

Zastosowanie wybranych metod statystycznych w klimatologii

**Instytut Geografii i Gospodarki Przestrzennej
Uniwersytetu Jagiellońskiego**

Zastosowanie wybranych metod statystycznych w klimatologii

**pod redakcją
Anity Bokwy i Zbigniewa Ustrnula**



Kraków 2004

Praca wydana ze środków Instytutu Geografii i Gospodarki Przestrzennej UJ
oraz Centralnej Rezerwy Badań Własnych UJ

Redakcja:

Anita Bokwa, Zbigniew Ustrnul

Recenzenci:

dr hab. Stanisław Węglarczyk, prof. Politechniki Krakowskiej,

dr hab. inż. Jerzy Ratomski, prof. Politechniki Krakowskiej

Przygotowanie do druku: Pracownia Wydawnicza IGiGP UJ

Komputerowy skład tekstu: Alicja Marciniak-Nowak

Projekt okładki: Anita Bokwa

Okładka: Punkt „Brzeg” w profilu topoklimatycznym Stacji Naukowej IGiGP UJ
w Gaiku-Brzezowej nad zbiornikiem Dobczyckim (fot. I. Jędrychowski),
autor ryciny J.Wibig.

© Copyright by the Institute of Geography and Spatial Management
of the Jagiellonian University

Cracow 2004

Printed in Poland

ISBN 83-88424-39-4

Wydawca: Instytut Geografii i Gospodarki Przestrzennej Uniwersytetu Jagiellońskiego
ul Grodzka 64, 31-044 Kraków, Polska, tel. +48(12) 422-47-03, fax + 48(12) 422-55-78

Druk: Poligrafia Inspektoratu Towarzystwa Salezjańskiego, ul. Konfederacka 6,
30-306 Kraków, Polska, tel.+48(12) 266-40-00, fax + 48(12) 269-02-84

Spis treści

<i>Przedmowa</i>	7
<i>Stanisław Węglarczyk</i> Wybrane problemy stosowania metod statystycznych	11

Zmienność i okresowość

<i>Joanna Wibig</i> O filtrowaniu szeregów czasowych	21
<i>Krzysztof Fortuniak</i> Wybrane metody poszukiwania okresowej zmienności w szeregach klimatycznych.....	31
<i>Maciej Feliks</i> O średniej rocznej temperaturze w Warszawie w ujęciu falkowym	53

Analizy przestrzenne, klasyfikacje i typologie

<i>Zbigniew Ustrnul</i> Metody analizy przestrzennej w badaniach klimatologicznych	65
<i>Michał Marosz</i> Możliwości wykorzystania sztucznych sieci neuronowych w klasyfikacji pola wirowości ruchu powietrza nad Europą.....	89
<i>Marek Nowosad</i> Z metodyki wydzielenia sezonów cyrkulacyjnych	101
<i>Jarosław Gabała</i> Zastosowanie analizy skupień do wydzielenia kompleksów pogodowych sprzyjających wystąpieniu wysokich i niskich stężeń zanieczyszczeń w Tarnowie	121
<i>Anita Bokwa</i> Wykorzystanie analizy skupień do typologii dziennego przebiegu pionowych gradientów temperatury powietrza w przygruntowej warstwie powietrza na Pogórze Wielickim	137
<i>Krzysztof Jarzyna</i> Zastosowanie wybranych metod statystycznych w określaniu wpływu lokalnej i wielkoskalowej sytuacji meteorologicznej na warunki dyspersji zanieczyszczeń powietrza w Krakowie.....	149
<i>Bogdan H. Chojnicki, Marek Urbaniak, Janusz Olejnik</i> Analiza wybranych charakterystyk statystycznych zbiorów wartości prędkości wiatru wykorzystywanych w obliczeniach strumieni masy i energii metodą kowariancji wirów	161
Wydawnictwa Instytutu Geografii i Gospodarki Przestrzennej UJ	167

Przedmowa

W ostatnich kilkunastu latach nastąpiła prawdziwa rewolucja komputerowa, która objawiła się niesłychanie szybkim rozwojem nie tylko sprzętu komputerowego, ale także oprogramowania. Postęp w tym zakresie dotyczył zarówno rozwiązań systemowych, jak i ogólnych programów użytkowych. Na szczególną jednak uwagę zasługuje powstanie oprogramowania specjalistycznego, w tym do opracowań statystycznych, które ciągle jest rozwijane i doskonalone. Obok specjalistycznych pakietów statystycznych (np. Statgraphics, SPSS, Statistica) również inne programy, w tym tzw. arkusze kalkulacyjne, posiadają wbudowane algorytmy do różnego rodzaju obliczeń statystycznych.

Klimatologia w zasadzie od początku swego istnienia wykorzystuje w bardzo szerokim zakresie statystykę: od prostych charakterystyk po wyrafinowane obliczenia wielowymiarowe. Wspomnianemu rozwojowi komputeryzacji nie towarzyszył jednak analogiczny wzrost poziomu wiedzy statystycznej wśród klimatologów – użytkowników specjalistycznego oprogramowania. Świadczą o tym choćby podręczniki dotyczące zastosowania statystyki w badaniach hydrometeorologicznych, z których najnowsze zostały wydane kilkanaście czy nawet kilkadziesiąt lat temu (Karczmarek 1970, Pruchnicki 1987), nie wspominając o innych bardziej ogólnych (Jokiel, Kostrubiec 1981, Gregory 1970). Nowszych opracowań tego typu niestety brak. Powstała więc paradoksalna sytuacja, w której przy braku solidnych podstaw statystyki matematycznej, nie wspominając już o jej głębszym rozumieniu, istnieje cały szereg gotowych do wykorzystania, zaawansowanych procedur w ramach istniejących programów statystycznych. Sytuacja taka powoduje, że wielu użytkowników, w tym studentów, sięga do oprogramowania statystycznego bez właściwego przygotowania teoretycznego.

Celem niniejszej monografii jest przegląd metod statystycznych najczęściej ostatnio stosowanych w klimatologii, które możliwe są do wykorzystania poprzez dostępne na polskim rynku oprogramowanie. Jednocześnie przegląd ten zawiera, obok ogólnego opisu danej metody, najważniejsze doświadczenia i płynące stąd wnioski poszczególnych badaczy. Niektórzy autorzy zwracają też uwagę na różne zagrożenia i niebezpieczeństwa jakie stwarza bezkrytyczne wykorzystanie poszczególnych procedur obliczeniowych. Autorzy wszystkich prac starali się je napisać w sposób prosty i przystępny tak, by nawet osobom nie znającym poszczególnych metod statystycznych przybliżyć ich problematykę, łącznie z zaletami i wadami. Jednym z celów niniejszej monografii jest ponadto wskazanie przyszłym, mało jeszcze doświadczonym badaczom, możliwości jakie niesie ze sobą wykorzystanie poszczególnych metod i procedur statycznych, a zarazem zagrożeń jakie stwarza ich bezkrytyczne stosowanie. Niniejsza publikacja adresowana jest do szerokiego kręgu odbiorców, na czele ze studentami początkowych lat różnych specjalizacji nauk geograficznych, nie tylko klimatologii, gdzie stosuje się podobne algorytmy analizy czasowo-przestrzennej.

Publikację otwiera rozdział autorstwa S. Węglarczyka, który wprowadza Czytelnika w rozważania na temat statystyki i jej roli w badaniach przyrodniczych. Obok bezsprzecznych zalet autor zauważa także zagrożenia, jakie stwarza bezkrytyczne jej stosowanie. Niektóre terminy statystyczne bardzo często są niepoprawnie rozumiane i interpretowane.

W opracowaniu szczególna uwaga zwrócona jest na zagadnienie analizy szeregów czasowych, które w klimatologii wydaje się być jednym z najważniejszych do rozwiązania. Chcąc bowiem właściwie przedstawić zmiany i zmienność klimatu, oprócz danych trzeba posiadać właściwe metody i narzędzia ich analizy. Temu zagadnieniu poświęcona jest cała pierwsza część niniejszego tomu zatytułowana *Zmienność i okresowość*. W jej skład wchodzi trzy prace. Pierwsza z nich autorstwa J. Wibig przedstawia metody wygładzania („filtrowania”) ciągów klimatologicznych, które należą do grupy podstawowych przy analizie zmienności klimatu. Na podstawie łódzkiej serii temperatury powietrza autorka omawia przydatność wybranych filtrów. Kolejne dwie prace dotyczą badania okresowości w szeregach klimatologicznych. K. Fortuniak daje przegląd metod służących poszukiwaniu okresowości w seriach klimatologicznych wydzielając metody: fourierowskie, maksymalnej entropii, analizy falkowej. Autor konstatuje, że ze względu na duży szum klimatologicznych szeregów czasowych poszukiwanie ich okresowości nie jest zadaniem łatwym. Przykład zastosowania analizy falkowej w odniesieniu do warszawskiej serii temperatury powietrza podaje natomiast w swojej pracy M. Feliks. Autor zwraca uwagę, że analiza falkowa jest metodą dokładniejszą niż dotychczas stosowane np. analiza fourierowska.

Druga część niniejszego tomu została poświęcona zagadnieniom analizy przestrzennej oraz klasyfikacji i typologii. W poszczególnych rozdziałach przedstawiono wybrane aspekty modelowania przestrzeni w badaniach klimatologicznych. Z. Ustrnul zaprezentował możliwości zastosowania narzędzi Geograficznych Systemów Informatycznych do konstrukcji map klimatycznych. Zwrócono uwagę na dobór właściwej metody interpolacji przestrzennej, która w dużym stopniu decyduje o dokładności mapy. Stwierdzono, że najlepsza nawet metoda interpolacji nie zastąpi jednorodnych danych wyjściowych o odpowiednio gęstej rozdzielczości przestrzennej. Z kolei M. Marosz omawia problem zastosowania sztucznych sieci neuronowych do klasyfikacji zjawisk klimatycznych. Na przykładzie pola wirowości ruchu powietrza nad obszarem europejsko-atlantyckim przeprowadza ich klasyfikację z wykorzystaniem algorytmu Kohonena, jednej z metod sieci neuronowych. Kolejne rozdziały podejmują problematykę szerokiego i dyskusyjnego w klimatologii, i całej zresztą geografii fizycznej, zagadnienia klasyfikacji i typologii. M. Nowosad stosując jedną z metod filtrowania rozważa ciąg występowania poszczególnych typów cyrkulacji, które następnie grupuje w tzw. sezony cyrkulacyjne. Autor zwraca uwagę na konieczność jednoczesnego zastosowania różnych filtrów w przypadku, gdy wyniki po uwzględnieniu tylko jednego z nich mogą podlegać dalszej transformacji. Grupowaniu poświęcone są dwie prace: J. Gabały oraz A. Bokwy, których autorzy zastosowali analizę skupień. J. Gabała wydzielił dla Tarnowa kompleksy pogodowe sprzyjające wysokim i niskim stężeniom zanieczyszczeń powietrza. A. Bokwa natomiast opracowała na podstawie wieloletniej serii badań mezo- i mikroklimatycznych typologię dziennego przebiegu pionowych

gradientów temperatury powietrza w przygruntowej warstwie powietrza. Analizę skupień uwzględni też w swojej pracy K. Jarzyna, który dzieli się doświadczeniami z wykorzystania kilku metod statystycznych do określenia warunków dyspersji zanieczyszczeń powietrza nad Krakowem. Autor zwraca między innymi uwagę na częstość i prawdopodobieństwo warunkowe, które to miary są niekiedy niedoceniane we współczesnych badaniach klimatologicznych. Ostatni z prezentowanych tekstów, autorstwa B. Chojnickiego, M. Urbaniaka i J. Olejniczaka, dotyczy określenia wpływu dwóch typów powierzchni na modyfikację pola wiatru. Autorzy wykorzystując szczegółowe pomiary mikroklimatyczne wiatru zwracają uwagę na rolę rodzaju uprawy w kształtowaniu składowych wiatru. Praca ma duże praktyczne znaczenie w agrometeorologii.

Niniejsze opracowanie jest pokłosiem klimatologicznych warsztatów statystycznych, które w maju 2003 roku zostały zorganizowane przez Instytut Geografii i Gospodarki Przestrzennej UJ na Stacji Naukowej tegoż Instytutu w Gaiku–Brzezowej koło Dobczyc, z inicjatywy A. Bokwy. Zaprezentowane w czasie ich trwania referaty dały asumpt do powstania niniejszego tomu. Jego redaktorzy żywią nadzieję, że publikacja wywoła dyskusję w środowisku polskich klimatologów na temat zarówno wykorzystania, jak też nauczania przedstawionych metod statystycznych.

Na koniec niżej podpisani pragną serdecznie podziękować Dyrekcji Instytutu Geografii i Gospodarki Przestrzennej Uniwersytetu Jagiellońskiego za przychyłność i pomoc w wydaniu tego tomu. Największe wszakże podziękowania składamy wszystkim Autorom, którzy wykazali niezwykłą dyscyplinę i zaangażowanie w przygotowanie niniejszej publikacji. Słowa uznania należą się też recenzentom za niezwykle rzetelne i wnikliwe uwagi na temat poszczególnych rozdziałów.

Kraków, maj 2004 r.

Anita Bokwa, Zbigniew

Ustrnul

Literatura:

Gregory S., 1970, *Metody statystyki w geografii*, PWN, Warszawa.

Jokieli B., Kostrubiec B., 1981, *Statystyka z elementami matematyki dla geografów*, PWN, Warszawa.

Karczmarek Z., 1970, *Metody statystyczne w hydrologii i meteorologii*, WKiŁ, Warszawa.

Pruchnicki J., 1987, *Metody opracowań klimatologicznych*, PWN, Warszawa.

