

MILOŠ NOSEK

SROVNÁNÍ PROMĚNLIVOSTI SRÁŽEK V BRNĚ A BRATISLAVĚ NA ZÁKLADĚ PEARSONOVY KŘIVKY A CHARAKTERISTIKA SUCHA V ROCE 1947

(Výňatek z práce, na niž byla udělena podpora Národní rady
badatelské.)

Důkladná znalost klimatických poměrů pro zemědělské, technické a jiné účely nabývá stále větší důležitosti. Z klimatických prvků největší význam má vedle teploty znalost srážkových poměrů. Je třeba znát povahu srážek nejen v rozlehlých oblastech, nýbrž také na jednotlivých místech.

K vyjádření srážkových charakteristik (a klimatických charakteristik vůbec) používá se v klimatologii různých metod. Všeobecně jsou známy tři druhy metod zpracování klimatických prvků. Jsou to charakteristiky jednoduché a elementární, lehce zpracovatelné a také nejrozšířenější a dále charakteristiky vyšší.¹ Tyto spadají svou povahou do statistické matematiky a jejich výpočty jsou daleko složitější a proto méně používané.

V klimatických zpracováních srážek jsou především uváděny aritmetické průměry dostatečně dlouhých řad měsíčních a ročních, na jejichž základě můžeme posouditi průměrné normální stavy srážek, jejich roční chod a zvláštnosti ročního chodu srážek. Ovšem přesnost „normálu“ závisí na délce pozorované řady, při níž musíme počítat s menší či větší odchylkou od skutečného normálu podle délky pozorovací řady. B. H r u d i č k a² zjistil, že pro Brno je třeba řady 150 pozorovacích let, abychom mohli počítat s 1% chybou ročního průměru.

Srážky i teploty a především srážky jsou jak v ročním úhrnu, tak

¹ V. Conrad, *Methods in Climatology*, Cambridge, Massachusetts 1946.

² B. H r u d i č k a, *Kapitoly z meteorologie*, Velké Meziříčí 1929.

v úhrnech měsíčních velmi proměnlivým elementem. Proto nám průměry ukazují vlastně hodnoty fiktivní. Pro posouzení charakteru srážkové řady používá se často hodnot, které doplňují obraz srážkových poměrů, na př. tabulek nejvyšších a nejnižších srážek měsíčních a ročních. Jiným doplňkem obrazu srážkových poměrů bývají tabulky frekvenční (četnosti určitého množství srážek v jednotlivých měsících i ročních úhrnů v daném období), případně průměrné odchylky od srážkového průměru, které jsou velmi důležité pro technické účely. Průměrné odchylky od průměru jsou však také jenom průměrnými hodnotami podkročení, či překročení průměru.

Roční průměrné odchylky od ročního průměru srážek v Brně jsou malé a svědčí o poměrně malé proměnlivosti ročních srážkových úhrnů v jednotlivých letech.¹ Takové poměry odpovídají podle F. Kolářka² oblastem s častou výměnou vzduchových hmot, což je ve střední Evropě umožněno její polohou a orografickými poměry.

Srážkové hodnoty podléhají tedy určitým proměnám, jimž říkáme proměny neperiodické. Nepřihlíží se tu ovšem k proměnám periodickým, cyklickým, jako je střídání ročních dob (v létě srážkové maximum, v zimě srážkové minimum). Změny neperiodické jsou považovány za jevy převážně náhodné co do následnosti a podléhající jen určité zákonitosti ve smyslu rozdělení pravděpodobnosti výskytu. B. Hrudíčka³ došel při studiu iterací, t. j. opakování odchylek stejného druhu prvku (kladné nebo záporné) v Brně v období 1851—1930 k těmto výsledkům:

Délka iterací měsíců	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12,
počet případů iterací	222	98	59	21	17	8	8	5	2	2	0	1.

Za 80 let byly 2 případy za sebou 9 měsíců, 2 případy 10 měsíců a 1 případ 12 měsíců odchylek stejného znamení. Matematicky předpokládaná posloupnost iterací neuchyluje se podstatně od této řady. Znamená to tedy, že makroklimatické zjevy jsou řízeny přirozenými podmínkami náhody.⁴ V takovém případě je možno řady srážkových úhrnů považovat za statistická čísla a použít k jejich zpracování statistické matematiky.

V klimatických statistických zpracováních bývá nejčastěji používána Gaussova křivka. Klimatickým a hydrologickým jevům vyhovuje dobře také Pearsonova křivka četnosti (III. typu). Je to křivka

¹ M. Nosek, *Normální srážky v Brně a rok 1947* (v tisku).

² F. Kolářek, *Počasi jako činitel geografický*, Brno 1939.

³ B. Hrudíčka, *Suché a vlhké periody v Brně*, Sborník československé společnosti zeměpisné, Praha 1935.

⁴ A. Gregor, *Zmodernisovaná klimatologie*.

jednostranně ohraničená, nesymetrická a její průběh odpovídá rozdělení četnosti zmíněných jevů.¹ Výrazem pro ni je rovnice

$$y = y_0 e^{-\frac{x}{d}} \left(1 + \frac{x}{a}\right)^{\frac{a}{d}}. \quad (1)$$

Jedním parametrem křivky je variační faktor Cv , druhým je míra asymetrie křivky četnosti Cs . Variační faktor je vlastně směrodatná, či standardní odchylka množiny M . Její výraz v matematické statistice je

$$\sigma_x^2 = \frac{\sum x^2 y}{N} - \frac{fx^2 y dx}{N} = M_2. \quad (2)$$

Směrodatná odchylka změřená průměrem proměnné je již zmíněný variační faktor Cv a rovná se

$$Cv = \frac{\sigma_x}{\bar{X}}, \quad (3)$$

což je dále

$$Cv = \frac{\sqrt{\frac{\sum (X - \bar{X})^2 y}{N}}}{\bar{X}}. \quad (4)$$

Zde N je celkový počet pozorovaných hodnot x ($x = X - \bar{X}$, X je jednotlivá hodnota řady, \bar{X} je průměrná hodnota řady (aritmetický průměr) a y je třídní četnost. Znak X můžeme vyjádřit relativní hodnotou $k = \frac{X}{\bar{X}}$; pak můžeme psát

$$Cv = \frac{\sigma_k}{\bar{k}} = \frac{\sqrt{\frac{\sum (k - \bar{k})^2 y}{N}}}{\bar{k}}. \quad (5)$$

Když $\bar{k} = 1$, bude

$$Cv = \sigma_k = \sqrt{\frac{\sum_i^n (k - 1)^2 y}{N}} = \sqrt{M_2}. \quad (6)$$

¹ O. Dub, *Vodnosť slovenských riek a ich hydrologická klasifikácia podľa matematickej štatistiky*, Bratislava 1947.



Variační faktor je tedy rovný druhé odmocnině druhého momentu plochy, omezené příslušnou křivkou četnosti. Mírou asymetrie je poměr dvou poloměrů asymetrie k variačnímu faktoru. Podle amerického statistika F o s t e r a je míra asymetrie

$$C_s = \frac{2d}{C_v} \cdot \quad (7)$$

Přímý výpočet míry asymetrie má význam jen tehdy, je-li počet členů řady značný. Jinak postačí předpoklad, že

$$C_s = 2C_v \cdot \quad (8)$$

V našem případě potřebujeme znát počet případů, ve kterých je libovolná hodnota znaku rovna, či vyšší jako x_1 ; to nám udává součtová čára rozdělení četností, čili křivka překročení četností. Výraz pro ni je

$$x_1 \int_{x_1}^{\infty} y dx = x_1 \int_{x_1}^{\infty} y_0^{-\frac{x}{d}} \left(1 + \frac{x}{a}\right)^{\frac{a}{d}} dx \quad (9)$$

a vyjádříme-li znak x v relativních hodnotách k

$$k = 0 \int^{k=\infty} y dk \quad (10)$$

a označíme-li počet všech uvažovaných případů úsečkou $p=100$, platí pro každou hodnotu

$$p_1^{0/0} = \int_{k_1}^{\infty} y_0^{-\frac{k}{d}} \left(1 + \frac{k}{a}\right)^{\frac{a}{d}} dk \cdot \quad (11)$$

Platí-li $C_v = d, \frac{a}{d} + 1$, pak $a, d = f(C_v, C_s)$, čili $p_1^{0/0} = f(k, C_v, C_s)$, nebo $k = f(p^{0/0}, C_v, C_s)$ a pro známý poměr $\frac{C_s}{C_v} : k = f(C_v, p^{0/0})$.

Hodnotu $p^{0/0}$ označujeme jako poměrnou četnost, anebo pravdě-

podobnost překročení. Pro usnadnění zjištění hodnot pravděpodobnosti, vzhledem k složitosti výpočtů sestrojil Foster pomocné tabulky, z nichž si můžeme odvodit grafikon a z něho přímo vyčísti pořadnice křivky pro známé C_v a C_s .

Také tu je ovšem nutno počítat s tím, že se jedná o hodnoty závislé na průměrech (X) a také zde bude platit, že chyba vypočtených hodnot bude tím menší, čím delší bude řada pozorovacích dat.

V našem případě zvolili jsme řadu 47 let (1901—1947), aby byla dobře porovnatelná se stejně dlouhou řadou ze stejného období pro Bratislavu, jak ji zpracoval O. D u b a.¹ Vypočtené hodnoty pravděpodobnosti překročení udávají nám na jedné straně osy (průměr) v procentech počet případů, jejichž množství je vždy překročeno, a na druhé straně procentuální počet případů, jejichž množství je vždy podkročeno. Znamená to tedy, že hodnoty pravděpodobnosti v procentech udávají nám případy od maximálních množství srážek k normálním a minimálním množství srážek. (Pravděpodobnost překročení nahrazuje tu vlastně dvě srážkové charakteristiky: tabulku četnosti určitého množství srážek a procenta normálu (=100 k)). Pak si můžeme sestavit následující tabulku (a případně zavést i symbolické označení):

Procento pravděpodobnosti překročení	Označení srážkového období
0—10	mimořádně nadnormální
11—20	velmi silně nadnormální
21—33	silně nadnormální
34—45	nadnormální
46—55	normální
56—67	podnormální
68—80	silně podnormální
81—90	velmi silně podnormální
91—100	mimořádně podnormální

Touto metodou jsme zpracovali pozorovací data 47-leté srážkové řady (1901—1947) meteorologické stanice Brno-Pisárky (16° 34' v. d., 49° 12' s. š., 207 m n. m.). Procenta pravděpodobnosti překročení srážek v Bratislavě jsou převzata z výpočtů O. D u b a.¹

Pro zjištění variačního faktoru C_v bylo použito základního vzorce

$$C_v = \sqrt{\frac{\sum_i^n (k-1)^2 y}{N}} \quad (6)$$

¹ Postup práce podrobněji popsán ve spisku O. D u b a, *Vodnost slovenských riek a ich hydrologická klasifikácia podľa matematickej štatistiky*, Bratislava 1947.

V tomto vzorci $k = \frac{H}{\bar{H}}$, při čemž H je měsíční nebo roční úhrn srážek, \bar{H} je průměrný roční nebo měsíční úhrn, y třídni četnost a N počet všech případů v uvažované řadě. Při známém Cv vypočítá se poloměr asymetrie $Cs = 2 Cv$. Pro zjištění procenta pravděpodobnosti použil se grafikon, který znázorňuje hodnoty pořadnic integrálních křivek Pearsona III. typu, sestrojeného podle již dříve zmíněné Fosterovy tabulky. Na grafikonu jsou na ose x naneseny hodnoty Cv , na ose y hodnoty k ; Cv a k jsou pořadnicemi křivek představujících procento pravděpodobnosti překročení. Podle pořadnic $p\%$ a k odvozených z grafikonu je konstrukce součtové křivky (pravděpodobnosti) pro jednotlivé měsíce, roční období a rok snadná. Při známých pořadnicích Cv a lehce vypočitatelných k je odvození $p\%$ pro příslušné hodnoty snadné přímo ze součtových křivek (pravděpodobnosti).

I. Tabulka zjištěných hodnot Cv , Cs a \bar{H} pro srážkovou řadu 1901—1947 v Brně-Pisárkách.

Období, měsíc:	Cv	Cs	\bar{H} v mm
Leden	0,47	0,94	27
Únor	0,59	1,18	23
Březen	0,66	1,32	28
Duben	0,50	1,00	37
Květen	0,56	1,12	54
Červen	0,46	0,92	71
Červenec	0,51	1,02	78
Srpen	0,51	1,02	61
Září	0,64	1,28	42
Říjen	0,65	1,30	46
Listopad	0,60	1,20	40
Prosinec	0,52	1,04	36
rok	0,17	0,34	548
teplé pololetí (duben—září)	0,20	0,40	347
chladné pololetí (říjen—březen)	0,25	0,50	202

Zjištěné variační faktory poskytují možnost posouzení srážkové řady dané stanice i srovnání stejně dlouhé řady ze stejného období stanice jiné.

II. Variační faktory pro Brno a Bratislavu (1901—1947).

	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	rok
Brno	0,47	0,59	0,66	0,50	0,56	0,46	0,51	0,51	0,64	0,65	0,60	0,52	0,17
Bratislava	0,50	0,57	0,63	0,55	0,63	0,44	0,54	0,54	0,72	0,72	0,60	0,55	0,18

Nízký variační faktor ročních úhrnů a tedy i malá míra asymetrie svědčí o celkem rovnoměrném rozdělení srážkových hodnot kolem průměru (tedy téměř symetrie). Zde můžeme poukázat též na průměrné odchylky od ročních průměrů srážek pro stanici Brno-Pisárky (tab. III).

III. Průměrné srážky měsíční a roční¹ a průměrné odchylky od průměru v mm a procentech pro stanici Brno-Pisárky v období 1876—1948² (p. o. = prům. odchylka).

	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	rok
Ø	27	24	29	39	59	74	75	65	42	46	37	35	552
p. o. ±	12,7	12,6	15,3	15,6	27,3	31,9	14,0	29,8	19,5	22,9	19,0	16,6	76,0
p. o. v %±	47,0	52,5	52,7	40,0	46,2	43,1	18,6	45,8	46,4	49,7	51,3	47,4	13,7

Nejnižší C_v má ze všech měsíců v Brně červen (0,46); svědčí o jeho nejvyrovnanějším charakteru souvisejícím s poměrnou pravidelností nástupu a síly t. zv. evropského monsunu. Nejvyšší hodnoty variačního faktoru mají měsíce březen, říjen a září (0,66, 0,65, 0,64). Míra asymetrie je velká a svědčí o málo rovnoměrném rozložení srážkových hodnot řady kolem průměru. Souvisí to s velkou proměnlivostí srážek a počasí vůbec v přechodných ročních dobách. Vysoké C_v v září souvisí s nepravidelnostmi ve změnách a intenzitě pevninského monsunu (babí léto). V říjnu projevuje se vysoká hodnota C_v v souvislosti se zvýšením srážek v oboru jižních vlivů, které v třicetiletém průměru pro Brno není patrné.

Také v Bratislavě má červen nejnižší variační faktor (0,44). Nejvyšší C_v mají září a říjen (0,72), březen a květen (0,63); jeho vysoké hodnoty svědčí o velké proměnlivosti srážek těchto měsíců. Také Š. Petrovič³ zjistil, že nejproměnlivější srážky v Bratislavě má květen a říjen. V některých rocích zvyšuje velká deštivost těchto měsíců celkový průměr srážek; v některých rocích bývají však tyto měsíce také velmi suché. Zvýšené množství srážek v květnu a říjnu souvisí s hojnějším průchodem jižních poruch, které přináší hojně srážek do celé Podunajské nížiny. Také variační faktor pro měsíc květen v Brně, který činí 0,56, poukazuje na projev těchto vlivů jako

¹ M. Nosek, *Normální srážky v Brně a rok 1947* (v tisku).

² Fr. Vitásek, *Srážky povodí Moravy a horní Odry (1901—1930)*, Brno 1945; *Třicetileté srážkové průměry povodí Moravy a horní Odry (1901—1930)*, Brno 1943.

³ Š. Petrovič, *Srážkové poměry Bratislavy*. Meteorologické zprávy, Praha 1947.

IV. Pravděpodobnost překročení ročních srážkových úhrnů v Brně
a Bratislavě v období 1901—1947.

Rok	Brno %	Bratislava %
1901	33,7	82,0
2	44,5	83,6
3	21,3	6,2
4	53,1	41,5
5	89,9	78,0
6	17,9	46,4
7	52,8	74,0
8	92,1	97,6
9	25,0	52,0
1910	0,8	16,8
11	91,2	62,9
12	24,2	22,5
13	71,3	63,3
14	52,1	79,0
15	20,1	16,8
16	18,2	22,2
17	72,3	97,3
18	40,4	40,0
19	21,3	20,0
1920	28,3	23,1
21	99,6	94,5
22	68,8	37,0
23	38,1	62,9
24	80,0	86,0
1925	5,6	4,0
26	67,0	24,6
27	60,1	84,0
28	76,7	75,6
29	71,0	86,1
1930	23,1	11,0
31	46,7	40,0
32	98,1	96,6
33	66,1	47,1
34	59,6	50,2
35	52,5	47,1
36	54,8	40,0
37	6,3	2,7
38	36,6	44,6
39	7,1	21,6
1940	64,7	52,0
41	6,4	23,9
42	67,0	91,0
43	89,0	41,0
44	17,5	1,5
45	65,9	63,3
46	58,5	41,6
47	99,2	86,5

v Bratislavě, avšak v daleko menší míře. V srážkovém průměru měsíce května není však zvýšené množství srážek výrazně patrné. Zato Bratislava má v třicetiletém průměru (1901—1930) v květnu podružné maximum a v září zvýšené množství srážek, v 75-letém průměru připadá hlavní maximum na *květen*, podružné na červenec a zvýšení srážek na říjen. Srovnáme-li variační faktory srážkové řady chladného pololetí ($C_v = 0,25$) a teplého pololetí ($C_v = 0,20$) pro stanici Brno-Pisárky (viz. tab. II), jeví se všeobecně srážky teplého pololetí daleko vyrovnanější, nežli v období chladném, které spíše podléhá výkyvům co do množství srážek.

V ročním chodu nejvyrovnanější srážky v Brně má červen a leden; největším výkyvům podléhá březen, říjen a září. Totéž platí i pro Bratislavu, kde přistupuje ještě velká proměnlivost srážek v květnu.

Celkem byly v Brně roky, které můžeme označit podle klasifikace, uvedené na str. 9, za velmi silně a mimořádně podnormální: 1905, 1908, 1911, 1921, 1932, 1943, 1947; v Bratislavě 1901, 1902, 1908, 1917, 1921, 1924, 1927, 1929, 1932, 1942, 1947. V Brně bylo v letech 1921—1947 pouze 7 let s mimořádně podnormálními srážkami, v Bratislavě 11. *Podtržené* roky byly souhlasně v Brně i Bratislavě podnormální.

Dále srovnáme takto zjištěné suché roky se suchými obdobími, jak je zjistil Č. V o r e l¹ na základě hydrologických rozborů podle průtoků pro různá povodí příslušných řek. Tak v povodí Moravy byla suchá období v letech 1901—1902, 1904—1905, 1907—1909, 1909—1910, 1911—1912, 1913, 1917—1918, 1921—1922, 1922, 1923, 1924—1925, 1927—1928, 1928—1929, 1929—1930, 1932—1935, 1935—1936. Z toho nejsušší období byla VI. 1921—II. 1922, VII. 1911—I. 1912, II. 1932—II. 1935. Poslední období bylo nejdelší, trvalo 37 měsíců. Podle pravděpodobnosti překročení srážek (tab. IV) byl na srážky mimořádně podnormálním v Brně i Bratislavě rok 1932, roky 1933—1935 měly celkem srážky normální. To by vedlo k domněnce, že po mimořádně suchých rocích mají vodní toky dlouho průtoky malé i za normálních srážek. Nutno však míti na zřeteli, že povodí řeky Moravy není hydrologicky jednotné (patří po stránce geologické dvěma soustavám, karpatské a sudetské a sbírá své vody v oblastech srážkově značně rozdílných). K řešení takového problému bylo by třeba zpracování velkého počtu stanic v celém povodí Moravy. Pravděpodobně nejvhodnější k poznání vztahů mezi atmosferickými srážkami a průtoky na řekách by bylo použití Pearsonovy křivky III. typu.

¹ Č. V o r e l, *Sucha na území ČSR v posledních desetiletích*. Zvláštní otisk z čas. Zprávy veřejné služby technické, Praha 1937.

K posouzení příčin malého množství srážek a jejich shody či neshody co do současnosti v Brně i v Bratislavě, jak vyplývají z tabulky č. IV, je nutno přihlídnouti k makroklimatickému dění i k srážkovým jevům více méně lokální povahy (bouřky s lijáky, orografické vlivy atd.).

Srovnáme-li také procenta pravděpodobnosti překročení měsíčních srážek v roce 1947 v Brně a Bratislavě (tab. V), zjišťujeme rozdíly i ve všeobecně suchém vegetačním období.

V. Pravděpodobnost překročení měsíčních srážek v % v roce 1947 v Brně a Bratislavě.

	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	rok
Brno	81,2	1,8	57,6	92,8	90,1	89,5	84,9	90,2	99,0	97,8	31,7	17,1	99,2
Bratislava	62,5	7,3	51,0	94,2	89,5	87,6	50,5	99,6	93,0	94,0	7,8	2,5	86,5

Tak červenec byl v Bratislavě na srážky normální, zatím co v Brně patřil mezi měsíce se srážkami velmi silně podnormálními. Daleko patrnější rozdíly byly však v zimních měsících, v listopadu, prosinci a lednu. Tyto měsíce byly v Bratislavě mimořádně nadnormální a proto také rok 1947 nepatřil v ročním úhrnu k nejsušším rokům dlouhodobé řady.

Shrneme-li dosavadní výsledky, docházíme k závěru, že variační faktory mohou být spolehlivým oceněním srážkových průměrů. Srovnání jejich hodnot na stanici jedné s hodnotami na stanici druhé, nebo celé řady stanic je o to snazší, že se jedná o hodnoty poměrné. Pomocí variačních faktorů jsme zjistili, že v Brně i Bratislavě má červen nejvyrovnanější srážky ze všech měsíců, což souvisí s pravidelností t. zv. evropského monsunu a s velkou účastí mořských vzduchových hmot. I v červnu 1947 dostavilo se ochlazení, tak typické pro náraz monsunu v červnu¹ (do 5. VI. byly v Brně-Pisárkách prům. denní teploty nad 20° C, od 5. VI.—12. VI. pohybovaly se mezi 10°—16° C a bylo přeháňkové počasí). Poukázali jsme na vysoké hodnoty variačních faktorů měsíce března v Brně a Bratislavě jako projevu nepravidelnosti přechodů od zimy k jaru. Velká proměnlivost srážek v květnu v Bratislavě a v říjnu v Brně i Bratislavě závisí na větší či menší účasti jižních vlivů. Poukázali jsme, že i v Brně se projevuje vliv jižních poruch v květnu, avšak v daleko menší míře. Zimní období

¹ M. Konček, *Poruchy v ročním chodu meteorologických činitelů během letního pololetí v Evropě*, Praha 1927.

má v Brně srážky proměnlivější se sklonem spíše k vlhkým zimám, letní období má srážky rozděleny rovnoměrněji kolem průměru. Letní srážky rozhodují o ročních srážkových úhrnech.

Šetření synoptické situace v roce 1947 ukázalo nám také některé příčiny odchylek na obou stanicích i příčiny suchého rázu roku 1947. Jednou ze základních příčin byly neobvyklé tlakové poměry, co do rozložení tlakových útvarů i co do doby trvání, především ve vegetačním období. Tak v první a poslední třetině měsíce tlaková níže nad Skandinavií způsobila rychlý postup cyklon a proto slabé a krátké uplatnění srážek na frontách. Ve druhé třetině měsíce vysoký tlak od Azor zaplavil střední Evropu, kde se vytvořila mohutná výše nad Alpami. Střední Evropa stála pod přímými vlivy jasného anticyklonálního počasí. V květnu tlaková výše nad kontinentem, v měsíčním průměru nad severní a střední Evropou s jádrem nad Skandinavií, bránila pronikání cyklonálních poruch do střední Evropy a zprostředkovala přívod kontinentálních vzduchových hmot. V měsíci červnu k severovýchodu vysunutá oblast azorské výše oslabila a zabránila rozvinutí srážek monsunového charakteru, typických pro tento měsíc. Bezprostřední výskyt tlakové výše nad střední Evropou vyvolal v ní charakteristické jasné počasí. Také v červenci vysunutý výběžek azorské anticyklony ovlivnil počasí v Evropě; vedle přímých vlivů anticyklonálních způsoboval zatlačování cyklonálních poruch na sever podél svého západního anticyklonálního okraje. Vysoký tlak nad severozápadní Evropou ve výběžku azorské výše zabraňoval v srpnu pronikání oceánského vzduchu a cyklon do střední Evropy. V září stála střední Evropa pod přímými vlivy azorského výběžku vysokého tlaku, který se spojil hřebenem s výší nad Ruskem. Níže vznikající ve Středomoří byly příliš slabé, aby mohly trvale rozrazit hřeben vysokého tlaku posilovaný permanentními výšemi nad stredoevropskými pohořími. Tato situace setrvala také v říjnu a byla vystřídána deštivým oceánským počasím.

Již dříve jsme se zmínili o významu účasti určitých vzduchových hmot na ráz počasí. Poměru účasti kontinentálních a mořských vzduchových hmot odpovídá charakter počasí. D i n i e s¹ navrhl pro zjištění stupně kontinentality podnebí tak zvaný podíl kontinentality

$$k = \frac{C}{M},$$
 kde C značí počet dní se vzduchovými hmotami kontinentálními, M počet dní se vzduchovými hmotami mořskými.

Měsíce teplého pololetí roku 1947 mají podíl kontinentality podle tab. VI.

¹ E. D i n i e s, *Luftkörperklimatologie*, Hamburg 1932.

VI. Podíl kontinentality měsíců teplého pololetí v r. 1947.

	IV.	V.	VI.	VII.	VIII.	IX.
<i>k</i>	0,25	2,87	0,76	0,93	1,38	1,00

Květen a srpen byly měsíce výrazně kontinentální. Duben byl dokonce měsícem s převážnou účastí mořských vzduchových hmot. Tak můžeme konstatovat, že srážková množství daného místa nejsou tak přímo závislá na typu vzduchové hmoty. Značnou roli tu hraje směr postupu cyklon a jejich rychlost, účast teplé, studené, či okludované fronty a v jakém tlakovém útvaru vzduchová hmota přichází (podrobná klasifikace front neexistuje). Názorně ukazuje tento případ dubnová situace. Podíl kontinentality $k = 0,25$ svědčí o maritimitě měsíce, avšak značný počet anticyklonálních situací v dubnu v převážně teplém mořském vzduchu byl příčinou snížení kondensace, která sejevila ve snížení oblačnosti (duben 1947 Brno 3,9; 5,3).¹ Cyklony probíhaly příliš rychle, jejich středy s největším tlakovým spádem a nejsilnější kondensací postupovaly severní Evropou. Nadto konfigurace terénu severních pohraničních hor způsobila, že okraje front byly jimi zachycovány a vydaly tam většinu vlhkosti. Obzvláště v květnu a červenci přicházely k nám cyklony již okludovány, většinou rázu studené fronty; jejich bouřkový konvekční charakter byl od místa k místu závislý podobně jako u studených front na vlhkostních poměrech (na př. 8. VII. 1947).

Jakou roli hraje postup cyklon, ukazují jižní poruchy, které v zimních měsících ovlivnily východní část republiky značným zvýšením atmosférických srážek. Jejich účast v letních měsících byla však malá. Podotkli jsme již dříve, že maxima srážek v květnu a říjnu jsou v souvislosti s jižními poruchami. V roce 1947 patřil však květen a říjen k nejsušším měsícům. Právně můžeme tedy přičítat suchost těchto měsíců neúčasti jižních poruch. Také A. G r e g o r² zjišťuje, že nedostatek srážek v suchých obdobích spočívá v malé účinnosti, či malé častosti jižních poruch. Vydatnost těchto srážek závisí především na terénu, na návětrné straně (v našem případě Malé Karpaty) se srážky zesilují a prodlužují, na závětrné se zkracují a zeslabují. Většina míst orientovaných k jihu měla zvýšené množství srážek. Pěkným příkladem toho je právě listopad a prosinec roku 1947. Synoptické mapy

¹ J. K r e j č í, *Oblačnost v zemi Moravskoslezské*. Práce Moravské přírodovědecké společnosti, Brno 1938.

² A. G r e g o r, *Zmodernisovaná klimatologie*. Zvláštní otisk.

měsíců teplého pololetí ukazují jednoznačnou situaci: vysoké teploty v pevninském anticyklonálním systému nemohly dát potřebný rozdíl teplot pro vznik rozsáhlých jižních poruch; došlo-li občas k jejich vzniku za přísunu chladného vzduchu do střední a jižní Evropy, byly tyto poruchy vždy zatlačovány k severovýchodu podél jižního okraje anticyklony od svého přímého severojižního směru. Nejpriznivěji byla situace pro jižní poruchy vyvinuta v listopadu a prosinci. Tehdy procházelo frontální rozmezí přibližně střední Evropou a proto se ve zvýšeném měřítku uplatnily přímé vlivy kondenzačních pochodů na frontách.

Celkově můžeme přičítat rozdíly srážek v Brně a Bratislavě v roce 1947 rozdílnému vlivu jižních poruch a orografickému ovlivnění srážek Alpami a Malými Karpaty. Tak můžeme alespoň předběžně charakterisovat některé rozdíly srážek zjištěné na základě použití Pearsonovy křivky III. typu.

РЕЗЮМЕ

Автор этой статьи пользовался для характеристики серии наблюдений над осадками кривой Пирсона третьего типа. Вычисления при этом методе хотя и довольно сложны, они дают более полную картину условий осадков, чем например таблицы частоты или отклонения от средних величин и тем самым дают возможность лучше сравнить средние величины осадков на нескольких станциях. Повидимому, кривой Пирсона третьего типа можно пользоваться при решении взаимоотношений между атмосферными осадками

и водоносностью рек. Основное уравнение кривой следующее: $y = y_0 e^{-\frac{x}{a} \left(1 + \frac{x}{a}\right)^{\frac{a}{d}}}$

Параметрами кривой являются вариационный фактор $Cv = \left(\frac{x}{X}\right)$

и мера асимметрии Cs (при предложении, что $Cs = 2Cv$). Выражение для

итоговой линии распределения частоты служит $\int_{x_1}^{\infty} y dx = \int_{x_1}^{\infty} y_0 -\frac{x}{a} \left(1 + \frac{x}{a}\right)^{\frac{a}{d}} dx$

Необходимо также определить положение итоговой линии распределения частоты, из чего мы можем вывести числовое значение средней частоты $p\%$ т. е. числовые значения вероятности превышения. Эти числовые значения показывают распределение числовых значений осадков от крайнего наднормального значения к нормальному и крайне поднормальному. Числовые значения вероятности превышения заменяют, собственно говоря, таблицу частоты определенного количества осадков и проценты нормали.

Этим методом были разработаны наблюдения осадков за период 1901–1947 гг. для станции Брно-Писарки и было сделано сравнение с разработанными таким же способом наблюдениями над осадками в Bratislave. Эта

работа показала, что вариационные факторы являются достоверной оценкой средних величин осадков. Мы установили, что в городах Брно и Братиславе июнь отличается самыми постоянными осадками, что находится в связи с регулярностью так называемого европейского муссона. Наоборот в марте бывают в Брно и Братиславе осадки очень изменчивы (неправильности перехода от зимы к весне). Большая изменчивость осадков мая в Братиславе и сентября в Брно и Братиславе зависит от большего или меньшего участия южных (средиземноморских) влияний. В меньшей степени проявляется это влияние в мае в Брно. В холодном полугодии в Брно осадки более изменчивы, чем в теплом полугодии, в котором осадки распределены более равномерно около средней величины. При сравнении процентов вероятности превышения средних осадков отдельных месяцев в 1947 г., в котором вегетационный период был в большей части Чехословакии сухой, обнаружилось, что июль в Братиславе по осадкам был нормальным, но в Брно это был месяц с осадками сильно поднормальным. Более заметна была разница в ноябре, декабре и январе. Эти месяцы были в Братиславе необыкновенно сверхнормальные осадки, поэтому 1947 г. не принадлежал в годовом итоге к самым сухим годам долгой серии наблюдений. Причину этой разницы в 1947 г. надо искать в синоптическом положении, прежде всего в большом влиянии средиземноморских циклонов в области Братиславы и в орографическом влиянии на осадки наветренных склонов Альп и Малых Карпат при сравнении с областью Брно.

ZUSAMMENFASSUNG

Der Autor dieser Arbeit hat zur Beurteilung des Charakters der Niederschlagsreihen die Pearsonsche Kurve III. Typus' benutzt. Bei dieser Methode sind die Berechnungen zwar ziemlich kompliziert, jedoch die somit erzielten Werte bieten ein wesentlich besseres Bild der Niederschlagsverhältnisse als z. B. Häufigkeitstabellen oder Abweichungen von den Normalwerten, und ermöglichen einen besseren Vergleich der Niederschlagsverhältnisse mehrerer Stationen. Es ist wahrscheinlich, dass die Pearsonsche Kurve III. Typus' mit Erfolg zur Ermittlung der Beziehungen zwischen den atmosphärischen Niederschlägen und den Durchflüssen der Ströme benutzt werden kann. Die Grund-

gleichung der Kurve lautet $y = y_0 e^{-\frac{x}{d}} \left(1 + \frac{x}{a}\right)^{\frac{a}{d}}$. Als Parameter der Kurve

erscheinen der Variationsfaktor $C_v = \left(\frac{x}{x}\right)$ und das Assymetriemass C_s (es genügt die Voraussetzung, dass $C_s = 2 C_v$). Der Ausdruck für die summare

Linie der Häufigkeitsverteilungen ist $\int_{x_1}^{\infty} y dx = \int_{x_1}^{\infty} y_0 e^{-\frac{x}{d}} \left(1 + \frac{x}{a}\right)^{\frac{a}{d}} dx$. Weiter

ist die Ermittlung des Verlaufs der summaren Linie der Häufigkeitsverteilungen notwendig, woraus Werte der relativen Häufigkeit p% oder Wahrscheinlichkeitswerte der Ueberschreitung abgeleitet werden können. Diese Werte veranschaulichen die Verteilung der Niederschlagswerte vom extremen Ueber-

normal zum Normalwert und zum extremen Unternormal. Die Wahrscheinlichkeitswerte der Ueberschreitung ersetzen eigentlich die Häufigkeitstabelle einer bestimmten Niederschlagsmenge und der Prozente des Normalwertes.

Mit Hilfe dieser Methode wurde die Niederschlagsreihe 1901—1947 für Brno-Pisárky bearbeitet und mit einer gleichartig bearbeiteten Reihe für Bratislava verglichen. Die Arbeit ergab, dass die Variationsfaktoren eine zuverlässige Schätzung der Niederschlagsmittel darstellen. So ist festgestellt worden, dass sowohl in Brno, als auch in Bratislava im Juni die am meisten ausgeglichenen Niederschläge aller Monate auftreten, was mit der Regelmässigkeit des sog. europäischen Monsuns zusammenhängt. Dagegen sind im März die Niederschläge sowohl in Brunn als auch in Bratislava sehr veränderlich (Unregelmässigkeiten der Uebergänge vom Winter zum Frühling). Eine grosse Veränderlichkeit der Mai-Niederschläge in Bratislava und der Oktober-Niederschläge in Brno und in Bratislava hängt von einem stärker oder schwächer ausgeprägten Anteil der südlichen (mediterranen) Einwirkungen ab; in geringerem Ausmass kommt dieser Einfluss im Mai auch in Brno zur Geltung. Das kalte Halbjahr hat in Brno veränderlichere Niederschläge als das warme Halbjahr, dessen Niederschläge sich regelmässiger um den Mittelwert häufen. Beim Vergleich der Wahrscheinlichkeitsprozente einer Ueberschreitung der Monatsniederschläge in Brno und Bratislava im Jahre 1947 wurden Unterschiede auch in der allgemein trockenen Vegetationsperiode festgestellt. So war z. B. der Juli in Bratislava in Bezug auf die Niederschläge normal, dagegen gehörte er in Brno zu den Monaten mit sehr stark unternormalen Niederschlagswerten. Weit aus offensichtlichere Gegensätze ergaben sich im November, Dezember und Januar. Diese Monate waren in Bratislava durch äusserst übernormale Niederschläge gekennzeichnet und deshalb zählte auch das Jahr 1947 mit seiner Jahressumme nicht zu den trockensten Jahren der langjährigen Reihe. Die Ursachen dieser Unterschiede im Jahre 1947 müssen auf Grund der synoptischen Wetterlage vor allem der verschiedenen Einwirkung der Mittelmeerstörungen und der orographischen Beeinflussung der Niederschläge durch die Alpen und Kleinen Karpaten zugeschrieben werden.