

ŠTEFAN Kveták *

CHARAKTER ZÍM V PODUNAJSKEJ ROVINE

Štefan Kveták: Character of winters in the Danubian Lowland. Geogr. čas., 44, 1992, 1, 7 tabs., 6 figs., 6 refs.

The article analyses temperature character of winters at the station Hurbanovo in new climatic normal period 1960/61-1989/90 and compares it with air temperatures during the last 120 years. It points out to rise of air temperature, which is caused partly by anthropogenic impact (emissions of greenhouse gases) on present climatic changes.

Secular climatological station Hurbanovo ($\varphi = 47^{\circ}52' \text{ N}$; $\lambda = 18^{\circ}12' \text{ E}$; $H = 115 \text{ m}$) is the basic reference station included to CATALOG OF METEOROLOGICAL DATE FOR RESEARCH, WMO N° 174 TP 86. Hurbanovo represents natural conditions of the lowland in the South West Slovakia.

Abstrakt. Článok analyzuje teplotný charakter zím na stanici v Hurbanove v novom klimatickom normálovom období 1960/61 - 1989/90 a porovnáva ho s teplotami vzduchu za posledných 120 rokov. Poukazuje na vzrast teploty vzduchu, ktorý sa čiastočne pripisuje vplyvu antropogénnej činnosti (emisie "skleníkových plynov") na súčasné klimatické zmeny.

Sekulárna klimatologická stanica Hurbanovo ($\varphi = 47^{\circ}52' \text{ N}$; $\lambda = 18^{\circ}12' \text{ E}$; $H = 115 \text{ m}$) je základná referenčná stanica zahrnutá do "Catalog of Meteorological Date for Research" WMO N° 174 TP 86. Hurbanovo reprezentuje prírodné pomery nížiny juhozápadného Slovenska.

ÚVOD

Svetová meteorologická organizácia definuje štandardné normály ako štatistické charakteristiky vypočítané z údajov za 30-ročné obdobia začínajúce 1. januárom 1901 [5]. Nasledovať bude nový štandardný normál za obdobie 1961-1990, ktorý sa v najbližšom čase stane témou výskumu klimatológie. Z tohto dôvodu hodnotíme charakter zím v Podunajskej rovine za obdobie 1960/61-1989/90, kde máme sekulárnu referenčnú meteorologickú stanicu Hurbanovo ($\varphi = 47^{\circ}52' \text{ N}$; $\lambda = 18^{\circ}12' \text{ E}$; $H = 115 \text{ m}$) so 120-ročným pozorovacím radom klimatických údajov, ktorá poskytuje optimálne možnosti sledovania zmien podnebia u nás. Podkladom na spracovanie teploty boli klimatologické termínové pozorovania o 7., 14. a 21. h miestneho stredného slnečného času. Neprerúzané trvanie mrazov sme urobili z hodinových záznamov vyčistenia termogramov za obdobie 1960/61-1989/90.

* RNDr. Štefan Kveták, CSc., Slovenský hydrometeorologický ústav, Jeséniova 17, 833 15 Bratislava

Interannuálne zmeny teploty a zrážok

Zmeny priemerných ročných teplôt vzduchu v Hurbanove za 120-ročné obdobie sú znázornené na obr. 1, kde sú okrem vypočítaných hodnôt zakreslené i desaťročné kľzavé priemery teplôt. Najvýraznejší vzostup teploty nastal koncom minulého storočia. Najdlhšie obdobie nadpriemerných kľzavých hodnôt začalo v 20. rokoch nášho storočia a trvá dodnes.

Jednotlivé zimné obdobia (XII-II) vykazujú veľkú interannuálnu premenlivosť (obr. 2). V 19. storočí prevládala tendencia k studeným zimám, naproti tomu v 20. storočí, zvlášť v novom štandardnom normále tendencia k teplým zimám. Veľká interannuálna variabilita zimných teplôt sa prejavuje v prílišnej závislosti regresných čiar na časovom období, ktorým sa regresná závislosť určuje. Smernica regresnej priamky je značne závislá od výskytu extrémnej hodnoty. Veľká variabilita a skutočnosť, že prakticky nie je možné odhadnúť, kedy dôjde k zlomu v teplotnom trende, sa nepriaznivo odráža v pokusoch extrapolovať ďalší chod teplotnej rady.

Priebeh ročných a zimných úhrnov zrážok v Hurbanove za 120 rokov sme v stručnej forme ilustrovali na obr. 3 a 4. Ročné úhrny zrážok kolísali medzi 907 mm v roku 1900 a 386 mm v roku 1921 (čo je 159 % a 68 % zo 120-ročného priemeru - 569 mm). Najvyšší 30-ročný priemer úhrnu zrážok ($\bar{R}_{30}$) bol v minulom storočí v rokoch 1871-1900 (595 mm) a od tohto obdobia klesá. Výrazný pokles zrážok sme zaznamenali v novom štandardnom normálovom období 1961-1990 (523 mm, s hodnotou 92 % zrážok 120-ročného priemeru). Zimné úhrny zrážok kolísali medzi 237 mm v zime 1935/36 a 27 mm v 1881/82 (čo je 206 % a 23 % zo 120-ročného priemeru - 115 mm). Najvyšší 30-ročný zimný normál zrážok sme zaznamenali v rokoch 1930/31-1959/60 (123 mm) a najnižší v období 1960/61-1989/90 (108 mm).

Zmeny v rozložení zrážok sa vysvetľujú kolísaním hodnoty meridionálneho gradientu teploty vzduchu, ktorý určuje charakter atmosférickej cirkulácie. Pri zmene meridionálneho gradientu teploty sa mení intenzita prenosu vodnej pary z oceánu do vnútrozemia. Zmenšenie meridionálnych gradientov teploty vzduchu vedie k zmenšeniu množstva zrážok vo vnútrozemí.

Obr. 1 až 4 sú vypracované rovnakou metodikou. Dlhodobé synchronne zmeny teploty vzduchu a zrážok v Hurbanove za posledných 120 rokov ilustrujú obr. 1 a obr. 3 a za zimné obdobie obr. 2 a obr. 4.

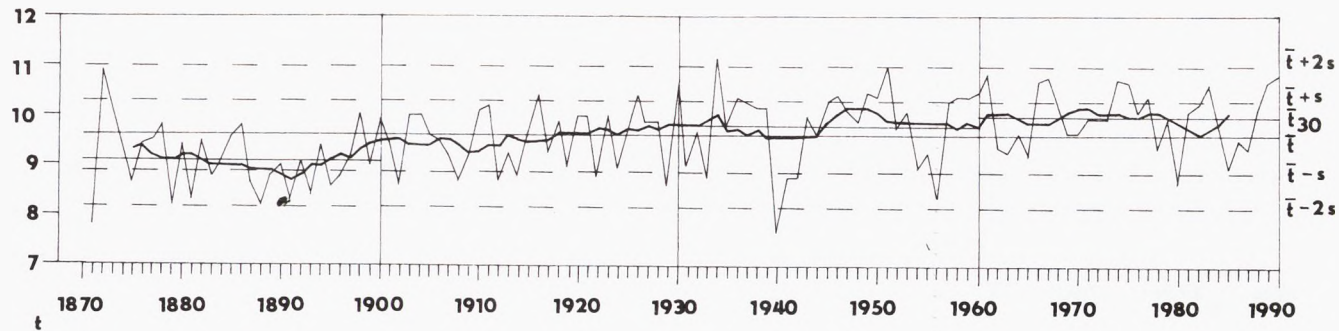
Pre porovnanie aktuálneho obdobia s dlhodobým priemerom (normálom) používame niekoľko metód, ktoré umožňujú kvantitatívne (odchýlky, percentá) a kvalitatívne vyjadriť tieto vzťahy. Snahou aplikovanej klimatológie je uviesť do praxe jednotné kritérium, ktoré by umožnilo optimálne porovnávanie dosiahnutých výsledkov v čase a v priestore [5]. Tento metodický predpis [5] definuje hranice intervalov odchýlok priemernej teploty vzduchu (zrážok) od normálu alebo dlhodobého priemeru na hodnotenie abnormalnosti aktuálneho počasia. Teplotné normálne obdobie (zima, rok) je v intervale zabezpečenia 25,0-75,0 % (N), teplé 10,0-24,9 % (T), veľmi teplé 2,0-9,9 % (VT), mimoriadne teplé menej ako 2,0 % (MT), studené 75,1-90,0 % (S), veľmi studené 90,1-98,0 % (VS) a mimoriadne studené viac ako 98,0 % (MS), podobne i zrážky (tab. 1 a 2, kde V1 - vlhký, Su - suchý). Pre teploty vzduchu pre uvedené intervaly zabezpečenia sú vypočítané i hranice intervalov odchýlok priemernej teploty od normálu alebo dlhodobého priemeru pre jednotlivé mesiace, zimu (interval T - teplých zim je príliš úzky) a rok [5]. Hranice intervalov pre zrážky pre zimné obdobie tu nie sú uvedené, a preto sme ich vypočítali pre zimu i rok zo 120-ročného radu zrážok Hurbanova v stanovených intervaloch zabezpečenia (%). Synchronne vzťahy teploty vzduchu a zrážok z hľadiska charakteru abnormality javov ročného a zimného obdobia sú spracované v tab. 1 a tab. 2, kde porovnáваме obdobia 1871-1990 a 1961-1990. V novom normálovom období 1961-1990 sa nevyskytli výrazné ročné teplotné extrémny (MT, VS, MS) a mimoriadne vysoké ročné úhrny zrážok (MV1). V zimnom období 1960/61-1989/90 sa nevyskytli mimoriadne studené (MS), mimoriadne suché (MSu) a veľmi vlhké (VV1) zimy.

Nový klimatický normál za obdobie 1960/61-1989/90 v zime (XII-II) dosahuje najvyššiu hodnotu teploty vzduchu (0,0 °C) zo spracovaných štandardných normálov v Hurbanove ($\bar{T}_{30}$, obr. 2). Zo 120-ročného

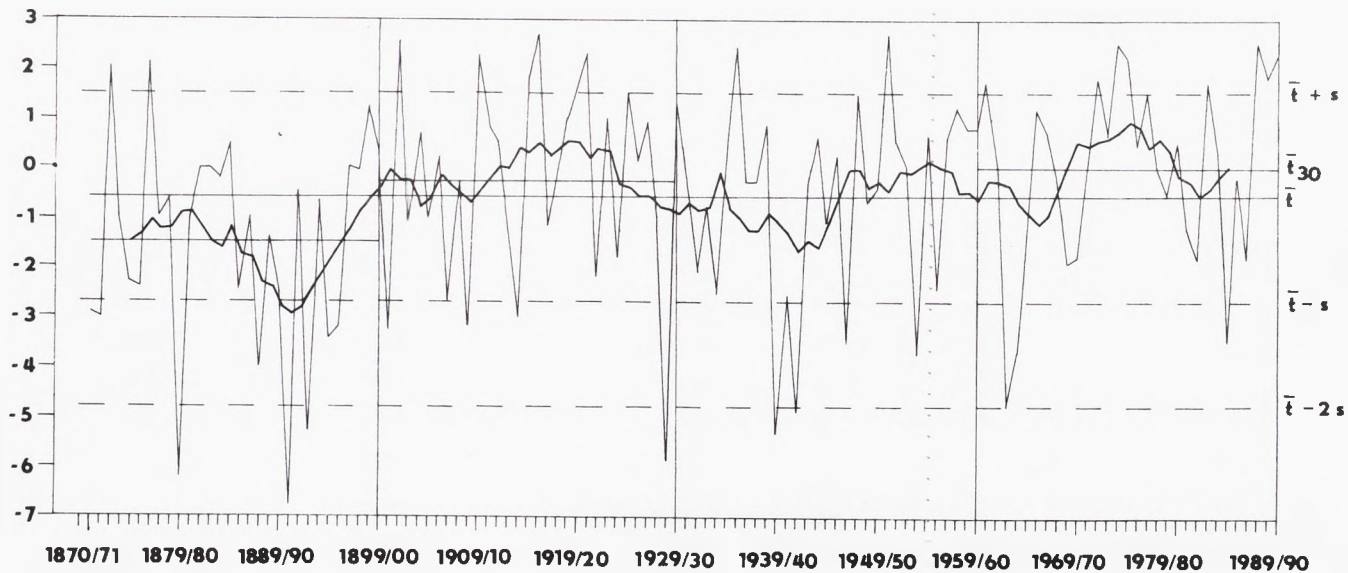
Obr. 1. Priebeh priemerných ročných teplôt vzduchu ($\bar{T}$) v Hurbanove za obdobie 1871-1990, zhľadný 10-ročnými kľzavými priemermi (s - smerodajná odchýlka).

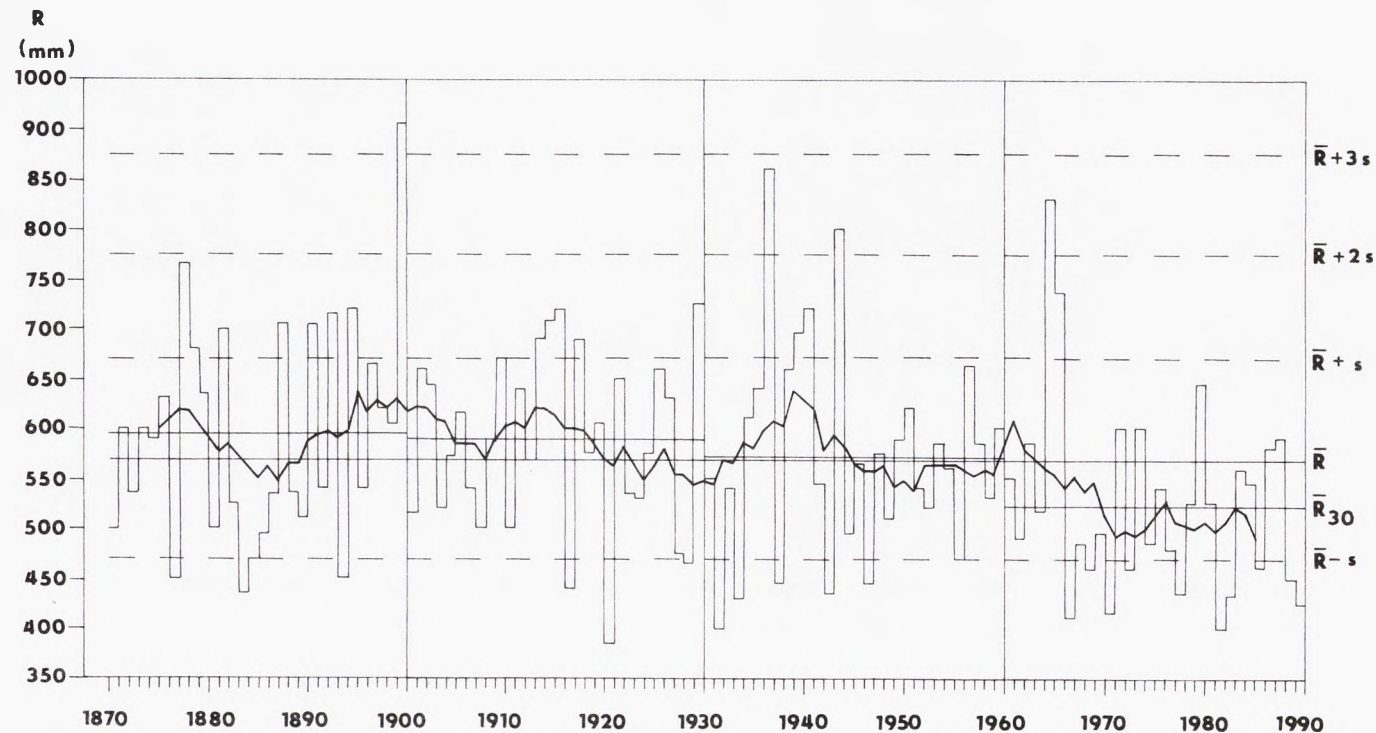
Obr. 2. Priebeh priemerných zimných (XII-II) teplôt vzduchu ($\bar{T}$) v Hurbanove za obdobie 1870/71-1989/90, zhľadný 10-ročnými kľzavými priemermi (s - smerodajná odchýlka).

(°C)

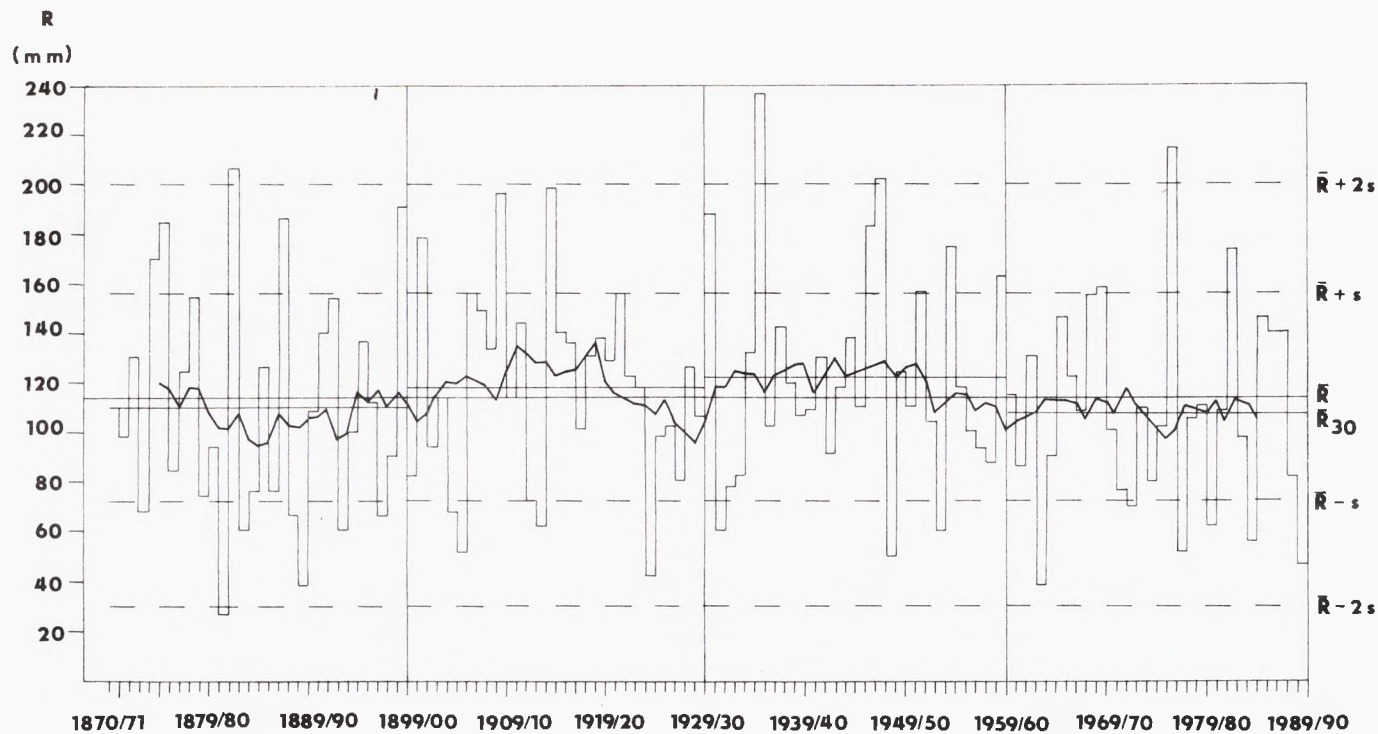


(°C)





Obr. 3. Priebeh ročných úhrnov zrážok (R) v Hurbanove za obdobie 1871-1990, zohľadnený 10-ročnými kĺzavými priermi (s - smerodajná odchýlka).



Obr. 4. Priebeg zimných (XII-II) úhmov zrážok (R) v Hurbanove za obdobie 1870/71-1989/90, zohľadnený 10-ročnými klzavými priemermi (s - smerodajná odchýlka).

Tab. 1. Synchronné rozloženie relatívnych početností (%) priemerných ročných teplôt vzduchu a úhrnov zrážok v Hurbanove

Hranice intervalov odchýlok priemernej teploty (°C) od dlhodobého priemeru (0,6 °C) za obdobie 1871-1990		1871 - 1990								1961 - 1990							
		Hranice intervalov zrážok v mm															
		> 849	849- 706	705- 633	632- 495	494- 442	441- 403	< 403	Σ	> 849	849- 706	705- 633	632- 495	494- 442	441- 403	< 403	Σ
		MV1	VV1	V1	N	Su	VSu	MSu		MV1	VV1	V1	N	Su	VSu	MSu	
≥ 1,6	MT	-	-	-	-	-	0,8	-	0,8	-	-	-	-	-	-	-	-
1,5 až 1,1	VT	-	0,8	-	3,3	1,7	2,5	-	8,3	-	3,3	-	6,7	6,7	10,0	-	26,7
1,0 až 0,6	T	0,8	1,7	3,3	6,7	1,7	-	0,8	15,0	-	-	-	3,3	3,3	-	3,3	9,9
0,5 až -0,5	N	0,8	3,3	4,2	26,8	8,3	4,2	1,7	49,3	-	3,3	-	30,1	16,7	6,7	-	56,8
-0,6 až -1,0	S	-	1,7	4,2	13,3	0,8	-	-	20,0	-	-	3,3	3,3	-	-	-	6,6
-1,1 až -1,5	VS	-	1,7	1,7	0,8	0,8	-	-	5,0	-	-	-	-	-	-	-	-
≥ -1,6	MS	-	-	0,8	0,8	-	-	-	1,6	-	-	-	-	-	-	-	-
Σ		1,6	9,2	14,2	51,7	13,3	7,5	2,5	100,0	-	6,6	3,3	43,4	26,7	16,7	3,3	100,0

Tab. 2. Synchronné rozloženie relatívnych početností (%) priemerných zimných (XII-II) teplôt vzduchu a úhrnov zrážok v Hurbanove

Hranice intervalov odchýlok priemernej teploty (°C) od dlhodobého priemeru (-0,6 °C) za obdobie 1870/71-1989/90		1870/71 - 1989/90								1960/61 - 1989/90							
		Hranice intervalov zrážok v mm															
		> 211	211- 178	177- 142	141- 84	83- 62	61- 39	< 39	Σ	> 211	211- 178	177- 142	141- 84	83- 62	61- 39	< 39	Σ
		MV1	VV1	V1	N	Su	VSu	MSu		MV1	VV1	V1	N	Su	VSu	MSu	
≥ 3,1	MT	-	0,8	-	3,3	-	-	-	4,1	-	-	-	6,7	-	-	-	6,7
3,0 až 2,1	VT	1,7	2,5	0,8	5,0	2,5	1,7	-	14,2	3,3	-	3,3	3,3	10,1	3,3	-	23,3
2,0 až 1,6	T	-	-	0,8	4,2	-	-	-	5,0	-	-	3,3	-	-	-	-	3,3
1,5 až -1,0	N	-	2,5	6,7	24,9	9,2	4,2	0,8	48,3	-	-	3,3	30,1	6,7	3,3	-	43,4
-1,1 až -3,0	S	-	1,7	4,2	9,2	2,5	1,7	0,8	20,1	-	-	6,7	6,7	-	3,3	-	16,7
-3,1 až -5,0	VS	-	0,8	0,8	2,5	-	1,7	-	5,8	-	-	-	3,3	-	3,3	-	6,6
≥ -5,1	MS	-	-	-	1,7	0,8	-	-	2,5	-	-	-	-	-	-	-	-
Σ		1,7	8,3	13,3	50,8	15,0	9,3	1,6	100,0	3,3	-	16,6	50,1	16,8	13,2	-	100,0

Tab. 3. Štatistické charakteristiky mesačných hodnôt teploty (°C) v Hurbanove

Charakteristiky	X	XI	XII	I	II	III	X-III	XII-II
1870/71 - 1989/90								
Priemer	9,9	4,3	0,1	-1,8	0,0	4,8	2,9	-0,6
Najvyšší priemer	15,3	10,6	5,0	4,2	6,5	9,0	5,8	2,7
Najnižší priemer	5,3	-1,6	-11,6	-11,6	-11,0	-0,6	-1,1	-6,8
1901 - 1990								
Absolútne maximum	29,3	23,2	19,0	15,7	19,9	25,7	29,3	19,9
Absolútne minimum	-14,0	-18,2	-23,1	-30,5	-35,0	-21,4	-35,0	-35,0
1960/61 - 1989/90								
Priemer	10,2	4,7	0,5	-1,5	1,0	5,4	3,4	0,0
Najvyšší priemer	14,8	9,1	4,2	3,6	6,5	8,8	5,4	2,5
Najnižší priemer	7,1	-0,2	-4,7	-6,8	-5,6	0,2	0,5	-4,8
Absolútne maximum	27,6	23,2	19,0	13,4	19,6	25,7	27,6	19,6
Absolútne minimum	-6,1	-14,1	-21,0	-23,0	-22,4	-21,4	-23,0	-23,0
Rozdiely v priemerných mesačných teplotách (1960/61 - 1989/90 a 1870/71 - 1989/90)								
$\Delta t (\bar{T}_{30} - \bar{T}_{120})$	0,3	0,4	0,4	0,3	1,0	0,6	0,5	0,6

pozorovania priemerná teplota vzduchu v zime dosiahla hodnotu $-0,6^{\circ}\text{C}$ (tab. 3). Najchladnejší štandardný normál v zime bol za obdobie 1870/71-1899/1900 s hodnotou teploty $-1,5^{\circ}\text{C}$. Normál obdobia 1960/61-1989/90 bol vo všetkých mesiacoch chladného polroka teplejší ako hodnoty 120-ročného priemeru (tab. 3).

Charakter zím 1960/61-1989/90

Z rozsiahleho počtu kritérií, pohľadov a indexov na klimatické charakterizovanie zím sme niektoré použili v tab. 4 na zhodnotenie intenzity a priebehu zím v Hurbanove. Teplotné informácie v tab. 4 nadväzujú na obr. 2 ($\bar{t}$ - priemerná zimná teplota vzduchu v $^{\circ}\text{C}$) a tab. 3 (t_m - absolútne minimum teploty v $^{\circ}\text{C}$ za chladný polrok). Na hodnotenie zím sme použili Hellmanove kritérium (HZTS), ktoré berie do úvahy súčet všetkých

Tab.4. Charakteristiky zím v Hurbanove za obdobie 1960/61-1989/90

Zimné obdobie	$\bar{t}$	t_m	HZTS	$\bar{t}_{d5}$	n	T	R	PS	NS	MS
1960/61	1,7	-16,8	-90,9	-6,6	1	M	115	12	14	4
1961/62	-0,1	-16,5	-155,6	-7,1	1	M	86	16	22	7
1962/63	-4,8	-21,7	-486,5	-13,3	12	N	130	64	79	35
1963/64	-3,7	-21,0	-407,8	-12,8	9	V	39	52	23	17
1964/65	-0,6	-13,7	-116,4	-5,0	0	O	90	56	51	12
1965/66	1,2	-19,5	-188,4	-9,5	2	M	146	36	53	30
1966/67	0,7	-17,5	-95,0	-6,2	1	M	123	27	46	28
1967/68	-0,3	-22,0	-204,1	-12,1	7	M	109	45	76	33
1968/69	-2,0	-21,2	-247,3	-9,6	5	M	155	41	64	35
1969/70	-1,8	-19,4	-226,6	-9,2	2	M	158	72	114	28
1970/71	0,1	-18,0	-213,8	-8,7	2	M	101	35	62	20
1971/72	1,8	-14,2	-101,0	-7,2	0	O	77	6	8	6
1972/73	0,7	-11,3	-91,2	-3,5	0	O	70	22	16	8
1973/74	2,5	-15,6	-70,2	-6,6	1	M	110	17	21	10
1974/75	2,2	-8,4	-23,0	-1,4	0	O	81	3	3	1
1975/76	0,5	-14,1	-128,6	-5,1	0	O	102	23	23	8
1976/77	1,5	-18,1	-92,7	-5,3	0	O	215	36	55	16
1977/78	0,0	-16,5	-121,0	-5,4	0	O	52	13	18	7
1978/79	-0,5	-14,9	-181,6	-9,0	2	M	106	26	38	15
1979/80	0,5	-16,2	-135,6	-8,9	2	M	111	37	32	21
1980/81	-1,2	-14,6	-217,5	-7,9	0	O	63	44	28	42
1981/82	-1,8	-18,3	-240,8	-10,3	5	M	109	43	43	17
1982/83	1,7	-15,7	-62,1	-4,9	0	O	174	22	33	25
1983/84	0,3	-12,6	-156,5	-6,8	0	O	98	21	38	17
1984/85	-3,5	-23,0	-379,2	-16,0	12	V	57	53	41	15
1985/86	-0,2	-14,7	-201,9	-8,9	0	O	147	45	66	22
1986/87	-1,8	-23,0	-364,6	-12,5	7	M	141	56	81	38
1987/88	2,5	-11,2	-43,1	-4,1	0	O	141	6	16	10
1988/89	1,8	-13,3	-86,6	-4,2	0	O	83	8	11	6
1989/90	2,2	-13,9	-153,6	-6,8	0	O	47	2	2	1

záporných priemerných denných teplôt vzduchu od 1. novembra do 31. marca. Priemerná hodnota HZTS za nový štandardný normál je $-176,1^{\circ}\text{C}$. Podľa tejto definície najtuhšia zima bola v roku 1962/63 ($-486,5^{\circ}\text{C}$). Pre každú zimu sme určili najchladnejšiu pentádu (5 za sebou idúcich dní) s najnižšou priemernou dennou teplotou vzduchu ($\bar{t}_d$ 5). Táto charakteristika významne poukazuje na extrémne zaťaženie organizmov i techniky. Najchladnejšia pentáda dosiahla priemernú dennú teplotu vzduchu $-16,0^{\circ}\text{C}$ v dňoch 5.-9.1.1985. Ako kritérium významnosti zimy sme zvolili počet dní s priemernou dennou teplotou vzduchu $\bar{t}_d \leq -10^{\circ}\text{C}$ (tab. 4, n). Priemerne na jednu zimu pripadá 2,4 dňa. V zoskupení $\bar{t}_d \leq -10^{\circ}\text{C}$ (tab. 4, T) je možné nájsť niekoľko rôznych typov, ktoré sme označili takto: 0 - nevýrazná zima ($\bar{t}_d \leq -10^{\circ}\text{C}$ sa nevyskytli), M - málo výrazná zima ($\bar{t}_d \leq -10^{\circ}\text{C}$ v počte 1 až 7 dní), V - výrazná zima ($\bar{t}_d \leq -10^{\circ}\text{C}$ v počte 8 dní a viac), N - neskorá zima ($\bar{t}_d \leq -10^{\circ}\text{C}$ v počte 8 dní a viac, 80 % týchto dní je po 15. januári). Neskorá a výrazná zima sa vyskytli v rokoch 1962/63, 1963/64 a 1984/85. Ďalšie typy zím S - skorá zima ($\bar{t}_d \leq -10^{\circ}\text{C}$ v počte 8 dní a viac, 80 % týchto dní je pred 16. januárom) a J - januárová zima ($\bar{t}_d \leq -10^{\circ}\text{C}$ v počte 8 dní a viac, 80 % týchto dní je v januári) sa v tomto hodnotenom období nevyskytli.

Stručný pohľad na zimné (XII-II) zrážky (R - úhrn zrážok v mm) nám poskytuje pravá časť tab. 4, ktorá dopĺňa informácie záverečnej časti obr. 4. Najvyšší zimný úhrn zrážok 215 mm sme zaznamenali vo veľmi teplej zime v roku 1976/77 a najnižší úhrn (39 mm) vo veľmi studenej zime v roku 1963/64. Ďalšie stĺpce nás informujú o snehových pomeroch. Počet dní so snehovou pokrývkou (PS) sa pohybuje od 72 (v 1969/70) do 2 dní (1989/90) a priemer za zimu je 31,3 dňa. Výška novonapadnutého snehu (NS) dosiahla najvyššiu hodnotu 114 cm a najnižšiu 2 cm, priemerná hodnota za zimu je 39 cm. Maximálna výška snehovej pokrývky (MS) za posledné 30-ročie dosiahla 42 cm. Zimu bez snehovej pokrývky sme nezaznamenali. Tab. 4 informuje o snehových pomeroch za mesiace december až február, ale sporadicky výskyt týchto javov zaznamenávame i v mesiacoch november, marec a apríl. Zvlášť snehová pokrývka z novembra môže ovplyvniť bilanciu snehových pomerov decembra (v roku 1980).

Vzťahy medzi teplotou vzduchu, zrážkami a snehovou pokrývkou sú značne premenlivé. Napríklad zimy 1968/69 a 1969/70 majú teplotný a zrážkový ráz takmer rovnaký, ale v snehových pomeroch sú medzi nimi výrazné rozdiely. Podobne zimy 1965/66 a 1976/77 majú teplotné a snehové pomery takmer zhodné, ale v úhrne zrážok je medzi nimi výrazný rozdiel.

Nepretržité trvanie mrazov

Na zhodnotenie nepretržitého trvania období s mrazom v Hurbanove sme použili záporné hodinové hodnoty teploty vzduchu (t_h) za obdobie chladného polroka 1960/61-1989/90. Tieto teploty sme roztriedili podľa intenzity mrazov $t_h < 0^{\circ}\text{C}$, $\leq -10^{\circ}\text{C}$ a $\leq -20^{\circ}\text{C}$. V priebehu dňa sme určovali nástupy začiatkov mrazov v 3-hodinových intervaloch, sumárne početnosti období a hodín a priemerné trvanie období so sledovaným javom v h.

Záporné teploty vzduchu $t_h < 0^{\circ}\text{C}$ sa vyskytli vo všetkých mesiacoch chladného polroka. Tieto mrazy majú najčastejší začiatok medzi 16.-18. h (priemerne 15,3 obdobia) a sporadický výskyt začiatku medzi 10.-12. h (0,6 obdobia). Najdlhšie priemerné nepretržité trvanie majú mrazy so začiatkom medzi 13.-15. h (54,5 h), čo svedčí o výskyte aperiodických javov v dennom chode teploty vzduchu (maximum teploty vzduchu je o 14. h), ktoré sú vyvolané silnou advekciou studených vzduchových hmôt na naše územie. Priemerné trvanie nepretržitých mrazov je 19,3 h a najdlhšie trvanie dosiahlo 740 h v dňoch 8.1. až 8.2. 1963.

Nízke teploty vzduchu ($t_h \leq -10^{\circ}\text{C}$) sa vyskytli v novembri až marchi. Začiatok mrazov sa môže vyskytnúť v hociakorú dennú dobu. Počas zimy sme zaznamenali priemerne 9,8 nepretržitých období s mrazmi s priemerným trvaním 9,5 h. Najdlhšie obdobie s mrazom trvalo 138 h v dňoch 4.-10. 1. 1985.

Teploty vzduchu $t_h \leq -20^{\circ}\text{C}$ sa vyskytli sporadicky v decembri až v marchi. V denných hodinách od 7. do 15. sa začiatok týchto mrazov nevyskytol. Mrazy $t_h \leq -20^{\circ}\text{C}$ sa vyskytli priemerne raz za 2 roky. Priemerné trvanie nepretržitého obdobia so silným mrazom dosiahlo 5,2 h a najdlhšie obdobie trvalo 14 h v dňoch 7.-8. 1. 1985.

Priemerné charakteristiky trvania nepretržitých mrazov rôznej intenzity za jednotlivé mesiace v Hurbanove poskytuje tab. 5. Január je tu charakterizovaný ako vrchol zimy.

Prehľad priemerného počtu hodín s mrazom za chladný polrok (X-III), zimu (XII-II) a január v Hurbanove

Tab. 5. Priemerné trvanie nepretržitých mrazov v Hurbanove (1960/61-1989/90)

Mesiac	Teplota vzduchu ($^{\circ}\text{C}$) a menej											
	< 0	-2	-4	-6	-8	-10	-12	-14	-16	-18	-20	-22
Priemerné trvanie nepretržitých období s mrazmi v h												
október	6,2	5,6	4,3	1,0	-	-	-	-	-	-	-	-
november	13,8	10,9	8,1	8,9	8,0	8,4	5,0	-	-	-	-	-
december	25,4	18,5	14,5	11,4	9,4	7,8	6,1	6,7	5,6	4,7	7,0	-
január	31,1	23,4	20,7	17,3	13,2	10,3	9,3	9,4	8,4	6,7	6,3	3,0
február	16,3	13,6	11,3	9,0	8,9	9,9	8,3	7,0	5,4	4,2	3,8	-
marec	9,9	8,9	7,5	9,3	8,7	7,9	6,7	5,0	7,5	3,5	3,0	-
Priemerný počet období s nepretržitými mrazmi												
október	3,4	1,5	0,4	0,0	-	-	-	-	-	-	-	-
november	9,3	5,2	2,9	1,2	0,6	0,3	0,2	-	-	-	-	-
december	13,9	11,4	7,8	5,6	3,6	2,2	1,2	0,5	0,2	0,1	0,0	-
január	13,0	12,6	10,3	8,4	6,8	5,2	3,4	1,7	1,0	0,6	0,2	0,0
február	14,9	11,5	7,9	5,3	3,3	1,7	1,4	1,0	0,6	0,3	0,2	-
marec	10,5	5,9	3,0	1,2	0,7	0,5	0,2	0,1	0,1	0,1	0,0	-
Priemerný počet h s mrazmi												
október	21	8	2	0	-	-	-	-	-	-	-	-
november	129	57	23	11	5	2	1	-	-	-	-	-
december	354	210	113	64	33	17	7	3	1	0	0	-
január	404	295	214	145	89	54	32	16	8	4	1	0
február	242	156	89	47	30	17	11	7	3	1	1	-
marec	104	52	22	11	6	4	1	1	1	0	0	-

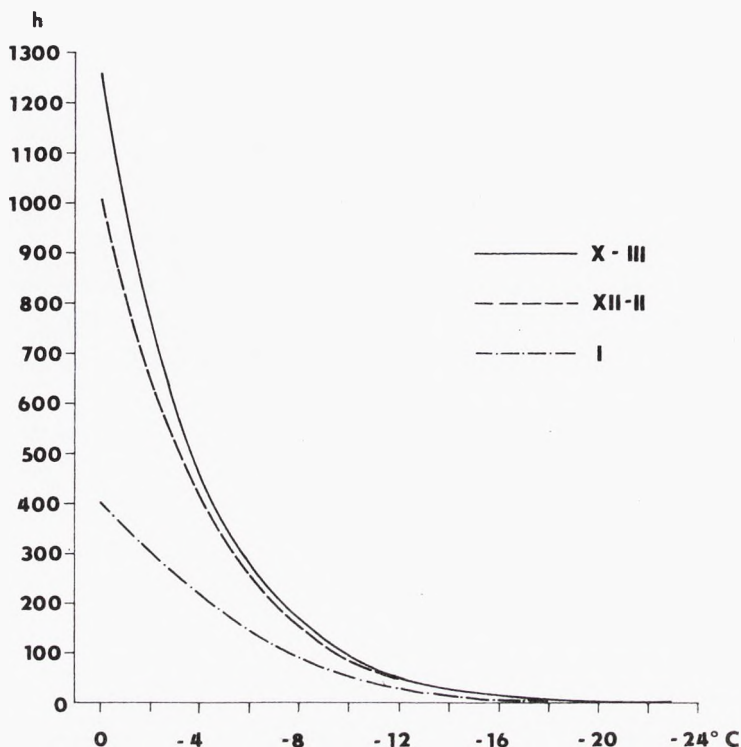
za obdobie 1960/61-1989/90 poskytuje obr. 5. Za chladný polrok sme zaznamenali priemerne 1254 h s mrazom, za zimu 1000 h a za január 404 h. Priemerný počet hodín s mrazmi - 12°C a menej je medzi chladným polrokom (52 h) a zimou (50 h) takmer zhodný. Podobný vzťah majú mrazy - 18°C a menej, ktoré v zime priemerne trvajú 5 h a v januári 4 h. Obrázok 5 dokumentuje trvanie silných mrazov v januári.

Pre stanice Podunajskej roviny, ktoré nemajú vyčíslené termogramy, môžeme nepretržité trvanie mrazov vypočítať z meraní Hurbanova metódou lineárnej regresie podľa rovnice $y = a + bx$, kde y je počet hodín obdobia s nepretržitým daným mrazom podľa termogramu a x je počet za sebou idúcich klimatologických termínov s daným mrazom. Hodnoty koeficientov a , b pre rôzne mrazy a obdobia sú uvedené v tab. 6. Na obr. 6 je ilustrovaná regresná priamka trvania nepretržitých období mrazov ($t_h < 0^{\circ}\text{C}$) so vzťahom $y = 0,276 + 8,061x$ a rozsah rozptylu (max - maximum a min - minimum) počtu hodín obdobia s daným nepretržitým mrazom na termograme a počet za sebou idúcich klimatologických termínov s daným mrazom. Ak sa mraz vyskytne medzi 22. až 6. h ráno, môže trvať 1 až 9 h a zaznamenáme ho iba na termograme. Mrazy medzi 15. a 6. h ráno môžu trvať 1 až 16 h a zaregistrujeme ich nanajvyš v jednom klimatologickom termíne o 21. h. (obr. 6. max, min). Počet nepretržitých období s mrazom ($t_h < 0^{\circ}\text{C}$), nezaregistrovaných v klimatologickom termíne, predstavuje za chladný polrok 21,2 % období, zaznamenaných v jednom termíne 35,7 %, v dvoch termínoch 30,2 %, čo predstavuje 87,1 % nepretržitých období s mrazom.

Počet období so silným nepretržitým mrazom ($t_h < -10^{\circ}\text{C}$) nezaznamenaných v klimatologickom termíne je 22,4 % (za XI-III), zaznamenaných v jednom termíne 48,3 % a v dvoch termínoch 27,6 % (spolu 98,3 %

období). Silné nepretržité mrazy vyskytujúce sa v troch a vo viacerých klimatologických termínoch sú mimoriadne zriedkavé. V termíne o 14. h je výskyt silného mrazu sporadický.

Súbor nepretržitých období s mrazom ($t_h \leq -20^\circ\text{C}$ má malý rozsah. Z tohto dôvodu uvádzame regresné koeficienty v tab. 6 za celé obdobie výskytu (XII-III). Počet nepretržitých období s $t_h \leq -20^\circ\text{C}$ nezaznam-



Obr. 5. Priemerný počet h s mrazom v Hurbanove (1960/61-1989/90).

naných v klimatologickom termíne predstavuje 28,6 % a zaznamenaných v jednom termíne 64,3% období (spolu 92,9%).

V nočných hodinách (22.-6. h) sa vyskytuje 20-30 % nepretržitých období s mrazmi, ktoré nie sú zaregistrované v žiadnom klimatologickom termíne, ale iba na termograme. Tento nedostatok možno zmierniť rešpektovaním hodnôt denného minima teploty vzduchu.

Dynamicko-klimatický pohľad na zimu

Klimatické pomery sú závislé od vplyvu jednotlivých poveternostných situácií (PS), teda od rozdelenia tlaku vzduchu, ale aj od súčasného pohybu vzduchových hmôt (VH) a frontov. Určité stavy počas ia sa viažu na určité barické pole a s ním súvisiace základné prúdenie v spodnej časti troposféry. Podnebie je výsledkom rôznych cirkulačných procesov.

Tab. 6. Závislosť medzi trvaním nepretržitých období s daným mrazom podľa termogramu v h (y) a podľa troch klimatologických termínov (x) v Hurbanove (1960/61-1989/90). Koefficienty a, b regresnej priamky

$$y = a + bx$$

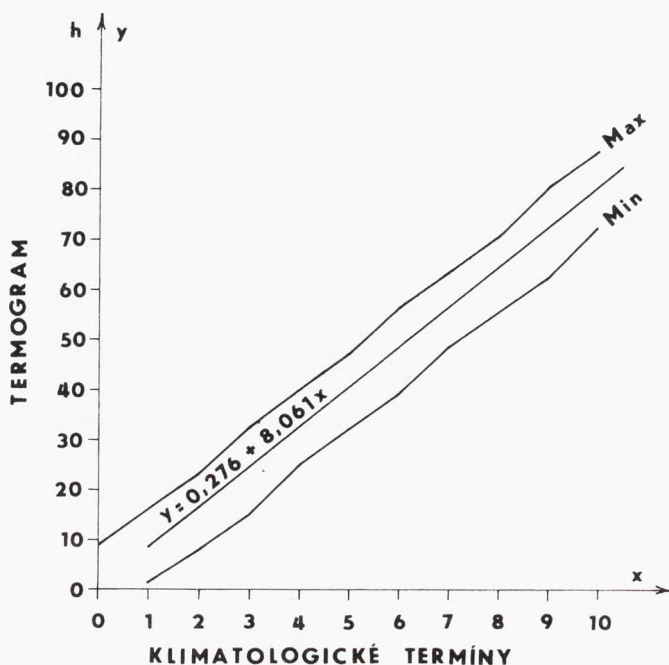
Mesiac	Koefficienty	
	a	b
$t_h < 0\text{ }^{\circ}\text{C}$		
október	2,083	4,878
november	-0,091	8,092
december	0,703	8,043
január	0,789	8,054
február	0,542	8,059
marec	-0,297	7,799
$t_h \leq -10\text{ }^{\circ}\text{C}$		
november	4,125	4,250
december	0,952	6,924
január	0,558	7,871
február	0,991	7,182
marec	1,391	6,101
$t_h \leq -20\text{ }^{\circ}\text{C}$		
XII-III	2,393	3,590

Tab. 7. Relatívne početnosti (%) vzduchových hmôt a priemerná teplota vzduchu v $^{\circ}\text{C}$ ($\bar{T}$) za sledované obdobie v Hurbanove

Obdobie (XII-II)	Vzduchové hmoty						i
	mA	mP	mT	cA	cP	cT	
1960/61-1969/70	5,4	32,5	0,6	9,6	51,5	0,4	-1,0
1970/71-1979/80	2,8	36,3	1,6	5,2	53,8	0,3	0,9
1980/81-1989/90	8,4	37,1	6,0	1,8	46,7	-	0,0
1960/61-1989/90	5,5	35,3	2,7	5,5	50,7	0,3	0,0
Studené zimy							
1962/63	1,1	21,1	-	35,6	42,2	-	-4,8
1963/64	7,7	20,9	-	6,6	64,8	-	-3,7
1984/85	13,3	17,8	-	7,8	61,1	-	-3,5
1986/87	3,3	36,7	-	2,2	57,8	-	-1,8
Teplé zimy							
1973/74	1,1	28,9	-	-	70,0	-	2,5
1987/88	5,5	51,6	8,8	-	34,1	-	2,5
1974/75	2,2	46,8	-	4,4	43,3	3,3	2,2
1989/90	6,7	33,3	10,0	-	50,0	-	2,2

Naša klasifikácia VH [6] ich rozdeľuje na morské (m) a kontinentálne (c), podľa pôvodu vzniku na arktické (A), polárne (P) a tropické (T). V tab. 7 hodnotíme relatívne početnosti VH za zimy (XII-II) nového klimatického normálu. Dominantné zastúpenie majú polárne VH (cP 50,7 % a mP 35,3 %). Na ilustráciu uvádzame početnosti VH za jednotlivé desaťročia a v najchladnejších a v najteplejších zimách. V teplejších zimách je väčší podiel morských VH na tvorbe počasia ako v studených zimách.

Naše dynamicko-klimatické hodnotenie sa opiera o kalendár PS [3], ktorý vypracovala synoptická služba. Kalendár obsahuje 15 cyklónálnych a 10 anticyklónálnych PS, charakterizovaných polohou nadiaciach tlako-



Obr. 6. Závislosť medzi trvaním nepretržitých období s mrazom podľa termogramu v h (y) a podľa troch klimatologických termínov (x). Regresná priamka $y = 0,276 + 8,061x$ trvania nepretržitých období s mrazom v Hurbanove za obdobie 1960/61-1989/90.

vých útvarov k polohe ČSFR a prúdeniu v spodnej polovici troposféry. Cyklónálne PS majú v zime 68,7 % početností na tvorbe počasia a anticyklónálne 31,3 % (1960/61-1989/90). Z jednotlivých PS najväčšie zastúpenia majú západná cyklónálna situácia (13,2 %), brázda nízkeho tlaku nad strednou Európou (8,9 %), anticyklóna nad strednou Európou (7,8 %) a východná anticyklónálna situácia (6,0 %).

V zime za obdobie 1960/61-1989/90 sme zaznamenali 71 dní s $\bar{t}_d \leq -10^\circ\text{C}$. Tieto dni sa vyskytli počas VH cP (70,4 %), cA (16,9 %), mA (9,9 %) a mP (2,8 %) a počas 15 PS, z nich najväčšie početnosti mali východná anticyklónálna situácia (18,3 %), anticyklóna nad strednou Európou (16,9 %), severná cyklónálna situácia (12,7 %) a severovýchodná cyklónálna situácia (9,9 %). Počas najchladnejšej pentády ($\bar{t}_{d5}$) v dňoch 5.-9. januára 1985 sa na tvorbe počasia v prvý deň podieľala VH cA a v ďalších dňoch cP. V tom čase prvé dva dni bola PS severovýchodná cyklónálna situácia a v ďalších dňoch putujúca anticyklóna (tretej skupiny). Najnižšia priemerná denná teplota vzduchu $-20,3^\circ\text{C}$ a absolútne minimum $-23,0^\circ\text{C}$ sa vyskytli 12. 1. 1987 vo VH cP a za PS severovýchodná cyklóna.

Napriek všetkým problémom a nepresnostiam, ktoré sú spojené s vypracovaním klasifikácií VH a PS, rozširujú naše informácie o rôznych cirkulačných procesoch v spodnej vrstve atmosféry. Charakteristické je pomerne časté striedanie vzduchových hmôt rôzneho pôvodu a ich rozdielna transformácia. Rozhodujúci podiel na nízkych teplotách v zime majú sporadické rýchle vpády studeného arktického vzduchu zo severnej Európy alebo studeného polárneho vzduchu z Ruskej tabule.

ZÁVER

Analýza teplotných charakteristík zím nového klimatického normálu v Hurbanove (vyššie hodnoty) nás núti zamyslieť sa nad otázkou, do akej miery sa antropogénna činnosť podieľa na súčasných klimatických zmenách. Z rokovaní odborných konferencií vyplynulo, že množstvo emisií "skleníkových plynov" v atmosfére dosiahlo hodnoty, ktoré začínajú ovplyvňovať globálne klíma. Je potrebné urobiť opatrenia na ich postupné znižovanie, a tým sa usilovať o zlepšenie kvality životného prostredia. Rozborom teplotných pomerov Hurbanova sme sledovali riešenie niektorých otázok z oblasti aplikovanej klimatológie a snažili sme sa akceptovať výskumnú výzvu Svetovej meteorologickej organizácie.

LITERATÚRA

1. KAKOS, V., KRŠKA, K.: Teplotní charakteristika tuhé zimy 1984/85 v ČSSR. Meteorol. Zpr., 38, 1985, 4. - 2. KALVOVÁ, J.: Kolísání teploty ve 20. století a zimy 1950-1978 v Praze. Meteorol. Zpr., 36, 1979, 6. - 3. KOLEKTÍV: Katalog povětrnostních situací pro území ČSSR. HMÚ, Praha 1968. - 4. KVETÁK, Š.: Premennivosť teploty vzduchu v Hurbanove. Zborník prác SHMÚ, 26, Alfa, Bratislava 1985. - 5. LAPIN, M., FAŠKO, P., HOMOLA, J.: Klimatické normály. Meteorol. Zpr. 41, 1988, 3. - 6. MOLNÁR, R., KRŠKA, K.: Klimatologický rozbor vzduchových hmôt v Bratislave. Zborník prác SHMÚ, 20, Alfa, Bratislava 1982.

Štefan Kveták

CHARACTER OF WINTERS IN THE DANUBIAN LOWLAND

The article points out to reasons in climate variation and to some research results in this area in the Czechoslovakia. We appraise annual and winter air temperature and precipitation course in Hurbanovo during the last 120 years and we compare these results with new climatic normal (1961-1990). Mean annual air temperature during new normal arose by 0,4 °C and winter temperature by 0,6 °C; annual total precipitation fell by 46 mm on the average and winter one by 7 mm. These results force us to think in what extent anthropogene activity shares with present climatic changes.

New climatic standard temperature normal of cold half-year during period 1960/61-1989/90 in Hurbanovo is as a whole (all months as well) warmer than average for 120 years. New normal reached mean winter air temperature (XII-II) 0,0 °C and has the lowest winter thermic continentality of climate of all standard normals. We evaluate character of winters on the basis of temperature, precipitation and snow conditions. The coldest winters were in 1962/63, 1963/64 and 1984/85, the most moderate in 1973/74, 1974/75, 1987/88 and 1989/90. During winters from 1969/70 to 1983/84 there was not air temperature under - 20 °C in Hurbanovo. Winter in 1974/75 was one of the warmest winters in this century. After this long period of moderate winters, winter in 1984/85 surprised rather our national economy and pointed out to the fact that we can't forget to sporadic invasions of cold Arctic air. Air temperature in the coldest winter reached -4,8 °C. During 120 years of observation in Hurbanovo it was even the 7th coldest winter (first is winter in 1890/91 with -6,8 °C).

- Table 1. Synchronous distribution of relative numbers (%) of mean annual air temperatures and total precipitation in Hurbanovo.
- Table 2. Synchronous distribution of relative numbers (%) of mean winter air temperatures and total precipitation in Hurbanovo.
- Table 3. Statistical characteristics of month's temperature values (%) in Hurbanovo.
- Table 4. Characteristics of winters in Hurbanovo during 1960/61-1989/90.
- Table 5. Mean duration of uninterrupted frosts in Hurbanovo, 1960/61-1989/90.
- Table 6. Dependence between duration of uninterrupted periods with frost given according to thermogram in h (y) and according to three climatological terms (x) in Hurbanovo (1960/61-1989/90). Coefficients a , b of linear regression line $y = a + bx$.
- Table 7. Relative numbers (%) of air masses and mean air temperature in $^{\circ}\text{C}$ ($\bar{t}$) during period investigated in Hurbanovo.

- Fig. 1. Annual mean air temperature course (t) in Hurbanovo from 1871 to 1990, with 10-year's moving averages (s - standard deviation).
- Fig. 2. Annual winter air temperature course (XII-II) in Hurbanovo from 1870/71 to 1989/90, with 10-year's moving averages (s - standard deviation).
- Fig. 3. Annual total precipitation course (R) in Hurbanovo from 1871 to 1990, with 10-year's moving averages (s - standard deviation).
- Fig. 4. Winter (XII-II) total precipitation course (R) in Hurbanovo from 1870/71 to 1989/90, with 10-year's moving averages (s - standard deviation).
- Fig. 5. Mean number h with frost in Hurbanovo (1960/61-1989/90).
- Fig. 6. Dependence between duration of uninterrupted periods with frost according to thermogram in h (y) and according to three climatological terms (x). Linear regression line $y = 0,276 + 8,061x$ of duration of uninterrupted periods with frost in Hurbanovo from 1960/61 to 1989/90.

Translated by J. Šýkroková