

MIROSLAV VYSOUDIL

PŘÍSPĚVEK KE STUDIU ZÁVISLOSTI ATMOSFÉRICKÝCH SRÁŽEK NA CIRKULAČNÍCH POMĚRECH NA ÚZEMÍ SEVERNÍ MORAVY

M. Vysoudil: *A Contribution to the Study of Dependence of Rainfall on Circulatory Conditions in Northern Moravia.* — Sborník ČSGS, 95, 3, p. 178–185 (1990). — The paper discusses the problem of the relationship between the frequency of synoptic situations according to P. Hess and H. Brezowsky and the level of rainfall rate on the territory of northern Moravia in individual months, seasons of the year and the period under observation. It has shown that some situations affect the rainfall rate in a direct proportion (e. g. zonal circulation types), others in an inverted proportion (e. g. meridional circulation types).

1. Úvod

Výsledky výzkumů dnes zcela přesvědčivě dokazují, že existují zákonitosti mezi kolísáním atmosférické cirkulace a jejím odrazem v režimu všech prvků hydrologické bilance. Z nich za nejdůležitější můžeme považovat atmosférické srážky, neboť jejich časoprostorové rozložení ovlivňuje průtok řek, odtokový koeficient, specifický odtok aj. V příspěvku se zabývám jen závislostí změn cirkulačních poměrů na úhrn srážek. Tyto vazby byly prokázány řadou našich autorů v měřítku střední Evropy i ČSSR: J. Brádka (1), R. Brázdil — J. Štekl (2), V. Brůžek (3, 4). Na to, že se vzpomínaná závislost projevuje i v regionálním měřítku, jsem poukázal ve svých pracích (8 a 9). Nejzávažnější výsledky studia jsem shrnul do předloženého příspěvku.

2. Zvolené metody zpracování a použitý materiál

2.1. Vymezení a charakteristika studované oblasti

Ke studiu výše uvedených závislostí jsem zvolil území severní Moravy o ploše 11 318 km², které reprezentuje celý Severomoravský kraj, rozšířený asi o 250 km² na jihu. Důvodem byla skutečnost, že pro výpočet řad prostorových srážkových úhrnů bylo použito stanic Bystřice pod Hostýnem a Rajnochovice. Tyto stanice se nacházejí v severní části Jiho-moravského kraje.

Pro analýzu vazeb cirkulace a atmosférických srážek je nutná znalost tvářnosti georeliéfu. Výškové poměry, členitost, směry pohoří a lokalizace sníženin totiž ovlivňují mezocirkulační poměry a tím i srážkovou expozici.

Za rozhodující z klimatografického hlediska vzhledem k řešenému problému považuji na severní Moravě typické krajinné jednotky. V z. a sz. části jsou to pahorkatiny, vrchoviny a hornatiny České vysočiny, na S Opavská pahorkatina, ve střední části pás plochého georeliéfu, představujícího výraznou osu střední Moravy směru SV—JZ, který je zastoupen Vněkarpatskými sníženinami. Ve v. a jv. části jsou to okrajová pohoří Západních Karpat s typickou horskou hradbou.

2.2. Charakter zpracovávaného materiálu

Analyzovaný materiál představovala data dvojího druhu. Cirkulační charakteristiky představovaly řady četností jednotlivých synoptických situací podle typizace P. Hesse — H. Brezowského (5, 6). Kalendář situací pro období 1881—1980 byl k dispozici v archívu ČHMÚ v Praze. I když je typizace zpracována pro potřeby hydrometeorologické praxe zemí západní Evropy, ukázalo se její použití pro poměrně malé území severní Moravy možné. Uvedená zahraniční typizace se ukázala vzhledem k délce zpracovávaného období jako nejvhodnější.

Srážkoměrná data byla reprezentována tzv. severomoravskou srážkovou řadou. Jedná se o řady prostorových srážkových úhrnů. Jejich hodnoty spolu se základními statistickými charakteristikami jsou uvedeny v práci (11).

2.3. Použité metody analýzy

Rozbor předpokládaných závislostí vycházel sice z grafických metod (křivky 11letých zhlazených průměrů, integrální křivky odchylek od aritmetického průměru, trendové křivky 1. až 3. stupně), ale v příspěvku vycházím z výsledků numericko-statistického rozboru.

Metoda spočívala ve výpočtech hodnot korelačních koeficientů mezi řadami četností výskytu jednotlivých situací a odpovídajícími řadami prostorových srážkových úhrnů. Vypočtené hodnoty korelačních koeficientů $r_{s,R}$ (s — situace, R — srážkový úhrn) byly porovnány s kritickými hodnotami korelačních koeficientů $r_{s,R,krit.}$ na hladině významnosti $p = 0,05$ pro $(n-2)$ stupňů volnosti. Podle charakteru závislosti byly zjištěné statisticky významné hodnoty korelačních koeficientů rozděleny na kladné (přímá závislost) a záporné (nepřímá závislost). Kromě takto stanovené závislosti jsem výsledky porovnal s charakterem příslušné situace podle katalogu P. Hesse — H. Brezowského (5, 6) s důrazem na průběh počasí a jeho odrazem na srážkovou činnost.

Při formulování závěrů jsem využil údajů o měsících s předpokládanou největší (nejmenší) četností výskytu jednotlivých situací podle (5). Tyto údaje, vlastně teoretický předpoklad, jsem porovnal s výsledky vlastní četností analýzy.

3. Výsledky analýzy

Ze všech analyzovaných typů synoptických situací jich 13 vykázalo alespoň v jednom případě statisticky významnou kladnou korelaci (přímou závislost) s příslušnou srážkovou řadou. Všechny níže uvedené hodnoty korelačních koeficientů jsou však všeobecně poměrně nízké. Lze říci, že se jedná o nízký stupeň těsnosti vztahu u hodnot $r_{s,R}$ 0,30 až mírný stupeň těsnosti vztahu u hodnot zbývajících (viz např. M. Nosek, 7). I přesto je na uvedené závislosti třeba pohlížet jako na statisticky významné a tedy prokázané, což je dáno mj. větším rozsahem souboru.

V dalším textu uvádím jen ty situace, u kterých byla zjištěna alespoň jedna statisticky významná korelace. U jednotlivých typů je uveden výskyt srážek, jak jej uvádějí P. Hess — H. Brezowsky (5).

Pro skupinu situací s přímou závislostí (kladnou hodnotou korelačního koeficientu) je typické, že jsou doprovázeny výskytem převážně nižšího tlaku vzduchu. Jejich mechanismus umožňuje pronikání převážně vlhkého mořského vzduchu z polárních a tropických šířek do západní i střední Evropy. Z hlediska tzv. velkopočasových typů se jedná hlavně o západní a severozápadní typy, popřípadě tlakové níže nad střední Evropou.

Situace Wz (západní cyklonální)

únor (0,327), listopad (0,243), prosinec (0,302), zima (0,210), léto (0,245)

Tato situace se vyznačuje delší srážkovou činností a ovlivňuje významně úroveň srážek ve výše uvedených obdobích.

Situace Ws (západní s jižní drahou cyklón)

únor (0,329), prosinec (0,243), zima (0,264), podzim (0,233), chladný půlrok (0,256), rok (0,336)

I pro tuto situaci je typická výrazná srážková činnost, která se projevuje hlavně v chladném půlroce.

Situace TB (tlaková níže nad britskými ostrovy)

červenec (0,253), chladný půlrok (0,213), rok (0,222)

Zejména korelace v červenci je závažná pro hodnocení studovaných vztahů, neboť situace přináší srážky hlavně v letním období.

Situace HFz (tlaková výše nad Fennoskandií, cyklonální)

listopad (0,207), léto (0,219)

Protože srážková činnost při této situaci je průvodním jevem, jsou zjištěné korelace pro hodnocení vlivu situace na srážkové poměry důležité.

Situace HNFa (tlaková výše nad Severním mořem a Fennoskandií, anticyklonální)

červenec (0,224), léto (0,264), teplý půlrok (0,302)

Situace může na severu Evropy ovlivňovat srážkové poměry a zejména v letním období zasahuje zřejmě její vliv částečně na severní Moravu.

Situace NEz (severovýchodní cyklonální)

srpen (0,310), září (2,230)

Ovlivnění srážkových poměrů v uvedených měsících vcelku odpovídá charakteru situace, i když teoreticky by měl být její vliv především v chladném půlroce.

Situace Na (severní anticyklonální)

únor (0,266), březen (0,227), srpen (0,215), zima (0,212), chladný půlrok (0,283), rok (0,198)

Významným projevem situace jsou četné srážky, zejména ve východních oblastech. Na severní Moravě byl vliv statisticky významný především v chladném půlroce.

Situace HNz (tlaková výše nad Severním mořem a Islandem, cyklonální) březen (0,247)

Ovlivnění srážkové činnosti touto meridionální situací je v souladu se závěry práce (5).

Situace NWz (severozápadní cyklonální)

leden (0,211), únor (0,263), březen (0,230), duben (0,237), říjen (0,227), jaro (0,246), teplý půlrok (0,238), rok (0,221)

Situace ovlivňuje srážkovou činnost pravidelně, na severní Moravě s výjimkou letních měsíců téměř ve všech korelovaných obdobích.

Situace NwA (severozápadní anticyklonální)

leden (0,199)

Zjištěnou vazbu je třeba považovat za určitý odklon od výsledků, uvedených v práci (5), neboť srážková činnost v tomto případě není vázaná na vyšší výskyt situace.

Situace TrM (brázda nízkého tlaku nad střední Evropou)

březen (0,349), listopad (0,319)

Významné srážky při této situaci jsou typické zejména pro západní Evropu, ale její vliv je patrný i na severní Moravě.

Situace TM (tlaková níže nad střední Evropou)

březen (0,349), červen (0,352), září (0,237), listopad (0,426), podzim (0,348), chladný půlrok (0,312), teplý půlrok (0,219), rok (0,237)

Typickým projevem situace jsou opakované vyšší úhrny srážek, což se odrazilo v řadě poměrně vyšších hodnot korelačních koeficientů, včetně vazby na roční srážkové úhrny.

V případě 10 synoptických situací byly některé vypočtené statisticky významné hodnoty korelačních koeficientů záporné. Zjištěnou závislost lze interpretovat jako nepřímou a výsledky je třeba chápat v tom smyslu, že zvýšená četnost výskytu situace se projevuje zmenšením srážkových úhrnů v uvedeném období. S výjimkou situace TrW (brázda nízkého tlaku nad západní Evropou) jsou výsledky v souladu s předpokladem podle práce (5). Proto v dalším textu uvádím jen hodnoty statisticky významných korelačních koeficientů.

Nepřímá závislost (záporná hodnota korelačního koeficientu) je typická pro situace, které se nad evropským kontinentem, resp. ve střední Evropě projevují vysokým tlakem (v tomto případě z 80 %). Advehují velmi často suché kontinentální vzduchové hmoty tropických a polárních šířek. Pro tyto situace je charakteristické meridionální a smí-

šené proudění, a to převážně od J a JV. Jsou to též situace, projevující se existencí vysokého tlaku vzduchu nad evropským kontinentem nebo nad střední Evropou.

Situace Wa (západní anticyklonální)

květen (−0,243), léto (−0,252), teplý půlrok (−0,273), rok (−0,265)

Situace BM (přemostění nad střední Evropou)

březen (−0,206), září (−0,256), teplý půlrok (−0,266), rok (−0,251)

Situace HM (tlaková výše nad střední Evropou)

leden (−0,263), únor (−0,257), květen (−0,213), červen (−0,320), červenec (−0,263), srpen (−0,226), září (−0,215), říjen (−0,304), listopad (−0,344), prosinec (−0,324), zima (−0,302), jaro (−0,206), podzim (−0,267), chladný půlrok (−0,380), teplý půlrok (−0,261), rok (−0,251)

Situace SWa (jihozápadní anticyklonální)

březen (−0,270), listopad (−0,213), prosinec (−0,325), zima (−0,282), chladný půlrok (−0,280)

Situace Sc (jižní cyklonální)

podzim (−0,255)

Situace TrW (brázda nízkého tlaku nad západní Evropou)

podzim (−0,200)

Situace SEz (jihovýchodní cyklonální)

březen (−0,315)

Situace SEa (jihovýchodní anticyklonální)

únor (−0,260), listopad (−0,199), jaro (−0,206), chladný půlrok (−0,207)

Situace HFa (tlaková výše nad Fennoskandií, anticyklonální)

únor (−0,260), březen (−0,243), červenec (−0,244), listopad (−0,247), jaro (−0,204), rok (−0,202)

Situace HNa (tlaková výše nad Severním mořem a Islandem, anticyklonální)

prosinec (−0,240), zima (−0,250)

Pro celkové posouzení významu výše uvedených výsledků jsem považoval za důležité zjištění případné shody korelací ve výskytu synoptických situací a v chodu srážek v průběhu roku. Tak byla prokázána statisticky významná korelace mezi výskytem synoptických situací Ws, SWz a HFz v měsících srpnu a říjnu. Stejná korelační závislost v průběhu roku byla zjištěna i v případě srpnových a říjnových prostorových srážkových úhrnů. Protože se jedná o situace, jejichž projev je na našem území bohatá srážková činnost, jejich vliv na úhrny srážek na severní Moravě je třeba považovat za významný. Dá se předpokládat, že se podí-

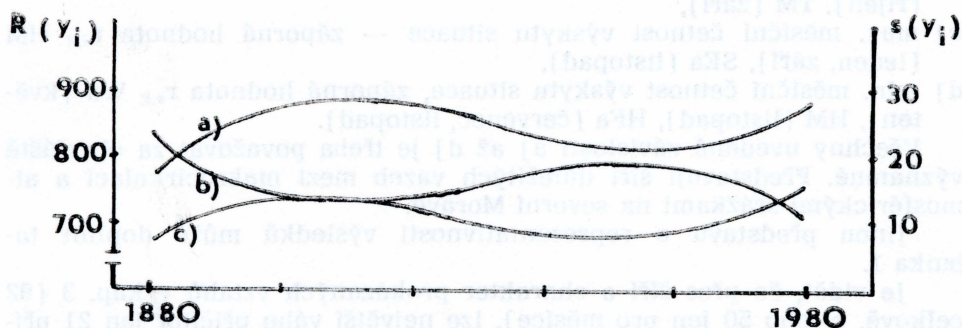
lejší na dlouhodobém kolísání atmosférických srážek, což je důležité pro další možné studium.

Statisticky významná, ale nepřímá závislost byla v průběhu roku zjištěna mezi srážkovými řadami měsíců května a října. Je zajímavé, že stejný vztah nebyl potvrzen ani u jedné synoptické situace.

V úvodu příspěvku se zmiňují o možnosti využití grafických metod při analýze studovaných vazeb. Použití tohoto způsobu řešení ukáží na příkladu průběhu trendových křivek 3. stupně.

V případě řady ročních prostorových úhrnů srážek na severní Moravě v období 1881—1980 byly z trendové křivky 3. stupně určeny dvě vzešupné fáze 1881—1908 a 1965—1980 a jedna sestupná 1917—1950 (8).

Nejvíce podobný a nejvýraznější byl obdobný průběh trendů jen u situace Nz (obr. 1). U situací Wz, Sa, NWa a BM byl poměrně nevýrazný. I přesto lze vyslovit domněnku o vztahu četnosti výskytu uvedených situací a výši srážkových úhrnů. Je ale třeba dodat, že délky jednotlivých fází trendových křivek se vždy neshodují.



Obr. 1 — Průběh trendových křivek 3. stupně v období 1881—1980: a) ročních prostorových srážkových úhrnů na severní Moravě, b) situace NWc a c) situace Nc ($R(y_i)$ — srážkový trend, $s(y_i)$ — trend situace).

Na druhé straně v podstatě asynchronní průběh trendové křivky 3. stupně byl zjištěn u situací NWz, TrM, HB, HM a SWa. S výjimkou situace NWz (obr. 1) se opět jedná o nevýrazné trendy. Přitom právě v případě situace NWz bychom měli očekávat trend opačný vzhledem k tomu, že pro situaci je typická výrazná srážková činnost. Z uvedených skutečností vyplývá, že ani porovnáním průběhu trendových křivek nelze vyslovit jednoznačné závěry o vazbách srážek na jednotlivé synoptické situace.

K ještě komplikovanějším a v podstatě nepřesvědčivým závěrům jsem došel porovnáním odpovídajících integrálních křivek a křivek 11letých zhlazených průměrů. Jejich průběhy jsou natolik individuální, že společnou závislost nelze odpovědně stanovit.

4. Diskuse výsledků

Rozbor korelačních závislostí mezi četnostmi výskytu synoptických situací a atmosférickými srážkami na severní Moravě, reprezentovanými řadami prostorových úhrnů, ukázal, že jen některé situace ovlivňují po-

zitivně nebo negativně srážkové poměry. Jednotlivé případy jsou uvedeny v části 3. Formou přímé závislosti se na nich podílejí především situace skupiny západních zonálních, převážně meridionálních a smíšených zonálních. Ze situací, jejichž ovlivnění lze považovat za nepřímo závislé, jsou zastoupeny převážně cirkulační typy meridionální a smíšené. Použitá terminologie je převzata podle P. Hesse a H. Brezowského (5 a 6).

V již citovaném katalogu autoři mj. uvádějí měsíce, kdy lze předpokládat maximální (minimální) četnost výskytu jednotlivých situací. Ve snaze o co nejpřesvědčivější výsledky jsem provedl vlastní četnostní analýzu a označil měsíce, kdy došlo ke shodě uvažovaného předpokladu podle (5) se skutečností. V tomto souboru jsem dále vybral ty měsíce, ve kterých byly zjištěny statisticky významné hodnoty $r_{s,R}$. Popsaným kritériím vyhovovaly tyto případy:

- max. měsíční četnost výskytu situace — kladná hodnota $r_{s,R}$ Wz (prosinec), Ws (únor), HFz (listopad), NWz (leden), TrM (listopad), TM (březen),
- min. měsíční četnost výskytu situace — kladná hodnota $r_{s,R}$ NWz (říjen), TM (září),
- max. měsíční četnost výskytu situace — záporná hodnota $r_{s,R}$ HM (leden, září), SEa (listopad),
- min. měsíční četnost výskytu situace, záporná hodnota $r_{s,R}$ Wa (květen), HM (listopad), HFa (červenec, listopad).

Všechny uvedené závislosti a) až d) je třeba považovat za obzvláště významné. Představují širší důležitých vazeb mezi makrocirkulací a atmosférickými srážkami na severní Moravě.

Jinou představu o reprezentativnosti výsledků může doplnit tabulka 1.

Je vidět, že přes širší a charakter prokázaných vztahů v kap. 3 (92 celkově, z toho 50 jen pro měsíce), lze největší váhu přičítat jen 21 případům v tab. 1 a těm, které jsou uvedeny pod body a) až d).

Celkové výsledky analýzy mohou najít uplatnění při dlouhodobých odhadech srážkových trendů především v uvedeném regionu. Mohou také posloužit při studiu podobných závislostí v dalších oblastech regionálního měřítka. Přes uvedená zjištění nelze otázku studovaných vztahů považovat za zcela dořešenou.

Tab. 1: Měsíce s udáním charakteru korelace $r_{s,R}$ a synoptické situace při současné shodě výsledků zjištěných pro území severní Moravy a pro Čechy V. Brůžkem (4)

Měsíc	Situace	
	kladná korelace	záporná korelace
leden	NWa	HM
únor	Wz, Ws	—
březen	TM	BM, SEz, HFa
květen	—	Wa
červenec	—	HFa
září	—	BM, HM
říjen	NWz	HM
listopad	—	HM, SEa, HFa
prosinec	Wz, Ws	SWa, HNa

Literatura:

1. BRÁDKA, J.: Srážky na území ČSSR při jednotlivých typech povětrnostní situace. In: Sborník prací HMÚ, sv. 18, Praha, Hydrometeorologický ústav 1972, s. 11—62.
2. BRÁZDIL, R., ŠTEKL, J.: Cirkulační procesy a atmosférické srážky nad ČSSR. In: Folia Fac. Sci. Nat. Univ. Purk. Brun., Brno, Přírodovědecká fakulta UJEP 1987, 298 s.
3. BRŮŽEK, V.: Dlouhodobé kolísání teploty, srážek a cirkulace ve střední Evropě. Meteorologické zprávy, 35, Praha, SNTL 1982, č. 5, s. 136—140.
4. BRŮŽEK, V.: Průběh srážek ve vztahu k cirkulaci. Meteorologické zprávy, 40, Praha, SNTL 1987, č. 4, s. 20—24.
5. HESS, P., BREZOWSKY, H.: Berichte des Deutschen Wetterdienstes in der US-Zone. Katalog der Grosswetterlagen Europas, Bad Kissingen, 1952, Nr. 33.
6. HESS, P., BREZOWSKY, H.: Berichte des Deutschen Wetterdienstes. Katalog der Grosswetterlagen Europas, Offenbach a. M., 1969, Nr. 113 (Band 15).
7. NOSEK, M.: Metody v klimatologii. Academia, Praha 1972, 433 s.
8. VYSOUDIL, M.: Dlouhodobé kolísání srážek na severní Moravě v období 1881—1980. Kandidátská disertační práce. Brno, Přírodovědecká fakulta UJEP 1986, 236 s.
9. VYSOUDIL, M.: Dynamicko-klimatologické aspekty maximálních denních srážkových úhrnů Tršicka. In: Zprávy KVMO, Olomouc, Krajské vlastivědné muzeum 1985, č. 237, s. 7—14.
10. VYSOUDIL, M.: Dlouhodobé trendy atmosférické cirkulace. Meteorologické zprávy, 40, Praha, SNTL 1987, č. 4, s. 120—122.
11. VYSOUDIL, M.: Prostorové úhrny srážek na severní Moravě 1881—1980. In: Acta Univ. Palac. Olom., Fac. Rer. Nat., Vol. 92, Geographica-Geologica, Praha, SPN 1988, s. 91—106.

Summary

A CONTRIBUTION TO THE STUDY OF DEPENDENCE OF RAINFALL ON CIRCULATORY CONDITIONS IN NORTHERN MORAVIA

On the basis of the calculation of correlation coefficients between series of frequencies of occurrence of synoptic situations according to P. Hess and H. Brezowsky, and series of spatial rainfall total in northern Moravia in the period between 1881 and 1980, the rate of mutual relationship was evaluated. Analyses were carried out in monthly as well as yearly intervals apart from the whole period of observation.

From the total of 29 situations, 23 at least in one case showed a statistically significant correlation (on the level of significance $p = 0,05$) with the corresponding rainfall series. In 13 cases the dependence was direct, in 10 cases indirect (see Chapter 3). Direct dependence is found especially in cyclonal situations of almost all types except the meridional type with east and southeast streaming. Indirect influencing was most frequent in mixed and meridional types of circulation, mostly of anticyclonal character.

As the correlation coefficient never exceeds 0,490, it is practically always a slight degree of the closeness of the relationship. This fact was, however, expected, considering the type of correlation characteristics. It may be said that the results of the analysis are comparable to the conclusions made in similar investigations, and can be regarded as proved.

The conclusions of this study can be used in other, more detailed analyses of the effect of certain synoptic situations on the rainfall activity. They can also be used as a starting point of long-term forecasts of rainfall trends. The study is a contribution to the possibilities of a solution of this problem in regional dimensions.

(Pracoviště autora: katedra geografie a didaktiky geografie přírodovědecké fakulty UP, Svobody 26, 771 46 Olomouc.)

Došlo do redakce 8. 2. 1988

Lektoroval Jan Munzar