

Iwona Jazdzewska, Jacek Urbański

GIS W NAUCE

Artykuł prezentuje podejście świata nauki do roli, jaką odgrywa GIS w jej ramach. Przedstawia dyskusję, jaka miała miejsce w 1993 r. w ramach debaty GIS-L, jej najważniejsze wnioski zaprezentowane w pracy D.J. Wrighta, M.F. Goodchilda i J.D. Proctora (1997), a także przyszłość Systemów Informacji Geograficznej widzianą oczami M. Goodchilda (2010). Na tle tych rozważań autorzy przedstawili własne doświadczenia związane z GIS w polskiej nauce oraz podejście do GIS jako nauki.

Słowa kluczowe: *GIS, GISscience, Polska*

1. Wstęp

Pierwszy System Informacji Geograficznej (ang. *GIS*) powstał na potrzeby rządu kanadyjskiego w 1963 r. do określenia zasobów naturalnych Kanady i ich przyszłego wykorzystania, a kolejny dla Amerykańskiego Urzędu Statystycznego do przeprowadzenia spisu ludności w 1970 r. w Stanach Zjednoczonych. Nauka włączyła się w rozwój GIS równolegle z jego praktycznym zastosowaniem, dzięki utworzeniu w 1963 r. Harvardzkiego Laboratorium Grafiki Komputerowej i Analiz Przestrzennych. Jej główny rozwój nastąpił w latach 80. XX w., pojawiło się wówczas wiele publikacji z tego zakresu o światowym znaczeniu, m.in. D.F. Marbl'a, H. Calkinsa, D. Peuqueta (1984), P.A. Burrougha (1986), D.J. Maguire'a, M.F. Goodchilda, D.W. Rhinda (1991) oraz pierwsze czasopismo „International Journal of Geographical Information Systems” (1987) redagowane przez Terrego Coppocka¹, które rozpoczęły naukowe podejście do zagadnień GIS (Longley i in. 2005).

W 2010 r. minęło 20 lat, kiedy po raz pierwszy użyto terminu *geographic information science* i powstało amerykańskie National Center for Geographic Information and Analysis, finansowane przez National Science Foundation. Okres ten podsumował M. Goodchild (2010) w artykule pt. *Twenty years of progress: GIScience in 2010*, przypominając w nim początki GIS, osiągnięcia naukowe i instytucjonalne z tego okresu oraz jego perspektywy rozwoju, a także obrady *4th International Symposium on Spatial Data Handling*, które miały

¹ Obecnie „International Journal of Geographical Information Science”.

miejsce w 1990 r. i w czasie których po raz pierwszy sformułował termin „GISscience”. Przypomniał on może najbardziej kompleksowe podejście do definiowania GIScience, które zostało opublikowane przez Davida Marka w 2003 r. Była to definicja przyjęta przez Konsorcjum Uniwersyteckie Geographic Information Science: „The development and use of theories, methods, technology, and data for understanding geographic processes, relationships, and patterns.” W raporcie The National Science Foundation, będącym wynikiem warsztatów odbywających się w 1999 r., zdefiniowano GIScience jako: „podstawową dziedzinę badań naukowych, która zmierza do przededefiniowania pojęć geograficznych oraz ich zastosowania w kontekście systemów informacji geograficznej” (Mark 2003).

2. Rola GIS w nauce

Dyskusja nad tym, czy GIS jest pełnoprawną dyscypliną naukową trwa na całym świecie od wielu lat, a jej konkluzje można znaleźć w artykule z 1997 r. o znamienym tytule *Demystifying the persistent ambiguity of GIS as 'tool' versus 'science'*² autorstwa Dawna J. Wrighta, Michaela F. Goodchilda i Jamesa D. Proctora. W dużej mierze poświęcony jest on debacie GIS-L, która odbyła się 1993 r. za pomocą korespondencji e-mailingowej, umieszczonej na specjalnym serwerze, podczas której użytkownicy wypowiadali się na ten temat. Ich stanowisko było różne, ale koncentrowało się wokół trzech zagadnień (Wright i in. 1997):

1. GIS jako narzędzie, z którego korzysta się podczas badań naukowych.
2. Rozwój narzędzi – głównie informatycznych – wykorzystywanych w GIS.
3. GIS jako nauka.

Pierwsze ma miejsce w sytuacji, gdy GIS jest wykorzystywany na pewnym etapie badania naukowego, w którym niezbędne są dane przestrzenne, a ich analiza jest wykonana za pomocą konkretnego oprogramowania i sprzętu. GIS może być jednym z wielu narzędzi wykorzystywanych podczas rozwiązania problemu naukowego i ma go jedynie przyspieszyć. Nie jest to narzędzie uniwersalne, jak np. kalkulator czy edytor tekstu, które mogą służyć wielu dziedzinom. GIS jest narzędziem, które może być wykorzystywane w każdej dyscyplinie badającej zjawiska występujące na Ziemi, dlatego jest szczególnie przydatny w geografii (Wright i in. 1997). Dyskutanci uważali, że program komputerowy nie może być opisany jako nauka, a raczej jako narzędzie lub technika, czyli należy on do dziedziny inżynierii, a nie nauki. Jedynym wyjątkiem, w którym dyskutanci widzieli w GIS naukę, było jego wykorzystanie w dyscyplinie, jaką jest geografia (Wright i in. 1997).

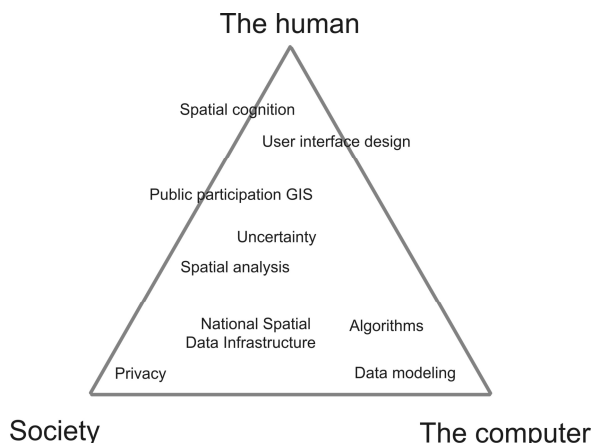
² Artykuł dostępny online: <http://dusk.geo.orst.edu/annals.html>.

W poszukiwaniu odpowiedzi na pytanie, czy GIS jest narzędziem czy nauką, pojawiło się w dyskusji GIS-L kolejne pośrednie stanowisko – wskazano na rozwój informatyczny narzędzi GIS. Jego twórcami są specjaliści różnych dyscyplin, w tym: informatyki, matematyki i geografii. Forum dyskutantów wskazało na unikatowe zdolności geografów m.in.: doskonałe zrozumienie pojęć geograficznych, metod analizy przestrzennej oraz umiejętność integracji i zrozumienia wielu procesów wpływających na różnorodne zjawiska na powierzchni Ziemi, które są przydatne w tworzeniu oprogramowania w ramach GIS. Przy okazji omawiania tej kwestii wskazywano na zagadnienia społeczne związane z GIS i rozwojem jego narzędzi. Chodziło m.in. o społeczne skutki powszechnie przyjętych narzędzi, których aplikacje obejmują pełny zakres działalności człowieka, np. gospodarki, polityki. Jest to zagadnienie skomplikowane, które może obejmować wszystkie skutki informatyzacji społeczeństwa, niezależnie od celu, jaki postawili sobie twórcy Systemów Informacji Geograficznej (Wright i in. 1997).

Największe kontrowersje wzbudzało podejście do GIS jako nauki, czy jest mu bliżej do informatyki czy do geografii. Na wstępie tej części dyskusji część uczestników forum GIS-L stawiało pytania „Co to jest nauka?”; „Czy istnieją hipotezy i teorie, które mogą być stworzone i przetestowane przez GIS?”; Dyskutanci GIS-L wskazywali, że związki GIS z geografiami są najsilniejsze, a GIS nie jest jedynie subdyscypliną informatyki. Jak wskazał D. Bartlett (1993), wielu pionierów GIS było geografami (np. Coppock, Rhinda, Bickmore i Unwin z Wielkiej Brytanii, Tomilson, Garrison, Berry, Tobler, Marble z Ameryki Północnej) i że geografowie bardziej niż specjaliści innych dyscyplin potrafią zidentyfikować, zrozumieć relacje przestrzenne oraz technologie komputerowe (Wright i in. 1997).

Dyskusja na temat GIS jako nauki ma szerszy, filozoficzny kontekst i wpisuje się w długotrwałą debatę na temat różnych podejść geografii jako nauki. Są wśród nich pozytywizm, krytyczny racjonalizm Karla Poppera z 1959 r. oraz indywidualne, humanistyczne ujęcie nauki R.J. Johnstona z 1986 r. Debatą wynikająca z niejednoznaczności GIS jako nauki wynika również z kontekstu szerszych trendów w nauce i społeczeństwie. GIS wpisuje się w tradycyjny nurt nauki uwzględniający matematyczne założenia, testowanie hipotez, generalizacje oraz bardziej ogólne podejście poszukiwania wiedzy (Wright i in. 1997).

W podsumowaniu dwudziestolecia istnienia GIS jako nauki M. Goodchild (2010) przypomniał początki rozwoju Systemów Informacji Geograficznej i wskazał, w którym kierunku podążają. Jako przykład konceptualizacji GIS jako nauki wskazał zaproponowane przez amerykańskie NCGIA (*National Center for Geographic Information and Analysis*) proste ramy koncepcyjne, które pozwolą badaczom podejmować tematy. Każdy temat badawczy był postrzegany jako połączenie trzech obszarów w różnych proporcjach: komputera, użytkownika i społeczeństwa (rys. 1).



Rys. 1. Konceptualizacja GIScience przez NCGIA (*US National Center for Geographic Information and Analysis*) w 1996 r.

Źródło: M. Goodchild (2010, s. 7)

Z kolei M. Goodchild (2010) widzi przyszłość GIS w pięciu aspektach związanych z szybkim rozwojem technologii:

1. GPS i Galileo, telefony komórkowe dają możliwość monitorowania pozycji pewnych typów obiektów w czasie rzeczywistym. Może wystąpić potrzeba zarządzania tym ogromem informacji przestrzennej, ponadto będą wymagane nowe metody analizy, modelowania i wizualizacji oraz należyte wykorzystanie takich informacji, np. w czasie sytuacji kryzysowych.

2. Coraz bardziej powszechna dostępność obywateli do informacji przestrzennej, świadomości potęgi GIS wśród ogółu społeczeństwa powodują zmianę podejścia do tego zagadnienia. Powstają grupy społecznościowe, które same zasilają system danymi w ramach wolontariatu i mogą być niezwykle przydatne w sytuacjach zagrożenia, np. katastrof.

3. Rozwój technologii jest tak szybki, że oprócz wspomnianych wcześniej można spodziewać się wzrostu liczby różnego typu urządzeń, czujników zarówno statycznych, jak i mobilnych do monitorowania skażeń, sieci transportowej, ognisk chorobowych i innych. Informacje przez nie zebrane mogą być analizowane na poziomie lokalnym i globalnym. Powstają pytania o metody i zakres ich archiwizowania, udostępniania, a następnie analizy, modelowania i upowszechniania.

4. Pomimo wielu postępów w badaniach nad trzecim wymiarem przestrzennym i czasowym, GIS pozostaje głównie dwuwymiarowe, gdyż jego wyniki są przedstawiane w formie wydruku. Przyszłość może należeć do włączenia kolejnych wymiarów do analiz GIS.

5. Zarówno GIS, jak i GIScience należy włączyć do dyskusji o roli edukacji. Rozwój nowych technologii powoduje, że nawet 10-letnie dzieci potrafią posłu-

giwać się GoogleMaps. Dlatego do ich edukacji jest potrzebna grupa dobrze przygotowanych specjalistów, która nauczy je nie tylko posługiwania się narzędziami GIS, ale i krytycznego myślenia.

Nie są to zapewne wszystkie możliwości rozwoju nowych kierunków GIS, gdyż trudno przewidzieć, jakie rozwiązanie technologiczne będą „motorem” rozwoju GIS, należy je jednak śledzić i wykorzystywać (Goodchild 2010).

3. GIS w polskiej geografii

Pierwsze prace z zakresu fotogrametrii cyfrowej oraz zastosowania informatyki w geodezji ukazały się w latach 70. XX w. (Gaździcki 1975, Jachimski i in. 1999). W Polsce rozwój Systemów Informacji Geograficznej przypada na początek lat 90. ubiegłego wieku. Wynikło to z dwóch powodów politycznego i cywilizacyjnego. Odgródzenia polskiej nauki „żelazną kurtyną” od nowości technicznych i po części naukowych spowodowało, że przepływ informacji naukowej był utrudniony, a rozwiązania techniczne wykorzystywały potencjał Polski i krajów w ramach RWPg. Kiedy w Stanach Zjednoczonych w pierwszej połowie lat 80. XX w. firmy ESRI, Intergraph, MapInfo upowszechniały swoje pierwsze produkty, w tym czasie w Polsce powszechnie stosowano komputery typu ODRA, RIAD, produkowane i użytkowane w krajach socjalistycznych (z czytnikiem kart dziurkowanych). Dopiero pod koniec lat 80. i na początku 90. ubiegłego wieku rozwój sprzętu komputerowego i oprogramowania – pojawienie się pierwszych mikrokomputerów typu PC – umożliwił ich wykorzystanie przez niewielką grupę polskich badaczy. Przede wszystkim byli oni postrzegani jako osoby o zainteresowaniach informatyczno-technicznych, które inaczej niż ówcześni polscy kartografowie opracowywali mapy. Pracowali w różnych ośrodkach akademickich i szukali własnej naukowej drogi z wykorzystaniem GIS, równocześnie propagując go w działalności dydaktycznej. Już w 1990 r. geodeta J. Gaździcki wydał podręcznik pt. *Systemy informacji przestrzennej*, a w następnych latach geografowie wydawali kolejne podręczniki akademickie służące pomocą w zagłębianiu tej nowej dla nich dziedziny nie tylko studentom, ale i pracownikom naukowym geografii (Werner 1992, Iwańska, Kistowski 1997, Kozak 1997, Urbański 1997, Widacki 1997, Magnuszewski 1999³). Zważywszy na opóźnienia cywilizacyjne, jakie miała Polska po 1989 r. na początku transformacji ustrojowej, należy z uznaniem patrzeć na pierwsze prace dydaktyczne i równoległe z nimi prowadzone badania naukowe z wykorzystaniem GIS.

Pierwsze prace naukowe z lat 90. XX w. były poświęcone przybliżeniu społeczności akademickiej w Polsce GIS i możliwości jego wykorzystania (np.

³ Równoległe z pracami geografów pojawiały się publikacje geodetów.

Baranowski 1991, Kistowski 1993, Werner 1993a, b, Paszczyk i in. 1994, Fiejdasz, Widacki 1995, Hencz (obecnie Jażdżewska) 1995, Urbański 1997), a kolejne wykorzystywały Systemy Informacji Geograficznej w badaniach naukowych (Werner, Prokop 1999). Ich przeglądu pod znamienym tytułem *Systemy informacji geograficznej – niechciane dziecko czy nadzieja dla geografii polskiej? Geografia a GIS w Polsce w latach 1990–1999* dokonał M. Kistowski (2001).

Na przełomie XX i XXI w. coraz więcej prac geograficznych wykorzystujących Systemy Informacji Geograficznej ukazywało się drukiem, lecz nie zawsze ich autorzy umieszczali GIS w tytule, częściej w słowach kluczowych. Fakt nieumieszczenia akronimu GIS w tytule może świadczyć o tym, że był on traktowany jako narzędzie wykorzystywane podczas procedury badawczej. Natomiast jego podkreślenie w tytule oznacza kompleksowe podejście do rozwiązania problemu naukowego za pomocą GIS. Niekiedy autorzy – zamiast wprost – w sposób pośredni wskazywali na szerokie wykorzystanie metod numerycznych lub matematycznych w tytułach prac na stopień (Jażdżewska 1999, 2008). Dlaczego w tytułach pierwszych polskich publikacji brakowało akronimu GIS? Prace naukowe – zwłaszcza na stopień – wymagają oceny kompetentnych samodzielnych pracowników nauki z danej dyscypliny, a do niedawna w Polsce brakowało recenzentów, którzy reprezentowali naukowe podejście do GIS, a zatem młodzi adepci nauki nie mogli liczyć na kompetentnych recenzentów z tytułem profesora.

W polskich uczelniach dyskusja nad rolą GIS w nauce trwa, rozmowy na ten temat toczą się podczas spotkań naukowych w ramach subdyscyplin geografii oraz przy próbach uruchomienia kierunków studiów na polskich uczelniach, np. geoinformacja. Uczestnicy VI i VII Forum Geografów, które miały miejsce w 2010 r. w Krakowie i w 2011 r. w Poznaniu, wymieniali uwagi na temat roli GIS w nauczaniu i prezentowali wyniki swoich badań naukowych. Temat GIS w trakcie obrad Forum Geografów był odbierany – niestety przez większość uczestników – jako zagrożenie, a nie wzmocnienie geografii jako nauki. Po dziesięciu latach słowa M. Kistowskiego z 2001 r. „Systemy informacji geograficznej – niechciane dziecko czy nadzieja dla geografii polskiej?” były nadal aktualne. Tylko nieliczni uczestnicy Forum, np. prof. Z. Zwoliński, prof. I. Jażdżewska, prof. G. Węławowicz, byli przekonani o jego naukowej przyszłości, większość dyskutantów widziała w nim jedynie narzędzie, a proponowany kierunek studiów geoinformacja nie uzyskał akceptacji.

Nawiązując do stanowiska, jakie mieli geografowie w debacie GIS-L (Wright i in. 1997), można wskazać podobne trzy podejścia do tego problemu przez polskich geografów⁴. Po pierwsze postrzegają oni GIS jako narzędzie. Wielu polskich geografów – na pewnym etapie badań – wykorzystuje dane prze-

⁴ Warto by podjąć ogólnopolską dyskusję na ten temat.

strzenne, np. ortofotomapy, mapy wektorowe i inne, które zazwyczaj wymagają do ich zarządzania i analizy oprogramowania należącego do Systemu Informacji Geograficznej. W tym wypadku GIS jest dla nich narzędziem bardziej wyrażanym niż kalkulator, które ma głównie opracować zebrane dane i przyspieszyć proces badawczy. W tym podejściu polscy badacze, podobnie jak ich zagraniczni koledzy, wykorzystują znane metody ilościowe opracowane w formie narzędzi (funkcji w oprogramowaniu GIS) lub zlecają informatykom zaprojektowanie nowych algorytmów i programów. Rzadko zdarza się, aby – w takim podejściu do GIS jako narzędzia – osoba prowadząca badania samodzielnie rozwijała oprogramowanie z zakresu GIS. Zazwyczaj tworzone są zespoły badawcze, w skład których wchodzi programiści-informatycy, lub zadanie powierza się zewnętrznej firmie.

Po drugie, jak wspomniano wcześniej, współpraca geografów z informatykami prowadzi do innego spojrzenia na rolę GIS w nauce, efektem czego jest rozwój oprogramowania będącego elementem GIS. Jest to niezwykle ważna rola, w której geografowie inspirować rozwój Systemu Informacji Geograficznej, ale projekty tworzą informatycy. Pojawianie się osób, które mają wykształcenie i doświadczenie w obydwu dziedzinach, powstanie nowych kierunków studiów geoinformatyki, geomatyki czy geoinformacji, powoduje coraz szybszy rozwój oprogramowania GIS. Trzeba jednak przyznać, że rozwój komercyjnych rozwiązań w tej dziedzinie jest szybszy niż rozwój badań naukowych proponujących nowe aplikacje komputerowe.

Po trzecie GIS jako nauka. Autorzy artykułu od kilkunastu lat „uprawiają” GIS i uważają, że warto, aby większa liczba polskich badaczy włączyła się do światowego nurtu GISscience. Skoro poszukuje się odpowiedzi na pytanie, czy GIS jest nauką, należałoby na wstępie zastanowić się czy istnieją teorie i hipotezy, które mogą być stworzone i przetestowane w ramach GIS.

Autorzy są przekonani, że GIS może być traktowany przez naukowca jako uniwersalny warsztat do stawiania i weryfikacji hipotez odnoszących się do danych przestrzennych. Dotyczy to sytuacji, gdy System Informacji Geograficznej służy do rozwiązania problemu naukowego w sposób kompleksowy. Począwszy od postawienia hipotezy badawczej, poprzez zebranie danych źródłowych, ich opracowanie, analizę przestrzenną, weryfikację hipotezy aż po wnioskowanie, proces badawczy odbywa się w ramach Systemu Informacji Geograficznej. Można uznać, że metoda GIS (rys. 2) powinna uwzględniać wszystkie wymienione etapy, a inne metody badań naukowych (np. analizy historyczne, badania społeczne, badania chemiczne itd.) mogą być jej uzupełnieniem, a nie metodą wiodącą.

W praktyce cały projekt naukowy może być zrealizowany za pomocą warsztatu tworzonego przez GIS. Dogłębna znajomość danego problemu badawczego, uzyskana w rezultacie zapoznania się z aktualnym stanem wiedzy, i wstępna analiza potrzebnych danych pozwalają na zbudowanie hipotezy badawczej.



Rys. 2. Konceptualizacja GIS jako nauki

Źródło: opracowanie własne

Dane mające lokalizację odznaczają się swoistą specyfiką, polegającą na różnorodności rodzajów danych i ich formatów, bardzo dużą liczebnością zbiorów, wzajemną zależnością przestrzenną oraz wielowymiarowością. Są one wykorzystywane w różnych dziedzinach i specjalnościach naukowych. Zakres dziedzin i problemów nie ogranicza się do nauk przyrodniczych i społecznych, ale obejmuje także nauki humanistyczne czy ekonomiczne. Analityczna moc Systemu Informacji Geograficznej polega na gromadzeniu w nich różnorodnych metod analizy danych przestrzennych rozwijanych w różnych dziedzinach naukowych w postaci gotowych do użycia narzędzi, spełniających wymagania stawiane naukowym sposobom analizy. Dzięki temu badacz ma do wyboru szerokie spektrum metod, które może wykorzystać w swojej pracy. Uniwersalny sposób zapisu danych i wspólna platforma powodują, że metody te nie są ograniczone pod względem ich użycia do wąskiego kręgu specjalistów z danej dziedziny, ale dostępne dla wszystkich użytkowników GIS. Umożliwia to nowatorskie stosowanie metod pochodzących z innych dziedzin do rozwiązania problemu badawczego o aspektach przestrzennych zachodzących na Ziemi.

Kolejnym etapem jest wybór metod potrzebnych do udowodnienia postawionej na wstępie hipotezy. Ze względu na przestrzenny charakter danych, GIS stanowi właściwe miejsce do pozyskania potrzebnych metod. Ich użycie daje rezultaty, które następnie są poddawane dyskusji. Dodatkowo wszystkie wykresy, rysunki i mapy ilustrujące rozwiązanie problemu mogą być tworzone w GIS.

GIS jest warsztatem otwartym do wprowadzania i rozwijania nowych metod analizy. Na obecnym etapie rozwoju systemy te pozwalają nie tylko na integrację z zewnętrznymi modelami procesów przyrodniczych i społecznych, ale także stanowią środowisko, w którym te modele mogą być tworzone. Różne narzędzia dostępne w systemie, z punktu widzenia osoby tworzącej nowy model lub metodę analizy, mogą być traktowane jako biblioteki z funkcjami służącymi do geoprzetwarzania dostępnymi z poziomu tworzenia programu komputerowego będącego implementacją modelu. W danym środowisku programistycznym funkcje te mogą być łączone z funkcjami innych bibliotek, np. numerycznych i statystycznych, co daje praktycznie nieograniczone możliwości.

Przykładem prac, które mogą spełniać założenia GIScience, są artykuły zebrane w niniejszym tomie. Prezentują one różnorodną tematykę – od geografii fizycznej przez społeczno-ekonomiczną po geografie historyczną. Rozwiązywane problemy mają szeroki kontekst naukowy, dobrze opisane źródła i wyczerpująco opisany warsztat, w którym wykorzystano zarówno własne, jak i komercyjne oprogramowanie. Ich lektura wskazuje na duże zaangażowanie autorów, wręcz pasję w uprawianiu GIS. Są oni częścią młodego i średniego pokolenia geografów polskich, którzy będą rozwijać GIS jako naukę.

Literatura

- Baranowski M., 1991, *Rozwój kartografii komputerowej i systemów informacji geograficznej w Polsce na tle tendencji światowych*, „Polski Przegląd. Kartograficzny”, 23, (1–2), s. 8–13.
- Bartlett D., 1993, *Re: GIS as a Science (Discussion)*. *Geographic Information Systems Discussion List* (Online) November 6:
Available e-mail: GIS-L@UBVM.CC.BUFFALO.EDU.
- Burrough P.A., 1986, *Principles of Geographical Information Systems for land resource assessment*, Oxford University Press, Oxford.
- Burrough P.A., Frank A.U., 1995, *Concepts and paradigms in spatial information: Are current Geographical Information Systems truly generic?*, „International Journal of Geographical Information Systems”, 9, s. 101–116.
- Fiejdasz W., Widacki W. (red.), 1995, *GIS dla obszarów chronionych*, Instytut Geografii UJ, Kraków.
- Gaździcki J., 1975, *Informatyka w geodezji i kartografii*, PPWK, Warszawa.
- Gaździcki J., 1990, *Systemy informacji przestrzennej*, PPWK, Warszawa.

- Goodchild M., 2010, *Twenty years of progress: GIScience in 2010*, „Journal of Spatial Information Science”, 1, s. 3–20.
- Hencz I., 1995, *Mapa numeryczna terenu. Materiały z konferencji pt. Zadania badawcze geografii społecznej i ekonomicznej w obliczu transformacji ustrojowej*, Uniwersytet Wrocławski, Wrocław–Szklarska Poręba, s. 121–125.
- „International Journal of Geographical Information Systems”, 1987.
- Jachimski J., Mierzwa W., Mularz S., Pyka Krystian, 1999, *Cyfrowa fotogrametria i teledetekcja w Polsce*:
http://home.agh.edu.pl/~zfiit/publikacje_pliki/Jachimski_Mierzwa_Mularz_Pyka_1999.pdf.
- Jażdżewska I., 1999, *Wykorzystanie programu MapInfo do analizy przestrzennej*, Wydawnictwo Akademii Rolniczej, Seria Konferencja Multimedia nr 1 (zapis na CD), Wrocław.
- Jażdżewska I., 2008, *Przemiany miejskiej sieci osadniczej w Polsce w świetle metod matematycznych*, Wydawnictwo Uniwersytetu Łódzkiego, Łódź.
- Johnston R.J., 1986, *Philosophy and human geography: an introduction to contemporary approaches*, Edward Arnold, London.
- Kistowski M., 1993, *Cyfrowe bazy informacji geograficznych*, „Ekobałtyk”, 11, s. 22–23.
- Kistowski M., 2001, *Systemy informacji geograficznej – niechciane dziecko czy nadzieja dla geografii polskiej? Geografia a GIS w Polsce w latach 1990–1999*, „Przegląd Geograficzny”, 73 (1–2), s. 143–162.
- Kistowski M., Iwańska M., 1997, *Systemy Informacji Geograficznej. Podstawy techniczne i metodyczne. Przegląd pakietów oprogramowania i zastosowań w badaniach środowiska przyrodniczego*, Bogucki Wydawnictwo Naukowe, Poznań.
- Kozak J., 1997, *Wprowadzenie do systemów informacji geograficznej – ćwiczenia*, Instytut Geografii UJ, Kraków.
- Longley P., Goodchild M.F., Maguire D., Rhind D., 2005, *Geographic Information Systems and science*, Jon Wiley & Sons, Chichester.
- Marble D.F., Calkins H.W., Peuquet D.J., 1984, *Basic readings in geographic information systems*, SPAD Systems, Williamsville.
- Mark D.M., 2000, *Geographic Information Science: Critical issues in an emerging cross disciplinary research domain*, „Journal of the Urban and Regional Information Systems Association”, 12 (1), s. 45–54.
- Mark D.M., 2003, *Geographic information science: Defining the field*, [w:] Duckham M., Goodchild M.F., Worboys M.F. (red.), *Foundations of Geographic Information Science*, Taylor and Francis, New York, s. 1–18.
- Maguire D.J., 1991, *An overview and definition of GIS*, [w:] Maguire D.J., Goodchild M., Rhinds D. (red.), *Geographical Information Systems: Principals and applications*, Longman, London, s. 9–20.
- Maguire D.J., Goodchild M.F., Rhind D.W., 1991, *Geographical Information Systems: Principals and applications*, Longman, London.
- Magnuszewski A., 1999, *GIS w geografii fizycznej*, Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa.

- Paszczyk J., Wiśniewski M., Wlaz P., 1994, *System gromadzenia numerycznej informacji o terenie – NIT*, „Annales Universitatis Mariae Curie-Skłodowska”, sec. B, 49 (25), s. 355–363.
- Urbanski J., 1997, *Zrozumieć GIS. Analiza informacji przestrzennej*, Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa.
- Werner P., 1992, *Wprowadzenie do geograficznych systemów informacyjnych*, Wydawnictwo WGiSR UW, Warszawa.
- Werner P., 1993a, *Mapa numeryczna a techniki informatyczne. Materiały Seminarium nt. „Mapa numeryczna. Systemy informacji przestrzennej”*, Centrum Promocji Informatyki, Międzynarodowe Targi Poznańskie, Infosystem, Poznań.
- Werner P., 1993b, *Konstrukcja baz danych przestrzennych i atrybutów w geograficznych systemach informacji. Materiały Wrocławskiej Jesiennej Szkoły Kartograficznej*, Instytut Geografii UW, Wrocław.
- Werner P., Prokop P., 1999, *Zastosowania systemów informacji geograficznej w geografii polskiej*, [w:] Domański B., Widacki W. (red.), *Geografia polska u progu trzeciego tysiąclecia*, t. 4, Instytut Geografii UJ, Kraków, s. 275–291.
- Widacki W., 1997, *Wprowadzenie do systemów informacji geograficznej*, Instytut Geografii UJ, Kraków.
- Wright D.J., Goodchild M.F., Proctor J.D., 1997, *Demystifying the persistent ambiguity of GIS as 'tool' versus 'science'*, „Annals of the Association of American Geographers”, 87 (2), s. 346–362.

GIS IN SCIENCE

The paper demonstrates how the role of GIS is understood in science. It presents the discussion, known as the GIS-L debate, which took place in 1993. The most important results of this discussion were presented in Wright, Goodchild and Proctor (1997). Present understanding of the future of GIS has been given by Goodchild (2010). Against the background of the results of these discussions the authors present their own experience in using GIS and show how GIS science is understood in Poland.

Keywords: *GIS, GISscience, Poland*

Dr hab. Iwona Jażdżewska, prof. UŁ
Uniwersytet Łódzki, Wydział Nauk Geograficznych,
Instytut Geografii Miast i Turyzmu, Zakład Geoinformacji
e-mail: iwona.jazdzewska@gmail.com

Dr hab. Jacek Urbański, prof. UG
Uniwersytet Gdański, Wydział Oceanografii i Geografii, Centrum GIS
e-mail: cgisju@ug.edu.pl