

KRZYSZTOF KOWALSKI

## TENDENCJE SEKULARNYCH ZMIAN KLIMATU W POZNANIU

### ZARYS TREŚCI

W pracy przedstawiono analityczny obraz zmian klimatu w Poznaniu w latach 1848-1985. Dotyczy on takich zagadnień jak: zmiany temperatury, zmiany opadów atmosferycznych, zmniejszenie wpływu oceanu na klimat oraz zmian warunków klimatycznych. Uzasadniałyby one biologiczny proces „stepowienia”. Dla oddania tych długotrwałych zmian posłużono się analizą regresji wielomianowej. Praca zawiera przewidywania klimatyczne.

### WSTĘP

W ostatnich latach naukowcy i opinia publiczna są zainteresowani zmianami klimatu. Przewiduje się znaczny wzrost temperatury w skali światowej o około 1,5-4,5°C przed 2100 rokiem spowodowany przez zwiększenie zawartości CO<sub>2</sub> i innych gazów śladowych w składzie atmosfery. Ma to podnieść poziom mórz o około 70 cm. Problem może być fascynujący z czysto naukowego punktu widzenia, ale wpływy klimatycznych zmian w rolnictwie, na zasoby wodne, hydrotechnikę, zdrowie itd., będą bardzo ważne dla socjalnego i ekonomicznego rozwoju społeczeństw — potwierdzają to m.in. Klemes (1985), Dooge (1987), Kozarski (1988), Brouver (1989), Kundzewicz (1989).

Ostatnio stało się też jasne, że tradycyjna percepcja statycznego klimatu jest nie do obrony i to z dwóch powodów: a) dla przewidywania, b) dla budowy modeli matematycznych tych procesów, które powinny uwzględniać niestacjonarność w celu uzyskania bardziej wiarygodnych charakterystyk częstościowych.

Chodziłoby o wprowadzenie współczynników korekcyjnych, które metryzowałyby niestacjonarność wartości średniej, odchylenia standardowego, współczynnika skośności i spłaszczenia. Do konstruowania takich modeli potrzebne są badania tendencji rzeczywistych procesów przyrodniczych.

Większość tych analiz i prognoz ma charakter globalny. Dlatego też niezmiernie istotne jest zbadanie zmian klimatycznych również w skali mniejszej, np. regionalnej.

Obszar Wielkopolski cechuje wyjątkowa skąpość opadów atmosferycznych i zmniejszony wpływ oceanu na klimat, co potwierdził np. Smosarski (1937).

Ponadto biolodzy we florze i faunie tego regionu zauważyli niekorzystne zmiany, które nazwali „stepowaniem” (czy też nawet pustynnieniem). Przyrodnicy, a szczególnie botanicy, od ponad 130 lat wskazują, że nieuchronnie zmniejsza się ilość wilgotności w naszym bilansie wodnym. Całe zagadnienie ma szeroką podbudowę uzasadniającą słuszność stawianych tez m.in.: Wodziczko (1947), Lambor (1954, 1965). Niestety mało na ten temat jest prac z zakresu klimatologii.

Podane wyżej fakty wskazują na potrzebę oddania analitycznego obrazu zmian klimatu Poznania (i Wielkopolski) dla takich zagadnień jak:

- zmian temperatury,
- zmian opadów atmosferycznych,
- zmniejszonego wpływu oceanu na klimat,
  - zmian warunków klimatycznych, które uzasadniałyby proces „stepowania”.

Jednym ze sposobów badania zmian klimatycznych jest matematyczna analiza tendencji na podstawie szeregów czasowych. Jej celem jest wykrycie długookresowych zmian i ukazanie ich w sposób analityczny.

Badania nad sekularnymi wahaniami klimatu Poznania prowadzono już wcześniej np. Smosarski (1938), Schneigert (1966), Plenzler (1972) oraz Kowalski (1989). Miały one na celu przede wszystkim ustalenie okresowości wahań temperatur i opadów atmosferycznych. Z prac w Polsce, które dotyczyły też tych zagadnień należałoby wymienić pracę Kozuchowskiego (1988) dotyczącą kontyentalizmu pluwialnego.

#### OMÓWNIENIE METODY BADAŃ ANALIZY TENDENCJI

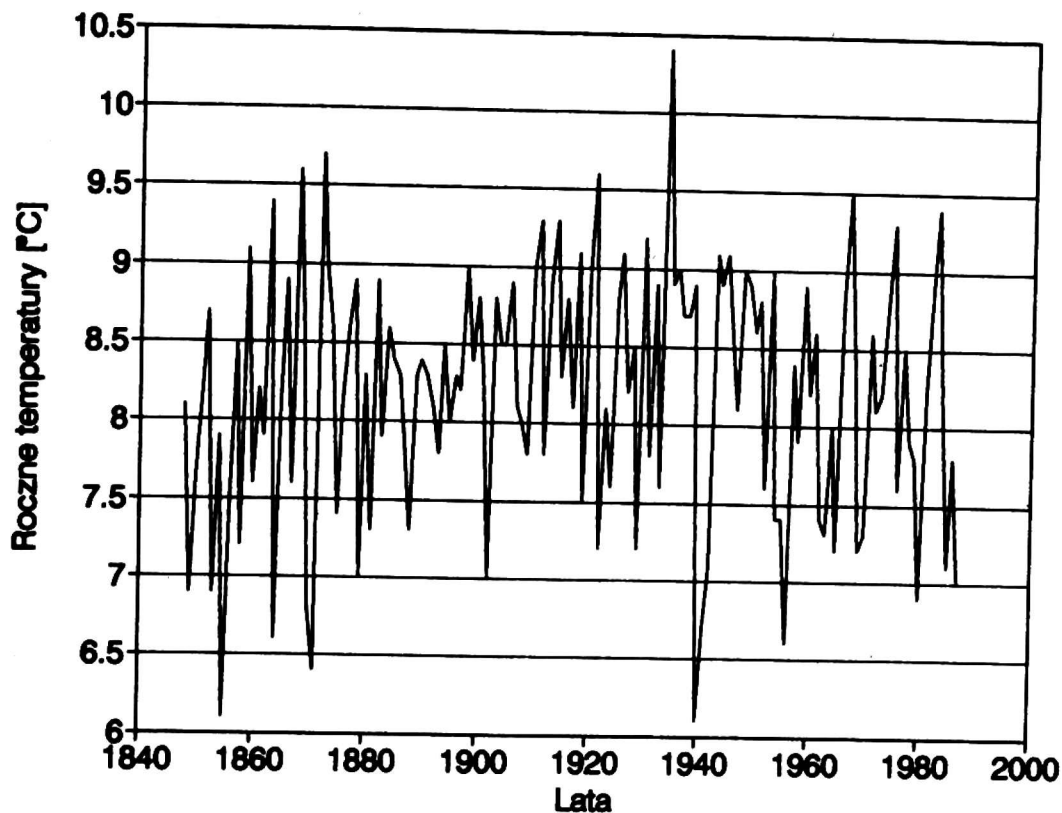
Na podstawie „surowych” danych klimatycznych trudno wyprowadzić wnioski dotyczące długookresowych zmian. Przykładem niech będzie ilustracja graficzna (rys. 1 i 2) rocznych temperatur i sum opadów atmosferycznych dla Poznania w latach 1848-1985. Dlatego też stosujemy metody analizy szeregów czasowych mających na celu uchwycenie tendencji. Zazwyczaj zakłada się, że szereg czasowy, o czym piszą np. Yevjevich (1987) oraz Pruchnicki (1987), złożony jest z trzech składników:

$$Y_t = Y_T + Y_P + Y_E, \quad (1)$$

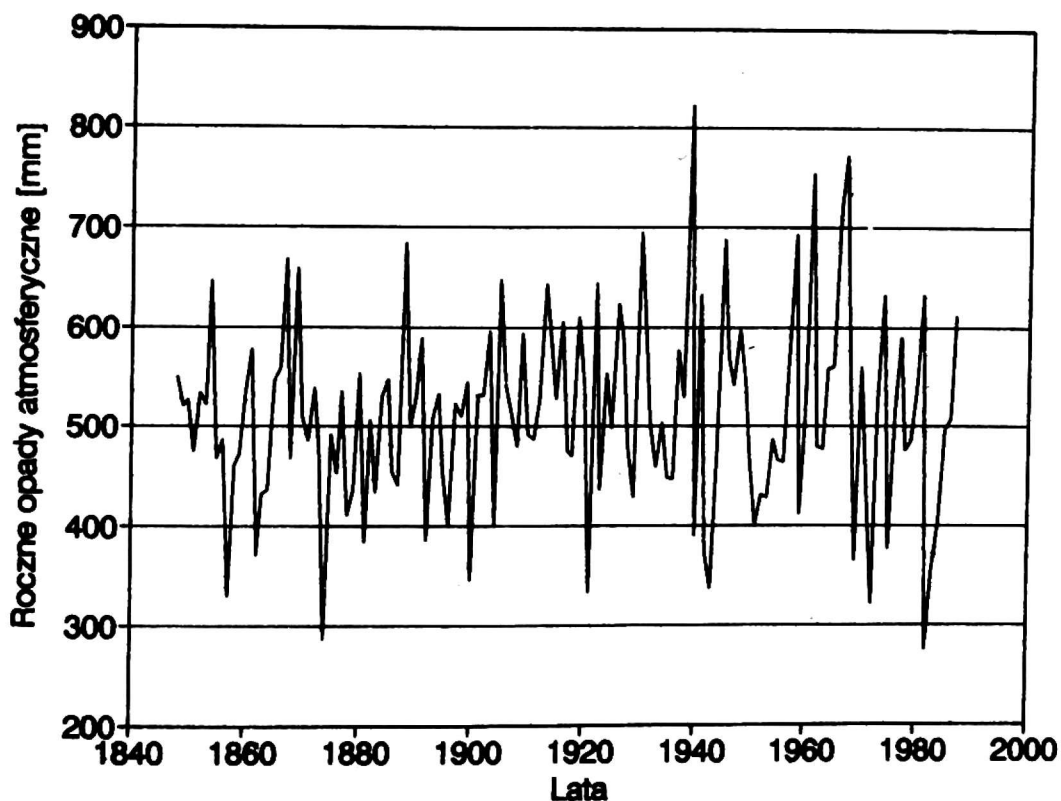
gdzie  $Y_T$  - jest składnikiem długookresowym, trendem;  $Y_P$  - jest składnikiem periodycznym,  $Y_E$  - jest składnikiem przypadkowym.

Celem analizy szeregów czasowych jest rozdzielenie tych składników. Poszukiwanie trendu w szeregach czasowych polega na eliminowaniu składowych krótkookresowych. Najczęściej stosowaną metodą, o czym pisze np. Pruchnicki (1987), jest wygładzanie szeregu za pomocą tzw. średniej ruchomej z  $(2m+1)$  elementów ciągu według wzoru (2) :

$$Y_i^{(2m+1)} = (2m+1)^{-1} \sum_{j=i-m}^{i+m} Y_j. \quad (2)$$



Rys. 1. Wykres średniej rocznej temperatury dla Poznania w latach 1848-1985  
Fig. 1. Annual temperature, Poznań, 1848-1985



Rys. 2. Wykres sum opadów atmosferycznych dla Poznania w latach 1848-1985  
Fig. 2. Totals of atmospheric precipitation for Poznań, 1848-1985

W niniejszej pracy dokonano doboru takiego filtra wygładzającego przyjmując, że  $m=5$ . Analityczną postać trendu klimatu określono jako wielomian piątego

stopnia, którego parametry wyznacza się metodą najmniejszych kwadratów według wzoru (3):

$$Y = \sum_{i=0}^5 B_i x^{i-1}, \quad (3)$$

gdzie:

$x$  - czas wyrażony w latach dla wygody obliczeń (jest to czas „przesunięty”),

$x = [6,133]$ ,

$B_i$  - współczynniki wyznaczone metodą najmniejszych kwadratów.

Jest to ustalenie analitycznego równania trendu, którą będziemy nazywać tendencją. Weryfikacji hipotezy o istnieniu trendu dokonano w sposób statystyczny przez testowanie współczynników wielomianów ortogonalnych na poziomie istotności  $\alpha = 0,05$  na podstawie pracy Malca (1974). W analizie regresji liniowej wielokrotnej składniki regresji są na ogół wzajemnie zależne, co utrudnia ich badanie indywidualne. Trudność ta znika, gdy zmienne niezależne zastępuje się funkcjami ortogonalnymi. Wówczas bowiem składniki regresji stają się niezależne.

#### DANE KLIMATYCZNE

Podstawę do analizy stanowił materiał historyczny temperatur i sum opadów atmosferycznych dla Poznania w latach 1848-1985; materiały te przygotował i sprawdził Plenzler (1972). Uważa on te materiały za jednorodne. Podobnie sądził Smosarski (1938).

#### METODA BADAŃ KLIMATYCZNYCH

Wybrane do badań wskaźniki mają na celu oddanie wzrostu temperatury, zmniejszonego wpływu oceanu na klimat oraz warunków klimatycznych, z którymi związany jest proces stepowienia. Lista tych wskaźników klimatycznych wraz z objaśnieniami podana jest poniżej:

- 1) T – temperatura roczna dla Poznania,
- 2) O – suma opadów atmosferycznych dla Poznania,
- 3) A – amplituda roczna temperatury,
- 4) P – dzielnik opadowy,
- 5) F – stopień suszy,
- 6) H – współczynnik zmienności opadów atmosferycznych,
- 7) WS – współczynnik potencjalnego stepownienia,
- 8) SIV } kryterium Sieljaninowa dla miesięcy od kwietnia do września
- 13) SIX }

A oto objaśnienie tych wskaźników klimatycznych według ich numeracji:

ad. 1) Analiza temperatury rocznej T ma na celu oddanie tzw. efektu wzrostu temperatury.



- ad. 2) Analiza sumy opadów atmosferycznych  $O$  jest miarą suchości klimatu.  
 ad. 3) Amplituda roczna temperatury  $A$  jest miarą kontynentalizmu termicznego.  
 ad. 4) Dzielnik opadowy  $P$ , według Górczyńskiego (1948), jest to stosunek różnicy największego  $O_{\max}$  i najniższego  $O_{\min}$  do średniej  $SO$  opadu atmosferycznego dla okresu 50 lat:

$$P = (O_{\max} - O_{\min}) : (SO). \quad (4)$$

Dzielnik opadowy jest miarą „kontynentalizmu opadów atmosferycznych”.

- ad. 5) Stopień suszy  $F$ , według Górczyńskiego (1948), stanowi podstawę dziesiątego systemu klasyfikacji klimatów świata. Miara ta jest syntetyczną miarą suchości klimatu. Wskaźnik ten składa się z miary „kontynentalizmu termicznego”  $A$ , z miary „kontynentalizmu opadowego”  $P$  oraz współczynnika  $C$  związanego z szerokością geograficzną. Ma on postać:

$$F = C \cdot A \cdot P, \quad (5)$$

gdzie  $P$  - dzielnik opadowy,  $A$  - amplituda temperatury,  $C$  - współczynnik zależny od szerokości geograficznej; dla Poznania  $C = 0,42$ .

Stopień suszy  $F$  nie jest wielkością fizyczną. Został tak określony, że dla Sahary wynosi około 100%. Wartość przeciętną stopnia suchości dla świata możemy oceniać na około 19%. Europa osiąga najniższy stopień suchości równy 9%, może więc być zaliczona do najbardziej wilgotnych obszarów. Uzyskane wartości stopnia suszy mogą być nieco niższe niż wskazane przez Górczyńskiego. Stosował on teoretyczne współczynniki wyrównawcze dla dzielników opadowych do jednakowego okresu (50-letniego), które zostały zaproponowane przez McEwena.

W pracy tej zastosowano empiryczny sposób redukcji do jednakowego okresu (51-letniego). Wyniki tego zabiegu są zgodne z redukcją Hohendorfa (1951).

- ad. 6) Współczynnik zmienności opadów atmosferycznych, według Hellmana, definiuje się jako stosunek najwyższego  $O_{\max}$  do najniższego  $O_{\min}$  opadu atmosferycznego w badanym okresie, wskaźnik ten podał Hohendorf (1951):

$$H = O_{\max} : O_{\min} . \quad (6)$$

W klasyfikacji zmienności opadów atmosferycznych Hellman przyjął, że miejscowości, dla których współczynnik zmienności zawiera się w granicach:

- 2,1 <  $H$  < 2,4 — mają korzystny przebieg opadów atmosferycznych,  
 2,5 <  $H$  < 2,9 — mają dość korzystny przebieg opadów atmosferycznych,  
 3,0 <  $H$  < 3,9 — mają mało korzystny przebieg opadów atmosferycznych.

Klasyfikacja ta może mieć charakter orientacyjny. Tym niemniej charakter zmian tego wskaźnika mówi o braku stabilności warunków klimatycznych i może być miarą zwiększającej się liczby okresów posusznych.

- ad. 7) Koeppen charakteryzuje klimat zależnie od temperatury i opadów atmosferycznych podając prosty wzór jako kryterium stepowienia i pustynnienia:

$$WS = (O : 10) - 2 \cdot (T + 14). \quad (7)$$

Im niższy jest ten współczynnik tym większe jest zagrożenie stepowaniem. Przyjmuje się według Lambora (1965), że jeśli:

WS < 5 - to obszary są silnie zagrożone stepowaniem,

WS = [5,10] - obszary słabo zagrożone stepowaniem,

WS > 10 - obszary nie są zagrożone stepowaniem.

ad. 8 - 13) Dla upewnienia się zbadamy zagadnienie stepowania za pomocą innego wskaźnika, a mianowicie kryterium Sieljaninowa. Formuła Sieljaninowa na współczynnik hydrotermiczny ma postać (wg Lambora, 1965):

$$S = (O \cdot 10,0) : (\Sigma t), \quad (8)$$

gdzie O - suma miesięczna opadów atmosferycznych,  $\Sigma t$  - miesięczna suma średnich temperatur dobowych.

Sieljaninow podaje przy tym następujące normy:

3 > S > 1 - istnieje dostateczny zapas wilgotności;

S = 1 - oznacza granicę między obszarami wilgotnymi i stepowymi,

S = 0,7 - oznacza granicę zasięgu rolnictwa,

S = 0,4 - oznacza granicę obszarów półpustynnych.

### PRZEDSTAWIENIE WYNIKÓW

Badając wymienione wskaźniki klimatyczne uzyskano następujące wyniki:

Temperatura T systematycznie zwiększała się do około roku 1927, zmniejszając się następnie do około 1967. W ostatnich latach jesteśmy również w okresie wzrostu temperatury (rys. 3). Wyniki te zgodne są z tendencjami temperatur obserwowanych na całym świecie od około 140 lat por. np. Lockwood (1984).

Przebieg tendencji opadów atmosferycznych O ma charakter złożony (rys. 4). W latach od około roku 1868 do około roku 1958 ma charakter wzrastający, natomiast w latach 1853 do około roku 1868 i w ostatnich latach ma charakter malejący osiągając najniższe wartości w 1980 roku.

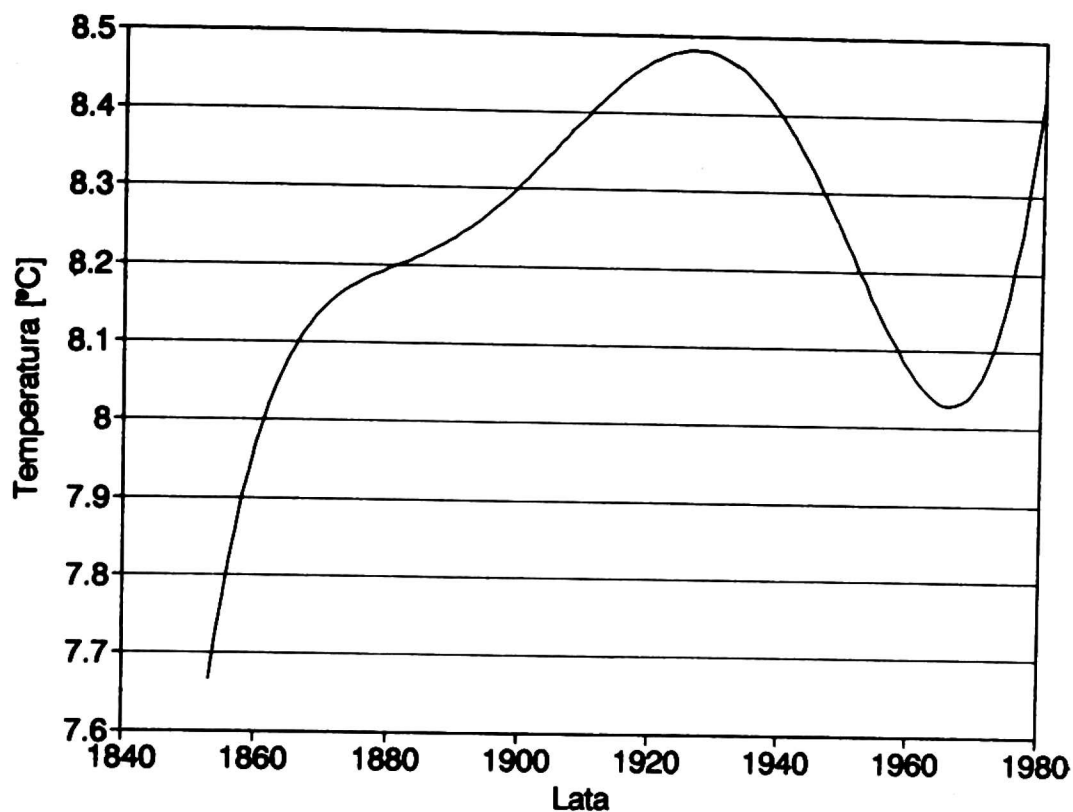
Analiza tendencji stopnia suszy F dla Poznania pokazuje postępująco zmienne osłabienie wpływu oceanu na klimat (rys. 5). Czas tych zmian wynosi około 90 lat.

Przebieg tendencji dzielnika opadowego P (rys. 6) ma charakter narastający z długim okresem zmian (w cyklu 90-letnim). Charakter zmian dzielnika opadowego jest bardzo podobny do zmian stopnia suszy F.

Przebieg zmian amplitudy temperatury A przedstawia krzywą „dwugarbną” (rys. 7). W ostatnich latach ma tendencję malejącą.

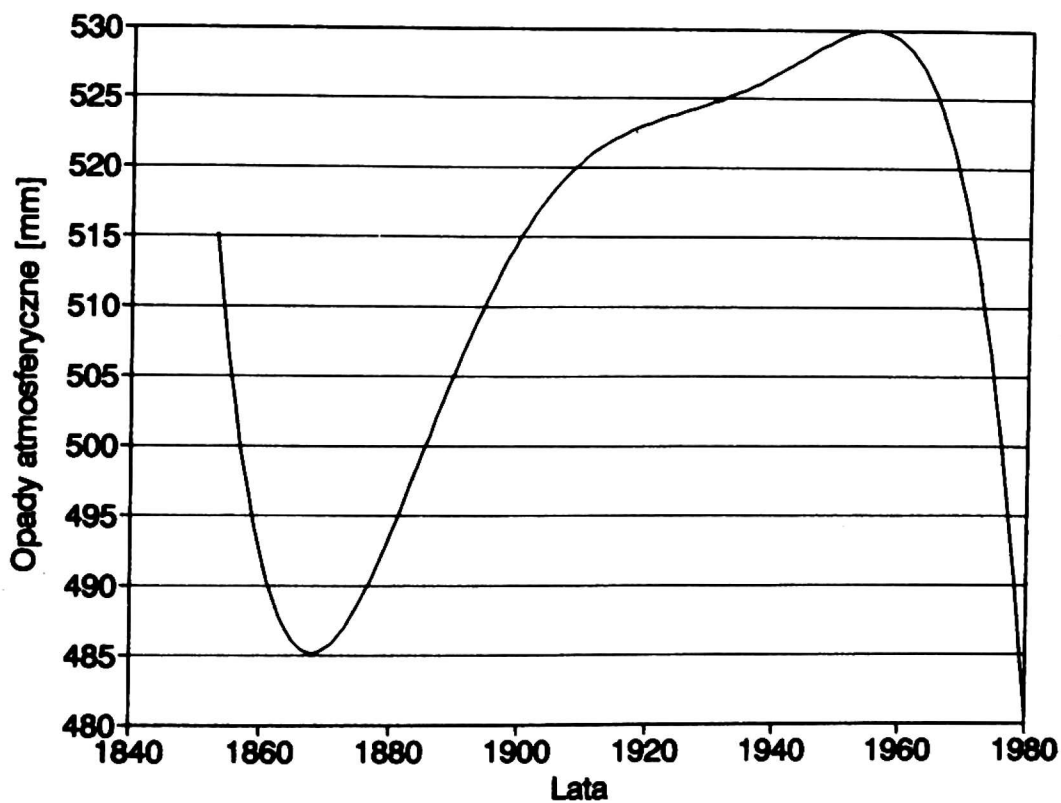
Współczynnik zmienności opadów atmosferycznych w badanym okresie ma charakter wzrastający. W ostatnich latach tendencja tego współczynnika zmienności osiąga wartość 3, co w klasyfikacji Hellmana zaczyna odpowiadać niekorzystnej zmienności opadów atmosferycznych (rys. 8).

Współczynnik potencjalnego stepowania (rys. 9) ma dwa wyraźne ekstrema: minimum około roku 1870 (wynoszące 4,2 cm) i maksimum około roku 1960 (wynoszące 8,8 cm). Tendencja w latach 1870 do 1960 jest rosnąca. W ostatnich latach warunki klimatyczne odpowiadają obszarowi zagrożonemu stepowaniem.



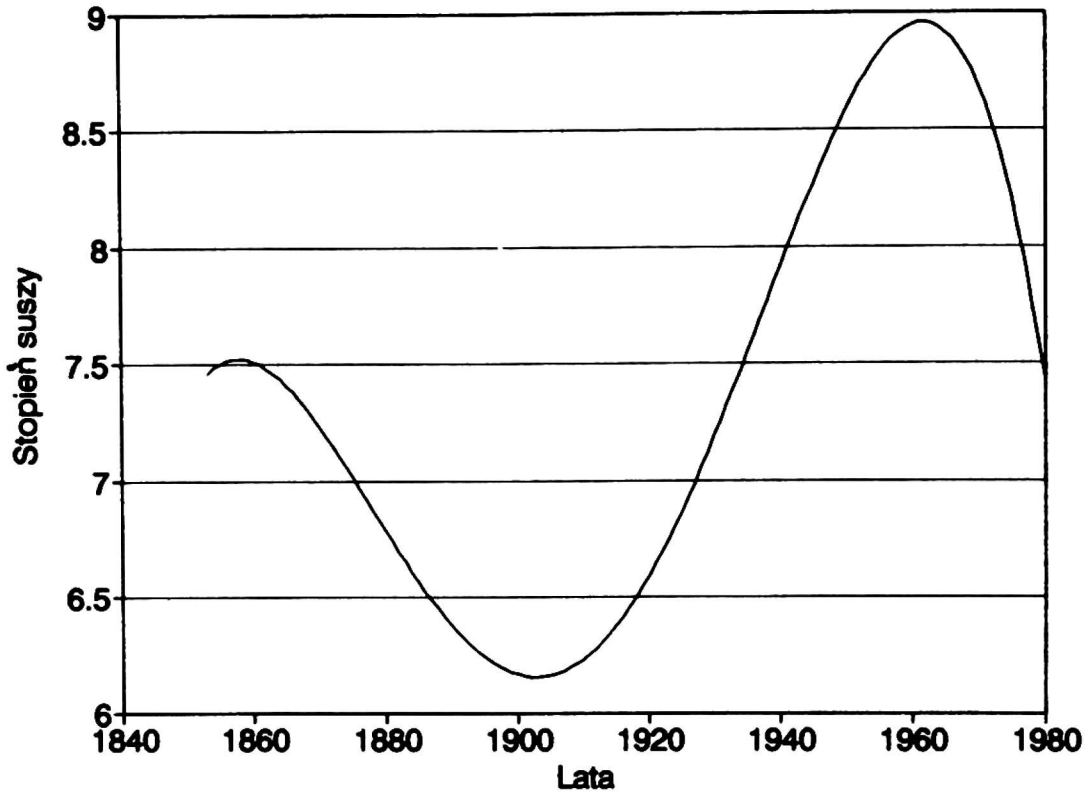
Rys. 3. Analiza wielomianowa temperatur rocznych dla Poznania w latach 1848-1985 (wg średnich 11-letnich)

Fig. 3. Polynomial analysis for annual temperature valid for Poznań, 1848-1985, (11-th running averaging)



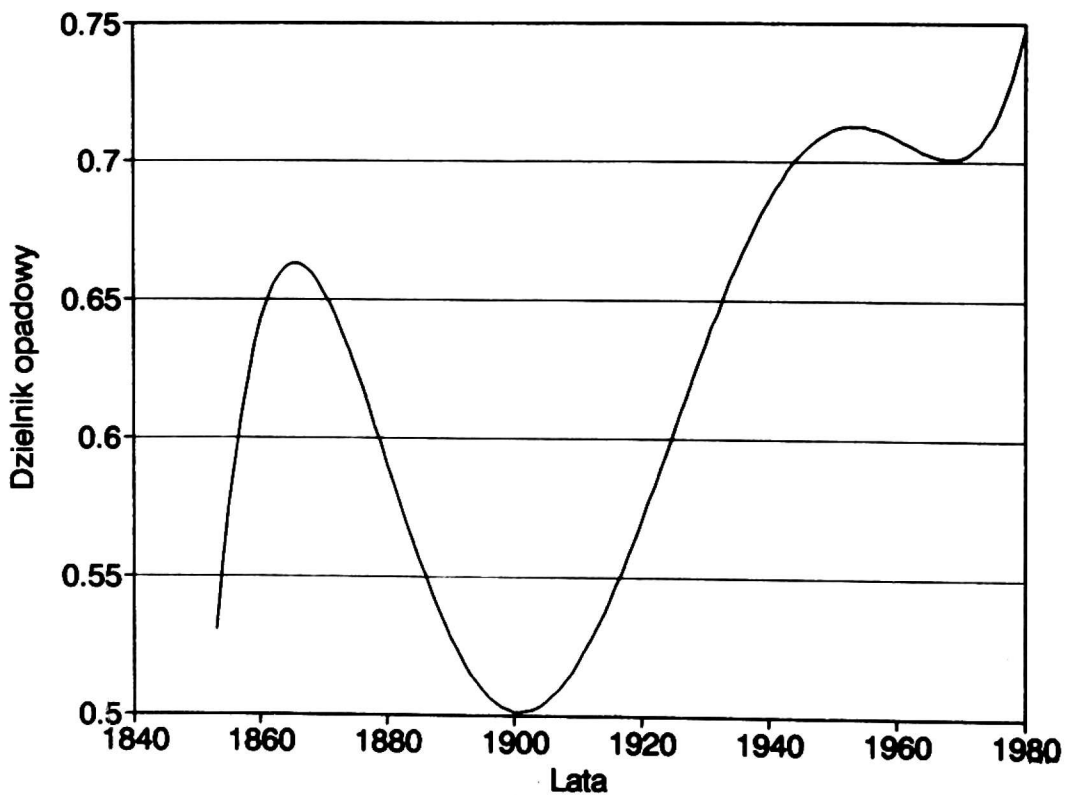
Rys. 4. Analiza wielomianowa rocznych opadów atmosferycznych dla Poznania w latach 1848-1985 (wg średnich 11-letnich)

Fig. 4. Polynomial analysis for totals of atmospheric precipitation valid for Poznań, 1848-1985, (11-th running averaging)



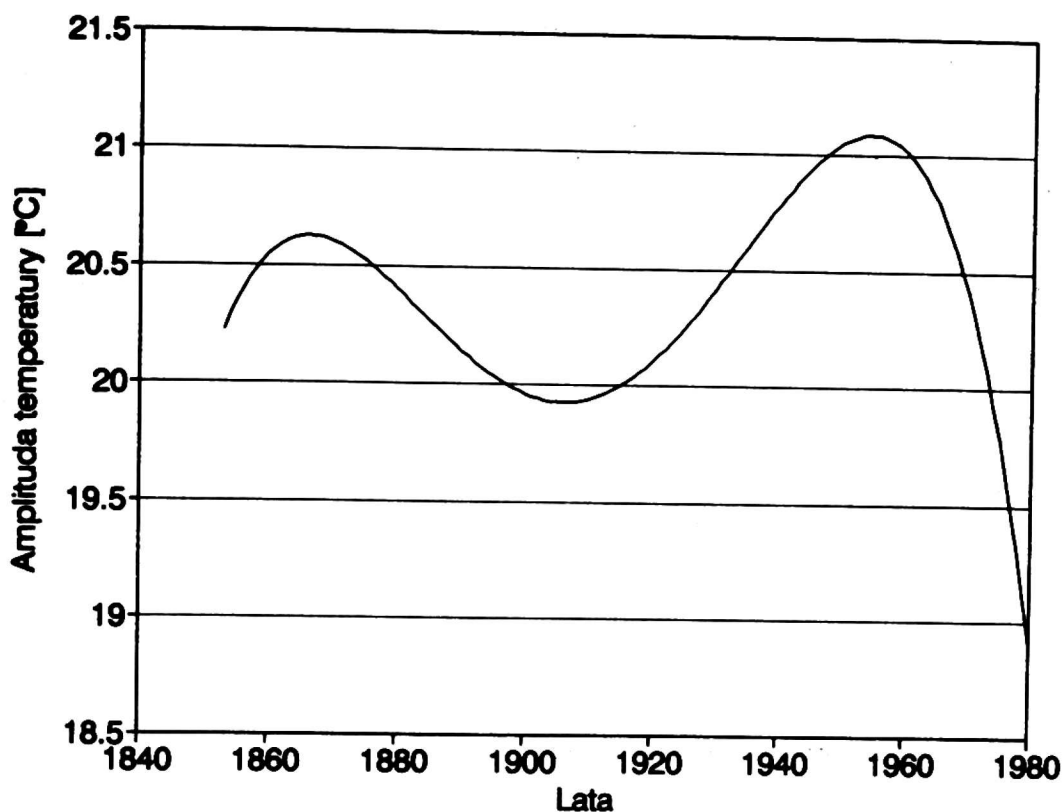
**Rys. 5.** Analiza wielomianowa ruchomego czynnika suchości  $F$  dla Poznania w latach 1848-1985 (wg średnich ruchomych 11-letnich sprowadzonych do okresu 51-letniego)

**Fig. 5.** Polynomial analysis for running averaging arid factor  $F$  valid for Poznań, 1848-1985, (11-th averaging)



**Rys. 6.** Analiza wielomianowa dzielnika opadowego  $P/1,4$  (bez redukcji) dla Poznania w latach 1848-1985 (wg średnich 11-letnich)

**Fig. 6.** Polynomial analysis for precipitation ratio  $P/1,4$  (without reduction) valid for Poznań, 1848-1985, (11-th running averaging)



Rys. 7. Analiza wielomianowa ruchomej amplitudy temperatury A dla Poznania w latach 1848-1985 (wg średnich 11-letnich)

Fig. 7. Polynomial analysis for running amplitude temperature A valid for Poznań, 1848-1985, (11-th running averaging)

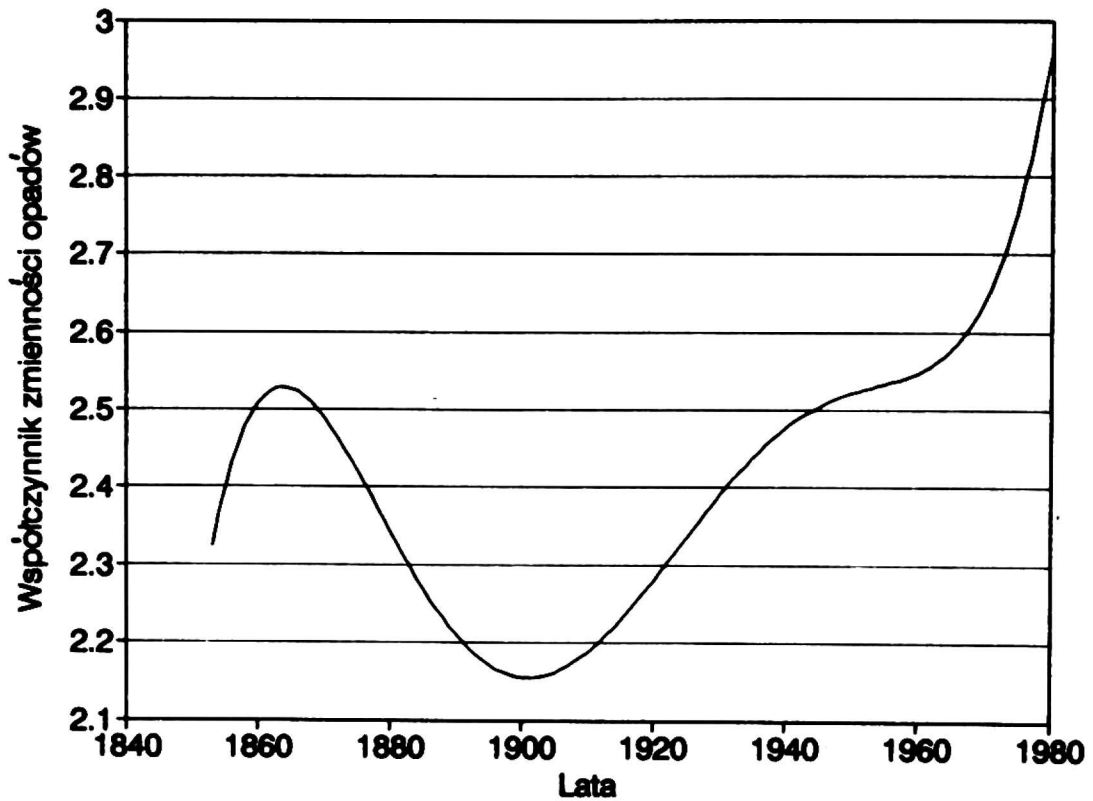
W 1980 roku współczynnik ten wynosił około 3,5 cm osiągając, w badanym okresie wartość najniższą. Godną uwagi sprawą jest podobieństwo zmian współczynnika potencjalnego stepowienia i sumy opadów atmosferycznych dla Poznania.

Kryterium Sieljanianowa (rys. 10-15) wskazuje, że dla miesięcy od maja do września klimat Poznania (i Wielkopolski) oscyluje na granicy lasu i stepu. Zmiany te trwają 90 lat.

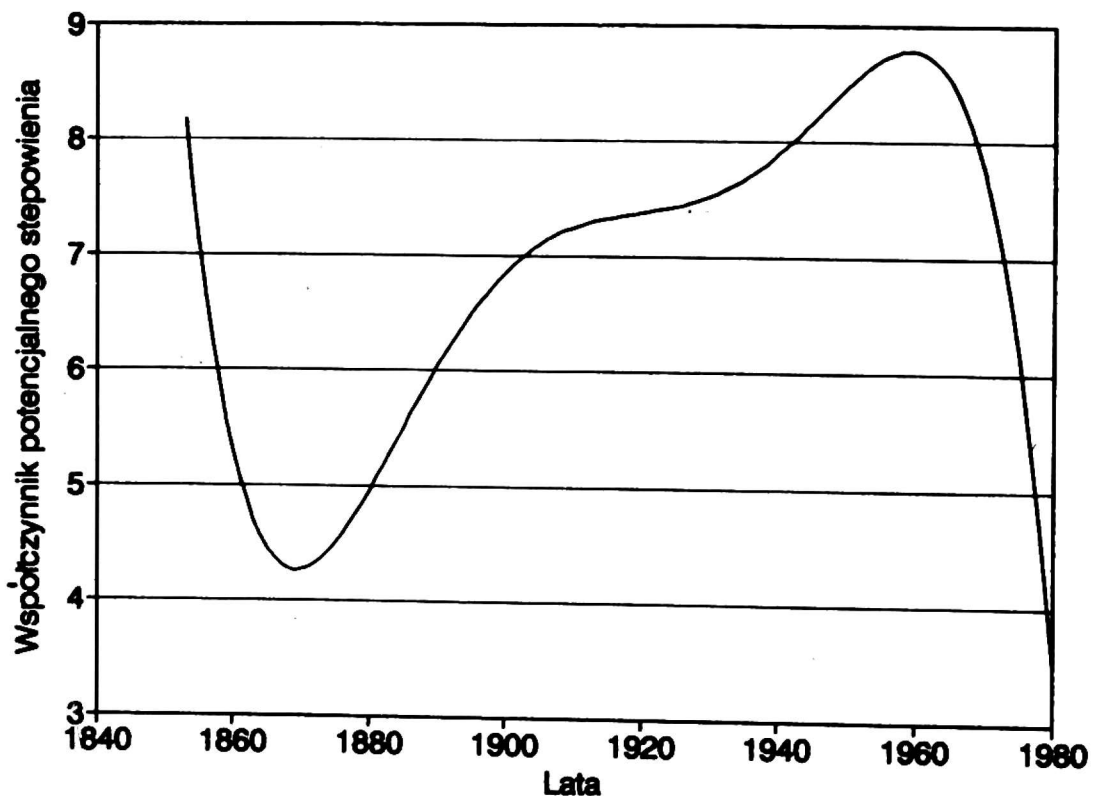
### PRZEWIDYWANIA KLIMATYCZNE

Uzyskane tendencje klimatyczne nie muszą trwać dłużej, wykraczać poza badany przedział czasu. Jeśliby jednak zbadać konsekwencje klimatyczne, na podstawie uzyskanych tendencji w następnych 20 latach, to klimat Poznania powinien być:

- bardziej ciepły (o około  $0,6^{\circ}\text{C}$ ),
  - bardziej suchy tzn. związany ze zwiększającym się kontynentalizmem opadów atmosferycznych,
  - o mniejszej rozpiętości termicznej między zimą i latem, z możliwością występowania anomalii pór roku,
- sprzyjający procesom biologicznym określonym jako stepowienie,
- wymienione zmiany klimatyczne mogą być duże.

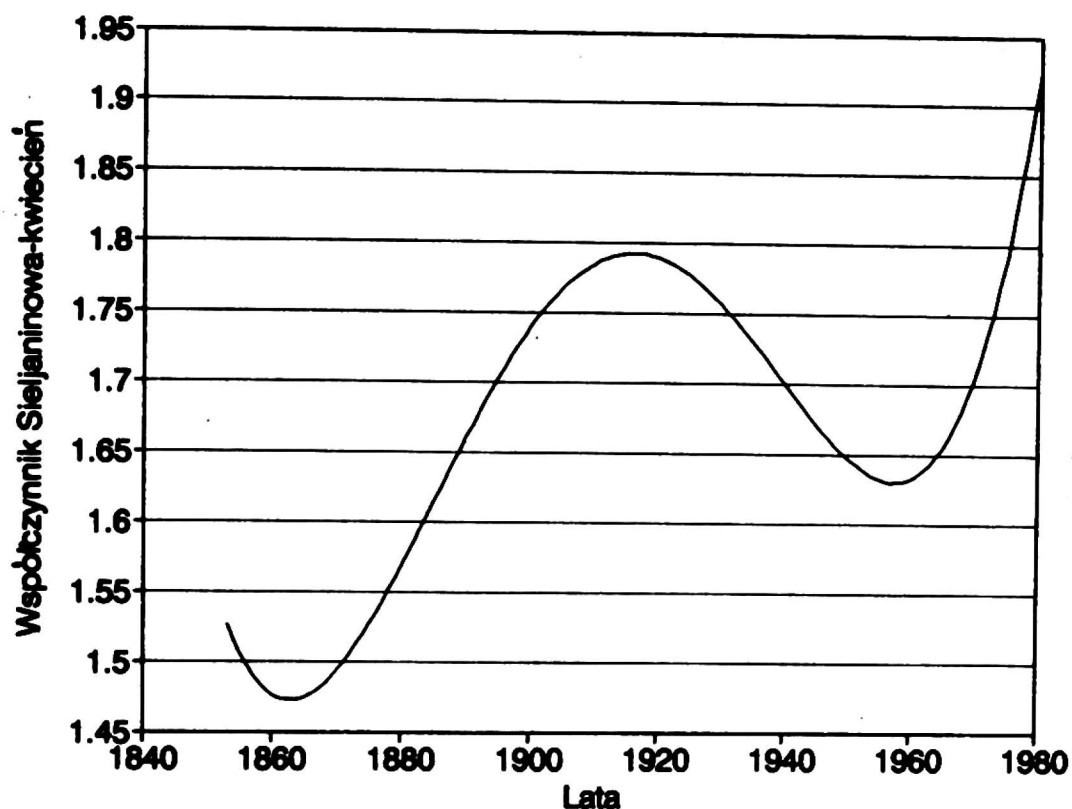


**Rys. 8.** Analiza wielomianowa ruchomego współczynnika zmienności opadów atmosferycznych Hellmana dla Poznania w latach 1848-1985 (wg okresów 11-letnich sprowadzonych do okresu 51-letniego)  
**Fig. 8.** Polynomial analysis for running coefficient of variance of atmospheric precipitation (Hellman's) valid for Poznań, 1848-1985



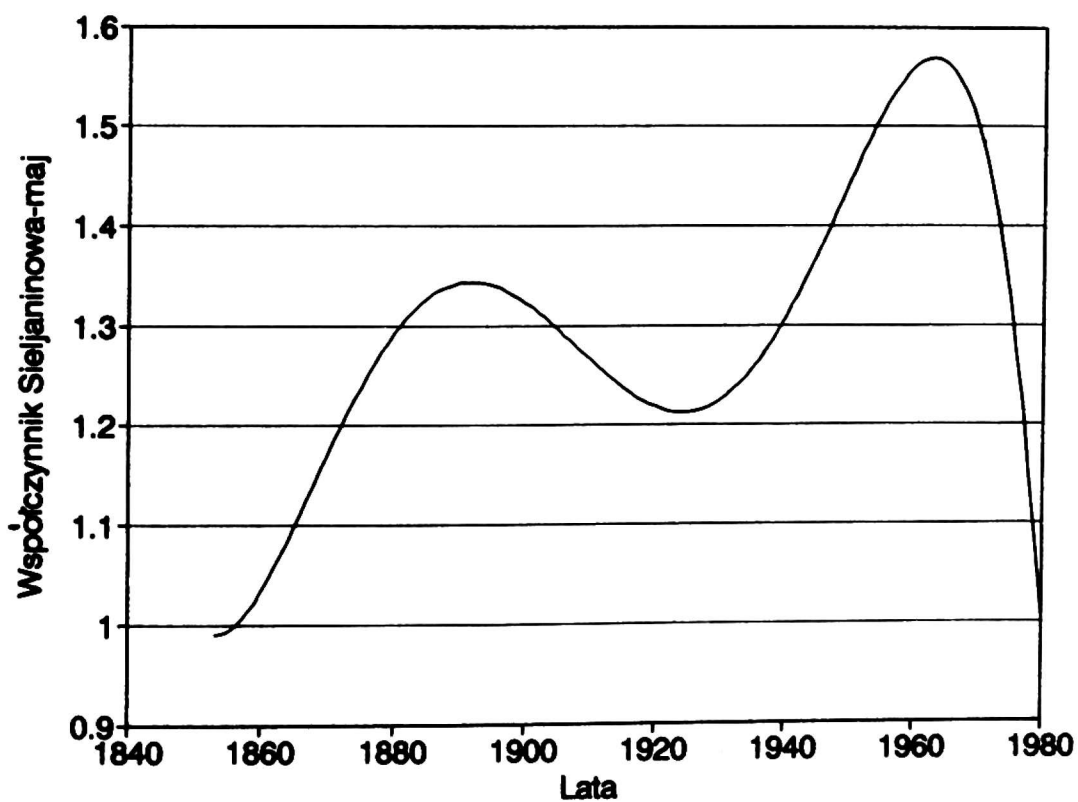
**Rys. 9.** Analiza wielomianowa współczynnika potencjalnego stepowienia według Koeppena dla Poznania w latach 1848-1985 (wg średnich 11-letnich)  
**Fig. 9.** Polynomial analysis for coefficient of potential steppization valid for Poznań, 1848-1985, (11-th running averaging)





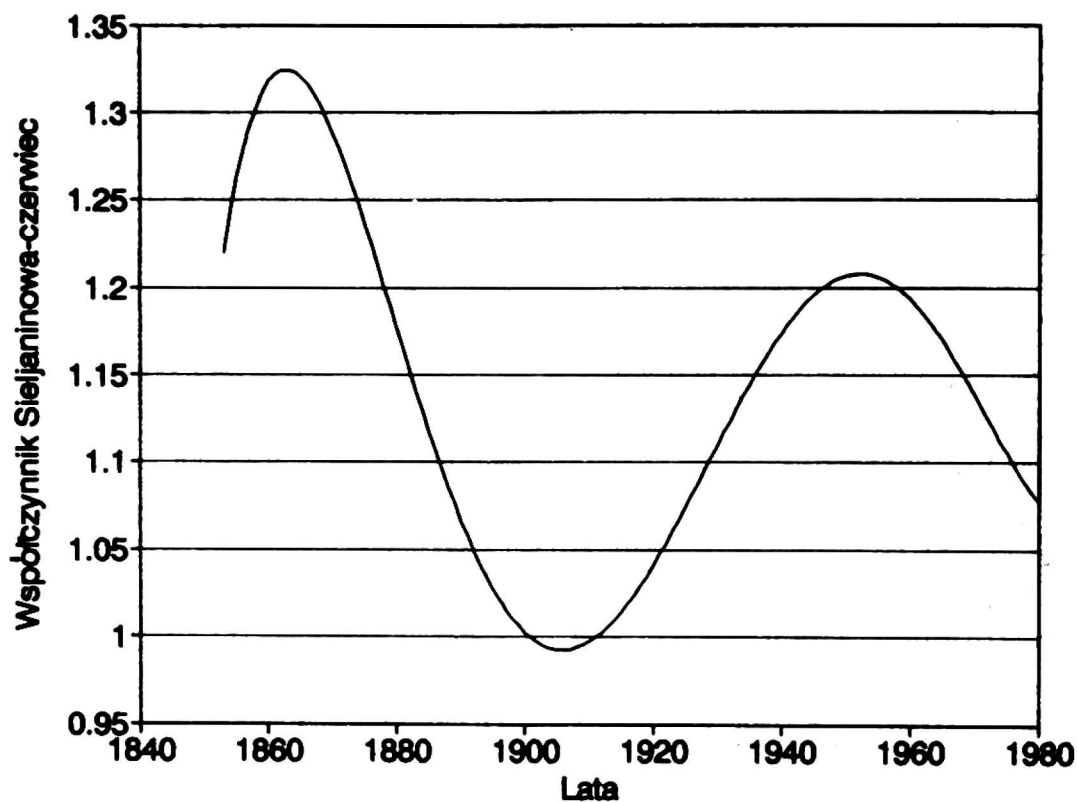
Rys. 10. Analiza wielomianowa dla kryterium Sieljaninowa dla Poznania w latach 1848-1985 dla kwietnia (wg średnich 11-letnich)

Fig. 10. Polynomial analysis for criterion of Sieljaninow valid for Poznań, monthly values for April, 1848-1985, (11-th running averaging)



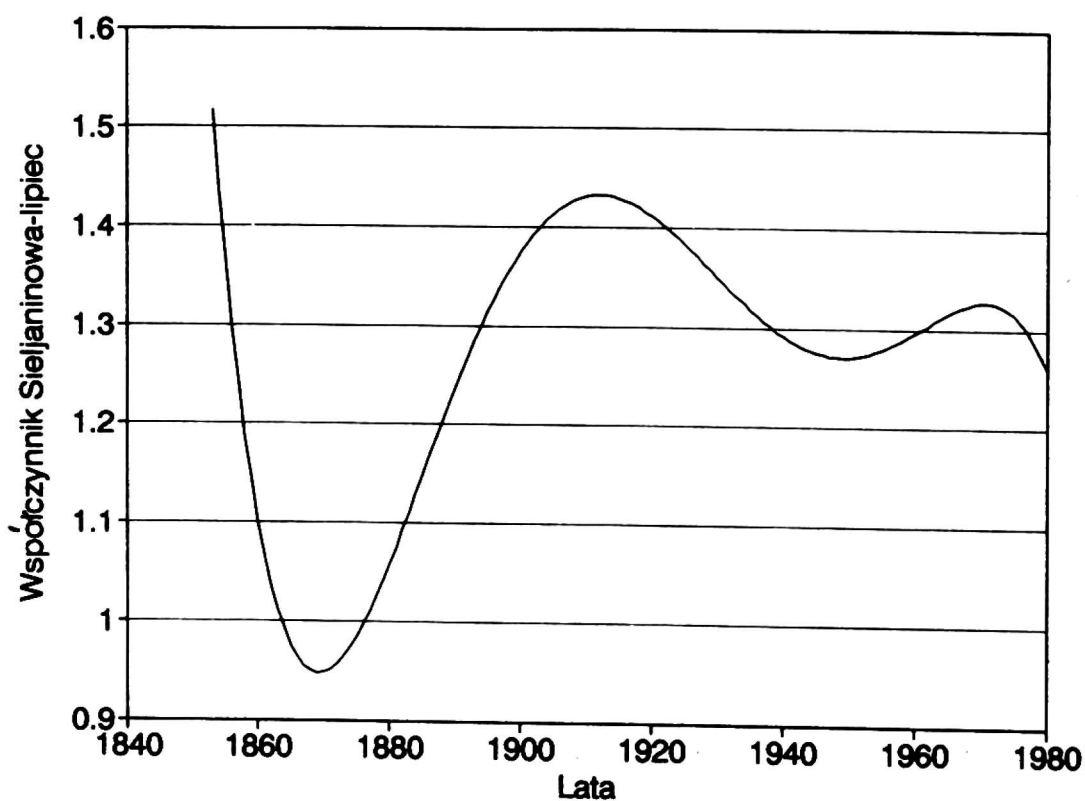
Rys. 11. Analiza wielomianowa dla kryterium Sieljaninowa dla Poznania w latach 1848-1985 dla maja (wg średnich 11-letnich)

Fig. 11. Polynomial analysis for criterion of Sieljaninow valid for Poznań, monthly values for May, 1848-1985, (11-th running averaging)



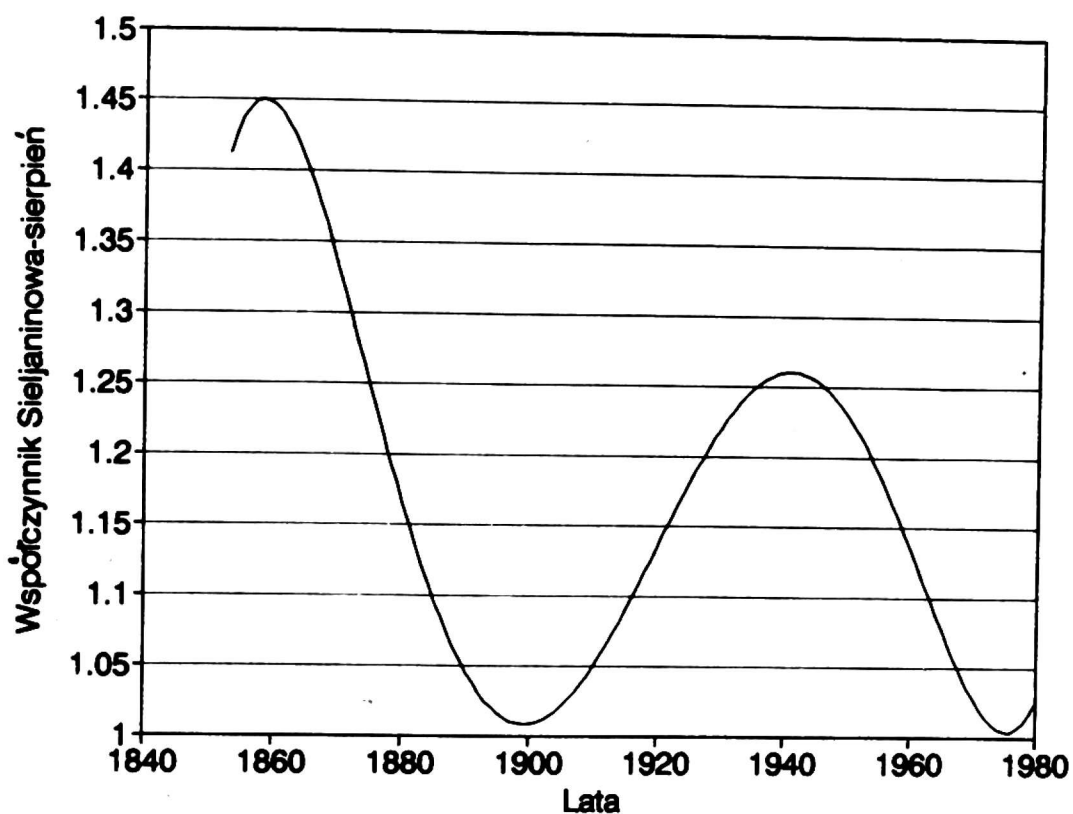
**Rys. 12.** Analiza wielomianowa dla kryterium Sjeljaninowa dla Poznania w latach 1848-1985 dla czerwca (wg średnich 11-letnich)

**Fig. 12.** Polynomial analysis for criterion of Sjeljaninov valid for Poznań, monthly values for June, 1848-1985, (11-th running averaging)



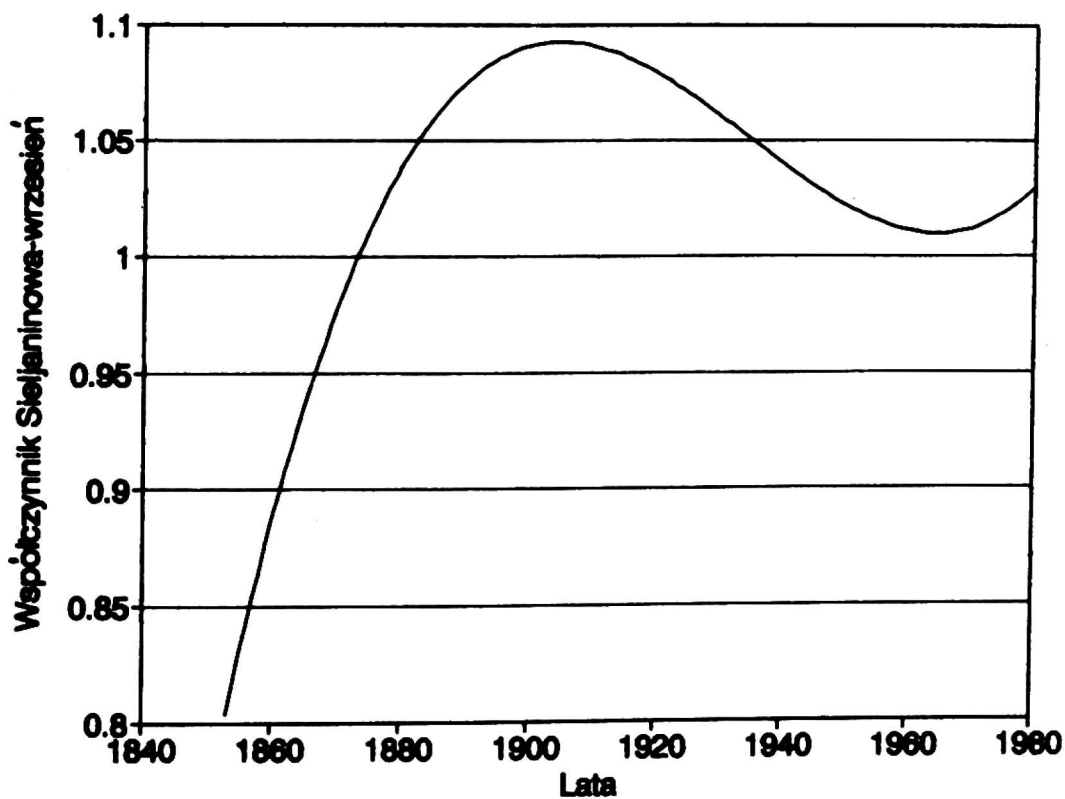
**Rys. 13.** Analiza wielomianowa dla kryterium Sjeljaninowa dla Poznania w latach 1848-1985 dla lipca (wg średnich 11-letnich)

**Fig. 13.** Polynomial analysis for criterion of Sjeljaninov valid for Poznań, monthly values for July, 1848-1985, (11-th running averaging)



**Rys. 14.** Analiza wielomianowa dla kryterium Sieljaninowa dla Poznania w latach 1848-1985 dla sierpnia (wg średnich 11-letnich)

**Fig. 14.** Polynomial analysis for criterion of Sieljaninov valid for Poznań, monthly values for August, 1848-1985, (11-th running averaging)



**Rys. 15.** Analiza wielomianowa dla kryterium Sieljaninowa dla Poznania w latach 1848-1985 dla września (wg średnich 11-letnich)

**Fig. 15.** Polynomial analysis for criterion of Sieljaninov valid for Poznań, monthly values for September, 1848-1985, (11-th running averaging)

Do uzyskanych wniosków należy jednak podejść bardzo ostrożnie. Są one jednak na ogół zgodne z przewidywaniami UKMO (Brouwer, 1989; Olejnik, 1989).

### WNIOSKI

Przedstawione wyniki skłaniają do następujących wniosków:

a. Zauważalny w całym świecie wzrost temperatury w ciągu około 140 lat stwierdza się także w Poznaniu.

b. W klimacie Poznania (i Wielkopolski) zaobserwowano postępujące w sposób zmienny zmniejszanie wpływu oceanu na klimat. Oznacza to, że klimat stawał się bardziej suchy. Suchość ta objawiała się przede wszystkim wzrostem kontynentalizmu opadowego wyrażanego dzielnikiem opadowym oraz współczynnikiem zmienności Hellmana, a nie sumą opadów atmosferycznych. Tendencje kontynentalizmu opadowego nie są identyczne z tendencjami kontynentalizmu termicznego. Zwłaszcza ostatnio kontynentalizm termiczny znacznie zmalał. Być może jest to związane ze wzrostem CO<sub>2</sub> i innych gazów śladowych atmosfery.

c. Proces nazywany przez biologów „stepowaniem” ma uzasadnienie w warunkach klimatycznych. Analiza ich tendencji pokazuje, że klimat zmieniał się pozostając w obszarze kryteriów określonych jako słabo i silnie zagrożonych stepowaniem. Ostatnio pogorszył się, osiągając wartości według kryterium Koeppena niespotykane w latach poprzednich.

d. Jest prawdopodobne, że klimat będzie stawał się w niedalekiej przyszłości (np. 20 lat) bardziej ciepły i suchy (suchość związana z kontynentalizmem opadowym, a nie z sumą opadów atmosferycznych), o mniejszej rozpiętości termicznej między latem a zimą z możliwością występowania anomalii pór roku. Wymienione zmiany mogą być duże. Ich konsekwencje najbardziej powinny uwidaczniać się w odpływie rzeczonym.

### PODZIĘKOWANIE

Chciałbym podziękować bardzo serdecznie pani H. Smoczyńskiej oraz panu E. Malcowi z Ośrodka Informatyki Uniwersytetu im. Adama Mickiewicza w Poznaniu za wykonanie obliczeń.

*Zakład Badań Środowiska Rolniczego i Leśnego  
Polska Akademia Nauk  
60-809 Poznań, ul. Bukowska 19*

### LITERATURA

- Brouwer F., Falkenmark M., 1989: Climate-induced water availability changes in Europe. *Environmental Monitoring and Assessment* 13: 75-98.
- Kundzewicz Z., Kędziora A., Kowalski K., Ryszkowski L., 1989: Climatic change impact on eco-hydrology: Polish Experience, Contribution to Lunteren Conference on Landscape-ecological impact of Climatic change, December.
- Draper N. R., Smith H., 1973: Analiza regresji stosowana. PWN, Warszawa.

- G o r c z y ń s k i W., 1948: System dziesiętny klimatów świata. Przegląd Meteorologiczny i Hydrologiczny, z. 1, Warszawa.
- G o r c z y ń s k i W., 1949: Dzielnik opadowy i metody jego obliczania. Przegląd Meteorologiczny i Hydrologiczny, z. 1-4, Warszawa
- G o r c z y ń s k i W., 1951: O waniach długoletnich wysokości rocznej i dzielnika opadowego. Studia Soc. Scient. Torunensis, vol. II, Nr. 5, Toruń.
- D o o g e J., 1987: Climate change and water resources. WMO Publ., No. 675, 37-62.
- H o h e n d o r f E., 1950-1951: Metoda średnich dziesięcioletnich do obliczeń dzielnika opadowego, Przegląd Meteorologiczny i Hydrobiologiczny, z. 1-4, Warszawa.
- K a c z m a r e k Z., 1989: Some Thoughts on Climate-Water Resource Interactions, Iiasa Task Force Meeting, Development of Regional Climate Scenarios for Impact Assessment, Laxenburg, February 20-22.
- K l e m e s V., 1985: Sensivity of water resources systems to climate variations. WMO, WCP-98.
- K o w a l s k i K., 1989: Cykliczne wahania opadów atmosferycznych i temperatur w Poznaniu. Poznańskie Towarzystwo Przyjaciół Nauk. Bad. Fizjogr. nad Polną Zachodnią, (praca oddana do druku).
- K o z a r s k i S., 1988: Wahania klimatyczne (historia, hipotezy, przewidywania). Uniwersytet im. A. Mickiewicza w Poznaniu, Seria: Wykłady inauguracyjne, nr 27.
- K o ż u c h o w s k i K., W i b i g J., 1988: Kontynentalizm pluwialny w Polsce: Zróżnicowanie geograficzne i zmiany wieloletnie. Łódzkie Towarzystwo Naukowe, Acta Geographica Lodziensia nr 55, Ossolineum.
- K u n d z e w i c z Z., 1988: Perspektywy rozwoju nauk hydrologicznych (w świetle wyników prac grupy roboczej IAHS „Hydrologia 2000”), Przegląd Geofizyczny, Rocznik XXXIII, z. 3.
- L a m b o r J., 1954: Stepowienie środkowych obszarów Polski, prace PIHM, z. 34, Warszawa.
- L a m b o r J., 1965: Podstawy i zasady gospodarki wodnej, Wydawnictwa Komunikacji i Łączności, Warszawa.
- L o c k w o o d J., 1984: Procesy klimatotwórcze, PWN, Warszawa.
- M a l e c E., C a l i ń s k i T., 1974: Badania składników regresji wielokrotnej, Roczniki Akademii Rolniczej w Poznaniu, LXXI, Algorytmy biometryczne i statystyczne, z. 3 (Algorytmy, 21-30).
- O l e j n i k J., K ę d z i o r a A., 1989: A model for heat and water balance estimation and its application to landuse and climate variation. Contribution to Luteran Conference on Landscape-ecological impact of Climatic change.
- P a l u t i k o w J., 1984: Seasonal Climate Scenarios for Europe and North America in a High-CO<sub>2</sub> Warmer World, United States Department of Energy, DOE/EV/10098-5, Dist. Category UC-11.
- P l e n z l e r W., 1972: Wahania okresowe opadów i temperatur w Polsce Zachodniej, maszynopis.
- P r u c h n i c k i J., 1987: Metody opracowań klimatologicznych, PWN, Warszawa.
- S c h n e i g e r t S., 1966: Wahania częstotliwości wiatru w Poznaniu w okresie 1879-1956 na tle zmian klimatu w Europie Środkowej. Poznańskie Towarzystwo Przyjaciół Nauk, Wydział Matematyczno-Przyrodniczy, Prace Komisji Geograficzno-Geologicznej, Tom IV, z. 5, Poznań.
- S m o s a r s k i W., 1937: Klimat województwa poznańskiego. Roczniki Nauk Rolniczych i Leśnych, Tom XLII, Poznań.
- S m o s a r s k i W., 1938: Długotrwałe wahania klimatyczne w Poznaniu. Roczniki Nauk Rolniczych i Leśnych, Tom XLIV, Poznań.
- Y e v j e v i c h V. 1987: Stochastic models in hydrology, Stochastic Hydraulics, Vol. 1, No. 1.
- W o d z i c z k o A., 1947: Stepowienie Wielkopolski. Poznańskie Towarzystwo Przyjaciół Nauk, Prace Komisji Matematyczno-Przyrodniczej, seria B, Tom X, z. 4.

**TENDENCIES OF SECULAR CLIMATE CHANGES IN POZNAŃ****Summary**

The area of Wielkopolska is characterized by a particularly scanty precipitation and enigmatic by a particularly weakening of the influence of the ocean on the climate. Besides, biologists discovered in the flora and the fauna of this region adverse changes, which they called "steppization".

These facts justify the need to undertake analytical study of climate changes in Poznań (and in Wielkopolska area) for such problems as:

- temperature changes,
- precipitation changes,
- climatic conditions responsible for the steppization process,
- weakening of the influence of the ocean on the climate.

Polynomial analysis has been made on the basis of 11-th years running average for representation of the long-term climatic tendency.

Variably progressing weakening of the influence of the ocean to the climate in Poznań can be observed.

That means that climate became more arid if we consider such measures of continentality as: precipitation ratio, Hellman's coefficient of variance. Tendencies of thermic continentality are not correlated with tendencies of precipitation continentality. Recently thermic continentality decreasing. It can be noticed that the global warming can be also observed in Poznań in the last 140 years.

Process called steppization by biologists is driven by climatic conditions. It is very probable, that climate in the nearest future (i.e. 20 years) will be more warm and arid with serious consequences in river runoff.