

Teresa Czyż, Tomasz Kossowski

Uniwersytet im. A. Mickiewicza w Poznaniu

Wydział Geografii Społeczno-Ekonomicznej i Gospodarki Przestrzennej

TCz: teresa.czyz@amu.edu.pl

TK: tomasz.kossowski@amu.edu.pl,  <https://orcid.org/0000-0002-9976-4398>

Profesor Waldemar Ratajczak

Prof. dr hab. Waldemar Ratajczak należy do grona wybitnych polskich geografów społeczno-ekonomicznych. Odegrał ważną rolę w budowie i rozwoju geografii jako nowoczesnej dyscypliny naukowej. Należy do pokolenia geografów wywodzących się ze szkoły naukowej prof. Zbyszka Chojnickiego, inicjatora i twórcy nowatorskiego kierunku w polskiej geografii, zajmującego się zastosowaniem modeli i metod matematycznych w badaniach przestrzennych.

Urodzony w 1946 r. we Wrocławiu, studiował geografę na Uniwersytecie im. Adama Mickiewicza w Poznaniu w latach 1965–1970 i uzyskał tytuł magistra. W 1970 r. został przyjęty na studia doktoranckie w Instytucie Geografii i Przestrzennego Zagospodarowania PAN w Warszawie i w tym Instytucie w 1978 r. uzyskał stopień naukowy doktora nauk geograficznych na podstawie rozprawy pt. „Analiza i modele wpływu czynników społeczno-gospodarczych na kształtowanie się sieci transportowej”, przygotowanej pod kierunkiem prof. Zbyszka Chojnickiego. W 1999 r. habilitował się na Wydziale Nauk Geograficznych i Geologicznych UAM na podstawie dorobku naukowego i dysertacji pt. „Modelowanie sieci transportowych”. Tytuł naukowy profesora Nauk o Ziemi otrzymał w 2015 r. Pracę naukowo-dydaktyczną na UAM rozpoczął w 1973 r. Najpierw był zatrudniony w Instytucie Geografii UAM, a po zmianach organizacyjnych w Instytucie Geografii Społeczno-Ekonomicznej i Gospodarki Przestrzennej UAM. W roku akademickim 1980/1981 był wykładowcą (*exchange professor*) w Department of Geography, University of Florida w Gainesville, w USA.

Zainteresowania naukowe profesora obejmują metodologię geografii społeczno-ekonomicznej i gospodarki przestrzennej. W jego działalności naukowej przeważa podejście metodologiczne nad empiryczno-poznawczym. Zajmuje się konstrukcją modeli i stosowaniem metod matematyczno-statystycznych w odniesieniu do wielu pól badawczych, które są trudne do rozdzielenia ze względu na ich wzajemne powiązania. Prowadzi gruntowne studia nad założeniami i adaptacją metod matematyczno-statystycznych i ekonometrycznych w analizie przestrzennej. Na jego wiedzę i poglądy na temat możliwości zastosowania nowoczesnych metod badawczych w geografii wpłynęło jego aktywne uczestnictwo,

już u progu kariery naukowej, w ogólnopolskich seminariach metodologicznych, organizowanych cyklicznie przez prof. Zbyszka Chojnickiego w poznańskim uniwersyteckim ośrodku geograficznym z udziałem matematyków z wielu polskich wyższych uczelni. Uzdolnienia i gruntowna wiedza profesora, z wykształcenia geografa, z zakresu nauk ścisłych i informatyki, umożliwiła w następnych latach nawiązywanie stałych kontaktów naukowych z matematykami, przede wszystkim z Mirosławem Krzyżką i Andrzejem Maćkiewiczem – i przybrała formę partnerskiego udziału w zespołach interdyscyplinarnych, co miało istotne znaczenie dla postępu metodologicznego w prowadzonych przez niego studiach badawczych w obszarze geografii.

Problematyka badawcza jego prac zmieniała się w kolejnych okresach jego działalności naukowej. W pierwszym okresie, przed habilitacją, w kontekście badań empiryczno-poznawczych prowadził głównie studia z zakresu geografii transportu. W tym kierunku badań mieszczą się jego dwie opublikowane monografie geograficzne. Pierwsza z nich to rozprawa doktorska, obejmująca studia nad kształtowaniem się sieci transportowych województwa poznańskiego i geograficznych uwarunkowań ich konfiguracji. Jej wartość poznawcza polega głównie na ujawnieniu skomplikowanego charakteru oddziaływania czynników społeczno-ekonomicznych determinujących rozwój sieci drogowej, a jej wartość metodologiczna wyrażała się w sformułowaniu wzorca postępowania badawczego, łączącego komputerowe metody grafowe i metody wielozmienne (analizę głównych składowych, regresję wielokrotną, analizę kanoniczną).

W tym pierwszym okresie działalności naukowej (jeszcze przed habilitacją w 1999 r.) prowadził równoległe studia krytyczno-przeglądowe, już stosowanych w geografii i gospodarce przestrzennej, podstawowych modeli i metod matematyczno-statystycznych. Są to liczne prace, samodzielne lub współautorskie, przygotowane wspólnie z matematykami na temat analizy kanonicznej, metod grafowych (główne z M. Krzyżką), zmiennych dyskryminacyjnych.

Poważnym osiągnięciem jest opracowanie (wraz z A. Maćkiewiczem) metody wyznaczania dostępności topologicznej wierzchołków w sieci transportowej. Metoda ta zwana PEM (Principal Eigenvector Method) została opublikowana w czasopiśmie „Transportation Research B” (1996) z listy filadelfijskiej. Jest metodą współcześnie stosowaną do oceny dostępności węzłów w sieciach będących przedmiotem zainteresowania różnych nauk. Profesor dokonuje także nowej interpretacji klasycznych miar statystyki opisowej (z B. Kotkowskim). Jest współtwórcą (z A. Maćkiewiczem) nowego algorytmu i programu komputerowego wyodrębniania głównych składowych, opublikowanego w czasopiśmie o światowej randze „Computers and Geosciences” (1993). Zajmuje się również problematyką regionalizacji przestrzennej: przestrzenną strukturą społeczno-gospodarczą Polski (z J. Paryskim), delimitacją granic rozmytych regionu wielkopolskiego (z A. Maćkiewiczem).

Druga monografia to rozprawa habilitacyjna na temat modelowania sieci transportowych. W części metodologicznej zawiera założenia teoretyczne i budowę probabilistycznego modelu rozwoju sieci transportowych z zastosowaniem symulacji i techniki Monte Carlo. Część empiryczna stanowi weryfikację

modelowania postdykcyjnego dotyczącego sieci transportowej regionu poznańskiego, której celem była symulacyjna rekonstrukcja sieci drogowej i kolejowej tego regionu. Praca zawiera również przegląd i ocenę światowego dorobku w zakresie modeli deterministycznych oraz probabilistycznych i symulacyjnych sieci transportowych i świadczy o doskonałej znajomości tej problematyki.

W drugim okresie działalności, po habilitacji w 1999 r., można wyróżnić w pracach prof. Waldemara Ratajczaka kilka nurtów badawczych, z wyraźną predelekcją nurtu metodologicznego. Prowadzi studia wybranych modeli i metod matematyczno-statystycznych, przydatnych i stosowanych w geografii społeczno-ekonomicznej. W pracach własnych i zespołowych o charakterze interdyscyplinarnym przedstawia konstrukcję rozbudowanego modelu analizy głównych składowych i modyfikuje jego formułę matematyczną. Dokonuje oceny wartości poznawczej tej metody, rozpoznania możliwości i ograniczeń w jej stosowaniu oraz trudności w interpretacji jej wyników w określonych sytuacjach problemowych. Całość tych badań składa się na monografię metody.

Istotną pozycję w dokonaniach naukowych Waldemara Ratajczaka zajmuje studium podstaw teoretycznych modelu potencjału, jego różnych koncepcji i formuł matematycznych, które wchodzi w skład współautorskiej, opublikowanej monografii modelu. Określa relacje między potencjałem matematycznym, fizycznym (grawitacyjnym), geograficznym. Wykazuje odrębność potencjału geograficznego ze względu na interpretację zmiennych modelu (masy, odległości, oddziaływania) w analizie przestrzennej. Następną w dorobku monografia pt. „Obiekty, struktury i procesy przestrzenne. Analiza fraktalna” (2013) jest podsumowaniem jego nowatorskich studiów w zakresie geometrii fraktalnej i metodologicznych aspektów modelowania fraktalnego złożonych systemów przestrzennych. Wprowadza autorską propozycję kreowania atraktorów grawitacyjnych, określa ich rolę w przejściu od chaosu do porządku w strukturze przestrzennej miast w procesie ich rozwoju. W opisie kreowania atraktorów odwołuje się do fraktali deterministycznych, które są modelami realnych obiektów przestrzennych.

Ważną pozycję w dorobku prof. Waldemara Ratajczaka zajmują prace wykonane w zespole interdyscyplinarnym pod kierunkiem prof. Petera Nijkampa na temat ewolucyjnej *regional science*. Zawierają one studia nad trendami rozwojowymi w procesie kształtowania się *regional science* jako dyscypliny naukowej, relacjami współczesnej *regional science* z klasyczną *regional science* Isarda i nowym modelem *regional science* w postaci ekonomii przestrzennej (*spatial economics*). Do najnowszych prac prof. Waldemara Ratajczaka należą studia faktograficzne o zróżnicowanej problematyce nawiązujące do współczesnych zmian gospodarczych, społecznych, politycznych zachodzących w Polsce (transformacja systemu, integracja z Unią Europejską, gospodarka oparta na wiedzy, polityka rozwoju) i w skali globalnej (zrównoważony rozwój miast).

Dorobek naukowy profesora obejmuje ponad 90 publikacji, w tym 4 monografie naukowe. W. Ratajczak publikuje prace w renomowanych zagranicznych czasopismach naukowych („Scientific Reports”, „Transportation Research B”, „Computers”, „Environment and Urban Systems”, „Spatial Economic Analysis”, „Journal of Geographical Systems”, „Applied Mathematics and Computation”,

„Cities”, „International Regional Science Review”, „PLOS ONE”, „Environment and Planning”, „Region”, „Statistics in Transition”) i światowych wydawnictwach naukowych (Ashgate, Springer, Sage), w Polsce: w „Quaestiones Geographicae”, w wydawnictwach KPZK PAN, „Studia Regionalia”, „Przeglądzie Statystycznym”, „Listach Biometrycznych”. Liczne prace współautorskie są rezultatem jego zaangażowania w działania zespołowe o charakterze interdyscyplinarnym. Odnacza się niezwykłą umiejętnością nawiązywania kontaktów naukowych. Dorobek naukowy profesora cechuje postęp metodologiczny i problemowy, który jest silnie zintegrowany ze światowymi nurtami badań.

Profesor Waldemar Ratajczak położył duże zasługi w dziedzinie rozwoju modeli i metod matematycznych w geografii społeczno-ekonomicznej i gospodarce przestrzennej. Jego prace stanowią istotny wkład do metodologii badań przestrzennych, dotyczą nowatorskich metod analizy przestrzennej, zawierając w różnych proporcjach elementy ich oceny, propozycje nowych rozwiązań, modyfikacji i zastosowań w badaniach empirycznych.

Ważnym elementem działalności naukowo-badawczej profesora jest aktywność na forum międzynarodowym. Uczestniczył w konferencjach i kongresach Regional Science Association International (RSAI), [m.in.](#) w USA, Chinach oraz w wielu państwach Europy. Jest członkiem założycielem (*founding member*) The Regional Science Academy działającej przy ERSa i RSA International. Nawiązał również indywidualne kontakty naukowe z prestiżowymi ośrodkami geograficznymi i ich przedstawicielami. Szczególna więź intelektualna i współpraca naukowa łączą go z prof. Peterem Nijkampem, ekonomistą przestrzennym z Uniwersytetu w Amsterdamie (Free University Amsterdam).

Profesor jest cenionym i zasłużonym nauczycielem akademickim. Prowadził wiele wykładów [m.in.](#) z geografii transportu, metod analizy przestrzennej, ekonometrii dla studentów geografii, gospodarki przestrzennej, turystyki i rekreacji, politologii na UAM. Był zaangażowany w organizację inżynierskich studiów na kierunku gospodarka przestrzenna i współorganizatorem studiów z zakresu turystyki i rekreacji. Wykształcił 246 magistrów i 120 licencjatów. Wypromował 8 doktorów. Prowadził również zajęcia dydaktyczne w ośrodkach zamiejscowych UAM, ostatnio w Pile i Kaliszu.

Prof. Waldemar Ratajczak ma osiągnięcia w działalności organizacyjnej na rzecz UAM i nauki polskiej. Założył Zakład Ekonometrii Przestrzennej i w latach 2002–2016 pełnił funkcję jego kierownika. W latach 2008–2012 był dyrektorem Instytutu Geografii Społeczno-Ekonomicznej i Gospodarki Przestrzennej UAM. Z inicjatywy profesora powstały na macierzystym Wydziale Laboratorium Modelowania Ekonometryczno-Przestrzennego oraz Centrum Analiz Przestrzennych i Społeczno-Ekonomicznych, działające w ramach Fundacji UAM.

Profesor inspirował afiliację z UAM prof. Petera Nijkampa, światowej sławy ekonomisty przestrzennego, jednego z twórców współczesnego modelu *regional science*, długoletniego prezydenta ERSa (European Regional Science Association, 1979–1989) i RSAI (Regional Science Association International, 1991–1992). Prof. Peter Nijkamp w 2015 r. otrzymał tytuł doktora honoris causa UAM.

Prof. Waldemar Ratajczak ma zasługi na polu działalności społecznej. W 2012 r. był współzałożycielem organizacji pozarządowej Stowarzyszenie Gospodarka Przestrzenna i nadal jest członkiem jej zarządu. Stowarzyszenie prowadzi działalność na rzecz usprawnienia praktyki gospodarczej, wspiera i nagradza innowacje organizacyjne w ramach planowania przestrzennego.

Ważną sferą działalności społecznej profesora jest popularyzacja szybownictwa w środowisku akademickim. Od 16. roku życia uprawia sport szybowcowy. Zdobył srebrną i złotą odznakę szybowcową z trzema diamentami. Uzyskał uprawnienia pilota samolotowego. Brał udział w organizacji światowych, europejskich, polskich mistrzostw szybowcowych i uczestniczył w nich jako zawodnik. W 1998 r. został odznaczony Medalem im. Czesława Tańskiego przez Aeroklub Polski. Pełnił funkcję wiceprezydenta Europejskiej Organizacji Sportów Lotniczych i Światowej Komisji Szybowcowej FAI.

Od 2016 r. prof. Waldemar Ratajczak jako profesor-senior nadal prowadzi twórczą działalność naukową, współpracując z matematykami, informatykami, geografami. Jest [m.in.](#) współautorem artykułu przygotowanego pod kierunkiem wybitnego matematyka, prof. Jerzego Kaczorowskiego, na temat własności liczb w teorii ekonomii Lösch, opublikowanego w 2024 r. w czasopiśmie „Applied Mathematics and Computation” z listy filadelfijskiej.

Prof. Waldemar Ratajczak w zakresie metod matematycznych i ekonometrycznych jest uznanym autorytetem i niewątpliwie najważniejszym specjalistą wśród polskich geografów.

Wybrane publikacje prof. Waldemara Ratajczaka uszeregowane chronologicznie

- Ratajczak W. 1977. Metody grafowe w geografii ekonomicznej. [W:] Z. Chojnicki (red.), Metody ilościowe i modele w geografii. PWN, Warszawa, s. 143–157.
- Krzyśko M., Ratajczak W. 1978. Analiza kanoniczna. Listy Biometryczne, 65–67: 46.
- Parysek J., Ratajczak W. 1978. Analiza głównych składowych cech charakteryzujących własności społeczno-ekonomiczne i środowisko geograficzne Polski. [W:] Z. Chojnicki, T. Czyż, J. Parysek, W. Ratajczak (red.), Badania przestrzennej struktury społeczno-ekonomicznej Polski metodami czynnikowymi. PAN, Oddział w Poznaniu, seria Geografia, t. 2: 83–106. PWN, Warszawa.
- Krzyśko M., Ratajczak W. 1979. The use of polynomial correlation in economic geography. Quaestiones Geographicae, 5: 87–102.
- Ratajczak W. 1980. Analiza i modele wpływu czynników społeczno-gospodarczych na kształtowanie się sieci transportowej. PAN, Oddział w Poznaniu, seria Geografia, t. 5. PWN, Warszawa.
- Ratajczak W. 1980. Zastosowanie analizy kanonicznej w badaniach geograficznych. [W:] Z. Chojnicki (red.), Analiza regresji w geografii. PAN, Oddział w Poznaniu, seria Geografia, t. 3: 69–81. PWN, Warszawa.
- Ratajczak W. 1980. Zastosowanie zmiennych dyskryminacyjnych w badaniach geograficznych. [W:] Z. Chojnicki (red.), Metody taksonomiczne w geografii. PAN, Oddział w Poznaniu, seria Geografia, 5: 19–24. PWN, Warszawa.
- Czyż T., Ratajczak W. 1986. Mathematical Methods in Economic Geography. Concepts and Methods in Geography, 1: 99–126.
- Kotkowski B., Ratajczak W. 1988. Nowe podejście do poprawki Shepparda. Przegląd Statystyczny, 37, 1–2: 13–24.

- Ratajczak W. 1988. Grafy rozmyte w analizie liniowych układów geograficznych. [W:] T. Czyż (red.), Problemy metodologiczne analizy przestrzennej w geografii społeczno-ekonomicznej. Seria Geografia, 38: 29–43.
- Kotkowski B., Ratajczak W. 1989. O niektórych problemach dotyczących stosowania współczynnika zmienności. Listy Biometryczne–Biometrical Letters, 36, 1–2: 57–69.
- Maćkiewicz A., Ratajczak W. 1993. Principal Components Analysis. Computers & Geosciences, 19(2): 303–342.
- Maćkiewicz A., Ratajczak W. 1996. Towards a New Definition of Topological Accessibility. Transportation Research B, 30(1): 47–79.
- Maćkiewicz A., Ratajczak W. 1996. Wyznaczanie rozmytych granic regionalnych. [W:] T. Czyż (red.), Podstawy regionalizacji geograficznej. Bogucki Wydawnictwo Naukowe, Poznań, s. 97–125.
- Ratajczak W. 1999. Modelowanie sieci transportowych. Wydawnictwo Naukowe UAM, seria Geografia, 60. Poznań.
- Ratajczak W. 2001. Wymiar fraktalny a współczynniki skalujące powierzchnię oraz linię brzegową krat heksagonalnych. [W:] H. Rogacki (red.), Koncepcje teoretyczne i metody badań geografii społeczno-ekonomicznej i gospodarki przestrzennej. Bogucki Wydawnictwo Naukowe, Poznań, s. 127–135.
- Ratajczak W. 2003. Analiza regresji a składowe główne. [W:] H. Rogacki (red.), Problemy interpretacji wyników metod badawczych stosowanych w geografii społeczno-ekonomicznej i gospodarce przestrzennej. Bogucki Wydawnictwo Naukowe, Poznań, s. 61–70.
- Ratajczak W. 2008. Impact of Poland's integration with the European Union on the socio-economic status of Polish regions. Moravian Geographical Reports, 16(1), s. 2–15.
- Ratajczak W. 2008. Modele ekonometrii przestrzennej w analizie regionalnej. [W:] T. Strykiewicz, T. Czyż (red.), O nowy kształt badań regionalnych w geografii i gospodarce przestrzennej. Biuletyn KPZK PAN, 237: 186–202.
- Ratajczak W. 2010. Poland's UE membership and prospects of the Polish regions. [W:] P. Churski, W. Ratajczak (red.), Regional development and regional Policy in Poland: First experiences and new challenges of the European Union membership. Studia Regionalia, 27: 121–130.
- Ratajczak W. 2011. Potencjał a dostępność przestrzenna. [W:] Z. Chojnicki, T. Czyż, W. Ratajczak (red.), Model potencjału. Podstawy teoretyczne i zastosowania w badaniach przestrzenno-ekonomicznych oraz regionalnych. Bogucki Wydawnictwo Naukowe, Poznań, s. 145–154.
- Ratajczak W. 2011. Potencjał fizyczny (grawitacyjny). [W:] Z. Chojnicki, T. Czyż, W. Ratajczak (red.), Model potencjału. Podstawy teoretyczne i zastosowania w badaniach przestrzenno-ekonomicznych oraz regionalnych. Bogucki Wydawnictwo Naukowe, Poznań, s. 91–96.
- Ratajczak W. 2011. Potencjał geograficzny. [W:] Z. Chojnicki, T. Czyż, W. Ratajczak (red.), Model potencjału. Podstawy teoretyczne i zastosowania w badaniach przestrzenno-ekonomicznych oraz regionalnych. Bogucki Wydawnictwo Naukowe, Poznań, s. 97–104.
- Ratajczak W. 2011. Potencjał matematyczny. [W:] Z. Chojnicki, T. Czyż, W. Ratajczak (red.), Model potencjału. Podstawy teoretyczne i zastosowania w badaniach przestrzenno-ekonomicznych oraz regionalnych. Bogucki Wydawnictwo Naukowe, Poznań, s. 81–90.
- Ratajczak W. 2012. A Systems View of Urban Sustainability and Creativity: Vulnerability, Resilience and XXQ of Cities. [W:] L.F. Girard, T. Baycan, P. Nijkamp (red.), Sustainable City and Creativity: Promoting Creative Urban Initiatives. Ashgate, s. 97–118.
- Ratajczak W. 2013. Obiekty, struktury i procesy przestrzenne. Analiza fraktalna. Bogucki Wydawnictwo Naukowe, Poznań.
- Banaszak M., Dzieścielski M., Nijkamp P., Ratajczak W. 2015. Self-organization in Spatial Systems – From Fractal Chaos to Regular Patterns and Vice Versa. PLOS ONE, 10(9).
- Ratajczak W., Nijkamp P. 2015. The Spatial Economy: A Holistic Perspective. [W:] P. Nijkamp, A. Rose, K. Kourtit (red.), Regional Science Matters: Studies Dedicated to Walter Isard. Springer, s. 15–26.
- Górecki T., Krzyśko M., Ratajczak W., Wołyński W. 2016. An extension of the classical distance correlation coefficient for multivariate functional data with applications. Statistics in Transition, 17(3): 449–466.
- Nijkamp P., Kourtit K., Ratajczak W. i in. 2016. Towards a regional science academy: A manifesto. Region, 3: R1–R16.

- Ratajczak W., Weltrowska J. 2017. Prawo a układy przestrzenne. [W:] W. Ratajczak, M. Szewczyk, J. Weltrowska (red.), *Teoretyczne i praktyczne aspekty prawa gospodarki przestrzennej*. Bogucki Wydawnictwo Naukowe, Poznań, s. 27–72.
- Krzyśko M., Łukaszczuk W., Ratajczak W., Wołyński W. 2018. Nonlinear Principal Component Analysis for Geographically Weighted Temporal-spatial Data. *Acta Universitatis Lodzensis. Folia Oeconomica*, 4(337): 169–181.
- Krzyśko M., Wołyński W., Łukaszczuk W., Ratajczak W. 2018. Analiza składowych głównych dla danych czaso-przestrzennych. *Prace Naukowe Uniwersytetu Ekonomicznego we Wrocławiu*, 507: 115–123.
- Ratajczak W. 2018. Przestrzeń publiczna w aspekcie geograficznym i społecznym. [W:] P. Churski (red.), *Teoretyczne i aplikacyjne wyzwania współczesnej geografii społeczno-ekonomicznej*. Studia KPZK PAN, Warszawa, s. 103–117.
- Banaszak M., Dzięcielski M., Nijkamp P., Ratajczak W. 2019. Geography in motion: Hexagonal spatial systems in fuzzy gravitation. *Environment and Planning A: Economy and Space*, 51(2): 393–402.
- de Noronha T., Vaz E., Ratajczak W. 2021. Dynamic Sustainability: Back to History to Advocate for Small- and Medium-Sized Towns. [W:] S. Suzuki, R. Patuelli (red.), *A Broad View of Regional Science: Essays in Honor of Peter Nijkamp*. Springer, Singapore, s. 47–65.
- Dzięcielski M., Kourtit K., Nijkamp P., Ratajczak W. 2021. Basins of attraction around large cities – A study of urban interactions spaces in Europe. *Cities*, 119: 103366.
- Nijkamp P., Ratajczak W. 2021. Gravitational Analysis in Regional Science and Spatial Economics: A Vector Gradient Approach to Trade. *International Regional Science Review*, 44(3–4): 400–431.
- Krzyśko M., Nijkamp P., Ratajczak W., Wołyński W. 2022. Multidimensional economic indicators and multivariate functional principal component analysis (MFPCA) in a comparative study of countries' competitiveness. *Journal of Geographical Systems*, 24(1): 49–65.
- Banaszak M., Górnisiewicz K., Nijkamp P., Ratajczak W. 2023. Fractal dimension complexity of gravitation fractals in central place theory. *Scientific Reports*, 13: 2343.
- Krzyśko M., Nijkamp P., Ratajczak W., Wołyński W., Wenerska B. 2023. Spatio-temporal principal component analysis. *Spatial Economic Analysis*, 19(1): 8–29.
- Krzyśko M., Nijkamp P., Ratajczak W., Wołyński W., Wojtyła A., Wenerska B. 2023. A novel Spatio-temporal principal component based on Geary's contiguity ratio. *Computers, Environment and Urban Systems*, 103: 101980.
- Górnisiewicz K., Palka Z., Ratajczak W. 2024. Measuring the similarity of charts in graphical statistics. *Scientific Reports*, 14: 6893.
- Kaczorowski J., Ratajczak W., Nijkamp P., Górnisiewicz K. 2024. Economic hierarchical spatial systems – new properties of Löschian numbers. *Applied Mathematics and Computation*, 461: 128319.