

# METEOROLOGICKÉ ZPRÁVY

METEOROLOGICAL BULLETIN

<i>Iva Hůnová – Václav Novák: Expoziční index AOT40 jako nástroj pro odhad účinku přízemního ozonu na ekosystémy</i> .....	65
<i>Jan Kyselý – Radan Huth – Martin Dubrovský: Simulace extrémních teplotních jevů globálními cirkulačními modely, statistickým downscalingem a stochastickým generátorem</i> .....	73
<i>Lubomír Coufal – Radim Tolasz: Klimatologická databáze CLIDATA. Datový model a jeho aplikace</i> .....	83
Informace – Recenze .....	94
Typy povětrnostních situací na území České republiky v roce 2000 .....	96
Typy poveternostných situácií na území Slovenskej republiky v roku 2000 .....	96

ROČNÍK 54 – 2001 – ČÍSLO 3

<i>Iva Hůnová – Václav Novák: Exposure index AOT40 as a tool for assessment of ground-level ozone impact on ecosystems</i> .....	65
<i>Jan Kyselý – Radan Huth – Martin Dubrovský: Simulation of extreme temperature events using general circulation models, statistical downscaling and stochastic generator</i> .....	73
<i>Lubomír Coufal – Radim Tolasz: Climatological data base CLIDATA. Data model and its application</i> .....	83
Information – Reviews .....	94
Weather situations on the territory of the Czech Republic in 2000 .....	96
Weather situations on the territory of the Slovak Republic in 2000 .....	96

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, fax 4403 2721, E-mail: horiky@chmi.cz ● Řídí vedoucí redaktor RNDr. Luboš Němec, redaktor prom. knih. Zdeněk Horký ● Redakční rada: Prof. RNDr. Jan Bednář, CSc., Ing. František Hudec, CSc., RNDr. Karel Krška, CSc., Mgr. Stanislav Racko, RNDr. Daniela Řezáčová, CSc., RNDr. Jan Strachota, RNDr. Karel Vaníček, CSc., RNDr. Helena Vondráčková, CSc. ● Za odborný obsah podepsaných článků odpovídají autoři. Proti dalšímu otiskování, uvede-li se původ a autor, není námitek ● Sazba a tisk: 3P s.r.o. ● Rozšiřuje a informace o předplatném podává a objednávky přijímá Český hydrometeorologický ústav, SIS, Na Šabatce 17, 143 06 Praha 4 – Komořany; Offers for Meteorological Bulletin arranges ČHMÚ, SIS, Na Šabatce 17, 143 06 Praha 4 – Komořany ● Ročně vychází 6 čísel, cena jednotlivého čísla 20,- Kč, roční předplatné 180,- Kč včetně poštovního, do zahraničí 42,- USD. Reg. číslo MK: 5107. ISSN 0026 – 1173

Iva Hůnová – Václav Novák (ČHMÚ)

## EXPOZIČNÍ INDEX AOT40 JAKO NÁSTROJ PRO ODHAD ÚČINKU PŘÍZEMNÍHO OZONU NA EKOSYSTÉMY

**Exposure index AOT40 as a tool for assessment of ground-level ozone impact on ecosystems.** Role of daylight hours included in calculation for resulting exposition. The AOT40 exposure index developed within the context of the UN/ECE as a critical level is a tool commonly used to assess the geographical areas with vegetation potentially at risk due to elevated ground-level ozone concentrations. Ground-level ozone has been monitored over the territory of the Czech Republic since 1992. AOT40 both for forests and crops are calculated annually. The paper provides a comparison of AOT40 values calculated for fixed hours 8-18 h UTC throughout the Czech territory over the entire vegetation period as it has been carried out in the Czech Hydrometeorological Institute and for AOT40 values calculated for „daylight hours“ defined by global radiation equal or greater than  $50 \text{ W}\cdot\text{m}^{-2}$ . The 30 min ground-level ozone concentrations recorded at 24 stations providing collocated measurements of ground-level ozone and global radiation have been used as input data. The results show that relative differences are surprisingly low. This enable us to maintain the simple approach with the „daily window“ applied uniformly over the entire territory of the Czech Republic throughout the entire vegetation period. This is in accordance with the view expressed in the final draft of EC (European Communities) daughter directive for ozone COM (2000)613 final recommending to use the fixed hours within the entire EU territory. Due to our results it is reasonable to broaden the „daily window“ from 8-18 h UTC (as used in the Czech Republic so far) to 8-19 h UTC in order not to loose the daytime ozone concentrations above the threshold of 40 ppb occurring at the mountain stations. The final draft of EC daughter directive for ozone sets up the „daily window“ for AOT40 calculation as 8-20 h (CET 7-19 h).

**KLÍČOVÁ SLOVA:** ozon přízemní – úrovně kritické – expozice – radiace globální – ekosystémy

### 1. ÚVOD

Fotochemické oxidanty, zejména ozon, patří vzhledem ke svým fyzikálním a chemickým vlastnostem k nejdůležitějším stopovým plynům v atmosféře. Problematice jejich vzniku se věnuje v posledních desetiletích zvýšená pozornost. Do konce šedesátých let se zdálo, že se v podstatě jedná o problém velkých měst a jejich bezprostředního okolí, v sedmdesátých letech se však ukázalo, že je tato problematika mnohem rozsáhlejší. Epizody zvýšených koncentrací se vyskytují každoročně v letním období nad značně rozsáhlými regiony. Existují přesvědčující důkazy o tom, že se koncentrace přízemního ozonu nad Evropou od počátku 19. století zvýšily z roční průměrné hodnoty 10–15 ppb (1 ppb =  $1,995 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$  při standardních atmosférických podmínkách 293,15 K a 1013,25 hPa) na současnou hodnotu kolem 30 ppb [1].

Podle současných měření v Evropě je zřejmé, že koncentrace ozonu, který je pokládán za indikátor fotochemického znečištění, lineárně rostou, a to přibližně o 1–3 % ročně [2]. Na základě dostupných dat byl zaznamenán výrazný gradient

koncentrací ozonu rostoucí od severozápadní Evropy směrem k jihovýchodu, s nejvyššími měřeny koncentracemi ve střední Evropě (Německo, Švýcarsko, Rakousko). Pro Evropu jihovýchodní, kde lze vzhledem ke klimatickým poměrům očekávat vysoké koncentrace ozonu, je zatím nedostatek informací [1].

Přízemnímu ozonu je věnována v souvislosti s účinky na receptory značná pozornost v celosvětovém měřítku. Jedním z důvodů je fakt, že v troposféře neexistuje žádná jiná látka, u které jsou rozdíly mezi měřeny koncentracemi a koncentracemi kritickými, při kterých se projevují toxické účinky, tak nepatrné [3].

Přízemní ozon je velmi silným oxidačním činidlem, které má ve zvýšených koncentracích škodlivé účinky na lidské zdraví, ekosystémy i materiály. Rostliny vykazují vysokou sensitivitu vůči ozonu a jiným fotochemickým oxidantům. V důsledku krátkodobého působení vysokých koncentrací může docházet k výskytu akutních známek poškození, chro-

nické účinky vznikající dlouhodobou opakovanou expozicí jsou však zpravidla závažnější [4].

Negativní působení ozonu na rostliny je dáno právě jeho vysokou oxidační schopností. V jejím důsledku dochází k narušení funkce biologických membrán, kterými prochází a s nimiž reaguje za vzniku dalších toxických produktů. Nejaktivnější z rozkladných produktů jsou hydroxylové a superoxidové radikály. Tyto reaktivní rozkladné produkty pronikají plasmatickou membránou a poškozují subcelulární složky. To vede ke snížení množství chlorofylu a destrukci buněk. Ještě před vznikem viditelných symptomů poškození vyvolává ozon změny na biochemické úrovni. Dochází ke zvýšenému výskytu stresových proteinů a indukci obranných antioxidantních systémů. Při četných peroxidálních pochodech se v buňkách hromadí některé metabolity, které je možné využít k indikaci oxidačního stresu ozonem. Jedním z peroxidálních produktů, které se v buňkách hromadí, je malonyldialdehyd, MDA [5].

Na úrovni ekosystémů, ať už se jedná o ekosystémy přirozené či antropogenně ovlivněné, dochází vlivem zvýšených koncentrací přízemního ozonu k významnému poškození. Podle řady hypotéz mohou hrát zvýšené koncentrace přízemního ozonu velkou roli jako jeden z faktorů podílejících se na rozpadu lesních ekosystémů. Oxidativní stres jako následek zvýšených koncentrací přízemního ozonu patří v současnosti k jedné z pěti základních vědeckých hypotéz poškození evropských lesů [3].

Důležitou charakteristikou působení ozonu na receptor je expozice, která zohledňuje nejen koncentrace ve venkovním ovzduší, ale i dobu jejich trvání. Záleží i na frekvenci expozice a intervalech mezi opakovanými expozicemi; je důležité i konkrétní období dne a roku, kdy k expozici dochází. Na účincích se podílejí i stanovištní podmínky a fakt, o jaké vývojové stádium rostliny se jedná.

Snaha o objektivní hodnocení vlivu přízemního ozonu na ekosystémy se odráží v konstrukci řady alternativních expozičních indexů, pomocí nichž lze odhadnout potenciální negativní účinky přízemního ozonu na vegetaci. Kromě AOT40, kterému je tento článek věnován a o kterém lze konstatovat, že je nejpoužívanějším způsobem pro odhad působení přízemního ozonu na vegetaci, existují i jiné expoziční indexy, např. SUM06, W126 [6, 7, 8, 9]. Ty jsou však v praxi (zejména v Evropě) využívány mnohem méně často.

V rámci Konvence o dálkovém přenosu znečišťujících látek UN/ECE (United Nations Economic Commission for Europe) byl zaveden pojem tzv. kritických úrovní (critical levels) definovaných jako „takové koncentrace látek v ovzduší, při jejichž překročení může podle současné úrovně poznání dojít k přímým negativním účinkům na receptory, tedy vegetaci, ekosystémy a materiály“. Koncepce kritických úrovní měla sloužit zejména pro stanovení rozumného snížení emisí pro ochranu receptorů. O problematice stanovení konkrétních hodnot kritických úrovní pro jednotlivé typy receptorů a zejména pro vegetaci je podrobně pojednáno např. v [10].

Kritické úrovně byly poprvé stanoveny v r. 1988 [11]. Dosud je používán přístup tzv. „Úrovně I“, kdy jedna kritická úroveň je určena pro jeden určitý receptor bez ohledu na lokální podmínky stanoviště. Posun k sofistikovanější „Úrovně II“, která má zohledňovat vliv lokálních faktorů stanoviště (např. klimatické a půdní podmínky), vývojové stádium rostliny a faktory ovlivňující okamžitý příjem ozonu rostlinami

(teplotu, vlhkostní deficit, globální záření, rychlost větru), zatím naráží na nedostatek vědeckých informací [12].

V Evropě bylo doporučeno, aby kritické úrovně pro expozici ozonem byly založeny na kumulované expozici v jednotkách ppb.h nad stanovenou prahovou koncentrací za období celé vegetační sezony (AOT, Accumulated Exposure over Threshold). Jako prahová byla stanovena hodnota 40 ppb za hodinu. Původní metodika pro výpočet AOT40 [10] byla poněkud upřesněna [13]. Pro ochranu evropských lesů byla stanovena předběžná kritická úroveň přízemního ozonu AOT40 ve výši 10 ppm.h. Tato hodnota se vztahuje k jehličnatým i listnatým dřevinám. Za kritickou úroveň pro zemědělské plodiny, stejně tak jako pro přirozená a přírodě blízká rostlinná společenstva, je považována hodnota 3 ppm.h. Tato hodnota u zemědělských plodin odpovídá přibližně 5% ztrátám na výnosech.

Expoziční index AOT40 je nástrojem, který kromě zjevných kladů má i řadu omezení. Ceněnou vlastností je zejména to, že index bere v potaz pouze tu část expozice, která je biologicky účinná, výhodná je i relativní jednoduchost indexu. Omezení vyplývají jednak z řady zjednodušujících předpokladů (výsledky experimentů z otevřených komor, ve kterých neodpovídají podmínky směšovací poměrům v reálné atmosféře; pro experimenty je používáno jen několik málo druhů rostlin a dřevin; pouze určité vývojové stádium rostliny), jednak ze samotného praktického výpočtu (např. kumulace systematické chyby, problematika vylučování nereálně vysokých, odlehklých koncentrací). Na tyto nevýhody a omezení bývá často upozorňováno, např. [1, 14, 15]. Vzhledem k omezujícím předpokladům se doporučuje nepoužívat překročení kritických úrovní přímo pro odhad ztrát na výnosech, ale má spíše sloužit jako indikátor stupně ekologického rizika. Koncepce AOT40 je pokládána za zatím nejlepší dostupný přístup k vymezení geografických oblastí potenciálního ohrožení rostlin [15].

Expoziční index AOT40 je dnes v Evropě všeobecně užíván. Vzhledem k tomu, že je legislativně zakotven i v evropském „acquis communautaire“ – konkrétně v připravované dceřiné směrnici EC pro ozon COM(2000) 613 final – musí jej členské státy EU i státy přidružené zavést v rámci transponování práva evropského do svých národních právních norem. V české legislativě se expoziční index AOT40 nově objevuje v návrhu Nařízení Vlády ČR, kterým se stanovují emisní stropy a další podmínky omezování emisí některých látek znečišťujících ovzduší.

V rámci každoročního pravidelného hodnocení kvality ovzduší v ČR [16] se již od r. 1994 provádí i výpočet expozičního indexu AOT40. Hodnoty vypočtené pro jednotlivé stanice měřící koncentrace přízemního ozonu jsou vhodnými metodami interpolovány a pole expozic jsou prezentována v mapách vytvářených v systému ARC/INFO. Metodika výpočtu AOT40 i vytváření polí expozic jsou v ČHMÚ neustále zpřesňovány, výsledky jsou publikovány [17, 18, 19].

Cílem příspěvku je přiblížit výpočet expozičního indexu AOT40 a poukázat na vliv hodin zahrnovaných do výpočtu na sumární hodnotu expozice za vegetační období.

## 2. METODIKA

V České republice se přízemní ozon měří již od r. 1992 v rámci národní sítě pro monitorování kvality venkovního ovzduší. Počet měřících stanic postupně narůstal až k současnému rozsahu 60 stanic reprezentujících městské, regionální a horské prostředí.

Mapka současné staniční sítě s vyznačením stanic měřících přízemní ozon a globální radiaci (GLRD, global radiation) je na obr. 1.

Pro měření koncentrací přízemního ozonu je na stanicích automatizovaného imisního monitoringu (AIM) používána metoda ultrafialové absorpční fotometrie, spočívající v absorpci záření o vlnové délce 254 nm ozonem v analyzovaném vzorku. Zdrojem záření je UV lampa, v kyvetách je střídavě měřen čistý vzduch a vlastní vzorek. Energie slunečního záření (GLRD) je na vybraných stanicích AIM měřena v rámci kontinuálního sledování doprovodných meteorologických prvků (dále se měří směr a rychlost větru, atmosférický tlak, teplota a vlhkost vzduchu). Pro měření globální radiace se používá metody teplotní difference spočívající v měření rozdílu teploty černě a bíle zbarvených segmentů povrchu čidla, které mají různou odrazivost pro krátkovlnné sluneční záření [20].

Původní mezinárodně doporučená metodika pro výpočet expozičního indexu AOT40 [10] byla na základě experimentálních výsledků revidována a částečně pozměněna [13] co do časového období, které výpočet pokrývá. Změna se týká jak zahrnutých hodin (dříve se např. pro lesy při výpočtu AOT40 používalo koncentrací naměřených nejen v hodinách denních, ale i nočních), tak i definice vegetační sezony.

Pro výpočet expozičního indexu AOT40F pro lesy se v současné době v souladu s [13] používá následujícího vztahu:

$$AOT40F = \sum_{i \in V} \sum_{j=1}^n \sum_{k \in D} (c_{ijk} - p), \quad (1)$$

kde

$c_{ijk}$  je koncentrace přízemního ozonu  $\geq 40$  ppb naměřená v  $i$ -tém měsíci,  $j$ -tém dni a  $k$ -té hodině,

$p$  je prahová hodnota 40 ppb,

$V$  je množina měsíců vegetační sezony,

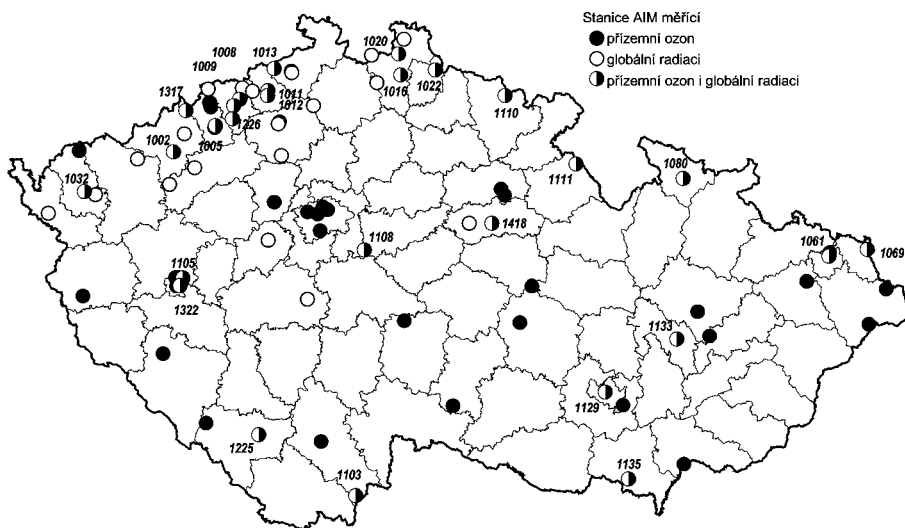
$D$  je množina hodin s „denním světlem“, které jsou definovány jako ty hodiny, ve kterých je střední globální záření větší nebo rovno hodnotě  $50 \text{ W}\cdot\text{m}^{-2}$ ,

$n$  je počet dnů v měsíci.

Hodnota AOT40 pro srovnání s kritickou úrovní  $10 \text{ ppm}\cdot\text{h}$  pro ochranu lesů se počítá pro šestiměsíční období počínaje 1. dubnem.

Pro zemědělské plodiny, stejně tak jako pro přirozená a přírodě blízká rostlinná společenstva, se hodnota AOT40C pro srovnání s kritickou úrovní  $3 \text{ ppm}\cdot\text{h}$  počítá jako nejvyšší klouzavý tříměsíční průměr relevantní vegetační sezony, případně pouze pro fixní tříměsíční periodu květen–červenec [1]. V ČHMÚ bylo pro výpočet použito následujícího vztahu:

$$AOT40C = \max_{i \in W} \sum_{j=i+1}^{i+91} \sum_{k \in D} (c_{jk} - p), \quad (2)$$



Obr. 1 Stanice AIM měřící ozon a globální radiaci, z jejichž dat byl proveden srovnávací výpočet.

Fig. 1. AIM stations measuring ground-level ozone and global radiation. Their data was used for a comparative calculation.

kde

$c_{jk}$  je koncentrace  $\geq 40$  ppb přízemního ozonu naměřená v  $j$ -tém dni a  $k$ -té hodině,

$p$  je prahová hodnota 40 ppb,

$j$  je pořadové číslo dne vegetační sezony od 1. dubna do 30. září,

$W$  je  $\langle 0; 92 \rangle$ ,

$D$  je množina hodin s denním světlem, které jsou definovány jako ty hodiny, ve kterých je střední globální záření větší nebo rovno hodnotě  $50 \text{ W}\cdot\text{m}^{-2}$ .

Problémem výpočtu expozičního indexu v ČHMÚ, kde se začal na základě měřených dat počítat pro celé území České republiky již v r. 1994, byl nedostatek údajů o globální radiaci. Výpočet AOT40 tak nemohl být prováděn striktně podle výše uvedených vztahů (1) a (2) předepsaných metodikou [13]. Na stanicích automatizovaného imisního monitoringu, kde se měří ozon, nebylo totiž k dispozici měření globální radiace, která do výpočtu vstupuje, a to pojmem „hodin s denním světlem“, které jsou definovány jako hodiny, ve kterých je hodnota GLRD větší nebo rovna  $50 \text{ W}\cdot\text{m}^{-2}$ . Počty stanic měřících přízemní ozon a GLRD v období 1992–1999 jsou uvedeny v tab. 1.

Tab. 1 Počty stanic měřících přízemní ozon a GLRD v období 1992–1999 (ISKO ČHMÚ).

Table 1. Number of stations measuring ground-level ozone and global radiation in the period 1992–1999.

Rok	Přízemní O <sub>3</sub>	Souběžně O <sub>3</sub> a GLRD
1992	4	0
1993	16	0
1994	24	4
1995	41	11
1996	54	18
1997	57	22
1998	62	27
1999	60	27

Z důvodu neexistence měření GLRD byl pro účely výpočtu AOT40 proveden v r. 1994 odborný odhad hodin s denním světlem. I když je zřejmé, že délka denního světla se během 6 měsíců dlouhé vegetační sezony mění, pro účely výpočtu byly hodiny pro započítání zvýšených koncentrací přízemního ozonu stanoveny v určitém zjednodušení fixně pro celé období vegetační sezony pro všechny stanice stejně na periodu 8–18 hodin UTC (Universal Time Coordinated).

Postupně bylo měření GLRD na stanicích AIMu zaváděno (tab. 1), což umožnilo nyní revidovat náš odhad uvažovaných hodin a provést srovnávací výpočet pro AOT40, kdy hodnoty počítané námi zjednodušenou metodou pro fixně stanovené hodiny (8–18 UTC) byly srovnány s hodnotami vypočtenými pro hodiny s denním světlem definované jako hodiny s globální radiací GLRD rovnou nebo vyšší než  $50 \text{ W.m}^{-2}$  podle vztahů (1) a (2).

Relativní diference v % mezi hodnotami AOT40 vypočtenými oběma způsoby pak byly vyjádřeny podle vztahu:

$$D = \frac{B - A}{A} \times 100, \quad (3)$$

kde

*D* je relativní diference vyjádřená v %,

*A* je hodnota AOT40 vypočtená pro fixně stanovené hodiny 8–18 UTC,

*B* je hodnota AOT40 vypočtená pro hodiny s GLRD  $\geq 50 \text{ W.m}^{-2}$ .

Výpočet byl proveden pro pětileté období 1995–1999 pro ty stanice, které měří kontinuálním způsobem souběžně koncentrace přízemního ozonu a GLRD. Jednalo se o následující-

Tab. 2 Relativní diference hodnot AOT40F pro stanice AIM v letech 1995–1999.

Table 2. Relative differences of AOT40F values for AIM stations in 1995–1999.

Indikativ ISKO	Stanice	Okres	Relativní diference (Počet měření O <sub>3</sub> / Počet měření GLRD) [%]				
			1995	1996	1997	1998	1999
1002	Tušimice	Chomutov	-3,6 (94/75)	-1,9 (97/96)	-0,6 (91/100)	1,5 (100/100)	0,7 (97/100)
1005	Most	Most				-2,6 (98/100)	-4,6 (98/99)
1008	Teplice	Teplice	0,1 (97/99)	4,5 (85/98)	4,1 (96/97)	3,7 (98/99)	2,5 (95/99)
1009	Všehchlapy	Teplice				-0,4 (97/88)	-2,4 (95/83)
1011	Ústí nad Labem-Kočkov	Ústí n. Labem		-0,3 (95/93)	1,4 (98/98)	2,8 (99/99)	0,1 (99/99)
1012	Ústí nad Labem-město	Ústí n. Labem			-0,4 (99/99)	-0,2 (99/99)	-0,9 (98/100)
1013	Sněžník	Děčín		5,8 (98/94)	5,1 (100/85)	3,8 (97/85)	1,8 (98/97)
1016	Liberec-město	Liberec				-15,5 (93/68)	-1,9 (97/100)
1020	Albrechtice u Frýdlantu	Liberec	4,0 (98/100)	5,2 (98/100)	-5,4 (94/94)	-58,0 (96/48)	2,5 (97/99)
1022	Souš	Jablonec n. N.		-0,2 (94/98)	7,7 (97/97)	7,1 (100/100)	7,7 (98/95)
1032	Sokolov	Sokolov	0,5 (91/94)	0,6 (99/99)	2,2 (99/98)	2,1 (100/100)	0,1 (94/99)
1061	Ostrava-Fifejdy	Ostrava-město		-74,0 (84/52)	-6,4 (87/98)	-3,0 (93/99)	-6,2 (99/86)
1069	Karviná	Karviná	-2,0 (94/97)	-1,1 (90/100)	-2,3 (100/100)	-6,4 (97/96)	-1,5 (98/99)
1080	Jeseník	Jeseník		-75,7 (94/51)	-2,5 (99/99)	2,8 (99/99)	-0,2 (100/100)
1103	Hojná Voda	Č. Budějovice	11,9 (99/88)	12,5 (83/83)	11,6 (91/95)	9,8 (89/98)	10,5 (100/100)
1105	Plzeň-Doubravka	Plzeň-město	-0,4 (97/98)	-4,0 (88/91)	-0,9 (45/45)	-0,4 (98/99)	-2,4 (97/98)
1108	Ondřejov	Praha-východ	3,4 (99/100)	-5,5 (93/97)	-3,8 (87/90)	-1,1 (94/96)	0,9 (100/100)
1110	Krkonoše-Rýchory	Trutnov	-14,1 (28/89)			13,0 (96/52)	12,8 (88/100)
1111	Šerlich	Rychnov n. K.					-15,8 (93/70)
1129	Brno-Kroftova	Brno-město			0,9 (100/100)	-2,9 (100/100)	-0,1 (98/96)
1133	Prostějov	Prostějov			-7,1 (100/100)	-5,3 (100/100)	-6,1 (100/100)
1135	Mikulov-Sedlec	Břeclav		15,2 (100/100)	22,5 (100/100)	-0,5 (96/96)	-2,8 (98/98)
1225	Prachatice	Prachatice	0,9 (97/99)	0,7 (93/98)	-1,5 (98/100)	-4,5 (97/99)	-5,2 (98/100)
1226	Bílina	Teplice	-0,2 (100/100)	-2,8 (98/92)	0,4 (74/91)	-0,5 (81/80)	
1317	Rudolice v Horách	Most			11,2 (98/98)	-39,0 (98/62)	14,2 (90/99)
1322	Plzeň-Slovany	Plzeň-město		0,4 (85/91)	-1,4 (95/96)	2,0 (89/95)	-1,5 (98/99)

cích 24 automatizovaných imisních stanic (uvedeny s číselnými indikativy Informačního systému kvality ovzduší ISKO ČHMÚ a příslušnými nadmořskými výškami):

1002 Tušimice (322 m n. m.), 1005 Most (221), 1008 Teplice (225), 1009 Všechny (216), 1011 Ústí nad Labem-Kočkov (367), 1012 Ústí nad Labem-město (149), 1013 Sněžník (588), 1016 Liberec-město (350), 1020 Albrechtice u Frýdlantu (535), 1022 Souš (771), 1032 Sokolov (475), 1061 Ostrava-Fifejdy (220), 1069 Karviná (238), 1080 Jeseník (625), 1103 Hojná Voda (818), 1105 Plzeň-Doubravka (348), 1108 Ondřejov (514), 1110 Krkonoše-Rýchory (1001), 1111 Šerlich (1011), 1129 Brno-Kroftova (235), 1133 Prostějov (218), 1135 Mikulov-Sedlec (245), 1225 Prachatice, 1226 Bílina (215), 1317 Rudolice v Horách (840), 1322 Plzeň-Slovany (348).

S cílem získat nejvyšší možný počet údajů byly do srovnávacího výpočtu zahrnuty i stanice městské, které se pro výpočet AOT40 a vytváření polí expozic nepoužívají. Pro vytváření polí expozičního indexu se běžně používají pouze ty stanice, které jsou reprezentativní pro rozsáhlejší oblasti, tedy stanice regionální, horské, případně stanice charakterizované jako městské pozadové.

ČHMÚ disponuje i daty pořizovanými v rámci činnosti profesionálních meteorologických stanic. Jedná se o tzv. radiční síť měřící průměrné hodinové hodnoty globální radiace na celkem 11 stanicích (Hradec Králové, Košetice, Tušimice, Ústí nad Labem-Kočkov, Kocelovice, Churánov, Praha-Karlovy, Svratouch, Kuchařovice, Luká, Ostrava-Poruba). Tyto hodnoty však zatím nebyly do výpočtu AOT40 zahrnovány.

Tab. 3 Relativní diference hodnot AOT40C pro stanice AIM v letech 1995–1999.

Table 3. Relative differences of AOT40C values for AIM stations in 1995–1999.

Indikativ ISKO	Stanice	Okres	Relativní diference (Počet měření O <sub>3</sub> / Počet měření GLRD) [%]				
			1995	1996	1997	1998	1999
1002	Tušimice	Chomutov	-0,6 (92/92)	-1,8 (99/99)	0,9 (99/99)	2,7 (98/99)	2,7 (98/98)
1005	Most	Most				-0,9 (99/99)	-4,0 (99/99)
1008	Teplice	Teplice	-0,7 (95/94)	5,4 (91/91)	3,8 (94/94)	4,5 (98/98)	3,3 (96/97)
1009	Všechny	Teplice				0,3 (97/97)	0,4 (94/94)
1011	Ústí n. L.-Kočkov	Ústí n. L.		1,6 (93/92)	3,8 (96/97)	2,1 (100/99)	5,4 (99/98)
1012	Ústí n.L.-město	Ústí n. L.			1,1 (99/99)	0,1 (100/100)	0,5 (97/98)
1013	Sněžník	Děčín		7,1 (97/97)	7,2 (99/99)	5,0 (95/94)	2,5 (96/96)
1016	Liberec-město	Liberec				-2,3 (97/97)	-1,6 (98/97)
1020	Albrechtice u Frýdlantu	Liberec	9,5 (97/97)	7,5 (98/98)	-4,4 (90/87)	-29,8 (93/92)	7,3 (97/97)
1022	Souš	Jablonec n. N.		0,4 (100/99)	9,6 (96/94)	10,4 (100/99)	10,2 (99/98)
1032	Sokolov	Sokolov	1,7 (97/97)	1,0 (99/99)	5,7 (97/98)	2,6 (99/99)	1,5 (90/90)
1061	Ostrava-Fifejdy	Ostrava-město		-62,0 (70/74)	-4,5 (98/98)	-2,9 (99/99)	-5,0 (98/98)
1069	Karviná	Karviná	-2,8 (90/88)	0,4 (79/81)	-0,9 (98/98)	-3,4 (93/92)	0,2 (98/98)
1080	Jeseník	Jeseník		-65,0 (89/76)	1,3 (100/99)	4,3 (98/98)	6,5 (99/99)
1103	Hojná Voda	České Budějovice	14,1 (97/97)	15,9 (90/90)	13,4 (83/83)	11,4 (81/80)	14,6 (99/98)
1105	Plzeň-Doubravka	Plzeň-město	2,1 (98/98)	-0,8 (80/82)	1,4 (50/50)	1,1 (98/98)	1,6 (98/98)
1108	Ondřejov	Praha-východ	6,8 (99/99)	-3,0 (93/78)	-1,0 (100/100)	0,3 (89/88)	4,8 (99/98)
1110	Krkonoše-Rýchory	Trutnov	-13,8 (26/26)			10,3 (99/98)	13,9 (85/77)
1111	Šerlich	Rychnov n. K.					16,0 (93/93)
1129	Brno-Kroftova	Brno-město			1,0 (99/99)	-2,9 (99/99)	-0,4 (95/94)
1133	Prostějov	Prostějov			-6,6 (99/99)	-5,7 (99/99)	-6,8 (99/99)
1135	Mikulov-Sedlec	Břeclav		14,3 (100/100)	22,4 (99/99)	1,2 (93/94)	1,1 (98/98)
1225	Prachatice	Prachatice	2,4 (97/97)	1,8 (87/86)	-0,6 (98/98)	-0,6 (96/96)	-2,5 (97/97)
1226	Bílina	Teplice	0,3 (99/99)	-0,6 (96/96)	1,5 (56/57)	-0,1 (97/97)	
1317	Rudolice v Horách	Most			14,8 (97/97)	-12,7 (100/100)	19,5 (84/96)
1322	Plzeň-Slovany	Plzeň-město		3,4 (72/74)	-0,5 (92/94)	2,2 (86/88)	-1,1 (97/97)

### 3. VÝSLEDKY

Výsledné hodnoty ze srovnávacího výpočtu jsou uvedeny přehledně v tabulkové formě. Prezentovány jsou relativní difference expozice vyjádřené expozičním indexem AOT40 mezi modifikovaným výpočtem pro hodiny 8–18 UTC tak, jak je dosud v ČHMÚ prováděn, s výpočtem, do kterého jsou zahrnuty pouze hodiny s denním světlem vymezené hodnotou GLRD rovnou nebo vyšší než  $50 \text{ W}\cdot\text{m}^{-2}$ . Tab. 2 udává relativní difference v procentech pro lesy (AOT40F), tab. 3 pak relativní difference v procentech pro zemědělské plodiny (AOT40C). Prázdná políčka označují roky, ve kterých se  $\text{O}_3$  na dané stanici neměřil. V obou tabulkách je kromě hodnot relativních diferencí uveden i důležitý údaj o procentu provedených měření  $\text{O}_3$  a GLRD za období uvažované vegetační sezony.

Z obou tabulek je zřejmé, že relativní difference jsou kladné i záporné a pohybují se v převážné většině případů překvapivě nízko.

Pro přehlednou prezentaci výsledků byly relativní difference AOT40 subjektivně rozděleny do čtyř kategorií: na difference velmi nízké do  $\pm 5 \%$ , které jsou na hranici statistické chyby, difference nízké v intervalu  $\pm 5 \%$  až  $\pm 10 \%$ , difference střední v intervalu  $\pm 10 \%$  až  $\pm 50 \%$  a na difference vysoké s hodnotou vyšší než  $\pm 50 \%$ . Rozdělení relativních diferencí AOT40 je pro všechny uvažované případy prezentováno pro lesy (AOT40F) v tab. 4 a pro zemědělské plodiny (AOT40C) v tab. 5.

Tab. 4 Rozdělení relativních diferencí AOT40 F pro všechny uvažované případy.

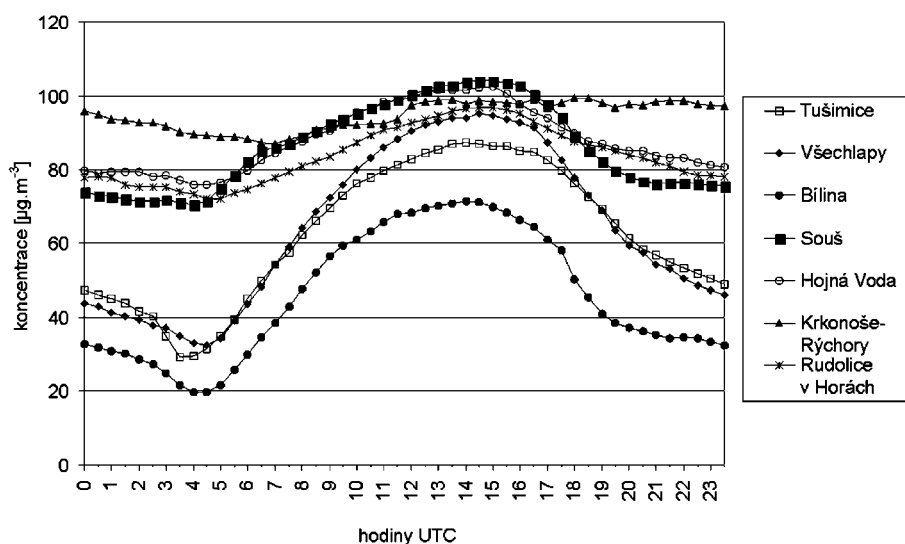
Table 4. Distribution of AOT40F relative differences for all cases under consideration.

Relativní difference [%]	Počet případů (celkem 100)	Relativní zastoupení [%]
velmi nízké $< \pm 5$	67	67
nízké $< \pm 5 - \pm 10$	16	16
střední $< \pm 10 - \pm 50$	14	14
vysoké $> \pm 50$	3	3

Tab. 5 Rozdělení relativních diferencí AOT40 C pro všechny uvažované případy.

Table 5. Distribution of AOT40C relative differences for all cases under consideration.

Relativní difference [%]	Počet případů (celkem 99)	Relativní zastoupení [%]
velmi nízké $< \pm 5$	64	65
nízké $< \pm 5 - \pm 10$	16	16
střední $< \pm 10 - \pm 50$	17	17
vysoké $> \pm 50$	2	2



Obr 2 Denní chod půlhodinových koncentrací přízemního ozonu na vybraných stanicích, období duben–září 1998.

Fig. 2. Daily course of half-hour ground-level ozone concentrations at selected stations in the period April–September 1998.

V případě lesů se velmi nízké difference (do  $\pm 5 \%$ ) vyskytují v plných 67 % ze 100 analyzovaných případů, difference velmi nízké a nízké (do  $\pm 10 \%$ ) v 83 % případů. Difference vysoké (nad  $\pm 50 \%$ ) se vyskytly pouze ve 3 % případů.

Pro zemědělské plodiny je četnost diferencí obdobná. Velmi nízké difference (do  $\pm 5 \%$ ) se vyskytují v 65 % z 99 analyzovaných případů, velmi nízké a nízké difference (do  $\pm 10 \%$ ) v 81 % případů a vysoké difference (nad  $\pm 50 \%$ ) v pouhých 2 % případů.

### 5. DISKUSE

Všechny případy s velmi vysokými diferencemi jsou vysvětlitelné faktem nízkého počtu provedených měření koncentrací přízemního ozonu, globální radiace nebo obou parametrů v uvažované vegetační sezoně. V případě AOT40 pro lesy je pro stanici Jeseník v r. 1996 (diference  $-76 \%$ ) udáváno při 94 % z teoreticky možných měření  $\text{O}_3$  pouze 51 % měření GLRD, pro stanici Ostrava-Fifejdy v r. 1996 (diference  $-74 \%$ ) udáváno pouze 84 % měření  $\text{O}_3$  a 52 % měření GLRD, pro stanici Albrechtice u Frýdlantu v r. 1998 (diference  $-58 \%$ ) udáváno při 96 % měření  $\text{O}_3$  pouze 48 % měření GLRD, pro stanici Rudolice v Horách v r. 1998 (diference  $-39 \%$ ) udáváno při 98 % měření  $\text{O}_3$  pouze 62 % měření GLRD. V případě AOT40 pro zemědělské plodiny je situace obdobná. Pro stanici Jeseník v r. 1996 (diference  $-65 \%$ ) se udává pouze 89 % měření  $\text{O}_3$  a 76 % měření GLRD, pro stanici Ostrava-Fifejdy v r. 1996 (diference  $-62 \%$ ) 70 % měření  $\text{O}_3$  a 74 % měření GLRD. Na druhé straně je nutné podotknout, že v některých případech se vyskytují velmi nízké relativní difference i při nižším počtu provedených měření.

Nebudeme-li uvažovat výše uvedené vysoké relativní difference z důvodu velkých výpadků v měřených datech, lze zbývající hodnoty roztrždit na dvě skupiny. Výsledky s nízkými diferencemi (do  $\pm 10 \%$ ) a výsledky s diferencemi poněkud vyššími  $\pm(10-25) \%$ . Pokud se nyní, po vyloučení vysokých, realitě neodpovídajících relativních diferencí, zaměříme na analýzu výsledků, vytrídíme případy s nedostatečným počtem měření a ponecháme stanice s měřením nad 95 % u  $\text{O}_3$  i GLRD, zjistíme, že do skupiny s diferencemi  $\pm(10-25) \%$



spadají pro zemědělské plodiny následující stanice: Hojná Voda (r. 1995, 1999), Mikulov-Sedlec (r. 1996, 1997), Rudolice v Horách (r. 1997, 1999). Pro lesy pak stanice Mikulov-Sedlec (r. 1996, 1997), Rudolice v Horách (r. 1997). U ostatních stanic, které vykazují difference mezi  $\pm 10$  a  $\pm 25$  %, je měření  $O_3$  i GLRD pod mezí 95 %.

Kladné hodnoty relativních diferencí v rozmezí 10–20 %, vyskytující se pravidelně u některých horských stanic (Hojná Voda, Krkonoše-Rýchory, Šerlich, Rudolice v Horách – ve všech případech se jedná o stanice v nadmořské výšce nad 800 m n.m.), naznačují, že nebyly započteny nadprahové koncentrace ve větším počtu případů. To zřejmě souvisí s typickým denním chodem ozonu na těchto stanicích. Koncentrace ozonu ve venkovských oblastech položených ve vyšší nadmořské výšce nevykazují totiž tak výrazný denní chod s typickým maximem v odpoledních hodinách a velkými rozdíly mezi denními a nočními hodnotami jako stanice městské či stanice regionální umístěné v impaktních oblastech. Křivka znázorňující denní chod na horských stanicích je mnohem vyrovnanější, nedochází k výraznému nočnímu poklesu. To je patrné i z obr. 2, na kterém je prezentován denní chod koncentrací ozonu na stanicích Tušimice, Všechlapy, Bílina, Souš, Hojná Voda, Krkonoše-Rýchory a Rudolice v Horách. Jedná se o průměrný denní chod za vegetační období duben-září 1998. Obdobné poznatky byly již dříve publikovány v pracích [21, 22], které se kromě jiného zabývaly i sledováním rozdílů v časové dynamice změn koncentrací ozonu pro jednotlivé typy stanic. Je tedy velmi pravděpodobné, že se při zahrnutí fixně stanovených denních hodin v periodě 8–18 UTC ochuzujeme o nadprahové koncentrace ve večerních hodinách, a tím na těchto stanicích dochází k umělému snížení sumární hodnoty expozice za vegetační sezonu.

Vymezení správné denní periody pro výpočet AOT40 je pro výslednou hodnotu expozice velmi důležité. To prokázala i studie provedená v Belgii, která zkoumala citlivost výpočtu AOT40 ve vztahu k zahrnovaným hodinám [23]. Její výsledky ukazují, že pokud byl počátek denní periody zahrnované do výpočtu 9 nebo dokonce 11 h SEČ namísto časného rána (např. 5 h SEČ), došlo k nepatrnému ovlivnění výsledné hodnoty AOT40, a to pouze o několik málo procent. Pokud se naopak snížil počet zahrnutých hodin večerních, došlo k výraznějšímu poklesu hodnoty AOT40. Při uvažování denní doby pouze do 20. h večerní (SEČ), nikoliv do 21. h, se výsledná hodnota AOT40 snížila o 5 % a po vyloučení koncentrací pro každou další předcházející večerní hodinu došlo ke snížení o 10 %. Důvodem je fakt, že vznik denního maxima ozonu je posunut výrazněji k pozdnímu odpolední.

Výsledky našeho srovnávacího výpočtu ukazují, že je možné doporučit počítat hodnotu expozičního indexu AOT40 nadále zjednodušeným způsobem, tedy pro fixně stanovené hodiny pro všechny stanice stejně a stejně pro celé období vegetační sezony. Po praktické stránce je tento způsob výpočtu značně jednodušší a přitom přináší v naprosté většině případů výsledky velmi blízké výsledkům získaným výpočtem zohledňujícím koncentrace v hodinách s vymezenou hodnotou globální radiace vyšší nebo rovnou  $50 \text{ W.m}^{-2}$ . Toto doporučení podporuje i finální návrh dceřinné směrnice EU pro ozon COM (2000)613 final, kde se předpokládá stanovení fixních hodin pro jednotlivé členské země nebo dokonce pro všechny stanice na teritoriu EU z důvodu srovnatelnosti, i když rozdíly mezi nástupem a koncem dne jsou pro stanice na rozsáhlém území EU značné.

## 6. ZÁVĚR

Porovnání obou způsobů výpočtu expozičního indexu AOT40, tedy pro zahrnutí průměrných hodinových koncentrací přízemního ozonu z

1. fixně stanovených hodin 8–18 UTC a
2. denních hodin s globální radiací vyšší než nebo rovnou  $50 \text{ W.m}^{-2}$

ukázalo, že relativní difference mezi jejich výsledky jsou v převažující většině případů velmi nízké. Je tedy možné konstatovat, že náš, z praktických důvodů zjednodušený způsob výpočtu expozičního indexu AOT40, kdy namísto započítávání zvýšených koncentrací ozonu pouze pro hodiny s denním světlem (vymezené hodnotou globální radiace vyšší nebo rovnou  $50 \text{ W.m}^{-2}$ ), byly stanoveny fixní hodiny 8–18 UTC, je přijatelný.

Tento výpočet je možné doporučit pro fixně stanovené hodiny pro všechny stanice měřící ozon v České republice. Pro zahrnutí nadprahových koncentrací přízemního ozonu na stanicích situovaných ve vyšší nadmořské výšce (přibližně nad 800 m n. m.) by bylo vhodné rozšířit zahrnovanou denní periodu o 1 h večer a brát tedy v úvahu období 8–19 UTC.

S ohledem na finální návrh dceřinné směrnice EC pro ozon COM (2000)613 final se však zdá, že pro výpočet AOT40 v rámci teritoria EU budou uvažovány koncentrace ozonu v denním období 8–20 SEČ (7–19 UTC).

### Literatura:

- [1] *Kärenlampi, L. – Skärby, L.* (edit.): Critical Levels for Ozone in Europe: Testing and Finalizing the Concepts. Kuopio, University of Kuopio 1996. 363 s.
- [2] *Hjellbrekke, A.G.*: Ozone Measurements 1996. EMEP/CCC – Report 3/98. Kjeller, NILU 1998.
- [3] *Stanners, D. – Bourdeau, P.* (edit.): Europe's Environment: The Dobris Assessment. Copenhagen, EEA 1995. 676 s.
- [4] Air Quality Guidelines for Europe. WHO regional publications. European series: No. 23. Copenhagen, WHO 1987.
- [5] *Uhlířová, H. – Šrámek, V. – Pasuthová, J.*: Znečištění ovzduší a lesy. IV. Oxidy dusíku a ozon. In: Zpr. Lesn. Výzk., **42**, 1997, s. 28.
- [6] *Finnan, J. M. – Burke, J. I. – Jones M. B.*: An Evaluation of Indices that Describe the Impact of Ozone on the Yield of Spring Wheat (*Triticum aestivum*). Atmosph. Envir., **31**, 1997, s. 2685–2693.
- [7] *Lefohn, A. S. – Laurence, J. A. – Kohut, R. J.*: A Comparison of Indices that Describe the Relationship between Exposure to Ozone and Reduction in the Yield of Agricultural Crops. Atmosph. Envir., **22**, 1988, s. 1229–1240.
- [8] *Mc Kee, D. J. edit.*: Tropospheric Ozone. Boca Raton, Lewis Publishers 1994. 333 s.
- [9] *Lissková, K.*: Porovnání vybraných expozičních indexů využívaných k hodnocení vlivu troposférického ozonu na vegetaci. [Diplomová práce.] Praha 1998. – ÚŽP PŘ FUK.
- [10] *Fuhrer, J. – Achermann, B.* (edit.): Critical Levels for Ozone. A UN-ECE workshop report. Liebefeld-Bern, FAC 1994.
- [11] UN-ECE Critical Levels Workshop Report. Bad Harzburg, UN-ECE 1988.
- [12] *Fuhrer, J. – Achermann, B.* (edit.): Critical Levels for Ozone – Level II. Env. Documentation No. 115. Berne, SAEFL 1999. s. 333.
- [13] *Werner, B. – Spranger, T.* (edit.): Manual on Methodologies and Criteria for Mapping Critical Levels/Loads and Geographical Areas where they are Exceeded. Berlin, UBA 1996.

- [14] *De Santis, F.*: New Directions: will a new European vegetation ozone standard be fair to all European Countries? *Atmosph. Envir.*, **33**, 1999, s. 3873–3874.
- [15] *Ashmore M. – Fuhrer, J.*: New Directions: Use and Abuse of the AOT40 Concept. *Atmosph. Envir.*, **34**, 2000, s. 1157–1158.
- [16] Znečištění ovzduší na území české republiky. Grafická ročenka. Praha, ČHMÚ 1995–2000.
- [17] *Hůnová, I. – Livorová, H. – Uhlířová, H. – Ostatnická, J.*: Ground-level ozone and its potential impacts on forests in the Czech Republic. In: *Joumard, R.* edit.: *Transports et Pollution de l'Air. 9eme colloque. Proceedings.* Arcueil, INRETS & TUG 2000. s. 357.
- [18] *Hůnová, I. – Livorová, H. – Ostatnická J.*: Critical Levels for Ozone in the Czech Republic. *Meteorol. Čas.*, **3**, 2000, s. 11.
- [19] *Hůnová, I. – Livorová, H. – Ostatnická, J. – Uhlířová, H.*: Přízemní ozon a jeho potenciální vliv na lesy v České republice. In: *Uhlířová, H.* (edit): *Monitoring zdravotního stavu lesa v České republice. Ročenka programu ICP Forests 2000* (dvojazyčně: česky/anglicky). Praha, VÚLHM 2000. s. 33.
- [20] Znečištění ovzduší a atmosférická depozice v datech, Česká republika 1999. Praha, ČHMÚ 2000. 300 s.
- [21] *Keder, J.* et al.: Vznik a režim změn letního fotochemického smogu na území ČR. *VaV/520/2/97*. Praha, ČHMÚ 1998.
- [22] *Keder, J.*: Některé výsledky sledování režimu změn fotochemického smogu na území České republiky. In: *Ovzdušie '98. Sborník z konference.* Bratislava, SHMÚ 1998. s. 209.
- [23] *Dumont, G.*: Tryouts on historical Ozone data: scanning Belgian and APIS ozone databases to investigate terms of limit values for the EU-DGXI Working Groups preparing the new Ozone Directive“. Brussels, CELINE/IRCEL-report 1997.

*Poděkování:*

*Autoři děkují Ing. J. Ostatnické za přípravu mapy staniční sítě a formální úpravu článku a Mgr. J. Horálkovi za konzultaci týkající se statistického zpracování dat.*

*Lektor prof. RNDr. J. Bednář, CSc., rukopis odevzdán v březnu 2001.*

**ZEMŘELA DAGMAR VÍTKOVÁ, PROM. FYZ., CSc.**

V prvních květnových dnech nás zastihla nečekaně zpráva o odchodu Dagmar Vítkové, prom. fyz., CSc. Zpráva bohužel nepatřila mezi ty mylné, předznamenávající člověku další dlouhá léta života mezi blízkými, které má na tomto světě rád. Prostě smuteční oznámení, jež jsem v poštovní schránce poté našel, tento fakt potvrdilo.



Zdůrazňuji zde slovo prosté, jež mne upoutalo i ve smutečním oznámení o Danině odchodu a rozloučení s ní. Skutečně, naprostá neokázalost, otevřenost a upřímnost byly hlavní rysy člověka, kterého mnozí příslušníci naší malé československé meteorologické obce znali dlouhá léta, neboť meteorologie byla jejím povoláním celoživotním. Při řešení pracovních problémů se spolupracovníci vždy mohli spolehnout na to, že ve svém myšlení i rozhodování se zaměřuje na samotný věcný problém, osobní ani jiná postranní hlediska že nehrají žádnou roli. Byl to cenný rys, uvědomíme-li si složitost doby, v níž žila.

Studia na Matematicko-fyzikální fakultě Univerzity Karlovy ukončila v roce 1956, kdy též začal její pracovní vztah k Hydrometeorologickému ústavu, s nímž se rozloučila až při svém odchodu do důchodu koncem roku 1989. Nastoupila v roce 1956 do III. provozního oddělení Synoptické a letecké služby na letišti v Praze-Ruzyni, jehož součástí tehdy byly i obě československé radiosondážní stanice.

Aerologie se stala jejím celoživotním posláním. Podílela se na koncepci dalšího rozvoje oboru, zvláště ve velmi obtížném období let 1965–70, kdy došlo k zásadní změně používaných radiosond a modernizaci pozemní přijímací techniky. Po roce 1959, kdy byla Synoptická a letecká služba přemístěna do Komořan a radiosondážní stanice v roce 1967 na Libuš, se účastní prací na výstavbě nové observatoře v Libuši, kde byla kromě radiosondáže soustředěna meteorologická stanice, přímým obrazových informací z meteorologických družic a meteorologický radiolokátor. V roce 1969 se stává její vedoucí. V této funkci zůstává i po reorganizaci ústavu v roce 1980 a přeměně pracoviště na Experimentální pracoviště Libuš až do odchodu do důchodu. V centru její odborné pozornosti byla problematika přesnosti radiosondážních měření. Bylo přirozené, že na tuto problematiku se zaměřila i ve své kandidátské práci *Zhodnocení metodiky výpočtu geopotenciálních výšek z údajů radiosondy zaměřované radiolokátorem z roku 1985*, kterou v roce 1987 obhájila.

Mimo silného pracovního angažmá ji neminula ani role matky. Hezké rodinné zázemí spoluvytvářela svým dvěma dcerám. Léta důchodu trávila s manželem ve svém domku v Humpolci, v kraji, který velice milovala. Na meteorologii nezapomínala ani zde; kolegové na Libuši i v Komořanech se s ní stále vídali. Více času měla i na odbornou spolupráci se svým mužem. Práce v čele čtyřicetičlenného kolektivu libušské observatoře byla bezesporu zvláště psychicky náročná. Po jejím odchodu do důchodu jsme při každém dalším setkání s ní velmi citlivě vnímali blahodárny účinek klidného a zdravého prostředí Vysočiny, zdálo se, že její čas běží snad i zpět.

Do reality nás svým náhlým odchodem vrátila nečekaně. Nicméně, vzpomínka na Tvé mladistvě jiskrné oči nám, Dano, zůstane.

*Petr Havránek*

# SIMULACE EXTRÉMNÍCH TEPLOTNÍCH JEVŮ GLOBÁLNÍMI CÍRKULAČNÍMI MODELY, STATISTICKÝM DOWNSCALINGEM A STOCHASTICKÝM GENERÁTOREM

**Simulation of extreme temperature events using general circulation models, statistical downscaling and stochastic generator.** Extreme weather and climate events severely influence ecosystems and human society. Nevertheless, relatively little work has been done as regards extremes of surface temperature in general circulation model (GCM) and downscaling studies even though it appears to be clear that impacts of climate change would result mainly from changes in climate variability and extreme events. This study concentrates on the comparison of heat wave and cold wave characteristics in (i) observation, (ii) GCM simulated control climates (ECHAM3 and CCCM2 GCMs), (iii) statistical downscaling from observation, (iv) statistical downscaling from GCMs and (v) stochastic weather generator. As to the area involved, six sites in central Europe and the nearest gridpoints corresponding to the stations are analyzed. Observations cover the period 1961–1990. The downscaling method used is a stepwise multiple regression of 500 hPa height and 1000/500 hPa thickness gridpoint values over most of Europe and adjacent Atlantic Ocean. Two methods of enhancing the downscaled variance to become equal to that observed are compared, namely the inflation of variance and white noise addition. Synthetic daily temperature series were produced by the stochastic weather generator Met&Roll. It deals with four daily weather characteristics, maximum and minimum temperature, sum of global solar radiation and precipitation amount. Standardized anomalies of maximum and minimum temperature are modelled by the first order autoregressive model and their means and standard deviations are conditioned by a precipitation occurrence and day of the year. Two runs of the weather generator were analyzed, namely, one considering and one neglecting the annual variation of lag-0 and lag-1 correlations among maximum and minimum daily temperature and solar radiation. Since downscaled temperature series reproduce the observed means and variances, for a fair comparison between GCMs and downscaling the distributions of GCM-produced temperatures were re-sized to have the observed mean and standard deviation. The comparison shows that none of the models yields generally better results than the others as regards the simulation of extreme temperature events in central Europe. The ECHAM3 GCM is the best among the models in simulation of cold waves (although the unadjusted temperatures are too high) and both the ECHAM3 and CCCM2 GCMs are fairly successful in reproducing frequencies and some other properties of heat waves, e.g. the temporal evolution with the highest temperature typically reached in the second half of their duration. Too low frequency of both heat and cold waves in the downscaled time series is influenced by the unrealistic symmetry of the day-to-day temperature change distribution and (if variance is retained by adding white noise) by a too high interdiurnal variability. The stochastic weather generator reproduces most of the heat wave properties in a good agreement with observations; on the other hand, the simulation of cold waves is unrealistic since the generator strongly underestimates frequencies of extreme cold days.

**KLÍČOVÁ SLOVA:** model globální cirkulační – downscaling statistický – generátor počasí stochastický – validace – vlna horká – vlna studená

## 1. ÚVOD. SIMULACE DENNÍCH ŘAD POMOCÍ GLOBÁLNÍCH CÍRKULAČNÍCH MODELŮ, METODOU STATISTICKÉHO DOWNSCALINGU A STOCHASTICKÝM GENERÁTOREM

Počet studií zaměřujících se na statistické charakteristiky a dopady období extrémně vysokých teplot nebo teplot překračujících jistou prahovou hodnotu se během 90. let nápadně zvýšil. Extrémním jevům je věnována rostoucí pozornost kvůli rizikům, která jsou s nimi spojena, a to i v souvislosti s hrozbou jejich prohloubení při změně klimatu, vyvolané probíhajícími změnami v chemickém složení atmosféry. Důsledky možné klimatické změny jsou spíše než změnami průměrných hodnot klimatických prvků dány změnami variability a výskytu extrémních jevů (např. [10, 37]), a i relativně malé posuny průměrných hodnot mohou vyvolat značné změny v intenzitě extrémních událostí [2, 8, 19]. Změny ve výskytu extrémů, k nimž patří mj. horké a studené vlny, by se pravděpodobně silně odrazily v dopadech klimatu na společnost i ekosystémy. Pod horkými (studеныmi) vlnami se obvykle

rozumí různě dlouhé epizody mimořádně teplého letního (chladného zimního) počasí.

Většina studií zabývajících se dopady změny klimatu požaduje časové řady meteorologických prvků (teploty, srážek, globálního záření apod.) v určitém místě a s denním krokem. Použití přímých výstupů globálních cirkulačních modelů (General Circulation Models, GCM) je v takovém případě možné, ale nemusí poskytovat dobré výsledky. Síť uzlových bodů je v GCM příliš řídká na to, aby bylo možné jednoduše přiřadit hodnoty v uzlovém bodě zájmové lokalitě. GCM navíc nejsou určeny k simulování lokálních klimatických rysů a jejich spolehlivost klesá s rostoucími požadavky na prostoro- a časové rozlišení [10].

Existují proto další metody konstrukce lokálních denních časových řad, které mohou být založeny na výstupech GCM. Jednou z nich je metoda statistického downscalingu (český ekvivalent neexistuje; [11, 12, 20]). Statistický downscaling vychází ze skutečnosti, že GCM simulují velkoplošná pole ve volné atmosféře lépe než lokální přízemní meteorologické prvky. V pozorovaných datech je v prvním kroku nalezen

vztah mezi proměnnými ve volné atmosféře a přizemním prv-  
kem, a tento vztah je použit na kontrolní nebo experimentál-  
ní (např. pro  $2 \times \text{CO}_2$  klima) výstup GCM. Předností takto zís-  
kaných časových řad je skutečnost, že se vztahují přímo  
k určenému zájmovému místu.

Jinou možností, jak získat denní řady meteorologických  
prvků ve zvoleném místě, je použití tzv. generátoru počasí  
(weather generator, WG) [4, 5, 6, 30]. WG vytváří časové  
řady, které reprodukuje stochastickou strukturu pozorovaných  
proměnných: jejich průměry, rozptyly, autokorelace a vzá-  
jemné korelace. Modifikace parametrů WG pro změněné kli-  
ma vychází z výstupů GCM nebo z přírůstkových scénářů  
[29].

Mezi metody simulace meteorologických prvků, které  
reprezentují lokální zvláštnosti lépe, než je tomu u GCM,  
náleží také regionální klimatické modely, označované též jako  
dynamický downscaling. V dalším bude termín downscaling  
používán ve smyslu statistického downscalingu.

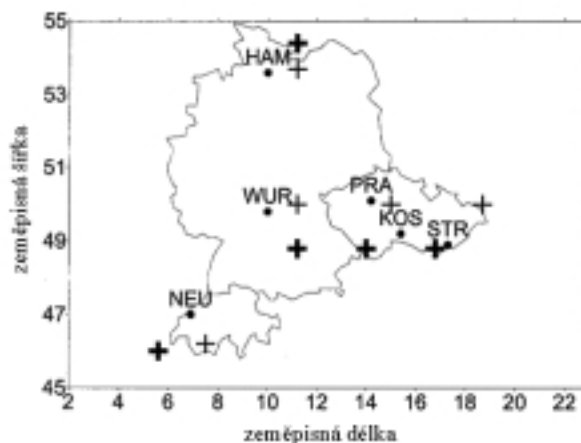
Obsahem této práce je posouzení schopností GCM, sta-  
tistického downscalingu a stochastického generátoru repro-  
dukovat pozorované vlastnosti extrémních teplotních jevů ve  
střední Evropě.

## 2. ANALÝZA KLIMATICKÝCH MODELŮ Z HLEDISKA SIMULACE EXTRÉMních JEVŮ: SOUČASNÝ STAV POZNATKŮ

Práci zabývajících se schopností klimatických modelů  
zachytit pozorované rysy extrémních jevů je dosud poměrně  
málo především pro jiné jevy než srážkové. Obecně je simu-  
lace extrémních srážek v GCM poměrně špatná především  
kvůli výrazným orografickým efektům, které se projevují  
v pozorovaném rozdělení srážkových úhrnů a ovlivňují  
i extrémní hodnoty [7, 9, 15, 23, 25, 38].

V případě extrémů denních teplot vzduchu ve velké míře  
platí, že různé způsoby analýzy mohou poskytovat odlišný  
pohled; např. dobrá shoda v případě simulace extrémních roč-  
ních teplot nebo teplot vyskytujících se s určitými periodami  
opakování neznámá, že model je schopen zachytit vlastnos-  
ti horkých vln. Zwiers a Kharin [38] analyzovali hodnoty  
maximální ( $T_{\text{MAX}}$ ) a minimální ( $T_{\text{MIN}}$ ) denní teploty vzduchu  
s pravděpodobností výskytu jednou za 20 let ve výstupech  
modelu CCCM2; v globálním měřítku je model poměrně  
úspěšný, v jednotlivých oblastech ale existují i velké nedostat-  
ky.  $T_{\text{MAX}}$  s pravděpodobností výskytu jednou za 20 let jsou  
např. pro Severní Ameriku v modelu podhodnoceny o ca 5 °C;  
 $T_{\text{MIN}}$  se stejnou pravděpodobností v západní Evropě nadhod-  
noceny apod. Omezenou schopnost simulovat teplotní extré-  
my (teploty nad 40 °C a pod -20 °C) v globálním a zejména  
regionálním měřítku ukazuje srovnání pěti GCM v [25].

Horkými a studenými vlnami v modelu HadCM2 a ve  
výstupech upravených metodou statistického downscalingu  
se zabývali Trigo a Palutikof [34] pro území Portugalska.  
Horké (studené) vlny definovali jako situace se 3 (5, 7) po  
sobě jdoucími dny s  $T_{\text{MAX}} > 35$  °C ( $T_{\text{MIN}} < 5$  °C). Kontrolní  
výstup GCM není schopen simulovat četnosti horkých ani  
studených vln, které v obou případech a pro všechny délky  
několikanásobně nadhodnocuje. Statistický downscaling vý-  
sledky podstatně zlepšuje, především v případě studených  
vln, ale toto zlepšení není tak významné jako u průměrných  
 $T_{\text{MAX}}$  a  $T_{\text{MIN}}$ . Pokud je autorům známo, je práce [34] dosud  
jedinou studií, v níž jsou porovnány dva různé přístupy ke kli-  
matickému modelování (GCM a statistický downscaling)  
z hlediska schopnosti zachytit extrémní teplotní jevy.



Obr. 1 Poloha stanic (NEU = Neuchâtel; WUR = Würzburg; HAM =  
Hamburk; KOS = Kostelní Myslová; STR = Strážnice; PRA = Praha-  
Ruzyně) a nejbližších uzlových bodů obou GCM (tučné křížky odpoví-  
dají uzlovým bodům modelu ECHAM, tenké CCCM).

Fig. 1. Location of stations (NEU = Neuchâtel; WUR = Würzburg; HAM =  
Hamburg; KOS = Kostelní Myslová; STR = Strážnice; PRA = Prague)  
and the closest GCM gridpoints (bold crosses for ECHAM, thin ones for  
CCCM).

## 3. POUŽITÁ DATA

### 3.1 Období

Na šesti stanicích ve střední Evropě (obr. 1) byly analy-  
zovány maximální denní teploty vzduchu ( $T_{\text{MAX}}$ ) v letním  
období (květen – září) a minimální denní teploty ( $T_{\text{MIN}}$ )  
v zimním období (listopad – březen) za roky 1961–1990.  
Denní řady získané metodou downscalingu z pozorování  
pokrývají stejné období. K dispozici byly dva kontrolní výst-  
upy GCM, modelu ECHAM (řada o délce 30 let) a modelu  
CCCM (20 let); stejnou délku mají řady získané downscalin-  
gem pro příslušný model. Stochastickým generátorem byly  
simulovány třicetileté řady vycházející z parametrů odvoze-  
ných pro období 1961–1990.

### 3.2 Základní popis GCM a interpretace výstupů

ECHAM. Globální cirkulační model ECHAM byl odvozen  
z modelu Evropského centra pro střednědobou předpověď  
počasí, úprava fyzikálních parametrizací byla provedena v Max  
Planckově ústavu pro meteorologii v Hamburku. Bližší podrobnos-  
ti lze nalézt v [3], základní informace o schopnosti modelu  
simulovat současné klima uvádí [31]. Podrobnější validace  
extrémních denních teplot pro Českou republiku je provedena  
v [27, 28]. Časové řady, které jsou k dispozici, pocházejí ze  
simulací provedených s verzí modelu ECHAM3/T42 (odpoví-  
dá rozlišení přibližně  $2.8^\circ \times 2.8^\circ$  v zeměpisné šířce a délce). Při  
výpočtu kontrolního klimatu byly použity klimatologické hod-  
noty teplot povrchu moře a rozsahu mořského ledu, řady pokrý-  
vají třicetileté období (11. až 40. rok simulace). Všechny mode-  
lové měsíce mají stejnou délku 30 dnů.

CCCM. Jedná se o model druhé generace Kanadského kli-  
matického centra. Model atmosféry s rozlišením T32 (odpo-  
ovídá přibližně  $3.75^\circ \times 3.75^\circ$ ) je propojen s modelem směšo-  
vací vrstvy oceánu a termodynamickým modelem ledu. Popis  
modelu a jeho základní validace jsou uvedeny v [24].

Pokud jde o interpretaci výstupů GCM, proměnné v uzlo-  
vých bodech mohou být pokládány za plošné, nebo bodové  
veličiny. Pro validaci denních řad GCM to znamená, že hod-  
noty v uzlových bodech mohou být srovnávány s charakteris-

Tab. 1 Použité modely, jejich zkratky a odkazy na detailní popis.

Table 1. Models used in the extreme temperature event analysis, their abbreviations and references to detailed descriptions.

Model	Zkratka Abbreviation	Popis uveden v Detailed description in
Přímý výstup – ECHAM3 (GCM) Direct output from ECHAM3 GCM	ECHAM	[3]
Přímý výstup – CCCM2 (GCM) Direct output from CCCM2 GCM	CCCM	[24]
Downscaling z pozorování, rozptyl přizpůsoben inflací Downscaling from observations; variance retained by inflation	DWI	[11]
Downscaling z pozorování, rozptyl přizpůsoben přičtením bílého šumu Downscaling from observations; variance retained by adding white noise	DWW	[14]
Downscaling z ECHAMu (GCM) Downscaling from ECHAM3 GCM	DWE	[14]
Downscaling z CCCM (GCM) Downscaling from CCCM GCM	DWC	[14]
Stochastický generátor bez ročního chodu korelací a autokorelací mezi $T_{MAX}$ a $T_{MIN}$ Weather generator without annual cycle of correlations between $T_{MAX}$ and $T_{MIN}$	WGN	[4, 6]
Stochastický generátor s ročním chodem korelací a autokorelací mezi $T_{MAX}$ a $T_{MIN}$ Weather generator with annual cycle of correlations between $T_{MAX}$ and $T_{MIN}$	WGA	[14]

tikami odvozenými buď z plošně průměrované denní řady, nebo z řady v určitém místě. Ani jeden z přístupů není v současnosti pokládán za obecně správnější [32, 38]. V případě simulace denních teplot a výskytu horkých vln je ukázáno v [13], že oba přístupy poskytují obdobné výsledky. V dalším budou charakteristiky odvozené z pozorování na jednotlivých stanicích srovnávány s hodnotami v nejbližším uzlovém bodě GCM.

### 3.3 Downscaling

Teplotní řady získané metodou statistického downscalingu byly spočteny pomocí lineární regrese s krokovým výběrem prediktorů [11, 14]. Jako prediktory byly použity výšky hladiny 500 hPa a relativní topografie 1000/500 hPa nad oblastí pokrývající velkou část Evropy a přilehlý Atlantský oceán ( $16.9^\circ$  z. d. až  $28.1^\circ$  v. d.,  $32.1^\circ$  až  $65.6^\circ$  s. š., vzdálenost uzlových bodů  $5.6^\circ \times 5.6^\circ$ ). Regresní vztah byl odvozen mezi normalizovanými proměnnými, a to zvláště pro dvě uvažované sezony květen–září a listopad–březen, a aplikován na pozorovaná a simulovaná velkoplošná pole ve volné atmosféře.

Teplotní řady odpovídající pozorování byly konstruovány tak, aby zachovávaly pozorovaný průměr a rozptyl. Rozptyl je možné přizpůsobit dvěma odlišnými způsoby. Standardně se jedná o tzv. metodu inflace [18], spočívající ve vynásobení anomálie v každém dni stejným faktorem, odvozeným z poměru rozptylu vysvětleného regresním vztahem k celkovému rozptylu. Tento postup předpokládá, že veškerá lokální proměnlivost pramení z velkoplošné proměnlivosti polí ve volné atmosféře, což neodpovídá skutečnosti. Zjednodušení lze odstranit tak, že rozptyl řady je zvětšen přidáním např. bílého šumu, který reprezentuje procesy nerozlišené velkoplošnými prediktory [36]. Obě metody byly využity při aplikaci statistického downscalingu na pozorovaná atmosférická pole. Pokud je autorům známo, nebyla dosud publikována žádná studie, která by výsledky získané těmito přístupy srovnávala.

Při konstrukci řad metodou downscalingu z GCM byly regresní vztahy nalezené v pozorování aplikovány na simulovaná velkoplošná pole ve volné atmosféře. Průměr a rozptyl hodnot získaných downscalingem z GCM byly standardně upraveny tak, aby odpovídaly pozorovaným [14].

### 3.4 Stochastický generátor

Tricetileté denní řady byly získány pomocí stochastického generátoru Met&Roll [4, 5, 6]. Model generátoru zahrnuje čtyři meteorologické charakteristiky simulované v denním kroku, a to  $T_{MAX}$ ,  $T_{MIN}$ , úhrn srážek a sumu globálního záření. Výskyt srážek je modelován markovským řetězcem prvního řádu, rozdělení úhrnů ve dnech se srážkami gama rozdělením, a to zvláště pro jednotlivé měsíce. Pro generování standardizovaných odchylek  $T_{MAX}$ ,  $T_{MIN}$  a globálního záření je použito AR(1) modelu. Průměry a směrodatné odchylky jsou funkcí výskytu srážek a dne v roce.

Protože se hodnota korelační funkce  $r(k)$  pro  $k = 0, 1$  mezi  $T_{MAX}$ ,  $T_{MIN}$  a globálním zářením mění v průběhu roku, v nové verzi generátoru byl tento roční chod zahrnut [14]. Výskyt extrémních teplotních jevů byl analyzován v obou verzích WG, tj. s ročním chodem korelací i bez něj.

## 4. DEFINICE HORKÝCH A STUDENÝCH VLN A JEJICH CHARAKTERISTIK

Použita byla definice horké vlny, uvedená mj. v [13] a [21]. Definice sestává ze tří požadavků na období, jež analyzujeme v řadě  $T_{MAX}$  jako horkou vlnu; první zaručuje teplotní výjimečnost období, druhý v podstatě vymezuje jeho délku, třetí zabezpečuje, že v průběhu horké vlny určené podle prvních dvou podmínek nedošlo k výraznějšímu poklesu  $T_{MAX}$  spojenému např. s přechodem studené fronty. Horkou vlnou rozumíme vždy nejdelší souvislé období splňující podmínky

- (i) alespoň  $N$  dnů  $T_{MAX} \geq T1$ ;
- (ii) průměrná  $T_{MAX}$  za celé období  $\geq T1$ ;
- (iii)  $T_{MAX}$  ve všech dnech  $\geq T2$ .

Pro poměry ve střední Evropě byly prahové hodnoty zvoleny konvenčně  $T1 = 30.0^\circ\text{C}$  (hranice pro tropický den),  $T2 = 25.0^\circ\text{C}$  (hranice pro letní den) a  $N = 3$ .

Definice studené vlny v řadách  $T_{MIN}$  je analogická, pouze s opačnými nerovnostmi a změněnými prahovými hodnotami. Hodnoty  $T1$  a  $T2$  pro studené vlny byly stanoveny tak, aby pravděpodobnosti výskytu  $T1$  dnů (tj. dnů s  $T_{MAX} \geq T1$  v létě, resp.  $T_{MIN} \leq T1$  v zimě) a  $T2$  dnů (dnů s  $T_{MAX} \geq T2$  v létě,  $T_{MIN} \leq T2$  v zimě) byly v průměru přes analyzované stanice

srovnatelné v létě a v zimě. Toto kritérium vede u studených vln k hodnotám  $T_1 = -12.0\text{ }^\circ\text{C}$ ,  $T_2 = -5.0\text{ }^\circ\text{C}$ . Horké ani studené vlny se nevyskytují mimo uvažovaná (5měsíční) období v roce.

Zatímco řady získané metodou downscalingu (z pozorování i GCM) a stochasticky generované řady zachovávají pozorovaný průměr a směrodatnou odchylku, pro přímé výstupy z GCM toto neplatí. Aby bylo možné provést vzájemné srovnání, je třeba tento rozdíl odstranit. Výstupy obou GCM proto byly (v uzlových bodech nejbližších ke stanici) upraveny tak, aby reprodukovaly pozorovaný průměr a rozptyl. Vzhledem k tomu, že CCCM simuluje zimní teploty ve střední Evropě nerealisticky [17], nebyly studené vlny v tomto modelu analyzovány. Označení „model“ budeme v dalším textu používat pro GCM, statistický downscaling i stochastický generátor. Zkratky modelů uvádí tab. 1.

Validace modelů z hlediska extrémních teplotních jevů je založena na charakteristikách horkých a studených vln, které souvisejí s vlastnostmi teplotních řad a odrážejí některé modelové přednosti nebo nedostatky. Základními diskutovanými charakteristikami jsou:

- (i) průměrná roční četnost,
- (ii) průměrná délka,
- (iii) průměrná výška teplotního vrcholu<sup>1</sup>,
- (iv) zahrnutí  $T_1$  dnů do horkých nebo studených vln<sup>2</sup>,
- (v) průměrná relativní poloha vrcholu uvnitř horké nebo studené vlny,<sup>3</sup>
- (vi) průměrná poloha horké nebo studené vlny v roce.

## 5. ROZDÍLY MEZI HORKÝMI A STUDENÝMI VLNAMI V POZOROVÁNÍ

Průměrné roční četnosti pozorovaných horkých a studených vln odrážejí klimatické poměry jednotlivých míst, především jejich nadmořskou výšku, zeměpisnou šířku a stupeň kontinentality (tab. 2). Na nejseverněji položené stanici s nejmenší kontinentalitou (Hamburk) a na nejvýše položené stanici (Kostelní Myslová) se vyskytují horké vlny spíše ojediněle, a proto jsou tyto dvě stanice z porovnání jiných charakteristik než četnosti (vzhledem k jejich malé spolehlivosti) vyloučeny. Totéž se týká nejnižnější stanice Neuchâtel v případě studených vln.

Průměrné trvání studených vln (asi 10–11 dní) je výrazně delší než u horkých vln (7–8 dní), a rozpětí hodnot mezi stanicemi je pro obě tyto charakteristiky poměrně malé. Nápadný rozdíl se pozoruje ve výšce teplotního vrcholu (a to jak 1denního, tak 3denního), která činí v případě 1denního vrcholu u studených vln v průměru 5–8 °C, zatímco u horkých jen 2–3.5 °C. Výrazně vyšší je zahrnutí  $T_1$  dnů do studených (72–85 %) než do horkých vln (41–66 %). Všechny tyto skutečnosti pramení z odlišné šikmosti rozdělení  $T_{MAX}$  v létě (blízká nule) a  $T_{MIN}$  v zimě (výrazně záporná), a z vyšší persistence řad  $T_{MIN}$  v zimě než  $T_{MAX}$  v létě.

Průměrná relativní poloha teplotního vrcholu uvnitř horkých vln je více posunuta ke konci extrémního období než u studených vln. Tento rozdíl pravděpodobně souvisí se skutečností, že při přesunu tlakové výše nebo oblastí vyššího

Tab. 2 Průměrné charakteristiky pozorovaných horkých a studených vln v období 1961–1990 (průměrná roční četnost  $f$ , průměrná délka  $d$ , průměrná relativní poloha vrcholu uvnitř horké nebo studené vlny  $p$ , průměrná výška 1denního (3denního) vrcholu  $TX_1$  ( $TX_3$ ), zahrnutí  $T_1$  dnů do horkých nebo studených vln  $W/T$ ).

Table 2. Mean characteristics of observed heat and cold waves in 1961–1990 (annual frequency  $f$ , duration  $d$ , position of the peak within heat wave / cold wave  $p$ , elevation of the 1-day / 3-day temperature peak  $TX_1$  /  $TX_3$ , inclusion of days with  $T_{MAX} \geq T_1$  /  $T_{MIN} \leq T_1$  into heat waves / cold waves).

### a. Horké vlny / Heat waves

Stanice (nadmořská výška) Station (altitude a.s.l.)	f	d [dny/ days]	p	TX1 [°C]	TX3 [°C]	W/T [%]
Neuchâtel (487 m)	0.60	8.5	0.61	2.1	1.4	61.5
Würzburg (268 m)	0.77	8.0	0.64	3.7	2.3	56.3
Hamburk (13 m)	0.20					
Kostelní Myslová (569 m)	0.30					
Strážnice (176 m)	1.43	6.8	0.63	2.6	1.6	66.1
Praha-Ruzyně (374 m)	0.50	7.2	0.68	2.7	1.9	41.1

### b. Studené vlny / Cold waves

Stanice (nadmořská výška) Station (altitude a.s.l.)	f	d [dny/ days]	p	TX1 [°C]	TX3 [°C]	W/T [%]
Neuchâtel (487 m)	0.17					
Würzburg (268 m)	0.62	10.7	0.55	6.2	4.4	79.3
Hamburk (13 m)	0.59	9.5	0.62	5.3	2.8	71.6
Kostelní Myslová (569 m)	1.17	11.2	0.51	6.3	4.4	74.3
Strážnice (176 m)	1.17	11.3	0.55	7.9	5.9	76.1
Praha-Ruzyně (374 m)	1.38	11.2	0.54	6.3	4.7	85.0

Tab. 3 Průměrná roční četnost horkých a studených vln. Zkratky modelů jsou vysvětleny v tab. 1, OBS značí pozorování.

Table 3. Mean annual frequencies of heat and cold waves. Model abbreviations are given in Tab. 1, OBS denotes observation.

### a. Horké vlny / Heat waves

Stanice / station	OBS	ECHAM	CCCM	DWI	DWW	DWE	DWC	WGA	WGN
Neuchâtel	0.60	0.90	0.75	0.30	0.33	0.17	0.45	0.60	0.57
Würzburg	0.77	0.87	0.80	0.43	0.20	0.33	0.50	0.63	0.73
Hamburk	0.20	0.40	0.20	0	0.07	0	0	0.13	0.13
K. Myslová	0.30	0.57	0.30	0.07	0.07	0	0.20	0.27	0.33
Strážnice	1.43	1.03	1.15	1.00	0.70	0.83	1.05	1.17	1.23
Praha-Ruzyně	0.50	0.77	0.75	0.33	0.13	0.20	0.35	0.57	0.60

### b. Studené vlny / Cold waves

Stanice / station	OBS	ECHAM		DWI	DWW	DWE	DWC	WGA	WGN
Neuchâtel	0.17	0.03		0.03	0	0.03	0	0	0
Würzburg	0.62	0.52		0.17	0.07	0.34	0.11	0.28	0.24
Hamburk	0.59	0.48		0.14	0.03	0.34	0.05	0.28	0.21
K. Myslová	1.17	0.97		0.52	0.31	0.48	0.21	0.86	0.86
Strážnice	1.17	1.07		0.83	0.14	0.93	0.89	0.97	0.76
Praha-Ruzyně	1.38	0.97		0.72	0.38	0.90	0.63	1.07	1.03

tlaku vzduchu přes střední Evropu v zimě dochází obvykle v první fázi k advekci studené vzduchové hmoty, zatímco pro pozdější fázi je typické proudění z jihovýchodní části obzoru. Teplejší proudění se nemusí projevit v přízemní vrstvě ovzduší, ale teplejší vzduch ve vyšších hladinách podporuje např. rozvoj inverzní oblačnosti, která snižuje denní amplitudu teploty. V létě přesun oblastí vyššího tlaku obvykle podporuje oteplování, které může vrcholit díky advekci krátce před přechodem studené fronty.

## 6. VALIDACE MODELŮ Z HLEDISKA CHARAKTERISTIK HORKÝCH VLN

### 6.1 Četnost

Oba GCM jsou po úpravě výstupů na pozorovaný průměr a směrodatnou odchylku poměrně úspěšné při simulaci četností horkých vln (tab. 3). Lepší z nich je CCCM, ECHAM na většině stanic četnosti nadhodnocuje. Relativně dobré výsledky jsou však především u CCCM podmíněny úpravou výstupů, neboť neupravené  $T_{MAX}$  jsou výrazně podhodnocené (pozorované teplotě 30.0 °C odpovídá v rozdělení pravděpodobnosti  $T_{MAX}$  stejný percentil jako teplotě 22.7 – 25.3 °C ve výstupu CCCM).

Downscaling z pozorování (DWI i DWW) výrazně podhodnocuje četnosti horkých vln. Totéž platí pro downscaling z GCM, i když výsledky získané pro CCCM se přibližují skutečnosti a na většině stanic jsou zřetelně lepší než u ostatních řad získaných downscalingem.

Stochastický generátor (WGA, WGN) je při reprodukci četností horkých vln nejúspěšnější a na většině stanic se simulované hodnoty blíží pozorovaným. Verze WGA a WGN poskytují srovnatelné výsledky.

### 6.2 Další charakteristiky

Vzhledem k minimálnímu počtu horkých vln a z něho vyplývajících nespolehlivě určených průměrných charakteristik nejsou v této části do hodnocení zahrnuty stanice Hamburk a Kostelní Myslová.

<sup>1</sup> Definovaná jako absolutní hodnota rozdílu mezi teplotou 1 denního nebo průměrnou teplotou 3 denního vrcholu horké (studené) vlny a T1.

<sup>2</sup> Definované jako podíl počtu T1 dnů vyskytujících se uvnitř horkých (studených) vln a celkového počtu T1 dnů.

<sup>3</sup> Pokud připadl teplotní vrchol horké vlny na první (poslední) den, pak je relativní poloha vrcholu  $p = 0.0$  ( $p = 1.0$ ).

Tab. 4 Průměrná délka horkých a studených vln (ve dnech). Zkratky modelů jsou vysvětleny v tab. 1, OBS značí pozorování.

Table 4. Mean duration of heat and cold waves (in days). Model abbreviations are given in Tab. 1, OBS denotes observation.

#### a. Horké vlny / Heat waves

Stanice / station	OBS	ECHAM	CCCM	DWI	DWW	DWE	DWC	WGA	WGN
Neuchâtel	8.5	11.4	7.4	7.2	6.3	5.4	6.4	6.9	8.5
Würzburg	8.0	12.4	7.4	6.1	5.8	7.3	7.0	6.7	7.0
Strážnice	6.8	14.9	8.0	8.0	6.6	6.4	7.1	6.5	8.3
Praha-Ruzyně	7.2	11.3	7.0	5.8	4.0	5.8	7.1	6.3	6.9

#### b. Studené vlny / Cold waves

Stanice / station	OBS	ECHAM		DWI	DWW	DWE	DWC	WGA	WGN
Würzburg	10.7	9.5		12.4	5.5	9.1	8.0	4.6	5.0
Hamburk	9.5	8.9		11.0	8.0	8.5	12.0	6.0	4.3
K. Myslová	11.2	12.3		14.5	4.9	7.4	7.0	8.6	8.4
Strážnice	11.3	11.9		10.6	7.3	9.9	8.0	9.5	7.5
Praha-Ruzyně	11.2	12.1		11.5	7.8	7.0	6.1	8.6	7.3

Tab. 5 Zahnutí T1 dnů do horkých a studených vln (v procentech). Zkratky modelů jsou vysvětleny v tab. 1, OBS značí pozorování.

Table 5. Inclusion of T1 days into heat and cold waves (in per cent). Model abbreviations are given in Tab. 1, OBS denotes observation.

#### a. Horké vlny / Heat waves

Stanice / station	OBS	ECHAM	CCCM	DWI	DWW	DWE	DWC	WGA	WGN
Neuchâtel	61.5	84.0	45.9	41.1	24.3	46.5	66.7	47.4	50.7
Würzburg	56.3	83.8	54.7	46.2	15.8	51.2	50.7	39.6	48.9
Strážnice	66.1	84.0	53.3	66.4	29.2	59.8	57.0	51.9	62.7
Praha-Ruzyně	41.1	78.9	49.6	41.9	10.9	28.2	39.4	44.2	48.3

#### b. Studené vlny / Cold waves

Stanice / station	OBS	ECHAM		DWI	DWW	DWE	DWC	WGA	WGN
Würzburg	79.3	66.9		70.6	10.9	61.5	25.0	35.1	26.8
Hamburk	71.6	68.6		65.8	8.9	67.1	26.3	44.8	23.7
K. Myslová	74.3	81.1		65.3	17.3	29.2	10.9	58.5	50.4
Strážnice	76.1	82.5		66.5	8.4	64.9	55.0	68.8	48.8
Praha-Ruzyně	85.0	82.2		75.6	30.1	48.5	31.7	66.1	52.6

Tab. 6 Průměrná relativní poloha teplotního vrcholu uvnitř horkých a studených vln. Zkratky modelů jsou vysvětleny v tab. 1, OBS značí pozorování.

Table 6. Mean relative position of the peak of heat and cold waves. Model abbreviations are given in Tab. 1, OBS denotes observation.

#### a. Horké vlny / Heat waves

Stanice / station	OBS	ECHAM	CCCM	DWI	DWW	DWE	DWC	WGA	WGN
Neuchâtel	.61	.59	.68	.62	.46	.44	.51	.56	.54
Würzburg	.64	.66	.61	.44	.51	.51	.47	.67	.55
Strážnice	.63	.64	.57	.42	.53	.51	.49	.50	.53
Praha-Ruzyně	.68	.67	.50	.44	.50	.43	.51	.61	.48

#### b. Studené vlny / Cold waves

Stanice / station	OBS	ECHAM		DWI	DWW	DWE	DWC	WGA	WGN
Würzburg	.55	.45		.57	.30	.52	.46	.30	.56
Hamburk	.62	.50		.61	1.00	.50	.82	.59	.60
K. Myslová	.51	.48		.47	.47	.32	.70	.51	.48
Strážnice	.55	.47		.52	.48	.42	.43	.50	.61
Praha-Ruzyně	.54	.49		.47	.48	.43	.61	.46	.51

GCM. Průměrnou délku horkých vln výrazně nadhodnocuje model ECHAM (v případě stanice Strážnice až faktorem 2.2), zatímco CCCM ji simuluje realisticky (tab. 4). Výška teplotního vrcholu je naopak přeceněna v CCCM, ECHAM ji s výjimkou Strážnice zachycuje dobře. Zahrnutí T1 dnů do souvislých období simuluje lépe CCCM, ECHAM hodnoty výrazně nadhodnocuje (tab. 5). Oba modely jsou úspěšné v zachycení postupného oteplování v průběhu typické horké vlny, které vede k posunu průměrné polohy vrcholu do druhé poloviny jejího trvání (tab. 6). Zvláště ECHAM reprodukuje tento rys horkých období ve výborné shodě s pozorováním. Poloha horkých vln v roce je v obou modelech posunuta ke konci léta (více pro ECHAM, pro stanice Würzburg a Praha o více než 20 dní).

DWI, DWW. Horké vlny získané metodou downscalingu z pozorování jsou příliš krátké (s výjimkou DWI pro Strážnici), vrcholí kolem poloviny svého trvání a jsou posunuty ke konci léta. Výška vrcholu je zachycena relativně dobře. Zatímco DWI poměrně úspěšně reprodukuje zahrnutí T1 dnů do souvislých období, DWW tuto hodnotu několikanásobně podhodnocuje.

DWE, DWC. Horké vlny získané metodou downscalingu z obou GCM jsou rovněž příliš krátké (s výjimkou DWC pro Strážnici) a vrcholí kolem poloviny trvání. Výška vrcholu je pro DWE podhodnocena. Posun ke konci léta není tak výrazný jako u přímých výstupů GCM, v případě DWC poloha dobře koresponduje s pozorováním (s výjimkou Prahy). Do souvislých období je zahrnuto příliš málo T1 dnů, pro DWC je shoda s pozorováním lepší.

WG. Průměrná délka horkých vln je většinou mírně podhodnocena (lepší shoda pro WGN). Ve vrcholu horkých vln je dosahováno příliš vysokých teplot ve srovnání se skutečností, průměrná poloha v roce je zachycena dobře. Zahrnutí T1 dnů do souvislých období je s výjimkou Prahy podhodnoceno, lepší výsledky přitom dává WGN.

## 7. VALIDACE MODELŮ Z HLEDISKA CHARAKTERISTIK STUDENÝCH VLN

### 7.1 Četnost

Přestože model ECHAM (GCM) na všech stanicích počet studených vln podhodnocuje, lze pokládat simulaci jejich četností za poměrně úspěšnou (tab. 3). Tato relativně dobrá shoda však byla dosažena opět jen díky přizpůsobení průměru a rozptylu modelových řad pozorovaným, neboť hodnotě  $-12.0\text{ }^{\circ}\text{C}$  u pozorovaných dat odpovídá v neupravených modelových řadách  $-6.3$  až  $-10.6\text{ }^{\circ}\text{C}$ .

Řady získané metodou downscalingu (DWI, DWE i DWC) četnosti studených vln výrazně podhodnocují; DWW v tomto ohledu selhává zcela a např. na stanici Hamburk (Würzburg, Strážnice) s průměrnou roční četností studených vln 0.59 (0.62, 1.17) dává DWW četnost pouze 0.03 (0.07, 0.14).

Četnosti studených vln podhodnocuje i stochastický generátor, mírně lepších výsledků je dosaženo pomocí WGA ve srovnání s WGN.

### 7.2 Další charakteristiky

Vzhledem k malému počtu studených vln je z diskuse v této části vyřazena stanice Neuchâtel.

GCM. Délka studených vln je modelem ECHAM simulována dobře (tab. 4), podobně jako výška teplotního vrcholu (s výjimkou Würzburgu) a zahrnutí T1 dnů do souvislých období (tab. 5). Model zachycuje ve shodě se skutečností také

dřívější vrcholení studených vln ve srovnání s horkými, posun průměrného vrcholu těsně před polovinu trvání studené vlny je však nereálný (tab. 6). Poloha v roce není systematicky posunuta.

DWI, DWW. Studené vlny jsou příliš dlouhé (krátké) v DWI (DWW), vrchol nastává zhruba uprostřed jejich trvání a jeho výška je podceněna. Poloha v roce je zvláště u DWI systematicky posunuta ke konci zimy. Zahrnutí T1 dnů do souvislých období je poněkud nižší u DWI a několikanásobně nižší u DWW.

DWE, DWC. Studené vlny jsou příliš krátké, vrcholí zhruba uprostřed svého trvání a výška jejich vrcholu je většinou podhodnocena. Poloha v roce je systematicky posunuta ke konci zimy u DWE, na stanicích s vyšším počtem studených vln i pro DWC. Zahrnutí T1 dnů do studených vln je nízké, a to především u DWC.

WG. Studené vlny jsou výrazně kratší než ve skutečnosti, vrcholí zhruba v polovině svého trvání a výška jejich vrcholu je podceněna, s výjimkou Hamburku více pro WGA. U WGA i WGN se projevuje mírný posun studených vln ke konci zimy. Zahrnutí T1 dnů do studených vln je výrazně podhodnoceno.

## 8. VLIV VLASTNOSTÍ MODELŮ A STRUKTURY DENNÍCH TEPLOTNÍCH ŘAD NA CHARAKTERISTIKY HORKÝCH A STUDENÝCH VLN

### 8.1 Explicitní zahrnutí fyzikálních procesů do modelu

Z analyzovaných modelů je simulace fyzikálních procesů explicitně obsažena pouze v GCM; metody downscalingu působení velkoplošných atmosférických polí na přízemní teplotu nahrazují regresním vztahem a stochastický generátor je založen na simulaci vlastností časových řad na základě statistického modelu.

Během typické vícedenní anticyklonální situace v létě dochází díky radiačnímu ohřevu k postupnému nárůstu teploty, který bývá přerušen např. přechodem studené fronty. Vrchol průměrné horké vlny je z těchto důvodů posunut k jejímu konci a tento rys by měl být v GCM zachycen. Oba analyzované GCM jej úspěšně reprodukují, u modelu ECHAM je shoda s pozorováním výborná. Opačný případ nastává v zimě, situace se zápornou radiační bilancí podporuje postupný pokles teploty. Za zimních extrémních situací je však posun teplotního vrcholu do druhé poloviny trvání méně výrazný a studené vlny vrcholí typicky krátce po své polovině (viz část 5.); ECHAM zachycuje tuto odlišnost mezi letní a zimní situací, ale vrchol studených vln nastává dříve než ve skutečnosti (mírně před polovinou jejich trvání).

Radiační oteplování nebo ochlazování také ovlivňuje délku extrémních teplotních událostí, která je většinou modelů, jež fyzikální procesy explicitně neobsahují, podhodnocena, zatímco CCCM v létě a ECHAM v zimě ji zachycují úspěšně. Příliš dlouhé horké vlny v modelu ECHAM souvisí s vysokou perzistencí a potlačenou mezidenní proměnlivostí simulovaných teplotních řad [16]. Všechny modely s výjimkou ECHAMu podhodnocují výraznost studených vln, což je důsledek neúspěšné simulace šikmosti rozdělení  $T_{\text{MIN}}$  v zimě; mimořádně nízké teploty jsou podporovány postupným radiačním ochlazováním.

V modelech, které radiační procesy a přechody front nezahrnují, nejsou upřednostňovány změny teploty v určitém směru, rozdělení mezidenních teplotních změn jsou přibližně



symetrická a horké vlny (s výjimkou WG) i studené vlny (s výjimkou DWI) jsou obvykle kratší, příp. i méně četné.

## 8.2 Nedostatky GCM

Vlastností obou GCM v obou sezónách je podhodnocená mezidenní proměnlivost teploty; u modelu ECHAM to souvisí s příliš vysokou perzistencí časových řad, zatímco u CCCM s příliš úzkým rozpětím teplotních hodnot (CCCM pouze mírně nadhodnocuje autokorelace s krokem 1 den v létě a podhodnocuje je v zimě [14]). Kvůli vysoké perzistenci je zahrnutí T1 dnů do horkých vln v modelu ECHAM příliš vysoké, zatímco CCCM je po úpravě teplotních řad na pozorovaný průměr a směrodatnou odchylku simuluje lépe.

Špatný poměr délek horkých a studených vln v modelu ECHAM je ovlivněn skutečností, že teplotní řady získané tímto modelem mají vyšší perzistenci v létě než v zimě, což neodpovídá pozorování [16]. Horké vlny jsou z tohoto důvodu v ECHAMu delší než studené, zatímco v pozorovaných řadách je tomu naopak. Z posunu vrcholu křivky ročního chodu  $T_{MAX}$  v modelu ECHAM na srpen vyplývá nereálná časová poloha průměrné horké vlny, která je posunuta o 2–3 týdny ke konci léta. Obdobné vysvětlení platí pro menší posun průměrné polohy horkých vln v CCCM.

## 8.3 Nedostatky statistického downscalingu

Ve všech řadách získaných statistickým downscalingem je podhodnocena četnost horkých a studených vln. Souvisí to s nerealistickou symetričností rozdělení mezidenních změn teploty, kdy mírná oteplení v létě (mírná ochlazení v zimě), přispívající k rozvoji teplotně extrémních období, nejsou preferována na úkor mírných ochlazení (mírných oteplení). V zimě je výrazné podhodnocení četností studených vln navíc umocněno špatnou simulací levého kraje rozdělení  $T_{MIN}$  a extrémně malým počtem T1 dnů; v létě, kdy je podhodnocení četností horkých vln nižší, rovněž malým počtem T1 dnů (DWI), resp. nadhodnocenou mezidenní proměnlivostí (DWW).

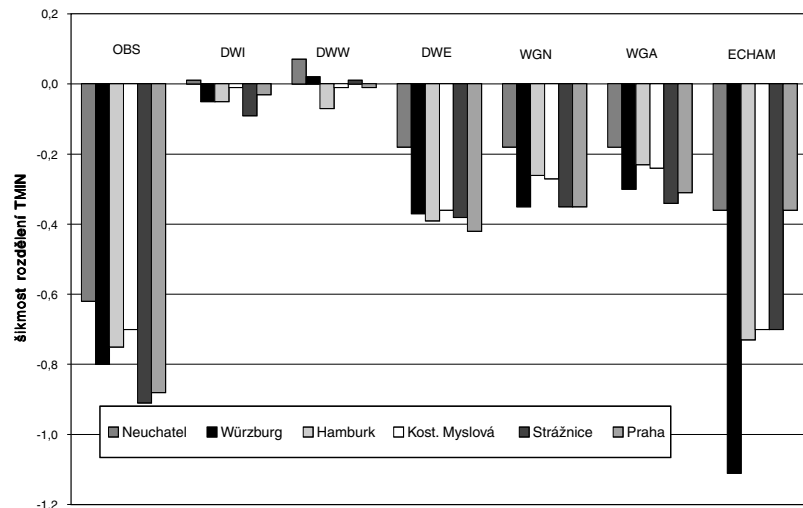
Nízká četnost horkých a studených vln je dominantní charakteristikou řad získaných přidáním bílého šumu (DWW) a vyplývá z velké mezidenní proměnlivosti (největší mezi modely), která zabráňuje rozvoji období s extrémně vysokými (nízkými)  $T_{MAX}$  ( $T_{MIN}$ ).<sup>4</sup> Z téhož důvodu jsou ojedinělé

<sup>4</sup> Pro  $T_{MIN}$  v zimě je chyba ještě větší než pro  $T_{MAX}$  v létě, neboť regresní vztahy vysvětlují v zimě menší část rozptylu a přidávaný šum je proto silnější.

<sup>5</sup> Šikmost byla počítána jako  $\gamma = \frac{1}{n-1} \frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^3}{s^3}$ , kde  $x_i$  ( $i = 1, \dots, n$ )

jsou prvky výběru, průměr  $\bar{x}$  a  $s$  směrodatná odchylka.

<sup>6</sup> Mírně záporná šikmost rozdělení simulovaných  $T_{MIN}$  (oproti nulové pro normální rozdělení) vyplývá z nutnosti provést umělé přizpůsobení hodnot tehdy, kdy je generováno  $T_{MIN} > T_{MAX}$ . Tato situace nastává především v zimě, kdy je výrazně menší denní amplituda teploty než v létě, a umělé přizpůsobení vede ke snížení (zvýšení) šikmosti rozdělení  $T_{MIN}$  ( $T_{MAX}$ ). Tento mechanismus může záporné šikmosti rozdělení generovaných  $T_{MIN}$  v zimě plně vysvětlit.



Obr. 2 Šikmost rozdělení  $T_{MIN}$  v zimě v pozorovaných (OBS) a modelových řadách.

Fig. 2. Skewness of  $T_{MIN}$  distribution in winter in observed (OBS) and modelled series.

horké a studené vlny příliš krátké a enormně nízké je rovněž zahrnutí T1 dnů do souvislých období, přestože např. počet T1 dnů je simulován dobře. Přidání bílého šumu tedy zhoršuje strukturu denních řad a extrémních teplotních jevů ve srovnání s jednodušší metodou úpravy rozptylu pomocí inflace, a není proto vhodné pro aplikaci ve studiích pracujících s časovou strukturou teplotních řad.

Při downscalingu dochází k přenosu některých statistických vlastností proměnných ve volné atmosféře (prediktorů) na přizemní prvky (prediktandy). Tento efekt je pravděpodobně odpovídavý za posun průměrného výskytu horkých (studených) vln ke konci léta (zimy). Zatímco roční chod teploty vzduchu ve střední Evropě má minimum zhruba v polovině ledna a maximum na konci července [27], roční chod výšek hladiny 500 hPa nad většinou střední a západní Evropy, odkud byly vybrány nejvýznamnější prediktory vystupující v regresních rovnicích, dosahuje maxima a minima později, na počátku února a srpna [35].

## 8.4 Nedostatky a přednosti stochastického generátoru

Stochastický generátor je zřejmě nejvhodnějším z analyzovaných modelů pro simulaci četností horkých vln, zatímco výskyt studených vln výrazně podhodnocuje. Omezená schopnost reprodukovat četnosti studených vln odráží skutečnost, že pozorované rozdělení pravděpodobnosti  $T_{MIN}$  se v zimě výrazně liší od normálního, které předpokládá autoregresní model použitý v generátoru. Rozdělení generovaných zimních  $T_{MIN}$  má šikmost<sup>5</sup> pouze mírně zápornou, zatímco v rozdělení pozorovaných  $T_{MIN}$  je šikmost výrazně záporná (obr. 2).<sup>6</sup>

Vzhledem k tomu, že průměr a směrodatná odchylka  $T_{MAX}$  a  $T_{MIN}$  jsou v generátoru funkcí výskytu srážek, mezidenní změny teploty jsou zvýšeny mezidenní proměnlivostí výskytu srážek. WG z tohoto důvodu podhodnocuje autokorelace s krokem jeden den. S nižší perzistencí  $T_{MAX}$  v létě i  $T_{MIN}$  v zimě souvisí příliš krátké simulované horké a studené vlny. U studených vln se tento efekt projevuje výrazněji vzhledem k většímu nadhodnocení průměrné mezidenní proměnlivosti  $T_{MIN}$  v zimě než  $T_{MAX}$  v létě a zvyrazňuje jej i nedostatek T1 dnů. U horkých vln, kde je simulace průměr-

né délky poměrně úspěšná, je vliv podhodnocené perzistence částečně kompenzován příliš malým počtem výraznějších ochlazení v generovaných řadách a méně častý pokles teploty pod 25.0 °C vede k méně častému přerušení horkých vln. Kratší horké a zejména studené vlny mohou souviset také s dříve zjištěným podhodnocením četnosti výskytu dlouhých suchých období ve WG [6]; toto podhodnocení je navíc výraznější v zimě [14].

Nižší perzistenci a vyšší mezidenní proměnlivostí teploty lze vysvětlit nadhodnocenou výšku vrcholu horkých vln; u studených vln se tento efekt neprojevuje kvůli špatné simulaci levého kraje rozdělení  $T_{\text{MIN}}$  v zimě. Časová struktura řad také vysvětluje malé zahrnutí T1 dnů do souvislých období ve srovnání s pozorováním.

Z definice modelu plynou stejné vlastnosti řad  $T_{\text{MAX}}$  ( $T_{\text{MIN}}$ ), pokud jsou analyzovány v opačném směru; průměrná relativní poloha vrcholu horké (studené) vlny proto spadá zhruba do poloviny jejich trvání. Zahrnutí ročního chodu  $T_{\text{MAX}}$  a  $T_{\text{MIN}}$  do generátoru vede k dobrému zachycení polohy horkých vln v roce; mírný posun studených vln ke konci zimy je zřejmě způsoben výběrovým efektem, neboť se pozoruje především na stanicích s velmi malým počtem simulovaných studených vln.

### 8.5 Efekt zahrnutí ročního chodu korelací do stochastického generátoru

Roční chod autokorelací  $T_{\text{MAX}}$  a  $T_{\text{MIN}}$  s krokem 1 den má maximum v zimě a minimum v létě [5, 16]). Tento chod je zahrnut ve WGA, a proto mají řady simulované WGA větší perzistenci v zimě a nižší v létě ve srovnání s WGN. Jelikož generátor perzistenci po celý rok systematicky podhodnocuje (příčiny jsou diskutovány v části 8.4), dochází v létě u WGN díky nezahrnutí ročního chodu autokorelací k částečné eliminaci tohoto podhodnocení a simulace většiny charakteristik horkých vln je tak lepší než u WGA; horké vlny v řadách WGA jsou kratší, méně četné, mají větší výšku vrcholu a zahrnují méně T1 dnů. Naopak v zimě je podhodnocení perzistence u WGN zesíleno nezahrnutím ročního chodu autokorelací a v důsledku toho jsou studené vlny ve většině ohledů (četnost, délka, zahrnutí T1 dnů) lépe simulovány pomocí WGA.

Zahrnutí ročního chodu korelací do stochastického generátoru může tedy paradoxně vyústit ve zhoršení simulace některých charakteristik časových řad a vlastností extrémních teplotních jevů.

## 9. ZÁVĚR

Předložená práce se zabývá schopností globálních klimatických modelů (GCM), statistického downscalingu a stochastického generátoru zachytit podstatné vlastnosti horkých a studených vln jako typických ukázek extrémních teplotních jevů ve středoevropském měřítku. Změny jejich četnosti a intenzity by nepochybně hrály významnou úlohu v dopadech případné změny klimatu. Práci zabývající se simulací extrémních teplotních jevů je dosud málo a schopnost modelů reprodukovat pozorované rysy extrémních událostí je omezená.

Srovnání přímých výstupů dvou GCM, řad získaných statistickým downscalingem z polí ve volné atmosféře a stochastickým víceprvkovým generátorem založeným na autoregresním modelu prvního řádu, ukazuje, že žádný z těchto přístupů neposkytuje ve střední Evropě obecně lepší výsledky než ostatní, pokud jde o simulaci extrémních teplotních jevů.

Model ECHAM GCM je po úpravě na pozorovaný průměr a rozptyl nejlepší v simulaci studených vln (ačkoli původní teploty v modelu jsou nadhodnocené) a oba GCM simulují

poměrně dobře četnosti horkých vln a některé jejich další vlastnosti, např. časový vývoj s typickým vrcholem ve druhé polovině trvání. Vzhledem k nadhodnocené perzistenci  $T_{\text{MAX}}$  jsou horké vlny v modelu ECHAM příliš dlouhé, je při nich dosahováno příliš vysokých teplot a nereálně vysoké je zahrnutí extrémních dnů do souvislých období; z tohoto pohledu dává lepší výsledky CCCM. Protože chyby v perzistenci teplotních řad a posun maxima křivky ročního chodu teploty na srpen (který se odráží v nereálně poloze průměrné horké vlny v roce) jsou nad kontinenty společným rysem mnoha GCM [1, 16, 22, 26, 33], budou se nedostatky v simulaci horkých vln pravděpodobně projevovat i u dalších modelů.

Vzhledem k tomu, že fyzikální procesy jsou explicitně zahrnuty pouze ve formulaci GCM, nemohou být některé vlastnosti časových řad (např. šikmost rozdělení mezidenních změn teploty) určované těmito procesy, především radiačním působením a přechody front, zachyceny u ostatních modelů. Příliš malá četnost horkých a studených vln v řadách získaných metodou downscalingu vyplývá z nereálně symetričnosti mezidenních teplotních změn a malého počtu extrémně teplých a chladných dní, a v případě varianty s úpravou rozptylu přičtením bílého šumu také z nereálně vysoké mezidenní proměnlivosti. Tento způsob úpravy rozptylu při downscalingu poskytuje z hlediska časové struktury denních řad a extrémních teplotních jevů nereálně výsledky, a v impaktových studiích vyžadujících realistickou časovou strukturu denních řad by proto měla být upřednostňována klasická metoda úpravy rozptylu inflací. Částečné zlepšení výsledků získaných downscalingem lze očekávat při aplikaci nelineárních modelů (např. [34]).

Stochastický generátor představuje vhodnou alternativu k přímým výstupům GCM v simulaci horkých vln, zatímco v případě studených vln selhává. Důvodem je především odlišnost rozdělení  $T_{\text{MIN}}$  v zimě od normálního, které předpokládá AR(1) model generátoru, a z toho vyplývající příliš nízký počet extrémně chladných dnů. Nedostatky generátoru souvisí také s podhodnocenou perzistencí, nadhodnocenou mezidenní proměnlivostí a nereálnou symetričností rozdělení mezidenních změn teploty. Nezahrnutí ročního chodu korelací a autokorelací do generátoru může paradoxně vyústit ve zlepšení výsledků. Tento případ nastává v létě, kdy nezahrnutím ročního chodu, který zde má své minimum, je částečně eliminováno systematické podhodnocení perzistence generátorem. Horké vlny jsou proto lépe simulovány verzí bez ročního chodu korelací a autokorelací.

Lze očekávat, že extrémním teplotním jevům, jejichž typickým příkladem jsou horké vlny, bude v budoucnu věnována značná pozornost. Ta se bude soustředit jak na analýzu pozorovaných řad, změn výskytu a intenzity extrémních jevů nebo dopadů na společnost a ekosystémy, tak i na schopnost klimatických modelů simulovat vlastnosti extrémních teplotních jevů, která je v současné době omezená. S dalším rozvojem klimatického modelování a metod úpravy nebo interpretace výstupů (především metod dynamického a statistického downscalingu) lze očekávat zlepšení i v této oblasti. Pro odpovídající zachycení vlastností extrémních teplotních jevů je nutné, aby model dobře simuloval okraje teplotních rozdělení, autokorelace teploty s krokem 1 den a vyšší statistické momenty rozdělení mezidenních změn teploty. Realistická simulace časové struktury denních řad a extrémních jevů je nutným předpokladem věrohodnosti studií, využívajících klimatické modely k analýze dopadů změny klimatu na společnost nebo ekosystémy.

Poděkování: Autoři tímto vyslovují svůj dík za přípravu a poskytnutí dat M. Benistonovi (University of Fribourg, Švýcarsko), A. Kästnerovi (German Weather Service, Offenbach, Německo), H. Österlemu (Potsdam Institute of Climate Impact Studies, Potsdam, Německo), R. Schweitzerovi (University of Colorado, Boulder, USA), F. Zwiersovi (Canadian Centre for Climate Modelling and Analysis, Victoria, Kanada) a pracovníkům ČHMÚ v Praze. Poděkování za cenné rady a připomínky, které významně přispěly ke zlepšení rukopisu, náleží doc. J. Kalvové (MFF UK, Praha). Studie byla podpořena grantovými projekty GA ČR 205/97/P159 a 205/99/1561.

#### Literatura

- [1] Buishand, T.A. – Beersma, J.J.: Jackknife tests for differences in autocorrelation between climate time series. *J. Clim.*, **6**, 1993, s. 2490–2495.
- [2] Colombo, A.F. – Etkin, D. – Karney, B.W.: Climate variability and the frequency of extreme temperature events for nine sites across Canada: Implications for power usage. *J. Clim.*, **12**, 1999, s. 2490–2502.
- [3] DKRZ (eds.): The ECHAM3 Atmospheric General Circulation Model. Report No. 6, Deutsches Klimarechenzentrum, Hamburg, 1993. 184 s.
- [4] Dubrovský, M.: Met&Roll: stochastický generátor denních klimatických dat pro růstový model. *Meteorol. Zpr.*, **49**, 1996, s. 97–105.
- [5] Dubrovský, M.: Validace stochastického generátoru Met&Roll. *Meteorol. Zpr.*, **49**, 1996, s. 129–138.
- [6] Dubrovský, M.: Creating daily weather series with use of the weather generator. *Environmetrics*, **8**, 1997, s. 409–424.
- [7] Gregory, J. M. – Mitchell, J. F. B. – Brady, A. J.: Summer drought in northern midlatitudes in a time-dependent CO<sub>2</sub> climate experiment. *J. Clim.*, **10**, 1997, s. 662–686.
- [8] Hennessy, K.J. – Pittock, A.B.: Greenhouse warming and threshold temperature events in Victoria, Australia. *Int. J. Climatol.*, **15**, 1995, s. 591–612.
- [9] Hennessy, K.J. – Gregory, J.M. – Mitchell, J.F.B.: Changes in daily precipitation under enhanced greenhouse conditions. *Clim. Dyn.*, **13**, 1997, s. 667–680.
- [10] Houghton, J.T. – Meira Filho, L.G. – Callander, B.A. – Harris, N. – Kattenberg, A. – Maskell, K. (eds.): Climate Change 1995. The Science of Climate Change. Published for the Intergovernmental Panel on Climate Change. Cambridge, Cambridge University Press, 1996. 572 s.
- [11] Huth, R.: Statistical downscaling in central Europe: Evaluation of methods and potential predictors. *Clim. Res.*, **13**, 1999, s. 91–101.
- [12] Huth, R.: Využití statistického downscalingu při konstrukci scénářů změny klimatu v České republice. Část I. Metodické studie. *Meteorol. Zpr.*, **53**, 2000, s. 129–136.
- [13] Huth, R. – Kyselý, J. – Pokorná, L.: A GCM simulation of heat waves, dry spells, and their relationships to circulation. *Clim. Change*, **46**, 2000, s. 29–60.
- [14] Huth, R. – Kyselý, J. – Dubrovský, M.: Time structure of observed, GCM-simulated, downscaled, and stochastically generated daily temperature series. *J. Clim.*, 2001. [V tisku.]
- [15] Joubert, A. M. – Mason, S. J. – Galpin, J. S.: Droughts over southern Africa in a doubled CO<sub>2</sub> climate. *Int. J. Climatol.*, **16**, 1996, s. 1149–1156.
- [16] Kalvová, J. – Nemešová, I.: Estimating autocorrelations of daily extreme temperatures in observed and simulated climates. *Theor. Appl. Climatol.*, **59**, 1998, s. 151–164.
- [17] Kalvová, J. – Raidl, A. – Trojáková, A. – Žák, M. – Nemešová, I.: Kanadský klimatický model – teplota vzduchu v oblasti Evropy a České republiky. *Meteorol. Zpr.*, **53**, 2000, s. 137–145.
- [18] Karl, T.R. – Wang, W.C. – Schlesinger, M.E. – Knight, R.W. – Portman, D.: A method of relating general circulation model simulated climate to the observed local climate. Part I: Seasonal statistics. *J. Clim.*, **3**, 1990, s. 1053–1079.
- [19] Katz, R.W. – Brown, B.G.: Extreme events in a changing climate: Variability is more important than averages. *Clim. Change*, **21**, 1992, s. 289–302.
- [20] Kim, J.W. – Chang, J.T. – Baker, N.L. – Wilks, D.S. – Gates, W.L.: The statistical problem of climate inversion: Determination of the relationship between local and large-scale climate. *Mon. Weath. Rev.*, **112**, 1984, s. 2069–2077.
- [21] Kyselý, J. – Kalvová, J. – Květoň, V.: Heat waves in the south Moravian region during the period 1961–1995. *Stud. Geoph. Geod.*, **44**, 2000, s. 57–72.
- [22] Mao, J. – Robock, A.: Surface air temperature simulations by AMIP general circulation models: Volcanic and ENSO signals and systematic errors. *J. Clim.*, **11**, 1998, s. 1538–1552.
- [23] Mason, S. J. – Joubert, A. M.: Simulated changes in extreme rainfall over southern Africa. *Int. J. Climatol.*, **17**, 1997, s. 291–301.
- [24] McFarlane, N.A. – Boer, G.J. – Blanchet, J.-P. – Lazare, M.: The Canadian Climate Centre second-generation general circulation model and its equilibrium climate. *J. Clim.*, **5**, 1992, s. 1013–1044.
- [25] McGuffie, K., et al.: Assessing simulations of daily temperature and precipitation variability with Global Climate Models for present and enhanced greenhouse climates. *Int. J. Climatol.*, **19**, 1999, s. 1–26.
- [26] Mearns, L.O. – Giorgi, F. – McDaniel, L. – Shields, C.: Analysis of variability and diurnal range of daily temperature in a nested regional climate model: comparison with observations and doubled CO<sub>2</sub> results. *Clim. Dyn.*, **11**, 1995, s. 193–209.
- [27] Nemešová, I. – Kalvová, J.: On the validity of ECHAM-simulated daily extreme temperatures. *Stud. Geoph. Geod.*, **41**, 1997, s. 396–406.
- [28] Nemešová, I. – Kalvová, J. – Klimperová, N. – Buchtele, J.: Comparison of GCM-simulated and observed climates for assessing hydrological impacts of climate change. *J. Hydrol. Hydromech.*, **46**, 1998, s. 237–263.
- [29] Nemešová, I. – Kalvová, J. – Dubrovský, M.: Climate change projections based on GCM-simulated daily data. *Stud. Geoph. Geod.*, **43**, 1999, s. 201–222.
- [30] Richardson, C.W.: Stochastic simulation of daily precipitation, temperature, and solar radiation. *Wat. Resour. Res.*, **17**, 1981, s. 182–190.
- [31] Roeckner, E. et al.: Simulation of the present-day climate with the ECHAM model: Impact of model physics and resolution. Max-Planck-Institut für Meteorologie, Rep. 93, 1992. 171 s.
- [32] Skelly, W.C. – Henderson-Sellers, A.: Grid box or grid point: What type of data do GCMs deliver to climate impacts researchers? *Int. J. Climatol.*, **16**, 1996, s. 1079–1086.
- [33] Smith, J.B. – Pitts, G.J.: Regional climate change scenarios for vulnerability and adaptation assessments. *Clim. Change*, **36**, 1997, s. 3–21.
- [34] Trigo, R.M. – Palutikof, J.P.: Simulation of daily temperatures for climate change scenarios over Portugal: a neural network model approach. *Clim. Res.*, **13**, 1999, s. 45–59.
- [35] Volmer, J.P. – Déqué, M. – Rousselet, D.: EOF analysis of 500 mb geopotential: a comparison between simulation and reality. *Tellus*, **36A**, 1984, s. 336–347.

- [36] *Storch, H.*: On the use of „inflation“ in statistical downscaling. *J. Clim.*, **12**, 1999, s. 3505–3506.
- [37] *Watson, R.T. – Zinyowera, M.C. – Moss, R.H. – Dokken, D.J. (eds.)*: *Climate Change 1995: Impacts, Adaptations, and Mitigation of Climate Change: Scientific-Technical Analyses*. Published for Intergovernmental Panel on Climate Change. Cambridge, Cambridge University Press 1996. 878 s.

- [38] *Zwiers, F.W. – Kharin, V.V.*: Changes in the extremes of the climate simulated by CCC GCM2 under CO<sub>2</sub> doubling. *J. Clim.*, **11**, 1998, s. 2200–2222.

*Lektorka doc. RNDr. J. Kalvová, CSc., rukopis odevzdán v lednu 2001.*

## INFORMACE – RECENZE

### DVĚ MINIKNÍŽKY O METEOROLOGII

V. Vondráček: *Minimum o počasí*. Praha, Olympia 2000. 72 s.

K. Wegeová: *Počasí*. (Překlad z němčiny.) Praha, NS Svoboda 2000. 96 s.

Obě publikace s malým formátem (10 × 15 a 10 × 17 cm) mají přehledné a logické uspořádání jednotlivých kapitol. I do tak nevelkého rozsahu se oběma autorům podařilo vtěsnat mnoho důležitých poznatků z oboru, který je zajímavý pro četné a stále dorůstající zájemce o počasí. U podobných miniknížek není snad ani možné vytykat autorům, že něco opomenuli. Texty však přesto netrpí předpokládanou zkratkovitostí. Zatímco Vondráčkova knížka má nepochybně nápaditější text a je zpestřena uváděnými meteorologickými rekordy na území Česka, druhá publikace Wegeové obsahuje mnoho instruktivních barevných obrázků.

- **Vondráčkův titul** vyšel loni v první polovině roku. Na první pohled je zřejmý rukopis zasvěceného a vyzrálého odborníka s poutavým slohem, který se snad nedopustil nikde vážnějšího a hrubšího omylu. Na druhé straně neměl pochopitelně větší prostor pro vysvětlování složitých zákonitostí fyziky atmosféry, což ani nikdo nemůže očekávat. Autor např. zavedl nový slangový pojem „přepřůměrování“, čímž elegantně zdůvodnil jedenáctero oprávněné použití slov průměr a průměrný v jednom krátkém odstavci. Podobných vtipně napsaných pasáží by se dala citovat ještě celá řada. Oproti druhé knížce je zde také zmínka o meteorologických radarech.

Jistým nedostatkem, který lze snad vysvětlit podmínkami nakladatelství, často i proti vůli autorů, je chybějící věcný rejstřík a doplňková literatura. Knížka obsahuje jen sedm schematických dvoubarevných (černomodrých) obrázků v textu a dva na záložkách (kresby I. Kott).

Z několika menších nepřesností je nejasná věta o klesání teploty vzduchu s výškou u suchého a vlhkého vzduchu. U krátkodobých srážkových extrémů na našem území se neuvádějí případy, které se vyskytly před rokem 1975. U schémat teplé a studené fronty nejsou vysvětleny svislé přerušované čáry ve studeném vzduchu (oblasti srážek). Je totiž divné, že právě pod bouřkovým oblakem na studené frontě neprší. Také zde není vysvětlen symbol značící ledové jehličky. Na dalším obrázku zjednodušené synoptické mapy není vyznačen směr proudění u izobar, ačkoli se ve vysvětlivkách uvádí.

- **Publikace Wegeové**, na rozdíl od první, obsahuje věcný rejstřík a osm titulů doplňkové literatury, bohužel vesměs německé. Podle různých barevných pruhů na všech stránkách nahoře, což umožňuje rychlou orientaci, je knížka

rozdělena do tří částí: (a) Fenomény na obloze, (b) Počasí – příčiny a následky, (c) Klima Země. Zpravidla na každé stránce je alespoň jedna barevná a velice zdařilá fotografie nebo synoptická mapa či obrázek z družice zabírající téměř dvě třetiny stránky, takže na text zbývá skutečně jen minimum.

Obsahuje bohužel velice omezený počet doplňků, týkající se meteorologie v ČR formou poznámek překladatele. Kvalitu jinak pěkně graficky vypravené barevné knížky však v mnohých místech zhoršil špatný překlad odborných termínů. V několika případech byly přeloženy chybně dokonce celé věty, nad kterými se pozastaví i laik. V současné době se totiž někteří překladatelé ani nenamáhají překládat vědeckopopulární publikace s odbornými slovníky či jinými základními pomůckami v ruce, popř. konzultovat již hotový český text se specialisty. Překlad v našem případě sice neotřásl recenzentem jako některé pasáže původní publikace českého autora (viz *Meteorol. Zpr.*, 2000, č. 6, s. 191–192), nicméně takové množství nesprávně přeložených výrazů si opět vynucuje otázku o serióznosti nakladatelské činnosti v současnosti. Kromě toho se v publikaci objevilo i několik prohřešků proti češtině, např. mezi tropami! (tropy) aj.

Po rozevření prvních stránek knížky, kde jsou uváděny některé symboly používané na synoptických mapách, najdeme několik chyb buď v jejich zakreslování, nebo v textovém výkladu. Do očí bije např. nedůslednost v psaní *Alto*kumulus a hned pod tím *Altocumulus*. (Ach ty korektury!) Podobná chyba spočívá v tom, že *Ac* jsou složeny z vody, kdežto o řádek níž *Ac lenticularis* kupodivu z podchlazené (přechlazené) vody. Chybný překlad je častý zejména u latinských tvarů oblačnosti. Pro ilustraci uvedeme několik nesprávně přeložených termínů: *Cirrusy* – spr. *Cirry*, kondenzační sledy – pruhy, opar – zákal, halo – kolo, zhuštění oblačnosti – přibývání, studený vzduch je hmotnější – hustší, déšť středně silný – mírný, vítr ulehá – slábne, bouřky z horka – tepla, bouřkový dešťník – kovadlina, větrný válec – oblak hůlavový, spad srážek – úhrn, *Etesieny* – etézie, *Moza-Gotlsova* oblaka – mozagotl aj.

- V publikaci jsou uvedeny některé odborné nepřesnosti:
- při silné mlze je dohlednost menší než 1 km (při jakékoli, tedy i slabé mlze);
  - pojem oblačno říká, že 50 až 75 % oblohy je pokryto oblačností;
  - tlak vzduchu v průměru činí při zemském povrchu 1 atmosféru = 1 000 hektopascalů;
  - *Cumulus lenticularis* (u druhu *Cu* se tento tvar nepoužívá);
  - *Blizardy* se objevují i ve střední Evropě;

*Pokračování na str. 93*

# KLIMATOLOGICKÁ DATABÁZE CLIDATA – DATOVÝ MODEL A JEHO APLIKACE

**Climatological data base CLIDATA. Data model and its application.** Second part of CLIDATA<sup>®</sup> information about database data model used in CLIDATA<sup>®</sup>. The paper describes the main data tables in CLIDATA<sup>®</sup> climatological application and some possibilities how to use them. That application is in routine use since 1<sup>st</sup> January 2000 with the Czech Hydro-meteorological Institute in Ostrava. The actual numbers of records in main data tables (RDATA, MDATA, NDATA, EDATA, MET\_PHENOMENA and INTENSITY\_RAINFALL) together with the number of stations inside is given in the table. At the last part of the paper holds information about data mining from CLIDATA<sup>®</sup> application.

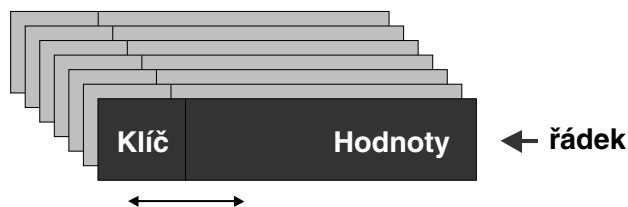
**KLÍČOVÁ SLOVA:** CLIDATA – databáze klimatologická – Oracle

## ÚVOD

V předcházející části volného seriálu informací o aplikaci CLIDATA<sup>®</sup> [2, 3] jsme se zabývali popisnými údaji o stanicích, měřených prvcích a o typech pozorování a pozorovacích rozvrhů. Protože aplikace prošla od počátku roku 2000 zatěžkavací zkouškou rutinního provozu bez zásadních problémů, lze konstatovat, že navržené schéma je plně životaschopné.

## DATOVÉ MODELY – PŘEHLED

Způsob fyzického uložení dat v databázi je nazýván datovým modelem databáze. Pro snadné pochopení datového modelu databáze je třeba vědět, že data jsou v databázi uložena v jednotlivých datových tabulkách, které obsahují předem definované sloupce a většinou předem neurčený počet řádků (obr. 1). Každý řádek v datové tabulce by měl obsahovat minimálně dvě části – identifikaci (klíč) databázového řádku a hodnoty.



Obr. 1 Obecná struktura databázové tabulky.

Fig. 1. General structure of the data base table.

Pro klimatologickou databázi jsou k dispozici tři základní druhy datového modelu – prvkový, časový a plně normalizovaný. Je zřejmé, že jednotlivé existující klimatologické databázové aplikace vykazují od základních typů drobné odchylky, v zásadě však pouze kombinují výhody jednotlivých typů. Důležitou vlastností struktury záznamu je poměr objemu klíče k objemu hodnot. Před zahájením vývoje aplikace CLIDATA<sup>®</sup> jsme analyzovali výhody i nevýhody jednotlivých možností; náš výsledný model je v jednotlivých datových tabulkách kombinací všech tří základních typů. Pro běžného uživatele není typ datového modelu důležitý, protože má většinou k dispozici aplikační grafické rozhraní. Uživatel vyšší úrovně však přistupuje k datům i mimo aplikaci (např. přes SQL Net, nebo přes ODBC) a znalost datového modelu je pro něj důležitá.

## Prvkový datový model

Datová tabulka navržená podle tohoto datového modelu obsahuje na každém řádku jednoznačnou definici stanice a termínu měření nebo pozorování, např. sloupce:

**Stanice ID, Datum** nebo  
**Stanice ID, Rok, Měsíc, Den, Hodina, Minuta**  
a hodnoty k definovaným prvkům, např. sloupce:  
**Teplota, Úhrn srážek, Oblačnost** nebo  
**Sluneční svit, Úhrn srážek, Vlhkost, Směr větru** apod.

S takto definovanou tabulkou se programátorům pracuje snáze, protože výpočty jsou obvykle prováděny nad jedním sloupcem tabulky a pro velkou část všech výpočtů lze použít skupinové funkce<sup>1</sup>. Pro uživatele však skrývá tato tabulka velkou nevýhodu. Pokud je nutné rozšířit pozorování o nový prvek nebo sdružit prvky jinak, než bylo předem definováno, je nutný zásah do struktury databáze i do struktury aplikace.

## Časový datový model

Datová tabulka navržená podle tohoto datového modelu obsahuje na každém řádku jednoznačnou definici stanice, prvku a neúplně časové určení měření nebo pozorování, popřípadě neobsahuje termín pozorování vůbec (v aplikaci CLICOM je termín pozorování určen definicí prvku). Takto navržený model může obsahovat tento klíč:

**Stanice ID, Prvek, Rok, Měsíc, Hodina, Minuta** nebo  
**Stanice ID, Prvek, Rok, Měsíc, Den**  
a hodnoty vztažené k nedefinovanému časovému údaji na pevných pozicích, např. sloupce:  
**Hodnota\_01, Hodnota\_02, Hodnota\_03, ... Hodnota\_31**  
pro dny v měsíci pro první typ identifikace nebo  
**Hodnota\_01, Hodnota\_02, Hodnota\_03, ... Hodnota\_24**  
pro hodiny v průběhu dne pro druhý typ identifikace apod.

U takto definované tabulky je programování komplikovanější, protože výpočty jsou většinou prováděny nad všemi sloupci v záznamu; nelze jednoduše použít zmíněné skupinové funkce. Tato nevýhoda je vyvážena mimořádnou variabilitou

<sup>1</sup> Skupinovou funkci rozumíme jednoduchý způsob výpočtu charakteristik v prostředí SQL nad celým sloupcem v tabulce nebo nad jeho definovanou částí. V časových datových modelech je nutno definovat podobné výpočty nad více sloupci a nelze použít jednoduché a rychlé skupinové funkce.

tou a uživatelskou volností v uložení hodnot různých časových řad měření a pozorování bez nutnosti zásahu programátora.

### Plně normalizovaný datový model

Datová tabulka navržená podle tohoto datového modelu obsahuje na každém řádku jednoznačnou definici stanice, prvku a časového určení měření nebo pozorování, např. pole: **Stanice ID, Prvek, Rok, Měsíc, Den, Hodina, Minuta** nebo **Stanice ID, Prvek, Datum, Čas** a jednu hodnotu vztaženou k definované identifikaci.

Takto definovaná tabulka je přehledná a snadno se do ní přistupuje všem uživatelům. Identifikátor na každém řádku (klíč) je však několikanásobně delší než vlastní hodnota a takto navržená databáze má ve svém důsledku větší část diskového prostoru věnovanou indexovým souborům a její celková velikost postupně přesahuje možnosti postupného hardwarového rozšiřování tohoto prostoru.

### DATOVÝ MODEL CLIDATA

Optimální kombinace základních typů datových modelů je použita ve všech čtyřech hlavních částech aplikace CLIDATA® (Metadata, Data, Produkty, Systémová správa). Seznam základních tabulek v datovém modelu části Data aplikace CLIDATA® je uveden v tab. 1.

V aplikaci jsou i další datové tabulky, rozšiřující její možnosti (např. MDATA\_COUNT pro počty dní vyhovující definovaným limitům, MDATA\_COUNT\_PHENOMENA pro počty dní s výskytem meteorologického jevu, RDATA\_M pro stanice měřící na lodích a bójích, popřípadě pro výsledky expedičních měření aj.) a systém samozřejmě umožňuje definovat různé pohledy (databázová view) na jednotlivé tabulky a vytvářet kombinace jednotlivých datových tabulek.

Všechny datové tabulky jsou svázány s informacemi o metadatech [2], které jsou uloženy ve zvláštních tabulkách a nejsou přímou součástí datového modelu. Pravidlo absolutní konzistence databáze znemožňuje ukládat data dosud nedefinovaných stanic, nedefinovaných prvků, dat mimo určený rozsah pozorování (věcný i časový) nebo mimo definované termíny pozorování.

### Tabulka RDATA\_N

Záznam v této tabulce je definován klíčem ve tvaru **Stanice - Prvek - Čas pozorování - Rok a Měsíc** a hodnotami pro celý kalendářní měsíc. Do této základní tabulky byla uložena všechna již dříve digitalizovaná klimatologická data za období od roku 1961. Pro vybrané stanice jsou zde k dispozici data za celé období pozorování (např. Praha - Klementinum) a postupně jsou digitalizovány infor-

mace z vybraných kvalitně pozorujících stanic za období před rokem 1961. Od roku 2000 jsou do tabulky RDATA\_N průběžně importována data z databáze CLICOM, klimatická datová věta z automatických meteorologických stanic a na pobočce ČHMÚ v Ostravě jsou manuálně pořizována zbývající data přímo v aplikaci CLIDATA® (pobočka ČHMÚ v Ostravě již pro základní práci s daty nepoužívá databázový systém CLICOM). Struktura tabulky RDATA\_N odpovídá časovému datovému modelu (jeden záznam obsahuje informace o jednom meteorologickém prvku v jednom pozorovacím termínu za jeden měsíc pro jednu stanici). Každý datový údaj je doprovázen dvěma příznaky, první blíže specifikuje data (např. výskyt ledu na punčošce vlhkého teploměru nebo neměřitelný úhrn srážek, druhý jejich kvalitu (údaj pochybný, odvozený, odhadnutý, vypočtený). Pokud je ve sloupci **Čas pozorování** zapsáno 'AVG', pak jde o průměrné denní hodnoty, 'SUM' takto indikuje denní součty, 'MAX' a 'MIN' denní extrémy. Tato tabulka může obsahovat jak data získaná měřením či pozorováním, tak hodnoty vypočtené (např. relativní psychrometrickou vlhkost nebo evapotranspiraci), vždy se však vztahují k definovanému termínu pozorování nebo dni.

### Tabulka RDATA\_R

Struktura tabulky je shodná s tabulkou RDATA\_N, do této tabulky však ukládáme data pravidelně vznikající v průběhu dne (15minutová data z automatických stanic, hodinová data ze zpráv SYNOP, popřípadě obdobná data z jiných zdrojů). Pro základní práci s tabulkou platí totéž co v předchozím případě.

### Tabulka MDATA (MDATA\_COUNT, MDATA\_COUNT\_PHENOMENA)

Tato tabulka je první ze série tabulek, obsahujících odvozená data, průměry nebo součty za definované období (měsíce, dekády, pentády). Její indexová část sestává ze sloupců **Stanice - Prvek - Čas pozorování - Typ - Funkce - Rok - Režim pozorování**, pak následují data včetně roční hodnoty. Tyto hodnoty mají pouze jeden příznak určující jejich kvalitu. Data pro jednotlivá období jsou rozlišitelná pomocí sloupce **Typ** (0 - měsíční hodnoty, 1 - 3 dekádové hodnoty, 4 - 9 pentády), povaha dat sloupcem **Funkce** ('AVG' znamená průměr, 'SUM' součet, 'MAX' nejvyšší hodnotu a 'MIN' nejnižší hodnotu). Ve sloupci **Režim pozorování** je rozlišeno, zda zdrojová data jsou uložena v tabulce RDATA\_R nebo RDATA\_N. To např. umožňuje vypočíst a uložit průměrné hodnoty, získané ze synoptických i klimatologických pozorování.

Výpočet těchto hodnot probíhá v databázi plně automaticky a není tudíž třeba jej speciálně ošetřit. V případě potřeby by

Tab. 1 Základní datové tabulky aplikace CLIDATA.

Table 1. Basic data tables of the CLIDATA application.

Tabulka	Popis	Model
RDATA_N	Základní tabulka obsahující hodnoty měřené nebo pozorované nepravidelně v průběhu dne (např. v klimatologických termínech).	časový
RDATA_R	Základní tabulka obsahující hodnoty měřené nebo pozorované pravidelně v průběhu dne (např. v synoptických termínech nebo každých 15 minut).	časový
MDATA	Tabulka odvozených dat vztažených ke kalendářním pentádám, dekádam a měsícům.	časový
EDATA	Tabulka měsíčních a ročních dlouhodobých průměrů a extrémů vztažených k zadanému období. Pro standardní uložení je minimální délka období 10 let.	prvkový
NDATA	Tabulka normálových měsíčních a ročních hodnot za doporučené normálové období.	prvkový
MET_PHENOMENA	Tabulka meteorologických jevů.	normalizovaný
INTENSITY_RAINFALL	Tabulka minutových úhrnů srážek.	normalizovaný

bylo možné vždy odvozená data vypočítat. Počet přístupů především k měsíčním datům je v klimatologické praxi však tak častý, že využití popsané praxe by bylo z hlediska zatížení systému neúměrně velké. Na druhou stranu je však třeba ošetřit ty případy, kdy došlo ke změně vstupních dat (např. během jejich validace). O to pečují speciální programové prostředky, které se nazývají *triggery*<sup>2</sup>.

Ne všechna data v této tabulce jsou však vypočtena. Platí zde výjimka, která byla vyvolána možností zpracovat údaje z ročeknek či jiných publikací, obsahujících pouze měsíční hodnoty. V tomto případě mají uložené hodnoty speciální příznak, poukazující na povahu jejich získání.

Tabulka *MDATA\_COUNT* má podobnou, avšak jednodušší strukturu. Pokud jde o klíč, je tvořen sloupci **Stanice - Prvek - Čas pozorování - Typ - Rok - Režim pozorování - Způsob porovnání - Porovnávaná hodnota**. U způsobu porovnání existují pouze dvě možnosti, větší (G) a menší (L), porovnávaná hodnota je libovolné číslo. Měsíční údaje jsou doplněny pouze jedním příznakem.

Tabulka *MDATA\_PHENOMENA* má kratší klíč, složený pouze ze sloupců **Stanice - Rok - Jev**. Výpočet probíhá z tabulky *MET\_PHENOMENA* (viz níže), jevy lze při výpočtu různě sdružovat (např. den se srážkou je definován výskytem alespoň jednoho z jevů dešť, dešťová přeháňka, sněžení atd.).

### Tabulka EDATA

Tato tabulka je nezbytná pro validaci údajů, i když její použití v klimatologické praxi je bezesporu širší. Její indexová část sestává ze sloupců **Stanice - Prvek - Měsíc - Čas pozorování - Režim pozorování - Uživatel**. Z uvedeného vyplývá, že je možné stejně jako v předchozím případě rozlišovat mezi pravidelnými a nepravidelnými režimy pozorování. Sloupec **Uživatel** umožní oprávněnému uživateli, aby v případě potřeby zadal databázi výpočet pro jiné než definované období. Tabulka obsahuje především nejvyšší a nejnižší hodnotu (včetně data výskytu), nejvyšší zjištěné rozdíly oproti předchozímu termínu pozorování a oproti stejnému pozorovacímu termínu předchozího dne a konečně empirické pravděpodobnosti 1, 2, 5, 10, 20 ... 80, 90, 95, 98 a 99 %; poslední informace je délka zpracovaného období.

### Tabulka NDATA

Jako podklad pro výpočet této tabulky slouží jedna z tabulek *RDATA* a tabulka *MDATA*. Princip výpočtu je definován v [1], oproti doporučené verzi je poněkud rozšířen. Klíč tabul-

<sup>2</sup> Trigger je zvláštní programová jednotka, která je automaticky spuštěna při definovaném zásahu do databáze (např. *RDATA\_R\_TRIGGER\_ON\_UPDATE* je spuštěn při změně hodnoty v tabulce *RDATA\_R*). Dobře navržená sada triggerů spolehlivě zajišťuje konzistenci databáze.

Obr. 2 Formulář tabulky *MDATA*.

Fig. 2. *MDATA* table form.

Obr. 3 Formulář tabulky *MDATA\_COUNT*.

Fig. 3. *MDATA\_COUNT* table form.

ky je tvořen sloupci **Stanice - Prvek - Měsíc - Čas pozorování - Režim pozorování - Období**. Jejich smysl je stejný jako u předchozí tabulky s výjimkou posledního sloupce, který umožňuje výpočet standardních normálů pro různá období (např. 1961–90, které je defaultní, ale i 1931–60, 1901–50 atp.). Kromě normálové hodnoty jsou vypočteny empirické pravděpodobnosti z denních hodnot stejně jako v tabulce *EDATA*, a z měsíčních hodnot pro pravděpodobnosti výskytu 10, 20 ... 80, 90 %.

Pokud ovšem jsou počítány normály počtu dní s ..., které vycházejí z tabulky *MDATA\_COUNT*, resp. *MDATA\_PHE-*

NOMENA, pak empirické pravděpodobnosti pro denní hodnoty pochopitelně neexistují.

### Tabulka MET\_PHENOMENA

Pro tuto tabulku byly vyvinuty speciální symboly jako písmo TrueType, usnadňující především pořizování dat (např. ●, ☼, ~, ☼). Protože jde o upravenou normalizovanou tabulku, obsahuje klíč sloupce **Stanice - Jev - Rok - Měsíc - Den - Čas začátku jevu - Čas konce jevu**. Jev je blíže specifikován svou intenzitou a proměnlivostí; pokud je jeho začátek či konec stanoven pouze odhadem (zkratkou), pak je i tato informace k dispozici.

### Tabulka INTENSITY\_RAINFALL

Tato tabulka má jen tři sloupce, **Stanice - DatumČas - Úhrn**, přičemž první dva tvoří klíč a ve třetím je minutový úhrn srážek. Tabulka je aktuálně naplňována importem z automatických stanic, historická data jsou rovněž postupně importována. V kombinaci s tabulkou MET\_PHENOMENA je uživatel schopen analyzovat jednotlivé srážkové situace a pracovat i s dlouhodobými intenzitami srážek. V tabulce nejsou uloženy nulové úhrny k jednotlivým minutám v období srážkové situace, které vznikají při malé srážkové intenzitě.

### DATA APLIKACE CLIDATA

Aplikace CLIDATA® je od ledna roku 2000 ve zcela rutinním provozu na pobočce ČHMÚ v Ostravě, jsou zde však uložena všechna klimatologická a vybraná meteorologická data z celé České republiky. Přímý přístup do datových tabulek je možný ze všech pracovišť ČHMÚ napojených na ústavní WAN se standardním zabezpečením proti neoprávněnému přístupu – znalost jména a hesla je nutná pro připojení a jméno klienta počítače, popřípadě jeho IP adresa je evidována v systémové části databáze.

### Datový obsah databáze

Jednotlivé datové tabulky jsou naplňovány importem dat z jiných prostředí (např. ze zpravodajství GTS, z automatických meteorologických stanic, z předcházejících databází apod.), pořízením dat prostřednictvím pořizovacích formulářů CLIDATA® (formuláře lze snadno přizpůsobit papírovým dokumentům) a v neposlední řadě výpočtem (v aplikaci jsou ukládána i vypočtená a odvozená data, která jsou používána několikanásobně častěji než data originální). V tabulce 2 jsou orientační počty záznamů a stanic v jednotlivých tabulkách (stav k 20. prosinci 2000).

Záznamy v jednotlivých tabulkách jsou spolu logicky svázány. Změna v základních tabulkách RDATA\_N a RDATA\_R (oprava nebo vymazání hodnoty) je možná pouze pro nezkontrolovaná data. Tato změna a vložení nového záznamu vyvolá automaticky následující akce:

- porovnání se seznamem výpočtových rovnic vytvoří požadavek na přepočtení příslušných záznamů (např. změna tla-

Obr. 4 Formulář tabulky EDATA

Fig. 4. EDATA table form.

Obr. 5 Formulář tabulky NDATA.

Fig. 5. NDATA table form.

Tab. 2 Základní statistika záznamů v aplikaci CLIDATA.

Table 2. Basic statistics of records in CLIDATA application.

Tabulka	Počet záznamů	Počet stanic
RDATA_A	4 538 983	954
RDATA_R	1 573 733	200
MDATA	1 103 977	953
EDATA	96 124	737
NDATA	62 854	696
MET_PHENOMENA	5 336 258	907
INTENSITY_RAINFALL	254 193	60



- ku vzduchu v jednom termínu na tzv. referenční stanici znamená přepočít průměrného denního tlaku na této stanici a všech tlaků vodní páry a relativní psychrometrické vlhkosti v daném termínu na všech stanicích používajících pro psychrometrický výpočet hodnoty z této referenční stanice),
- porovnání s definicí příslušného prvku (teplota, vlhkost,...) vytvoří požadavek na přepočít příslušných záznamů v tabulce MDATA,
  - porovnání s tabulkou systémových parametrů (definice normálových a extrémních období) a s definicí prvků vytvoří požadavek na přepočít příslušných záznamů v tabulkách EDATA a NDATA,
  - změna již dříve vložené hodnoty vyvolá odložení původní hodnoty do tabulky HISTORIC\_VALUE\_R pro pravidelná a do tabulky HISTORIC\_VALUE\_N pro klimatická data, včetně jména uživatele, který změnu provedl a času provedené změny,
  - porovnání se seznamem měřených prvků na stanici vytvoří požadavek na případný zápis do tabulky INVENTORY (speciální tabulka obsahující statistiku chybějících a automatickým limitům nevyhovujících hodnot).

Všechny výše uvedené akce ukládají záznamy do pomocných systémových tabulek, které jsou postupně zpracovávány databázovými automaticky spouštěnými úlohami. Uživatel nemá možnost do tohoto postupu nijak zasahovat, databázový administrátor pouze sleduje průběh všech operací v připravených formulářích a LOG souborech.

### Vypočtené termínové a denní hodnoty

Výpočet hodnot uložených v tabulkách RDATA probíhá plně automaticky podle připravených rovnic. Uživatel s příslušným oprávněním může definovat nové rovnice a přidělovat

je příslušným stanicím, již přidělené rovnice nelze měnit bez ztráty dříve vypočtených hodnot. Definice nových rovnic nevyžaduje žádné programové zásahy do aplikace. Například pro výpočet průměrné denní teploty je v systému uložena rovnice č. 5, která je přidělena všem měřeným termínovým teplotám. Pro výpočet denního úhrnu srážek z hodinových úhrnů srážek (od 00:00 do 23:00 hodin SEČ) je v systému uložena rovnice č. 9, která je přidělena příslušným prvkům SRA24, pro výpočet hodinových úhrnů srážek z 15minutových úhrnů na automatických stanicích je v systému rovnice č. 12, která je přidělena prvku SRA1H na příslušných stanicích. Komplexnost výpočtových možností ukazuje rovnice č. 13 pro výpočet tlaku vodní páry ve všech termínech měření (příklady v tabulce 3).

Identifikace pro každou rovnici definuje hodnotu uloženou po provedeném výpočtu v části klíče **Čas pozorování** (XX:XX je kód pro skutečný čas). Pokud tedy uživatel požádá databázi o sdělení času pozorování například prvku teplota (T) v tabulce RDATA\_N, dostane časy 07:00, 14:00, 21:00 a AVG nebo pro prvek denní úhrn srážek (SRA) dostane časy 07:00 a SUM.

### Zálohování datových tabulek v databázi

Všechna základní data jsou včetně svých popisných metadat pravidelně zálohována. Vzniklá datová záloha je uložena nezávisle na databázovém serveru. Interval pravidelné zálohy je v současné době nedostatečný (jednou za měsíc), všechna data jsou tedy stále k dispozici i v jiných aplikacích. Od roku 2001 bude celý systém převeden ze systému Client-Server do replikačního systému Server-Server a celá databázová struktura bude včetně obsahu na dvou navzájem propojených serverech v Praze a v Ostravě. Navržené replikační procesy budou udržovat jednotnost datového obsahu na obou serverech

Tab. 3 Příklady symbolického zápisu výpočtových rovnic.

Table 3. Examples of a symbolic notation of computational equations.

Číslo rovnice	Identifikace	Rovnice – symbolický zápis
5	AVG	$(\{T.07:00\} + \{T.14:00\} + 2 * \{T.21:00\}) / 4$
9	SUM	$\{SRA1H.SUM\}$
12	XX:XX	$\{SRA15M.SUM-3\}$
13	XX:XX	$\text{round}(\text{decode}(\{TV.XX:XX.FLAG1\}, 'L',$ $\text{power}(10,$ $-9.09685 * (273.16 / (\{TV.XX:XX\} + 273.16) - 1)$ $- 3.56654 * \log(10, 273.16 / (\{TV.XX:XX\} + 273.16))$ $+ 0.87682 * (1 - (\{TV.XX:XX\} + 273.16) / 273.16)$ $+ 0.78614),$ $\text{power}(10,$ $10.79574 * (1 - 273.16 / (\{TV.XX:XX\} + 273.16))$ $- 5.028 * \log(10, (\{TV.XX:XX\} + 273.16) / 273.16)$ $+ 1.50475e-4 * (1 - \text{power}(10, -8.2969 * ((\{TV.XX:XX\} + 273.16) / 273.16 - 1))))$ $+ 0.42873e-3 * (\text{power}(10, 4.76955 * (1 - 273.16 / (\{TV.XX:XX\} + 273.16)) - 1)$ $+ 0.78614)) -$ $1e-6 * \text{decode}(\{F.XX:XX\}, 0, 1110, 1, 985, 2, 834, 3, 783, 4, 750, 5, 730, 6, 715, 7, 700, 8, 691, 9, 684, 10, 679, 11,$ $675, 12, 672, 13, 669, 14, 667, 665)$ $* ((\{T.XX:XX\} - \{TV.XX:XX\})$ $* \text{power}(10,$ $\log(10, \{P.XX:XX.REFER\})$ $+ (\{SPEC.ELEV\} + \text{nl}(\{SPEC.P.HEIG\}, 0) - \{SPEC.ELEV.REFER\} - \{SPEC.P.HEIG.REFER\})$ $/ (18400 + 67.53 * (\{T.XX:XX\} - \{T.XX:XX.REFER\}) / 2 + 0.003 * (\{SPEC.ELEV\} + \text{nl}(\{SPEC.P.HEIG\}, 0) -$ $\{SPEC.ELEV.REFER\} - \{SPEC.P.HEIG.REFER\}))) *$ $\text{decode}(\{TV.XX:XX.FLAG1\}, 'L',$ $(1 + 1.1e-6 * \{TV.XX:XX\} / 0.0008) * 0.8821,$ $(1 + 1.4e-6 * (\{TV.XX:XX\} - 10) / 0.0008), 1)$

a zároveň nedovolí jejich oboustrannou destrukci. V závislosti na investičních možnostech ČHMÚ bude replikační struktura postupně rozšířena na všechny pobočky ČHMÚ. Na jednotlivých regionálních serverech by měla být fyzicky uložena data z příslušného regionu a pro specifické operace (např. prostorová kontrola) nebo se specifickým oprávněním budou dostupná i data z jiných oblastí.

### ZACHÁZENÍ S DATY

Pokud jsme se v předchozí části věnovali datům z hlediska jejich uložení do databáze, pak jsme si vědomi toho, že čtenářům zůstalo utajeno, jakým způsobem (a jakými metodami) jsou data do databáze ukládána, jak jsou kontrolována a jakými postupy je lze vybrat. V následujícím se pokusíme na tyto otázky odpovědět.

### VSTUP DAT

#### Pořizování dat

Pro data na tiskopisech zůstává jejich manuální digitalizace jediným způsobem, jak je převést do elektronického formátu. Postupy cestou rozpoznávání písma bohužel ve zdrcující většině případů selhávají a u starších dokladů o nich nelze ani uvažovat pro jejich spornou čitelnost.

Bylo již řečeno, že aplikace CLIDATA® nepoužívá speciální pořizovací formuláře; data jsou zapisována přímo do databáze, čímž je umožněno jejich okamžité použití, pochopitelně s vědomím toho, že dosud neprošla kontrolou. Protože tabulky RDATA\_R a RDATA\_N nejsou pro přímé pořizování vhodné, byl vytvořen formulář, který dovoluje, aby bylo pořizování pro uživatele pohodlné, především tím, že sloupce a řádky jsou uspořádány ve stejném pořadí jako na papírové předloze.

Takových formulářů lze vytvořit libovolné množství. Pořizovací tiskopis vytváří systémový administrátor ve dvou krocích; v prvním vybere potřebné prvky a ve druhém je uspořádá do odpovídajícího pořadí, obvykle podle termínů pozorování.

Papírový tiskopis obsahuje obvykle větší počet sloupců a řádků, než který lze zobrazit na obrazovce. Proto tiskopis po obrazovce roluje způsobem, který je předem volitelný (pořizování po sloupcích nebo po řádcích). Pořizování je možné kdykoliv přerušit a opět po libovolné době se k rozpracovanému formuláři vrátit. Pokud mezi tím byla již některá data opravena, jsou na obrazovce odlišena šedou barvou a do takto vyznačených sloupců již nelze vstoupit. Šedá jsou rovněž pole prvků, pro které nemá stanice definovaná pozorování, tiskopis lze proto použít pro celou skupinu stanic.

Autoři si byli při analýze této části vědomi toho, že při pořizování dochází z různých příčin k chybám, kterým prakticky nelze zamezit. Jako opatření vedoucí k minimalizaci jejich počtu jsme použili dvě nezávislé metody. První z nich



Obr. 6 Pořizovací formulář.

Fig. 6. Key entry form.



Obr. 7 Obrazovka definic pořizovacích formulářů.

Fig. 7. Key entry form definitions.

jsou součty, které mohou být v tiskopise vytvořeny buď po sloupcích, nebo po řádcích. Druhá umožňuje opětovné pořízení (přezkoušení) již vytvořených dat, pochopitelně před jejich validací.

Pro usnadnění práce jsou v pořizovacím tiskopisu tlačítka, umožňující předvyplnění sloupce definovanou hodnotou (často nulou, např. u charakteristik sněhové pokrývky mimo zimní období). K dispozici jsou i funkční klávesy a posouvací lišty.

Pokud při uložení zůstane v tiskopise některé políčko prázdné, chápe se, že tento údaj chybí a je mu automaticky

přidělen příslušný příznak. Příznaky se pořizují i tehdy, je-li třeba numerickou hodnotu prvku ještě třeba nějakým způsobem upřesnit (např. u neměřitelé výšky sněhové pokrývky).

Zvláštním případem je pořizování měsíčních dat, obvykle z ročenek. Tento postup se uplatňuje především tehdy, kdy je třeba získat taková data a pro jejich značný objem nelze postupovat standardně, tj. od termínových pozorování. V takovém případě mají všechna data příznak, definující tento stav.

### Vstup dat z automatických stanic

Automatické stanice předávají data buď neprodleně v průběhu dne (dobrovolnické), nebo je předávají po ukončení měsíce na disketě (profesionální, kde je aktuálně potřeba informací řešena tvorbou zprávy SYNOP). Formálně jde v obou případech o elektronický dokument, který je odpovídajícími programy zpracován tak, aby data byla odpovídajícím způsobem uložena. U dat na disketě jde o standardní postup, systém čte uložený soubor a konvertuje jej do patřičného formátu.

Data z dobrovolnických automatických stanic jsou uložena na odpovídajícím serveru jako textový soubor. Aplikace CLIDATA® detekuje jeho přítomnost, spustí příslušnou databázovou úlohu, která přenesla data a uloží je v odpovídajícím formátu. Totéž platí pro meteorologickou část dat, získávaných na stanicích AIM, případně pro srážkové úhrny z hydrologických stanic povrchových vod.

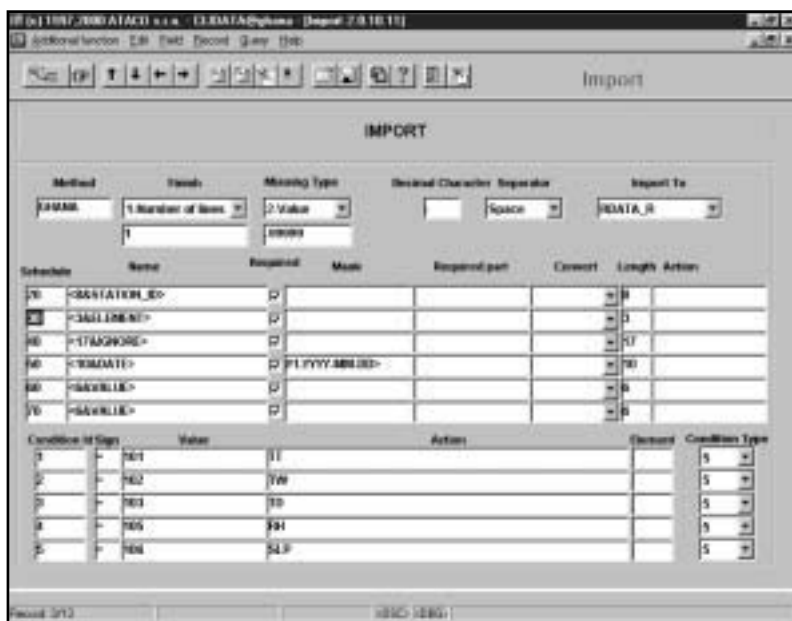
Pokud lze získávat data i z automatických stanic jiných organizací, je postup obdobný s tím, že předem musí být známa struktura a formát předávaných dat.

### Vstup dat z GTS

Na telekomunikačních okruzích jsou k dispozici především zprávy SYNOP, METAR, TEMP a případně i další, pokud by vznikla potřeba je archivovat. Struktura těchto zpráv je známa, v praxi se uplatňuje analogický postup jako u informací z automatických stanic. Navíc mezinárodní výměna dat umožňuje, aby byla získána i zahraniční data, což je výhodné především při kontrole dat nebo při zpracování informací z oblastí, ležících poblíž hranic.

### Vstup dříve zpracovaných dat

Již zpracovaná data jinými databázovými systémy, případně data uložená v tabulkových kalkulátorech (např. Quattro), lze do systému vkládat rozličnými způsoby. Pro soubory DataEase (soubory \*.DBM) jsou připraveny postupy převádějící jeden typ uložených dat na druhý. Výsledek importu (zpráva o jeho průběhu) je uložen v textových souborech \*.LOG, kde je dokumentován případný důvod, proč data přenesena nebyla (obvykle díky tomu, že původní data buď obsahují neodstraněné chyby, protože při importu jsou údaje zběžně kontrolovány, nebo jsou nedostatečně definována metadata v části rozsahu pozorování).



Obr. 8 Definice importní metody – textový soubor.

Fig. 8. Import method definition – text file.



Obr. 9 Definice kontrolních rovnic.

Fig. 9. QC formula definition.

Druhou standardní možností je import textových souborů. Protože ty mohou mít různý tvar (data na pevných pozicích nebo oddělena čárkou – soubory \*.CSV) a odlišnou vnitřní strukturu (uspořádání) dat, je použita parametrizace importní metody tak, aby nebylo zapotřebí pro každý případ modifikovat importní program.

Protože prakticky všechny aplikace umožňují export textových souborů, zdá se být zbytečné rozšiřovat importní metody o další možnosti. Při importu z textových souborů je příslušný LOG soubor vytvořen jen v případě detekovaných problémů během importu.

## Import informací o intenzitě srážek

Aplikace nemá přímý nástroj na vyhodnocování ombrografických záznamů. Proto jsou všechny údaje získané klasickými metodami do databáze importovány po jejich zpracování jinými metodami; jde tedy o analogii importu dříve zpracovaných dat. Data jsou ukládána do plně normalizované tabulky spolu s informacemi z automatických stanic, které takové údaje měří přímo.

## KONTROLA DAT

### Kontrola pomocí limitů

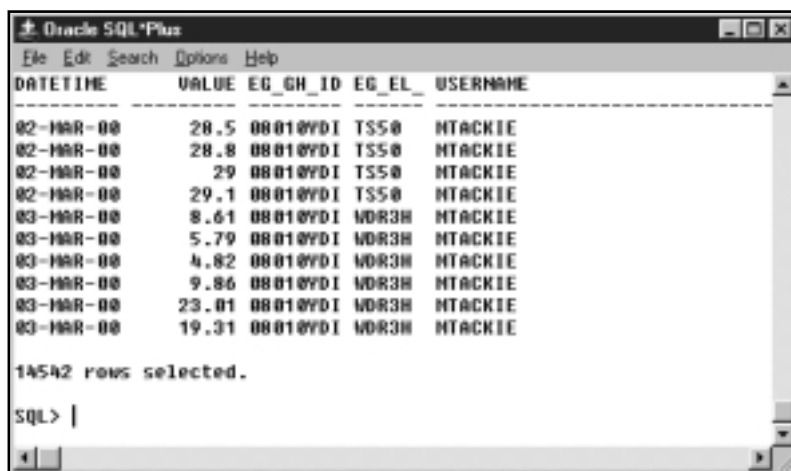
Pokud není rozloha území, pro něž jsou archivována data v aplikaci CLIDATA<sup>®</sup> příliš velká, pak lze použít obecně platné limity (horní a dolní) pro většinu meteorologických prvků, přičemž některý z nich vyplývá přímo z jejich definice (např. horní limit u relativní vlhkosti vzduchu je 100). U kódovaných veličin je situace jednodušší, protože rozsah kódu je předem znám. Toto omezení se používá pouze v pořizovacích tiskopisech a při importu dat, detekované hodnoty jsou evidentní chyby a není třeba dále o nich uvažovat.

### Kontrola v rámci jedné stanice

Podstatná část chyb je zjistitelná pomocí analýzy dat v rámci jedné stanice. V tabulce EDATA (obr. 4) jsou uloženy pro každou stanici, prvek a termín pozorování extrémní hodnoty, nejvyšší rozdíly hodnot mezi kontrolovaným a předchozím termínem pozorování a rovněž nejvyšší rozdíl hodnot oproti stejnému termínu předcházejícího dne (kontrola logického sledu hodnot v časové řadě), a to vždy v rámci měsíců. Tyto hodnoty vymezují rámec, v němž se hodnoty mohou pohybovat, pochopitelně s ohledem na okolnost, že čas od času jsou dosud nalezené extrémní hodnoty překročeny nebo podkročeny. Jde tedy v tomto případě o vážné varování, že hodnota je nejvýše nepravděpodobná a bude jí třeba zřejmě změnit.

Podkladem pro kontrolu je rovněž soustava rovnic, kterou administrátor systému zapisuje jako formalizovaný text do vytvořené tabulky. Z toho plyne, že zásadně není třeba žádné dodatečné programování a rovněž platí, že soustavu rovnic lze omezit, rozšířit nebo upravit podle skutečné potřeby. Rovnicemi se nekontroluje pouze jeden prvek, ale vzájemné vazby mezi nimi a dodržování předepsaných pravidel. Jde např. o případ, kdy teplota v termínu pozorování je vyšší než maximální denní teplota nebo kdy ve zprávě SYNOP při N = 9 je ww <41, 43, 45, 47, 49>. Do rovnic lze zařadit i používání konstant a logické analýzy případů, kdy při celodenních teplotách nad 0 °C se výška sněhové pokrývky nezměnila, aniž by bylo pozorováno sněžení.

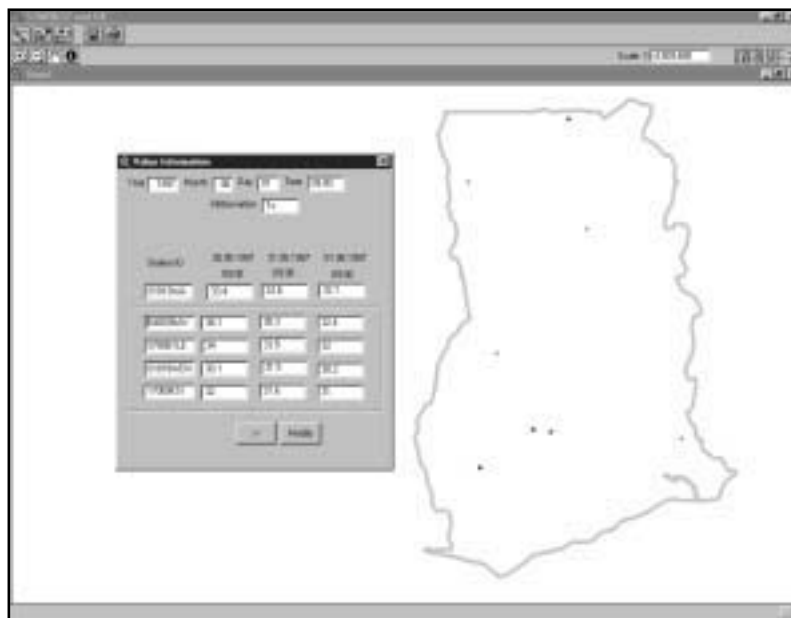
Ve všech uvedených příkladech je zobrazeno chybové hlášení, zvýrazněné červenou barvou. Toto hlášení poukazuje buď na evidentní chybu (zpráva typu error), nebo na podezřelá data (zpráva typu warning), kde je na uvážení revizora, jak se při takové situaci zachová. Při změně dat je třeba v některých případech definovat jejich příznak, tedy způsob, jakým



DATETIME	VALUE	EG_GH_ID	EG_EL	USERNAME
02-MAR-00	28.5	08010YDI	T550	NTACKIE
02-MAR-00	28.8	08010YDI	T550	NTACKIE
02-MAR-00	29	08010YDI	T550	NTACKIE
02-MAR-00	29.1	08010YDI	T550	NTACKIE
03-MAR-00	8.61	08010YDI	W0R3H	NTACKIE
03-MAR-00	5.79	08010YDI	W0R3H	NTACKIE
03-MAR-00	4.82	08010YDI	W0R3H	NTACKIE
03-MAR-00	9.86	08010YDI	W0R3H	NTACKIE
03-MAR-00	23.01	08010YDI	W0R3H	NTACKIE
03-MAR-00	19.31	08010YDI	W0R3H	NTACKIE

Obr. 10 Obsah tabulky HISTORIC\_VALUE\_R.

Fig. 10. HISTORIC\_VALUE\_R table content.



Obr. 11 Příklad oblastní kontroly pro maximální teplotu v Ghaně (červen 1997).

Fig. 11. An example of regional check for maximum air temperature in Ghana (June 1997).

byla nová hodnota získána. Možností je zapsání správné hodnoty, získané správným přečtením zápisu, který se během pořizování nepodařilo dobře vyhodnotit; v tomto případě se příznak netvoří. Ponechání původní hodnoty vyvolá automatickou tvorbu příznaku '+'. Příznakem se odlišuje zapsání odhadnuté hodnoty ('E') nebo vypočtené (objektivně stanovené) hodnoty ('C').

Původní hodnoty jsou uloženy do tabulek HISTORIC\_VALUE\_R, resp. HISTORIC\_VALUE\_N (obr. 10), čímž je umožněno pro případné budoucí analýzy se k originálním hodnotám vrátit a znovu je podrobit revizi. Zároveň je uveden autor změny. Pokud při této kontrole zůstane po otevření pořizovacího tiskopisu kurzor v prvním (nepodbarveném) poli, je to indikace toho, že v celém formuláři nebyla chyba indikována.

## Oblastní (územní) kontrola

Problém oblastní kontroly spočívá v objektivním porovnání hodnot blízko ležících stanic. Takové porovnání však musí brát v úvahu územní proměnlivost meteorologických prvků, především však jejich závislost na nadmořské výšce. Proto jako základ porovnávání bylo vybráno empirické rozdělení kontrolované veličiny [4]. Tím je zohledněn fakt, že zdaleka ne všechny prvky mají rozdělení blízké normálnímu, ale především poskytnuta možnost porovnat vzájemně stanice, ležící v rozličných klimatických oblastech.

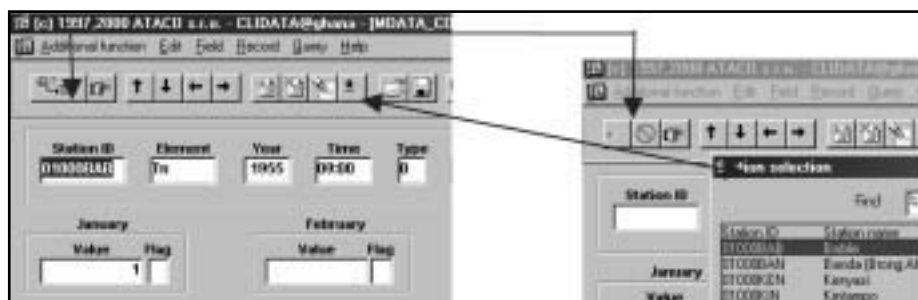
Podkladem pro kontrolu je tabulka EDATA, proto ji můžeme provádět pro všechny prvky, pro které má výpočet těchto hodnot smysl. Pokud ovšem jde o stanici nově založenou nebo stanici s krátkým obdobím pozorování, je poskytnuta možnost si hodnoty pro tabulku EDATA odvodit; prozatímní hodnoty jsou používány po jistou dobu, pak jsou nahrazeny hodnotami vypočtenými standardním postupem.

Pro mapový podklad je pravděpodobnost výskytu kontrolované veličiny převedena do barevné stupnice. Pokud hodnoty leží ve stejných nebo sousedících intervalech, mapa se nezobrazí, protože je splněn předpoklad běžné územní variability meteorologického prvku. V opačném případě se na mapě objeví barevné obdélníky (obr. 11) a je na schopnosti revizora si vytvořit náležitou představu o dané situaci.

Vyskytne-li se osamocená jedna hodnota, vymykající se ostatním, půjde pravděpodobně o chybu. Ale i zde je třeba uvážit, jaké jsou příčiny takové odchylky, např. u letních bouřkových srážek. Mimořádné jsou i případy teplotních inverzí, při nichž stanice na horách jsou vyjádřeny zcela jinak než za běžných situací. Obecně to znamená, že kontrola se musí provádět se znalostí synoptické situace.

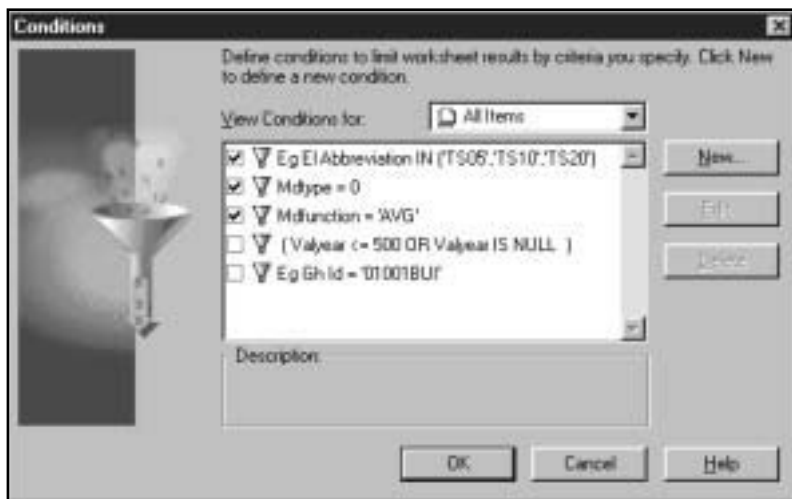
Pracovat ovšem pouze s grafickou informací by nebylo dostatečné. Proto se po přesunutí kurzoru na stanici po kliknutí myši objeví tabulka s numerickými údaji jako podklad pro následující rozhodování – uživatel si může zobrazit hodnoty pro jiný výběr stanic nebo modifikovat hodnotu pro aktuální stanici. Teprve pak zapíše správnou (opravenou) hodnotu nebo hodnoty, pokud by bylo třeba opravit údaje u více stanic. Provedené změny jsou okamžitě podrobeny předcházejícím stupňům kontroly.

Po kontrole všech prvků se provedené změny zapíše do tabulky RDATA\_R a RDATA\_N a zároveň se změni validační příznak



Obr. 12 Příklad dotazu do formuláře.

Fig. 12. An example of a query to the form.



Obr. 13 Zadání pro výběr dat.

Fig. 13. Conditions definition for data selection.

Year	01	02	03	04	05	06	07	08	09	10	11	12	Výška
3 1958	34.4	35.0	34.3	34.6	33.6	31.2	29.8	29.3	31.6	32.6	34.1	34.3	32.9
4 1957	34.9	36.7	36.7	34.5	33.3	31.5	30.2	30.0	30.7	31.4	32.9	33.4	33.8
5 1958	34.1	35.6	35.9	34.2	33.1	31.1	29.8	30.4	30.7	32.3	32.8	33.1	32.6
6 1959	35.3	36.5	36.4	35.4	33.2	32.6	30.4	30.2	29.8	32.6	33.7	33.2	33.2
7 1960	34.3	37.1	36.2	34.6	34.6	32.1	30.1	29.9	30.7	31.4	34.1	33.7	33.2
8 1961	35.7	37.0	37.6	34.4	33.3	31.1	29.5	29.0	30.8	33.0	34.2	35.6	33.6
9 1962	36.5	37.2	36.5	34.4	32.6	30.8	30.8	29.7	30.0	31.7	33.2	34.0	33.1
10 1963	34.9	36.7	34.4	34.1	33.1	31.8	31.1	30.6	31.8	34.0	34.2		
11 1964	34.5	37.1	36.6	34.7	33.1	31.6	29.8	28.9	29.3	30.7	32.1	32.2	32.5
12 1965	34.1	35.2	35.8	33.7	31.8	30.4	29.4	28.6	30.0	31.9	33.3	33.7	32.3
13 1966	35.6	36.7	36.8	33.7	32.9	30.4	30.2	29.7	30.0	31.7	33.4	33.6	32.8
14 1967	34.8	35.9	35.8	34.4	33.2	30.6	29.8	28.6	29.7	31.3	32.7	33.0	32.4
15 1968	34.1	35.2	35.9	32.9	32.3	30.5	29.7	30.0	30.3	32.1	32.6	34.0	32.4
16 1969	36.4	36.3	36.1	34.0	32.8	31.4	29.8	29.2	30.6	31.2	33.0	33.7	32.7
17 1970	36.2	36.5	36.7	34.9	32.1	31.5	29.2	29.9	30.0	32.6	34.3	34.6	33.9
18 1971	36.4	36.6	34.2	33.5	33.4	31.0	29.7	29.5	29.8	32.3	34.1	33.4	32.7
19 1972	35.6	36.2	34.8	32.8	32.6	31.0	30.3	29.8	30.8	32.0	34.3	34.8	32.9
20 1973	36.7	37.9	37.2	35.0	34.1	31.5	30.9	30.3	30.9	32.6	34.6	34.0	33.8

Obr. 14 Vybraná data – průměrné maximální teploty.

Fig. 14. Select data – mean maximum air temperatures.

tak, aby bylo zřejmé, že data jsou validována. Tato indikace znemožňuje případné neoprávněné změny údajů. Pokud by se dodatečně zjistilo, že data byla opravena nedostatečně nebo chybně, pouze administrátor systému může provést patřičné změny a chybný údaj opět opravit. Administrátor může dodatečnou opravu nebo opravy umožnit i jiným oprávněným uživatelům. Nejde však o zcela standardní proces – pro změnu již validovaných dat musí být dostatečný důvod a vysoké oprávnění uživatele.

### Kontrola meteorologických jevů

Tento problém je dosud ve stádiu úvodních analýz. Zdá se, že jedinou vhodnou možností je opět mapová analýza. Ta má však své úskalí ve skutečnosti, že kvalita pozorování meteorologických jevů ve staniční síti je vysoce variabilní a totéž v nemalé míře platí i o doprovodných časových údajích. Mnoho jevů není na dobrovolnických stanicích zaznamenáno vůbec a z pochopitelných důvodů jsou v noci zaznamenány pouze markantní jevy. Proto hledání optimálního postupu dosud stále naráží na celou řadu objektivních problémů.

### VYBAVOVÁNÍ DAT

#### Dotaz do formuláře

Předem je třeba varovat před prohlížením v tabulkách. Jsou rozsáhlé, tudíž nepřehledné a většina z nich ani není pro uživatele přístupná. Proto všechny příklady z předcházející části nejsou vyobrazenými tabulek, nýbrž formulářů, které bylo třeba zvlášť připravit. Pokud potřebujeme zjistit obvykle pouze jednu konkrétní informaci, přepneme formulář do dotazovacího módu a zapíšeme zadání dotazu (obr. 12). Pokud databáze obsahuje vyhledávané údaje, zobrazí je.

#### Tvorba pohledů (view)

Prohlížení dat v databázových tabulkách je uživatelsky komplikované a nepřináší očekávané výsledky. Administrátor může pro jednotlivé uživatele definovat zvláštní databázové pohledy – view, které jsou zpřístupněny buď v aplikačních formulářích, nebo v jiných grafických rozhraních, popřípadě pro oprávněné uživatele přímo v prostředí SQL. Vždy je nutné na cestě mezi uživatelem a daty zadat omezení formou vhodné podmínky při tvorbě daného pohledu. Počet záznamů v základních tabulkách dosahuje několikamiliónových hodnot a v každém záznamu je až 93 položek pro danou kombinaci klíče. Pohledy mohou kombinovat záznamy z několika tabulek (nejčastěji kombinace datové a popisné tabulky se jménem stanice, pozorovaného prvku nebo jednotkou měření).

#### Grafické rozhraní (Discoverer 3.1)

Uživatelsky nejjednodušší metodou, jak vybrat z databáze potřebná data, je použít vhodné grafické rozhraní. V aplikaci CLIDATA® používáme Oracle Discoverer, který zobrazuje hodnoty v tabulkách, velmi podobných tabulkovému kalkulaátoru Excel. Pro běžnou práci uživatel nemusí znát zásady pro-

```
SQL> select m.eg_gh_id Stanice, m.year Rok, '01' Měsíc,
        m.valmon01 SRAM, n.normal Normál,
        m.valmon01-n.normal Abs.Odchylka,
        m.valmon01/n.normal*100 Rel.Odchylka
from mdata m, ndata n
where m.eg_gh_id=n.eg_gh_id
and m.eg_el_abbreviation='SRA'
and m.eg_el_abbreviation=n.eg_el_abbreviation
and m.mdtype=0
and m.mdfunction='SUM'
and m.time=n.time
and m.regular='N'
and n.month='01'
```

Obr. 15 Výpis dotazu z prostředí SQL.

Fig. 15. Query output from the SQL.

	AVG				MIN				MAX				SUM			
	TT	Ts	Ta	RR	TT	Ts	Ta	RR	TT	Ts	Ta	RR	TT	Ts	Ta	RR
January	27.5	21.9	33.2	9.4	28.8	23.8	34.5	26.3	20.3	30.3	15.8					
February	28.9	21.9	36.9	18.0	31.0	24.8	37.8	26.7	17.7	33.0	34.6					
March	28.9	23.0	34.8	57.2	8.9	27.2	28.3	38.0	33.0	24.5	28.5	25.8	140.1	153.9		
April	28.8	22.5	33.5	88.6	8.9	28.9	24.5	38.6	8.8	24.3	20.0	26.3	236.6	200.0		
May	28.3	23.0	33.5	96.1	28.9	25.3	34.9	26.1	20.6	30.8	198.1					
June	27.8	22.6	31.4	48.0	28.8	24.2	33.4	25.4	20.8	29.0	285.6					
July	25.9	21.6	30.2	17.3	27.5	23.0	32.3	23.5	19.5	25.9	48.1					
August	26.5	21.3	28.7	10.8	27.7	22.3	33.5	23.0	19.5	26.2	39.5					
September	27.8	22.0	32.0	44.6	7.2	28.3	23.3	33.9	8.1	24.5	20.6	28.1	82.0			
October	27.5	22.1	32.9	51.5	9.8	28.2	23.7	34.7	1.8	25.4	21.2	30.0	169.1	188.0		
November	27.4	21.6	33.1	25.4	8.8	28.9	23.5	34.4	2.4	25.2	21.2	30.0	74.3	186.7		
December	27.1	21.4	32.9	29.2	28.1	24.0	34.8	22.2	14.2	29.0	47.6					
Year	27.4	22.1	32.7	68.6	37.2	26.3	38.0	22.2	14.2	28.8	1362.2					

Obr. 16 Příklad výstupu z Oracle Discovereru ve formátu HTM.

Fig. 16. An example of the Oracle Discoverer output in HTM format.

gramování, stačí, když vybere odpovídající stanici, prvek a požadované období v předpřipraveném databázovém dotazu.

Pochopitelně se výběr může provést pro více stanic, prvků i období. Tyto parametry se zapisují do tabulek, které systém automaticky nabízí. Podmínky nemusí být zcela elementární, je možné je vytvořit i výpočtem. Nutná je však určitá znalost vnitřní struktury databáze získaná v průběhu základního školení aplikace CLIDATA.

Výstup (obr. 14) je možné třídit, měnit uspořádání sloupců, druh a velikost fontu i jeho barvu, doplnit jednoduchými výpočty, zvýraznit v něm výjimečné hodnoty (vyšší nebo naopak nižší než zadaná hodnota zvlášť pro každý sloupec), použít grafické zobrazení nebo zvolit další postupy, jejichž popis však přesahuje rámec této informace. Pokud za základ vybíraných dat zvolíme optimálně navržený pohled, můžeme velmi snadno připravit tabelaci výstupu obdobnou ročenkovým výstupům nebo podklady podle přání jednotlivých uživatelů.

Pro konečný výstup si může uživatel zvolit z mnoha možností (XLS, TXT, PRN, CSV, HTM a další). Výstupy lze předpřipravit tak, že uživatel pouze změní připravené parametry v BAT souboru a celý dotaz spustí, aniž by musel jakkoliv do procesu tvorby výstupu zasahovat.

### Programovatelný výstup (SQL)

I když pomocí grafického rozhraní je možné získat prakticky všechny potřebné informace, přesto se může vyskytnout případ, kdy nabízené možnosti nestačí. Pro tento případ je k dispozici programovací jazyk SQL (PL/SQL). Relativně jednoduchými příkazy lze zadat různě komplikované dotazy, umožňující optimální výběr dat (obr. 15). Pro celkovou složitost problematiky odkazujeme zájemce na odbornou příručku nebo specializovaný kurz.

### ODBC driver

Operační systémy a některé programové produkty obsahují přímé propojení do databáze Oracle, umožňující přímý přenos dat mezi nimi a aplikací CLIDATA®. Tak je možné předávat data pro zpracování programovacími jazyky (Visual Basic, Delphi) nebo specializovanými programovými balíčky (Mathematica, Systat 9) k dalšímu zpracování. Pro pokročilé uživatele je tato možnost mimořádně výhodná. V naší aplikaci je tato možnost použita pro oboustranné propojení mezi ní a grafickým informačním systémem ArcView (viz oblastní kontrola dat).

### Internet

Pomocí Oracle Reports nebo Oracle Discoverer je možné vytvářet off-line www stránky. Jejich tvorba se tím automatizuje do té míry, že je možné je nejen plánovat (vytvářet podle časového schématu), ale připravovat je nejen jako obecnou informaci, ale i jako specializovaný výstup pro vybraného uživatele, který si ji vyzvedne po zapsání odpovídajícího hes-

la z www nebo ftp serveru. Kombinace naplánovaných úloh a předem definovaných parametrizovaných dotazů umožňuje vysoce bezpečné a přitom aktuální off-line pohledy na data v databázi.

### ZÁVĚR

Specifikace datového modelu je jednou z nejdůležitějších částí při vývoji databázové aplikace. Použitý datový model určuje způsob práce programátora. Běžný uživatel, který má k dispozici dobré aplikační rozhraní, nepotřebuje mít o datovém modelu žádné znalosti. Podrobný popis možností vstupu dat do aplikace CLIDATA® a možností jejich výběru je vždy součástí instalace aplikace na daném pracovišti. Nedílnou součástí aplikace jsou i tzv. povinné produkty, jejichž popis bude obsahovat některé z příštích pokračování informací o aplikaci CLIDATA®.

### Literatura

- [1] Calculation on Monthly and Annual 30-year Standard Normals. WCDP-10, WMO/TD-No.341. Geneva, WMO 1989.
- [2] Coufal, L. – Tolasz, R.: Klimatologická databáze CLIDATA (část metadata – informace o měřicích stanicích). Meteorol. Zpr., **52**, 1999, č. 2, s. 55–58.
- [3] Tolasz, R.: Nové směry ve vývoji klimatologických databází. Meteorol. Zpr. **51**, 1998, č. 3, s. 85–87.
- [4] Tolasz, R. – Coufal, L.: The Static Data Quality Process as Part of CLIDATA Application. In: Österreichische Beiträge zu Meteorologie und Geophysik, Heft 19 Proceedings of the 2nd European Conference on Applied Climatology, s. 155. Wien, Zentralanstalt für Meteorologie und Geodynamik 1998.

Lektor RNDr. M. Hradil, rukopis odevzdán v únoru 2001.

---

Dokončení ze str. 82

- Tropické smršťe (cyklony): tajfuny;
- Příčinou je inverze – teplotní rozhraní (?);
- Srážky jsou minimální, protože se zde rozpouštějí (vyplňují) staré tlakové níže;
- V závislosti na síle (rychlosti) větru vznikají vertikální víry, takzvané turbulence (?).

Na několika místech je patrná neznalost formulací pro předpověď počasí, používaná v naší prognózní službě. Vzhledem k tomu se poznámka překladatele na straně 45 jeví skoro jako opovázlivost, když tvrdí: „U nás se používají většinou jen pojmy jasno, polojasno, oblačno, skoro zataženo a zataženo“. (A co také velká, proměnlivá, střídavá oblačnost apod.?)

Nedůslednosti a chyby se projevují i na obrázcích. Např. na straně 40 jsou sice správně označeny českou zkratkou středy tlakových výší jako „V“, avšak střed níže je označen zkratkou anglickou „L“. Na tomto obrázku je též nesprávný překlad pro srážky před teplou frontou jako vzestupný déšť aj.

Obrázky na stranách 44 a 45 jsou velice podobné, ovšem jejich popisy značně rozdílné: kupovitá oblačnost – cumulus congestus (to je správně), avšak popis druhé fotografie zní: Počasí na zadní straně (míněno cyklony).

Nakonec ocitujeme několik vrcholně nevydařených pasáží způsobených s velkou pravděpodobností překladatelem:

- Nad inverzí jsou poměry úplně jiné než pod ní. Zde tlaková níže zajišťuje poklesem a ohřevem vzduchových mas suchý vzduch (s. 36);
- Studený vzduch – je hmotnější než teplý – se posouvá (zřejmě podsouvá) pod teplý sektor (s. 41);
- Ve středu níže (jen přímo tam?) studený vzduch rychle dohání teplý a zvedá ho vzhůru. Pak vzniká třetí fronta. Toto rozhraní vzdušných (vzduchových) mas (hmot) se označuje jako okluze; je to známka, že se níže postupně oslabuje. (Wegeová na rozdíl od Vondráčka neuvádí schéma okluzní fronty.)

Pro ozřejmení jme snad uvedli dostatek příkladů nedůsledností a pochybení. Avšak i přes značný počet těchto chyb, lze tuto knížku přesto doporučit. To platí tím spíše pro Vondráčkovu minimum.

Ceny obou knížek (99,- a 109,- Kč) jsou vzhledem k malému rozsahu přiměřené.

Vilibald Kakos

## INFORMACE O VI. PLENÁRNÍM ZASEDÁNÍ PRACOVNÍ SKUPINY II MEZIVLÁDNÍHO PANELU KLIMATICKÉ ZMĚNY IPCC

Ve dnech 14.–16. února 2001 se konalo v Ženevě VI. plenární zasedání 2. pracovní skupiny Mezivládního panelu klimatické změny IPCC. Jeho úkolem bylo projednat a schválit zprávu *Climate Change 2001: Impacts, Adaptation and Vulnerability* jako příspěvek ke Třetí souhrnné zprávě IPCC (*IPCC Third Assessment Report*). Příprava zprávy byla zahájena v roce 1998 a celý proces je ukončován v tomto roce. V průběhu jednání se rovněž konalo mimořádné zasedání výboru IPCC, jehož je autor informace členem.

Tato pracovní skupina se zabývá sledováním dopadů změny klimatu a adaptačními možnostmi. Na přípravě zprávy se podílelo 183 hlavních autorů, 243 spolupracujících autorů, 33 hlavních recenzentů a 440 expertních recenzentů. Plenárního zasedání se zúčastnilo asi 280 delegátů a 105 hlavních autorů ze 102 států.

Delegáti na úvod zasedání vyslechli přehledové zprávy k jednotlivým kapitolám, které přednesli jejich autoři. Poté byl obsah zprávy po jednotlivých tématech projednáván a v diskusi reagovali autoři na četné dotazy. Souhrnné výsledky, publikované v *Summary for Policymakers*, byly formulovány na základě velmi detailní diskuse.

Tato informace je přehledem nejdůležitějších závěrů, ke kterým delegáti dospěli konsenzem a které jsou v relaci s výsledky studie *Climate Change 2001: The Scientific Basis*, přijaté v lednu 2001 na podobném zasedání v Šanghaji (viz *Meteorol. Zpr.*, 54, 2001, č. 2, s. 59–60).

- Systémy související s činností člověka jsou citlivé na změny klimatu a některé z nich jsou i zranitelné. Patří k nim zejména vodní zdroje, zemědělství (zajištění dostatku potravin pro obyvatelstvo) a lesnictví, pobřežní oblasti, moře a oceány, sídelní oblasti včetně energetiky a průmyslu, pojišťovnictví a lidské zdraví. Míra zranitelnosti je výrazně proměnná, mění se s místem, časem, socioekonomickými podmínkami a podmínkami stavu životního prostředí.
- Za negativní dopady změny klimatu lze považovat celkový pokles úrody ve většině tropických a subtropických regionů a s jistými variacemi i v některých středních zeměpisných šířkách, nedostatek vody (zejména v subtropických oblastech), zvýšení počtu populace vystavené riziku výskytu infekčních tropických chorob a zvýšení úmrtnosti v důsledku vysokých teplot, velmi rozšířené riziko záplav (desítky miliónů ohrožených lidí) a zvýšené energetické požadavky na klimatizaci v letním období.
- Mezi pozitivní dopady změny klimatu lze zařadit zvýšení úrody v převážně většině středních zeměpisných šířek, zvýšení těžby dřeva v dobře obhospodařovaných lesích, zvýšení zásob vody v některých regionech (jihovýchodní Asie), snížení zimní úmrtnosti ve středních a vyšších zeměpisných šířkách a snížené energetické požadavky na vytápění v zimním období.
- Projektované změny ve výskytu extrémních průběhů počasí mohou mít velmi často významné důsledky. Mezi méně rizikové lze zařadit nárůst maximálních teplot, zvýšení počtu teplých dnů a horkých vln, zvýšení minimálních teplot, snížení počtu chladných a mrazových dnů a studených vln a dále zintenzivnění srážkových údobí.

Naopak mezi rizikovější a výrazně složitější typy extrémních průběhů počasí se řadí prodloužení období letních such na většině pevnin ve středních zeměpisných šířkách, zvýšení intenzity tropických cyklonů včetně nárůstu rychlosti větru v místech jejich výskytu, zvýšení srážkových úhrnů a intenzit v některých oblastech, delší období sucha a naopak intenzivnější záplavy v oblastech vlivu El Niña, zvýšení variability srážek v období letních asijských monzunů a zvýšení četnosti výskytu bouřek ve středních zeměpisných šířkách.

- Současná projekce změny klimatu do konce 21. století může vést k velkoprostorovým a případně i nevratným změnám celého systému. Velikost těchto změn je dána charakterem příslušných klimatických scénářů a jakékoliv další upřesňující detaily nejsou zatím vědecky dostatečně podloženy.
- Implementace vhodných adaptačních opatření mohou negativní dopady změny klimatu výrazně snížit, ale nikoliv zcela zamezit. Je však třeba na ně vynaložit významné množství finančních prostředků. Systémy související s činností člověka i systémy přírodní jsou schopny se do jisté míry adaptovat samovolně, nicméně umělá a připravená adaptace může přirozenou adaptaci jenom podpořit.
- Rada oblastí a regionů, která je změnou klimatu nejvíce postižena, strádá rovněž pod tlakem populačního nárůstu, ničení přírodních zdrojů a chudoby.
- Stupeň ohrožení lidské populace a přírodních systémů změnou klimatu se v jednotlivých světových regionech výrazně mění, rozdíly jsou však i patrně v rámci jednotlivých regionů. Z tohoto důvodu jsou i adaptační schopnosti a možnosti (přirozené i umělé) výrazně rozdílné.
- Některé regiony jsou ohroženější v důsledku jejich geografické expozice či nižší adaptační kapacity. Např. malé ostrovní státy ohrožuje převážně riziko nárůstu hladiny světových oceánů a zvýšení četnosti výskytu a intenzit tropických cyklonů. Polární oblasti ohrožuje naopak riziko tání ledovců a zeslabování a degradace permafrostu. Negativní důsledky sezonních změn hydrologických režimů, včetně záplav a sucha, zdravotních problémů a změn biologické rozmanitosti jsou významnější v Africe, Latinské Americe a Asii, kde jsou zároveň nižší adaptační schopnosti systémů.
- I v oblastech s vysokou adaptační kapacitou (Severní Amerika, Austrálie a Nový Zéland) se nacházejí ohrožené komunity (domorodé obyvatelstvo) a oblasti s nízkou adaptační schopností. Text dokumentu se dále podrobně zabývá dopady na hydrologický režim a vodní zdroje, zemědělství, terestrickými a říčními ekosystémy, pobřežními oblastmi a mořskými a oceánskými ekosystémy, lidským zdravím, sídelními celky, včetně změněných nároků na energetické hospodářství a průmysl a záležitostí spojených s pojištěním proti katastrofám včetně dalších finančních služeb.
- Další část dokumentu je zaměřena na podrobné analýzy sektorových dopadů v jednotlivých regionech. Zde dávám prostor pouze významným dopadům změny klimatu pro oblast Evropy.
- Adaptační kapacita je v Evropě obecně na vysoké úrovni; jižní Evropa a arktické části evropského kontinentu jsou zranitelnější než ostatní části Evropy.



- Letní říční odtoky, zásoby vody a půdní vlhkost v jižní Evropě klesají; rozdíl mezi severními a jižními částmi Evropy se zvyšují, a to zejména v zimě.
  - Až polovina alpských ledovců a velká část permafrostu na severu Evropy může do konce 21. století zcela zmizet.
  - Rizika záplav se budou na území celého kontinentu zvyšovat; v pobřežních zónách bude toto riziko záplav a půdní eroze výrazně vyšší a lze očekávat dopady na sídelní aglomerace, průmysl, turistiku, zemědělství a přirozenou flóru a faunu.
  - Zvýšení zemědělských výnosů lze předpokládat v severních částech kontinentu; produkce bude naopak klesat v jižních a východních částech Evropy.
  - Stávající biotické zóny se budou posunovat do vyšších výšek a v severním směru s následnými dopady na flóru a faunu.
  - Vysoké teploty a vlny veder mohou ovlivnit výběr míst tradičních turistických destinací v létě, a naopak úbytek sněhu může ovlivnit prosperitu tradičních zimních středisek.
- Obsah dokumentu *Summary for Policymakers* je vzhledem k použitému procesu projednávání dle pravidel OSN třeba vnímat jako souhrn nezpochybnitelných fakt o současném stavu poznání v dané oblasti. Jeho úplný text lze nalézt na adrese <http://www.ipcc.ch>. Vlastní zpráva, která bude obsahovat přibližně 1 200 stran textu, včetně množství tabulek a grafických příloh a velmi obsáhlého seznamu zcela nejnovější literatury k jednotlivým tématům, bude vydána tiskem ve druhé polovině roku 2001.

Jan Pretel

## DEN OTEVŘENÝCH DVEŘÍ V ČESKÉM HYDROMETEOROLOGICKÉM ÚSTAVU V ROCE 2001

Při příležitosti Světového dne vody (22. 3. 2001), organizovaného pod heslem *Voda a zdraví*, a Světového meteorologického dne (23. 3. 2001), zaměřeného k tématu *Přínos dobrovolníků ke sledování počasí, podnebí a vody*, uspořádal ČHMÚ v sobotu 24. března 2001 na většině svých profesionálních pracovištích kromě letišť Den otevřených dveří.

O obsahovém zaměření Světového meteorologického dne jsme již informovali (Meteorol. Zpr., 54, 2001, č. 1. s. 23). Heslo Světového dne vody upozorňuje na důležitost a nezbytnost vody pro zachování života na Zemi a zdraví obyvatelstva. Voda představuje 60–70 % objemu lidského těla, dospělý člověk potřebuje denně k osobnímu přežití dva až pět litrů vody a dalších dvacet až padesát litrů jako minimální dávku na vaření, hygienu apod. V tomto kontextu sehrávají významnou úlohu národní hydrologické a meteorologické služby monitorující a sledující srážky, průtoky ve vodních tocích, hladiny podzemních vod a kvalitu vodních zdrojů. Zvláště je třeba ochraňovat zásoby sladké vody jako zdroje pitné vody, protože jejich nedostatek nebo znečištění způsobují ztráty na lidských životech a ohrožují zdraví lidí. Zároveň však i nadbytek vody (povodně, záplavy) také zapříčiňují ztráty na lidských životech a vytvářejí podmínky pro vznik a přenos nemocí. Kromě zmíněných činností musejí národní hydrologické a meteorologické služby odpovídat na otázky týkající se problémů velikosti a četnosti výskytu extrémních jevů, jakými jsou povodně, sucha apod. V tomto smyslu mají národní služby velmi specifickou a nezastupitelnou úlohu při zachování a zlepšování zdraví světové populace.

Zvolená hesla obou „dnů“ vytvořila pro uspořádání Dne otevřených dveří pouze podnětný rámec, vlastní program proběhl osvědčeným způsobem se zaměřením na prohlídku přístrojové techniky, prohlídku pracovišt s výkladem (zejména meteorologická a hydrologická prognózní pracoviště), promítání videofilmů a rozdávání aktuálních předpovědí i některých starších odborných publikací. Pobočka ČHMÚ v Českých Budějovicích zvolila jiný způsob: Den otevřených dveří byl věnován dobrovolným pozorovatelům. Prezentace činnosti byla vedena snahou ukázat osmdesáti zúčastněným spolupracovníkům, že žádné jejich údaje nezapadnou, že se užívají. Mnozí z nich vyjádřili radost z toho, že měli příležitost se navzájem poznat a ujasnit si smysl své práce. Akce se zúčastnili např. p. Vacek, pozorující od roku 1953, nebo p. ing. Zobal z Kestřan u Písku, který přijel i se svými syny – třetí generací pozorovatelů v jedné rodině.

Celkem se Dne otevřených dveří zúčastnilo přibližně 3 100 návštěvníků, z toho v Praze a na pobočkách po tisíci a na profesionálních stanicích 1 100 (na stanici Churáňov 265!) Na meteorologické stanici Luká byla přítomna televize. V Praze-Komořanech byl počet návštěvníků na hranici kapacitní únosnosti zejména na Centrálním prognózním pracovišti.

Den otevřených dveří měl významný ohlas především v regionálních sdělovacích prostředcích, pro ústřední tisk nebylo tematické zaměření tak atraktivní. Na druhé straně si obory meteorologie a hydrologie nemohou stěžovat na nedostatek pozornosti při jiných příležitostech.

Zdeněk Horký



Obr. 1 Prezentace hydrologických přístrojů. Foto J. Jandouš.



Obr. 2 Stejně jako v předchozích letech se velkému zájmu těšilo Centrální předpovědní pracoviště. Foto J. Jandouš.

**TYPY POVĚTRNOSTNÍCH SITUACÍ NA ÚZEMÍ ČESKÉ REPUBLIKY V ROCE 2000**

	1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.	8.	9.	10.	11.	12.	13.	14.	15.	16.	17.	18.	19.	20.	21.	22.	23.	24.	25.	26.	27.	28.	29.	30.	31.		
I	Vfz	Wc	Wc	Wc	Wc	Wc	Wc	Wc	Wc	Wc	Wc	Wc	Wc	Wc	Wc	Wc	Wc	Wc	Wc	Wc	Wc	Wc	Wc	Wc	Wc	Wc	Wc	Wc	Wc	Wc	Wc		
II	Wc	Wc	Wc	Wc	Wc	Wc	Wc	Wc	Wc	Wc	Wc	Wc	Wc	Wc	Wc	Wc	Wc	Wc	Wc	Wc	Wc	Wc	Wc	Wc	Wc	Wc	Wc	Wc	Wc	Wc	Wc		
III	Bp	Bp	Bp	Bp	Bp	Bp	Bp	Bp	Bp	Bp	Bp	Bp	Bp	Bp	Bp	Bp	Bp	Bp	Bp	Bp	Bp	Bp	Bp	Bp	Bp	Bp	Bp	Bp	Bp	Bp	Bp		
IV	SWc <sub>3</sub>	SWc <sub>3</sub>	SWc <sub>3</sub>	B	B	NEc	NEc	NEc	NEc	NEc	NEc	NEc	NEc	NEc	NEc	NEc	NEc	NEc	NEc	NEc	NEc	NEc	NEc	NEc	NEc	NEc	NEc	NEc	NEc	NEc	NEc		
V	SEc	NEa	NEa	Ea	Ea	Ea	SEc	SEc	SEc	SEc	NEa	NEa	NEa	A	A	A	B	B	B	B	B	Wcs	Wcs	Wcs	Wcs	Wcs	Wcs	Wcs	Wcs	Wcs	Wcs		
VI	Ap <sub>2</sub>	A	A	Vfz	Vfz	Bp	Bp	Ap <sub>2</sub>	Sa	Sa	Bp	Bp	Bp	Bp	Bp	Bp	Bp	Bp	Bp	Bp	A	A	B	B	B	B	B	B	B	B	B		
VII	SWc <sub>3</sub>	SWc <sub>3</sub>	SWc <sub>3</sub>	SWc <sub>3</sub>	SWc <sub>3</sub>	Ap <sub>1</sub>	Bp	Bp	Bp	Bp	Bp	Bp	Bp	Bp	Bp	Bp	Bp	Bp	Bp	Bp	NEc	NEc	NEc	NEc	NEc	NEc	NEc	NEc	NEc	NEc	NEc	NEc	
VIII	Ap <sub>2</sub>	SWc <sub>3</sub>	SWc <sub>3</sub>	B	B	B	NWc	NWc	Wal	Wal	Wal	Wal	Wal	Ap <sub>1</sub>	Ap <sub>1</sub>	SWa	SWa	SWa	SWa	SWc <sub>2</sub>	SWc <sub>2</sub>	SWc <sub>2</sub>	SWc <sub>2</sub>	SWc <sub>2</sub>	SWc <sub>2</sub>	SWc <sub>2</sub>	SWc <sub>2</sub>	SWc <sub>2</sub>	SWc <sub>2</sub>	SWc <sub>2</sub>	SWc <sub>2</sub>		
IX	Bp	Bp	Bp	Bp	Bp	Wc	Wc	Wc	Wc	Wc	Wc	Wc	Wc	Wc	Wc	Wc	Wc	Wc	Wc	Wc	Wc	Wc	Wc	Wc	Wc	Wc	Wc	Wc	Wc	Wc	Wc	Wc	
X	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B
XI	SWc <sub>2</sub>	SWc <sub>2</sub>	SWc <sub>2</sub>	Bp	Bp	Bp	Bp	Bp	Bp	Bp	Bp	Bp	Bp	Bp	Bp	Bp	Bp	Bp	Bp	Bp	Bp	Bp	Bp	Bp	Bp	Bp	Bp	Bp	Bp	Bp	Bp	Bp	Bp
XII	SWc <sub>2</sub>	SWc <sub>2</sub>	SWc <sub>2</sub>	Ap <sub>1</sub>	SWc <sub>1</sub>	SWc <sub>1</sub>	SWc <sub>1</sub>	SWc <sub>1</sub>	SWc <sub>1</sub>	SWc <sub>1</sub>	SWc <sub>1</sub>	SWc <sub>1</sub>	SWc <sub>1</sub>	SWc <sub>1</sub>	SWc <sub>1</sub>	SWc <sub>1</sub>	SWc <sub>1</sub>	SWc <sub>1</sub>	SWc <sub>1</sub>	SWc <sub>1</sub>	SWc <sub>1</sub>	SWc <sub>1</sub>	SWc <sub>1</sub>	SWc <sub>1</sub>	SWc <sub>1</sub>	SWc <sub>1</sub>	SWc <sub>1</sub>	SWc <sub>1</sub>	SWc <sub>1</sub>	SWc <sub>1</sub>	SWc <sub>1</sub>	SWc <sub>1</sub>	

**TYPY POVĚTRNOSTNÍCH SITUACÍ NA ÚZEMÍ SLOVENSKEJ REPUBLIKY V ROKU 2000**

	1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.	8.	9.	10.	11.	12.	13.	14.	15.	16.	17.	18.	19.	20.	21.	22.	23.	24.	25.	26.	27.	28.	29.	30.	31.			
I	Vfz	Wc	Wc	Wc	Wc	Wc	Wc	Wc	Wc	Wc	Wc	Wc	Wc	Wc	Wc	Wc	Wc	Wc	Wc	Wc	Wc	Wc	Wc	Wc	Wc	Wc	Wc	Wc	Wc	Wc	Wc	Wc		
II	Wc	Wc	Wc	Wc	Wc	Wc	Wc	Wc	Wc	Wc	Wc	Wc	Wc	Wc	Wc	Wc	Wc	Wc	Wc	Wc	Wc	Wc	Wc	Wc	Wc	Wc	Wc	Wc	Wc	Wc	Wc	Wc	Wc	
III	Bp	Bp	Bp	Bp	Bp	Bp	Bp	Bp	Bp	Bp	Bp	Bp	Bp	Bp	Bp	Bp	Bp	Bp	Bp	Bp	Bp	Bp	Bp	Bp	Bp	Bp	Bp	Bp	Bp	Bp	Bp	Bp	Bp	
IV	SWc <sub>3</sub>	SWc <sub>3</sub>	SWc <sub>3</sub>	B	B	NEc	NEc	NEc	NEc	NEc	NEc	NEc	NEc	NEc	NEc	NEc	NEc	NEc	NEc	NEc	NEc	NEc	NEc	NEc	NEc	NEc	NEc	NEc	NEc	NEc	NEc	NEc	NEc	
V	SEc	NEa	NEa	Ea	Ea	Ea	SEa	SEa	SEa	SEa	NEa	NEa	NEa	NEa	NEa	NEa	NEa	NEa	NEa	NEa	NEa	NEa	NEa	NEa	NEa	NEa	NEa	NEa	NEa	NEa	NEa	NEa	NEa	
VI	Ap <sub>2</sub>	A	A	A	A	Bp	Bp	Ap <sub>2</sub>	Sa	Sa	Bp	Bp	Bp	Bp	Bp	Bp	Bp	Bp	Bp	Bp	A	A	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	
VII	SWc <sub>3</sub>	SWc <sub>3</sub>	SWc <sub>3</sub>	SWc <sub>3</sub>	SWc <sub>3</sub>	Ap <sub>1</sub>	Bp	Bp	Bp	Bp	Bp	Bp	Bp	Bp	Bp	Bp	Bp	Bp	Bp	Bp	NEc	NEc	NEc	NEc	NEc	NEc	NEc	NEc	NEc	NEc	NEc	NEc	NEc	NEc
VIII	Ap <sub>2</sub>	SWc <sub>3</sub>	SWc <sub>3</sub>	B	B	B	NWc	NWc	Wal	Wal	Wal	Wal	Wal	Wal	Wal	Wal	Wal	Wal	Wal	Wal	SWa	SWa	SWa	SWa	SWa	SWa	SWa	SWa	SWa	SWa	SWa	SWa	SWa	
IX	Bp	Bp	Bp	Bp	Bp	Wc	Wc	Wc	Wc	Wc	Wc	Wc	Wc	Wc	Wc	Wc	Wc	Wc	Wc	Wc	Wc	Wc	Wc	Wc	Wc	Wc	Wc	Wc	Wc	Wc	Wc	Wc	Wc	
X	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B
XI	SWc <sub>2</sub>	SWc <sub>2</sub>	SWc <sub>2</sub>	Bp	Bp	Bp	Bp	Bp	Bp	Bp	Bp	Bp	Bp	Bp	Bp	Bp	Bp	Bp	Bp	Bp	Bp	Bp	Bp	Bp	Bp	Bp	Bp	Bp	Bp	Bp	Bp	Bp	Bp	Bp
XII	SWa	SWa	SWa	SEa	SEa	SEa	SEa	SEa	SEa	SEa	SEa	SEa	SEa	SEa	SEa	SEa	SEa	SEa	SEa	SEa	SEa	SEa	SEa	SEa	SEa	SEa	SEa	SEa	SEa	SEa	SEa	SEa	SEa	SEa

Pozn.: Celý kalendář typizací je na internetové adrese: <http://www.chmi.cz/meteo/om/mk/kalendar.html>

# POKYNY PRO AUTORY

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

## Formální úprava a rozsah rukopisů

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

Doporučená osnova článků:

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

## Publikování článků v angličtině

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

## Technické požadavky

Texty článků jsou přijímány zpracované na počítači textovým editorem (Word, Wordperfect) ve formě jednoho výtisku + jako soubor na disketě, v ojedinělých případech jako strojopisy (stránka A4 v rozsahu do 30 řádek). Z technických důvodů nejsou přijímány texty digitálně zpracované v softwaru Tech.

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

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

## Obrázky

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

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

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

## Literatura

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

## Příklady

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

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

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

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

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

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

## Jazyková správnost

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

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

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

## Korektury

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

## Adresa autora

Z profesionálních důvodů (korespondence, proplácení honorářů) poskytnou autoři redakci tyto nezbytné údaje: adresa bydliště, telefon; číslo sporožirového nebo běžného účtu



## VÝBĚR Z NOVINEK ZÁKLADNÍ KNIHOVNY ČESKÉHO HYDROMETEOROLOGICKÉHO ÚSTAVU

**10<sup>th</sup> Symposium on Global Change Studies : The ENSO Experiment Research Activities.**

1. vyd. Dallas : AMS, 1999. 562 s.

**15<sup>th</sup> International Conference on Interactive Information and Processing Systems (IIPS) for Meteorology, Oceanography, and Hydrology.**

1. vyd. Dallas: AMS, 1999. 576 s.

**Atmosféra 21. storočia, organizmy a ekosystémy: Zborník referátov z medzinárodnej vedeckej konferencie.**

1. vyd.. Zvolen: Technická univerzita, 1999. 355 s.

**Kluge, G.**

**Berichte des Deutschen Wetterdienstes. Nr. 213, Das Klima ausgewählter Orte der Bundesrepublik Deutschland – Jena.**

1. vyd.. Offenbach am Main: DWD, 2000. 290 s.

**Winkler, P.**

**Berichte des Deutschen Wetterdienstes. Nr. 214, Beobachtungen am Meteorologischen Observatorium Hohenpeissenberg während der Sonnenfinsternis vom 11. 8. 1999.**

1. vyd. Offenbach am Main: DWD, 2000. 41 s.

**Biomasa – zdroj obnovitelné energie v krajině : Sborník mezinárodní konference.**

1. vyd. Průhonice: MŽP-VÚKOZ, 2000. 227 s.

**Climate Prediction and Agriculture: Proceedings of an International Workshop.**

1. vyd. Washington: International START Secretariat, 2000. 322 s.

**Commission for Hydrology.**

Session 11 WMO-No.921, Abridged Final Report of the Eleventh Session, Abuja 6–16 November 2000. – 1. vyd. Geneva: WMO, 2001. 45 s.

**Global Atmosphere Watch.**

No. 140 WMO/TD No.1046, WMO/CEOS Report on a Strategy for Integrating Satellite and Ground-Based Observations of Ozone. Geneva: WMO, 2001. 128 s.

**Koncepcie uceleného krajinného plánování:**

Sborník konference. – 1. vyd. Brno: Dům techniky Brno, 2000. 189 s.

**Teoretické a praktické aspekty ekologie krajiny;**

Jan Kender, editor. – 1. vyd. Praha: MŽP, 2000. 218 s.

**The 2000 EUMETSAT Meteorological Satellite Data Users Conference:**

Proceedings. – 1. vyd. Darmstadt: EUMETSAT, 2000. 820 s.

**WMO Global Ozone Research and Monitoring Project. Report No.45, Report of the Fourth Meeting of the Ozone Research Managers of the Parties to the Vienna Convention for the Protection of the Ozone Layer**

1. vyd. Geneva: WMO, 2000. – Neprav. str.