

METODY STATYSTYCZNE

w analizach hydrologicznych
środkowej Polski

pod redakcją Pawła Jokiela



WYDAWNICTWO
UNIwersYTETU
ŁÓDZKIEGO

Jan

Feb

Mar

Apr

Maj

Czer

Lip

Sier

Wrz

Paź

List

Grud

METODY STATYSTYCZNE

w analizach hydrologicznych
środkowej Polski



WYDAWNICTWO
UNIwersytetu
ŁÓDZKIEGO

METODY STATYSTYCZNE

w analizach hydrologicznych
środkowej Polski

pod redakcją Pawła Jokiela

Paweł Jokieli – Uniwersytet Łódzki, Wydział Nauk Geograficznych
Katedra Hydrologii i Gospodarki Wodnej, 90-139 Łódź, ul. Narutowicza 88

RECENZENT

Urszula Somorowska

REDAKTOR WYDAWNICTWA UŁ

Katarzyna Gorzkowska

KOREKTA TECHNICZNA RYSUNKÓW

Adam Bartnik

SKŁAD I ŁAMANIE

AGENT PR

PROJEKT OKŁADKI

czartart.com: Izabela Surdykowska-Jurek

Zdjęcia wykorzystane na okładce: © Ivan Piven (Photoprince) – Fotolia.com

© Depositphotos.com/StevanZZ

W publikacji zostały zamieszczone rozdziały autorstwa: Adama Bartnika, Pawła Jokiela
Piotra Moniewskiego, Przemysława Tomalskiego, Edmunda Tomaszewskiego
Uniwersytet Łódzki, Wydział Nauk Geograficznych
Katedra Hydrologii i Gospodarki Wodnej, 90-139 Łódź, ul. Narutowicza 88

© Copyright by Uniwersytet Łódzki, Łódź 2015

Wydane przez Wydawnictwo Uniwersytetu Łódzkiego

Wydanie I. W.06914.15.0.K

Ark. wyd. 20,0; ark. druk. 18,375

ISBN 978-83-7969-670-3

e-ISBN 978-83-7969-671-0

Wydawnictwo Uniwersytetu Łódzkiego

90-131 Łódź, ul. Lindleya 8

www.wydawnictwo.uni.lodz.pl

e-mail: ksiegarnia@uni.lodz.pl

tel. (42) 665 58 63

Spis treści

Od redaktora (<i>Paweł Jokiel</i>)	9
1. Analiza chwilowych zmian przepływu w małej rzece miejskiej na przykładzie łódzkiej Sokołówki (<i>Adam Bartnik, Przemysław Tomalski</i>)	13
1.1. Wprowadzenie	13
1.2. Obszar badań i materiał źródłowy	14
1.3. Chwilowe zmiany natężenia przepływu	16
1.4. Maksymalne wzrosty i spadki natężenia przepływu	19
1.5. Chwilowe zmiany natężenia przepływu w trakcie wezbrań	21
1.6. Podsumowanie	25
2. Analiza sezonowej zmienności wybranych cech fizykochemicznych wody małych cieków odwadniających obszary o różnym stopniu antropopresji (<i>Adam Bartnik, Piotr Moniewski</i>)	27
2.1. Wprowadzenie	27
2.2. Materiał analityczny	30
2.3. Wskaźniki fizykochemiczne	33
2.4. Sezonowość cech fizykochemicznych	40
2.5. Wnioski	45
3. Analiza faz i form odpływu ze zlewni rzecznej na przykładzie Dzierżąznej (<i>Paweł Jokiel, Edmund Tomaszewski</i>)	49
3.1. Wprowadzenie	49
3.2. Obszar badań	50
3.3. Odpływy charakterystyczne	51
3.4. Roczne nadwyżki i niedobory odpływu	55
3.5. Wezbrania i niżówki	57
3.6. Formy odpływu	60
3.7. Powiązania i korelacje	64
4. Analiza trendów wieloletnich na przykładzie odpływów ekstremalnych ze zlewni środkowej Polski (<i>Paweł Jokiel</i>)	69
4.1. Wprowadzenie	69
4.2. Odpływy charakterystyczne w wieloleciu	70
4.3. Zmienność ekstremalnych odpływów miesięcznych	74
4.4. Trendy miesięcznych odpływów ekstremalnych	78

5. Analiza przepływów maksymalnych i miar pochodnych na przykładzie rzek Nizy Polskiego (<i>Adam Bartnik, Paweł Jokiel</i>)	87
5.1. Wprowadzenie	87
5.2. Podstawy analizy i materiał badawczy	89
5.3. Obwiednia przepływów maksymalnych	94
5.4. Odpływy jednostkowe	98
5.5. Indeksy K (François-Rodiera)	101
5.6. Prawdopodobieństwo wystąpienia skrajnie niekorzystnej sytuacji powodziowej	102
5.7. Indeksy wysokiej wody IWW	104
6. Analiza czasowej i przestrzennej zmienności niedoborów odpływu niżówkowego w środkowej Polsce (<i>Edmund Tomaszewski</i>)	107
6.1. Wprowadzenie	107
6.2. Materiał badawczy	109
6.3. Zmienność wieloletnia	111
6.4. Struktura sezonowa	114
6.5. Pora koncentracji suszy hydrologicznej	118
7. Analiza ekstremalnych stanów wód podziemnych na przykładzie płytkich poziomów wodonośnych środkowej Polski (<i>Przemysław Tomalski</i>)	129
7.1. Wprowadzenie	129
7.2. Obszar badań i materiał badawczy	130
7.3. Rozkłady prawdopodobieństwa ekstremów rocznych	133
7.4. Współczynniki autokorelacji ekstremów rocznych	142
7.5. Kwantyle prawdopodobieństwa ekstremów rocznych	146
7.6. Wieloletnia zmienność ekstremalnych stanów wód podziemnych	148
7.7. Podsumowanie	151
8. Analiza wydajności źródeł na przykładzie dwóch obiektów z okolic Łodzi (<i>Piotr Moniewski</i>)	153
8.1. Wprowadzenie	153
8.2. Pomiary wydajności i ich uzupełnianie	154
8.3. Wydajność źródeł	156
8.4. Sezonowa zmienność wydajności	158
8.5. Krzywe wysychania	159
8.6. Bezwładność wydajności	162
8.7. Synchroniczność wydajności	164
8.8. Rola źródeł w zasilaniu cieków	168
8.9. Podsumowanie	171
9. Wieloaspektowa analiza statystyczna hydrogramu przepływu rzeki na przykładzie Pilicy w Przedborzu (<i>Adam Bartnik, Paweł Jokiel</i>)	173
9.1. Wprowadzenie	173
9.2. Materiał analityczny	175
9.3. Roczny hydrogram przepływu	176
9.4. Funkcje rozkładu przepływów dobowych i hydrogramy ich prawdopodobieństwa	181
9.5. Sezonowość przepływu	187
9.6. Zmiany i zmienność wieloletnia przepływu	191

10. Identyfikacja i analiza sezonów hydrologicznych na przykładzie dwóch rzek z obszaru środkowej Polski (Paweł Jokiel, Przemysław Tomalski)	201
10.1. Wprowadzenie	201
10.2. Materiał hydrometryczny i przygotowanie danych	202
10.3. Identyfikacja sezonów hydrologicznych	204
10.4. Sezony hydrologiczne w Nerze i Prośnie	208
10.5. Porównanie sezonów hydrologicznych i okresów hydrologicznych	211
10.6. Podsumowanie	213
11. Metody, formuły i wzory obliczeniowe zastosowane w pracy (Przemysław Tomalski, Edmund Tomaszewski)	215
11.1. Zagadnienia statystyczne	215
11.1.A. Przygotowanie szeregów pomiarowych do analiz statystycznych	216
11.1.B. Miary średnie	218
11.1.C. Miary rozrzutu i zmienności	220
11.1.D. Miary skośności	225
11.1.E. Miary koncentracji	226
11.1.F. Miary sezonowości	227
11.1.G. Współmienność	230
11.1.H. Regresja	234
11.1.I. Rozkłady statystyczne	238
11.1.J. Testy statystyczne	245
11.1.K. Analizy wielowymiarowe	251
11.2. Zagadnienia hydrologiczne	253
11.2.A. Charakterystyki pomiarowe	254
11.2.B. Miary odpływu	256
11.2.C. Przepływy i odpływy charakterystyczne	257
11.2.D. Formy odpływu	259
11.2.E. Fazy odpływu	265
11.2.F. Charakterystyki środowiskowe	270
 Bibliografia	 273
 Wykaz symboli i oznaczeń	 283
 Spis tabel i rysunków	 289

Od redaktora

...potwierdzenie hipotezy naukowej jest zaledwie nieudaną próbą obalenia.

Carl Popper

Ilość informacji, jaką zmuszeni jesteśmy absorbować i analizować we współczesnym procesie poznawczym stale rośnie. Wskutek tego, w czasie poznawania otaczającej nas rzeczywistości coraz bardziej niezbędne stają się różnego rodzaju narzędzia, które pomagają nam te informacje poprawnie zebrać, uporządkować i przeanalizować, a później – na drodze logicznego wnioskowania indukcyjnego czy dedukcyjnego – uchwycić prawidłowości lub zbudować wiarygodne modele, a na ich podstawie wyciągnąć pożyteczne wnioski. Jednym z takich narzędzi jest niewątpliwie *statystyka*, która z jednej strony umożliwia pełne wykorzystanie naszych zdolności twórczych w celu odkrywania nowych prawidłowości i identyfikacji różnych powiązań, lecz z drugiej – nie pozwala na czcze i bezowocne formułowanie teorii oraz hipotez nieprawdziwych i nieweryfikowalnych. Nauka ta bazuje bowiem na planowym, rzetelnym i optymalnym opracowaniu danych metodami wykorzystującymi aparat logiczny i matematyczny, a także na celowym testowaniu postawionych hipotez i wykrywaniu różnych możliwych alternatyw (Rao 1994). Mimo wielu ograniczeń i zagrożeń, jakie niesie w sobie wnioskowanie statystyczne, których wyrazem mogą być żartobliwe motta poprzedzające rozdziały prezentowanej monografii, nie ma wątpliwości, że wyniki analiz statystycznych są bardzo pożyteczne w odkrywaniu i wyjaśnianiu zjawisk oraz procesów zachodzących w środowisku.

W tytule poniższej książki pojawił się termin *środkowa Polska*. Jest to pojęcie nieostre i właściwie nie ma swego odpowiednika w powszechnie uznanych regionalizacjach i podziałach terytorialnych naszego kraju. Zakreślony na potrzeby tej monografii obszar badań nie jest w ścisłym znaczeniu tego słowa regionem fizycznogeograficznym czy krajobrazowym. Pojęcie to ma charakter czysto umowny i odnosi się do terytorium znajdującego się w centralnej Polsce, na którym przenikają się krajobrazy wyżyn, nizin i pojezierzy. Równocześnie – z uwagi na układ, sposób wykształcenia i wykorzystania sieci rzecznej oraz

zasoby wodne i elementy bilansu wodnego – tak zarysowany obszar można traktować jako swoiste zaplecze wodne aglomeracji miejskiej Łodzi. Już dziś wiadomo, że dostęp do niewielkich zasobów wodnych tego obszaru jest bardzo ograniczony i, niestety, będzie stale malał. Coraz trudniejsze i bardziej złożone staną się zatem nie tylko prognozy dalszych przemian struktury naturalnego bilansu wodnego, lecz pojawią się też istotne problemy przy zestawianiu różnoskalowych bilansów wodnogospodarczych, w pozyskiwaniu danych hydrologicznych dla projektów hydrotechnicznych, w ochronie przeciwpowodziowej i – co szczególnie ważne dla terenów środkowej Polski – w zapobieganiu skutkom susz hydrologicznych oraz zarządzaniu gospodarką wodną (Jokiel 2004). Wydaje się więc, że ze względów poznawczych, dydaktycznych i praktycznych przedstawienie przykładów różnorodnych analiz statystycznych, poprawnie wykonanych w odniesieniu do różnych grup obiektów, procesów, zmiennych środowiskowych i hydrologicznych tego regionu, może być użyteczne oraz interesujące poznawczo.

Książka, którą oddajemy do rąk Czytelnika, nie jest podręcznikiem do statystyki, gdyż tego rodzaju opracowań, i to znakomitych, napisano już bardzo wiele, a ich autorzy jawią się dużo lepszymi fachowcami w tej dziedzinie niż członkowie zespołu redakcyjnego. Z tego względu napisanie kolejnego podręcznika wydawało się nam niecelowe i mało interesujące. Z oczywistych powodów korzystaliśmy jednak z wielu różnego rodzaju prac i podręczników metodycznych, choćby po to, by wskazać Czytelnikowi alternatywy, a także – co istotne – poszerzające wiedzę źródła informacji metodycznej.

Niniejsze opracowanie nie jest również monografią hydrologiczną, której celem byłaby prezentacja szeroko pojętych stosunków wodnych środkowej Polski, choć w poszczególnych rozdziałach zamieściliśmy szereg ważnych merytorycznie informacji geograficznych i hydrologicznych, zaczerpniętych z licznie cytowanej literatury problemowej oraz regionalnej. Z jednej strony pozwoliło to na poprawne zdefiniowanie i objaśnienie zmiennych środowiskowych poddanych analizom statystycznym. Z drugiej natomiast – umożliwiło prawidłową i możliwie szeroką interpretację wyników analiz statystycznych, jak też poszukiwanie cennych poznawczo powiązań i prawidłowości.

Autorami poszczególnych rozdziałów są doświadczeni hydrology i geografowie Wydziału Nauk Geograficznych Uniwersytetu Łódzkiego. Zaprezentowane przez nich przykłady statystycznych analiz różnych problemów hydrologicznych i środowiskowych zostały już wcześniej zweryfikowane i najczęściej zaprezentowane na forum naukowym w postaci referatów, artykułów i notatek. Zasięg tego rodzaju publikacji był jednak niewielki i ograniczony przeważnie do środowiska naukowego. Zatem zebranie tych doświadczeń przy jednoczesnym rozszerzeniu zawartych w nich wniosków merytorycznych oraz złożenie całości do postaci zwartej monografii, przeznaczonej dla szerszego odbiorcy, jest w mojej opinii celowe i uzasadnione.

Czego zatem Czytelnik może oczekiwać, biorąc do rąk prezentowaną monografię? Przede wszystkim przykładów rzetelnych, celowych i wielopłaszczyznowych interpretacji wyników podstawowych analiz statystycznych, przeprowadzonych w odniesieniu do procesów i zjawisk hydrologicznych zachodzących w środkowej Polsce w różnych skalach przestrzennych i czasowych. Należy podkreślić, że autorzy rozdziałów szczególnie duży nacisk położyli na aspekt interpretacyjny. Zauważyliśmy bowiem, że w statystycznych analizach zmiennych środowiskowych wiele uwagi poświęca się poprawności metodycznej i obliczeniowej modeli oraz procedur statystycznych (co nie jest oczywiście błędem), ale jednocześnie można w nich znaleźć zbyt mało wieloaspektowej oceny uzyskanych statystyk i modeli statystycznych. W skrajnych przypadkach stwarza to wrażenie, że nierzadko skomplikowane analizy statystyczne są celem samym w sobie, natomiast uzyskane wyniki są zinterpretowane nie tyle błędnie, ile mało dociekliwie.

Dla kogo zatem przeznaczona jest ta monografia? Przede wszystkim dla Czytelników mających już podstawową wiedzę z zakresu statystyki matematycznej i hydrologii oraz chcących ją dalej pogłębiać. Będzie ona szczególnie użyteczna dla badaczy, którzy pragną nie tylko poznać nowe zastosowania znanych już sobie metod, lecz dogłębnie i wieloaspektowo interpretować różne statystyki i modele statystyczne. Od dawna wiadomo, że statystyki najlepiej uczyć się na przykładach, a zatem zaproponowany układ monografii wydaje się poprawny i celowy, choć nie najłatwiejszy do studiowania. Ujmując rzecz praktycznie, książka ta może być szczególnie użyteczna dla licencjatów, magistrantów i doktorantów prowadzących badania środowiska (nie tylko wodnego) metodami statystycznymi. Może być też przydatna dla wszystkich, dla których obliczenie średniej, współczynnika korelacji czy określenie rozkładu zmiennej losowej jest dopiero początkiem dociekań naukowych.

Zaproponowany układ treści jest dość specyficzny. Kluczową rolę pełni w nim rozdział 11. Zawiera on bowiem definicje i informacje o różnych, często trudnych do zinterpretowania zmiennych, które zostały obliczone i których statystyki przeanalizowano we wcześniejszych rozdziałach. Zawiera on też krótkie informacje, podstawowe wzory i formuły niezbędne do obliczenia oraz prawidłowego zinterpretowania wykorzystanych w poszczególnych rozdziałach pracy statystyk, metod i procedur obliczeniowych. Integralną i ważną częścią tego rozdziału są odwołania do literatury, które wskazują Czytelnikowi nie tylko źródła informacji wykorzystane przez autorów, lecz także opracowania szczególnie użyteczne dla poszerzenia wiedzy metodycznej. Pozostałe 10 rozdziałów zawiera przykłady analiz statystycznych wykonanych w różnych skalach przestrzennych i czasowych, dotyczące różnych i – zdaniem autorów – ważnych problemów hydrologicznych. Istotnym elementem każdego rozdziału są odsyłacze do rozdziału ostatniego. Kierują one Czytelnika do stosownych definicji i formuł statystycznych i hydrologicznych, zapobiegając tym samym powtarzaniu informacji metodycznej w kolejnych rozdziałach.

Mimo że kolejne rozdziały prezentowanej monografii poprzedziliśmy żartobliwie i niekiedy przewrotnie brzmiącymi mottami dotyczącymi statystyki, to wszyscy jesteśmy zwolennikami szerokiego, aczkolwiek mądrego i racjonalnego wykorzystania metod statystycznych w hydrologii i naukach przyrodniczych. Zawsze musi temu jednak towarzyszyć myśl Irwina Brossa: „Metody statystyczne nie powiększają posiadanych informacji. Pozwalają jedynie na to, żeby te informacje maksymalnie wykorzystać”.

Zapraszam do lektury.

Paweł Jokiel

Bibliografia

*Po co kłamać, skoro wystarczy mówić prawdę,
żeby nam nie wierzono.*

Guy de Maupassant

- Bajkiewicz-Grabowska E., Gutry-Korycka M., 1981, *Rola jezior w naturalnym drenażu podziemnym*, Przegł. Geof., z. 3, s. 171–179.
- Barczyk G., 2008, *Tatrzańskie wywierzyska*, Wyd. TPN, Zakopane, 178 s.
- Bartczak A., 2007, *Wieloletnia zmienność odpływu rzecznego z dorzecza Zgłowiączki*, Prace Geogr. IGiPZ PAN, nr 209, 164 s.
- Bartnik A., 2005, *Odpływ niski rzek Polski*, Acta Geogr. Lodz., nr 91, 120 s.
- Bartnik A., Jokiel P., 2001, *Zmiany w sezonowym rozkładzie odpływu w Polsce środkowej w wieloletniu 1951–1998*, Wiad. IMGW, z. 2, s. 3–17.
- Bartnik A., Jokiel P., 2005, *Niektóre problemy zmian i zmienności rocznego hydrogramu przepływu rzeki na podstawie Pilicy w Przedborzu*, Wiad. IMGW, z. 2, s. 5–31.
- Bartnik A., Jokiel P., 2007, *Odpływy maksymalne i indeksy powodziowości rzek europejskich*, Gosp. Wodn., z. 1, s. 28–32.
- Bartnik A., Jokiel P., 2008, *Odpływy maksymalne i indeksy powodziowości rzek półkuli północnej*, Przegł. Geogr., t. 80, z. 3, PAN, s. 361–383.
- Bartnik A., Jokiel P., 2010, *Maksymalne przepływy i odpływy w Polsce w latach 1951–2006*, [w:] A. Magnuszewski (red.), *Hydrologia w ochronie i kształtowaniu krajobrazu*, t. 2, Monogr. PAN, nr 69, Warszawa, s. 43–53.
- Bartnik A., Jokiel P., 2012, *Geografia wezbrań i powodzi rzecznych*, Wyd. UŁ, Łódź, 267 s.
- Bartnik A., Moniewski P., 2011, *River Bed Shade and Its Importance in the Process of Studying of the Fundamental Physico-Chemical Characteristics of Small River Waters*, [w:] K. Glińska-Lewczuk (red.), *Issues of landscape conservation and water management in rural areas*, seria: Contemporary Problems of Management and Environmental Protection, nr 7, Olsztyn, s. 137–149.
- Bartnik A., Moniewski P., 2012, *Spatial differentiation and seasonal variability of basic physico-chemical water characteristics of small urban catchment (Sokolovka river case)*, [w:] P. Nachtnebel, K. Kovar (red.), *HydroPredict '2012, Volume of abstract, 3rd International Interdisciplinary Conference "Water Resources and Changing Global Environment"*, 24–27 September 2012, Vienna, Austria, s. 39–40.
- Bartnik A., Tomalski P., 2010, *Krótkoterminowe zmiany natężenia przepływu w małej rzece miejskiej na przykładzie Sokółki (Łódź)*, [w:] T. Ciupa, R. Suligowski (red.), *Woda w badaniach geograficznych*, Wyd. Inst. Geogr. UJK, Kielce, s. 127–136.

- Bartnik A., Tomaszewski E., 2006, *Zastosowanie indeksu pory koncentracji do oceny podatności reżimu rzecznego na formowanie przepływów ekstremalnych w zlewniach nizinnych*, [w:] A. Kostrzewski, J. Czerniawska, K. Bogucki (red.), *Przemiany środowiska geograficznego Polski północno-zachodniej*, Wyd. Naukowe, Poznań, s. 137–144.
- Bartnik A., Moniewski P., Tomalski P., 2008, *Rola naturalnych i antropogenicznych elementów obiegu wody w zlewni miejskiej (Sokolówka) i podmiejskiej (Dzierżazna)*, [w:] S. Bródka (red.), *Problemy ekologii krajobrazu*, t. 22, Wyd. Bogucki, Warszawa–Poznań, s. 39–48.
- Bartnik A., Moniewski P., Tomalski P., 2013, *Seasonality of the basic physical and chemical characteristics of water flowing through the cascades of small reservoirs*, *Limnological Review*, vol. 13, no. 2, s. 63–71.
- Biezanowski W., 2005, *Z dziejów kanalizacji i wodociągów łódzkich*, Wyd. ZORA, Łódź, 96 s.
- Boland P. J., 2007, *Statistical and Probabilistic Methods in Actuarial Science*, Taylor & Francis, 368 s.
- Bryndał T., 2009, *Przepływy maksymalne odnotowane podczas gwałtownych wzebrań spowodowanych krótkotrwałymi ulewnymi opadami deszczu w małych zlewniach karpackich*, [w:] R. Bogdanowicz, J. Fac-Beneda (red.), *Obieg wody i materii w zlewniach rzecznych*, Wyd. Fund. Rozw. Uniw. Gdańskiego, Gdańsk, s. 329–334.
- Byczkowski A., 1996, *Hydrologia*, t. 1–2, SGGW, Warszawa, 374 s., 333 s.
- Chelmicki W., 1991, *Reżim płytkich wód podziemnych w Polsce*, *Rozpr. Hab. UJ*, nr 218, 136 s.
- Chelmicki W., Jokiel P., Michalczyk Z., Moniewski P., 2011, *Distribution, discharge and regional characteristics of springs in Poland. Episodes*, vol. 34, no. 4, s. 244–256.
- Choiński A., 1988, *Zróżnicowanie i uwarunkowania zmienności przepływów rzek polskich*, Wyd. UAM, Poznań, 99 s.
- Cieciura M., Zacharski J., 2011, *Podstawy probabilistyki z przykładami zastosowań w informatyce*, cz. III: *Rachunek prawdopodobieństwa*, Warszawa (dostępny na warunkach licencji Creative Commons (CC): <http://cieciura.net/mp/pdf/czesc3.pdf>).
- Ciepielowski A., 1987, *Badanie związków pomiędzy podstawowymi parametrami fal wezbraniowych w wybranych profilach rzek*, Wyd. SGGW-AR, Warszawa, 112 s.
- Ciepielowski A., 2001, *Relationships between selected elements of the flood hydrographs in rivers*, *Journal of Water and Land Development*, no. 5, s. 89–105.
- Cinger V. N., 1960, *Transformacija maksimal'nych raschodov vodochraniliščami*, Wyd. Gidrometeoizdat, Leningrad, 200 s.
- Cramér H., 1946, *Mathematical Methods of Statistics*, Princeton University Press, Princeton, 282 s.
- Degirmendźić J., Kożuchowski K., Żmudzka E., 2004, *Changes of Air Temperature and Precipitation in Poland in the Period 1951–2000 and Their Relationship to Atmospheric Circulation*, *International Journal of Climatology*, no. 24, s. 291–310.
- Dębski K., 1970, *Hydrologia*, Arkady, Warszawa, 368 s.
- Dobrowolski A., Czarnecka H., Ostrowski J., Zaniewska M., 2004, *Floods in Poland from 1946 to 2001 origin, extent and frequency. Proceedings of the International Conference "Risks caused by the geodynamic phenomena in Europe"*, Polish Geological Institute, Wysowa, May 20–21, 2004, Wyd. PIG, Warszawa, s. 79–56.
- Doganovskij A. M., Malinin W. N., 2004, *Gidrosfera Ziemi*, Wyd. Gidrometeoizdat, Sankt Petersburg, 629 s.
- Domański Cz., 1990, *Testy statystyczne*, PWE, Warszawa, 336 s.
- Dynowska I., Jankowski A. T., Soja R., 1985, *Metody oceny wpływu gospodarczej działalności człowieka na odpływ*, *Folia Geogr., Ser. Geogr. Phys.*, t. 17, s. 105–119.
- Encyclopedia Titanica*, 2013, <http://www.encyclopedia-titanica.org>.
- Everitt B. S., Landau S., Leese M., Stahl D., 2011, *Cluster Analysis*, John Wiley & Sons Ltd., Chichester, 346 s.

- Fal B., Bogdanowicz E., Czernuszenko W., Dobrzyńska I., Koczyńska A., 1997, *Przepływy charakterystyczne głównych rzek polskich w latach 1951–1990*, Mat. Bad. IMiGW, seria: Hydrologia i Oceanologia, nr 21, Wyd. IMiGW, Warszawa, 174 s.
- Fisher R. A., Tippett L. H. C., 1928, *Limiting forms of the frequency distribution of the largest and smallest member of a sample*, Proceedings of the Cambridge Philosophical Society, no. 24, s. 180–190.
- Foster S. S. D., 1987, *Fundamental Concepts in Aquifer Vulnerability, Pollution Risk and Protection Strategy*, [w:] W. van Duijvenbooden, H. G. van Waegeningh (red.), *Vulnerability of Soils and Groundwater to Pollution*, TNO Committee on Hydrological Research, Hague, Proceedings and Information, no. 38, s. 69–86.
- Françou J., Rodier J., 1969, *Essai de classification des crues maximales*, IAHS/UNESCO/WMO, s. 518–526.
- Fu L., Wang Y.-G., 2012, *Statistical Tools for Analyzing Water Quality Data*, [w:] K. Voudouris, D. Voutsas (red.), *Water Quality Monitoring and Assessment*, InTech, s. 143–168, <http://www.intechopen.com/books/water-quality-monitoring-and-assessment>.
- Geiger W. F., Marsalek J., Rawls W. J., Zuidema F. C., 1987, *Manual on drainage in urbanized areas*, vol. I: *Planning and design of drainage systems*, Studies and Reports in Hydrology, no. 43, 209 s.
- Glazik R., 1970, *Stosunki wodne powiatu włocławskiego*, Przegl. Geogr., t. 42, z. 4, s. 661–684.
- Good I. J., 1986, *Some Statistical Applications of Poisson's Work*, Statistical Science, vol. 1, no. 2 (May), s. 157–170.
- Grabiński T., Wydymus S., Zeliaś A., 1989, *Metody taksonomii numerycznej w modelowaniu zjawisk społeczno-gospodarczych*, PWN, Warszawa, 278 s.
- Greń J., 1970, *Modele i zadania statystyki matematycznej*, PWN, Warszawa, 324 s.
- Grubbs F. E., Beck G., 1972, *Extension of Sample Sizes and Percentage Points for Significance Tests of Outlying Observations*, Technometrics, vol. 14, no. 4, s. 847–854.
- Gumbel E. J., 1935, *Les valeurs extrêmes des distributions statistiques*, Ann. Inst. Henri Poincaré 5 (2), s. 115–158.
- Gutry-Korycka M., 1997, *Odpyływ podziemny*, [w:] U. Soczyńska (red.), *Hydrologia dynamiczna*, PWN, Warszawa, s. 299–314.
- Hisdal H., Tallaksen L. M., Clausen B., Peters E., Gustard A., 2004, *Hydrological Drought Characteristics*, [w:] L. M. Tallaksen, H. A. J. van Lanen (red.), *Hydrological Drought. Processes and Estimation Methods for Streamflow and Groundwater*, Developments in Water Science, vol. 48, s. 139–197.
- <http://pl.wikipedia.org/wiki/Obwiednia>.
- Humnicki W., 2012, *Analiza recesji wydatku źródła pod Wysokim Działem (Pieniński Pas Skalkowy) w świetle obserwacji limnimetrycznych*, Biuletyn PIG, nr 452, s. 79–86.
- „Hydrologická ročenka České republiky”, 2004–2011, Český hydrometeorologický ústav, Praga.
- Janiec B., 1984, *Wody podziemne w strefie południowo-zachodniej krawędzi Wyżyny Lubelskiej*, Wyd. Geol., Warszawa, 137 s.
- Janiec B., Michalczyk Z., 1988, *Wybrane problemy krenologiczne Roztocza Zachodniego*, [w:] Z. Michalczyk, K. H. Wojciechowski (red.), *Badania hydrograficzne w poznawaniu środowiska*, Wyd. UMCS, Lublin, s. 171–186.
- Jeż G., 1986, *Próba oceny wieloletniej zmienności zwierciadła wód podziemnych w regionie łódzkim*, Mat. Konf. Ogólnopolskiej Konferencji Hydrograficznej, 15–17 września 1986, UAM, Poznań, s. 131–136.
- Jeż G., Jokiel P., Maksymiuk Z., Mela S., Teodorski J., 1997, *Wpływ Kopalni Węgla Brunatnego „Belchatów” na stosunki wodne malej zlewni nizinnej*, Acta Univ. Lodz., Folia Geogr. Phys., nr 1, s. 127–153.

- Jokiel P., 1992, *Zasoby wód podziemnych w strefy aktywnej wymiany w Polsce środkowej*, Acta Univ. Lodz., nr 16, s. 19–67.
- Jokiel P., 1994a, *Wieloletnie i sezonowe zmiany wydajności wybranych źródeł Polski*, Wiad. IMGW, z. 4, s. 117–130.
- Jokiel P., 1994b, *Zasoby, odnawialność i odpływ wód podziemnych strefy aktywnej wymiany w Polsce*, Acta Geogr. Lodz., nr 66–67, 236 s.
- Jokiel P., 1996, *Wzorcowe krzywe wysychania i potencjały zasobności kilkunastu źródeł karpaccich*, Wiad. IMGW, z. 2, s. 67–77.
- Jokiel P., 2002a, *Zagospodarowanie terenu i jego rola w obiegu wody na przykładzie małej zlewni w strefie podmiejskiej Łodzi*, [w:] T. Ciupa, E. Kupczyk, R. Suligowski (red.), *Obieg wody w zmieniającym się środowisku*, Prace Inst. Geogr. Akad. Św. w Kielcach, nr 7, s. 77–86.
- Jokiel P., 2002b, *Woda na zapleczu wielkiego miasta*, Wyd. IMiGW, Warszawa, 148 s.
- Jokiel P., 2004, *Zasoby wodne środkowej Polski na progu XXI wieku*, Wyd. UŁ, Łódź, 114 s.
- Jokiel P., 2008, *Zmiany, zmienność i ekstremalne sumy parowania terenowego i ewapotranspiracji potencjalnej w Łodzi w drugiej połowie XX wieku*, [w:] P. Jokiel (red.), *Zjawiska ekstremalne i zdarzenia nadzwyczajne w środkowej Polsce*, Acta Univ. Lodz., Folia Geogr. Phys., nr 8, s. 63–88.
- Jokiel P., 2009, *O sezonowym rozmieszczeniu odpływu w wybranych rzekach środkowej Polski*, Wiad. Meteor. Hydrol. i Gosp. Wodn., z. 2–3, s. 15–29.
- Jokiel P., Bartnik A., 2001, *Zmiany w sezonowym rozkładzie odpływu w środkowej Polsce w wieloletniu 1951–1998*, Wiad. IMGW, z. 2, s. 3–17.
- Jokiel P., Juszczak K., 1995, *Jednorodność wieloletnich serii średnich i średnich niskich przepływów rzek Polski środkowej*, Wiad. IMGW, z. 1, s. 71–79.
- Jokiel P., Kożuchowski K., 1989, *Zmiany wybranych charakterystyk hydroklimatycznych Polski w bieżącym stuleciu*, Dok. Geogr. IG PAN, z. 6, 94 s.
- Jokiel P., Maksymiuk Z., 2002, *Wody*, [w:] S. Liszewski (red.), *Atlas Miasta Łodzi*, Wyd. ŁTN, Łódź, s. 10.
- Jokiel P., Moniewski P., 2000, *Warunki gromadzenia i drenażu oraz kierunki ochrony zasobów wód podziemnych w strefie podmiejskiej Łodzi na przykładzie zlewni Dzierżąznej*, Acta Geogr. Lodz., Folia Geogr. Phys., nr 5, s. 29–48.
- Jokiel P., Stanisławczyk B., 2012, *Roczne odpływy maksymalne i minimalne w dorzeczach Odry i Wisły w przekroju wieloletnim*, Czas. Geogr., t. 83, z. 3, s. 133–143.
- Jokiel P., Tomalski P., 2004, *Odpływy maksymalne w rzekach Polski*, Czas. Geogr., z. 1–2, s. 83–97.
- Jokiel P., Tomalski P., 2009, *Krzywe maksymalnego spadku i wzrostu stanów wód podziemnych i wydajności źródeł*, [w:] R. Bogdanowicz, J. Fac-Beneda (red.), *Zasoby i ochrona wód. Obieg wody i materii w zlewniach rzecznych*, Wyd. Fund. Rozw. Uniw. Gdańskiego, Gdańsk, s. 361–372.
- Jokiel P., Tomalski P., 2014, *Próba wyznaczenia sezonów hydrologicznych w obrębie rocznych hydrogramów przepływu wybranych rzek środkowej Polski*, [w:] A. Magnuszewski (red.), *Hydrologia w ochronie i kształtowaniu środowiska*, t. II, Monogr. KGW PAN, z. XX, Warszawa, s. 203–218.
- Jokiel P., Tomaszewski E., 2009, *Fazy i formy odpływu ze zlewni Dzierżąznej*, [w:] R. Bogdanowicz, J. Fac-Beneda (red.), *Zasoby i ochrona wód. Obieg wody i materii w zlewniach rzecznych*, Wyd. Fund. Rozw. Uniw. Gdańskiego, Gdańsk, s. 141–158.
- Kaczmarek Z., 1970, *Metody statystyczne w hydrologii i meteorologii*, Warszawa, 313 s.
- Kaniecki A., 1982, *Pojemność retencyjna i zmienność zasobów wodnych małej zlewni nizinnej*, Ser. Geogr., nr 26, Wyd. UAM, Poznań, 230 s.
- Kaniecki A., 1991, *Zmiany stosunków wodnych w rejonie Konina związane z działalnością kopalnictwa odkrywkowego*, [w:] Stankowski W. (red.), *Przemiany środowiska geograficznego obszaru Konin–Turek*, Wyd. Nauk UAM, Poznań, s. 137–151.

- Kasprzyk A., Kupczyk E., 1998, *Ocena podatności systemu zlewni rzecznej na występowanie niżówek o znacznym deficycie odpływu*, [w:] A. Magnuszewski, U. Soczyńska (red.), *Hydrologia u progu XXI wieku*, Retro Art, Warszawa, s. 157–166.
- Kędra M., 2008, *Zastosowanie statystycznego testu SSS do zidentyfikowania istnienia krótkoterminowej dynamiki w przepływach dobowych zlewni rzeki Raby*, *Czas. Tech.*, z. 1, s. 25–39.
- Kite G. W., 1988, *Frequency and Risk Analyses in Hydrology*, Water Resources Pub., Littleton, 257 s.
- Kohler M. A., 1949, *On the use of double-mass analysis for testing the consistency of meteorological records and for making required adjustments*, *Bulletin of American Meteorological Society*, vol. 82, s. 96–97.
- Kołmogorow A., 1933, *Sulla determinazione empirica di una legge di distribuzione*, *G. Ist. Ital. Attuari*, nr 4, s. 83–91.
- Kondracki J., 1998, *Geografia regionalna Polski*, Wyd. PWN, Warszawa, 441 s.
- Kowalczak P., 2007, *Konflikty o wodę*, Wyd. Kurpisz, Przeźmierowo, 480 s.
- Kowalczak P., Kundzewicz Z. W., 2011, *Water-related conflicts in urban areas in Poland*, *Hydrol. Science Journal*, no. 56 (4), s. 588–596.
- Kożuchowski K., 2004a, *Zmienność opadów atmosferycznych w Polsce w XX i XXI wieku*, [w:] K. Kożuchowski (red.), *Skala, uwarunkowania i perspektywy współczesnych zmian klimatycznych w Polsce*, Wyd. Biblioteka, Łódź, s. 47–57.
- Kożuchowski K., 2004b, *Skala i tendencje współczesnych zmian temperatury powietrza w Polsce*, [w:] K. Kożuchowski (red.), *Skala, uwarunkowania i perspektywy współczesnych zmian klimatycznych w Polsce*, Wyd. Biblioteka, Łódź, s. 25–45.
- Kożuchowski K., Wibig J., 1988, *Kontynentalizm pluwialny w Polsce*, *Acta Geogr. Lodz.*, nr 55, 102 s.
- Kożuchowski K. (red.), 2000, *Pory roku w Polsce*, Wyd. UŁ, Łódź, 145 s.
- Kresič N., Stefanović Z., 2009, *Groundwater Hydrology of Springs*, Wyd. Butterworth-Heinemann, 592 s.
- Kreyszig E., 1979, *Applied Mathematics*, Willey Press, London, 880 s.
- Křiž H., 1973, *Processing of Results of Observations of Spring Discharge*, *Ground Water*, vol. 11, no. 5, 14 s.
- Kruskal W. H., 1957, *Historical Notes on the Wilcoxon Unpaired Two-Sample Test*, *Journal of the American Statistical Association*, no. 52 (279), s. 356–360.
- Kryza H., 1986, *Zróżnicowanie przestrzenne odpływu podziemnego zlewni sudeckich na przykładzie zlewni Kamienicy (Masyw Śnieżnika)*, *Pr. Nauk. Inst. Geotechn. Polit. Wrocl.*, nr 49, seria: Konferencje, nr 21, s. 101–106.
- Kryza H., 1988, *Formowanie się odpływu podziemnego w zlewniach górskich Masywu Śnieżnika*, *Acta Univ. Wratisl.*, Pr. Geol.-Mineral., nr 11, z. 2, s. 65–96.
- Kryza H., Kryza J., 1988, *Hydrogeologiczne warunki występowania naturalnych wypływów wód podziemnych w masywie granitowym rejonu Jakuszyce na przykładzie zlewni Kamiennej*, *Acta Univ. Wratisl.*, Pr. Geol.-Mineral., nr 11, z. 2, s. 99–125.
- Kundzewicz Z. W., 2014, *Konsekwencje zmian klimatu dla zasobów wodnych*, [w:] A. Magnuszewski (red.), *Hydrologia w ochronie i kształtowaniu środowiska*, Monogr. KGW PAN, t. II, z. 20, Warszawa, s. 7–16.
- Lambor J., 1971, *Hydrologia inżynierska*, Arkady, Warszawa, 362 s.
- Le Cam L., Lo Yang G., 2000, *Asymptotics in Statistics: Some Basic Concepts*, Springer, New York, 285 s.
- Liszewski S., Maik W., 2000, *Osadnictwo. Wielka Encyklopedia Geografii Świata*, t. 19, Wyd. Kurpisz, Poznań, 350 s.
- Ljung G. M., Box G. E. P., 1978, *On a Measure of a Lack of Fit in Time Series Models*, *Biometrika*, vol. 65, no. 2, s. 297–303.

- Lukasiewicz F., Czuryłkowski A., Zalewska T., Karpiński H., Dżumak J., Dmitruk Z., 2010, *Wykonywanie pomiarów w sieci wczesnego wykrywania skażeń promieniotwórczych w latach 2008–2010. Raport Roczny za rok 2009*, Wyd. IMGW, Warszawa, 69 s.
- Maillet R., 1905, *Essais d'hydrologique fluviale*, Hermann, Paris.
- Maksimović C., Radojković M., 1986, *Urban drainage catchments: selected worldwide rainfall-runoff data from experimental catchments*, Oxford–New York, Pergamon Press, 374 s.
- Makuch R. W., Freeman D. H., Johnson M. F., 1979, *Justification for the lognormal distribution as a model for blood pressure*, Journal of Chronic Diseases, vol. 32, no. 3, s. 245–250
- Mankiewicz R., 2004, *The Story of Mathematics*, Princeton University Press, Princeton, 158 s.
- Mann H. B., Whitney D. R., 1947, *On a Test of Whether one of Two Random Variables is Stochastically Larger than the Other*, Annals of Mathematical Statistics, vol. 18, no. 1, s. 50–60.
- Markham C. G., 1970, *Seasonality of Precipitation in The United States*, Annals of the Association of American Geographers, vol. 60, no. 3, s. 593–597.
- Marsalek J., Jiménez-Cisneros B., Karamouz M., Malmquist P., Goldenfum J., Chocat B., 2008, *Urban water cycle processes and interactions*, Urban Water Series, no. 2, UNESCO-IHP, 152 s.
- Meinzer O. E., 1923, *The occurrence of ground water in the United States*, USGS Water Supply Paper, no. 489.
- Michalczyk Z., 1993, *Źródła zachodniej części Wyżyny Lubelskiej*, Wyd. UMCS, Lublin, 200 s.
- Michalczyk Z., Chabudziński Ł., 2013, *Zmiany wydajności źródeł w Wierchowiskach w latach 1970–2012 (Roztocze Zachodnie)*, Biuletyn Państw. Inst. Geol., nr 456, s. 405–412.
- Mikulski Z., 1963, *Zarys hydrografii Polski*, PWN, Warszawa, 286 s.
- Milligan G. W., Cooper M. C., 1985, *An Examination of Procedures for Determining the Number of Clusters in a Data Set*, Psychometrika, vol. 50, no. 2, s. 159–179.
- Mitosek H. T., 1984, *Stochastyczna struktura przepływu rzecznoego*, Monogr. KGW PAN, Wyd. Geol., Warszawa, 136 s.
- Mitosek H. T., 2000, *On stochastic properties of daily river flow processes*, Journal of Hydrology, vol. 228, s. 188–205.
- Mitosek H. T., 2003, *Problemy hydrologii stochastycznej*, Wyd. Akad. Świętokrzyskiej, Kielce, 182 s.
- Moniewski P., 2004, *Źródła okolic Łodzi*, Acta Geogr. Lodz, nr 87, 140 s.
- Moniewski P., 2015, *Seasonal variability of discharge in the selected springs of the central Europe*, Episodes, vol. 38, no. 3 (w druku).
- Moniewski P., Tomalski P., 2008, *Wpływ systemu odwodnienia autostrady na stosunki wodne malej zlewni*, [w:] M. Baścik, J. Partyka (red.), *Wody na obszarach chronionych*, Wyd. Ojcowskiego PN i PTG, Ojców, s. 101–102.
- Mutua F. M., 1994, *The use of the Akaike Information Criterion in the identification of an optimum flood frequency level*, Hydrol. Science Journal, vol. 39, no. 3, s. 235–244.
- Norcliffe G. B., 1986, *Statystyka dla geografów*, PWN, Warszawa, 258 s.
- Nowakowski C., 1976, *Charakterystyka wydajności źródeł strefy czołowomorenowej Pojezierza Suwalskiego*, Biuletyn Geol. UW, vol. 21, s. 177–191.
- Ozga-Zielińska M., 1990, *Niżówki i wezbrania – ich definiowanie i modelowanie*, Przegl. Geof., z. 1–2, s. 33–44.
- Ozga-Zielińska M., Brzeziński J., 1994, *Hydrologia stosowana*, PWN, Warszawa, 339 s.
- Ozga-Zielińska M., Brzeziński J., Ozga-Zieliński B., 1999, *Zasady obliczania największych rocznych o określonym prawdopodobieństwie przewyższenia*, Mat. Bad. IMiGW, seria: Hydrologia i Oceanologia, t. 27, Wyd. IMGW, Warszawa, 45 s.
- Ozga-Zielińska M., Kupczyk E., Ozga-Zieliński B., Suligowski R., Niedbała J., Brzeziński J., 2003, *Powodziogenność rzek pod kątem bezpieczeństwa budowli hydrotechnicznych i zagrożenia powodziowego*, Mat. Bad. IMiGW, seria: Hydrologia i Oceanologia, Wyd. IMiGW, Warszawa, 94 s.

- Parysek J. J., 1982, *Modele klasyfikacji w geografii*, Wyd. UAM, Poznań, 224 s.
- Pawełek B., Wanat S., Zeliaś A., 2008, *Prognozowanie ekonomiczne*, PWN, Warszawa, 380 s.
- Pearson K., 1894, *On the dissection of asymmetrical frequency curves*, Philosophical Transactions of the Royal Society of London, Ser. A, no. 185, s. 71–110.
- Pearson K., 1895, *Contributions to the Mathematical Theory of Evolution. II: Skew Variation in Homogeneous Material*, Philosophical Transactions of the Royal Society of London, Ser. A, no. 186, s. 343–414.
- Pearson K., 1896, *Mathematical Contributions to the Theory of Evolution. III: Regression, Heredity and Panmixia*, Philosophical Transactions of the Royal Society of London, Ser. A, no. 187, s. 253–31.
- Pearson K., 1900, *On the criterion that a given system of deviations from the probable in the case of a correlated system of variables is such that it can be reasonably supposed to have arisen from random sampling*, Philosophical Magazine Series, vol. 5 no. 50 (302), s. 157–175.
- Pearson K., 1904, *Contributions to the Mathematical Theory of Evolution. XIV On The Theory Of Contingency and Its Relation to Association and Normal Correlation*, Dulau and Co., London, 46 s.
- Pearson K., 1905, *Contributions to the Mathematical Theory of Evolution. XIV On The General Theory Of Skew Correlation and Non-linear Regression*, Dulau and Co., London, 74 s.
- Piętka I., 2013, *Sezonowa i wieloletnia zmienność zasobów wodnych strefy aeracji w zlewni nizinnej*, praca doktorska (maszynopis), Wydział Geografii i Studiów Regionalnych UW, Warszawa, 238 s.
- Pociask-Karteczka J. (red.), 2006, *Zlewnia. Właściwości i procesy*, Wyd. UJ, Kraków, 295 s.
- Podstawczyńska A., 2010, *Temperatura powietrza i opady atmosferyczne w regionie łódzkim w ostatnim stuleciu*, [w:] J. Twardy, S. Żurek, J. Forysiak (red.), *Torfowisko Żabieniec – warunki naturalne, rozwój i zapis zmian paleoekologicznych w jego osadach*, Wyd. Bogucki, Poznań, s. 63–73.
- Podział hydrograficzny Polski*, 1983, cz. I: *Zestawienia liczbowo-opisowe*, Wyd. IMiGW, Warszawa, 924 s.
- Pruchnicki J., 1987, *Metody opracowań klimatologicznych*, Wyd. PWN, Warszawa, 203 s.
- Rao Radhakrishna C., 1994, *Statystyka i prawda*, PWN, Warszawa, 166 s.
- Radczyk L., Szarska O., 1986, *Ocena warunków zasilania Odry środkowej wodami gruntowymi*, Przegł. Geof., t. 31, z. 2, s. 78–90.
- Ritzema H. P., 1994, *Frequency and Regression Analysis*, [w:] *Drainage Principles and Applications*, Publication 16, International Institute for Land Reclamation and Improvement, Wageningen, s. 175–224.
- „Roczniki Hydrogeologiczne Państwowej Służby Hydrogeologicznej”, 2003–2011. Wyd. PIG PIB, Warszawa.
- Rodier J., 1987, *Aspekty gidrologii aridnej zony*, [w:] J. C. Rodda (red.), *Grani gidrologii*, Wyd. Gidrometeoizdat, Leningrad, s. 255–306.
- Rotnicka J., 1977, *Teoretyczne podstawy wydzielenia okresów hydrologicznych i analizy reżimu rzecznego na przykładzie rzeki Prosny*, Prace Komisji Geograf.-Geolog. PTPN, t. 18, Poznań, 94 s.
- Rotnicka J., 1988, *Taksonomiczne podstawy klasyfikacji reżimu rzecznego*, Ser. Geogr., nr 40, Wyd. UAM, Poznań, 238 s.
- Rożdżyński K., 1998, *Miernictwo hydrologiczne*, Wyd. IMiGW, Warszawa, 264 s.
- Sawicki J., 1978, *Krzywe zasilania podziemnego rzek i krzywe stanów retencji – konstrukcja i zastosowanie*, Acta Univ. Wratisl., Pr. Geol.-Miner., nr 5 (313), s. 105–118.
- Sawicki J., 1986, *Wpływ warunków środowiska naturalnego na elementy bilansu wód podziemnych Polski południowo-zachodniej (bez terenów górskich)*, Pr. Nauk. Inst. Geotech. Polit. Wrocław., nr 49, seria: Konferencje, nr 21, s. 159–165.

- Searcy J. K., Hardison C. H., 1960, *Double-Mass Curves. Manual of Hydrology*, part 1: *General Surface-Water Techniques*, Geol. Survey Water-Supply Paper, no. 1541-B, Washington D.C., s. 31–59.
- Sęk M., 2012, *Sezonowe zmiany wydajności wybranych źródeł Sudetów i Masywu Czeskiego*, praca magisterska (maszynopis), Katedra Hydrologii i Gospodarki Wodnej UŁ, Łódź, 80 s.
- Smakhtin V. U., 2001, *Low flow hydrology: a review*, Journal of Hydrology, no. 240, s. 147–186.
- Smith K., Ward R., 1998, *Floods. Physical Processes and Human Impacts*, Wiley & Sons, New York, 394 s.
- Soczyńska U. (red.), 1997, *Hydrologia dynamiczna*, PWN, Warszawa, 410 s.
- Soczyńska U. (red.), 2001, *Międzynarodowy słownik hydrologiczny*, Warszawa, 250 s.
- Sokołowski A., 2004, *O niewłaściwym stosowaniu metod statystycznych*, Czytelnia StatSoft Polska, <http://www.statsoft.pl/czytelnia>.
- Somorowska U., 2001, *Wieloletni rytm zmian opadów, stanów wód podziemnych i przepływów w małej zlewni nizinnej*, Przegl. Geof., t. 66, z. 3, s. 97–107.
- Somorowska U., 2003, *Risk assessment of the occurrence of extreme groundwater levels, discharge and soil moisture stages*, Ecohydrology and Hydrobiology, vol. 3, no. 3, s. 311–321.
- Somorowska U., 2004, *Inferring changes in dynamic groundwater storage from recession curve analysis of discharge data*, Miscellanea Geographica, vol. 11, s. 155–162.
- Somorowska U., 2006, *Wpływ stanu retencji podziemnej na proces odpływu w zlewni nizinnej*, Wyd. UW, Warszawa, 152 s.
- Somorowska U., 2011, *Temporal changes in precipitation impacting groundwater and stream flow*, Bodenkultur, vol. 62, no. 1–4, s. 111–117.
- Stachý J., 1984, *Odpływ rzek polskich w latach 1971–1980 na tle danych wieloletnich*, Gosp. Wodn., z. 5, s. 138–141; z. 6, s. 163–167.
- Stachý J., Biernat B., Dobrzyńska I., 1979, *Odpływ rzek polskich w latach 1951–1970*, Mat. Bad. IMiGW, Ser. Spec. nr 6, Wyd. IMiGW, Warszawa, 71 s.
- StatSoft, 2006, *Elektroniczny Podręcznik Statystyki PL*, Kraków, <http://www.statsoft.pl/textbook/stathome.html>.
- Stigler S. M., 1986, *The History of Statistics: The Measurement of Uncertainty Before 1900*, Harvard University Press, Cambridge, 415 s.
- Stolarska M., 2008, *Sezonowe zmiany zasobów i podstawowych właściwości fizykochemicznych wód w małej zlewni nizinnej*, Acta Geogr. Lodz., nr 94, 97 s.
- Strzebońska-Ratomska B., 1994, *Metodyka oceny intensywności i zasięgu suszy hydrologicznej*, cz. 1: *Susza hydrologiczna na Podkarpaciu w latach 1961–1990*, Wiad. IMiGW, t. XVII, nr 4, s. 15–41.
- Svanidze G. G., 1964, *Osnovy rasczeta regulirowanija riecznogo stoka mietodom Monte-Carlo*, Tbilisi, 168 s.
- Szalkiewiczówna B., 1963, *Zmiany równowagi hydrodynamicznej zwierciadła wód podziemnych w strefie krawędzi morfologicznej (przykład z Wyżyny Lubelskiej)*, Annales UMCS, ser. B, t. 18, z. 13, s. 265–273.
- Szejba D., Bajkowski S., Pietraszek Z., 2009, *Badanie stabilności charakterystyk pomiarowych przepływomierza modułowego ISCO 2150*, Zesz. Problem. Postępów Nauk Rolniczych, nr 540, s. 109–116.
- Szeląg B., Bąk Ł., Górski J., 2014, *Wpływ charakterystyk opadowych na parametry hydrogramu odpływu ze zlewni zurbanizowanej*, Woda – Środowisko – Obszary Wiejskie, t. 14, z. 2, s. 103–114.
- Szymczak T., Szelenbaum C., 2002, *Badania odpływu podpowierzchniowego w zlewni górnej Mławki*, Mat. XXX Szkoły „Współczesne zagadnienia hydrologii”, Mądralin, 16 s.
- Szymkiewicz R., Gąsiorowski D., 2010, *Podstawy hydrologii dynamicznej*, Wyd. NT, Warszawa, 290 s.

- Thirriot C., 1993, *L'egoutier et le savant. Conte moral pour universitaire en cure d'assainissement*, Institute National Polytechnique de Toulouse, Toulouse, 88 s.
- Tokarczyk T., 2001, *Zmienność przepływów niskich na obszarze Kotliny Kłodzkiej*, Zesz. Nauk. Akad. Roln. we Wrocławiu, seria: Inżynieria Środowiska, t. 12, nr 413, s. 105–127.
- Tokarczyk T., 2010, *Niżówka jako wskaźnik suszy hydrologicznej*, Monogr. IMiGW, Wyd. IMiGW, Warszawa, 164 s.
- Tomalski P., 2002, *Dynamika stanów wód podziemnych w środkowej Polsce w wieloletniu 1951–1998*, praca magisterska (maszynopis), Katedra Hydrologii i Gospodarki Wodnej UŁ, Łódź, 92 s.
- Tomalski P., 2008, *Ekstremalne stany wód podziemnych w środkowej Polsce w wieloletniu 1951–2000*, [w:] P. Jokiel (red.), *Zjawiska ekstremalne i zdarzenia nadzwyczajne w środkowej Polsce*, Acta Univ. Lodz., Folia Geogr. Phys., nr 8, s. 131–150.
- Tomalski P., 2011, *Dynamika zasobów płytkich wód podziemnych w województwie łódzkim i na obszarach sąsiednich*, Acta Geogr. Lodz., nr 97, 116 s.
- Tomaszewski E., 2001, *Sezonowe zmiany odpływu podziemnego w Polsce w latach 1971–1990*, Acta Geogr. Lodz., nr 79, 149 s.
- Tomaszewski E., 2007a, *Hydrological Droughts in Central Poland – Temporal and Spatial Patterns*, Geogr. Polon., vol. 80, no. 2, s. 117–124.
- Tomaszewski E., 2007b, *Pora koncentracji odpływu podziemnego w środkowej Polsce*, [w:] Z. Michalczyk (red.), *Obieg wody w środowisku naturalnym i przekształconym*, Wyd. UMCS, Lublin, s. 537–547.
- Tomaszewski E., 2007c, *Wybrane parametry struktury niżówek na przykładzie rzek Polski środkowej*, [w:] Z. Michalczyk (red.), *Obieg wody w środowisku naturalnym i przekształconym*, Wyd. UMCS, Lublin, s. 548–557.
- Tomaszewski E., 2011, *Multiannual drought streamflow deficit in lake catchments*, Anthropogenic and Natural Transformation of Lakes, no. 5, s. 189–196.
- Tomaszewski E., 2012, *Wieloletnia i sezonowa dynamika niżówek w rzekach środkowej Polski*, Wyd. UŁ, Łódź, 265 s.
- Tomaszewski J. T., 1990, *Charakter wahań zwierciadła górnego poziomu wód podziemnych. Na przykładach z południowo-zachodniej i środkowej Polski*, Studia Geogr., t. 49, Wrocław, 227 s.
- Tryon R. C., 1939, *Cluster Analysis: Correlation Profile and Orthometric (factor) Analysis for the Isolation of Unities in Mind and Personality*, Wyd. Edwards Brothers, s. 122 s.
- Tukey J. W., 1977, *Exploratory Data Analysis*, Wyd. Addison-Wesley, London, 688 s.
- Ward J. H. jr., 1963, *Hierarchical Grouping to Optimize an Objective Function*, Journal of the American Statistical Association, no. 58, s. 236–244.
- Ward R. C., Robinson M., 2000, *Principles of Hydrology*, McGraw-Hill Publishing Company, Berkshire, 450 s.
- Weibull W., 1951, *A statistical distribution function of wide applicability*, Journal Appl. Mech.-Trans., vol. 18 (3), s. 293–297.
- Weiss G., 1977, *Shot noise models for the generation of synthetic streamflow data*, Water Resource Research, vol. 13 (1), s. 101–108.
- Węglarczyk S., 1998, *Wybrane problemy hydrologii stochastycznej*, Monogr. Politech. Krak., seria: Inżynieria Sanitarna i Wodna, nr 235, Kraków, 214 s.
- Wibig J., 1990, *Metody analiz klimatologicznych*, [w:] Kożuchowski K. (red.), *Materiały do poznania historii klimatu w okresie obserwacji instrumentalnych*, Wyd. UŁ, Łódź, s. 98–202.
- Wibig J., 2001, *Wpływ cyrkulacji atmosferycznej na rozkład przestrzenny anomalii temperatury i opadów w Europie*, Wyd. UŁ, Łódź, 208 s.
- Wieczysty A., 1982, *Hydrogeologia inżynierska*, PWN, Warszawa, 1070 s.

- Wilcoxon F., 1945, *Individual comparisons by ranking methods*, Biometrics Bulletin, no. 1 (6), s. 80–83.
- Wilgat T., Michalczyk Z., Paszczyk J., 1984, *Płytkie wody podziemne w obszarze związanym z centralnym rejonem Lubelskiego Zagłębia Węglowego*, Wyd. Inst. Nauk o Ziemi UMCS, Lublin, 71 s.
- Wrzesiński D., 1999, *Sezonowa struktura odpływu w dorzeczu Warty i jej przyrodnicze uwarunkowania*, Wyd. Pozn. Tow. Przyj. Nauk, Poznań, 155 s.
- Wrzesiński D., 2013, *Uncertainty of flow regime characteristics of rivers in Europe*, Quaestiones Geographicae, vol. 32 (1), s. 49–59.
- Yevjevich V. M., 1967, *An Objective Approach to Definitions and Investigations of Continental Hydrologic Drought*, Hydrology Paper, no. 23, Colorado State University, Fort Collins, 18 s.
- Yevjevich V. M., 1972, *Stochastic analysis of the hydrologic time series*, Hydrology Paper, no. 56, Colorado State University, Fort Collins, 59 s.
- Yule G. U., Kendall M. G., 1966, *Wstęp do teorii statystyki*, PWN, Warszawa, 245 s.
- Zasady obliczania największych przepływów rocznych o określonym prawdopodobieństwie przewyższenia (długie ciągi pomiarowe)*, 2001, Mat. Bad. IMiGW, seria: Instrukcje i Podręczniki, Wyd. IMiGW, Warszawa, 213 s.
- Zeliaś A., 2000, *Metody statystyczne*, PWE, Warszawa, 64 s.
- Zieliński R., Zieliński W., 1990, *Tablice statystyczne*, PWN, Warszawa, 456 s.

Publikacja przeznaczona jest dla Czytelników, którzy posiadają już podstawową wiedzę ze statystyki matematycznej i hydrologii oraz chcą ją dalej pogłębiać. Będzie ona dobrym źródłem wiedzy dla badaczy pragnących nie tylko poznać nowe zastosowania znanych już sobie metod, lecz także wieloaspektowo zinterpretować obliczone w toku swych badań charakterystyki, miary i modele statystyczne.

Od dawna wiadomo, że statystyki najlepiej uczyć się na przykładach. Zaproponowany podział treści książki, oparty na gruntownej analizie różnych problemów hydrologicznych, zdaje się dobrze spełniać ten postulat, a dołączony rozdział metodyczny i bogaty przegląd literatury stanowią wartościowe, praktyczne uzupełnienie. Książka będzie szczególnie użyteczna dla licencjatów, magistrantów i doktorantów prowadzących badania środowiska (nie tylko wodnego) metodami statystycznymi. Może być też przydatna dla tych wszystkich badaczy, dla których obliczenie średniej, współczynnika korelacji czy określenie rozkładu zmiennej losowej jest dopiero początkiem dociekań naukowych.



WYDAWNICTWO
UNIwersYTETU
ŁÓDZKIEGO

www.wydawnictwo.uni.lodz.pl
e-mail: ksiegarnia@uni.lodz.pl
tel. (42) 665 58 63, faks (42) 665 58 62

ISBN 978-83-7969-670-3



9 788379 169670 3