

METEOROLOGICKÉ ZPRÁVY

METEOROLOGICAL BULLETIN

<i>Zdeněk Novák: Hodnocení přistávacích předpovědí</i>	65
<i>Jaroslav Svoboda: Výpočet koncentrace pasivní příměsi v ovzduší nad komplexním terénem</i>	69
<i>Aleš Raidl: K problému předpověditelnosti počasí</i>	77
Dušan Rodovský: Sto let meteorologických pozorování na Lysé hoře	82
Informace – Recenze	88
Typizace povětrnostních situací na území České republiky v roce 1996	96
Typizácia poveternostných situácií na území Slovenskej republiky v roce 1996	96
Kapitoly z dějin meteorologie v českých zemích a na Slovensku – pokračování (příloha)	

ROČNÍK 50 – 1997 – ČÍSLO 3

<i>Zdeněk Novák</i> : Landing forecasts assessment	65
<i>Jaroslav Svoboda</i> : Calculation of passive pollutant concentration in the atmosphere over a complex terrain . . .	69
<i>Aleš Raidl</i> : On the weather predictability problem	77
<i>Dušan Rodovský</i> : Hundred years of meteorological observations on Lysá hora	82
Information – Reviews	88
Weather situations typing on the territory of Czech Republic in 1996	96
Weather situations typing on the territory of Slovak Republic in 1996	96
Chapters from the history of the Czech and Slovak meteorology – continued (Annex)	

Meteorologické zprávy, časopis pro odbornou veřejnost ● Vydává Český hydrometeorologický ústav ● Redakce: Český hydrometeorologický ústav, Na Šabatce 17, 143 06 Praha 4 – Komořany, telefon 4403 2722, 4403 2725 ● Řídí vedoucí redaktor RNDr. Miroslav Škoda, CSc., redaktor prom. knih. Zdeněk Horký ● Redakční rada: doc. RNDr. Jan Bednář, CSc., Ing. František Gregar, RNDr. Jozef Ilko, CSc., RNDr. Karel Krška, CSc., RNDr. Luboš Němec, 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 atisk: 3P s.r.o. ● Rozšiřuje a informace předplatným podává a objednávky přijímá: v České republice — Český hydrometeorologický ústav, SIS, Na Šabatce 17, 143 06 Praha 4 – Komořany; ve Slovenské republice — Slovenský hydrometeorologický ústav, OVTI, Jeseniova 17, 833 15 Bratislava. Objednávky do zahraničí vyřizuje ČHMÚ, SIS, Na Šabatce 17, 143 06 Praha 4 – Komořany ● Ročně vychází 6 čísel, cena jednotlivého čísla 15,- Kč (15,- Sk), roční předplatné 90,- Kč, resp. 90,- Sk, do zahraničí 30,- USD.

ISSN 0026 – 1173

METEOROLOGICKÉ ZPRÁVY

Meteorological Bulletin

ROČNÍK 50 (1997)

V PRAZE DNE 9. ČERVENCE 1997

ČÍSLO 3

Zdeněk Novák (ČHMÚ)

551.509.21:656.7

HODNOCENÍ PŘISTÁVACÍCH PŘEDPOVĚDÍ

Landing forecasts assessment. An automatized method of landing forecasts successibility assessment is described in the paper. Individual forecast elements and even the entire forecast are assessed. Assessment criteria come from values given in the attachment E of Annex 3.

KLÍČOVÁ SLOVA: předpověď počasí letecká – úspěšnost předpovědi – prvky meteorologické – počasí význačné – technika výpočetní

1. PŘISTÁVACÍ PŘEDPOVĚĎ

Přistávací předpověď je velmi krátkodobá kódovaná předpověď povětrnostních prvků důležitých pro letecký provoz. Vydává se s platností na dvě hodiny a obsahuje předpověď směru a rychlosti větru včetně nárazů, dohlednosti, množství a výšky základen oblačnosti, případně i druhu (jen Cb) a význačného počasí (význačným počasím se rozumí takový stav počasí, který nějakým způsobem ovlivňuje letový provoz).

Přistávací předpověď typu trend tvoří jeden celek s pravidelnou zprávou o počasí na letišti METAR, ke které se připojuje a bez ní nemá smysl. Znamená to, že je vydávána se stejnou frekvencí jako zpráva METAR, tedy na významnějších letištích každých 30 minut. Zpráva METAR je tedy výchozí částí předpovědi, sama předpověď může mít tři podoby: buď se neočekává význačná změna žádného prvku, a pak je předpověď nahrazena indikátorem NOSIG, nebo se očekává postupná pravidelná či nepravidelná změna uváděná indikátorem BECMG, a konečně očekávaná dočasná změna se uvádí indikátorem TEMPO (změněné hodnoty však nemají celkem trvat déle než polovinu platnosti předpovědi). Za indikátorem změny se uvádějí jen hodnoty těch prvků, jejichž změna se očekává. Kód umožňuje i vyjádření začátku a konce očekávané změny během platnosti předpovědi přesností na 30 minut.

2. PRAVIDLA HODNOCENÍ

Předpovídané hodnoty jsou porovnávány se skutečnými hodnotami prvků ve všech pravidelných zprávách METAR i ve všech mimořádných zprávách SPECI vydaných v období platnosti předpovědi. Předpovídané hodnoty jsou pro jednotlivé termíny hodnocení interpolovány. Takto je výsledné hodnocení předpovědi průměrem z minimálně čtyř termínových hodnocení (čtyři pravidelné zprávy v období 2 hodiny). Provádí se hodnocení jednotlivých prvků i průměrné hodnocení celé předpovědi.

Při volbě kritérií hodnocení jsme vycházeli z požadavků předpisu L-3 Meteorologie (vydání 1980, nezměněná kritéria

jsou i v přepracovaném vydání z r. 1996 [1]), které jsou velmi náročné:

Směr větru: Rozdíl mezi předpovídanou skutečnou hodnotou nesmí převyšovat $\pm 30^\circ$, je-li však současně předpovídaná skutečná rychlost větru $\leq 3\text{m}\cdot\text{s}^{-1}$, pak toto kritérium neplatí pro předpovědi NOSIG a BECMG.

Rychlost větru: Pro předpovídané rychlosti větru nepřevyšující $12,5\text{m}\cdot\text{s}^{-1}$ musí být velikost rozdílu mezi předpovídanou a skutečnou hodnotou $\leq 2,5\text{m}\cdot\text{s}^{-1}$, pro vyšší předpovídané rychlosti nesmí rozdíl převyšovat 20 % předpovídané hodnoty. Rychlost nárazů větru se hodnotí dle stejného kritéria.

Dohlednost: Pro předpovídané hodnoty dohlednosti $\leq 700\text{m}$ nesmí rozdíl mezi předpovídanou a skutečnou hodnotou převyšovat 200 m, pro vyšší předpovídané hodnoty nesmí převyšovat 30 % předpovídané hodnoty dohlednosti.

Výška základen oblačnosti: Hodnotí se pouze tzv. význačná oblačnost, tj. nejnižší vrstva oblačnosti jež pokrývá oblohu z 5/8 a více, nebo vertikální dohlednost. Do výšky předpovídané oblačnosti 120 m včetně musí být velikost rozdílu mezi předpovídanou a skutečnou hodnotou $\leq 30\text{m}$ a pro vyšší předpovídané hodnoty nesmí převyšovat 30 % předpovídané hodnoty výšky základen oblačnosti.

Význačné počasí: Hodnotí se, zda vypadávají nebo nevypadávají srážky různého druhu. Pro ten účel bylo vytvořeno sedm tříd význačného počasí: namrzající srážky, bouřka se srážkami nebo beze srážek (v obou těchto třídách se ijev slabé intenzity považuje za výskyt, při bouřce se druh srážek nehodnotí), kroupy, malé kroupy (menší než 5 mm) nebo sněhové krupky nebo zmrzlý déšť, sníh nebo sněhová zrna nebo ledové jehličky, déšť nebo mrholení a počasí beze srážek (ve všech těchto ostatních případech se slabá intenzita jevu hodnotí jako počasí beze srážek).

Výše uvedená kritéria (mimo význačného počasí) můžeme označit jako intervaly tolerance. Pokud tedy rozdíl mezi

předpovědi a skutečností není větší než interval tolerance, považujeme úspěšnost předpovědi za stoprocentní. Pokud rozdíl dosáhne nebo převyší dvojnásobek intervalu tolerance, je předpověď neúspěšná (0 %). Je-li rozdíl v intervalu od meze tolerance do jejího dvojnásobku, klesá úspěšnost lineárně k nule v závislosti na velikosti rozdílu. Výskyt srážek hodnotíme jako binární prvek zvláště pro každou třídu význačného počasí (to znamená, že např. výskyt deště, který nenamrzá při předpovědi výskytu namrzajícího deště je hodnocen jako neúspěch).

Předpovědi se hodnotí různě též v závislosti na indikátoru změny. Podrobněji o tom v kap. 3 a 4.

Vzhledem k tomu, že předpovědi jsme začali hodnotit proto, abychom zjistili „kde nás bota tlačí“, hodnotíme jen tzv. obtížné předpovědi. Nehodnotí se tedy případy, kdy předpovídané i skutečné hodnoty dohlednosti jsou po celou dobu předpovědi 10 km nebo více, základnen význačné oblačnosti 1 500 m a více, rychlosti větru nižší než 5 m.s⁻¹ a kdy nebylo předpovídané ani pozorováno žádné počasí se srážkami nebo s bouřkou. Vpřípadě, že alespoň jeden z těchto bodů není splněn, hodnotí se však všechny prvky předpovědi. Rychlost nárazů větru se hodnotí jen tehdy, pokud se vyskytly, nebo byly předpovídané.

3. VÝPOČET POMOCNÝCH HODNOT

Před vlastním hodnocením předpovědi je třeba přečíst všechny skutečné hodnoty prvků z jednotlivých zpráv METAR a SPECI pro celé období platnosti předpovědi a zároveň pro tyto termíny provést interpolaci předpovídaných hodnot jednotlivých prvků. Přečtené a vypočtené hodnoty se zapisují pro každou vydanou přistávací předpověď do pracovního souboru (tabulky), který je možno si po dobu jeho existence zobrazit nebo vytisknout a který se po vypočtení celkového hodnocení předpovědi automaticky maže.

3.1. Výpočet předpovídaných hodnot

Je-li předpověď uvedena indikátorem NOSIG, jsou všechny hodnoty předpovídaných prvků rovny hodnotám skutečným v termínu vydání předpovědi.

Při použití indikátoru BECMG platí, že v počátečním termínu mají prvky uvedené za indikátorem hodnotu skutečně pozorovaných prvků v okamžiku vydání předpovědi a v koncovém termínu hodnotu uvedenou za indikátorem. Pro termíny uvnitř intervalu platnosti vypočítáváme předpovídané hodnoty lineární interpolací. Pro prvky, které nejsou za indikátorem BECMG uvedeny, postupujeme jako při indikátoru NOSIG. Je-li za indikátorem BECMG použit ještě indikátor začátku (FM) nebo konce (TL) změny, nebo oba najednou, nebo indikátor náhlé (okamžité) změny (AT), je hodnota před termínem uvedeným indikátory FM a AT rovna skutečné hodnotě prvku v termínu vydání předpovědi, hodnota za termínem uvedeným indikátory TL a AT je rovna předpovídané hodnotě prvku. Lineární interpolace se provádí jen mezi termíny danými indikátory FM a TL. Je třeba si uvědomit, že je-li použit jen indikátor FM, pak termínem konce změny je poslední termín předpovědi, je-li uveden jen indikátor TL, pak počátečním termínem změny je termín vydání předpovědi. Použité rovnice jsou triviální, a proto je zde neuvádím.

Při použití indikátoru TEMPO musíme navíc přiřadit jednotlivým termínům ještě hodnoty alternativní. Předpovídanými hodnotami pro všechny hodnocené termíny jsou hodnoty skutečné v termínu vydání předpovědi. Alternativní hodnoty prvků pro všechny hodnocené termíny jsou dány za

indikátorem TEMPO. Při použití časových indikátorů FM a TL se alternativní hodnoty přiřazují jen těmto termínům a všem termínům mezi nimi. Pro prvky neuvedené za indikátorem TEMPO postupujeme jako při indikátoru NOSIG.

3.2. Výpočet mezí tolerance

Meze tolerance vypočítáváme na základě velikosti intervalů tolerance, jak byly uvedeny v kap. 2. Pro předpovědi po indikátorech změny NOSIG a BECMG vypočítáváme pouze meze tolerance předpovídaných hodnot TP(x)_i. Symbol x značí libovolný hodnocený prvek mimo význačného počasí a index i značí i-tý hodnocený termín (po indikátoru BECMG se mohou lišit termín od termínu podle vypočtené předpovídané hodnoty prvku). Po indikátoru změny TEMPO musíme navíc vypočítat i meze tolerance pro alternativní hodnoty TA(x)_i.

3.3. Výpočet odchylek mezi skutečnými a předpovídanými resp. alternativními hodnotami

Odchylky skutečné a předpovídané hodnoty prvku RP(x)_i a hodnoty odchylky skutečné a alternativní hodnoty RA(x)_i jsou absolutní hodnoty rozdílu mezi výše uvedenými hodnotami prvků.

Problémem je hodnocení směru větru v případech kdy přechází z proměnlivého směru (kódové označení VRB) do určitého směru nebo naopak. Proto po indikátorech změny NOSIG nebo BECMG, pokud předpovídaná i skutečná rychlost větru v hodnoceném termínu je ≤ 3 m.s⁻¹, považujeme každou hodnotu směru větru za VRB. Po indikátoru TEMPO, pokud předpovídaná nebo alternativní hodnota směru větru je VRB, se předpověď směru větru nehodnotí. Pokud se proměnlivý vítr vyskytne jako skutečný směr větru, pak se tento termín do hodnocení směru větru nezahrnuje.

3.4. Charakteristika pro hodnocení výskytu binárního prvku

Pro hodnocení předpovědi význačného počasí po indikátorech změny NOSIG a BECMG používáme jako pomocnou charakteristiku Brierův poměr (Brier Score), popsanou v [2].

Pravděpodobnost výskytu některé třídy význačného počasí v určitém termínu předpovědního intervalu označíme p(w)_i. Očekáváme-li výskyt, je p(w)_i = 1, nepředpokládáme-li výskyt, je p(w)_i = 0. Ukazatel skutečného výskytu určité třídy význačného počasí v i-tém termínu q(w)_i má v případě výskytu hodnotu q(w)_i = 1, pokud se nevyskytne má hodnotu q(w)_i = 0.

Pro hodnocení kvality předpovědi výskytu binárních prvků je v [2] doporučena rovnice, kterou lze v námi zavedené symbolice psát:

$$B(w) = \frac{2}{n} \sum_{i=1}^n \left(p(w)_i - q(w)_i \right)^2 . \quad (1)$$

Zde B(w) je Brierův poměr pro význačné počasí na celý předpovědní interval a n je počet hodnocených termínů. B(w) nabývá hodnoty od 0 (plně úspěšná předpověď) do 2 (zcela neúspěšná předpověď).

4. VÝPOČET ÚSPĚŠNOSTI PŘEDPOVĚDI

K výpočtu úspěšnosti předpovědi jednotlivých prvků se užívají různé rovnice v závislosti na indikátoru změny a na hodnoceném prvku.

4.1. Hodnocení předpovědí po indikátorech NOSIG a BECMG

4.1.1. Hodnocení směru, rychlosti a rychlosti nárazů větru, dohlednosti a výšky základů oblačnosti

Pro tyto prvky hodnotíme nejprve úspěšnost předpovědi v jednotlivých hodnocených termínech (výsledky v %):

$$H(x)_i = (2 - RP(x)_i / TP(x)_i) \cdot 100. \quad (2)$$

Pokud je $H(x)_i > 100\%$, je třeba položit $H(x)_i = 100\%$. Je-li $H(x)_i < 0$, je třeba položit $H(x)_i = 0$.

Celkové hodnocení úspěšnosti předpovědi daného prvku je aritmetickým průměrem termínových hodnocení:

$$H(x) = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n H(x)_i / n. \quad (3)$$

4.1.2. Hodnocení význačného počasí

Pro význačné počasí nejsou vypočítávána termínová hodnocení, ale je vypočten Brierův poměr podle rovnice (3). Celkové hodnocení je dáno rovnicí:

$$H(w) = [(2 - B(w))/2] \cdot 100, \quad (4)$$

kde w značí, že jde o význačné počasí. Tato rovnice však neplatí v případě, že se předpovídané počasí vůbec nevyskytlo, tj.

$$Q(w)_i = 0. \quad (5)$$

Zde $Q(w)_i$ je indikátor skutečného výskytu význačného počasí v i -tém termínu. Pokud se předpovídané počasí skutečně vyskytlo, je hodnota $Q(w)_i = 1$, jinak $Q(w)_i = 0$. Platí-li rovnice (5), pak $H(w) = 0$.

4.2. Hodnocení předpovědí po indikátoru TEMPO

Pokud je za indikátorem TEMPO uvedena skupina času (FM , TL), pak je třeba termíny před FM a za TL hodnotit jako předpověď NOSIG a ostatní termíny (včetně termínů k nimž se vztahuje FM , TL) jako předpověď TEMPO. Výsledné hodnocení celé předpovědi $H(x)$ pak bude dáno jako vážený průměr z obou hodnocení, kde váhovými koeficienty jsou počty termínů hodnocených každým způsobem (n_N počet termínů hodnocených jako NOSIG, hodnocení $H_N(x)$ a n_T počet termínů hodnocených jako TEMPO, hodnocení $H_T(x)$). Platí tedy:

$$H(x) = \frac{n_N H_N(x) + n_T H_T(x)}{(n_N + n_T)}, \quad (6)$$

přičemž platí $n_N + n_T = n$.

V případě hodnocení předpovědi po indikátoru změny TEMPO přihlížíme k tomu, že alternativní jev se má vyskytnout v méně než polovině časového intervalu, na který je předpovídan. Zde tedy považujeme za úspěšnou takovou předpověď, kdy alternativní jev byl pozorován nanejvýše v polovině hodnocených termínů.

4.2.1. Hodnocení směru, rychlosti a rychlosti nárazů větru, dohlednosti a výšky základů oblačnosti

V případě předpovědi dočasné změny indikátorem TEMPO vypočteme jednak hodnocení vzhledem k předpovídané

hodnotě $HP(x)_i$ a hodnocení vzhledem k alternativní hodnotě $HA(x)_i$:

$$HP(x)_i = (2 - RP(x)_i / TP(x)_i) \cdot 100, \quad (7)$$

$$HA(x)_i = (2 - RA(x)_i / TA(x)_i) \cdot 100. \quad (8)$$

Opět platí, že pokud hodnoty $HP(x)_i$, $HA(x)_i$ jsou větší než 100 %, pokládáme je rovny 100 %, pokud jsou záporné, pokládáme je rovny nule.

Pro indikátor výskytu alternativní hodnoty $QA(x)_i$ platí, že je-li $HA(x)_i > HP(x)_i$, pak

$$QA(x)_i = 1. \quad (9)$$

Zavedeme tzv. střední hodnocení $HS(x)$:

$$HS(x) = \frac{1}{n_T} \left(HA(x)_i + HP(x)_i \right) / n_T. \quad (10)$$

Je-li $HS(x) > 100$, klademe $HS(x) = 100$.

Dále předpověď všech prvků hodnotíme s ohledem na hodnotu součtu $QA(x)_i$ a navíc přihlížíme i k střednímu hodnocení $HS(x)$. Rozlišujeme tři případy:

1) Pokud alternativní jev vůbec nenastal, tj. $\sum QA(x)_i = 0$, hodnotíme úspěšnost předpovědi pravděpodobností výskytu předpovídané hodnoty p_p . Protože platí: $p_p = 1 - p_a$ a protože pravděpodobnost výskytu alternativního jevu p_a klademe $p_a = 0,35$, je $p_p = 0,65$. Proto je hodnocení předpovědi za indikátorem TEMPO $H_T(x)$:

$$H_T(x) = p_p \cdot 100 = 65 \%. \quad (11)$$

2) Jestliže počet termínů s výskytem alternativních hodnot (přesněji řečeno termínů, kdy skutečnost lépe vyhovuje alternativním než předpovídaným hodnotám) je nanejvýš roven polovině hodnocených termínů, hodnotíme předpověď jako zcela úspěšnou. Označíme-li funkcí $INT(k)$ nejbližší celé číslo menší než k , pak za podmínky:

$$0 < \frac{1}{n_T} \sum_{i=1}^{n_T} QA(x)_i < INT(n_T / 2), \quad (12)$$

je

$$H_T(x) = HS(x). \quad (13)$$

3) Jestliže převládá počet termínů s výskytem alternativních hodnot, tj. platí nerovnost:

$$INT(n_T / 2) < \frac{1}{n_T} \sum_{i=1}^{n_T} QA(x)_i < n_T, \quad (14)$$

pak

$$H_T(x) = \frac{n_T - \sum_{i=1}^{n_T} QA(x)_i}{n_T - INT(n_T / 2)} HS(x). \quad (15)$$

4.2.2. Hodnocení význačného počasí

Při hodnocení opět rozlišujeme tři případy:

1) Jestliže alternativní jev vůbec nenastal, ($\sum QA(w)_i = 0$), platí upravená rovnice (11), tedy $H_T(w) = p_p \cdot 100 = 65\%$.
2) Jestliže počet termínů s výskytem alternativního jevu je nanejvýš roven polovině hodnocených termínů, tj. pokud

platí nerovnost analogická k (12), hodnotíme předpověď jako zcela úspěšnou, tedy:

$$H_T(w) = 100 \% \quad (16)$$

- 3) Pokud počet termínů s výskytem alternativního jevu převyšuje polovinu hodnocených termínů (platí nerovnost analogická k (14)), bude:

$$H_T(w) = \frac{n_T - \sum_{i=1}^{n_T} QA(w)_i}{n_T - INT(n_T / 2)} 100 \quad (17)$$

4.3. Celkové hodnocení předpovědi

Z hodnocení jednotlivých prvků vypočítáváme průměrné hodnocení celé předpovědi jako aritmetický průměr všech hodnocených prvků.

5. PROVÁDĚNÍ VÝPOČTŮ A TABULKY VÝSLEDKŮ

5.1. Možnosti programu

Program hodnocení přistávacích předpovědí zpracovali J. Vlasáková a ing. P. Staša. Operativní zpracování dat, tj. ukládání přistávacích předpovědí a skutečných hodnot potřebných k hodnocení, výpočet hodnocení a ukládání výsledků je prováděno na staříčkém ADT 4700. Kapacita ukládacího souboru je však omezená, a proto se archivace dat provádí po přenesení na PC.

Program na operativní zpracování umožňuje jednak průběžné hodnocení předpovědi a výpis tohoto hodnocení v zadaném časovém intervalu (ten je omezen na 48 předpovědí, tj. na 24 hodin). Dále je registrován meteorolog, který předpověď vydal, ale udělat výpis hodnocení pro jednoho meteorologa (též 48 termínů). V období, dokud celá předpověď není vyhodnocena (tj. do 2,5 h po jejím vytvoření), je možno vypsat i hodnocení jednotlivých termínů předpovědi, včetně některých pomocných charakteristik. Konečně pro odladování programu je umožněno ruční vkládání vymyšlených předpovídaných i skutečných hodnot (tato hodnocení se pochopitelně neukládají).

Z archivních dat je možno získat hodnocení jednotlivých předpovědí ze všech uložených termínů nebo průměrné hodnocení úspěšnosti předpovědi za libovolně zvolené období, a to jak celých předpovědí, tak i jednotlivých prvků. Obojí je možno získat též pro jednotlivé meteorology.

Tab. 1 Příklad hodnocení úspěšnosti přistávacích předpovědí.

Table 1. An example of landing forecasts successibility assessment.

Vyhodnocení přistávacích předpovědí								
RR-MM-DD	hh:mm	dd	ff	fm	VV	hh	ww	celkem
1996-09-05	19:30	100.0	80.0	****	100.0	100.0	100.0	96.0
1996-09-05	20:00	100.0	90.0	****	100.0	100.0	100.0	98.0
1996-09-05	20:30	100.0	100.0	75.0	100.0	100.0	100.0	95.8
1996-09-05	21:00	100.0	100.0	85.0	100.0	100.0	100.0	97.5
1996-09-05	21:30	100.0	100.0	75.0	100.0	100.0	100.0	95.8

Průměrné hodnocení přistávacích předpovědí LKPR								
od: 9609051930				do: 9609052130				
	dd	ff	fm	VV	hh	ww	celkem	
	100.0	94.0	78.3	100.0	100.0	100.0	96.6	

Program je možno použít pro vyhodnocování přistávacích předpovědí z libovolného letiště, pro něž máme k dispozici časovou řadu zpráv METAR s přistávacími předpověďmi.

5.2. Výstupní tabulky

Výsledky hodnocení úspěšnosti jednotlivých prvků i celé předpovědi jsou uspořádány do tabulky. Jejich vzhled vidíme na ukázce v tab. 1.

Význam symbolů použitých v tabulce je následující: RR-MM-DD je rok, měsíc a den, hh:mm jsou hodiny a minuty světového času (UTC). Dále je hodnocení jednotlivých prvků [%]: dd – směr větru, ff – rychlost větru, fm – rychlost nárazů větru, VV – dohlednost, hh – výška základnen význačné oblačnosti (viz kap. 2), ww – význačné počasí, ve sloupci „celkem“ je průměr z hodnocení všech prvků. Hvězdičkami je vyznačeno, že se daný prvek v předpovědi nehodnotil (viz kap. 2).

6. ZÁVĚR

Tato metoda hodnocení kvality přistávacích předpovědí není prvním pokusem tohoto druhu unás. Již v roce 1964 popsal S. Černava hodnocení letištních předpovědí [3] a v roce 1975 L. Rychetský hodnocení přistávacích předpovědí [4]. Zde popsaná metoda přebírá některé principy použité v práci [5], která byla pokusem o grafické hodnocení předpovědi TAF. V této podobě to je u nás první pokus o automatizované komplexní hodnocení všech prvků letecké předpovědi, který bere v úvahu poměrně detailně průběh hodnot jednotlivých prvků v čase (zahrnutí zpráv SPECI do hodnocení), bere v úvahu specifické podmínky platící pro předpověď uvedenou indikátorem TEMPO a umožňuje jednotné hodnocení jak jednotlivých meteorologů, tak i předpovědí z různých center. Rozboru dosažených výsledků bude věnován samostatný článek.

Za dobu více než ročního operativního hodnocení přistávacích předpovědí se ukázaly i slabiny, které budou odstraněny při převodu programu na nový počítač. Kdrobným změnám dojde patrně ve způsobu hodnocení předpovědi význačného počasí po indikátorech změny NOSIG a BECMG a při uvažování intenzity jevu. Dále vezmeme v úvahu, že indikátor BECMG nemusí předpovídat jen plynulou změnu prvku, ale nepřavidelnou změnu od výchozí hodnoty předpovídané. Do hodnocení budeme zahrnovat všechny vydané předpovědi.

Popsanou metodu bude s malými úpravami možno použít i pro hodnocení letištních předpovědí s platnostmi 9 nebo 24 hodin.

Literatura

- [1] L-3 Meteorologie. Praha, Ministerstvo dopravy ČR 1996.
- [2] Schoberová, E.: Závěrečná práce postgraduálního studia. Praha, MFF UK 1987.
- [3] Černava, S.: Způsob stanovení úspěšnosti letištních předpovědí adosažené výsledky zlet 1960-64 pro letiště Praha-Ruzyně, Brno-Tuřany a Ostrava-Mošnov. Meteorol. Zpr., 17, 1964, č. 6, s. 188-190.
- [4] Rychetský, L.: Přistávací předpovědi a jejich vyhodnocování. Meteorol. Zpr., 28, 1975, č. 2, s. 56-62.
- [5] Novák, Z.: Hodnocení leteckých meteorologických předpovědí typu TAF atrend. Meteorol. Zpr., 38, 1985, č. 4, s. 107-111.

Lektor doc. RNDr. J. Kopáček, CSc., rukopis odevzdán v březnu 1997.

VÝPOČET KONCENTRACE PASIVNÍ PŘÍMĚSI V OVZDUŠÍ NAD KOMPLEXNÍM TERÉNEM

Calculation of passive pollutant concentration in the atmosphere over a complex terrain. A large dependence of the trajectory shape on the air parcel initial position is documented on a case of numerical air flow simulation by means of the PIAPBLM model in the region of České středohoří. Modelling of large lee eddies in the areas of slower flow proves to be significant. An example of pollutants concentration calculation for the same case of a simulated flow is given.

KLÍČOVÁ SLOVA: koncentrace cizorodé látky v ovzduší – metody výpočetní – modely – trajektorie

1. ÚVOD

Proudění vzduchu nad členitým terénem často vykazuje značnou prostorovou proměnlivost. Proměnlivost se nejsilněji projevuje u zemského povrchu a je tím větší, čím více se teplotní zvrstvení odchyluje od indiferentního. Velká prostorová proměnlivost pole proudění při stabilním teplotním zvrstvení velmi komplikuje použití jednoduchých vzorců pro výpočet atmosférického znečištění. Základní ideou těchto metod je Gaussovský rozptyl částic napříč směru větru, tj. napříč k ose vlečky. Osu vlečky můžeme snadno určit v případě homogenního proudění jako trajektorii jediné částice, vycházející ze středu stacionárního zdroje, počítanou z pole průměrované rychlosti větru [2]. Je-li však proudění silně nehomogenní, pozbývá pojem osy vlečky rozumného významu. V důsledku difuze se totiž některé částice vlečky mohou dostat tak daleko od osy vlečky (reprezentované trajektorií částice vycházející ze středu zdroje), že jejich další pohyb je tak výrazně odchýlen jednotlivými terénními překážkami do navzájem různých směrů, až dojde k „rozštěpení“ vlečky. Studiu jedné takové složité situace je věnován tento článek. Při numerické simulaci pole proudění vzduchu byl použit model PIAPBLM [3, 4]. Model PIAPBLM (the Prague – Institute of the Atmospheric Physics – Boundary Layer Model) je nehydrostatický třírozměrný nestacionární model mezní vrstvy atmosféry s jednoduchou aproximací turbulentních procesů, umožňující výpočet pole proudění, teploty vzduchu, koeficientu turbulentní výměny, turbulentní kinetické energie a charakteristického rozměru turbulentních vírů. Základní soustavou pohybových rovnic jsou Reynoldsovy rovnice pro střední hodnoty. Soustava rovnic se uzavírá pomocí Kolmogorovy hypotézy. Diferenciální rovnice modelu jsou aproximovány metodou konečných diferencí.

2. PŘÍKLADY VÝPOČTU TRAJEKTORIÍ JEDNOTLIVÝCH VZDUCHOVÝCH ČÁSTIC

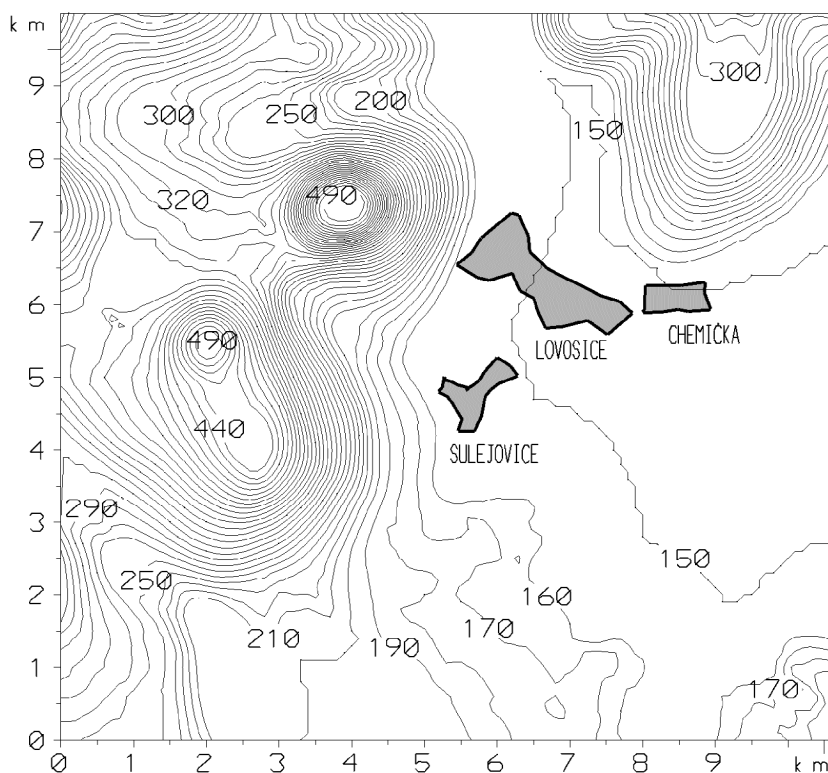
Pro demonstraci modelových výpočtů jsme vybrali východní část Českého středohoří. Důvodem pro tuto volbu je skutečnost, že se České středohoří vypíná z Polabské nížiny. Proto lze velmi jednoduše vybrat situace, při kterých nečiní žádných potíží přesné zadání okrajových podmínek. Takovými situacemi jsou případy proudění z východního sektoru, kdy vzduch natéká na České středohoří z Polabské nížiny. V takovém případě totiž můžeme okrajové podmínky s velkou přesností určit řešením rovnic mezní vrstvy nad rovinou. Pokud by vzduch nenáteká z roviny, museli bychom používat daleko větší výpočetní oblast tak, aby byly do výpočtů zahrnuty všechny terénní překážky, které by mohly ovlivňovat proudění na sledovaném území. Výpočetní oblast měla rozměry 10,6 km x 10,0 km x 3,787 km. Horizontální kroky

výpočetní sítě měly konstantní hodnotu 100 m. Kroky ve vertikální ose narůstaly od 0,5 m u spodního okraje výpočetní oblasti k hodnotě 400 m ve výšce 1 387 m nad zemským povrchem, dále byly konstantní. Vrstevnice terénu v celé výpočetní oblasti jsou zobrazeny na obr. 1. Kopec v levém horním rohu obrázku je Lovoš. V horní části obrázku je dobře patrné údolí Labe. Znázorněné vrstevnice byly spočteny z hodnot nadmořských výšek v uzlových bodech modelu. Tyto hodnoty byly získány interpolací z vrstevnic, digitalizovaných z mapového podkladu pro mapu ČR měřítko 1 : 500 000 (GŠ AČR). Mapy tohoto měřítko jsou nutně zjednodušeny. Proto je maximální výška Lovoše přibližně o 70 m menší než ve skutečnosti. Výpočty byly prováděny pro konstantní hodnotu parametru drsnosti $z_0 = 0,1$ m. Vzhledem k tomu, že nás zajímaly pouze základní deformace proudění vzduchu, vyvolané velkými kopci, je předpoklad konstantního parametru drsnosti přijatelným zjednodušením. Deformace proudění vyvolané změnami parametru drsnosti představují vnaší úloze podružný charakter. Poznamenejme, že tomu tak však již není například v těch úlohách, jejichž podstatnou součástí je výpočet toku tepla v přízemní podvrstvě atmosféry (např. při výpočtu denního chodu teploty).

Trajektorie vzduchových částic jsou zkřiveny jednotlivými kopci Českého středohoří. Tyto deformace závisí na směru a rychlosti natékajícího proudění, na teplotním zvrstvení a na místě vypuštění sledované částice.

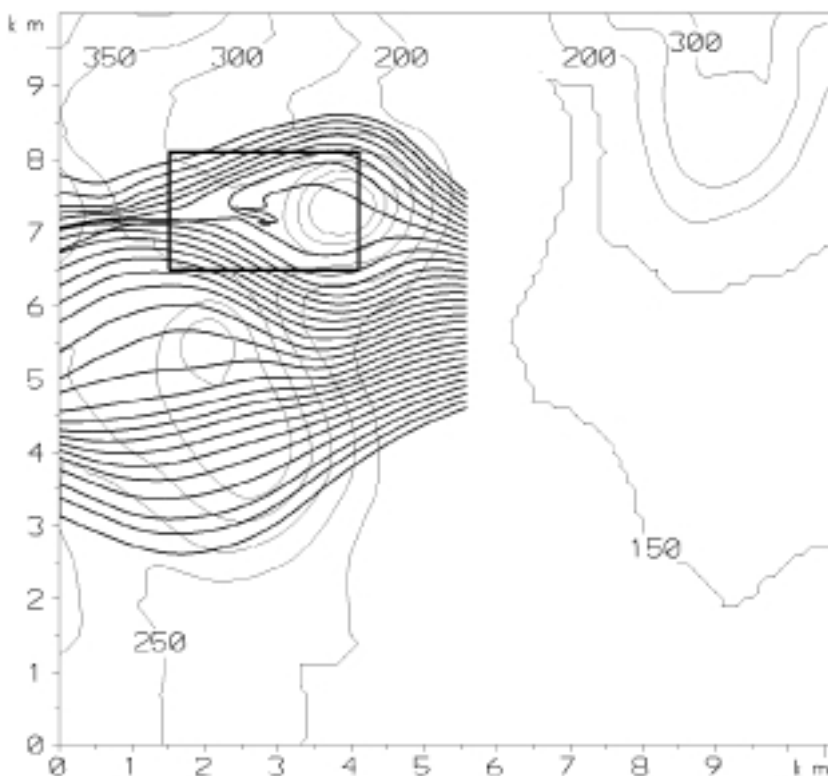
Pro demonstraci deformace trajektorie vzduchových částic jsme modelem PIAPBLM spočetli proudění vzduchu nad výše uvedenou oblastí pro jeden případ natékajícího neporušeného proudění. Směr natékajícího geostrofického proudění jsme vybrali 92 stupňů, neboť potom jednotlivé kopce velmi názorně rozštěpují neporušené proudění do několika odlišných proudů. Horizontální gradient vnějšího tlakového pole byl předpokládán konstantní, přičemž jeho hodnota odpovídala rychlosti geostrofického větru 4 m/s. Teplotní zvrstvení v natékajícím proudění bylo stabilní: izotermie v celé tloušťce výpočetní oblasti.

Na obr. 2 až 5 jsme zobrazili horizontální průměty trajektorií testovacích částic, vypouštěných do spočteného proudění vpravo polovině obrázku. Jednotlivé obrázky se liší různou výškou nad zemským povrchem, ze které byly vypouštěny testovací vzduchové částice arůznou vzdáleností bodu vypuštění od Českého středohoří. Na všech obrázcích jsou tučnou čarou vykresleny průměty trajektorií do horizontální roviny, zatímco tenkými čarami jsou zobrazeny vrstevnice terénu po 50 m. Na obr. 2 a 3 byly částice vypouštěny ze stejné výšky 100 m nad zemským povrchem. Zatímco na obr. 3 jsou průměty trajektorií jen málo ovlivněny kopci v levé části obrázku, na obr. 2 jsou trajektorie daleko více deformovány. Vy-



Obr. 1 Vrstevnice zemského povrchu ve výpočetní oblasti, zobrazené po 10 m.

Fig. 1. Contour lines of the Earth's surface in the area under calculation, represented after 10 metres.

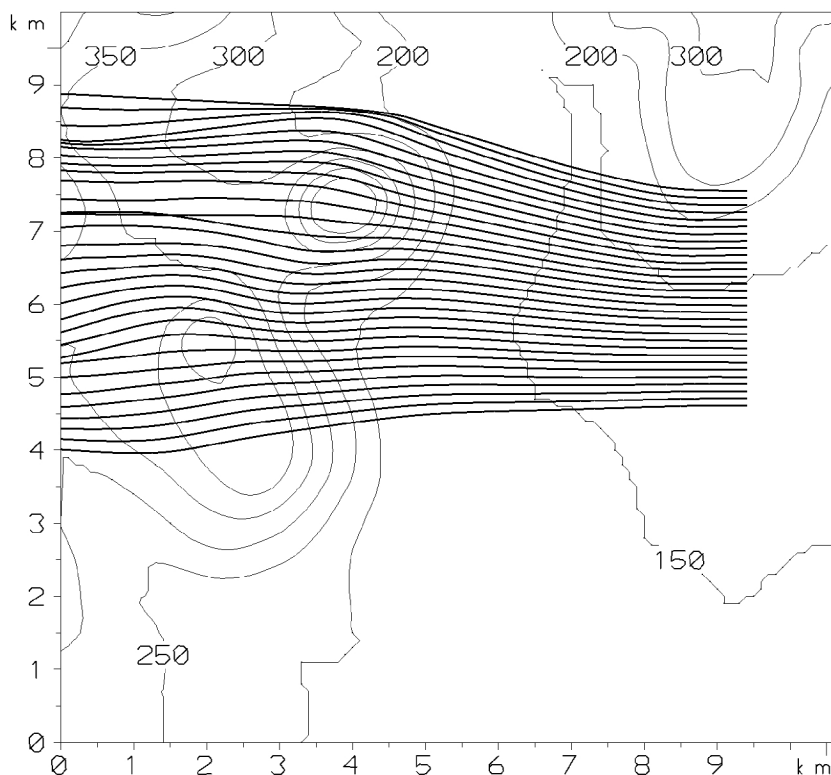


Obr. 2 Horizontální průměty trajektorií částic (silné čáry), vypouštěných ve 100 m nad zemským povrchem bezprostředně před kopci. Částice se pohybují zprava doleva. Tenké čáry jsou vrstevnice zobrazené po 50 m. Silnou čarou vyznačený obdélník představuje podoblast, zobrazenou podrobněji na dalších obrázcích.

Fig. 2. Horizontal projections of air parcel trajectories (thick lines) emitted at a height of 100 m above the Earth's surface directly before hills. The air parcels move from right to left. Thin lines are contour lines represented after 50 m. A rectangle marked with a thick line represents a subarea represented at further pictures in a more detail.

poušťme-li tedy částice ve stejné výšce nad zemským povrchem, závisí míra deformace jejich trajektorií na vzdálenosti místa vypouštění od obtékaných kopců. Tuto skutečnost bylo sice možné očekávat, ale poněkud nás překvapily míry těchto deformací. Vypadá to tak, jako by částice vypouštěné z větší vzdálenosti před kopci „neviděly“ jednotlivé kopce včetně mezer mezi nimi, nýbrž jako by je „viděly“ jako jednu sou-

vislou komplexní překážku. Vysvětlení je možné nalézt v existenci souvislé oblasti výstupných pohybů, nacházející se v natékajícím proudění v určité vzdálenosti před soustavou kopců. Částice vypouštěné ve větší vzdálenosti před kopci mají dost času na to, aby stoupaly již daleko před překážkami. Nad takovými překážkami pak částice spíše přetékají, než aby obtékaly jednotlivé kopce. Naopak, částice vypouštěné



Obr. 3 Horizontální průměty trajektorií částic (silné čáry), vypouštěných ve 100 m nad zemským povrchem ve vzdálenosti 4 km před kopci. Částice se pohybují zprava doleva. Tenké čáry jsou vrstevnice zobrazené po 50 m.

Fig. 3. Horizontal projections of air parcel trajectories (thick lines) emitted at a height of 100 m above the Earth's surface at a distance of 4 km before hills. The air parcels move from right to left. Thin lines are contour lines represented after 50 m.

v blízkosti překážky neprocházejí oblastí s výstupnými proudy, situovanou v jisté vzdálenosti před soustavou kopců. Takové částice spíše jednotlivé kopce obtékají. Uvedenou představu podporují také obr. 6 a 7, na kterých jsou znázorněny průměty trajektorií do vertikální roviny. Na obr. 6 a 7 jsou zobrazeny průměty stejných trajektorií jako na obr. 2 a 3. Trajektorie jsou však na obr. 6 a 7 zobrazeny tenkými čarami, tlustou čarou je znázorněn obrys průměrovaného terénu. Šedivým podtiskem je vyznačena oblast ležící pod úrovní průměrovaného terénu. Terén byl průměrován podél osy y v rozmezí 3 km. Interval průměrování terénu podél osy y byl určen krajními polohami testovacích částic na ose y v okamžiku jejich vypuštění (viz. obr. 2). Trajektorie vypouštěné ze vzdálenějších bodů se na obr. 7 začínají zvedat již v určité vzdálenosti před kopci. Když se částice na obr. 7 dostanou do místa, které odpovídá místu vypuštění částic na obr. 6, jsou všechny částice na obr. 7 téměř ve dvojnásobné výšce nad zemí, než částice vypouštěné na obr. 6. Poznamenejme, že částice vypouštěné na obr. 7 u severního okraje výpočetní oblasti se pohybují zpočátku k jihu a současně stoupají. Proto zdánlivě částice nevycházejí z jednoho bodu.

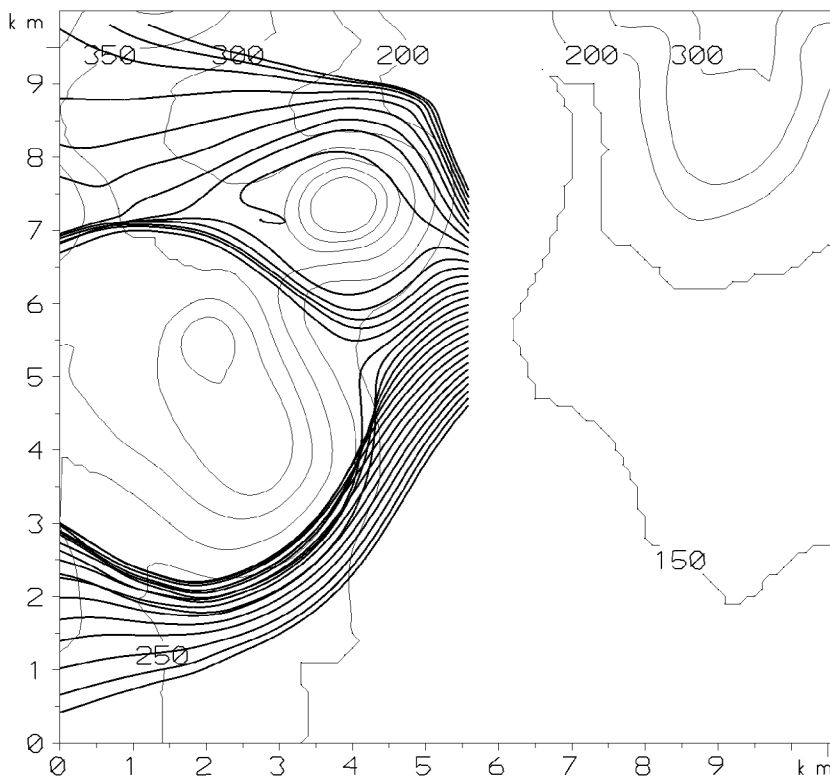
Na obr. 4 a 5 jsou zobrazeny horizontální průměty trajektorií částic, vypouštěných ve výšce 50 m nad zemským povrchem. Vzhled těchto obrázků je podobný obrázkům 2 a 3. S klesající výškou vypouštěných částic se pouze zvětšuje míra deformace trajektorií.

Na obr. 2 a 4 lze pozorovat, že některé vzduchové částice se v závětrří kopců dostávají do oblastí vírového proudění. Průměrná rychlost v takových oblastech však může klesat až téměř k nule. Proto tyto oblasti dále nazýváme „tíšinami“. V oblastech tíšin se částice mohou různě dlouhou dobu chaoticky pohybovat. Tomu odpovídá tvar trajektorie, kdy závětrří kopců může trajektorie vytvořit shluk vzájemně propletených čar. V takových shlucích pak mohou trajektorie končit.

Podobný jev lze běžně pozorovat např. při proudění vody v potocích, kdy v oblasti tíšin se často dlouhou dobu chaoticky pohybují různá smítka. Pokud je smítko konečných rozměrů, mohlo by při stacionárním natékajícím proudění uvíznout v tíšině navždy. Budeme-li však sledovat šíření plynné příměsi, bude vždy existovat nějaká difuzní výměna mezi oblastí tíšiny a okolní proudící kapalinou.

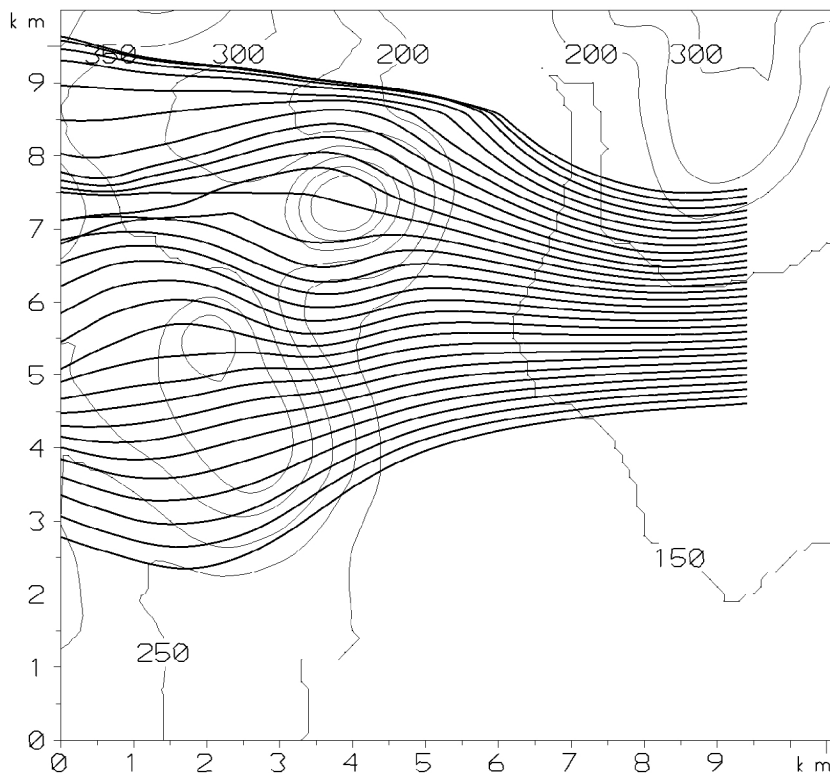
Na tomto místě bychom se měli podrobněji zmínit o algoritmu, pomocí kterého jsme počítali trajektorie. Model PIAPBLM poskytuje jak hodnotu střední rychlosti proudění, tak hodnotu turbulentní kinetické energie. Zobrazené trajektorie představují „střední trajektorie“, neboť byly spočteny pouze ze střední rychlosti proudění. Časové kroky při výpočtu trajektorií byly voleny takovým způsobem, aby částice během něho neurazila větší dráhu podél jednotlivých os, než odpovídá třetině prostorových kroků. Během tohoto časového kroku byla rychlost považována za konstantu, určenou interpolací ze spočteného pole proudění. Složky rychlosti jsme interpolovali lineárně, pouze horizontální složky rychlosti jsme podél vertikální osy v blízkosti zemského povrchu interpolovali logaritmicky. Výpočet každé trajektorie byl ukončen, když byla splněna alespoň jedna z následujících podmínek: částice se dostala zpět do výchozího bodu, částice opustila výpočetní oblast, doba pohybu částice (nebo počet časových kroků) přesáhla předem zadanou hodnotu. Poslední podmínka zabezpečuje ukončení výpočtu trajektorie, pokud se tato dostane do některé z oblastí tíšin.

Položme si nyní otázku, zda se částice může dostat ven z nějaké konkrétní tíšiny. Částice uvízlé v tíšinách na obr. 2 a 4 tyto tíšiny neopustily ani po více než jednom dni svého pohybu. Tyto částice se však pohybovaly pouze středním prouděním. Trajektorii jedné konkrétní částice (tak, jak bychom ji mohli pozorovat ve skutečném proudění vzduchu) bychom však získali pouze tehdy, kdybychom při výpočtu tra-



Obr. 4 Horizontální průměty trajektorií částic (silné čáry), vypouštěných v 50 m nad zemským povrchem bezprostředně před kopci. Částice se pohybují zprava doleva. Tenké čáry jsou vrstevnice zobrazené po 50 m.

Fig. 4. Horizontal projections of air parcels trajectories (thick lines) emitted at a height of 50 m above the Earth's surface directly before hills. The air parcels move from right to left. Thin lines are contour lines represented after 50 m.



Obr. 5 Horizontální průměty trajektorií částic (silné čáry), vypouštěných v 50 m nad zemským povrchem ve vzdálenosti 4 km před kopci. Částice se pohybují zprava doleva. Tenké čáry jsou vrstevnice zobrazené po 50 m.

Fig. 5. Horizontal projections of air parcels trajectories (thick lines) emitted at a height of 50 m above the Earth's surface at a distance of 4 km before hills. The air parcels move from right to left. Thin lines are contour lines represented after 50 m.

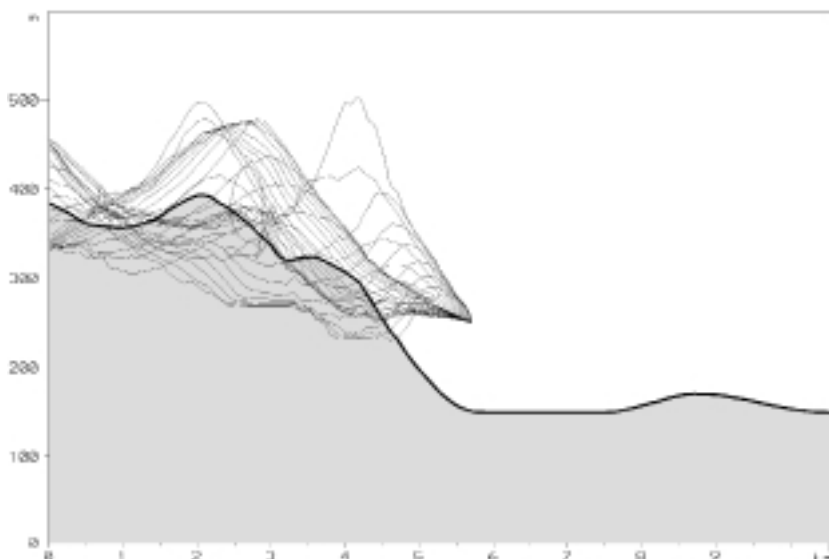
trajektorie částice místo střední rychlosti použili následující vzorec pro výpočet její okamžité rychlosti

$$\vec{u}_O = \vec{u} + \vec{u}_N, \quad (1)$$

kde \vec{u} je střední rychlost proudění a \vec{u}_N je náhodná složka rychlosti, kterou lze určit na základě znalosti turbulentní kine-

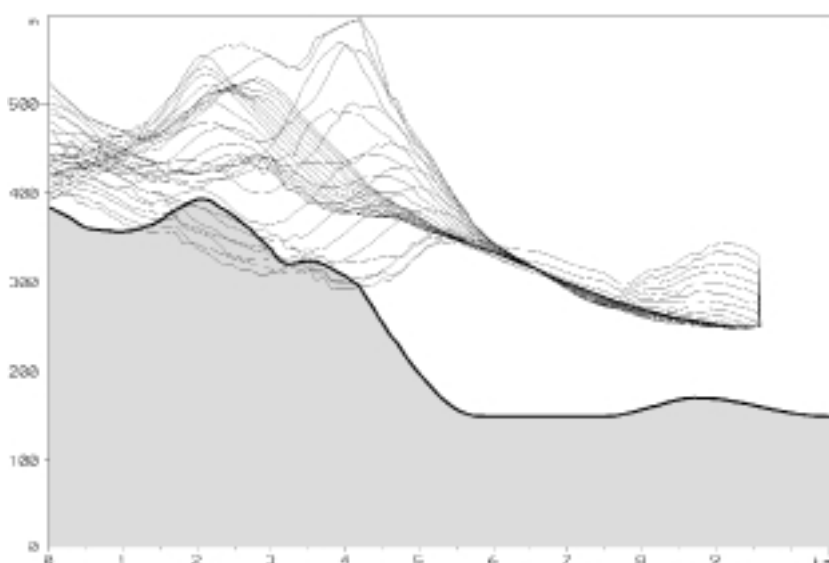
tické energie a charakteristického rozměru turbulentních vírů. Když se částice, pohybující se s okamžitou rychlostí podle vzorce (1), dostane do tišiny, může uvíznutá částice po určité době tišinu opustit.

Hypotézami pro výpočet náhodné složky \vec{u}_N se zde nebudeme zabývat, neboť tato problematika patří spíše do oblasti



Obr. 6 Vertikální průměty trajektorií částic, vypouštěných ve 100 m nad zemským povrchem bezprostředně před kopci. Částice se pohybují zprava doleva. Šedivým podtiskem jsou zobrazeny body ležící pod křivkou průměrného zemského povrchu, průměrovaného napříč proudem.

Fig. 6. Vertical projections of air parcels trajectories emitted at a height of 100 m above the Earth's surface directly before hills. The air parcels move from right to left. Points laying under the curve of an average surface of the Earth averaged across the flow are represented with a grey tint.



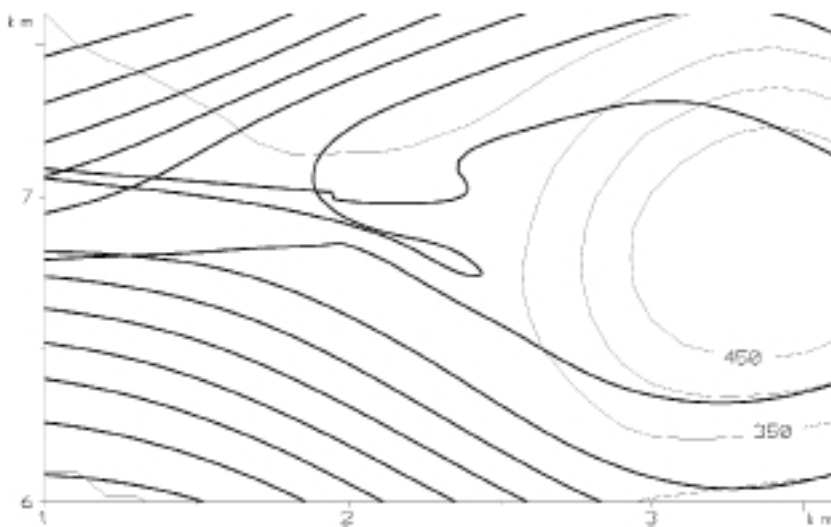
Obr. 7 Vertikální průměty trajektorií částic, vypouštěných ve 100 m nad zemským povrchem ve vzdálenosti 4 km před kopci. Částice se pohybují zprava doleva. Šedivým podtiskem jsou zobrazeny body ležící pod křivkou průměrného zemského povrchu, průměrovaného napříč proudem.

Fig. 7. Vertical projections of air parcels trajectories emitted at a height of 100 m above the Earth's surface at a distance of 4 km before hills. The air parcels move from right to left. Points laying under the curve of an average surface of the Earth averaged across the flow are represented with a grey tint.

stochastických lagrangeovských modelů pro výpočet znečištění atmosféry [5, 6] a přitom existuje jiný, účinnější mechanismus, s pomocí kterého se může uvíznutá částice dostat z tišiny ven. Při numerickém výpočtu proudění pomocí modelu PIAPBLM dochází v závětrí kopců k zajímavému úkazu. Zatímco v jiných částech výpočetní oblasti je proudění již téměř stacionární, v bezprostředním závětrí kopců nebývá často stacionarity vůbec dosaženo. Domníváme se, že tyto oblasti se slabým prouděním a zároveň s velkými příčnými gradienty rychlosti jsou vhodné pro zvláštní typ numerických simulací, které bývají často označovány jako „modelování velkých vírů“. Pro takové simulace velkých vírů bývá typické, že modelované velké víry vykazují určité náhodné rysy. Složky vektoru rychlosti však samozřejmě nepředstavují klasické nezávislé náhodné veličiny, neboť pole rychlosti musí vyhovovat rovnicím pohybu. Každý současný hydrodynamický model má pouze omezenou rozlišovací schopnost. Pohyby menších rozměrů, které již model není schopen popsat, se obvykle nějak parametrizují. Pokud je model kvalitní, měl by správně popisovat časoprostorovou strukturu pohybů, jejichž charakteristické rozměry spadají do určitého rozmezí, a měl by být tudíž použitelný i pro modelování velkých vírů. V ně-

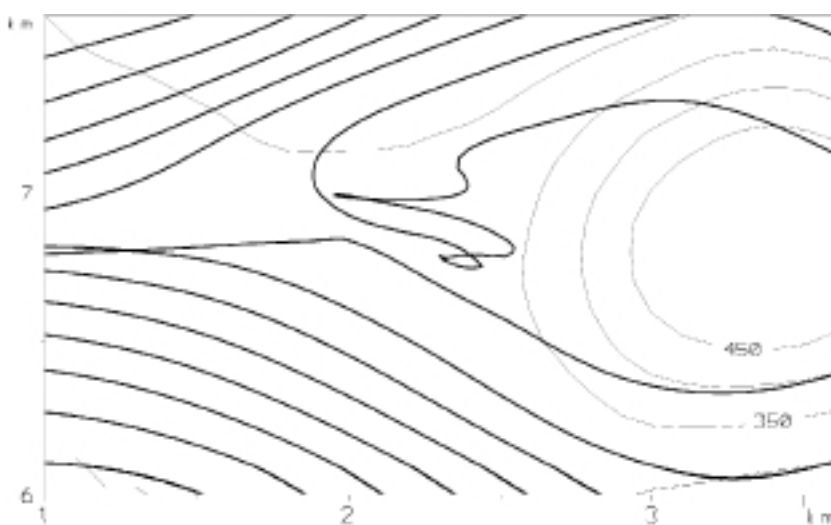
kterých případech by však měl být přidán nějaký budící mechanismus, neboť podsíťové procesy mohou vyvolat vznik velkých vírů a přitom nejsou explicitně obsaženy v modelovém řešení.

Z výše uvedeného vyplývá, že namísto „stacionárního proudění“ by se při výpočtu trajektorií mělo používat pole proudění časově proměnlivé i v případě stacionárního natékačického proudění. Konkrétní postup by mohl vypadat následovně: Modelem PIAPBLM spočteme nejprve např. 300 časových kroků. Těchto prvních 300 časových kroků je nutných pro přizpůsobení nevhodně zadaných počátečních polí obtékanému zemskému reliéfu. Nemáme totiž žádnou jinou možnost, jak získat přesnější zadání počátečních podmínek. Po prvních 300 časových krocích bude proudění na většině modelovaného území prakticky stacionární. V tomto okamžiku vypustíme částice pro sledování trajektorií. Při výpočtu trajektorií však budeme používat rychlost počítanou stále v nových časových krocích, aby tak skutečný čas pohybující se částice odpovídal času použitého pole proudění. To ovšem znamená, že skutečný čas simulace musí být větší než bude skutečná doba sledování pohybu částic. Tím ovšem značně naroste potřebný výpočetní čas. Kromě toho je nemyslitelné



Obr. 8 Horizontální průměty trajektorií vypouštěných ztěchže bodů jako na obr. 2. Trajektorie jsou zobrazeny jen ve výřezu výpočetní oblasti. Trajektorie (silné čáry) jsou počítány z nestacionárního pole proudění. Částice se pohybují zprava doleva. Tenké čáry jsou vrstevnice zobrazené po 50 m.

Fig. 8. Horizontal projections of trajectories emitted from the same points as in Fig. 2. Trajectories are represented only in acut of the area under calculation. Trajectories (thick lines) are calculated from anon-stationary flow field.. The air parcels move from right to left. Thin lines are contour lines represented after 50 m.



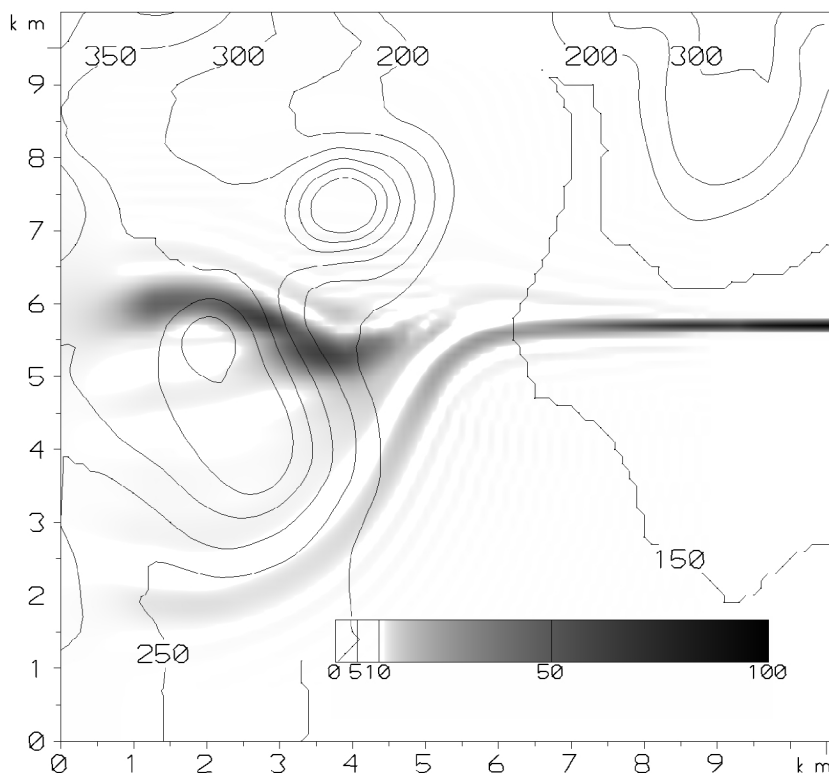
Obr. 9 Horizontální průměty trajektorií vypouštěných ztěchže bodů jako na obr. 2. Trajektorie jsou zobrazeny jen ve výřezu výpočetní oblasti. Trajektorie (silné čáry) jsou počítány z téhož stacionárního pole proudění, jako na obr. 2. Částice se pohybují zprava doleva. Tenké čáry jsou vrstevnice zobrazené po 50 m.

Fig. 9. Horizontal projections of trajectories emitted from the same points as in Fig. 2. Trajectories are represented only in acut of the area under calculation. Trajectories (thick lines) are calculated from the same stationary flow field as in Fig. 2. The air parcels move from right to left. Thin lines are contour lines represented after 50 m.

uchovávat tak velký objem dat o proudění vzduchu, aby bylo možné dodatečně rychle provádět i jiné varianty výpočtu trajektorií. Existuje však iměně náročná varianta výpočtu. Údaje o modelovaných velkých vírech můžeme totiž používat pouze tehdy, když částice spadne do nějaké tíšiny. V takovém případě nám bude stačit jedno třírozměrné stacionární pole a dále v každé z tíšin budeme potřebovat časově proměnné pole proudění. Doba, po kterou budou muset být tato pole k dispozici, nebude zdaleka tak dlouhá, neboť tato pole budou používána jen potud, pokud se částice nedostane ven z tíšiny.

Obraťme se nyní na otázky spojené s interpretací spočtených diskretních modelových hodnot. Tyto otázky jsou důležité nejen při interpretaci spočtených výsledků, ale také již při samotné formulaci řešených problémů. Předpokládejme, že známe hodnoty nějaké veličiny jen vsiti diskretních uzlových bodů. Pak jsou dvě možnosti, jak tyto hodnoty interpretovat. Buď jako hodnoty průměrů (prostorových, časových), nebo jako okamžité hodnoty veličin v těchto uzlových bodech. Interpretovat údaje v uzlových bodech jako okamžité hodnoty však není vhodné. Pro okamžitou hodnotu je totiž charakteristické to, že se může výrazně lišit od svého nejbližšího okolí (v čase nebo prostoru). Jaký by však mělo smysl tvrdit, že známe okamžitou hodnotu vnějakém bodě, když nic nevíme o jeho nejbližším okolí? Taková definice hodnoty v uzlo-

vém bodě by byla čistě formální anedala by se efektivně využít při aproximaci pohybových rovnic. Hodnoty v uzlových bodech tedy interpretujeme jako průměrné hodnoty, počítané přes odpovídající kroky na časové i prostorových osách. Vztah mezi časovým a prostorovými kroky se při numerickém řešení nejčastěji určuje podmínkou Couranta-Fridricha-Leviho (C-F-L), která reprezentuje potřebné podmínky pro zabezpečení numerické stability většiny výpočetních schémat. Při interpretaci měření vmezni vrstvě atmosféry se často používá tak zvaná hypotéza o „zamrznání“. Podle ní se jednotlivé turbulentní poruchy (v určitém okamžiku náhodně rozložené v prostoru) pohybují střední rychlostí přes fixovaný bod, aniž dochází k jejich individuálním (lagrangeovským) časovým změnám. Hypotéza „zamrznání“ tak umožňuje nahradit měření v jednom okamžiku v řadě bodů rozložených v prostoru měřením v jednom bodě, realizovaném však vřadě časových okamžiků. Pomocí hypotézy zamrznání můžeme tedy obtížně měřitelné prostorové průměry někdy nahradit měřeními časovými průměry. Hypotézu zamrznání však můžeme použít pouze tehdy, je-li střední rychlost proudění dostatečně velká oproti turbulentním složkám. Tato podmínka nebývá splněna v oblasti tíšin. Podobná situace se vyskytuje i při volbě kroků při numerickém řešení. Je-li střední rychlost proudění malá, nemusí být C-F-L dostatečnou podmínkou pro úspěšné mode-



Obr. 10 Pole relativní koncentrace znečištění ve výšce 5 m nad zemským povrchem. Hodnoty ve stupnici šedi jsou uvedeny v % maximální koncentrace, dosažené v 5 m nad terénem v celé výpočetní oblasti.

Fig. 10. The field of relative air pollution concentration at a height of 5 m above the Earth's surface. Values at a scale of grey are given in per cents of maximum concentration reached at a height of 5 m above the terrain in the whole area under calculation.

lování velkých vírů. Toto je nutné dodržovat zvláště tehdy, pokud budeme řešit např. jen proudění v jedné ztištině na omezené oblasti, s okrajovými podmínkami převzatými z modelu s většími kroky. Výše uvedené skutečnosti je třeba mít na paměti především při porovnávání modelových výpočtů s naměřenými hodnotami.

Velké víry vypočtené modelem PIAPBLM jsme použili v oblasti tišiny na obr. 2 následujícím způsobem: modelem PIAPBLM jsme spočítali 400 časových kroků. Po prvních 300 časových krocích bylo řešení na převážné části výpočetní oblasti prohlášeno za „stacionární“. Dalších 100 časových kroků interpretujeme jako čas použitý pro modelování velkých vírů. Trajektorii konkrétní vzduchové částice jsme potom počítali pomocí střední „stacionární“ rychlosti do té doby, dokud její rychlost nepoklesla pod 0,1 m/s. Pak jsme místo „stacionární“ rychlosti začali používat časově proměnné pole proudění, které odpovídalo oněm posledním 100 časovým krokům. Takto spočtené trajektorie jsou uvedeny na obr. 8. Na tomto obrázku je znázorněn pouze malý výřez výpočetní oblasti tak, aby byly dobře vidět detaily trajektorií. Umístění tohoto výřezu v rámci celé výpočetní oblasti je na obr. 2 vyznačeno obdélníkem znázorněným silnou čarou. Z obr. 8 je jasně vidět, že všechny částice nakonec oblast tišiny opustily (počet čar u pravého okraje obrázku se rovná počtu čar u levého okraje obrázku). Dvě částice, které se na obr. 8 dostaly do tišiny, zůstaly v ní jen 652 a 192 vteřin. Obr. 9 je zcela analogický k obr. 8, pouze jsou na něm v detailu zobrazeny původní trajektorie z obr. 2, kdy dvě částice, pohybující se po sousedních trajektoriích, uvízly v tišině. Poznamenejme, že modelování velkých vírů v oblasti tišiny je teprve v začátku avyžaduje další podrobné studium. Při tomto studiu je nutné postupovat velice opatrně od modelování nejjednodušších případů k situacím složitějším. Jinak totiž nebudeme moci zaručit, aby pozorovaná náhodnost vycházela z fyzikální podstaty úlohy a nikoliv z použitých numeric-

kých algoritů. Pro tyto účely se v ÚFA AV ČR vyvíjejí speciální modely.

3. ŠÍŘENÍ PASIVNÍ PŘÍMĚSI V MEZNÍ VRSTVĚ ATMOSFÉRY

Po zhlédnutí obr. 2 a obr. 3 by se na první pohled mohlo zdát, že s výjimkou úplně nejbližších zdrojů by bylo možné používat jednoduché gaussovské modely pro výpočet atmosférického znečištění i ve velmi členitém terénu. Vždyť přece nejdůležitější zdroje znečištění mívají obvykle efektivní výšku větší než 100 m a přitom podle obrázku jsou horizontální průměty trajektorií již velmi málo deformovány obtékanými kopci, pokud jsou částice vypouštěny ve výšce 100 m nad zemským povrchem ve vzdálenosti alespoň 4 km od kopců. Není tomu ale tak, neboť znečištění atmosféry je v blízkosti zemského povrchu přenášeno rychlostí, která je velmi značně deformována orografií. Navíc kvůli nepropustnosti zemského povrchu, od určité vzdálenosti od zdroje vykazuje vertikální profil znečištění maximální hodnotu koncentrací u zemského povrchu. Tedy proudění v bezprostřední blízkosti zemského povrchu se významnou měrou podílí na výsledném rozložení koncentrací škodlivin v zemské atmosféře. Tuto skutečnost budeme demonstrovat následujícím modelovým výpočtem.

Není nám znám univerzální algoritmus, který by byl vhodný pro řešení všech úloh, vyskytujících se v oblasti čistoty ovzduší. Při řešení složitějších úloh bude nutné asi vždy využívat kombinaci několika různých metod. Jednoduché gaussovské modely nejsou vhodné pro příliš nehomogenní proudění, zato vzhledem ke své jednoduchosti umožňují rychlý výpočet rozsáhlých statistik. Kromě toho lze velmi jednoduše nastavit parametry těchto vzorců tak, aby výpočty co nejlépe odpovídaly testovacímu měření. Proto jsou tyto vzorce stále velmi populární. Řešení pomocí přesnějších hydrodynamických modelů vyžaduje daleko větší náklady, a navíc se jejich výsledky hůře přizpůsobují naměřeným hodnotám.

Zlepšení souhlasu s měřeními totiž nelze zodpovědně dosáhnout jednoduchým nastavením empirické konstanty, nýbrž je třeba lépe pochopit, popsat a vypočítat modelované procesy. Účelem tohoto článku není podat kritický přehled výpočetních metod, proto přejdeme ke stručnému popisu konkrétní simulace.

Fiktivní stacionární komín jsme umístili vně výpočetní oblasti (viz. obr. 1), 2 100 m proti proudu od kraje výpočetní oblasti. Efektivní výšku vlečky jsme zvolili 100 m. Protože vzduch natéká z roviny, je možné pro počáteční fázi šíření vlečky využít známý vzorec, popisující Gaussův rozptyl od zdroje umístěného v bodě $x = y = 0$, $z = H$, ve výšce H nad zemským povrchem

$$q = \frac{Q}{2 \sqrt{y} \sqrt{z} U} \exp \left[-\frac{y^2}{2 \sqrt{y} \sqrt{z}} \right] \exp \left[-\frac{(z-H)^2}{2 \sqrt{y} \sqrt{z}} \right] + \exp \left[-\frac{(z+H)^2}{2 \sqrt{y} \sqrt{z}} \right], \quad (2)$$

kde Q je intenzita stacionárního zdroje, U je konstantní rychlost proudění, \sqrt{y} , \sqrt{z} jsou směrodatné odchylky. Vzhledem k tomu, že vzorec (2) používáme jen v počáteční fázi šíření vlečky tak, aby se vlečka rozptýlila jen v rozsahu několika kroků sítě, můžeme přijmout předpoklad konstantního koeficientu turbulentní výměny. Pak můžeme podle [1] použít následující jednoduché vztahy pro výpočet směrodatných odchylek ve vzorci (2):

$$\sqrt{y} = 2K_y \frac{x}{U}, \quad \sqrt{z} = 2K_z \frac{x}{U}.$$

Hodnoty horizontální a vertikální složky koeficientu turbulentní výměny K_y , K_z v natékajícím homogenním proudění jsme určili modelem PIAPBLM. Gaussův model se používal i po vstupu vlečky do výpočetní oblasti při výpočtu prvních 1 800 m vlečky. Teprve potom, když již byla vlečka dostatečně široká, byl aplikován standardní kvazi-lagrangeovský model. Poznamenejme, že kvůli tomu musel být použit jemnější vertikální krok, než při výpočtu proudění pomocí modelu PIAPBLM. Při výpočtu šíření vlečky bylo použito 30 konstantních vertikálních kroků o velikosti 50 m. Údaje o proudění (včetně turbulentních charakteristik) byly interpolovány do jemnější sítě z polí spočtených modelem PIAPBLM. Vnější obrysy výpočetní oblasti zůstaly v horizontále zachovány, ve vertikále jsme horní hranici výpočetní oblasti snížili na 1 500 m. Základní časový krok splňoval podmínku C-F-L. Při výpočtu hodnoty koncentrace znečištění v nějakém uzlovém bodě (i, j) na konci nového časového kroku jsme nejprve spočetli trajektorii částice proti proudu, tj. počátek pohybu pomocné částice jsme umístili do uzlového bodu (i, j) a použili jsme rychlost s opačným znaménkem. Výpočet trajektorie proti proudu byl prováděn ve třech krocích, neboť byl používán menší, třetinový časový krok oproti základnímu časovému kroku. V rozsahu tohoto zmenšeného časového kroku byla rychlost částice považována za konstantu. Po zjištění výchozí polohy částice byla koncentrace znečištění v tomto místě určována třemi po sobě následujícími jednorozměrnými interpolacemi pomocí kubických splinů. Tato interpolovaná hodnota byla přenesena do uzlového bodu (i, j) . Následoval výpočet difuze, která byla aproximována po sobě následujícími třemi jednorozměrnými difuzemi ve směru jednotlivých

souřadnicových os. Poznamenejme, že v obecném případě, kdy řada zdrojů znečištění leží uvnitř výpočetní oblasti, musíme navíc řešit řadu netriviálních problémů, spojených s rozumným přechodem od části vlečky aproximované vzorečkem k části řešené jiným numerickým algoritmem.

Výsledek numerické simulace je uveden na obr. 10. Na tomto obrázku jsou znázorněny spočtené relativní hodnoty koncentrace příměsi v 5 m nad zemským povrchem $Q_R(x, y)$ rovné $Q(x, y)/Q_{\max}$, kde Q_{\max} je maximální hodnota koncentrace v 5 m nad zemským povrchem. Při grafickém znázornění je použito 256 stupňů šedi. Součástí obrázku je použitá stupnice šedi. Abychom zlepšili rozlišovací schopnost pro malé hodnoty koncentrací, není stupnice šedi (0 – 255 stupňů) lineární. Požadované nelinearity stupnice šedi bylo dosaženo zobrazením pomocné veličiny $(Q_R)^{0.5}$ pomocí lineární stupnice šedi. Na obr. 10 je nápadné přerušení vlečky těsně před kopci. Tento jev můžeme vysvětlit následujícím způsobem. Vlečka se v blízkosti zemského povrchu těsně před kopci stáčí k jih (viz. také obr. 4). Ve větších výškách se však příměs dále pohybuje k západu. Vzhledem k zvětšené rychlosti a turbulenci se tato zvednutá vlečka opět velmi rychle rozšiřuje směrem dolů až k zemskému povrchu, což vede k zesílení přízemní koncentrace příměsi.

4. ZÁVĚR

Numerické simulace potvrdily očekávanou skutečnost, že přítomnost kopců může významným způsobem ovlivnit přízemní koncentraci atmosférického znečištění.

Ukázalo se, že v závětrí kopců často vznikají tišiny, tj. oblasti s velmi malou průměrnou rychlostí větru. V těchto tišinách však proudění asi zdaleka nebude mít stacionární charakter ani při dokonale stacionárním natékajícím proudění. Znalost skutečné míry nestacionarity těchto tišin má velký význam pro chování znečištění, které se nějakým způsobem do těchto tišin dostalo. Užitečným prostředkem pro řešení podobných úloh jsou numerické simulace velkých vírů.

Poděkování:

Tato práce vznikla za přispění Grantové agentury AV ČR (granty č. A342108 a A3042602)

Literatura:

- [1] Monin, A.S. – Jaglom, A.M.: Statističeskaja gidromechanika. Časť I. Moskva, Nauka 1965.
- [2] Řezáčová, D. – Sokol, Z. – Bednář, J.: Vliv vleček zchladičích věží ECHVA na šíření atmosférických příměsí. [Závěrečná zpráva.] Praha, ÚFA AV ČR 1996.
- [3] Svoboda, J.: Numerical modelling of the atmospheric boundary layer over a hilly landscape. Stud. Geoph. Geod., 34, 1990, s. 167-184.
- [4] Svoboda, J. – Štekl, J.: Mesoscale modelling of a flow modification caused by orography. Meteorol. Zeitsch., N.F.3, 1994, s. 233-241.
- [5] Vyhmalíková, J.: Application of a Lagrangian stochastic model OLORIN to dispersion in NW Bohemia. In: Transport and Transformation of Pollutants in the Troposphere (Proceedings of EUROTRAC Symposium '94). Den Haag, SPB Academic Publishing 1994, s. 879-882.
- [6] Vyhmalíková, J. – Sedlák, P.: Modelling dispersion in NW Bohemia. In: Proceedings of EECWE 94, Warsaw 4-8 July 1994, Part 2, Vol. 1, s. 221-226.

Lektor prof. RNDr. J. Bednář, CSc., rukopis odevzdán v dubnu 1997.

K PROBLÉMU PŘEDPOVĚDITELNOSTI POČASÍ

On the weather predictability problem. A matter of fundamental importance to atmospheric science is discussed. The assignment is the determination of the extent to which the atmosphere is predictable. Two different methods for investigating the atmospheric predictability is exploited. The traditional approach compares solutions of numerical weather prediction model with a slightly different initial conditions. The novel approach is based on a technique developed from deterministic chaos theory. The sources of limitation to forecast accuracy are discussed and results of non-linear analysis of meteorological time series are presented. Usefulness of climate prediction is briefly mentioned.

KLÍČOVÁ SLOVA: modely atmosféry prognostické – metody numerické – úspěšnost předpovědi

1. ÚVOD

Padesátá a šedesátá léta byla obdobím nereálného optimismu, pokud jde o možnosti numerické předpovědi počasí. Mezi veřejností a někdy i mezi samotnými meteorology vyvstala naděje, že díky stále výkonnějším počítačům budeme moci předpovídat počasí na dostatečně dlouhou dobu dopředu, adokonce, že budeme schopni počasí vhodně modifikovat a kontrolovat [9]. Tyto názory byly rovněž podporovány úspěšným vývojem v oblasti umělých družic.

Intelektuálním otcem zmíněného optimismu byl americký matematik maďarského původu John von Neumann, který správně rozpoznal, že předpověď počasí je úkol vhodný pro počítač. Von Neumann se v druhé polovině čtyřicátých let v Ústavu pro pokročilá studia v Princetonu obklopil skupinou meteorologů, jako byli Charney, Rossby či Wexler [7, 19], se zřejmým úmyslem využít počítač při předpovědi počasí. Vznik zmíněné skupiny kolem von Neumanna znamenal zásadní zlom v oblasti předpovídání počasí. Jejich snažení bylo korunováno úspěchem v roce 1949 [6], kdy se jim podařilo, na prvním elektronickém počítači ENIAC, předpovědět výšky izobarické hladiny 500 hPa pomocí barotropního modelu atmosféry.

Von Neumann rozdělil procesy v atmosféře do tří kategorií [19]. Do první patří ty jevy, jejichž vývoj je závislý na počátečních podmínkách a lze je tedy předpovědět jen na velmi krátkou dobu dopředu. Jejich opakem jsou procesy, které jsou na počátečních podmínkách nezávislé a při jejichž předpovědi je vhodné soustředit se na zvláštnosti všeobecné cirkulace atmosféry. Mezi těmito extrémními případy leží ještě skupina procesů, u kterých nelze dost dobře předpovědět, v co se počáteční podmínky vyvinou, jsme-li od nich dostatečně vzdáleni. V souvislosti s tím rozčlenil předpověď počasí na krátkodobou, střednědobou a dlouhodobou. Není tedy pravdou, jak se někdy mylně uvádí, že si von Neumann myslel, že pro předpověď počasí na libovolně dlouhý interval dopředu postačí po tuto dobu modelové rovnice integrovat. Přesto však byl větším optimistou, než zatím ukazuje naše zkušenost, neboť hranici mezi krátkodobou a střednědobou předpovědí situoval do 30 dnů [19].

2. NUMERICKÉ PŘEDPOVĚDNÍ MODELY POČASÍ

První experimentální počítačová předpověď počasí byla publikována v roce 1950 [6]. Provozní numerické předpovědi počasí jsou prováděny od roku 1955 ve Spojených státech amerických.

Připomeňme, že prakticky všechny numerické předpovědní modely jsou založeny na řešení následující soustavy základních (primitivních) rovnic:

pohybových rovnic

$$\frac{d\vec{v}}{dt} + (\vec{v} \cdot \nabla) \vec{v} + 2\vec{\omega} \times \vec{v} = -\frac{1}{\rho} \nabla p + \vec{g} + \vec{F},$$

první hlavní věty termodynamické

$$c_p \frac{dT}{dt} - \frac{1}{\rho} \frac{dp}{dt} = Q,$$

rovnice kontinuity

$$\frac{d\rho}{dt} + \nabla \cdot (\rho \vec{v}) = 0,$$

stavové rovnice

$$p = RT$$

a rovnice bilance vodní páry

$$\frac{dw}{dt} = s(w) + D,$$

kde \vec{v} je vektor rychlosti proudění vzduchu, $\vec{\omega}$ je vektor úhlové rychlosti rotace Země, ρ je hustota vzduchu, \vec{g} je vektor tíhového zrychlení Země, p je tlak, t je čas, \vec{F} je vektor síly tření, T je teplota vzduchu, c_p je měrné teplo vzduchu při stálém tlaku, Q představuje zdroj či propad tepla připadající na jednotku hmoty vzduchu, R je měrná plynová konstanta vzduchu, w je měrná vlhkost vzduchu, $s(w)$ reprezentuje zdroje či propady vodní páry v atmosféře a D představuje turbulentní a molekulární difuzi vodní páry.

Na tomto místě považujeme za nutné čtenáře upozornit, že rovnice bilance vodní páry bývá v české meteorologické literatuře tradičně označována jako rovnice kontinuity vodní páry. Podobně jako rovnici bilance vodní páry lze v případě potřeby uvažovat i rovnice bilance různých příměsí v atmosféře, např. O_3 , CO_2 , atd. K uvedeným rovnicím dále přistupují parametrizace těch procesů v atmosféře, které jsou menšího prostorového i časového měřítko, než je rozlišení modelu; typicky se parametrizují síly tření, turbulentní výměna tepla, hybnosti či vodní páry, průchod slunečního záření atmosférou apod. Podrobnější informace o numerických předpovědních modelech počasí čtenář získá ze série článků M. Bařky [1, 2, 3, 4].

Praktická zkušenost meteorologů ukazuje, že uvedená soustava rovnic vykazuje citlivou závislost na volbě počátečních podmínek. Znamená to, že když zadáme do modelu vycházejícího z uvedených rovnic jen mírně pozměněná vstupní data, můžeme dostat zcela odlišné předpovědi počasí.

Existují však také meteorologické situace, které se vyznačují zvýšenou prediktabilitou, tzn. že předpovězený charakter počasí se vzájemně podstatně neliší ani při úmyslném zavedení „chyb“ do počátečních dat.

3. NĚKTERÉ ZDROJE CHYB V NUMERICKÝCH PŘEDPovědních MODELECH POČASÍ

Jaké jsou zdroje chyb zavedené do počátečních podmínek ještě předtím, než začneme rovnice numericky integrovat? Chyby pochopitelně vznikají již při samotném měření meteorologických veličin na meteorologických stanicích, a to díky konečné přesnosti měřících přístrojů.

Další chyby se objevují díky objektivní analýze. Meteorologické stanice jsou po zemské kuli rozmístěny nerovnoměrně, kdežto modely jsou počítány na pravidelné síti uzlových bodů. Převodu hodnot z nepravidelné na pravidelnou síť prostřednictvím vhodných interpolačních a statistických metod se říká objektivní analýza. Dnes se nejčastěji provádí asimilací dat [5].

Další úpravu vstupních dat představuje inicializace předpovědních modelů. Jedná se o souhrnný název pro metody úpravy meteorologických dat již po objektivní analýze tak, aby se mohly stát výchozími údaji při časové integraci modelových rovnic. Modelové rovnice totiž kromě pomalu se pohybujících poruch obsahují i rychlé gravitační a inerční vlny, a kdybychom za vedli do modelových rovnic hodnoty přímo po objektivní analýze bez inicializace, tak by při integraci došlo ke generování falešných gravitačních a inerčních vln s velkou amplitudou, které by předpověď znehodnotily. Není sporu o tom, že správně provedená inicializace je nutnou podmínkou pro zdárnou předpověď. Ovšem názor na to, vnášeli-li inicializace do modelu „chybu“ ve smyslu odchylky od skutečných hodnot meteorologických prvků, které bychom získali v případě, že bychom opravdu prováděli měření v uzlových bodech (integrační) síti, se liší. Zastáváme stanovisko, že inicializací je do modelu opravdu chyba, ve smyslu výše uvedeném, vnesena. Stejněho mínění je Smagorinsky [19], odlišný názor je vyjádřen v [5].

Kromě tří uvedených zdrojů chyb, které jsou „okamžité“, objevují se další nepřesnosti, které však působí nepetržitě. Patří mezi ně zaokrouhlovací chyby počítače. Dále pak nedostatky v matematické formulaci modelů, tzn. chyby v důsledku jen přibližného charakteru numerických integračních schémat. K tomu přistupují ještě nedostatky ve fyzikální formulaci modelů, tedy v parametrizacích. Navíc je nutné zdůraznit, že některým jevům odehrávajícím se v atmosféře zatím ještě dostatečně nerozumíme nebo je neumíme matematicky popsat.

Pro ilustraci uveďme údaje shrnuté v [1] týkající se modelu s diferenční aproximací a horizontálním prostorovým krokem přibližně 380 km. Podle nich připadá 48 % celkové chyby při integraci modelu na dva dni dopředu na chybu numerické metody, 34 % na fyzikální formulaci modelu a 18 % na chybu způsobenou nepřesností počátečních dat. Při přechodu na jemnější síť a užitím spektrálních metod lze očekávat redukcí chyby numerické metody a růst chyby připadající na počáteční data, zejména na objektivní analýzu [5].

4. RŮST CHYB V MODELECH ATMOSFÉRY

Experimenty týkající se růstu chyb v numerických předpovědních modelech jsou prováděny již od šedesátých let. Jednotlivé skupiny autorů pochopitelně udávají poněkud odlišné kvantitativní výsledky. To je způsobeno odlišným rozlišením jednotlivých modelů a mírou věrnosti, s jakou posti-

hují procesy v atmosféře. V následující části stručně shrneme některé charakteristické výsledky.

Je-li počáteční chyba volena dostatečně malá, v poli teploty menší než 0,5 °C, můžeme ji považovat za lineární perturbaci superponovanou na základní stav atmosféry a popsat tedy v rámci linearizovaných rovnic. Zavedeme-li takovouto malou chybu jen např. do teplotního pole, rozvíjí se během zhruba prvního modelového dne přechodné stadium, během kterého se velikost chyby zmenšuje. Podle [19] se směrodatná odchylka průměrovaná přes celou atmosféru snížila během prvního dne z 0,5 °C na 0,2 °C. To je patrně způsobeno kvazigeostrofickým přizpůsobením mezi polem větru a polem tlakovým, kdy počáteční pokles chyby v teplotním poli představuje transformaci potenciální energie perturbací v kinetickou energii perturbací [7].

Po tomto přechodném stadiu nastává etapa přibližně exponenciálního růstu chyb trvající zhruba týden [19]. Poté se chyby zvětší natolik, že není možné opominout nelineární efekty; rychlost zvětšování chyby se zpomaluje.

Je-li počáteční chyba volena dostatečně velká, v teplotním poli přibližně větší než 2 °C [7], je téměř ihned vržena do nelineárního stadia; její okamžitá velikost osciluje a její průměrná hodnota se pozvolna zvětšuje. Lze očekávat, že v případě dostatečně dlouhé integrace by se i tento pozvolný růst zastavil, neboť se nelze domnívat, že by chyba byla v průměru větší než představuje rozdíl mezi dvěma náhodně vybranými stavy atmosféry [5, 7].

Dále se ukazuje [19], že ztráta prediktability je největší ve spodních hladinách atmosféry, ovšem až po uplynutí přibližně jednoho týdne, tedy doby, kdy se chyby dostávají do nelineárního stadia.

Zajímavým zjištěním je, že zhruba exponenciální růst velikosti chyby je nezávislý na jejím počátečním charakteru, alespoň pokud jde o tři zkoumané způsoby jejího generování [7]; chyba ve formě vlny $T \sin \theta \cos \theta$, nahodilá chyba vynásobená $\cos \theta$ či chyba lokalizovaná do oblastí středních zeměpisných šířek Tichého oceánu.

Obrátíme-li pozornost na kvantitativní vyjádření rychlosti růstu počátečních chyb v modelech atmosféry, zjistíme, že se čas zdvojnásobení chyby snížil z pěti dnů v polovině 60. let [7] na dva a půl dne na konci 60. let [19] až na přibližně dva dny v první polovině 80. let [13]. Pokles času zdvojnásobení chyby je tedy evidentní. To je ve zdánlivém rozporu s tím, co bude uvedeno v části 5, kde se zmiňujeme o pokroku v posouvání praktické meze prediktability. Znamená to snad, že novější modely jsou méně spolehlivé než ty starší? Nikoliv, jen reálněji popisují chování skutečné atmosféry.

Zjevná příčina zmíněného poklesu není zcela jasná [14]. Možné vysvětlení spočívá v tom, že stále výkonnější výpočetní technika umožňuje snižovat prostorový i časový krok v modelech a zároveň zavádět dokonalejší parametrizace. Novější modely pak věrněji popisují jevy jemnějších měřítek, které nebyly obsaženy, nebo byly popsány velmi nedokonale, ve starších modelech. Chyby v zachycení jevů jemnějšího měřítka se zvětšují rychleji než chyby v popisu jevů např. synoptického měřítka. Následně pak tyto nepřesnosti způsobují chyby ve větším měřítku, které pak sílí tak, jako by byly přítomny od počátku [12, 14]. Názorný příklad v tomto směru uvádí Lorenz [12, 14] na případě bouřky. Vzhledem k době jejího trvání (v Praze přibližně jedna hodina) bude nepřes-

* je zeměpisná délka, je zeměpisná šířka

nost v určení její intenzity zdvojnásobena během několika minut. Zároveň vytváří chyby v o něco větším měřítku; ty se pak také zvětšují, ovšem o něco pomaleji atd., až se zhruba po několika dnech chyby původně v měřítku oblaků druhu cumulus projeví v měřítku synoptickém.

5. MEZE PREDIKTABILITY

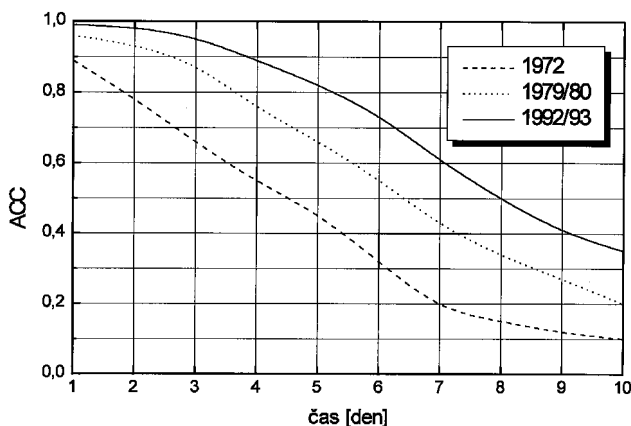
Jistě je tedy na místě otázka: „Za jak dlouhou dobu se uvedené chyby zvětší natolik, že se stanou neúnosné?“ Jinými slovy: „Na jak dlouhou dobu dopředu jsme schopni počasí předpovědět?“ Přitom nejde jen o akademickou otázku, neboť odpověď na ni má praktické dopady. Dokážeme-li se v provozní praxi dostatečně blízko přiblížit teoretické hranici prediktability, nebude třeba věnovat další úsilí na přesnější stanovení počátečních podmínek, vytváření realističtějších modelů atmosféry či konstruovat a kupovat výkonnější počítače. Dokonce hranice teoretické prediktability nemusíme zdaleka dosáhnout a můžeme si říci, že nám prostě zatím nestojí za to posunovat praktickou mez prediktability blíže k hranici teoretické. Jednoduše proto, že intelektuální a finanční náklady jsou příliš velké. Tato doba je nám však ještě příliš vzdálena.

Máme-li k dispozici numerický předpovědní model počasí, pak přirozeným způsobem jak odhadovat prediktabilitu je integrovat modelové rovnice několikrát, ovšem s poněkud pozměněnými počátečními podmínkami. *Teoretická mez prediktability* je pak dána dobou, za kterou se dvě integrace modelu začnou v průměru lišit ovíce než dva náhodně vybrané stavy atmosféry. Podobně *praktická mez prediktability* je určena dobou, kdy se předpovídaný a skutečný stav atmosféry začnou v průměru lišit ovíce než dva náhodně zvolené stavy atmosféry [7, 19].

V praxi se úspěšnost předpovědi počasí hodnotí mj. různými koeficienty, např. anomálním koeficientem korelace

$$ACC = \frac{(o - c)(f - c)}{\sqrt{(o - c)^2 + (f - c)^2}},$$

kde $\langle \dots \rangle$ značí prostorové průměrování, o je skutečně pozorovaná hodnota meteorologického prvku, f je jeho předpovídaná hodnota a c představuje klimatický normál. Předpověď



Obr.1 Vývoj praktické meze prediktability výšky hladiny 500 hPa pro severní polokouli. Převzato z [21].

Fig. 1 Development of practical predictability limitation of the 500hPa level for the Northern Hemisphere. Take over from [21].

je považována za neúspěšnou, klesne-li anomální koeficient korelace pod hodnotu 0,6.

Vývoj úspěšnosti předpovědi počasí, hodnocené prostřednictvím ACC, pomocí numerických předpovědních modelů během posledních přibližně dvaceti let je znázorněn na obrázku 1. Z uvedeného obrázku tedy vidíme, že se praktická mez prediktability výšky tlakové hladiny 500 hPa zvýšila ze zhruba 3,5 dne na počátku sedmdesátých let na 5,5 dne na přelomu sedmdesátých a osmdesátých let a na více než 7 dní v první polovině devadesátých let. Další zlepšení lze očekávat v souvislosti s pokrokem v oblasti asimilace dat [5]. Teoretická mez prediktability je v současnosti kladena do období 3 až 4 týdnů [8, 21].

6. PŘÍSTUP K PREDIKTABILITĚ POMOCÍ TEORIE DETERMINISTICKÉHO CHAOSU

Jinou možností jak odhadovat prediktabilitu atmosférických procesů představují některé postupy vycházející z teorie deterministického chaosu a nelineární analýzy časových řad. Konkrétně jde o výpočet Kolmogorovy entropie, která udává průměrnou rychlost ztráty informace o chování studovaného systému.

Její odhad je možný buď prostřednictvím výpočtu Ljapunovových exponentů, nebo korelačních integrálů. Na MFF UK jsme se zabývali druhým případem. Vycházeli jsme přitom z metody časových zpoždění [20], která umožňuje z časové řady jedné či několika proměnných rekonstruovat stavy dynamického systému v obecně m rozměrném stavovém prostoru. Kolmogorovu entropii jsme odhadli pomocí K_2 entropie, která tvoří její dolní mez a je nezáporná, podle postupu Grassbergera a Proccacia [10]. Tento postup je prováděn řadou nástrah, které souvisejí s tím, že signál (časová řada) je diskretizován, autokorelován, má konečnou délku a obsahuje šum. Při jisté míře obezřetnosti však lze získat reprodukovatelné výsledky. Pokud jde o podrobnosti výpočtů, odkazujeme čtenáře v české odborné literatuře na práci [16]. Vstupními daty byly denní průměry přízemní teploty a tlaku vzduchu z devíti meteorologických stanic pokrývajících oblast Čech a Moravy. Některé výsledky jsou stručně shrnuty v tabulce 1, kde je uveden čas zdvojnásobení chyby.

Tab. 1 Čas zdvojnásobení chyby $T_2 = \frac{\ln^2}{K_2}$ odhadnutý z řad přízemní teploty a tlaku vzduchu.

Table 1. Error doubling time estimated from series of surface air temperature and air pressure.

teplotní řady	T_2 [den]
původní	3,1
filtrovaná	2,3
hlazená (5 MA)	5,2
hlazená (31 MA)	5,8
jaro	3,1
léto	4,4
podzim	3,7
zima	3,9
tlakové řady	1,5
teplotní a tlakové řady	5,8

Původní a filtrovaná řada se vzájemně liší tím, že z filtrované řady byl odstraněn roční chod teploty vzduchu. Z tabulky je patrný růst prediktability po shlazení řad klouzavými průměry délky 5 a 31 dní (v tabulce značeno jako 5 MA a 31 MA). Přitom jsme si dobře vědomi toho, že použití lineárních

filtrů na nelineární časové řady může vést k odstranění nejen náhodného šumu, ale i části deterministického (i když chaotického) signálu.

Dále je zřejmé, že se prediktabilita odvozená z teplotních řad liší v závislosti na sezoně. Během přechodných sezon, tzn. jara a podzimu, je poněkud menší. Zdá se, že se zde projevuje to, čemu říkáme „nestálé aprilové počasí“. Pokud jde o tlakové řady, nebyl rozdíl mezi sezonami pozorován.

Pro dané místo a časové období byl čas zdvojnásobení chyby větší pro teplotu než pro tlak. Prediktabilita se výrazně zvýšila, když jsme k rekonstrukci stavů ve stavovém prostoru použili teplotu i tlak zároveň, což není triviální výsledek, neboť podle původních představ [20] by nemělo záležet na výběru proměnné.

Připomeňme, že uvedená zjištění se týkají odhadů prediktability ve střední Evropě, či spíše jen v Čechách a na Moravě, a rovněž těch procesů v atmosféře, které jsou údaji představovanými denními průměry teploty a tlaku vůbec zachytitelné. Je zřejmé, že např. turbulence v mezní vrstvě atmosféry je v takovém signálu silně potlačena. Na druhé straně nejdlejší, tzv. klementinská řada, pokrývala období let 1775 až 1989. Naše údaje tedy dostatečně nepostihují ty klimatotvorné faktory, které jsou dlouhodobějšího charakteru než našich 215 let. Máme na mysli např. dynamiku kryosféry či změny parametrů orbitální dráhy Země kolem Slunce apod.

Další aspekty týkající se vypovídací schopnosti použitých dat a možné interpretace získaných výsledků jsou podrobněji diskutovány v [16, 17, 18]. Na tomto místě ještě zdůrazníme, že při aplikaci teorie deterministického chaosu a priori předpokládáme existenci klimatického či počasového atraktoru a že chování atmosféry jakožto dynamického systému je soustředěno na tomto atraktoru a tam také dochází k jejímu vývoji [11].

7. KTERÉ ODHADY JSOU SPRÁVNÉ?

Viděli jsme, že odhady prediktability atmosférických dějů získané na jedné straně integrací numerických modelů atmosféry a na druhé straně nelineární analýzou časových řad meteorologických údajů se liší. Možné příčiny tohoto nesouladu lze spatřovat v následujícím. V první řadě si vzpomeňme, že naše zjištění vypovídají o lokální prediktabilitě, kdežto experimenty s numerickými modely atmosféry poskytují globální hodnoty, obvykle pro celou polokouli, tzn. že dávají jistým způsobem průměrované hodnoty přes oblasti, které mohou vykazovat jak zvýšenou, tak sníženou prediktabilitu. Také jsme již uvedli, že rychlost růstu chyb závisí na jejich počáteční velikosti. Máme za to, že při analýze časových řad pracujeme s fyzikálně reálnějšími chybami než v případě numerických modelů atmosféry, do nichž je velikost počáteční chyby zadávána uměle. Dále v numerických předpovědních modelech počasí vystupovaly okamžité hodnoty meteorologických veličin, avšak naše časové řady představovaly denní průměry teploty a tlaku. Mimoto jsme pracovali s přízemními hodnotami meteorologických veličin, ale do modelů byly chyby zadávány nad zemským povrchem ve volné atmosféře. A konečně si musíme položit i otázku: „Do jaké míry numerické předpovědní metody popisují chování skutečné atmosféry?“

8. STRUČNÁ ZMÍNKA O PŘEDPOVĚDI KLIMATU

Vedle předpovědi počasí z jednoho dne na druhý jsou meteorologové postaveni před úkol odhadovat vývoj klimatu.

Velmi zjednodušeně řečeno, klima je představováno průměrným stavem atmosféry za dostatečně dlouhé období; obvykle za třicet let. Klimatickou předpověď tedy můžeme rozumět předpověď statistických charakteristik atmosféry na dlouhou dobu dopředu. Někdo může chtít vědět, zda příští léto bude teplé či chladné nebo srážkově podnormální či nadnormální. Z hlediska teorie deterministického chaosu jde přinejmenším o velmi spornou záležitost.

Má tedy vůbec smysl provádět časově a finančně náročné integrace modelových rovnic atmosféry na desítky let dopředu a vydávat scénáře vývoje klimatu např. do roku 2050? Podle našeho soudu to smysl má, neboť nám může jít též o něco jiného. Naše snažení se může soustředit na odhalení dlouhodobých statistických vlastností klimatu, aniž by nás zajímal jeho chronologický vývoj, v případě změny vnějšího působení na klimatický systém. Slovy teorie deterministického chaosu to znamená, že nás nezajímá individuální trajektorie atmosféry ve stavovém prostoru, ale jde nám o to, zda se změní např. tvar či pozice klimatického atraktoru, když např. zvýšíme koncentraci CO₂ či jiných skleníkových plynů v atmosféře [15]. Zajímá nás tedy kvalitativní změna klimatu. Z tohoto hlediska není modelování klimatu a vytváření scénářů jeho případných změn mrháním časem, peněží a intelektem.

9. NĚKOLIK ZÁVĚREČNÝCH POZNÁMEK

V tomto příspěvku jsme se omezili jen na některé prvky spojené s předpovědí počasí pomocí numerických předpovědních modelů, tzn. na tzv. dynamický přístup k prediktabilitě podle Lorenzova rozdělení [12]. Stranou zůstaly další dva přístupy Lorenzem navržené; tzv. empirická a dynamicko-empirická metoda. Nastínil jsem ještě další možnost pojmání prediktability atmosférických dějů vycházející z moderních postupů v rámci teorie deterministického chaosu. Jen zlehka a zjednodušeně jsme se dotkli předpovědi klimatické. Stranou zůstala řada důležitých bodů, např. otázka interpretace výsledků předpovědních modelů synoptickými meteorology, na nichž leží tíha odpovědnosti rozhodnout, který z výsledků je v dané situaci spolehlivější v případě, že se výstupy z modelů liší. Vůbec jsme se nezmínili mj. o krátkodobé předpovědi počasí a využití radarových či družicových pozorování atd. Jsme si dobře vědomi, že zevrubnější pohled na složitou problematiku prediktability atmosférických procesů by bylo téma přinejmenším na samostatnou monografii.

Literatura:

- [1] Bařka, M.: Současný stav objektivní předpovědi počasí. Globální spektrální modely a jejich využití v meteorologii. Meteorol. Zpr., 47, 1994, č. 5, s. 135-141.
- [2] Bařka, M.: Současný stav objektivní předpovědi počasí. Regionální předpověď počasí I. Meteorol. Zpr., 49, 1996, č. 1, s. 22-27.
- [3] Bařka, M.: Současný stav objektivní předpovědi počasí. Regionální předpověď počasí II. Meteorol. Zpr., 49, 1996, č. 2, s. 39-46.
- [4] Bařka, M.: Současný stav objektivní předpovědi počasí. Regionální předpověď počasí III. Meteorol. Zpr., 49, 1996, č. 3, s. 65-72.
- [5] Bařka, M.: Osobní sdělení.
- [6] Charney, J. G. – Fjörtoft, J. – von Neumann, J.: Numerical integration of the barotropic vorticity equation. Tellus, 2, 1950, s. 237-254.

- [7] Charney, J. G.: The feasibility of a global observation and analysis experiment. Bull. Amer. Meteor. Soc., 47, 1966, s. 200-220.
- [8] Dymnikov V. P. – Filatov A. N.: Stability of large-scale atmospheric processes. Leningrad, Gidrometeoizdat 1990. 236 s.
- [9] Gleick J.: Chaos: Making anew science. New York, Viking 1987. 352 s.
- [10] Grassberger, P. – Procaccia, I.: Estimating of the Kolmogorov entropy from a chaotic signal. Phys. Rev., A 28, 1983, s. 2591-2593.
- [11] Horák, J. – Krlín, L.: Deterministický chaos amatematické modely turbulence. Praha, Academia 1996. 444 s.
- [12] Lorenz, E. N.: Three approaches to atmospheric predictability. Bull. Amer. Meteorol. Soc., 2, 1969, s. 345-349.
- [13] Lorenz, E. N.: Atmospheric predictability experiments with a large numerical model. Tellus, 34, 1982, s. 505-513.
- [14] Lorenz, E. N.: Irregularity: a fundamental property of the atmosphere. Tellus, 36 A, 1984, s. 98-110.
- [15] Palmer, T.: A weather eye on unpredictability. New Scientist, 11, November, 1989, s. 56-60.
- [16] Raidl, A.: Determinismus, nahodilost aprediktabilita atmosférických procesů. [Doktorská disertační práce.] Praha, MFF UK 1995. 156 s.
- [17] Raidl, A.: Estimating the fractal dimension, K_2 entropy and the predictability of the atmosphere. Czech. J. Phys., 46, 1996, s. 293-328.
- [18] Raidl, A.: Search for chaos in atmospheric dynamics by means of non-linear time series analysis. In: Horák, J. – Krlín, L.: Deterministic chaos and turbulence: theory and application. [Připravováno pro Springer-Verlag.]
- [19] Smagorinsky, J.: Problems and promises of deterministic extended range forecasting. Bull. Amer. Meteorol. Soc., 50, 1969, s. 286-311.
- [20] Takens, F.: Detecting strange attractor in turbulence. In: Lecture notes in mathematics. 898. Berlin, Springer 1981. s. 366-381.
- [21] Wiin-Nielsen, A.: Nonlinear studies of quasi-geostrophic systems. Physica, D 77, 1994, s. 33-59.

Lektorka RNDr. D. Novotná, rukopis odevzdán v březnu 1997.

AFORISMY

„Predpoveď počasia nie je, ako sa mnohí domnievajú, príspevok do satirického časopisu, ale vážna a seriózna úloha.“

„Meteorológiu možno prirovnať k harfe, vydáva svoje tajomstvo len tomu, kto jej rozumie.“

„Keby sa zišlo celé ľudstvo na jednom mieste a nevedelo by o čom hovoriť, hovorilo by o počasí.“

„Povzdych meteorológa na dôchodku: keď som robil predpovede, trpel som rovnako, ako žena pri pôrode.“

„Považoval sa za erudovaného meteorológa.

Snažil sa o to, aby jeho dielo prežilo. Rozhodol sa napísať storočný kalendár.“

„Čo chýba malému stromu rastúcemu popri veľkom? Mnohí ho prehliadnu, má menej životadárnych zdrojov (slnka a vlahy), ale ak udrie blesk, tak len do veľkého!“

„Bol mladý, nezverovali mu vypracovanie predpovedí počasia – báli sa, že to zvládne.“

Niekoľko postrehov o vetre a daždi:

– Najzáľudnejšie sú zriedkavé vetry.

– Vetry nevoňajú, ani keď sú voňavkárové.

– Potreboval zmenu vzduchu – mal šťastie, zmenil sa vietor.

– Bez vetra sa ani kabát neobracia.

– Nebojte sa dažďa, aj pivo je z vody!

– Môj čas vypršal, zostal som na suchu!

– Bol teplý, ako májový dážďik.

– Dostali sme sa z dažďa do kyslého dažďa.

„Mrazivé počasie často prináša našim motoristom horúce chvíle.“

„Gramatická chyba v predpovedi počasia: ... vítr cez den zešíl!“

Pripravil Ferdinand Šamaj

STO LET METEOROLOGICKÝCH POZOROVÁNÍ NA LYSÉ HOŘE

Hundred years of meteorological observations on Lysá hora. The paper deals with the history of meteorological observations on Lysá hora and in conclusion some selected characteristics of meteorological elements are given. Unfortunately, in its series of observations 91 months are missing in total, the longest period without observation is from February 1942 to July 1946. Quality of observations fluctuated in the course of years according to the staff level. Till the year 1945 observations were ensured by volunteers then by soldiers and since the year 1953 observations are ensured by professional observers.

KLÍČOVÁ SLOVA: pozorování meteorologické – stanice meteorologická horská – historie

ÚVOD

Lysá hora je svou nadmořskou výškou 1 324 m n.m. nejvyšší horou Moravskoslezských Beskyd. Masív tvoří čtyři hlavní rozsochy (na severu Malchor 1 213 m n.m. – Kykulka 996 m n.m. – Kyčera 906 m n.m., na severozápad Lukšinec 899 m n.m., rozdvoující se na Staškov 753 m n.m. a Ostrou horu 783 m n.m., na jihovýchod Zimní Polana 1080 m n.m., na jih Velký Kobylík 1 054 m n.m. a Čupel 943 m n.m.) s četnými dalšími menšími hřebeny a hřebínky (např. na jihu Javorník 872 m n.m. a Řehucí 895 m n.m., na severu Hradová 741 m n.m. a Tanečnice 821 m n.m.). Samotný vrchol je složen z vrstevnatého godulského pískovce. Není zalesněn, roste zde pouze kosodřevina, uměle vysázena již v minulém století. Nejvyššímu vrcholu Lysé hory se říká Gigula.

Pohoří Lysé hory je prameništěm mnohých řek, říček a potoků. Pramení zde Satina, Bílý potok, Sepetný, Mazák, přítoky Řečice – potoky Kobylík, Jatný a Řehucí, přítoky Mohelnice – Jestřábí a Borový potok, na severu Baščica, Říčka a Bystrý potok, na západě Sibudov a Lubenec.

Z vrcholu Lysé hory je za dobrého počasí výborný rozhled do širokého i dalekého okolí a lze vidět např. Jeseníky s Pradědem, Velkou a Malou Fatru s Rozsutcem, Liptovské hole, Vysoké Tatry s Kriváněm, Roháče, Babí Horu v Polských Beskydech a také téměř celé Moravskoslezské Beskydy, města i přehrady v údolích.

HISTORIE ŽIVOTA NA VRCHOLU LYSÉ HORY

V roce 1890 se u nás začala rozvíjet horská turistika. Na Moravě vábil turisty hlavně Radhošť, opředený četnými legendami, ale o Lysou horu, nejvyšší zcelého pásma Beskyd, bylo třeba vést dlouholeté boje, neboť se již nalézala na území Slezska, tehdy korunní země s vlastní administrativou. Za doby „panščizny“ byla majetkem panství frýdeckého. Od posledního šlechtického držitele, hraběte Jana Pražmy, dostalo se frýdecké panství i s Lysou horou do vlastnictví těšínských arcivévodů, členů císařské rodiny Habsburské. Za arcivévodou Albrechta, někdy před rokem 1870, vybudovala Těšínská komora na Lysé hoře, těsně pod vrcholkem, dřevěnou lesní loveckou boudu. Sem panstvo z Těšína přijíždělo koňmo údolím Mohelnice za svými zábavami, zejména v době honů. Na Lysou horu však odedávna chodili z blízká i z daleka lidé obdivovat východy i západy slunce. Jsou zachyceny paměti účastníků jedné takové třídní výpravy v srpnu roku 1880, kdy deset českých frýdeckých národovců, vedených písmákem Viktorinem Vantuchem apáterem Janem Ježíškem, putovalo pěšky z Frýdku do hor. Šli přes Prašivou, na tábořišti někde v okolí Slavíče zažili první západ aráno pak i východ slunce. Podruhé nocovali u Bílého Kříže a třetí noc

prožili již na Lysé hoře. Zde loveckou chatu hlídal aošetřoval lesní dělník Biskup, který hostům uvařil v chatě v kotli guláš a celou noc topil, aby jim nebylo zima. Nějakou neopatrností chata začala hořet, ale společným úsilím se podařilo oheň včas uhasit a tak chatu zachránit před zkázou. Všichni účastníci pak zachovali paměť, že na Lysé hoře byl nejkrásnější pohled na západ slunce, prý krásnější než na Radhošti.

Hojné české návštěvy na Lysé hoře se však staly trnem v oku nacionálním Němcům, kteří tehdy podléhali přepjaté nesnášenlivosti. Lysá hora, majetek Habsburků, byla vyzvedávána a zdůrazňována jako symbol germánství. Takový kult propagovali zejména dva poněmčení frýdečané – Jan Hadaš-čok (Hadasczok), profesor v Ostravě, a Emanuel Němčík (Niemtschik), účetní a pokladník města Frýdku. Ti německým výpravám na Lysou horu dali nacionálně-politický ráz a protičeský charakter a aby zajistili na Lysé hoře trvale německý vliv, zahájili přípravy k postavení velké turistické chaty. Stavba byla hmotně i finančně zajištěna prostředky Těšínské komory a ostravských průmyslníků. Chata byla 21. července 1895 slavnostně otevřena jako „Erzherzog Albrecht Schutzhaus“ (pojmenována po vládci Těšínska arcivévodovi Albrechtovi, který právě v roce 1895 zemřel). Ale vysoké ceny v chatě přispívaly k tomu, že ji mohly navštěvovat převážně jen vrstvy zámožné.

Za tohoto vývoje se část českých lidí začala Lysé hoře vyhýbat. Lysá hora s útulnou Beskidenvereinu se tak stala střediskem grossbürgrů ze slezských měst a průmyslníků z ostravsko-karvinského revíru i z Pruska. V českém táboře se však nesmířili s tím, aby Lysou horu ponechali trvale jako německou državu, a proto znovu byly obnoveny menší nebo větší české vycházky na Lysou. Hora se opět stávala symbolem zápasu za národní svobodu, zpívaly se zde lidové a národní české písně, oživovaly se české lidové a národní tradice, vzpomínal se zbojník Ondráš, horští chlapi, boje sportáři, hajduky a pohraničními strážemi.

I po vzniku samostatné Československé republiky v roce 1918 nadále patřila Albrechtova chata na Lysé hoře německým turistům, sdruženým ve spolku Beskiden-Verein, sekce Frýdek. Jelikož chata nepostačovala k ubytování všech zájemců, byla koncem roku 1933 dokončena stavba noclehárny Beskidenvereinu, později zvaná jako „Kamenný dům“.

Konečně 1. října 1933 byl položen základní kámen ke stavbě české chaty na Lysé hoře, která byla kompletně dokončena aslavnostně otevřena v prosinci 1934 jako „Chata Klubu Českých turistů na Lysé hoře“. Obě chaty, jak českých, tak i německých turistů, byly jimi pronajímány za úplaty nájemcům a samostatně provozovány až do znárodnění po roce 1948. Pak byla chata českých turistů přejmenována na

„Bezručovu chatu“, i když Petr Bezruč při svých výstupech vždy zavítal do kuchyně chaty německých turistů a chatě českých turistů se téměř vyhýbal. Toto dokumentují i jeho „veršované“ zápisy v pamětních knihách Albrechtovy chaty. Po znárodnění obě chaty vytvořily jeden celek pod názvem Bezručova chata na Lysé hoře. V bývalé Albrechtově chatě restaurační provoz zanikl a stala se pouze ubytovnou. Ubytovna Kamenný dům již od skončení války připadla spojům a patří jim dodnes. Obě chaty však vsedmdesátých letech do základů vyhořely, německá v roce 1972 a česká v roce 1978, takže současný restaurační i ubytovací provoz na Lysé hoře je provizorním řešením, naprosto nedůstojným a neodpovídajícím tradici i významu nejvyšší hory Moravskoslezských Beskyd.

I po válce se však na Lysé hoře stavělo. V roce 1950 byla postavena lyžařská chata s velkým lyžařským vlekem, v roce 1954 byla postavena zděná budova Meteorologické stanice, v roce 1976 budova Horské služby a kolem roku 1980 byla dokončena stavba televizního vysílače. Před zahájením stavby vysílače byla vybudována asfaltová silnice z Mohelnice až na vrchol Lysé hory v celkové délce 8,5 km.

ZAČÁTKY METEOROLOGICKÝCH POZOROVÁNÍ

Dnem 15. července 1897 bylo zahájeno pravidelné denní měření některých meteorologických prvků, a to množství spadlých srážek, teploty vzduchu, výšky nově napadlého sněhu a výšky celkové sněhové pokrývky. Měření bylo prováděno v určených klimatologických termínech, tj. v 06.46, 13.46 a 20.46 hodin SEČ. Změřené údaje se zapisovaly do srážkoměrného výkazu „Rapport über die ordentlichen ombrometrischen und Temperatur-Beobachtungen“ (obr. 1) a po ukončení měsíce se odesílaly do Opavy „An das k.k. hydrographische Bureau in Troppau“. Stanice Lysá hora měla přiděleno číslo „28“ a patřila do povodí řeky Odry (Flussgebiet Oder), země Slezské (Slesien). Prvním pozorovatelem se stal pan Jaroslav Winkler, „Restaurant“ z Albrechtovy chaty na Lysé hoře. Teploměr byl umístěn na západní straně chaty na stěně verandy pod plechovým krytem, srážkoměr asi 15 m před chatou směrem východním. V roce 1902 byl na stanici instalován ombrograf. Pozorovatelé se střídali tak, jak se střídali nájemci nebo číšníci na Albrechtově chatě a tomu odpovídala i různá kvalita pozorování. Od listopadu 1918 se začaly výkazy odesílat na adresu Státního ústavu meteorologického v Praze a Lysá hora byla určena jako stanice III. řádu. Všechny poznámky ve výkazech se začaly psát jen česky. Od 1. ledna 1930 byl zaveden nový tiskopis měsíčního výkazu, průměrná měsíční teplota se začala počítat s přesností na 0.01 °C, denní průměrná teplota se však vůbec nevypočítávala.

V listopadu 1933 byla stanice doplněna přístroji a začala měřit vlhkost vzduchu, sluneční svit, oblačnost, dohlednost, stav půdy a tlak vodní páry. Pravidelná měření byla prováděna třikrát denně v určených klimatologických termínech. Při-

The image shows a facsimile of a monthly meteorological observation record from July 1897 on Lysá hora. The document is a form titled "Rapport über die ordentlichen ombrometrischen und Temperatur-Beobachtungen". It contains a grid for daily observations with columns for date, time, and various meteorological parameters. The data is handwritten in cursive script. At the bottom, there are fields for the observer's name and the station number.

Obr. 1 Faksimile měsíčního výkazu pozorování z července 1897 na Lysé hoře.

Fig. 1. Facsimile of monthly record of meteorological observations from July 1897 on Lysá hora.

stroje byly umístěny v meteorologické budce azměřené údaje se zapisovaly již do „velkého výkazu“. Po ukončení měsíce byly výkazy odesílány ústavu do Prahy, ale korespondence byla pouze v německém jazyce, neboť prý nájemce ani číšník neuměli vůbec česky. Každé ráno v 8 hodin podával pozorovatel na poštovní úřad do Frýdku podle dodaného klíče zašifrovanou zprávu o počasí. Pošta pak sama zajistila její předání do Prahy. Účelem těchto zpráv bylo zajišťování rychle se rozšiřující letecké dopravy, ale v roce 1939 jejich předávání úplně skončilo. Veškeré pozorování a měření bylo ukončeno 30. dubna 1940, na jeden měsíc obnoveno v lednu 1942 a pak až 23. srpna 1944, kdy začali pozorovat němečtí vojáci, obsluhující na Lysé hoře zesilovačku radiového spojení východ – západ. Výkazy byly česko-německé a byly posílány na adresu Ústředního meteorologického ústavu pro

Čechy a Moravu v Praze. Dne 31. prosince 1944 však pozorování aměření definitivně skončilo, neboť se blížil konec války a němečtí vojáci měli úplně jiné starosti. Koncem května 1946 se na Lysou horu stěhovali vojáci naší armády, aby zde zřídili Leteckou meteorologickou stanici (LMS).

POVÁLEČNÁ POZOROVÁNÍ

Do 25. února 1947 se na LMS Lysá hora sice počasí pozorovalo, ale zprávy o počasí byly do ústředí předávány velmi nepravidelně. Tohoto dne v 07.00 hodin SEČ začalo první „řádné“ pozorování a předávání zpráv o počasí. Indikativ stanice byl 678. Zprávy se předávaly v době od 07 do 19 hodin. Při první ranní zprávě SYNOP se současně předávala i zpráva INTER oprůběhu počasí vpředěšlém dni. Vojáci však měli ve služebně poměrně chladno, neboť v synoptickém deníku zapisovaná „teplota na tlak“ se pohybovala v rozmezí od 3.0 do 5.0 °C, 27. února 1947 v 07 hodin dokonce jen 1.8 °C. Od března 1947 se začaly zprávy předávat i v noci v tříhodinových intervalech. Během roku 1947 byla stanice vybavena samopisnými přístroji – termografem a hygrografem, od dubna 1948 se začalo s měřením výškového větru pilotováním pomocí teodolitu a meteorologických balonků.

Od 1. ledna 1949 používá LMS Lysá hora nově přidělený indikativ stanice – 787. V roce 1950 se uskutečnily změny ve

způsobu šifrování zpráv SYNOP, v roce 1953 se tato zpráva předávala každou druhou hodinu. V květnu 1953 se vojáci přestěhovali ze srubu do Kamenného domu a na Lysé hoře začala výstavba zděné budovy meteorologické stanice. Dne 2. ledna 1954 v 07 hodin SEČ byla z Lysé hory předána poslední zpráva SYNOP, neboť činnost vojenské LMS byla ukončena. Inventář stanice byl protokolárně předán panu Kurečkovi, zaměstnanci spoju na Lysé hoře.

V roce 1954 byla dokončena stavba zděné budovy pro potřeby stanice, postavena meteorologická budka, umístěny přístroje a odstraňovány různé kolaudační závady. V tomto roce však již všechny odloučené meteorologické stanice přešly od vojáků k civilnímu Hydrometeorologickému ústavu v Praze abyly obsazovány profesionálními pozorovateli, kteří převážně svou teoretickou odbornost získali ve vojenských povětrnostních školách akurzech apraxi na vojenských povětrnostních stanicích v době své prezenční služby. Vedoucím MS Lysá hora byl jmenován pan Karel Slezák, který předtím sloužil na letišti v Holešově, pozorovatelem byl pan Ladislav Hrtoň, který právě ukončil vojenskou prezenční službu. Dne 6. října 1954 v 07 hodin SEČ začalo v nové budově meteorologické stanice pravidelné měření a pozorování počasí a předávání zašifrovaných povětrnostních zpráv. Sloužilo se jen od 07 do 21 hodin. Vedoucí stanice pan Slezák v budově i s rdi-

Tab. 1 Měsíční a roční průměrné charakteristiky vybraných meteorologických prvků, Lysá hora 1897-1996.

Table 1. Monthly and annual average characteristics of selected meteorological elements, Lysá hora 1897-1996.

Charakteristika	jednotka	leden	únor	březen	duben	květen	červen	červenec	srpen	září	říjen	listopad	prosinec	rok
Průměrná teplota vzduchu	[°C]													
- průměr		-6,3	-6,1	-3,0	1,3	6,8	9,8	11,7	11,2	7,8	3,4	-1,6	-4,7	2,6
- maximum		-2,5	-0,1	2,6	6,0	10,6	13,7	16,2	17,1	12,0	7,6	4,5	-0,5	4,1
- minimum		-13,0	-13,9	-9,0	-2,2	0,6	5,7	8,6	7,6	2,0	-3,1	-5,6	-9,2	0,5
Průměr denních maxim	[°C]													
- průměr		-3,8	-3,0	0,3	5,5	11,3	14,4	16,2	15,9	12,1	7,0	1,1	-2,4	6,3
- maximum		0,7	2,9	5,4	10,2	15,7	17,4	20,5	23,1	16,6	11,0	4,8	1,3	7,7
- minimum		-11,8	-10,7	-5,8	0,7	6,5	10,2	12,8	13,0	6,5	0,6	-2,3	-7,8	4,6
Průměr denních minim	[°C]													
- průměr		-8,9	-8,4	-5,7	-1,4	3,5	6,6	8,4	8,4	5,3	1,2	-3,4	-6,9	-0,1
- maximum		-4,4	-2,8	-1,5	2,3	7,4	9,6	12,8	12,7	9,3	5,5	2,6	-2,4	1,4
- minimum		-18,1	-17,1	-11,5	-5,3	0,0	3,7	5,6	6,2	1,6	-3,8	-7,8	-11,8	-1,7
Úhrn srážek	[mm]													
- průměr		90,9	87,5	91,6	98,9	124,6	169,6	202,3	184,3	116,7	92,6	94,1	96,3	1459,2
- maximum		193,0	242,8	266,8	253,8	336,0	388,2	568,9	517,9	396,3	238,0	276,0	197,7	2254,7
- minimum		15,4	11,7	6,7	12,8	19,8	35,4	24,6	25,5	7,0	1,8	2,6	6,5	1071,7
Nový sníh	[cm]													
- průměr		95	94	86	60	21	11			13	30	67	86	532
- maximum		236	263	290	222	115	39			153	180	254	224	959
- minimum		19	13	6	1	0	0			1	1	1	5	245
Maximum sněhové pokrývky	[cm]													
- průměr		127	163	177	120	39	17			10	22	45	83	196
- maximum		283	381	491	320	230	55			90	92	174	263	491
- minimum		13	34	41	7	1	1			1	1	1	7	65
Průměrná relativní vlhkost	[%]													
- průměr		88	87	86	81	79	81	80	81	84	85	90	89	84
- maximum		100	99	95	93	92	91	92	89	95	99	98	100	89
- minimum		69	67	70	67	61	67	61	61	73	72	73	63	80
Úhrn slunečního svitu	[hod]													
- průměr		65,4	74,4	106,5	146,0	181,6	182,7	203,4	190,5	146,8	123,3	59,1	56,9	1534,9
- maximum		137,0	163,7	195,0	234,3	291,4	287,5	326,3	298,8	221,0	212,6	151,0	159,0	1893,4
- minimum		16,9	3,0	33,9	57,3	87,7	90,2	68,7	129,0	51,5	20,9	13,1	4,6	1235,4
Průměrná oblačnost	[/10]													
- průměr		7,7	7,6	7,4	7,0	6,8	6,9	6,6	6,3	6,5	6,7	8,0	7,7	7,1
- maximum		9,4	9,9	9,4	9,1	8,4	9,3	9,3	8,4	8,9	9,6	9,6	9,6	7,9
- minimum		5,2	4,6	5,2	5,1	5,0	5,0	3,8	3,8	4,4	4,1	5,1	4,2	6,1
Průměrná rychlost větru	[m.s ⁻¹]													
- průměr		8,0	7,6	7,2	6,3	5,8	5,4	5,2	5,2	6,1	7,1	7,8	7,8	6,7
- maximum		11,7	12,1	10,1	9,2	8,5	7,5	8,2	7,0	8,6	9,5	10,8	11,9	8,6
- minimum		3,8	3,8	4,8	3,5	4,2	2,5	2,6	2,8	3,5	4,4	3,6	4,2	4,7
Průměrný tlak vzduchu	[hPa]													
- průměr		861,7	860,6	861,9	862,4	865,5	867,1	868,6	868,7	868,4	867,4	863,1	861,7	864,8
- maximum		873,9	869,6	872,5	868,8	869,8	870,7	872,0	872,3	873,6	873,3	873,1	873,4	868,3
- minimum		854,2	851,9	854,8	857,8	859,6	863,4	864,3	865,7	862,2	857,0	857,2	848,4	862,4

Tab. 2 Měsíční a roční průměrné charakteristiky (uvedené v počtech dnů) vybraných meteorologických prvků, Lysá hora 1897-1996.

Table 2. Monthly and annual average characteristics given in numbers of days at selected meteorological elements, Lysá hora 1897-1996.

Charakteristika	leden	únor	březen	duben	květen	červen	červenec	srpen	září	říjen	listopad	prosinec	rok
Počet dní se srážkou – průměr	19	19	19	19	21	20	19	19	15	16	18	20	224
Počet dní se sněžením – průměr	18	18	16	12	5	1			2	6	12	18	108
Počet dní se sněhovou pokrývkou – průměr	31	28	31	24	5	0			1	6	18	28	171
Počet dní s námrazou – průměr	26	24	20	12	3	0			1	8	17	25	136
Počet dní s mlhou – průměr	25	25	24	22	21	20	20	20	20	23	26	27	273
Počet dní s bouřkou – průměr	0	0	0	2	7	10	9	7	2	0	0	0	37
Počet dní bez slunečního svitu – průměr	16	13	11	7	5	5	5	3	6	9	15	18	113

nou bydlel, pozorovateli k ubytování sloužila jen „svobodárna“, dnešní kulturní místnost. Koncem září 1958 skončil pan Slezák se službou na Lysé hoře a i s rodinou se vystěhoval a od této doby všechny místnosti v budově stanice slouží jen ke služebním účelům. Stanice byla vybavena novými přístroji, jako např. anemografem, váhovým sněhoměrem aj. V roce 1966 byl počet zaměstnanců stanice rozšířen na čtyři a v roce 1968 na pět osob. Od 1. ledna 1969 byl na stanici zaveden nepřetržitý 24hodinový provoz.

V roce 1977 byla provedena přístavba zděné garáže k budově stanice, dřevěná kůlna v rohu zahrady byla zlikvidována. V roce 1980 byla stanice vybavena novým nábytkem, v roce 1983 byla provedena výměna všech oken v celé budově. Stanice byla stále doplňována novými dokonalejšími přístroji k jednoduššímu i přesnějšímu měření meteorologických prvků. V roce 1986 byla provedena i rekonstrukce ústředního topení v budově stanice. V roce 1988 byla provedena výměna dřevěných meteorologických budek za laminátové. V lednu 1990 skončilo předávání zpráv pomocí radiostanic a do provozu byl uveden dálkopis, čímž se předávání zpráv značně zjednodušilo. V březnu 1991 byla stanice vybavena počítači i s tiskárnami, takže šifrování i předávání zpráv se stalo naprosto jednoduchým úkonem, spojeným i s kontrolou správného zašifrování. I pořizování klimatologických výkazů se značně zrychlilo a usnadnilo, jejich vytisknutí pomocí tiskárny úplně odstranilo velmi pracné dřívější vyplňování i počítání průměrů jednotlivých prvků. Od roku 1993 se k vytápění využívá elektrická energie.

ZÁKLADNÍ ZPRACOVÁNÍ ZÍSKANÝCH ÚDAJŮ

Od roku 1954 až do dnešního dne byl několikrát změněn způsob měření některých meteorologických prvků, rovněž i šifrování povětrnostních zpráv a způsob jejich předávání do ústředí. Dosti často se měnily itiskopisy a deníky k zapsování změřených hodnot i zašifrovaných zpráv, někdy i zhoršujícím stávající kvalitou.

Stoleté trvání pozorování na Lysé hoře prošlo vlastně třemi obdobími – dobrovolnickým, vojenským a profesionálním. V dobrovolnickém období (1897-1945) prováděli měření pozorování, případně i šifrování a předávání zpráv opočasí, nájemci a číšníci z německé Albrechtovy chaty a za celé období se jich vystřídal celkem 16. V období vojenském (1946-1953) se na stanici vystřídal celkem 46 vojáků základní služby. V období profesionálním se od roku 1954 až dosud na stanici vystřídal celkem 15 stálých pracovníků a 35 pozorovatelů z jiných meteorologických stanic na krátkodobých zástupech.

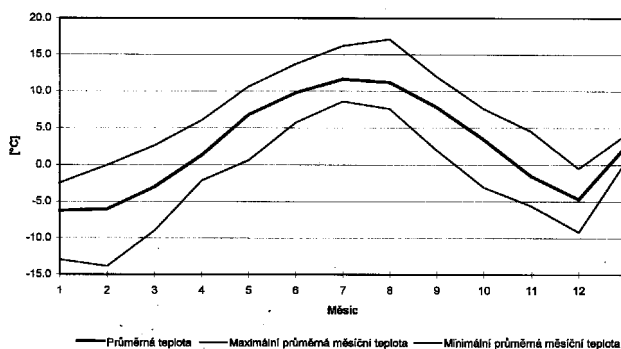
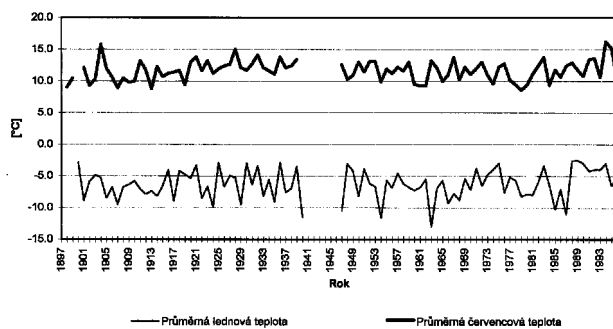
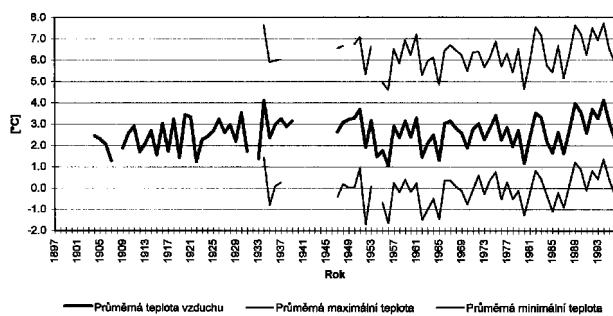
V celém stoletém období byla na Lysé hoře všemi pozorovateli pro klimatologické účely asi 105 000krát měřena teplota vzduchu v meteorologické budově, 70 000krát změřeno množství spadlých srážek a asi 23 000krát změřena výška celkové sněhové pokrývky. Pro účely synoptické bylo za toto období provedeno změření a napozorování potřebných meteorologických prvků k zašifrování kolem 367 000 povětrnostních zpráv a jejich předání do ústředí. Jedná se o nepředstavitelné množství získaných údajů všech meteorologických prvků i o jejich statistické zpracování, které nám poskytne odpovídající obraz o počasí na Lysé hoře za uplynulých 100 let. Přehledně jsou průměrné charakteristiky vybraných meteorologických prvků uvedeny v tab. 1 a 2 (řada však není zcela kontinuální – přerušeni a nestejná doba pozorování jednotlivých meteorologických prvků).

TEPLOTA VZDUCHU

Průměrná teplota vzduchu na Lysé hoře je 2.6 °C, nejnižší bylo v roce 1902, kdy byla průměrná roční teplota pouze 0.5 °C, nejtepleji v roce 1994 s průměrnou teplotou 4.1 °C. Nejteplejším měsícem v roce je červenec s průměrnou teplotou 11.7 °C a nejnižším měsícem leden s průměrnou teplotou -6.4 °C. Nejvyšší průměrná měsíční teplota 16.2 °C byla v červenci 1994, nejnižší -14.9 °C v lednu 1942. Roční průměr denních maxim teploty vzduchu je 6.3 °C a roční průměr denních minim teploty vzduchu má hodnotu -0.1 °C. Nejvyšší denní průměr teploty vzduchu 22.9 °C byl dosažen dne 5. července 1957, nejnižší -24.2 °C dne 9. února 1956. Absolutní maximum teploty vzduchu 29.4 °C bylo na Lysé hoře dne 5. července 1957, absolutní minimum -30.9 °C dne 9. února 1956. Vybrané charakteristiky teploty vzduchu jsou graficky zobrazeny na obr. 2.

SRÁŽKY

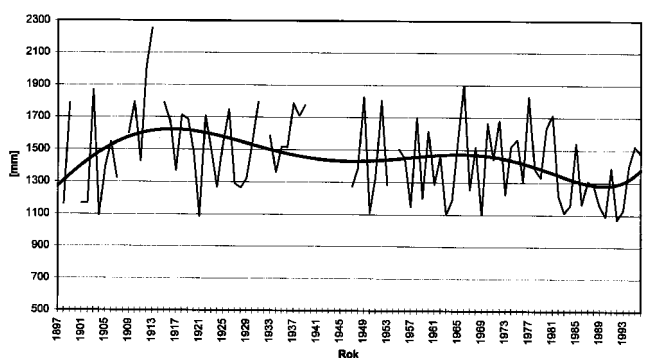
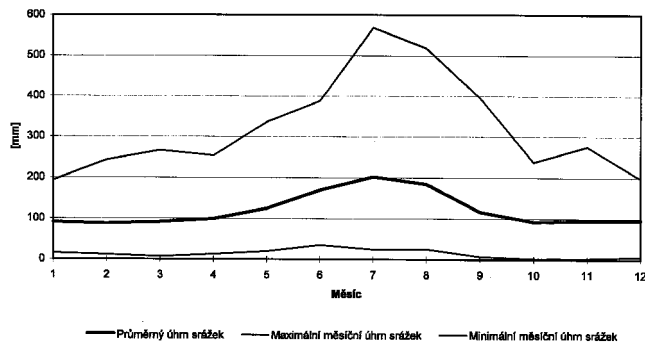
Průměrně za rok spadne na Lysé hoře 1 459.2 mm srážek, nejvíce srážek (2 254.7 mm) spadlo v roce 1913, nejméně (1 071.7 mm) v roce 1992. Nejvíce spadlých srážek za měsíc je v červenci s průměrem 203.1 mm, nejméně v únoru s průměrem 88.2 mm. Maximum srážek za měsíc 568.9 mm spadlo v červenci 1913, minimum pak necelé 2 mm v říjnu 1951. Na Lysé hoře jsou průměrně za rok 224 dny se srážkami 0.1 mm, květen s 21 dnem je měsícem s nejčastějšími srážkami, nejméně - 15 dnů se srážkami je v měsíci září. Absolutní denní maximum spadlých srážek bylo dne 21. srpna 1972 - 211.7 mm. Roční chod srážek je na obr. 3 spolu s ročními úhrny srážek od roku 1897 s proloženým polynomickým trendem.



Obr. 2 Vybrané charakteristiky teploty vzduchu, Lysá hora 1897-1996.
Fig. 2. Selected characteristics of air temperature, Lysá hora 1897-1996.

SNĚH

Průměrně za rok napadne na Lysé hoře celkem 532 cm sněhu, nejvíce 959 cm v zimním období 1952/53, nejméně 245 cm v zimním období 1924/25. Průměrně nejvíce sněhu za měsíc napadne v lednu a to 95 cm, absolutní maximum 290 cm však napadlo v březnu 1939. I v měsících prosinci, únoru a březnu napadne na Lysé hoře průměrně za měsíc kolem 90 cm sněhu, v listopadu kolem 70 cm a dokonce ještě i v dubnu průměrně kolem 60 cm. Průměr ročních maxim celkové sněhové pokrývky v roce je 196 cm, nejvyšší 491 cm v zimním období 1910/11 a nejnižší 65 cm v zimním období 1925/26. Absolutní maximum výšky nově napadlého sněhu za den 90 cm bylo dne 8. listopadu 1952. Na Lysé hoře je průměrně za rok 108 dnů se sněžením, nejvíce 18 dnů v měsících prosinci, lednu a únoru. Průměrně v roce je 171 den se sněhovou pokrývkou 1 cm a větší, nejvíce 213 dnů v zimním období 1974/75 a nejméně 101 den v zimním období 1989/90. Vybrané charakteristiky sněhové pokrývky na Lysé hoře jsou na obr. 4.



Obr. 3 Vybrané charakteristiky úhrnů srážek, Lysá hora 1897-1996.

Fig. 3. Selected characteristics of precipitation amount, Lysá hora 1897-1996.

VLHKOST VZDUCHU

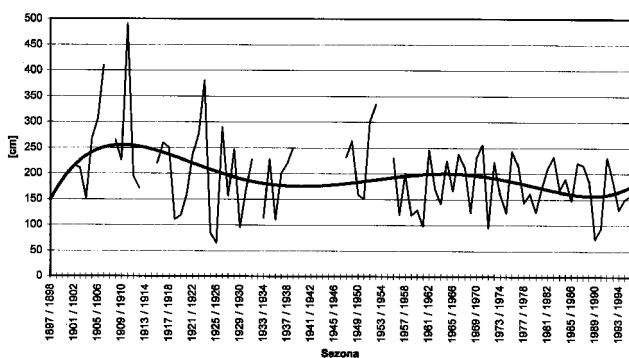
Průměrná vlhkost vzduchu na Lysé hoře je 84 %, v zimním období se blíží až k 90 %, v letním období pak klesá i pod 80 % (obr. 5).

SLUNEČNÍ SVIT

Na Lysé hoře svítí slunce průměrně za rok 1534.9 hodin, nejvíce 1893.4 hodin v roce 1982, nejméně 1235.4 hodin v roce 1970. Průměrně v roce je na Lysé hoře 113 dnů bez slunečního svitu, v průměru nejvíce 18 dnů v prosinci, nejméně 3 dny v srpnu.

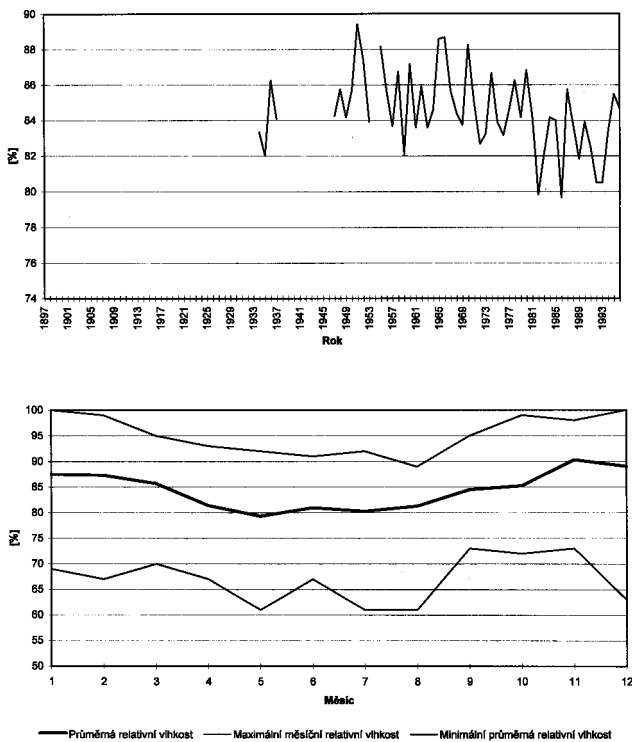
OBLAČNOST

Průměrně v roce je obloha na Lysé hoře pokryta ze 71 % oblačností, nejvíce ze 79 % v roce 1966 a nejméně ze 61 %



Obr. 4 Maximální výška sněhové pokrývky, Lysá hora 1897-1996.

Fig. 4. Maximum depth of snow cover, Lysá hora 1897-1996.



Obr. 5 Vybrané charakteristiky vlhkosti vzduchu, Lysá hora 1897-1996.
Fig. 5. Selected characteristics of air humidity, Lysá hora 1897-1996.

v roce 1982. Vybrané charakteristiky slunečního svitu a oblačnosti jsou na obr. 6.

TLAK VZDUCHU

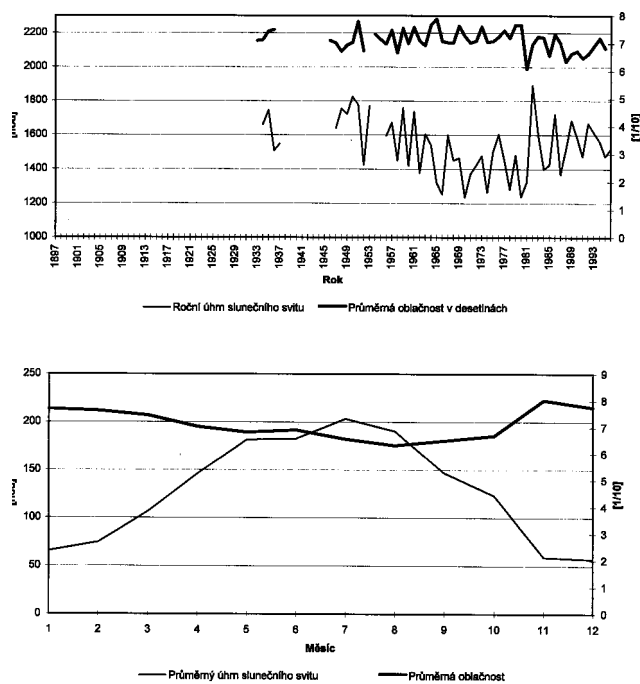
Průměrný roční tlak vzduchu na Lysé hoře je 864.8 hPa, nejvyšší 868.7 hPa v měsíci červenci, nejnižší 851.9 hPa v měsíci únoru.

STOLETÉ VÝROČÍ POZOROVÁNÍ NA LYSÉ HOŘE

K připomenutí zahájení pravidelných meteorologických pozorování před sto lety, dne 15. července 1897, byl na Lysé hoře uspořádán ve dnech 28. až 29. května 1997 krátký odborný seminář s exkurzí na meteorologickou stanici. Oslavy významného výročí této dlouhé řady horského meteorologického pozorování (boužel i s několika přerušeními) byly ukončeny přátelským posezením účastníků, ke kterým patřili zástupci vedení ČHMÚ, SHMÚ, podniku Povodí Odry, pobočky ČHMÚ Ostrava, starostka obce Krásná, vedoucí stanic severomoravského kraje a pozvaní bývalí pracovníci MS Lysá hora.

Odborný seminář zahájil náměstek ředitele pro meteorologii a klimatologii RNDr. Marián Wolek. Po přivítacím úvodním projevu pak ředitel ústavu Ing. Ivan Obrusník, DrSc. předal třem bývalým dlouholetým pracovníkům stanice Ladislavu Hrtoňovi, Vladimíru Ondruchovi a Dušanu Rodovskému vyznamenání „Vzorný pozorovatel“ a zároveň poděkování za obětavou práci pro ústav s přáním zdraví a pohody na zasluženém odpočinku.

Na semináři odeznělo celkem pět hlavních referátů, které se zabývaly vesměs historií vzniku a vývoje pozorování a prezentací výsledků zpracování klimatografických charak-



Obr. 6 Vybrané charakteristiky slunečního svitu a oblačnosti, Lysá hora 1897-1996.

Fig. 6. Selected characteristics of sunshine and cloud cover, Lysá hora 1897-1996.

ZÁVĚR

Dobře udržovaná budova meteorologické stanice na Lysé hoře je zárukou, že vydrží bez úhony nejméně dalších sto let kvalitního pozorování počasí na moderních přístrojích. V současné době je stanice obsazena vedoucím a čtyřmi pozorovateli.

Lektor RNDr. L. Němec, rukopis odevzdán v dubnu 1997.

teristik Lysé hory anejbližšího okolí. Účastníci semináře měli také možnost sledovat množství zajímavých charakteristik, grafů a čísel ve sborníku referátů „100 let meteorologických pozorování na Lysé hoře“, který ČHMÚ vydal k této slavnostní příležitosti.

Jan Strachota



Náměstek ředitele RNDr. Marián Wolek a vedoucí stanice Lysá hora Jaroslav Chalupa předávají Ladislavu Hrtoňovi medaili a poděkování za dlouholetou práci na stanici Lysá hora.

Foto J. Strachota

PŘÍSPĚVEK K DISKUSI O PŘÍPADNÉ ÚPRAVĚ PŘEDPOVĚDÍ NUMERICKÉHO MODELU METEOROLOGEM

Na podzim roku 1996 se na přednášce České meteorologické společnosti („meteorologických hovorech“) o modelu ALADIN rozvinula diskuse o správnosti či nesprávnosti úpravy výsledků numerických modelů v předpovědní praxi. Tato debata byla inspirací k malému měsíčnímu experimentu, který měl alespoň částečně zhodnotit schopnosti numerického modelu ALADIN předpovídat teploty ve 2 m nad povrchem a vhodnost či nevhodnost úpravy této předpovědi osobou meteorologa, kdy ovšem nelze vyloučit vliv ostatních numerických modelů. Následující řádky popisují metodiku získávání údajů, výpočty a zhodnocení výsledků.

Od 5. prosince 1996 do 8. ledna 1997 přibyla provoznímu meteorologovi na pracovišti prognózy počasí v Brně následující povinnost: Do 10. hodiny musel z předpovědní mapy extrémních teplot modelu ALADIN (z výpočtu z půlnočního měření) vypsat předpověď maximální teploty pro běžný, tj. „dnešní“ následující den, a předpověď minimální teploty pro

následující noc. Tyto hodnoty, týkající se lokality Brna, spolu s „vlastní“ předpovědí extrémních teplot pak zadal pomocí jednoduchého programu do tabulky. Slovo „vlastní“ je záměrně uváděno v uvozovkách, neboť na rozhodnutí o ponechání či úpravě původní předpovědi teploty z modelu ALADIN měly samozřejmě vliv hodnoty z modelů Německé povětrnostní služby (zejm. Deutschland modell) a modelu Britského meteorologického úřadu.

Tímto způsobem bylo získáno 25 předpovědí extrémních teplot z modelu ALADIN a stejný počet předpovědí upravených meteorologem (z uvedeného období byly vyřazeny dny, kdy se objevily potíže s dodávkou údajů z modelu ALADIN). Odchytky předpovídaných hodnot od skutečných (ze stanice Brno-Tuřany) byly hodnoceny pomocí střední kvadratické chyby RMSE (Root Mean Square Error), která se počítá dle

vzorce $RMSE = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (T_{pred} - T)^2}{n}}$, kde $(T_{pred} - T)^2$ je čtverec odchylky předpovídané extrémní teploty od změřené hodnoty.

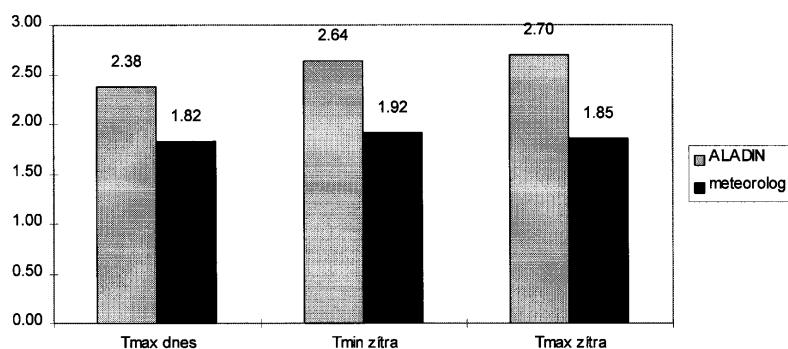
Výsledky jsou na obr. 1. Vyplývá z něj, že prognózy všech extrémních teplot jsou průměrně lepší v předpovědi upravených meteorologem, a to asi o 0,5 – 0,9 °C, což činí 24–31 % chyby modelu ALADIN. Dále bylo zjištěno, že ze všech 75 případů (25 dnů x 3 hodnoty) byla předpověď z modelu ALADIN upravena ve 42 a ponechána ve 33 případech. Ze 42 případů, kdy byla předpověď z modelu ALADIN změněna, znamenala změna v 32 předpovědích (76 %) zlepšení a v 10 případech (24 %) zhoršení předpovědi oproti původní modelové predikci. Upředpovědi maximálních teplot byl poměr zhoršených a zlepšených předpovědí shodně 3 ku 11, u predikce minimální teploty na příští den 4 ku 10.

Obrázek 2 znázorňuje střední kvadratickou chybu rozlišenou podle toho, zda se výsledná předpověď meteorologa od původní modelové predikce lišila či nikoliv. Odtud je možno pozorovat výrazné zlepšení předpovědi v těch situacích, kdy se meteorolog rozhodne původní modelovou predikci opravit (srovnání „levých“ sloupců z levé a pravé poloviny grafu).

Závěr

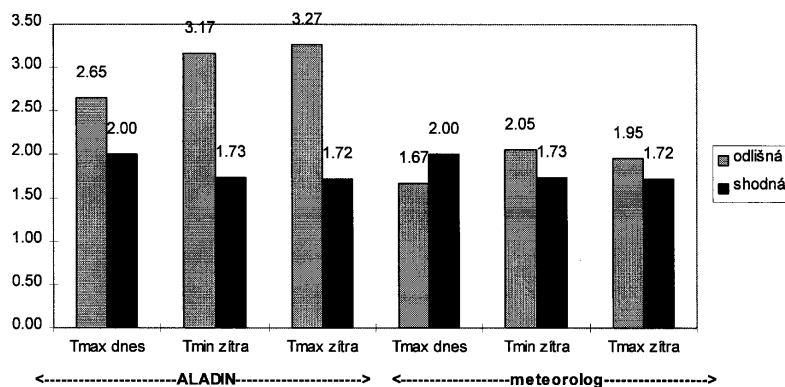
Z uvedeného malého experimentu, který měl za úkol zhodnotit schopnost meteorologa korigovat predikci extrémních teplot modelu ALADIN, tedy dosti přesvědčivě vyplývá, že se případná úprava této predikce v sou-

RMSE předpovědi extrémních teplot z modelu ALADIN a předpovědi upravené meteorologem



Obr. 1. Střední kvadratická chyba předpovědi extrémních teplot z modelu ALADIN a po úpravě meteorologem pro lokalitu Brno-Tuřany

RMSE předpovědi extrémních teplot z modelu ALADIN a po (případně) úpravě meteorologem



Obr. 2. Střední kvadratická chyba předpovědi extrémních teplot z modelu ALADIN a po úpravě meteorologem pro lokalitu Brno-Tuřany rozdělená podle toho, zda se od modelové předpovědi lišila (ozn. „odlišná“, levé sloupce) nebo byla s modelovou předpovědí shodná (pravé sloupce).

časné době vyplatí, přičemž pro úpravu předpovědi se meteorolog rozhodl v 56 % případech. Zároveň je nutné poznamenat, že pro vysokou úroveň předpovědní služby je zřejmě potřebné ponechat přístup prognostika také k předpovědím jiných meteorologických služeb a modelů, neboť jejich výstupy měly často rozhodující úlohu při rozhodnutí meteorologa o případné korekci předpovědi. Také by nebylo dobré výsledky uvedeného pokusu přeceňovat, neboť předpovědi extrémních teplot nejsou jediným výstupem modelu a také trvání experimentu nebylo příliš dlouhé. Dále je potřeba připomenout, že experiment se odehrával v době, kdy se ve střední Evropě vyskytovaly extrémně nízké teploty a kdy je předpověď teplot na sněhové pokrývce zřejmě o něco obtížnější jak z hlediska výpočtu v modelu, tak i z pohledu meteorologa.

Autor však nemůže vyloučit, že v blízké budoucnosti (do 10-20 let) nenastane případ opačný, tzn., že většina zásahů meteorologa do předpovědi numerického modelu bude spíše na úkor její přesnosti. Mezitím je však nutné měnit úlohu meteorologa v tom, že bude modelovou předpověď více asrozumitelněji přibližovat zákazníkům, tedy zlepšovat její prezentaci.

Na závěr bych rád poděkoval kolegům z pracoviště regionální prognózy počasí na pobočce ČHMÚ Brno za účast na uvedeném experimentu a Martinu Janouškovi z Oddělení výzkumu ČHMÚ Praha za spolupráci při operativním poskytování produktů modelu ALADIN.

Stává se dobrým zvykem informovat v meteorologických článcích o zajímavých adresách na Internetu. Uvedené problematiky se, byť jen letmo, dotýká následující „stránka“:

<http://www.meto.govt.uk/sec2/pg1/wxforfor.html>

Milan Šálek

MEZINÁRODNÍ METEOROLOGICKÝ FESTIVAL V PAŘÍŽI

Ve dnech 21. až 25. února se v pařížské čtvrti Issy-les-Moulineaux konal již 7. Mezinárodní meteorologický festival. Celodenní program probíhal po všechny festivalové dny. V rámci úvodního programu byla uspořádána tisková konference za účasti zástupců radnice Issy-les-Moulineaux v čele se starostou panem Santinim. Byla na ní vyzdvížena zásluha řady sponzorů včetně několika ministerstev, kteří se zasloužili o to, aby tradice festivalů mohla pokračovat.

Na konferenci se prezentovaly společnosti zabývající se zpracováním meteorologických informací pro veřejnost: Earth Watch (USA), Weather Development (U.K.), Kavouras (USA), Meteo Service (Belgie), Metaphor System (Norsko), Wigra (Švýcarsko). Tyto společnosti byly na festivalu přítomny ve svých pavilonech po celou dobu jeho konání.

Dále na festivalu zazněla celá řada referátů na aktuální témata. Pan Beysson z Météo France hovořil o ekonomických aspektech v meteorologii. Ukazuje se, že meteorologie je v současné době příliš drahá na to, aby mohla být zcela financována ze státního rozpočtu, a tak je běžné, že část výdajů musí hradit uživatelé informací. VMétéo France hradí 65 procent rozpočtu stát, 23 % letectví a 12 % soukromý sektor. Základní služby jsou bezplatné. Rozpočet Météo France činí 1.8 miliardy franků.

Pánové Smith a Scott z Weather Channel (USA) podali informace o tomto kanálu hned ve dvou referátech. Weather Channel zaměstnává 60 meteorologů a vysílá 24 hodin den-

ně. Předpovědi jsou aktualizovány čtyřikrát denně. Dle vyjádření produkuje Weather Channel nejlepší možné informace o počasí. Zvláštní pozornost věnuje předpovědím nebezpečných jevů, jako např. hurikánů. Úzce spolupracuje s Národní meteorologickou službou ve Washingtonu a místní administrativou za účelem včasného varování a organizace potřebných opatření.

V celkovém pořadí úspěšnosti je Weather Channel na 4. místě mezi TV stanicemi. Má 63 miliony koncesionářů. Z průzkumu provedeného ve veřejnosti v různých státech světa vyplynulo: Roste zájem o organizaci různých aktivit závislých na počasí, v průměru kolem 50 % populace má zájem rozumět příčinám počasí (nejvíce v Německu, 75 %), 33 % lidí je citlivých na počasí, přes 50 % diváků má zájem sledovat nový weather channel. Weather Channel řídí svůj program poptávkou po informacích. Klade důraz na to, aby informace odpovídaly požadavkům, byly přesné, spolehlivé, včasné, regionalizované, využívá nejmodernější techniky. Řídí se heslem „Mysli globálně, pracuj lokálně“.

Pánové Wilkie z Austrálie, Lepore z USA a Dhonneur z Francie hovořili o problematice tropických cyklonů. Bylo konstatováno, že cyklony jsou důležitou součástí globální cirkulace atmosféry, že pomáhají udržovat její rovnováhu. Pro včasné varování obyvatelstva je nezbytná koordinace mezi vědci a těmi, kteří jsou zodpovědní za rozšiřování informací. Pohyb cyklonů se obtížně předpovídá, neboť závisí na mnoha okolnostech, geostrofická aproximace v tropech neplatí (Coriolisův parametr je roven nule). Pro vznik cyklonů z předchozích útvarů je nezbytná teplota povrchu oceánu alespoň 25 °C. Nejnižší tlak vzduchu v cyklonu byl naměřen 12. 10. 1979, a to v tajfunu v Čínském moři, 870 hPa. Maximální rychlosti větru v cyklonech mohou dosahovat až 240 km/h.

Paní Gorre-Daleová ze Světové meteorologické organizace podala informaci, že tato organizace garantuje volnou výměnu dat a informací. Tématem letošního Mezinárodního meteorologického dne je „Pocasí a voda ve městech“. Přírodní katastrofy jsou pro města velmi nebezpečné. Antropogenní vliv na klima je v řadě ohledů zřetelný. Města jsou např. ostrovy tepla. Globálně byl rok 1995 nejteplejší v historii, v tom roce také vznikl mimořádně vysoký počet hurikánů. Jsou odhady, že do roku 2100 může globální teplota vzrůst o 1 až 3,5 °C. V tom případě by stoupla hladina oceánů a zaplavila mořem nízkopoložené oblasti. Probíhá Global Atmospheric Watch, program, který monitoruje meteorologické a chemické prvky ovlivňující klima. Je třeba obrátit pozornost veřejnosti na tyto problémy a působit na změnu životního stylu obyvatelstva.

Na můj dotaz, jak se staví k rozporným názorům na změnu klimatu (družicová měření neindikují oteplení), paní Gorre-Daleová odpověděla, že problematika klimatických změn je velmi složitá a je předmětem diskuse ve vědeckých kruzích.

Pan Eoriel z organizace ESA podal stručnou informaci o budoucích evropských meteorologických družicích. METEOSAT 2. generace bude každých 15 minut snímat zemský povrch ve 12 spektrálních pásmech. METOP bude mít za úkol monitorování klimatu, měření teploty povrchu oceánů, snímání oblačnosti, měření ozonu, měření teplotních a vlhkostních profilů atmosféry. ENVISAT bude mít na palubě radar, altimetr, laser, interferometr, spektrometr. V následující diskusi zaznělo několik poznámek k budoucnosti meteorologie. Pan Dhonneur z Francie zdůraznil, že nejlepším zdrojem spolehlivých předpovědí jsou národní služby, a akcento-

val potřebu seriózních informací o počasí. Pan Wilkie z Austrálie vyjádřil obavy, že využíváním modelů může upadat vlastní zkušenost mladých meteorologů.

Zástupci pěstitelů vinné révy z Champagne spolu se zástupci z Météo France hovořili o meteorologických předpovědích pro vinice. Jedním z hlavních nebezpečí pro vinnou révu jsou jarní mrazíky. Teplota vzduchu může být na různých místech vinice značně rozdílná. Po vinicích jsou rozmístěny stanice měřící teplotu vzduchu. Vypracovávají se speciální předpovědi typu nowcasting podle speciálního modelu Météo France. Pro plánování protimrazových opatření (topení, zakurování, postřik vodou) je ovšem také užitečná předpověď na několik dní dopředu.

Na téma „Humor v meteorologické předpovědi“ hovořili pánové Bellefeuille z Kanady a Roup z Izraele. Užítí humoru v meteorologických předpovědích závisí na celkové kultuře národa a přístupu televize. Kanadský delegát humor zdůvodňoval tím, že po mnohdy znepokojivých zprávách znamená předpověď počasí určité uvolnění, zdůraznil však, že pokud se hovoří o počasí samotném, je třeba výklad provést seriózně. Izraelský delegát zdůvodňoval humor v předpovědi počasí tím, že v Izraeli v letním období je počasí natolik stálé, že není o čem hovořit.

V diskusi na toto téma prohlásila zástupkyně Světové meteorologické organizace, že v zájmu důvěryhodnosti by informace o počasí měly být prezentovány seriózně. Podobně vyzněly i ostatní hlasy.

Na závěr konference byl uspořádán kulatý stůl věnovaný diskusi na aktuální témata. Účastníci byli předem vyzváni k položení otázek. Jako první byla zařazena diskuse na moji otázku, které z předpovědí (krátkodobé regionalizované, střednědobé, dlouhodobé) se jeví jako nejdůležitější. Vyjádřil se k ní pan Glickman z AMS, podle mého soudu velmi trefně: „Všechny!“ Není důvod preferovat některé z těchto předpovědí, všechny jsou důležité a potřebné. Čím je předpověď na delší období, tím je vhodnější ji formulovat v kategoriích vyjadřujících trend atermínech, jako normální, podnormální, nadnormální. Na otázku pana Wilkie z Austrálie, týkající se zodpovědnosti za špatnou předpověď, se nenašla dostatečně uspokojivá odpověď, spíše se hovor stočil na problematiku vydávání výstřah, což by mělo být vzodpovědností národních služeb. V diskusi dále vystoupili delegáti USA, kteří zdůvodňovali vznik řady soukromých společností zabývajících se informacemi o počasí prostě tím, že během času již Národní meteorologická služba Spojených států přestávala být schopna vzhledem k omezeným kapacitám uspokojovat rostoucí poptávku. Byl vznesen i dotaz na možné vysvětlení biblické události, kdy Židé přecházeli suchou nohou přes Rudé moře, který však nikdo nedovedl zodpovědět. Významná část diskuse byla věnována obecněji problematice předpovědi počasí. Byla akcentována potřeba úzké spolupráce mezi meteorology národních meteorologických služeb a těmi, kteří počasí prezentují. Pokud prezentují žurnalisté, měli by mít dostatečné znalosti meteorologie. Podstatné je, aby předpověď byla podána tak, aby jí diváci a posluchači rozuměli. Zejména v případech nebezpečného počasí se ukazuje výhoda moderátorů-meteorologů vůči žurnalistům. V období současného bouřlivého technického pokroku krystalizuje nezastupitelná role moderátorů-meteorologů ve vydávání specifických doporučení ve specifických okolnostech. Lze předpokládat, že význam této role v budoucnu poroste.

Jako každoročně proběhla na festivalu tradiční soutěž ukázek meteorologických relací z celého světa. Do soutěže se

letos přihlásilo 97 TV stanic ze 49 zemí světa. Oproti minulým rokům přibýly ukázky z Brazílie, Kuby, Indonézie, Itálie, Palestíny, Ruska a Uruguaye. Pro účastníky soutěže bylo připraveno pět profesionálních cen: Cena interpretů, Cena médií, Vědecká cena, Evropská cena a jako hlavní Trofej festivalu. Ceny byly uděleny na závěrečném gala večeru.

Ve skutečnosti se sešlo 85 ukázek včetně dvou českých, TV NOVA s Karlou Mráčkovou a TV PRIMA s Martinou Pleťánkovou. Všechny jsem jako člen poroty měl příležitost shlédnout apovinnost ohodnotit. Ukázky měly rozdílnou úroveň. Co se týče technického provedení, nedošlo oproti minulému roku k výrazným změnám. V ukázkách vystupovali moderátoři rozdílného věku, od těch nejmladších kolem 20 let až po zkušené ve věku kolem 60 let. Přibližně polovina byly ženy. Nejvýše byly oceněny ukázky se srozumitelným odborně populárním výkladem vývoje počasí optimálně využívající při výkladu moderní grafiku. Hlavní cenu, Trofej festivalu, získal, podle mého soudu po právu, Francis Wilson z britské televize Sky News. České ukázky letos cenu nedostaly (loni zvítězila TV NOVA). Jejich umístění se od organizátorů nedalo získat. Domnívám se však, že české ukázky působily dobrým dojmem díky informacím, grafice a způsobu prezentace, navíc relace TV NOVA byla namluvena anglicky. Pravděpodobně by zasvěcenější výklad o vývoji počasí včetně snímků z družic býval úspěšnost našich ukázek ještě posílil.

Součástí Mezinárodního meteorologického festivalu byla Výroční plenární schůze Mezinárodní asociace pro vysílání meteorologie (International Association of Broadcast Meteorology). Ve svém úvodním projevu se předseda asociace Gerald Fleming vrátil k loňské výroční schůzi a závěrům týkajícím se důsledků komercializace dat, konkrétně omezení přístupu k datům potřebným pro prezentaci ve sdělovacích prostředcích. V uplynulém roce proto výbor asociace kontaktoval EUMETSAT a ECOMET, schůzka s představiteli EUMETSATU by se již měla v blízké budoucnosti uskutečnit. Za velmi užitečnou označil předseda asociace konferenci AMS o vysílání meteorologie, která se konala v Bostonu. Nedávno výbor rozeslal všem členům výpis z databáze obsahující seznam všech členů asociace a základní informace o nich včetně kontaktů. Předseda přiznal, že se zatím nepodařilo uvést v život školení, doufá však, že se uskuteční v tomto roce. Dále se předseda zmínil ozměněných vztazích asociace s organizátory festivalu. Původním záměrem bylo využívat festivalu k výročním schůzím asociace. Vzhledem ke změnám vpojetí festivalu, kdy je snaha zvát nové tváře, v důsledku čehož nebyl na letošní festival pozván nikdo z výboru asociace, je nutné počítat v budoucnu s tím, že se členové asociace budou scházet při jiných příležitostech.

Na schůzi byl zvolen nový výbor (v původním složení) a bylo odsouhlaseno zvýšení příspěvků. Bylo doporučeno získat nové členy včetně členů kolektivních.

Z konference a soutěže vyplynulo, kam v současné době ve světě meteorologie směřuje, zejména ta její část, která se zabývá sdělováním meteorologických informací. Technický pokrok dodává meteorologii stále dokonalejší nástroje. Ty by však neměly být využívány samoúčelně, ale např. v oblasti sdělování informací by měly sloužit jako prostředek pro optimální způsob sdělení těchto informací, měly by umožnit názorněji vysvětlit procesy v atmosféře, o které je ve světě značný zájem, což potvrdil průzkum v řadě zemí světa. Přibližně polovina populace mající zájem poznat příčiny počasí jistě není zanedbatelné procento. Navíc je zřejmé, že ten, kdo lépe chápe příčiny počasí, dovede i lépe využít před-

pověď počasí. K současným trendům v meteorologii patří i široký záběr v úsilí o zdokonalení předpovědi počasí zahrnující všechny druhy předpovědi od krátkodobých přes střednědobé až po dlouhodobé. Podstatné je rovněž pochopit, v čem bude v budoucnu spočívat hlavní role meteorologů: ve vydávání specifických doporučení za specifických okolností.

Bude žádoucí pokračovat v mezinárodních kontaktech zprostředkovaných organizátory Mezinárodního meteorologického festivalu jakož i ve spolupráci s Mezinárodní asociací pro vysílání meteorologii, jejímž je autor tohoto sdělení zakládajícím členem.

Bude nutné i nadále usilovat o optimalizaci výstupů ČHMÚ – informací o počasí, a to nejen ve sdělovacích prostředcích. Na jedné straně dbát, aby výstupy ČHMÚ měly co nejlepší odbornou a uživatelskou úroveň, na druhé straně důsledně vyžadovat od sdělovacích prostředků, zejména televize, aby tyto výstupy nebyly znehodnocovány. Hledat cesty, jak realizovat kromě jednoduchých sdělení také zasvěcenější výklad vývoje počasí. Zcelého jednání vyplynula nutnost dbát o rozvoj meteorologie v souladu s potřebami uživatelů a celosvětovými trendy, tedy o rozvoj všech druhů předpovědi, a postupně směřovat kapacitu meteorologů na práce, ve kterých nebudou ani v budoucnu zastupitelní, zejména na vydávání specifických doporučení ve specifických okolnostech.

Jan Pavlík

DEN OTEVŘENÝCH DVEŘÍ V ČESKÉM HYDROMETEOROLOGICKÉM ÚSTAVU

(Světový den vody a Světový meteorologický den 1997)

Jak se stalo v posledních letech již tradicí, uspořádal Český hydrometeorologický ústav při příležitosti Světového dne vody (SDV) a Světového meteorologického dne (SMD) na všech svých pracovištích kromě letišť Den otevřených dveří. Akce se uskutečnila v sobotu 22. března a těšila se opět velkému zájmu veřejnosti – přišlo přes 3 000 návštěvníků, z toho na profesionálních meteorologických stanicích přibližně 1 000.

Jak SDV, tak i SMD byly letos organizovány pod tematicky spřízněnými hesly *Je na světě dost vody?* (SDV) a *Počasí avoda ve městech* (SMD). Onáplni SMD 1997 jsme blíže informovali v Meteorologických zprávách č. 1/1997. SMO a UNESCO jako příslušné agencie OSN ne zvolily tematiku obou hesel náhodně. Ve volbě hesel se projevuje úsilí upoutat pozornost veřejnosti i politiků na možnou vodní krizi v 21. století. Jde zejména o sladkou vodu, jejíž zásoby představují pouhé 2,5 % z celkových vodních zásob a z toho objem nejpřístupnějších vodních zásob v řekách, jezerech a nádržích činí pouze 0,26 %! Od počátku století svět zaznamenal šestinásobný nárůst spotřeby sladké vody na jednoho obyvatele přibližně o jednu polovinu proti současnému stavu. Hospodaření s vodou je proto nutné věnovat trvalou pozornost a zejména je třeba změnit přístup a chování ve vztahu k vodním zdrojům.

SMO přispívá k celé řadě mezinárodních aktivit zaměřených na problematiku vody, zejména pokud jde o sběr hydrologických dat. Jsou realizovány mezinárodní programy, jako *Pozorovací systém SMO pro světový oběh vody (WHYCOS)*, na kterém se podílí Světová banka, nebo *Hydrologický a vo-* *dohospodářský program SMO*. V roce 1994 požádala Světová komise pro trvale udržitelný rozvoj o podrobné vyhodnocení

zdrojů sladké vody, včetně porovnání jejich kapacit s budoucími potřebami. Výsledky studie budou projednány v letošním roce na zvláštním Generálním shromáždění OSN.

ČHMÚ jako ústřední státní ústav slučuje ve svých činnostech monitorování přírodního prostředí z hlediska čistoty ovzduší, hydrologie, klimatologie a meteorologie, včetně poskytování příslušných informací a předpovědí. Jen pro ilustraci uvádíme, že pozorovací síť hydrologie zahrnuje 527 objektů povrchových vod (z toho 23 % automatizovaných) a 2 414 objektů podzemních vod (10 % automatizovaných).

Pořádání Dne otevřených dveří není propagační akce v pravém smyslu – činnost ČHMÚ je denně dostatečně prezentována ve formě zpravodajství ve sdělovacích prostředcích a ústav zvláštní propagaci nepotřebuje. Ale v povědomí značné části veřejnosti stále přetrvává názor, že v ČHMÚ se „jenom předpovídá počasí“ nebo „sleduje stav vody na tocích“. Paleta činnosti ústavu je však mnohem širší a ti, co přišli, se o tom přesvědčili. Na observatoři v Praze-Libuši, která doslova praskala ve švech, se mnoho set návštěvníků seznámilo spracovištěm zpracovávajícím informace z radarů adružic (obr. 1), v centrální budově v Komořanech předváděli hydrologové – být na suchu, ale s entuziazmem – „hydrometrování“ (obr. 2), promítaly se filmy o povodních, v sále s počítačem si lidé mohli osahat ještě „teplé“ mapy severní polokoule nebo ČR s údaji o počasí a na pracovišti prognózy nejen poslouchat výklad dr. V. Seiferta, ale zároveň sledovat



Obr. 1 Návštěvníci na observatoři v Praze-Libuši sledují aerologický balon, vypuštěný před několika okamžiky. Foto J. Jandouš.



Obr. 2 Ukázka hydrometrické soustavy pro měření velkých vod z mostu. Foto J. Jandouš.



Obr. 3 Záběr ze sálu meteoroprognózy. Foto J. Jandouš.

odborníky zpracovávající předpověď, se kterou se seznámí z rozhlasu nebo televize, až přijdou domů (obr. 3). Obrovský zájem byl o stanici v Praze-Klementinu, kde se nepřetržitě pozoruje počasí od roku 1775. Tato stanice, představující jednu nevelkou místnost s několika přístroji vysunutými z okna, je cenná svojí dnes již 222letou nepřerušovanou řadou pozorování, vsoučasné době pochopitelně stále více ovlivňovanou prostředím velkého města.

Také na pobočkách ústavu v Brně, Hradci Králové, Plzni, Ostravě i Ústí nad Labem díky pečlivému propagačnímu zajištění v regionálních sdělovacích prostředcích proběhl Den otevřených dveří úspěšně. I na pobočce v Plzni, která je umístěna v objektu Povodí Vltavy, byla velká účast. Pobočka na akci upozornila vkusnými plakáty v prostředcích hromadné dopravy.

V rámci skromných ekonomických možností byly děti podarovány drobnými suvenýry (obrázky, pranostiky) a pro dospělé byla připravena výstava vydávaných publikací.

Den otevřených dveří v Českém hydrometeorologickém ústavu potvrdil trvalý zájem veřejnosti o akce podobného typu. Dokumentoval to i značný publikační ohlas ve sdělovacích prostředcích všech typů.

Zdeněk Horký

VZPOMÍNKOVÉ SETKÁNÍ U PŘÍLEŽITOSTI 30. VÝROČÍ ÚMRTÍ Prof. Dr. Ing. drh.c. VÁCLAVA NOVÁKA, DrSc.

Letos posledním březnovým dnem uplynulo 30 let od úmrtí velké osobnosti naší předválečné i poválečné vědy, zakladatele Československé bioklimatologické společnosti a jejího nezapomenutelného prvního předsedy, profesora Václava Nováka. Tohoto výročí bylo důstojně vzpomenuáno vzpomínkovým shromážděním na půdě Mendelovy zemědělské a lesnické univerzity v Brně dne 2. dubna 1997.

Za početné účasti těch, kteří se přišli z České i Slovenské republiky poklonit památce vědce a velkého člověka, zahájil vzpomínkové setkání prof. ing. Vladimír Havlíček, CSc., emeritní vedoucí bývalé katedry bioklimatologie VŠZ. Vslavnostním projevem rektora MZLU prof. MVDr. ing. Pavla Jelínka, DrSc. byl oceněn význam osobnosti prof. V. Nováka jako badatele v oborech půdoznalství a bioklimatologie, jako pedagoga vysoké školy i jako vůdčí osobnosti zemědělské vědy, působivší ve vysokých funkcích v Zemědělské akademii i v různých vědeckých sdruženích tuzemských i zahraničních. Ve společném vystoupení prof. ing. V. Havlíčka, CSc. a prof. ing. Aloise Praxe, CSc. hovořil druhý z autorů podrobněji o přínosech prof. V. Nováka v široké oblasti pedologie a bioklimatologie i o jeho vynikajícím působení vysokoškolského učitele. Zbioklimatologie byly připomenuty zejména základní zásluhy prof. Nováka v rozvoji fenologie, jeho zdůraznění vzájemných vazeb půdních a atmosférických složek bioklimatu v mikroklimatické sféře, rozlišení základních mikroklimatických situací a iniciace bioklimatologických územních průzkumů.

V rozpravě po slavnostních projevech se k vzpomínkám na prof. Nováka jako vzácného učitele, rádce a kolegy přihlásila velká řada účastníků. Jestliže už v úvodních projevech představitelů MZLU nejednou zazněla zmínka o lidské velikosti Novákovy osobnosti, další příspěvky poukazyvaly často na tuto charakteristiku prof. V. Nováka z nejrůznějších úhlů pohledu. Nynější předseda České bioklimatologické společnosti vzpomínal na obrovský náboj iniciativy spojený s úžasným taktem v jednání prof. Nováka, což s úspěchem uplatňoval nejen při dlouhých jednáních okolo založení vědecké společnosti bioklimatologické. S touto ideou vystoupil prof. Novák na I. čs. bioklimatologické konferenci v Liblicích roku 1955, v dohodě s meteorology (prof. Gregorem, prof. Končekem) se bioklimatologové podíleli na vzniku a práci Čs. společnosti meteorologické a teprve v roce 1965 se členstvo Odborné biometeorologické skupiny ČSMS a Bioklimatologické komise ČSAV s dalšími odborníky spojilo v nově založené Čs. bioklimatologické společnosti, již se prof. Novák stal prvním předsedou. Zmíněné vlastnosti prof. Nováka určovaly dělnou a přátelskou atmosféru ve sdružení bioklimatologů, umožnily úzkou součinnost jeho složek na společné platformě, danou životními podmínkami organismů. Tak se uskutečňovala i společná shromáždění biologů a fyziků, konkrétně lékařů, veterinářů,

zemědělců a lesníků, meteorologů a astronomů, urbanistů, ochranářů přírody.

K úctě a uznání dílu prof. V. Nováka se připojil také dnešní předseda České společnosti půdoznalecké. Poukázal na základy, položené prof. Novákem v naší pedologii, jimiž v ledasčem předbíhal svou dobu, např. v zájmu o půdy kulturní. Z dalších početných vystoupení v diskusi vzpomínkového setkání jmenujme alespoň příspěvek akademika Hraška ze Slovenska, jenž snad nejvýstižněji ze všech řečníků charakterizoval osobnost prof. V. Nováka v jeho iniciativnosti, taktu, tolerantnosti, spolu svyváženou kritičností i respektem k osobě druhých bez ohledu na postavení či věk.

V odpolední části vzpomínkového setkání byla položena zástupci MZLU kytice k pamětní desce prof. V. Nováka v arboretu vysoké školy.

V místě jednání, v zasedací síni děkanátu Lesnické a dřevařské fakulty MZLU, byla instalována výstava dokumentů, připomínajících dílo prof. Nováka a práci bývalé katedry bioklimatologie pod jeho vedením a v jeho duchu. Vyzvednutí si zaslouží názorné pojetí a přehledné uspořádání materiálů na panelech.

Důstojná a svěží, dobře uspořádaná vzpomínka na prof. V. Nováka byla účastníky oceněna a zaslouží slova uznání pořadatelům. Iniciativu Ústavu půdoznalství a mikrobiologie spolu s Oddělením bioklimatologie Ústavu krajinné ekologie Agronomické fakulty MZLU ocenil ve svém úvodním projevu i Jeho Magnificence rektor MZLU jako příkladnou z hlediska významu tradice. Dodejme, že nejde jen o tradici institucionální, ale i o tradici vědní a morální. Ve všech těchto směrech nám vzpomínka na vědce, učitele a velkého člověka, prof. Václava Nováka, má co říci.

Vladimír Krečmer

DETERMINISTICKÝ CHAOS A MATEMATICKÉ MODELY TURBULENCE

Jiří Horák – Ladislav Krlín: *Deterministický chaos a matematické modely turbulence. Praha, Academia 1996. 444 s.*

Teorie deterministického chaosu bývá mnohými vědci považována za třetí revoluci ve fyzice dvacátého století; vedle teorie relativity a kvantové teorie. Tato revoluce však není omezena pouze na oblast působnosti fyziky, ale prochází napříč řadou vědních oborů. Vedle fyziky našla uplatnění mimo jiné v sociologii, ekologii, chemii i biologii, medicíně a psychiatrii, finančnictví. Meteorologové mohou být potěšeni, že jeden ze závažných podnětů k bouřlivému rozvoji tohoto oboru přišel z oblasti fyziky atmosféry. Máme zde na mysli dnes již legendární Lorenzův článek „Deterministic nonperiodic flow“ z roku 1963.

V podobě monografie J. Horáka a L. Krlína se k českému čtenáři dostává dlouho očekávaná a žádaná práce zaměřující se, stručně řečeno, na teorii a aplikace deterministického chaosu v některých oblastech fyziky, zejména v geofyzikální hydrodynamice, fyzice plazmatu a astronomii. Doposud publikované práce v české odborné literatuře byly zaměřeny zejména na oblast chemie, biologie a medicíny.

Knihu lze rozdělit do několika vpodstatě nezávislých částí. Po první, úvodní kapitole autoři přistupují v kapitole druhé ke studiu chaosu v hamiltonovských systémech. Pozornost je věnována aplikacím ve fyzice vysokoteplotního plazmatu a astronomii. Čtenářům by zcela jistě neměla uniknout mj.

teorie KAM, či Gödelův problém oneuplnosti systémů a jeho vztah k problému prokázání náhodnosti systémů. Je nutné ještě upozornit na to, že v kapitole věnované hamiltonovským systémům jsou některé problémy či pojmy „jen“ nastíněny s tím, že jsou zpřesněny až v kapitolách následujících. Přitom je vcelku šťastně zvolen poměr mezi fyzikálním základem a matematickou stránkou věci, což přispívá k zachování přehlednosti a názornosti výkladu.

Domníváme se však, že studium knihy je možné začít i třetí kapitolou věnovanou základním pojmům teorie dynamických systémů apoté přistoupit jak ke kapitole druhé, oníž jsme se již zmínili, tak i ke kapitole čtvrté věnované chaosu disipativních systémů.

Největší díl knihy je zasvěcen chaosu disipativních systémů, o němž pojednává čtvrtá kapitola. V jejím úvodu jsou prezentovány hlavní rozdíly mezi disipativními a konzervativními systémy a s tím spojené důsledky. Autoři zde názorným způsobem vysvětlují pojmy, jako např. homoklinické struktury, chaotické atraktory a jejich fraktální dimenze či entropie dynamických systémů. Další partie pojednávají o hydrodynamické nestabilitě a turbulenci včetně shrnutí scénářů jejího generování.

Značná část knihy pojednává o Lorenzově modelu, a to i přechodu od Navier-Stokesových rovnic k rovnicím Saltzmanovým a následně až k rovnicím Lorenzovým. Autoři při výkladu postupují od jednoduchých stacionárních a periodických řešení přes složité limitní cykly až po chaotický atraktor a podrobně probírají jeho topologii. Rozsah pozornosti, který je věnován Lorenzovu modelu, není obvyklý ani v obdobných zahraničních publikacích. V dalším textu je pak čtenář znovu a znovu odkazován na tento model, když je s jeho vlastnostmi porovnáváno chování dalších modelů zkoumaných v knize, což je užitečné zejména z hlediska metodického.

Z pohledu meteorologa jsou nejpodstatnější ty partie monografie, v nichž je studován nelineární máloparametrický model všeobecné cirkulace atmosféry v kvazigeostrofickém přiblížení. Tvůrci přitom vycházejí zejména zpráci E. N. Lorenze a D. M. Soněčkina a sledují celou plejádu možných cirkulačních režimů při interakci baroklinních vln a zonálního proudění. Důležitost tohoto fenoménu není meteorologům nutně zcela jistě připomínat, neboť je to právě mechanismus baroklinní nestability, který je podle současných představ odpovědný za vznik a vývoj atmosférických poruch synoptického měřítka ve středních zeměpisných šířkách. Autoři knihy formou přehledu seznamují čtenáře s výsledky bifurkační analýzy modelu a postupně odhalují různé cirkulační režimy; od periodických režimů či symetrických i nesymetrických oscilací přes složité samobuzené oscilace až po stochastické chování systému. Přehled režimů je velmi názorný díky tomu, že autoři uvádějí jak trojdimenzionální a dvojdimenzionální projekce fázové trajektorie systému pro různé hodnoty řídicích parametrů, tak i jednodimenzionální projekce vhodné zvoleného Poincarého zobrazení. Zvláště nás zaujala podobnost závislosti suprem a infim jedné z fázových proměnných na toku tepla s bifurkačním diagramem logistické rovnice. Dále nám jsou představeny výkonová spektra všech závislých proměnných v závislosti na toku tepla a jsou diskutovány odchylky od Feigenbaumovy teorie.

V další části knihy je model podroben vlivu periodicky se měnícího toku tepla se záměrem odhalit, mimo jiné, zda kvazidvouletá cykličnost ve všeobecné cirkulaci atmosféry, zejména v rovníkové stratosféře, může být projevem paramete-

trické rezonance. To se vskutku pro některé hodnoty střední velikosti a amplitudy toku tepla potvrzuje.

Pozornost je věnována i kvazigeostrofickému modelu interakce baroklinních vln a zonálního toku při zahrnutí orografie velkého měřítká. Přitom je atmosféra ztotožněna se souborem vzájemně se ovlivňujících nelineárních oscilátorů. Opět je popsána řada cirkulačních režimů, včetně chaotického. Tato partie je však zařazena až do páté kapitoly - doplňku, ačkoliv bychom doporučovali její umístění do kapitoly 4, a to se záměrem zachovat kontinuitu výkladu o interakci baroklinních vln a zonálního proudění.

Čtenář knihy může namítnout, že monografie obsahuje pouze máloparametrické nelineární modely všeobecné cirkulace atmosféry, a ptát se proto, do jaké míry jsou získané výsledky relevantní pro skutečnou atmosféru. Máloparametrické systémy jsou jednoduše studovány proto, že na analýzu mnohomodálních systémů soudobé metody nestačí. Navíc studium máloparametrických modelů je užitečné z hlediska pochopení základních mechanismů vytváření zvláštností všeobecné cirkulace atmosféry. Je třeba zdůraznit, že autoři nepropadají neodůvodněnému nadšení, pokud jde o možnosti aplikace získaných výsledků na reálný atmosférický systém. Jsou si dobře vědomi toho, že zobecnění závěrů mimo rámec studovaných modelů je nutno provádět s krajní ostražitostí.

Vrátíme-li se zpět ke čtvrté kapitole, je možné meteorologům zabývajícím se mezní vrstvou atmosféry, a nejen jim, doporučit ty partie monografie, v nichž se pojednává o kaskádním přenosu energie vturbulentním toku. Vvedené kapitole je možné nalistovat též pasáže zabývající se typickými situacemi při modelování konvekce prostřednictvím máloparametrických modelů. Přitom je pohybovým rovnicím setrvačnicku vtisknuta hydrodynamická interpretace.

V již zmíněné páté kapitole je podán stručný návod, jak postupovat vpřípadě, že neznáme generující rovnice systému a máme kdispozici pouze měření ve formě časové řady. Zknihy se dozvíme, jak nejprve pomocí Takensovy metody časových zpoždění rekonstruovat z jednodimenzionálního signálu stavy systému ve vícerozměrném fázovém prostoru apoté, jak odhadnout korelační exponent, který je v současné době nejčastěji počítaným charakteristickým invariantem podivných atraktorů. Dodatek 5 zahrnuje i „spekulativní“ pojednání o případném klimatickém atraktoru. Za nejvíce iritující myšlenku považujeme názor, že při změně vnějšího působení na atmosféru by mohlo dojít ke krizi klimatického atraktoru, tzn. zániku původního atraktoru v určité části fázového prostoru a současně objevení se nového atraktoru v jiné oblasti fázového prostoru. Tzn. že zanikne staré klima a na jeho místo nastoupí klima nové. To je zneklidňující zejména vsouvislosti s antropogenními vlivy na klimatický systém. Poznámenejme, že patrně nelze vyloučit ani podobné „přeskoky“ při stejných vnějších podmínkách.

Pátá kapitola též pojednává o Melnikovově metodě, která umožňuje studovat vývoj dynamického systému blízkého k integrabilnímu a poskytuje kritérium generování chaosu v roli separatrixy za přítomnosti disipace. Kapitola je zakončena příklady aplikace teorie deterministického chaosu v nehydrodynamických systémech.

Šestá kapitola je věnována závěrečným poznámkám, obsahuje několik trefných postřehů obecnějšího charakteru a nechybí zde ani výhled do budoucnosti.

V souhrnu lze recenzovanou knihu označit za velmi zdařilý počin, který úspěšným způsobem zaplňuje citelnou meze-

ru v české odborné literatuře. Dílo vyniká přehledností uspořádání a systematickostí při prezentaci dílčích výsledků. Výklad je vhodně doplněn řadou obrázků (celkem 190). Knihu lze doporučit jak meteorologům zajímavajícím se zejména o všeobecnou cirkulaci atmosféry, teorii klimatu a turbulenci obecně, tak i fyzikům – nemeteorologům, kterým přináší mimo jiné informaci o tom, jak složitým systémem atmosféra je a jak beznadějně mohou být naše snahy o úspěšnou dlouhodobou předpověď počasí. Dílo jistě přinese užitek i studentům, doktorandům a pracovníkům z nefyzikálních vědních oborů, kteří se zajímají o teorii deterministického chaosu jako takovou.

Aleš Raidl

ČLOVĚK A BIOSFÉRA

Ve dnech 15. – 16. května 1997 se na Kladské v CHKO Slavkovský les konalo jarní zasedání pracovní skupiny č. 8 Českého národního komitétu programu UNESCO – MAB (Man and the Biosphere), Člověk a biosféra. Jedním z nových členů pracovní skupiny se stal ipracovník ČHMÚ (Ing. J. Vašítko).

Na jednání byl dopracován připravený návrh Ministerstva životního prostředí ČR: „Národní akční plán (strategie) pro biosférické rezervace v ČR“, který vychází ze závěrů jednání konference v r. 1995 v Seville (Sevillská strategie).

Postupně ve všech BR jsou zřizovány naučné stezky, výchovně vzdělávací a informační střediska pro návštěvníky a na jejich území jsou realizovány mezinárodní konference a sympozia, dále mezinárodní, ale zejména národní výzkumné projekty avýzkumy vrámci grantových agentur Akademie věd ČR, rezortů životního prostředí a zemědělství, ale i dalších; dále výzkumné práce vysokých škol, výzkumných ústavů anakonec iřady významných osobností naší vědy aodborné veřejnosti. Biosférické rezervace (BR) jsou na základě schvalovací procedury součástí Světové sítě UNESCO. BR v České republice byly zapojeny do grantového systému Global Environmental Facility (GEF), který prostřednictvím Světové banky posílil ve třech českých BR logistiku aaplikovaný výzkum, směřující k ochraně biodiverzity [1].

V České republice jsou tyto BR:

	Rok schválení	Plocha (km ²)
Bílé Karpaty	1996	715
Krkonoše	1992	578
Křivoklátsko	1977	628
Pálava	1986	80
Šumava	1990	1671
Třeboňsko	1977	700

MAB má za cíl „rozvinout v rámci přírodních a socioekonomických věd základnu pro racionální využívání přírodních zdrojů biosféry a pro zlepšení vztahů mezi člověkem a přírodním prostředím; předpovídat důsledky dnešních aktivit na zítřejší svět a tím posilovat lidskou schopnost účinně hospodařit s přírodními zdroji biosféry.“

Zástupce ČHMÚ na jednání seznámil s pozorovacími sítěmi ústavu, s publikacemi, které mohou sloužit především při spolupráci na LTER (Long-term Ecological Research) a ILTER (International Long-term Ecological Research). Těmito publikacemi jsou především díla vydávaná v edici Národní klimatický program, ročenky ČHMÚ iVýroční zpráva ČHMÚ.

Literatura

- [1] Jeník, J. a kol.: Biosférické rezervace České republiky. (Příroda a lidé pod záštitou UNESCO). Praha, Nakladatelství EMPORA 1996.

Jan Vašátko

WORKSHOP EMEP-WMO O ANALÝZE, OVĚŘOVÁNÍ A ZASÍLÁNÍ DAT

(EMEP-WMO Workshop on Data Analysis, Validation and Reporting, Ústí nad Labem, Česká republika)

Ve dnech 27. – 30. 4. 1997 byl v České republice uspořádán workshop věnovaný problematice práce s daty v rámci mezinárodního programu EMEP (Co-operative Programme for Monitoring and Evaluation of the Long Range Transmission of Air Pollutants in Europe – Kooperativní program monitorování a hodnocení dálkového přenosu znečištění ovzduší v Evropě, přecházejícího hranice států). Na jeho organizaci se společně podílely EMEP, WMO (World Meteorological Organization – Světová meteorologická organizace) a ČHMÚ (Český hydrometeorologický ústav). Workshop se konal v hotelu Vladimír v Ústí nad Labem a zúčastnilo se jej 59 delegátů z 29 zemí.

Workshop zahájil ředitel Českého hydrometeorologického ústavu I. Obrusník, v úvodním bloku dále vystoupili náměstek ředitele ČHMÚ pro ochranu čistoty ovzduší J. Šantroch, ředitel divize životního prostředí WMO J. Miller a představitel EMEP J. Schaug.

První programový blok, týkající se prostorové a časové variability atmosférických polutantů sledovaných v rámci programu EMEP, uvedl W. Fricke (Německo) přednáškou o reprezentativnosti stanic. Další řečníci prezentovali výsledky monitoringu ve svých zemích. S. Vidič (Chorvatsko) se věnovala porovnání kvality srážek ve venkovských a městských oblastech v Chorvatsku a reprezentativnosti chorvatských stanic pro analýzu kyselých dešťů v regionálním měřítku. J. Walden (Finsko) hovořil o prostorových změnách atmosférických polutantů v severním Finsku, K. Vincent (Velká Británie) ozměňách vdepozici na území Velké Británie v období 1986-1995 a H. Scheel (Německo) o analýze dat z alpských stanic lokalizovaných v různých nadmořských výškách.

Druhý blok byl věnován statistickému modelování, analýze dat a srovnávacím studiím. Uvedl jej J. Miller (WMO), který prezentoval přehled aktivit v oblasti analýzy dat v rámci programu GAW (Global Atmosphere Watch – Globální sledování atmosféry). P. Winkler (Německo) hovořil o meteoro-

logických filtrech a srovnání těžkých kovů ve srážkách. M. Wallasch (Německo) prezentoval srovnání depozice bulk a wet-only na německých stanicích EMEP. J. Honzák (Česká republika) vystoupil s hodnocením monitoringu VOC (Volatile organic compounds – těkavé organické sloučeniny) v České republice.

Kontrola kvality dat byla tématem třetího bloku, který byl uveden přednáškou Chul-Un Ro (Kanada) o metodách péče o kvalitu dat v kanadské síti monitoringu kvality srážek. Následovaly krátké informace některých delegátů na téma tohoto bloku.

Důležitou součástí workshopu byly tréninkové kurzy, jichž se zúčastnili zástupci účastnických zemí EMEP, kteří jsou zodpovědní za zasílání dat do datacentra programu. T. Krognnes (Norsko) řídil kurz ozasílání dat v NASA/AMES format 1001 a o ověřování kvality dat. A. G. Hjellbrekke (Norsko) provedla instruktáž o kontrole a verifikaci dat.

V rámci workshopu bylo prezentováno 20 posterů. Česká republika byla zastoupena posterem Výsledky monitoringu kvality ovzduší na českých stanicích EMEP Košetice a Svratouch.

Seminář byl uzavřen plenárním zasedáním, z něhož vzešly následující závěry a doporučení:

Data ze stanic EMEP by měla být použitelná pro extrapolaci dat v prostoru, pro srovnání s výstupy modelů a měla by charakterizovat stanice s ohledem na zdroje emisí. Centrum EMEP bylo doporučeno vypracovat návrh definice pro hodnocení reprezentativnosti stanic programu EMEP.

Byla navržena posloupnost statistických nástrojů pro předběžnou analýzu získaných dat na stanicích.

Byla zdůrazněna nezbytnost unifikace měření v rámci programů jako EMEP a GAW, zejména s ohledem na analýzu trendů a srovnání výsledků z jednotlivých zemí. Zásadní význam přitom mají srovnávací měření, postihující celý proces získávání dat, a interkalibrace. EMEP a GAW by měly založit program pravidelných terénních srovnávacích měření a interkalibrací pro každý parametr.

Výsledky ze srovnávacích měření depozice těžkých kovů ukazují velké rozdíly v měření identickými přístroji blízko sebe. Pro měření depozice těžkých kovů v rámci EMEP i GAW je doporučeno paralelní použití alespoň dvou odběrových zařízení.

Byla diskutována otázka zavedení meteorologických měření v rámci programu EMEP. Bylo doporučeno, zejména pro stanice lokalizované blízko zatížených oblastí, realizovat některá základní meteorologická měření (minimálně směr a rychlost větru, teplota a vlhkost vzduchu).

Milan Váňa



VÝBĚR Z NOVINEK ZÁKLADNÍ KNIHOVNY ČESKÉHO HYDROMETEOROLOGICKÉHO ÚSTAVU V PRAZE

SMĚRNICE PRO KVALITU OVZDUŠÍ V EVROPĚ

Praha, MŽP ČR 1996. 1. vyd., 444 s.

VODOHOSPODÁRSKE ASPEKTY EKOLOGIZÁCIE KRAJINY

Zborník

Bratislava, VÚVH 1995. 1. vyd., 179 s.

LAMBRECHT, M.: NUMERISCHE UNTERSUCHUNGEN ZUR TROPISCHEN 30-60-TÄGIGEN OSZILLATION MIT EINEM KONZEPTIONELLEN MODELL

Bonner Meteorologische Abhandlungen, Heft 48 (1996)

Bonn, Dümmler 1996. 1. vyd., 48 s.

CLICOM. Příručka pro uživatele

Praha, ČHMÚ 1996. 1. vyd., 400 s.

BRERETON, A. J. – DANIELOV, S. A. – SCOTT, D.: AGROMETEOROLOGY OF GRASS AND GRASSLANDS FOR MIDDLE LATITUDES

Technical Note No. 197, WMO-No. 839

Geneva, WMO 1996. 1. vyd., 36 s.

VÁŇA, M.: QUALITY OF THE NATURAL ENVIRONMENT IN THE CZECH REPUBLIC AT THE REGIONAL LEVEL

Results of the Košetice Observatory

Praha, ČHMÚ 1997. 1. vyd. (angl.), 102 s.

REPORT OF THE WMO/STUK INTERCOMPARISON OF ERYTHEMALLY-WEIGHTED SOLAR UV RADIOMETERS

Spring/Summer 1995, Helsinki, Finland

Global Atmosphere Watch No. 112

Geneva, WMO 1996. 1. vyd., 89 s.

KOVÁŘOVÁ, S.: RÝMOVANÉ PRANOSTIKY

Olomouc, ALDA 1996. 1. vyd., 130 s.

PROCEEDINGS OF THE WORKSHOP ON THE ACSYS SOLID PRECIPITATION CLIMATOLOGY PROJECT

Reston, VA, USA, 12-15 September 1995

World Climate Research Programme No. 93

Geneva, WMO 1996. 1. vyd., 181 s.

UMWELTVERTRÄGLICHKEITSUNTERSUCHUNGEN AN BUNDESWASSERSTRASSEN

Materialien zur Bewertung von Umweltauswirkungen

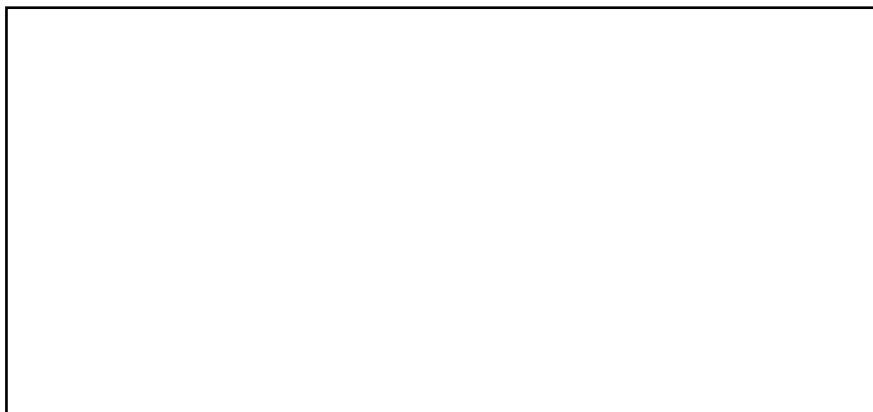
Mitteilung Nr. 9

Koblenz, Bundesanstalt für Gewässerkunde 1996. 1. vyd.

KURNOSENKO, S.: DESCRIPTION AND USER GUIDE FOR THE RADIOSONDE COMPARISON AND EVALUATION SOFTWARE PACKAGE (RSKOMP – VERSION 3/4)

Instruments and Observing Methods, Report No. 60, WMO/TD – No. 771

Geneva, WMO 1996. 1. vyd., 47 s.



INFORMATIVNÍ ODBORNÉ BULLETINY VYDÁVANÉ ČESKÝM HYDROMETEOROLOGICKÝM ÚSTAVEM

DENNÍ PŘEHLED POČASÍ

Deník, 4 strany formátu A4, cena jednoho čísla 18,- Kč.

Obsahuje data z aerologického měření na observatoři v Praze-Libuši, údaje ze synoptických pozorování na 21 stanicích v České republice (charakter počasí, vítr, tlak, teplota, rosný bod, srážky). Je publikována přehledná mapa počasí na našem území, včetně tabulkového přehledu o teplotě v Praze-Klementinu, Praze-Libuši, Brnu-Tuřanech a Ostravě-Mošnově (průměrná, nejvyšší a absolutní maximální teplota včera, nejnižší v noci na dnešek, absolutní minimum v noci na dnešek, odchylka od normálu, srážky od 6 h UTC včera do 6 hUTC dnes). Zařazeny jsou i čtyři mapy Evropy a přilehlé části Atlantského oceánu, obsahující grafickou i číselnou charakteristiku počasí, absolutní topografii vhladinách 500 a 850 hPa a údaje o maximální a minimální teplotě.

MĚSÍČNÍ PŘEHLED POČASÍ

Měsíčník, 6 stran formátu A4, cena jednoho výtisku 62,50 Kč.

Obsahuje charakteristiku průběhu počasí za minulý měsíc, grafické znázornění srážek, tlaku vzduchu a teploty vzduchu v Brně-Tuřanech, Praze-Karlově a Praze-Ruzyni. Na podkladové mapě ČR jsou číselně znázorněny průměrné teploty vzduchu, úhrny srážek v mm a slunečního svitu v hodinách. Je uveden i přehled 50 stanic s údaji o průměrné teplotě vzduchu a její odchylce od normálu a úhrnu srážek a slunečního svitu.

MĚSÍČNÍ PŘEHLED METEOROLOGICKÝCH POZOROVÁNÍ OBSERVATOŘE PRAHA-KARLOV

Měsíčník, 4 strany formátu A4, cena jednoho výtisku 12,- Kč.

Obsahuje přehled základních prvků počasí (teplota, vlhkost vzduchu, výpar vody, sluneční svit, vítr, oblačnost, srážky včetně výšky sněhové pokrývky, tlak vzduchu) v pozorovacích termínech 7, 14 a 21 hodin denně.

AGROMETEOROLOGICKÝ ZPRAVODAJ

Ve vegetačním období (konec března – září) týdeník, v říjnu až březnu měsíčník, 6 stran formátu A4, cena jednoho výtisku 15,- Kč.

Obsahuje textový agrometeorologický přehled a na mapách ČR znázornění úhrnů srážek a oblastí s nadnormálními a podnormálními úhrny, odchylek průměrných teplot od normálu, trvání slunečního svitu v procentech normálu a vláhové bilance. V tabulkových přehledech jsou ze stanic podle jednotlivých krajů uvedeny údaje o sumách efektivních teplot, termínových extrémech teploty půdy v hloubkách 5, 10 a 20 cm i aktuálních hodnotách meteorologických prvků.

**Všechny bulletiny můžete objednat na adrese:
Český hydrometeorologický ústav, OMTZ,
Na Šabatce 17, 143 06 Praha 4 – Komořany**