

Maria Stopa-Boryczka

ZWIĄZKI KORELACYJNE MIĘDZY SKŁADOWYMI OBIEGU WODY NA OBSZARZE POLSKI

Ocenę ilościową związków między składowymi obiegu wody w przyrodzie ograniczono do wilgotności (f – wilgotność względna w %, Δ – niedosyt wilgotności powietrza w mbar), wielkości zachmurzenia (N – stopień zachmurzenia w skali 0÷10) i opadu (O – wysokość opadu w mm). Pominięto parowanie wody z powierzchni Ziemi ze względu na brak odpowiednich materiałów oraz odpływ jako proces czysto hydrologiczny.

W celu zbadania współzależności między wyżej wymienionymi parametrami na obszarze Polski, uwzględniono wyniki obserwacji z 60 stacji meteorologicznych (synoptycznych) Państwowego Instytutu Hydrologiczno-Meteorologicznego za okres dziesięcioletni (1951÷1960). Rozmieszczenie tych stacji na obszarze Polski przedstawia fig. 1. Wartości poszczególnych parametrów (1954÷1960) pochodzą z roczników meteorologicznych opublikowanych przez PIHM. Natomiast materiały za okres pierwszych 3 lat (1951÷1953) zebrano bezpośrednio w archiwum PIHM.

Przy wyznaczaniu współczynników korelacji całkowitej r dysponowano 60 wielowymiarowymi punktami empirycznymi. W oparciu o nie wyznaczono współczynniki r między kolejnymi parami zmiennych: Δf , fN , fO , ΔN , ΔO , NO . Wyodrębniono dwa okresy: półrocze chłodne (X÷III) i półrocze ciepłe (IV÷IX).

Opracowanie przestrzennego rozkładu miar współzależności między podstawowymi składowymi obiegu wody w przyrodzie w przebiegu czasowym na obszarze Polski ma na celu wykazanie ich zróżnicowania w zależności od pory roku i położenia geograficznego danej stacji. W tym przypadku brano dane z poszczególnych lat dla kolejnych miesięcy półrocza chłodnego i ciepłego, zwiększając w ten sposób masę statystyczną.

Stosunki higryczne, nefologiczne i opadowe badanego obszaru opisuje się zwykle podając jedynie przestrzenny rozkład poszczególnych elementów. Nie jest to wystarczające, gdyż klimat to charakterystyczny stan atmosfery określony przez zespół współzależnych parametrów meteorologicznych i geograficznych. Dlatego też bada-



Fig. 1. Rozmieszczenie stacji meteorologicznych w Polsce

Distribution of meteorological stations in Poland

Размещение метеорологических станций

nie korelacji między różnymi grupami parametrów meteorologicznych jest bardzo istotne.

Jakkolwiek zawartość pary wodnej w powietrzu jest niewielka, warunkuje ona liczne procesy fizyczne zachodzące w atmosferze ziemskiej. Ponadto ma znaczny wpływ bezpośredni bądź pośredni na wymianę energii między powierzchnią Ziemi a atmosferą. Stąd interesujące wydaje się badanie związków korelacyjnych między składowymi obiegu wody w przyrodzie.

Wyeksponowanie składowych obiegu wody w przyrodzie i badanie współzależności między nimi ma charakter nie tylko poznawczy, lecz również praktyczny, zwłaszcza przy prognozowaniu zjawisk meteorologicznych zdeterminowanych przez wilgotność powietrza.

Współczynniki korelacji całkowitej r między parametrami x , y wyznaczone ze wzoru

$$r = \frac{S_{xy}}{S_x S_y}$$

gdzie S_x , S_y są to odchylenia standardowe, a S_{xy} jest kowariancją tych zmiennych.

A oto jak kształtuje się współzależność między kolejnymi parami zmiennych na obszarze Polski.

Niezależnie od pory roku wzrost niedosytu wilgotności powietrza Δ pociąga za sobą spadek wilgotności względnej f , co wynika z charakteru fizycznego tych wskaźników oraz ich zmian okresowych (dobowych i rocznych). W chłodnej porze roku zdecydowanie dominują wartości współczynników korelacji z przedziału ($-0,80 \div -0,60$), natomiast w ciepłej ($-0,60 \div -0,40$). Górna granica takiej miary jest znacznie częściej przekraczana w pierwszym przypadku (zachodnia część Pojezierza Mazurskiego wraz z doliną dolnej Wisły, Wyżyna Kielecko-Sandomierska, Wyżyna Łódzka, wschodnia część Wysoczyzny Siedleckiej, Karkonosze oraz rejon Zielonej Góry) aniżeli w drugim (wschodnia część Wysoczyzny Siedleckiej wraz z Polesiem Lubelskim, Góry Świętokrzyskie, Karkonosze, okolice Kalisza, Bydgoszczy oraz Suwałk).

Absolutnie najwyższą ujemną wartość współczynnika $r/r = -0,88$ w Toruniu i w Łodzi, $r = -0,86$ w Bydgoszczy i w Zielonej Górze, $r = -0,84$ w Gdańsku, $r = -0,83$ w Kielcach, $r = -0,82$ w Białej Podlaskiej i w Olsztynie, $r = -0,81$ w Elblągu i Mławie) otrzymano dla półrocza chłodnego.

Obraz rozkładu izokorelat między f i Δ przedstawiają załączone mapki (fig. 2a i b).

Zależność między wilgotnością względną powietrza f i wielkością zachmurzenia N kształtuje się wprost proporcjonalnie. Oznacza to, że wzrostowi wilgotności względnej powietrza towarzyszy zawsze wzrost stopnia zachmurzenia i odwrotnie. W półroczu ciepłym współczynnik r osiąga najwyższe wartości (poniżej $-0,80$) na prawie całej Wyżynie Małopolskiej, wschodniej części Niziny Wielkopolskiej, Pojezierzu Wielkopolskim, południowo-zachodniej części Pojezierza Pomorskiego oraz południowej części Niziny Mazowieckiej. Skrajna izokorelata $r_{\max} = -0,80$ znajduje się jeszcze na Pojezierzu Mazurskim oraz w Tatrach i w Karkonoszach. W chłodnym okresie (X ÷ III) izokorelata $r = -0,80$ obejmuje znacznie mniejszą powierzchnię (zachodnia część Pojezierza Mazurskiego, północno-wschodnia krawędź Wyżyny Małopolskiej, centrum Wysoczyzny Siedleckiej oraz okolice Reska i Śnieżki). O położeniu opisanych izokorelat $r = \text{const}$ informują załączone mapki (fig. 3a i b).

W półroczu ciepłym najwyższą wartość osiągnął współczynnik r w Kole ($r = 0,91$), Bydgoszczy ($r = 0,89$), Resku, Poznaniu, Kielcach i na Śnieżce ($r = 0,88$) oraz w Kętrzynie ($r = 0,87$), natomiast w półroczu chłodnym — w Resku ($r = 0,89$), Radomiu ($r = 0,88$) i w Siedlcach ($r = 0,86$).

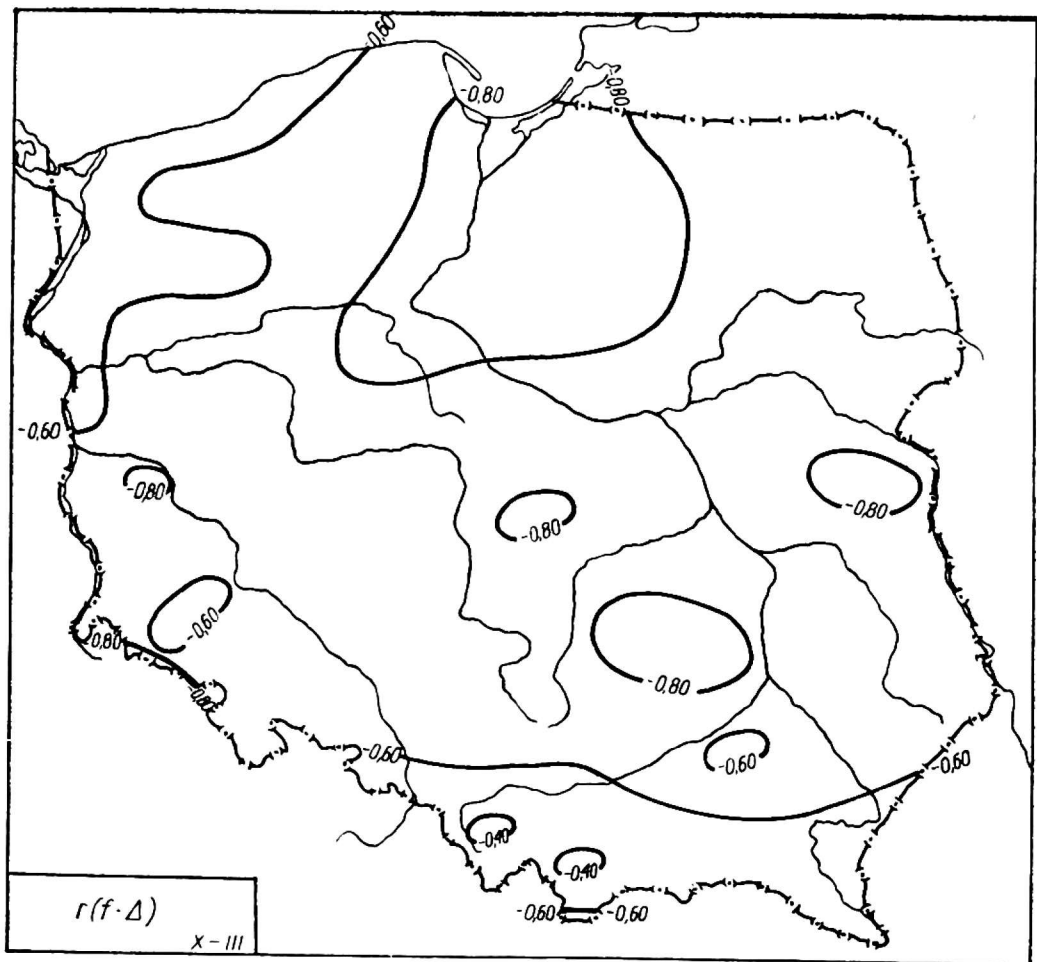


Fig. 2a. Izokorelaty f i Δ w półroczu chłodnym
Isocorrelates f and Δ in cool half-year
Изокорреляты f и Δ в холодное полугодие

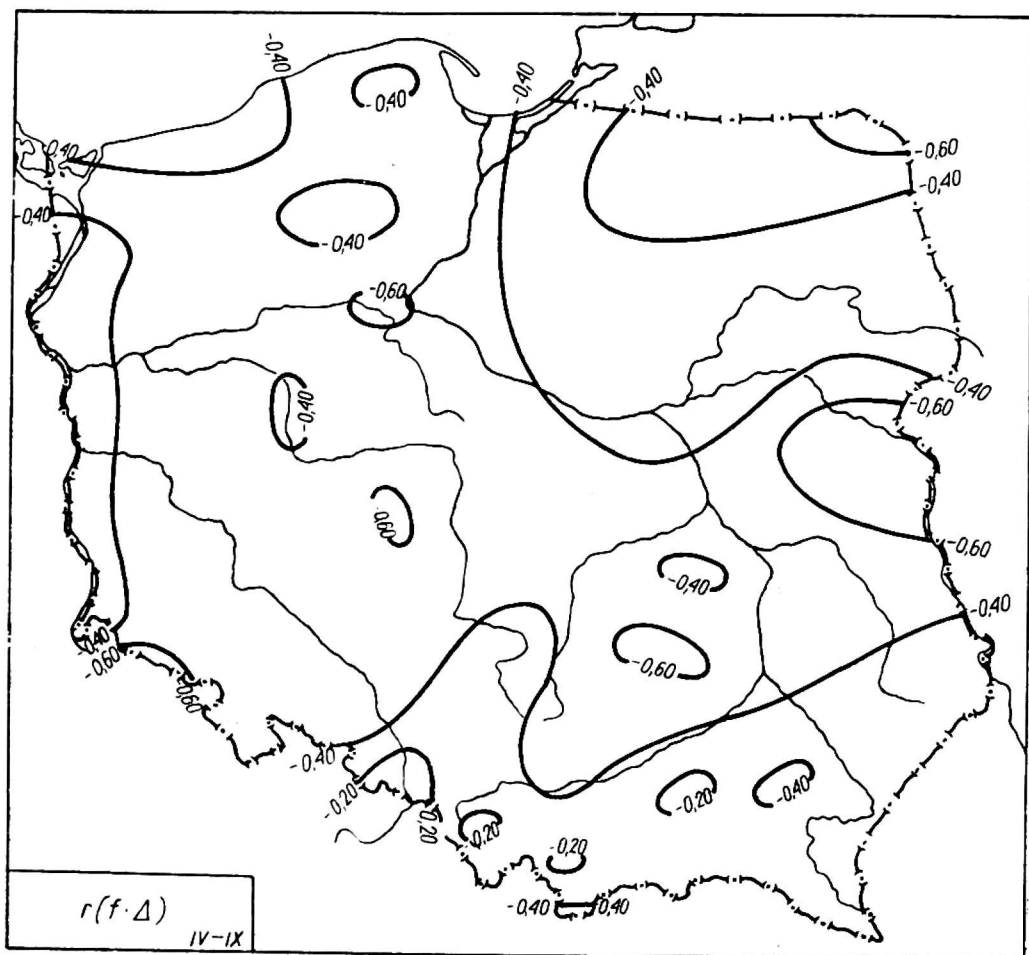


Fig. 2b. Izokorelaty f i Δ w półroczu ciepłym
Isocorrelates f and Δ in warm half-year
Изокорреляты f и Δ в теплое полугодие

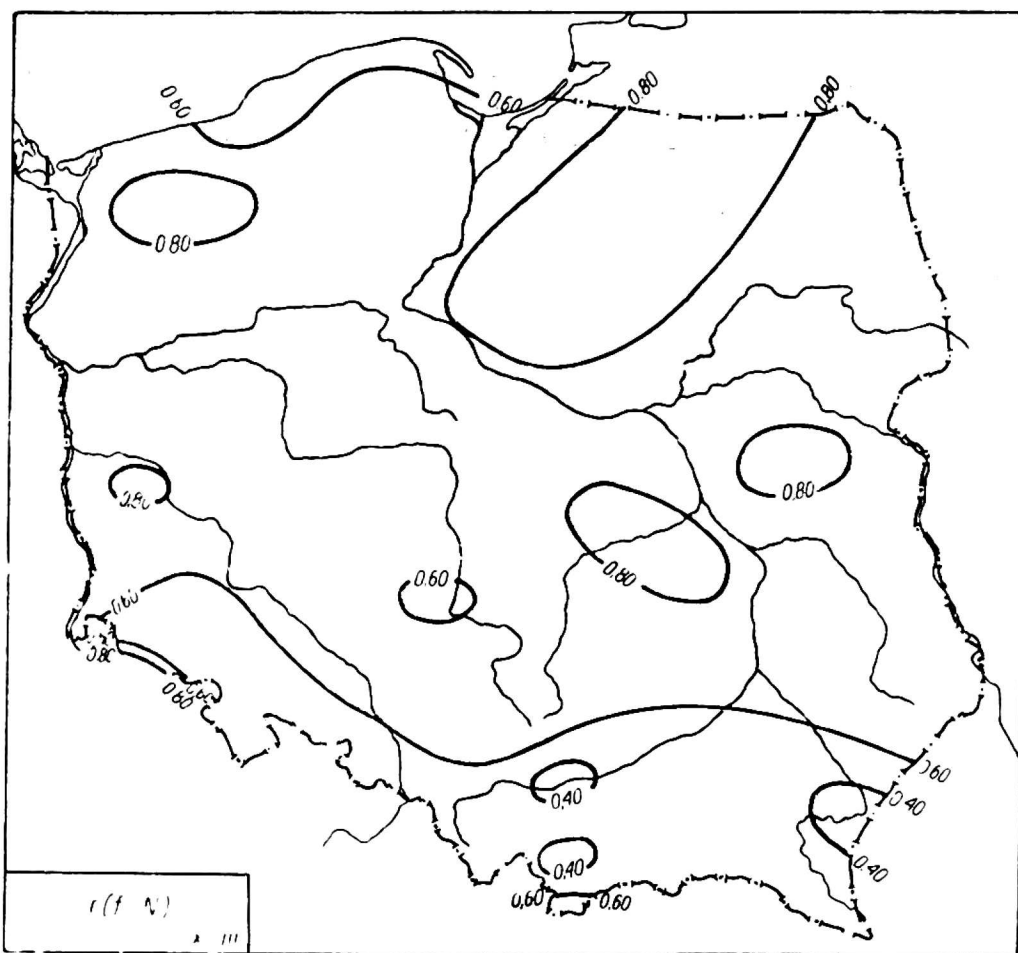


Fig. 3a. Izokorelaty f i N w półroczu chłodnym
 Isocorrelates f and N in cool half-year
 Изокорреляты f и N в холодное полугодие

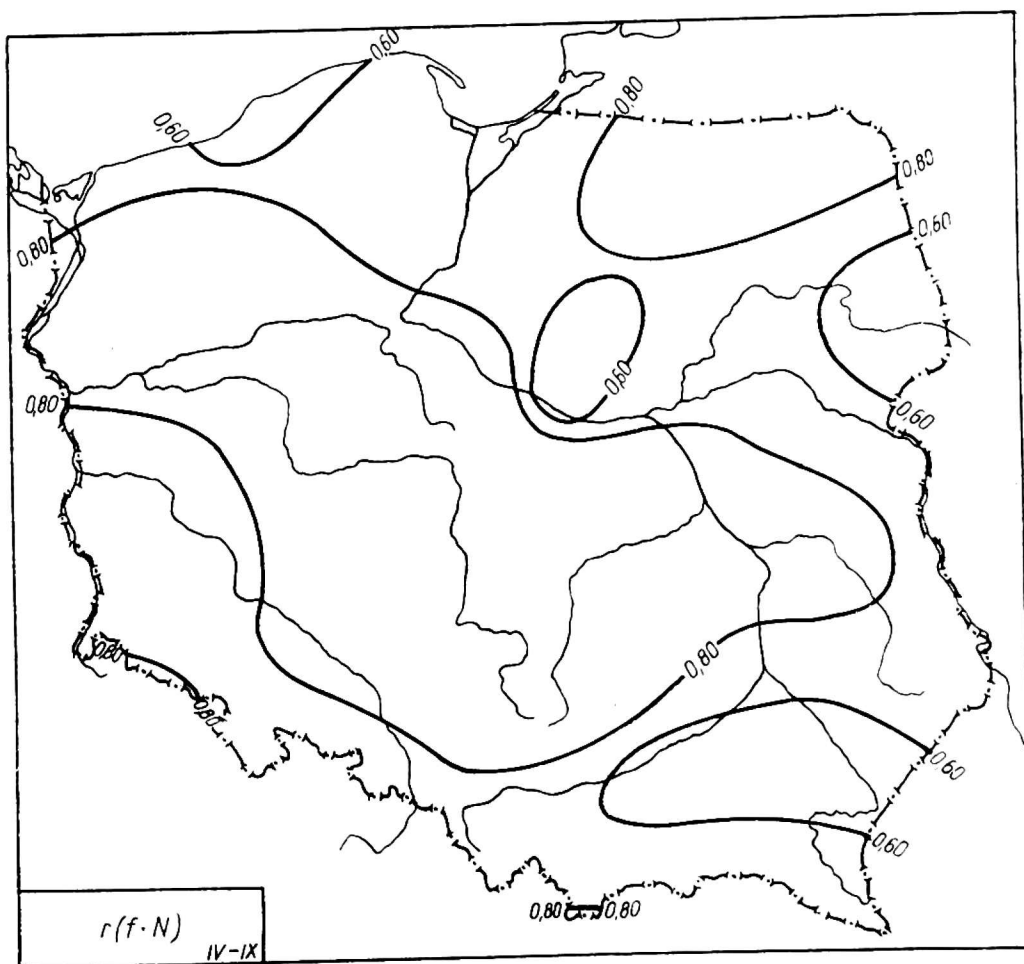


Fig. 3b. Izokorelaty f i N w półroczu ciepłym
 Isocorrelates f and N in warm half-year
 Изокорреляты f и N в теплое полугодие

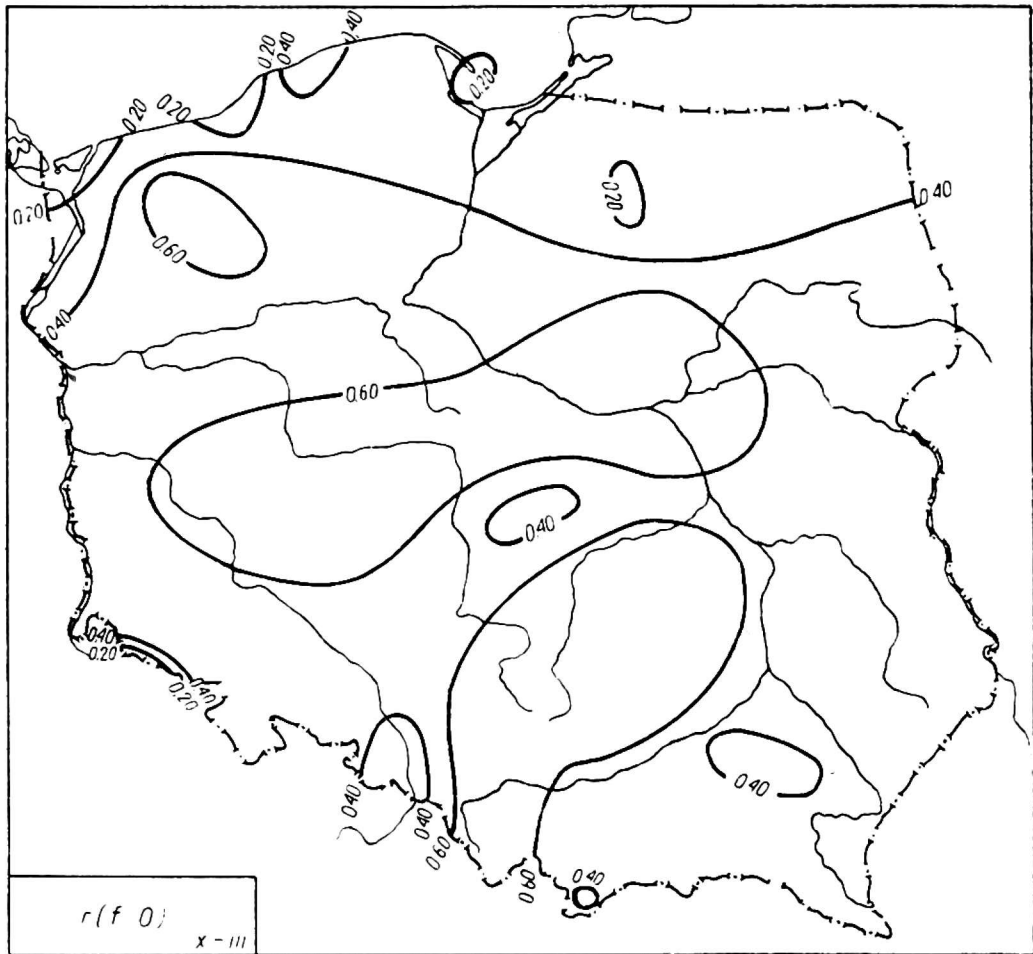


Fig. 4a. Izokorelaty f i O w półroczu chłodnym
 Isocorrelates f and O in cool half-year
 Изокорреляты f и O в холодное полугодие

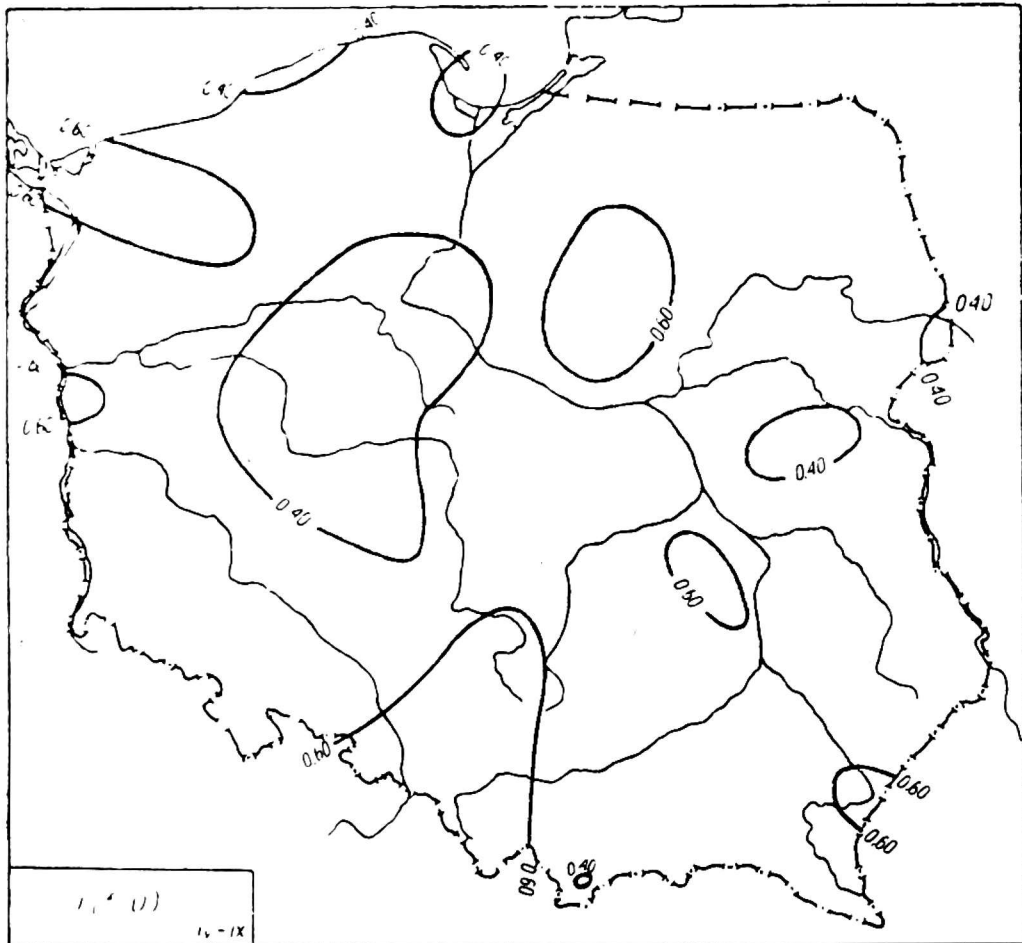


Fig. 4b. Izokorelaty f i O w półroczu ciepłym
 Isocorrelates f and O in warm half-year
 Изокорреляты f и O в теплое полугодие

Wilgotność względna powietrza f i sumy opadu atmosferycznego O są bardziej skorelowane w półroczu chłodnym niż w ciepłym, zwłaszcza w centrum Polski (Nizina Mazowiecka i Wielkopolska), na Wyżynie Małopolskiej oraz w okolicy Reska i Wałcza (fig. 4a i b). Odwrotnie ułożyła się współzależność między f i O na północy Polski (Pojezierze Mazurskie, wschodnia część Pojezierza Pomorskiego wraz z Pobrzeżami – Zachodniopomorskim i Wschodniopomorskim) i w Karkonoszach. Na szczególną uwagę zasługuje rejon Świnoujścia, gdzie w ciepłym półroczu przebiega izokorelata 0,60, a w chłodnym 0,20.

Odpowiednio do poznanych już prawidłowości kształtuje się kierunek zmian między niedosytem wilgotności powietrza Δ i wielkością zachmurzenia N na terenie naszego kraju. Wzrostowi niedosytu wilgotności powietrza odpowiada spadek stopnia zachmurzenia, z tym, że taka zależność uwidoczniła się bardziej w półroczu chłodnym (fig. 5a) aniżeli w półroczu ciepłym (fig. 5b). W pierwszym przypadku wyraźniej akcentuje się wschodnia połowa Polski, gdzie współczynnik korelacji przekracza wartość $r = -0,80$, zwłaszcza w Siedlcach ($r = -0,93$), w Mławie ($r = -0,91$), w Warszawie i Radomiu ($r = -0,89$) oraz w Zamościu ($r = -0,87$).

W półroczu ciepłym izokorelaty przebiegają raczej równoleżnikowo. Najniższa, $r_{\min} = -0,40$, odcina wybrzeże, a najwyższa $r_{\max} = -0,60$ – pas wyżyn południowych wraz z niektórymi partiami Karpat i Sudetów. Wyjątek stanowi środkowa

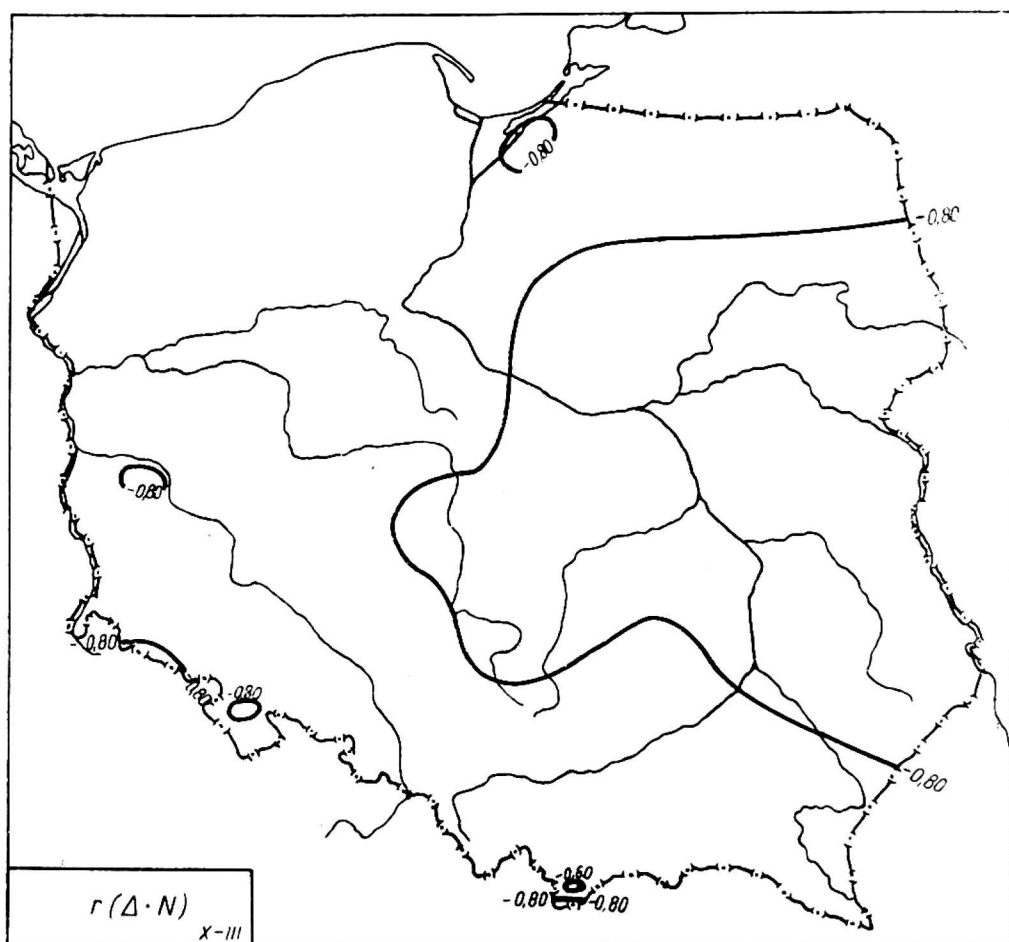
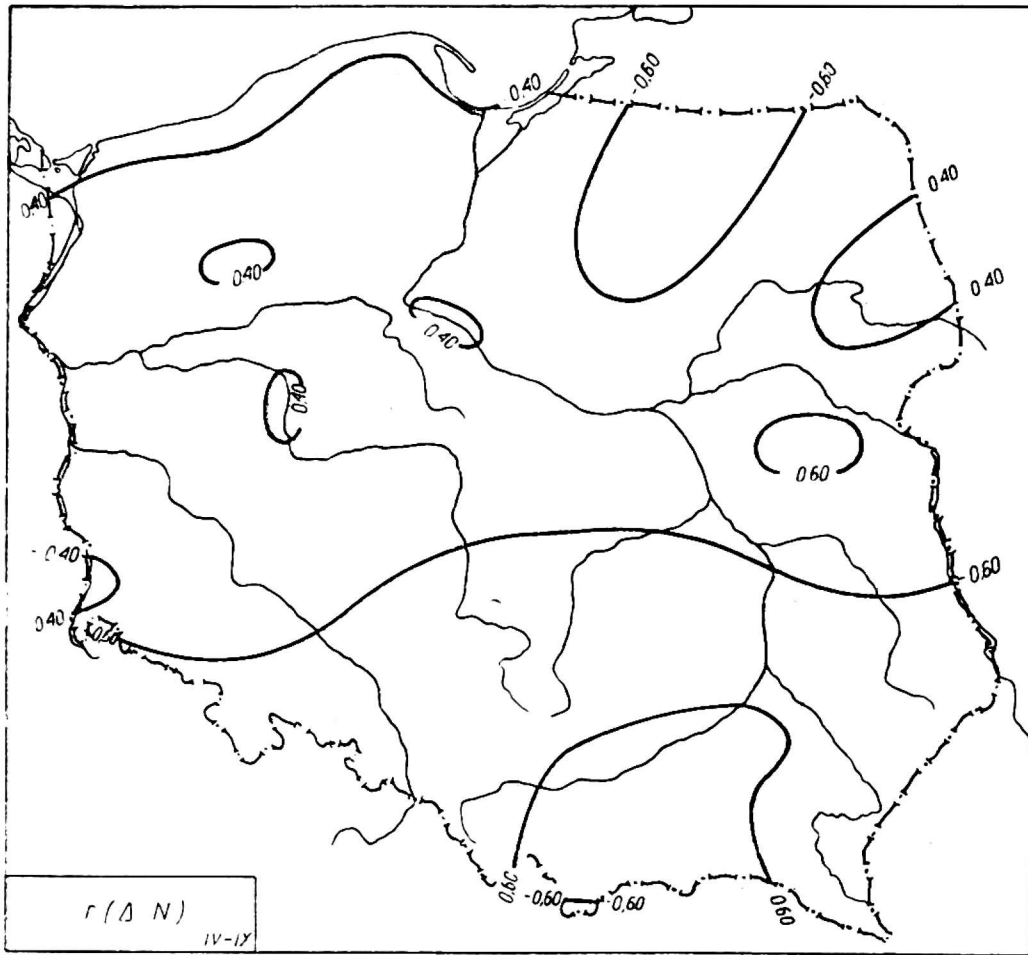


Fig. 5a. Izokorelaty Δ i N w półroczu chłodnym

Isocorrelates Δ and N in cool half-year

Изокорреляты Δ и N в холодное полугодие

Fig. 5b. Izokorelatory Δ i N w półroczu ciepłymIsocorrelates Δ and N in warm half-yearИзокорреляты Δ и N в теплое полугодие

część Pojezierza Mazurskiego oraz Wysoczyzna Siedlecka, gdzie również występuje izokorelata o wartości $r = -0,60$.

Najwyższe wartości współczynniki korelacji r osiągnęły w Przemyśle ($r = -0,76$), Zamościu ($r = -0,71$) oraz w Radomiu, Katowicach i na Kasprowym Wierchu ($r = -0,70$) w półroczu ciepłym.

Spośród badanych par zmiennych najniższą wartość współczynnika r otrzymano dla niedosytu wilgotności powietrza Δ i wysokości opadu atmosferycznego O ; kierunek jego zmian zależy od pory roku. W chłodnym półroczu wzrostowi wysokości opadu towarzyszy spadek niedosytu wilgotności powietrza, zwłaszcza na Pojezierzu Wielkopolskim i na Wyżynie Małopolskiej, gdzie występują izokorelatory o najwyższych wartościach $r_{\max} = -0,40$. Na pozostałym obszarze przeważają dane r z przedziału $(-0,40 \div -0,20)$. Wartości r poniżej dolnej granicy występują w pasie północnym, na południo-wschodzie i na południo-zachodzie (fig. 6a).

W ciepłym półroczu współczynnik korelacji między niedosystem wilgotności powietrza i wysokością opadu zmienia się od $r < 0,00$ (okolice Bydgoszczy i Wielunia) do $r > 0,40$ na Helu; jednakże największą powierzchnię obejmuje izokorelata $r = 0,20$, odcinając południowo-wschodnią i północno-wschodnią część Polski oraz skrawek na północo-zachodzie od pozostałego obszaru, gdzie $r > 0,20$ (fig. 6b).

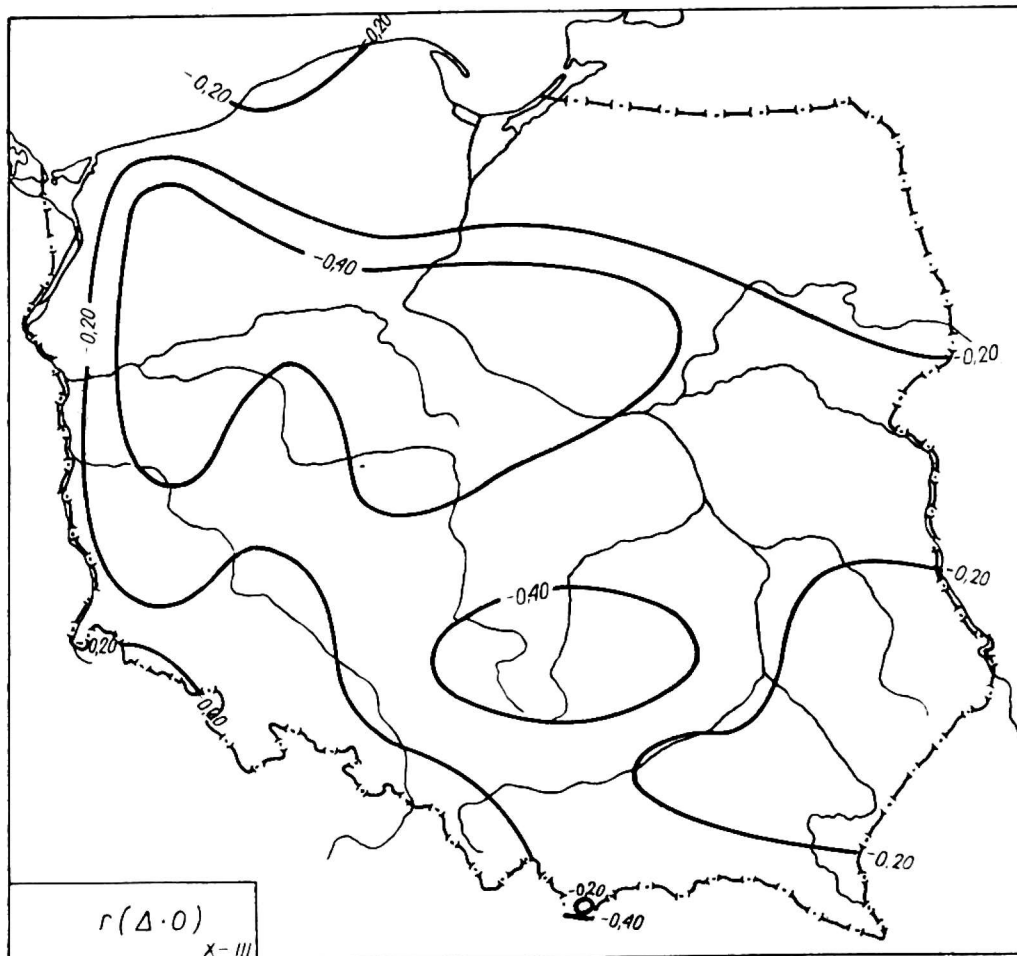


Fig. 6a. Izokorelaty Δ i O w półroczu chłodnym
 Isocorrelates Δ and O in cool half-year
 Изокорреляты Δ и O в холодное полугодие

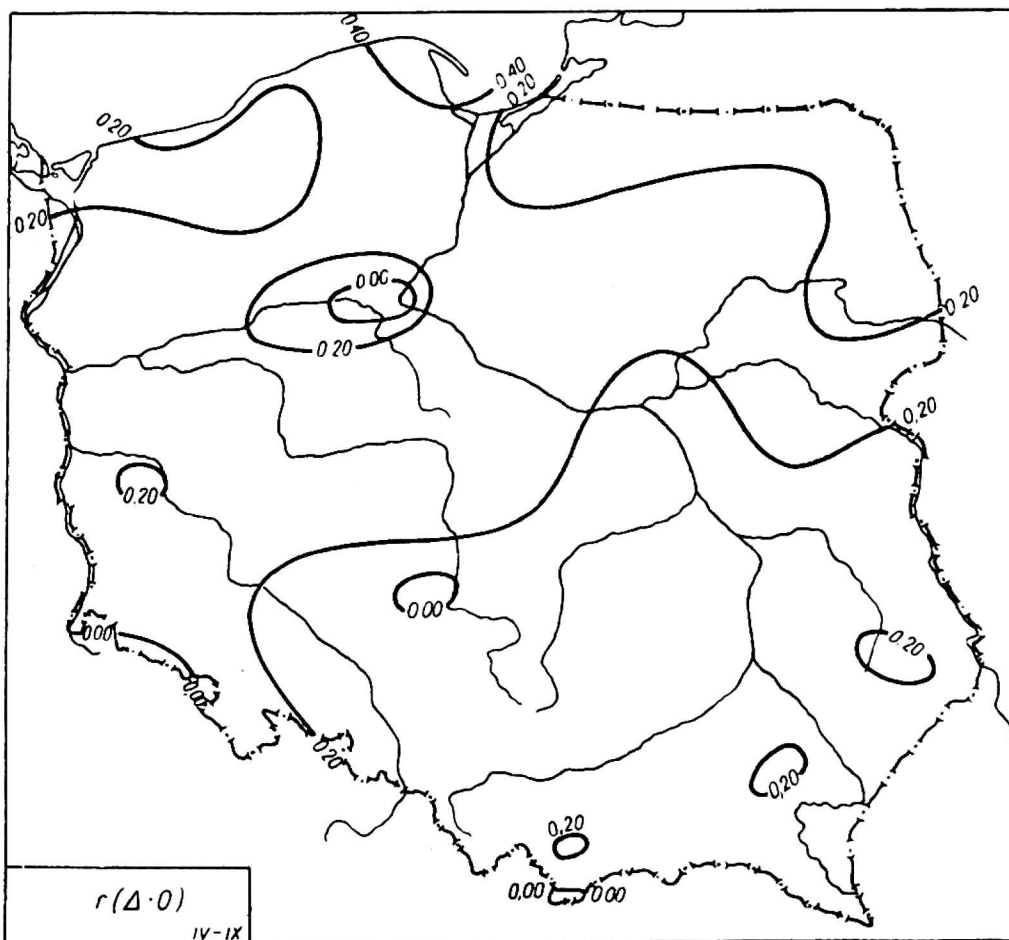


Fig. 6b. Izokorelaty Δ i O w półroczu ciepłym
 Isocorrelates Δ and O in warm half-year
 Изокорреляты Δ и O в теплое полугодие

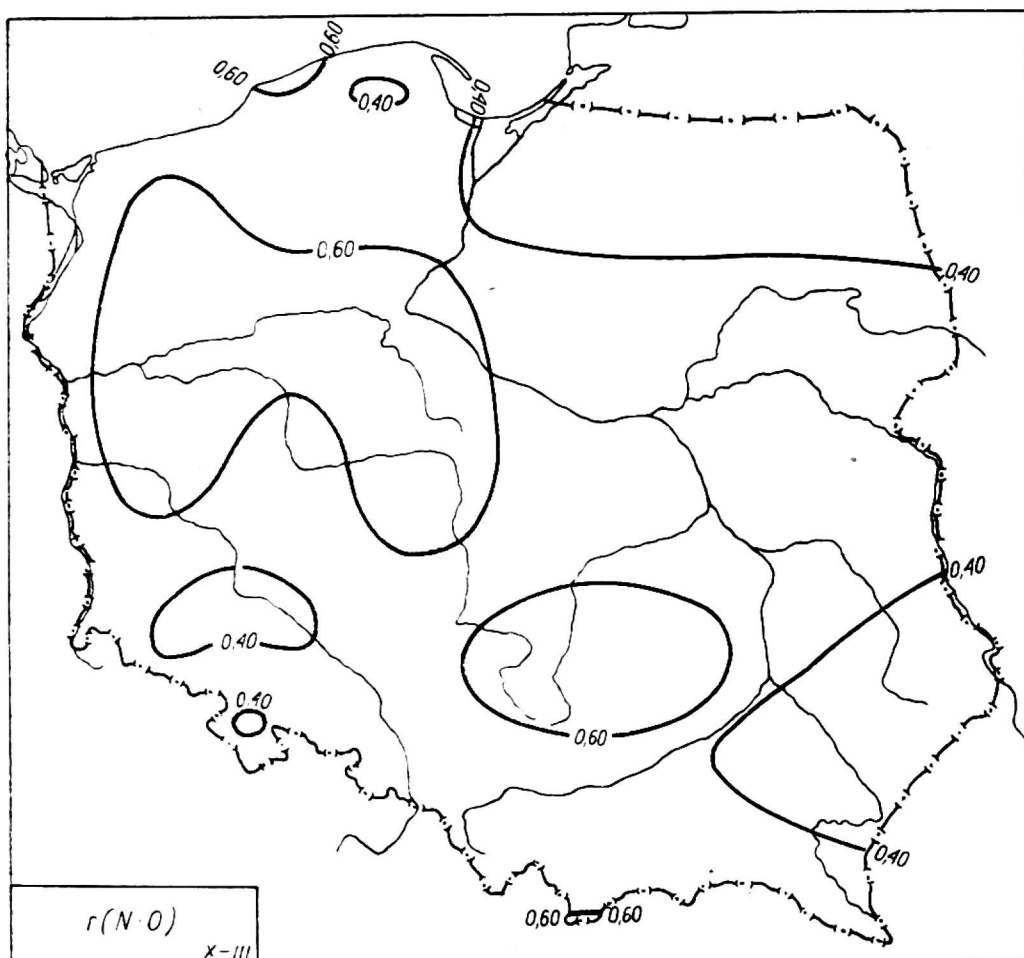


Fig. 7a. Izokorelaty N i O w półroczu chłodnym

Isocorrelates N and O in cool half-year

Изокорреляты N и O в холодное полугодие

Ostatnią rozpatrywaną parą zmiennych jest wielkość zachmurzenia N i wysokość opadu atmosferycznego O – fig. 7a i b). Dodatnie wartości współczynników korelacji wskazują, że w ciągu całego roku zależność między tymi elementami na obszarze Polski jest wprost proporcjonalna, ale wzrost opadu jest bardziej skorelowany z zachmurzeniem w półroczu chłodnym niż w ciepłym. W pierwszym przypadku typowym przykładem jest Pojezierze Wielkopolskie i Wyżyna Małopolska, a w drugim zachodnia połowa Polski. Na wymienionych obszarach współczynnik r osiągnął dość wysoką wartość ($r > 0,60$ i $r > 0,40$). Najwyższe wartości takiej miary współzależności przypadają na chłodną porę roku i wynoszą: 0,73 (Bydgoszcz, Gorzów, Koło), 0,70 (Częstochowa), 0,67 (Kielce), 0,65 (Wałcz), 0,63 (Toruń). Ta ostatnia wielkość jest zarazem najwyższa w półroczu ciepłym ($r = 0,63$ w Kołobrzegu i $r = 0,62$ w Resku).

Z analizy rozkładu izokorelat średniej dobowej wilgotności względnej i niedosytu wilgotności powietrza względem wielkości zachmurzenia i sum opadu wynika, że wartości współczynników korelacji na obszarze Polski różnicują się przede wszystkim według rodzaju parametrów.

Bezwzględnie najwyższe współczynniki korelacji osiąga wilgotność względna i niedosyt wilgotności powietrza z zachmurzeniem, natomiast najniższe – z opadem.

Przestrzenne zróżnicowanie wartości współczynników korelacji zaznacza się między północną i południową oraz wschodnią i zachodnią częścią Polski. Ponadto

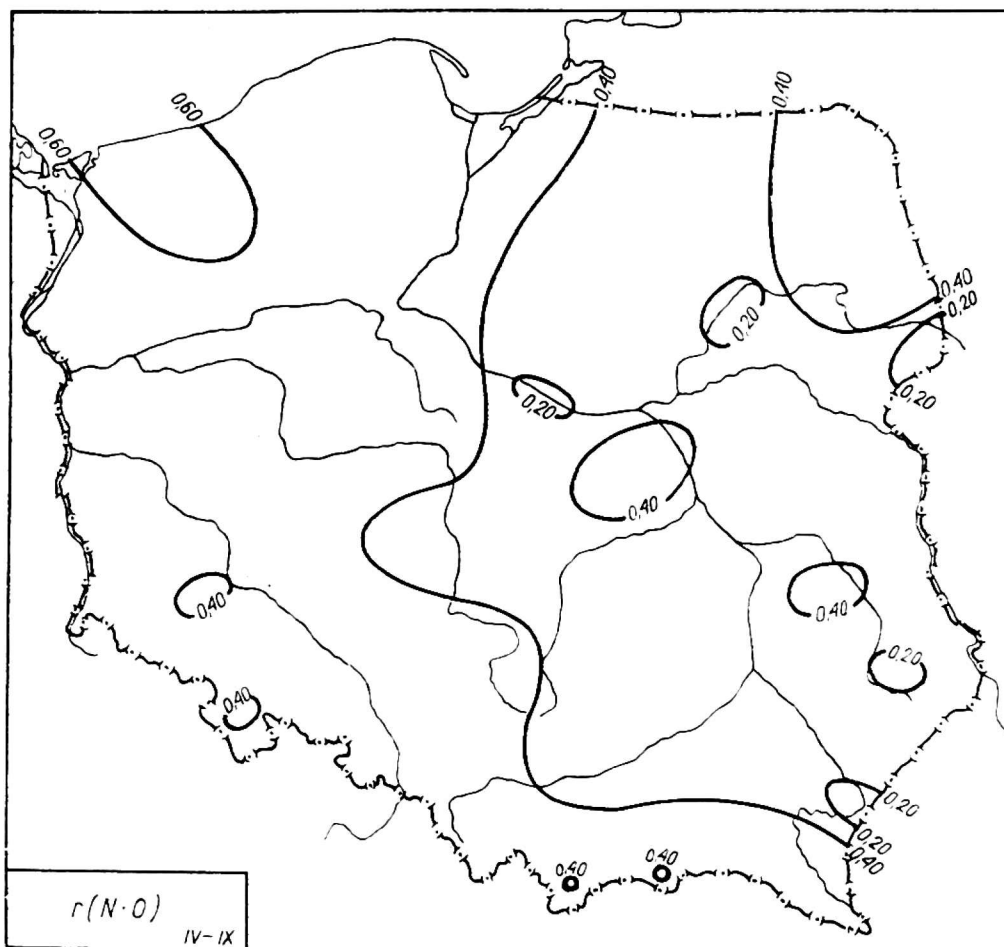


Fig. 7b. Izokorelaty N i O w półroczu ciepłym

Isocorrelates N and O in warm half-year

Изокорреляты N и O в теплое полугодие

izokorelaty dosyć często oddzielają masyw karpacki i sudecki, Wyżynę Małopolską i Lubelską, Pojezierze Pomorskie i Mazurskie oraz Pojezierze Wielkopolsko-Kujawskie i Nizinę Mazowiecką.

Z uzyskanych wyników widać, że stopień skorelowania badanych parametrów jest największy w półroczu chłodnym, kiedy oddziaływanie termiczno-wilgotnościowe podłoża jest najmniejsze, a warunki meteorologiczne zależą przede wszystkim od adwekcji mas powietrza i towarzyszących im układów barycznych.

Ogólnie biorąc, rozkłady izokorelat $r = \text{const}$ nie wykazują podobieństwa do odpowiednich rozkładów wartości parametrów meteorologicznych na obszarze Polski [6 - 8, 10 - 14].

W niniejszej pracy, która ma charakter metodyczno-poznawczy, ujęto ilościowo związki między składowymi obiegu wody. Przedstawione miary korelacji dla wilgotności powietrza, zachmurzenia i opadu na przykładzie Polski potwierdzają poznane już prawidłowości dotyczące związków między niektórymi składowymi obiegu wody w przyrodzie [1, 10, 11].

LITERATURA

- [1] Boryczka J., *Empiryczne równania klimatu Polski*, w druku.
- [2] Gorczyński W., *Badanie współzależności przebiegów temperatury metodą korelacyjną*. Odbitka ze Spr. z Pos. TNW, Wydz. Mat.-Przyrodn., R. VIII, z. 8, Warszawa 1916.
- [3] Gorczyński W., *Linie jednakowej korelacji ciśnienia i temperatury w stosunku do Warszawy*. Odbitka ze Spr. z Pos. TNW, Wydz. Mat.-Przyrodn., R. X, z. 2, Warszawa 1917.
- [4] Hess M., *Piętra klimatyczne w Polskich Karpatach Zachodnich*, Zeszyty Naukowe UJ, "Prace Geograficzne" z. 11, Kraków 1965.
- [5] Kaczmarek Z., *Metody statystyczne w hydrologii i meteorologii*, Warszawa 1970.
- [6] Kaczorowska Z., *Opady w Polsce w przekroju wieloletnim*, „Prace Geograficzne” nr 35, Warszawa 1962.
- [7] Michna E., *O wilgotności względnej powietrza w Polsce*, „Przegląd Geofizyczny” z. 1, Warszawa 1972.
- [8] Okołowicz W., *Zachmurzenie w Polsce*, „Prace Geograficzne IGPAN” nr 34, Warszawa 1962.
- [9] Paszyński J. (redakcja), *Atlas bilansu promieniowania w Polsce*, „Dokumentacja Geograficzna IGPAN” z. 4, Warszawa 1966.
- [10] Stopa-Boryczka M., *Cechy termiczne klimatu Polski*, Warszawa 1973.
- [11] Stopa-Boryczka M., Boryczka J., *Atlas współzależności parametrów meteorologicznych i geograficznych w Polsce*, Warszawa 1974.
- [12] Schmuck A., *Zarys klimatologii Polski*, Warszawa 1959.
- [13] Warakomski W., *Izoneyf miesięczne Polski*, Ann. Univ. MCS, s. B, vol. 17, Lublin 1964
- [14] Wiszniewski W., *Atlas opadów atmosferycznych w Polsce 1881 - 1930*, Warszawa 1953

Maria Stopa-Boryczka

CORRELATIVE LINKS BETWEEN COMPONENTS OF WATER CIRCULATION IN POLAND

Summary

In her numerical appraisal between components of water circulation as they are observed in Poland, the author limited the number of these components to: humidity (f – relative humidity, in %), humidity undersaturation in the air (Δ , in mbar), the value of clouding (N – degree of clouding in 0 - 10 scale), and precipitation (O – amount in mm). She omitted moisture evaporation from the ground surface owing to the lack of relevant data, as well as runoff, considering it a purely hydrological process. The author based her studies on observations made at 60 meteorological stations of PIHM (the State Hydro-Meteorological Institute) for the decade from 1951 to 1960.

In defining coefficients of total correlation r she always made use of 60 multidimensional empiric points. With these as basis she calculated her coefficients r for in-between successive

pairs of variables — $\Delta f, fN, fO, \Delta N, \Delta O, NO$, identifying separately two periods: the cool half-year (X - III) and the warm half-year (IV - IX).

It appeared from the analysis of the pattern of the correlations of mean diurnal relative humidity and humidity undersaturation of the air with regard to degree of clouding and sums of precipitation, that for Poland the coefficients of correlation differ mostly by the kind of parameters involved. Absolutely highest coefficients of correlation disclose relative humidity and undersaturation of air humidity when combined with clouding; while, when combined with precipitation, these coefficients are lowest.

The results obtained by the author show, that the degree of correlation of the investigated parameters is highest in the cool half-year, while the thermic-humidifying effect of the ground is greatest; and that meteorological conditions depend for the most part on advection of air masses and on the baric systems accompanying them.

Мария Стопа-Борычка

КОРРЕЛЯЦИОННЫЕ СООТНОШЕНИЯ МЕЖДУ СОСТАВНЫМИ КРУГОВОРОТА ВОДЫ НА ТЕРРИТОРИИ ПОЛЬШИ

Краткое изложение

Количественную оценку соотношений между составными круговорота воды на примере Польши, ограничивается влажностью (f — относительная влажность в %, Δ — дефицит влажности в мбар), размерами облачности (N — облачность по шкале 1 - 10) и осадками (O — осадки в мм). Упускаются: испарение с поверхности земли вследствие недостатка соответственных материалов, и сток, так как он является процессом чисто гидрологического характера. Учитываются результаты наблюдений 60 метеорологических станций Государственного Гидрологическо-Метеорологического института (за десятилетие с 1951 - 1960).

При определении коэффициента суммарной корреляции r было в распоряжении всего 60 многоизмерительных эмпирических пунктов. На их основании был подсчитан коэффициент r , между последовательными парами переменных — $\Delta f, fN, fO, \Delta N, \Delta O, NO$. Были выделены два периода: холодное полугодие (X - III) и теплое полугодие (IV - IX).

Из анализа распределения изокоррелят средней, суточной, относительной влажности и дефицита влажности воздуха по отношению к размерам облачности и суммам осадков следует, что величины коэффициента корреляции на территории Польши можно различать прежде всего по роде параметров. Самых больших коэффициентов корреляции безусловно достигает относительная влажность и дефицит влажности в воздухе с облачностью, тогда как наименьших в воздухе с осадками.

По полученным результатам степень корреляции исследуемых параметров самая сильная в холодное полугодие, когда воздействие температуры и влаги материнской породы сильное, а метеорологические условия зависят прежде всего от адвекции воздушных масс и сопутствующих им барических структур.