

Český hydrometeorologický ústav
nositel Řádu práce

PŘÍSPĚVEK K PROSTOROVÉ INTERPRETACI
CHARAKTERISTIK KLIMATOLOGICKÝCH PRVKŮ

RNDr. Tomáš L i t s c h m a n n
Radim T o l a s z , prom. geogr.

Praha 1988

V současné době je nutno v posudkové klimatologické činnosti poskytovat pro různá odvětví našeho národního hospodářství údaje o charakteristikách klimatologických prvků za různě dlouhé období pro libovolné lokality. Dosti často jsou vyžadovány tzv. "dlouhodobé normály" pro jednotlivé obce a části obcí (dále jen obce). Organizace klimatologických měření v makroklimatologickém měřítku však nedovoluje získat pro každou požadovanou lokalitu přímo měřené údaje a proto je nutno se uchýlovat k různým interpolacím a odborným odhadům. Cílem tohoto příspěvku je nastínit jednu z možných cest, kterou lze souhrnně za použití výpočetní techniky zpracovat charakteristiky klimatologických prvků pro celé "obhospodařované území" příslušné pobočky. V prvním přiblížení byly zpracovány vybrané teplotní a srážkové charakteristiky pro území Severomoravského kraje a provedena jejich prostorová interpretace jak pro jednotlivé obce, tak i pro územní elementy tvaru čtverce o straně 1 km (dále jen čtverce). Za základ zpracování byla použita metoda studia změny jednotlivých prvků v závislosti na nadmořské výšce a reliéfu krajiny.

2 INFORMACE O SÍDLECH A ÚZEMNÍCH ELEMENTECH

Jak už bylo řečeno v úvodu, smyslem zpracování charakteristik klimatologických prvků, které je prezentováno v tomto příspěvku, je podat informaci o jejich hodnotách pro libovolnou část daného území anebo sídelní útvar. K tomu je zapotřebí získat především informace o geografické poloze a dalších charakteristikách jednotlivých územních jednotek a sídel, eventuálně je uložit na vhodné médium pro počítačové zpracování. Informace o obcích a jejich částech byly čerpány ze Statistického lexikonu obcí ČSSR 1974 (1976), v němž kromě abecedního uspořádání obcí podle okresů jsou též uvedeny i jejich nadmořské výšky. V tab. 1 je uvedeno rozdělení obcí podle intervalu nadmořských výšek po jednotlivých okresech i za kraj jako celek. Z této tabulky lze např. vyčíst, že téměř 90 % všech obcí leží v nadmořských výškách do 550 m n. m. a necelé jedno procento ve výšce nad 700 m n. m.

Pro získání informací o územních elementech o straně čtverce 1 km bylo využito podkladů zpracovaných Geografickým ústavem ČSAV v Brně, z nichž byly převzaty údaje o poloze v kilometrové síti používané na mapách v měřítku 1 : 50 000 a rovněž údaje o středních nadmořských výškách těchto čtverců. V tab. 2 je uvedena rozloha jednotlivých okresů v kraji, což představovalo pro celý kraj poříditi více než 11 067 děrných štítků s údáním polohy a střední nadmořské výšky.

Členitost reliéfu na území Severomoravského kraje je značná. Proti neivyšším polohám v Hrubém Jeseníku s Pradědem 1491 m n. m. a v Moravskoslezských Beskydech s Lysou horou 1323 m n. m. klesají nejnižše položená místa u výtoků řeky Moravy a Odry z území kraje pod 200 m n. m. Z morfografických typů reliéfu jsou roviny (do 200 m n. m.) jen nepatrně zastoupeny v uvedených místech kolem řeky Odry a Moravy. V kraji převládají členité pahorkatiny do výšky 600 m n. m., členité vrchoviny do 1000 m n. m. tvoří souvislé plochy v Nížkém Jeseníku a v podhůří Hrubého Jeseníku. Ploché hornatiny nad 1000 m n. m. zaujímají jen vrcholová území v Hrubém Jeseníku a v Moravskoslezských Beskydech.

Názvy obcí spolu s jejich nadmořskými výškami a číselným kódem byly vyděrovány na děrné štítky, obdobně tomu bylo i u plošných elementů, kde na každý štítek byly vyděro-

vány údaje o poloze v kilometrové síti a hodnota střední nadmořské výšky. Tímto způsobem byla vytvořena dostatečná datová základna pro prostorovou interpretaci charakteristik klimatologických prvků jak pro potřeby posudkové činnosti v oboru klimatologie, tak i pro potřeby hydrologie.

Tab. 1

Rozdělení obcí a jejich částí na území Severomoravského kraje podle nadmořské výšky

Okres	Interval výšek	150-	200-	250-	300-	350-	400-	450-	500-	550-	600-	650-	700-	CELKEM	
		199	249	299	349	399	449	499	549	599	649	699	749 >750		
Bruntál			3	11	11	18	14	19	20	37	25	10	2	4	174
Frydek-Místek			4	19	40	26	12	8	5	2					116
Karviná		2	20	20	5	2	1								50
Nový Jičín			11	43	35	15	10	4	6	2					126
Olomouc			109	48	16	15	11	6	5	7	1				218
Opava			35	50	22	18	13	18	15	3					174
Ostrava			22	1											23
Přerov		9	58	47	27	5	3		9	1					159
Šumperk			9	49	52	38	22	29	25	19	13	8	4	1	267
Vsetín				10	20	23	16	12	7	1	3	1			93
SŠ kraj		11	271	298	228	160	102	96	90	72	42	19	6	5	1400
-v %		0,8	19,4	21,2	16,3	11,4	7,3	6,9	6,4	5,1	3,0	1,4	0,4	0,4	100,0

Tab. 2

Rozloha jednotlivých okresů Severomoravského kraje v km²

Okres	Rozloha
Bruntál	1745
Frydek-Místek	1273
Karviná	347
Nový Jičín	917
Olomouc	1452
Opava	1144
Ostrava	215
Přerov	883
Šumperk	1948
Vsetín	1143
Severomoravský kraj	11067

3 ZPRACOVÁNÍ TEPLOTNÍCH CHARAKTERISTIK

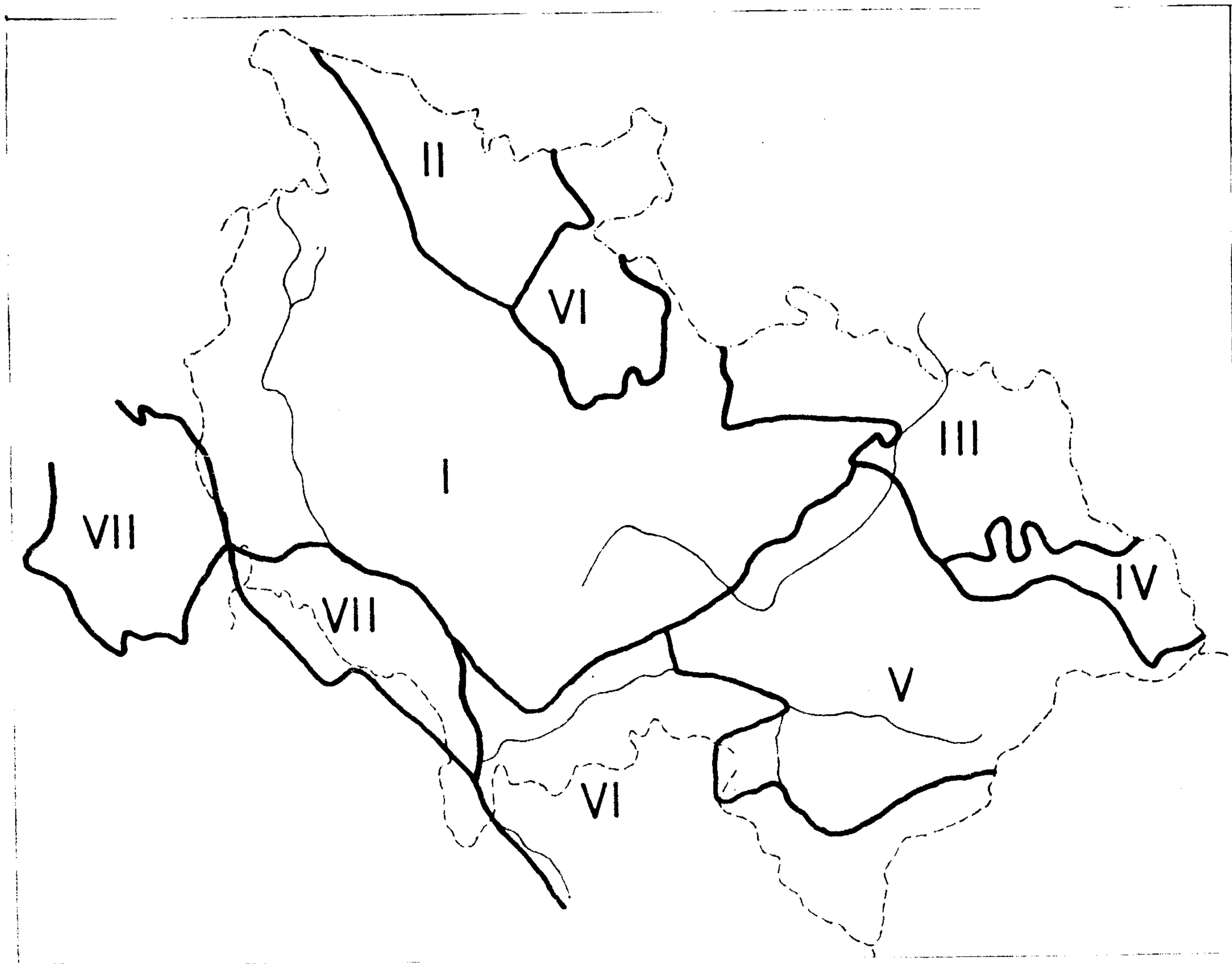
3.1 Dlouhodobá průměrná teplota vzduchu

Mezi nejzákladnější teplotní charakteristiky, dosti často vyžadované praxí, patří bezpochyby dlouhodobá průměrná teplota vzduchu, tzv. "teplotní normál". Při zpracování tohoto prvku pro potřeby této práce bylo pro nedostatek rozsáhlejšího novějšího pozorovacího materiálu využito údajů publikovaných v Tabulkách k Atlasu podnebí ČSSR, a to údaje o průměrné měsíční teplotě za období 1901-1950 pro 71 stanic ležících na území kraje anebo v jeho blízkosti. Výškové rozložení těchto stanic spolu s průměrnou teplotou jednotlivých výškových intervalů ukazuje tab. 3. Je z ní zřejmé, že rozložení stanic do výšky 500 m n. m. je přibližně rovnoměrné, s rostoucí výškou však počet stanic v jednotlivých výškových intervalech klesá. Ve všech měsíčních i v ročním průměru lze pozorovat pokles teploty s výškou, více či méně pravidelný. Po vynesení průměrných ročních teplot jednotlivých stanic do grafu v závislosti na jejich nadmořské výšce se ukázalo, že teplotní pole na území Severomoravského kraje není zcela homogenní a ve změně teploty vzduchu s nadmořskou výškou lze nalézt několik názvosloví, čímž vznikla potřeba rozdělit území kraje na různé oblasti, v nichž by závislost byla co nejtěsnější. Při obdobném zpracování průměrné teploty za vegetační období se však ukázalo, že hranice těchto oblastí nezůstávají shodné jako při zpracování ročních průměrů, avšak v určitých místech dochází k jejich změně. Tato skutečnost si vynutila, že se přistoupilo ke zpracování kratších časových úseků než je rok a na území kraje byly vyčleněny oblasti s nejtěsnější závislostí průměrné teploty za vegetační období na nadmořské výšce a průměrné teploty za mimovegetační období. Rozložení těchto oblastí je znázorněno na obr. 1 a 2. Na obr. 1 je znázorněno 7 oblastí na území Severomoravského kraje, v nichž závislost průměrné teploty za vegetační období má podobný charakter, z obr. 2 je patrné, že pro mimovegetační období lze některé oblasti sloučit a rozdělit území pouze na tři oblasti, přičemž v Hrubém a Nížkém Jeseníku dochází k posunu severní hranice oblasti I. Hranice mezi jednotlivými oblastmi byly vedeny výraznými terénními tvary, eventuálně souhlasně s hranicemi jednotlivých geomorfologických celků a podcelků.

Tab. 3

Průměrné teploty vzduchu v jednotlivých výškových pásmech na území Severomoravského kraje

Interval	Počet stanic	Prům. nadm. výška	Průměrná měsíční teplota vzduchu ve °C												ROK
			I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	
299	15	248	-2,4	-1,1	3,2	8,1	13,4	16,4	18,3	17,4	13,7	8,5	3,5	-0,2	8,2
300-399	14	343	-2,8	-1,5	2,7	7,6	12,9	15,8	17,6	16,7	13,2	8,1	3,2	-0,6	7,8
400-499	14	443	-3,0	-1,8	2,1	6,9	12,2	15,1	17,0	16,1	12,8	7,8	2,8	-0,9	7,3
500-599	8	533	-3,6	-2,5	1,4	6,1	11,5	14,4	16,3	15,4	11,9	7,0	1,9	-1,6	6,5
600-699	9	628	-4,4	-3,1	0,8	5,5	11,1	14,1	15,9	15,0	11,4	6,5	1,2	-2,3	6,0
700-999	7	764	-4,5	-3,5	0,1	4,6	10,0	12,9	14,9	14,1	11,0	6,1	0,8	-2,7	5,3
1000	4	1315	-6,8	-6,1	-3,3	0,7	6,4	9,2	11,2	10,6	7,6	2,8	-2,1	-4,9	2,1



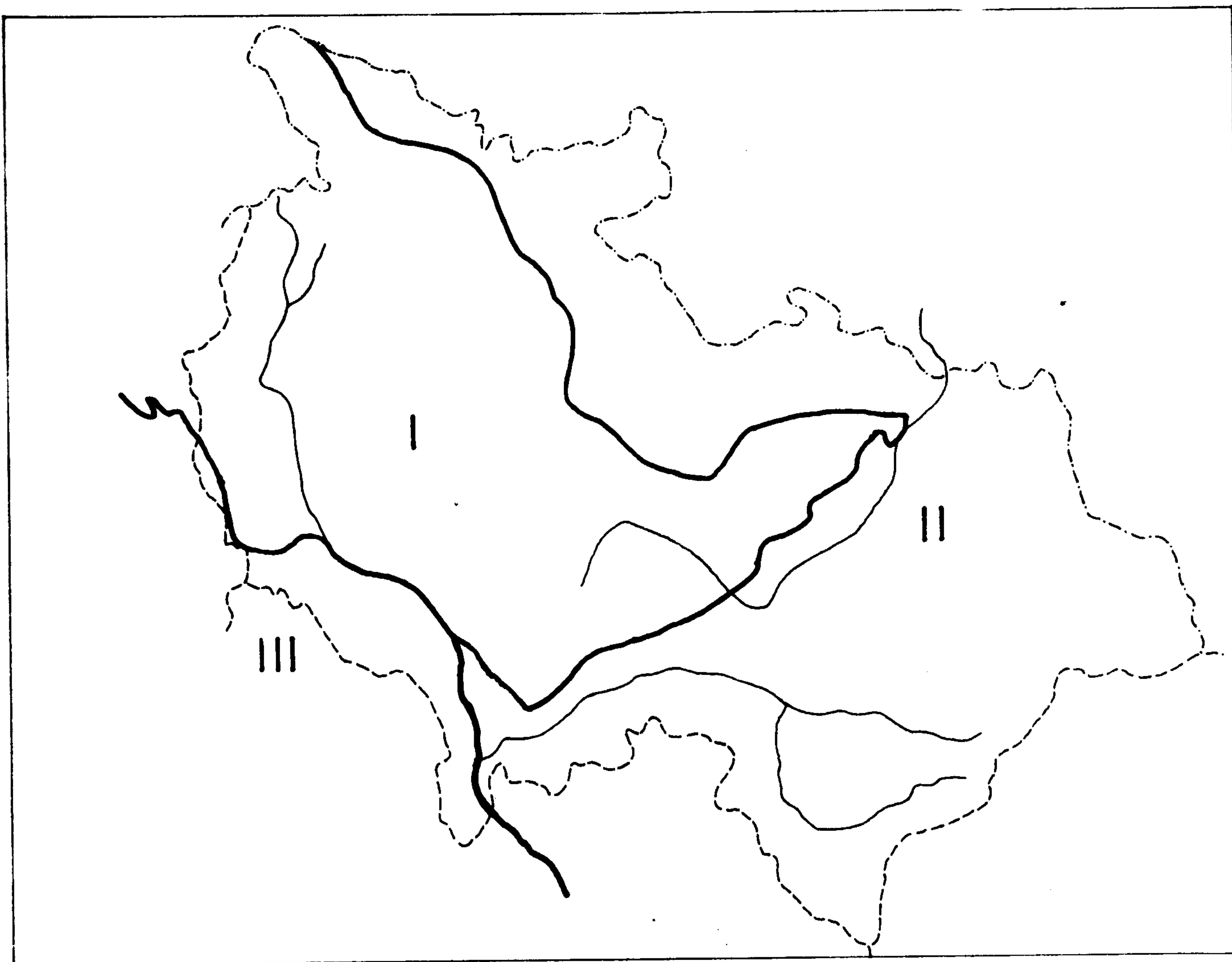
Obř. 1 Teplotní oblasti ve vevetáňním období

V dalším zpracování byly pro každou oblast vypočítány regresní závislosti jednotlivých dlouhodobých měsíčních průměrů teploty vzduchu na nadmořské výšce. Vypočítány byly koeficienty jak přímkové, tak i kvadratické závislosti. porovnáním středních lineárních chyb vypočítaných podle vztahu

$$\Delta = \frac{(y_i - y'_i)}{n - m}$$

- kde y_i - skutečně zjištěná hodnota
- y'_i - vypočítaná hodnota
- n - počet stanic
- m - stupeň aproximačního polynomu

bylo zjištěno, že pro většinu případů lze použít aproximace přímkou a ve zbyvajících případech rozdíl mezi kvadratickou a lineární interpolací se pohybuje v přijatelných mezích. V tab. 4 jsou uvedeny koeficienty a, b regresních přímek závislosti teploty vzduchu na nadmořské výšce pro jednotlivé oblasti a jednotlivé kalendářní měsíce. Průměrná roční teplota vzduchu se vypočte jako aritmetický průměr jednotlivých měsíčních teplot.



Obr. 2 Teplotní oblasti v mimovegetačním období

Pro posouzení těsnosti stanovených vztahů a zejména pro orientační určení chyby, jakou budou zatíženy vypočítané normály pro jednotlivé nadmořské výšky, byly pro každou stanici vypočítány měsíční normály podle příslušných vztahů a porovnány s neměřenými hodnotami. Jelikož lze předpokládat, že stanovené oblasti jsou klimaticky homogenní, dá se očekávat stejná velikost chyby i pro ostatní lokality ležící v dané oblasti. V tab. 5 jsou uvedeny průměrné hodnoty absolutních odchylek měřených a vypočítaných teplot, a to jak podle vztahů platných pro určitou oblast, tak i podle vztahů stanovených z celého souboru stanic. Z této tabulky je zřejmé, že ve většině případů se průměrné hodnoty absolutních odchylek pohybují kolem $0,2^{\circ}\text{C}$. U některých oblastí i méně, což je způsobeno např. menším počtem zpracovaných stanic. Vyšší hodnoty průměrů vycházejí při výpočtu podle vztahů platných pro celé území, což je celkem zákonité.

Lze se domnívat, že odchylky zjištěné pro jednotlivé oblasti se pohybují v mezích dostatečné přesnosti z hlediska určení hodnot dlouhodobých normálů pro místa bez přímého měření a pravděpodobně u jiných metod stanovení dlouhodobých normálů nebude tato chyba menší.

Tab. 4

Koeficienty regresních přímek závislosti teploty vzduchu na nadmořské výšce v jednotlivých oblastech

Oblast		Vegetační období					
		IV	V	VI	VII	VIII	IX
I	a	9,89	15,31	18,15	20,04	19,03	15,07
	b	-0,007144	-0,006933	-0,006882	-0,006806	-0,006595	-0,005836
II	a	10,15	15,28	18,11	20,22	19,15	15,48
	b	-0,008129	-0,007639	-0,007376	-0,007760	-0,007399	-0,006803
III	a	11,86	17,69	19,97	21,43	19,33	16,02
	b	-0,01510	-0,01727	-0,01460	-0,01293	-0,008430	-0,009708
IV	a	11,22	16,78	19,68	21,04	19,39	16,12
	b	-0,01083	-0,01142	-0,01150	-0,009488	-0,007475	-0,008313
V	a	9,65	14,75	17,60	19,48	18,46	14,90
	b	-0,006158	-0,005712	-0,005847	-0,005728	-0,005455	-0,004919
VI	a	10,00	15,35	18,25	19,97	19,15	15,24
	b	-0,006140	-0,006154	-0,006338	-0,005925	-0,005918	-0,004768
VII	a	8,49	15,12	17,70	20,44	19,17	13,99
	b	-0,003997	-0,007327	-0,006146	-0,008955	-0,008045	-0,003996
I - VII	a	9,90	15,15	18,04	19,99	18,93	15,14
	b	-0,006967	-0,006638	-0,006672	-0,006561	-0,006360	-0,005684

Tab. 4 - pokračování

Oblast		Mimovegetační období					
		I	II	III	X	XI	XII
I	a	-1,78	-0,18	4,56	7,83	4,45	0,43
	b	-0,00394	-0,00458	-0,00618	-0,00549	-0,00512	-0,00422
II	a	-1,27	0,14	4,63	9,85	4,95	1,03
	b	-0,00402	-0,00463	-0,00559	-0,00467	-0,00500	-0,00443
III	a	-2,80	-1,19	2,40	7,52	3,59	0,43
	b	-0,000374	-0,00142	-0,00011	0,00022	-0,00271	-0,00401
I - III	a	-1,31	0,11	4,72	9,95	4,90	0,92
	b	-0,00427	-0,00477	-0,006111	-0,00531	,00536	-0,00458

Průměrné hodnoty absolutních odchylek naměřených a vypočtených teplot pro jednotlivé oblasti (°C)

Oblast		Vegetační období					
		IV	V	VI	VII	VIII	IX
I	1	0,16	0,20	0,21	0,18	0,18	0,21
	2	0,19	0,20	0,22	0,19	0,19	0,21
II	1	0,17	0,15	0,15	0,08	0,12	0,19
	2	0,35	0,40	0,30	0,29	0,31	0,33
III	1	0,00	0,10	0,02	0,02	0,02	0,10
	2	0,15	0,25	0,12	0,10	0,10	0,15
IV	1	0,13	0,13	0,07	0,00	0,13	0,00
	2	0,23	0,33	0,37	0,20	0,17	0,20
V	1	0,17	0,13	0,15	0,10	0,19	0,25
	2	0,29	0,27	0,23	0,23	0,28	0,31
VI	1	0,10	0,17	0,16	0,19	0,11	0,08
	2	0,49	0,46	0,33	0,31	0,36	0,41
VII	1	0,05	0,00	0,00	0,05	0,02	0,05
	2	0,38	0,25	0,15	0,30	0,35	0,58

		Mimovegetační období					
		I	II	III	X	XI	XII
I	1	0,22	0,21	0,17	0,19	0,20	0,22
	2	0,36	0,26	0,26	0,28	0,34	0,36
II	1	0,26	0,20	0,21	0,23	0,22	0,21
	2	0,30	0,24	0,26	0,31	0,28	0,27
III	1	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,17
	2	0,22	0,22	0,25	0,50	0,40	0,32

1 - odchylky vypočítané podle vztahů pro jednotlivé oblasti

2 - odchylky vypočítané podle vztahů pro celou oblast

3.1.1 Výpočet teplotních normálů pro jednotlivé obce

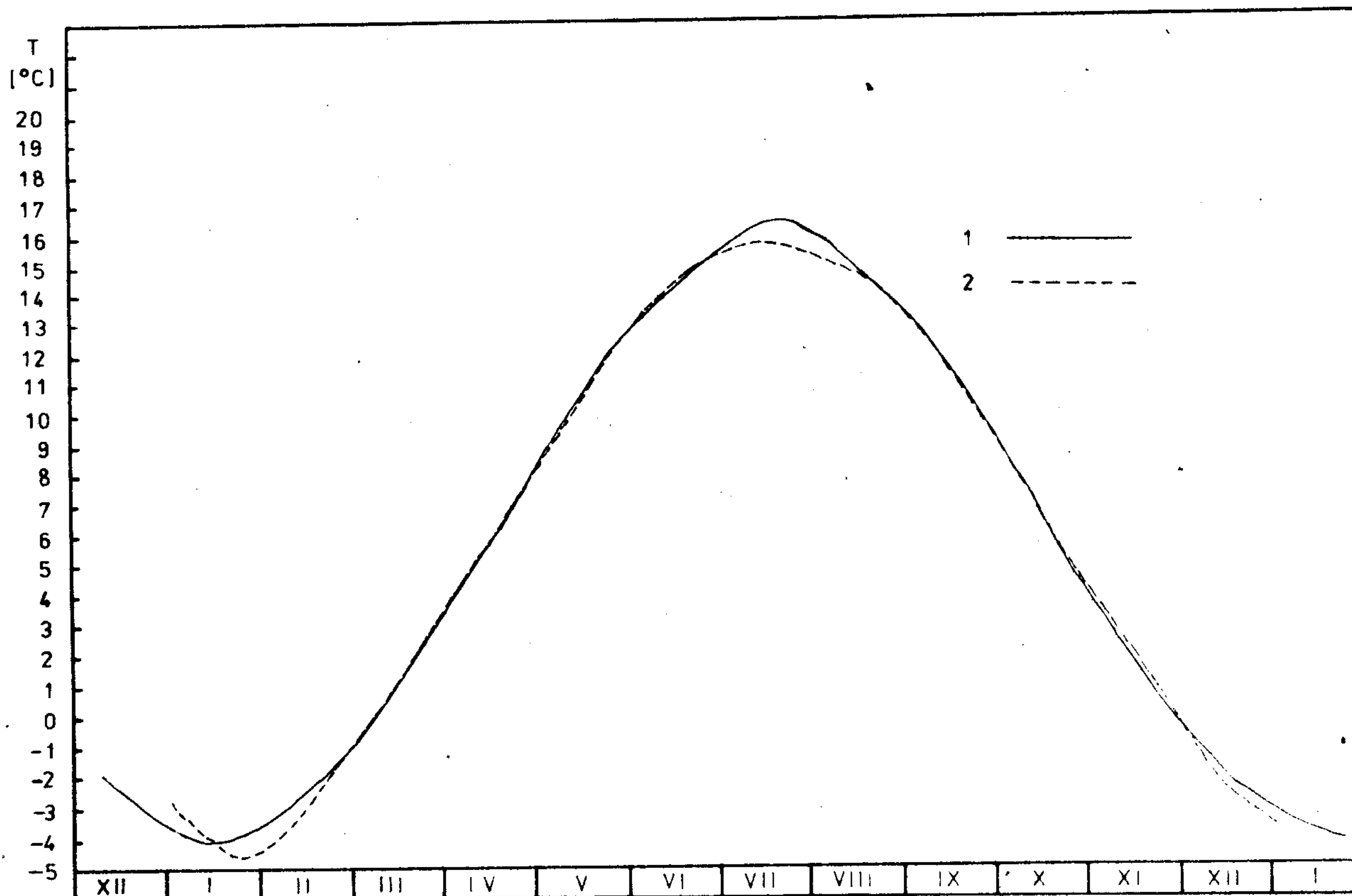
Pro potřeby posudkové činnosti oddělení režimových informací byly vypočítány teplotní normály pro všechny obce na území Severomoravského kraje. Při jejich výpočtu byla respektována tato pravidla:

- v případě, že pro danou obec jsou uvedeny teplotní měřené normály v "Tabulkách", ponechají se beze změny anebo v případě rozdílu nadmořských výšek klimatologické stanice a obce se provede jejich přepočet pomocí gradientu příslušné oblasti. Tím se má zajistit návaznost údajů z nového zpracování na dříve vydané posudky a zároveň se tím preferují měřené hodnoty před vypočítanými,
- v případě, že obec leží v blízkosti rozhraní dvou oblastí, vypočítají se teploty použitím koeficientů obou oblastí a za normál se vezme jejich průměr. Tím je alespoň

3.2 Výpočet kalendáře teplot a teplotních sum

Další dosti často používanou teplotní charakteristikou jsou data nástupu, konce a trvání (N,K,T) určitých teplot, eventuálně i teplotní sumy za období s určitou teplotou. V klimatologické praxi se tyto charakteristiky s dostatečnou přesností většinou odvozují z ročního chodu teploty vzduchu [11]. V předloženém příspěvku je k tomuto účelu použito Lagrangeovy interpolace, kdy se vypočtenými měsíčními průměrnými teplotami proloží polynom 30tého stupně a pomocí něho se určí dny s příslušnou teplotou v jednotlivých dnech i teplotní sumy. Vysoký stupeň polynomu je nutný, aby mohl dostatečně těsně vyjádřit roční chod teploty vzduchu. K tomu je třeba rozšířit řadu 12 měsíčních normálů teplot o předcházejících a následujících 9 měsíců. Vypočítaný a empiricky vykreslený roční chod teploty vzduchu pro Bruntál je na obr. 4, kde je vidět poměrně dobrá shoda obou křivek. V období vrcholení zimy lze považovat vypočítaný průběh teploty vzduchu za pravděpodobnější než empiricky vykreslený.

Data nástupu, konce, doba trvání a teplotní sumy byly vypočítány pro každou obec a pro teploty nad 0, 5, 12 a 15 °C. V tab. 6 je provedeno srovnání vypočteného kalendáře teplot s kalendářem uvedeným v "Tabulkách" pro několik lokalit, ležících v různých nadmořských výškách. Teplotní sumy jsou vypočítány metodou uvedenou v práci [11]. Z tabulky je vidět, že údaje získané pomocí výpočetní techniky jsou v dobré shodě s údaji získanými klasickými metodami, odchylky v žádném případě nepřesáhly 5 % a většinou se pohybovaly do 2 %.



Obr. 4 Vypočtený a empiricky sestavený roční chod teploty vzduchu pro Bruntál (1 - empirický, 2 - vypočtený)

Tab. 6

Porovnání empirických a vypočítaných kalendářů teplot a teplotních sum

	0 °C				5 °C				10 °C				15 °C				
	N	K	T	Σ	N	K	T	Σ	N	K	T	Σ	N	K	T	Σ	
Bruntál	1	7.3.	29.11.	268	2534	10.4.	25.10.	199	2361	9.5.	24.9.	139	1949	29.6.	17.8.	50	812
	2	8.3.	27.11.	265	2537	12.4.	25.10.	197	2380	9.5.	26.9.	141	1957	28.6.	18.8.	52	818
	3	+1	-2	-3	+3	+2	0	-2	+19	0	+2	+2	+8	-1	+1	+2	+6
	4			-1,12	+0,12			-1,00	+0,80			+1,44	+0,41			+4,00	+0,74
Frýdek	1	22.2.	13.12.	295	3115	27.3.	6.11.	225	2959	26.4.	6.10.	164	2511	1.5.	4.9.	96	1647
	2	24.2.	14.12.	294	3128	29.3.	5.11.	222	2956	26.4.	8.10.	166	2541	31.5.	5.9.	98	1676
	3	+2	+1	-1	+13	+2	-1	-3	-3	0	+2	+2	+30	-1	+1	+2	+29
	4			-0,34	0,42			-1,33	-0,10			1,22	1,19			2,08	+1,76
Olomouc	1	22.2.	11.12.	293	3190	25.3.	5.11.	226	3033	23.4.	8.10.	169	2609	28.5.	7.9.	103	1774
	2	23.2.	11.12.	293	3198	27.3.	4.11.	223	3031	23.4.	9.10.	170	2638	26.5.	7.9.	105	1813
	3	+1	0	-1	+8	+2	-1	-3	-2	0	+1	+1	+29	-2	0	+2	+39
	4			0,34	0,25			1,33	0,06			0,59	1,11			+1,94	+2,20
Opava	1	22.2.	14.12.	296	3047	28.3.	6.11.	224	2883	28.4.	6.10.	162	2444	4.6.	2.9.	91	1541
	2	23.2.	14.12.	295	3059	31.3.	4.11.	219	2879	27.4.	6.10.	163	2459	3.6.	3.9.	93	1570
	3	+1	0	-1	+12	+3	-2	-5	-4	-1	0	+1	+15	-1	+1	+2	+29
	4			-0,34	0,39			2,23	0,14			0,62	0,61			2,20	1,88
Přerov	1	19.2.	14.12.	299	3249	23.3.	6.11.	229	3090	23.4.	9.10.	170	2650	24.5.	6.9.	106	1839
	2	20.2.	15.12.	299	3265	25.3.	5.11.	226	3089	22.4.	9.10.	171	2681	23.5.	8.9.	109	1896
	3	+1	+1	0	+16	+2	-1	-3	-1	-1	0	+1	+31	-1	+2	+3	+57
	4			0,00	+0,49			1,31	0,03			0,59	+1,17			2,83	+3,10

- 1 - Empirické hodnoty
- 2 - Vypočítané hodnoty
- 3 - Rozdíl empirických a vypočítaných hodnot
- 4 - Rozdíl vyjádřený v % z empirických hodnot
- N - nástup období
- K - konec období
- T - trvání období

3.3 Možnost přepočtu teplotních charakteristik pro jiné období

V praxi se dosti často vyžaduje znalost teploty za jiné období, nežli uvedené padesátileté období 1901-1950. Může se jednat např. o třicetiletí, desetiletí nebo i jeden měsíc, eventuálně i jeden den. V takových případech je rychlejší a často i přesnější nepočítat nové regresní vztahy z příslušných hodnot, které mohou být zejména pro kratší časové úseky zatíženy náhodnými vlivy, ale vycházet přitom z modelu znázorněného na obr. 5. U tohoto modelu se předpokládá, že dlouhodobá závislost teploty vzduchu vzniká jako průměrná závislost denních závislostí T_1 až T_n . U teploty vzduchu lze předpokládat, že gradienty denních závislostí zůstanou ve většině případů stejné jako v dlouhodobém průměru, denní teploty se však budou lišit od průměrné o určitou diferenci. Výpočet změny teploty vzduchu s výškou se provede na základě vztahu

$$T(H) = \bar{T} + (\bar{H} - H) \cdot b$$

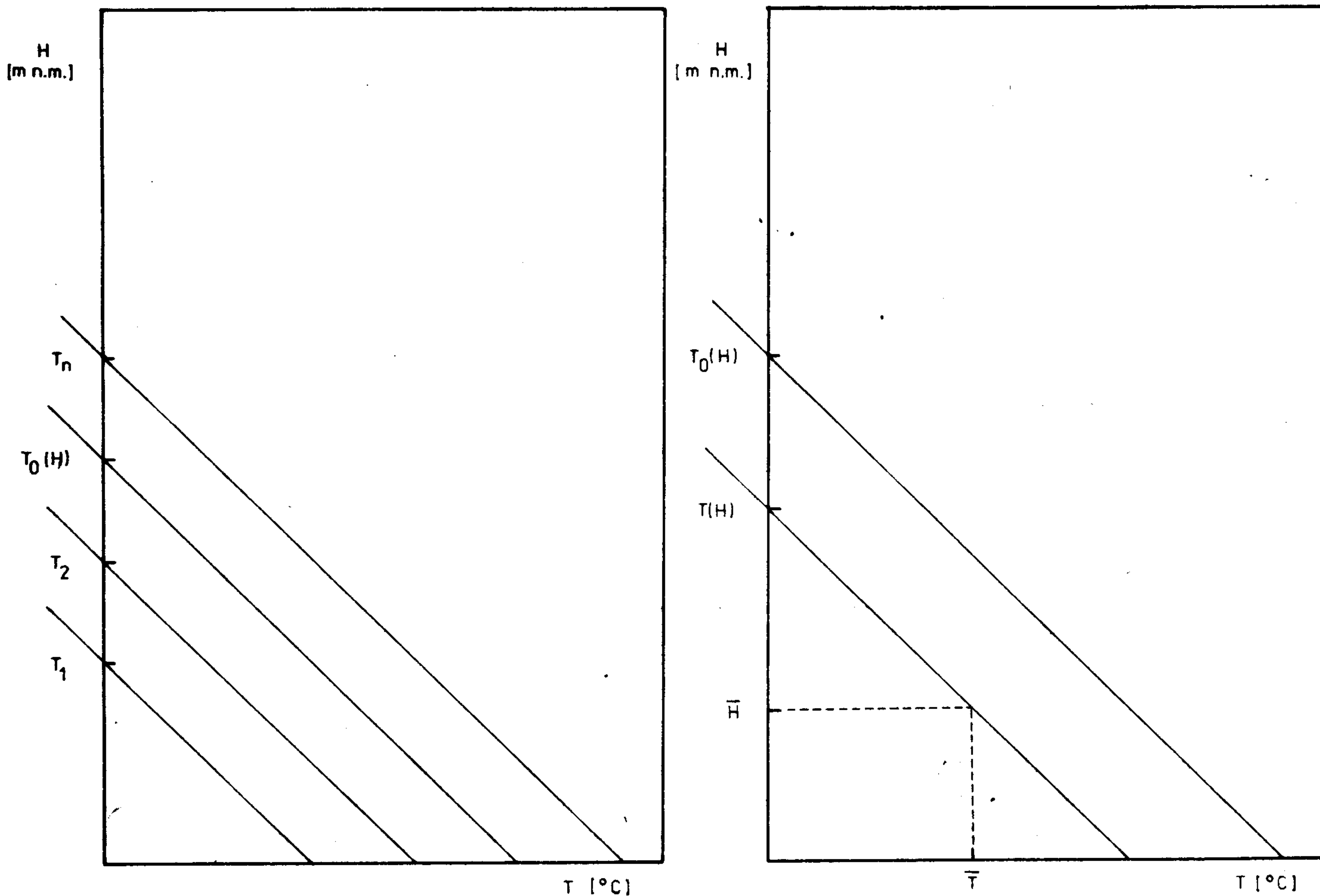
$$T(H) = \bar{T} + (H - \bar{H}) \cdot b$$

kde \bar{T} - průměrná teplota vypočítaná jako aritmetický průměr měřených teplot za kratší období

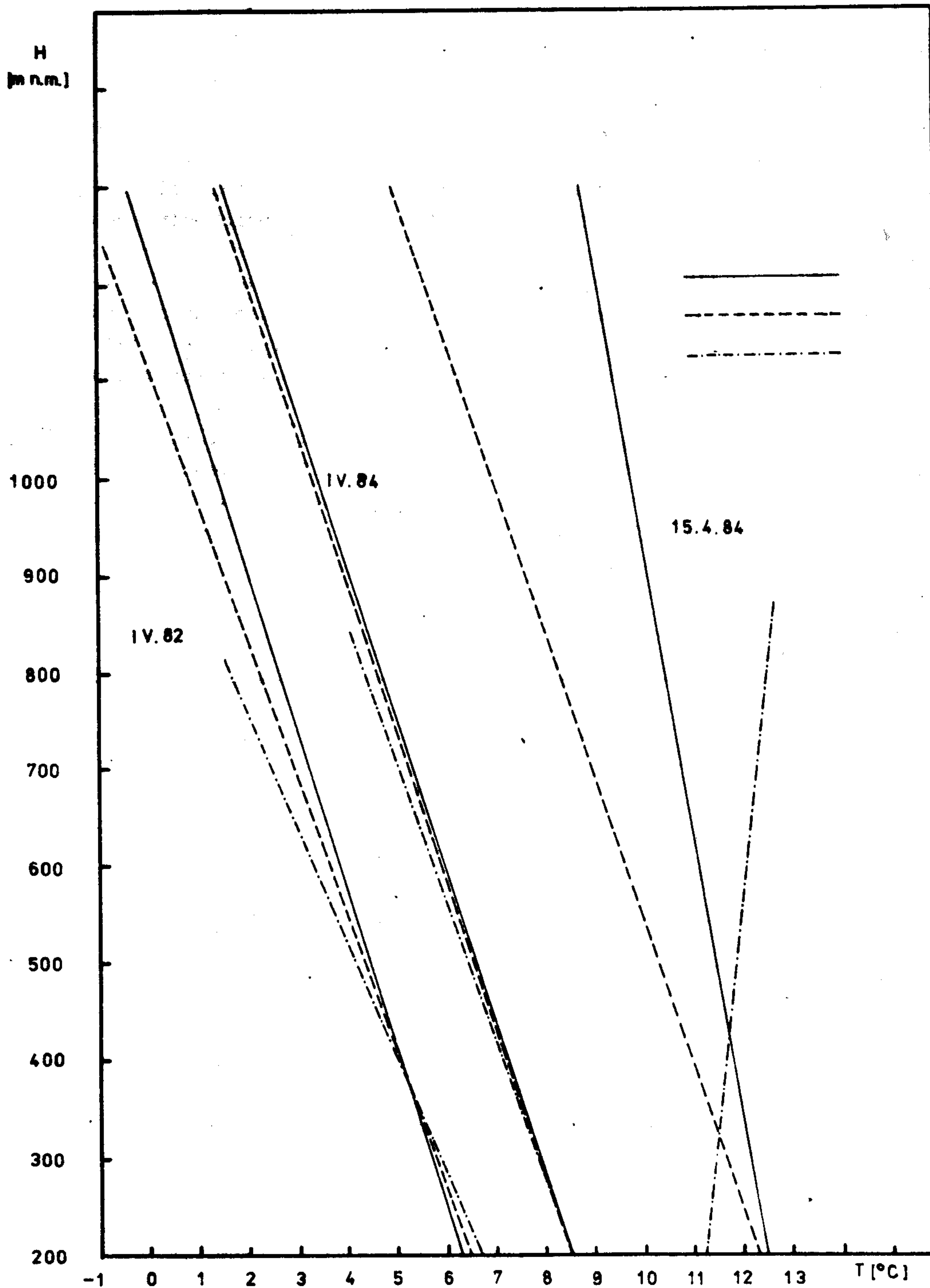
\bar{H} - průměrná nadmořská výška použitých stanic

b - parametr vztahu $T_0(H) = a + b \cdot H$

Parametr b se pro jednotlivé dny určuje z plynulé křivky proložené dlouhodobými měsíčními hodnotami tohoto parametru, jak jsou např. uvedeny v tab. 4. Na obr. 6 je provedeno posouzení přesnosti takto stanovených vztahů pro konkrétní oblast V. v Severomoravském kraji. Při výpočtu dlouhodobé regresní závislosti bylo možno použít údajů 15 stanic, v současné době jich pozoruje 6. Porovnání přesnosti je provedeno pro tři náhodně vybrané případy, a to duben 1982, duben 1984 a 15. duben 1984. Na obr. 6 jsou vykresleny tři regresní přímky, a to přímka č. 1 vypočítaná na základě hodnot všech 6 stanic, přímka č. 2 vypočtená z hodnot 5 stanic (bez vrcholové stanice Lysá hora) a přímka č. 3 vypočítaná na základě výše popsaného modelu. Ukazuje se, že ve všech případech je nejtěsnější závislost vypočítaná z konkrétních hodnot všech 6 stanic, pro měsíční hodnoty lze uvedenou metodou získat přibližně stejné výsledky jako pomocí regresní přímky vypočítané z hodnot stanic z nižších poloh. Při stanovení závislosti denních hodnot na nadmořské výšce jsou však údaje stanic z nižších poloh zcela nedostačující pro výpočet parametrů regresní přímky a použitím výše uvedeného modelu lze získat podstatně lepší výsledky, zejména pro větší nadmořské výšky.



Obr. 5a, b Schéma modelu pro přepočet teploty vzduchu na jiné období



Obr. 6 Závislost teploty vzduchu na nadmořské výšce pro oblast V stanovená různými metodami (1— podle modelu, 2 - - - - regresní analýzou, 3 -.-.- regresní analýzou s vyloučením stanice Lysá hora)

4 ZPRACOVÁNÍ SRÁŽKOVÝCH CHARAKTERISTIK

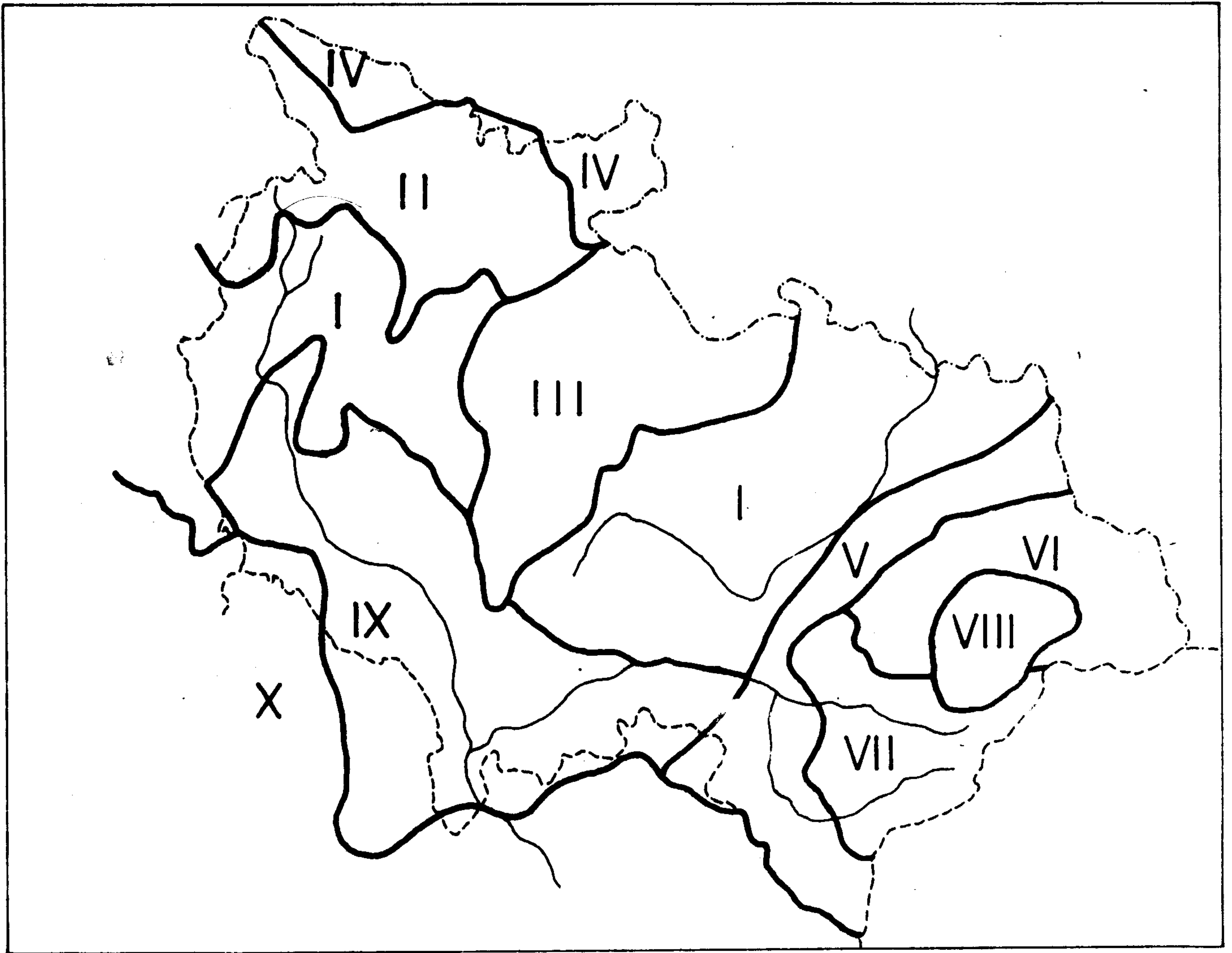
4.1 Dlouhodobý průměrný úhrn srážek

Klimatologickou regionalizací srážek se v zahraničí zabývala řada autorů, např. Legates, D.R. a Willmot, C.J. (1983), Ayoade, J.O. (1977), Austin, ...P. a Yapo, G.A. (1978) a další. Pro účely této práce byla zvolena metoda studia změny atmosférických srážek na nadmořské výšce a reliéfu krajiny, neboť přes svou nenáročnost na vstupní údaje poskytuje dostatečně přesné výsledky. Studium změny atmosférických srážek na nadmořské výšce se u nás zabývala řada autorů (viz lit.); tito autoři odvodili řadu vztahů pro různá období a různé územní celky. Při uvážení vlivu reliéfu je nutno vymezit na daném území oblasti s co nejtěsnější závislostí úhrnů srážek na nadmořské výšce. Pro stanovení srážkových normálů na území Severomoravského kraje bylo použito údajů 110 srážkoměrných stanic za období 1951-1980. V tab. 7 je uveden počet stanic spolu s průměrnými měsíčními úhrny v jednotlivých výškových intervalech. Až do výšky 500 m n.m. je počet stanic rozdělen zhruba rovnoměrně, přičemž nejčetnější je jejich zastoupení v intervalu 300-349 m n.m. Z této tabulky je rovněž patrný pokles srážkových úhrnů v intervalu 400-500 m n.m. a u měsíců květen až září v intervalu 800 až 1000 m n.m. Podobně jako u teploty vzduchu to signalizuje, že studované území není srážkově homogenní a je nutné ho rozdělit na menší oblasti. Z tohoto důvodu bylo rozděleno na deset oblastí, přičemž se ukazuje, že hranice těchto oblastí se v průběhu roku nemění a jsou zhruba stejné i při použití jiného období. V dřívější práci [18] bylo podobné rozdělení provedeno pro území Jihomoravského kraje, po doplnění údajů ze Severomoravského kraje bylo nutno upravit hranice oblastí na styku obou krajů. Na obr. 7 je zakresleno rozložení oblastí v Severomoravském kraji, příslušné koeficienty regresních přímek pro jednotlivé měsíce jsou v tab. 8.

Tab. 7

Změna srážek s nadmořskou výškou na území Severomoravského kraje

Interval	Počet stanic	Prům. nadm. výška	Úhrn srážek v milimetrech												
			I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	ROK
< 249	15	228,5	30	31	33	46	74	87	93	76	45	41	43	33	632
250-299	12	276,5	35	37	38	52	88	99	105	86	55	46	48	40	729
300-349	24	321,0	39	39	40	52	81	98	103	85	53	46	50	43	729
350-399	13	376,8	45	45	45	60	87	108	116	92	58	52	57	50	815
400-449	12	419,2	44	44	45	58	86	104	115	89	57	50	56	50	798
450-499	10	474,5	42	43	44	55	81	99	105	84	54	48	55	49	759
500-599	12	548,1	53	51	52	64	88	113	122	93	62	57	65	62	882
600-699	9	646,8	58	55	52	65	91	115	132	97	67	59	66	67	924
700-799	4	752,2	52	52	56	70	104	124	144	108	74	64	68	57	973
800-999	2	904,5	79	74	74	72	93	114	130	100	73	70	87	94	1060
> 1000	3	1297,3	80	77	79	86	129	165	190	139	96	82	88	89	1300



Obr. 7 Srážkové oblasti

Tab. 8

Koeficienty regresních přímek závislosti srážkových úhrnů na nadm. výšce

Měsíc	I		II		III		IV		V	
	a	b	a	b	a	b	a	b	a	b
leden	26,1	0,0397	34,6	0,0296	15,3	0,0396	16,8	0,0493	17,5	0,0730
únor	29,6	0,0296	39,5	0,0245	23,2	0,0199	25,7	0,0273	24,7	0,0559
březen	32,6	0,0228	42,3	0,0251	25,3	0,0228	36,3	0,0017	24,8	0,0585
duben	48,4	0,0044	70,1	0,0059	43,8	0,0085	41,3	0,0441	63,1	-0,0061
květen	88,2	-0,0190	100,7	0,0169	80,2	-0,0151	80,4	0,0216	120,1	-0,0925
červen	94,2	-0,0019	100,9	0,0416	83,6	0,0095	78,4	0,0348	119,2	-0,0277
červenec	97,6	0,0057	124,9	0,0391	91,8	0,0132	107,1	0,0009	130,0	-0,0504
srpen	82,5	-0,0047	101,4	0,0176	69,9	0,0115	68,6	0,0527	111,6	-0,0600
září	47,6	0,0143	54,4	0,0312	38,5	0,0235	46,2	0,0194	65,8	-0,0220
říjen	39,8	0,0173	48,4	0,0230	30,4	0,0218	44,2	-0,0055	41,7	0,0310
listopad	38,4	0,0340	55,6	0,0207	29,0	0,0335	39,8	0,0174	32,7	0,0717
prosinec	26,6	0,0543	33,3	0,0401	12,2	0,0527	22,9	0,0296	7,7	0,1220
rok	651,7	0,1966	807,2	0,3154	543,3	0,2415	600,4	0,3396	759,7	0,1536

Tab. 8 - pokračování

Měsíc	VI		VII		VIII		IX		X	
	a	b	a	b	a	b	a	b	a	b
leden	25,3	0,0648	30,3	0,0573	36,1	0,0429	-11,5	0,1661	32,3	0,0049
únor	29,0	0,0552	35,7	0,0447	42,3	0,0355	0,3	0,1152	32,8	0,0006
březen	33,5	0,0434	32,0	0,0479	42,4	0,0324	12,2	0,0779	30,5	0,0095
duben	66,0	0,0188	59,8	0,0160	80,4	0,0161	37,3	0,0146	26,8	0,0351
květen	102,3	0,0001	86,6	0,0092	103,2	0,0255	60,3	0,0257	56,1	0,0234
červen	92,9	0,1000	120,3	-0,0034	132,4	0,0365	70,3	0,0425	79,1	0,0061
červenec	103,5	0,1080	113,7	0,0244	134,5	0,0655	69,0	0,0672	73,9	0,0260
srpen	99,4	0,0278	99,9	0,0003	101,4	0,0458	61,0	0,0412	64,2	0,0161
září	58,6	0,0322	47,7	0,0310	71,4	0,0193	19,7	0,0893	40,9	0,0084
říjen	42,8	0,0439	46,5	0,0282	61,8	0,0187	26,3	0,0541	35,6	0,0120
listopad	40,6	0,0556	48,1	0,0454	59,1	0,0277	19,8	0,0892	40,1	0,0086
prosinec	15,3	0,1020	35,2	0,0685	49,2	0,0356	-10,9	0,1817	36,7	0,0034
rok	698,7	0,6863	755,8	0,3695	927,8	0,3930	354,0	0,9647	548,9	0,1542

Pomocí těchto koeficientů byly zpětně vypočteny měsíční a roční srážkové úhrny pro stanice ležící v příslušné oblasti a stanoveny průměrné absolutní odchylky vypočtených a naměřených hodnot (viz tab. 9). Pro lepší porovnání byly odchylky naměřených a vypočtených úhrnů vyjádřeny v procentech naměřených úhrnů a uvedeny v tab. 10. Z obou těchto tabulek je zřejmé, že průměrné absolutní odchylky se pohybují od 0,9 do 12,1 mm a jejich chod během roku je poměrně nevýrazný, při vyjádření v procentech se hodnoty pohybují od 1,4 do 19,9 %, přičemž nejnižší hodnoty jsou dosahovány v letních měsících a nejvyšší v zimních, což je vysvětlitelné ročním chodem srážek. Nejlépe přiléhají vypočtené hodnoty naměřeným v oblasti X, nejméně v oblasti II, která zaujímá severní stranu Jeseníků s dosti členitým reliéfem. Průměrné odchylky ročních srážkových úhrnů se pohybují od 2 do 5 %, což lze považovat za dostatečnou přesnost pro odvozené hodnoty. Na základě uvedených tabulek 9 a 10 lze posoudit přesnost výsledných hodnot při výpočtu srážkových úhrnů pro jednotlivé měsíce a oblasti. Potvrzuje se známá skutečnost, že v orograficky členitějších oblastech je odvození příslušného srážkového úhrnu méně spolehlivé než v oblastech s menší energií reliéfu a pravděpodobně bude činit obtíže i při použití jiných odvozovacích metod. Při studiu průběhu závislosti srážek na nadmořské výšce v Severomoravském kraji, které jsou pro roční úhrny vyneseny na obr. 9, lze poukázat na některé odlišnosti mezi jednotlivými oblastmi. Především je to existence výrazného srážkového stívu v oblasti X za Českomoravskou a Drahanskou vrchovinou a v oblasti III za Hrubým Jeseníkem, který zapříčiňuje nízké úhrny a jejich menší nárůst s rostoucí nadmořskou výškou. Oblastí s nejvyšším úhrnem srážek je oblast VIII, zaujímající Lysohorskou hornatinu, avšak od výšky 600 m n.m. jsou vyšší srážkové úhrny v severním podhůří Beskyd. Uvedené příklady jsou dokladem velké proměnlivosti srážek v členitém reliéfu Severomoravského kraje, kde např. v nadmořské výšce 400 m n.m. se vyskytují srážky zhruba od 600 do 1100 mm. V tab. 9 jsou pro srovnání uvedeny absolutní hodnoty odchylek vypočtených a naměřených úhrnů srážek a je zřejmé, že tyto odchylky v některých případech dosahují několika násobku odchylek vypočtených ze vztahů pro jednotlivé oblasti. V tab. 10 je totéž v relativních hodnotách a výsledky jsou obdobné, pro roční úhrny dosahuje odchylka pro oblast X až 28,5 % z naměřeného úhrnu. Z toho vyplývá nutnost sledovat zákonitosti rozložení srážek v menších klimatologicky vymezených oblastech a neřídít se administrativním členěním.

Tab. 9

Průměrné absolutní hodnoty odchylek naměřených a vypočtených úhrnů srážek

Oblast		I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	rok
I	1	4,6	2,7	2,3	4,6	6,2	3,7	5,6	3,5	2,1	1,9	2,2	5,8	16,0
	2	4,6	3,1	3,0	6,6	8,6	10,0	12,2	7,9	4,1	3,4	2,8	5,8	51,8
II	1	8,1	7,4	6,4	5,0	5,1	7,0	7,5	6,4	2,4	6,6	9,3	12,1	46,4
	2	8,7	8,5	7,6	10,0	16,3	11,2	18,7	13,2	7,5	7,6	10,8	12,6	105,2
III	1	3,5	2,9	2,0	1,9	4,0	2,1	3,8	2,4	2,9	1,6	3,0	6,0	20,3
	2	11,6	12,1	9,7	10,1	13,4	17,3	18,5	15,1	9,4	11,4	12,3	14,5	156,1
IV	1	1,7	1,3	2,4	1,8	3,7	3,3	5,9	3,8	2,5	1,8	1,4	1,5	18,7
	2	6,2	3,7	3,1	2,6	5,9	3,8	7,2	3,6	2,8	4,2	5,0	10,7	29,9
V	1	3,1	2,5	2,9	3,0	3,4	2,8	3,9	4,0	3,2	2,2	2,7	3,9	21,8
	2	3,9	4,3	4,1	7,1	12,2	11,1	12,0	10,4	6,3	5,3	5,8	6,0	72,0
VI	1	2,6	2,8	3,0	4,6	4,8	3,1	2,6	3,2	2,4	3,2	3,6	5,6	22,1
	2	8,4	8,8	7,7	18,7	18,2	32,6	37,0	23,2	15,8	12,1	8,9	9,2	200,1
VII	1	5,7	4,1	3,4	3,1	5,2	4,9	7,2	5,8	3,0	3,1	3,4	5,9	33,2
	2	11,6	11,4	8,5	8,7	6,5	14,0	11,9	9,9	4,0	7,6	12,5	15,8	94,5
VIII	1	2,0	5,2	3,5	1,2	3,2	6,2	4,2	6,5	1,8	2,8	4,8	8,2	15,8
	2	10,8	13,1	9,4	24,6	27,8	37,4	47,3	32,8	16,0	13,3	13,0	14,9	252,5
IX	1	3,7	3,0	3,2	2,5	3,3	5,5	4,1	2,7	2,3	1,4	2,0	4,3	21,9
	2	7,1	6,1	5,7	10,0	12,1	12,7	13,0	9,3	6,6	3,7	4,6	7,1	85,5
X	1	1,9	1,4	0,9	1,7	2,1	3,5	3,4	2,2	2,6	1,6	2,3	1,6	8,6
	2	9,2	10,2	9,8	15,1	19,3	21,9	27,6	17,7	12,6	9,6	11,5	11,3	176,0

1 - odchylky vypočítané podle koeficientů pro každou oblast

2 - odchylky vypočítané podle koeficientů pro celý Severomoravský kraj

Tab. 10

Procentuální vyjádření odchylek vypočtených a naměřených srážkových úhrnů

Oblast		I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	rok
I	1	11,2	6,7	5,5	9,3	7,9	4,0	5,5	4,4	3,9	4,1	4,3	12,3	2,2
	2	11,2	7,5	7,1	14,2	11,2	10,8	12,3	10,1	7,7	7,4	5,4	12,3	7,0
II	1	14,2	12,9	10,5	6,8	4,5	5,0	5,0	5,6	3,1	19,5	19,9	19,9	5,0
	2	15,0	14,3	11,7	11,2	14,3	8,3	12,1	11,2	10,0	10,6	14,7	21,4	9,9
III	1	9,9	8,4	5,2	3,9	5,5	2,3	3,9	3,2	5,9	3,9	6,7	15,1	3,0
	2	36,4	37,5	26,6	21,0	19,2	19,4	19,1	20,0	19,4	28,1	28,2	45,3	23,6
IV	1	5,5	3,7	6,3	3,3	4,3	3,5	5,5	4,5	4,8	4,4	3,1	4,7	2,7
	2	19,9	10,7	8,2	4,5	6,6	4,1	6,6	4,3	5,3	10,3	11,2	33,2	4,2
V	1	7,3	5,6	6,1	4,8	3,9	2,6	3,5	4,4	5,6	4,4	4,5	7,2	2,7
	2	8,2	9,2	8,3	11,3	13,3	9,9	10,4	11,2	10,4	10,0	9,5	9,9	8,8
VI	1	5,1	5,2	5,5	5,8	4,5	2,3	1,8	2,9	3,3	4,8	5,5	9,1	2,2
	2	15,7	16,6	14,4	24,4	17,4	23,7	24,6	20,7	21,6	18,9	13,5	14,2	20,1
VII	1	9,9	7,2	6,1	4,5	5,6	4,1	6,1	5,9	6,0	5,1	5,8	8,9	3,4
	2	18,6	19,3	14,6	12,6	6,9	11,6	9,2	9,5	6,1	12,4	17,3	21,8	11,8
VIII	1	2,8	7,3	5,6	1,4	2,6	4,1	2,5	5,0	2,2	3,8	5,8	10,5	1,3
	2	17,2	19,8	15,4	17,4	21,5	24,2	26,7	24,6	19,8	18,9	17,0	19,4	21,9
IX	1	11,4	9,5	11,0	6,2	4,9	6,6	4,7	3,8	5,5	3,6	4,6	11,1	3,6
	2	28,4	21,3	19,9	24,8	18,4	16,1	15,3	13,2	16,3	9,4	11,2	19,5	14,4
X	1	5,6	44,1	2,6	4,2	3,2	4,2	4,0	3,1	6,1	4,0	5,1	4,3	1,4
	2	27,2	31,1	28,2	36,9	29,4	27,0	32,7	25,0	29,0	23,8	26,7	30,0	28,5

1 - podle koeficientů vypočítaných pro každou oblast

2 - podle koeficientů vypočítaných pro celý Severomoravský kraj

4.1.1 Výpočet srážkových normálů pro jednotlivé obce

Při výpočtu srážkových normálů pro jednotlivé obce bylo postupováno jako při výpočtu teplotních normálů, tzn. že každá obec byla začleněna do určité oblasti; pokud se obec nacházela na rozhraní dvou oblastí, byl srážkový úhrn vypočten podle vztahů obou oblastí a stanoven jejich průměr. Jelikož u srážek se hranice oblastí v průběhu roku prakticky nemění, stačí pro každou obec uvést pouze jednu hodnotu. Pro kontrolu byly srážkové normály vypočteny ještě jedním způsobem, a to tak, že celý kraj byl rozdělen polygonovou sítí, jaká se používá v hydrologii pro výpočet srážek na plochu povodí, a tím vymezeny plochy, příslušející jednotlivým použitým srážkoměrným stanicím. Hranice polygonů přitom byly vedeny tak, aby co nejvíce korespondovaly s hranicemi jednotlivých srážkových oblastí. Srážkový normál při této variantě se vypočte tak, že na základě gradientu platného pro příslušnou oblast a rozdílu nadmořských výšek uvažované obce a základní stanice se vypočte přírůstek anebo úbytek srážek a ten se připočte nebo odečte od srážkového normálu základní stanice. Zatímco první varianta poněkud generalizuje vypočtené srážkové normály, druhá umožňuje přihlídnout k místním zvláštnostem, což má podstatnější zvláště pro obce ležící v blízkosti základní stanice, takže vypočtené hodnoty jsou poměrně homogenní s již dříve vydanými normály, nepříznivě se však v nich projevují chyby v umístění stanice a chyby pozorování.

4.1.2 Výpočet úhrnů srážek pro jednotlivé územní elementy

Tento výpočet je zhruba obdobný, jako při výpočtu teplotního pole, jednotlivým územním elementům se přiřadí číslo oblasti, eventuálně na styku několika oblastí i koeficient, pomocí něhož se provede výpočet blazeného přechodu z jedné oblasti do druhé.

4.2 Výpočet klimatického zajištění srážkových úhrnů

Klimatické zajištění srážkových úhrnů je jednou z důležitých srážkových charakteristik, často vyžadovaných potřebami národního hospodářství a zároveň je i jakýmsi ukazatelem míry variability měsíčních a ročních úhrnů srážek.

Při výpočtu klimatického zajištění srážkových úhrnů pomocí výpočetní techniky bylo použito metodiky uvedené v práci J. Reinhartové [18], která rozdělila území Čech a Moravy do několika oblastí, v nichž variační koeficienty měsíčních úhrnů srážek dosahují přibližně stejných hodnot. Na území Severomoravského kraje se nacházejí podle označení uvedené autorky oblasti 4, 5 a 6. Pro každou oblast a každý měsíc jsou vypočteny variační koeficienty, podle nichž se určí hodnoty pořadnic Pearsonovy součtové křivky 80 % a 20 % vynásobením normálu příslušnými koeficienty, uvedenými rovněž v citované práci. Dlouhodobý normál srážek je vypočten některou z variant uvedených v odstavci 4.1.

4.3 Možnost přepočtu srážkových charakteristik pro jiné období

Obdobně jako u teplot, i u srážek je třeba v některých případech znát úhrny za kratší popřípadě odlišné období, než je zvolené třicetiletí 1951-1980. J. Turčan [21] popsal metodu zjišťování denních srážkových úhrnů založenou na výškovém gradientu srážek. Chyby měření srážek při hodnotách za kratší období mohou úplně zkreslit hledanou závislost, vypočtenou např. regresní analýzou v lineárním anebo nelineárním tvaru, což vyplývá z velkých relativních chyb měření, zejména při malých srážkových úhrnech. Jestliže se však přejde z denních úhrnů na hodnoty za delší období, gradient srážkového úhrnu s nadmořskou výškou se projevuje jednoznačněji. Je proto výhodnější při určování gradientů vy-

cházet se závislosti za delší období. J. Turčan doporučuje v takových případech postupovat podle modelu znázorněného na obr. 8a. Na tomto obrázku čára $R_0(H)$ všeobecně představuje závislost srážkového úhrnu na nadmořské výšce za delší období, v našem případě je to třicetiletí 1951-1980. V určitém výškovém rozmezí lze závislost srážek na nadmořské výšce považovat za lineární a vyjádřit ji rovnicí přímky

$$R_0(H) = a.H + b.$$

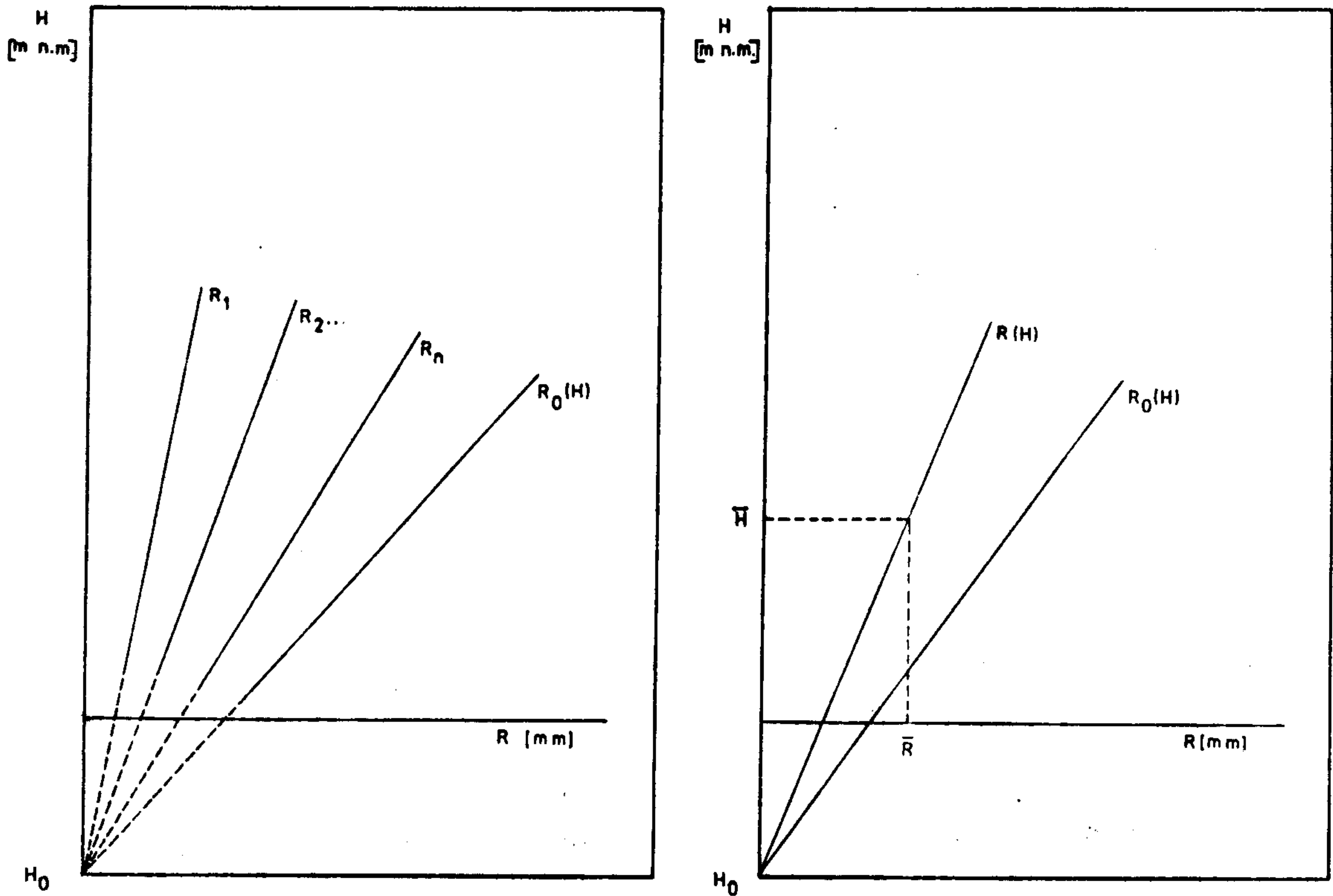
Dále se zjednodušeně předpokládá, že změna srážkového úhrnu s nadmořskou výškou za delší období vzniká z nárůstu denních srážkových úhrnů s výškou, úměrně k velikosti srážkového úhrnu. Postupným součtem denních srážkových úhrnů se dostanou závislosti R_1 až R_n . Z uvedeného předpokladu vyplývá, že všechny čáry mají společný průsečík v bodě H_0 . V konkrétním případě postupujeme tak, že se nejdříve určí průměrný srážkový úhrn \bar{R} za období, na něž chceme přepočítat dlouhodobé normály srážek (den, měsíc, rok) pro celou oblast některou ze známých metod (aritmetický průměr, polygony, čtvercová metoda, dvojitý vážený průměr apod.). Současně se analogicky určí střední nadmořská výška tohoto území \bar{H} . Ta může být nahrazena např. průměrnou nadmořskou výškou použitých srážkoměrných stanic anebo přesněji hodnota vypočtená z průměrných nadmořských výšek jednotlivých elementů čtvercové sítě o straně 1 km. Podle obr. 8b lze přepočítat srážkový úhrn pro danou nadmořskou výšku podle vztahu

$$R(H) = \bar{R} \frac{H - H_0}{\bar{H} - H_0}, \quad R(H) = \bar{R} \frac{H - H_0}{\bar{H} - H_0}$$

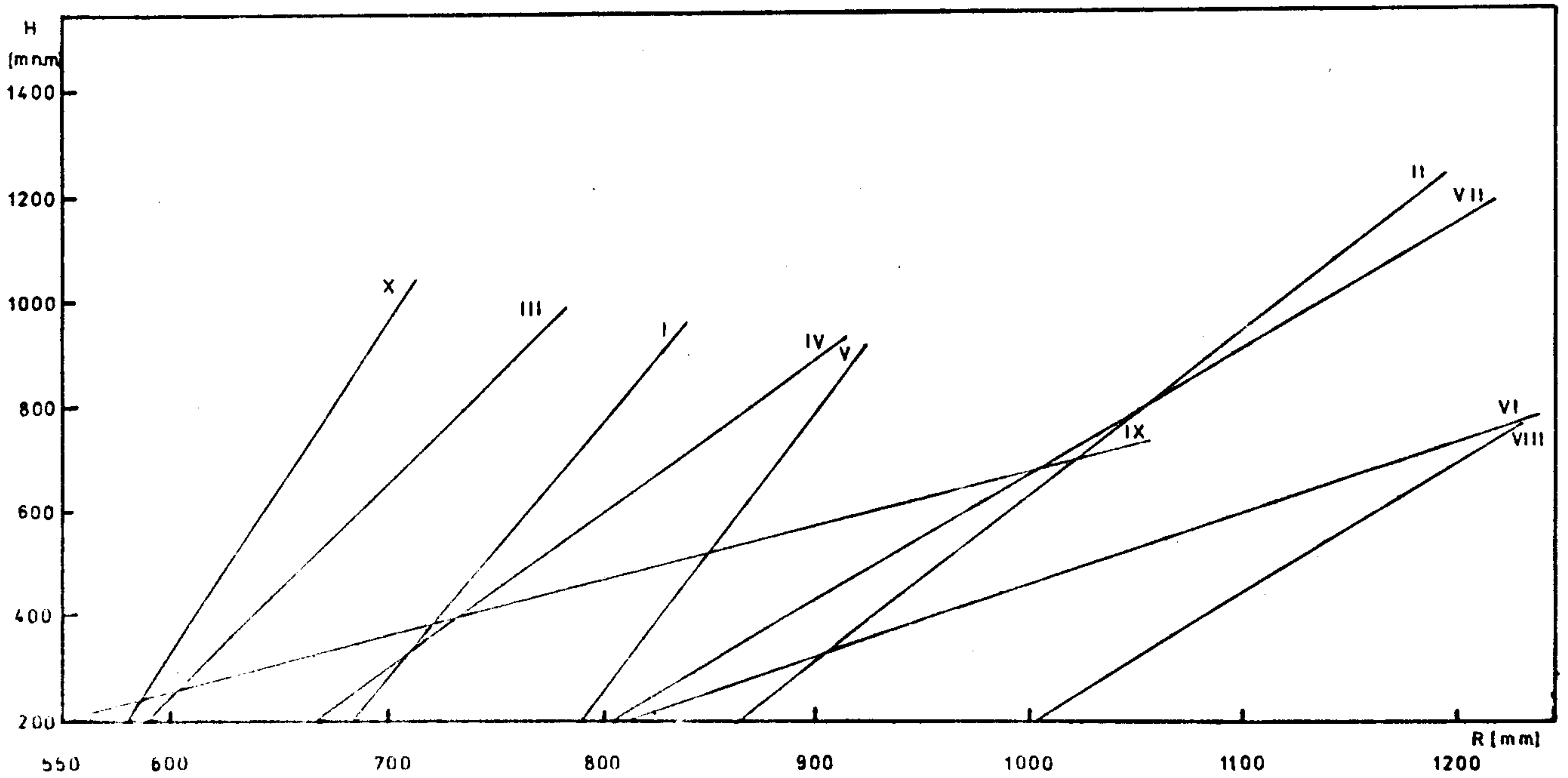
kde $H_0 = b/a$.

$$H_0 = a/b$$

Parametr H_0 se pro jednotlivé dny určuje z plynulé křivky proložené průměrnými měsíčními hodnotami tohoto parametru stanovenými za delší období, pro přepočet měsíčních hodnot lze použít tento parametr přímo. Oprávněnost použití tohoto modelu, nehledě na jednoduhost výpočtu, je v případech, kdy zájmové území má větší vertikální členitost a zejména z vyšších poloh nejsou k dispozici měřené údaje. V takových případech vztah odvozený regresní analýzou může být dosti odchýlný od skutečné vertikální změny srážkových úhrnů. Přesnost výpočtů podle uvedeného modelu pochopitelně závisí na přesnosti vymezení oblasti s určitým typem závislosti srážek na nadmořské výšce.



Obr. 8a, b schéma modelu pro přepočet úhrnů srážek na jiné období



Obr. 9 Závislost ročníka úhrnů srážek na nadmořské výšce v jednotlivých srážkových oblastech

5 ZÁVĚR

V předloženém příspěvku byl naznačen jeden z možných přístupů, který lze použít při rozvoji sféry klimatologických režimových informací, v konkrétním případě při poskytování údajů o srážkách a teplotách vzduchu, které představují největší objem zpracovávání posudků. Při vhodném využití výpočetní techniky a odpovídající organizaci datových souborů lze pomocí uvedených metod získat tyto údaje a informace:

1. dlouhodobé normály teplot a srážek pro libovolné sídlo či území daného kraje,
2. teplotní sumy a data nástupu, konce a trvání období s teplotou nad 0, 5, 10, 12 a 15 °C, a to buď jako normálové hodnoty, tak i za odlišně zvolené období,
3. klimatické zajištění měsíčních úhrnů srážek 20 a 80 %,
4. úhrny srážek a průměrné teploty vzduchu za libovolné období.

Je zřejmé, že v oblasti přípravy podkladů pro poskytování režimových klimatologických informací je třeba vykonat ještě značný kus práce, související především s plošnou interpretací bodových měření a s intenzivním využitím dostupné výpočetní techniky v práci klimatologa. Předložené modely lze v základním rozsahu provozovat i na osobních počítačích a mikropočítačích, takže jsou využitelné prakticky na všech pobočkách ČHMÚ.

LITERATURA

- [1] Böhlm, B.: Poznámky k normálním hodnotám srážkových úhrnů v českých krajích za období 1901-1950. Meteorol. Zpr., 13, 1960, s. 48-50.
- [2] Bratránek, A.: Oblasti relativně suché a mokré v povodí Labe, Odry a Moravy. Vodopis ČSR, řada VIII, seš. 7, Praha, SÚH, 1947.
- [3] Czudek, T. a kol.: Regionální členění reliéfu ČSR. Soubor map fyzicko-geografické regionalizace ČSR. Brno, Geografický ústav ČSAV, 1976.
- [4] Demek, J.: Obecná geomorfologie I. Brno, Přírodovědecká fakulta UJEP, 1982, 101 s. - Skriptum.
- [5] Havrlant, M.: Geografie Severomoravského kraje. Ostrava, Pedagogická fakulta, 1980, 276 s. - Skriptum.
- [6] Keers, J. F. - Wescott, B.: A computer based model for design rainfall in the United Kingdom. London, Meteorological office, 1977. Scientific paper, No 36, 14 s.
- [7] Klimatické a fenologické poměry Severomoravského kraje. Praha, ČHMÚ, 1978, nestr.
- [8] Křivský, L.: Poznámka k závislosti množství srážek na nadmořské výšce. Meteorol. Zpr., 8, 1955, s. 58.
- [9] Legates, D. R. - Willmott, C. J.: A comparative evaluation of principal components-based and information theory methods of precipitation regionalization. Archives for meteorology, geophysics and bioclimatology, Ser. B, 32, 1983, s. 381-394.
- [10] Litschmann, T.: Příspěvek k vymezení srážkových oblastí Jihomoravského kraje na základě vztahu srážkových úhrnů a nadmořské výšky. In: Sborník prací ČHMÚ, 30, Praha 1985.
- [11] Nosek, M.: Metody v klimatologii. Praha, Academia, 1972, 434 s.

- [12] Petrovič, Š.: Zmena zrážok s výškou na Slovensku. In: Práce a štúdie, SHMÚ, 9, Bratislava 1973, s. 23.
- [13] Picko, V. - Bartoníček, M.: Výsledok analýzy rozptylu jako indikace polohy se zřetelom k ovzdušným srážkám. Meteorol. Zpr., 10, 1957, s. 125-129.
- [14] Picko, V.: Závislost teploty ovzduší na nadmořské výšce. Meteorol. Zpr., 9, 1956, s. 42-48.
- [15] Picko, V.: Příspěvek k problému závislosti srážek na poloze místa a jeho nadmořské výšce. Meteorol. Zpr., 10, 1957, s. 99-108.
- [16] Podnebí ČSSR - tabulky. Praha, HMÚ, 1961, 379 s.
- [17] Podnebí Československé socialistické republiky. Souborná studie, Praha, HMÚ, 1969, 357 s.
- [18] Reinhartová, J.: Klimatické zajištění srážkových úhrnů na území České socialistické republiky. In: Sborník prací HMÚ, sv. 16, Praha 1970, s. 59-93.
- [19] Říkovský, F.: Vztah mezi atmosférickými srážkami a nadmořskou výškou na Moravě a ve Slezsku. In: Spisy vydávané přírodovědeckou fakultou Masarykovy univerzity, č. 78, Brno 1926, 15 s.
- [20] Statistický lexikon obcí ČSSR 1974. Praha, FSÚ, 1976, 862 s.
- [21] Turčan, J.: Výškový gradient zrážok v matematickom modelovaní procesu akumulácie snehu. Vodohosp. Čas., 1978, s. 259-267.
- [22] Willmott, C. J.: A component analytic approach to precipitation regionalization in California. Arch. Meteorol., Geoph., Biokl., Ser. B, 24, 1977, s. 269-281.