

TOMÁŠ DRTINA, MARTINA MOKŘÍŠOVÁ

PŘÍSPĚVEK KE STUDIU ZIMNÍCH TEPLOT NA ÚZEMÍ PRAHY

T. Drtina, M. Mokříšová: *A Contribution to the Study of Winter Temperatures on the Territory of Prague*. — Sborník ČSGS, 92, 4, p. 263—271 (1987). — The meteorological observatory in Klementinum, Prague celebrated its 210th anniversary of regular observations. The authors of this paper present a temperature characteristic of two severe winters, i. e. 1978/79 and 1984/85, and compare data from several climatological observatories, two of which are located in the centre of Prague, two on its outskirts. The investigation has shown the existence of an „island of higher temperature“ in the centre of the town.

Tento článek je výtahem z textu práce, se kterou se autoři pod vedením RNDr. V. Letošníka zúčastnili na jaře 1985 fakultního kola studentské vědecké odborné činnosti na přírodovědecké fakultě UK v geografické sekci. Cílem práce bylo porovnání některých teplotních charakteristik dvou velmi výrazných zimních období na základě pozorování na několika pražských klimatických stanicích. Předpokládali jsme, že při vzájemném srovnání teplot v okrajových a centrálních částech Prahy se významně projeví komplex antropogenních vlivů, především vytápění či tepelného znečištění v centru hlavního města na vyšších hodnotách různých teplotních charakteristik. Za představitele předpokládaného ostrova s nápadně vyšší teplotou jsme zvolili observatoř Klementinum, a protože 1. ledna 1985 uplynulo 210 let od začátku pravidelných meteorologických pozorování na této stanici, chtěli jsme naší prací též vzpomenout tohoto výročí. Proto jsme zařadili i stať o počátku a vývoji meteorologických pozorování ve stanici Klementinum.

Rozhodli jsme se zpracovávat hodnoty ze zimních období, jelikož právě v zimě je rozdílnost městského klimatu vůči okolí nejvýraznější, a zvolili jsme zimy 1978/79 a 1984/85. Zima 1978/79 byla výjimečná především svým rekordním ochlazením, které nastalo na přelomu zmíněných let a způsobilo začátkem roku 1979 hospodářské obtíže. Po poměrně teplém prosinci došlo v noci z 31. 12. 1978 na 1. 1. 1979 k prudkému poklesu teploty. V Praze během 24 hodin (mimo Prahu v některých oblastech Čech dokonce během 12 hodin) teplota klesla o 30 °C, na hodnoty nižší než -15 °C. (Nástup mrazů této zimy je zachycen na obr. 4). Zima 1984/85 byla rozhodně nejtvrďší zimou posledních dvou desetiletí. Obrázek o tom dává například její mrazový index (absolutní hodnota součtu denních průměrů teploty vzduchu ve °C za všechny dny mrazového období, tj. období s převahou průměrných denních teplot vzduchu nižších než 0 °C; I. Sládek, 10). Hodnota mrazového indexu pro

zimu 1984/85 byla 255. Svými průměrnými měsíčními teplotami se zima 1984/85 jako celek řadí na 11. místo s pravděpodobností opakování 1× za 8 let (Kakos, Krška, 3). Překvapila hlavně tím, že se vyskytla po řadě zim mírných nebo teplých. Nástup mrazů v zimě 1984/85 je zachycen na obr. 5.

V současné době pracuje v Praze 14 meteorologických stanic. Uvádíme jejich seznam, zeměpisné souřadnice a nadmořskou výšku. Jejich polohu zachycuje obr. 1.



1. Meteorologické stanice ČHMÚ na území Prahy.

	zem. délka	zem. šířka	nadm. výška
Braník	14°26' v.d.	50°04' s.š. ¹⁾	280 m n.m.
Břevnov	14°21' v.d.	50°05' s.š.	332 m n.m.
Horní Počernice	14°37' v.d.	50°07' s.š.	276 m n.m.
Hostivař	14°32' v.d.	50°03' s.š.	251 m n.m.
Karlovy	14°26' v.d.	50°04' s.š.	232 m n.m.
Kbely	14°32' v.d.	50°07' s.š.	283 m n.m.
Klementinum	14°25' v.d.	50°05' s.š.	202 m n.m.
Komořany	14°24' v.d.	49°54' s.š.	210 m n.m.
Libuš	14°24' v.d.	50°00' s.š.	305 m n.m.
Podbaba	14°24' v.d.	50°07' s.š.	183 m n.m.
Ruzyně	14°17' v.d.	50°06' s.š.	376 m n.m.
Smíchov	14°24' v.d.	50°04' s.š.	274 m n.m.
Suchdol	14°23' v.d.	50°09' s.š.	268 m n.m.
Uhřetěves	14°36' v.d.	50°02' s.š.	294 m n.m.

1) údaj z ČHMÚ není zřejmě přesný

V Praze pozoruje teplotu 6 stanic: Karlov, Kbely, Klementinum, Libuš, Ruzyně a Uhřetěves. Z těchto stanic jsme se soustředili na čtyři — Karlov, Klementinum, Libuš a Ruzyni. Karlov a Klementinum jsou stanice přímo v oblasti s intenzivní zástavbou. Libuš má důležité postavení v rámci sítě ČHMÚ — je tu pracoviště aerologických výstupů, družicové meteorologie a meteorologického radaru. Ze stanic na okraji Prahy byla vybrána pouze Ruzyně, která je uváděna v denních i měsíčních přehledech počasí. Do katastru Prahy patří již dlouho a stačí reprezentovat území mimo hustší zástavbu.

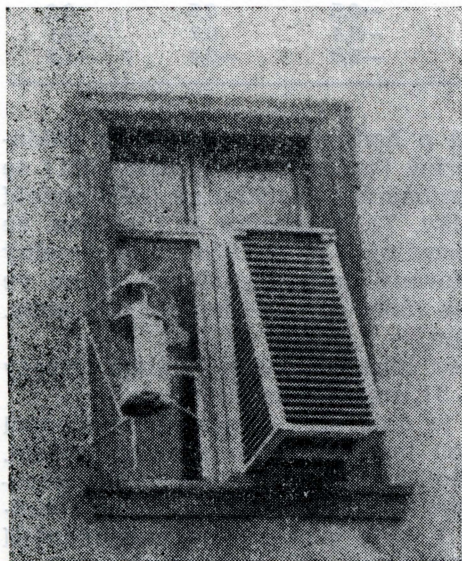
Stanice RUZYŇE (Praha 6) začala pracovat 1. 3. 1937, již v roce 1939 však pracovat přestala a její činnost byla obnovena až po okupaci — od 1. 1. 1946. Dnes jsou přístroje instalovány přímo v areálu letiště.

Stanice LIBUŠ (Praha 4) pracuje jako klimatologická teprve od 1. 1. 1971 a její teplotní řada je ze sledovaných stanic nejkratší.

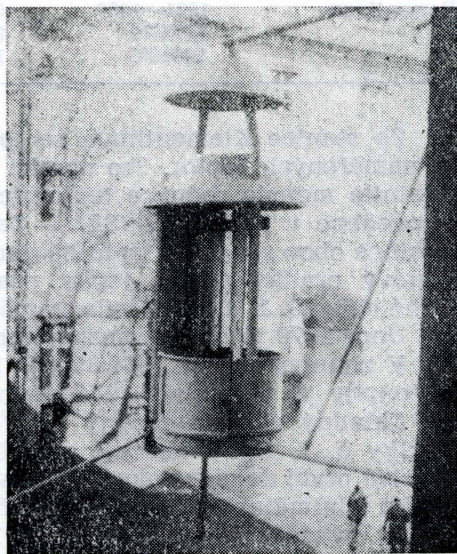
Ve stanici KARLOV (Praha 2) se meteorologická pozorování konají od 1. 1. 1921. Přístroje jsou umístěny na věži budovy matematicko-fyzikální fakulty UK.

Stanice KLEMENTINUM leží přímo v centru města v Praze 1. Pravidelná pozorování byla zahájena 1. 1. 1775.

Meteorologická pozorování v Klementinu byla ze začátku přidružena k astronomickým, neboť zde byla ve 20. letech 18. století postavena jezuitský řádem hvězdárna. Ve 40. letech 18. stol. tehdejší ředitel hvězdárny Josef Stepling rozšířil astronomický program i o meteorologická pozorování. První teploměrné hodnoty byly publikovány již roku 1752, ale těmto pozorováním ještě chyběla pravidelnost. Dodnes trvající řada nepřerušovaných měření teplot začíná v lednu 1775 za ředitele Antonína Strnada.



2. Pohled ze dvora na hlavní pracoviště meteorologické observatoře v Praze—Klementinu.



3. Pohled z místnosti observatoře na plechovou budku s teploměrem. Snímky T. Drtina a M. Mokříšová.

V roce 1781 se Klementinum stalo jednou ze stanic, vybavených přístroji od Meteorologické společnosti v Mannheimu. Ta ve svých ročenkách publikovala všechna meteorologická data. Po různých změnách pozorovacích termínů přijala klementinská observatoř tzv. mannheimské termíny (7, 14 a 21 hod.). Podle O. Seydla (9) se tak stalo již v roce 1893, naproti tomu podle Meteorologických pozorování v Praze — Klementinu 1775—1975 (5) se uvádí rok 1918.

Teploměry v Klementinu jsou umístěny od počátku pozorování v plechové budce asi 1 m od severní zdi budovy ve výšce asi 10 m nad dvorem. Budka je jednoduchým mechanismem vždy v době měření přitahována k oknu. Kromě toho je zde dnes i žaluziová budka vybavená obvyklými přístroji.

V současné době je observatoř Klementinum ve správě ČHMÚ a patří k jeho nejvýznamnějším stanicím. Řada 210 let nepřetržitých pozorování je unikátní nejen svou délkou, ale také tím, že se jedná o hodnoty naměřené v podstatě v nezměněných podmínkách. Poskytuje tak velmi cenný materiál pro studium klimatu města.

Podívejme se na zkoumané zimy podrobněji z hlediska dlouhodobých teplotních průměrů.

Tabulka č. 1 srovnává průměrnou měsíční teplotu ve sledovaných sezónách v porovnání s obdobím 1901—1950.

Tab. 1

Průměrná měsíční teplota ve °C

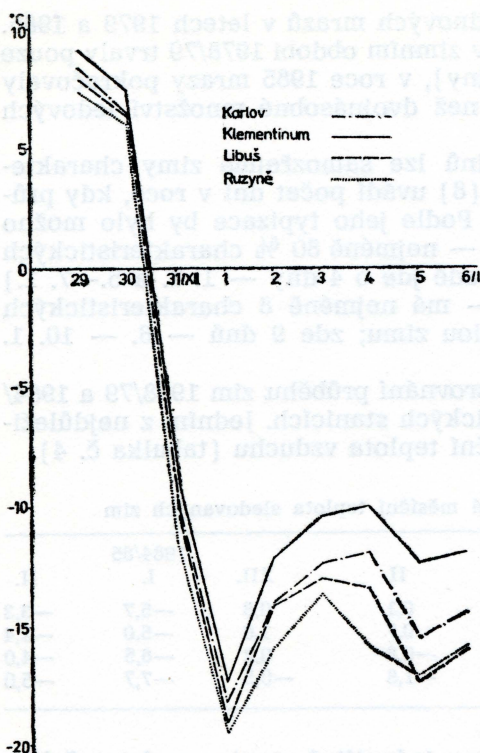
		XII.	I.	II.	XII.—II.
Karlovy	1901—1950	0,3	−0,9	0,2	−0,1
	1978/79	1,6	−4,2	0,1	−0,8
	1984/85	0,8	−5,7	−3,3	−2,7
Klementinum	1901—1950	0,8	−0,5	0,5	0,3
	1978/79	2,3	−3,4	0,7	−0,1
	1984/85	1,6	−5,0	−2,4	−1,9

Ze stanice Klementinum se jedná o hodnoty, vypočtené na základě naměřených teplot. Pro stanici Karlovy (začátek pozorování 1921) se uplatnila metoda redukce teplotních průměrů z kratšího na delší období (provedeno v Podnebí ČSSR — Tabulky, 7). Z tabulky č. 1 vidíme, že prosince obou zim byly teplotně nadnormální. U zimy 1978/79 je zřetelný lednový prudký pokles teplot následovaný druhou studenou vlnou ve druhé dekádě. 1. 1. 1979 byla naměřena vůbec nejnižší teplota této zimy.

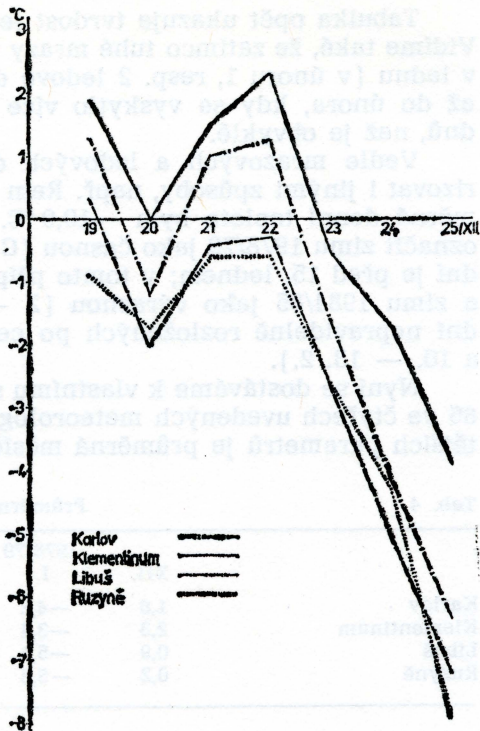
Únor 1979 je opět v mezích normálu.

V zimním období 1984/85 byl leden hluboko pod normálem (mrazy nastoupily již v prosinci 1984, viz obr. 3), stejně jako únor.

Chladný charakter zimy 1984/85 je doložen i v posledním sloupci tabulky č. 1, který ukazuje průměrnou teplotu celého zimního období. Mrazivá první dekáda roku 1985 vyvrcholila teplotami, které se blíží absolutním minimálním teplotám naměřeným na obou stanicích. Kakos a Krška (3) uvádějí, že pentáda 6. — 10. 1. byla v celé zímě nejstudenější a dokládají, že chladnější pětidenní období než výše jmenované se od roku 1775 ve stanici Klementinum vyskytlo pouze ve 13 zimách, ve 20. stol. dokonce pouze dvakrát. Průměrná denní teplota z 8. 1. 1985 činila −18,0 °C, což je ve dvacátém století pro měsíc leden rekord.



4. Nástup mrazů 1978/79 — minimální teploty.



5. Nástup mrazů 1984/85 — minimální teploty.

Tab. 2

Absolutní teplotní minima [°C]

	absolutní minimum	minimum 1978/79	minimum 1984/85
Karlov	-29,1	-18,2	-22,6
Klementinum	-27,5	-17,3	-20,2

Velmi jasně jsou rozložení teplot i svým způsobem výjimečný charakter zvolených zim patrné i z tabulky ledových dnů (ledový den — den s maximální teplotou $\leq -0,1^\circ\text{C}$, tab. 3), kde uvádíme průměrnou hodnotu z let 1926—1950 a hodnoty ze sledovaných zim.

Tab. 3

Počet ledových dnů

		Karlov	Klementinum
XII.	1926—1950	8,7	7,5
	1978	6	6
	1984	7	7
I.	1926—1950	11,8	11,4
	1979	17	15
	1985	21	19
II.	1926—1950	7,2	6,8
	1979	2	1
	1985	15	14

Tabulka opět ukazuje tvrdost lednových mrazů v letech 1979 a 1985. Vidíme také, že zatímco tuhé mrazy v zimním období 1978/79 trvaly pouze v lednu (v únoru 1, resp. 2 ledové dny), v roce 1985 mrazy pokračovaly až do února, kdy se vyskytlo více než dvojnásobné množství ledových dnů, než je obvyklé.

Vedle mrazových a ledových dnů lze samozřejmě zimy charakterizovat i jinými způsoby, např. Rein (8) uvádí počet dní v roce, kdy průměrná denní teplota byla $-10,0^{\circ}\text{C}$. Podle jeho typizace by bylo možno označit zimu 1978/79 jako časnou (C — nejméně 80 % charakteristických dní je před 15. lednem; v tomto případě jde o 4 dny — 1. 1. a 5.—7. 1.) a zimu 1984/85 jako výraznou (Z — má nejméně 8 charakteristických dní nepravidelně rozložených po celou zimu; zde 9 dnů — 6. — 10. 1. a 10. — 13. 2.).

Nyní se dostáváme k vlastnímu srovnání průběhu; zim 1978/79 a 1984/85 ve čtyřech uvedených meteorologických stanicích. Jedním z nejdůležitějších parametrů je průměrná měsíční teplota vzduchu (tabulka č. 4).

Tab. 4 Průměrná měsíční teplota sledovaných zim

	1978/79			1984/85		
	XII.	I.	II.	XII.	I.	II.
Karlovy	1,6	-4,2	0,1	0,8	-5,7	-3,3
Klementinum	2,3	-3,4	0,7	1,6	-5,0	-2,4
Libuš	0,9	-5,1	-0,8	0,2	-6,5	-4,0
Ruzyně	0,2	-5,8	-1,8	-0,5	-7,7	-5,0

Z tabulky vidíme, že údaje se pro jednotlivé stanice podstatně liší. Stanice Klementinum je nejteplejší, v zimě 1978/79 v průměru o $2,3^{\circ}\text{C}$ a v zimě 1984/85 o $2,5^{\circ}\text{C}$ než stanice Ruzyně, která je celkově nejchladnější. Největší rozdíly mezi oběma stanicemi jsou pozorovatelné při silných mrazech (až $2,7^{\circ}\text{C}$ v lednu 1985), zatímco při mírnějších teplotách činí jen $2,1^{\circ}\text{C}$ (oba prosince). Hodnota průměrné měsíční teploty klesá zřejmě s klesajícím vlivem městské zástavby. To potvrzují i tabulka č. 5 — průměrné denní maximální teploty, a tabulka č. 6 — průměrné denní minimální teploty.

Tab. 5 Průměrná denní teplotní maxima sledovaných zim ($^{\circ}\text{C}$)

	1978/79			1984/85		
	XII.	I.	II.	XII.	I.	II.
Karlovy	4,0	-1,6	3,1	2,6	-3,2	0,0
Klementinum	4,8	-1,2	3,4	3,3	-2,5	0,4
Libuš	3,5	-2,0	2,6	2,0	-3,4	-0,5
Ruzyně	2,8	-2,6	1,8	1,3	-4,4	-1,5

Tab. 6 Průměrná denní teplota minima sledovaných zim ($^{\circ}\text{C}$)

	1978/79			1984/85		
	XII.	I.	II.	XII.	I.	II.
Karlovy	-1,2	-7,2	-3,2	-1,0	-9,0	-6,8
Klementinum	0,0	-6,0	-2,0	0,2	-7,8	-5,4
Libuš	-1,8	-8,3	-4,2	-1,9	-10,1	-7,6
Ruzyně	-2,7	-9,4	-5,5	-2,6	-11,4	-8,6

Minimální teploty v Klementinu neklesly na tak nízké hodnoty jako v Ruzyni. Libuš je opět stanice s druhými nejnižšími teplotami a Karlov s druhými nejvyššími. U maximálních teplot denních je pořadí stanic stejné.

Další důležitou charakteristikou zim v jednotlivých stanicích je počet ledových a mrazových dnů, což ukazují tabulky č. 7 a č. 8 (mrazový den = den s minimem $\leq -0,1$ °C).

Tab. 7 Počet ledových dnů ve sledovaných zimách

	1978/79			1894/85		
	XII.	I.	II.	XII.	I.	II.
Karlov	6	17	2	7	21	15
Klementinum	6	15	1	7	19	14
Libuš	7	17	3	9	20	14
Ruzyně	9	20	6	12	22	15

Tab. 8 Počet mrazových dnů ve sledovaných zimách

	1978/79			1984/85		
	XII.	I.	II.	XII.	I.	II.
Karlov	17	30	24	18	28	21
Klementinum	12	27	19	13	28	20
Libuš	19	31	27	23	29	23
Ruzyně	19	31	27	27	31	23

Z tabulek je patrné, že i tento parametr ukazuje celkově teplejší poměry v Klementinu, kde bylo zaznamenáno méně mrazových i ledových dnů než v ostatních stanicích. U Karlova a Libuše pořadí v počtu ledových dnů není tak vyhraněné, protože v lednu a únoru 1985 má Karlov o jeden ledový den více než Libuš. Počet mrazových dnů je však u stanice Libuš podstatně vyšší než u Karlova. Vliv tepelného ostrova, který přetrvává i v noci, se projevil markantněji v mrazových dnech. To se potvrzuje i na případě Klementina, které se výrazně odlišuje především v počtu mrazových dnů. Nejvíce mrazových a ledových dnů bylo ovšem ve stanici Ruzyně.

Ve většině případů byl teplotně charakteristický den (tj. ledový nebo mrazový) nejdříve v Ruzyni, pak se tyto hodnoty objevily na Libuši a Karlově a s největším zpožděním v Klementinu. Naopak nejdříve mrazové nebo ledové období končilo v Klementinu, pak na Karlově a Libuši, a nakonec v Ruzyni. Zatímco v roce 1978 se první mrazový den objevil v Ruzyni už 22. 10., v Klementinu to bylo až 13. 11. Stejně nápadný je i výskyt posledního mrazového dne — Ruzyně 11. 5., Klementinum 24. 3. V roce 1984 první mrazový den přišel v Ruzyni o 11 dní dříve (3. 11.) než v Klementinu. Poslední byl zaznamenán v Klementinu 16. 3., ale v Ruzyni až 4. 5. 1985. Rozdíly v nástupu ledových dnů jsme pozorovali samozřejmě také, nejsou však většinou již tak velké.

Všechny uvedené teplotní charakteristiky nasvědčují existenci ostrova tepla v pražském centru. Na skutečnost, že ve vnitřní Praze existuje ostrov tepla, upozorňovali ve svých pracích již mj. F. Augustin v ro-

ce 1895, J. Moschelesová v r. 1918 či F. Rein v roce 1974 (Munzar, 6). Podrobně se touto otázkou zabýval i A. Gottwald (2). Vycházel při tom z dat z let 1946—1955. Průměrná roční teplota vzduchu na stanicích v centru Prahy je podle něj asi o 0,5 °C vyšší než na okrajových stanicích, přičemž nejmarkantněji se rozdíl projevuje v únoru. Jeho závěry se nijak podstatně neliší od těch, ke kterým došli i výše jmenovaní autoři.

Také Gottwaldův poznatek, že větší rozdíl než u maximálních teplot lze pozorovat u teplotních minim, je zcela v souladu s našimi výsledky. Důkazem je např. již zmíněný výrazný rozdíl v počtu mrazových dní v centru a na okraji Prahy proti menším rozdílům v počtu dnů ledových (viz tab. 7, tab. 8).

Klementinum, nacházející se přímo ve středu Prahy, zaujímá ve všech charakteristikách pozici výrazně nejteplejší stanice na území našeho hlavního města. Ve vnitřní Praze se tedy nejvýrazněji projevuje skleníkový efekt zakalené městské atmosféry, intenzivní zástavba a četné zdroje tepla (vytápění, průmysl, doprava); navíc vzhledem ke sníženému výparu je zde spotřeba tepla na vypařování nižší, než v okolních méně zastavěných oblastech. To vše vysvětluje teplotní přebytek města (Gottwald, 2).

Druhou nejteplejší sledovanou stanicí po Klementinu je Karlov, situovaný také ještě ve středu města, i když v oblasti ne tak intenzivní zástavby. Dále následuje Libuš a nejchladnější ze čtyř sledovaných stanic je Ruzyně, která je zároveň nejdále od městského centra.

Výškový rozdíl mezi stanicemi (největší mezi Ruzyní a Klementinem — činí 174 m) se jistě mohl odrazit v hodnotách pozorované teploty a samozřejmě tím i v rozdílech teplotních charakteristik stanic; to však nemůže popřít existenci městského ostrova tepla: rozdílu 174 m a gradientu 0,5 °C/100 m by odpovídal pokles teploty o 0,9 °C, ve skutečnosti činí průměrně 2,4 °C.

Literatura:

1. Denní přehledy počasí 12/78; 1, 2/79; 12/84; 1, 2/85. ČHMÚ Praha 1978, 1979, 1984, 1985.
2. GOTTWALD, A.: Zvláštnosti teploty vzduchu v Praze. Meteorologické zprávy, Praha, HMÚ 1962, č. 2, s. 46—52.
3. KAKOS, V., KRŠKA, K.: Teplotní charakteristiky tuhé zimy 1984/85 v ČSSR. Meteorologické zprávy, Praha, ČHMÚ 1985, č. 4, s. 100—106.
4. Měsíční výkazy meteorologických pozorování stanic Karlov, Klementinum, Libuš, Ruzyně — září—prosinec 1978, leden—květen 1979, září—prosinec 1984, leden—květen 1985, archiv ČHMÚ Praha.
5. Meteorologická pozorování v Praze—Klementinu 1775—1975. Svazek I., II., Praha, HMÚ 1975, 460 str.
6. MUNZAR, J.: Současný stav výzkumu podnebí měst v ČSSR. Sborník Čs. geografické společnosti, 85, Praha, Academia 1980, č. 2, s. 120—129.
7. Podnebí ČSSR: Tabulky. 1. vyd., HMÚ Praha, 1961, 379 str. Souborná studie. 1. vyd., HMÚ Praha, 1969, 357 str.
8. REIN, F.: Poznámky k průběhu zimy v Praze. Meteorologické zprávy Praha, ČHMÚ 1980, č. 5, s. 152—155.
9. SEYDL, O.: Meteorologie na Pražské hvězdárně v Praze—Klementinu (1752—1940). Sborník prací HMÚ ČSSR, svazek 1, Praha, HMÚ 1963, s. 7—34.
10. SLÁDEK, I.: Prožili jsme výjimečnou zimu? Příloha RP Haló sobota, 23. 3. 1985, č. 12, s. 5.

Summary

A CONTRIBUTION TO THE STUDY OF WINTER TEMPERATURES ON THE TERRITORY OF PRAGUE

The article is just a part of a paper presented by the authors in 1985 at a special students competition. It compares some important temperature characteristics measured in Prague in the winters of 1978/79 and 1984/85. In the last twenty years, these two winters were singular with their extreme temperatures. In the winter of 1978/79, the most important phenomenon was a sudden fall of temperature (by more than 30 °C) in the night from December 31, 1978, to January 1, 1979. As regards minimal temperatures, the most severe winter in the last two decades was the winter of 1984/85.

For their study the authors chose four out of fourteen meteorological observatories located in Prague (six of them observing temperature). The observatory in Klementinum, situated at the lowest altitude in the very heart of Prague, is one of the oldest and most important observatories in Europe. Temperatures have been observed here — without interruption — since January 1, 1775. The authors also wish to draw attention to the 210th anniversary of activity of this observatory. The second selected observatory at Karlov is situated between the centre of the town and the quarters with larger, not yet built-up spaces. Other two observatories, Libuš and especially Ružyně, are situated in less built-up areas.

The authors present tables of different temperature characteristics. Tables 1—3 show mean monthly temperatures, absolute temperature minima and the number of icy days with a maximum temperature not exceeding $-0,1^{\circ}\text{C}$, and bring a comparison of the characteristic of the two winters with long-term averages. Two observatories have been operating for only a short time, therefore only data from the observatories situated in the centre of Prague may be compared. The remaining tables show the following characteristics of studied winters: Tab 4 — the average monthly temperatures, Tab. 5 — the average daily maximum temperatures, Tab. 6 — the average daily minimum temperatures, Tab. 7 — the number of icy-cold days, and Tab. 8 — the number of frosty days, i. e. days with a minimum temperature below $-0,1^{\circ}\text{C}$. Graphs show the beginning of frosts in both above mentioned winters.

All presented characteristics confirm the existence of an „island of higher temperature“ in the centre of Prague. It is confirmed not only by the temperature data but also by the data of the first and the last frosty days: in 1978/79 it was in the outskirts of Prague on October 20, and May 11, in the centre of the town on November 13 and March 24; in 1984/85 in the outskirts on November 3 and May 4, and in the centre of the town on November 14 and March 10.

(Autoři jsou posluchači katedry ekonomické a regionální geografie přírodovědecké fakulty UK, Albertov 6, 128 43 Praha 2.)

Došlo do redakce 24. 4. 1986.