

ANNALES
UNIVERSITATIS MARIAE CURIE-SKŁODOWSKA
LUBLIN—POLONIA

VOL. XXXVII, 13

SECTIO B

1983

Zakład Agrometeorologii Wydziału Rolniczego i Zakład Metod Numerycznych
Wydziału Techniki Rolniczej AR w Lublinie

Józef KOŁODZIEJ, Krzysztof LINIEWICZ,
Mirosława WESOŁOWSKA-JANCZAREK

**Analiza rozkładu średniej rocznej temperatury powietrza z lat 1951—1980
w Obserwatorium Agrometeorologicznym w Felinie koło Lublina**

Анализ распределения среднегодовой температуры воздуха из 1951—1980 гг.
в Агrometeorологической обсерватории в Фелине близ Люблина

The Analysis of Mean Annual Air Temperature Distribution in the Years 1951—1980
in the Agrometeorological Observatory at Felin near Lublin

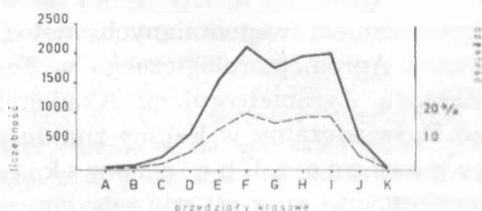
Wśród cech, które charakteryzują określone warunki klimatyczne, przede wszystkim należy wymienić temperaturę powietrza. Stosunki termiczne przedstawiane są przy pomocy różnych sposobów, np. wartości średnich, skrajnych, amplitud itp. Każdemu ze stosowanych sposobów można przypisać szereg zalet i wad. W badaniach klimatologicznych wykształciły się pewne tradycje i są one wyznacznikami metod postępowania, czasami ze szkodą dla innych. Wydaje się, że ciekawe wyniki można uzyskać stosując na przykład klasyfikowanie poszczególnych danych w przedziałach wielkości. Umożliwia to ocenę liczebności zjawiska w badanym przedziale wielkości, częstości występowania, a ponadto pozwala na ocenę typu rozkładu danych w badanej próbie. Ten ostatni aspekt ma bardzo istotne znaczenie w naukach przyrodniczych.

Celem niniejszego opracowania jest przeanalizowanie wartości średniej dobowej temperatury powietrza — w odcinkach rocznych — z okresu 1951—1980, ze szczególnym uwzględnieniem wspomnianych metod. Spostrzeżenia pochodzą z Obserwatorium Agrometeorologicznego w Felinie koło Lublina, należącego do Zakładu Agrometeorologii Akademii Rolniczej w Lublinie. Rolniczy Zakład Doświadczalny w Felinie znajduje się — według opracowania Wiszniewskiego i Chełchowskiego (1975) — w regionie lubelsko-zamojskim.

Do analizy wykorzystano wartości średniej dobowej temperatury powietrza w Felinie z okresu 1951—1980, co stanowi łącznie 10 958 liczb oraz wartości średniej rocznej temperatury powietrza z tych samych lat. Brakujące materiały uzupełniono spostrzeżeniami ze stacji synoptycznej ówczesnego PIHM, znajdującej się w Lublinie, stosując metodę różnic (Pruchnicki 1977). Dokonano tego dla następujących 8 miesięcy: 1951 — I, II, 1952 — V, VI, XI, XII, 1957 — VIII, 1961 — VIII. Pojedyncze wartości średniej dobowej temperatury powietrza traktowane jako odrębne przypadki umieszczano w pięciostopniowych przedziałach wielkości. Przyjęto zasadę, aby każdy z przedziałów zaczynał się od 0,1, a kończył na 0,0 (zarówno w odniesieniu do temperatur ujemnych, jak i dodatnich), przy uporządkowaniu wartości zgodnie z osią liczbową, zatem podobną do zastosowanej przez Alisowa i in. (1952). Wyjątek stanowią średnie dobowe równe $0,0^{\circ}$, które zaliczono, za Kosibą (1968), do dni zimowych. W opracowaniu przyjęto następujące przedziały: A — od $-25,0^{\circ}$ do $-20,1^{\circ}$, B — od $-20,0$ do $-15,1$, C — od $-15,0$ do $-10,1$, D — od $-10,0$ do $-5,1$, E — od $-5,0$ do $0,0$, F — od $0,1$ do $5,0$, G — od $5,1$ do $10,0$, H — od $10,1$ do $15,0$, I — od $15,1$ do $20,0$, J — od $20,1$ do $25,0$, K — od $25,1$ do $30,0$. Uzyskano w ten sposób 11 przedziałów, obejmujących zakres 55° , w którym zmieściły się wszystkie wartości średniej dobowej temperatury powietrza z lat 1951—1980 w Felinie.

W celu scharakteryzowania tego materiału sprawdzono testem χ^2 normalność rozkładu średniej dobowej temperatury powietrza dla całego trzydziestolecia oraz dla kolejnych lat, badano skośność i spłaszczenie rozkładów z poszczególnych lat, wyznaczając odpowiednie współczynniki. Istotność współczynników skośności została sprawdzona testem podanym przez Pearsona i Hartleya (1966). Opierając się na sumarycznych liczebnościach w kolejnych przedziałach wielkości obliczono (w procentach) częstość występowania dni z określoną wartością średniej dobowej temperatury powietrza. Ponadto dokonano analizy wartości średniej rocznej temperatury powietrza. Wyznaczono funkcję trendu, określając kierunek jej zmian oraz obliczono kolejne współczynniki autokorelacji aż do dziesiątego rzędu (Jokiel, Kostrubiec 1981).

Rozkład średniej dobowej temperatury powietrza w badanych przedziałach wielkości dla całego materiału zilustrowano na ryc. 1. Rozkład



Ryc. 1. Rozkład częstości średniej dobowej temperatury powietrza w latach 1951—1980

Distribution of mean frequency of day and night air temperature in the years 1951—1980

ten jest dwumodalny, zatem nie posiada cech normalności. Stwierdzono, iż w charakteryzowanym trzydziestolecu w Felinie najczęściej występowały dni, podczas których średnia dobowa temperatura powietrza mieściła się w przedziale $0,1-5,0^{\circ}$ (F); przypadków takich było 2116, co stanowi częstość ich występowania równą 19,3%. Na drugim miejscu znajdują się wartości średniej dobowej temperatury powietrza z przedziału $15,1-20,0^{\circ}$ (I); ich liczebność jest równa 2030, zatem częstość występowania wyniosła 18,5%.

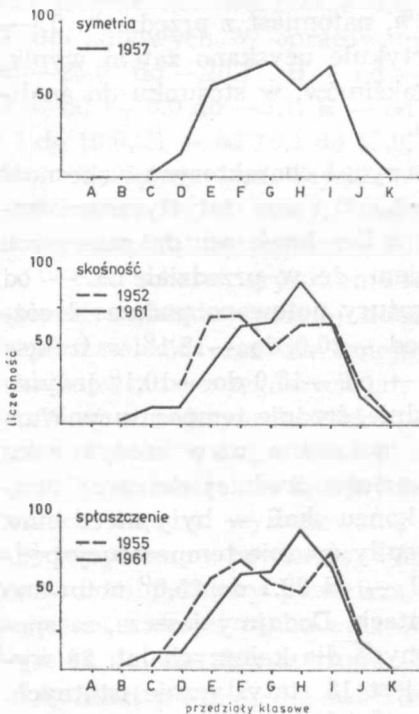
Fakt występowania dwóch najwyższych częstości średniej dobowej temperatury w zbliżonych przedziałach wielkości był sygnalizowany we wcześniejszym opracowaniu Zinkiewicza i Warakomskiego (1959), które dotyczyło klimatu Lublina. Na podstawie materiałów z lat 1952—1956 autorzy ci stwierdzili, iż częstość średnich wartości temperatury z przedziału $15,1-19,9^{\circ}$ wynosi 70,2%, natomiast z przedziału $0,1-4,9^{\circ}$ jest równa 69,8%. W cytowanym artykule uzyskano zatem wynik, świadczący o nieco innym ułożeniu maksimów, w stosunku do analizowanego tu materiału trzydziestoletniego.

Rozkład temperatury przedstawiony na ryc. 1 charakteryzuje skośność ujemna (wartość współczynnika wynosi $-0,272$) i jest statystycznie istotna. Wyjaśnienia tego faktu należy szukać w liczebnościach dni zimowych podczas kolejnych lat. Stwierdzono bowiem, że w przedziale A — od $-25,0$ do $-20,1^{\circ}$ średnie dobowe temperatury notowano podczas 4 różnych lat, w następnym przedziale B — od $-20,0$ do $-15,1^{\circ}$ w trakcie 17 różnych lat, natomiast w przedziale C — od $-15,0$ do $-10,1^{\circ}$ jedynie w ciągu dwóch lat nie wystąpiły odpowiednie, średnie temperatury. Wartości z przedziału D — od $-10,0$ do $-5,1^{\circ}$ notowano już w każdym roku trzydziestolecia. Liczebności dodatnich wartości średniej dobowej temperatury powietrza — na przeciwległym końcu skali — były nieco inne. W przedziale K — od $25,1$ do $30,0^{\circ}$ wystąpiły średnie temperatury podczas 10 lat, ale w następnym przedziale J — od $20,1$ do $25,0^{\circ}$ notowano średnie temperatury już we wszystkich latach. Dodajmy jeszcze, że spośród 30 współczynników skośności obliczonych dla kolejnych lat, 26 wyróżnia skośność ujemna — w tej liczbie jest 16 statystycznie istotnych. Stąd wynika asymetria wykresu na ryc. 1.

Wartości średniej dobowej temperatury powietrza charakteryzował różny rozrzut, dlatego też różna jest liczba przedziałów wielkości, zajmowanych przez poszczególne dane w kolejnych latach. W skrajnych przypadkach była to liczba 7 przedziałów (D—J) w r. 1977 ($\delta=7,6^{\circ}\text{C}$) i 11 przedziałów, czyli cały zakres skali, wykorzystany dla danych z r. 1963 ($\delta=11,8^{\circ}\text{C}$ — jest to najwyższa wartość odchylenia standardowego spośród 30 lat). Analizując rozkłady roczne średniej dobowej temperatury

powietrza w badanych przedziałach wielkości wzięto pod uwagę dwie cechy: ich skośność i spłaszczenie.

Na ryc. 2 przedstawiono krzywe, które kolejno ilustrują: rozkład danych z r. 1957 — najbardziej symetryczny oraz rozkłady skrajne pod względem skośności i spłaszczenia. Rozkład z r. 1952 charakteryzuje największa skośność dodatnia, zaś rozkład z r. 1961 — skrajna skośność ujemna. Rozkład z r. 1955 jest przykładem najbardziej spłaszczonego, a wymieniany już r. 1961 wyróżnia się jednocześnie rozkładem najmniej spłaszczonym. Rozkład temperatury w r. 1957 był dwumodalny. Najwyższa liczebność (równa 74) wystąpiła w przedziale G — od 5,1 do 10,0°, na drugim miejscu były średnie dobowe z przedziału I — od 15,1 do 20,0° (w liczbie 71).



Ryc. 2. Charakterystyczne rozkłady częstości średniej dobowej temperatury powietrza w poszczególnych latach
Characteristic distributions of mean frequency of day and night air temperature in individual years

W r. 1952 wystąpił rozkład o najwyższej skośności dodatniej. Charakterystyczny jest w nim brak średnich dobowych z przedziałów A, B i C, co oznacza, że w tym roku nie notowano w ogóle takich wartości w zakresie od $-25,0$ do $-10,1^{\circ}$. Przeciwny do omawianego (rozkład z r. 1961) jest przykładem skrajnej skośności ujemnej. Fakt ten jest dobrze zilustrowany na ryc. 2, poprzez wydłużenie krzywej w kierunku temperatur ujemnych. Wykres z r. 1961 świadczy o istnieniu jeszcze jed-

nej cechy tego rozkładu, jest on mianowicie przykładem najmniejszego spłaszczenia. Najwyższa liczba średnich dobowych wartości temperatury wystąpiła w przedziale H — od 10,1 do 15,0° i była równa 90. Jest to najwyższa liczebność, jaką stwierdzono w tym przedziale wielkości w okresie trzydziestolecia.

Rozkład z r. 1961 jest normalny, zaś z r. 1955 jest pozbawiony tej cechy i charakteryzuje się największym spłaszczeniem. Dane z r. 1955 tworzą rozkład dwumodalny — maksimum w liczbie 74 przypadków wystąpiło w przedziale I — od 15,1 do 20,0°, natomiast drugie, lokalne maksimum to 71 przypadków w przedziale F — od 0,1 do 5,0°. Pomiedzy opisanymi tu liczebnościami w przedziałach F i I są wyraźnie mniejsze liczby przypadków w przedziałach G i H. Na przykład w zakresie temperatur od 10,1 do 15,0° (H) jest 50 wartości średniej dobowej temperatury. Oceniając normalność rozkładów rocznych z kolejnych lat trzydziestolecia stwierdzono, że 10 zdecydowanie nie miało tej cechy.

I jeszcze jedna uwaga na temat najwyższej liczby przypadków w jednym przedziale wielkości — było to 112 średnich dobowych temperatur od 0,1 do 5,0° (F) w r. 1974. Dane z tego roku pomieściły się w 8 przedziałach wielkości, a odchylenie standardowe równe 6,9°C było najniższe wśród analogicznych wartości z kolejnych lat.

Dalszą część analizy stosunków termicznych w Felinie oparto na wartościach średniej rocznej temperatury powietrza. Średnia roczna obliczona na podstawie całego trzydziestolecia wynosi 7,2°. W kolejnych dekadach lat omawianego okresu były to następujące wartości: 1951—1960 — 7,5°, 1961—1970 — 7,1°, 1971—1980 — 7,1°. Można na tej podstawie stwierdzić, że średnia roczna temperatura była najwyższa w pierwszym dziesięcioleciu lat 1951—1980.

Podobnie jak w przypadku wartości średniej dobowej temperatury, średnie roczne zestawiono w szereg rozdzielczy, lecz z przedziałami jednostopniowymi i uzyskano następujące wyniki (w nawiasach podano częstość obliczoną w procentach):

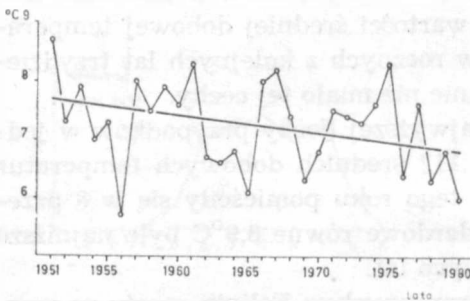
5,1—6,0°	2	(6,7)
6,1—7,0°	10	(33,3)
7,1—8,0°	14	(46,7)
8,1—9,0°	4	(13,3)

Z zestawienia wynika, iż niemal połowę przypadków stanowiły średnie roczne wartości temperatury z przedziału 7,1—8,0°, a te właśnie wartości wraz z pochodzącymi z przedziału 6,1—7,0° stanowią łącznie 80% wszystkich notowań z lat 1951—1980. Skrajne wartości średniej rocznej temperatury powietrza wystąpiły w pierwszym dziesięcioleciu analizowanego okresu i były równe: najwyższa — 8,7° w r. 1951, a najniższa — 5,7° w r. 1956.

Dalsze badania dotyczą kierunku zmian średniej rocznej temperatury powietrza, które wystąpiły w trzydziestoleciu. W tym celu uzyskane wyniki zostały potraktowane jako realizacja szeregu czasowego, dla którego wyznaczono metodą najmniejszych kwadratów równanie trendu liniowego postaci:

$$\bar{x} = -0,0247 t + 7,6264$$

Wartość $-0,0247$ współczynnika w równaniu trendu wskazuje, że badane tu średnie roczne temperatury obniżały się — przeciętnie rocznie o $0,02^\circ$ (ryc. 3). Wyznaczono również błędy standardowe ocen współczynników $a_1 = -0,0247$ i $a_0 = 7,6264$. Są one odpowiednio równe $S_{a_1} = 0,0157$ oraz $S_{a_0} = 0,016$.



Ryc. 3. Tendencja zmian średniej rocznej temperatury powietrza w latach 1951—1980

Change tendency of mean annual air temperature in the years 1951—1980

Ponadto wyznaczono odchylenie standardowe składnika resztowego:

$$S_{x/t} = \sqrt{\frac{\sum(x_i - \bar{x}_i)^2}{n - k}} = 0,745$$

określające przeciętne odchylenie wartości empirycznych od teoretycznych, wyznaczonych na podstawie równania trendu, oraz współczynnik zmienności losowej:

$$V = \frac{S_{x/t}}{\bar{x}} \cdot 100\% = 10,2919\%$$

Z obliczeń wynika, że 10,29% średniej wartości badanej cechy stanowi wahań losowe.

Testem von Neumanna (Greń 1982) stwierdzono również, iż nie występuje autokorelacja pierwszego rzędu, czyli między kolejnymi, następującymi po sobie latami. Wartości współczynników autokorelacji wyższych rzędów wyznaczone dla kolejnych dziesięciu lat wskazują natomiast, że najsilniej skorelowane są dodatnio wartości średniej temperatury lat przesuniętych o 5, a więc średnia roczna temperatura z r. 1951 z wartością z r. 1956, 1952 z 1957 itd. Najsilniej ujemnie są skorelowane dane z lat przesuniętych o 3, czyli 1951 z 1954, 1952 z 1955 itd. Opisane korelacje nie są wprawdzie wysokie, lecz zasygnalizowane zjawisko jest warte dokładniejszego rozważenia, potraktowanego jako odrębny temat

Zawarte w tej pracy wyniki uzyskane drogą analizy stosunków termicznych z lat 1951—1980 w Felinie nasuwają kilka uwag, dotyczących metod charakteryzowania wspomnianego elementu meteorologicznego. Wydaje się, że określanie częstości występowania średniej dobowej temperatury powietrza w przedziałach wielkości mogłoby być dosyć wartościowym uzupełnieniem informacji, wynikających z uwzględnienia głównie wartości średnich, nawet jeżeli pochodzą one z okresów wieloletnich. Pojęcie średniej dobowej temperatury powietrza jest abstrakcją w mniejszym stopniu aniżeli średnie miesięczne lub średnie roczne i jako takie jest bliższe powszechnemu odczuwaniu temperatury. Ponadto zastosowana tu analiza rozkładu średnich dobowych pozwala na lepsze zróżnicowanie rozrzutu danych, występujących w skrajnych przedziałach wielkości. Dlatego też można sądzić, że tego typu informacje należałoby częściej wykorzystywać w pracach prognostycznych, a rozszerzenie podobnych badań na większy obszar pozwoliłoby na stwierdzenie zmienności przestrzennej zjawiska.

Niektóre wyniki, uzyskane w obrębie średnich rocznych wartości temperatury, autorzy traktują na razie jako ewentualne tematy szerszych opracowań.

LITERATURA

- Alisow B. P., Drozdow O. A., Rubinsztein E. S. 1952, Kurs klimatologii, czast' I i II. Gidromieteorologičeskoje Izdatiel'stvo, Leningrad.
- Greń J. 1982, Statystyka matematyczna. Modele i zadania. PWN, Warszawa.
- Jokiel B., Kostrubiec B. 1981, Statystyka z elementami matematyki dla geografów. PWN, Warszawa.
- Kosiba A. 1968, O tak zwanych zimach stulecia. Spraw. Wroc. Tow. Nauk. Ser. B, nr 21, s. 10—15, Wrocław.
- Pearson E. S., Hartley H. O. 1966, Biometrical Tables for Statisticians, Volume I. Cambridge University Press.
- Pruchnicki J. 1977, Metody opracowań klimatologicznych. Wydawnictwa Politechniki Warszawskiej, Warszawa.
- Wiszniewski W., Chełchowski W. 1975, Charakterystyka klimatu i regionizacja klimatologiczna Polski. Wydawnictwa Komunikacji i Łączności, Warszawa.
- Zinkiewicz W., Warakomski W. 1959, Zarys klimatu Lublina. Ann. Univ. Mariae Curie-Skłodowska, sectio B, vol. XIV, s. 47—130.

РЕЗЮМЕ

Разработка касается термического режима 1951—1980 гг. в Фелине близ Люблина. Анализировали численность среднесуточных величин температуры в 5-градусных интервалах и среднегодовых в 1-градусных интервалах. Распределение среднесуточной температуры является двумодальным: больше всего дней отме-

тилось со средней температурой в интервале $0,1-5,0^{\circ}$ (частота равная 19,3%), на втором месте были дни со средней температурой $15,1-20,0^{\circ}$ (частота равная 18,5%). Чаще всего отмечались среднегодовые величины температуры в интервале $7,1-8,0^{\circ}$. Обнаружено также, что в характеризуемом 30-летию существовала тенденция к понижению температуры воздуха, составлявшая $0,02^{\circ}$ в год.

SUMMARY

The paper deals with thermic conditions in the years 1951—1980 at Felin near Lublin. Mean day and night temperature values were analysed at five degree intervals and mean annual values at one degree intervals. Distribution of the mean day and night temperature is bimodal: the greatest number of days were those with mean temperature of 0.1 to 5.0°C (equal frequency 19.3%), next — the days with mean temperature 15.1 to 20.0°C (equal frequency 18.5%). Most often were mean annual temperature values at the interval of 7.1 to 8.0°C . It was also found that in the period of thirty years there was a tendency towards a decline of air temperature which was 0.02°C annually.