

*Katarzyna Piotrowicz**

ZRÓŻNICOWANIE TERMICZNYCH PÓR ROKU W KRAKOWIE

Zarys treści: Na podstawie średnich miesięcznych wartości temperatury powietrza na Stacji Klimatologicznej IG UJ w Krakowie przedstawiono zróżnicowanie dat początku i końca oraz długości termicznych pór roku w latach 1792-1995. Uzyskane wyniki porównano z wieloletnim przebiegiem średnich miesięcznych i rocznych wartości temperatury powietrza w Krakowie, wskaźnikiem kontynentalizmu i zmiennością wskaźników cyrkulacji atmosferycznej. Stwierdzono, że największym zróżnicowaniom w badanym okresie podlegała zima a wszystkie pozostałe pory roku, z wyjątkiem lata, którego długość nie wykazywała żadnej tendencji zmian, są w XX stuleciu nieznacznie dłuższe.

Słowa kluczowe: pory roku, temperatura powietrza, Kraków.

1. Wstęp

Termicznymi porami roku w Polsce zajmowało się wielu klimatologów, gdyż, jak twierdzili, przyjmowanie za pory roku trzech miesięcy kalendarzowych nie oddaje dokładnie naturalnej struktury sezonowej klimatu. Różnie jednak dokonywano podziału roku. E. Romer (1904, 1949) jako pierwszy wyróżnił sześć pór roku, twierdząc, że są one istotną cechą klimatu Polski. Ich daty wyznaczał na podstawie przejścia przez progi termiczne (0°, 5° i 15°C) średniej miesięcznej temperatury powietrza z wielolecia. Wyróżnił: przedwiośnie (pozimie), wiosnę, lato, jesień, przedzimie (szarugę jesienną) i zimę. Podobne pory roku przyjmowali również R. Merecki (1907, 1915) i L. Bartnicki (1948), który dodatkowo uzasadnił, że osobliwością klimatu Polski jest występowanie jeszcze dwóch dodatkowych pór roku oprócz czterech zasadniczych trwających wystarczająco długo, aby je uwzględnić. W. Wiszniewski (1960) natomiast uważa, że w Polsce należy wyróżnić osiem pór, podobnie jak w fenologii, uwzględniając

* Autorka jest stypendystką Fundacji na Rzecz Nauki Polskiej w 1998 roku.

dodatkowo próg termiczny 10°C, natomiast nie jest słuszne przyjmowanie sześciu pór. Z tym stwierdzeniem zgadzają się E. Trybowska (1963), J. Moszczyńska (1971) i M. Makowiec (1983). M. Hess (1965), analizując termiczne pory roku w Karpatach, wyróżnił ich 10, dodatkowo dzieląc sezon zimowy na zimę surową i bardzo surową na podstawie progów -5° i -10°C. Taki podział wykorzystał w swojej pracy m.in. W. Warszawski (1971). W. Wiszniewski (1960) stwierdza, że słuszne jest podejmowanie prób podziału roku na pory termiczne, gdyż to zagadnienie nie jest w pełni opracowane. Szczególnie ważne są tego typu opracowania wykonywane w Polsce, położonej w strefie klimatu umiarkowanego, będącego pod wpływem zarówno cech oceanicznych, jak i kontynentalnych, ponieważ taki „przejściowy” klimat jest czułym wskaźnikiem wahań klimatycznych. Dowodem tego może być zróżnicowanie dat początku i końca termicznych pór roku.

Najczęściej przy wyznaczaniu dat przejścia temperatury powietrza przez określone progi termiczne wykorzystuje się średnie miesięczne temperatury powietrza z wielolecia i sposób graficzny lub rachunkowy. Zakłada się przy tym, że średnia miesięczna temperatura jest zbliżona do średniej dobowej środkowego dnia miesiąca, a wzrost i spadek temperatury ma charakter liniowy. Sposób graficzny polega na odczytaniu wartości z wykresów – histogramów o czym pisze M. Hess (1965, 1967), natomiast rachunkowy wykorzystuje wzory opracowane przez R. Gumińskiego (1950). Wzory te w swoich opracowaniach zastosowała m.in. M. Nowak (1967) i M. Stopa (1968). Drugim sposobem, jak stwierdza M. Stopa (1968), najdokładniejszym, ale ze względu na dużą pracochłonność i trudności w zgromadzeniu danych rzadziej stosowanym, jest wykreślenie przebiegu średnich dobowych wartości temperatury z wielolecia. Pośrednim sposobem posłużyli się J. L. Olszewski i B. Jarzab (1996), przyjmując podział na pory roku za R. Mereckim (1915) i sposób graficzny, wykorzystując jednak średnie dekadowe wartości temperatury powietrza. Kilka innych metod, pojawiających się w najnowszej literaturze klimatologicznej, omówił w swojej pracy P. Lewik (1997).

Przytoczone tutaj metody dają jednak mniej lub bardziej dokładne daty początku czy końca termicznych pór roku, ponieważ są to tylko wartości wieloletnie, a nie wyznaczone w poszczególnych latach. Tego typu metody, pozwalające wyróżnić pory roku w kolejnych latach, prezentują prace autorki (Piotrowicz 1994, 1996), gdzie dokonano również próby analizy dat początku i końca oddzielnie dla każdej zimy.

2. Cel pracy i metoda opracowania

Celem niniejszej pracy jest określenie zróżnicowania termicznych pór roku w Krakowie ($\varphi = 50^{\circ}04' N$, $\lambda = 19^{\circ}58' E$, $h = 220$ m n.p.m.) na podstawie średnich miesięcznych wartości temperatury powietrza z lat 1792-1995 (204-lecie) i porównanie ich z wynikami M. Hessa (1967), opierającego się na znacznie krótszym materiale z lat 1864-1963 (100-lecie) i 1831-1960 (130-lecie). Autor w tym opracowaniu wykrył interesujące tendencje zmian zarówno dat początku i końca, jak i długości poszczególnych pór roku. Jednak, jak sam stwierdza, zarysowuje tylko problem nie kontynuując dokładnej analizy. Dlatego też może być interesujące porównanie

tendencji zauważonych w latach sześćdziesiątych przez M. Hessa z występującymi obecnie oraz poszerzenie analizy o dane z przełomu XVIII i XIX wieku, schyłku małej epoki lodowej, co stało się możliwe dzięki opracowaniu J. Trepieńskiej (1997). Szukając przyczyn zróżnicowania dat początku i końca termicznych pór roku w okresie ponad 200-letnim w Krakowie, uzyskane wyniki porównano z wieloletnim przebiegiem: średniej miesięcznej temperatury powietrza, wskaźników kontynentalizmu i cyrkulacji atmosferycznej (strefowej i południkowej).

Do wyznaczenia dat początku i końca pór roku, a co za tym idzie i ich długości, wykorzystano program „TERPOR”, opracowany przez T. Niedźwiedzia i D. Limanówkę (1992). Autorzy wzorowali się na prezentowanych już pracach R. Mereckiego (1915), E. Romera (1949), W. Wiszniewskiego (1960) i M. Hessa (1965), dlatego konstruując program wykorzystali wspomniany już sposób graficzny. Dla uproszczenia programu założono jednak, że na wykresie średnie miesięczne temperatury powietrza z wielolecia, przypisane środkowemu dniu miesiąca, łączone są liniami prostymi.

Wyróżniono następujące pory roku:

- zimą ($t < 0^{\circ}\text{C}$),
- przedwiośnie ($0^{\circ}\text{C} \leq t < 5^{\circ}\text{C}$),
- wiosnę ($5^{\circ}\text{C} \leq t < 10^{\circ}\text{C}$),
- przedlecie ($10^{\circ}\text{C} \leq t < 15^{\circ}\text{C}$),
- lato ($t \geq 15^{\circ}\text{C}$),
- polecie ($15^{\circ}\text{C} > t \geq 10^{\circ}\text{C}$),
- jesień ($10^{\circ}\text{C} > t \geq 5^{\circ}\text{C}$),
- przedzimie ($5^{\circ}\text{C} > t \geq 0^{\circ}\text{C}$).

Niestety, bardzo dokładne porównanie dat początku i końca poszczególnych pór roku obliczonych w tej pracy z danymi uzyskanymi przez M. Hessa (1967) nie będzie możliwe, ponieważ autor do ich wyznaczenia użył nieco innej metody – histogramów, wykreślonych osobno dla każdego roku. Nie opisuje on jednak dokładnie tej metody, nie podaje również żadnych danych dla poszczególnych lat, a jedynie wartości uśrednione dla okresu wieloletniego (minimum 10-letniego) i tylko prawdopodobieństwo (nawet z dokładnością do 1%) pojawiania się omawianych przypadków. Dlatego też zdecydowano się zastosować metodę opisaną w pracy T. Niedźwiedzia i D. Limanówki (1992), ponieważ wydaje się ona najbardziej zbliżona do wykorzystanej przez M. Hessa (1967), gdyż uwzględnia się w niej również wartości średnie miesięczne.

3. Daty początku i końca termicznych pór roku

W tabeli 1 przedstawiono średnie wieloletnie daty początku poszczególnych termicznych pór roku w Krakowie.

Z tabeli tej wynika, że średnie wartości 200-letnie, z okresu 1796-1995, różnią się zaledwie o 1 dzień od średnich wyliczonych z całości serii, 204-letnia (1792-1995). Średnie 100-letnie obliczone dla dwóch okresów z: XIX (1801-1900) i XX wieku (1896-1995) świadczą o bardzo dużej zmienności dat początku zimy oraz jej końca i równocześnie początku przedwiośnia. W pierwszym okresie zima zaczynała się

Tab. 1. Średnie daty początku termicznych pór roku w Krakowie w latach 1792-1995.

Tab. 1. Mean dates of the beginning of thermal seasons in Kraków in the period 1792-1995.

lata years	zima winter	przedwiosnie early spring	wiosna spring	przedlecie early summer	lato summer	polecie late summer	jesień autumn	przedzimie forewinter
1792-1995	6.12	25.02	27.03	23.04	23.05	8.09	9.10	4.11
1796-1995	6.12	26.02	27.03	23.04	24.05	7.09	8.10	3.11
100-lecia a hundred-year periods								
1801-1900	1.12	2.03	29.03	24.04	24.05	7.09	8.10	2.11
1896-1995	13.12	21.02	24.03	22.04	24.05	7.09	9.10	6.11
100-lecie opracowane przez M. Hessa (1967) a hundred-year period elaborated by M. Hess (1967)								
1864-1963	9.12	21.02	30.03	26.04	30.05	5.09	8.10	6.11

1 grudnia, a w drugim już o 12 dni później (13 grudnia), natomiast kończyła się odpowiednio 2 marca lub 21 lutego, czyli o 9 dni wcześniej. Daty początku pozostałych pór roku charakteryzowały się już mniejszą zmiennością. Nieco wcześniej zaczynała się w XX wieku wiosna (o 5 dni) i przedlecie (2 dni), nieco później – przedzimie (4 dni) i jesień (1 dzień), natomiast daty początku i końca lata nie zmieniły się, co świadczy o ich dużej stabilności.

Według średnich 100-letnich (1864-1963), przedstawionych przez M. Hessa (1967) i umieszczonych w tabeli 1 wynika, że zima w Krakowie zaczyna się 9 grudnia, czyli 3 dni później niż w 200-leciu i 4 dni wcześniej niż w XX wieku, natomiast przedwiosnie zaczyna się w tym samym dniu, co średnio w obecnym stuleciu. Daty początku pozostałych pór roku różnią się, ale nie więcej niż o 6 dni. Te różnice są spowodowane, jak już wspomniano, zastosowaną metodą do ich wyznaczenia oraz przyjętym okresem badań (co m.in. zaprezentowano w tabeli 1).

Jak stwierdza M. Hess (1967), od tych średnich dat odbiegają znacznie wartości w poszczególnych latach, przy czym największym wahaniom podlega zima, co można również zauważyć na podstawie danych zamieszczonych w tabeli 1. Aby dokładniej prześledzić zmienność dat początku i końca termicznych pór roku, obliczono je dla krótszych okresów: 30-, 10- i 5-letnich.

Zimy najwcześniej zaczynały się i najpóźniej kończyły w 30-leciu 1841-1870, odpowiednio 29 listopada i 4 marca, natomiast najpóźniej zaczynały się i najwcześniej kończyły w latach 1961-1990 (15 grudnia i 17 lutego). Na te trzydziestolecia przypadają również skrajne daty początku wiosny, przedlecia i przedzimia (tab. 2). Lato najwcześniej się zaczynało i najpóźniej kończyło w latach 1811-1840 (19 maja i 10 września), natomiast najpóźniej zaczynało się w latach 1871-1900 (29 maja). Skrajne daty początku i końca polecia przypadają na lata 1901-1930 i 1961-1990. Wynika z tego, że daty początku i końca tej samej pory roku mają czasami tendencję do przeciwnego przebiegu, np.: wczesnym datom początku zimy odpowiadają późne daty jej końca i odwrotnie. Dotyczy to wszystkich pór roku. Tą samą regularność

Tab. 2. Średnie trzydziestoletnie daty początku termicznych pór roku w Krakowie w latach 1811-1990.

Tab. 2. Mean 30-year dates of the beginning of thermal seasons in Kraków in the period 1811-1990.

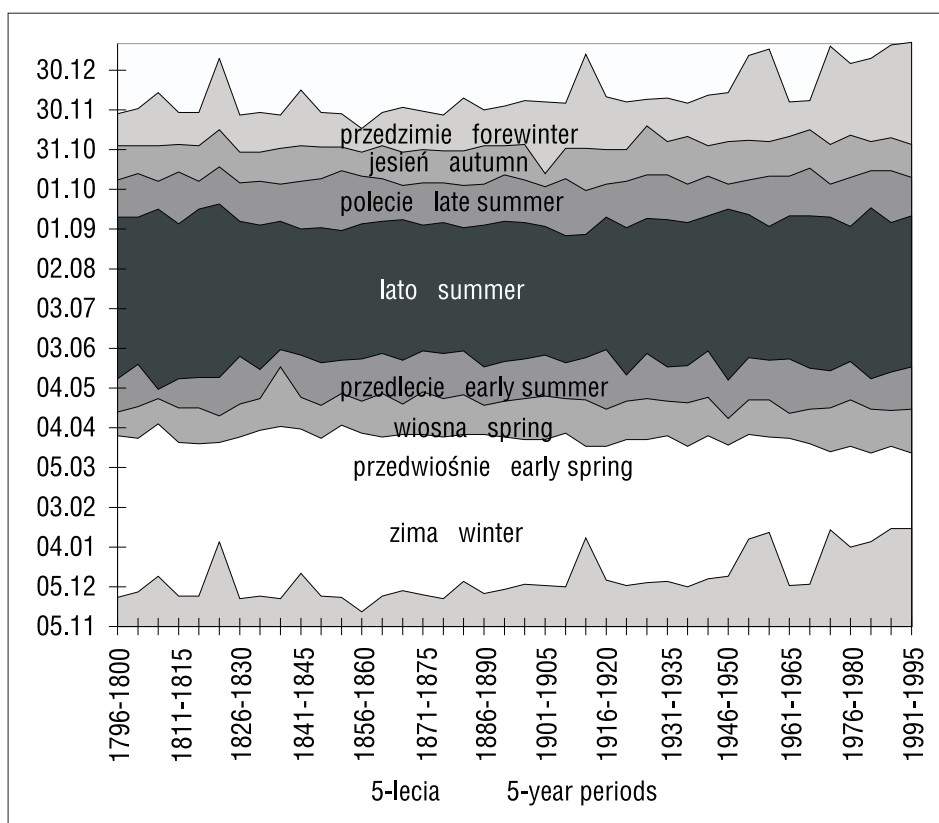
lata years	zima winter	przedwiośnie early spring	wiosna spring	przedlecie early summer	lato summer	polecie late summer	jesień autumn	przedzimie forewinter
1811-1840	1.12	28.02	28.03	22.04	19.05	10.09	9.10	3.11
1841-1870	29.11	4.03	31.03	26.04	26.05	3.09	9.10	1.11
1871-1900	2.12	28.02	29.03	26.04	29.05	5.09	7.10	2.11
1901-1930	10.12	23.02	25.03	25.04	28.05	2.09	6.10	3.11
1931-1960	13.12	25.02	25.03	23.04	23.05	9.09	8.10	6.11
1961-1990	15.12	17.02	22.03	19.04	21.05	10.09	12.10	10.11

opisał M. Hess (1967), przy czym znajduje ona potwierdzenie również w ostatnich latach.

Obliczając średnie pięcioletnie daty początku i końca termicznych pór roku, natrafiono na przypadek (w ostatnich latach analizowanego okresu – 1991-1995), w którym średnia miesięczna temperatura powietrza nie spadła poniżej 0°C. Według zastosowanej metody wynika, że w tych latach zima nie wystąpiła, a przedzimie przechodziło bezpośrednio w przedwiośnie. M. Hess (1967) wprawdzie stwierdza, że istnieje 1% prawdopodobieństwa, że zimy może nie być i 10%, że będzie ona trwała krócej niż 22 dni. Wynika z tego jednak, że do dokładnej charakterystyki pór roku, szczególnie okresu zimowego, należy stosować inne metody wyznaczania ich dat – oparte na danych z każdego roku oddzielnie.

Zróżnicowanie dat początku i końca poszczególnych pór roku w okresach pięcioletnich prezentuje rycina 1. Bardzo wyraźnie zaznacza się tu wspomniana już duża zmienność dat początku i końca zim, o czym może również świadczyć odchylenie standardowe (σ) 5-letnich średnich dat wynoszące odpowiednio 17,3 i 10,9 dni. Znacznie mniejszą zmiennością charakteryzuje się lato, szczególnie jego koniec (początek polecia) oraz początek wiosny (w obu przypadkach $\sigma = 5,3$), natomiast najmniej zróżnicowana w badanym okresie okazała się data początku jesieni ($\sigma = 4,1$). Zima wykazuje też najwyraźniejszą tendencję do późniejszego pojawiania się. W pierwszej połowie lat dziewięćdziesiątych obecnego stulecia daty początku zimy przypadły na 18 stycznia, czyli o ponad miesiąc później niż na początku analizowanego okresu. Odwrotną tendencję wykazuje początek przedwiośnia (koniec zimy). W ostatnich latach pojawiają się one wcześniej o około 26 dni. Nieznacznie wcześniej pojawiają się też daty początku wiosny i przedlecia. Pozostałe pory roku: lato, polecie, jesień i przedzimie nie wykazują wyraźnej tendencji zmian.

Na podstawie analizy wartości współczynnika korelacji (r) średnich pięcioletnich dat początku termicznych pór roku zauważono, że zachodzą pewne statystyczne relacje między datami pojawiania się niektórych sezonów. Początek wiosny zależny jest od:



Ryc. 1. Średnie 5-letnie daty początku termicznych pór roku w Krakowie w latach 1796-1995.

Fig. 1. Mean 5-year dates of the beginning of thermal seasons in Kraków in the period 1796-1995.

- początku przedwiośnia ($r = 0,61$), czyli im wcześniej zaczyna się przedwiośnie, tym wcześniej zaczyna się wiosna,
- początku zimy ($r = -0,56$), czyli im wcześniej zaczyna się zima, tym później zaczyna się wiosna.

Koniec wiosny (początek przedlecia), lata (początek polecia) i jesieni (początek przedzimia) zależy od dat początku ($r = 0,59$ lub $0,58$), czyli im wcześniej się zaczyna wiosna, lato lub jesień, tym wcześniej się kończy ta pora roku. Pozostałe zależności są nieistotne statystycznie.

4. Długość termicznych pór roku

Średnią wieloletnią długość poszczególnych termicznych pór roku prezentuje tabela 3. Wynika z niej, że najdłuższą porą roku w Krakowie jest lato. Jego średnia długość w 200-leciu i w dwóch 100-leciach wynosiła 107 dni w roku. Jedynie o dwa dni dłuższe było lato w całym badanym okresie (1792-1995), a o 6 dni krótsze w 100-leciu 1864-1963. Drugą porą roku pod względem długości jest zima. Średnio w 200-leciu trwała ona około 80 dni, przy czym w ostatnim stuleciu (1896-1995) była o 10 dni krótsza. Pozostałe pory roku trwają około miesiąca, przy czym krótsze są jesień i wiosna niż przedwiośnie, przedlecie i polecie.

Tab. 3. Średnia długość termicznych pór roku w Krakowie w latach 1792-1995.

Tab. 3. Mean durations of thermal seasons in Kraków in the period 1792-1995.

lata years	zima winter	przedwiośnie early spring	wiosna spring	przedlecie early summer	lato summer	polecie late summer	jesień autumn	przedzimie forewinter
1792-1995	80	30	27	30	109	31	26	32
1796-1995	81	29	27	31	107	31	26	33
100-lecia a hundred-year periods								
1801-1900	90	27	26	30	107	31	25	29
1896-1995	69	31	29	32	107	32	28	37
100-lecie opracowane przez M. Hessa (1967) a hundred-year period elaborated by M. Hess (1967)								
1864-1963	70	36	27	34	101	33	31	33

Najdłuższe zimy (94 dni) występowały w 30-leciu 1841-1870, a najkrótsze (63 dni) w latach 1961-1990 (tab. 4). Wpłynęły na to zarówno daty początku, jak i końca tej pory roku (tab. 2). Odwrotna sytuacja wystąpiła w przypadku długości przedwiośnia i jesieni. Te pory roku trwały najdłużej (odpowiednio 33 i 29 dni) w ostatnim 30-leciu (jesień również w latach 1931-1960), a najkrócej (27 i 23 dni) w latach 1841-1870. Zmienność długości przedwiośnia i jesieni była jednak aż 5-krotnie mniejsza niż zimy. Pierwsze analizowane 30-lecie (1811-1840) charakteryzowało się najdłuższym latem i równocześnie najkrótszą wiosną, przedleciem, polem i przedzimiem, natomiast pierwsze lata obecnego wieku (1901-1930) – najkrótszym latem oraz najdłuższą wiosną i przedleciem.

Zróżnicowanie długości poszczególnych pór roku można również prześledzić na rycinie 2, która prezentuje średnie 10-letnie wartości. Również tutaj największą zmiennością charakteryzowały się wartości dla zimy ($\sigma = 22,0$ dni) oraz przedzimia ($\sigma = 16,0$) i lata ($\sigma = 8,9$), natomiast najmniejszą – jesień ($\sigma = 3,1$) i wiosna ($\sigma = 3,2$).

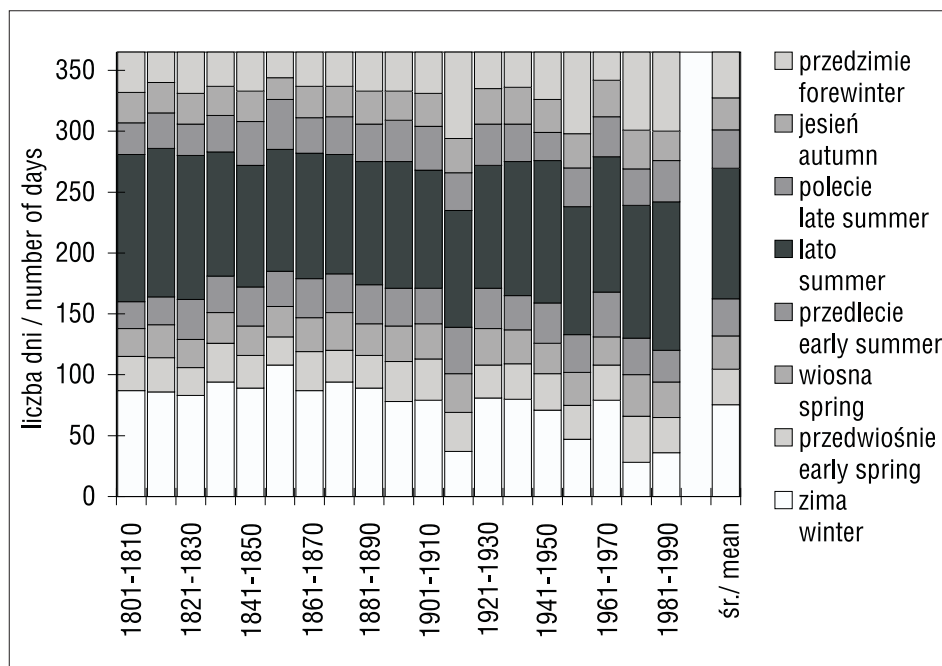
Analizując wartości współczynników korelacji (r) między średnimi 5-letnimi długościami poszczególnych pór roku, stwierdzono zależność między długością:

– przedzimia i zimy ($r = -0,88$), czyli np. im dłuższe przedzimie, tym krótsza zima,

Tab. 4. Średnie trzydziestoletnie długości termicznych pór roku w Krakowie w latach 1811-1990.

Tab. 4. Mean 30-year durations of thermal seasons in Kraków in the period 1811-1990.

lata years	zima winter	przedwiosnie early spring	wiosna spring	przedlecie early summer	lato summer	polecie late summer	jesień autumn	przedzimie forewinter
1811-1840	88	28	25	27	115	29	25	28
1841-1870	94	27	26	30	101	36	23	28
1871-1900	87	29	28	33	100	32	26	30
1901-1930	74	30	31	33	98	34	28	37
1931-1960	73	29	28	30	110	29	29	37
1961-1990	63	33	28	32	113	32	29	35



Ryc. 2. Średnia długość termicznych pór roku w poszczególnych 10-letniach w Krakowie w latach 1801-1990.

Fig. 2. Mean duration of thermal seasons in decades in Kraków in the period 1801-1990.

- lato i przedlecia oraz polecia (w obu przypadkach $r = -0,50$), czyli na długość lata w podobny sposób wpływa zarówno długość przedlecia, jak i polecia,
- zimy i wiosny ($r = -0,43$), czyli im dłuższa zima, tym krótsza wiosna,
- wiosny i lata ($r = -0,40$), czyli im dłuższa wiosna, tym krótsze lato.

5. Analiza przyczyn zróżnicowania termicznych pór roku w Krakowie

Uzyskane wyniki zróżnicowania termicznych pór roku w latach 1792-1995 porównano z wieloletnim przebiegiem średnich miesięcznych i rocznych wartości temperatury powietrza w Krakowie omówionych przez J. Trepieńską (1997), gdyż zarówno wartości, jak i tendencje zmian temperatury wpływają na daty początku i końca oraz długość omówionych pór roku. Natomiast szukając przyczyn, otrzymane wyniki porównano ze:

- zmieniającym się wskaźnikiem kontynentalizmu analizowanym m.in. w pracach E. Romera (1947), W. Milaty (1955), J. Trepieńskiej (1973, 1977), K. Kożuchowskiego i K. Marciniaka (1986), ponieważ jest to szczególnie istotne w strefie klimatu „przejściowego”, w którym położony jest obszar Polski, o czym już wspomniano we wstępie,
- zmiennością cyrkulacji atmosferycznej, gdyż istnieje pogląd (Kożuchowski, Marciniak 1986; Niedźwiedź 1993), że ma ona decydujący wpływ zarówno na zmiany temperatury powietrza, jak i stopień kontynentalizmu.

Porównując przedstawione w niniejszej pracy zróżnicowanie dat początku i końca termicznych pór roku z tendencjami średniej miesięcznej temperatury powietrza zaprezentowanymi w pracy J. Trepieńskiej (1997), można stwierdzić, że zaobserwowane skrócenie się okresu zimowego o 31 dni od początku analizowanego okresu związane jest z wyraźną tendencją wzrostową średniej temperatury grudnia, stycznia i lutego. Wczesne daty początku i późne daty końca zimy w latach 1841-1870, a szczególnie w 10-leciu 1851-1860, pokrywają się z występowaniem znacznych fluktuacji temperatury miesięcy zimowych, ich dużych, ujemnych odchyłeń przyczyniających się do występowania bardzo mroźnych zim oraz fazą kontynentalną klimatu, trwającą do około 1900 roku. Jak stwierdzają K. Kożuchowski i K. Marciniak (1986), są to konsekwencje kończącej się w połowie ubiegłego stulecia małej epoki lodowej. Fakty te potwierdza występowanie długich zim, stosunkowo krótkich okresów przejściowych (przedzimia, pozimia, wiosny, jesieni) oraz przeciętnej długości okresów letnich (przedlecia, lata, polecia). Szczególnie podkreślić tu należy, że w drugiej połowie XIX wieku listopad i marzec często można zaliczać do miesięcy zimowych, gdyż ich temperatury spadały poniżej 0°C, co bardzo rzadko zdarza się obecnie. Na wcześniejsze trzydziestolecie (1811-1840) przypadły natomiast jedne z najdłuższych okresów letnich, jakie zaobserwowano w Krakowie. Z tymi latami wiąże się występowanie wyraźnych anomalii dodatnich czerwca, lipca i sierpnia, przy ich silnych wahanach, aż do końca XIX wieku. Późniejszą małą zmienność dat początku i końca oraz długości lata należy tłumaczyć bardzo małymi fluktuacjami temperatury tych miesięcy. Wysokie temperatury lata, przypadające również na czas małej epoki lodowej, świadczą o tym, że okres ten charakteryzował się dużym kontynentalizmem klimatu, przejawiającym się mroźnymi, długimi zimami, czasami ciepłymi i również długimi latami oraz krótkimi okresami przejściowymi.

Z zaobserwowaną oceanizacją klimatu w pierwszych trzech dekadach XX wieku, głównie w latach 1911-1920, wystąpiło wyraźne ocieplenie, wzrost średniej rocznej

temperatury powietrza, szczególnie miesięcy zimowych, przy równoczesnym spadku temperatury miesięcy letnich. Jest to okres tzw. ocieplenia XX wieku, charakteryzującego się przewagą cyrkulacji strefowej. Na lata te przypadają najwyższe średnie wartości trwania przejściowych pór roku, czyli odmienna sytuacja, niż to miało miejsce w XIX stuleciu. Oceanizacja klimatu i związany z nią duży wzrost średnich miesięcznych wartości temperatury półrocza chłodnego i niewielki spadek temperatury półrocza ciepłego trwa do dziś, przy czym największe nasilenie zaznacza się od lat siedemdziesiątych (tzw. faza współczesnego ocieplenia). Jednakże w XX wieku występowały krótkotrwałe powroty cech kontynentalnych klimatu Polski, szczególnie w latach trzydziestych, czterdziestych i sześćdziesiątych, związane z przewagą południkowych typów cyrkulacji. Spowodowały one spadek temperatury miesięcy zimowych i występowanie nieco dłuższych zim i krótszych okresów przejściowych.

Zastosowana metoda wyznaczania średnich dat początku i końca poszczególnych pór roku dla okresów 5-letnich okazała się zbyt mało dokładna, ponieważ w ostatnim 5-leciu obecnego stulecia (1991-1995) zimy były na tyle krótkie i ciepłe, że nie można ich analizować w przyjęty tu sposób. Należy zastosować szczegółowe metody, oparte na wartościach dobowych. Również dokładniejsza analiza związku dat początku, końca i długości poszczególnych pór roku ze wskaźnikami kontynentalizmu oraz cyrkulacji atmosferycznej wymaga znajomości tych dat nie tylko w średnich wieloletnich okresach, ale także w każdym roku oddzielnie. Wielką zaletą tej metody jest jednak to, że w bardzo prosty sposób można dokonać potrzebnych obliczeń przy braku szczegółowych danych, dlatego też wydaje się ona niezastąpiona przy opracowywaniu tego typu zagadnienia, opartego na bardzo długiej serii danych temperatury powietrza lub w celu porównania wyników otrzymanych z pomiarów na kilku czy kilkunastu stacjach meteorologicznych.

6. Wnioski

Na podstawie dokonanej analizy dat początku i końca pór roku w Krakowie, wyznaczonych na podstawie średnich miesięcznych wartości temperatury powietrza w latach 1792-1995 oraz ich zmienności w 30-, 10- i 5-leciach, stwierdzono, że:

1. Najdłuższą porą roku w Krakowie w latach 1792-1995 było lato, którego daty początku i końca wykazywały najmniejszą zmienność.

2. Największym zróżnicowaniem w badanym okresie podlegała zima, której daty początku mają tendencję do coraz późniejszego pojawiania się, a daty końca – coraz wcześniejszego. Doprowadziło to do znacznego skrócenia się okresu zimowego o 31 dni od początku analizowanego okresu, przy równoczesnym wzroście długości przedzimia o ponad miesiąc. Wszystkie pozostałe pory roku, z wyjątkiem lata, którego długość nie wykazywała żadnej tendencji, są w XX stuleciu nieznacznie dłuższe.

3. Daty początku i końca niektórych pór roku mają niekiedy tendencję do przeciwnego przebiegu, tzn. wczesnym datom początku odpowiadają późne daty końca i odwrotnie.

4. Na podstawie analizy korelacyjnej stwierdzono pewien statystyczny związek między datami pojawiania się i długości niektórych pór roku, m.in.:

- początek wiosny zależy od początku przedwiośnia i zimy,
- koniec jesieni i lata zależy od ich dat początku, czyli im wcześniej się zaczyna jesień lub lato, tym wcześniej się kończy,
- długość zimy jest skorelowana z długością przedzimia,
- długość lata – z przedleciem i polecieciem,
- długość wiosny – z zimą i latem.

Nie stwierdzono natomiast wykrytego przez M. Hessa (1967) odwrotnego przebiegu dat początku i końca lata i zimy. W badanym okresie wystąpiło tylko kilka przypadków, kiedy wcześniej zaczynającej się zimie odpowiadał późny początek lata, późno kończącej się zimie – wczesne lato oraz długiej zimie – krótkie lato i odwrotnie. Być może zależność taka istnieje, jednak należy jej poszukiwać analizując daty początku i końca w poszczególnych latach, a nie na podstawie uśrednionych 5- czy 10-letnich okresów, jak to miało miejsce w tym opracowaniu.

5. Wydłużenie serii badań w stosunku do analizowanego okresu przez M. Hessa (1967) doprowadziło do wykrycia nieco innych tendencji. Najkrótsze zimy wystąpiły bowiem w ostatnim trzydziestoleciu 1961-90, a szczególnie w ostatnich latach (1981-1990), nie zaś, jak pisał autor, opierając się na danych meteorologicznych do roku 1963, około 1910 i 1945-1950 roku. Również zanikła już stwierdzona przez Hessa (1967) tendencja do wcześniejszego początku i późniejszego końca zim, a więc i do dłuższego ich trwania.

Autorka serdecznie dziękuje Panu Prof. dr. hab. Tadeuszowi Niedźwiedziowi za udostępnienie programu „TERPOR”.

Literatura

- Bartnicki L., 1948, *O porach roku i o osobliwościach klimatu Polski*, Gazeta Obserwatora PIHM, I, 4, 1-6.
- Gumiński R., 1950, *Ważniejsze elementy klimatu rolniczego Polski południowo-wschodniej*, Wiad. Służby Hydr.-Meteor., 3, 1, 57-113.
- Hess M., 1965, *Piętra klimatyczne w Polskich Karpatach Zachodnich*, Zesz. Nauk. UJ, Prace Geogr., 11.
- Hess M., 1967, *O stosunkach termicznych Krakowa (1780-1963)*, Przegl. Geofiz., XII (XX), 3-4, 311-330.
- Kożuchowski K., Marciniak K., 1986, *Fluktuacje kontynentalizmu klimatu Polski na tle warunków cyrkulacyjnych i solarnych*, Przegl. Geofiz., XXXI, 2, 139-152.
- Lewik P., 1997, *Termiczne pory roku w regionie karpackim a cyrkulacja atmosferyczna w latach 1966-1990*, Praca doktorska, Wydział Geogr.-Biol., WSP Kraków.
- Makowiec M., 1983, *Wyznaczanie termicznych pór roku*, Przegl. Geofiz., XXVIII, 2, 209-220.
- Merecki R., 1907, *Szkic klimatologii ziem polskich*, Dodatek do Gazety Rolniczej, 34, 291.
- Merecki R., 1915, *Klimatologia ziem polskich*, Warszawa, 313.

- Milata W., 1955, *Temperatura powietrza w Krakowie (na podstawie wyników obserwacji w latach 1864-1949)*, Przegł. Met. i Hydr., 8, 3-4, 199-209.
- Moszczyńska J., 1971, *Termiczne pory roku w Łodzi*, Zesz. Nauk. UŁ, Nauki Mat.-Przyr., Seria II, 43, 87-104.
- Niedźwiedz T., 1993, *Wieloletnia zmienność wskaźników cyrkulacji atmosfery nad Polską Południową*, [w:] Mat. konf., Współczesne badania klimatologiczne, (red.) B. Krawczyk i K. Błażejczyk, 23, IGiPZ PAN, Warszawa, 7-18.
- Niedźwiedz T., Limanówka D., 1992, *Termiczne pory roku w Polsce*, Zesz. Nauk. UJ, Prace Geogr., 90, 53-69.
- Nowak M., 1967, *Termiczne pory roku na obszarze województwa olsztyńskiego*, Zesz. Geogr. WSP w Gdańsku, IX, 257-266.
- Olszewski J. L., Jarzab B., 1996, *Termiczne pory roku w środkowej części Gór Świętokrzyskich*, Rocznik Świętokrzyski, Seria B, Nauki Przyrodnicze, 23, 91-108.
- Piotrowicz K., 1994, *Zimy lat osiemdziesiątych XX stulecia w Krakowie*, Problemy Zagospodarowania Ziemi Górskich, 37, 39-47.
- Piotrowicz K., 1996, *Thermal characterization of winters in the 20th century in Kraków*, Geogr. Polonica, 67, 77-88.
- Romer E., 1904, *Klimat ziem polskich*, [w:] *Polska, obrazy i opisy*, 1, Lwów, 6-12.
- Romer E., 1947, *O współczesnej oceanizacji klimatu europejskiego*, Przegł. Geogr., XXI, 1-2, 103-106.
- Romer E., 1949, *Okresy gospodarcze w Polsce*, Prace Wrocław. Tow. Nauk., B, 20, 132.
- Stopa M., 1968, *Temperatura powietrza w Polsce*, cz. 1, Dokumentacja Geograficzna, 2, IG PAN, Warszawa, 213.
- Trepińska J., 1973, *Zmiany w przebiegu temperatury powietrza w Krakowie w XIX i XX wieku*, Przegł. Geofiz., XVIII (26), 1-2, 39-49.
- Trepińska J., 1977, *O temperaturze i opadach w Krakowie na tle współczesnych zmian klimatycznych*, Przegł. Geofiz., XXII (XXX), 3-4, 225-229.
- Trepińska J. (red.), 1997, *Wahania klimatu w Krakowie (1792-1995)*, Kraków, 204.
- Trybowska E., 1963, *Klimatologiczne pory roku w Rabce Zdroju*, Przegł. Geofiz., VIII (XVI), 3, 151-154.
- Warszawski W., 1971, *Termiczne pory roku w Polsce*, Zesz. Nauk. UŁ, Nauki Mat.-Przyr., II, 43, 105-137.
- Wiszniewski W., 1960, *Kilka uwag o meteorologicznych porach roku w Polsce w świetle średnich wieloletnich wartości temperatur*, Przegł. Geofiz., V (XIII), 1, 31-39.

The differentiation of thermal seasons in Cracow

Summary

The paper presents the differentiation of thermal seasons in Cracow ($\phi = 50^{\circ}04'$ N, $\lambda = 19^{\circ}58'$ E, $h = 220$ m a.s.l.) on the basis of mean monthly air temperatures for the period 1792-1995 (204 years). The computer programme TERPOR, elaborated by T. Niedźwiedź and D. Limanówka (1992), was used to calculate the dates of the beginning and the end of thermal seasons, together with their duration. The programme was constructed according to the results obtained by R. Merecki (1915), E. Romer (1949), W. Wiszniewski (1960) and M. Hess (1965), who define the beginning and the end of thermal seasons as the days when mean daily temperature crosses thermal thresholds (0° , 5° , 10° , 15°C). Therefore the following seasons were distinguished: winter ($t < 0^{\circ}\text{C}$), early spring ($0^{\circ}\text{C} \leq t < 5^{\circ}\text{C}$), spring ($5^{\circ}\text{C} \leq t < 10^{\circ}\text{C}$), early summer ($10^{\circ}\text{C} \leq t < 15^{\circ}\text{C}$), summer ($t \geq 15^{\circ}\text{C}$), late summer ($15^{\circ}\text{C} > t \geq 10^{\circ}\text{C}$), autumn ($10^{\circ}\text{C} > t \geq 5^{\circ}\text{C}$), forewinter ($5^{\circ}\text{C} > t \geq 0^{\circ}\text{C}$).

Summer was the longest thermal season in Cracow in the period 1792-1995 and its dates of the beginning and the end showed the least variability. The largest variability, however, was observed for winter, as the dates of the beginning had the tendency of delay and the dates of the end – the tendency of anticipation. Finally the winter was considerably shortened by about 31 days since 1792, while the early winter was lengthened by about a month. All other seasons are slightly longer in the 20th century than in previous period, except the summer (its duration shows no tendency). If a season began early it ended late, and if it began late – it ended early. The relation between the dates of the beginning of thermal seasons and between the duration of some of them was found with the correlation analysis. For example the beginning of spring depends on the beginning of early spring and winter. The ends of autumn and summer depend on the dates of their beginnings, so the earlier the autumn or summer starts the sooner it is ended. The winter duration is correlated with the early winter duration, the summer duration – with the early summer and the late summer durations and the spring duration – with the winter and summer duration.

In order to explain the differentiation of thermal seasons the results were compared with:

- multi-annual course of mean monthly and yearly air temperatures, as both their values and tendencies influence the dates of the beginning and end of thermal seasons,
- changing indices of continentality and atmospheric circulation, as they greatly influence the changes of air temperature.

The decrease of winter duration is the result of clear increasing tendency of mean monthly temperature for December, January and February. Early dates of the beginning and late dates of winter's end in the period 1841-1870 (especially 1851-1860) coincide with large temperature fluctuations in winter months and continental climatic phase. Those are the consequences of the end of the Little Ice Age, taking place in the middle of 19th century. It is proved by the occurrence of long winters,

relatively short transitional periods (early winter, late winter, spring, autumn) and average duration of summer periods (early summer, summer, late summer).

The increasing oceanicity of climate, observed since the beginning of the century until today, brought distinctive warming, higher mean yearly air and mean monthly temperatures (especially for winter months) lower mean monthly temperatures for summer months.

Katarzyna Piotrowicz
Zakład Klimatologii Instytutu Geografii Uniwersytetu Jagiellońskiego
ul. Grodzka 64, 31-044 Kraków