

## ZMIANY KLIMATU I ICH UWARUNKOWANIA

### **FLUKTUACJE TERMICZNE W EUROPIE OD MAŁEJ EPOKI LODOWEJ DO KOŃCA XX WIEKU**

*Janina Trepieńska*  
*Uniwersytet Jagielloński*  
*Instytut Geografii i Gospodarki Przestrzennej*

#### **Wprowadzenie**

Rozważania na temat zmian klimatu poruszają przede wszystkim zmiany w przebiegu temperatury powietrza. Jest to problem bardzo obszerny i niezwykle aktualny, ale warto zwrócić uwagę na to, że chociaż poruszany od przeszło stu lat, daleki jest od ostatecznych ustaleń. Skoncentrowano się na przedstawieniu trendów temperatury powietrza w ciągu ostatnich 200 lat według długoletnich serii pomiarów temperatury na wybranych stacjach meteorologicznych w Europie, na tle znanych z literatury dociekań naukowych. Od początku pomiarów meteorologicznych, tj. od połowy XVIII stulecia, w Europie Środkowej zaobserwowano udokumentowane liczbowo fluktuacje termiczne, które są przedmiotem żywego zainteresowania i poddawane są licznym próbom interpretacyjnym. Zauważono wyraźne zmiany termiczne od około połowy XIX wieku i stało się to powodem rozgraniczenia pewnych trendów klimatycznych. Lata 50. XIX wieku określono jako koniec małej epoki lodowej i jednocześnie początek okresu współczesnego ocieplenia (Obrębska-Starkłowa 1997).

To opracowanie jest przyczynkiem do rozważań na temat współczesnych poglądów klimatologicznych odnoszących się do obserwowanych zmian klimatu, określanych według fluktuacji średnich miesięcznych wartości temperatury powietrza.

#### **Ocieplenie zim, ochłodzenie sezonów letnich**

Tendencje zmian klimatu obserwowane w Europie mają różny kierunek i natężenie. Takie cechy termiczne klimatu są rozpatrywane głównie na podstawie przebiegu średnich miesięcznych wartości temperatury, od ostatnich dziesiątków lat XVIII wieku do lat współczesnych. Wśród klimatologów przeważa pogląd, że na obszarze prawie całej Europy w drugiej połowie XIX stulecia nastąpiły daleko idące zmiany cyrkulacyjne, które były przyczyną ocieplenia klimatu. Wcześniejsze lata odznaczały się większym kontynentalizmem termicznym, a więc większa była częstość surowych zim, a sezony letnie były cieplejsze. Zaznaczała się także większa zmienność temperatury z roku na

rok. Zakończenie małej epoki lodowej jest różnie datowane. W literaturze naukowej najczęściej spotyka się zdanie, że ocieplenie rozpoczęło się już w latach 50. lub 60. XIX wieku (Obrębska-Starkłowa 1997), natomiast dość wnikliwe badania kształtowania się temperatury na podstawie krakowskiej serii meteorologicznej przesuwają tę datę na następne dziesiątki lat (Trepieńska 1971; Piotrowicz 2000), najbliżej roku 1890. Z porównania przebiegu temperatury powietrza wynika, że intensywność fluktuacji termicznych w Europie jest związana ze stopniem kontynentalizmu termicznego badanego obszaru i z szerokością geograficzną (Trepieńska 1988). Należy tu od razu wspomnieć, że zauważalny wzrost temperatury wykazywany według licznych w Europie Środkowej pomiarów meteorologicznych odnosi się wyłącznie do miesięcy chłodnej pory roku, tj. od listopada do marca. W miesiącach cieplej pory roku tendencja wzrostowa temperatury jest bardzo mała lub nawet spadkowa. Warto przypomnieć, że takie charakterystyczne zmiany termiczne były zauważone już w pierwszych dziesiątkach lat XX wieku. Wszechstronny polski geograf Eugeniusz Romer, badając ciągi średnich wartości temperatury i zwiększenie się opadów w Europie Środkowej, stwierdził, że nastąpiła „współczesna oceanizacja klimatu Europy” (według Gorczyńskiego 1915). Późniejsze prace uczonych europejskich zawierały już termin „współczesne ocieplenie”.

Zasadnicze badania zmienności cech termicznych klimatu na ziemiach polskich były prowadzone głównie na podstawie zachowanych najdłuższych serii pomiarów instrumentalnych, tj. warszawskiej i krakowskiej, wielokrotnie wykorzystywanych w badaniach zmienności termiki (Trepieńska, Kowanetz 1997; Lorenc 2000). Krakowska seria spełnia lepiej warunek jednorodności miejsca pomiarów niż seria warszawska, gdyż miejsce pomiarów w ciągu ponad dwustu lat nigdy nie było zmieniane.

### **Obszar zbliżonych zmian klimatycznych i przyczyny zmian**

Badania trendów temperatury powietrza pozwoliły wyodrębnić różne skale przestrzenne fluktuacji termicznych: globalną, hemisferyczną, regionalną i lokalną. Na podstawie licznych obliczeń i porównań określono reprezentatywność przestrzenną stacji, która może obejmować obszar równiny o promieniu 300-500 km, a nawet więcej. Wyraźną przeszkodą cyrkulacyjną są łańcuchy górskie. Bardzo interesującym aspektem badawczym są zauważone równoległe wahania temperatury na obszarach w skali co najmniej połowy kontynentu oraz asynchroniczne fluktuacje na obszarach odległych od siebie – np. w Europie i w Arktyce. To ostatnie spostrzeżenie skłania klimatologów do rozpatrywania zmian cyrkulacji mas powietrza, przeważających kierunków ich adwekcji jako głównej przyczyny fluktuacji.

Poszukiwanie przyczyn regionalnych i lokalnych zmian klimatycznych, a zwłaszcza dość systematycznego wzrostu temperatury, doprowadziło uczonych do wykazania mniej

lub bardziej ściśle związków przyczynowych z rozwojem urbanizacji i uprzemysłowienia Europy. W ten sposób można powiązać zmiany klimatu lokalnego ze zmianami globalnymi. W tych badaniach za główną przyczynę wzrostu ocieplenia atmosfery uważa się wzrost zawartości gazów cieplarnianych w atmosferze ziemskiej, a szczególnie dwutlenku węgla. Pomiary zawartości tego gazu w powietrzu są prowadzone od lat 40. XIX wieku, a systematyczny jego wzrost jest związany z dynamicznym rozwojem przemysłu. Należy także wziąć pod uwagę niesystematyczną dostawę dużej ilości pyłów wulkanicznych podczas wzmożonej aktywności wulkanicznej. Zanieczyszczenia gazowe i pyłowe wpływają na wzrost efektu cieplarnianego, co z kolei powoduje zmianę cyrkulacji atmosferycznej, a tym samym większą częstość adwekcji mas powietrza z nad Oceanu Atlantyckiego.

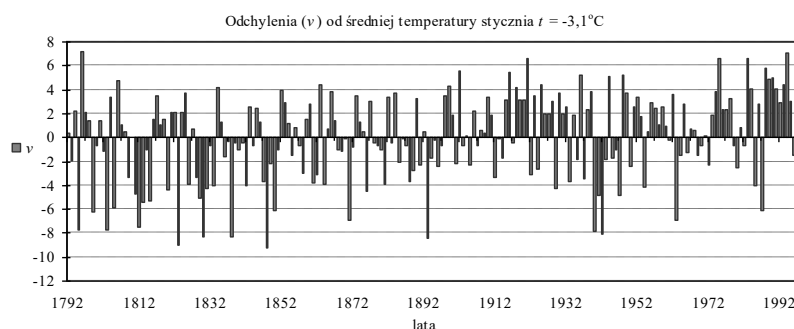
Tylko niewielu uczonych zwraca uwagę na to, że zaobserwowane ocieplenie nastąpiło (koniec małej epoki lodowej), zanim zintensyfikował się dopływ dwutlenku węgla do atmosfery i zanim nastąpił dynamiczny rozwój przestrzeni miejskiej. W przypadku Krakowa jest to szczególnie wyraźnie zauważalne. W ciągu dziesiątków lat w XIX wieku krakowska stacja meteorologiczna nie zmieniała lokalizacji – położona blisko rogatki na przedmieściu Wesoła, na wschodnim krańcu obszaru miasta, przy budynku Collegium Śniadeckiego, sąsiadującym z Ogrodem Botanicznym, utrzymała się do dnia dzisiejszego. Terytorialny rozwój miasta zintensyfikowany został w 20-lecie międzywojennym, a szczególnie w latach 50. XX wieku, gdy budowano wielki kombinat metalurgiczny i nową dzielnicę mieszkaniową – Nową Hutę, na wschód od Śródmieścia. Znacznie zwiększona emisja zanieczyszczeń termicznych, pyłowych i gazowych do atmosfery spowodowała pewne zmiany klimatu lokalnego, które określane są ogólnie jako wpływ klimatu miejskiego. Przyjmuje się, że wzrost temperatury wskutek ocieplenia miejskiego może oscylować w granicach 0,2-0,3°C/100 lat. Tymczasem w Krakowie obliczony przyrost średniej miesięcznej temperatury wyniósł od 0,4°/100 lat w kwietniu do 1,6°/100 lat w styczniu. W miesiącach letnich zaobserwowano słabą tendencję ujemną (Trepínska, Kowanetz 1997). Przytoczone wyniki skłaniają do upatrywania przyczyn zmian termicznych przede wszystkim w procesach cyrkulacyjnych. Zwracają uwagę większe zmienności średnich wartości temperatury do lat 80. XIX wieku. Zmniejszenie się zmienności z roku na rok średnich rocznych wpłynęło na ukierunkowanie ich w stronę wzrostu.

### Wnioski

W tym opracowaniu położono szczególny nacisk na przedstawienie odchyłeń od średnich wartości temperatury powietrza (rys. 1-4) na przykładzie krakowskiej serii meteorologicznej. Odchylenia w ponad 20-letnim ciągu układają się bardzo nierównomierne. Nawet w tak przedstawionym przebiegu można zauważyć przewagę odchyłeń dodatnich w drugiej połowie rozpatrywanego wielolecia. Świadczy to o wzroście średnich war-

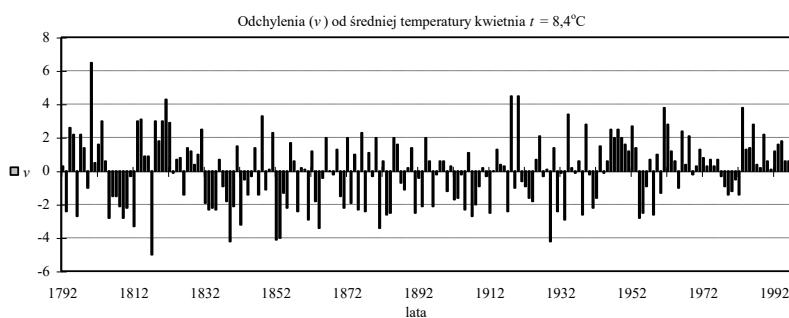
tości

temperatury, który jednak nie jest równomierny, czyli określenia „fluktuacje” i „wahania”, odnoszące się do krótszych odcinków czasowych, mają swój głęboki sens. Zwraca uwagę możliwość zastosowania tylko jednego elementu (w tym przypadku średniej rocznej i średnich miesięcznych wartości temperatury) do wykazania dynamiki klimatu i prób wyjaśnienia przyczyn jego fluktuacji poprzez zmiany częstości kierunku adwekcji mas powietrza w chłodnej porze roku.



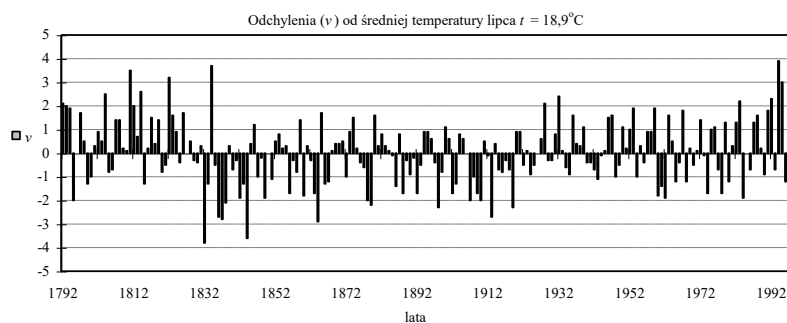
Rys. 1. Odchylenia od średniej miesięcznej temperatury powietrza w styczniu w Krakowie

Fig. 1. Deviations from mean monthly air temperature in January, in Cracow

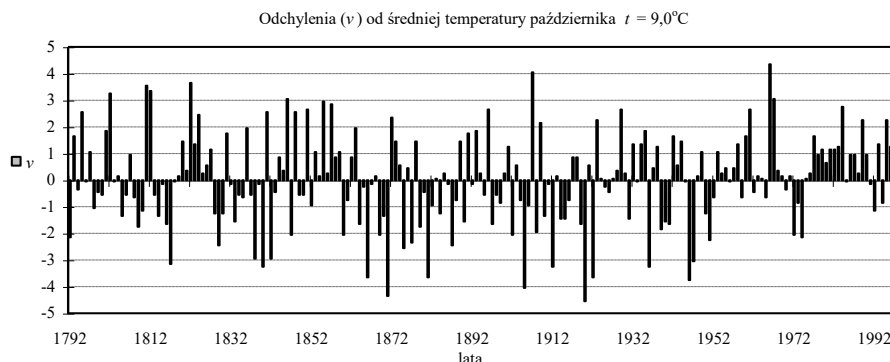


Rys. 2. Odchylenia od średniej miesięcznej temperatury powietrza w kwietniu w Krakowie

Fig. 2. Deviations from mean monthly air temperature in April, in Cracow



Rys. 3. Odchylenia od średniej miesięcznej temperatury powietrza w lipcu w Krakowie  
Fig. 3. Deviations from mean monthly air temperature in July, in Cracow



Rys. 4. Odchylenia od średniej miesięcznej temperatury powietrza w październiku w Krakowie

Fig. 4. Deviations from mean monthly air temperature in October, in Cracow

### LITERATURA

- Gorczyński W., 1915, *O zmianach długoletnich temperatury powietrza w Polsce i Eurazji*, Sprawozdania z posiedzeń Tow. Naukowego Warszawskiego, Rok VIII, 2, 81-107.
- Lorenc H., 2000, *Studia nad 220-letnią (1779-1998) serią temperatury powietrza w Warszawie oraz ocena jej wiekowych tendencji*, Prace Badawcze IMGW, Warszawa, 59-86.
- Obrębska-Starkłowa B., 1997, *Współczesne poglądy na zmiany klimatyczne w Europie w okresie schyłku małego glacjału*, [W:] *Wahania klimatu w Krakowie (1792-1995)*, red. J. Trepieńska, Instytut Geografii UJ, Kraków, 163-190.
- Piotrowicz K., 2000, *Termika zim w Krakowie, Pradze i Lwowie od schyłku małej epoki lodowej do końca XX stulecia (studium metodyczne i ocena zmienności)*, Praca doktorska, maszynopis w Zakładzie Klimatologii Instytutu Geografii i Gospodarki Przestrzennej UJ, Kraków.
- Trepieńska J., 1988, *Wieloletni przebieg ciśnienia i temperatury powietrza w Krakowie na tle ich zmienności w Europie*, Uniwersytet Jagielloński, Rozprawy Habilitacyjne 140, Kraków, 74-94.
- Trepieńska J., Kowanetz L., 1997, *Wieloletni przebieg średnich miesięcznych wartości temperatury powietrza w Krakowie (1792-1995)*, [W:] *Wahania klimatu w Krakowie (1792-1995)*, red. J. Trepieńska, Instytut Geografii UJ, Kraków, 99-130.

Janina Trepieńska  
 Uniwersytet Jagielloński  
 Instytut Geografii i Gospodarki Przestrzennej

### THE AIR TEMPERATURE FLUCTUATIONS IN EUROPE SINCE THE LITTLE ICE AGE TO THE END OF 20<sup>TH</sup> CENTURY

#### SUMMARY

The paper presents a little part of the climatological investigations relating to the variability of the air temperature in Central Europe since the Little Ice Age to the end of 20<sup>th</sup> century. Meteorological data from the climatological station in Cracow City was the base of this investigation. The deviations from mean values of air temperature (fig. 1-5) have very unequal courses, but we can see the increase trend of air temperature in the cool months and the year. After the Little Ice Age succeeded the period of contemporary warming. It persists at the present time.