznější mimotropický klimatologický oscilační systém – severoatlantická oscilace (North Atlantic Oscillation – NAO). Tu lze zjednodušeně definovat jako statisticky vázanou bipolární oscilaci tlakového pole s centry v oblastech Islandské tlakové níže a Azorské tlakové výše. Pokles tlaku vzduchu v islandské oblasti bývá totiž často doprovázen vzestupem tlaku v azorské oblasti a naopak. To s sebou přináší především změny meridionálního tlakového gradientu nad severním Atlantikem, a tím i změny intenzity západního zonálního proudění z Atlantiku nad Evropu. Důsledkem je pak výrazné ovlivnění teplotních klimatologických anomálií ve střední Evropě, zejména v zimním období.

Stav NAO lze zjednodušeně vyjádřit pomocí tzv. NAO-indexů. Jedním z jeho často používaných tvarů je index, definovaný jako standardizovaná anomálie rozdílu tlaku vzduchu, redukovaného na hladinu moře (Sea Level Pressure – SLP) mezi vhodnými stanicemi v islandské oblasti (nejčastěji Reykjavik nebo Stykkisholmur) a v azorské oblasti (Tenerife nebo Ponta Delgada) nebo v jihozápadní Evropě (Lisabon nebo Gibraltar). Další možnost definice NAO-indexu představuje použití pokročilejších statistických metod, zejména analýzy hlavních komponent (Principal Component Analysis – PCA). PCA je však schopna popsat variabilitu pole pouze lineárně. Klimatický systém je ale již ve své podstatě nelineární. Snaha popsat nelineární systém lineárními metodami vede i u PCA k jistým problémům, zejména s interpretací výsledků. I přes tyto problémy je analýza hlavních komponent velice často používána. PCA geopotenciálu v hladině 700 hPa byla použita i k definici celkem 14 oscilačních systémů na severní polokouli v zásadní práci [1].

Při zpracování tlakových poměrů v severním Atlantiku metodou PCA je zpravidla variabilita, spojená s NAO, obsa-

žena v prvním modu komponentní analýzy. Znamená to, že severoatlantická oscilace představuje nejvýznamnější oscilační systém v této oblasti. Pomocí PCA jako lineární metody však lze získat pouze lineární obraz NAO. Pro ten je charakteristická například skutečnost, že poloha center NAO se v kladné a záporné fázi neliší (centrum záporných anomálií v islandské oblasti a kladných anomálií v azorské oblasti při změně polarity celého systému pouze změni znaménko, ale ne polohu). Anomálie v různých místech jsou si vždy přímo úměrné (např. zdvojnásobí-li se celková intenzita této oscilace, zdvojnásobí se hodnoty anomálií shodně ve všech bodech tlakového pole). Přechod mezi kladnou a zápornou fází oscilace navíc vede přes pole identicky nulových anomálií v celé studované oblasti. Ale nelineární povaha reálného klimatického systému sama o sobě nezaručuje, že se oscilační systémy budou chovat právě tímto způsobem. Lineární popis NAO je tedy jen schematický a zjednodušený, zahrnuje pouze lineární složky variability, ale už z principu nemůže popisovat nelineární vlastnosti. I přes toto omezení je metoda PCA velice často používána, právě pro svou relativní jednoduchost a dobře propracovanou teorii.

Na rozdíl od dosud používaných lineárních metod, naše studie představuje pokus o nelineární přístup k problematice proměnlivosti tlakového pole v severoatlantické oblasti. Z metodického hlediska je založena na využití neuronových sítí, konkrétně jednoho speciálního typu, tzv. autoasociativní sítě.

2. ANALÝZA HLAVNÍCH KOMPONENT A AUTOASOCIATIVNÍ NEURONOVÁ SÍŤ

V Meteorologických zprávách byly již v minulosti publikovány práce, popisující využívání metod neuronových sítí k různým účelům. Tam lze nalézt i základní popis sítí samotných a jejich funkce [7, 8]. Tyto práce také naznačují velmi široké spektrum problémů, které lze pomocí neuronových sítí řešit (např. úlohy regresního nebo klasifikačního typu, s deter-

ministickým nebo pravděpodobnostním výstupem apod.). Jeden ze speciálních typů neuronové sítě, tzv. autoasociativní síť, dokáže dokonce řešit i úlohy podobné analýze hlavních komponent. Neuronové sítě však nejsou omezeny jen na lineární řešení, dokonce jejich největší síla je právě v nelineárním přístupu k problému.

Vzhledem k tomu, že v dalším textu bude třeba důsledně rozlišovat klasickou lineární analýzu hlavních komponent (PCA) od její nelineární varianty, bude lineární analýza hlavních komponent označována jako „LPCA“ (Linear Principal Component Analysis), zatímco její nelineární varianta, zpracovaná pomocí neuronových sítí, jako „NLPCA“ (Non-linear Principal Component Analysis).

Standardní popis metodiky LPCA je založen na lineární transformaci souřadného systému tak, aby směr jednotlivých os odpovídal směrům maximální variability dat a na následném rozdělení celkové variability daného pole na jednotlivé složky (mody) ve směru os nového souřadného systému (podrobnosti lze nalézt ve statistické literatuře). LPCA si však lze představit i jako řešení problému určitým způsobem optimalizované lineární transformace dat z vícerozměrného prostoru vstupních proměnných do jednorozměrného (skalárního) prostoru příslušné hlavní komponenty. Podmínkou je zde minimální ztráta informace při samotné transformaci. Jinak vyjádřeno – hlavní komponenta musí vysvětlovat co největší část variability obsažené ve vstupních datech. LPCA řeší problém optimalizace tohoto zobrazení pomocí výpočtu vlastních čísel a vlastních vektorů korelační nebo kovarianční matice. Podstatnou vlastností LPCA je ovšem její linearita.

Existují samozřejmě i neuronové sítě, zobrazující více-rozměrný prostor do prostoru skalárního. Takovou síť může být například běžná vícevrstvá perceptronová síť s několika neurony ve vstupní vrstvě (pro zadávání vstupních dat) a jedním neuronem ve výstupní vrstvě (výsledný skalární obraz). Tato síť provádí vlastně nelineární kódování vstupní vektorové proměnné do skalární veličiny. Nazvěme ji kódovací síť. Problémem tu ovšem zůstává metoda nalezení optimálních vnitřních parametrů kódovací sítě (váhy synapsí, prahové hodnoty neuronů) tak, aby zobrazení bylo optimální z hlediska vysvětlené variability a aby výsledná skalární veličina zachovávala maximum variability, obsažené ve vstupních datech. Výpočet vlastních čísel a vlastních vektorů kovarianční nebo korelační matice jsou lineární metody, a proto je zde použit nelze. Využívá se však schopnosti neuronových sítí iterativním tréninkovým procesem najít takové parametry sítě, aby síť jako celek pracovala s minimální chybou. To lze zajistit tak, že za kódovací síť připojíme zrcadlově obrácenou, tzv. dekódovací síť, která má za úkol provádět přesně opačnou transformaci – dekódování skalární veličiny zpět do prostoru původních vektorových proměnných. Celá síť, takto složená z kódovací a dekódovací části, se pak nazývá autoasociativní síť. Autoasociativní proto, že jako celek vlastně zobrazuje datové vektory „samy na sebe“.

Jestliže nyní budeme na vstupní i výstupní neurony takové sítě přivádět identická data, pak se síť jako celek bude v tréninkovém procesu učit jak nejprve svou kódovací částí transformovat vstupní vektorová data do skalární veličiny a v dekódovací části naopak skalární veličinu zpět do vektorové tak, aby byla celková chyba tohoto zobrazení minimální. Jinak vyjádřeno – síť se učí optimálním způsobem a s minimální ztrátou informace zakódovat vektorový signál vstupních dat do skalární veličiny a následně z ní co nejlépe zpětně zrekonstruovat původní vektorový signál. Je zřejmé, že

schopnost sítě zrekonstruovat původní signál je závislá především na tom, jaká část vstupní informace zůstane zachována právě v dané skalární veličině. Má-li být totiž celý proces kódování a dekódování optimalizován a má-li probíhat jako celek s minimální chybou, pak musí kódování z vektorového do skalárního prostoru zachovávat maximální možnou část variability původních dat.

Tomuto principu přesně odpovídá i konstrukce autoasociativní neuronové sítě. Jedna z možných variant autoasociativní sítě (ta, která byla použita i v naší studii) je znázorněna na obr. 1. Kódovací síť je pak částí autoasociativní sítě od vrstvy I do vrstvy B včetně, dekódovací část od vrstvy B do vrstvy O včetně (obr. 1). Autoasociativní síť lze tedy definovat jako symetrickou, hierarchickou (s jasným směrem postupu signálu ze vstupní do výstupní vrstvy) a plně propojenou (každý neuron je propojen synapsí se všemi neurony předchozí i následující vrstvy) perceptronovou síť. Konkrétní vlastnosti autoasociativní sítě jsou pak dány jednak její architekturou a jednak použitými aktivačními funkcemi.

Z hlediska architektury autoasociativní sítě lze obecně pracovat se sítěmi, které mají různý počet skrytých vrstev. Z důvodu symetrie sítě však tento počet vždy musí být lichý a střední skrytá vrstva musí obsahovat jediný neuron pro požadovanou skalární veličinu. Praxe ovšem ukazuje, že pro řešení většiny úloh zpravidla postačují jen tři skryté vrstvy. Takto relativně jednoduchá autoasociativní síť navíc nejlépe vyhovuje obecnému požadavku na volbu architektury sítě – použít co nejjednodušší síť (s co nejnižším počtem volných parametrů), která je schopna řešit daný problém. Pro architekturu takové sítě existuje jen jeden volitelný parametr, a to počet neuronů v 1. skryté (kódovací) a 3. skryté (dekódovací) vrstvě. Z požadavku symetrie sítě navíc vyplývá, že počet neuronů v obou těchto vrstvách musí být stejný. Počet neuronů ve vstupní i výstupní vrstvě je už předem jasně dán rozměrem zpracovávaných datových vektorů a středová vrstva obsahuje jediný neuron.

Více možností dává volba aktivačních funkcí jednotlivých neuronů, tedy vlastního souboru použitých nelineárních transformací. Obecně lze v kterékoli vrstvě autoasociativní sítě, s výjimkou střední vrstvy, použít libovolnou z běžně používaných aktivačních funkcí, samozřejmě i zde je nutné volit aktivační funkce tak, aby síť byla i z tohoto pohledu symetrická. V praxi se zpravidla používá funkce hyperbolický tangens ($y = \tanh(x)$), a to navíc jen v kódovací a dekódovací vrstvě (funkce hyperbolický tangens transformuje číslo z intervalu $(-\infty; +\infty)$ do intervalu $(-1; +1)$). V ostatních vrstvách (vstupní, středové i výstupní) se většinou používá identická funkce $y = x$, tedy vlastně aktivace neuronu bez transformace signálu. Zejména u střední vrstvy je použití identické funkce důležité. Ostatní vrstvy totiž mohou vždy po dvojicích (vstupní – výstupní, kódovací – dekódovací) provádět vzájemně inverzní transformace signálu. Ke střední vrstvě ale neexistuje vrstva, která by mohla takovou inverzní transformaci provádět a použití jakékoli jiné aktivační funkce než identity by vedlo k porušení principu symetrie transformací v autoasociativní síti.

Trénink autoasociativní sítě může probíhat pomocí kteréhokoli z vhodných tréninkových algoritmů. Stejně jako u většiny neuronových sítí, je třeba i zde důsledně kontrolovat (např. pomocí křížově validovaného tréninku), zda nedošlo k tzv. přetrénování. Detailní popis technik, jak předejít přetrénování sítě, by byl značně obsáhlý, lze ho však najít v literatuře (např. [13]).

Vytrénovaná autoasociativní síť pak pracuje tak, že nejpr-

ve pomoci kombinace lineárních a nelineárních transformací „zakóduje“ vstupní vektorová data do skalární veličiny (ve středové vrstvě) a následně je opačným procesem opět dekoduje tak, aby ve výstupních datech zůstala zachována co největší část vstupní informace. Vytřénovanou autoasociativní síť lze pak rozdělit na dvě části, na část kódovací a dekodovací. První z nich pak provádí do značné míry optimalizované (z hlediska zachovaného množství informace) zobrazení z prostoru vstupních dat do skalárního prostoru, druhá zobrazení opačné (ze skalárního prostoru do prostoru vstupních dat). Zadáváme-li na vstupní neurony kódovací síť reálná data, na výstupu z ní lze odečítat skalární hodnoty, které mají podobný význam jako hodnoty skóre při klasické LPCA. Zásadní rozdíl oproti LPCA je ale v tom, že zde jsou výstupní hodnoty počítány jako nelineární kombinace vstupních dat.

Tento typ neuronové sítě byl použit např. v práci [11] k analýze pole teploty povrchu oceánu a SLP v rovníkovém Pacifiku, samotná metoda nelineární analýzy hlavních komponent pomocí autoasociativní neuronové sítě je podrobněji popsána např. v [5] nebo [9].

3. DATA A JEJICH PŘEDZPRACOVÁNÍ

Základním zdrojem dat pro tuto studii byly měsíční průměry reanalyzovaných hodnot SLP z databáze NCAR (National Centers for Atmospheric Research, USA) v zeměpisných souřadnicích s krokem sítě $2,5 \times 2,5^\circ$. Z prostorového hlediska jde o databázi globální, z hlediska časového byla k dispozici data za období od ledna 1948 do prosince 1998. Z celého datového souboru byla však vybrána pouze data ze zájmové oblasti, ohraničené poledníky 90° západní délky a 50° východní délky a rovnoběžkami 10° a 80° severní šířky. Tato oblast zahrnuje prakticky celý severní Atlantik, východní část severoamerického kontinentu, skoro celou Evropu a severní část Afriky.

Data v síti bodů, definovaných v zeměpisných souřadnicích, mohou při statistickém zpracování představovat jistý problém. Ten souvisí s nerovnoměrnou hustotou bodů v takto definované síti. Zatímco meridionální vzdálenosti sousedních uzlových bodů jsou konstantní, zonální vzdálenosti se směrem k pólům zmenšují. Je to dáno geometrií systému zeměpisných souřadnic. Deformace zonálních vzdáleností se v této síti projevuje hlavně ve vyšších zeměpisných šířkách. Důsledkem je, že směrem k pólu každý uzlový bod reprezentuje menší oblast. Je zřejmé, že v rámci naší zájmové oblasti dochází k maximální deformaci zonálních vzdáleností v oblasti vyšších zeměpisných šířek, v arktickém a subarktickém Atlantiku.

Jednou z možností, jak eliminovat tento problém, je tzv. vážení vstupních dat (násobení hodnot vhodným šířkově závislým koeficientem, souvisejícím s plošnou „reprezentativností“ dat z příslušného uzlového bodu sítě). Ne všechny statistické metody však umožňují provést vážení takto jednoduchým způsobem. Druhou možností je transformace dat do nové sítě, která bude, pokud možno, zachovávat (kvazi)konstantní meridionální vzdálenosti, ale zabráni šířkově závislé deformaci zonálních vzdáleností. Taková transformace, která má jen malé zkreslení zonálních i meridionálních vzdáleností, sice existuje, ale pouze s omezením, že nezachovává úhly (je známo, že na kouli neexistuje taková transformace, která by zároveň zachovávala obě veličiny, tedy vzdálenosti i úhly). Deformace úhlů přitom roste s velikostí zpracovávané oblasti.

Právě metoda transformace dat do nové sítě byla zvolena i v naší studii. Při konstantních meridionálních vzdálenostech

v síti zeměpisných souřadnic byla síť transformována pouze v zonálním směru. Byl zvolen velice jednoduchý postup, kdy zonální vzdálenosti uzlových bodů od „středového“ poledníku oblasti (20° západní délky) byly rovny $k \cdot D_5$, kde k jsou celá čísla a D_5 je vzdálenost, odpovídající délkové diferenci 5° na rovníku. Výsledná síť sice není zcela homogenní z hlediska vzdáleností sousedních uzlových bodů (meridionální vzdálenosti sousedních bodů již po transformaci nejsou všude zcela stejné) a síť není pravouhlá (zejména v rozích uvažované oblasti), ale maximální zkreslení vzdáleností je podstatně menší než u původní sítě.

Měsíční průměry SLP za období od ledna 1948 do prosince 1998 byly pak interpolovány ze sítě zeměpisných souřadnic do uzlových bodů „pravidelné“ sítě. Vzhledem k tomu, že pro popis pole SLP je síť zeměpisných souřadnic $2,5 \times 2,5^\circ$ poměrně hustá, lze předpokládat, že interpolace nevnáší do dat větší chyby.

Pro všechny body „pravidelné“ sítě uzlových bodů v celé zájmové oblasti byly následně po měsících vypočteny dlouhodobé měsíční průměry SLP za roky 1948–1998 a ty byly od původních dat odečteny. Takto získané měsíční anomálie SLP byly klouzavě zprůměrovány vždy přes tři po sobě jdoucí měsíce. Tím byly získány odhady sezonních anomálií pro všechny uzlové body „pravidelné“ sítě pro vzájemně se překrývající tříměsíční sezony (leden–březen 1948, únor–duben 1948, březen–květen 1948, ... , říjen–prosinec 1998). K dalšímu zpracování byla ovšem vybrána pouze data ze „zimních“ sezon, tedy listopad–leden, prosinec–únor a leden–březen. Celkem byla takto získána data pro 151 „zimních“ sezon. Důvodem, proč byla vybrána data nejen z čistě zimní sezony prosinec–únor, ale i ze sezon sousedních, je především skutečnost, že data budou (po jistém předzpracování) dále zpracovávána pomocí neuronových sítí, které bývají značně citlivé právě na dostatečné množství vstupních dat. Proto byla snaha zajistit co největší množství vstupních dat, ale s podmínkou, že tato data budou popisovat situaci především v zimním období.

Získané hodnoty sezonních anomálií SLP pro zimní období v „pravidelné“ síti uzlových bodů však nejsou vhodné pro přímý vstup do autoasociativní neuronové sítě. „Pravidelná“ síť má totiž v zájmové oblasti celkem 275 uzlových bodů a autoasociativní neuronová síť by tedy při přímé aplikaci na vektory anomálií SLP musela mít 275 neuronů jak ve vstupní, tak i ve výstupní vrstvě. Počet volných parametrů sítě by tak byl mnohem vyšší, než je počet dostupných datových vektorů (151 vektorů), což není žádoucí a mohlo by to snadno vést k přetrénování sítě nebo k nestabilitám v průběhu jejího tréninku.

Data v jednotlivých uzlových bodech ovšem nejsou vzájemně nezávislá. Je totiž zřejmé, že hodnoty sezonních anomálií SLP v blízkých bodech jsou vzájemně korelované. Hodnoty anomálií SLP v každém uzlovém bodě tedy přináší jen částečně novou informaci (ta odpovídá části variability, nekorelované s variabilitou v ostatních uzlových bodech), zatímco další část informace je obsažena již v datech z ostatních uzlových bodů (korelovaná část variability). Poměrně vhodnou metodou předzpracování dat v případech podobně korelovaných dat bývá klasická lineární analýza hlavních komponent (LPCA). Ta zde ovšem není použita jako nástroj pro definici jednotlivých oscilačních systémů, ale pouze ke snížení dimenze problému a ke snížení počtu vstupních proměnných při zachování maximální části informace o proměnlivosti dat. Využívá se zde právě schopnosti LPCA najít tako-

vé lineární (ale vzájemně lineárně nezávislé) kombinace vstupních dat, aby v nich zůstala zachována maximální část variability. Obecným výsledkem LPCA pro každý mod je jednak soubor dat, popisujících typický tvar oscilace, příslušné danému modu (v literatuře je často nazýván „zátěž“, angl. „loading“) a jednak časová řada (nazývaná „skóre“), popisující, do jaké míry se dané pole zátěže uplatnilo v každém jednotlivém případě. Pole zátěží násobené příslušným skóre pro daný případ pak popisuje tu část variability, která je vysvětlena příslušným modem LPCA.

LPCA byla pro předzpracování dat použita i v naší studii. LPCA, aplikovaná na anomálie SLP v „pravidelné“ síti bodů, ukázala, že 1. mod LPCA vysvětluje ca 35 %, 2. mod ca 17 % a 3. mod ca 12 % variability původních dat. Každý z dalších modů vysvětloval již méně než 10 % původní variability dat a další mody tedy nebyly dále zpracovávány. Typická pole zátěží, odpovídající jednotlivým modům (obr. 2a až 2c), přitom ukazují, že 1. mod (tedy nejlepší lineární mod) jasně souvisí se severoatlantickou oscilací, 2. mod obsahuje prvky východoatlantické a skandinávské oscilace a 3. mod některými projevy připomíná východoatlanticko-západoruskou oscilaci (podrobnější popis těchto oscilačních systémů lze nalézt např. v [1]). Přesné a jednoznačně přiřazení nalezených modů LPCA jednotlivým prototypovým oscilačním systémům z práce [1] však v tomto případě není nutné (LPCA zde byla použita pouze ke snížení dimenze problému, nikoli k definici oscilačních systémů), ale není ani možné. Prototypy oscilačních systémů byly totiž v práci [1] definovány pomocí tzv. rotované LPCA, zatímco výsledkem tohoto předzpracování dat jsou nerotované mody LPCA. Další podstatné rozdíly jsou v tom, že v [1] byly zpracovány hodnoty absolutní topografie hladiny 700 hPa (v naší studii byly zpracovávány hodnoty SLP), a to na celé severní polokouli (v naší studii pouze v oblasti severního Atlantiku). I definice „pravidelné“ sítě uzlových bodů se od studie [1] pochopitelně liší.

Podstatným výsledkem předzpracování dat pomocí LPCA je ale skutečnost, že tři proměnné, definované jako vhodné lineární kombinace původních 275 proměnných (anomálií SLP v „pravidelné“ síti uzlových bodů), dokáží vysvětlit až kolem 64 % variability původních dat. Jen s minimální (zhruba třetinovou) ztrátou informace tedy lze původních 275 proměnných nahradit novými třemi proměnnými, získanými pomocí LPCA. Právě tyto tři nové proměnné (skóre prvních 3 komponent LPCA) tedy zachovávají značnou část variability původních dat. Skóre LPCA jsou už z definice vzájemně lineárně nezávislá, přesto mezi nimi mohou existovat závislosti nelineární. A právě tyto nelineární závislosti budou dále zkoumány pomocí autoasociativní sítě.

Jak již bylo uvedeno, nejjednodušší autoasociativní síť je síť s jednou vstupní, třemi skrytými a jednou výstupní vrstvou. Z hlediska aktivních funkcí byl zvolen obvyklý přístup, tedy identická transformace ve vstupní, střední a výstupní vrstvě a funkce hyperbolický tangens v kódovací a dekódovací vrstvě. Vstupní i výstupní vrstva musí mít po třech neuronech (pro skóre prvních 3 komponent LPCA), střední vrstva má jediný neuron. Z povahy zpracovávaných dat dále vyplývá, že první skrytá (kódovací) a třetí skrytá (dekódovací) vrstva musí mít nejméně po třech neuronech. Je to z toho důvodu, že při postupu signálu sítí je první nelineární transformace prováděna až v kódovací vrstvě, při přechodu ze vstupní do kódovací vrstvy je transformace lineární. Vstupní data, tedy skóre prvních tří komponent LPCA, jsou ovšem lineárně nezávislé vektory a není tedy možné je při přechodu

ze vstupní do kódovací vrstvy lineárně zkombinovat např. do dvou proměnných, aniž by zároveň došlo k výrazné ztrátě informace. Proto musí mít jak kódovací, tak i dekódovací vrstva minimálně stejný počet neuronů jako vstupní a výstupní vrstva, tedy nejméně tři neurony. V rámci tohoto omezení byla pro další zpracování zvolena nejjednodušší možná síť, tedy síť se třemi neurony jak v kódovací, tak i v dekódovací vrstvě. Architektura zvolené autoasociativní sítě je znázorněna na obr. 1. Celá síť má pak 37 stupňů volnosti (13 prahových hodnot jednotlivých neuronů a 24 vah synapsí), což je výrazně méně, než počet vstupních datových vektorů.

Při samotném tréninku sítě byly použity některé postupy, zabráňující jejímu přetrénování, konkrétně křížově validovaná metoda včasného ukončení tréninku („early stopping“), doplněná slabou regularizací sítě (penalizací řešení s velkou křivostí simulované závislosti). Z několika možných variant regularizace byla použita obvyklá metoda – tzv. Weigendova regularizace (viz např. [13]). Trénink sítě byl prováděn pomocí běžného algoritmu zpětného šíření chyby (BEP – Back Error Propagation, viz např. [13]), a to opakovaně, vždy z náhodně generovaných počátečních podmínek a pro různá náhodná dělení datového souboru na tréninková, validační a testovací data (v poměru 50 %/25 %/25 %). Celkem bylo pro daný problém vytrénováno 200 sítí. Nejlepší z nich byla vybrána subjektivně, jednak podle chyby, s jakou pracuje na tréninkovém, validačním i testovacím souboru (byly preferovány sítě s co nejmenší chybou, přičemž ale chyby na tréninkových, validačních a testovacích datech si musely být blízké, velké rozdíly chyb signalizují vliv výběrových efektů) a jednak podle toho, jak dobře síť reprodukuje skóre jednotlivých modů LPCA (měřeno pomocí korelace mezi vstupními a simulovanými hodnotami jednotlivých skóre LPCA).

Vybraná autoasociativní síť pak byla rozdělena na kódovací síť (od vstupní vrstvy po střední vrstvu), resp. dekódovací síť (od střední vrstvy po výstupní vrstvu). Obě tyto sítě jsou částmi původní autoasociativní sítě a provádějí svým způsobem optimalizovanou kompresi vstupních dat (vektory skóre LPCA) na skalární skóre NLPCA, resp. jejich dekompresi ze skalárního skóre NLPCA zpět do simulovaných vektorů skóre LPCA.

4. VÝSLEDKY

4.1 Korelace

Jak již bylo uvedeno, první tři mody LPCA vysvětlují kolem 64 % variability původních dat (1. mod kolem 35 %, 2. mod kolem 17 % a 3. mod kolem 12 %). Zajímavé informace však poskytuje podrobnější rozbor korelací mezi prvními třemi mody LPCA a původním polem anomálií SLP. Jde tu vlastně o rozbor toho, do jaké míry lze původní pole SLP zpětně zrekonstruovat pomocí prvních tří modů lineární PCA. Pole typické oscilace (to je popsáno pomocí zátěží daného modu LPCA), násobené hodnotou skóre příslušnou k dané sezoně, dává totiž obraz o tom, jakou část variability původních dat je schopen pro danou sezonu zrekonstruovat příslušný mod LPCA (pochopitelně pouze z hlediska lineárně chápané variability). Takto lze pro každý bod „pravidelné“ sítě a pro každou sezonu zrekonstruovat tu část variability, která je obsažena v příslušném modu LPCA. Následně lze vyhodnotit i korelace mezi variabilitou, vysvětlenou daným modem LPCA, a variabilitou původních dat (zvlášť pro každý bod „pravidelné“ sítě) a hodnoty korelací znázornit jako pole. To je pro 1. mod zobrazeno na obr. 3a, pro 2. mod na obr. 3b a pro 3. mod na obr. 3c.

Z porovnání obrázků 2a až 2c s obrázky 3a až 3c je zřejmé, že módy LPCA poměrně dobře popisují variabilitu dat v oblasti center jednotlivých oscilací, horší je však popis variability v oblasti mezi samotnými centry, kde jsou oblasti poměrně nízkých korelací. To je dáno především tím, že v oblastech s nízkými zátěžemi popisují jednotlivé módy LPCA jen malou část variability původního pole SLP. Speciálně u nejlepšího (prvního) lineárního modu, souvisejícího s NAO, se objevuje pás nízkých korelací nad severním Atlantikem přibližně mezi 50. a 60. stupněm severní šířky.

V další fázi bylo zkoumáno, do jaké míry lze původní pole SLP zrekonstruovat pomocí nelineárního modu PCA. Zatímco při lineárním přístupu jsou k rekonstrukci polí použity vždy pouze zátěže a skóre příslušného modu LPCA, při nelineárním přístupu jsou nejprve z hodnot skóre NLPCA vypočteny (pomocí dekodovací části autoasociativní sítě) simulované hodnoty skóre prvních tří modů LPCA a ty jsou následně zpracovány společně s příslušnými zátěžemi. Zátěže zůstávají stejně jako v případě lineárního přístupu. Nepracujeme zde tedy jen s jedním, ale s prvními třemi módy LPCA, hodnoty jejich skóre jsou ovšem počítány z hodnot skóre jediného nelineárního modu. Proto i zde (podobně jako u předchozího lineárního přístupu) jde o závislost na jediné skalární veličině, v tomto případě na skóre NLPCA.

Mapa korelací na obr. 4 jasně ukazuje, že nelineární popis výrazně rovnoměrněji vystihuje variabilitu pole anomálií SLP než je tomu při použití jednotlivých lineárních modů a neobjevují se zde ani výraznější oblasti nízkých korelací. V blízkosti center jednotlivých oscilací však nelineární přístup vykazuje poněkud nižší hodnoty korelací než je tomu u příslušné lineární komponenty. To naznačuje, že variabilita pole SLP v blízkosti center jednotlivých oscilací je poměrně dobře separovatelná na lineárně nezávislé komponenty, v prostoru mimo centra oscilací, kde se (nelineárně) kombinuje vliv několika oscilací, však nikoli.

Níže hodnoty korelací na okrajích zájmové oblasti lze vysvětlit tím, že se zde výrazněji uplatňuje vliv dalších oscilačních systémů. Je to zejména PNA (Pacific-North American Oscillation) nad USA a EAWR (East Atlantic-West Russian Oscillation) nad evropskou částí Ruska. Tyto oscilační systémy, zřetelné při polokoulovém zpracování, ale zasahují do naší zájmové oblasti jen okrajově. To znamená, že v rámci celé oblasti jsou zodpovědné jen za menší část variability, nejsou tedy obsaženy v žádném z prvních tří modů LPCA, a tedy ani zpracování NLPCA jejich vliv neuvažuje.

Z hlediska vysvětlené variability se ukázalo, že popis pomocí jediného nelineárního modu dává lepší výsledky než popis pomocí nejlepšího možného lineárního modu (1. lineární mod vysvětluje ca 35 % variability, nelineární mod ca 45 %).

Zajímavé je rovněž kvalitativní srovnání variability, vysvětlené pomocí jednotlivých lineárních modů, s variabilitou, vysvětlenou pomocí jediného modu nelineárního (obr. 5) V modře vyznačené oblasti převažuje variabilita, vysvětlená 1. lineárním modelem nad variabilitou, vysvětlenou modelem nelineárním. Totéž je pro 2. lineární mod vyznačeno zelenou barvou a pro 3. lineární mod barvou oranžovou. V barevně neoznačených oblastech tedy nelineární mod vysvětluje větší část variability, než kterýkoli z prvních tří modů lineárních. I zde se ukazuje, že nad severním Atlantikem v pásu přibližně mezi 50. a 60. stupněm severní šířky není variabilita dobře popsána v 1. modu LPCA, ale v modech vyšších, případně pomocí modu nelineárního.

4.2 Porovnání původních a simulovaných skóre PCA

Zajímavé informace poskytl i grafické znázornění závislosti mezi skóre NLPCA na jedné straně a původními, resp. simulovanými skóre LPCA na straně druhé. Tyto závislosti pro 1. až 3. mod LPCA znázorňují obr. 6a až 6c. Pomocí bodů jsou znázorněny závislosti mezi původními skóre LPCA a skóre NLPCA, tedy závislosti mezi vstupními a výstupními daty kódovací části sítě (na svislé ose jsou vyneseny hodnoty skóre LPCA na vstupu do kódovací sítě – vrstva I na obr. 1, na vodorovné ose pak hodnoty skóre NLPCA na výstupu z kódovací sítě – vrstva B na obr. 1). Pomocí křivky jsou pro srovnání znázorněny závislosti mezi skóre NLPCA a simulovanými skóre LPCA, tedy závislosti mezi vstupními a výstupními daty dekodovací části sítě (na vodorovné ose jsou hodnoty skóre NLPCA na vstupu do dekodovací sítě – vrstva B na obr. 1, na svislé ose simulované hodnoty skóre LPCA na výstupu z dekodovací sítě – vrstva O na obr. 1).

Závislosti mezi skóre NLPCA a simulovanými skóre LPCA byly vypočteny pouze pro 20% až 90% kvantil hodnot skóre NLPCA. Uvedené omezení souvisí s jednou důležitou vlastností použitého typu autoasociativní sítě. Tato síť není totiž schopna plně modelovat cyklické procesy, probíhající po uzavřených trajektoriích. Důvodem je především skutečnost, že samotné skóre NLPCA zde není definováno jako cyklická veličina, nemůže tedy vystihnout vývoj po uzavřené trajektorii, ale pouze po trajektoriích neuzavřených. Při dané architektuře autoasociativní sítě a simulaci cyklického procesu pak sice může být jistá podobnost mezi poli, odpovídajícími 0 % a 100 % kvantilu NLPCA (sít se i v tomto případě snaží v maximální možné míře přiblížit uzavřenému cyklickému průběhu), ale lze tu očekávat i nespojitost v popisu polí (pole, odpovídající 0 % kvantilu není totožné s polem, odpovídajícím 100 % kvantilu skóre NLPCA, což by bylo nutné požadovat pro plně uzavřený cyklický popis). Více bylo o tomto problému publikováno např. v [5]. S ohledem na tuto skutečnost tedy nebyla zpracována pole v oblastech kvantilů NLPCA relativně blízkým diskontinuitě v popisu cyklického procesu. I tak ale lze pomocí skóre NLPCA mezi 20% a 90% kvantilem dobře popsat celkem 70 % celého cyklu.

Z grafů je zřejmé, že závislosti mezi skóre jednotlivých modů LPCA a skóre NLPCA jsou v našem modelu skutečně nelineární. Navíc simulované hodnoty skóre LPCA (křivky) vystihují poměrně dobře celkový průběh původních skóre LPCA (body). Z toho vyplývá, že dekodovací síť dokáže poměrně dobře vyjádřit skóre prvních tří modů LPCA pomocí jediných charakteristik – skóre NLPCA. Z hlediska samotné závislosti simulovaných skóre jednotlivých modů LPCA na skóre NLPCA je dále vidět, že pro nízké hodnoty skóre NLPCA (kolem 0, což odpovídá ca 30% kvantilu hodnot skóre NLPCA) jsou hodnoty 1. modu LPCA kladné (odpovídá záporné fázi NAO) a hodnoty 2. a 3. modu záporné. Při růstu skóre NLPCA klesá skóre 1. modu LPCA (slábnutí záporné fáze NAO), zatímco hodnoty skóre 2. a 3. modu LPCA rostou. V neutrální fázi NAO (skóre LPCA 1. modu kolem nuly odpovídá hodnotám skóre NLPCA kolem 0.7, což je ca 65% kvantil) jsou již hodnoty skóre 2. a 3. modu kladné. To znamená, že při neutrální NAO se výrazněji uplatňuje jak 2., tak i 3. mod LPCA. Při dalším růstu hodnot skóre NLPCA přechází NAO do kladné fáze, hodnoty skóre 2. modu LPCA se dále téměř nemění a zůstávají kladné, zatímco hodnoty skóre 3. modu LPCA opět klesají do záporných hodnot. 2. mod LPCA se tedy ve své záporné fázi uplatňuje hlavně při výrazně záporné NAO, zatímco při neutrální a kladné fázi NAO je

spíše kladný. 3. mod LPCA je většinou v záporné fázi, do kladné fáze přechází zejména v období neutrální fáze NAO. Celou vzájemnou nelineární závislost mezi intenzitou jednotlivých modů LPCA popisuje schematicky i následující tabulka 1:

Tab. 1 Schematický popis nelineární závislosti skóre 1. až 3. modu LPCA na hodnotách a kvantilech skóre NLPCA. ++ = výrazně kladná fáze, + = slabě kladná fáze, 0 = neutrální fáze, - = slabě záporná fáze, -- = výrazně záporná fáze. Kladné hodnoty skóre 1. modu LPCA odpovídají záporné fázi NAO a naopak

Table 1. Schematic description of non-linear dependence between the LPCA scores 1 to 3 and NLPCA scores and quantiles. ++ = strong positive phase, + = weak positive phase, 0 = neutral phase, - = weak negative phase, -- = strong negative phase. Positive values of the 1st LPCA score correspond to the negative NAO phase and vice versa.

SKÓRE NLPCA (kvantil)	1. MOD LPCA (FÁZE NAO)	2. MOD LPCA	3. MOD LPCA
≈ 0,0 (ca 30 %)	++ (- -)	--	-
≈ 0,3 (ca 45 %)	+ (-)	0	0
≈ 0,7 (ca 65 %)	0 (0)	++	+
≈ 1,3 (80-85 %)	- (+)	++	0
≈ 2,0 (ca 90 %)	-- (+ +)	++	-

4.3 Rekonstrukce nelineární variability pole SLP

Pomocí kvantilů skóre NLPCA a dekodovací části autoasociativní neuronové sítě lze také poměrně snadno znázornit nelineární variabilitu pole SLP v severním Atlantiku, odpovídající 1. modu NLPCA. Jednotlivá pole anomálií SLP, odpovídající kvantilům NLPCA od 20 % do 90 % s krokem 10 %, jsou znázorněna na obr. 7.

Nelinearita tohoto popisu je zřejmá především v tom, že poloha center NAO se poněkud liší v závislosti na fázi. V záporné fázi je severní centrum NAO lokalizováno spíše nad jižním Grónskem a jižní centrum je poměrně výrazné i nad západní a střední Evropou. Naopak v kladné fázi leží severní centrum poněkud východněji (nad Islandem) a jižní centrum je nad kontinentální Evropou méně výrazné. Dalším nelineárním prvkem je pak vliv ostatních oscilačních systémů (skandinávská oscilace, východoatlantická oscilace a východoatlanticko-západorská oscilace), obsažených ve vyšších modech LPCA. Tyto oscilační systémy nejvýrazněji modifikují variabilitu pole SLP zejména v neutrální fázi NAO. Nelineární rozbor variability pole SLP v severním Atlantiku dále ukazuje, že přechod NAO ze záporné do kladné fáze je doprovázen nejen slábnutím obou jeho center, ale i posunem severního centra NAO k východu nad Skandinávií. V samotné neutrální fázi je severní centrum kladných anomálií nad Skandinávií poměrně výrazné (Skandinávská oscilace v kladné fázi), zatímco slabé jižní centrum záporných anomálií se přesouvá k severozápadu, nad jižní Grónsko. Při dalším vývoji směrem ke kladné fázi NAO se v centrálním Atlantiku tvoří samostatné jádro kladných anomálií SLP, skandinávské jádro později ustupuje k jihu a jihozápadu, nakonec se obě tato jádra spojí a společně vytvoří jižní (kladné) centrum pozitivní NAO. Jádro záporných anomálií nad jižním Grónskem zároveň mohutní, přesouvá se na východ do oblasti Islandu a postupně vytváří severní (záporné) centrum pozitivní NAO. Přechod mezi kladnou a zápornou fází NAO zde tedy neprobíhá přes pole identicky nulových anomálií, jako je tomu u lineárních metod. Navíc je zde naznačena i jistá „rotační

výměna“ center NAO při přechodu mezi kladnou a zápornou fází.

5. ZÁVĚR

Studie ukazuje další možnosti využití neuronových sítí při zpracování klimatologických dat, včetně nelineární varianty PCA, provedené pomocí tzv. autoasociativní neuronové sítě. Touto metodou byl sestaven nelineární stochastický model variability pole SLP v severoatlantické oblasti v zimním období. Porovnání výsledků nelineárního modelu s dosud obvyklým lineárním přístupem jasně ukázalo, že nelineární model dokáže pomoci jediné skalární veličiny (skóre) lépe popsat variabilitu tlakového pole než model, založený na nejlepší (prvním) modu LPCA. Týká se to zejména v pásu přibližně mezi 50. a 60. stupněm severní šířky mezi Labradorem a Severním mořem (na rozhraní mezi oběma centry severoatlantické oscilace). Nelineární model dále demonstroval, že i když jsou jednotlivé mody LPCA vzájemně nekorelované, neznamená to, že jsou stochasticky nezávislé, neboť mezi nimi pravděpodobně existují nelineární vazby. V neposlední řadě naznačil i možné nelineární prvky variability pole SLP v severním Atlantiku. Mezi nejvýraznější z nich patří jistý posun polohy obou center NAO v závislosti na její fázi a náznak „rotační výměny“ center při přechodu mezi kladnou a zápornou fází NAO.

Použitou metodiku nelineární analýzy hlavních komponent pomocí autoasociativní neuronové sítě lze samozřejmě dále modifikovat. Jednu z možných modifikací představuje například použití rotované LPCA k předzpracování dat a snížení dimenze problému. Vzhledem k tomu, že rotované komponenty LPCA lépe vystihují jednotlivé oscilační systémy než komponenty nerotované, lze rotaci komponent využít jako filtr k výběru těch oscilačních systémů, které mají být dále zkoumány pomocí autoasociativní neuronové sítě. Jak naznačily výsledky studie, jako poměrně zajímavý pro další zkoumání se jeví nelineární vztah mezi severoatlantickou a skandinávskou oscilací. Další možnou modifikací je pak použití tzv. cirkulárních neuronů ve střední vrstvě autoasociativní sítě k simulaci cyklického procesu, probíhajícího po uzavřené trajektorii.

Při použití lineárních metod lze zpravidla parametry modelu jednoznačně optimalizovat z hlediska minimalizace modelové chyby. To ale není možné zaručit při použití neuronových sítí. Je to způsobeno tím, že na rozdíl od lineárních metod, kde lze optimální parametry modelu přímo určit výpočtem, optimalizace neuronového modelu probíhá v procesu iterativního tréninku sítě z náhodně generovaného počátečního stavu. Pokud tedy vytrénovaná síť vykazuje malou chybu a splňuje další požadované parametry, může být považována za dobrou síť, která relativně úspěšně modeluje daný problém, nikdy ale o ní nelze tvrdit, že je to nejlepší možná síť. Proto ani o prezentovaném nelineárním popisu variability pole SLP v severním Atlantiku nelze tvrdit, že je nejlepší nebo dokonce jediný možný. Vzhledem ke komplikované fyzikální podstatě klimatického systému je nutné připustit, že mohou existovat i další nelineární mody této variability.

Poděkování

Děkuji lektorovi RNDr. Radanu Huthovi, DrSc. za velmi cenné připomínky, doplnění a upřesnění k textu tohoto příspěvku.

Literatura

- [1] BARNSTON, A.G. – LIVEZEY, R.E., 1987. Classification, Seasonality and Persistence of Low-Frequency Atmospheric Circulation Patterns. *Monthly Weather Review*, roč. **115**, s. 1083–1126.
- [2] BORÁK, M., 2000. Vztah mezi teplotou povrchu oceánu a atmosférickou cirkulací. [Diplomová práce.] Praha: Katedra meteorologie a ochrany prostředí MFF UK.
- [3] HSIEH, W.W. – TANG, B., 1998. Applying Neural Network Models to Prediction and Data Analysis in Meteorology and Oceanography. *Bulletin of the American Meteorological Society*, roč. **79**, č. 9, s. 1855–1870.
- [4] HSIEH, W.W., 2001. Nonlinear Canonical Correlation Analysis of the Tropical Pacific Climate Variability Using a Neural Network Approach. *Journal of Climate*, roč. **14**, s. 2528–2539.
- [5] HSIEH, W.W., 2001. Nonlinear Principal Component Analysis by Neural Network. *Tellus*, roč. **53A**, s. 599–615.
- [6] HURRELL, J.W., 2000. Climate: North Atlantic and Arctic Oscillation (NAO/AO). *Encyclopedia of Atmospheric Sciences*, Academic Press.
- [7] METELKA, L., 1999. Empirická objektivní analýza pole slunečního svitu pomocí neuronových sítí. *Meteorologické Zprávy*, roč. **52**, č. 4, s. 102–108. ISSN 0026-1173.
- [8] METELKA, L., 2000. Studie možnosti statistické korekce radarových odhadů srážek pomocí neuronových sítí na případu Rychnovska, 22.–23.7.1998. *Meteorologické Zprávy*, roč. **53**, č. 5, s. 146–152. ISSN 0026-1173.
- [9] MONAHAN, A.H., 2000. Nonlinear Principal Component Analysis by Neural Networks: Theory and Application to the Lorentz System. *Journal of Climate*, roč. **13**, s. 821–835.
- [10] MONAHAN, A.H. – FYFE, J.C. – FLATO, G.M., 2000. A Regime View of Northern Hemisphere Atmospheric Variability and Change Under Global Warming. *Geophysical Research Letters*, roč. **27**, č. 8, s. 1139–1142.
- [11] MONAHAN, A.H., 2001. Nonlinear Principal Component Analysis: Tropical Indo-Pacific Sea Surface Temperature and Sea Level Pressure. *Journal of Climate*, roč. **14**, s. 1219–1233.
- [12] MONAHAN, A.H. – PANDOLFO, L., 2001. The Preferred Structure of Variability of the Northern Hemisphere Atmospheric Circulation. *Geophysical Research Letters*, roč. **28**, č. 6, s. 1019–1022.
- [13] STATISTICA: NEURAL NETWORKS, 1998: Manuál k programu STATISTICA: Neural Networks. StatSoft Inc., Tulsa, Oklahoma. ISBN 1-884233-42-2.

Lektor RNDr. Radan Huth, CSc., rukopis odevzdán v srpnu 2003.

OPERATIVNÍ HYDROLOGIE PŘED VZNIKEM HYDROMETEOROLOGICKÉHO ÚSTAVU

V tomto roce slavíme 50. výročí Hydrometeorologického ústavu, který byl zřízen vládním nařízením č. 96 ze dne 27. 11. 1953 s účinností od 1.1. 1954 jako ústřední ústav pro obory meteorologie, klimatologie a hydrologie. Tím byly poprvé v celostátním (československém) měřítku včleněny do jediné instituce hydrologie a meteorologie jako dva obory blízké předmětem zkoumání i svým uplatněním a vytvořeny lepší předpoklady pro hodnocení přírodních procesů, které vyžaduje interdisciplinární přístup [1]. Protože čtenáři Meteorologických zpráv znají pravděpodobně lépe vývoj meteorologických součástí dnešního Českého hydrometeorologického ústavu, soustředíme se na minulost jeho hydrologické složky, jejíž metodický a vědecký přínos pro evropskou hydrologii byl pozoruhodný. Historii hydrologické služby na Slovensku se věnuje nová publikace I. Panenky a kol. [2].

V Čechách organizovaná hydrologická služba zahájila činnost v roce 1875, když v předchozím roce byla rozhodnutím Českého sněmu zřízena Hydrografická komise pro Království české se dvěma sekcemi – hydrometrickou a ombrografickou. Patřila k nejstarším svého druhu na světě a stala se i předlohou C. k. ústřední hydrografické kanceláře při Ministerstvu vnitra ve Vídni založené o 18 let později, v roce 1893. Podle Organizačního statutu hydrografické služby v Rakousku z roku 1894 byla kancelář nejvyšším výkonným orgánem s funkcí řídicí, metodickou, posudkovou a publikační, zatímco hydrologickým měřením, průzkumem i předpovědní službou se měla zabývat hydrografická oddělení zřízená při stavebních odborech zemských úřadů, v českých zemích tedy v Praze (pro povodí Labe), Brně (pro povodí Moravy) a Opavě (pro povodí Odry).

Uvedený model rozdělení hydrologických činností byl zachován i po vzniku Československa, kdy úkoly ústřední hydrologické služby převzal od rakouské kanceláře Státní ústav

hydrologický zřízený 19. 12. 1919 a podléhající Ministerstvu veřejných prací. Byl pověřen vědeckým výzkumem vod ovzdušných, povrchových a podzemních, a po rozšíření svého programu v roce 1930 změnil název na Státní výzkumné ústavy hydrologický a hydrotechnický T. G. Masaryka (od 9. 1. 1951 Výzkumný ústav vodohospodářský) [3]. Usměřoval činnost hydrologických oddělení zemských úřadů a zpracovával výsledky jejich pozorování.

Po zřízení krajů namísto zemí dne 1. 1. 1949 se bývalá zemská hydrografická oddělení v Praze a Brně změnila v oddělení technických referátů KNV. Vyhláškou ministra stavebního průmyslu č. 234 z 16. 8. 1952 byla však hydrologická a hydrografická služba přesunuta z KNV do Vodohospodářského a investičního střediska, zřízeného vyhláškou téhož ministra č. 191 z 16. 7. 1952. Středisko sídlící v Praze a s pobočkami v Brně a Ostravě mělo širokou pracovní náplň, plnilo také dvojí úkoly operativní hydrologie: hydrologickou a hydrografickou službu zahrnující i doplňování Státního vodohospodářského plánu a vypracovávání podkladů pro všechny vodohospodářské potřeby a dále návěštní, předpovědní a hlásonu službu pro potřeby plavby, při povodních, odchodech ledu apod. Vznikem HMÚ v roce 1954 se pracoviště operativní hydrologie stala součástí nového ústavu.

Literatura

- [1] HLADNÝ, J. – RAK, J., 1984: Význam vztahu meteorologie a hydrologie v činnosti hydrometeorologických ústavů. *Meteorologické zprávy*, roč. **37**, č. 4, s.98–100.
- [2] PANENKA, I. a kol., 2003: Obrázky z novodobé historie hydrologické služby na Slovensku. 1. vyd. Bratislava: SHMÚ. 128 s.
- [3] Výzkumný ústav vodohospodářský. Historie – současnost – perspektivy, 1990. Praha: VÚV v SZN. 120 s.

Karel Krška

ZÁVISLOST KONCENTRACÍ POLUTANTŮ VE VZORCÍCH MLŽNÉ VODY NA VODNÍM OBSAHU A CELKOVÉM POVRCHU KAPÍČEK VODY V MLZE

Pollutant concentrations dependence on liquid water content and integrated particle surface area in fog/cloud water samples. In this study we have focused on the relationship between pollutant concentration in fog/cloud water and liquid water content (*LWC*) and on integrated particle surface area (*PSA*). The measurement of *LWC*, *PSA* and the simultaneous collection of fog water samples at the meteorological observation Milešovka provided the input data for this study. In order to express the relationship quantitatively we applied linear regression. It appeared that the regression coefficient depended on the locality of fog water sampling and on the season. The dependence could be explained as reflecting the change in industrial loading of the locality in the sampling period.

KLÍČOVÁ SLOVA: koncentrace polutantů – obsah mlhy vodní – voda mlžná

1. ÚVOD

Podíl depozice z usazených srážek na celkové mokré depozici lze jen velmi obtížně kvantifikovat, a proto jsme nuceni se spokojit s jeho odhadem. K zjištění co možná nejlepšího odhadu musíme znát koncentrace polutantů v usazených srážkách a také podíl (množství) usazených srážek z jejich celkového úhrnu. V několika posledních desetiletích je věnována značná pozornost oběma otázkám. Podle publikovaných výsledků lze dojít k závěru, že větších úspěchů bylo dosaženo při sledování koncentrací polutantů v usazených srážkách.

V našich dříve publikovaných pracích jsme se rovněž věnovali problematice koncentrací polutantů obsažených ve vzorcích mlžné vody. Porovnání koncentrací vybraných polutantů ve vzorcích mlžné vody z různě průmyslově zatížených oblastí ČR byly věnovány příspěvky [5, 6, 7]. V [8] jsme se zabývali změnami koncentrací vybraných polutantů během mlžné epizody. Pokusili jsme se také o monitorování transportu vybraných polutantů během mlžné epizody a výsledky jsme publikovali v [5, 6]. V předkládaném příspěvku jsme se zaměřili na sledování závislosti koncentrací vybraných polutantů na vodním obsahu mlhy/nízké oblačnosti (*LWC* – liquid water content) a na celkovém povrchu vodních kapiček v mlze (*PSA* – particle surface area). Těmito vztahy jsme se již částečně zabývali v [8], kde však byly použity, na rozdíl od tohoto příspěvku, odhady *LWC*, nikoliv skutečně naměřené hodnoty.

2. VÝCHODISKA

Na meteorologické observatoři Milešovka (837 m n. m., 50°33'N/13°56'E) probíhalo v letech 2001 a 2002 měření *LWC* a *PSA* pomocí přístroje PVM-100 [9] současně s odběry vzorků mlžné/oblačné (dále jen mlžné) vody aktivním odběrovým zařízením (Rotating Arm Collector – RAC), popsaným např. v [10, 2 nebo 4]. Měření *LWC* a *PSA* přístrojem PVM-100 je považováno za standardní. Princip měření a jeho přesnost je uvedena v [9]. RAC je impaktní kolektor s vynuceným prouděním vzduchu. Jako impaktor je využíván blok vypletený teflonovou strunou. Zpracování a uchovávání vzorků bylo prováděno v souladu s platnými předpisy ČHMÚ, viz příspěvek [8]. Vzorky mlžné vody pak byly analyzovány v Centrální laboratoři čistoty ovzduší ČHMÚ, která má příslušnou akreditaci. Celkem bylo odebráno a analyzo-

váno 18 vzorků mlžné vody, pro které bylo k dispozici souběžné měření *LWC* a *PSA*. Odběr vzorků mlžné vody a jejich zpracování byly provedeny podle všeobecně užívané metodiky [1]. Těchto 18 vzorků bylo odebráno v průběhu devíti epizod s mlhou v měsících březnu a dubnu 2001 (6 epizod, 14 vzorků) a v říjnu 2002 (3 epizody, 4 vzorky). Vždy pro celou dobu odběru jsme měli k dispozici desetiminutové průměry *LWC* a *PSA*, ze kterých jsme pro obě veličiny stanovili průměrné hodnoty za dobu odběru vzorku. Pozornost jsme věnovali nalezení vztahu mezi množstvím základních aniontů a *LWC*. Pojem základní anionty (*GA* – ground anions) zahrnuje anionty Cl^- , NO_3^- a SO_4^{2-} .

V [3] byl uvedený vztah mezi *LWC* a *m* (množstvím základních aniontů) řešen na základě analýz odebraných vzorků a měřených hodnot *LWC* na ostrově São Miguel (SM) – Azory a ve 2 kampaních na hoře Klein Feldberg (MKF 90 a MKF 95) – Německo – v letech 1990 a 1995. V uvedené práci byl rovněž diskutován tvar regrese s výsledným doporučením pro vzájemný vztah mezi *m* a LWC^{-1} (převrácenou hodnotou *LWC*) využívat lineární regresní rovnice ve tvaru:

$$m = b \text{LWC}^{-1} + a \quad (1)$$

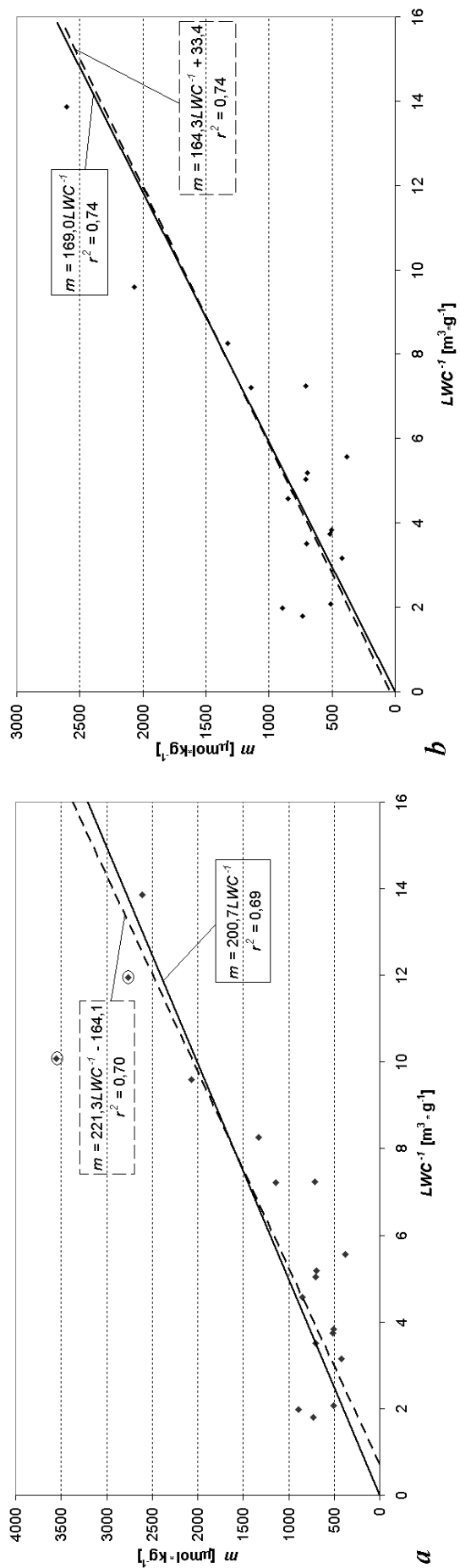
kde: *m* je množství základních aniontů v $\text{mmol} \cdot \text{kg}^{-1}$

b je regresní koeficient v $\text{nmol} \cdot \text{m}^{-3}$

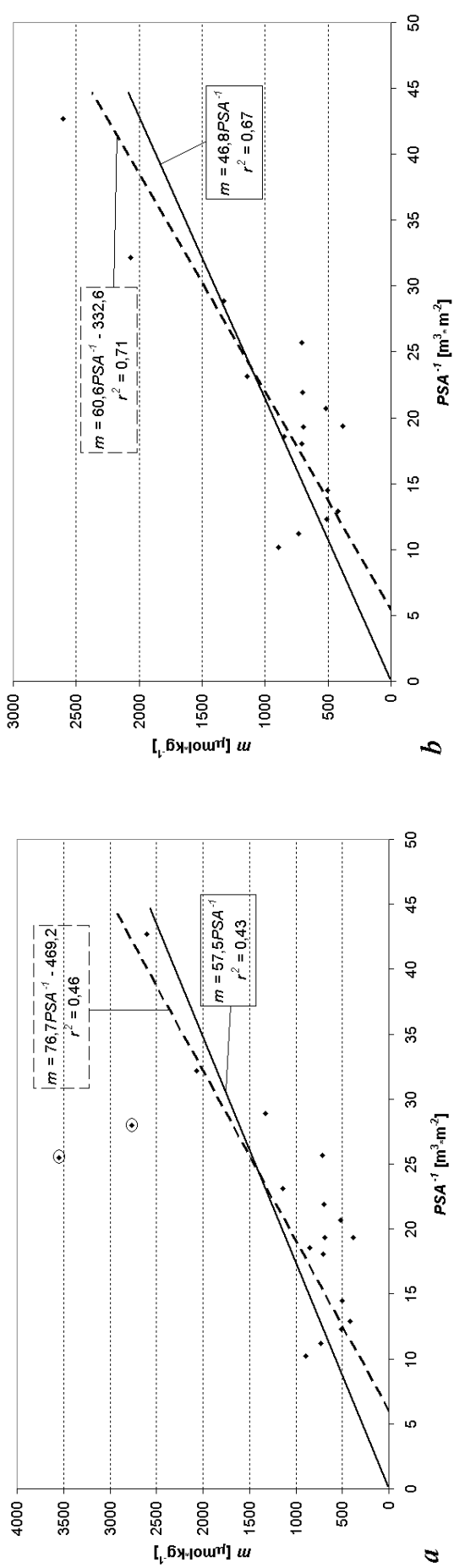
LWC^{-1} je převrácená hodnota *LWC* v $\text{m}^3 \cdot \text{g}^{-1}$

a je konstanta v $\text{mmol} \cdot \text{kg}^{-1}$

Na SM byly podle [3] použity pro odběr vzorků mlžné vody pasivní kolektory. Při odběru vzorků na MKF byly při obou kampaních používány RAC. Rovnice (1) vyjadřuje lineární závislost *m* na LWC^{-1} . Pro každé stanoviště a v případě MKF i pro každou kampaň byly vypočítány regresní koeficienty (*b*), koeficienty determinace (r^2) a korelační koeficient (*r*), viz tab. 1. Pro srovnatelnost našich výsledků s výše uvedenou prací jsme vycházeli z předpokladu, že regresní přímka prochází počátkem souřadného systému (tedy *a* = 0). Tento předpoklad byl použit jak pro stanovení závislosti *m* na *LWC*, tak i pro stanovení závislosti *m* na *PSA*. Jedná se o předpoklad čistě teoretický, neboť *LWC* ani *PSA* v mlze nemůže nekonečně růst. Omezení je dáno i možnou velikostí kapek v mlze. V lineární regresní rovnici pro závislost *m* na LWC^{-1} (PSA^{-1}) pak bude *a* = 0 (*d* = 0).



Obr. 1 Množství základních aniontů (Cl^- , NO_3^- a SO_4^{2-}) v mlžné vodě, jako funkce převrácené hodnoty LWC na Mléšově (2001 a 2002), a – 18 vzorků; b – 16 vzorků.
 Fig. 1. Sum of the ground anions amount (Cl^- , NO_3^- and SO_4^{2-}) in fog water, as a function of the reciprocal LWC at the Mléšovka Mt. (2001 and 2002), a – 18 samples; b – 16 samples.



Obr. 2 Množství základních aniontů (Cl^- , NO_3^- a SO_4^{2-}), jako funkce převrácené hodnoty PSA na Mléšově (2001 a 2002), a – 18 vzorků; b – 16 vzorků.
 Fig. 2. Sum of the ground anions amount (Cl^- , NO_3^- and SO_4^{2-}) in fog water, as a function of the reciprocal PSA at the Mléšovka Mt. (2001 and 2002), a – 18 samples; b – 16 samples.

Tab. 1 Konstanty b lineární rovnice $m = bLWC^{-1} + a$ vypočtená pro vybraná stanoviště. SM – Pico da Barrosa (920 m n. m., 37°45'N/25°40'W) na São Miguel, MKF 90 – Mt. Kleiner Feldberg (825 m n. m., 50°22'N/8°43' E), SRN (1990), MKF 95 – Mt. Kleiner Feldberg, SRN (1995), * podle [3].
Table 1. The constants b from the linear equation $m = bLWC^{-1} + a$ as determined at selected sites. SM – Pico da Barrosa (920 m a.s.l., 37°45'N/25°40'W) at São Miguel, MKF 90 – Mt. Kleiner Feldberg (825 m a.s.l., 50°22'N/8°43' E), Germany (1990), MKF 95 – Mt. Kleiner Feldberg, Germany (1995), * from [3].

Konstanta	SM*	MKF 90*	MKF 95*	Milešovka 18 vzorků $a = 0 / a \neq 0$	Milešovka 16 vzorků $a = 0 / a \neq 0$
b [nmol · m ⁻³]	31,1	10,5	14,9	200,7 / 221,3	169,0 / 164,3
r^2	0,53	0,38	0,38	0,69 / 0,70	0,74 / 0,74
r	0,73	0,62	0,62	0,83 / 0,84	0,86 / 0,86

3. ZPRACOVÁNÍ A VÝSLEDKY

3.1 Závislost množství základních aniontů na převrácené hodnotě vodního obsahu mlhy

V tab. 2 jsou uvedeny průměrné hodnoty LWC, PSA, m a koncentrace GA v jednotlivých vzorcích mlžné vody na Milešovce v sledovaném období 2001 až 2002. Pro stanovení závislosti m na LWC^{-1} na Milešovce byla podobně jako v [3] využita rovnice lineární regrese v obecném tvaru, včetně předpokladu, že regresní přímka prochází počátkem. Uvedený předpoklad znamená, že $m = 0$ při $LWC^{-1} = 0$. Pro Milešovku a 18 vzorků můžeme, po dosažení příslušných konstant (viz tab. 1), psát rovnici (1) ve tvaru:

$$m = 200,71 LWC^{-1} \quad (2)$$

Po vyloučení vzorků, které se na základě výpočtu a zjištění odlehých hodnot v rámci souboru jeví jako nevěrohodné (na obr. 1a jsou označené), můžeme pro zbývajících 16 vzorků psát:

$$m = 168,98 LWC^{-1} \quad (3)$$

Graf na obr. 1a znázorňuje závislost m na LWC^{-1} pro všech 18 vzorků podle rovnice (2) s uvedením regresní rovnice a koeficientu determinace. Graf na obr. 1b ukazuje závislost m na LWC^{-1} podle vztahu (3). V tomto případě byl graf sestaven z 16 zpracovaných vzorků. I zde je uvedena regresní přímka a koeficient determinace. Je zřejmé, že po zúžení zpracovaného souboru vzrostl koeficient determinace r^2 z 0,69 na 0,74

a korelační koeficient r z 0,83 na 0,86. Je patrné, že hodnota koeficientu determinace i korelace je pro Milešovku v obou případech vyšší a tedy vztah je těsnější, než v příkladech uvedených v [3] zejména pro MKF, viz tab. 1. V obou grafech jsou čárkovaně vyznačeny regresní přímky pro případ, kdy $a \neq 0$ (přímka neprochází počátkem). Z obr. 1 je vidět, že předpoklad $a = 0$ vede u souboru s odlehými hodnotami ke zmenšení sklonu regresní přímky a zároveň k poklesu koeficientu determinace (r^2), a tím i korelace (r). Při odstranění odlehých hodnot jsou odchylky regresních přímek zanedbatelné. Lze tedy souhlasit se zavedeným předpokladem.

3.2 Závislost množství základních aniontů na převrácené hodnotě celkové plochy povrchu vodních kapiček

Další veličinou, kterou lze měřit přímo pomocí přístroje PVM-100, je PSA. Aby bylo možné využít lineární regresi i v tomto případě, použili jsme převrácené hodnoty PSA (PSA^{-1}). Rovnice lineární regrese bude tedy ve tvaru:

$$m = c PSA^{-1} + d \quad (4)$$

kde: m je množství základních aniontů v mmol · kg⁻¹
 c je regresní koeficient v mmol · kg⁻¹ · m⁻¹
 PSA^{-1} je převrácená hodnota PSA v m³ · m⁻²
 d je konstanta v mmol · kg⁻¹

Na obr. 2 je v části a uveden graf pro původních 18 vzorků včetně rovnice regresní přímky a koeficientu determinace

Tab. 2 Průměrné hodnoty LWC, PSA, m a koncentrace základních aniontů ve vzorcích mlžné vody na Milešovce (2001 a 2002).

Table 2. Mean values of LWC, PSA, m and the concentrations of ground anions in fog-samples at the Milešovka Mt. (2001 and 2002).

Číslo vzorku	LWC [mg.m ⁻³]	LWC ⁻¹ [m ³ .g ⁻¹]	PSA [cm ³ .m ⁻³]	PSA ⁻¹ [m ³ .m ⁻²]	Cl ⁻ [mmol.kg ⁻¹]	NO ³⁻	SO ₄ ²⁻	m
1/01	503,7	2,0	980,5	10,2	22,6	353,9	515,7	892,3
2/01	481,4	2,1	813,3	12,3	13,7	184,8	310,1	508,6
3/01	555,1	1,8	892,8	11,2	32,4	253,0	445,8	731,2
4/01	285,7	3,5	456,4	21,9	20,8	356,1	325,0	701,9
5/01	198,8	5,0	554,2	18,0	12,9	243,0	450,9	706,8
6/01	193,1	5,2	517,3	19,3	23,8	319,5	350,2	693,4
7/01	138,2	7,2	389,5	25,7	35,5	272,5	403,0	710,9
10/01	267,4	3,7	483,5	20,7	13,1	130,9	373,0	517,0
11/01	179,9	5,6	516,9	19,3	12,2	147,3	222,2	381,7
14/01	138,6	7,2	432,1	23,1	28,7	295,3	820,5	1144,4
15/01	104,3	9,6	310,9	32,2	103,8	411,5	1552,7	2068,0
16/01	72,1	13,9	234,2	42,7	414,5	868,4	1324,4	2607,3
17/01	83,6	12,0	357,3	28,0	234,6	819,6	1710,7	2764,9
18/01	99,3	10,1	392,7	25,5	116,6	1139,2	2295,1	3550,9
6/02	260,4	3,8	689,3	14,5	9,4	290,3	206,5	506,2
7/02	218,8	4,6	538,3	18,6	13,4	479,0	356,0	848,4
8/02	316,7	3,2	774,2	12,9	15,9	191,9	212,4	420,2
9/02	121,1	8,3	346,5	28,9	103,0	758,0	466,4	1327,0

za předpokladu, že regresní přímka prochází počátkem souřadného systému. V části **b** je uveden graf pro 16 vzorků po vyloučení dvou zmíněných vzorků. I zde je uvedena rovnice regresní přímky a koeficient determinace. Z grafu opět názorně vidíme, že po vyloučení dvou výše uvedených vzorků vzrostl koeficient determinace r^2 z 0,43 na 0,67 a korelační koeficient r z 0,66 na 0,82. Rovnici pro 18 vzorků můžeme tedy psát ve tvaru:

$$m = 54,5 \text{ PSA}^{-1} \quad (5)$$

Pro 16 vzorků je rovnice (4) ve tvaru:

$$m = 46,8 \text{ PSA}^{-1} \quad (6)$$

Také v tomto případě jsou v obou částech obr. 2 čárkovane vyznačeny regresní přímky pro případ kdy $d \neq 0$. I zde dochází ke zmenšení sklonu regresní přímky a zároveň k poklesu koeficientu determinace (r^2) a korelace (r) při zavedení předpokladu $d = 0$, a to i při vypuštění odlehlých hodnot. V tomto případě se zavedený předpoklad ($d = 0$) nejeví jako příliš vhodný.

4. ZÁVĚRY

Přestože zde předkládané závěry vycházejí z nevelkého datového souboru, je zřejmé, že regresní koeficient b je závislý na místě a průmyslové zátěži při odběru vzorků (viz případ MKF v tab.1). Pro dané stanoviště je rozhodující průmyslová zátěž a její jistá neměnnost v širším sledovaném období. Při změně průmyslové zátěže lze očekávat i změnu parametrů (koeficientů) regresní rovnice. Vzhledem k této závislosti lze regresní koeficient vnímat jako míru znečištění. Nejvyšší hodnota b (169,0 pro 16 vzorků a $a = 0$) z porovnávaných stanovišť byla zjištěna právě na Milešovce. Vzhledem k těsné závislosti mezi m a LWC lze regresní rovnici použít k odhadu chybějících hodnot průměrného LWC v daném prostorově omezeném datovém souboru za předpokladu, že zde nedošlo k zásadní změně průmyslové zátěže. Obdobně je možné ze známé veličiny m , kterou lze z uvedených veličin nejsnáze stanovit, odhadnout i celkovou plochu povrchu kapiček vody v jednotkovém objemu vzduchu. Výpočet velikosti efektivního poloměru mlžných kapiček pro jednotlivé epizody s mlhou umožňuje následující vztah uveřejněný v [9]:

$$Re[\text{mm}] = 30000 \cdot \text{LWC}[\text{g} \cdot \text{m}^{-3}] / \text{PSA}[\text{cm}^2 \cdot \text{m}^{-3}] \quad (7)$$

kde Re je efektivní poloměr mlžných kapiček (platí předpoklad, že mlžné kapičky mají v celém objemu stejný poloměr).

K využití m pro výpočet Re nás opravňuje těsná závislost m na převrácených hodnotách LWC a PSA. I zde je však nutno brát v úvahu, že regresní vztahy platí pouze pro dané místo a za předpokladu, že nedošlo k zásadní změně průmyslové

zátěže. Vztahy pro určení m v sobě odrážejí stupeň znečištění ovzduší.

Poděkování

Tento příspěvek vznikl za podpory GA AV ČR číslo grantu A3042301 a výzkumného záměru ÚFA AV ČR – Z3042911.

Literatura

- [1] BARTÁČKOVÁ, Z. – BRŮNA, M. – MELICHOVÁ, N., 1997. Stanovení kvality srážek. Metodický předpis č. 16. Soubor metodických předpisů pro měření znečišťujících látek ve venkovním ovzduší. Praha: ČHMÚ. 26 s.
- [2] DAUBE B. – KIMBALL K. D. – LAMAR P. A. – WEATHERS K. C., 1987. Two new ground-level cloud water sampler designs which reduce rain contamination. *Atmospheric Environment*, roč. **21**, s. 893–900.
- [3] ELBERT, W. – HOFFMANN, M.R. – KRÁMER, M. – SCHMITT, G. – ANDREAE, M. O., 2000. Control of solute concentrations in cloud and fog water by liquid water content. *Atmospheric Environment*, roč. **34**, s. 1109–1122.
- [4] FIŠÁK, J. – ŘEZÁČOVÁ, D., 1999. Odběr vzorků vody z mlhy a nízké oblačnosti na meteorologických observatořích Milešovka a Kopisty. *Meteorologické Zprávy*, roč. **52**, s. 144–148.
- [5] FIŠÁK, J. – ŘEZÁČOVÁ, D. – ELIÁŠ, V. – TESAŘ, M., 2001. Comparison of pollutant concentrations in fog (low cloud) water in the north and south Bohemia. Proc. of the 2nd Int. Conf. on Fog and Fog Collection. St. John's, Newfoundland, s. 57–60.
- [6] FIŠÁK, J. – ŘEZÁČOVÁ, D. – ELIÁŠ, V. – TESAŘ, M., 2001. Comparison of pollutant concentrations in fog (low cloud) water in the Northern and Southern Bohemia. *Journal of Hydrology and Hydrodynamics*, roč. **49**, s. 275–290.
- [7] FIŠÁK, J. – ŘEZÁČOVÁ, D. – ELIÁŠ, V. – TESAŘ, M. – WEIGNEROVÁ, V. – FOTTOVÁ, D., 2002. Pollutant Concentrations in Fog/Low Cloud Water at Selected Sites of the Czech Republic. *Atmospheric Research*, roč. **64**, s. 75–87.
- [8] FIŠÁK, J. – ŘEZÁČOVÁ, D. – WEIGNEROVÁ, V. – TESAŘ, M., 2002. Pollutant Concentration in Fog Water Samples from Milesovka. *Report Series in Aerosol Science*, No. **56**, s.29–34.
- [9] GERBER, H., 1998. Standards for measuring fog liquid water content Proc. of the 1st Int. Conf. on Fog and Fog Collection. Vancouver, s. 149–152.
- [10] TESAŘ, M. – ELIÁŠ, V. – ŠÍR, M., 1995. Preliminary Results of Characterisation of Cloud and Fog Water in the Mountains of Southern and Northern Bohemia. *Journal of Hydrology and Hydrodynamics*, **43**, s. 412–426.

Lektor Prof. RNDr. J. Bednář, CSc., rukopis odevzdán v listopadu 2003.

MSG – METEOSAT DRUHÉ GENERACE

MSG – METEOSAT of the second generation. On 28 August 2002, the first of the Meteosat Second Generation satellites, MSG-1, was launched. The paper is devoted namely to description of these new satellites. Besides that, it gives a brief overview of the EUMETSAT organization and discusses the related membership issues.

KLÍČOVÁ SLOVA: družice meteorologická – detekce atmosféry dálková – EUMETSAT – spolupráce mezinárodní

1. ÚVOD

Již od počátku 60. let 20. století představují meteorologické družice jeden z nejdůležitějších zdrojů informací moderní meteorologie. Zatímco „klasická“ pozemní staniční síť a balonová sondáž atmosféry poskytují bodová měření, reprezentativní pouze pro bezprostřední okolí meteorologické stanice či balonové sondy, meteorologické družice poskytují velkoplošné spojitě informace, v případě geostacionárních družic navíc souvislé i v čase. Proto jsou meteorologické družice spolu s radarovým pozorováním v současné době základním nástrojem pro monitorování aktuálního počasí a především pro velmi krátkodobé předpovědi extrémních jevů. Neméně důležité jsou družicové informace o vertikálním profilu a složení atmosféry (postupně doplňující „klasické“ informace, vstupující do numerických předpovědních modelů), či informace o celkovém množství některých atmosférických plynů – například ozonu.

Vedle těchto meteorologických aplikací se družice již po čtyři desetiletí využívají ke globálnímu i lokálnímu monitorování vegetace (rozsah, množství, stav), teploty povrchu moří a oceánů (opět velmi důležitých vstupních prvků do numerických modelů počasí), ohnisek velkých požárů (zejména v hůře dostupných oblastech), sněhové pokrývky a oceánského ledu. Slouží i ke sledování znečištění atmosféry prachem, pískem z pouští či aerosoly a jejich přenosu na velké vzdálenosti. V současnosti probíhá testování různých metod detekce srážek z družic, využitelných jako doplněk radarových měření, nebo jako jejich náhrada tam, kde radarová měření chybí. Většina výše zmíněných aplikací slouží rovněž pro dlouhodobou dokumentaci různých parametrů atmosféry, hydrosféry a zemského povrchu, resp. pro výzkum možných změn klimatu. Budiž podotknuto, že zmínit množství dalších aplikací je nad rámec tohoto příspěvku, další informace viz např. [1].

2. SYSTÉMY DRUŽIC A JEJICH PROVOZOVATELÉ

První skutečnou ryze meteorologickou družicí – byť experimentální – byl americký TIROS-1 (viz zkratky na konci článku), vypuštěný na polární oběžnou dráhu 1. dubna 1960. Za více než čtyři dekády, které uběhly od jeho startu, prošly meteorologické družice a jejich přístrojové vybavení bouřlivým vývojem. Jako milníky si uvedme alespoň 7. prosinec 1966 – start ATS-1, první geostacionární družice s meteorologickým přístrojovým vybavením, 16. říjen 1975 – start první operativní ryze meteorologické geostacionární družice GOES-1, a konečně 23. listopad 1977 – start první evropské geostacionární meteorologické družice Meteosat-1.

Současný tzv. globální systém meteorologických družic sestává ze tří základních kategorií družic:

- operativních družic na nízkých polárních drahách – např. polární družice NOAA, budoucí polární družice EUMETSAT METOP;
- operativních družic na geostacionární dráze – např. Meteosat, GOES;
- výzkumných a vývojových družic, standardně označovaných jako R&D (Research and Development) družice – Terra, Aqua, ENVISAT, TRMM, aj.

Přitom právě R&D družice hrají čím dál významnější roli při monitorování celkového stavu systému zemský povrch – atmosféra. Některé z přístrojů, které jsou dnes umístěny právě na R&D družicích, budou brzy patřit ke klíčovým přístrojům družic operativních.

Rychle rostoucí úloha meteorologických družic vedla ke stále těsnější spolupráci Světové meteorologické organizace (WMO) s provozovateli operativních meteorologických a R&D družic jako EUMETSAT (European Organization for Exploitation of Meteorological Satellites) a ESA (European Space Agency) v Evropě, NOAA (National Oceanic and Atmospheric Administration) a NASA (National Aeronautics and Space Administration) v USA, či obdobnými agenturami Ruska, Číny, Japonska a Indie. V současnosti je tato spolupráce „institucionalizována“ v podobě „WMO Satellite Activities programme“ (WMOSA), majícího za cíl užší sepětí družicových pozorování s ostatními pozorovacími programy WMO. Činnost samotných provozovatelů meteorologických družic (resp. kosmických agentur) je do jisté míry koordinována tzv. „Co-ordination Group for Meteorological Satellites“ (CGMS). Pro Českou republiku je z těchto agentur nejdůležitější právě evropská organizace EUMETSAT, jejíž geostacionární družice jsou klíčové pro každodenní práci národní hydrometeorologické služby ČR. Právě nejnovější geostacionární družici organizace EUMETSAT, Meteosatu druhé generace (MSG, Meteosat Second Generation) je věnován tento článek.

3. ZÁKLADNÍ INFORMACE O ORGANIZACI EUMETSAT

EUMETSAT je mezinárodní institucí, jejímž hlavním posláním je vývoj a provoz evropských meteorologických družic. EUMETSAT vznikl na základě mezivládních dohod postupným vyčleněním z Evropské vesmírné agentury (ESA) a jako zcela samostatná instituce byl formalizován v roce 1986 (detaily viz [2]). Sídlo a zároveň řídicí středisko EUMETSAT je v německém Darmstadtu. EUMETSAT zakládalo 17 evropských států, které jej od počátku financovaly úměrně svému národnímu hrubému produktu. Do současnosti se organizace rozrostla na 18 členských států a sedm přidružených „spolupracujících členských států“ (viz obr. 1).

EUMETSAT pro meteorology především v Evropě



Obr. 1 Členské státy (member states – tmavě) a „přidružené státy“ (cooperating member states – světlejší šedá) organizace EUMETSAT, stav k 1. 1. 2004 (zdroj EUMETSAT).

Fig. 1. Member states (dark-coloured) and „cooperating member states“ (light-grey colour) of EUMETSAT to the date of 1 January 2004 (source: EUMETSAT).

a Africe zajišťuje provoz družic Meteosat a MSG, umístěných na geostacionární dráze, a družic METOP, které budou vypouštěny na nízké polární dráhy od roku 2005. Pro Evropu jsou družice Meteosat a jejich nástupce MSG naprosto klíčové, neboť představují nepřetržitý celoplošný zdroj informací o stavu a vývoji atmosféry v evropském regionu a přilehlých oblastech. Bez každodenních údajů a obrazových informací z družic si dnes vůbec nelze představit fungování hydrometeorologických služeb.

3.1 Formy členství v organizaci EUMETSAT

Základní formou je plnohodnotné členství (tzv. member state). To opravňuje jednotlivé členské státy podílet se na rozhodování o budoucím vývoji evropských meteorologických družic, a hlavně zajišťuje neomezený přístup k veškerým informacím pořízeným družicemi Meteosat, resp. MSG (a do budoucna i METOP), z nich odvozeným produktům a většině softwaru, vyvinutému v rámci aktivit EUMETSAT. Tato forma členství je považována za prioritní. Občané členských států EUMETSAT se mohou stát jeho zaměstnanci. Firmy sídlící v členských státech EUMETSAT mohou získávat zakázky na vývoj a výrobu komponent jak vlastních družic, tak pozemního segmentu družicového systému, a tím částečně kompenzovat náklady na plnohodnotné členství.

Novější formou členství je „přidružené členství“ (tzv. cooperating member state; autor článku si je vědom nepřesnosti tohoto překladu, avšak termín „přidružené členství“ se jednak v češtině již vžil, jednak výstižněji charakterizuje status těchto zemí), kterým EUMETSAT vyšel vstříc ekonomicky slabším státům, především z bývalého východního bloku, které jsou nyní čekatelci či kandidátskými zeměmi pro vstup do EU. Oproti plnohodnotným členům platí přidružené státy po přechodnou dobu výrazně nižší roční poplatky. Zástupci těchto států (resp. jejich národních meteorologických služeb) jsou zvaní jako pozorovatelé na všechna jednání EUMETSAT, nemají však hlasovací právo (to mají pouze plnohodnot-

ní členové) a občané těchto států se nemohou stát zaměstnanci EUMETSAT. Přístup k datům a odvozeným produktům je identický jako v případě plnohodnotného členství, omezený může být přístup k softwarovým produktům.

Přidruženými členy jsou v současnosti Slovensko (od 6. 7. 1999), Maďarsko (7. 7. 1999), Polsko (1. 1. 2000), Chorvatsko (9. 2. 2002), Srbsko a Černá Hora (1. 1. 2003) a nejnověji Slovinsko a Rumunsko (oba státy k 1. 1. 2004). Všechny země sousedící s ČR již tedy mají plné (Německo, Rakousko) nebo přidružené (Slovensko, Polsko) členství, zatímco ČR dostává od EUMETSAT některá vybraná data na základě zvláštní dvoustranné smlouvy (viz níže). Předpokládá se, že přidružené členství je pouze přechodnou formou, a že přidružené státy se nejspíše do pěti let stanou plnoprávními členy EUMETSAT.

3.2 Současný vztah ČR k organizaci EUMETSAT

Česká republika, jakožto poslední země střední Evropy, zatím nemá žádnou formu členství v organizaci EUMETSAT. Přístup k informacím z meteorologických družic je řešen pouze na základě dvoustranné dohody mezi ČHMÚ a EUMETSAT. Tato dohoda striktně stanoví podmínky využívání digitálních obrazových dat z družic Meteosat a poplatky za různé formy jejich použití – vnitřní potřeby národní meteorologické služby, poskytování třetím stranám, či jakákoliv forma veřejné distribuce (například televizním vysíláním nebo prostřednictvím internetu, apod.). Smlouva zahrnuje jak původní data vysílaná Meteosatem, tak jakékoliv z nich odvozené produkty, které by byly distribuovány v čase kratším než 24 hodin od jejich nasnímání družicí.

Vztah ČR k EUMETSAT na základě dvojstranné smlouvy začal být do jisté míry problematický v souvislosti s vypuštěním Meteosatu druhé generace (MSG). Vzhledem k výrazně většímu objemu dat poskytovaných touto novou družicí (viz níže) lze očekávat, že v okamžiku přechodu ČHMÚ od současného Meteosatu k MSG dojde k výraznějšímu navýšení ceny „balíku dat“, poskytovaných na základě stávajícího smluvního vztahu.

V době psaní tohoto příspěvku (prosinec 2003) probíhají na úrovni příslušných ministerstev schvalovací jednání o přistoupení ČR k EUMETSAT formou přidruženého členství. Pokud dojde k podpisu příslušné smlouvy mezi ČR a EUMETSAT v průběhu roku 2004, stane se ČR přidruženým členem (cooperating member) EUMETSAT k 1. 1. 2005.

4. GEOSTACIONÁRNÍ DRUŽICE

Na základě Keplerových rovnic lze odvodit výšku kruhové dráhy družice, kdy její oběžná doba bude stejná jako doba rotace Země. Takováto dráha se nazývá geosynchronní, její poloměr (se zahrnutím korekcí na neseferičnost Země) činí 42 168 km. Pokud má tato dráha navíc nulový sklon k zemskému rovníku, tj. rovina oběžné dráhy družice a rovina rovníku jsou totožné, družice zdánlivě visí nad pevným místem na zemském povrchu a dráha se nazývá geostacionární. Průměrná výška dráhy nad zemským povrchem na rovníku je pak 35 790 km. První nápady na využití geostacionární dráhy pro umístění umělých družic Země pocházejí ze 20. let 20. století – a to jak z oblasti vědeckofantastické literatury, tak z tehdejšího vědeckého světa. V roce 1945 pak spisovatel

Arthur C. Clarke explicitně formuluje myšlenku využití geostacionárních družic jednak pro telekomunikační účely, jednak pro nepřetržité sledování počasí [3]. Do realizace této myšlenky však uběhnou přibližně další dvě desetiletí: první experimentální geostacionární meteorologická družice, americká ATS-1, startuje v prosinci 1966.

Jednoznačně největší předností geostacionárních meteorologických družic je to, že nám poskytují svá pozorování ne pouze tehdy, když zrovna přelétají nad zájmovým územím (jak je tomu u družic polárních), ale tak často, jak to umožňuje konstrukce přístrojů umístěných na družici. V současnosti je kolem Země rozmístěno již takové množství geostacionárních meteorologických družic, že je možné v podstatě nepřetržitě sledování celého zemského povrchu a přilehlé atmosféry (přesněji pásu území omezeného přibližně 60. stupněm severní a jižní zeměpisné šířky). Geostacionárním družicím organizace EUMETSAT jsou věnovány další dvě kapitoly, podrobnější informace o ostatních meteorologických družicích viz například [1] a [4].

5. DRUŽICE METEOSAT (PRVNÍ GENERACE)

Pro nás, obyvatele Evropy, je bezesporu nejdůležitější meteorologickou geostacionární družicí evropský Meteosat, umístěný nad průsečíkem rovníku a nultého poledníku (tedy nad Guinejským zálivem). Družice ze své polohy „vidí“ celou Afriku, převážnou část Evropy a Atlantského oceánu, západní část Indického oceánu a část Jižní Ameriky. Samotná družice má tvar několika soustředných válců, přičemž průměr největšího z nich je 2,1 m, délka družice je 3,2 m a její váha v době startu činí cca 700 kg (včetně paliva pro manévry na oběžné dráze). Družice je stabilizována vlastní rotací – kolem své osy kolmé na rovinu zemského rovníku rotuje rychlostí 100 obrátok za minutu.

Rotace družice je také základem snímání obrazových dat – uvnitř družice je umístěn dalekohled radiometru VISSR (Visible and Infrared Spin Scan Radiometer, průměr hlavního zrcadla 400 mm), který prostřednictvím sklopeného plochého zrcadla (s proměnlivým náklonem) postupně od jihu k severu snímá jednotlivé obrazové řádky. Nasnímání celého zemského disku trvá 25 minut, během dalších 5 minut se přístroje vrátí do výchozí polohy, družice se stabilizuje a ve 30. minutě začíná záznam dalšího snímku. Družice tak za 24 hodin pořídí celkem 48 snímků, každý z nich ve dvou nebo třech následujících spektrálních pásmech:

- kanál VIS (visible): 0,5–0,9 μm viditelné záření
- kanál IR (infrared): 10,5–12,5 μm tepelné záření
- kanál WV (water vapor): 5,7–7,1 μm pásmo absorpce vodní párou

Data bezprostředně po nasnímání jsou nejprve v řídicím centru v německém Darmstadtu korigována (kompenzace odchylek družice od ideální polohy na oběžné dráze) a zkontrolována, a teprve poté jsou opět přes Meteosat předávána s několikaminutovým zpožděním dle pevného rozvrhu uživatelům. Přenos uživatelům je dvojího typu – digitální (HRI, High Resolution Imagery) pro přijímací stanice typu PDUS (Primary Data User Station) a analogový (WEFAX, Weather Facsimile) pro systémy SDUS (Secondary Data User Station), obojí přibližně v pásmu 1,7 GHz. Zatímco snímky distribuované a přijaté v režimu WEFAX jsou volně dostupné a jejich využití a další distribuce nejsou nijak omežovány, obrazová data přenášená digitálně (HRI) podléhají přísné distribuční politice EUMETSAT (v závislosti na statutu konkrétního uživatele z hlediska členství, resp. bilaterální smlou-

vy) a jsou šifrována – tudíž pro jejich příjem a dešifraci je nutná tzv. MKU (Meteosat Key Unit).

Kromě snímání a přenosu obrazových dat družice Meteosat rovněž zajišťují službu sběru dat z automatických stanic (DCS, Data Collection System), přenos vybraných snímků z jiných meteorologických družic a přenos různých produktů vyspělých meteorologických služeb (MDD, Meteorological Data Distribution).

Meteosatů první generace bylo celkem sedm. Poslední z nich, Meteosat-7 je v době psaní článku hlavní operativní družicí organizace EUMETSAT, po operativním zprovoznění družice MSG-1 v únoru 2004 se Meteosat 7 stane záložní družicí pro MSG-1. Zároveň bude nadále poskytovat svá data těm uživatelům, kteří ještě nemají systém pro příjem dat z MSG-1. Ukončení operativní činnosti Meteosatu-7 na nultém poledníku se předpokládá ke konci roku 2005.

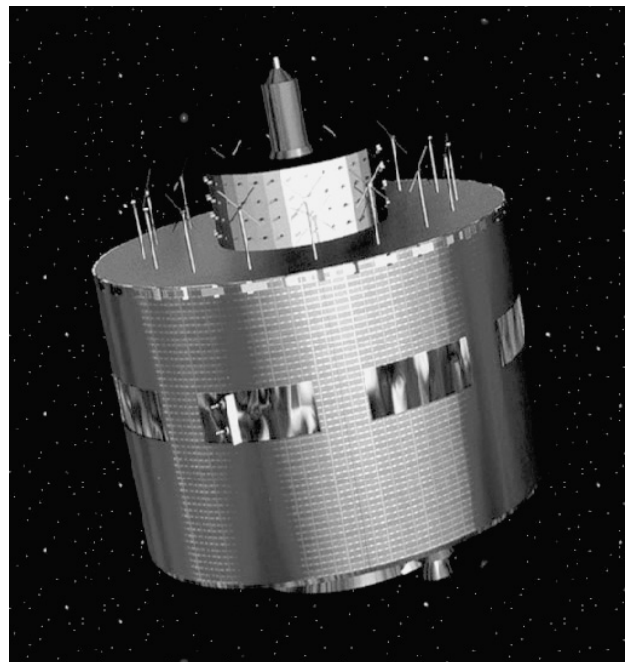
6. DRUŽICE MSG – METEOSAT DRUHÉ GENERACE

6.1 Koncept družice a její vybavení

Družice je svou koncepcí i vzhledem (obr. 2) obdobná stávajícímu Meteosatu – opět se jedná o družici ve tvaru válce stabilizovanou vlastní rotací; rotace družice je též využita jako podstata pro snímkování. Podobně jako Meteosat, i MSG rotuje rychlostí 100 obrátok za minutu. Váha družice při startu je přibližně 2 tuny, z čehož ale cca 965 kg připadá na palivo pro manévry na oběžné dráze; průměr družice je přibližně 3,2 m, její délka 2,4 m. Družice je navržena pro vynášení na oběžnou dráhu raketami Ariane 4 a 5 a Atlas 1.

Zásadní rozdíl oproti stávajícímu Meteosatu a zároveň hlavní přínos MSG bude v počtu spektrálních kanálů radiometru SEVIRI (Spinning Enhanced Visible and Infrared Imager, průměr hlavního zrcadla radiometru 500 mm), ve frekvenci snímování a v rozlišovací schopnosti radiometru. Jeho jednotlivé spektrální kanály jsou následující:

- VIS 0.6 0,58–0,71 μm viditelné záření
- VIS 0.8 0,74–0,88 μm blízké infračervené záření



Obr. 2 Družice MSG (kresba, zdroj: EUMETSAT).

Fig. 2. MSG satellite (artist's view, source: EUMETSAT).

- HRV 0,50–0,90 μm viditelné záření, vysoké rozlišení (1 km)
- IR 1.6 1,50–1,78 μm blízké infračervené záření
- IR 3.9 3,48–4,36 μm blízké infračervené záření
- WV 6.2 5,35–7,15 μm pásmo absorpce vodní párou
- WV 7.3 6,85–7,85 μm pásmo absorpce vodní párou
- IR 8.7 8,30–9,10 μm tepelné záření, atmosférické okno
- O₃ 9.7 9,38–9,94 μm tepelné záření, pásmo absorpce O₃
- IR 10.8 9,80–11,8 μm tepelné záření, atmosférické okno
- IR 12.0 11,0–13,0 μm tepelné záření, atmosférické okno
- CO₂ 13.4 12,4–14,4 μm tepelné záření, pásmo absorpce CO₂

Rozlišovací schopnost (projekce jednoho obrazového pixlu na zemský povrch v nadíru) bude 1 km pro kanál HRV a 3 km pro všechny ostatní kanály; pro oblast střední Evropy – v důsledku šikmějšího pohledu a větší vzdálenosti od družice – je rozlišovací schopnost zhoršena na přibližně 3 x 2 km pro HRV a 6 x 4 km pro všechny ostatní kanály, delší rozměr pixlu je vždy orientován severo-jihním směrem. Družice bude snímat rychlostí 4 snímky za hodinu (tedy 2x rychleji než stávající Meteosat). Jak je zřejmé, bude toto představovat obrovský nárůst požadavků na přenosové rychlosti – data budou přenášena uživateli s využitím bezztrátové komprese. Schéma toku dat bude obdobné jako u stávajícího Meteosatu – tedy nejdříve přenos surových dat do řídicího centra, jejich korekce a prověření kvality, a teprve poté jejich distribuce koncovým uživateli.

Právě v přenosu dat uživatelským stanicím dojde k zásadní změně oproti současným družicím Meteosat – zcela zmizí analogový přenos dat. MSG bude využívat dva typy digitálního přenosu – pomalejší (LRIT, Low Rate Information Transmission) a rychlý (HRIT, High Rate Information Transmission). Právě LRIT nahradí stávající WEFAX – je koncipován jako přenos pro „stanice chudších“ nebo méně náročných uživatelů (např. africké státy, vysoké školy, aj.). LRIT bude přenášet pouze zlomek dat pořízených družicí – bude redukován jak počet přenášených kanálů (na 4 kanály), tak i frekvence snímků (pouze po 30 minutách). Navíc pro přenos dat bude v tomto případě použita ztrátová komprese, tudíž přijaté snímky například nebude možné převést na fyzikální veličiny. Stanice pro příjem dat režimem LRIT jsou někdy označovány jako LRUS (Low Rate User Station) a měly by nahradit stanice typu SDUS; avšak na rozdíl od stanic SDUS již budou vyžadovat implementaci dešifrovací jednotky SKU (Station Key Unit). Kromě vlastního redukováného toku dat z MSG budou v rámci LRIT přenášeny i další produkty – například vybrané snímky z jiných meteorologických družic (zřejmě 1x za 3 hodiny), nebo prostřednictvím MDD různé produkty meteorologických služeb (analýza situace, předpovědi, aj.) určené pro méně meteorologicky vyspělé státy.

Naproti tomu HRIT bude vyhrazen pouze pro přenos dat SEVIRI, a to právě s využitím výše zmíněné bezztrátové komprese dat (s výjimkou HRV, kde bude využita částečně ztrátová komprese). Stanice pro příjem HRIT bývají označovány jako HRUS (High Rate User Station), opět bude nutná přítomnost dešifrovací jednotky (SKU). Dle požadavků EUMETSAT musí být stanice HRUS koncipovány tak, aby bylo možné jejich snadné a levné rozšíření o LRUS (bez výraznějších hardwarových změn); opačně to ze zjevných

důvodů neplatí (LRUS nebude možné snadno rozšířit na HRUS). Stanice HRUS jsou míněny především pro vyspělejší meteorologické služby.

Podle původních předpokladů EUMETSAT měla být data HRIT a LRIT přenášena ke koncovým uživatelům opět prostřednictvím vlastní družice, tj. MSG. Pro příjem dat režimem HRIT by v takovém případě byla nutná parabolická anténa o průměru kolem 3,7 m. Avšak dne 17. října 2002 (již na oběžné dráze) došlo k závažné poruše zesilovače retranslačního systému na MSG-1, což znamenalo zásadní změnu původních plánů. Vlastní snímání dat a jejich přenos do řídicího centra v Darmstadtu nebyly sice touto poruchou ohroženy, byl však znemožněn původně plánovaný přenos HRIT i LRIT dat koncovým uživatelům. EUMETSAT tak byl nucen hledat náhradní způsob distribuce dat, a to jak pro HRIT, tak pro LRIT, přičemž řešením byl nakonec systém EUMETCast/DVB (viz níže).

Vedle již zmíněných modulů SEVIRI a MDD budou na MSG umístěny též systém DCS pro sběr dat z automatických stanic, modul GERB (Geostationary Earth Radiation Budget) pro měření krátkovlnného i dlouhovlnného celkového záření (pro monitorování radiační bilance Země) a konečně modul S&R (Search and Rescue) pro vyhledávání a retranslaci nouzových signálů z mobilních platforem kdekoli na Zemi v dohledu MSG.

6.2 Přenos dat HRIT a LRIT prostřednictvím EUMETCast/DVB

Poměrně krátce po poruše zesilovače distribučního systému na MSG-1 bylo EUMETSAT rozhodnuto, že náhradním řešením bude distribuce HRIT/LRIT dat prostřednictvím systému EUMETCast (EUMETSAT Multicast Distribution System). Ten byl navržen a doposud využíván systémem EARS (EUMETSAT ATOVS Retransmission Service) pro distribuci dat ATOVS (Advanced TIROS Operational Vertical Sounder). Tato služba však představovala podstatně menší objem přenášených dat, pro potřeby přenosu HRIT/LRIT dat bylo nutné tuto službu výrazně „posílit“. Řešením bylo použití technologie DVB (Digital Video Broadcasting), která již umožňuje přenos objemu dat, odpovídajícího toku dat HRIT (a tím i objemově výrazně menšího LRIT).

Kromě vlastního zvýšení přenosových kapacit bylo rovněž nutné řešit otázku geografického pokrytí službou EUMETCast. Původně byla tato služba navržena pouze pro evropskou oblast (s horším pokrytím signálem ve východní Evropě), pro potřeby přenosu dat z MSG bylo zapotřebí rozšířit možnost příjmu i do ostatních oblastí zobrazovaných družicí MSG (tedy především na celou Afriku). Konečné řešení zahrnuje přenos komerčními družicemi Hot Bird 6 (umístěné na 18° východní délky, v „Ku-pásmu“) nebo Atlantic Bird 3 (umístěné na 5° západní délky, v „C-pásmu“). Toto nouzové řešení nakonec paradoxně znamená výrazné zjednodušení a zlevnění přijímací části uživatelských stanic HRUS (a tedy i LRUS) – například místo drahé 3,7 m antény nyní stačí anténa o průměru kolem 1 m. Na druhou stranu však představuje dodatečné náklady na straně EUMETSAT, který hradí náhradní distribuci přes výše zmíněné komerční telekomunikační družice ze svého rozpočtu.

Náhradní způsob distribuce systémem EUMETCast/DVB též znamená náhradu původně plánované dešifrovací jednotky SKU obdobnou jednotkou, ale již v systému příjmu EUMETCast/DVB, a sice dešifrovací jednotkou označova-

nou jako EKU (EUMETCast Key Unit), pro kterou je ale opět nutná licence EUMETSAT.

Doposud však nepadlo konečné rozhodnutí o přenosu dat z družic MSG-2 až MSG-4; pro tyto budoucí družice pravděpodobně bude umožněn jak původní přenos HRIT/LRIT přes vlastní družici MSG, tak systémem EUMETCast/DVB. Zatím však není zcela zřejmé, jak dalece bude systém EUMETCast/DVB náchylný na výpadky přenosu dat, způsobené útlumem v silných srážkách – přenos přes MSG v původně plánovaném pásmu 1,7 GHz není srážkami v místě příjmu prakticky ovlivněn.

6.3 Start MSG-1 a jeho zprovoznění

- 1995 až 2002 – postupné odklady termínu startu MSG-1;
- 28. srpna 2002 – start družice MSG-1 ze základny Kourou ve Francouzské Guayaně (raketou Ariane-5); základní testování družice organizací ESA; družice umístěna pro dobu testování na 10,5° západní délky;
- září 2002 – postupné převzetí kontroly nad družicí EUMETSAT, testování jak družice samotné, tak pozemního segmentu;
- polovina října 2002 – neopravitelná porucha zesilovače retranslačního subsystému, pozastavení všech testovacích aktivit;
- konec listopadu 2002 – obnovení testování družice, 28. 11. 2002 pořízeny první snímky a přeneseny do EUMETSAT;
- únor 2003 – po instalaci dodatečných komponent pozemního segmentu začíná rutinní snímání a zpracování obrazových dat;
- 14. květen 2003 – EUMETSAT zahajuje pravidelné vysílání zpracovaných dat HRIT prostřednictvím náhradního přenosového systému, EUMETCast/DVB (zatím pouze v prostoru Evropy);
- červen 2003 – zahájení testovací fáze B – doladování pozemního segmentu;
- červenec 2003 – ukončení testovací fáze SEVIRI; všechny subsystémy radiometru SEVIRI prohlášeny za plně funkční a splňující kritéria na radiometrickou a geometrickou kvalitu přístroje; zprovoznění systému Search & Rescue a přístroje GERB (Geostationary Earth Radiation Budget); zahájení distribuce dat LRIT
- 2. září až 19. října 2003 – družice úspěšně prochází prvním obdobím „zatmění“ bez jakéhokoliv vypínání přístrojů (období kolem jarní a podzimní rovnodennosti, kdy se družice dostává na desítky minut do zemského stínu; Meteosaty první generace nebyly schopny toto zatmění překlenout bez sluneční energie pouze z palubních zdrojů a musely být proto pravidelně kolem půlnoci UTC vypínány);
- listopad 2003 – rozšíření vysílání zpracovaných obrazových dat systémem EUMETCast/DVB i mimo Evropu, současně zahájeno vysílání části odvozených produktů;
- 19. prosince 2003 – deklarace připravenosti MSG-1 pro operativní provoz.
Podrobnější rozpis jednotlivých kroků viz [2]. Plánované aktivity na období, které bude nyní bezprostředně následovat (z hlediska času přípravy tohoto příspěvku):
- konec ledna 2004 – ukončení zkušební distribuce dat; po přesunutí družice na pozici 3,4° západní délky (14.–27. ledna) a „dekontaminaci“ družice (odstranění zbytkových plynů a námrazy) přechod do operativního režimu; při zahájení operativního provozu přejmenování MSG-1 na Meteosat-8, snímky před distribucí uživatelům korigová-

ny tak, jako by družice byla umístěna přesně na nultém poledníku;

- 3. únor 2004 – 24hodinový test EKU;
- březen 2004 – zahájení rutinního šifrování dat SEVIRI; pro příjem jiných než šestihodinových dat (která budou volně přístupná) bude nutná funkční EKU, licencovaná EUMETSAT.

7. ODVOZENÉ PRODUKTY A SYSTÉM SAF (Satellite Application Facility)

Vedle operativních obrazových dat, pořizovaných přístrojem SEVIRI a distribuovaných v režimech HRIT/LRIT, budou z družic MSG k dispozici následující operativní produkty, centrálně generované ve zpracovatelském pozemním středisku, které je součástí řídicího centra v německém Darmstadtu, distribuované EUMETSAT (pro jednoznačnost jsou uvedeny i originální technické názvy produktů v angličtině):

- Atmospheric Wind Vectors – vektory větru, získané analýzou pohybu oblačnosti a plynných složek atmosféry (vodní pára, ozon) v různých hladinách
- Cloud Analysis – analýza oblačnosti, informace o množství oblačnosti (pokrytí), výšce a typu oblačnosti v různých hladinách; určeno především pro využití v numerických modelech počasí a pro klimatické účely
- Tropospheric Humidity – vlhkost ve středních a horních hladinách troposféry; opět určeno především pro využití v numerických modelech počasí a pro klimatické účely
- High Resolution Precipitation Index – družicový odhad srážek (především konvektivních)
- Cloud Top Height – zpracované snímky určené především pro leteckou meteorologii
- Clear Sky Radiances – celkové záření v bezoblačných oblastech
- Global Airmass Instability – indexy instability pro nowcasting
- International Satellite Cloud Climatology Project (ISCCP) data
- Total Ozone Product – celkové množství ozonu
- Calibration Monitoring – informace o kalibraci přístrojů

Většina těchto produktů by měla být dostupná prostřednictvím toku dat LRIT. Podrobnosti k těmto produktům viz technická dokumentace, volně přístupná ke stažení na [2].

Vedle těchto produktů, generovaných přímo EUMETSAT, bude členským a přidruženým zemím k dispozici i nepřebírané množství dalších produktů, generovaných v rámci tzv. SAF (Satellite Application Facility). Jednotlivé SAF jsou virtuální pracoviště, zřízené sdružením několika (hydro)meteorologických služeb, zaměřené na přípravu nějakého konkrétního produktu – zpracovaných dat nebo programových balíků. Pro přehlednost uvádím jednotlivé SAF (opět s původním anglickým názvem); pro bližší informace o jednotlivých SAF a jejich produktech viz [2]:

- NWC & VSRF Nowcasting and very Short Range Forecasting
- O&SI Ocean and Sea Ice
- O3M Ozone Monitoring
- CLM Climate Monitoring
- NWP Numerical Weather Prediction
- GRAS GRAS Meteorology
- LSA Land Surface Analysis

V závislosti na typu produktu budou uživatelům distribuovány zpracované produkty s různým časovým odstupem od

naměření původních dat; pouze pro účely nowcastingu bude distribuován příslušný software přímo uživatelům (kvůli minimalizaci možného zpoždění).

8. ZÁVĚR

Přes všechny problémy, které MSG-1 doposud provázely, lze jeho zprovoznění považovat za obrovský úspěch EUMETSAT. Jaký bude skutečný přínos druhé generace Meteosatů pro meteorologii ukáže až blízká budoucnost. Starty dalších družic této série jsou naplánovány následovně: MSG-2 by měl být vynesen na oběžnou dráhu v lednu 2005, MSG-3 v lednu 2008 a konečně MSG-4 v říjnu 2010. MSG-4 bude posledním z této generace Meteosatů, již nyní probíhají jednání mezi EUMETSAT a organizací ESA o podobě a přístrojovém vybavení Meteosatů třetí generace (MTG, Meteosat Third Generation).

Vedle geostacionárních družic plánuje EUMETSAT i vlastní družice na polárních dráhách, označovaných METOP (Meteorological Operational Polar Satellites of EUMETSAT). První z nich by měla být vypuštěna v roce 2005. Družice METOP mají doplnit americké polární družice NOAA, přičemž jejich přístrojové vybavení bude o jisté míry kompatibilní; vedle využití v meteorologii bude část přístrojového vybavení zaměřena na komplexní monitorování životního prostředí. Podrobnější informace o těchto družicích budou předmětem samostatného článku, věnovaného pouze polárním družicím.

Seznam použitých zkratk

ATOVS	Advanced TIROS Operational Vertical Sounder
DCS	Data Collection System
DVB	Digital Video Broadcasting
EARS	EUMETSAT ATOVS Retransmission Service
EKU	EUMETCast Key Unit
EUMETCast	EUMETSAT Multicast Distribution System
EUMETSAT	European Organization for the Exploitation of Meteorological Satellites
ESA	European Space Agency
GERB	Geostationary Earth Radiation Budget
HRI	High Resolution Imagery
HRIT	High Rate Information Transmission
HRUS	High Rate User Station

LRIT	Low Rate Information Transmission
LRUS	Low Rate User Station
MDD	Meteorological Data Distribution
METOP	Meteorological Operational Polar Satellites of EUMETSAT
MKU	Meteosat Key Unit
MSG	Meteosat Second Generation
MTG	Meteosat Third Generation
NASA	National Aeronautics and Space Administration
NOAA	National Oceanic and Atmospheric Administration
pixel	picture element
PDUS	Primary Data User Station
S&R	Search and Rescue
SDUS	Secondary Data User Station
SKU	Station Key Unit
SEVIRI	Spinning Enhanced Visible and Infrared Imager
TIROS	Television Infrared Observation Satellite
VISSR	Visible and Infrared Spin Scan Radiometer
WEFAX	Weather Facsimile

Literatura a internetové zdroje

- [1] KIDDER S.Q. – T.H. VONDER HAAR, 1995. Satellite Meteorology – an introduction. San Diego: Academic Press. ISBN 0-12-406430-2.
- [2] <http://www.eumetsat.de> - internetová stránka organizace EUMETSAT
- [3] CLARKE, A. C., 1945. The Space Station: Its Radio Applications. [Originál a pět kopií rozesláno soukromě poštou v květnu 1945, originál nyní uložen v National Air and Space Museum, Smithsonian Institute, Washington, D.C. (prvně přetištěno v Spaceflight, Vol.10, No.3, March 1968, 85–86).]
- [4] http://www.chmi.cz/meteo/sat/ms_web.html - odkazy na vybrané internetové stránky související s meteorologickými družicemi
- [5] <http://www.chmi.cz/meteo/sat> - internetová stránka družicového oddělení ČHMÚ

Lektor RNDr. J. Strachota, rukopis odevzdán v prosinci 2003.

GAY-LUSSAC A JEHO HISTORICKÝ BALONOVÝ VÝSTUP

Francouzský chemik a fyzik, profesor na Sorbonně, Louis Joseph Gay-Lussac (1778–1850), je ve fyzice znám objevy o plynech a především jako autor zákona po něm nazvaného, podle něhož se objem plynu o dané hmotnosti při konstantním tlaku mění lineárně s teplotou (zákon o roztažnosti plynů z roku 1802). Meteorologům by však neměla uniknout skutečnost, že Gay-Lussac patřil k prvním badatelům, kteří nové dopravní prostředky – balony, jež od svého vynalezení v roce 1783 sloužily hlavně k pobavení diváků při veřejných produkcích, použili k výzkumu atmosféry. Právě letos uplyne 200 let od balonových výstupů, které Gay-Lussaca zařadily mezi vzduchoplavce a jejichž cílem bylo zjistit složení ovzduší vysoko nad zemským povrchem. Při prvním výstupu, který vykonal 24. srpna 1804 s Jeanem Baptistou Biotem (1774–1862), učencem,

kteří se proslavil kalorimetrickými studiemi i poledníkovým měřením, dosáhl výšky 4 000 m, při druhém, ze 16. září 1804, jehož se zúčastnil sám, výšky přes 7 000 m. Měření prokázal, že poměr objemu dusíku a kyslíku se v troposféře s výškou nemění a tím vyvrátil nesprávné názory jiných fyziků, podle nichž s výškou ubývá kyslíku ve prospěch dusíku. (Dnes víme, že složení atmosféry lze považovat za neměnné až do výšky 80 km.) Balony, jichž Gay-Lussac k plavbě použil, byly charliéry, tělesa plněná vodíkem a nazvaná podle jejich prvního konstruktéra, dalšího francouzského fyzika Jacquese Alexandra Césara Charlese (1746–1823), jehož jméno nám připomíná Charlesův zákon o rozpínavosti plynů, podle něhož se tlak plynu při konstantním objemu mění lineárně s teplotou; je analogický zákonu Gay-Lussacovu.

Karel Krška

50 LET VÝUKY METEOROLOGIE NA VOJENSKÉ AKADEMII V BRNĚ

50 years of teaching of meteorology at the Military Academy in Brno. The subject specialists of the military meteorological service have been taught at the Military Academy in Brno since 1954. Plenty of the students who attended this school have found the assert both in the military and in the civilian hydrometeorological service.

KLÍČOVÁ SLOVA: služba vojenská povětrnostní – výuka meteorologie

1. VZNIK VOJENSKÉ AKADEMIE

Vojenská akademie v Brně byla ustanovena rozkazem prezidenta republiky ke dni 15. 7. 1951 na bázi tehdejší Vysoké školy technické Dr. Edvarda Beneše, která vznikem akademie přestala prakticky existovat.

Její původní název byl Vojenská technická akademie (VTA), od roku 1954 Vojenská technická akademie Antonína Zápotockého (VTA AZ). V roce 1958 dochází ke spojení Vojenské technické akademie Antonína Zápotockého s Vojenskou akademií Klementa Gottwalda. Počet fakult se snížil a jednotlivé fakulty se reorganizovaly. Škola dostala název Vojenská akademie Antonína Zápotockého (VA AZ). Od roku 1990 nese škola název Vojenská akademie v Brně (VA) [3].

2. HISTORICKÝ VÝVOJ SPECIALIZACE NA VA V BRNĚ

Specializace „Vojenská povětrnostní služba“ byla ustanovena na tehdejší Šturmské katedře Fakulty letectva v roce 1954. Do té doby jediný učitel meteorologie na VTA AZ Václav Čejka musel vytvořit personální a materiální předpoklady, aby školení nových specialistů mohlo být realizováno. Za pomoci civilních odborníků byly zpracovány učební plány a programy výuky. V čele nově zřízené skupiny stanul Jaroslav Červený, zabezpečující výuku synoptické meteorologie. V roce 1955 přichází na katedru Zdeněk Táborský pro výuku dynamické meteorologie a v roce 1956 Zdeněk Procházka pro výuku letecké meteorologie; Václav Čejka zabezpečuje výuku meteorologických měření a pozorování. V prostorách „Staré techniky“ byla zřízena školní meteorologická stanice a meteorologická laboratoř s náčelníkem stanice, dvěma pozorovatelkami, dvěma kresličkami synoptických map a radistou. Katedra dostala název Katedra šturmské služby a letecké meteorologie.

Při zmiňované reorganizaci vojenského školství v roce 1958 přechází skupina vojenské povětrnostní služby do podřízenosti Katedry aerodynamiky a termodynamiky. V tomto roce i přes snížení personálního obsazení skupiny (odchod Jaroslava Červeného) bylo vyřazeno prvních sedm absolventů vojenské povětrnostní služby, kteří zahájili studium meteorologie v roce 1953 ještě na Univerzitě Karlově. Skupina byla později posílena o jednoho z absolventů tohoto běhu, Jaroslava Krejčího. Krátce nato dochází k přepracování platného studijního plánu, protože plně nevyhovoval provozním potřebám armády. Bylo potřebné přizpůsobit zaměření specializace potřebám armády a zařadit do studijního plánu více technických předmětů, rozšířit praktická zaměstnání v laboratořích a zařadit více cvičení v terénu. Při úpravě studijního plánu bylo také změněno označování absolventů z promoveného fyzika na titul inženýr – meteorolog.

V roce 1973 přechází skupina vojenské povětrnostní služby z Katedry aerodynamiky, termodynamiky a meteorologie na Katedru operačního umění, taktiky letectva a letovodské služby. Skupinu v tomto období tvořili Václav Čejka, Zdeněk Táborský, Jaroslav Krejčí a Jiří Florián. Po stránce technické skupinu zabezpečovali tři občanští pracovníci. Václav Čejka odchází do důchodu v roce 1975. Jako důchodce působí ale ještě jeden rok na katedře a dokončuje svůj několikaletý vědecký úkol „Automatizovaná stanice povětrnostní služby“.

V létech 1982 a 1983 bylo nákladem kolem 2 milionů korun vybudováno cvičné velitelské stanoviště v nevyužitých půdních prostorách „Staré techniky“. Jeho součástí bylo kromě letecké meteorologické stanice i pracoviště „Povětrnostního střediska“. Soudobost a úroveň tohoto výcvikového zařízení charakterizuje skutečnost, že z hlediska vybavenosti patřilo mezi unikátní zařízení v tehdejším letectvu ČSLA. Celé zařízení bylo zrušeno v roce 1990 v souvislosti s plánovaným navrácením budovy „Staré techniky“ civilnímu vysokému školství.

Dalším novým učitelem specializace se stal v roce 1981 Emil Klír, který převzal předměty Dělostřelecká meteorologie a Meteorologické zabezpečení letectva .

Skupina specializace se v rámci katedry podílela i na přípravě zahraničních studentů na tehdejší Vojenské akademii. Rada učitelů katedry byla zapojena do výuky přímo na tzv. Zahraniční fakultě, kde probíhala příprava posluchačů leteckých technických specializací ze Sýrie, Iráku, Etiopie, Laosu, Afghánistánu, Alžíru, Mosambiku, Libye a dalších zemí. Zahraniční posluchači byli připravováni také přímo katedrou, která řídila jejich studium jako profilující katedra s přímou odpovědností. V létech 1963 a 1964 tak probíhalo studium polských důstojníků, příslušníků povětrnostní služby letectva, dělostřelectva a námořnictva ve dvou zdokonalovacích kurzech. V letech 1979 až 1984 studovalo meteorologii 15 libyjských posluchačů, v letech 1984 až 1989 probíhalo studium 10 posluchačů z Vietnamu.

Výuka u zahraničních studentů byla značně specifická (tempo výuky, názornost a metodika výuky, dodržování zásad utajování, praxe u leteckých útvarů a jiné). Přitom bylo nutné respektovat i některé – z našeho hlediska neobvyklé – požadavky „zákazníka“, specifikované přímo v kontraktu o studiu. Vyžadovalo to zpracování nových učebních fondů, návodů do laboratorních cvičení a dalších podkladových materiálů pro výuku. Studium muselo zároveň respektovat podmínky charakteristik počasí daného regionu. Do výuky bylo proto nutné zakomponovat podrobnější pasáže o subtropickém podnebí i podmínkách monzunové cirkulace.

Citelnou ztrátou pro specializaci bylo v roce 1986 úmrtí tehdejšího vedoucího skupiny Jaroslava Krejčího. Jeho výuka

synoptické meteorologie musela být v té době zabezpečována externími učiteli z jednotlivých armádních pracovišť. V roce 1988 převzal výuku tohoto předmětu František Hudec, do té doby sloužící na Povětrnostním středisku 1. stíhací letecké divize v Bechyni. V roce 1989 odchází do důchodu Zdeněk Tábořský a na jeho místo nastupuje z Povětrnostního ústředí Praha Arnošt Šír, přednášející problematiku fyziky atmosféry a klimatologie.

Změny po listopadu 1989 se staly zásadním přelomem v životě Vojenské akademie. VA byla důsledně demokratizována a podřízena – pokud jde o kontrolu úrovně vzdělávání a organizaci vnitřního života školy – novému vysokoškolskému zákonu č. 172/1990 Sb. o vysokých školách. Zákon zavedl tzv. akademické svobody, práva a povinnosti studentů a vědecko-pedagogického sboru na akademické půdě, které začaly být plně uplatňovány i na všech úrovních VA, fakultách, katedrách a skupinách. Vznikly Akademické senáty fakult a školy, ve kterých je garantováno zastoupení obce studentské.

Po roce 1989 navrátila Vojenská akademie do užívání původním majitelům všechny požadované objekty. Tímto krokem přispěla významnou měrou k normalizaci vzájemných vztahů civilních vysokých škol a armády ve městě Brně.

Všechny výše uvedené skutečnosti se významně projeví i v životě katedry a skupiny. Mimořádně závažnou změnu přineslo rozdělení ČSFR na dva samostatné státy k 1. 1. 1993. Až do tohoto termínu byla příprava řady leteckých specialistů včetně vojenských pilotů prováděna ve VVLŠ Košice. Zmíněné skutečnosti znamenaly:

- zabezpečit výuku vybraných předmětů včetně letecké meteorologie u posluchačů 2. až 4. ročníku pilotního směru, kteří prováděli praktický výcvik na letišti Přerov
- od 1. září 1993 převzít v plném rozsahu výuku všech leteckých specializací, které nebyly školeny na VA v Brně.

Situace na Katedře letectva, pod kterou v tomto období Skupina vojenské povětrnostní služby pracuje, byla mimořádně složitá, neboť bylo nutné vytvořit studijní dokumentaci specializací a oborů dosud na VA neškolených, vytvořit nové učební fondy a zabezpečit přípravu učitelů ve velmi krátkých časových lhůtách.

Předáním prostorů, které byly dlouhodobě budované a využívané katedrou a specializací, Vysokému učení technickému v Brně, došlo v roce 1993 prakticky k úplnému zrušení učebně-výcvikové základny specializace. Několik let musela být výuka realizována ve značně omezených podmínkách.

Dlouholetí pracovníci Jiří Florián, Emil Klír a Arnošt Šír jsou během tohoto velmi rušného období postupně nahrazováni novými příslušníky (Jindřich Holub, Ján Parobek, Vladimír Répal). Během let 1995 a 1996 byla postavena nová letecká meteorologická stanice s improvizovaným měřicím meteorologickým pozemkem a speciální učebnou v rámci projektu ICAO, který na všech leteckých základnách a škole financoval výstavbu unifikovaných pracovišť řízení a zabezpečení letového provozu. Školní letecká meteorologická stanice se postupně vybavuje moderní měřicí a komunikační technikou.

Za zmínku na závěr stručného průřezu historií specializace stojí informace, že v roce 1994 ukončily studium specializace první tři dívky a zájem žen o studium všeobecně vzrůstá. Podíl žen na složení studijních skupin v posledním období přesahuje 70 %.

Přehledný průřez složitým vývojem současné katedry a postavením specializace meteorologie ukazuje následující schéma (obr. 1).

3. SOUČASNOST

Pokud informujeme o současném postavení meteorologie na VA v Brně, je třeba zdůraznit fakt, že kromě vlastní specializace figuruje předmět meteorologie v různém rozsahu ve studijních plánech vojenských pilotů, řídicích letového provozu, specialistů letištního technického zabezpečení, štábní služby letectva i některých kurzů vyšších důstojníků pozemního vojska (zpravodajská služba, radioelektronický boj).

Studijní plány specializace Meteorologické zabezpečení se během doby měnily buď v reakci na změněné podmínky hydrometeorologického zabezpečení, nebo v souvislosti s některými změnami organizačního charakteru školy. Poslední zásadní změna proběhla v roce 1999, kdy Fakulta letectva a PVO v rámci akreditace jednotlivých specializací postavila dva studijní programy – program Vojenská technika – elektrotechnická a program Vojenská technika – strojní. Studijní obor Meteorologické zabezpečení patří do studijního programu Vojenská technika – elektrotechnická. Studijní plány jsou zpracovány jak pro 5leté magisterské studium, tak pro bakalářské studium a magisterské navazující studium ve formě prezenční i kombinované.

Vysokoškolské studium zahajují studenti jako vojáci v další službě po tříměsíční náhradní vojenské službě. Během tohoto období absolvují základní vojenský výcvik a naučí se zásadám vojenského chování, které pak uplatňují při pobytu na VA. V tomto přípravném období absolvují vojenskou přísahu a zápis ke studiu. Dnem 1. 11. zahajují vlastní vysokoškolskou přípravu.

Základní kostru studijního plánu tvoří předměty teoretického základu, inženýrsko-teoretické předměty, předměty profilující studijní obor, předměty společenskovední a manažerské a předměty všeobecného vojenského základu. Hlavním cílem při stavbě studijního plánu je snaha po vyvážené výchově a přípravě vojenského profesionála, který kromě svých odborných povinností plní i úlohu manažera a vychovatele.

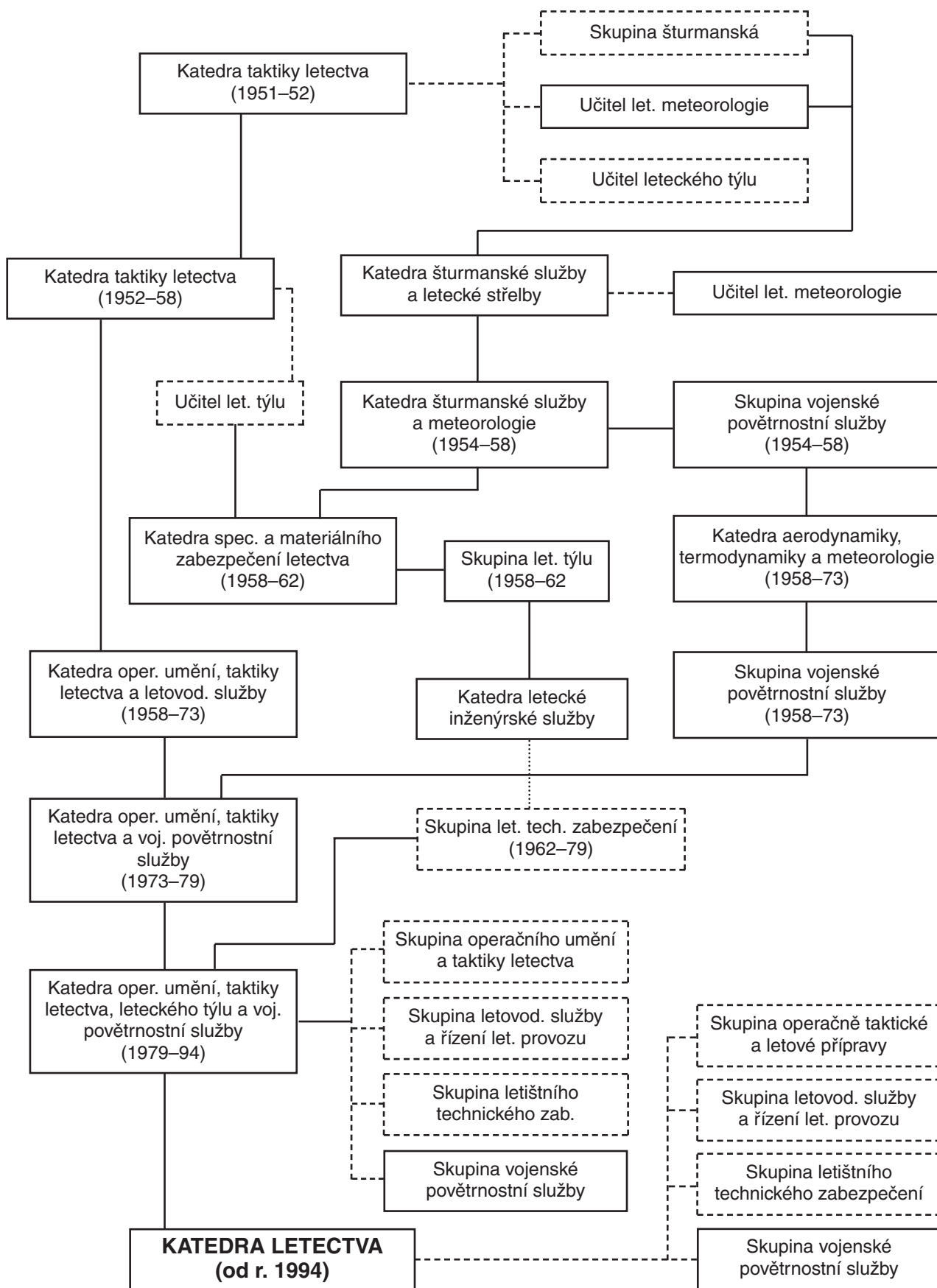
Teoretická příprava v jednotlivých odborných předmětech je od třetího ročníku studia kombinovaná s praktickým výcvikem na jednotlivých pracovištích vojenské hydrometeorologické služby. Součástí předmětu Meteorologické přístroje a metody pozorování jsou praktická cvičení na školní letecké meteorologické stanici (ŠLMSt) a stáž ve funkci meteorologa – pozorovatele na meteorologické stanici letecké základny. V předmětu Synoptická meteorologie probíhají cvičení na vzorových synoptických situacích a stáž „v terénu“ na služebnách leteckých meteorologických stanic.

V 5. ročníku studia je součástí předdiplomní praxe přímé meteorologické zabezpečení letového provozu na leteckých základnách, cílem které je ověřování teoretických poznatků z letecké meteorologie a meteorologického zabezpečení letectva a druhů vojsk.

Formou exkurzí a krátkodobých stáží probíhá seznámení se specializovanými pracovišti Odboru hydrometeorologického zabezpečení (bývalého Povětrnostního ústředí), ČHMÚ a Ústavu fyziky atmosféry AV ČR.

Návrhy témat diplomových prací jsou studentům předkládány na závěr 7. semestru. V převážné většině směřují do těch oblastí meteorologie, které souvisí s problematikou leteckého provozu. Otázky státních závěrečných zkoušek tvoří stěžejní problémy synoptické meteorologie, letecké meteorologie, fyziky atmosféry a meteorologického zabezpečení letectva a druhů vojsk.

Slavnostní vyřazení absolventů školy má dvě části – vojenskou a civilní.



Obr. 1 Vývoj organizační struktury katedry letectva (podle [1]).

Fig. 1. Development of organization structure of air department.

V části vojenské jsou absolventi školy slavnostně jmenováni do první důstojnické hodnosti – absolventi magisterského studia do hodnosti poručíka, absolventi bakalářského studia do hodnosti podporučíka. Slavnostnímu aktu je zpravidla přítomen ministr obrany nebo náčelník generálního štábu AČR.

V části civilní probíhá zpravidla slavnostní promoce v Janáčkově divadle. Za účasti představitelů civilních vysokých škol, ministerstva obrany a příbuzných a známých jsou absolventům předány diplomy a případné věcné dary.

Po absolutoriu školy a krátké dovolené nastává tvrdá realita praxe. Adaptace nových meteorologů u leteckých útvarů je značně individuální. Někteří zvládnou během několika týdnů praktické zásady meteorologického zabezpečení letectva a jsou schopni samostatně sloužit, u jiných trvá tento proces delší dobu.

V rámci kariérního řádu a koncepce celoživotního vzdělávání probíhají na Fakultě velitelské a štábní „akademické kurzy“ praporeční a brigádní – velitelské (10měsíční) a štábní (3měsíční), pro specialisty jednotlivých druhů vojsk, včetně hydrometeorologické služby. Důstojníci, u kterých se předpokládá postup na vyšší řídicí funkce, musí absolvovat jednotlivě předepsané kurzy, ve kterých kromě menší části odborné (ca 20 %) je příprava věnována především managementu, právním normám a systému velení a řízení vojsk daného stupně.

V rámci doktorského studijního programu Letový provoz studují v různých fázích vědecké přípravy i tři doktorandi, kteří by měli v budoucnu udržet praporek meteorologie na Vojenské akademii v Brně.

4. ZÁVĚR

Změny, které probíhají v ozbrojených silách, se úzce dotýkají i Vojenské akademie. Přechod na plně profesionální armádu zásadně ovlivňuje určení a strukturu školy. K 1. 9. 2003 vznikla sloučením Fakulty letectva a PVO s Fakultou vojenskotechnickou - druhů vojsk nová Fakulta vojenských technologií. Tím byl učiněn zásadní krok ke vzniku nové „Univerzity obrany“, která by v průběhu roku 2004 měla organicky sloučit Vojenskou akademii v Brně, Vysokou vojenskou školu pozemního vojska ve Vyškově a Vojenskou lékařskou akademii v Hradci Králové. Diskuse o nové podobě jednotlivých fakult, ústavů, kateder a odborných skupin jsou nedílnou součástí dění těchto dnů. Do jaké míry se tato reorganizace projeví ve studijním oboru Meteorologické zabezpečení, ukáže nejbližší budoucnost.

Literatura

- [1] MAZOCH, J., 2001. Dějiny Katedry letectva. Brno: VA. 20 s.
- [2] MRKVICA, Z. – ZEMAN, M., 2001. Z dějin československé vojenské meteorologické služby. *Meteorologické Zprávy*, roč. 54, č. 6, s.176–186.
- [3] VONDRÁČEK, V. – CHRÁSTIL, S. – MARKEL, M., 2001. Dějiny Vojenské akademie v Brně 1951–2001. Praha: MO ČR. 239 s.

Lektor RNDr. J. Strachota, rukopis odevzdán v lednu 2004.

PRŮBĚH POČASÍ NA ZAČÁTKU ROKU 2004

Leden roku 2004 byl v České republice teplotně slabě podnormální s odchylkou -1 až -3 °C, v západních Čechách byl teplotně normální. Sněhová pokrývka však na většině území překračovala průměrné hodnoty a to jak svou výškou, tak i trváním. Ve středních a horských polohách trvala nepřetržitě celý měsíc, jenom v nížinách jižní a střední Moravy se počet dnů se sněhem pohyboval kolem 15. Na začátku měsíce byla sice celá republika pod sněhem, ale jeho výška byla malá a hlavně na horách nedosahovala průměrných hodnot. Měsíční suma nového sněhu však na většině stanic překročila obvyklé hodnoty o 50 až 100 % a to jak v nížinách, tak i na horách. Ze všech zpracovaných stanic měl podprůměrnou sumu nového sněhu pouze Protivanov na střední Moravě. První období s rychlým přibýváním sněhu bylo od 4. do 9. ledna, kdy napadlo v nižších a středních polohách většinou kolem deseti až dvaceti centimetrů. Desátého ledna nastává obleva a v nižších polohách sněh rychle taje. Na horách se obleva výrazně neprojevuje a v nejvyšších polohách sněh neustále přibývá. Po týdnu se opět ochlazuje, na celém území přibývá sněh a minimální teplota klesá hluboko pod -10 °C. Koncem měsíce zima vrcholí a nastávají výborné podmínky pro zimní sporty. Těsně před nástupem výrazného oteplení začátkem února ještě způsobí další sněžení současně se sil-

ným větrem dopravní kalamitu. Od prvního února v teplém jihozápadním proudění teplota rychle stoupá a nastává výrazná obleva ve všech polohách. V nižších polohách během dvou až pěti dnů sněh zcela roztaje, na horách jeho výška klesá na méně než polovinu. Na Labské boudě za čtyři dny výška klesá o 110 cm. Tak velký pokles nebyl ještě na této stanici v často přerušované řadě měření výšek sněhu od roku 1961 zaznamenán. Jenom díky poměrně malým srážkám a předcházejícímu velmi suchému roku se škody způsobené povodněmi omezují většinou jen na místa, kde jsou koryta zahrazena odcházejícím ledem. Průměrná republiková teplota za prvních sedm únorových dnů $7,6$ °C má četnost výskytu menší než jednou za 50 let (hodnocené období od 11. ledna do 10. února od roku 1961), v pražském Klementinu denní maxima překonávají 4. až 6. února rekordy od počátku měření. 8. února se znovu vrací zima, nastává výrazné ochlazení a v silném severozápadním proudění za doprovodu bouřek a větru, který v nárazech na horách přesahuje 30 m/s, opět sněží. V horských oblastech je opět dopravní kalamita, ale i v nížinách způsobují sněhové jazyky v otevřených prostorách řídicím velké problémy.

Letošní zima nám skutečně předvedla všechno, co k ní patří, možná i trochu víc.

Luboš Němec

PROGRAM SMO – METEOROLOGICKÉ SLUŽBY PRO VEŘEJNOST PO DESETI LETECH

S ideou nového programu přišel na počátku 90. let pan Dr. John Zillman z Austrálie, později zvolený do funkce prezidenta SMO. Od zrodu programu v roce 1994 se neustále prokazuje životaschopnost a potřeba této poměrně mladé agendy, která byla předmětem četných diskusí i na 14. kongresu SMO v květnu 2003. Důvodů pro takový zájem je více: 1. Informační revoluce v posledním desetiletí významně ovlivnila činnosti národních meteorologických služeb (NMS), které byly vystaveny tlaku privátního sektoru, řada z nich navíc začala vyvíjet vlastní komerční aktivity. 2. Finanční zdroje na provoz NMS jsou omezovány, zatímco nároky na poskytované služby rostou. 3. Technologie i věda jsou v dynamickém rozvoji a podmínky pro provoz i výzkum se rychle mění. 4. Stále aktuálnější je potřeba kvalitní výstražné služby a mezinárodní spolupráce v tomto směru. 5. Neméně důležitá je spolupráce s nadnárodními mediálními partnery. Nadcházející desáté výročí jednoho z nových programů SMO je příležitost pro zveřejnění příspěvku, který byl autorem plánován už delší dobu s cílem upozornit na zajímavé a pro ČHMÚ inspirativní dokumenty. Jedná se o sadu návodů zabírajících celou tematickou škálu agendy. Byly editovány v letech 2000–2002 a rozeslány všem národním službám. Jsou vhodným studijním materiálem pro vedoucí pracovníky jak z pohledu marketingu, tak vystupování v médiích nebo jednání s nimi, poučení naleznou tvůrci webových stránek i meteorologové působící „v první linii“. Kromě tištěné formy dokumentů je k dispozici PDF verze na internetové adrese:

<http://www.wmo.ch/web/aom/pwsp/guidelines.html>

Jednou ze stěžejních činností v oboru Meteorologických služeb pro veřejnost je aktivní průzkum spokojenosti zákazníka, výkonnosti a efektivnosti poskytované služby. V zákaznické roli přitom může být široká veřejnost, mediální sféra, krizový management nebo uživatelé speciálních předpovědí. Cílem je ujistit se, že poskytujeme skutečně to, co je žádané, a získat pro službu další podporu. Získané a vyhodnocené informace tohoto druhu jsou přitom důležité jak pro provozní meteorology, tak pro uživatele. Problému se věnují hned dva dokumenty: WMO/TD 1023 *Guidelines on Performance Assessment of Public Weather Services* z roku 2000 a WMO/TD 1103 *Supplementary Guidelines on Performance Assessment of Public Weather Services* z roku 2002. V první publikaci je prostor věnován popisu strategie vybudování speciálního týmu, stanovení cílů, metodice sestavení vhodného dotazníku a také standardním verifikačním nástrojům. Druhý doplňující dokument je zaměřen spíše na praktické ukázky a modely z různých národních služeb. Kromě průzkumu aspektů všeobecné předpovědi je samostatná kapitola věnovaná verifikaci varovné služby nebo problému „automatická předpověď versus lidský faktor“. Kromě jiného je doporučeno provádět rozsáhlý průzkum chápání předpovědí nebo požadavků na ně ze strany uživatelů jednou za 4–5 let. V našich podmínkách bylo něco podobného podrobněji zkoumáno na konci 80. let v rámci podnikového výzkumného a vývojového úkolu č.152. Výsledky ankety byly velmi zajímavé a následně ovlivnily formulaci předpovědí. Od té doby se ovšem prostředí i struktura médií zásadně změnily a nový průzkum by mohl být užitečný. Pod hlavičkou téhož úkolu byl také řešen způsob hodnocení předpovědí pomocí počítače

jako alternativa ke klasické Brádkově metodice používané na prognostním pracovišti od 60. let. Verifikační program byl zadán pro počítač ADT, s přechodem na novou výpočetní techniku se ovšem od tohoto způsobu verifikace upustilo. V současné době je uváděno do provozu nové jednotné hodnocení předpovědí RPP na 1 den a CPP na 1–4 dny. Krátkodobá předpověď bude porovnávána se setrvačnou předpovědí a s modelem Aladin. Naměřené údaje budou převzaty z databáze CLIDATA.

Hlavním úkolem NMS je poskytovat včas spolehlivé a co nejpřesnější informace o počasí, aby bylo zajištěno bezpečí lidí a omezeny škody způsobené nebezpečnými meteorologickými jevy. Toho nelze uspokojivě dosáhnout bez funkční spolupráce s mediální sférou. Profitovat z koordinovaného a kooperativního sdílení odpovědnosti přitom mohou obě strany: média získají kredit šířením oficiální konzistentní informace, NMS se zviditelní a zhodnotí prostředky vkládané z veřejného rozpočtu. Cesta k takové harmonii ovšem není jednoduchá a vyžaduje systematickou práci. Návodem k úspěchu je dokument WMO/TD 1088 *Guidelines on the Improvement of NMSs - Media Relations and Ensuring the Use of Official Consistent Information* z roku 2001. Kromě jiného je zde kladen důraz na kultivování vzájemných vztahů v době klidu, kdy se neodehrávají žádné mimořádné události. Průběžné kontakty nebo konzultace mohou předejít problémům při personálních změnách. Společné pracovní semináře dávají prostor pro důkladnější zkoumání problematiky zveřejňování informací, současné úrovně předpověditelnosti nebezpečných jevů nebo technických aspektů. Dobré vztahy a pravidelná spolupráce se pak zhodnotí při mimořádné události. Včasná reakce a operativní poskytnutí komentáře nebo rozhovoru hraje velkou roli. Je doporučován rovný přístup ke všem médiím, podle závažnosti situace může být zorganizována tisková konference. Jsou uvedena doporučení pro následné informování s časovým krokem den – týden – rok po události, forma a styl tiskových prohlášení nebo komentářů, role oficiálního mluvčího, sloužícího meteorologa apod. Zvláštní kapitolou je působení nadnárodních médií formátu BBC nebo CNN. I na tomto poli bylo v mezinárodním měřítku dosaženo významného pokroku. Na úvodní internetové stránce SMO jsou odkazy na servery v Hongkongu s výstrahami na tropické cyklony a s autorizovanými předpověďmi pro města (ČHMÚ dodává předpověď pro Prahu, Brno a Ostravu), více k problému v předchozích příspěvcích autora viz MZ 1999 na str. 194 a MZ 2000 na str. 186.

Pilotní projekt mezinárodního serveru v Hongkongu soustředujícího autorizované výstrahy a informace o tropických cyklonách zaznamenal značný úspěch a za poslední rok i pokrok ve smyslu rozšíření na další oblasti světa. Projekt bude dále rozvíjen s cílem podchytit i jiné nebezpečné jevy. Nezávisle na tom byl v západní Evropě v roce 2001 zahájen obdobný projekt grafického displeje založeného na koncepci vědomí možného meteorologického rizika. Členské země západoevropského seskupení EUMETNET budou za sjednaných pravidel vystavovat na společné internetové stránce grafickou informaci o výstrahách vydaných pro své území. Barevně bude odlišen stupeň nebezpečí, v několika informačních vrstvách bude možné propracovat se k dalším údajům dostupným široké veřejnosti, médiím i meteorologům z jiných služeb. Spouštěcím mechanismem pro zahájení projekt-

tu byly ničivé bouře „Martin“ a „Lothar“ v závěru roku 1999 a povodně v alpské oblasti v roce 2000. Od října 2002 vystupuje projekt pod názvem EMMA – European Multiservice Meteorological Awareness a do rutinního provozu by měl přejít od jara 2004. Na obdobné bázi je postaven také plánovaný pilotní projekt SMO RA-VI, podle kterého by se sousední NMS navzájem informovaly krátkou textovou zprávou o vydání výstrahy pro své území. Ta bude vystavena ve stylu projektu EMMA na webové stránce příslušné NMS. Předpokládá se, že po ověření pilotního projektu SMO dojde postupně k budování grafického displeje celé Evropy. Koordinujícími centry nového projektu jsou NMS Rakouska, Německa a Finska. Rakouská služba ZAMG vystavuje na své webové stránce výstrahy v grafické podobě od října 2003. Prognózní služba ČHMÚ s vědomím existence obou projektů připravila úpravy Systému integrované výstražné služby (SIVS).

Kromě mezinárodní výměny výstrah si vyžaduje pozornost filozofie vlastní výstražné zprávy, dosažení jejího správného chápání. Tématu se věnuje dokument WMO/TD 1139 *Guide on Improving Public Understanding of and Response to Warnings*. Na výstražnou zprávu nahlíží nejen z pozice meteorologie, ale také jako na problém z oboru sociálních věd a teorie řízení. Je přitom odkazováno na práce Miletiho nebo Sorensona z 90. let zabývajících se integrovaným výstražným systémem. Ten je postaven na třech pilířích: 1. předpověď-detekce-varování, 2. šíření-komunikace, 3. odezva. Citujeme alespoň jeden postřeh: individuální vnímání míry nebezpečí a naléhavosti je posíleno, když výstraha přijde i z dalších zdrojů (kromě krizového managementu také z médií, od známých apod), je upřesňována, doplněna o odhad následků nebo doporučenou činnost. Další pasáže jsou věnovány formulování výstrah, jejich vyhodnocování, vzdělávacím kampaním apod. Také v tomto směru jsou v ČHMÚ podnikány příslušné kroky. Meteorolog ve službě bude mít k dispozici při editaci výstrah přednastavené formulace, které pouze operativně podle situace upraví nebo doplní. O možných následcích nebezpečných meteorologických jevů se bude moci veřejnost poučit např. na webových stránkách ústavu.

Shrnutí současného technologického vybavení pro přípravu a distribuci produktů NMS a aplikací vědeckého výzkumu je provedeno ve dvou dokumentech WMO/TD 1054 *Technical Framework for Data and Products in Support of Public Weather Services* a WMO/TD 1102 *Guide on the Application of New Technology and Research to Public Weather Services*. Čtenář získá přehled o současných standardech hardware a software nezbytných pro splnění náročných požadavků médií (např. „ready to print“ nebo „ready to air“ produkty připravené pro média k použití bez nároku na další úpravy) nebo na druhé straně pro provoz meteorologických aplikací na bázi klient-server. Jsou zde porovnány různé druhy distribuce meteorologických informací a znovu otevřená problematika globalizace médií. Svě místo v publikaci má rekapitulace vývoje ansámblových předpovědí, asimilace dat 4D-var, problematika parametrizace numerických modelů atd. Inspirativní je 4. kapitola dokumentu 1102 zabývající se novými produkty zejména v biometeorologii: tepelný index (heat index), index chladu (wind chill – kombinace teploty a větru), pocitová teplota, aplikace UV indexu, zkušenosti s pylovým zpravidajstvím a další. Na index chladu byl v posledních letech zaměřen výzkum USA a Kanady a v dokumentu jsou odkazy na jeho kalkulátory a příslušnou

literaturu. Nutno zmínit, že jmenovaným produktům se věnovalo i několik prezentací na konferenci ECAM 2003 v Římě. Na jiném místě dokumentu je pasáž věnovaná vzdělávacím programům CAL (Computer-aided learning). Zmíněn je americký projekt COMET <http://www.meted.ucar.edu/> a evropský EUMETCAL. Na setkání pracovní skupiny SMO RA-VI v Helsinkách v dubnu 2003 bylo uvedeno, že od roku 2001 je v rámci EUMETNET a EUMETSAT řešena nová internetová verze evropského vzdělávacího programu s využitím modulů vyvinutých v EUMETSAT v souvislosti s aplikacemi MSG. Od února 2003 je funkční web-server <http://www.eumetcal.org.uk/> v Met Office College. Vývoj aplikací se očekává až do konce roku 2004. Přístup na server z nečlenských zemí bude omezený, ale možný.

Další dva dokumenty se věnují počítačové grafice a internetu. Ve WMO/TD 1080 *Guidelines on Graphical Presentation of Public Weather Services Products* jsou probírány frekventované grafické formáty a profesionální programové nástroje využívané v tiskovém průmyslu a mediální sféře. Stále dokonalejší grafika má své výhody, ale je náročná po finanční stránce a z hlediska sledování rychlého vývoje. Navíc existuje vždy riziko zaostávání neprofesionálních grafiků v meteorologických řadách. Podobný problém se v určité vývojové fázi vyskytne i s prezentací NMS na internetu. Ta je námětem dokumentu WMO/TD 1084 *Weather on the Internet and Other New Technologies* zabývajících se zpočátku obecnějšími tématy, jako je např. rozpor komerce a služby pro veřejnost, postupně se však čtenář dopravuje k zásadám profesionálního designu aplikovaným na meteorologickou problematiku. Tomu je ostatně věnován samostatný návod pro práci s internetem zpracovaný v roce 2000 a vystavený na adrese: <http://www.wmo.ch/web/www/WDM/Guides/Internet-Guide.html>. Na konec roku 2003 byla ohlášena jeho aktualizace. Problematika internetu je v našem ústavu také velmi aktuálním tématem. V létě 2003 vznikla elektronická konference „Diskuse o webech ČHMÚ“, kde se objevily velmi konstruktivní náměty. Ve stejné době byla ustanovena Rada ČHMÚ pro internet. Věřme, že k její práci přispějí i doporučení SMO.

Výčet návodů uzavřeme dokumentem WMO/TD 1100 *Public Weather Services in Region VI (Europe) - Report of Survey*, který zkoumá aspekty programu „Meteorologické služby pro veřejnost“ v rámci evropské asociace RA-VI. Pro tento účel byl v lednu 2001 rozeslán NMS speciální dotazník. Vrácen byl ze 41 zemí a ze zpracování výsledků kromě jiného vyplynulo, že není uspokojivá úroveň personálu jak meteorologických služeb, tak sdělovacích prostředků. Ukázalo se, že je potřebné věnovat se strategii vzdělávacích programů. SMO RA-VI připravuje na rok 2004 workshop, který by měl usnadnit postup evropským službám zejména ze zemí s rozvíjející se ekonomikou.

Smyslem příspěvku bylo upoutat pozornost k dokumentům, jejichž autorské týmy jsou složeny z renomovaných odborníků převážně ze západních meteorologických služeb. Tyto návody zaměřené na problematiku meteorologických služeb pro veřejnost jsou volně dostupné na webové stránce Světové meteorologické organizace a jejich cílem je přispět k efektivní prezentaci národních meteorologických služeb v podmínkách dynamického rozvoje informačních technologií a rostoucího tlaku konkurenčního prostředí.

Jan Sulan

BIOMETEOROLOGICKÁ KONFERENCE NA TÉMA ČLOVĚK – ROSTLINA – ATMOSFÉRA

Pátou biometeorologickou konferencí nazvanou Člověk – rostlina – atmosféra uspořádala Německá meteorologická společnost při příležitosti padesátiletého jubilea profesury meteorologie na Technické univerzitě Drážďany. Konference se konala v prostorách drážďanského Muzea hygieny ve dnech 3. až 5. prosince 2003.

Na plenárním zasedání bylo předneseno devět přednášek, v sekci lesnická meteorologie 22 příspěvků, v sekci agrometeorologie 17, včetně přednášky I. Kotta a M. Možného (ČHMÚ) na téma Půdní klima během extrémních povětrnostních situací. V této práci vyhodnotili autoři situace extrémního sucha v letech 2000 a 2003 a povodně v létě 2002. Ve fenologické sekci odeznělo deset přednášek. Do fenologické sekce přispěli L. Hájková a J. Nekovář s přednáškami Hodnocení vybraných fenofází v Severočeském regionu a Využití fenologických dat pro pylovou alergologii. Příspěvek R. Bagara Brno (ÚHÚL) a J. Nekováře k vývoji klimatu ve střední Evropě byl přednesen v sekci Biosféra a klimatická změna, ve které bylo prezentováno celkem 14 přednášek, a zároveň byl uplatněn ve formě posteru. Autoři podali přehled klimatických změn ve střední Evropě v posledním tisíciletí zároveň s vyhodnocením dlouhodobých klimatických řad Praha-Klementinum, Vídeň-Hohe Warte a litevského hlavního města Vilnius. Sekce humánní biometeorologie obsahovala osm a sekce klima a turismus šest sdělení. Dále bylo prezentováno 12 posterů.

Účastníci obdrželi Sborník abstraktů, převážně v němčině. Sborník byl vydán jako Tharandter Klimaprotokolle, Band 9, 243 stran (ISSN 3-86005-396-5), obsahuje celkem 86 obvykle třístránkových rozšířených abstraktů.

V průběhu konference se uskutečnilo setkání zpracovatelů projektu vědeckotechnické spolupráce (COST) Evropské unie s názvem Establishing a European Phenological Data Platform for Climatological Applications. Tento pětiletý projekt předložily EU meteorologické služby Německa, Rakouska, Slovenska, Švýcarska a České republiky. Projekt byl přijat na 156. zasedání Komise vysokých představitelů (CSO) 2.–3. října 2003 v Bruselu jako COST akce 725 a první zasedání řídicí komise s volbou vedoucího projektu a tří pracovních skupin je svoláváno v květnu 2004 do Vídně. Předpokládá se, že se zapojí 17 evropských zemí.

Jiří Nekovář

THE 2004 EUMETSAT METEOROLOGICAL SATELLITE CONFERENCE

Ve dnech 31. 5. až 4. 6. 2004 se v Praze v hotelu Diplomat uskutečnila konference organizace EUMETSAT, věnovaná využití dat z meteorologických družic. Tyto konference se doposud každoročně konaly v některém ze členských států organizace EUMETSAT (viz článek v tomto čísle věnovaný MSG - Meteosat druhé generace); poslední z nich v roce 2002 v Dublinu a v roce 2003 ve Výmaru. Česká republika tak bude první zemí, kde se konference bude konat, aniž by pořádný stát byl řádným či přidruženým členem EUMETSAT.

Hlavní témata konference jsou následující:

- současné a budoucí družicové systémy a přístroje;
- chemismus atmosféry;
- MSG – první výsledky;
- nowcasting;

- pozorování silných bouří;
- monitorování hydrologického cyklu;
- asimilace družicových dat;
- výuka a vzdělávání, virtuální laboratoře;
- globální pozorování oceánů;
- klimatologie oceánů a atmosféry.

Uzávěrka abstrakt byla v polovině listopadu. V době redakční uzávěrky tohoto čísla je již doladován program konference, který bude oznámen v rámci „*Second Announcement*“ nejpozději koncem února. Na konferenci bude možné se přihlásit prostřednictvím formulářů, distribuovaných společně s programem, nebo prostřednictvím internetových stránek (viz dále). Registrační poplatek na konferenci činí 220 EUR – pokud bude zaplacen v oznámeném termínu, po tomto termínu bude poplatek vyšší.

Podrobnější informace o konferenci lze nalézt buď na stránkách EUMETSAT www.eumetsat.de/en/area2/topic3.html, nebo na stránkách ČHMÚ <http://www.chmi.cz/EUMETSAT2004/>, kde bude v průběhu února až března umístěn i odkaz na on-line registraci na konferenci (již závaznou). Konferenční služby pro ČHMÚ jsou smluvně zajištěny agenturou Garant Ltd. Spol. s r.o. (<http://www.guarant.cz/>).

Martin Setvák

JMENOVCÍ MEZINÁRODNÍCH JEDNOTEK

Autoři: Jaroslav Folta a Jana Nekvasilová. Praha: Národní technické muzeum 2003. 36 stran.
ISBN 80-7037-119-6.

Znáte původ míry ar nebo hektar? Nebo, od kdy se datuje první pokus o sjednocení měř v českých zemích? A kdy byla zavedena metrická soustava v Rakousko-Uhersku? V útlé publikaci Jmenovci mezinárodních jednotek najdete na podobné otázky odpovědi a navíc se seznámíte s protagonisty, podle nichž byly pojmenovány základní a odvozené jednotky mezinárodních měrných soustav. Ale pro úplnost: Ar (hektar) má původ patrně v Mezopotámii, když se délka brázd násobila počtem brázd a to vyjadřovalo výrazem á-ra. O sjednocení měř se u nás poprvé pokusil Václav I. a později Přemysl Otakar II. (1233–1278) a zákon o mírách a váhách, který v Rakousko-Uhersku nastolil metrickou soustavu, byl přijat v roce 1871. Za nedostatek však pokládáme nerozlišení základních jednotek SI (z francouzského Systéme International d'Unités) od odvozených jednotek. V úvodu je sice oněch sedm základních jednotek vyjmenováno (metr, kilogram, sekunda, ampér, kelvin, mol, kandela), ale u jmen objemů již autoři nedůsledně významově diferencují, a tak jsou pouze odvozené jednotky většinou uváděny jako jednotky v SI (týká se to jednotek newton, joule, watt, henry, volt, farad, tesla, weber, becquerel, gray a coulomb).

Obsah publikace je tematicky řazen do osmi kapitol víceméně jednotně strukturovaných: jméno vědce včetně zpodobnění (kromě D. G. Fahrenheita), základní životopisné údaje, charakteristika objevu nebo vynálezu, definice jednotky. V jednotlivých tematických okruzích jsou uváděny:

Teplota

- William Thomson, lord Kelvin (1824–1907), jednotka termodynamické teploty kelvin (K) v SI
- Anders Celsius (1701–1744), Celsiův stupeň (°C)

- William John Macquorn Rankine (1820–1872), Rankinův stupeň – rankine (°R)
- Daniel Gabriel Fahrenheit (1686–1736), Fahrenheitův stupeň (°F)
- René Antoine Ferchault de Réaumur (1683–1757), Réaumurův stupeň (°R)

Tlak

- Blaise Pascal (1623–1662), jednotka pro tlak (Pa) v SI
- Evangelista Torricelli (1608–1647), jednotka tlaku torr (Torr)

Síla

- Isaac Newton (1643–1727), jednotka síly newton (N) v SI

Práce, Teplota, Energie, Výkon

- James Prescott Joule (1818–1889), jednotka síly pro práci joule (J) v SI
- James Watt (1736–1819), jednotka výkonu watt (W) v SI

Elektrina

- André-Marie Ampère (1775–1836), jednotka elektrického proudu v ampér (A) v SI
- Jean Baptiste Biot (1774–1862), jednotka elektrického proudu abampér (biot Bi nebo aA)
- Joseph Henry (1797–1878), jednotka pro magnetickou vodivost henry (H) v SI
- Georg Simon Ohm (1789–1854), jednotka elektrického odporu ohm (Ω) v SI
- Werner von Siemens (1816–1892), jednotka elektrické vodivosti siemens (S)
- Karl Wilhelm Siemens (1823–1883) – trvá diskuse, zda nebyl objevitelem elektrické vodivosti (bratr W. von Siemense)
- Alessandro Giuseppe hrabě Volta (1745–1827), jednotka elektrického napětí volt (V) v SI
- Charles-Augustin de Coulomb (1736–1806), jednotka elektrického náboje coulomb (C) v SI
- Michal Faraday (1791–1867), jednotka elektrické kapacity farad (F) v SI
- Benjamin Franklin (1706–1796), jednotka elektrického náboje a elektrického indukčního toku franklin (Fr) nebo statcoulomb (sC)

Magnetismus

- Nikola Tesla (1856–1943), jednotka magnetické indukce tesla (T) v SI
- Wilhelm Eduard Weber (1804–1891), jednotka indukčního magnetického toku weber (Wb) v SI
- Carl Friedrich Gauss (1777–1855), jednotka magnetické indukce gauss (G)
- James Clerk Maxwell (1831–1879), jednotka magnetického toku maxwell (M nebo Mx)
- Hans Christian Ørsted (1777–1851), jednotka intenzity magnetického pole oersted (Oe)

Akustika

- Heinrich Hertz (1857–1894), jednotka frekvence (kmitočtu) hertz (Hz) v SI
- Anders Jonas Ångström (1814–1874), jednotka o vlnových délkách ångström (Å)
- Alexander Graham Bell (1847–1922), jednotka používaná pro hladinu intenzity zvuku a pro hladinu akustického tlaku bel – decibel (db)

Radioaktivita

- Antoine Henri Becquerel (1852–1908), jednotka pro aktivitu zářiče becquerel (Bq) v SI
- Pierre Curie (1859–1906), Marie Skłodowska-Curie (1867–1934), bývalá jednotka aktivity curie (Ci)

- Louis Harold Gray (1905–1965), jednotka radioaktivní látky gray (Gy) v SI
- Wilhelm Conrad Röntgen (1845–1923), dříve užívaná jednotka ozáření roentgen ®
- Rolf Maximilian Sievert (1896–1966), jednotka absorbované dávky záření sievert (Sv).

Recenzovaná brožurka plní především osvětové poslání a podle názvu slouží hlavně k seznámení s objeviteli jednotek. Pokud čtenář potřebuje zevrubnější a přesnější informace, zvolí pochopitelně jiný informační pramen – např. publikaci I. Kaplera: *Míry, jednotky, veličiny*. Ostrava: Repronis 2000. 101 s. ISBN 80-86122-43-3.

Zdeněk Horký

RNDr. LUBOŠ NĚMEC – ŠEDESÁT LET

Jubilující RNDr. Luboš Němec se narodil 20. 1. 1944 v Praze. Patří k zřejmě dožívajícímu druhu „stálic“, neboť po vystudování meteorologie na Matematicko-fyzikální fakultě UK nastoupil 1. 8. 1966 do Hydrometeorologického ústavu a zůstal mu věrný až do současnosti. Tato věrnost sice neodpovídá současným trendům „mobility a flexibility lidských zdrojů“, nicméně pro instituci, jakou je Český hydrometeorologický ústav, je zaměstnanecká dlouhověkost výhodná a přínosná. To ovšem za předpokladu, že se jedná o pracovníka odborně zdatného, uvážlivého, ale zároveň nesetrvávajícího na zavedených stereotypech. A takovým pracovníkem RNDr. Luboš Němec nesporně je.

V Českém hydrometeorologickém ústavu prošel postupně pracovišti klimatologie, synoptické meteorologické služby, čistoty ovzduší (1968–1969), Letecké meteorologické služby (Praha-Ruzyně, 1970–1978), opět klimatologie (1978–1980). V roce 1980 se stal vedoucím oddělení režimových informací na Pobožce ČHMÚ Praha a po roce 1990 vedoucím oddělení meteorologie a klimatologie. Od června 1999 je ředitelem pobožky.

K úspěšnému zvládnutí této funkce předurčila RNDr. L. Němce velmi dobrá znalost problematiky provozních složek ústavu, a to i mimo vlastní obor meteorologie. Je výsostným praktikem zaměřeným především na klimatologii, ale ani úsek hydrologie mu není vzdálený. V publikační činnosti se soustřeďuje především na problematiku teploty vzduchu a atmosférických srážek, zejména sněhové pokrývky, viz např. publikace Zpracování klimatologických informací (Praha, ČHMÚ 1988).

Již dvacet let – od roku 1984 – je členem redakční rady časopisu Meteorologické zprávy a od roku 2000 vedoucím redaktorem.

Ve výčtu osobnostní charakteristiky je nutné uvést přímé a čestné jednání, ochotu vždy nezištně pomoci druhému. Tyto vlastnosti se projevují nejen v prosazování svého přesvědčení, rozhodnutí a nezbytných opatření, ale zároveň v ochotě přiznat omyl, přijmout kritiku.

Luboš Němec je proslulý jako všestranný sportovec holdující lyžování, tenisu, stolnímu tenisu, kulečnicku i intelektuálním šachům a bridži, ve kterých již dávno překonal hranice amatérského pojetí.

Za mnohé kolegy přejeme jubilantovi do dalších let hodně zdraví, úspěchů v osobním i pracovním životě a neztenceného elánu k uspokojování jeho zálib.

Zdeněk Horký – Jan Vašítko

ÚPRAVA CITACÍ V METEOROLOGICKÝCH ZPRÁVÁCH

Od 1. čísla Meteorologických zpráv v roce 2003 došlo k drobným úpravám bibliografických citací. Naším cílem je přiblížení k citační praxi uplatňované zejména v akademické obci i v zahraničí, i když postupy nejsou zcela jednotné. Po zevrubném zvážení jsme jenom částečně akceptovali poměrně komplikovanou normu ČSN ISO 690 Bibliografické citace, protože její absolutní prosazení by bylo velmi problematické jak z hlediska autorského, tak i redakčního. **Hlavní změnou proti současné praxi je forma psaní jména autora z malých písmen na velká (bude uváděno maximálně pět autorů), přeřazení doby vydání (vročení) hned za jméno autora, uvádění názvů seriálových publikací, tj. časopisů, ročenek, sborníků apod., v nezkrácené podobě v kurzívě a navíc i uvádění ISBN u knih a ISSN u seriálových publikací, pokud je to možné. V textu článku bude i nadále uváděn v hranatých závorkách pouze číselný odkaz na citovaný pramen.**

Příklady citací:

Monografie

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

Seriálová publikace – časopis

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

Seriálová publikace – sborník

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



SEZNAM ZAHRANIČNÍCH ČASOPISŮ ODEBÍRANÝCH V ČHMÚ

Agricultural and Forest Meteorology	NLD
Atmospheric Environment	USA
Australian Meteorological Magazine	AUS
Bulgarian Journal of Meteorology and Hydrology	BGR
Bulletin Meteorológia a Klimatológia	SVK
Bulletin of the American Meteorological Society	USA
Climatic Change	NLD
Current Contents - Physical, Chemical & Earth Sciences	USA
ECMWF Newsletter	GBR
Ekologija	LTU
Environmental Health Perspectives	USA
Exploring ORACLE	USA
Geophysica	FIN
The Geophysical Magazine	JPN
ICAO Journal	CAN
Időjárás	HUN
Inside Solaris	USA
International Journal of Climatology	GBR
International Journal of Remote Sensing	GBR
Izvestija AN, Serija geografičeskaja	RUS
Izvestija Russkogo geografičeskogo občestva	RUS
Journal of Applied Meteorology	USA
Journal of Climate	USA
Journal of Hydrology	NLD
Journal of Hydrology and Hydromechanics [souběžný název Vodohospodársky časopis]	SVK
Journal of the Atmospheric Sciences	USA
Journal of the Meteorological Society of Japan	JPN
Meteorological and Geostrophical Abstracts - CD ROM	USA
Meteorological Applications	GBR
Meteorologický časopis [souběžný název Meteorological Journal]	SVK
La Météorologie	FRA
Meteorologija i gidrologija	RUS
Meteorologische Zeitschrift	DEU
Meteorology and Atmospheric Physics	AUT
Monthly Weather Review	USA
Ozone Data for the World	CAN
Papers in Meteorology and Geophysics	JPN
Polarforschung	DEU
Przegląd geograficzny. Kwartalnik	POL
Quarterly Journal of the Royal Meteorological Society	GBR
Tellus, Series A - Dynamic Meteorology and Oceanography	DNK
Tellus, Series B - Chemical and Physical Meteorology	DNK
Theoretical and Applied Climatology	AUT
Vaisala News	FIN
Vodohospodársky časopis [viz Journal of Hydrology and Hydromechanics]	SVK
Vodohospodársky spravodajca	SVK
Weather	GBR
Weather and Forecasting	USA
Wiadomosci Instytutu meteorologii i gospodarki wodnej	POL
WMO Bulletin	CHE