Od nauk geograficznych w kierunku nauki o geoinformacji

WYDAWNICTWO
UNIWERSYTETU
ŁÓDZKIEGO

Iwona Jażdżewska

Od nauk geograficznych w kierunku nauki o geoinformacji

WYDAWNICTWO
UNIWERSYTETU
ŁÓDZKIEGO

Łódź 2021

Iwona Jażdżewska – Uniwersytet Łódzki, Wydział Nauk Geograficznych
Instytut Geografii Miast, Turyzmu i Geoinformacji, 90-142 Łódź, ul. Kopcińskiego 31

RECENZENCI
Zbigniew Rykiel, Zbigniew Zwoliński

REDAKTOR INICJUJĄCY
Katarzyna Włodarczyk-Gil

REDAKTOR WYDAWNICTWA UŁ
Katarzyna Gorzkowska

OPRACOWANIE TECHNICZNE RYSUNKÓW
Anna Wosiak

SKŁAD I ŁAMANIE
AGENT PR

KOREKTA TECHNICZNA
Leonora Gralka

PROJEKT OKŁADKI
Polkadot Studio Graficzne Aleksandra Woźniak, Hanna Niemierowicz

© Copyright by Iwona Jażdżewska, Łódź 2021
© Copyright for this edition by Uniwersytet Łódzki, Łódź 2021

https://doi.org/10.18778/8220-599-2

Wydane przez Wydawnictwo Uniwersytetu Łódzkiego
Wydanie I. W.10039.20.0.M

Ark. wyd. 11,0; ark. druk. 10,75

ISBN 978-83-8220-599-2
e-ISBN 978-83-8220-600-5

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

Pamięci
Profesora Stanisława Liszewskiego

SPIS TREŚCI

Podziękowania 9

Wstęp 11

Rozdział 1. Filozofia techniki 15
1.1. Wprowadzenie 15
1.2. Komputery w filozofii techniki 20
1.3. Automatyzacja odkryć naukowych 24
1.4. Czwarty paradygmat Jima Graya 26

Rozdział 2. GIScience na świecie 31
2.1. Rozwój GIScience 31
2.1.1. Etap pierwszy 32
2.1.2. Krytyka GIS 39
2.1.3. Etap drugi 49
2.1.4. Etap trzeci 51
2.1.5. Etap czwarty 59
2.2. GIScience w literaturze naukowej 63

Rozdział 3. Nauka o geoinformacji w Polsce 73
3.1. Wprowadzenie 73
3.2. Informacje geograficzne i nowe technologie w naukach geograficznych 75
3.3. Rozwój nauki o geoinformacji 86
3.4. Edukacja na poziomie wyższym 97
3.5. Nauka o geoinformacji w ujęciu organizacyjnym 100

Rozdział 4. Nauka o geoinformacji 107
4.1. Czym jest nauka mono-, multi-, inter- i transdyscyplinarna 107
4.2. Nauki geograficzne i ich interakcje z innymi dyscyplinami 114
4.3. Nauka o geoinformacji jako nauka interdyscyplinarna 118
4.4. Podstawy filozoficzne nauki o geoinformacji 124
4.4.1. Nauka o geoinformacji w świetle filozofii nauki 124
4.4.2. Nauka o geoinformacji w orientacji socjologiczno-historycznej 126
4.4.3. Nauka o geoinformacji w świetle filozofii techniki 129

Podsumowanie 131

Bibliografia 135

PODZIĘKOWANIA

Prezentowana książka stanowi podsumowanie moich doświadczeń naukowych w zakresie nauki o geoinformacji, którą zajmuję się od ponad trzech dekad (pierwsze publikacje: Hencz, 1993, 1995). Z tego względu na chwilę powrócę do początków mojej drogi zawodowej i osoby Profesora Stanisława Liszewskiego (1940–2016), który był zwolennikiem otwierania geografii na inne dyscypliny naukowe i zapraszał do swojego zespołu ich przedstawicieli. Dzięki temu, jako matematyk/informatyk, w 1990 r. znalazłam się pod Jego opieką naukową.

Przez pierwsze lata Profesor cierpliwie przeprowadzał mnie przez meandry geografii, a następnie umożliwił samodzielny rozwój w obszarze, który był mi najbliższy. Dyskretnie czuwał nad moim rozwojem naukowym, a gdy uzyskałam samodzielność naukową, gratulował i był pełen uznania dla moich osiągnięć. Zawsze mogłam liczyć na Jego czas, dyskusje i rady. Pomimo że nie ma Go wśród nas od pięciu lat, to Jemu należą się największe podziękowania. To dzięki Niemu mogłam przystąpić do napisania tej książki.

Pragnę także wyrazić wdzięczność wszystkim osobom, które na różnych etapach powstawania publikacji przyczyniały się do nadania jej ostatecznego kształtu. Szczególne podziękowania składam dwóm recenzentom pracy – dr. hab. Zbigniewowi Ryklowi oraz prof. dr. hab. Zbigniewowi Zwolińskiemu, którzy podzielili się ze mną wartościowymi, merytorycznymi uwagami. Te cenne wskazówki starałam się uwzględnić w finalnej wersji publikacji. Były one bardzo rzeczowe i inspirujące do dalszych refleksji związanych z rozwojem polskiej geografii oraz nauki o geoinformacji.

Słowa wdzięczności kieruję również do osób, które znalazły czas na lekturę pierwszej wersji książki oraz krytyczną dyskusję – dr. hab. prof. UŁ Leszka Butowskiego i dr hab. prof. UŁ Ewy Szafrańskiej. Serdecznie dziękuję bliskiemu mi zespołowi Zakładu Geoinformacji: dr. hab. prof. UŁ Krzysztofowi Będkowskiemu, dr. Łukaszowi Lechowskiemu, dr. Marcinowi Jaskulskiemu i dr inż. Marcie Nalej – za wsparcie, czytanie poszczególnych rozdziałów i owocną dyskusję, a także odciążenie mnie w pracy dydaktycznej, co umożliwiło mi skupienie się na pracy naukowej. Składam gorące podziękowania Pani redaktor Katarzynie

Gorzkowskiej za współpracę i redakcję tekstu oraz całemu zespołowi Wydawnictwa Uniwersytetu Łódzkiego.

Na koniec chcę wyrazić wdzięczność Rodzinie i Przyjaciołom, którzy wierzyli w moje możliwości, motywowali mnie i byli blisko w tym trudnym pandemicznym czasie.

Iwona Jażdżewska

WSTĘP

Od kilkudziesięciu lat funkcjonuje w nauce światowej pojęcie „GIScience", zaś w polskiej literaturze naukowej i na konferencjach związanych z Systemami Informacji Geograficznej pojawiło się ono jako „nauka o geoinformacji" lub jego angielski odpowiednik – „GIScience". Naukowa dyskusja na jego temat trwa od wielu lat w literaturze światowej, a w jednym z jej nurtów stawiano pytanie o możliwości uznania GISscience za dyscyplinę naukową. Wielu twórców Systemu Informacji Geograficznej, jak na przykład Roger Tomlinson, Michael Goodchild, Michael Batty, David Mark, A. Stewart Fotheringham, Andrew Frank, Helen Couclelis, Luc Anselin, Waldo R. Tobler, było geografami lub miało ścisłe związki z tą nową dyscypliną. Dlatego zasadne jest prześledzenie tworzenia się nauki o geoinformacji w odniesieniu do nauk geograficznych. Autorka zastanawia się, czy nauka o geoinformacji może odnaleźć się w nauce polskiej jako nowa dyscyplina. To, że wywodzi się ona z nauk geograficznych zostało przedstawione w rozdziale drugim, jednak dylematy związane z jej akceptacją są nadal przedmiotem dyskusji. Główny problem tkwi w oporze przed uznaniem jej przez konserwatywną część geografów za jedną z nauk geograficznych.

Nauka o geoinformacji ma odniesienie do różnych koncepcji filozoficznych, które były szczegółowo opisane w literaturze przez filozofów i socjologów nauki, a także przedstawicieli różnych dyscyplin, w tym również geografii. Niniejsza publikacja nie ma na celu włączania się w dyskusję nad dziełami filozofów nauki, ale przypomnienie ich najważniejszych poglądów z punktu widzenia nauk geograficznych oraz nauki o geoinformacji. Nie bez znaczenia jest fakt, że wiele kluczowych publikacji z zakresu filozofii i metodologii nauk pojawiło się w przed pierwszą połową XX w., czyli w czasie przed „rewolucją cyfrową i internetową", dlatego dyskusja na temat nauki o geoinformacji powinna uwzględniać nowe wyzwania stojące przed nauką i łączące się z tym nowe paradygmaty. Są one ściśle związane z nowymi technologiami wykorzystywanymi w badaniach naukowych oraz z gwałtownym przyrostem danych. Zagadnienia te, obejmujące aspekty filozofii nauki i techniki, niezbędne zdaniem autorki w dyskusji o GIScience, zostały zaprezentowane w rozdziale pierwszym.

Rozwój zastosowania Systemów Informacji Geograficznej oraz nauki o geoinformacji w Polsce miał inny przebieg niż w krajach wysoko rozwiniętych (rozdział drugi i trzeci). Z powodów politycznych i gospodarczych rozwój nauki w Polsce przebiegał odmiennie niż w państwach „za żelazną kurtyną" i był silnie powiązany z rozwojem nauki w krajach znajdujących się pod wpływem ZSRR. Dotyczyło to szczególnie dyscyplin wymagających do prowadzenia badań drogich i specjalistycznych urządzeń oraz technologii. W polskiej geografii dostrzegano ten problem w latach 1945–1990. Pomimo że technologie GIS były w tym czasie niedostępne, geografowie dość często wypowiadali się na tematy: jakości danych geograficznych, coraz większej ich ilości, potrzeby stworzenia nowoczesnej bazy technicznej przetwarzania danych geograficznych. W rozdziale trzecim przedstawiono fragmenty dyskusji naukowych – od lat 40. ubiegłego wieku po współczesność – z udziałem polskich geografów, dla których zagadnienia te były istotne z punktu widzenia rozwoju nauk geograficznych. W dyscyplinie geografia pojawiały się nowe koncepcje naukowe, które w konsekwencji doprowadziły do podziału geografii na subdyscypliny wchodzące w skład nauk geograficznych. Różne czynniki wpływały jednak na uznanie nowych dyscyplin przez środowisko naukowe. Wspomniany rozdział zawiera też rozważania na temat krótkiej historii rozwoju nauki o geoinformacji w Polsce pod kątem naukowym, dydaktycznym i organizacyjnym.

Nauka o geoinformacji (GIScience) nie ma jeszcze w Polsce ugruntowanej pozycji. Wielu jej pasjonatów tkwi w subdyscyplinie, która była podstawą nadania im tytułów naukowych, ale równocześnie uprawiają naukę o geoinformacji, w której nie mają możliwości formalnego rozwoju. Immanentną cechą GIScience jest praca na pograniczu geografii i informatyki (głównie programowania i baz danych). Dane przestrzenne wymagają odpowiedniego przygotowania do badań, co wymaga specjalistycznej wiedzy oraz umiejętności geograficznych i informatycznych. Proces pozyskiwania, przetwarzania, harmonizacji danych przestrzennych może być przedmiotem badań naukowych, co nie zawsze jest zrozumiane przez przedstawicieli nauk geograficznych. Należy zadać sobie pytanie: kto ma najlepsze predyspozycje i wykształcenie, aby odpowiednio przygotować dane do analiz przestrzennych?

Rozważania na temat nauki o geoinformacji doprowadzają do konkluzji, że ma ona ścisły związek z naukami geograficznymi oraz innymi dyscyplinami. Można wnioskować, że nie należy ona do grupy dyscyplin rozumianych jako dziewiętnastowieczne monodyscypliny. W rozdziale czwartym przywołano dyskusję na temat nauki mono-, multi-, inter- i transdyscyplinarnej, a następnie przedstawiono interakcje nauk geograficznych i nauki o geoinformacji z innymi dyscyplinami. Ukazano interdyscyplinarność nauki o geoinformacji, co może oznaczać, że nie można dla niej określić jednego wzorca racjonalnego postępowania badawczego, akceptowanego przez większość jej

reprezentantów. Jej rozwój w kontekście historycznym, społecznym, technicznym i politycznym oraz przestrzennym był i jest mocno zróżnicowany. Powoduje to pewne trudności w omawianiu jej rozwoju. Można jednak stwierdzić, że na koniec drugiej dekady XXI w. społeczność akademicka reprezentująca GIScience na świecie ukazuje się jako świadoma swojego potencjału naukowego grupa naukowców. Są wśród nich badacze z Polski, którzy czują, że nadszedł czas, aby w ramach nauk geograficznych rozpocząć rozmowę na temat możliwości rozwoju nauki o geoinformacji w Polsce. Autorka należy do tej grupy i podjęła próbę uporządkowania zagadnień, które mogą być wykorzystane w przyszłej dyskusji.

Rozdział 1

FILOZOFIA TECHNIKI

Nauka jest jednym z głównych osiągnięć cywilizacji, a jej podstawy filozoficzne zmieniały się czasie. Dyskusja na temat uznania nauki o geoinformacji (GIScience) za dyscyplinę naukową wymaga wprowadzenia Czytelnika w zagadnienia związane z filozofią nauki i filozofią techniki[1]. Orientacje filozoficzne odnoszące się do nauk geograficznych były dość często przywoływane w pracach polskich geografów (m.in.: Chojnicki, 1970, 1985, 1991, 1999, 2010, 2011; Domański, 1997; Dziewoński, 1992; Jędrzejczyk, 2011; Kukliński, 1982, 1984; Lisowski, 2007, 2012; Maik, Stachowski, 1995; Maik, 1992; Rykiel, 1986, 1991a, 1991b, 2001). W ich publikacjach niezbyt często odnoszono się nowych technologii[2] stosowanych w naukach geograficznych i ich wpływu na dyscyplinę. Trudno też znaleźć w tych pracach odniesienie do filozofii techniki. Z tego powodu podjęto próbę przybliżenia aspektów związanych z filozofią techniki, która jest związana z problematyką podejmowaną przez autorkę.

1.1. Wprowadzenie

Do połowy XX w. w pracach filozofów nauki rzadko odnoszono się do wpływu nauki na rozwój techniki lub odwrotnie, co nie oznacza, że nie podejmowano tych zagadnień. Zarówno Platon, jak i Arystoteles uznawali rolę techniki w opisie racjonalnego projektu wszechświata. Platon w *Timajosie* opisał świat jako

---

[1] Technika (gr.) – „dziedzina ludzkiej działalności, której celem jest oparte na wiedzy (na podstawach naukowych) produkowanie rzeczy i wywoływanie zjawisk niewystępujących w przyrodzie oraz przekształcanie wytworów przyrody" (*Internetowa encyklopedia PWN*, 2020); w ramach techniki mogą być rozważane różne technologie.

[2] Technologia (gr.) – „dziedzina techniki zajmująca się opracowywaniem i przeprowadzaniem najkorzystniejszych w określonych warunkach procesów wytwarzania lub przetwarzania surowców, półwyrobów i wyrobów" (*Internetowa encyklopedia PWN*, 2020) lub 1) „metoda przeprowadzania procesu produkcyjnego lub przetwórczego"; 2) „dziedzina techniki zajmująca się opracowywaniem nowych metod produkcji wyrobów lub przetwarzania surowców" (*Internetowy słownik języka polskiego PWN*, 2020).

dzieło rzemieślnika Demiurga, który przejmuje już istniejącą materię i narzuca jej porządek. Jego opis szczegółów tworzenia wszechświata jest pełen obrazów zaczerpniętych ze stolarstwa, tkactwa, modelarstwa, metalurgii i techniki rolniczej. Z kolei Arystoteles użył do tego celu porównań zaczerpniętych ze sztuki i rzemiosła. Pomimo że obydwaj mieli negatywną opinię o stylu życia rzemieślników, zarówno Platon, jak i Arystoteles uznawali walory techniki w opisie wszechświata (Lloyd, 1973). Platon w *Republice* postrzega *techne* jako podstawę właściwego rządzenia państwem (Lizut, 2014). U Platona pojawiła się też teza, że technologia uczy się od natury lub ją naśladuje. Podjął ten temat Demokryt, zdaniem którego budownictwo i tkactwo zostały wymyślone dzięki naśladowaniu zachowań jaskółek i pająków.

Arystoteles nie twierdził, jak Platon, że technologia musi jedynie naśladować naturę, lecz uważał, że może ona również dopełniać to, czego natura nie mogła dokończyć. Ponadto Arystoteles wysunął tezę, że istnieje fundamentalne rozróżnienie ontologiczne między produktami naturalnymi a artefaktami. Te drugie – w przeciwieństwie do pierwszych – nie mogą istnieć bez ludzkiej interwencji, gdyż po pewnym czasie tracą swoje sztuczne formy, rozkładają się i znikają. Za wkład Arystotelesa w filozofię techniki uważa się również jego doktrynę czterech przyczyn: formalnej, materialnej, sprawczej i celowej (Franssen, Lokhorst, van de Poel, 2018).

Mimo że rozwój nowych technologii był ciągły, filozofowie nie podejmowali tej kwestii w swoich rozważaniach. Dopiero w okresie renesansu zaczęła się pojawiać filozoficzna refleksja nad technologią i jej wpływem na społeczeństwo. Francuski matematyk, fizyk i filozof Kartezjusz (1596–1650) w pracy z 1637 r. *Discours de la méthode* (*Rozprawa o metodzie właściwego kierowania rozumem i poszukiwania prawdy w naukach* – zob. Kartezjusz, 2002) wyjaśniał między innymi, że technika jest jednym z owoców drzewa nauki, które czyni ludzi mistrzami i panującymi nad naturą w służbie określonych potrzeb. Elementy filozofii techniki można było spotkać w dyskursach filozoficznych Francisa Bacona. W *New Atlantis* (1627), czyli *Nowej Atlantydzie* (Bacon, 1954), oznajmił on, że wiedza jest potęgą, ale do kontroli żywiołów potrzebna jest technika (Dusek, 2011).

Można wskazać wiele przykładów powiązań nauki z rozwojem technologii i aparatury badawczej, bez których postęp w naukach – zwłaszcza przyrodniczych – nie byłby tak szybki, a w niektórych aspektach stałby się wręcz niemożliwy. Coraz szybszy rozwój techniki wpływał i nadal wpływa na człowieka, zmienia charakter jego pracy, komunikację społeczną i kulturę, a więc całe społeczeństwo. W XIX w. filozofia techniki się rozwijała, podejmowano dyskusje filozoficzne dotyczące techniki jako zjawiska społeczno-kulturowego. Przykładowo, Karol Marks uważał, że ciągłe innowacje techniczne są niezbędnymi krokami w kierunku kolejnych etapów socjalizmu i komunizmu.

Punktem zwrotnym w dyskusji była publikacja pt. *Erewhon* Samuela Butlera, którą napisał pod wpływem obserwacji rewolucji przemysłowej w Anglii i publikacji Karola Darwina pt. *On the Origin of Species* (*O powstawaniu gatunków drogą doboru naturalnego, czyli o utrzymywaniu się doskonalszych ras w walce o byt* – zob. Darwin, 2009). W części pt. *Book of the Machines* S. Butler zajmował się potencjalnie niebezpiecznymi ideami świadomości maszyn i możliwościami ich samoreplikacji. Opisał fikcyjny kraj, w którym wszystkie maszyny są zakazane, a posiadanie maszyny lub próba jej zbudowania jest przestępstwem. Mieszkańców tego kraju przekonał argument, że ciągłe udoskonalenia techniczne prawdopodobnie doprowadzą do „wyścigu" maszyn, które zastąpią ludzkość jako dominujący gatunek na Ziemi (Franssen, Lokhorst, van de Poel, 2018).

Na przełomie XIX i XX w. w refleksji filozoficznej nad techniką dominowała postawa krytyczna. Być może było to skutkiem wykształcenia w naukach humanistycznych lub społecznych dyskutantów, którzy nie mieli żadnej wiedzy i praktyki w ówczesnych technologiach. Akceptowano prymat nauk humanistycznych nad techniką, twierdząc, że technika jest „tylko" nauką stosowaną. Podczas gdy F. Bacon obszernie pisał o metodach naukowych i sam przeprowadzał eksperymenty fizyczne, S. Butler, będąc duchownym, nie miał takich doświadczeń i wiedzy. Ernst Kapp jako pierwszy użył terminu „filozofia techniki" w swojej książce pt. *Eine Philosophie der Technik* (1877)[3].

Większość autorów, którzy krytycznie pisali o technologii i jej roli społeczno-kulturowej w XX w., to humaniści, a wśród nich filozofowie, m.in. Martin Heidegger, Hans Jonas, Arnold, Günther Anders i Andrew Feenberg. Carl Mitcham formę filozofii techniki, jaka ukonstytuowała się w pismach osób reprezentujących nauki społeczne i humanistyczne, nazwał „humanistyczną filozofią technologii" (Mitcham, 1994, s. 39). Przeciwstawił jej „inżynierską filozofię technologii", która odnosi się do poglądów filozoficznych opracowanych przez inżynierów lub technologów (Franssen, Lokhorst, van de Poel, 2018).

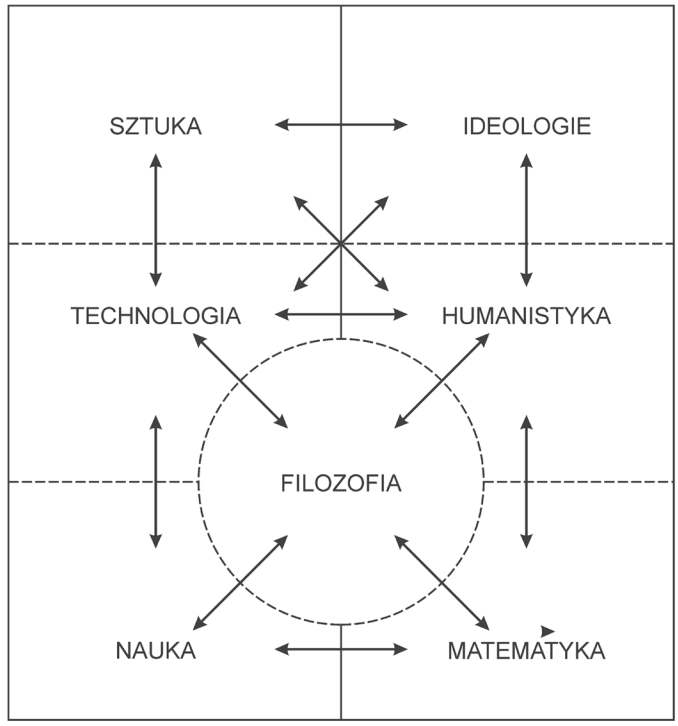
Filozofia techniki oficjalnie pojawiła się w Stanach Zjednoczonych w drugiej połowie XX w., kiedy powołano w 1958 r. Society for the History of Technology, które od 1959 r. zaczęło publikować czasopismo „Technology and Culture". W 1976 r. powstało pierwsze Society for the Philosophy and Technology, które od 1978 r. zaczęło wydawać „Research in Philosophy and Technology", a od 2003 r. „Techné: Research in Philosophy and Technology". Początkowo wielu filozofów techniki postrzegało ją wyłącznie w kategoriach identyfikacji jej niekorzystnych wpływów na społeczeństwo. Z czasem ich poglądy zaczęły ewoluować – podkreślali, że to nie „technologie" robią straszne rzeczy, to ludzie

[3] Ernst Kapp (1808–1896) był niemieckim filozofem technologii i geografem oraz następcą Carla Rittera.

je robią (Pitt, 1995). Według Rafała Lizuta filozofia techniki rozwija się imponująco, ale mimo jej szybkiego rozwoju instytucjonalnego nie można wskazać jeszcze spójnego obszaru badań. Spośród najważniejszych prac naukowych z zakresu filozofii techniki wymienia: *Philosophy of Science and Technology* (Bunge, 1985), *Philosophy of Technology. The Technological Condition* (Scharff, Dusek, 2006), *A Companion to the Philosophy of Technology* (Olsen, Pedersen, Hendricks, 2009), *Philosophy of Technology* (Lizut, 2014).

Równolegle z filozofią techniki pojawiła się dyscyplina badań nad nauką i techniką (ang. *science and technology studies* lub *science, technology and society studies* – STS), która powstała z połączenia różnych dyscyplin. Jej przedstawiciele poszukują wyjaśnień genezy, akceptacji i odrzucenia twierdzeń raczej w świecie społecznym niż w świecie naturalnym (Bijker, Pinch, Hughes, 2012). Za jej prekursora uznano Ludwika Flecka, autora pracy *Powstanie i rozwój faktu naukowego. Wprowadzenie do nauki o stylu myślowym i kolektywie myślowym* (Fleck, 1935). Program STS przygotował w latach 70. XX w. Elting E. Morison. Pięć lat później powstało towarzystwo naukowe The Society for Social Studies of Science, a w następnym roku rozpoczęto wydawanie czasopisma „Science, Technology & Human Values" (ST&HV), zaś w Europie w 1981 r. powstało The European Association for the Study of Science and Technology (EASST). Badacze w ramach tej nowej dyscypliny odwołują się również do rewolucji naukowej i paradygmatów opisanych przez Kuhna i nazywanych *technological paradigm* (Bijker, Pinch, Hughes, 2012, s. 134).

W 1966 r. w specjalnym numerze czasopisma „Technology and Culture" Henryk Skolimowski przekonywał, że technologia to coś zupełnie innego niż nauka (Skolimowski, 1966). Jak to wyraził, nauka zajmuje się tym, co jest, podczas gdy technologia zajmuje się tym, co ma być. Kilka lat później Herbert Simon podkreślił to ważne rozróżnienie niemal tymi samymi słowami, stwierdzając, że naukowiec interesuje się tym, jak się rzeczy mają, a inżynier – tym, jak powinno być (Simon, 1996). Z kolei Mario Bunge bronił poglądu, że technika jest nauką stosowaną. Przyznał, że technika to działanie, ale działanie silnie oparte na teorii, co właśnie odróżnia technikę od sztuki i rzemiosła, i stawia ją na równi z nauką. Jego zdaniem teorie w technologii dzielą się na dwa rodzaje: merytoryczne, które dostarczają wiedzy o przedmiocie działania, oraz operacyjne, które dotyczą samego działania. Teorie merytoryczne technologii są w dużej mierze zastosowaniami teorii naukowych, zaś w przeciwieństwie do nich teorie operacyjne nie są poprzedzone teoriami naukowymi, lecz rodzą się w samych badaniach stosowanych. W pewnym sensie wykazują one zależność od nauki, ponieważ stosuje się w nich metodę naukową (Bunge, 1966). M. Bunge opisał system współczesnej kultury, w której istotną rolę odgrywa nauka i technika (rys. 1.1).



Rys. 1.1. System współczesnej kultury według M. Bungego
Źródło: Bunge, 1976, s. 171

Zdaniem M. Bungego współczesna kultura składa się z kilku głównych elementów (rys. 1.1), a jej podstawę stanową dwa najbardziej rygorystyczne: matematyka i podstawowa wiedza faktograficzna (nauka). Następne piętro zajmują nieco mniej rygorystyczne składniki: technologia i nauki humanistyczne. Filozofia znajduje się w samym środku tych czterech elementów i częściowo się z nimi pokrywa. Wreszcie najwyżej znajdują się jej „miękkie" elementy, a mianowicie sztuka i ideologie. Technologia jest najmłodszym komponentem kultury i oddziałuje energicznie ze wszystkimi pozostałymi elementami. W rzeczywistości technologia i filozofia są jedynymi składnikami życia we współczesnej kulturze, które oddziałują silniej niż wszystkie inne (Bunge, 1976).

Filozofowie nauki i filozofowie techniki podejmują nowe zagadnienia związane z sztuczną inteligencją, funkcjonalizmem, komputerami oraz filozofią informatyki. Obecny stan dyskusji filozoficznej przedstawiono w *Stanford Encyclopedia of Philosophy*[4] (Franssen, Lokhorst, van de Poel, 2018).

[4] https://plato.stanford.edu/entries/technology/#Gree [dostęp: 10.04.2021].

1.2. Komputery w filozofii techniki

Od połowy XX w. trwa eksplozja wynalazków, a jej tempo pozwala przypuszczać, że jeszcze długo będzie można obserwować jej przebieg.

Wśród wielu nowych rozwiązań technologicznych, które mają wpływ na współczesną naukę są szeroko rozumiane komputery (są one często jednym z elementów takich urządzeń, jak akceleratory, teleskopy, mikroskopy, urządzenia laboratoryjne, Wielki Zderzacz Hadronów). Według Sławomira Leciejewskiego:

> Współcześnie możemy mówić o komputerowym stylu badań naukowych, a tego typu praca badawcza jest jakościowo inna od wcześniejszej, nieskomputeryzowanej, analogowej pracy eksperymentalnej. [...] Komputery zmieniły bowiem nie tylko prace teoretyków, ale także pracę eksperymentalną. Sprawa ta nie została jednak należycie odnotowana w literaturze z zakresu metodologii i filozofii nauki (Leciejewski, 2013, s. 9).

Może to być związane z faktem, że teorie i orientacje filozoficzne powstawały na gruncie czysto teoretycznych analiz matematycznych. Dopiero pojawienie się komputerów o coraz większych mocach obliczeniowych pozwoliło na ewolucję pracy badawczej, w której żmudne i czasochłonne obliczenia mogą być wykonywane znacznie szybciej. Na przykładzie badań eksperymentalnych podjęto próbę włączenia się do dyskusji metodologiczno-filozoficznej na temat rewolucji cyfrowej w tych badaniach. Zauważono, że część współczesnych eksperymentów nie byłaby możliwa bez udziału nowych technologii (Leciejewski, 2013).

Na początku XX w., jeszcze przed skonstruowaniem pierwszych komputerów, pojawiły się pierwsze teoretyczne prace naukowe, w których zapis matematyczny próbowano przekształcić w zapis algorytmiczny. Wskazywano w nich zarówno nowe możliwości, jak i ograniczenia algorytmów. Można stwierdzić, że był to pierwszy informatyczny punkt widzenia, który pojawił się w pracach badawczych (np. Hilberta, Gödla, Turinga, Tarskiego). Niemiecki matematyk Dawid Hilbert (1862–1943) jako pierwszy wskazał problem formalnej, czyli algorytmicznej rozwiązywalności problemów arytmetyki na gruncie określonych aksjomatów, lecz go nie rozwiązał. Odpowiedź podał austriacki logik i matematyk Kurt Gödel (1906–1978), który stwierdził, że są w arytmetyce prawdy, których przy pomocy algorytmów nie da się udowodnić. Odkrył on też, że zbiór problemów matematycznych jest nieskończony, a w miarę rozwiązywania jednych pojawiają się nowe, trudniejsze, bardziej skomplikowane. K. Gödel opracował metodę kodowania formuł-programów w postaci liczb naturalnych, którą wykorzystał brytyjski matematyk Alan Turing[5], uważany za jednego z twórców informatyki. W pracy

[5] Znany również jako projektant urządzenia służącego do łamania kodu Enigmy (częściowo na podstawie prac polskich kryptoanalityków).

naukowej opisał on abstrakcyjną maszynę do obliczeń, która rozwiązywała problemy zgodnie z zadanym jej algorytmem, w czasie gdy o technicznym rozwiązaniu takiej maszyny jeszcze nie myślano (Turing, 1936). Turing potraktował formuły matematyczne jako algorytmy przetłumaczone na programy obliczeniowe i opracował abstrakcyjną metodę nazwaną od jego nazwiska „maszyną Turinga", której współczesną realizacją jest komputer cyfrowy (Marciszewski, Stacewicz, 2011). Ten moment jest uważany za powstanie informatyki i „ery informatycznej".

Należy również wspomnieć o roli polskiego logika i matematyka Alfreda Tarskiego (1901–1983) ze Szkoły Lwowsko-Warszawskiej, na którego zasługi w rozwój informatyki wskazuje wielu badaczy tej dyscypliny (Fefeman, 2006). Nie był to wpływ bezpośredni, gdyż Tarski był przede wszystkim teoretykiem, ale swoimi naukowymi osiągnięciami mocno inspirował kolejnych uczonych. Jedną z tych publikacji jest *Pojęcie prawdy w językach nauk dedukcyjnych* (Tarski, 1933), która przez wielu jest uważana za jedną z najważniejszych prac w dwudziestowiecznej logice. Eksplikacja pojęcia prawdy przez Tarskiego stała się paradygmatem wszystkich prac z zakresu semantyki wielkiej różnorodności języków formalnych (Nowaczyk, 2001). W szczególności zauważalny jest wpływ Tarskiego na semantykę języków programowania (Fefeman, 2006), inspiracje dla teorii baz danych (Van den Bussche, 2001) oraz teorii gier (Tarski, 1948). Poważny wkład w rozwój informatyki miał polski logik, matematyk i filozof Jan Łukasiewicz, który zaproponował nowy sposób zapisu wyrażeń logicznych bez korzystania z nawiasów (Łukasiewicz, 1921, 1929). Notacja Łukasiewicza, nazywana również notacją polską[6], jest do tej pory używana w informatyce również w wersji nazywanej odwrotną notacją polską (ONP, ang. *Reverse Polish Notation* – RPN), opracowanej przez filozofa, logika i pioniera komputerów Charlesa Hamblina. Ten australijski naukowiec przygotował ją na potrzeby języka programowania ALGOL i FORTRAN (Hamblin, 1962). Notacja jest obecnie wykorzystywana w języku PostScript, Forth, w kalkulatorach Hewlett-Packard oraz w aplikacji na smartfona *HiPER Scientific Calculator* (Gryś, Minkina, 2020). Inne naukowe zainteresowania J. Łukasiewicza związane z logiką wielowartościową (Łukasiewicz, 1920) znajdują coraz częściej zastosowanie w badaniach z zakresu sztucznej inteligencji (Trzęsicki, 2006).

Również pozostali członkowie Szkoły Lwowsko-Warszawskiej mają poważny wkład w rozwój informatyki – są wśród nich: S. Jaśkowski, K. Ajdukiewicz, A. Mostowski, L. Szczerba i inni (Trzęsicki, 2006). Przy okazji trzeba przypomnieć, że inni przedstawiciele tej szkoły (K. Kuratowski, W. Sierpiński, S. Banach, Z. Janiszewski, S. Mazurkiewicz, S. Zaremba, S. Ulam, W. Pogorzelski, A. Zygmund i inni) stworzyli obszerną dziedzinę matematyki – topologię

---

[6] W literaturze anglojęzycznej: *Polish Notation* (PN), *Normal Polish Notation* (NPN), *Łukasiewicz Notation* (ŁN), *Warsaw Notation* (WN), *Polish Prefix Notation* (PPN), *Simply Prefix Notation* (SPN) (Gryś, Minkina, 2020).

(teorię zbiorów ułatwiającą definiowanie transformacji przestrzennych, w tym tzw. przestrzeni Banacha), która jest bardzo pomocna przy formalnym opisie obwodów logicznych jednostki centralnej (procesora) współczesnego komputera (Targowski, 2010).

W 1984 r. Jay David Bolter w książce pt. *Turing's Man: Western Culture in the Computer Age* przeanalizował wpływ komputera na kulturę Zachodu (Bolter, 1984; pol. wyd. Bolter, 1990). J. D. Bolter, który reprezentuje zarówno nauki humanistyczne, jak i ścisłe[7], uważa, że komputer wypełnia lukę między tymi naukami i zmienia sposób, w jaki ludzie myślą o sobie i otaczającym ich świecie. Jego zdaniem służy on jako techniczny paradygmat dla nauki, filozofii i sztuki przyszłych pokoleń (Kranzberg, 1986). Jako kryterium podziału ludzkiej cywilizacji wskazał technologie i wyodrębnił trzy fazy jej rozwoju (za: Stacewicz, 2015):

a) erę rolniczą – zdominowaną przez technologie manualne, służące głównie uprawie ziemi;

b) erę przemysłową – zdominowaną przez techniki i urządzenia do przetwarzania energii, głównie silniki;

c) erę informatyczną, w której dominują technologie przetwarzania informacji.

J. D. Bolter twierdził, że „rewolucja komputerowa musi doprowadzić do zmiany naszego sposobu myślenia o sobie i o świecie, co w konsekwencji ma zaowocować nowym obrazem świata i człowieka. Tezę swą Bolter oparł na analizie historii filozofii. Wykazywał on mianowicie, że wielkie filozoficzne koncepcje świata i człowieka – począwszy od Platona, przez Kartezjusza i Newtona, aż do XIX w. – kształtowane były obrazami czerpanymi z pewnych technologii. Technologie, które w danym okresie były najbardziej inspirujące filozoficznie, Bolter nazwał technologiami definiującymi. Obecnie – według Boltera – taką technologią ma być komputer" (Polak, 2010). Po 25 latach od ukazania się publikacji J. D. Boltera należy dodać, że Internet jest kolejną technologią pozwalającą na połączenie pojedynczych komputerów w układy zdolne współdziałać w skali globalnej (Stacewicz, 2015).

Uruchomienie pierwszego komputera i rozwój informatyki można określić kamieniem milowym w nauce. Pojawiło się pojęcie „światopoglądu ery informatycznej", która nastała po erze rolniczej i przemysłowej lub „światopoglądu informatycznego". Jest on ściśle związany z nową formacją społeczną – społeczeństwem informatycznym/informacyjnym (Marciszewski, Stacewicz, 2011, s. 142). Powstało pojęcie determinizmu technicznego, zgodnie z którym technika kształtuje i determinuje strukturę społeczną i kulturową (Dusek, 2011).

---

[7] Bolter jest profesorem klasyki w the School of Literature, Media, and Communication at the Georgia Institute of Technology, posiada również tytuł magistra informatyki (Kranzberg, 1986).

W pierwszym etapie ery informatycznej wykorzystywano komputery głównie do przyspieszenia obliczeń arytmetycznych i symulacji procedur badawczych. Jednak wzrost ilości danych cyfrowych spowodował rozwój zastosowań tych urządzeń np. do pozyskiwania, przechowywania, przekształcania, archiwizowania danych itp., a także do wprowadzenia sieci neuronowych czy sztucznej inteligencji. W naukach empirycznych wykorzystywane są różne urządzenia połączone z komputerami, które funkcjonują w określonych systemach operacyjnych i z wykorzystaniem stosownego oprogramowania. Dzięki nim pozyskuje się i przetwarza dane, ale także istnieje możliwość sterowania procedurą analityczną poprzez wybór odpowiednich danych, parametrów, opcji, aż do podjęcia decyzji o momencie zakończenia badań. Ta część pracy badacza wpływa na osiągane wyniki i jest niedookreślona w metodologii badań oraz filozofii nauki.

Część badań jest niemożliwa do realizacji bez komputera, gdyż dane, które podlegają analizie, są dostępne wyłącznie w postaci cyfrowej. Z punktu widzenia użycia technologii informatycznych można wyobrazić sobie trzy sposoby rozwiązania postawionego problemu badawczego:

1) bez udziału komputera;
2) z jego wspomaganiem;
3) całkowicie realizowane z użyciem komputera.

Pierwsza sytuacja ma miejsce, gdy – jak przed epoką informatyczną – problemy są rozwiązywane teoretycznie lub przy pomocy urządzeń nie podłączonych do komputera. Współcześnie można wyobrazić sobie, że możliwe jest korzystanie przez naukowców jedynie z komputerowego edytora tekstów lub elektronicznej komunikacji.

Druga sytuacja zachodzi, gdy na urządzeniach, takich jak dyski, są przechowywane dane, zaś przy użyciu komputera wykonywane są nieskomplikowane obliczenia, tworzone wykresy, ryciny czy schematy, a także pobierane dane empiryczne z urządzeń pomiarowych. Nie wymagają one od użytkownika szerszej wiedzy informatycznej, dotyczącej np. systemów operacyjnych, baz danych, programowania czy algorytmów obliczeń.

Trzecia sytuacja ma miejsce wówczas, gdy cały projekt naukowy jest wykonywany z użyciem komputera. Dotyczy on badań empirycznych realizowanych poprzez obserwacje i eksperymenty. Po zapoznaniu się przez badacza z aktualnym stanem wiedzy i postawieniu hipotezy badawczej, kolejne etapy: pozyskanie danych, ich przetwarzanie, obserwacja, obliczenia, symulacje, aż do wyciągnięcia wniosków – są przeprowadzane z wykorzystaniem komputerów i odpowiedniego oprogramowania (tworzonego przez badacza lub nie). Wymagają one od użytkownika wiedzy i umiejętności informatycznych z zakresu realizowanego projektu.

Nowy paradygmat informatyczny, czyli konieczność wykorzystania komputera w pracy badawczej, może mieć miejsce w sytuacji drugiej, zaś w sytuacji trzeciej jest wręcz niezbędny.

Należy oczekiwać, że maszyny będą w końcu rywalizować z ludźmi we wszystkich czysto intelektualnych dziedzinach.
Alan M. Turing (1950, za: Turing, 1995)

1.3. Automatyzacja odkryć naukowych

W drugiej połowie XX w. pojawił się w dyskursie z zakresu filozofii nauki i historii nauki nowy wątek, obejmujący komputerowe systemy odkryć naukowych (Giza, 2006). Twórcy omawianych systemów mieli wykształcenie przyrodnicze, ale interesowali się również filozofią nauki. Mieli świadomość, że sam zamiar konstruowania algorytmów dokonujących odkryć naukowych stanowi zerwanie z tradycyjnymi poglądami głoszącymi, że filozofia nauki powinna się zajmować kontekstem uzasadniania gotowych teorii, a nie procesem ich tworzenia czy dokonywaniem odkryć (Giza, 2006).

Budowa systemów, które dokonują odkryć, nie ma charakteru czysto teoretycznej prezentacji metody naukowej. Komputerowy system odkryć naukowych ma związek z teorią sztucznej inteligencji (AI)[8], która zajmuje się automatyzacją różnych czynności umysłowych wymagających inteligencji. Wprowadza ona nowy element do filozofii i historii nauki, gdyż jest technologią, za pomocą której można dokonywać odkryć naukowych. Budowa systemów odkryć jest wspomagana przez eksperymentalną weryfikację i analizę teoretyczną, dzięki czemu otwiera nowe, fascynujące możliwości w nauce (Żytkow, 1993).

Postęp w automatyzacji odkryć naukowych rozpoczął się w połowie XX w. wskutek rozwoju psychologii poznawczej i sztucznej inteligencji, a jej prekursorem był Herbert Simon – współtwórca sztucznej inteligencji. Simon posiadał interdyscyplinarną wiedzę oraz odważny styl badań i był zdolny do tego, aby zaproponować zastosowanie struktury obliczeniowej AI do odkrywania wiedzy naukowej. W tamtym czasie był to radykalny pomysł i niewielu badaczy filozofii, psychologii czy informatyki było skłonnych go przyjąć. Pierwszymi znanymi szerzej systemami były powstałe w latach 80. DENDRAL, BACON i AM, które analizowały różne zjawiska przyrodnicze i odnosiły sukcesy w dziedzinie odkrywania i analizy równań empirycznych. System BACON nazwano na cześć Francisa Bacona, uważanego za twórcę empirycznej metody naukowej, który przyjął podejście indukcyjne do odkrywania faktów. Jest on uważany za „pierwszego w dziejach myśliciela, który zajął się problemem socjotechnicznym racjonalnego kierowania nauką jako siłą wiodącą do technicznego i społecznego

[8] Używany jest akronim AI (ang. *Artificial Intelligence* po raz pierwszy użyty w 1956 r. przez Johna McCathego) lub SI od Sztuczna Inteligencja (Marciszewski, 1998).

postępu" (Kamiński, 2000)[9]. Eksperymenty obliczeniowe z zastosowaniem systemu BACON wykazały, że system może na nowo odkryć różne prawa z historii fizyki, w tym trzecie prawo ruchu planet Keplera, prawo gazu doskonałego, prawo Coulomba i prawo Ohma (Langley, 2019).

Następny system, FAHRENHEIT, opracował polski badacz sztucznej inteligencji Jan Żytkow. Nazwa pochodzi od nazwiska Daniela Gabriela Fahrenheita, wynalazcy termometru rtęciowego i twórcy skali temperatur. Kolejne systemy pojawiały się co kilka lat (KEKADA, LIVE, DIDO, GELL-MANN i wiele innych). W późniejszych systemach stosowano nowe mechanizmy eksploracji bardzo dużych baz danych w poszukiwaniu użytecznej wiedzy i używano innych technik przeszukiwania i reprezentacji wiedzy niż w systemach odkryć naukowych. Dane gromadzone przez naukowców eksperymentatorów różnią się znacznie od typowych baz danych (Żytkow, 1993). Jak zauważył 25 lat temu Żytkow:

> Naukowcy i filozofowie nauki przyglądają się osiągnięciom odkryć maszynowych ze sceptycyzmem. Z podobnym sceptycyzmem traktowano kiedyś traktor w porównaniu z koniem. Postawa ta na szczęście zmienia się już i można oczekiwać, że niedługo będziemy świadkami powszechnej akceptacji metody komputerowej w historii i filozofii nauki, a także w samej nauce. Rewolucja związana z komputerowymi systemami odkryć jest nieuchronna (Żytkow, 1993, s. 39).

Dyskusja nad tą rewolucją toczy się na łamach czasopism i ma ona zarówno orędowników, jak i przeciwników. Hetmański należy do tych drugich i twierdzi, że:

> O systemach tych można w zasadzie powiedzieć, że dokonują wynalazków, lecz nie odkryć. Odtwarzają wiedzę, ale jej nie tworzą. Z punktu widzenia historii nauki, metodologii i filozofii nauki, a także psychologii twórczości wypada stwierdzić, że przed komputerowymi systemami symulującymi poznanie i wiedzę ludzką droga jest wciąż długa, a cel odległy (Hetmański, 1999).

Badania nad sztuczną inteligencją nie ustają. Jak w każdej dyscyplinie, im więcej wyników, tym większa ciekawość badaczy. Pojawiają się nowe, bardziej szczegółowe problemy naukowe, które obecnie dotyczą np. występujących ograniczeń w zakresie metod obsługi zestawów danych z nieobserwowanymi zmiennymi, szybkości obliczeń w zagadnieniach zawierających parametry i szacowania nieznanych wartości, korzystania z kontrolowanych eksperymentów, a równocześnie uczynienia ich mniej zależnymi od wiedzy dostarczonej przez użytkownika. Nowe systemy będą dostarczać przyczynowych wyjaśnień dla obserwacji w zakresie procesów leżących u ich podstaw (Langley, 2019).

---

[9] https://encyklopedia.pwn.pl/haslo/Bacon-Francis;3873147.html [dostęp: 19.12.2019].

Badacze sztucznej inteligencji odnoszą się filozofów tworzących przed erą informatyczną. Zastanawiają się na przykład, co łączy indukcjonizm Bacona i falsyfikacjonizm Poppera z komputerami i sztuczną inteligencją.

Przedsięwzięcie naukowe różni się od innych wysiłków intelektualnych i było przedmiotem dociekań wielu filozofów nauki od ponad wieku. Większość naukowych rozważań koncentrowała się na „logice uzasadnienia", a nie „logice odkrywania" (Langley, 2019). Panowało powszechne przekonanie, że odkrycie wymaga pewnej „twórczej iskry", którą psychologowie prawdopodobnie mogliby zbadać, ale której nigdy nie można analizować w kategoriach racjonalnych lub logicznych. W nawiązaniu do wiodącej publikacji pt. *The Logic of Scientific Discovery* (Popper, 1959; wyd. pol. Popper, 1977) filozofowie przypominają, że Popper napisał: „Etap początkowy, akt tworzenia lub wymyślania teorii, nie wydaje mi się ani wzywać do analizy logicznej, ani być na nią podatny… Mój pogląd można wyrazić stwierdzeniem, że każde odkrycie zawiera element irracjonalny, czyli twórczą intuicję" (za: Langley, 2019).

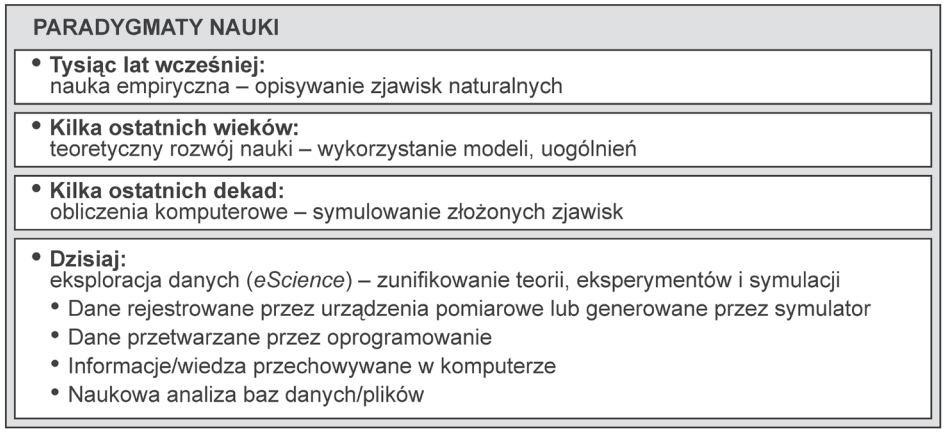
Brytyjski filozof nauki i historyk matematyki Donald Gillies na podstawie analizy historycznych przypadków odkryć stwierdził, że metoda mechanicznej indukcji, którą opisuje Bacon w *Novum Organum* (1620), nie była jak dotąd prawie wcale stosowana w nauce. Argumentował jednak, że sytuacja ta zmieniła się dzięki rozwojowi gałęzi sztucznej inteligencji zwanej uczeniem maszynowym (ang. *machine learning*), która prawdopodobnie przyniesie głębokie zmiany w sposobie uprawiania nauki. Metoda, którą można by określić jako indukcję baconowską, istnieje i zaczyna być regularnie stosowana (Gillies, 1996).

1.4. Czwarty paradygmat Jima Graya

Czas, w którym praca naukowa bez użycia komputera wydaje się coraz mniej efektywna, w którym informatycy nie tylko tworzą oprogramowanie, lecz także współpracują z przedstawicielami innych dyscyplin naukowych, przyniósł nowe wyzwania i sposoby postępowania w nauce. Moce obliczeniowe komputerów są coraz większe i te urządzenia zarówno wspomagają proces badawczy, jak i mogą być wykorzystywane do generowania nowych pomysłów i rozwiązań w ramach jednej dyscypliny lub w połączeniu kilku. Nadszedł moment, w którym badacze stoją w obliczu gwałtownego wzrostu ilości danych, których przetwarzanie wymaga odpowiednich, coraz bardziej wydajnych systemów informatycznych. Jednak to nie problemy techniczne stanowią podstawę do tworzenia się nowego paradygmatu. Są nimi informacje cyfrowe przesyłane z różnego rodzaju sensorów, urządzeń i symulacji obliczeniowych. Jest ich tak dużo, że trzeba na nowo przemyśleć sposoby ich pozyskiwania, przechowywania, organizowania i analizowania. W konsekwencji przechodzimy do nauki intensywnie wykorzystującej dane. Problem

ten dostrzegł amerykański informatyk Jim Gray[10], zdobywca nagrody Turinga, i zaproponował „czwarty paradygmat" badań naukowych (Hey, Tansley, Tolle, 2009; Hey, 2010).

Dlaczego Jim Gray nazwał go „czwartym paradygmatem"? Pierwsze dwa paradygmaty obejmują okres przed epoką informatyczną i są związane z nauką opartą na empirii i teorii. Uznaje się, że w drugiej połowie XX w. laureat Nagrody Nobla, amerykański fizyk teoretyczny Kenneth Wilson określił możliwości obliczeń i symulacje wykonane na wysokiej klasy komputerach jako trzeci paradygmat badań naukowych. Jego zdaniem symulacje komputerowe zdolne do rozwiązywania równań na masową skalę pozwoliły naukowcom wejść na pola badań niedostępne dla eksperymentów i teorii w poprzednich epokach, np. jeśli chodzi o modelowanie klimatu (Hey, 2010). Gray uważał, że prawie wszystko we współczesnej nauce zmienia się z powodu wpływu technologii informatycznych. Twierdził, że na pojawiającą się ogromną ilość danych mają wpływ nauki eksperymentalne, teoretyczne i obliczeniowe – z tego powodu pojawił się czwarty paradygmat naukowy „intensywnie wykorzystujący dane". Współcześnie występują cztery paradygmaty nauki (rys. 1.2) i obejmują one badania: empiryczne, teoretyczne, obliczeniowe oraz oparte na danych (Gray, 2009).



Rys. 1.2. Paradygmaty nauki według J. Graya
Źródło: opracowanie własne na podstawie Gray, 2009, s. xviii

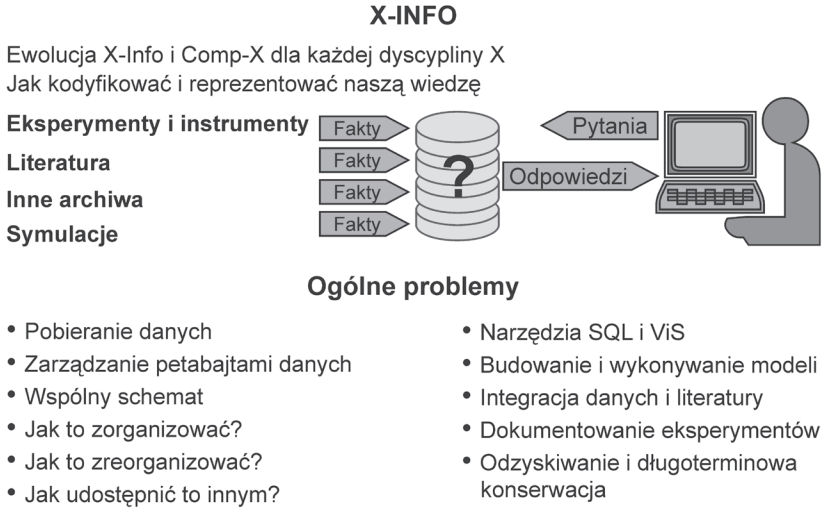
[10] James Nicholas „Jim" Gray (1944–2007) – informatyk amerykański, laureat Nagrody Turinga z 1998 r. za „wkład w dziedzinie teorii baz danych i przetwarzania transakcyjnego". W ostatniej rozmowie Jima Graya z Computer Science and Telecommunications Board z 11 stycznia 2007 r. opisał swoją wizję czwartego paradygmatu badań naukowych.

Czwarty paradygmat zgodnie z koncepcją Jima Graya dotyczył potężnych nowych narzędzi do analizy, wizualizacji, wydobywania danych naukowych i manipulowania nimi. Naukowcy działający według tego paradygmatu nie zaczynają od znanych teorii i zasad, ale od danych. Swoją uwagę skupiają na eksploracji ogromnych baz danych w poszukiwaniu relacji i korelacji oraz w celu odkrywania prawidłowości i reguł. Czwarty paradygmat nie zastępuje trzech poprzednich, lecz wymaga innego zestawu umiejętności: wykorzystania wyrafinowanych narzędzi komputerowych do manipulowania danymi. Gray nazywał go również „nauką intensywnie wykorzystującą dane" lub „e-nauką". Przedstawiciele wszystkich dyscyplin naukowych, w tym informatycy, muszą współpracować, aby uświadomić sobie siłę czwartego paradygmatu i rozwiązać ważne problemy ludzkości. Odpowiedzi kryją się wśród ogromnych gór liczb i zdaniem Graya są one w naszym zasięgu (Gray, 2009).

Jednym ze sposobów, w jaki czwarty paradygmat osiąga szybsze przełomowe rozwiązania, jest umożliwienie ogólnej populacji naukowców interakcji z bazami danych i przekazywania wiedzy, która przyspieszy odkrycia. Z tego powodu poważnym wyzwaniem jest takie skodyfikowanie informacji naukowych, aby badacze mogli wymienić je z innymi naukowcami. W dyscyplinie X pojawiają się specjaliści do wykonywania symulacji (Comp-X) oraz informatycy (X-info) współpracujący z pozostałym badaczami w dyscyplinie X. W ten sposób pojawiły się dziedziny badań mające w nazwie sufiks „informatyka": bioinformatyka, ekoinformatyka, geoinformatyka. Można zaobserwować ewolucję dwóch gałęzi każdej dyscypliny (rys. 1.3). Na przykład w ekologii istnieje zarówno ekologia obliczeniowa, która dotyczy symulacji ekologicznych, jak i ekoinformatyka, która polega na gromadzeniu i analizowaniu informacji ekologicznych. Podobnie istnieje bioinformatyka, w ramach której gromadzi się i analizuje informacje z wielu różnych eksperymentów, a także biologia obliczeniowa, w której symuluje się działanie układów biologicznych i szlaków metabolicznych, zachowania komórki lub budowy białka (Gray, 2009).

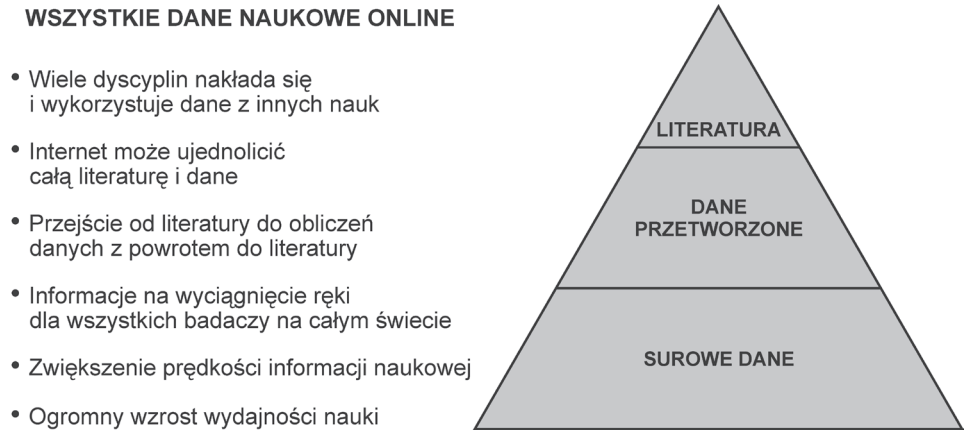
Ideą Jima Graya było opracowywanie technologii informatycznych do wspierania całego cyklu badawczego – począwszy od gromadzenia danych i ich selekcji aż po analizę danych i ich wizualizację. Jego zdaniem narzędzia do przechwytywania danych zarówno w skali wielkiej, jak i milionowej „były po prostu okropne". Pozyskane dane, zanim zacznie się przeprowadzać na nich jakąkolwiek analizę, trzeba wyselekcjonować i odpowiednio przygotować oraz opisać ten proces. Samo przygotowanie do publikacji wyników badań jest długotrwałym procesem, a opublikowana literatura to tylko „wierzchołek góry lodowej danych". Autor rozumie przez nią wiele zebranych danych, które nie są gromadzone ani publikowane w żaden systematyczny sposób. Tekst naukowy publikowany na kilku stronach, np. w „Science" lub „Nature", wymaga skrócenia go do minimum i autor nie jest w stanie opisać precyzyjnie całej procedury pracy z danymi. Istnieją pewne wyjątki i te przypadki mogą być dobrym miejscem do poszukiwania najlepszych praktyk

w zakresie publikacji badań naukowych (Gray, 2009). Jednym z rozwiązań może być umieszczenie doświadczeń i dyskusji na temat eksploracji danych w czasopismach naukowych do tego przeznaczonych, tzw. „Data Journal". Są wśród nich czasopisma „Data Science Journal", „Geoscience Data Journal", w których dane geograficzne mogą być formalnie naukowo recenzowane, a także opublikowane (Jażdżewska, 2019).



Rys. 1.3. Pojawianie się dwóch gałęzi w dowolnej dyscyplinie według J. Graya
Źródło: opracowanie własne na podstawie Gray, 2009, s. xix

Jim Gray zauważa, że poczyniono znaczne postępy w zakresie narzędzi do symulacji danych, lecz niewielkie w przypadku narzędzi do analizy danych. Nawet w naukach korzystających z mniejszej ilości danych widać, że wymagany jest dużo większy wkład pracy, jaką badacze muszą przeznaczyć na ich zebranie, a następnie ich analizę, niż w przypadku uzyskiwania informacji już odpowiednio zebranej i przygotowanej. Autor postuluje, aby informatycy rozwiązali ten problem, budując odpowiednie narzędzia lub systemy zarządzania danymi dla naukowców. Takie systemy zapewniają zasilanie potoku danych płynących z przyrządu lub danych symulacyjnych, kierowanych do archiwum danych, a następnie kalibrują i „czyszczą" dane, w tym w razie potrzeby uzupełniają luki. Na zakończenie tego procesu można umieścić je w bazie danych, którą badacze chcieliby „opublikować" w Internecie, aby umożliwić innym dostęp do opracowanych i opisanych informacji (Gray, 2009).



Rys. 1.4. Projekt otwartych danych według J. Graya
Źródło: Gray, 2009, s. xxvi

Dzięki Internetowi można jednak zrobić coś więcej – zapewnić nie tylko dostęp do pełnego tekstu artykułów naukowych, ale także ujednolicić wszystkie dane naukowe i całą literaturę, aby stworzyć świat, w którym dane i literatura się uzupełniają (rys. 1.4). Celem może być sytuacja, w której cała literatura naukowa i wszystkie dane są dostępne online oraz połączone ze sobą nawzajem. Pozwoli to na czytanie artykułu naukowego wraz z automatycznym podglądem oryginalnych danych, a nawet na powtórzenie ich analizy lub wybranie części danych po to, aby dotrzeć do całej literatury na temat tych danych. „Taka zdolność zwiększy »prędkość informacyjną« nauk i poprawi produktywność naukową badaczy. I wierzę, że byłby to bardzo dobry rozwój!" (Gray, 2009, s. xxv).

Koncepcja czwartego paradygmatu była wizją Graya, która stopniowo urzeczywistnia się w światowej nauce. Wśród wielu podejmowanych przez niego kwestii szczególnie warte uwagi jest podkreślanie znaczenia publikowania danych równolegle z artykułami w czasopismach lub jako samodzielnych zbiorów danych. Zarysowuje się globalna tendencja dążenia do „otwartej nauki" i „odtwarzalności badań", która widoczna jest w dokumentach OECD, wizji nauki w programie „Horyzont 2020" i brytyjskiej inicjatywie eScience (Hey, Trefethen, 2020). Również w Polsce pojawia się dyskusja na temat danych naukowych (Jażdżewska, 2019), a także powstają repozytoria danych, np. Repozytorium Otwartych Danych (RepOD) opracowane przez Interdyscyplinarne Centrum Modelowania Matematycznego i Komputerowego Uniwersytetu Warszawskiego (ICM UW), przeznaczone dla tzw. małych danych, w którym można archiwizować i udostępniać wszystkie dane wytworzone, zebrane i opracowane na potrzeby badań naukowych.

Rozdział 2

GISCIENCE NA ŚWIECIE

Rozważania na temat GIScience są obecne w naukowej literaturze światowej, głównie amerykańskiej, od blisko 30 lat. Brytyjsko-amerykański geograf Michael Goodchild wymyślił termin „Geographic Information Science" i ogłosił go w kluczowym przemówieniu na międzynarodowym sympozjum *The Fourth International Symposium on Spatial Data Handling* w 1990 r. w Zurychu (Blaschke, Merschdorf, 2014). Przedstawił GIScience szerszemu gronu odbiorców w artykule opublikowanym w czasopiśmie „International Journal of Geographical Information Systems", nie podał jednak definicji, ale nakreślił zakres i główne elementy programu badawczego tej dyscypliny. Są to: gromadzenie i pomiar danych, pozyskiwanie danych, statystyka przestrzenna, modelowanie danych i teorie danych przestrzennych, struktury danych, algorytmy i procesy, wizualizacja, narzędzia analityczne, kwestie instytucjonalne, zarządcze i etyczne. Od tej pory trwa dyskusja nad zasadnością tego terminu, o istocie nauki o geoinformacji lub nauki o informacji geograficznej (Goodchild, 1992; Mark, 2003; Couclelis, 2012; Blaschke, Merschdorf, 2014).

2.1. Rozwój GIScience

Nie można rozważać dojrzewania GIScience bez odniesienia się do rozwoju Systemu Informacji Geograficznej (*Geographic Information System*[1]). Jego początki związane są z działalnością angielskiego geografa Rogera F. Tomlinsona (1933–2014), nazywanego „ojcem GIS", który w latach 60. XX w. był inicjatorem, zaplanował i kierował pierwszym skomputeryzowanym Systemem Informacji Geograficznej na świecie, tj. Kanadyjskim Systemem Informacji Geograficznej (Tomlinson, 1962). Historia GIS jest dobrze opisana w literaturze (Longley i in., 2015), dlatego przytoczono poniżej najważniejsze etapy rozwoju GIS związane z GIScience. W początkowej fazie ich współistnienia trudno rozgraniczyć, które momenty dotyczyły technologii, a które nauki. Zapewne technologia była pierwsza, jednak już pod koniec lat 80. XX w. badacze zajmujący się Systemem

[1] Używany jest akronim GIS lub GISystems.

Informacji Geograficznej czuli, że nie są to tylko wyzwania technologiczne. Powiązania GIS, GIScience z geografią są dość oczywiste, ponieważ GIS powstał jako subdyscyplina geografii, a pierwsi pasjonaci GIS byli najczęściej geografami (Blaschke, Merschdorf, 2014).

W tym miejscu warto przypomnieć, że około połowy XX w. odnotowano upadek dyscypliny geografii w Ameryce Północnej, widoczny w zamykaniu wydziałów geograficznych na wiodących uniwersytetach północnoamerykańskich, takich jak Harvard, University of Michigan, University of Chicago, Columbia University. Pojawienie się GIS i docenienie jego możliwości analitycznych przyniosło ożywienie w naukach geograficznych, co nie oznacza, że GIS został dobrze przyjęty przez większość geografów – właściwie ich stosunek do GIS był początkowo dość wrogi (Blaschke, Merschdorf, 2014).

Rozpatrując rozwój GIScience, można wskazać kilka charakterystycznych, następujących po sobie etapów, przebiegających głównie w krajach o wysokim potencjale naukowym i innowacyjnym, takich jak Stany Zjednoczone, Wielka Brytania, Francja czy Holandia. W poszczególnych etapach rozwoju GIScience pojawiają się nowe odnoszące się do niego kwestie. Warto podkreślić, że nowe etapy nie zamykają poprzednich, a naukowe poszukiwania są kontynuowane równolegle lub kumulują się.

2.1.1. Etap pierwszy

W pierwszym etapie GIScience wyłaniało się z kilku dyscyplin naukowych, przede wszystkim geografii i innych związanych z przestrzenią, np. leśnictwa, planowania krajobrazu czy zarządzania zasobami.

W Stanach Zjednoczonych do rozwoju nauki o informacji geograficznej przyczyniło się wsparcie instytucjonalne i finansowe (5 mln USD rocznie) udzielone w 1987 r. w konkursie ogłoszonym przez największego sponsora badań podstawowych w USA – rządową agencję National Science Foundation (NSF). Było to możliwe dzięki geografowi Ronowi Ablerowi, który w 1984 r. został dyrektorem programowym NSF i skorzystał z możliwości uzyskania wsparcia dla centrum badań naukowych i technologicznych poświęconych GIS. Abler spotkał się ze społecznością skupioną wokół GIS oraz badaczami geografii ilościowej, a następnie ogłosił konkurs obejmujący pięć tematów badawczych związanych bezpośrednio z informacją geograficzną (Mark, 2003). Najlepszy konkursowy projekt opracowało konsorcjum składające się z trzech ośrodków: University of California w Santa Barbara, State University of New York w Buffalo i University of Maine („National Center for Geographic Information and Analysis", 1992). W ramach realizacji projektu powstało centrum naukowe National Center for Geographic Information and Analysis (NCGIA). Osobisty udział jego rozwoju mieli amerykańscy i europejscy geografowie: Michael Goodchild, Michael Batty, David Mark, A. Stewart Fotheringham, Andrew Frank, Helen Couclelis,

Luc Anselin i Waldo R. Tobler. Kolejny projekt badawczy (1997–2000) realizowany w konsorcjum NCGIA, mający na celu rozwój nauki o informacji geograficznej, nosił nazwę VARENIUS[2] i przyświecała mu idea połączenia trzech istotnych obszarów: naukowego, technologicznego i społecznego, z których każdy był nadzorowany przez specjalistę w danej dziedzinie oraz panel międzynarodowych ekspertów. Przewodniczyli im: David Mark (modele poznawcze przestrzeni geograficznej), Max Egenhofer (metody obliczeniowe do reprezentowania koncepcji geograficznych) i Eric Sheppard (geografia społeczeństwa informacyjnego). W trakcie trwania projektu organizowano warsztaty dotyczące ważnych i obiecujących tematów badawczych, a także podejmowano działania w celu wspierania postępu w nauce o informacji geograficznej (Goodchild i in., 1999). Nowy projekt NCGIA został nazwany na cześć siedemnastowiecznego naukowca Vareniusa, który uważał geografię za dziedzinę łączącą się z matematyką, uwzględniającą wyrażanie w liczbach np. kształtu, rozmiaru i ruchu, jak również rozkładu i cech charakterystycznych ziemi, zbiorników wodnych, gór, lasów, pustyń i atmosfery. Geografia, geometria i grafika stanowiły ważny element jego podręcznika, opublikowanego w wielu wersjach opatrzonych komentarzem naukowym, m.in. zredagowanych przez sir Isaaca Newtona. Książka ta była w dużej mierze głosem w debacie między kartezjańskim a newtonowskim systemem naukowym, a zatem mogła stanowić filozoficzną podstawę do badań rozwoju nauki o informacji geograficznej (Kemp i in., 1997).

W Europie w 1985 r. rząd brytyjski powołał pod przewodnictwem lorda Chorleya komisję The Handling of Geographic Information, która miała przygotować rekomendacje w zakresie przetwarzania informacji geograficznych za pomocą komputera. Jej wyniki przedstawiono w specjalnym dokumencie (*Handling Geographic Information. Report of the Committee of Enquiry Chaired by Lord Chorley*, 1987), w którym wskazano 64 zalecenia, dotyczące m.in. cyfrowego kartowania topograficznego, dostępności danych zdezagregowanych geograficznie, problemów i korzyści związanych z łączeniem różnych zestawów danych, potrzeby zwiększenia świadomości użytkowników w zakresie systemów informacji geograficznej i technologii informatycznych, wdrożenia kształcenia i szkoleń, rozszerzania pól badań i rozwoju oraz istotnej roli rządu i mechanizmów koordynacji (Rhind, Mounsey, 1989). Rząd brytyjski nie widział potrzeby stworzenia – wzorem amerykańskiego – krajowego centrum badawczego, ale

---

[2] Bernhardus Varenius (Bernhard Varen, 1622–1650) był niemieckim geografem, w 1649 r. opublikował *Descriptio Regni Japoniae*, a w następnym roku *Geographia Generalis*, w którym starał się ustanowić ogólne zasady geografii oparte na szerokich podstawach naukowych. Jego dzieło, które należy do najbardziej wpływowych w historii dyscypliny geograficznej, długo utrzymywało swoją pozycję najlepszego istniejącego traktatu na temat geografii (https://en.wikisource.org/wiki/1911_Encyclop%C3%A6dia_Britannica/Varenius,_Bernhardus, dostęp: 10.04.2020).

z inicjatywy British Economic and Social Research Council (ESRC) utworzono pilotażowy program pod nazwą The Regional Research Laboratory (RRL) o zadaniach podobnych do wykonywanych przez NCGIA. Rok wcześniej wybrano wspólny komitet ESRC/NSF, który wskazał trzy projekty do realizacji w ramach programu: systemy informacji geograficznej (GIS), bazy danych wyborów i bazy danych organizacji. Postulowano, aby w ramach polityki nauk społecznych za wysoki priorytet uznać rozwój zasobów danych o zasięgu krajowym, służących wielu celom oraz uaktualnianych na potrzeby odpowiednich społeczności badawczych i celów krajowych. Równocześnie stwierdzono, że aby zmaksymalizować wartość nowych technologii informacyjnych, konieczne są znaczne inwestycje w umiejętności ludzkie (Shepherd i in., 1989). Głównym celem programu było ustanowienie regionalnych centrów doskonałości w obszarze przetwarzania danych, zarządzania bazami danych, analizy geograficznej, rozwoju oprogramowania, szkoleń i doradztwa. W 1988 r. w skład RRL weszły multidyscyplinarne zespoły badaczy z: Birkbeck College, London School of Economics, The Universities of Edinburgh, Lancaster i Newcastle, The University of Wales, College of Cardiff oraz Bath University Computer Services (Masser, 1988). W następnych latach zwiększono kwotę finansowania laboratoriów i ich liczbę (Masser, Plummer, 1990).

Współcześnie misję RRL częściowo kontynuuje centrum badawcze The Centre for Advanced Spatial Analysis (CASA) funkcjonujące przy University College London (UCL) i The Bartlett Faculty of the Built-Environment (The Bartlett School). Jego pierwszymi kierownikami byli brytyjscy geografowie i urbaniści, m.in. Michel Batty oraz Paul Longley. CASA specjalizuje się w zastosowaniu i wizualizacji technik analizy przestrzennej oraz modeli symulacyjnych w miastach i regionach, rozwiązywaniu problemów dotyczących efektywnego gospodarowania zasobami oraz skutecznego planowania i zarządzania miastami. Centrum zatrudnia zespół geografów, matematyków, fizyków, architektów i informatyków. „Naszą wizją jest odgrywanie głównej roli w nauce o inteligentnych miastach – zastosowanie jej w planowaniu, polityce i architekturze miasta w dążeniu do uczynienia naszych miast lepszymi miejscami do życia”[3].

Porównując brytyjskie i amerykańskie podejścia do badań związanych z GIScience, można stwierdzić, że najbardziej uderzające różnice między tymi dwiema inicjatywami dotyczą stylu działania i charakteru prowadzonych badań. W przeciwieństwie do NCGIA, która była koncepcją rządową, inicjatywa RRL w dużej mierze pozostawała inicjatywą oddolną. Konsekwencją tego – w ramach całego programu – była znaczna swoboda badawcza regionalnych społeczności wchodzących w skład RRL. Wymuszała ona jednak potrzebę osiągnięcia przez RRL dodatkowego samofinansowania do końca 1991 r., co w rezultacie

[3] https://www.ucl.ac.uk/bartlett/casa/about [dostęp: 10.03.2020].

prowadziło do podejmowania badań obejmujących wspólne przedsięwzięcia z agencjami sektora publicznego i prywatnego. Również CASA powstała z oddolnej inicjatywy geografów i realizuje projekty na bazie grantów – w dużej mierze Unii Europejskiej. Jak pisał w 2012 r. brytyjski geograf Haklay, znaczenie i rola GIScience w geografii są odmienne w USA i Wielkiej Brytanii. W Stanach Zjednoczonych GIScience wydaje się wyraźną subdyscypliną, z organami takimi jak Konsorcjum Uniwersyteckie dla GIScience (UCGIS) i silną grupą specjalistów, która jest częścią Association of American Geographers. Wydziały wykazują zainteresowanie rekrutacją specjalistów GIScience ze względu na oczekiwania studentów związane z nauczaniem GIS w ramach studiów. Natomiast w Wielkiej Brytanii grupa badawcza GIScience z Royal Geographic Society oraz The Institute of British Geographers jest stosunkowo niewielka. Badania GIScience są prężne, a od 1993 r. organizowana jest konferencja Geographic Information Systems Research UK (GISRUK). GIScience nie jest jednak postrzegane jako kluczowa część edukacji licencjackiej w zakresie geografii społecznej (Johnston, 2006), chociaż jest akceptowane jako przydatne narzędzie. Te regionalne różnice w znaczeniu, finansowaniu i integracji GIScience z geografią wpływają na sposób, w jaki indywidualni naukowcy postrzegają wartość tego tematu w swojej karierze i działalności (Haklay, 2012).

W Europie podobne programy powstały w innych krajach w latach 80. ubiegłego wieku. W Holandii The Netherlands Science Research Council uruchomiła i finansowała czteroletni projekt konsorcjum kilku uczelni: University of Utrecht, Technical University of Delft, Agricultural University of Wageningen oraz International Training Centre at Enschede. We Francji powstała sieć badawcza łącząca 49 zespołów naukowców pracujących w różnych regionach Francji pod nazwą Maison de la Geographic de Montpelier[4], a z inicjatywy Roberta Bruneta powstało centrum badawcze (1984–1997) Réseau d'étude des changements dans les localisations et les unités spatiales (RECLUS lub GIP-RECLUS). RECLUS funkcjonowało z potężnym centrum obliczeniowym Centre de calcul de Montpellier (CNUSC), a we współpracy z instytucjami rządowymi opublikowało wiele atlasów Francji. Równocześnie szkolono kadry naukowe i administrację oraz popularyzowano wyniki. W wyniku zmiany sytuacji politycznej z końcem 1997 r. zakończono finansowanie i działalność centrum. Obecnie jest ono stowarzyszeniem francuskich geografów[5].

Jak wspomniano wcześniej, pierwsze problemy badawcze sformułowano pod koniec lat 80. XX w., kiedy postanowiono utworzyć National Center for Geographic Information and Analysis (NCGIA). Zaproponowano wówczas pięć pierwszych tematów badawczych – były to: analiza przestrzenna i statystyka

[4] Od 1972 r. wydaje czasopismo „L'Espace géographique".

[5] http://www.mgm.fr/ARECLUS/gipf.html [dostęp: 2.04.2020].

przestrzenna, relacje przestrzenne i struktury baz danych, sztuczna inteligencja i systemy eksperckie, wizualizacja oraz kwestie społeczne, gospodarcze i instytucjonalne (Abler, 1987). Plan naukowy opracowany i zaproponowany przez NCGIA obejmował w ramach wiodących tematów ich bardziej szczegółowe kwestie („The research plan of the National Center for Geographic Information and Analysis", 1989). Po kilku latach funkcjonowania NCGIA Michael Goodchild uznał, że istnieje duża potrzeba docenienia i uznania nauki GIScience. W artykule naukowym poddał on pod dyskusję kilka zagadnień, które stały się przyczynkiem do rozwoju tej dyscypliny, np.:

1. W jakim stopniu środowisko naukowe związane z GIS napędzane jest intelektualną ciekawością na temat natury technologii GIS?
2. Jakie pytania badawcze i z jakich dziedzin pojawiają się podczas dyskusji związanych z GIS?
3. Czy dane przestrzenne, a raczej geograficzne, są wyjątkowe i mogą być przedmiotem badań? (Goodchild, 1992).

Środowisko badaczy związanych z GIS uznało, że od pojawienia się tego artykułu można mówić o początkach nauki o geoinformacji określanej jako GIScience. Jednak nie wszyscy byli zgodni co do faktu, że uprawiają tę nową dyscyplinę. W 1993 r. podczas debaty elektronicznej (przy użyciu korespondencji e-mailowej) stanowiska wypowiadających się na temat GIScience były różne, ale koncentrowały się wokół trzech kwestii (Wright, Goodchild, Proctor, 1997):

1. GIS jako narzędzie.
2. Rozwój narzędzi informatycznych w GIS.
3. GIS jako nauka.

Pierwsza sytuacja ma miejsce, gdy GIS znajduje zastosowanie na pewnym etapie badania naukowego, w którym dane przestrzenne są opracowywane za pomocą specjalistycznego oprogramowania w celu przyspieszenia obliczeń czy stworzenia prostych wizualizacji. System Informacji Geograficznej jest narzędziem możliwym do wykorzystania w każdej dyscyplinie badającej zjawiska występujące na Ziemi, dlatego jest ono szczególnie przydatne w geografii. Naukowcy używają podczas badań różnego oprogramowania komputerowego. Na przykład edytory tekstu mają ogólne zastosowanie niezwiązane z żadną dyscypliną naukową, natomiast inne programy mogą znaleźć zastosowanie wyłącznie w jednej dyscyplinie, a nawet tylko w jednym, określonym programie badawczym. Ale istnieją też takie narzędzia, które mogą być przedmiotem zainteresowania różnych dyscyplin, jak np. oprogramowanie statystyczne. Do tej grupy należy System Informacji Geograficznej, z którego korzystają naukowcy zajmujący się rozkładem zjawisk na powierzchni Ziemi. Dlatego GIS jest narzędziem szczególnie cenionym w geografii (Wright, Goodchild, Proctor, 1997).

Pomiędzy postrzeganiem „GIS jako narzędzia" a „GIS jako nauki" umieszczane były techniki tworzenia narzędzi informatycznych wykorzystywanych w Systemach Informacji Geograficznej. Dyskutanci uważali, że rozwój

programów komputerowych nie może być opisany jako nauka, lecz raczej należy do dziedziny inżynierii. Równocześnie pojawiło się w dyskusji stanowisko, że rozwój informatyczny narzędzi GIS to skutek współpracy specjalistów różnych dyscyplin, w tym informatyki, inżynierii, matematyki, a także geografii. Forum dyskutantów wskazało na dwie unikalne zdolności geografów, które są przydatne w tworzeniu oprogramowania w ramach GIS. Pierwszym z nich jest doskonałe zrozumienie pojęć geograficznych, które tworzą elementy baz danych i ich przetwarzania w Systemach Informacji Geograficznej oraz sposobów, w jakich te pojęcia są osadzone w teoriach, metodach analizy i modelach. Po drugie, geografowie są specjalistami w dyscyplinie integrującej wiedzę na temat zjawisk i procesów występujących na powierzchni Ziemi. Warto podkreślić, że dyskutanci wskazywali na bardzo silne związki Systemu Informacji Geograficznej z geografią, a wielu pionierów GIS było geografami (np. John T. Coppock, David W. Rhind, David P. Bickmore i David Unwin z Wielkiej Brytanii, Roger Tomlinson, William L. Garrison, Brian Berry, Waldo Tobler i Duane F. Marble z Ameryki Północnej). Zauważono, że geografowie, bardziej niż specjaliści reprezentujący inne dyscypliny, potrafią zidentyfikować i zrozumieć relacje przestrzenne oraz związane z GIS technologie komputerowe. Istotne były też zagadnienia społeczne rozważane w związku z GIS i rozwojem jego narzędzi, np. społeczne skutki powszechnego używania aplikacji obejmujących pełny zakres działalności człowieka, m.in. gospodarkę, politykę. Jest to skomplikowana kwestia – chodzi o wszystkie skutki informatyzacji w zakresie informacji geograficznej odczuwane przez społeczeństwo, niezależnie od celu, jaki sobie postawili twórcy narzędzia (Wright, Goodchild, Proctor, 1997).

W odniesieniu do powiązań GIS z nauką uczestnicy elektronicznej debaty mieli różne poglądy, które trudno uporządkować, gdyż cała debata nie da się sprowadzić do spójnej, naukowo przygotowanej koncepcji. Jednak można wymienić kilka wiodących tematów:

1. Ewolucja pojęć przyjętych na określenie nowej nauki opartej na informacji geograficznej. Jednym z nich jest „geomatyka" (*geomatics*), termin popularny w wielu krajach ze względu na jego prostotę i łatwość tłumaczenia na język francuski; drugim jest „nauka o informacji geograficznej" (*geographic information science*), termin dobrze znany w świecie anglojęzycznym, obecnie najczęściej stosowany.

2. Kiedy można uznać, że GIS jest nauką, a kiedy przyjmuje się, że jest narzędziem? Odpowiedź na to pytanie zależy zarówno od rygoru, z jakim narzędzie jest używane, jak i – biorąc pod uwagę naturę problemu merytorycznego – od zakresu funkcjonalności narzędzia. Kwestie te należy rozstrzygnąć osobno dla każdego przypadku. Dlatego samo stosowanie Systemu Informacji Geograficznej nie jest wystarczającym warunkiem uznania go za naukę.

3. Z którą dyscypliną naukową można powiązać GIS? Z debaty wynikało, że GIS nie jest ściśle związany z dyscypliną geografii, ale można uznać,

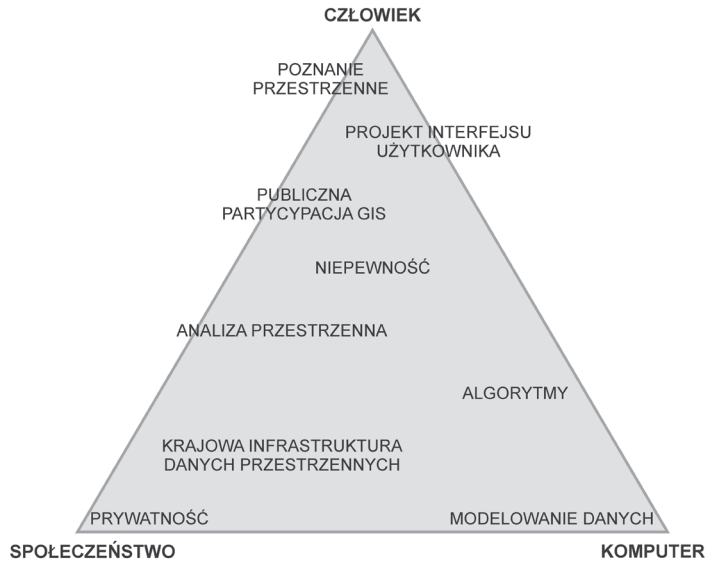
że stanowi podzbiór nauk geograficznych. Podkreślano multidyscyplinarny charakter nauki o informacji geograficznej, która oprócz nauk geograficznych powiązana jest z wieloma dyscyplinami wykorzystującymi informację geograficzną, takimi jak geodezja, kartografia, fotogrametria i teledetekcja, a także innymi, w których istotny jest aspekt przestrzenny (Wright, Goodchild, Proctor, 1997).

Pewna grupa uczestników wspomnianej debaty stawiała bardziej ogólne pytania, np. co to jest nauka? Jeśli aspekty GIS należy uznać za „naukę", to zgodnie z jakim podejściem filozoficznym są one naukowe? Zagadnienie to zostało krótko poruszone w dyskusji, ale nie zostało szczegółowo przedstawione.

Rozważania dotyczące uznania GIScience za nową dyscyplinę były podejmowane w kolejnych latach (Wright, Goodchild, Proctor, 1997). Próbowano ją zdefiniować, z zastrzeżeniem, że prawdopodobnie istnieje tyle definicji i punktów widzenia na naukę, ilu jest naukowców i nie wszystkie są koniecznie poprawne (Feibleman, 1972). Wright i inni badacze przypomnieli, że w zależności od upodobania wyróżnia się kilka różnych podejść do nauki, każde z własną ontologią, epistemologią i metodologią. Te tak zwane „-izmy" były różnie definiowane przez geografów. Przytoczono opinie (Johnston, 1986), zgodnie z którymi używano terminów „pozytywizm", „humanizm" i „strukturalizm" do opisania trzech głównych podejść naukowych w geografii społecznej. Inni badacze (Haines-Young, Petch, 1986) stosowali pojęcia „empiryzm", „pozytywizm", „relatywizm" i „krytyczny racjonalizm" w geografii fizycznej, zaś jeszcze inni (Cloke, Philo, Sadler, 1991) koncentrowali się na „marksizmie", „humanizmie", „teorii strukturalnej", „realizmie" i „postmodernizmie" w geografii społecznej (Wright, Goodchild, Proctor, 1997).

Niektórzy dyskutanci odwoływali się m.in. do krytycznego racjonalizmu Karla Poppera (Popper, 1977), tradycyjnie kojarzonego z nauką. Twierdzili, że podejście pozytywistyczne jest uprzywilejowane w odniesieniu do GIS. Równocześnie zauważali, że rygorystyczne gromadzenie i ocena danych w procesie tworzenia wiedzy nie ogranicza się wyłącznie do działania w duchu pozytywizmu lub krytycznego racjonalizmu, gdyż istnieje całe spektrum podejść, począwszy od pozytywizmu aż do postmodernizmu, których nie należy wykluczać w przyszłości rozwoju GIScience. Wspomniani badacze nie chcieli bagatelizować alternatywnych, niepozytywistycznych podejść (Wright, Goodchild, Proctor, 1997).

W 1996 r. badacze pracujący w NCGIA opracowali konceptualizację GIScience, która zawierała odniesienia do trzech obszarów: komputer, społeczeństwo i człowiek/użytkownik (rys. 2.1) i obejmowała takie zagadnienia, jak: algorytmy, modelowanie danych, analizy przestrzenne, partycypacja społeczna z GIS, prywatność, krajowa infrastruktura danych przestrzennych, niepewność, projekt interfejsu użytkownika, orientacja przestrzenna (Goodchild, 2010).



Rys. 2.1. Konceptualizacja GIScience przez NCGIA w 1996 r.
Źródło: Goodchild, 2010, s. 7

Ważny do odnotowania jest fakt, że w połowie lat 90. XX w. potencjał GIScience odkryło wiele innych dyscyplin i zaczęło wykorzystywać jej metodologie oraz narzędzia. Widać to szczególnie w dobrze opłacanych badaniach dotyczących zdrowia, w których nastąpił wzrost zainteresowania analizami przestrzennymi (Raper, 2009; Richardson, 2013).

Podsumowując, można powiedzieć, że w pierwszym etapie GIS był uważany za technologię integracji danych, które można wizualizować w postaci mapy i która zapewnia potężne narzędzia do rozwiązywania problemów związanych z analizą przestrzenną w geografii i wielu innych dyscyplinach. W tym okresie badania GIScience koncentrowały się często na roli GIS i geografii oraz ich związku z innymi dyscyplinami. Można również zauważyć, że wiele wczesnych artykułów na temat GIScience opierało się na klasycznych koncepcjach i założeniach geograficznych, np. że odległość (czas i koszt przejścia) jest główną zmienną objaśniającą zachowanie przestrzenne (Blaschke, Merschdorf, 2014).

2.1.2. Krytyka GIS

Nie wszyscy badacze pracujący z Systemami Informacji Geograficznej są przekonani, że uprawiają nową dyscyplinę nauki. Zdania od początku były podzielone, o czym świadczy wiele krytycznych artykułów naukowych na ten temat. Ta dyskusja trwa od blisko 30 lat (Goodchild 2015, 2018) i dołączają się do niej kolejne pokolenia badaczy reprezentujących różne dyscypliny naukowe,

w których Systemy Informacji Geograficznej odgrywają ważną rolę w przebiegu procedury badawczej. Rozpoczęła się ona od krytyki GIS, ale podejmowane w niej kwestie wpłynęły również na GIScience.

Mnogość dyskusji prowadzonych głównie przez amerykańskich geografów i fakt przecięcia się teorii społecznej z nauką o informacji geograficznej doprowadziły do pojawienia się terminu *Critical GIS* – CGIS. Jak pisze Schuurman (2009), CGIS nie zmaterializował się jako spójny byt w 2000 r., ale raczej zrodził się ze zmagań między geografami społecznymi a naukowcami zajmującymi się GIS w latach 90. Wówczas doszło do intelektualnego sporu między geografami społecznymi, którzy obawiali się rosnącej dominacji GIS, a reprezentantami Systemów Informacji Geograficznej, którzy byli ogólnie zaskoczeni natężeniem i zajadłością oporu wobec ich pracy (Wright, Goodchild, Proctor, 1997). Ten antagonizm – zwany potocznie „wojną naukową" w geografii – opierał się na podejrzeniu, że naukowcy zajmujący się GIS nie zwracali uwagi na postęp teoretyczny zachodzący w dziedzinie geografii człowieka, w której coraz bardziej doceniano rolę teorii społecznej i feminizmu (Schuurman, 2009). Dyskusja ta była niezwykle ciekawa i oddaje atmosferę tworzenia się tej dyscypliny w krajach anglosaskich. Z tego powodu zostaną przytoczone jej fragmenty.

Rozwój nauki o geoinformacji jest ściśle związany z technologią GIS, wobec której formułowano opinie polemiczne lub krytykujące czynione w niej postępy i związane z tym dylematy społeczne. Jednymi ze znaczących publikacji na ten temat były prace brytyjsko-amerykańskich geografów: artykuł Erica Sheppardа pt. *GIS and Society: Towards a Research Agenda* (Sheppard, 1995) oraz książka pod redakcją Johna Picklesa pt. *Ground Truth: the Social Implications of Geographic Information Systems* (Pickles, 1995a)[6].

Sheppard w swoim artykule zwrócił uwagę na ważne aspekty związane z tym, w jaki sposób społeczeństwo wpływa na rozwój GIS, a jednocześnie jak GIS wpływa na rozwój społeczeństwa oraz że można postawić ważne pytania badawcze dotyczące tych relacji, którymi powinny się zająć osoby z wiedzą specjalistyczną w zakresie teorii społecznej i GIS. Jego zdaniem rozpowszechnianie się Systemów Informacji Geograficznej spowodowało wiele problemów i wzbudziło obawy naukowców zajmujących się geografią. Z jednej strony część badaczy twierdziła, że zachodzące procesy przyspieszą jej rozwój i wreszcie zajmie ona wyższą pozycję w hierarchii jako znacząca dyscyplina w naukach ilościowych i empirycznych. Z drugiej strony jednak wielu z nich

---

[6] *Ground Truth* stanowi zbiór rozdziałów pod redakcją Johna Picklesa na temat społecznych implikacji GIS, wśród autorów poszczególnych rozdziałów oprócz redaktora byli geografowie: Michael R. Curry, Michael F. Goodchild, Trevor M. Harris, Ron J. Johnston, Richard M. Levin, Patrick H. McHaffie, Steven A. Roberts, Richard H. Schein, Peter J. Taylor, Timothy A. Warner, Daniel Weiner, Howard Veregin.

traktowało GIS z podejrzliwością, obawiając się, że duch pozytywizmu powrócił, aby prześladować tę dyscyplinę. Autor postawił w pracy kilka ważnych pytań (Sheppard, 1995):

– Czy technologia GIS jest narzędziem, czy procesem społecznym?
– Jakie są warunki techniczne i społeczne kształtujące GIS?
– Jaki jest wpływ GIS na sposoby poznania świata?
– Jak GIS kształtuje rozwiązywanie konfliktów społecznych?

Idea, że GIS lub jakakolwiek inna technologia jest po prostu narzędziem do rozwiązywania problemów, wyraża postrzeganie jej jako środka do osiągnięcia określonego celu. W tym ujęciu cele są ustalane niezależnie, a rozwój technologiczny to proces znajdowania narzędzia, które zapewnia najlepszy sposób jego osiągnięcia. W praktyce jednak trudno oddzielić środki od celów. Ponadto rozwój GIS lub jakiejkolwiek innej technologii jest procesem społecznym – nie można wyjaśnić w sposób racjonalny przyczyn tego rozwoju. Jest to przykład jednej z wielu ścieżek następowania zmian technicznych, których wybór i kierunek zostały już ukształtowane przez współczesne warunki społeczne i techniczne (Sheppard, 1995).

Autor przypomniał, że społeczne warunki, w jakich ukształtowały się Systemy Informacji Geograficznej, były związane z rozwojem powojennego społeczeństwa przemysłowego. Ważne były wówczas kwestie zwiększenia zdolności instytucji publicznych i prywatnych do wdrożenia sprawnej kontroli, organizacji produkcji oraz dostaw towarów i usług. Badacz wymienił czynniki instytucjonalne istotne dla zrozumienia ścieżek rozwoju GIS w Stanach Zjednoczonych – były to m.in. (Sheppard, 1995, s. 8):

– priorytety społeczeństwa amerykańskiego, takie jak np. żądanie nadzoru wojskowego w systemie krajowym i globalnym;
– stopień, w jakim sektor prywatny zdominował rozwój GIS;
– rodzaje problemów, które główni potencjalni klienci GIS chcą rozwiązać oraz cena, jaką są gotowi za to zapłacić;
– czynniki wpływające na dostępność danych i ich koszty;
– słabość geografii jako dyscypliny intelektualnej w Stanach Zjednoczonych, co wpływało na stopień wykorzystania wiedzy geograficznej do oceny rozwoju i zastosowania GIS.

E. Sheppard (1995) uważał, że GIS stanowi pewną uproszczoną reprezentację świata, przez co wpływa na sposoby jego poznania. Wewnętrzna logika GIS przedstawia relacje pomiędzy obiektami świata w określony sposób, gdyż systemy przechowywania danych uprzywilejowują niektóre informacje i sposoby reprezentacji tych informacji w stosunku do innych, a metody kartograficzne dają wiele możliwości wizualizacji wyników. Skupienie GIS na obserwacji danych i ich przetwarzaniu odzwierciedla szczególną epistemologię badania świata. Jest to tylko jeden ze sposobów jego poznania – nie można go utożsamiać z jedynym i niezawodnym. Autor uzasadniał to faktem, że nasza wiedza nie może zostać

sprowadzona do logiki dedukcyjnej, ponieważ ludzka inteligencja zawiera więcej niż dedukcyjne rozumowanie o tym, jak rozumiemy nasze otoczenie. Dalsze rozważania autora dotyczyły tego, jak GIS nakłada pewne ograniczenia na sposoby reprezentowania obiektów w przestrzeni, bowiem operacje obliczeniowe muszą być zgodne z podstawowymi regułami geometrycznymi i założeniami, takimi jak ciągłość lub podzielność przestrzeni (Sheppard, 1995).

Istnieją bezpośrednie i określone konsekwencje społeczne zastosowania GIS do rozwiązywania istotnych społecznie problemów przestrzennych. Zapewnienie dostępu do informacji geograficznych wszystkim klasom społecznym może przyczynić się do wspierania prawdziwie demokratycznego udziału w rozwiązywaniu problemów społecznych lub przeciwnie – może sprzyjać uprzywilejowaniu niektórych grup. Postrzeganie GIS jako naukowego narzędzia do rozwiązywania problemów, korzyści płynące z włączania w ten system wszelkiego rodzaju informacji oraz elegancja wizualnych rezultatów ich prezentowania mogą decydować o skuteczności argumentów wysuwanych przez użytkowników GIS. W takich sytuacjach pozycja i perspektywa tych grup społecznych, które mają lepszy dostęp do GIS, będą prawdopodobnie preferowane, co wpłynie na sposoby rozstrzygania konfliktów społecznych, a tym samym na kształt społeczeństwa, któremu narzędzie ma służyć (Sheppard, 1995).

W podsumowaniu swej publikacji Sheppard postuluje rozpoczęcie dyskusji nad kilkoma aspektami, które można by ująć w szerszym programie badawczym konceptualizacji relacji między GIS a społeczeństwem. Badanie historii rozwoju GIS powinno był połączone ze zrozumieniem technicznych ograniczeń i możliwości badaczy GIS, ze zdolnością teoretyków społecznych i kulturowych w celu zrozumienia, w jaki sposób kontekst społeczny kształtuje ludzkie działania i wybory. Taka analiza mogłaby pomóc zidentyfikować ścieżki, którymi podążono lub te niewykorzystane w rozwoju GIS oraz rolę warunków technicznych i społecznych w dokonywanych wyborach. Zdaniem tego autora warto włączyć do programu badania nad zastosowaniem GIS w praktyce, w szczególności studia nad wykorzystaniem Systemów Informacji Geograficznej: przez różne grupy w sytuacjach potencjalnego konfliktu lokalizacyjnego, grupy o sprzecznych interesach gospodarczych i politycznych lub te o różnych sposobach rozumienia świata. Analizy takie mogą służyć wyjaśnieniu, czy GIS faktycznie sprzyjał konkretnym interesom oraz prześledzeniu metod rozwiązania konfliktów. Kolejnym zagadnieniem może być wgląd w teorię społeczną na temat tego, skąd biorą się uprzedzenia związane z GIS i połączenie tych badań z poszukiwaniem sposobów, jak wspólnie owe uprzedzenia pokonać w celu promowania rozwoju i wykorzystania GIS. Być może wspólne badania teoretyków społecznych i specjalistów od GIS przyniosą sukcesy w tej dziedzinie, dzięki czemu wzrośnie wzajemny szacunek niezbędny do rozwiązywania bardziej ogólnych kwestii związanych z rozwojem GIS i jego wpływem na społeczeństwo (Sheppard, 1995).

Idea *Ground Truth* została wymyślona podczas rozmowy Johna Picklesa z Johnem Brianem Harleyem podczas dorocznego spotkania Association of American Geographers w Miami w 1991 r. Na tej konferencji wspomniani prelegenci zauważyli, że GIS stał się potężnym nośnikiem wiedzy przestrzennej i aktorem społecznym, a jego zastosowanie może posłużyć do realizacji strategicznych interesów różnych podmiotów oraz inwigilacji społeczeństwa. Po śmierci Harleya Pickles postanowił zredagować publikację, której celem miało być włączenie się w aktualne debaty na temat wpływu technologii na geografię społeczną. Autorzy w kolejnych rozdziałach omawiali szeroki kontekst zastosowania GIS i upowszechnienia tej technologii oraz jej społeczne implikacje (Pickles, 1995a). W książce ukazano odmienne spojrzenia na GIS, z jednej strony geografów zaangażowanych w GIS oraz teoretyków geografii społecznej – z drugiej. Publikacja przyczyniła się do ożywienia toczącej się od dawna debaty między jakościowymi i ilościowymi podejściami w geografii. Amerykańscy i brytyjscy autorzy poszczególnych rozdziałów uważali GIS zarówno za narzędzie techniczne, jak i system o implikacjach politycznych i społecznych. Niektórzy z nich sądzili, że wskutek wdrożenia tych innowacji społeczeństwa staną w obliczu nowych scentralizowanych (totalitarnych?) metod kontroli i nadzoru, konfiskaty wiedzy i władzy decyzyjnej, a w konsekwencji – zanegowania lokalnej demokracji (Di Méo, 1996). Publikacja na tyle poruszyła środowisko geografów społecznych, że po jej ukazaniu się ujrzało światło dzienne wiele recenzji (Harvey, 1995; Di Méo, 1996; Klosterman, 1996; Smith, 1996; Unwin, 1996; Didunyk, 1997) i polemicznych artykułów w czasopismach naukowych o wysokiej randze (Squire, 1996; Openshaw, 1997; Flowerdew, 1998).

Redaktor publikacji John Picles stał na stanowisku, że geografowie doskonale zdają sobie sprawę, iż historia tworzenia map na „Zachodzie" jest ściśle związana z historią podboju świata i jest prawdopodobne, że wprowadzenie GIS oraz powiązanych z tym systemem technologii wzmocni nierówności społeczne (Pickles, 1995b). Peter Taylor i Ron Johnston (1995) postrzegali GIS jako następstwo pozytywizmu z epoki „rewolucji ilościowej" i uważali, że powtarza wcześniejsze, krytykowane w latach 70. i 80. XX wieku jego błędy, a „praktykujący GIS […] są geografami ilościowymi" (Taylor, Johnston, 1995, s. 54). Ponadto widzieli oni zagrożenie w zbieraniu informacji przestrzennych przez instytucje rządowe, obawiając się „terroryzmu państwowego", szczególnie w krajach niedemokratycznych. Howard Veregin (1995) zwrócił uwagę na pojawienie się nowych problemów na drodze rozwoju nauki, jeśli cele intelektualne będą dostosowywane raczej do środków i możliwości technicznych GIS niż na odwrót. „Sama technologia odgrywa kluczową rolę w określaniu kierunków badań, które można odpowiednio i realnie zbadać" (Veregin, 1995, s. 97). Patrick McHaffie (1995) wskazał na ekonomiczne aspekty GIS. Po pierwsze, podział procesu pracy w GIS prowadzi do odseparowania wyszkolonego pracownika kartograficznego od zagadnień, którymi się zwykle zajmuje; po drugie, prywatyzacja źródeł danych powoduje,

że dostęp do nich nie jest w pełni demokratyczny. Mapa oraz zgromadzone dane stają się towarem w systemie kapitalistycznym i zasobem federalnych programów mapujących (McHaffie, 1995). John Goss (1995) podjął temat inwazyjnych strategii marketingowych wykorzystujących GIS, w których producenci, dzięki danym demograficznym, wprowadzają na rynek tożsamość konsumentów, charakterystyki gospodarstw domowych w różnych skalach i sprzedają je jako towar (Goss, 1995). Natomiast Trevor Harris (1995) z zespołem postawili kluczowe pytanie o to, w jaki sposób osoby i organizacje wdrażające GIS mogą opracować procedury społeczne do zapewnienia oddolnych procedur rozwoju tej technologii. Swoje rozważania snuli na przykładzie politycznie uwarunkowanej ekologii, która miała na celu opracowanie partycypacyjnego GIS w celu zwiększenia interakcji ze strony społeczności oraz planistów, włączenia „wiedzy lokalnej" i promowania dostępu społeczności do zaawansowanych technologii w Republice Południowej Afryki (Harris i in., 1995). Jedynie w rozdziale Michaela Goodchilda (1995) można było znaleźć bardziej wyważone stanowisko, w którym autor zwracał uwagę na tradycyjny podział na GIS jako technologię, GIS jako naukę oraz kwestie etyczne wynikające z jego wykorzystywania (Goodchild, 1995).

Dość krytycznie do omówionej wyżej publikacji odnieśli się geografowie związani zawodowo z GIS. Jednym z pierwszych był Francis Harvey (1995), który wyraził opinię, że większość autorów *Ground Truth* nie zna prac naukowych społeczności GIS (która analizuje i krytykuje praktykę społeczną GIS), a swoje rozważania opiera na komercyjnych publikacjach związanych z „przemysłem" GIS. Redukcjonistyczna interpretacja GIS i echa pozytywizmu widoczne w tekstach spowodowały u recenzenta odczucie znacznego „dyskomfortu". Uważał on, że książka jako całość prezentuje kakofonię głosów, zamiast przedstawiać różne poglądy zogniskowane wokół wspólnego tematu. Podkreślił jednak, że praca zawiera ważne dla czytelników przesłanie o społecznych implikacjach GIS oraz jego wpływie na transformację geografii (Harvey, 1995).

Francuski geograf Guy Di Méo (1996) uważał, że w publikacji pod redakcją Picklesa podjęto ważny aspekt skutków zastosowania nowych technologii GIS dla ewolucji dyscypliny geograficznej, a nawet szerzej – dla przyszłości społeczeństw. Podkreślił, że autorzy poszczególnych rozdziałów wypowiadali się ten temat w odmienny sposób. Z jednej strony, akcentowali ogromne zalety techniczne (w zakresie badań, praktyki i nauczania geografii) nowych metod przetwarzania danych i produkcji kartograficznej, wierzyli w możliwość zwiększenia upowszechnienia informacji i wiedzy poprzez postęp komunikacji elektronicznej, popularyzację GIS i map generowanych komputerowo. Z drugiej strony, uwrażliwiali na to, że nowoczesne technologie mogą sprzyjać systemowej manipulacji ludźmi i przyrodą oraz ułatwiać różne działania mające na celu wzmocnienie monopolistycznej kontroli nad ludźmi, skoncentrowanej w rękach światowego kapitalizmu, wojska, policji czy scentralizowanych sił politycznych (Di Méo, 1996).

W recenzjach książki pod redakcją Picklesa omówionych powyżej prezentowano krótkie i wyważone opinie na jej temat, uwypuklając ważne dla recenzentów kwestie. Opublikowano również kilka artykułów, których autorzy wyrażali więcej krytycznych ocen dotyczących tej publikacji i obrony GIS. Jednym z nich był brytyjski geograf Stan Openshaw (1997), który w dość mocnych słowach wypowiedział się o tekstach zawartych w tomie pt. *Ground Truth: the Social Implications of Geographic Information Systems* (Pickles, 1995a). Zauważył, że tylko część autorów miała doświadczenie w zakresie Systemów Informacji Geograficznej, ale większość z nich prawdopodobnie nigdy nie korzystała z GIS. Nie sugerował, że tylko użytkownicy systemu mogą go krytykować, ale podkreślał, że krytyczne komentarze oparte jedynie na luźnych rozmowach i plotkach mogą okazać się błędne. Jego zdaniem literatura reklamowa pochodząca od sprzedawców nie jest dobrym źródłem rzetelnych informacji. Jeśli krytyka ma być konstruktywna, należy ją oprzeć na szczegółowych badaniach i odpowiednich informacjach pochodzących z doświadczenia i przykładów. Wówczas można zidentyfikować rzeczywiste, a nie sztucznie stworzone problemy. Openshawa niepokoił fakt, że w *Ground Truth* było bardzo mało odniesień do rzeczywistych aplikacji GIS i brakowało ich szczegółowych recenzji. Zwrócił też uwagę, że publikacja w swej wymowie nie jest spójna, lecz przedstawia szereg różnych i często sprzecznych poglądów. Z tego względu postanowił wyrazić swoją opinię o rozdziałach krytycznych wobec GIS (Openshaw, 1997).

Rozpoczął od przybliżenia spolaryzowanych poglądów geografów społecznych, z których cześć jest za, a część przeciw GIS. Przyczynę tego stanu widział w odrzuceniu przez część geografów społecznych redukcjonistycznej ontologii przestrzennej, zakwestionowaniu nauki kartezjańskiej wyrażającym się w pytaniach o leżącą u jej podstaw ontologię lokalizacji obiektów. Skutkiem takiego podejścia była sytuacja, w której zasady oparte na mapie i naukach przestrzennych związanych z GIS były uważane za nieistotne. Autor postawił też dość kontrowersyjne pytanie, czy krytyczna geografia człowieka[7] odeszła tak daleko od świata GIS i jakiejkolwiek geografii związanej z mapą, że w rzeczywistości stała się tak niegeograficzna, iż jej zwolennicy mogą czuć się bardziej komfortowo w innej dyscyplinie. Próbują oni zdyskredytować i zniszczyć Systemy Informacji Geograficznej, prawdopodobnie w celu ich usunięcia z dziedziny geografii społecznej (Openshaw, 1997).

---

[7] Termin „krytyczna geografia człowieka" (ang. *critical human geography*) pojawił się w połowie lat 90. XX w. w geografii anglojęzycznej. Geografowie reprezentujący to podejście do nauki wykorzystują m.in. takie teorie, jak: anarchizm, antykolonializm, teoria ras, ekologizm, feminizm, marksizm, postmarksizm, postkolonializm, poststrukturalizm, psychoanaliza (http://sk.sagepub.com/reference/geography/n236.xml, dostęp: 20.08.2020).

Odnosząc się do rozdziału Taylora i Johnstona (1995), którzy widzieli w użytkownikach GIS geografów ilościowych, a powstanie GIS postrzegali po prostu jako rezultat rewolucji ilościowej, Openshaw utrzymywał, że jest to opinia błędna. Być może – jak pisał – wielu geografów ilościowych ma pozytywny stosunek do GIS, ale większość jego użytkowników to prawdopodobnie kartografowie, planiści, geodeci, inżynierowie, archeolodzy itp., którzy mało znają geografię ilościową lub nie znają jej wcale. Za czystą fantazję uważał uderzanie w staromodną geografię ilościową sprzed lat z nadzieją, że „zniszczenie tego świętego sanktuarium logicznego pozytywizmu podważy GIS. Ciągłe chłostanie konia, który od ponad ćwierćwiecza jest martwy, nie nada wiarygodności argumentom przeciwko GIS" (Openshaw, 1997, s. 10). Redaktor omawianej publikacji obawiał się, że pozytywistyczne epistemologie zostały wskrzeszone i zrehabilitowane (Pickles, 1995c), chociaż nie wyjaśnił, dlaczego stanowiłoby to problem (Openshaw, 1997).

Openshaw przypomniał, że głównym atutem GIS są mapy i przestrzeń, stąd krytycznie odniósł się do poglądów Picklesa i McHaffiego, którzy je odrzucali. Uważał, że taka postawa oznacza zaprzeczenie, iż badacz jest geografem, ponieważ wskazuje, że wymiar przestrzenny nie jest dla niego istotny i usuwa w ten sposób jedyny prawdziwy wyróżnik geografii społecznej na tle innych nauk społecznych. Mapy są postrzegane przez McHaffiego (1995) jako ucieleśnienie władzy w kontekście historii i socjologii procesu kartograficznego. Bardziej trafnie ujmuje to zagadnienie Goodchild, pisząc o prawdziwych problemach etycznych wynikających z wielu zastosowań GIS, które mogą służyć do promowania demokracji lub do jej tłumienia (Goodchild, 1995). Sam akt stworzenia mapy glebowej lub temperatury atmosferycznej nie jest dla geografa czymś nadzwyczajnym, ale umożliwia dostęp do tej wiedzy innym i potencjalnie daje władzę nad tymi, którzy jej nie mają. Wiedza o tym, gdzie znajdują się „dobre" gleby może zostać wykorzystana do sprawowania władzy, kontroli, ujarzmienia innych czy zysku (Openshaw, 1997).

Eksplozja danych przestrzennych z powodu rozwoju IT zbiegła się z rewolucją GIS. Jeszcze w latach 60., gdy niektórzy krytycy GIS uzyskali tytuł doktora, danych było niewiele, a biorąc pod uwagę ówczesne technologie gromadzenia danych i dostępny sprzęt komputerowy (około 32 KB pamięci), zestaw danych zawierający setki przypadków zostałby uznany za duży. W tym czasie geografia ilościowa była bogata w wiedzę, ale nie dysponowano wieloma danymi. Trzydzieści lat później liczba dostępnych informacji prawdopodobnie wzrosła o co najmniej miliard, a może więcej. Dlatego kolejnym zagadnieniem podejmowanym przez Openshawa było gromadzenie danych do budowania Systemów Informacji Geograficznej przez instytucje państwowe, co kwestionowali Taylor i Johnston (1995), którzy sądzili, że zebrane dane mogą zostać wykorzystane do wzbudzania strachu, niepewności i stosowania „terroryzmu państwowego", a następnie prowadzić do rozpadu społecznego. W opinii Openshawa (1997)

problem leżał nie w nowych technologiach, lecz w nieprzewidywalności działań agencji bezpieczeństwa, które powinny podlegać kontroli. Oczywiście można przyjąć, że państwo jest na tyle sprytne, iż zebrane dane, zastosowane metody i późniejsze analizy będą zawsze służyć osiągnięciu korzyści przez państwo. To prawda, że państwo określa, co jest gromadzone, decyduje o definicji zmiennych i wybiera lokalizację geograficzną, która ma być używana do raportowania wyników, ale niewiarygodne jest uznanie za pewnik, iż wszystkie te aspekty są w jakiś sposób zoptymalizowane na jego korzyść. Trzeba pamiętać, że w erze GIS użytkownicy, czyli zarówno naukowcy, jak i inne osoby, mogą wykorzystywać zebrane przez państwo dane do formułowania własnych argumentów oraz konfrontować je między sobą. Taylor i Johnston (1995) twierdzili ponadto, że potrzebne są teorie, dzięki którym odróżni się zależności warunkowe od koniecznych w wynikach reprezentowanych przez dane, podczas gdy w ontologicznie płytkich analizach GIS brakuje tych teorii. Zdaniem Openshawa ci, którzy posługują się jakąś teorią, powinni jeszcze wykazać, że mogą zastosować ją do GIS w sposób konstruktywny. Z kolei ci, którzy dysponują danymi, powinni wnikliwie rozważyć, jak zbudować niezbędne pomosty między teorią a interpretacją wyników. Autor ten podkreślał, że w GIS istnieje potrzeba przetwarzania danych, które nie są rozważane z punktu widzenia płci, zdrowia, bogactwa, uczuć, systemów wartości i stanu umysłu tych, którzy je zgromadzili. Głównym celem gromadzenia danych statystycznych jest uwolnienie danych od takich form podmiotowości i stronniczości. Ważna jest możliwość zastosowania tych danych do zrozumienia wzorców przestrzennych i procesów opartych na zachowaniu ludzi (na różnych poziomach agregacji, aż do poziomu światowego) (Openshaw, 1997).

Być może informacje lub fakty przechowywane w Systemach Informacji Geograficznej są uważane za szczególnego rodzaju „surowce" niezbędne do uruchomienia procesów zaprojektowanych w celu tworzenia nowej wiedzy, teorii, pomysłów i wzorów jako „produktów". Można to uznać za szerzący się empiryzm lub określić mianem „eksploracji danych" i „odkrywania wiedzy" – a właśnie to jest potrzebne współczesnej nauce. Nie są to jednak analizy wzorców i proste metody statystyczne, które charakteryzowały okres pierwszych lat rewolucji ilościowej. W dobie rozwijającej się ery IT niechęć do wszelkiego rodzaju empiryzmu opartego na danych nie zapewni dobrego startu w przyszłość. Jest to raczej krok wstecz do lat 70. niż krok naprzód w następne tysiąclecie (Openshaw, 1997).

Krytycznym sądom Veregina (1995) na temat użycia GIS w geografii społecznej (autor ten utrzymywał, że komputer nakłada ograniczenia na myśl i działanie oraz podważał motywację jego użycia w prowadzeniu badań naukowych) Openshaw (1997) przeciwstawiał opinię przeciwną. Uważał, że należy postawić pytania o to, czy rola geografii społecznej w GIS mogłaby być lepiej widoczna dzięki wykorzystaniu i rozwojowi GIS oraz pozostawieniu innym

naukom społecznym zadań obejmujących opracowanie i zrozumienie znaczenia społecznych i kulturowych kontekstów antropologicznych, historycznych i politycznych.

Problem z krytykami GIS w opinii Openshawa polegał na tym, że wielu z nich żyło przeszłością i nie miało wiedzy informatycznej lub brakowało im wyobraźni umożliwiającej ekstrapolację obecnego rozwoju geografii. Błąd, jaki popełnili Taylor i Johnston (1995) oraz inni krytycy GIS, polegał na traktowaniu GIS wyłącznie jako techniki, takiej jak analiza czynnikowa. Istnieje jednak ważna i bardziej znacząca różnica. Analiza czynnikowa jest techniką statystyczną, która spełnia wyłącznie jedną funkcję. Z kolei GIS to nie tylko narzędzie związane ze światem IT, lecz znacznie więcej niż tradycyjna technika analizy ilościowej. Jest jednocześnie zasobem danych przestrzennych o ogromnej złożoności i wyrafinowaniu, żywą istotą systemową, która szybko się rozwija zarówno pod względem zasięgu, jak i użytkowania, a faktycznie staje się przestrzenną ramą informatyczną, która stanowi podstawę geografii i społeczeństwa (Openshaw, 1997).

Na zakończenie swych rozważań Openshaw (1997) zauważył, że sukces GIS uwypuklił pogłębiającą się przepaść między geografami wykorzystującymi GIS oraz różnorodne dane przestrzenne i poszukującymi nowych metod analizy z wykorzystaniem IT a tymi, którzy wydają się nie używać komputerów, z wyjątkiem edytorów tekstu, nie lubią metod statystycznych, są antynaukowi, w dużej mierze antycyfrowi i koncentrują się na jakościowych formach analizy, z rosnącą skłonnością do badań literackich. Równocześnie nie widział zagrożenia dla rozwoju GIS ze strony badaczy takich, jak Pickles oraz innych, podobnie do niego myślących krytyków GIS. Wyobrażał sobie „logiczną niespójność w ich dialektyce, która musi wystąpić, gdy lecą w samolotach zaprojektowanych z wykorzystaniem mechaniki Newtona. Są oni zamknięci w świecie, który jest zaprojektowany, zbudowany i obsługiwany przez logicznych pozytywistów: to działa! Podobnie jak GIS" (Openshaw, 1997, s. 23).

Po dziesięciu latach od ukazania się *Ground Truth* Pickles zauważył, że zaszły pozytywne zmiany wśród antagonistów. Lata 80. i 90. XX w. obfitowały w debaty będące rodzajem „wojen naukowych" między spadkobiercami analizy przestrzennej, którzy pracowali z GIS i tymi, którzy walczyli z jego wcześniejszą pozytywistyczną, redukcjonistyczną i zorientowaną na politykę logiką. Po dekadzie epistemologicznych i metodologicznych przemyśleń marksistowskich, feministycznych i humanistycznych uczonych reprezentujących krytyczną geografię człowieka, którzy nie wzięli pod uwagę technicznych możliwości szerszego udostępniania i analizowania danych do własnych celów, technologie GIS „weszły im w drogę". Zastanawiano się, czy krytyczna geografia człowieka nie byłaby bardziej skutecznie zaangażowana w transformacje społeczne, gdyby miała większy udział w powstających technologiach. Z pewnością GIS odniósł większy sukces w programach badawczych obejmujących problemy związane

ze zmianami klimatu, polityką energetyczną, zmniejszaniem ubóstwa, rozwojem społeczności, bezpieczeństwem i ryzykiem. W tych pierwszych latach szczególnie trudno było dostrzec w GIS i geografii społecznej przestrzeń na debatę i dialog, które nie byłyby formą stronniczego sporu. Wspomniane wyżej debaty dały jednak dobre efekty w postaci intelektualnych i instytucjonalnych powiązań (Pickles, 2006).

2.1.3. Etap drugi

Na przełomie XX i XXI w. w USA odbyło się wiele konferencji, warsztatów i ukazało się niemało publikacji, w których proponowano definicję GIScience. Jedna z szerszych definicji GIScience została przedstawiona w raporcie z warsztatów zorganizowanych w styczniu 1999 r. w National Science Foundation – Geographic Information Science:

> Geographic Information Science (GIScience) to podstawowa dziedzina badawcza, która dąży do przedefiniowania koncepcji geograficznych i ich wykorzystania w kontekście Systemów Informacji Geograficznej. GIScience bada także wpływ GIS na jednostki i społeczeństwo oraz wpływ społeczeństwa na GIS. GIScience ponownie analizuje niektóre z najbardziej podstawowych tematów w tradycyjnych dziedzinach zorientowanych przestrzennie, takich jak geografia, kartografia i geodezja, jednocześnie uwzględniając nowsze osiągnięcia w dziedzinie kognitywistyki i informatyki. Ponadto pokrywa się z bardziej specjalistycznymi dziedzinami badawczymi, takimi jak informatyka, statystyka, matematyka i psychologia, i czerpie z nich postępy, przyczyniając się do postępu w tych dziedzinach. Wspiera badania w dziedzinie nauk politycznych i antropologii oraz czerpie z tych dziedzin w badaniach informacji geograficznej i społeczeństwa (Mark, 2003, s. 2).

Od początku XXI w. w literaturze naukowej coraz więcej miejsca poświęcano na definiowanie dziedziny GIScience, a coraz mniej na badania niezwiązane bezpośrednio z narzędziami GIS lub ukierunkowane na uzasadnienie przeprowadzenia badań w nurcie GIScience. David M. Mark (2003) próbował zestawić różne poglądy na temat badań GIScience ujawniające się w różnych programach badawczych i uporządkować je według powtarzających się punktów, a także przedstawić elementy składające się w jego opinii na tę dyscyplinę. Autor ten zwrócił uwagę na ontologię dziedziny geograficznej (Smith, Mark, 2001) oraz problematykę formalnego przedstawienia zjawisk geograficznych w narzędziach informatycznych, np. systemie kodowania obiektów geograficznych. Za istotną uznał jakość obliczeń związaną z kilkoma kwestiami rozpatrywanymi w kontekście GIScience, takimi jak: geometria obiektów w środowisku cyfrowym, zasady topologii obiektów oraz ich relacje przestrzenne, np. odległość i kierunek; wydajne indeksowanie danych wielowymiarowych; statystyka przestrzenna; kompleksowe ramy koncepcyjne dla analizy przestrzennej opartej na rastrze z wykorzystaniem algebry map. Większość teorii i naukowych wypowiedzi na temat GIS jest bardzo istotna, ale newralgiczne

dla GIS są dane, pomiary pozycji i atrybutów. Z tego powodu badania obejmujące pozyskiwanie i transferowanie danych oraz informacji geograficznych są dziedzinami, które należy rozwijać na bieżąco. Badania dotyczące jakości informacji geograficznych, w tym dokładności lub błędów, są ważnymi częściami programu badawczego GIScience. Kluczowa w GIScience jest analiza przestrzenna, powiązana zarówno z geografią, jak i matematyką oraz informatyką. Nauka leżąca u podstaw analizy przestrzennej już obejmuje zagadnienia z zakresu ontologii, reprezentacji i statystyki przestrzennej. Można jednak wskazać kilka tematów wymagających poszerzenia i przebadania w ramach GIScience, w szczególności *modifiable areal unit problem* (MAUP) opisany przez Openshawa (1984). Konieczne jest rozważenie, kiedy analiza przestrzenna wchodzi w skład GIScience, a kiedy jest zastosowaniem w GIScience. Wśród przekrojowych problemów badawczych w GIScience Mark wyróżnił te związane z czasem, przestrzenią i skalą (Mark, 2003).

Modele poznawcze zjawisk geograficznych obejmują według Marka m.in. badania: ludzkiej percepcji, uczenia się, pamięci, rozumowania oraz komunikacji w odniesieniu do zjawisk geograficznych, a także interakcji człowieka z informacjami i technologią GIS. Odrębny problem badawczy stanowi wpływ technologii GIS na społeczeństwo, np. w jaki sposób korzystanie z GIS przez osoby fizyczne i instytucje zmienia efektywność, skuteczność, sprawiedliwość w społeczeństwie (Mark, 2003).

Mark (2003) uważał, że GIScience ma ścisły związek z dyscypliną geografii, ponieważ obie dotyczą tych samych aspektów rzeczywistości, jednak GIScience zajmuje się ontologią, reprezentacją i zagadnieniami obliczeniowymi, podczas gdy geografia próbuje wyjaśnić i przewidzieć zjawiska geograficzne. Z tego powodu należałoby uznać, że bogactwo intelektualnych wyzwań, jakie stoją przed GIScience, może uzasadniać jej uznanie za dziedzinę multidyscyplinarną i być może nową dyscyplinę (Mark, 2003).

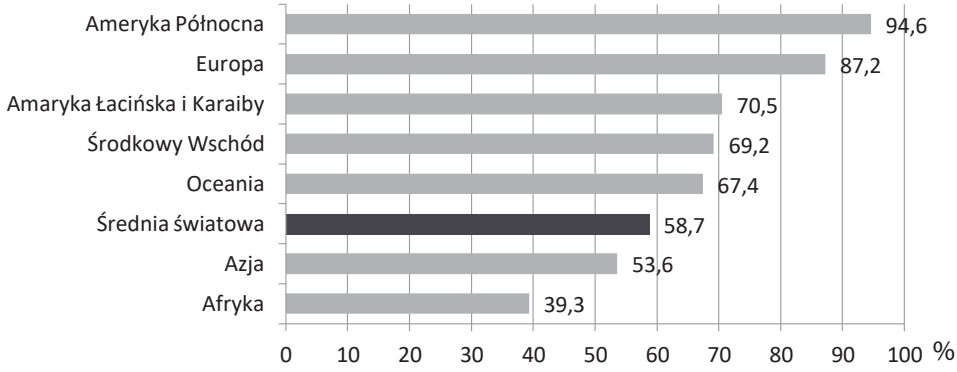
Potwierdza to fakt, że coraz więcej dyscyplin innych niż geografia zaczęło korzystać z możliwości, jakie daje GIS, co w konsekwencji doprowadziło do tego, że zastosowane metody, wartości i narzędzia otworzyły nową wieloparadygmatyczną perspektywę przed GIScience. Dyscypliny te w coraz większym stopniu wpływają na GIScience i jest to proces ciągły. W konsekwencji rozbieżności pomiędzy podejściami badawczymi, np. w geografii i informatyce, prowadzą do pluralistycznych podejść badawczych i wzrostu liczby badań przy użyciu metod mieszanych, co sprawia trudność w zdefiniowaniu tej dziedziny (Blaschke, Merschdorf, 2014).

Dziesięć lat po opublikowaniu *Ground Truth* okazało się, że rozbieżne perspektywy społecznych implikacji GIS ujawniły kluczowe obawy, wspólne dla obu stron konfliktu. Pojawienie się GIScience spowodowało konieczność opracowania bardziej rygorystycznych zasad, wyartykułowania krytyki i skupienia się na rozwoju teorii związanych z GIS. W rezultacie osoby zaangażowane w GIScience i krytycy podejścia do GIS wspólnie sformułowali szersze cele teoretyczne i zdefiniowali miejsce GIS w geografii akademickiej w Stanach Zjednoczonych. Dzięki

tym posunięciom wzrosła rola, jaką GIS odgrywa obecnie w badaniach i edukacji. Krytyka GIS sformułowana w 1995 r. w *Ground Truth*, dotycząca sposobów, w jakich te technologie i analizy mogą być wykorzystywane przez państwo, świat biznesu i organizacje polityczne, pozostała w dużej mierze aktualna. Jednak użytkownicy GIS się zmieniali, w ciągu dziesięciu lat rozwijane były nowe sposoby użycia tego systemu, a możliwość partycypacyjnego i zdemokratyzowanego GIS stała się bardzo realna. Jego zastosowanie zyskało popularność wśród nowych społeczności użytkowników. Silna, zaangażowana polityka na rzecz partycypacyjnego GIS oraz przyswajanie technologii danych przestrzennych przez działaczy społecznych i ruchy społeczne spowodowały, że całkowicie zmieniły się miejsca, sposoby i społeczności, w których korzysta się z GIS. Wśród działaczy społecznych w wielu częściach świata stosowanie GIS i innych praktyk z zakresu kartowania zaczęło mieć zasadnicze znaczenie dla mobilizacji społecznej i rozstrzygania konfliktów politycznych, m.in. z udziałem władzy (Pickles, 2006).

2.1.4. Etap trzeci

W XXI w. GIS nadal postrzegane jest jako narzędzie służące do podejmowania nie zawsze zgodnych z interesami społeczeństwa decyzji, ale związane z nim możliwości w zakresie partycypacji społecznej wzrosły. Cyfrowe i internetowe kartowanie stało się szeroko rozpowszechnioną, zaawansowaną technologicznie praktyką, umożliwiającą angażowanie się grup społecznych w bieżącą politykę i ich wpływanie na podejmowane decyzje. Niemały wpływ miał na to rozwój Internetu, lecz, jak nietrudno zauważyć, nie jest on równomiernie dostępny na świecie (rys. 2.2). Kraje afrykańskie nadal mają najgorszą dostępność do niego i nie mogą w pełni korzystać ze wspomnianych możliwości.



Rys. 2.2. Światowy wskaźnik penetracji Internetu
według regionów geograficznych w 2020 r.
(wskaźnik został policzony na podstawie liczby ludności
w dn. 3.03.2020 i estymacji liczby użytkowników)
Źródło: https://www.internetworldstats.com/stats.htm [dostęp: 28.06.2020]

Na początku XXI stulecia dostrzeżono możliwości, jakie daje zbieranie danych przestrzennych pozyskiwanych przez członków zainteresowanej społeczności użytkowników Internetu na zasadzie wolontariatu, określane jako Volunteered Geographic Information (VGI)[8] (Goodchild, 2007). Wiąże się on z rozwojem technologii i zbioru usług znanych jako Web 2.0. Sieć ta pozwala na dwukierunkową współpracę, w której użytkownicy mogą wchodzić w interakcje i dostarczać informacje do witryny, tak aby informacje te były zestawiane i udostępniane innym osobom (Scharl, Tochtermann, 2007). Równocześnie nie można zapominać, że między różnymi obszarami świata występuje przepaść cyfrowa (rys. 2.2) i w jej konsekwencji nierówny dostęp do VGI (Sui, Goodchild, Elwood, 2013). W artykule autorstwa Yan współpracowników (2020) na podstawie 346 artykułów opublikowanych w 24 międzynarodowych czasopismach naukowych związanych z GIScience przedstawiono przegląd literatury na temat badań VGI w latach 2007–2017. Blisko połowa publikacji (42%) dotyczyła jakości i wiarygodności danych VGI, zaś inne odwoływały się m.in. do: nauk społecznych, zarządzania podczas klęsk żywiołowych, monitoringu środowiska, użytkowania i pokrycia terenu oraz partycypacji społecznej.

Drugim, niemniej ważnym elementem VGI jest zdefiniowana przez Smitha (1994) inteligencja zbiorowa[9] oraz związana z nią neogeografia, która określa demokratyzację informacji wykorzystywanych i przesyłanych przez użytkowników „nie-ekspertów" w ramach sieci Web 2.0 (Turner, 2006; Batty i in., 2010; Travis, von Lünen, 2016). Dane geograficzne pojawiły się w popularnych mediach społecznościowych, takich jak Twitter czy Flickr. Twitter w 2009 r. zezwolił, aby tweety zawierały dane geograficzne, stąd pojawiło się pojęcie „geotweety", czyli tweety z odniesieniem geograficznym. Są one obiektem badań geografów społecznych i nie tylko. W marcu 2012 r. georeferencje posiadało 1% tweetów (Graham, Stephens, Hale, 2013), a już pół roku później okazało się, że ponad 3% z nich ma dostępne informacje o lokalizacji (pobrano 1,5 mld tweetów od ponad 70 mln użytkowników, średnio 38 mln tweetów od 13,7 mln użytkowników każdego dnia). Aktywność w udostępnianiu lokalizacji nie była jednak wysoka, gdyż tylko 1% bazy użytkowników Twittera zamieściło 66% georeferencyjnych tweetów. Mimo to autorzy przedstawili interesujące wnioski o użytkownikach tego medium wraz z ich rozkładem przestrzennym (Leetaru i in., 2013). Geotweety mogą być, zdaniem Jin-Kyu Junga (2015), dobrym punktem wyjścia do badań społecznych, gdyż wspomagają one badania jakościowe, pozwalają widzieć i wizualizować znaczenie danych geotagowanych w mediach społecznościowych oraz pomagają badać konteksty różnych społeczno-przestrzennych,

[8] W Polsce określane są jako „społecznościowe dane przestrzenne" (Marczak, 2015).

[9] Więcej na: http://scripts.mit.edu/~cci/HCI/index.php?title=Main_Page [dostęp: 16.06.2020].

kulturowych, politycznych i technicznych granic wiedzy (Field, O'Brien, 2010; Jung, 2015). Dane z mediów społecznościowych zawierają aspekty przestrzenne, czasowe oraz wiele atrybutów połączonych z innymi danymi, np. fotografiami na Flickerze, przez co ubogacają badania z zakresu geografii społecznej, fizycznej oraz GIScience. Przykładowo, obrazy z Flickera i Instagrama w połączeniu z danymi o powodzi dały bardzo interesujące możliwości oceny i wizualizacji powodzi podczas huraganu Harvey w 2017 r. (Feng, Brenner, Sester, 2020).

Po roku 2005 wrosła liczba aplikacji, takich jak Wiki[10], blogi, *mashup*[11] lub *geo-mashup*, dzięki którym można połączyć aplikacje online z różnych serwisów internetowych związanych z GIS (Boulos i in., 2005; Idris, Jackson, Abrahart, 2011).

Jedno ze źródeł danych stanowiło WikiLeaks, którego legalne wykorzystanie było kwestionowane, ale które pozwoliło na wgląd w wojnę w Afganistanie w latach 2004–2009 (O'Loughlin i in., 2010). W kontekście geograficznym badane były teksty raportów mających odniesienia geograficzne i czasowe, które były umieszczone w poszczególnych rekordach bazy danych. Autorzy wykorzystali eksploracyjne i opisowe miary dynamiki wojny w okresie sześciu lat. Szczegóły zamieszczone w każdym rekordzie (zdarzeniu) pozwoliły badaczom na drobiazgową analizę, dzięki której można było: zweryfikować hipotezy dotyczące natury konfliktów, zidentyfikować lidera (pierwszego aktora) i cel (reagującego) w analizie *tit-for-tat* (wet za wet), wskazać regionalne i lokalne różnice w korzystaniu z różnych rodzajów broni (IED, broń strzelecka itp.) oraz bardziej wnikliwie zbadać rolę społeczności lokalnych (etnicznych) w walce (O'Loughlin i in., 2010).

Blogi prowadzone przez pojedyncze osoby lub zespoły mogą stanowić źródło danych i wraz z technologią GIS (Hurst, 2005) przyczynić się do wspomagania badań z geografii ekonomicznej (Poon, Cheong, 2009; Jones, Spigel, Malecki, 2010), społecznej (Field, O'Brien, 2010; Mould, Joel, 2010) czy turyzmu (Ji i in., 2009; Leetaru i in., 2013).

Mashup oznacza łatwą, szybką integrację, często przy użyciu otwartych interfejsów API (interfejs programowania aplikacji), źródeł danych w celu stworzenia czegoś nowego. W kontekście aplikacji internetowych *mashup* może mieć wiele znaczeń. Na poziomie funkcjonalnym/usługowym połączeniem może być strona internetowa lub aplikacja, która łączy dane lub funkcje z dwóch lub więcej źródeł zewnętrznych w celu utworzenia nowej usługi. Pod względem treści *mashup* może być cyfrowym plikiem multimedialnym zawierającym kombinację tekstu, map, audio, wideo i animacji, który rekombinuje i modyfikuje istniejące

---

[10] Wiki – wspólna strona internetowa, którą można edytować bezpośrednio za pomocą przeglądarki internetowej, często przez każdego, kto ma do niej dostęp (https://en.wiktionary.org/wiki/wiki, dostęp: 14.06.2020).

[11] Termin *mashup* pierwotnie był używany do opisania miksowania ścieżek muzycznych w celu stworzenia nowego utworu muzycznego (Boulos i in., 2005).

dzieła cyfrowe w celu utworzenia dzieła pochodnego. Ale takie połączenie jest czymś więcej niż jedynie przykładem postępu technicznego – jego znaczenie polega na promowaniu nowego umysłowego nawyku syntezy i hybrydyzacji (Sui, DeLyser, 2012). Technologia łączenia stron internetowych, poprzez integrację usług mobilnych z aplikacją internetową GIS, została z powodzeniem opracowana i zademonstrowana w sytuacji zarządzania klęskami żywiołowymi w Indiach (Karnatak i in., 2012).

Neogeografia otworzyła nowe możliwości badawcze w ramach GIScience. Można wskazać przykłady badań w zakresie wykorzystania praktyk neogeograficznych w zarządzaniu kryzysowym i ratownictwie (Liu, Palen, 2010), np. w mapowaniu pożarów (Goodchild, Glennon, 2010), łączeniu informacji z różnych źródeł (CrisisCamp Haiti, OpenStreetMap, Ushahidi i GeoCommons) na rzecz udzielenia pomocy mieszkańcom Haiti, dzięki czemu można było w namacalny sposób wpłynąć na pracę agencji i jednostek ratowniczych bez fizycznej obecności na Haiti (Zook i in., 2010).

GIScience zostało zaadaptowane do tradycyjnych badań geograficznych, łącząc przestrzeń i czas w nowy sposób, a mianowicie metodami mobilnymi pozwalającymi na zbieranie danych w czasie rzeczywistym. Badania mobilności mogą dotyczyć ludzi, ale również innych elementów środowiska geograficznego i odwołują się do geografii czasu (Hägerstraand, 1970). Dzięki GIScience badacze mają możliwość zbierania informacji w trakcie przeprowadzanego badania (np. monitoringu środowiska przyrodniczego), a nie *post factum*. Mogą to być dane gromadzone automatycznie, np. z wszelkiego rodzaju czujników, z wykorzystaniem telefonów i ich możliwości (np. GPS – śledzenie lokalizacji) lub poprzez bezpośrednie badania użytkownika, jednak nie stacjonarnie, tylko w trakcie jego przemieszczania się. Przykładowo, spacery czy mobilne wywiady piesze mogą być dostosowane do zmieniającego się otoczenia lub sytuacji (DeLyser, Sui, 2013). Nowe jakościowe techniki GIS wspierają nie tylko geografów fizycznych, lecz także społecznych, dla których miejsce i przestrzeń są istotne z punktu widzenia ich badań (Jones, Evans, 2012). Należy dodać, że opracowano nowe metody transkrypcji przestrzennej, która pozwala na wykorzystanie analitycznej mocy jakościowego GIS do opracowania zebranych podczas mobilnego wywiadu informacji (Evans, Jones, 2011).

Nowe dane, zbierane przez wolontariuszy, różnią się znacznie od konwencjonalnych źródeł danych, w szczególności od tych gromadzonych przez wykwalifikowanych specjalistów (np. geodetów, geografów), posługujących się określonymi standardami i specyfikacjami. Dlatego kartograficzna wizualizacja na podstawie danych VGI może nie być do końca poprawna. Z tego powodu takie dane nazywane są „twierdzoną informacją geograficzną", której nie da się odnieść do cytowania autora lub innego autorytetu (Blaschke, Merschdorf, 2014). Ten nowy trend zbierania i udostępniania informacji przestrzennych, który opiera się przede wszystkim na masowej i dobrowolnej współpracy zarówno

amatorów, jak i ekspertów korzystających z technologii Web 2.0, nazywany bywa wikifikacją GIS (Sui, 2008).

Warta odnotowania jest inicjatywa Open Source Geospatial Foundation (www.osgeo.org), w ramach której tworzone są mapy znane jako OpenStreetMap (OSM). Należy pamiętać, że takie mapy powstają dzięki wolontariuszom i mogą być obarczone błędem ludzkim lub niekompletne. Ta niekompletność jest zróżnicowana przestrzennie, co dodatkowo utrudnia ich wykorzystanie (Jażdżewska, 2019). Niekiedy są one bardziej aktualne niż oficjalne mapy rządowe (np. zawierają samowolę budowlaną) albo bywają słabo wypełnione treścią, gdyż na pewnym obszarze brakowało wolontariuszy do ich edycji.

Nowe źródła danych pozyskanych od niewykwalifikowanych „zbieraczy" przynoszą też nowe wyzwania naukowe. Informacje przestrzenne dostępne w sieci WWW nie powinny być ignorowane, lecz podlegać sprawdzaniu i badaniom. Wiąże się z tym konieczność opracowania w ramach GIScience nowych koncepcji geograficznych, dzięki którym możliwe będzie lepsze zrozumienie i przeanalizowanie świata – zarówno rzeczywistego, jak i wirtualnego. Potrzebne będą nowe, bardziej niezawodne modele reprezentacji geograficznych oraz nowe techniki eksploracji danych (Sui, 2008).

W odniesieniu do GIScience można wykorzystać nowe technologie GIS związane z VGI do projektów badawczych w zakresie Public Participation Geographic Information Systems (PPGIS), Participatory Geographic Information Systems (PGIS), Collaborative Geographic Information Systems (CGIS[12]) lub Spatial Decision Support Systems (SDSS). Celem pierwszego i drugiego jest stymulowanie udziału społeczeństwa we wspólnych badaniach przestrzennych prowadzonych na własnym obszarze (Schlossberg, Shuford, 2005; Sieber, 2006).

Systemy PPGIS oraz PGIS nie są tożsame, choć początkowo pomiędzy koncepcjami je określającymi nie było wyraźnej granicy (Brown, Kyttä, 2014). Współcześnie są one odmiennie definiowane, a różnice i podobieństwa między tymi metodami są omawiane w wielu publikacjach (Tulloch, 2008; Sandström, Sandström, Nikula, 2020).

Public Participation GIS (PPGIS) definiowany jest jako dziedzina nauki o informacji geograficznej, która koncentruje się na sposobach wykorzystywania przez społeczeństwo różnych form technologii geoprzestrzennych do udziału w procesach publicznych, takich jak zaznaczanie na mapie obiektów i uczestnictwo w dyskusji na zadany temat w formie komentarzy, w celu zmiany wyniku procesu decyzyjnego (Tulloch, 2008). W PPGIS dominująca forma gromadzenia danych przestrzennych zakłada odpowiednie próbkowanie osób biorących udział w projekcie, w celu zapewnienia reprezentatywności całej populacji branej pod uwagę podczas badania (Brown, Kyttä, 2014).

---

[12] Niestety, ten akronim jest identyczny jak Critical GIS (CGIS).

Przykładów projektów badawczych związanych z PPGIS jest coraz więcej (Sieber, 2006; Brown, 2012; Brown, Reed, Raymond, 2020), pojawiają się one również w Polsce. Dotyczą one m.in.: udziału społeczeństwa w decyzjach dotyczących planowania przestrzennego (Harrison, Haklay, 2002; Bugs i in., 2010; Kahila-Tani i in., 2016; Czepkiewicz i in., 2016), zarządzania krajobrazem (McClelland, 2020), dziką przyrodą (Cox i in., 2014), lasami (Brown, Reed, 2012), rozwojem turystyki (Stewart, Jacobson, Draper, 2008), projektowania geoportalu na potrzeby PPGIS, a także wykorzystania go w planowaniu przestrzennym (Młodkowski, Walczak, Jankowski, 2016; Jankowski i in., 2016; Bąkowska, Kaczmarek, Mikuła, 2017; Haklay, Jankowski, Zwoliński, 2018; Jankowski i in., 2018; Jankowski, Czepkiewicz, Zwoliński i in., 2019; Jankowski, Czepkiewicz, Młodkowski i in., 2019) lub wykorzystania aplikacji mobilnych w PPGIS (Brovelli, Minghini, Zamboni, 2016).

PPGIS jest stosunkowo młodą dziedziną, w trakcie opracowywania fundamentów konceptualnych i teoretycznych – obecnie opiera się ona na pojęciach i teoriach zaczerpniętych z wielu innych dyscyplin. Jak piszą Brown i Kyttä:

> Jako koncepcja multidyscyplinarna, PPGIS jest przedmiotem intelektualnego przeciągania liny między dwoma dominującymi komponentami: Systemami Informacji Geograficznej (GIS) i udziałem społeczeństwa (PP). Podczas gdy ta pierwsza kładzie nacisk na technologię i informację przestrzenną, druga podkreśla ludzkie i społeczne procesy wykorzystywane do angażowania szerszej publiczności w planowanie, projektowanie i zarządzanie […]. Ta konkurencja między technologią a procesami społecznymi prawdopodobnie będzie kontynuowana, ponieważ to multidyscyplinarne partnerstwo stanowi niełatwe połączenie kontrastowych paradygmatów wiedzy (Brown, Kyttä, 2014, s. 126–127).

W przeciwieństwie do PPGIS, Participatory GIS (PGIS) dąży do promowania celów organizacji pozarządowych, grup obywatelskich i organizacji społecznych, które mogą sprzeciwić się polityce rządu, zwłaszcza w zakresie własności ziemi, praw ludności tubylczej oraz aktualnego podziału bogactwa. Zarówno PPGIS, jak i PGIS promują włączenie i wzmocnienie pozycji zmarginalizowanych lub niedostatecznie reprezentowanych populacji w rozwoju i wykorzystaniu informacji przestrzennych. Różnice między PPGIS i PGIS w dużej mierze odzwierciedlają kontekst sytuacyjny (kraj rozwinięty vs. kraj rozwijający się), w którym pojawiły się te praktyki. W krajach rozwijających się PGIS koncentruje się na uczeniu się społecznym i zaangażowaniu społeczności, przede wszystkim na obszarach wiejskich, a uzyskane mapy są potencjalnie użytecznym, lecz wtórnym rezultatem działań. PGIS jest wykorzystywany jako narzędzie programistyczne do wspierania tożsamości społeczności, wzmocnienia ich pozycji i tworzenia kapitału społecznego. Promowanie sprawiedliwości społecznej i równości stanowi często domyślny cel tego procesu. W wielu przypadkach komponent uczestnictwa jest ważniejszy niż powstałe mapy, które, jak

się uważa, są własnością intelektualną zaangażowanych w ich powstawanie ludzi oraz społeczności, które je utworzyły. Gromadzenie danych w PGIS polega na próbkowaniu celowym, tak aby zagwarantować, że kluczowi interesariusze, tacy jak liderzy społeczności, będą włączeni w ten proces. W przeszłości PGIS stosowało prostszą, niecyfrową technologię zaznaczania obiektów na mapie, która mogła być bardziej odpowiednia kulturowo do wykorzystania na obszarach wiejskich. Nanoszenie obiektów na mapie PGIS bywa często wykonywane w grupach, a uzyskane mapy odzwierciedlają raczej poglądy zbiorowości niż indywidualnych osób (Brown, Kyttä, 2014). Połączenie badań społecznych, w tym *feminist political ecology* (FPE), z PGIS w Północnej Ghanie dało bardzo dobre efekty w badaniach polityczno-ekologicznej dynamiki wykorzystania banków nasion. Dostrzeżono w nich m.in. wartość wiedzy ekologicznej rdzennych mieszkańców, systematyczne wykluczanie kobiet z procesu decyzyjnego tworzenia banków nasion oraz ich ograniczony dostęp do nasion. W ten sposób można było zaobserwować, że banki nasion powtórzyły zwyczajowe wykluczenie kobiet z wiejskiego procesu decyzyjnego (Nyantakyi-Frimpong, 2019; Dunn, 2007).

Collaborative GIS (CGIS[13]) obejmuje usługi sieci społecznościowych do wykorzystania ich w komunikacji, współpracy i generowaniu pomysłów w celu osiągnięcia porozumienia w zakresie problemów przestrzennych (Balram, Dragićević, 2006b), a także do zapewnienia platformy do udostępniania informacji georeferencyjnych w czasie rzeczywistym (Chang, Li, 2013). Zdaniem Jankowskiego i Nyergesa (2001) w badaniach „interakcji społecznych" w ramach Collaborative GIS ważne jest rozpoznanie co najmniej czterech łącznych poziomów podczas podejmowania decyzji w grupie. Są to: komunikacja, kooperacja, koordynacja i współpraca (*communication*, *cooperation*, *coordination*, *collaboration*). Można je ująć pod ogólnym pojęciem „partycypacja". Na najniższym poziomie uczestnictwa w ramach podstawowego procesu interakcji społecznych ludzie komunikują się ze sobą w celu wymiany pomysłów. Na kolejnym poziomie każdy uczestnik wspólnego działania zgadza się na wniesienie własnego wkładu, który można z kimś wymienić, każdy może również zabrać ze sobą wyniki interakcji i działać bez konieczności dalszej interakcji. Takie działanie można uznać za interakcję kooperacyjną. Skoordynowana interakcja to taka, w której uczestnicy wyrażają chęć współpracy i zgadzają się na podzielenie zadania na części w celu uzyskania wspólnego efektu. Z kolei interakcja polegająca na współpracy opiera się na założeniu, że uczestnicy grupy zgadzają się pracować nad tym samym zadaniem (lub podzadaniem) jednocześnie. Współpracując, uczestnicy tworzą synergię, a każdy z nich ma poczucie wpływu na podejmowaną decyzję (Jankowski, Nyerges, 2001, s. 49). W ramach Collaborative GIS zarówno grupa uczestników, jak i technologie oraz dane funkcjonują jako jeden połączony system (Balram, Dragićević, 2006a).

---

[13] Ten akronim jest identyczny jak Critical GIS lub Canadian GIS.

Przykład CGIS można znaleźć w studium przypadku dotyczącym konfliktu występującego na obszarach wiejskich w Idaho, w którym problemem był dostęp do ograniczonych zasobów wodnych (Ramsey, 2009).

Spatial Decision Support Systems (SDSS) to systemy wspierające decydentów w rozwiązywaniu złożonych problemów przestrzennych (Jankowski i in., 1997; Jankowski i in., 2006; Sugumaran, DeGroote, 2010). SDSS wyróżnia się w świecie DSS, ponieważ wykonalność projektu zależy nie tylko od dostępnej technologii, lecz także od danych przestrzennych możliwych do uzyskania spoza organizacji i spoza dyscypliny użytkownika SDSS (Keenan, Jankowski, 2019). SDSS łączą dane przestrzenne i nieprzestrzenne, oferują narzędzia analityczne, które pomagają w dokonywaniu wyborów w kwestiach związanych z decyzjami przestrzennymi, łączą funkcje analityczne i narzędzia dostępne w systemach informacji geograficznej (GIS). Pozwalają na modelowanie wpływu określonej decyzji oraz konsekwencji wyboru różnych opcji z użyciem technik obliczeniowych (Jankowski, 2008).

W ciągu ponad 30 lat SDSS przechodziło różne fazy rozwoju. Od początku XXI w., wraz z szybkim rozwojem technologicznym sprzętu, oprogramowania i lawinowym przyrostem danych, SDSS upowszechnił się w praktyce. Powstawały aplikacje wspomagające podejmowanie decyzji w sektorze publicznym, oparte na udziale społeczeństwa i dużej ilości danych zebranych z różnorodnych czujników rozpoznających lokalizację. SDSS odgrywało dużą rolę w podejmowaniu decyzji w sytuacjach kryzysowych, w których potrzebne było współdzielenie danych przestrzennych między organizacjami (Keenan, Jankowski, 2019).

SDSS, czyli Systemy Wspierania Decyzji Przestrzennych, stanowią krok naprzód we wspomaganiu dokonywania wyborów dotyczących środowiska. Celem SDSS jest wspieranie decydentów i praktyków w uzyskiwaniu dostępu, interpretowaniu i zrozumieniu informacji płynących z danych, analiz i modeli, a także pomaganie tym podmiotom w identyfikowaniu możliwych działań podczas procesu decyzyjnego. Dostęp do wiedzy naukowej przy podejmowaniu decyzji dotyczących środowiska ma kluczowe znaczenie w takich procesach. SDSS pozwala zgromadzić wiedzę naukową z różnych dyscyplin i wspierać powstawanie oraz integrację wiedzy ukrytej, lokalnej i tradycyjnej służącej podejmowaniu decyzji. Dzięki temu SDSS nadaje się do użycia na różnych poziomach. Systemy te można stosować począwszy od poziomu lokalnego, gdzie dokonywane są codzienne wybory w zakresie zarządzania na małą skalę, aż do poziomu krajowego i ponadnarodowego, gdzie implikacje wyborów politycznych dotyczą większych terytoriów i dłuższych okresów. Przegląd 36 unikalnych, recenzowanych artykułów naukowych pokazał, że zastosowanie SDSS w odniesieniu do kwestii środowiskowych miało miejsce na większości kontynentów i dotyczyło: gospodarki wodnej, planowania przestrzennego, leśnictwa, różnorodności biologicznej, zasobów morskich i klimatu oraz adaptacji. Opisano też działania mające na celu przetestowanie lub pilotowanie narzędzia wspomagającego podejmowanie decyzji (Rodela i in., 2017).

Dane związane z procesami fizycznogeograficznymi, zbierane i udostępniane przez wolontariuszy, mogą rzeczywiście być pomocne w trakcie zarządzania klęskami żywiołowymi i monitoringiem środowiska (Yan i in., 2020).

Przedstawione powyżej rozważania przybliżają możliwości i przykłady wykorzystania GIS nie tylko w biznesie, administracji, monitoringu środowiska, ale również obrazują wpływ tych systemów na szeroko rozumiane społeczeństwo. Jak pisze Pavlovskaya (2018), praktyki wizualizacji danych przestrzennych w postaci mapy stają się narzędziami transformacji społecznej, które mogą zmienić równowagę sił i spowodować transformację klasową. W szczególności mogą być nośnikami zmian gospodarczych alternatywnych wobec kapitalizmu, ponieważ zachęcają do kreatywności gospodarczej i społecznej. Innymi słowy, tworzą realne gospodarki, które nie dążą do maksymalizacji zysków, lecz zapewniają środki do życia, a jednocześnie na naszych oczach radykalnie zmieniają społeczeństwo (Pavlovskaya, 2018). Włączenie danych jakościowych i badań do analizy GIS jest postrzegane jako jeden z najcenniejszych wkładów Collaborative GIS (Bell, Reed, 2004) w rozwój społeczny. Pavlovskaya wskazuje, w jaki sposób GIS może zostać przekształcony poprzez włączenie danych jakościowych. Jej zdaniem GIS stanowi produkt dynamicznych procesów społecznych, a nie statyczny byt. Pod tym względem metody ilościowe są powiązane z konserwatywnymi ideologiami społecznymi, podobnie jak teoria społeczna, zaś metody jakościowe są powiązane z bardziej postępowym programem społecznym. Podział ilościowy/jakościowy pogłębiają zatem różnice polityczne. Z pewnością obie wizje wspierają rozwój teorii GIS, dlatego granica między metodami jest zatarta (Pavlovskaya, 2006).

2.1.5. Etap czwarty

Pojawienie się *big data*, czyli dużych zbiorów danych, oraz czwartego paradygmatu (por. podrozdział 1.4) miało swoje konsekwencje w rozwoju GIScience. O ile w geografii fizycznej duże zbiory danych pojawiały się wraz ze wzrostem ilości danych satelitarnych, o tyle w geografii ekonomicznej i społecznej pojawiły się one później i są wykorzystywane od stosunkowo niedawna. Ich wpływ zostanie prześledzony na przykładzie powiązań GIScience z geografią społeczno-ekonomiczną i fizyczną. Brytyjski geograf społeczny Rob Kitchin w zależności od pochodzenia dzieli duże zbiory danych na trzy kategorie: ukierunkowane, zautomatyzowane i wolontariackie. W gromadzeniu danych ukierunkowanych główną rolę odgrywa operator, który dokonując wyboru pewnych parametrów, ma wpływ na rozdzielczość danych, ich szczegółowość i niepowtarzalność. Zautomatyzowane dane są generowane jako nieodłączna, automatyczna funkcja urządzenia lub systemu. Obejmują one ślady z urządzeń cyfrowych, takich jak smartfony, które rejestrują i przekazują historię własnego użytkowania; transakcje i interakcje w sieciach cyfrowych; wykryte dane generowane przez różne czujniki zainstalowane w wybranych obiektach lub ich otoczeniu. Z kolei dane

przekazywane przez wolontariuszy to interakcje w mediach społecznościowych oraz crowdsourcing danych, w ramach którego użytkownicy generują dane, a następnie przekazują je do wspólnego systemu, takiego jak OpenStreetMap. Wspomniany badacz podkreśla ogromne możliwości, ale również wyzwania i ryzyko związane z wykorzystaniem danych (Kitchin, 2013).

Tworzenie specjalnych narzędzi i usług do eksploracji, przetwarzania i udostępniania dużych zbiorów danych przestrzennych dało impuls do wprowadzania innowacji w zakresie rozwiązywania problemów naukowych związanych z badaniem klimatu czy bezpieczeństwem narodowym, wdrażania nowych sposobów badania interakcji człowiek–środowisko, wpływu geoinformacji na życie codzienne ludzi itp. Wiele nowych możliwości pojawiło się w naukach społecznych i humanistycznych (Lazer i in., 2009), w których dotychczasowe badania obejmowały często niewielką liczbę obserwacji: wywiadów, ankiet lub studiów przypadków, na podstawie których stawiano hipotezy i starano się wyciągać wnioski. Większe zbiory danych, takie jak krajowe spisy powszechne, miały ograniczoną liczbę zmiennych, były przeprowadzane dość rzadko, zaś dane udostępniane badaczom często dotyczyły małej skali przestrzennej.

Współczesne *big data* mogą znajdować się w zasięgu zainteresowania geografów zarówno o orientacji pozytywistycznej, jak i postpozytywistycznej (Kitchin, 2013). Dla tych pierwszych *big data* tworzą, w połączeniu z możliwościami obliczeniowymi komputerów, nowy paradygmat „nauki opartej na danych", który rzuca wyzwanie ustalonym epistemologiom poprzez połączenie podejść abdukcyjnych, indukcyjnych i dedukcyjnych (Miller, 2010). Z kolei dla postpozytywistycznych naukowców era dużych zbiorów danych przynosi dostęp do ogromnej ilości nieuporządkowanych nowych danych (np. media społecznościowe) oraz do tradycyjnych, ale trudno dostępnych źródeł (np. miliony książek, dokumentów, gazet, zdjęć, dzieł sztuki itp. z całej historii), które wraz z nowymi informatycznymi narzędziami do gromadzenia danych, zarządzania i analizy otwierają nowe możliwości badawcze (Kitchin, 2013). Dzięki temu możliwa jest też analiza bibliometryczna, poszukiwanie powiązań między badaczami, a także dzielenie się doświadczeniami czy tworzenie *know-how* (Hofer, 2015).

Tempo przyrostu ilości nowych danych, opisywane jako „powódź danych" (Swanson, 2007) lub „lawina danych" (Miller, 2010), odsłania nowe pola badań dla geografów, ale też staje się dla nich szczególnego rodzaju wyzwaniem. Na podstawowym poziomie wykorzystania danych potrzebna jest wiedza i umiejętności w zakresie metod ich analizy, gdyż zbiory danych składają się z milionów lub miliardów obserwacji, generowanych dynamicznie w różnych formach (Batty i in., 2012). Nie zawsze do analizy można wykorzystać tradycyjne metody statystyczne, które zostały opracowane w odniesieniu do nauki o ograniczonej ilości danych – zazwyczaj dla małych reprezentatywnych próbek o znanych cechach. Potrzebne są zatem nowe metody opracowania danych: „W geografii społecznej można śmiało powiedzieć, że poza garstką uczonych i ośrodków jesteśmy

w dużej mierze nieprzygotowani na erę dużych zbiorów danych" (Kitchin, 2013, s. 264). Pojawiające się nowe źródła i typy danych wymagają od badaczy umiejętności trafnej oceny ich różnorodności oraz szerszego zestawu kwalifikacji niezbędnych do ich przetwarzania. Ważne są też umiejętności wykorzystywane w humanistyce cyfrowej, a także podstawowe metody kodowania, modelowania i symulacji. Przy okazji pracy z tak dużą ilością danych zacieśnia się współpraca między geografami o odmiennych doświadczeniach metodologicznych i różnych prowadzonych programach badawczych (Sui, DeLyser, 2012; DeLyser, Sui, 2013; 2014).

Kolejnym wyzwaniem dla geografów związanym z *big data* jest poszukiwanie odpowiedzi na rodzące się pytania epistemologiczne dotyczące organizacji i metodologii nauki. Wydobywanie użytecznych, istotnych informacji z zalewu danych, a także ich zrozumienie nie jest proste. Nie jest to tylko kwestia techniczna, z którą można sobie poradzić dzięki rozwiązaniom technologicznym (Floridi, 2012). Problem ten wymaga ostrożnego podejścia i ponownego przemyślenia w odniesieniu do filozofii nauki (Leonelli, 2012). Jak zauważa Kitchin (2013), w kontekście pojawienia się nowych form myślenia empirycznego i pozytywistycznego poza naukami społecznymi oraz ich wkroczenia w badanie kwestii społecznych, politycznych i przestrzennych, konieczne będzie w geografii społecznej odpowiednie przygotowanie się do obrony swojej dyscypliny. Jako przykład autor ten podaje rozwijającą się dziedzinę fizyki społecznej, w której fizycy, informatycy i badacze danych oraz inni naukowcy wypowiadają się na temat procesów społecznych i przestrzennych na podstawie analizy dużych zbiorów danych, szczególnie dotyczących miast, spekulując o domniemanych prawach, którym te dane mają podlegać, często umyślnie ignorując kilka wieków badań i doświadczeń odzwierciedlonych w naukach społecznych. W rezultacie powstają analizy dotyczące miast, które są redukcjonistyczne i nie uwzględniają skutków wpływu kultury, polityki, zarządzania i kapitału, a także bogatej tradycji badań prowadzonych w celu zrozumienia, jak miasta funkcjonują społecznie, kulturowo, politycznie i ekonomicznie. Geografia społeczna stoi zatem przed wyzwaniem zakładającym odparcie takich naiwnych form „drapieżnych" nauk, a jednocześnie umożliwienie konkurowania o finansowanie badań w tym zakresie (Kitchin, 2013). Może jej w tym pomóc włączenie się do GIScience. Współcześnie geografia społeczno-ekonomiczna jest w coraz większym stopniu związana z GIScience, o czym świadczą publikacje naukowe z tej dyscypliny (Yan i in., 2020).

Podjęcie pewnych wyzwań często niesie ze sobą ryzyko. Tak też jest w przypadku wykorzystania zalewu dużych zbiorów danych. Skąd bierze się to ryzyko? Kitchin (2013) wskazuje na kilka czynników. Uważa on, że geografia społeczna jest obecnie słabo przygotowana zarówno metodologicznie, jak i teoretycznie do wykorzystania *big data*, gdyż nauki społeczne reagowały wyjątkowo wolno na tę innowację, podczas gdy inne dyscypliny wypełniały pojawiającą się lukę. Zatem odzyskanie pół badawczych w tej dziedzinie może okazać się trudne.

Wspomnianego autora niepokoją pojawiające się opinie, że przy wystarczającej ilości danych mówią one same za siebie. Po blisko dziesięciu latach od tej wypowiedzi Kitchina (2013) można z nią polemizować. Postęp metodologiczny jest bardzo szybki, coraz większa grupa geografów społeczno-ekonomicznych korzysta z *big data*. Podejmowane są wysiłki w celu opisania zmian zachodzących w zachowaniach społecznych. Na przykład uczeni używają *big data* do zrozumienia sieci społecznościowych i nastrojów społecznych. Na podstawie zestawu anonimowych danych w całym systemie komunikatorów Microsoft Messenger, zawierających właściwości 30 mld rozmów między 240 mln ludzi, zbudowano wykresy i mapy komunikacyjne ze 180 mln węzłów i 1,3 mld nieukierunkowanych połączeń. Na ich podstawie stwierdzono, że ludzie częściej komunikują się ze sobą, gdy mają podobny wiek, język i lokalizację, a rozmowy między płciami są częstsze i trwają dłużej, niż rozmowy z tą samą płcią (Leskovec, Horvitz, 2008). Nowe ramy badawcze służące do analizy przestrzennego rozmieszczenia stron internetowych i wiadomości w mediach społecznościowych (Twitter) powiązanych z różnymi słowami kluczowymi przedstawili Ming-Hsiang i współpracownicy (2013). Ich zdaniem porównanie treści zamieszczonych w Internecie może ujawnić ważne wzorce przestrzenne i „geoprzestrzenne odciski palców" dla wybranych słów kluczowych. Zweryfikowano tę metodę na przykładzie wyborów prezydenckich w USA w 2012 r. Zauważono, że cotygodniowe zmiany prawdopodobieństwa geograficznego hostingu stron internetowych „Barack Obama" lub „Mitt Romney" są ściśle powiązane z niektórymi ważnymi wydarzeniami kampanii. Zarówno na poziom natężenia uwagi, jak i treść tweetów silnie wpłynęły skutki wystąpienia huraganu Sandy. To nowe podejście może zaowocować nowym kierunkiem badań w zakresie ilościowego analizowania ludzkiej myśli, zachowań i działań społecznych (Ming-Hsiang i in., 2013).

Naukowcy zaczynają dostrzegać nieznane dotąd perspektywy wykorzystania *big data* w geografii sportu, które mogą przyspieszyć badania w tej dziedzinie i doprowadzić do przejścia od tradycyjnego paradygmatu do paradygmatu obliczeniowego. Aby pomóc w skutecznym rozwiązywaniu najważniejszych problemów współczesnego sportu, społeczność geografów sportowych powinna stawić czoła wielu wyzwaniom, a także krytycznie przemyśleć *big data*, zachowując wyobraźnię geograficzną i socjologiczną (Tian, 2020). Shook i współpracownicy (2012) wykorzystali *big data* w badaniach geoprzestrzennych do przekształcenia ogromnych ilości danych tekstowych i ich wizualizacji w emocjonalne mapy gęstościowe o precyzyjnej rozdzielczości przestrzennej. W tym celu wykorzystano całą angielską edycję Wikipedii, wyodrębniając z niej nastroje dotyczące tematyki „konfliktów zbrojnych" występujących w 2003 r. oraz ich lokalizację. Badania zakładały przetwarzanie ogromnej ilości danych i konieczne było wykorzystanie platformy CyberGIS, opartej na krajowej infrastrukturze cybernetycznej w Stanach Zjednoczonych, używanej do intensywnej obliczeniowej analizy wizualnej (Shook i in., 2012).

Problematyka znaczenia bliskości geograficznej w interakcjach międzyludzkich w dobie Internetu i *big data* jest nowym zagadnieniem w obszarze badań. Ogromne ilości danych pochodzących z mediów społecznościowych (np. Twittera) pozwalają na przeprowadzenie ilościowych porównań w zakresie wpływu odległości na interakcje międzyludzkie w cyberprzestrzeni oraz przestrzeni geograficznej, a także na wskazanie wzorców interakcji przestrzennych w obydwu tych przestrzeniach. Oszacowanie wpływu odległości w cyberprzestrzeni może pomóc przewidzieć stopień przepływu informacji w mediach społecznościowych. Pomiar stopnia rozpowszechnienia pomysłów za pośrednictwem mediów społecznościowych może być przydatny dla użytkowników usług lokalizacyjnych, urzędników zdrowia publicznego czy działaczy politycznych. Badania prowadzone w tym zakresie pokazały, że rozkład interakcji w cyberprzestrzeni był bardziej rozproszony niż rozkład interakcji w przestrzeni geograficznej. Stwierdzono, że wpływ zmniejszania się odległości na interakcje przestrzenne ma zastosowanie zarówno w cyberprzestrzeni, jak i w przestrzeni geograficznej (Han, Tsou, Clarke, 2018).

2.2. GIScience w literaturze naukowej

Niewątpliwie pojęcie GIScience funkcjonuje w literaturze naukowej, o czym świadczą tytuły czasopism naukowych, np. „International Journal of Geographical Information Systems" (lata 1987–1996) zmienione na „International Journal of Geographical Information Science" (od 1997 r. do chwili obecnej), „Geographic Information Sciences: A Journal of the Association of Chinese Professionals in Geographic Information Systems" (1995–2008) zmienione w 2009 r. na „Annales of GIS", a także powstanie nowych, m.in.: „Transactions in GIS" (1996), „GeoInformatica" (1997), „Journal of Spatial Information Sciences" (2010), „ISPRS International Journal of Geo-Information" (2012). Od początku XXI w. organizowane były liczne konferencje naukowe, np. dwuletnia International Conference on Geographic Information Science (2000–2018), której jedenasta edycja miała się odbyć w 2020 r. w Polsce na Uniwersytecie Adama Mickiewicza w Poznaniu[14]. Również w tytułach artykułów, a także wśród słów kluczowych pojawia ten skrótowiec, co może oznaczać, iż według autora tekst reprezentuje GIScience. Ponadto powstają konsorcja uczelni, jak np. amerykańskie The University Consortium for Geographic Information Science (UCGIS), które wspiera w zakresie badań, edukacji i przedsięwzięć GIScience w szkolnictwie wyższym i instytucjach pokrewnych.

[14] Z powodu epidemii COVID-19 została przeniesiona na 2021 r. (https://www.giscience.org, dostęp: 10.07.2020).

Jak wspomniano wcześniej, GIScience to młoda, szybko rozwijająca się dyscyplina. Wyniki prac badawczych z tej dziedziny były publikowane w dziesiątkach czasopism i materiałów pokonferencyjnych. Trudno objąć je wszystkie, wymienić zagadnienia i trendy badawcze podejmowane w ostatnich dekadach. Ocena naukowej działalności badaczy zależy najczęściej od jakości samych publikacji, ale też w dużej mierze od rangi czasopism, w jakich teksty naukowe były publikowane. Czasopisma naukowe są klasyfikowane według pewnych kryteriów, w oparciu o różne metody, np. kryteria opracowane w ramach „Journal of Citation Reports" (JCR). W pewnym momencie zaistniała potrzeba formalnej oceny czasopism związanych z GIScience. Była ona bardzo istotna z punktu widzenia:

– poznania, w jaki sposób artykuły przyczyniają się do rozwoju wiedzy;
– określenia trendów, które prowadzą do opracowania polityk badawczych;
– charakterystyki środowiska naukowego (identyfikacja subdomen, możliwe zróżnicowanie zachowań badaczy według ich typu i wieku itp.);
– pogłębienia wszechstronnej wiedzy młodych badaczy na wczesnym etapie ich kariery;
– wskazania czasopism najbardziej odpowiednich do zamieszczania w nich publikacji (Caron i in., 2008).

Przed sporządzeniem na początku XXI w. wstępnego formalnego rankingu czasopism naukowych zawierających treści związane z GIScience należało zidentyfikować wszystkie czasopisma publikujące w tym obszarze. Było to dość trudne zadanie, gdyż dyskusja na temat definicji GIScience trwała od kilkunastu lat i jeszcze się nie zakończyła. Ta nowa dyscyplina przechodziła wówczas okres intensywnego rozwoju, a wspólnota naukowców podkreślała swą silną determinację do sformalizowania podstawowych pojęć i określenia granic GIScience. Na potrzeby rankingu Caron i współpracownicy (2008) zdecydowali się na przyjęcie definicji opublikowanej w Geographic Information Science Center na stronie internetowej University of California-Berkeley, w myśl której GIScience jest dziedziną badań obejmujących problemy związane z przechwytywaniem, kodowaniem, przechowywaniem, analizą, wyszukiwaniem, syntezą i rozpowszechnianiem informacji geograficznych. Kwestie te nabierały coraz większego znaczenia w miarę ewolucji nowych technologii komputerowych, takich jak systemy informacji geograficznej (GIS), teledetekcja cyfrowa (RS) i globalne systemy pozycjonowania (GPS) (Caron i in., 2008).

Rankingu czasopism dokonano metodą delficką, w której wykorzystano wiedzę międzynarodowych ekspertów w tej dziedzinie, a następnie uzyskane wyniki porównano z współczynnikami oddziaływania opracowanymi przez Journal of Citation Reports. Do szczegółowych badań pozostały 54 czasopisma, w przeważającej liczbie anglojęzyczne i kilka francuskojęzycznych. Większość z nich była wydawana w Ameryce Północnej lub Europie Zachodniej. Ostateczny ranking prezentuje tab. 2.1.

Tabela 2.1. Finalny ranking czasopism GIScience (według Caron i in., 2008)

Nazwa czasopisma	Ranga
Journal of Geographic Information Science	1
International Journal of Remote Sensing	1
Photogrammetric Engineering & Remote Sensing (PE&RS)	1
Computers and Geosciences	1
Transactions in GIS	1
GeoInformatica	1
Geomatica	1
Cartography and Geographic Information Sciences	2
Environment and Planning B	2
IEEE Transactions Geoscience and Remote Sensing	2
Remote Sensing of Environment	2
Computers, Environments and Urban Systems	2
Annals of the Association of American Geographers	2
URISA Journal	2
Environment and Planning A	2
Landscape Ecology	2
Cartographica	2
Journal of Geographic Information and Decision Analysis	2
Marine Geodesy	2
Revue Internationale de Géomatique	2
Geographical System	2
Professional Geographer	2
Transactions of the Institute of British Geographers	3
Earth Surface Processus and Landforms	3
Progress in Human Geography	3
Spatial Cognition and Computation	3
Mapping Sciences and Remote Sensing	3
Canadian Journal of Remote Sensing	3
Cartographic Journal	3
Geographer	3
Geoscience Canada	3
Cybergeo	3
International Journal of Urban and Regional Research	3
Applied Geography	3
Surveying and Land Information Science	3
Earth Observation and Remote Sensing	3
Cartographic Perspectives (Journal North American Cartographic Information Society)	3

Tab. 2.1 (cd.)

Nazwa czasopisma	Ranga
Acta Cartographica	3
Remote Sensing Reviews	3
Espace Géographique	3
Geofocus International Review of GI Science and Technology	3
Mappemonde	3
Geographical Analysis	3
Geocarto International	3
Geomatique Suisse	4
Géospatial Solutions	4

Źródło: Caron i in., 2008.

Literatura naukowa na temat GIScience była również przedmiotem innych badań. Kolejny ranking czasopism powstał z bazy danych Geobase Elseviera oraz Web of Science, z których wyodrębniono publikacje za pomocą słów kluczowych „GIS" lub „geographic information" w publikacjach wydanych w latach 1992–2007. Okazało się, że wciągu 15 lat wzrastała liczba czasopism, w których odnotowano powyższe słowa kluczowe, przyrastała też liczba publikacji (w sumie w ciągu 15 lat opublikowano ich ponad 20 tys.). Przyrost liczby czasopism powiązanych z GIS spowodował zmniejszenie się odsetka tekstów dotyczących GIS w danym czasopiśmie (tab. 2.2). W 1992 r. 10 najwyżej pozycjonowanych czasopism zawierało blisko 40% publikacji z dziedziny GIS, a po 15 latach wartość ta spadła do 15%. Podobna tendencja uwidoczniła się wśród 30 i 60 najlepiej notowanych czasopism (Sun, Manson, 2011).

Inne podejście do badań trendów i wzorców działalności badawczej w dziedzinie GIScience w latach 1997–2007 polegało na odniesieniu się w artykułach naukowych do priorytetów badawczych określonych przez University Consortium of Geographic Information Science (UCGIS). Do badań tego zagadnienia wybrano 985 artykułów naukowych opublikowanych w sześciu uznanych czasopismach naukowych: „Transactions in GIS, International Journal of Geographic Information Science", „Cartography and Geographic Information Science", „Geo Informatica", „Annals of the Association of American Geographers", „The Professional Geographer". Metodą Latent Semantic Analysis (LSA) zbadano związki między różnymi tematami badawczymi GIScience opisanymi przez UCGIS. Przebadano przestrzenne i czasowe układy powiązań między publikacjami a różnymi tematami dotyczącymi GIScience, aby pokazać rozwój GIScience w ciągu 11 lat. Wyniki odsłoniły również powiązania między badaczami GIScience, którzy dzielą te same zainteresowania badawcze za pośrednictwem swoich publikacji, niezależnie od ich cytowania lub współautorstwa.

Na podstawie opublikowanych artykułów ujawniono sieci społecznościowe naukowców zajmujących się GIScience, a także wiodące ośrodki naukowe realizujące priorytety badawcze UCGIS. Wskazano takie miejsca, jak: Santa Barbara (11 tematów), Londyn (11 tematów), Hongkong (10 tematów), State College (9 tematów) i Melbourne (9 tematów). Potwierdza to znaczącą rolę tych miejsc w rozwoju GIScience. W ujęciu geograficznym badania GIScience widoczne były przede wszystkim w Ameryce Północnej i Europie, a także w Australii, Brazylii, Chinach (Pekin i Hongkong), Nowej Zelandii, Afryce Południowej, Korei Południowej i na Tajwanie (Parr, Lu, 2010).

Tabela 2.2. Czasopisma publikujące artykuły GIScience 1992–2007

Rok	Liczba czasopism	Liczba publikacji ogółem	Top 10 czasopism		Top 30 czasopism		Top 60 czasopism	
			liczba publikacji	%	liczba publikacji	%	liczba publikacji	%
1992	170	356	138	38,76	199	55,90	246	69,10
1993	191	390	136	34,87	206	52,82	259	66,41
1994	251	443	108	24,38	185	41,76	245	55,30
1995	307	601	136	22,63	240	39,93	321	53,41
1996	408	904	194	21,46	337	37,28	457	50,55
1997	466	1049	243	23,16	398	37,94	525	50,05
1998	478	1046	195	18,64	355	33,94	494	47,23
1999	511	1085	143	13,18	285	26,27	435	40,09
2000	548	1280	230	17,97	426	33,28	590	46,09
2001	591	1359	221	16,26	423	31,13	573	42,16
2002	668	1538	235	15,28	438	28,48	622	40,44
2003	672	1721	255	14,82	524	30,45	733	42,59
2004	757	1802	229	12,71	480	26,64	709	39,35
2005	715	1678	248	14,78	503	29,98	705	42,01
2006	970	2440	340	13,93	656	26,89	916	37,54
2007	948	2489	320	12,86	637	25,59	932	37,44
Razem	3183	20 181	2717	13,46	5159	25,56	7234	35,85

Źródło: Sun, Manson, 2011, s. 5.

Rozlewające się na wszystkie kontynenty naukowe idee GIScience znalazły swój wyraz w coraz szerszych sieciach społecznościowych GIScientist, które również stały się przedmiotem badań (Sun, Manson, 2011). Wykorzystano do tego celu dwie akademickie bazy danych (publikacje wydane w latach 1992–2007): Geobase Elseviera obejmujące 20 tys. czasopism międzynarodowych oraz Web of Science, które gromadzi ponad 23 tys. czasopism i 10 tys. unikatowych. Rekordy z publikacjami zostały wyodrębnione za pomocą słów kluczowych „GIS" lub „geographic information" i na ich podstawie badano wewnętrzną strukturę społeczności GIScience. Badania wykazały, że rozwój GIScience charakteryzował się niezwykłym przyrostem publikacji współautorskich z 766 do 7403, co może sugerować ewolucję społeczności GIScience w kierunku badań zespołowych. Z tej analizy wynikało, że w badania GIScience coraz częściej angażowały się duże zespoły badawcze. Było to zgodne z trendami obserwowanymi w większości nauk przyrodniczych i rosnącą liczbą podpól w naukach społecznych (Sun, Manson, 2011). Interesujące wyniki dała też analiza powiązań w skali indywidualnej. Na przykład pozornie niewielka liczba artykułów Davida Marka, jednego z twórców GIScience i płodnego badacza, była konsekwencją publikowania przez tego autora wielu tekstów niezawierających uwzględnionych w badaniach słów kluczowych – zamiast nich Mark użył takich terminów, jak: fraktal, skala, wyszukiwanie przestrzenne i ontologia. Może to oznaczać, że wybrana metoda nie była doskonała. Jako jej słabość można też uznać fakt, że nie obejmowała publikacji nieanglojęzycznych (Sun, Manson, 2011). Kolejni naukowcy zajęli się wyłącznie analizą wpływu Davida Marka na rozwój GIScience. Wybrali oni w słowach kluczowych jego imię i nazwisko w bazach danych Web of Science (Skupin, 2014) lub Google Scholar (Zhan, Gong, Liu, 2014).

Pewne wytyczne do oceny potencjału badawczego GIScience przynosi naukometria, która zajmuje się zrozumieniem wzorców badawczych, wpływem publikacji naukowych na dyscyplinę, czyli ilościowymi aspektami nauki i technologii. W badaniach wykorzystywane są bazy danych publikacji naukowych (tab. 2.3), w których wyszukuje się teksty według słów kluczowych. Interesujące wyniki w tego typu analizach uzyskali Blaschke i Eisank (2012), którzy w trzech różnych bazach: Web of Science, Scopus i Google Scholar utworzyli dwie kwerendy. W pierwszej poszukiwano związku z odniesieniem do nauki („GIScience" OR „Geographic Information Science" OR „Geographical Information Science"), w drugiej – odniesień do Systemów Informacji Geograficznej („GIS" OR „Geographic Information System" OR „Geographical Information System"). Wykazano, że Google Scholar wykrywało znacznie większą liczbę artykułów związanych z GIScience w porównaniu do Web of Science i Scopus (771 vs. 120 i 117); w przypadku drugiej kwerendy było podobnie, ale różnice były mniejsze. Podobne związki z bazą danych zanotowano dla średniej liczby cytowań rocznie dla 35 najczęściej cytowanych artykułów związanych z GIScience i GIS. Liczba artykułów rocznie w bazie danych Scopus dla kwerendy 1 i 2 w latach

1990–2011 wzrastała logarytmicznie. W latach 1990–2011 liczba corocznie publikowanych tekstów o GIS wzrosła z 775 do 6642, a wśród tych dotyczących GIScience – od 1992 r. z kilku do 75 rocznie. Autorzy zastanawiają się, dlaczego liczba artykułów – i ich cytowania – jest mniejsza, niż wielu badaczy związanych z GIScience mogłoby się spodziewać. Uważają, że przyczyną może być sam fakt, iż wielu naukowców nie zna terminu „GIScience" oraz jego metod i metodologii, a może nawet nie zdają oni sobie sprawy z tego, że praktykują GIScience. Podstawowe badania promujące rozwój teorii, ram metodologicznych i paradygmatów w GIScience są wciąż stosunkowo rzadkie, podobnie jak publikacje na ten temat. Skoro liczba publikacji zawierających termin „GIScience" i jego synonimy znacznie wzrasta, można spodziewać się dalszego szybkiego rozwoju dyscypliny, co doprowadzi do większej świadomości i częstszego użycia tych terminów w tekstach naukowych (Blaschke, Eisank, 2012).

Tabela 2.3. Badania bibliometryczne z obszaru GIS, GIScience

Źródło bazy danych	Autorzy	Słowa kluczowe
Institute for Scientific Information (ISI)[a]	Gutiérrez, López-Nieva, 2001[b]	„Geography"
Institute for Scientific Information (ISI)	Tian, Wen, Hong, 2008	„GIS"; „geographic information system"
Google Scholar; Microsoft Academia; Scimago Journal & Country Rank (SJC); Mendeley	Kuhn, Brox, 2011	„GIScience"
Geobase Elseviera, Web of Science	Sun, Manson, 2011	„GIS"; „geographic information"
Web of Science (ISI), Elsevier's Sci Verse Scopus, Google Scholar	Blaschke, Eisank, 2012	„GIScience"; „Geographic Information Science"; „Geographical Information Science"; „GIS"; „Geographic Information System"; „Geographical Information System"
Web of Science	Wu, 2013	„Transportation Science and Technology"
Międzynarodowa ankieta wśród osób identyfikujących się jako naukowcy zajmujący się informacją geograficzną	Kemp, Kuhn, Brox, 2013	–

Tab. 2.3 (cd.)

Źródło bazy danych	Autorzy	Słowa kluczowe
The Science Citation Index (SCI), Social Sciences Citation Index (SSCI)	Zhuang i in., 2013	„Remot* sens*”
Web of Science	Mohamad, Masrek, Rasam, 2013	„GIS”; „Geographical Information System”
Web of Science	Skupin, 2014	„David Mark”
Google Scholar	Zhan, Gong, Liu, 2014	„David Mark”
Social Sciences Citation Index (SSCI), Science Citation Index Expanded (SCIE), GEOBASE, GeoRef, Scopus	Scarletto, 2014	„GIS”
Web of Science, Scopus and Google Scholar	Xuemei i in., 2014	„Geographic Information System”; „GIS”; „Spatial visualization”; „Spatial analysis”
Wybrane czasopisma	Duckham, 2015 Parr, Lu, 2010 Biljecki, 2016	słowa kluczowe opisujące pięć obszarów badań
GEOBASE, GeoRef, Inspec, Ei Compendex, Cambridge Scientific Abstracts (CSA), PASCAL, GEOPHOKA, Bibliographia Cartographica, VINITI, Scopus, Web of Science (WoS) Google Scholar	Stojanovski, Frančula, Lapaine, 2015	–
Web of Science (WOS)	Wei, Grubesic, Bishop, 2015	„Geographical Information System”
Scopus; Altmetric; Mendeley	Biljecki, 2016	„GIScience”
Web of Science (WoS), Google Scholar, arXiv.org, CNKI	Liu i in., 2016	„geo* AND ontolog*”
Web of Science (WoS)	Li i in., 2017	„geo* AND ontolog*”

Źródło bazy danych	Autorzy	Słowa kluczowe
Web of Science (WoS), Core Collection	Bielecka, Burek, 2019	„spatial data" quality; „spatial data" uncertainty; geodata quality; geodata uncertainty; „geographic data" quality; „geographic data" uncertainty; „geospatial data" quality; „geospatial data" uncertainty
Web of Science (WoS)	Melo, Queiroz, 2019	„Geographic* Information System*", „GIS", „GIScience"
Web of Science, Scopus	Keenan, Jankowski, 2019	„spatial decision support system"; „spatial DSS"; „decision support system"; „decision support"; „DSS"; „geographical information system"; „geographic information system"; „Geographic" and „GIS"; „Geographical" and GIS"; „spatial" and „GIS"; „decision" and „location analytics"; „location-based service"; „location-based service"

[a] Web of Science (wcześniej znana jako Web of Knowledge) to strona internetowa, która zapewnia dostęp oparty na subskrypcji do wielu baz danych, które zawierają kompleksowe dane cytowań dla wielu różnych dyscyplin akademickich. Został pierwotnie wyprodukowany przez Institute for Scientific Information (ISI), a obecnie jest zarządzany przez Clarivate Analytics (wcześniej Thomson Reuters, dział własności intelektualnej i nauki; https://en.wikipedia.org/wiki/Web_of_Science, dostęp: 10.06.2020).

[b] Autorzy badali stopień umiędzynarodowienia czasopism związanych z geografią społeczną.

* Również: „remote sensing", „remote sense", „remote sensor", „remoting sensing", „remote sensory", „remoted sensing", „remotely sensing", „remotely sense", „remote sensed", „remotely sensed", „ground remote sensing", „aerial remote sensing", „space remote sensing", „satellite remote sensing" etc.

Źródło: opracowanie własne na podstawie e-zasobów Biblioteki Uniwersytetu Łódzkiego oraz Biljecki, 2016.

Coraz szerszy zakres badań związanych z oceną jakości, wpływu czasopism i publikacji naukowych oraz powiązań sieciowych społeczności badaczy zainteresowanych rozwojem GIScience daje obraz stałego rozwoju tej dyscypliny. Wymienione powyżej badania obejmowały w większości literaturę anglojęzyczną oraz publikacje indeksowane w bazach naukowych. Z tego powodu nie jest znany proces jej rozwoju w krajach o słabszej kondycji naukowej, ekonomicznej, których czasopisma krajowe nie są jeszcze umieszczone w opisanych bazach (co jest odpłatne), a także w krajach, w których językiem publikacji jest często język ojczysty, jak to ma miejsce we Francji, Polsce czy Chinach. Konieczne są dalsze badania w tym zakresie.

Rozdział 3

NAUKA O GEOINFORMACJI W POLSCE

3.1. Wprowadzenie

W polskiej nauce dyskusja o GIScience rozpoczęła się dopiero na początku XXI w. (Gaździcki, 2006; Jażdżewska, Urbański, 2013; Jażdżewska, 2014) i była opóźniona w stosunku do amerykańskiej około 20 lat. Stanowiło to skutek wieloletniego zapóźnienia w implementacji i rozwoju Systemów Informacji Geograficznej (GIS) w polskich uczelniach. Nieliczni naukowcy mieli szansę na zagraniczne staże w krajach, w których GIS był już dobrze znany i nauczany, i to oni pierwsi wprowadzali te innowacyjne rozwiązania do polskiej geografii. W większości musieli dokształcać się sami, a po roku 1990 i transformacji ustrojowej w Polsce mieli już do dyspozycji pierwsze profesjonalne oprogramowanie. Należy w tym miejscu przypomnieć, że na początku lat 90. ubiegłego wieku polska nauka zaczęła odrabiać opóźnienie, ale o ile dostęp do literatury zagranicznej stawał się coraz bardziej powszechny, to opóźnienie w technologiach było ogromne. Dotyczyło ono sprzętu, oprogramowania, lecz przede wszystkim kształcenia z wykorzystaniem tych technologii. Nie każdy zdaje sobie sprawę z funkcjonowania w czasach zimnej wojny (1949–1994) Coordinating Committee for Multilateral Export Control (COCOM), który skupiał 17 państw zachodnich (USA, Japonię, Australię i kraje zachodnioeuropejskie), dysponentów najbardziej zaawansowanych technologii. Miał on bardzo ważne zadanie niedopuszczenia do uzyskania przez którykolwiek z krajów tzw. bloku wschodniego – i za ich pośrednictwem Związku Radzieckiego – najnowocześniejszych towarów i technologii tzw. podwójnego zastosowania, tzn. mogących, obok normalnych zastosowań cywilnych, posłużyć np. do rozwoju techniki wojskowej, skierowanej przeciw państwom zachodnim. Należały do nich technologie związane z GIS. Ograniczenia nałożone przez COCOM na Polskę i niektóre inne kraje Europy Wschodniej zostały zniesione w 1990 r., co umożliwiło m.in. rozwój Internetu w tej części świata, a pierwsza decyzja o zlikwidowaniu wszelkich ograniczeń

została podjęta na początku maja 1991 r. w odniesieniu do Węgier; wkrótce potem nastąpiły one w stosunku do pozostałych krajów[1].

Z powodów politycznych i gospodarczych rozwój nauki w Polsce przebiegał odmiennie od rozwoju nauki w krajach „za żelazną kurtyną". Część polskich geografów, dzięki nielicznym kontaktom z badaczami z krajów rozwiniętych, miała tego świadomość i postulowała szybszy rozwój komputeryzacji w geografii oraz doceniała wagę informacji geograficznej. Prześledzenie rozwoju polskiej geografii na podstawie literatury przedmiotu, która rzadko uwzględniała wybrane aspekty filozofii nauki i techniki, wymaga od czytelnika dodatkowej wiedzy na temat uwarunkowań społecznych, politycznych, instytucjonalnych i finansowych, w jakich pracowali ówcześni badacze.

Autorka na podstawie subiektywnie wybranej literatury, która ukazała się po roku 1945, zdecydowała się szerzej zaprezentować poglądy kilku czołowych polskich geografów na temat stanu geografii i jej przyszłości w odniesieniu do filozofii i metodologii nauk, podziału na subdyscypliny oraz współpracy z innymi dyscyplinami. Przy wyborze wypowiedzi kierowano się faktem, że w swoich rozważaniach na temat dyscypliny badacze pisali często o niej jako całości i w dłuższym horyzoncie czasowym. Komputeryzacja oraz System Informacji Geograficznej były zauważane w dyskursie naukowym polskich geografów, lecz niestety trudno odnaleźć w tych publikacjach nawiązania do filozofii techniki. Autorka widzi potrzebę odniesienia się do tej kwestii. Z tego powodu zarysowane będą pewne fragmenty opinii i dyskusji prowadzonych przez polskich geografów, które zdaniem autorki wiążą się z wpływem nowych technologii na rozwój nauk geograficznych, w szczególności w zakresie pozyskiwania, oceny i przetwarzania danych, a także metod badań geograficznych. W rozdziale przedstawiony zostanie rozwój polskiej geografii ze szczególnym uwzględnieniem: informacji geograficznych, matematyzacji geografii, jej wchodzenia w erę informatyczną, odniesień do filozofii nauki i techniki, wprowadzania do jej metodologii Systemu Informacji Geograficznej oraz próby kreowania dyscypliny nauki o geoinformacji.

---

[1] https://pl.wikipedia.org/wiki/CoCom [dostęp: 10.04.2019]. Warto wiedzieć, że po rozwiązaniu COCOM jego zadania i funkcje przejęła nowa organizacja, powołana pod nazwą Porozumienia Wassenaar. Wspólna deklaracja organizacji została ogłoszona 19 grudnia 1995 r., w porozumieniu uczestniczyły też: Federacja Rosyjska, Republika Czeska, Węgry, Polska i Republika Słowacka. Obecnie grupuje 42 państwa. Organizacja powstała w celu przyczynienia się do bezpieczeństwa oraz stabilności regionalnej i międzynarodowej poprzez promowanie przejrzystości i większej odpowiedzialności transferów broni konwencjonalnej, towarów i technologii podwójnego zastosowania (https://pl.qwe.wiki/wiki/Wassenaar_Arrangement; https://www.wassenaar.org, dostęp: 15.04.2020).

3.2. Informacje geograficzne i nowe technologie w naukach geograficznych

Jakość danych pozyskiwanych przez geografów wpływa na jakość ich prac naukowych. W okresie przedinformatycznym geografowie mieli świadomość, że gromadzone przez nich informacje powinny podlegać ocenie[2]. W 1949 r. Stanisław Leszczycki postulował, aby w recenzji prac geograficznych poszczególnych badaczy uwzględnić ocenę danych i zastosowanych metod: „Ścisłość lokalizacji zjawisk w przestrzeni, dokładność oznaczenia ich w czasie, a także ścisłość i właściwość stosowanych przez badacza metod i kontrolę, czy nie nastąpiło świadome lub nieświadome ich pomieszanie oraz stwierdzenie, jaki światopogląd reprezentował badacz, a także w jakim środowisku żył i pracował" (Leszczycki, 1975, s. 15). Równocześnie wprowadzono cenzurę i utajnienie informacji na mapach topograficznych, które dodatkowo były zniekształcane pod względem odwzorowawczym, przez co straciły kartometryczność. Mapy topograficzne służyły jako podstawa do sporządzania map tematycznych, czyli konsekwencje zniekształceń przechodziły na kolejne mapy (Ciołkosz, 2008). Mapa jako podstawa pracy geografa stała się niepewnym i trudno dostępnym źródłem informacji przestrzennej w okresie powojennym.

Antoni Kukliński (1983) podsumowując okres 1949–1960 w geografii polskiej stwierdził, że dokonała się rewolucja naukowa, która stworzyła drugi paradygmat rozwoju tej dyscypliny. W geograficznej literaturze światowej pojawiły się nowe trendy, związane z tzw. rewolucją ilościową, które miały wpływ na polską geografię. W latach 60. XX w. zaczęły pojawiać się nowe wzorce postępowania wynikające z matematyzacji postępowania badawczego oraz integracji nauk geograficznych. O ile „rewolucja ilościowa" na świecie dawała badaczom coraz szerszy dostęp do komputerów, o tyle w Polsce czekała geografów jeszcze długa droga do ich zastosowania (Kukliński, 1983). Maszyny matematyczne były w tym czasie w Polsce niedostępne – dopiero w 1958 r. uruchomiono pierwszą polską maszynę cyfrową XYZ (Targowski, 2013).

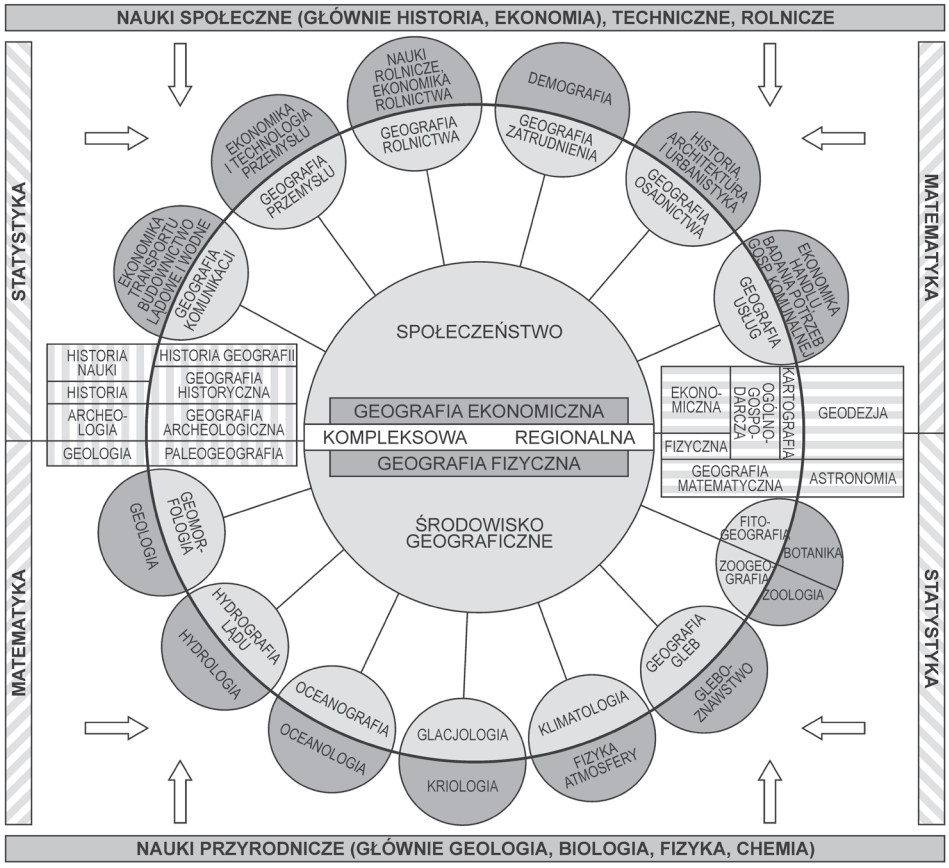
Stanisław Leszczycki w publikacji pt. *Nowe uporządkowane nowsze kierunki i prądy w geografii* (Leszczycki, 1958) sformułował definicję geografii, w której podkreślił, że kładzie ona duży nacisk na ocenę położenia geograficznego, kartometryczność oraz metody graficzne, co w konsekwencji czyni z geografii naukę bardziej ścisłą. Autor uważał za słuszne dążenie do wyrażania stwierdzeń geograficznych w sposób możliwie ścisły i stosowania w tym celu metod statystycznych. Równocześnie sądził, że niewielu geografów ma dobrze opanowaną matematykę, przez co jej rozwój z zastosowaniem metod ilościowych może być

[2] Przygotowanie i ocena danych są obecnie jednym z elementów komputerowego przygotowania zbiorów danych do analizy.

powolny. Zwrócił też uwagę na nowe możliwości wykorzystania do badań geograficznych zdjęć lotniczych, stosowanych już w Stanach Zjednoczonych. Interesujące jest spostrzeżenie autora na temat wykorzystania geometrii w badaniach geograficznych:

> [...] póki bada się stosunki przestrzenne pomiędzy punktami, liniami, płaszczyznami i bryłami, wszystko wydaje się jasne i ścisłe. Z chwilą jednak, gdy punktom, liniom i powierzchniom nadaje się wartości lub cechy jakościowe, rozważania się komplikują (Leszczycki, 1958, s. 554)

Warto zaznaczyć, że problem będący przedmiotem rozważań wybitnego geografa zaledwie kilkadziesiąt lat później rozwiąże wykorzystanie Systemu Informacji Geograficznej.



Rys. 3.1. Podział nauk geograficznych według S. Leszczyckiego
Źródło: Leszczycki, 1962

Po 1960 r. S. Leszczycki po raz kolejny położył nacisk na fakt, że ze zbieraniem danych ściśle łączy się ocena ich wartości i wiarygodności. Był zdania, że metody oceniające wartość zgromadzonych materiałów nie są wystarczająco rozwinięte, dlatego należy podjąć na tym odcinku dalsze wysiłki. Rozwój nauk geograficznych widział w połączeniu z ich matematyzacją, czyli wyrazem dążenia do ścisłości i rozbudową ich podstaw matematycznych. Równocześnie stwierdzał, że matematyzacja nie jest warunkiem integracji nauk geograficznych i postulował na przyszłość stworzenie opracowań metodologicznych, mających na celu integrację nauk geograficznych (Leszczycki, 1964).

Warte przypomnienia jest usystematyzowanie specjalizacji w ramach nauk geograficznych w postaci schematu, które zapisał S. Leszczycki w *Wielkiej encyklopedii powszechnej*, t. 4 w haśle *Geografia* (Leszczycki, 1962). Umieścił w nim podział na geografię fizyczną i geografię ekonomiczną, ujął też ich wewnętrzne podziały oraz związki z innymi naukami, które umieścił w ramce ryciny. Wskazał ponadto na związek nauk geograficznych z matematyką i statystyką (rys. 3.1), co w przyszłości zaowocowało wykorzystaniem technologii obliczeniowych w geografii.

Jedno z pierwszych odniesień do wpływu technologii informatycznych na nauki geograficzne dał Kazimierz Dziewoński, który w 1965 r. pisał:

> [...] zastosowanie maszyn matematycznych dla kartografii będzie prawdopodobnie znacznie większą rewolucją metodyczną niż było nią w statystyce. W tym ostatnim bowiem wypadku stosowane metody były znane od dawna, zmienił się jedynie zakres zastosowań i fizyczne możliwości operowania wielką ilością danych, natomiast w kartografii maszyna matematyczna pozwala na ujęcia ilościowe, które poprzednio nigdy nie były podejmowane i których możliwości nie brano dotąd nawet pod uwagę (Dziewoński, 1965, s. 586)

Dziewoński widział potrzebę uporządkowania i integracji danych statystycznych z ich lokalizacją w przestrzeni geograficznej (również geodezyjnej) oraz z precyzyjnym ustaleniem układu odniesienia. Uznał, że konieczne będzie wprowadzenie do badań dynamicznych trzeciej osi współrzędnych (odnoszącej się do czasu). Dzięki maszynom matematycznym w niedalekiej przyszłości miało być możliwe „nowe podejście obiektywne i ilościowe, zastępując tradycyjne podejście jakościowe, często tylko subiektywne, zapewniając tą drogą dalszy rozwój geografii jako nauki" (Dziewoński, 1965, s. 596).

Dużo uwagi poświęcono zagadnieniu metod ilościowych oraz ich zastosowaniu i funkcji w geografii ekonomicznej w 1966 r. na konferencji zorganizowanej z inicjatywy Instytutu Geografii PAN w Jabłonnie[3]. Pojawiły się tematy

---

[3] Część referatów została opublikowana w „Przeglądzie Geograficznym" 1966, t. XXXVIII i 1967, t. XXXIX (Leszczycki, 1979).

związane z wykorzystaniem komputerów – Leszek Kosiński i Józef Tobjasz wskazywali na pozytywne aspekty wykorzystania maszyn matematycznych jako narzędzia umożliwiającego szybkie uporządkowanie i przeliczenie masy danych statystycznych. Większość zagadnień konferencyjnych dotyczyła metod ilościowych, np. Tadeusz Olszewski sądził, że korzyści wynikające z wykorzystania metod ilościowych związane są z eliminacją subiektywizmu i przejściem do ujęć bardziej precyzyjnych, jednak z drugiej strony zalecano ostrożność i umiarkowanie w posługiwaniu się tymi metodami. Franciszek Uhorczak, Maria Kiełczewska-Zaleska, Florian Barciński i Andrzej Jagielski twierdzili, że metody matematyczne są jedynie pomocą, narzędziem i środkiem prowadzącym do celu, a nie celem samym w sobie. Z kolei Kazimierz Dziewoński argumentował, że geograf powinien być bardziej zainteresowany interpretacją i oceną zjawisk niż samymi metodami, z których na skutek zafascynowania tworzy się nierzadko cel (Jerczyński, 1967).

W zakresie metodologii nauk K. Dziewoński nadal przypominał, że dla rozwoju nauki ważny jest postęp w zakresie metod badawczych, szczególnie w powiązaniu metod kartograficznych i statystycznych:

> Systematyzacja dawnych i nowych metod badawczych oraz ich zastosowanie wymaga określenia dla każdej metody: przedmiotu możliwej analizy, implikowanych pojęć i działań, warunków jej prawidłowego wykorzystania (w tym równie charakteru i dokładności potrzebnych danych wyjściowych), granic jej stosowalności oraz miejsca wśród pozostałych metod. Jest to wielka praca, wymagająca współpracy ze specjalistami innych nauk, przede wszystkim logikami oraz matematykami. Wymagać ona będzie również przeglądu podstawowych pojęć, stanowiących dorobek dotychczasowego rozwoju geografii i to w kontekście ich genezy i pierwotnych oraz późniejszych zastosowań. W pracach tych szczególną uwagę należy zwrócić na metody kartograficzne jako charakterystyczne dla nauk geograficznych oraz powiązanie metod kartograficznych z metodami statystycznymi (Dziewoński, 1968, s. 8).

W latach 70. XX w. coraz częściej dostrzegano potrzebę wykorzystania nowych technologii komputerowych w geografii. Jednym z pierwszych miejsc, w których geografowie zgłosili propozycję badań nad systemami informacji regionalnej był II Kongres Nauki Polskiej, odbywający się w dniach 26–29 czerwca 1973 r. w Warszawie. Debatowano wraz przedstawicielami innych dyscyplin w ramach Podsekcji Nauk Geograficznych i Przestrzennego Zagospodarowania Kraju, zaś wiodącymi tematami były:

1) badania nad środowiskiem geograficznym podejmowane przez zespół dyscyplin geografii fizycznej;

2) badania nad zmianami i przekształcaniem struktur przestrzennych gospodarki i społeczeństwa podejmowane przez zespół dyscyplin

ekonomiczno-geograficznych oraz wyspecjalizowane w badaniach regionalnych kierunki w ramach ekonomii, socjologii, statystyki, demografii i urbanistyki;

3) badania nad planowaniem i prognozowaniem regionalnym jako integralną częścią ogólnych systemów planowania oraz prognozowania rozwoju gospodarki i społeczeństwa. Były to badania wchodzące w zakres zainteresowań ekonomii, socjologii, prawa, geografii ekonomicznej i naukowej organizacji pracy;

4) badania nad systemem informacji regionalnej, obejmującej informację statystyczną, kartograficzną oraz informację wynikającą z interpretacji zdjęć lotniczych i satelitarnych. Badania tego typu były podejmowane przez zespół nauk kartograficznych, geograficznych, statystycznych oraz ogólną teorię informacji (Kukliński i in., 1974, s. 3).

W badaniach nad systemem informacji regionalnej odnotowano katastrofalny stan wyposażenia technicznego, który pod tym względem stawiał polskich geografów na bardzo dalekiej pozycji w skali światowej. Stwierdzono, że nauki geograficzne i przestrzenne mają osiągnięcia oraz potencjał do rozwoju na przyszłość, równocześnie zauważając, że muszą mieć one nowoczesne zaplecze materiałowe i obliczeniowe. Zaproponowano liczne zagadnienia badawcze dla poszczególnych tematów oraz propozycje rozwiązań. W stosunku do ostatniego zagadnienia budowy systemów informacji regionalnej zaproponowano połączenie informacji: statystycznej (GUS), kartograficznej, zdjęć lotniczych i satelitarnych oraz bibliograficznej (Kukliński i in., 1974).

S. Leszczycki (1973) dużą nadzieję wiązał z rozwojem ścisłych metod w badaniach geograficznych: statystyczno-matematycznych, kartograficznych (w tym kartografii komputerowej) oraz interpretacji zdjęć lotniczych. W 1973 r. pisał o tym, że:

> Ostatnio otrzymuje się kolosalną ilość danych statystycznych rejestrowanych przez ludzi lub automatycznie przy pomocy instrumentów. Charakteryzują one nie tylko wszystkie przejawy życia społeczno-ekonomicznego, lecz dają także charakterystykę zmian w środowisku geograficznym. Ogromna fala napływających danych wymaga automatycznego segregowania, klasyfikowania, a następnie automatycznego przetwarzania oraz odpowiedniego przechowywania w formie banków danych. Rozbudowane zostały do tych zadań nowe, specjalne techniki. W czasie studiów wyższych lub poza nimi geograf musi opanować te nowe techniki w celu korzystania z nich w badaniach geograficznych[4] (Leszczycki, 1973, s. 254).

Autor ten ponadto uważał, że:

> Sformalizowanie danych upraszcza rzeczywistość, wzory matematyczne upraszczają związki i procesy. Niemniej jednak, zdając sobie sprawę z tych uproszczeń, można

[4] Opinia ta jest jeszcze bardziej aktualna współcześnie.

> przeprowadzać bardzo wiele szczegółowych analiz, unikając subiektywizmu. Mogą to być analizy oparte na bardzo bogatych zbiorach danych liczbowych, co nigdy przedtem nie było osiągalne dla geografów. Stąd ten niezwykle szybki rozwój metod ilościowych w geografii w ostatnich latach, które bardzo korzystnie wpływają na poziom wyników badań prowadzonych przez geografów (Leszczycki, 1973, s. 255).

W latach 70. XX w. geografowie społeczno-ekonomiczni częściej podejmowali w swoich pracach zagadnienia metodologiczne i teoretyczne (Chojnicki, Wróbel, 1977; Chojnicki, Dziewoński, 1978). Zwracali oni uwagę na rolę czynników wewnętrznych i zewnętrznych w rozwoju geografii. Do czynników zewnętrznych zaliczali uwarunkowania społeczne, ekonomiczne i instytucjonalne, a do wewnętrznych – składniki procesu poznawczego: faktograficzny, teoretyczny i metodologiczny. Podkreślano również liczne powiązania geografii ekonomicznej z innymi naukami. Ma ona wspólny przedmiot badań z geografią fizyczną i szczegółowymi naukami o Ziemi, naukami społecznymi oraz historią lub naukami, które służą geografii pomocą metodyczną: filozofią nauki, logiką, matematyką, informatyką i ekonometrią (Chojnicki, Dziewoński, 1978). Geografowie często podkreślali zapóźnienie technologiczne polskich badaczy w stosunku do czołówki światowej, a nowoczesność w badaniach geograficznych sprowadzali do trzech aspektów:

> nowoczesności w zbieraniu informacji, w eksperymentowaniu (symulowaniu zjawisk dla poznania podstawowych praw rozwoju) i w opracowywaniu danych. Konieczna jest modernizacja metod, zaczynając od zbierania informacji – z busolą, gwizdkiem studziennym czy psychrometrem niewiele już zdziałamy w terenie. Co równie niepokojące – to rosnące dysproporcje rozwoju między ośrodkami w kraju – są takie, które starają się szkolić nowocześnie, w innych zegar stanął przed kilkunastu laty (Starkel, 1979, s. 638)

Warto podkreślić, że geografowie rozumieli znaczenie rewolucji naukowo-technicznej w przemianach ekonomicznych i społecznych, jaka miała miejsce w latach 70. ubiegłego wieku. Jej wpływ na geografię Zbyszko Chojnicki i Andrzej Wróbel widzieli w dwóch aspektach: pojawianiu się nowych problemów badawczych wynikających z przemian w sferze rzeczywistości oraz w zmianach struktury geografii jako dyscypliny badawczej, stymulowanej przez rozwój nowego modelu metodologicznego stwarzającego nowe możliwości rozwoju nauki. Zmiany zachodzące w modelu metodologicznym dotyczyły zarówno funkcji instrumentalnej geografii, jak i jej struktury poznawczej:

1) pierwszy element nowego modelu metodologicznego obejmuje nowe możliwości w dziedzinie zbierania i przetwarzania informacji;

2) drugim elementem nowego modelu metodologicznego geografii jest dążenie do zintegrowania i zunifikowania wiedzy geograficznej na gruncie analizy systemowej;

3) trzecim istotnym elementem zmian modelu metodologicznego geografii jest wzmocnienie jego interpretacji humanistycznej. Humanistyczna koncepcja geografii nie jest w zasadzie czymś nowym, ale w warunkach rewolucji naukowo-technicznej nabrała nowego istotnego znaczenia jako pewna reakcja na wąsko scjentystyczny i technikocentryczny paradygmat nauki (Chojnicki, Wróbel, 1977).

Jerzy Kondracki, w nawiązaniu do wymienionych przez Chojnickiego i Dziewońskiego (1978) składników procesu poznawczego, omówił ich rolę w geografii fizycznej, podkreślając, że wszystkie kierunki badań fizycznogeograficznych mają dużo większy udział badań terenowych, bez których nie jest możliwe pełne zrozumienie zjawisk, a nawet w ogóle uprawianie nauki. Zauważył też, że dzięki technice zbierania informacji ze zdjęć lotniczych i satelitarnych, a także możliwości przechowywania informacji na nowych nośnikach, np. taśmach magnetycznych, geografia stoi u progu zupełnie nowego etapu swego rozwoju (niestety, jest daleko w tyle za geografiami zachodnimi) (Kondracki, 1979). Również w raporcie z III Kongresu Nauki Polskiej, który odbył się w dniach 5–7 marca 1986 r. w Warszawie, przypomniano, że przed geografią fizyczną stają następujące zadania:

> [...] badania mające na celu uzyskiwanie coraz doskonalszych metod rejestracji stanu istniejącego oraz zmian zachodzących na powierzchni Ziemi i pod jej powierzchnią w wyniku działania czynników naturalnych, jak również spowodowanych działaniem człowieka, z uwzględnieniem możliwie szerokiego i wszechstronnego wykorzystania zdjęć lotniczych i satelitarnych (Chojnicki, Starkel, Wróbel, 1986, s. 325)

Wśród wniosków z oceny realizacji dotychczasowych badań i zadań wytyczonych na poprzednim kongresie przypomniano, że w geografii społeczno-ekonomicznej prowadzono badania dotyczące teorii i metod oraz „badania nad systemem informacji regionalnej”[5]. Zauważono jednak, że z powodu ograniczeń w postępie komputeryzacji rozwój metod w geografii społeczno-ekonomicznej był słaby lub żaden w odniesieniu do badań nad systemem informacji regionalnej. Realizację przyszłych badań przez geografów polskich w końcowej fazie realnego socjalizmu upatrywano m.in. w:

1) kontynuacji programu „Ewolucja środowiska geograficznego Polski (przeszłość – teraźniejszość – przyszłość)”[6];

2) badaniach związanych z potrzebami społeczno-gospodarczymi Polski;

3) utrzymaniu i intensyfikacji współpracy z zagranicznymi ośrodkami badawczymi;

---

[5] Według Domańskiego było to związane ze zmianami podziału administracyjnego Polski (1975), po którym dostępność informacji statystycznej w układach regionalnych zmniejszyła się i spowodowała ograniczenia w ich przetwarzaniu (Domański, 1986).

[6] Z lat 1981–1985.

4) wprowadzeniu nowych form współpracy z instytucjami badawczymi krajów socjalistycznych, w celu porównywania wyników oraz wykorzystania pewnych rodzajów aparatury badawczej;

5) realizacji nowych kierunków badań zgodnych z tendencjami światowymi;

6) poprawie wyposażenia materialnego polskiej geografii poprzez rozszerzenie bazy informacyjnej, a także nowoczesnej bazy technicznej służącej do przetwarzania danych;

7) zaopatrzeniu w zagraniczną literaturę naukową oraz szybszym publikowaniu prac naukowych w kraju;

8) doskonaleniu organizacji pracy poprzez reorganizację geograficznych ośrodków naukowych w Polsce;

9) zagwarantowaniu swobodnego (i bezpłatnego) przepływu oraz udostępniania informacji ze służb państwowych i instytutów resortowych oraz regionalnych (Chojnicki, Starkel, Wróbel, 1986, s. 326).

Patrząc z perspektywy czasu, warto przypomnieć, że komputeryzacja Polski w latach 80. ubiegłego wieku była mocno zapóźniona w stosunku do krajów zachodnich z powodów politycznych i embarga na te technologie. Problematyczne było też zapoznawanie się z literaturą naukową innych państw „zza żelaznej kurtyny". Postulat korzystania z aparatury badawczej krajów znajdujących się w obszarze wpływów ZSRR wynikał z braku innych możliwości i koniecznej współpracy w ramach tego systemu. Pomimo tych ograniczeń, część geografów mających kontakty z nauką światową i bywających w ośrodkach badawczych na całym świecie miała świadomość nowych możliwości w zakresie wykorzystania komputerów w swojej pracy naukowej. Jednak poza próbami ich zastosowania nie podejmowano wysiłków w kierunku prowadzenia dyskusji naukowej dotyczącej filozofii techniki lub filozofii nauki w kwestii nowych technologii w nauce.

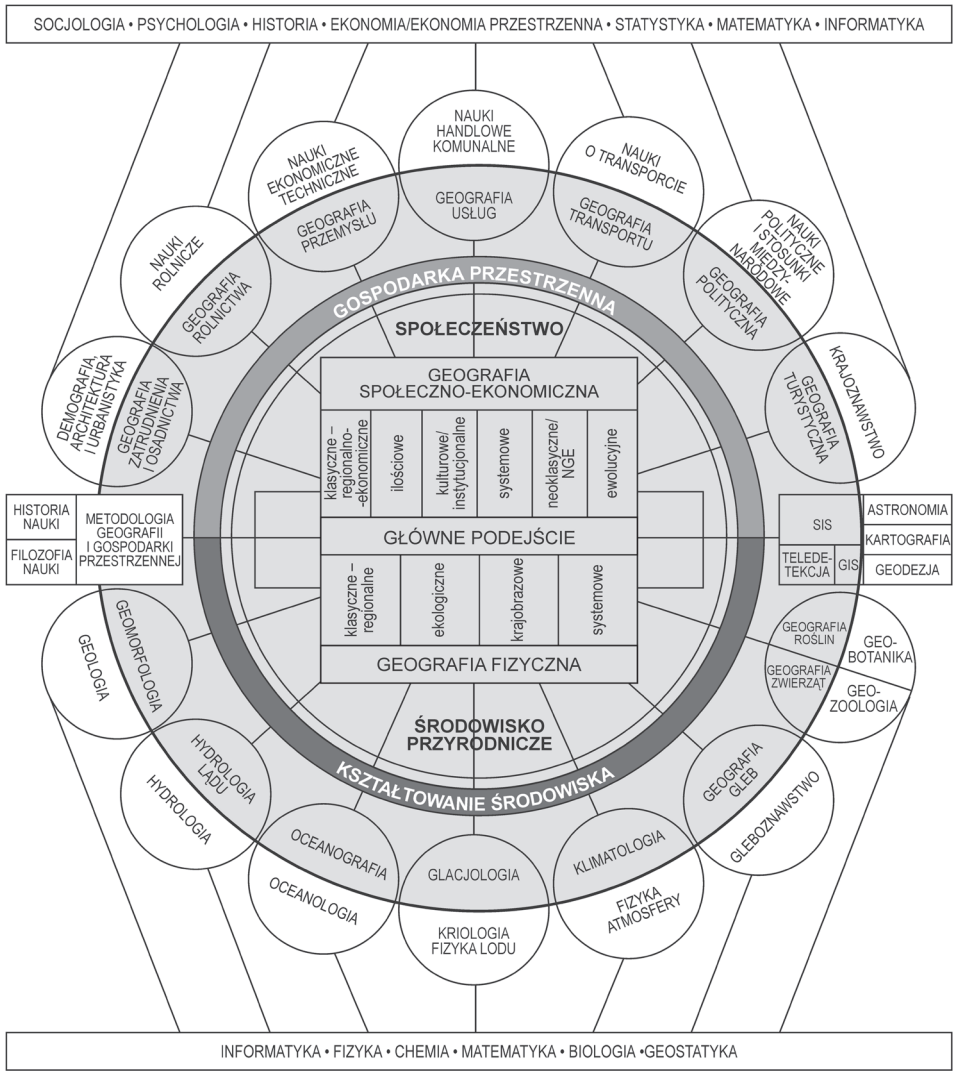
Zmiana ustroju Polski w 1989 r. i przełom, jaki wówczas nastąpił w życiu gospodarczym, społecznym i politycznym dały impuls do tworzenia nowych koncepcji, odniesień filozoficznych i paradygmatów w geografii. Konfrontacja z tendencjami rozwojowymi geografii w krajach wysoko rozwiniętych stanowiła dodatkową motywację do przebudowy geografii społeczno-ekonomicznej w Polsce, tak aby nie odbywała się w oderwaniu od geografii światowej (Chojnicki, 1996). Andrzej Widacki zwrócił uwagę na fakt, że w wyniku zmian politycznych i postępu technicznego wielu geografów uzyskało w latach 90. możliwości prowadzenia badań zgodnie ze światowymi standardami głównie dzięki zastosowaniu Systemów Informacji Geograficznej (GIS) (Widacki, 1998). Pojawiły się artykuły, książki i podręczniki o Systemach Informacji Geograficznej i możliwościach ich wykorzystania w naukach geograficznych (Gaździcki, 1990; Baranowski, 1991; Richling, 1992; Werner, 1992; Kistowski, 1993; Hencz, 1995; Widacki, 1996; Urbański, 1997; Jażdżewska, 1999b; Kunz, 1999; Widacki, 1997; Widacki, 1998). Nadal aktualna jest wypowiedź A. Widackiego, o tym że:

> Powstaje nowy wzorzec pracy geografa, z aparaturą pomiarową, z komputerem i z odpowiednim programem, z możliwością automatycznego wydruku map na każdym etapie pracy i z możliwością rozpatrywania każdego problemu w kontekście przestrzennym. Systemy Informacji Geograficznej są nową szansą, a zarazem wyzwaniem dla geografii. A jednak to, jak zmieni się geografia, zależy nie od GIS, ale od tego, jakie problemy będą za jego pomocą rozwiązywane. Nie od tych, którzy rozwijają i promują Systemy Informacji Geograficznej, ale od tych, którzy je stosują. Myślę, że obecny okres, w którym Systemy Informacji Geograficznej stały się najważniejszym wyznacznikiem geografii współczesnej, można nazwać drugim okresem geografii ilościowej (Widacki, 1998, s. 222).

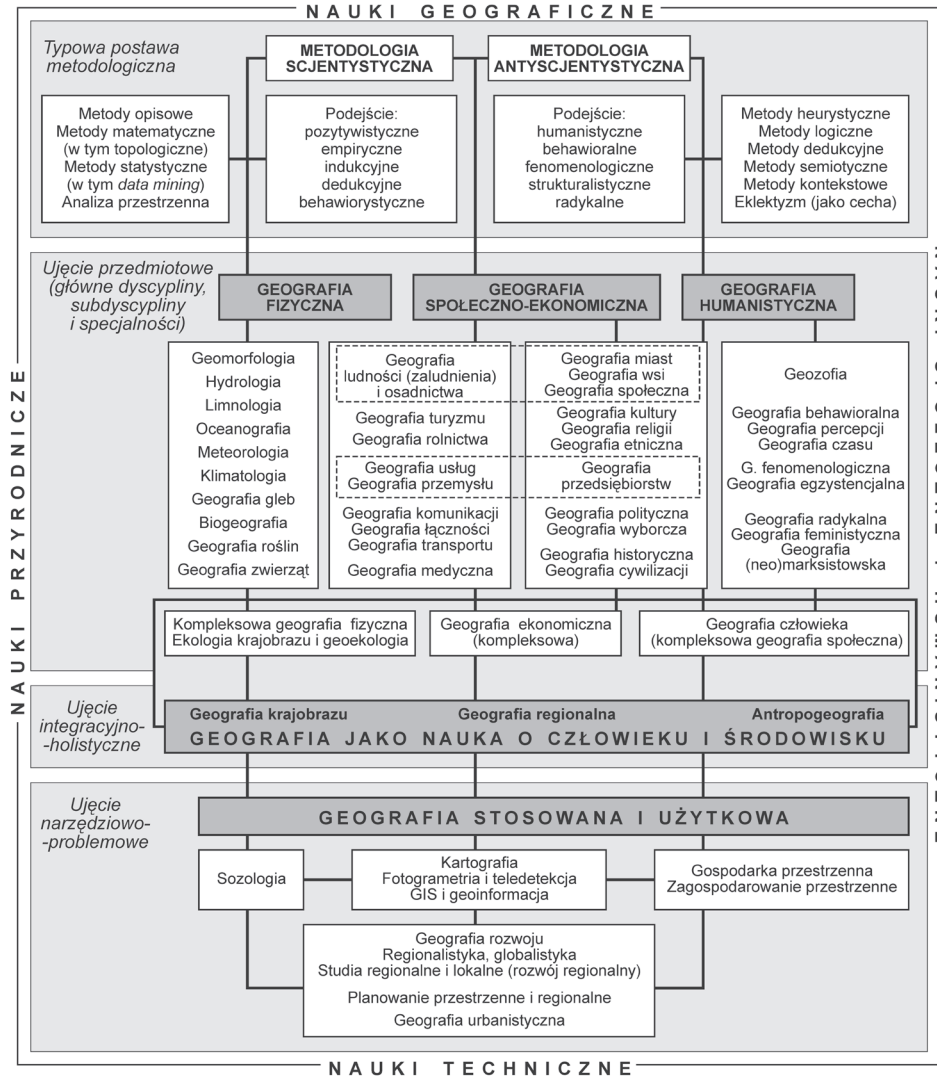
Systemy Informacji Geograficznej i teledetekcja znalazły się w zmodyfikowanym podziale nauk geograficznych Leszczyckiego z 1962 r. (rys. 3.1). Opracował go Waldemar Ratajczak, a opublikowali Andrzej Kostrzewski i Ewa Roo-Zielińska (rys. 3.2). Porównanie tych schematów daje obraz zmian, jakie zaszły w naukach geograficznych w ostatnim półwieczu, a także rosnącej roli Systemów Informacji Geograficznej (Kostrzewski, Roo-Zielińska, 2011). Warto jednak odnotować, że w opracowaniu omawiającym aktualny stan oraz tendencje rozwoju geografii w Polsce zauważono, co prawda, wykorzystanie Systemów Informacji Geograficznej w badaniach środowiskowych (tylko!), ale w konkluzjach i wytycznych do poprawy kondycji geografii w Polsce nie było ani jednego postulatu odnoszącego się do Systemów Informacji Geograficznej, a tym bardziej nauki o geoinformacji. Błędne opisy akronimów (SIS – Przestrzenne Systemy Informacyjne, GIS – Geograficzne Systemy Informacyjne) pod rys. 3.2 mogą oznaczać, że autorzy nie mają doświadczenia naukowego w tym zakresie i nie konsultowali się z geografami pracującymi z GIS.

Najnowsza klasyfikacja przedmiotowo-metodologiczna nauk geograficznych w Polsce przedstawiona przez Przemysława Śleszyńskiego zawiera najważniejsze, zdaniem autora, dyscypliny badawcze geografii, na które składają się: geografia fizyczna, geografia społeczno-ekonomiczna i geografia humanistyczna. Zostały one podzielone na kolejnych kilkanaście subdyscyplin i specjalności (rys. 3.3). Śleszyński dowodzi, że odzwierciedlają one faktyczne współczesne podziały w polskiej geografii (Śleszyński, 2020), ale nie przytacza odpowiednich argumentów za takim podziałem. Autor ma zapewne rację, że w każdej z trzech wymienionych dyscyplin pracują badawczo polscy geografowie, lecz geografia humanistyczna nie jest reprezentowana w strukturze organizacyjnej Komitetu Nauk Geograficznych PAN, Polskiego Towarzystwa Geograficznego i wydziałów geograficznych na uniwersytetach, nie ma własnego czasopisma naukowego w Polsce, dlatego jej wyodrębnienie wymaga poważnego uzasadnienia. W klasyfikacji nauk geograficznych przedstawionej przez Śleszyńskiego (rys. 3.3) Systemy Informacji Geograficznej oraz geoinformacja zostały uwzględnione wraz z kartografią, teledetekcją i fotogrametrią w ramach tzw. geografii stosowanej

i użytkowej (Śleszyński, 2020). Warto odnotować, że po raz pierwszy w polskiej klasyfikacji nauk geograficznych pojawiła się geoinformacja.



Rys. 3.2. Podział nauk geograficznych oraz ich stosunek do innych nauk
NGE – Nowa Geografia Ekonomiczna, SIS – Przestrzenne Systemy Informacyjne*, GIS – Geograficzne Systemy Informacyjne*; oprac. W. Ratajczak na podstawie Leszczycki, 1962, s. 53
* Akronimy zostały błędnie opisane przez autorów
Źródło: Kostrzewski, Roo-Zielińska, 2011, s. 12



Rys. 3.3. Współczesna (początek XXI w.) klasyfikacja przedmiotowo-metodologiczna nauk geograficznych w Polsce
Źródło: Śleszyński, 2020, s. 64

Śleszyński odniósł się również do klasyfikacji OECD, która była wzorem dla polskiego projektu podziału nauki na dyscypliny w 2018 r.[7] Skutkiem tego

[7] http://isap.sejm.gov.pl/isap.nsf/DocDetails.xsp?id=WDU20180001818 [dostęp: 20.06.2020].

geografowie pracujący na wydziałach geograficznych reprezentują geografię fizyczną, która uplasowała się w dziedzinie nauk ścisłych i przyrodniczych jako dyscyplina nauki o Ziemi i środowisku, oraz geografię społeczno-ekonomiczną, którą umieszczono w dziedzinie nauk społecznych jako dyscyplinę o nazwie geografia społeczno-ekonomiczna i gospodarka przestrzenna. Autor przedstawił propozycję, aby zwrócić się do OECD i zaproponować w jej klasyfikacji nową dziedzinę, czyli nauki regionalne lub geograficzne, w której nowe dyscypliny lub subdyscypliny kładłyby nacisk na zjawiska i procesy przestrzenne w różnych skalach (Śleszyński, 2020). Wymienia następującą problematykę:

– pozyskiwanie, gromadzenie i udostępnianie danych o charakterze przestrzennym (statystyka regionalna, teledetekcja i geodezja);
– analiza i wizualizacja przestrzenna (geoinformacja, Systemy Informacji Geograficznej, ekonometria przestrzenna, kartografia, *data mining*);
– wyjaśnianie zjawisk i procesów przestrzennych związanych z funkcjonowaniem systemów przyrodniczych, społecznych i ekonomicznych oraz budowa bardziej ogólnych modeli przestrzennych, koncepcji i teorii (geografia fizyczna, społeczna, ekonomiczna, polityczna, historyczna i regionalna, tzw. *regional science*, częściowo geologia, ekonomia, socjologia, demografia i politologia oraz nauki o przedsiębiorstwie i nauki o organizacji i zarządzaniu w ich aspekcie przestrzenno-terytorialnym);
– interakcje i relacje człowiek–środowisko (ekologia krajobrazu/geoekologia, geografia krajobrazu, geobotanika, klasyczna antropogeografia, geografia człowieka);
– wykorzystanie zasobów, podnoszenie jakości środowiska, planowanie przestrzenne, regionalne i gospodarcze, optymalizacja zagospodarowania przestrzennego, w tym kształtowanie ładu przestrzennego (urbanistyka, gospodarka przestrzenna, ochrona środowiska, planowanie przestrzenne, planowanie regionalne, ekonomika miast, gospodarka wodna, klasyczna agronomia i inne) (Śleszyński, 2020, s. 66–67).

Propozycja Śleszyńskiego jest innowacyjna, jednakże – jak pisze autor – „wymaga ona przełamania tradycji organizacyjnej, jak też sporej odwagi instytucjonalnej, a być może nawet towarzyskiej w układach znacznie szerszych, niż tylko geograficzne" (Śleszyński, 2020, s. 67). Może być impulsem do rewolucji naukowej, którą podejmie część społeczności geografów i przedstawicieli innych dyscyplin związanych przestrzenią geograficzną. Są w niej również pozycje związane z nowymi technologiami dotyczącymi nauk geograficznych.

3.3. Rozwój nauki o geoinformacji

W Polsce na początku lat 90. XX w., zanim pojawiła się myśl o tym, że Systemy Informacji Geograficznej mogą być inspiracją do powstania nauki lub subdyscypliny, rozpoczął się ich rozwój i praktyczne wykorzystanie. Wynikało to z dwóch powodów: politycznego i cywilizacyjnego. Odgrodzenie polskiej nauki „żelazną kurtyną" od nowości technicznych i po części naukowych spowodowało, że przepływ

informacji naukowej był utrudniony, a rozwiązania techniczne wykorzystywały przede wszystkim potencjał Polski i krajów podporządkowanych ZSRR w ramach Rady Wzajemnej Pomocy Gospodarczej[8] (RWPG). Jeszcze w 1985 r. na III Kongresie Nauki Polskiej postulowano m.in. konieczność wprowadzenia nowych form współpracy z instytucjami badawczymi krajów socjalistycznych w celu porównywania wyników oraz wykorzystania pewnych rodzajów aparatury badawczej. Kiedy w Stanach Zjednoczonych w pierwszej połowie lat 80. XX w. firmy ESRI, Intergraph i MapInfo upowszechniały swoje pierwsze produkty, w Polsce powszechnie stosowano komputery typu RIAD, ODRA[9] z czytnikiem kart dziurkowanych lub taśmą magnetyczną oraz własne oprogramowanie.

Na uwagę zasługuje działalność geodetów w tym zakresie. Już 1976 r. w Instytucie Geodezji i Kartografii Politechniki Warszawskiej rozpoczął działalność Ośrodek Przetwarzania Obrazów Lotniczych i Satelitarnych (OPOLIS), w ramach którego w 1988 r. otworzono Pracownię, a następnie Zakład Systemów Informacji Przestrzennej. Brak dostępu do nowych technologii wymusił zaangażowanie się badaczy w nowy nurt prac naukowych, realizowanych pod kierunkiem Marka Baranowskiego. Ich wynikiem było opracowanie narzędziowego systemu informacji geograficznej pod nazwą SINUS (skrót od System Informacji o Ukształtowaniu Środowiska). Był to pierwszy w Polsce pakiet oprogramowania GIS o szerokim zakresie funkcjonalnym, stanowiący narzędzie informatyczne do realizacji wielu projektów badawczo-rozwojowych, takich jak opracowanie: bazy danych użytkowania ziemi w projekcie FAO (1990 r.), mapy lasów w Polsce w skali 1:500 000 (1992 r.), map do pierwszego raportu o stanie środowiska Polski (1993 r.), pierwszej bazy danych CORINE Land Cover dla Polski (1995 r.), map do Atlasu Rzeczypospolitej (1995 r.) i innych (Baranowski, 2015).

Na możliwości wykorzystania narzędzi informatycznych w badaniach geograficznych oraz w geodezji w Polsce wskazywano jeszcze w latach 70. ubiegłego wieku (Gaździcki, 1975; Ostrowski, 1979). Był to czas „rewolucji ilościowej" w badaniach geograficznych. Informatyka służyła geografom do zbierania, przechowywania, przetwarzania, wyszukiwania i prezentowania informacji, a także do obliczeń statystycznych, zaś w mniejszym stopniu do prac kartograficznych. Według Ryszarda Domańskiego elektroniczna technika obliczeniowa była narzędziem zwiększania efektywności metod badawczych oraz warunkowała ich dalszy rozwój (Domański, 1975). Wskazywano również na jej możliwości w zakresie modelowania przestrzennych procesów społeczno-gospodarczych (Dramowicz, 1986). Ale dopiero pod koniec lat 80. i na początku 90. XX w. rozwój sprzętu

[8] RWPG powołano w 1949 r. w Moskwie z inicjatywy Stalina, a rozwiązano w 1991 r. w Budapeszcie. Jednostką rozliczeniową był rubel transferowy (https://encyklopedia.pwn.pl/haslo/;3965334, dostęp: 20.02.2020).

[9] Były to serie komputerów produkowanych w byłych Zakładach Elektronicznych Elwro we Wrocławiu.

komputerowego i oprogramowania – pojawienie się pierwszych komputerów typu PC na wydziałach geograficznych – umożliwił ich wykorzystanie przez niewielką grupę polskich badaczy. Przede wszystkim byli oni postrzegani jako osoby o zainteresowaniach informatyczno-technicznych, które opanowały umiejętność programowania, wykonywały obliczenia statystyczne oraz opracowywały mapy inaczej niż ówcześni polscy kartografowie. Byli to m.in: geografowie, ekonomiści, informatycy i geodeci, którzy pracowali w rożnych ośrodkach akademickich i szukali własnej naukowej drogi z wykorzystaniem Systemów Informacji Geograficznej, równocześnie propagując go w działalności dydaktycznej.

Już w 1990 r. geodeta, prof. Jerzy Gaździcki, wydał podręcznik pt. *Systemy informacji przestrzennej* (Gaździcki, 1990), a w następnych latach geografowie, geodeci i informatycy publikowali kolejne podręczniki akademickie służące pomocą nie tylko studentom, lecz także pracownikom naukowym geografii w zgłębianiu tej nowej dla nich dziedziny (Werner, 1992; Zapart, 1994; Gaździcki, 1995; Kistowski, Iwańska, 1997; Kozak, 1997; Myrda, 1997; Widacki, 1997; Urbański, 1997; Magnuszewski, 1999; Litwin, Myrda, 2005; Bielecka, 2006; Gotlib, Iwaniak, Olszewski, 2007; Białousz, Bielecka, 2010; Urbański, 2008; Będkowski, Piekarski, 2017; Jażdżewska, Lechowski, 2018); na rynku wydawniczym pojawił się też przekład podręcznika *GIS. Teoria i praktyka* (Longley i in., 2006)[10]. Zważywszy na zapóźnienia cywilizacyjne Polski po roku 1989 na początku transformacji ustrojowej, należy z uznaniem patrzeć na pierwsze prace dydaktyczne i równolegle z nimi prowadzone badania naukowe z wykorzystaniem GIS (Jażdżewska, Urbański 2013; Jażdżewska, 2014). Pionierskie prace naukowe geografów w ostatniej dekadzie XX w. były poświęcone przybliżeniu idei GIS oraz możliwości jego wykorzystania w polskich badaniach naukowych (Richling, 1992; Kistowski, 1993; Widacki, 1996; Fiejdasz, Widacki, 1995; Hencz, 1995; Wężyk, Mansberger, 1997; Kistowski, 1998; 1999; Werner, Prokop, 1999). Krytyczny obraz GIS w polskiej geografii pod koniec XX w. odnajdziemy w artykule: *Systemy Informacji Geograficznej – niechciane dziecko czy nadzieja dla geografii polskiej? Geografia a GIS w Polsce w latach 1990–1999* (Kistowski, 2001).

Mariusz Kistowski reprezentował młode pokolenie geografów, które było rozczarowane powolnymi postępami we wdrażaniu GIS w polskiej geografii. Jako przykład podał badania surveyowe (za: Morgan III, Fleury, 1992), że „w 1991 r. około 400 wydziałów geografii na wyższych uczelniach świata nauczało GIS, w tym 145 takich wydziałów istniało w USA i Kanadzie (60% ogółu północnoamerykańskich uczelni)" (Kistowski, 2001, s. 144). Autor miał świadomość dystansu dzielącego polski GIS od światowego, ale trudności w jego zmniejszaniu upatrywał m.in. w małej liczbie publikacji naukowych w polskich czasopismach oraz grantów badawczych

[10] Tytuł oryginału: *Geographic Information Systems and Science* (Longley i in., 2005). Czwarte wydanie z 2015 r. nosi tytuł: *Geographic Information Science and Systems*.

o tematyce związanej z GIS. Miał wiedzę dotyczącą rozwoju GIS jako nowej dyscypliny naukowej na świecie i uważał za konieczne przyjęcie pewnych kryteriów oceny rangi GIS w geografii polskiej, a także zakorzenienie ich silniej w metodologii i filozofii nauki oraz traktowanie GIS jako zawodu. Czym był GIS dla polskiej geografii na przełomie wieków? Według Kistowskiego wystąpiło wiele zaniedbań ze strony środowiska geografów, którzy w większości nie utożsamiali się z GIS, a dla pozostałych był on z reguły sposobem opracowania danych przestrzennych i nieprzestrzennych. Przyrost wiedzy z zakresu GIS dokonywał się głównie poza geograficznymi ośrodkami akademickimi, a dla publikowania nielicznych prac naukowych brakowało w Polsce czasopisma geograficznego poświęconego Systemom Informacji Geograficznej. Autor dał pesymistyczny obraz profesjonalnych organizacji z zakresu GIS w środowisku geografów. Dostrzegał on jednak szanse dla Systemu Informacji Geograficznej w polskiej geografii. Śledząc problemy, z jakimi borykała się geografia amerykańska, zauważał możliwości rozwoju w Polsce nauki o informacji geograficznej, w skrócie określanej za Goodchildem mianem GIScience. Proponował w tym celu podjęcie kilku działań, m.in.: stworzenie ogólnopolskiej organizacji skupiającej geografów zainteresowanych różnymi aspektami GIS, coroczne organizowanie GIS konferencji poświęconych GIS, podniesienie rangi Systemu Informacji Geograficznej na studiach geograficznych i szersze stosowanie GIS do tworzenia szczegółowych map tematycznych dla całej Polski, podejmowanie prób ściślejszej współpracy uczelni z firmami komercyjnymi stosującymi Systemy Informacji Geograficznej, opracowanie i wydanie publikacji prezentującej geograficzne zastosowania GIS, podjęcie wysiłków w celu pozyskania środków finansowych na wspólną realizację projektu GIS przez kilka ośrodków geograficznych w kraju, liczniejsze próby współpracy z zagranicznymi ośrodkami geograficznymi rozwijającymi Systemy Informacji Geograficznej (Kistowski, 2001). Na koniec autor stwierdził:

> Wierzę, że GIS nie jest „niechcianym dzieckiem" dla polskiej geografii. Z drugiej strony obawiam się, że traktowanie go jako nadziei jest jeszcze przedwczesne, a do przełomu, także w myśleniu o GIS, potrzebny jest być może wstrząs. Nie chcę prognozować, co może być tym wstrząsem dla geografii – liczę tylko na to, że nie utracimy tej kolejnej szansy rozwoju naszej dyscypliny (Kistowski, 2001, s. 159).

Trzeba się zgodzić z Kistowskim, że ostania dekada XX w. nie przyniosła znacznego rozwoju Systemu Informacji Geograficznej w polskiej geografii, jednak należy mieć na uwadze kilka ważnych faktów, które miały miejsce w tym czasie. Oprócz nadrabiania zaległości technologicznych, nie najlepszego finansowania aparatury badawczej i oprogramowania (część naukowców pracowała, niestety, na nielegalnych wersjach), istniała bariera psychologiczna przed użyciem komputera oraz opór wśród establishmentu geograficznego. Pewnym problemem były prace na stopień, do których niezbędny był światły promotor i recenzenci. Tylko nieliczni samodzielni pracownicy naukowi z dyscypliny geografia – jak prof. Widacki – mieli

doświadczenia naukowe z GIS. Autorka miała dużo szczęścia, że prof. Stanisław Liszewski – promotor jej pracy doktorskiej – był otwarty na nowe możliwości, jakie dawał System Informacji Geograficznej w nauce oraz wspierał jej poczynania naukowe (Jażdżewska, 1999a). Jeszcze podczas dyskusji na VI Forum Geografów Polskich w 2010 r. można było usłyszeć od niektórych (na szczęście nie wszystkich) szacownych polskich geografów, że GIS to „nóż w plecy geografii", ale już rok później na VII Forum Geografów w 2011 r. w Poznaniu nie było głosów krytykujących GIS, wręcz przeciwnie – wypowiadano się o nim pozytywnie. Coraz więcej prac na stopień doktora w dyscyplinie geografia zawierało odniesienia do Systemu Informacji Geograficznej w problematyce i treści dysertacji.

Na przełomie XX i XXI w. pojawiały się coraz liczniejsze prace naukowe polskich geografów wykorzystujące System Informacji Geograficznej, lecz nie zawsze ich autorzy umieszczali akronim GIS w tytule lub w słowach kluczowych. Może to świadczyć o tym, że GIS był traktowany raczej jako metoda wykorzystywana podczas procedury badawczej. Natomiast jego pojawienie się w tytule mogło oznaczać szersze, kompleksowe podejście do rozwiązania problemu naukowego za pomocą GIS i było zwiastunem włączenia się do GIScience. Pewna grupa polskich geografów – podobnie jak amerykańskich w debacie GIS (Wright, Goodchild, Proctor, 1997) – postrzegała GIS wyłącznie jako narzędzie, bardziej wyrafinowane niż kalkulator, które ma pomóc opracować zebrane dane i przyspieszyć proces badawczy, a tylko część z nich była zainteresowana rozwojem Systemu Informacji Geograficznej w swoich badaniach naukowych (Jażdżewska, Urbański, 2013). Jednak na każdej polskiej uczelni pracowała grupa pasjonatów Systemów Informacji Geograficznej, która widziała swoją naukową przyszłość w rozwoju nauki o geoinformacji. Reprezentowali oni różne subdyscypliny geograficzne i sporadycznie spotykali się na konferencjach naukowych poświęconych wąskim zagadnieniom, np. z zakresu geomorfologii, hydrologii, geografii miast, geografii osadnictwa etc. W podobnej sytuacji znajdowali się geodeci, ale dzięki inicjatywie Polskiego Towarzystwa Informacji Przestrzennej (PTIP) już od 2001 r. mieli możliwość udziału w corocznej konferencji naukowej i wymiany myśli oraz doświadczeń. Geografowie dość rzadko uczestniczyli w tych konferencjach, ale obecnie ich aktywność w PTIP jest coraz większa.

W Polsce, podobnie jak w innych krajach, pomimo zdumiewających osiągnięć w technologiach, takich jak Google Maps, Google Earth i rosnącego wykorzystania technologii GIS, w środowisku akademickim nadal istniał chroniczny brak świadomości jego tradycji badawczej. Często zdarzało że, nowy adept akademickiej społeczności posiadający wiedzę i umiejętności z zakresu GIS był zasypywany prośbami kolegów o pomoc w wykorzystaniu Systemu Informacji Geograficznej we własnych badaniach (Reitsma, 2013). Młodzi badacze traktowani byli jako pomoc techniczna, a nie merytoryczna, przez co nie uwzględniano ich pracy jako współautorów projektu nawet w kilku procentach.

Tematyka nauki o geoinformacji w polskim dyskursie naukowym jest obecna od początku XXI w., lecz niezbyt często podejmowana. Szeroki zakres tematyczny dziedziny geoinformacji jako nauki i technologii przedstawił Jerzy Gaździcki[11]. Uwzględnił w nim doświadczenia europejskie oraz amerykańskie (DiBiase i in., 2006) i wyodrębnił 13 obszarów tematycznych związanych z tą nauką:

1) podstawy pojęciowe;
2) geodane;
3) pozyskiwanie danych;
4) modelowanie danych;
5) przekształcanie danych;
6) podstawowe metody analiz przestrzennych;
7) zaawansowane metody analiz przestrzennych;
8) kartografia i wizualizacja;
9) systemy i infrastruktury;
10) aspekty projektowania;
11) aspekty zarządzania;
12) geoinformacja a społeczeństwo;
13) geoinformacja w Polsce.

Zostały one jeszcze podzielone na 75 grup tematycznych, z których każda zawiera pewną liczbę pokrewnych tematów (Gaździcki, 2006).

Bogdan Ney był zdania, że informacja przestrzenna jest przede wszystkim związana z naukami o Ziemi (Ney, 2007). Biorąc pod uwagę formalny podział na dyscypliny w urzędowej klasyfikacji nauk w Polsce, prowadzonej przez Centralną Komisję do Spraw Stopni i Tytułów z 2005 r., stwierdził, że nie tylko dyscypliny należące formalnie do nauk o Ziemi (geofizyka, geografia, geologia oraz oceanologia) mają istotny związek z Ziemią. Wskazał przede wszystkim na geodezję i kartografię, a także architekturę i urbanistykę, budownictwo, górnictwo i geologię inżynierską, inżynierię środowiska, transport, ekologię, archeologię, leśnictwo, kształtowanie środowiska. Należały one wówczas do siedmiu dziedzin – były to: nauki o Ziemi, nauki techniczne, nauki biologiczne, nauki fizyczne, nauki humanistyczne, nauki leśne, nauki rolnicze (Ney, 2007). Urzędowy podział na dyscypliny naukowe z 2018 r. wiele zmienił. Część dyscyplin przestała istnieć, np. budownictwo, geodezja i kartografia, geofizyka, oceanologia, zaś inne, takie jak geografia, znalazły się w dwóch dziedzinach. Do listy B. Neya należałoby obecnie dodać jeszcze historię, medycynę, socjologię, biologię i wiele innych, w których odnotowano postęp w nauce o geoinformacji.

Publikacje naukowe z zakresu geoinformacji znajdują się w wielu czasopismach reprezentujących odmienne dyscypliny naukowe. Sam proces wyszukiwania publikacji związanych z nauką o geoinformacji wymaga odrębnych badań

[11] Prekursor rozwoju systemów i infrastruktur informacji geoprzestrzennej w Polsce, twórca PTIP i jego wieloletni przewodniczący.

i zastosowania odpowiedniego słownika informacyjno-wyszukiwawczego. Pewną autorską metodę aktualizacji słowników używanych w bibliologii i informatologii zaprezentowano w publikacji pt. *Reprezentacja nauki o geoinformacji w wybranych językach informacyjno-wyszukiwawczych* (Gajos-Gržetić, 2017). Jednak z powodu licznych zmian w klasyfikacji dyscyplin naukowych w Polsce dość trudno jest analizować publikacje w kontekście przynależności do dyscypliny. Próbę taką, na podstawie urzędowej klasyfikacji nauk w Polsce z 2005 r., zmienionej w 2008 i 2010 r., do której wprowadziła geomatykę jako synonim nauki o geoinformacji, przeprowadziła Małgorzata Gajos-Gržetić. Autorka przeanalizowała 2735 artykułów (1124 polskie i 1611 zagranicznych) i wyodrębniła powiązania nauki o geoinformacji z 33 dyscyplinami. Z jej badań wynikało, że GIS najbardziej związany był z: teledetekcją, kartografią, fotogrametrią, geodezją, czyli ogólnie geomatyką oraz informatyką, ekologią, geografią, geologią, urbanistyką (Gajos-Gržetić, 2017).

Z polskich czasopism naukowych M. Gajos-Gržetić (2017) wybrała następujące: „Archiwum Fotogrametrii, Kartografii i Teledetekcji", „Geodeta. Magazyn Geoinformacyjny", „Geodezja i Kartografia", „Geoinformatica Polonica", „Geomatics and Environmental Engineering", „Polski Przegląd Kartograficzny", „Prace Instytutu Geodezji i Kartografii/Geoinformation Issues: Problemy Geoinformacji", „Przegląd Geodezyjny", „Roczniki Geomatyki", „Teledetekcja Środowiska". Dokonała przeglądu 1124 artykułów z wymienionych czasopism (2007–2010) pod kątem obszarów i grup tematycznych. Najwięcej artykułów należało do obszaru pozyskiwanie geodanych (397), następnie: systemy i infrastruktury (309), kartografia i wizualizacja (89), geoinformacja w Polsce (60), geoinformacja a społeczeństwo (59), podstawowe metody analiz przestrzennych (48), geodane (43), podstawy pojęciowe (35), modelowanie danych przestrzennych (25), przekształcanie danych przestrzennych (25), zaawansowane metody analiz przestrzennych (14), aspekty zarządzania (12), aspekty projektowania (8 artykułów). Jak wspomniano powyżej, reprezentowały one wyniki badań z ponad 30 dyscyplin naukowych.

Pewne aspekty roli GIS i nauki o geoinformacji w badaniach naukowych odnajdziemy w pracach polskich geografów[12] – dotyczyły one m.in. problematyki występującej w badaniach:

– szeroko rozumianego GIS w nauce (Werner, Prokop, 1999; Żyszkowska, 2002; Gaździcki, 2006; Zwoliński, 2009a; Jażdżewska, Urbański, 2013; Jażdżewska, 2014; Werner, 2018; Bielecka, Pokonieczny, Borkowska, 2020);

[12] Są to przykłady literatury naukowej, w której sformułowania: Systemy Informacji Geograficznej (GIS) lub pokrewne były umieszczone w tytule. Wykorzystano e-zasoby Biblioteki Uniwersytetu Łódzkiego. Podział jest subiektywnym tworem autorki. Wymaga on zapewne bardziej precyzyjnej klasyfikacji, ale wiele cytowanych prac miało charakter multidyscyplinarny. Nie uwzględniano dorobku z teledetekcji.

– wykorzystania GIS do badania środowiska geograficznego, oceny walorów geograficznych, ekologii krajobrazu (Kistowski, 1998; Magnuszewski, 1999; Kistowski, 2000; Nienartowicz, Kunz, 2001; Zaleska-Bartosz, Pałkowska, 2003; Koziński i in., 2003; Kozak, 2005; Ewertowski, Tomczyk, 2007; Medyńska-Gulij, Kaczmarek, 2007; Urbański, 2008; Zwolinski, 2010; Czarnecka, Chabudziński, 2011; Głosińska, 2013; Lewandowicz, 2016; Jankowski i in., 2020);

– regionalizacji fizyczno-geograficznej (Kistowski, Szydłowski, 2014), szacowania zasobów wód (Baszczyńska, Madej, Kubacka, 2010; Solon i in., 2018);

– geomorfologii i hydrologii (Szubert, 2008; Zwoliński, 2009b; Zwoliński, 2010; Czarnecka, Chabudziński, 2011; Rdzany, Szmidt, Tarnawska, 2013; Wałek, 2013; Jasiewicz i in., 2015; Magnuszewski i in., 2014; Jaskulski, 2015; Szmidt, 2015; Jaskulski, Szmidt, 2015a, b; Jurecka, Niedzielski, Migoń, 2016; Najwer i in., 2006; Niedzielski, Witek, Spallek, 2016; Urbański i in., 2016; Czarnecka, Rysiak, Chabudziński, 2017; Tomczyk, Ewertowski, 2017; Zwoliński, Guth, 2017; Chabudziński i in., 2018; Gawrysiak, 2018; Jeziorska, Niedzielski, 2018; Jaskulski, Nowak, 2019; Ziemińska-Stolarska i in., 2020);

– pokrycia terenu i użytkowania ziemi (Jażdżewska, 1999a; Bielecka, Ciołkosz, 2000; Lechowski, 2013; Zgłobicki i in., 2014; Nalej, 2016; Borowska-Stefańska, Leśniewska-Napierała, Wiśniewski, 2018a; Nalej, 2018; 2019a; Adamiak i in., 2020);

– społecznych (Widacki, 2005; Sypion-Dutkowska, 2012; Feltynowski, 2012; 2015b; Mordwa, 2013; Czepkiewicz i in., 2016; Mordwa, 2019);

– geografii osadnictwa, transportu i urbanistycznej (Jażdżewska, 1999a; Kalińska, Ostrowski, 2006; Szczuraszek, Chmielewski, 2007; Jażdżewska, 2008; Jażdżewska, 2011; Jażdżewska, 2012; Drop, Gajewski, 2013; Różycka-Czas i in., 2016; Jażdżewska, 2017a; 2017b; Rangpur i in., 2017; Borowska-Stefańska, Wiśniewski, 2017; Dmochowska-Dudek, 2017; Borowska-Stefańska, Wiśniewski, 2018a; Borowska-Stefańska, Leśniewska-Napierała, Wiśniewski, 2018b; Borowska-Stefańska, Wiśniewski, Domagalski, 2018; Borowska-Stefańska, Wiśniewski, 2019; Lechowski, 2019; Jażdżewska, Lechowski, 2020);

– gospodarki przestrzennej (Kocur-Bera, 2010; Głosińska, Lechowski, 2013; Fogel, 2013; Borowska-Stefańska, 2015; Feltynowski, 2015a; Czepkiewicz i in., 2016; Malinowski, Petryk, Rybiński, 2018; Majorek, 2018; Borowska-Stefańska i in., 2019; Jankowski i in., 2021);

– dziedzictwa kulturowego i morfologii miast (Gaździcki, 2007; Chrobak, Gaździcki, 2007; Jażdżewska, 2010; Lechowski, 2011; Chmielewska, Majchrowska, 2014; Dzieciuchowicz, Dmochowska-Dudek, 2014; Jażdżewska, Jasion, 2018; Dmochowska-Dudek, 2020);

– regionalizacji (Stuczyński, Jadczyszyn, Seweryn, 2006; Oziembłowski, Karnkowski, 2008; Kistowski, Szydłowski, 2014; Jażdżewska, 2017c);

– map historycznych i zdjęć lotniczych (Majchrowska, 2004; Szady, 2008; Dmowska, Zwoliński, Gudowicz, 2010; Jaskulski, Łukasiewicz, Nalej, 2013;

Jaskulski, Nalej, 2015; Jucha, 2015; Nita, Myga-Piątek, 2012; Myrda, Szady, Ławrynowicz, 2020);

– historycznych i archeologicznych (Szady, 2008; Wnek, 2010; Bryk, Chyla, 2013; Zapłata, Borowski, 2013; Zawadzka-Pawlewska, 2014);

– metod i narzędzi GIS (Werner, 1992; Urbański, 1997; Żyszkowska, 2003; Terefenko i in., 2005; Jażdżewska, 2008; Urbański i in., 2008; Wężyk i in., 2008; Oberski, Szczepaniak-Kołtun, 2010; Żyszkowska, Spallek, 2011; Będkowski, 2011; Kunz, 2013; Tomczyk, Ewertowski, 2013; Stach, Wysocka, 2014; Giełda-Pinas i in., 2015; Jasiewicz i in., 2015; Jankowski i in., 2016; Kolecka i in., 2016; Bąkowska, Kaczmarek, Mikuła, 2017; Jażdżewska, 2017b; Halik, Medyńska-Gulij, 2017; Borowska-Stefańska, Wiśniewski, 2018b; Haklay, Jankowski, Zwoliński, 2018; Urbański, 2018; Niedzielski i in., 2018; Niedzielski, 2018; Jankowski, Czepkiewicz, Zwoliński, i in., 2019; Nalej, 2019b; Tymków i in., 2019);

– danych i baz danych GIS (*Geodezyjne metody pozyskiwania danych w Systemie Informacji Geograficznych*, 1995; Kistowski, 1993; Jażdżewska, 1999c; Lewandowicz, 2003; Jażdżewska, 2003; Kunz, 2006; Dygaszewicz, 2007; Bielecka, 2009; Bielecka, Ciołkosz, 2009; Wężyk, Szostak, Tompalski, 2010; Kołodziej, 2011; Tymków, Stodolak, 2012; Lewandowicz, Packa, Kondratowicz, 2013; Ewertowski i in., 2013; Kunz, 2013; Szady, 2013; Świtoń, 2013; Medyńska-Gulij, 2014; Bac-Bronowicz, Górniak-Zimroz, Pactwa, 2014; Halik, Lorek, Medyńska-Gulij, 2015; Jawgiel, 2015; Panecki, 2015; Szady, 2016; Nowak Da Costa, Bielecka, Całka, 2016; Lechowski, 2016; Rechciński, Balon, Grodzińska-Jurczak, 2017; Mierzejowska, Zogała, 2018; Wiatkowska, Słodczyk, 2018; Jażdżewska, 2019; Myrda, Szady, Ławrynowicz, 2020);

– GIS w edukacji wyższej w Polsce (Widacki, 2001; Zwoliński, 2003; Widacki, 2004; Gaździcki, 2006; Blachowski, Woźniak, 2007; Stateczny, 2009; Kozak, Szablowska-Midor, 2009; Kozak, Werner, Zwoliński, 2009; Gaździcki, 2009; Gaździcki i in., 2009; Jażdżewska, 2011; Będkowski i in., 2015; Eckes, 2015; Jażdżewska, 2015; Rogowski, Nalej, 2015; Werner, Jażdżewska, Zwoliński, 2015; Gaździcki i in., 2018; Będkowski i in., 2018; Hoffmann, Lisiak, Borowska, 2018; Latosińska, Nalej, 2018) i inne w „Rocznikach Geomatyki"[13];

– GIS i społeczeństwa informacyjnego (Werner, 2003; Ney, 2005; Gaździcki, 2013; Pilarska, 2015);

– systemów i infrastruktury przestrzennej (Gaździcki, Linsenbarth, 2004; Gaździcki, Baranowski, 2004; Bielecka, Dukaczewski, Janczar, 2018);

– dyrektywy INSPIRE[14] (Gaździcki, 2005; 2008; Bujakowski, Pyka, 2009; Salata, Myga-Piątek, 2015).

---

[13] http://rg.ptip.org.pl/index.php/rg [dostęp: 20.04.2020].

[14] Idea INSPIRE (Infrastructure for Spatial Information in Europe) polega na zapewnieniu dostępu do wiedzy o wspólnej przestrzeni europejskiej wszystkim, którzy tej wiedzy potrzebują: organom administracji, organizacjom publicznym i prywatnym,

Tabela 3.1. Konferencje „GIS w nauce" w latach 2012–2021

Lp.	Rok	Miasto	Organizatorzy
1	2012	Łódź	Wydział Nauk Geograficznych Uniwersytetu Łódzkiego, Wydział Oceanografii i Geografii Uniwersytetu Gdańskiego
2	2013	Lublin	Wydział Nauk o Ziemi i Gospodarki Przestrzennej Uniwersytetu Marii Curie-Skłodowskiej w Lublinie oraz Instytut Historii Katolickiego Uniwersytetu Lubelskiego im. Jana Pawła II
3	2014	Gdańsk	Wydział Oceanografii i Geografii Uniwersytetu Gdańskiego oraz Wydział Nauk Geograficznych Uniwersytetu Łódzkiego
4	2015	Poznań	Wydział Nauk Geograficznych i Geologicznych oraz Wydział Biologii Uniwersytetu im. Adama Mickiewicza w Poznaniu
5	2016	Warszawa	Wydziału Geografii i Studiów Regionalnych Uniwersytetu Warszawskiego przy współpracy z Politechniką Warszawską, Szkołą Główną Gospodarstwa Wiejskiego, Instytutem Historii Polskiej Akademii Nauk
6	2017	Olsztyn	Wydział Geodezji, Inżynierii Przestrzennej i Budownictwa Uniwersytetu Warmińsko-Mazurskiego w Olsztynie
7	2018	Kraków	Instytut Geografii i Gospodarki Przestrzennej Uniwersytetu Jagiellońskiego
8	2019	Wrocław	Uniwersytet Przyrodniczy we Wrocławiu oraz Politechnika Wrocławska
9	2021*	Toruń	Wydział Nauk o Ziemi i Gospodarki Przestrzennej Uniwersytetu Mikołaja Kopernika w Toruniu

* Z powodu epidemii COVID-19 konferencja nie odbyła się w 2020 i w 2021 r.
Źródło: opracowanie własne.

Polem do wymiany idei z zakresu nauki o geoinformacji stały się coroczne spotkania podczas konferencji „GIS w nauce" organizowanej od 2012 r., której inicjatorami byli Iwona Jażdżewska (Uniwersytet Łódzki) i Jacek Urbański (Uniwersytet Gdański), a pierwsze obrady miały miejsce na Wydziale Nauk

przedsiębiorcom i obywatelom, działającym w skali całej Unii Europejskiej, w skali poszczególnych państw członkowskich oraz w skali regionalnej i lokalnej (http://www.gugik.gov.pl/bip/inspire, dostęp: 20.04.2020). Duża grupa publikacji na ten temat jest zamieszczona w czasopiśmie „Roczniki Geomatyki".

Geograficznych Uniwersytetu Łódzkiego przy współpracy Wydziału Oceanografii i Geografii Uniwersytetu Gdańskiego. W zamyśle pomysłodawców miała ona odbywać się co dwa lata w innym ośrodku akademickim, ale zainteresowanie było tak duże, że każdego roku odbywała się w innym mieście (tab. 3.1).

Jubileuszowa 10 edycja konferencji planowana jest ponownie w Łodzi. Konferencja rozszerza swój zasięg nie tylko pod względem geograficznym, ale również partycypujących uczelni, towarzystw[15] oraz dyscyplin naukowych, gdyż biorą w niej udział geografowie, geodeci, informatycy, urbaniści, historycy, biologowie[16] i przedstawiciele innych dyscyplin.

Tak szeroki krąg osób – reprezentujących różne dyscypliny – zainteresowanych rozwojem GIS wskazuje na to, że również w Polsce nauka o geoinformacji będzie miała charakter multi-, inter- lub transdyscyplinarny. Większość uczestników konferencji promuje geoinformację na swoich macierzystych uczelniach nie tylko w nauce, lecz także w dydaktyce, dzięki czemu powstawały nowe przedmioty, specjalizacje oraz kierunki studiów.

Dużym impulsem do rozwoju nauki o geoinformacji może być realizowany przez dra hab. inż. Dariusza Gotliba wraz zespołem z Politechniki Warszawskiej projekt „Centrum naukowych analiz geoprzestrzennych, obliczeń satelitarnych wraz z laboratoriami testowania/certyfikacji produktów geopatycznych" (CENAGIS)[17]. Projekt ten jest przeznaczony dla całego środowiska akademickiego zajmującego się szeroko rozumianą geomatyką w Polsce. Utworzone centrum ma do dyspozycji najnowsze, na światowym poziomie, technologie geoinformatyczne

---

[15] Uniwersytety: Katolicki Uniwersytet Lubelski Jana Pawła II, Uniwersytet im. Adama Mickiewicza w Poznaniu, Uniwersytet Jagielloński w Krakowie, Uniwersytet Łódzki, Uniwersytet Marii Curie-Skłodowskiej w Lublinie, Uniwersytet Mikołaja Kopernika w Toruniu, Uniwersytet Przyrodniczy we Wrocławiu, Uniwersytet Rolniczy im. Hugona Kołłątaja w Krakowie, Uniwersytet Warszawski, Uniwersytet Warmińsko-Mazurski w Olsztynie; politechniki: Politechnika Warszawska, Wojskowa Akademia Techniczna im. Jarosława Dąbrowskiego w Warszawie, Akademia Górniczo-Hutnicza im. Stanisława Staszica w Krakowie, Politechnika Wrocławska; towarzystwa: Polska Akademia Umiejętności, Polskie Towarzystwo Geograficzne, Polskie Towarzystwo Informacji Przestrzennej, Główny Geodeta Kraju.

[16] Biologowie od 2012 r. organizują własną konferencję pt. „Forum BioGIS – System Informacji Przestrzennej w badaniach różnorodności biologicznej", organizatorami są Wydział Biologii oraz Wydział Nauk Geograficznych i Geologicznych Uniwersytetu im. Adama Mickiewicza w Poznaniu.

[17] Projekt otrzymał unijne dofinansowanie w ramach konkursu nr RPMA.01.01.00-IP.01–14–061/17 z Działania 1.1. Działalność badawczo-rozwojowa jednostek naukowych, typ projektów: „Wsparcie infrastruktury badawczo-rozwojowej jednostek naukowych" Regionalnego Programu Operacyjnego Województwa Mazowieckiego 2014–2020, rozstrzygniętego w kwietniu 2018 r. (https://cenagis.pw.edu.pl, dostęp: 20.07.2020).

i informatyczne, pozwalające na zdalny dostęp do unikalnych laboratoriów badawczych szerokiemu gronu naukowców i współpracujących innowacyjnych przedsiębiorstw technologicznych. Użytkownicy będą mogli konfigurować wirtualne maszyny z odpowiednią dla siebie mocą obliczeniową, wybranym oprogramowaniem GIS, przestrzenią dyskową, a przede wszystkim ze skonfigurowanym dostępem do odpowiednich zestawów danych przestrzennych. Pozwoli to na obniżenie kosztów realizacji projektów wymagających dużego nakładu na technologie i dane. Ważną częścią projektu jest repozytorium danych geoprzestrzennych Polski, dzięki któremu użytkownicy będą mieli dostęp do otwartych zbiorów danych przestrzennych dla obszaru kraju, zarówno wektorowych, jak i rastrowych, a także – dzięki partnerom projektu – dostęp do obrazów satelitarnych Europejskiej Agencji Kosmicznej (ESA) (Szpunar i in., 2019). Równolegle z pracami wdrożeniowymi prowadzono w ramach projektu inicjatywę stworzenia Sieci Naukowej Analiz i Prezentacji Danych Geoprzestrzennych Polski, która będzie konsolidowała i koordynowała program badawczy z zakresu geoinformacji w Polsce. Dnia 7 czerwca 2019 r. na Politechnice Warszawskiej odbyło się spotkanie naukowców zainteresowanych utworzeniem Sieci Naukowej Analiz Geoprzestrzennych. W spotkaniu uczestniczyli przedstawiciele jednostek naukowych z Koszalina, Lublina, Łodzi, Torunia, Warszawy i Wrocławia, a rok później ponad 20 jednostek przystąpiło do podpisania formalnej umowy o współpracy w ramach sieci.

3.4. Edukacja na poziomie wyższym

W ostatniej dekadzie XX w. na wielu kierunkach studiów coraz częściej pojawiały się przedmioty nawiązujące wprost do geoinformacji, a wraz z rozwojem doświadczonej kadry naukowej, dostępnością sprzętu i coraz lepszego oprogramowania zaczęły powstawać specjalności na kierunkach: geografia (na uniwersytetach) oraz geodezja i kartografia (na uczelniach technicznych), a następnie studia podyplomowe (Będkowski i in., 2018). Zaczęto również dyskutować na temat potrzeby uruchomienia nowego kierunku studiów (Zwoliński, 2003; Gaździcki, 2006; 2009; Kozak, Werner, Zwoliński, 2009; Jażdżewska, 2011). Pierwszą koncepcję takiego kierunku studiów oraz standardów kształcenia na nim dla studiów pierwszego i drugiego stopnia przedstawił w 2009 r. Andrzej Stateczny z Akademii Morskiej w Szczecinie, który uważał za celowe powołanie kierunku studiów w zakresie geoinformacji o nazwie „geoinformatyka" nie tylko na wydziałach geodezyjnych, lecz także nawigacyjnych, informatycznych, geologicznych, leśnych czy geograficznych (Stateczny, 2009). W odpowiedzi na tę propozycję szerokie grono osób zainteresowanych kształceniem w dziedzinie geoinformacji wyraziło swoją opinię zarówno na temat nazwy kierunku studiów, jak i standardów oraz treści kształcenia (Gaździcki i in., 2009). W latach 2009–2010 odbyło się kilka spotkań geografów z różnych ośrodków

akademickich, którzy rozpoczęli dyskusję o uruchomieniu nowego kierunku na swoich macierzystych wydziałach. W zespole geografów dominowali przedstawiciele geografii fizycznej (różnych specjalności) oraz znalazło się dwoje geografów społeczno-ekonomicznych. Ich celem było wypracowanie porównywalnego, choć oddającego specyfikę poszczególnych uczelni, programu nauczania na studiach geoinformacyjnych (Będkowski i in., 2018). Dyskutowano również o nazwie kierunku („geoinformacja" lub „geoinformatyka"), gdyż uczestnicy spotkań mieli niekiedy odmienne poglądy na ten temat.

Wynikiem starań geografów uruchomiono w 2012 r. pierwsze studia o nazwie „geoinformacja" na dwóch uczelniach: Uniwersytecie im. A. Mickiewicza w Poznaniu[18] oraz Uniwersytecie Łódzkim. W pierwszym pieczę nad kierunkiem sprawowali geografowie fizyczni, a w drugim społeczno-ekonomiczni oraz matematycy i informatycy[19] – miało to wpływ na specyfikę oferowanych przedmiotów. Po trzech latach pierwsi absolwenci mogli już wybrać kierunek geoinformacja drugiego stopnia na tych uczelniach. W 2013 r. uruchomiono kierunek geoinformatyka na Uniwersytecie Marii Curie-Skłodowskiej w Lublinie (studia pierwszego, a po trzech latach drugiego stopnia) oraz geoinformację środowiskową (drugiego stopnia) na Uniwersytecie Mikołaja Kopernika w Toruniu. Na uczelniach technicznych: od 2015 r. oferowany jest kierunek geoinformatyka pierwszego stopnia na Politechnice Warszawskiej, od 2017 r. studia drugiego stopnia w Akademii Morskiej w Szczecinie, od 2018 r. kierunek geoinformacja pierwszego stopnia w Akademii Górniczo-Hutniczej. Uruchomienie wymienionych kierunków było możliwe tylko tam, gdzie istniała kadra dydaktyczna – samodzielni pracownicy nauki i adiunkci – mająca dorobek naukowy w zakresie geoinformacji.

Kadra dydaktyczna, która czuwała nad rozwojem geoinformacji w ramach edukacji wyższej w Polsce reprezentowała różne dyscypliny i wymieniała swe doświadczenia na dwóch konferencjach „GIS w edukacji", zainicjowanych i zorganizowanych przez Zakład Geoinformacji (Wydział Nauk Geograficznych UŁ)[20] w 2015 r. (Jażdżewska, 2015) i 2018 r. (Nalej, Jasion, 2018). Wiele uwagi tematom edukacji poświęcano też na corocznych konferencjach organizowanych przez Polskie Towarzystwo Informacji Przestrzennej, a część materiałów z nich

---

[18] Wcześniej, w roku akademickim 2002/2003 – kierunek geografia, specjalność geoinformacja od pierwszego roku studiów 5-letnich; 2007/2008 – kierunek geografia, specjalność geoinformacja na studiach pierwszego i drugiego stopnia; 2012/2013 – kierunek geoinformacja na studiach inżynierskich i magisterskich.

[19] Kierunek prowadzony jest od 2012 r. na Wydziale Nauk Geograficznych (ok. 60% zajęć) i na Wydziale Matematyki i Informatyki (ok. 30% zajęć).

[20] Wspólnie z Zakładem Geoinformacji Wydziału Nauk Geograficznych i Geologicznych Uniwersytetu im. Adama Mickiewicza w Poznaniu.

zamieszczono w formie artykułów w czasopiśmie „Roczniki Geomatyki”[21]. Publikacje z zakresu kształcenia GIS, geomatyki, geoinformacji, geoinformatyki w Polsce na uniwersytetach (Werner, Jażdżewska, Zwoliński, 2015), w Akademii Górniczo-Hutniczej (Eckes, 2015), na Politechnice Wrocławskiej (Blachowski, Woźniak, 2007), na wydziałach leśnych (Będkowski i in., 2015) i innych dają możliwość ich porównania oraz dostrzeżenia podobieństw i różnic.

Realizowane kierunki studiów nie są identyczne, gdyż kadra naukowa, która je tworzyła i firmuje, ma różne zainteresowania badawcze i reprezentuje odmienne dyscypliny. Na części kierunków akcent kładziony jest na pomiar przestrzeni, umiejętności gromadzenia, przetwarzania, interpretacji i wizualizacji danych geograficznych, zaś w innych na metody informatyczne, a w pozostałych – na analizy przestrzeni geograficznej i poznawanie mechanizmów funkcjonowania środowiska i społeczeństwa. W zależności od oczekiwanego profilu absolwenta ustalono poziom jego wiedzy i kompetencji niezbędnych do podjęcia pracy w gospodarce (Będkowski i in., 2018). Można stwierdzić, że kadra dba również o rozwój swoich podopiecznych poprzez organizowanie różnego typu konkursów, takich jak „Akademickie Mistrzostwa Geoinformatyczne – GIS Challenge” (Hołub, Chabudziński, 2017) oraz szkół letnich, np. „Letniej Szkoły Geoinformacji Geogorce” (Świątek, 2012) i zimowych, np. „Winter Gorce”[22], „Międzynarodowej Szkoły Letniej HERE”[23]. Ponadto studenci mogą czynnie uczestniczyć w corocznej konferencji „GIS w nauce” lub „GIS w edukacji” (Nalej, Jasion, 2018). Każdego roku w trzecią środę listopada odbywa się na polskich uczelniach i w szkołach zainteresowanych geoinformacją „GISday” – impreza, której celem jest popularyzacja Systemów Informacji Geograficznej wśród młodzieży, pracowników nauki i edukacji[24].

Coraz częściej pojawiają się publikacje naukowe obejmujące prezentację metod dydaktycznych (Bielecka, 2015) i wybranych przedmiotów (Rogowski, Nalej, 2015; Winowski, 2017; Latosińska, Nalej, 2018; Hoffmann, Lisiak, Borowska, 2018). Pierwsi absolwenci studiów drugiego stopnia opuścili już kilka lat temu macierzyste uczelnie, kilkoro wybrało studia doktoranckie. Z jednej strony znaleźli się oni w podobnej sytuacji, co ich opiekunowie naukowi, gdyż musieli podjąć decyzję, w jakiej dyscyplinie będą prowadzić swoje naukowe dociekania i jaką ich część poświęcą na rozwijanie nauki o geoinformacji. Z drugiej strony – mieli możliwość wyboru promotora, któremu bliskie były zagadnienia związane z GIS.

---

[21] http://rg.ptip.org.pl/index.php/rg [dostęp: 20.04.2020].

[22] http://www.geo.ur.krakow.pl/?show=obozy [dostęp: 20.04.2020].

[23] https://www.umcs.pl/pl/aktualnosci,58,miedzynarodowa-szkola-letnia-here-2018,66777.chtm [dostęp: 20.04.2020].

[24] https://www.gisday.com, http://www.gis-day.pl [dostęp: 10.02.2021].

3.5. Nauka o geoinformacji w ujęciu organizacyjnym

W drugiej dekadzie XXI w. nauka o geoinformacji jest już rozpoznawalna w polskiej geografii, a wielu geografów jest z nią mocno związanych zarówno w sferze naukowej, jak i dydaktycznej. Konsekwencją tego faktu były powstające pod koniec XX w. i funkcjonujące do dziś (tab. 3.2) liczne pracownie, zakłady, katedry i instytuty mające w nazwie słowa: geoinformacja, geoinformatyka, geomatyka, GIS, Systemy Informacji Geograficznej. Teledetekcja ma dłuższą historię funkcjonowania w strukturach organizacyjnych i stanowi osobne zagadnienie do rozważań. Cześć jednostek jest blisko związana z kartografią i teledetekcją, a termin „geoinformacja" został dodany do ich nazwy w wyniku ewolucji zainteresowań badawczych członków zespołu lub z powodów merkantylnych.

Dość ciekawe może być podjęcie badań na temat doświadczeń naukowych w zakresie geoinformacji pracowników oraz zespołów wchodzących w skład jednostek organizacyjnych wymienionych w tab. 3.2. Są wśród nich jednostki mające w nazwie jedno lub klika określeń, np. Zakład Geoinformacji lub Zakład Badań Środowiska i Geoinformacji. W skład tych pierwszych mogą wchodzić w większości naukowcy związani z geoinformacją, a w skład drugich niekoniecznie. W odniesieniu do tworzenia się nowej dyscypliny problemem może być obecna przynależność geografów do dziedzin i dyscyplin naukowych w Polsce. Od 2018 r. w miejsce geografii powołano dwie dyscypliny: geografię społeczno-ekonomiczną i gospodarkę przestrzenną oraz nauki o Ziemi i środowisku. Wstępna analiza omawianych jednostek organizacyjnych wskazuje, że większości z nich bliżej jest do dyscypliny nauki o Ziemi i środowisku niż geografii społeczno-ekonomicznej i gospodarki przestrzennej. Ale to członkowie zespołów wchodzących w ich skład reprezentują określone dyscypliny, dlatego trudno w tym miejscu określić ich proporcje.

Omawiane jednostki organizacyjne pojawiały się w strukturze organizacyjnej polskich uniwersytetów w latach 90. XX w.[25] i ewoluowały wraz z rozwojem geoinformacji na świecie i w Polsce. Coraz więcej młodych badaczy z nią związanych znajdowało zatrudnienie na uczelniach, przez co zwiększał się stan kadrowy oraz możliwości tworzenia nowych zespołów o podobnych zainteresowaniach. Musiały one określić swoje zainteresowania badawcze, dlatego warto w przyszłości prześledzić genezę ich powstania, łącznie z wyborem nazwy. Interesujące może być zapoznanie się z argumentacją dotyczącą wyboru nazwy jednostki – czy „geoinformatyka" jest bardziej informatyczna od „geoinformacji" lub czym się różni od „geomatyki"? Te kwestie mogą okazać się istotne w przypadku podjęcia starań o wyodrębnienie nowej dyscypliny.

---

[25] Autorka nie ma na myśli zakładów teledetekcji czy kartografii, które funkcjonowały wcześniej.

Tabela 3.2. Jednostki organizacyjne funkcjonujące w instytutach naukowych i na wydziałach geografii[a] uczelni państwowych w Polsce w roku akademickim 2019/2020, w których strukturze występowały jednostki związane z nauką o geoinformacji

Nazwa uczelni	Instytut	Katedra	Zakład/pracownia	Kierownik
Uniwersytet Warszawski, Wydział Geografii i Studiów Regionalnych	–	Katedra Geomatyki i Systemów Informacyjnych	Zakład Geoinformatyki, Kartografii i Teledetekcji; Pracownia Systemów Informacji Przestrzennej	dr hab. Bogdan Zagajewski, prof. dr hab. Piotr Werner
Uniwersytet Łódzki, Wydział Nauk Geograficznych	od 2020 r. Instytut Geografii Miast, Turyzmu i Geoinformacji	–	Zakład Geoinformacji w Instytucie Geografii Miast i Turyzmu	dr hab. Iwona Jażdżewska
Uniwersytet Jagielloński, Wydział Geografii i Geologii	–	–	Zakład Systemów Informacji Geograficznej, Kartografii i Teledetekcji w Instytucie Geografii i Gospodarki Przestrzennej	prof. dr hab. Jacek Kozak
Uniwersytet im. Adama Mickiewicza w Poznaniu, Wydział Nauk Geograficznych i Geologicznych	Instytut Geoekologii i Geoinformacji	–	Zakład Geoinformacji	prof. dr hab. Zbigniew Zwoliński

Tabela 3.2 (cd.)

Nazwa uczelni	Instytut	Katedra	Zakład/pracownia	Kierownik
Uniwersytet Mikołaja Kopernika w Toruniu, Wydział Nauk o Ziemi i Gospodarki Przestrzennej	–	Katedra Geomatyki i Kartografii	–	dr hab. Zenon Kozieł
Uniwersytet Marii Curie-Skłodowskiej w Lublinie, Wydział Nauk o Ziemi i Gospodarki Przestrzennej	–	Katedra Geologii, Gleboznawstwa i Geoinformacji w Instytucie Nauk o Ziemi i Środowisku	–	prof. dr hab. Ryszard Dębicki
Uniwersytet Gdański, Wydział Oceanografii i Geografii	–	–	Pracownia GIS	dr hab. Jacek Urbański
Uniwersytet Szczeciński, Wydział Nauk o Ziemi	–	–	Zakład Teledetekcji i Kartografii Morskiej w Instytucie Nauk o Morzu	(vacat)
Uniwersytet Wrocławski, Wydział Nauk o Ziemi i Kształtowania Środowiska	–	–	Zakład Geoinformatyki i Kartografii w Instytucie Geografii i Rozwoju Regionalnego	dr hab. Waldemar Spallek
Uniwersytet Pedagogiczny im. KEN w Krakowie, Wydział Geograficzno-Biologiczny	–	Katedra Geoinformacji i Badań Geośrodowiskowych w Instytucie Geografii	–	prof. dr hab. Adam Łajczak

Uniwersytet Jana Kochanowskiego w Kielcach, Wydział Nauk Ścisłych i Przyrodniczych	–	–	Zakład Badań Środowiska i Geoinformacji w Instytucie Geografii i Nauk o Środowisku	dr hab. Rafał Kozłowski
Uniwersytet Śląski, Wydział Nauk Przyrodniczych	–	–	–	–
Uniwersytet Kazimierza Wielkiego w Bydgoszczy, Instytut Geografii	–	–	–	–
Uniwersytet Opolski, Wydział Ekonomiczny, Instytut Geografii Społeczno-Ekonomicznej i Gospodarki Przestrzennej	–	–	–	–
Akademia Pomorska w Słupsku, Instytut Geografii Społeczno-Ekonomicznej i Turystyki	–	–	–	–
Instytut Geografii i Przestrzennego Zagospodarowania im. S. Leszczyckiego Polskiej Akademii Nauk	–	–	Zespół Systemów Informacji Geograficznej i Kartografii	dr Jacek Wolski

[a] Uniwersytety: Zielonogórski, Rzeszowski, Warmińsko-Mazurski w Olsztynie, Uniwersytet w Białymstoku, Uniwersytet Kardynała Stefana Wyszyńskiego w Warszawie nie mają strukturze wydziału lub instytutu związanego z naukami geograficznymi.

Źródło: opracowanie własne.

Organizowane co roku konferencje „GIS w nauce" (tab. 3.1) pokazały, że wśród ich uczestników znalazło się wiele osób bardzo mocno zainteresowanych i związanych z nauką o geoinformacji. Mogą one w niedalekiej przyszłości stworzyć nowe jednostki organizacyjne lub wzmacniać naukowo ten obszar badań. Jednak w Polsce nie jest łatwo zmienić przynależność organizacyjną pracowników naukowych. Zainteresowania badawcze młodych pracowników są pod dużą kontrolą opiekunów naukowych. Dopiero po uzyskaniu stopnia doktora lub doktora habilitowanego tacy badacze mogą pokusić się o wejście na nowe ścieżki rozwoju naukowego, lecz nie mają możliwości swobodnego przepływu między jednostkami (wiążę się to zazwyczaj z etatem przynależnym danej jednostce). Nawet uzyskanie tytułu doktora habilitowanego (wówczas pracownik staje się samodzielnym pracownikiem nauki) nie daje takiej swobody, chyba że ma on dość mocną pozycję naukową i równocześnie istnieją możliwości organizacyjne stworzenia zespołu (pracowni lub zakładu), którym pokieruje. Pewnym rozwiązaniem mogą być zespoły naukowe, ale jest ich jeszcze za mało, aby mówić o swobodzie decyzji w tym zakresie.

Odwołując się do powojennego rozwoju nauk geograficznych w Polsce, można znaleźć pewne analogie dotyczące tworzenia się kolejnych subdyscyplin geografii i odpowiadających im jednostek organizacyjnych, a zanikania innych. Nie odbywało się to zawsze ewolucyjnie, a czasami rewolucyjnie. Wiele czynników wewnętrznych miało na to wpływ, szczególnie istotne były w tym czasie osobowości geografów piastujących kluczowe stanowiska (dyrektorskie, a nawet partyjne). W przypadku geoinformacji, która rozwija się po transformacji ustrojowej, część tych czynników już nie występuje. Należy pamiętać, że kierownicze stanowiska piastują coraz młodsi pracownicy nauki, którzy – o ile nie przejęli nie zawsze demokratycznego stylu swoich poprzedników – mają własny, bardziej otwarty na nowości i pomysły młodszego pokolenia styl zarządzania. To od nich i młodych adeptów geoinformacji będzie zależała jej przyszłość jako nauki w Polsce. Pokolenie geografów – „ojców i matek" polskiej geoinformacji pomału zbliża się do wieku emerytalnego i zapewne będzie wspierać młodych, ale ich nie zastąpi w dążeniu do tego celu. Powinni oni wykazać się w tej nowej dyscyplinie na arenie nauki światowej oraz popularyzować ją w Polsce. W epoce społeczeństwa informacyjnego nie powinno to być bardzo trudne, lecz będzie od nich wymagać zaangażowania i czasami pójścia pod prąd oraz przeciwstawienia się tradycyjnym, niecyfrowym badaniom geograficznym. Można już odnotować początek rewolucji naukowej zmierzającej do uformowania się nowej dyscypliny w Polsce, a jej skutki widoczne będą w niedalekiej przyszłości.

Oczywisty jest fakt, że nauka o geoinformacji nie zastąpi geografii, będzie od niej zależna i równocześnie będzie ją wzmacniała. Czy stanie się jej elementem lub subdyscypliną? Na to pytanie trudno odpowiedzieć, gdyż zależy to zarówno od postawy geografów niezwiązanych z nią, jak i tych, którym będzie na tym zależeć. Przedstawione wcześniej poglądy polskich i zagranicznych

geografów na rozwój nauki o geoinformacji cały czas ewoluują, a dyskusja nadal trwa, co jest dobrą prognozą na przyszłość. Część opinii potwierdzających, że geoinformacja zajmuje pewne miejsce w polskiej geografii, jest też możliwa do uchwycenia w publikacjach naukowych. Interesująco pod tym względem prezentują się schematy: ilustracja podziału nauk geograficznych oraz ich stosunku do innych nauk (rys. 3.2) wzorowana na podziale Leszczyckiego z 1962 r. (Kostrzewski, Roo-Zielińska, 2011) oraz klasyfikacja przedmiotowo-metodologiczna nauk geograficznych w Polsce (rys. 3.3) według Śleszyńskiego (Śleszyński, 2020). W każdym z nich znajdują się elementy związane z GIS lub geoinformacją i zajmują one pozycje nauk/dziedzin pomocniczych (rys. 3.2) lub są elementem geografii jako nauki stosowanej i użytkowej (rys. 3.3). Może to oznaczać, że Systemy Informacji Geograficznej lub geoinformacja traktowane są przez autorów wspomnianych schematów jako użyteczne narzędzie w geografii, ale jeszcze nie subdyscyplina. Jest to duży postęp w postrzeganiu użyteczności geoinformacji w geografii, lecz brakuje wizji, że może ona być jej subdyscypliną. Być może jest jeszcze na to za wcześnie, gdyż to badacze związani z nauką o geoinformacji muszą uaktywnić swoją wizję subdyscypliny, jeśli takową mają, i promować ją wśród reszty geografów.

Podsumowując, można powiedzieć, że społeczność polskich geografów jest coraz bardziej otwarta na nowe wyzwania, jednak potrzebuje nowych impulsów i argumentów przekazywanych przez osoby zainteresowane rozwojem geoinformacji. Pewien problemem będzie zapewne stanowić podział geografii na dwie dziedziny i dyscypliny oraz konieczność uzyskania awansu naukowego w jednej z nich. Z drugiej strony, nie ma ograniczeń w publikowaniu artykułów naukowych w zagranicznych czasopismach związanych z geografią lub GIScience, co z czasem może pomóc podnieść prestiż naukowy tej grupy badaczy. Należy równocześnie pamiętać, że z geoinformacją związani są nie tylko geografowie, lecz w dużym stopniu geodeci oraz przedstawiciele innych dyscyplin.

Rozdział 4

NAUKA O GEOINFORMACJI

Współczesne badania podejmowane są często przez zespół naukowców reprezentujących odrębne dyscypliny. Zazwyczaj posługują się oni odmiennymi terminami i metodami, co może powodować utrudnienia w komunikacji naukowej między nimi. Połączenie ich badań wymaga szerokiej dyskusji, uzgodnienia podstawowych pojęć i koncepcji badawczych związanych z realizacją wspólnego projektu. Wspólna praca może charakteryzować się różnym stopniem integracji obszarów będących przedmiotem badań odmiennych dyscyplin, co jest związane z multidyscyplinarnością, interdyscyplinarnością i transdyscyplinarnością nauki. Pewne cechy interdyscyplinarności ma nauka o geoinformacji, z tego powodu niezbędne jest wprowadzenie do tej tematyki.

4.1. Czym jest nauka mono-, multi-, inter- i transdyscyplinarna

Dyscyplina naukowa jest produktem historycznego rozwoju nauki i znana jest w obecnej formie organizacyjnej od XIX w. Najczystszym modelem takiej koncepcji jest klasyfikacja nauk autorstwa Auguste'a Comte, który podzielił dyscypliny według podwójnego porządku: rosnącej złożoności i malejącej ogólności (Piaget, 1972). Można przyrównać ten etap nauki do koncepcji nauki normalnej, opisanej przez Kuhna (Kuhn, 2009b), w której obowiązuje paradygmat oznaczający dojrzałość danej dyscypliny naukowej, zgodnie z którym uczeni danej dyscypliny prowadzą badania naukowe. Zmiany paradygmatów zdarzają się wskutek wewnętrznych mechanizmów w danej dyscyplinie. Faza nauki dyscyplinarnej obejmuje badania odbywające się w granicach pojedynczych, obowiązujących w danym okresie, dyscyplin akademickich.

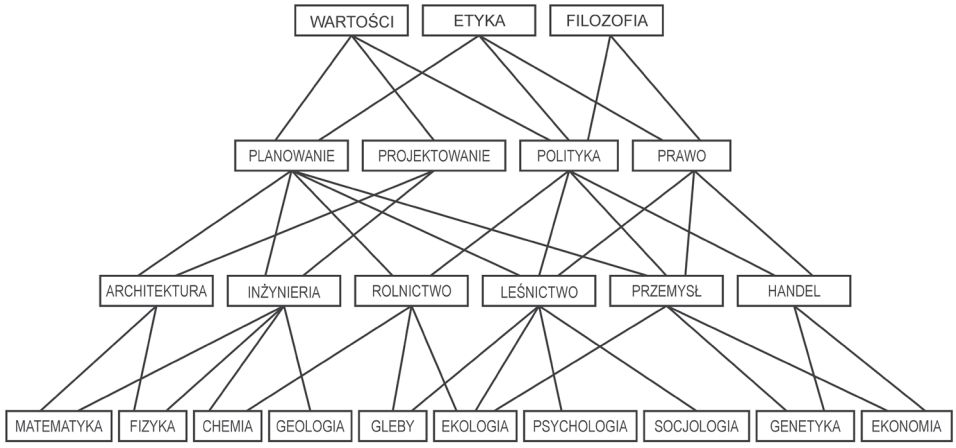
Dyskusję na temat multidyscyplinarności, interdyscyplinarności i transdyscyplinarności nauki rozwinął szwajcarski filozof i psycholog Jean Piaget (1896–1980), który uważany jest za twórcę definicji transdyscyplinarności (Nicolescu, 2005). Piaget nie tylko rozróżnił i opisał te trzy pojęcia, ale również twierdził, iż mają one swoje poziomy, zgodnie ze stopniem interakcji osiągniętym między komponentami (dyscyplinami). Niższy poziom nazwał multidyscyplinarnym, w którym rozwiązanie problemu wymaga informacji zapożyczonych z dwóch lub

więcej dyscyplin, ale bez ich modyfikacji. Piaget uważał, że taki stan rzeczy może stanowić etap początkowy badań, często obserwowany w grupach naukowców reprezentujących różne dyscypliny, którzy spotkali się w celu pozyskania wzajemnych i kumulatywnych informacji, ale bez odpowiednich interakcji. Drugi poziom, na którym współpraca między różnymi dyscyplinami prowadzi do interakcji, wymiany i następuje całkowite wzajemne wzbogacenie, nazwał poziomem interdyscyplinarnym. Doszedł do wniosku, że kwestia analizy i klasyfikacji różnych możliwych rodzajów interakcji między dyscyplinami nie jest łatwym zadaniem. Najprostsza forma połączenia i owocnej współpracy interdyscyplinarnej to izomorfizm, który występuje wówczas, gdy specjaliści z dwóch różnych dyscyplin zdają sobie sprawę, że ich analizy prowadzą do pojawienia się podobnych struktur, a szczegóły owych analiz w jednej z tych dyscyplin są w stanie wyjaśnić zagadnienia badane w drugiej. Najwyższy poziom relacji między dyscyplinami to poziom transdyscyplinarny, który nie jest ograniczony do osiągania interakcji lub wzajemności między specjalistycznymi badaniami, ale lokalizuje połączenia między nimi w ramach systemu bez stabilnych granic między dyscyplinami (Piaget, 1972).

Warto przypomnieć, że pojęcie transdyscyplinarności pojawiło się po raz pierwszy we Francji w 1970 r. w rozmowach Jeana Piageta, Ericha Jantscha i André Lichnerowicza na międzynarodowych warsztatach „Interdisciplinarity – Teaching and Research Problems in Universities", przygotowanych przez Organizację Współpracy Gospodarczej i Rozwoju (OECD) we współpracy z francuskim Ministerstwem Edukacji Narodowej i Uniwersytetem w Nicei (Nicolescu, 2005). Również pozostali uczestnicy dyskusji o nauce transdyscyplinarnej zaproponowali swoje ujęcie tego zagadnienia: francuski matematyk André Lichnerowicz określał ją w bardzo zmatematyzowanej formie (Lichnerowicz, 1973), a Erich Jantsch (1970) zdefiniował transdyscyplinarność jako hiperdyscyplinę. Dla Ericha Jantscha (1970) transdyscyplinarność oznaczała koordynację wszystkich dyscyplin i interdyscyplin. Jego zdaniem transdyscyplinarność powinna koordynować naukę, edukację i innowacje w ramach jednego systemu (Jantsch, 1970). W swojej definicji transdyscyplinarności badacz ten wspominał o konieczności podjęcia wysiłku przez wszystkich zainteresowanych naukowców w dążeniu do osiągnięcia wspólnego celu. Wymaga to, aby zaangażowane dyscypliny ponownie dostosowały swoje koncepcje i metody, w wyniku czego opracowano by nowy wspólny aksjomat na poziomie wyższym niż poziom poszczególnych dyscyplin (Jantsch, 1972, za: Nicolescu, 2005).

Chilijski ekonomista, prof. Artur Manfred Max-Neef, zaproponował hierarchiczne ujęcie transdyscyplinarności (rys. 4.1). Dyscypliny u podstawy piramidy opisują świat takim, jaki jest. Ten poziom odpowiada na pytanie: co istnieje? Językiem organizacyjnym tego poziomu jest logika. Następny poziom składa się głównie z dyscyplin technologicznych i odpowiada na pytanie: co jesteśmy w stanie zrobić z tym, czego nauczyliśmy się z poziomu empirycznego? Językiem

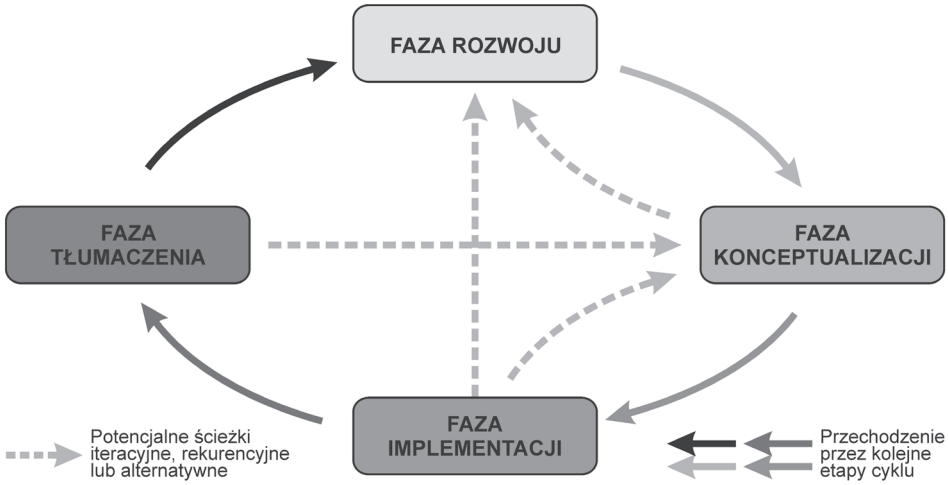
organizującym ten poziom jest cybernetyka, która podkreśla jedynie mechaniczne właściwości przyrody i społeczeństwa. Kolejny poziom normatywny odpowiada na pytanie: co chcemy zrobić? Dobrym przykładem dla tego poziomu jest zastosowanie ocen oddziaływania na środowisko, które powstały w wyniku prac ludzi wiedzących, czego chcą i mających bezpośredni wpływ na to, co może wydarzyć się w ich środowisku. Językiem organizacyjnym tego poziomu jest planowanie. Ostatni, najwyższy poziom wartości odpowiada na pytanie: co powinniśmy zrobić? A raczej chodzi o zastanowienie się: czy powinniśmy robić to, czego chcemy? Ten poziom wykracza poza teraźniejszość i natychmiastowość. Jeśli ludzie mają mieć wpływ na kreowanie przyszłości, powinni mieć na celu dobro przyszłego pokolenia, całej planety. Językiem organizującym powinna być głęboka ekologia (Max-Neef, 2005).



Rys. 4.1. Transdyscyplinarność według M. A. Maxa-Neefa
Źródło: Max-Neef, 2005, s. 9

Grupa przedstawicieli nauk o zdrowiu i nauk społecznych zaproponowała natomiast czterofazowy model transdyscyplinarnych badań zespołowych, obejmujący cztery stosunkowo odrębne fazy: rozwój, konceptualizację, wdrożenie i tłumaczenie. Faza rozwoju obejmuje zwołanie grupy potencjalnych współpracowników w celu zdefiniowania interesującej ich problematyki naukowej lub społecznej. Faza konceptualizacji polega na podjęciu współpracy zespołowej w celu opracowania pytań badawczych lub hipotez, modelu koncepcyjnego i projektu badawczego, który odzwierciedla transdyscyplinarną naturę projektu. Faza wdrożenia to wykonanie planowanych badań. Wreszcie, faza tłumaczenia obejmuje przeniesienie wyników badań transdyscyplinarnych z jednego poziomu analizy na inny w celu stworzenia innowacyjnych strategii rozwiązywania lub łagodzenia problemów społecznych. Chociaż opisane cztery fazy są zasadniczo

sekwencyjne, może również zachodzić rekurencyjny lub iteracyjny ruch między fazami (rys. 4.2). Rekurencyjne i iteracyjne ruchy mogą natomiast prowadzić do zmian w składzie zespołu i przesunięcia uwagi na poszczególne procesy zespołowe. Na przykład w celu uzyskania dodatkowych obszarów wiedzy specjalistycznej mogą one zmierzać do zmian w składzie zespołu. To z kolei może oznaczać, że zespół zwraca uwagę na procesy istotne w fazie rozwojowej. Opisany model może być też wykorzystany do budowy zespołu badawczego (O'Rourke i in., 2019).



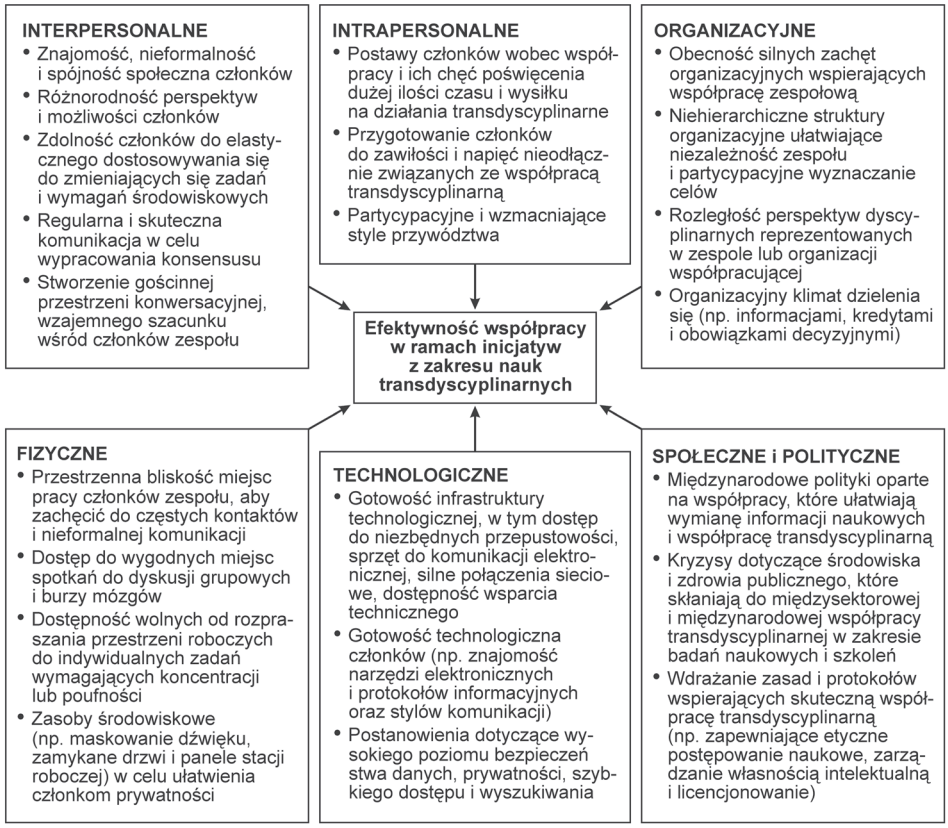
Rys. 4.2. Czterofazowy model badań transdyscyplinarnych

Objaśnienia: inicjatywa badawcza oparta na zespole transdyscyplinarnym, pytania badawcze rozpatrywane w fazie konceptualizacji mogą wymagać ponownego rozważenia lub dalszego dopracowania, co powoduje powrót badaczy do fazy rozwoju. Wyzwania napotkane na etapie wdrażania mogą wymagać od zespołów dopracowania pytania badawczego i projektu badania, a tym samym ich powrotu do fazy konceptualizacji. Ponadto, zespół może np. zostać zainspirowany do zastosowania pracy w nowym obszarze i powrotu do fazy rozwoju. Wreszcie faza translacyjna może generować nowe szczegółowe pytania badawcze, które omijają fazę rozwoju i przenoszą badaczy w fazę konceptualizacji.

Źródło: Hall i in., 2012, s. 417

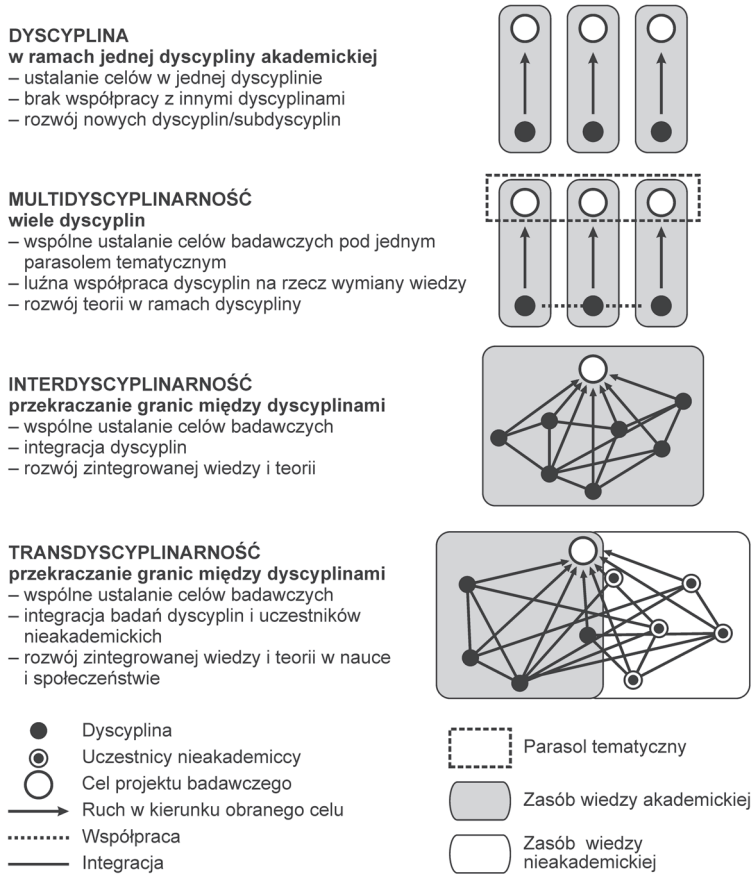
Z kolei na podstawie przeglądu literatury Stokols i współpracownicy (2008) przedstawili i omówili czynniki wpływające na skuteczność nauki zespołowej: intrapersonalne, interpersonalne, organizacyjne, fizyczne, technologiczne oraz społeczne i polityczne (rys. 4.3). Autorzy zauważyli, że aby dana inicjatywa badań transdyscyplinarnych była skuteczna, nie wszystkie punkty wymienione w proponowanej typologii muszą występować. Zaprezentowali jednak dowody

sugerujące, że w trakcie opracowywania i wdrażania nowych inicjatyw zespołowych występowanie jak największej liczby wymienionych czynników ułatwia wspólny sukces badawczy.



Rys. 4.3. Czynniki wpływające na efektywność współpracy w ramach inicjatyw z zakresu nauk transdyscyplinarnych
Źródło: Stokols i in., 2008, s. 111

Interesującą propozycję definiowania badań z uwzględnieniem różnego typu interakcji między dyscyplinami zaproponowali niemieccy geografowie zajmujący się badaniem krajobrazu. Wskazali oni na dużą rolę nauk geograficznych w tego rodzaju badaniach (Tress i in., 2003). Swoje wnioski ujęli w formie schematu, na którym pokazali powiązania między dyscyplinami (rys. 4.4): od braku poprzez luźną współpracę aż po coraz silniejszą integrację (Tress, Tress, Fry, 2005).



Rys. 4.4. Przegląd pojęć badawczych: dyscyplina, multidyscyplinarność, interdyscyplinarność i transdyscyplinarność
Źródło: Tress, Tress, Fry, 2005, s. 484

Jak można zauważyć na rys. 4.4, badania dyscyplinarne zdefiniowano jako projekty, które są prowadzone w granicach obecnie uznanych dyscyplin akademickich, najczęściej zinstytucjonalizowanych. Wykluczono w nich relacje z innymi dyscyplinami – badania takie są realizowane za pomocą metod, narzędzi, koncepcji i teorii funkcjonujących w danej dyscyplinie, a badacz koncentruje się na konkretnym pytaniu w ramach jednej z dyscyplin. Równocześnie uznano, że granice między dyscyplinami są sztuczne i podlegają dynamicznym zmianom. Patrząc z perspektywy czasu, można dostrzec, że pojawiają się nowe dyscypliny i subdyscypliny, a stare znikają lub zmieniają umowne granice – jest to wynik zmian w nauce, a także modyfikacji jej ram instytucjonalnych i finansowych (Tress, Tress, Fry, 2005).

Multidyscyplinarność natomiast polega na interakcji różnych dyscyplin akademickich, które odnoszą się do wspólnego celu, ale mają wiele celów dyscyplinarnych. Proces badawczy przebiega równolegle, uczestnicy wymieniają się wiedzą, lecz nie dążą do przekraczania granic tematycznych w celu stworzenia nowej integracyjnej wiedzy i teorii. Zaletą multidyscyplinarnego podejścia jest to, że każda dyscyplina dodaje nową wiedzę z własnej perspektywy, aby uzupełnić obraz – jak elementy układanki. Badacze różnych dyscyplin współpracują ze sobą z wykorzystaniem własnych metod, teorii i instrumentów, bez celu ustanowienia wspólnych ram teorii. Związek między dyscyplinami polega jedynie na bliskości; nie ma między nimi prawdziwej integracji (Tress, Tress, Fry, 2005). Multidyscyplinarność stanowi dla danej dyscypliny wartość dodaną, ale ten „plus" zawsze służy wyłącznie dyscyplinie podstawowej. Innymi słowy, podejście multidyscyplinarne przekracza granice dyscypliny, podczas gdy jego cel pozostaje ograniczony do ram badań dyscyplinarnych (Nicolescu, 2005).

Z kolei interdyscyplinarność w badaniach angażuje kilka niepowiązanych dyscyplin akademickich, często o odmiennych paradygmatach, w sposób, który zmusza je do przekraczania granic przedmiotowych. Następuje transfer i fuzja (pojęć, metod, danych) z jednej dyscypliny do drugiej. Zainteresowane dyscypliny łączą wiedzę dyscyplinarną w celu stworzenia nowej wiedzy i teorii oraz osiągnięcia wspólnego celu badawczego. W procesie integracji wiedza dyscyplinarna łączy się z wiedzą z innych dyscyplin i rozwija się nowa wiedza, która prowadzi do interdyscyplinarnego rozwoju teorii. W konsekwencji taka współpraca ponad granicami dyscypliny może przekształcić się w nową dyscyplinę. Pojawienie się nowej dyscypliny lub subdyscypliny często objawia się powstaniem specjalistycznego czasopisma, programu badawczego, jednostki badawczej lub powołaniem przewodniczącego naukowego (Tress, Tress, Fry, 2005; Nicolescu, 2005). Współcześnie coraz więcej badań interdyscyplinarnych łączy niekiedy bardzo odległe dyscypliny, są wśród nich projekty związane z naukami medycznymi, geograficznymi, socjologicznymi, ekonomicznymi (Nicolescu, Ertas, 2008; Gehlert, Mininger, Cipriano-Steffens, 2010; Glaser i in., 2012).

Wreszcie, badania transdyscyplinarne są najbardziej złożoną formą realizacji projektów naukowych angażujących badaczy akademickich z różnych niezwiązanych ze sobą dyscyplin, a także uczestników nieakademickich, w celu stworzenia nowej wiedzy i teorii oraz poszukiwania odpowiedzi na wspólne pytania badawcze. Oznacza to, że badania naukowe łączą się z podejściem partycypacyjnym. Jest to podejście bliższe koncepcji Jantscha (1970) niż Piageta (1972), gdyż dla Jantscha transdyscyplinarność miała na celu przezwyciężenie podziału na naukę i społeczeństwo. Autor ten powiązał działalność naukową na wszystkich poziomach z wymaganiami społecznymi i innowacjami. Oba zostają splecione do tego stopnia, że nie można ich już traktować jako odrębnych bytów. Definicje transdyscyplinarności podnoszą ją do poziomu mistycznego supraparadygmatu, który z trudem – o ile w ogóle – można osiągnąć

w codziennej praktyce badawczej (Tress, Tress, Fry, 2005). Transdyscyplinarna koordynacja kilku obszarów dyscyplin w ramach jednej wizji rozwiązania problemu angażuje i jednoczy badaczy akademickich oraz nieakademickich, lecz nie zawsze prowadzi do postulowanej transdyscyplinarności. Zależy to m.in. od autentycznej chęci uczestniczenia w tego typu projektach, a także od modyfikacji języka teoretycznego, zakorzenionego w każdej z dyscyplin, na rzecz nowego wspólnego ujęcia, w tym również wypracowanie nowego języka teoretycznego do opisania wyników. Poszukiwanie i rozpoznawanie nowych problemów poprzez zestawianie dwóch lub większej liczby tradycyjnych obszarów badań nie musi prowadzić do transdyscyplinarności – może pozostać na etapie multi- lub interdyscyplinarności.

Warto odnotować, że pojawiają się kolejne koncepcje interakcji między dyscyplinami. Jedną z nich jest koncepcja konsiliencji[1], której istotą jest wzajemne zapożyczanie koncepcji i ramifikacja pojęć pomiędzy odległymi od siebie dziedzinami nauk (Chrzanowska-Kluczewska, 2016). Została ona upowszechniona przez amerykańskiego entomologa, twórcę socjobiologii Edwarda Wilsona w książce pt. *Consilience: The Unity of Knowledge* (pol. wyd. Wilson, 2011), w której badacz przedstawia argumenty na rzecz istnienia jedności wszelkiej wiedzy oraz potrzeby poszukiwania „konsiliencji" świadczącej o tym, że naszym światem rządzi niewielka liczba fundamentalnych praw i koncepcji przyrody, do których można sprowadzić podstawowe prawa wszystkich dziedzin wiedzy. Wilson prezentuje też przekonanie o zbędności filozofii:

> Królestwo filozofii, jako domeny namysłu nad tym, co nieznane, stale się kurczy. Przed nami wspólny cel: przekształcenie możliwie największych obszarów refleksji filozoficznej w dziedzinę badań naukowych (Wilson, 2011, s. 19).

4.2. Nauki geograficzne i ich interakcje z innymi dyscyplinami

Geografia jako dyscyplina naukowa podlegała wielu zmianom w ostatnim stuleciu. Rozszerzało się jej pole badawcze, metodologia, wchodziła w interakcje z innymi dyscyplinami i dzieliła na kolejne subdyscypliny, co w konsekwencji doprowadziło do powstawania nauk geograficznych. Geografowie od lat dyskutują na temat jej powiązań z innymi dyscyplinami (m.in. Tress i in., 2003; Skole, 2004; Evans, Randalls, 2008; Lau, Pasquini, 2008; Maik, 2008; Warf, Arias, 2009; Baerwald, 2010; Simon, Graybill, 2010; Ellul, 2015; Rekers,

[1] Konsiliencja (łac.) – poszukiwanie wzajemnych zależności i związków między zjawiskami badanymi przez specjalistów z różnych dyscyplin naukowych, wykorzystujących różne, ale właściwe tym dyscyplinom metody i narzędzia badawcze (https://sjp.pwn.pl, dostęp: 1.04.2020).

Hansen, 2015). Nauki monodyscyplinarne – również geografia – muszą nadal się umacniać, ale obecne i przyszłe wyzwania dotyczące ich rozwoju będą polegać na budowaniu połączeń między dyscyplinami i skalami, wspieraniu wspólnych badań i podejmowaniu syntez, ściślejszym łączeniu nauki, technologii i podejmowania decyzji oraz osiąganiu zdolności predykcyjnych tam, gdzie to możliwe. Współcześnie obserwowane problemy wynikające z globalnych zmian środowiskowych w coraz większym stopniu wymuszają bardziej interdyscyplinarne i oparte na syntezach badania. Zwiększa się zapotrzebowanie na badania nad relacjami pomiędzy społeczeństwem, ekonomią a środowiskiem geograficznym. Postęp, jaki obserwujemy w technologiach pomiarowych wykorzystywanych do obserwacji Ziemi, a także w rozwoju możliwości analitycznych w małych skalach przestrzennych na bardzo dużych obszarach może przynieść nowe koncepcje i teorie w naukach geograficznych (Skole, 2004).

Rita Colwell (2004) uważa, że geografia od samego początku jest dyscypliną multidyscyplinarną, gdyż już Ptolemeusz opisał cel geografii jako nanoszenie na mapę pojedynczych obiektów w celu skonstruowania „widoku całości". Większość geografów ma ścisły związek z inną dyscypliną, dzięki czemu przekraczają granice własnej. Sam sposób wypowiadania się geografii – używane przez nią słownictwo – ilustruje rozległość tej dyscypliny. „Leksykon geografii zapiera dech w piersiach, od poetyckich esejów Yi-Fu Tuana na temat koncepcji miejsca, po złożone modele klimatyczne wykorzystujące język matematyki i wszystkie punkty pośrednie" (Colwell, 2004, s. 705). Wielu geografów i naukowców reprezentujących inne dyscypliny zgadza się, że geografia zapewnia podatny grunt do prowadzenia badań, które łączą zagadnienia przyrodnicze i społeczne, w szczególności związane z kwestiami środowiskowymi (Simon, Graybill, 2010). Geografia oraz System Informacji Geograficznej bardzo dobrze wpisują się w kontekst multidyscyplinarny. Mogą wnosić narzędzia, metody i techniki do rozwiązywania problemów, jednocześnie umożliwiając naukowcom pracę w ramach ich własnej dyscypliny (Ellul, 2015).

Analiza brytyjskiej i amerykańskiej literatury geograficznej na temat badań interdyscyplinarnych geografów pokazała, że geografia wykorzystuje swoją wrodzoną różnorodność do przekraczania tradycyjnych granic dyscyplinarnych i akademickich, a dyskusje koncentrują się przede wszystkim na szansach i barierach geografii w tych badaniach. Autorzy zauważają, że w publikacjach brakowało merytorycznych opisów tego, jak faktycznie geografowie uczestniczyli w projektach interdyscyplinarnych. Rzadko poruszano następujące zagadnienia: w jaki sposób geografowie angażują się w badania interdyscyplinarne, jaki jest ich faktyczny wkład w te badania oraz jak są oni postrzegani przez przedstawicieli inny dyscyplin (Simon, Graybill, 2010).

Szansą geografów w badaniach muliti- , inter- i transdyscyplinarnych są przede wszystkim cechy ich dyscypliny (Colwell, 2004; Skole, 2004; Lau, Pasquini, 2008):

– geografowie rozmawiają przede wszystkim w wymiarze przestrzennym;
– w geografii istnieje tradycja przekraczania skali i łączenia tego, co lokalne z tym, co globalne;
– tradycja geograficzna przewidywała postrzeganie ludzi jako części przyrody, a nie osobno;
– skupienie się geografii na lokalizacji zapewnia przekrojowy sposób patrzenia na procesy i zjawiska, które inne dyscypliny zwykle traktują w izolacji;
– geografowie są dobrze przygotowani do zbadania, w jaki sposób można wykorzystywać technologie informacyjne do badań w czasie i przestrzeni;
– geografowie byli orędownikami wykorzystania technologii informacji geoprzestrzennej, byli pionierami w jej rozwoju, udoskonalili metodologię, promowali ją i poddali krytycznej ocenie;
– globalne problemy środowiskowe wymagają integracji nauk społecznych i przyrodniczych, a geografia może być umieszczona w centrum wyłaniającej się nowej transdyscyplinarnej nauki o syntezie;
– zaletą geografii jest zdolność do łączenia technologii przestrzennych oraz pomiarów i obserwacji, które umożliwiają podejście człowiek–środowisko;
– geografia łączy nauki przyrodnicze, społeczne i humanistyczne oraz jest przystosowana do angażowania się w prace interdyscyplinarne.

Wymienione charakterystyki dają pozytywny obraz, który może sytuować geografów jako liderów interdyscyplinarnych projektów. Mają oni jednak cechy, które mogą im utrudnić podjęcie takiego wyzwania. Lisa Lau i Margaret Pasquini (2008) podkreśliły, że można spodziewać się wielu trudności w pogodzeniu geografii społecznej z geografią fizyczną, wynikających z braku wzajemnego zaufania między przedstawicielami tych dyscyplin oraz ze sposobów edukacji. Powoduje to napięcia, a także mieszane uczucia wobec geografii jako dyscypliny. Nawet w ramach dyscypliny takiej jak geografia, która historycznie łączyła przyrodników i socjologów oraz osoby zajmujące się naukami humanistycznymi, nie ma wspólnego rozumienia pojęcia interdyscyplinarności. Ponadto definicja tego, co stanowi dyscyplinę geografii, podlega ciągłym zmianom, co z kolei może prowadzić do zmiany jej pozycji (Lau, Pasquini, 2008). Wskazywano na napięcia pomiędzy geografią społeczną a fizyczną, niedostatek wzajemnego szacunku dla swojej pracy, który wykraczałby poza zwykłe uznanie obecności drugiej dziedziny i poważną lekturę jej opracowań, nierównomierny dostęp do funduszy na finansowanie nauki (Harrison i in., 2004). Z przykrością odnotowano, że geografia jako lider w dziedzinie innowacji technologicznych oddaje swoje dziedzictwo innym dyscyplinom, które obecnie uznają jej zastosowanie za absolutnie niezbędne do lepszego zrozumienia zmian środowiskowych (Skole, 2004). Brakuje w dyscyplinie geografii zestawu standardów jakości, na podstawie których można byłoby oceniać badania interdyscyplinarne, które nie są po prostu podsumowaniem dobrych standardów w badaniach geografii społecznej lub dobrych standardów w geografii fizycznej. Tylko

wtedy, gdy geografowie przestaną postrzegać interdyscyplinarnych uczonych jako „mistrzów wszystkich zawodów i mistrzów niczego", a zaczną uznawać ich za „mistrzów kilku zawodów", geografia będzie mogła wejść na czoło interdyscyplinarnych przedsięwzięć badawczych w sposób znaczący i obejmujący wszystkie aspekty (Lau, Pasquini, 2008, s. 559).

Również polscy geografowie podejmowali rozważania na ten temat. Zdaniem Wiesława Maika (2008) rozwój geografii jako rezultat oddziaływania tendencji integracyjnych i dezintegracyjnych pozwala na wskazanie trzech faz jej rozwoju: multidyscyplinarnej, multidyscyplinarnej oraz interdyscyplinarnej. Pierwsza faza w sposób ewolucyjny przeszła w fazę drugą, w której geografia znajduje się współcześnie, jednak autor postawił pytanie, czy geografia w XXI w. zmierza do fazy interdyscyplinarnej, w której wykształcone zostaną pewne trwałe płaszczyzny integracji, co jest szansą jej rozwoju, przy czym miał na myśli integrację między subdyscyplinami geografii (Maik, 2008). Andrzej Lisowski (2011c) zauważył, że geografia pojawiła się jako nauka multidyscyplinarna i miała problemy z określeniem swojej tożsamości, zaś z czasem zaakceptowano ją jako naukę interdyscyplinarną, w której dążono do unifikacji podstaw filozoficzno-metodologicznych (scjentyzm, redukcjonizm). Pod koniec XX w. coraz częściej pojmowano naukę jako transdyscyplinarną, skutkiem czego w geografii „osłabieniu uległy racje poznawcze natury empirycznej i teoretycznej" (Lisowski, 2011c, s. 131). Podkreślił on również problem powiązań transdyscyplinarnych między geografią a naukami społecznymi. Zwrócił uwagę na specyfikę nauk społecznych w klasyfikacji nauk, wpływ nauk społecznych na dotychczasowy rozwój geografii oraz współczesny wpływ geografii na zwrot przestrzenny w naukach społecznych (Lisowski, 2011a; 2011b). Z kolei Jerzy Bański (2013), przypominając pojęcia zdefiniowane przez E. Jantscha (1970), próbował porównać interakcje geografii fizycznej i geografii człowieka z innymi dyscyplinami. Stwierdził, że „We współpracy z innymi dyscyplinami bardziej aktywni są geografowie fizyczni" (Bański, 2013, s. 296). Powoływał się też na badania wykonane przez Nigela Thrifta (2002), który na przykładach badaczy brytyjskich przedstawił udział geografów fizycznych w wielu zespołach interdyscyplinarnych (Thrift, 2002). Należy wspomnieć, że w przytoczonej przez Bańskiego pozycji odnotowano też duży sukces geografów społecznych w badaniach interdyscyplinarnych. Publikują oni coraz częściej w czasopismach interdyscyplinarnych, np. „Theory Culture and Society", „Cultural Studies", „Review of International Political Economy", „Isis and Political Studies", co świadczy o rozwoju tej dyscypliny i jej integracji z innymi dyscyplinami naukowymi (Thrift, 2002).

Dyskusja dotycząca wskazania bieżącej fazy rozwoju polskiej geografii (monodyscyplinarnej, multidyscyplinarnej, interdyscyplinarnej, transdyscyplinarnej lub konsiliencji) może być twórcza, ale zapewne nie przyniesie jednoznacznej odpowiedzi. Można wskazać w tym aspekcie przynajmniej dwa dylematy: pierwszy dotyczy jej pojedynczego przedstawiciela, a drugi zespołów. Należałoby

przypomnieć, że w każdym pokoleniu wielu geografów miało wykształcenie wyższe niegeograficzne, np. profesorowie: Kazimierz Dziewoński studia wyższe odbył na Wydziale Architektury Politechniki Lwowskiej i miał tytuł inżyniera architekta, Ludwik Straszewicz studiował w Szkole Głównej Handlowej w Warszawie i uzyskał tytuł magistra ekonomii, Zbyszko Chojnicki ukończył studia na Wydziale Prawa i Wydziale Filozoficzno-Historycznym, Antoni Kukliński studiował na Wydziale Prawno-Ekonomicznym Uniwersytetu Poznańskiego, uzyskując tytuł magistra nauk ekonomiczno-politycznych i dyplom magistra praw (specjalizacja w zakresie prawa międzynarodowego), Jerzy Grzeszczak ukończył Szkołę Główną Planowania i Statystyki w Warszawie z tytułem magistra ekonomii. Również współcześnie naukową karierę na wydziałach geograficznych kontynuują absolwenci: architektury, ekonomii, informatyki, leśnictwa, matematyki, socjologii i innych kierunków. Czy byli „zmuszeni" porzucić wiedzę i doświadczenie zdobyte podczas studiów, aby „udowodnić", że są geografami? Jaką naukę reprezentują: mono-, multi-, inter- czy transdyscyplinarną? Jaki jest wkład ich wykształcenia w rozwój nauk geograficznych w Polsce? Poszukiwanie odpowiedzi na te pytania może być interesującym problemem badawczym. Kolejną kwestią są zainteresowania badawcze geografów, którzy ukończyli studia w dyscyplinie geografia fizyczna, a karierę naukową prowadzą w ramach geografii społeczno-ekonomicznej lub odwrotnie, a także ukończyli dodatkowe studia na innych kierunkach. Wszyscy oni mają niewątpliwie szersze – przynajmniej multidyscyplinarne – spojrzenie na problemy badawcze w geografii.

Inną kwestią są funkcjonujące w ramach jednej lub kilku instytucji zespoły badawcze składające się z osób reprezentujących różne dyscypliny. Może zaistnieć sytuacja, że pracują oni w jednym instytucie, lecz realizują indywidualne przedsięwzięcia naukowe lub zespołowe. W zasadzie to projekty realizowane przez geografów, a nie dyscypliny wchodzące w skład nauk geograficznych, można przyporządkować do nauki monodyscyplinarnej, multidyscyplinarnej, interdyscyplinarnej, transdyscyplinarnej lub konsiliencji. Jakie z nich dominują? Odpowiedź na to pytanie wymaga pogłębionych badań.

4.3. Nauka o geoinformacji jako nauka interdyscyplinarna

Dość oczywistym faktem jest, że nauka o geoinformacji[2] ma związek z naukami geograficznymi, gdyż koncentruje się na informacjach dotyczących opisu powierzchni Ziemi i przez to zapewnia szeroki kontekst dla badań geograficznych, przeprowadzania dowodów, z których wnioskowane są procesy lub ich symulacje w przestrzeni geograficznej. Ponadto Systemy Informacji Geograficznej

[2] W tym podrozdziale będzie używane zarówno określenie „GIScience", jak i „nauka o geoinformacji".

mogą być postrzegane jako narzędzia do pobierania wiedzy geograficznej, konceptualizowanej jako teorie, wyrażone jako modele i zaimplementowane jako algorytmy, które wraz z bazą danych rozszerzają spektrum wiedzy geograficznej oraz umożliwiają walidację dotychczasowych teorii i praw obowiązujących w geografii (Goodchild, 2004b).

Można stwierdzić, że nauka o geoinformacji nie jest z pewnością monodyscypliną w sensie dziewiętnastowiecznego podziału na dyscypliny, w której naukowcy wskazują i realizują własne cele badawcze bez odniesień lub współpracy z przedstawicielami innych dyscyplin (rys. 4.4). Z tego powodu w omawianiu nauki o geoinformacji w tym kontekście należy nawiązać do koncepcji i dyskusji na temat multi-, inter- lub transdyscyplinarności nauki w ujęciu Jeana Piageta i Erica Jantscha (Nicolescu, 2005).

Wielu autorów zwracało uwagę na multidyscyplinarne i interdyscyplinarne perspektywy w dziedzinie GIScience (Mark, 2003; Goodchild, 2004a; Blaschke i in., 2012; Reitsma, 2013; Blaschke, Merschdorf, 2014). Brytyjski informatyk Paul Torrens, współpracujący z geografami, twierdził, że:

> oczywiste jest, że geografia odegrała znaczącą rolę w rozwoju technologii i pomysłów, które podniosły moc wyjaśniającą w naukach społecznych. Moje podejście do tych tematów jest optymistyczne. Połączenie geografii, informatyki i nauk społecznych było pod wieloma względami niezwykle korzystne, a nawet naturalne. Do pewnego stopnia są one teraz nierozłączne. Przesunięcia w kierunku informatyki w naukach społecznych i naukach geograficznych doprowadziły, w niektórych przypadkach, do dramatycznej zmiany w sposobie badań naukowych. W przypadku nauk geograficznych spowodowało to pewne napięcia (Torrens, 2010, s. 143).

Wykaz czasopism najwyżej plasujących się w rankingu GIScience może świadczyć o tym, że jest ona multidyscyplinarna lub interdyscyplinarna. Jej tematy badawcze są zauważalne w dość odległych od siebie obszarach, takich jak geologia, epidemiologia, logistyka, planowanie przestrzenne, leśnictwo, informatyka, geodezja, przetwarzanie obrazów czy ekonomia. Wszystkie łączy jedna cecha, a mianowicie wykorzystanie informacji geograficznych oraz technologii informatycznych (Janelle, Goodchild, 2004; Scholten, van de Velde, van Manen, 2009). GIScience weszło w pole badawcze kilku dyscyplin naukowych i równolegle wiele dyscyplin korzysta z metod GIScience. Dyscypliny te w coraz większym stopniu wpływają na GIScience i jest to proces ciągły. Prowadzi do trudności w opracowaniu jej kompleksowej definicji, gdyż mając na uwadze pluralistyczne metody, podejścia badawcze do teorii w ramach różnych dyscyplin, podnosi się kwestię niewspółmierności paradygmatów (Blaschke, Merschdorf, 2014). Inaczej pojmuje się termin „paradygmat" np. w literaturze informatycznej, gdzie jest używany w połączeniu z różnymi podejściami w odniesieniu do baz danych lub przetwarzania danych. Możliwości wykorzystania metod

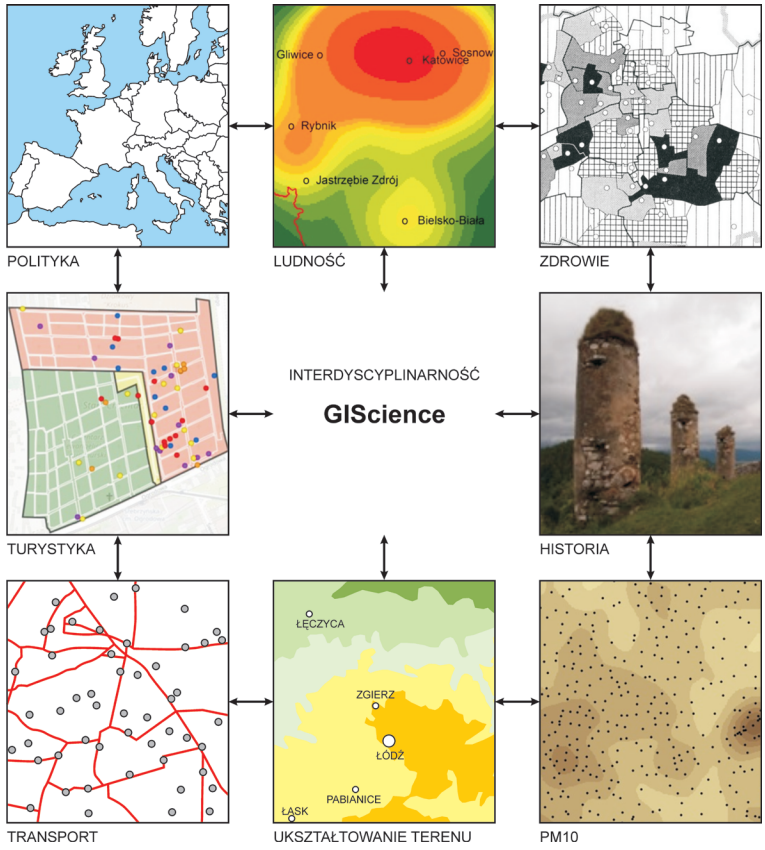
mieszanych w GIScience, czyli połączenia technik ilościowych i jakościowych, są identyfikowane jako wieloparadygmatyczne (Blaschke, Merschdorf, 2014). Już z początkowego etapu rozwoju GIScience można odnaleźć wiele pozycji literatury należącej do kilku dyscyplin. Allen (2001) wykorzystał informacje bibliograficzne dla 875 artykułów pochodzących z lat 1995–2000 z bazy danych, w której każdy artykuł miał kod dyscypliny. Autor wykazał, że jedną dyscyplinę reprezentowało 55% publikacji, dwie 35%, trzy 9%, cztery 1% (Allen, 2001). Multidyscyplinarność GIScience ma miejsce wówczas, gdy badacze pracują razem, ale „równolegle" (rys. 4.4). Wymieniają się doświadczeniami, wynikami, lecz publikują odrębnie w czasopismach swojej dyscypliny.

Interdyscyplinarność GIScience może częściowo wynikać z faktu, że rozciąga się ona od (twardych) nauk, przez inżynierię, do nauk społecznych (Blaschke i in., 2012). W naukach humanistycznych i społecznych przestrzeń, miejsce, kartowanie wyników i wyobraźnia geograficzna stały się powszechnie tematami do dyskusji. W publikacji *The Spatial Turn: Interdisciplinary Perspectives* podkreślono rolę przestrzeni w dyscyplinach takich, jak geografia, antropologia, socjologia, religia, politologia, filmoznawstwo i kulturoznawstwo (Warf, Arias, 2009), a poszerzona perspektywa przestrzenna jest postrzegana jako najbardziej znaczący postęp intelektualny i polityczny XXI w. (Soja, 2009). Interdyscyplinarność GIScience podkreślano w wielu publikacjach (Gajos, Myga-Piątek, 2003; Gunasekera, 2004; Blaschke i in., 2012; Blaschke, Merschdorf, 2014; Ellul, 2015; Merschdorf, Blaschke, 2018; Ricker i in., 2020), a równocześnie widziano potrzebę wprowadzenia studiów doktoranckich w tej dyscyplinie (Blaschke, Strobl, Donert, 2011). „Zwrot przestrzenny" widoczny w wielu dyscyplinach ułatwia podjęcie badań interdyscyplinarnych dotyczących GIScience (rys. 4.5).

Dane i metody analityczne stosowane w różnych dyscyplinach mają często odmienną reprezentację, co wymaga od naukowców z jednej dyscypliny, aby przynajmniej częściowo poznali metodologię pozostałych. Trudno wymagać od specjalistów niereprezentujących GIScience, aby rozumieli pojęcia zawiązane z abstrakcyjną reprezentacją przestrzenną i łączące się z nią problematyczne kwestie (np. MAUP[3] i agregacja danych przestrzennych, które mogą mieć wpływ na wyniki) oraz implikacje etyczne wykorzystania danych przestrzennych. Poza określoną wiedzą dyscyplinarną potrzebne są również umiejętności techniczne i podstawowe umiejętności informatyczne, ewentualnie programistyczne, które są uważane za niezbędne w GIScience. Pewien problem może stanowić złożoność badań interdyscyplinarnych oraz konieczność zachowania równowagi między celami dyscyplinarnymi i interdyscyplinarnymi. Kontekst ten jest ważny dla awansu zawodowego w swoich dyscyplinach, które są odmiennie definiowane w różnych krajach. W tej sytuacji przydatne może być dołączenie do zespołu

[3] *The modifiable areal unit problem* (MAUP).

badaczy, którzy mają interdyscyplinarne doświadczenie i mogą kierować rozwojem naukowym młodszych adeptów nauki, pomagając im w razie potrzeby w ustalaniu kompromisów i priorytetów pracy.



Rys. 4.5. Przykładowe powiązania interdyscyplinarne GIScience
Źródło: opracowanie własne

Jak zauważyli Ricker i współpracownicy (2020), rola i miejsce GIScience w badaniach interdyscyplinarnych może być różna i zmieniać się w trakcie realizowanego projektu badawczego. Przywołuje on projekt pt. *Adaptable Suburbs*, w którym zespół antropologów, historyków, architektów i naukowców reprezentujących GIScience porównywał cztery podmiejskie centra miast wokół Londynu. W tym projekcie badacze potrzebowali GIScience i Systemu Informacji Geograficznej przy organizowaniu danych, w celu podejmowania świadomych decyzji i obserwowania zjawisk, które były zbyt złożone, aby je dostrzec bez wykonania analizy danych i wizualizacji tworzonych w oprogramowaniu GIS. W drugim realizowanym projekcie pt. *Electronic Health Record*

niezbędne było połączenie wykorzystania Systemu Informacji Geograficznej jako narzędzia, aplikacji internetowej z GIScience. W konsekwencji, we współpracy z lekarzami i chirurgami, zamierzano określić miejsca i obszary występowania urazów, a następnie wprowadzić środki zapobiegawcze. Stworzona specjalnie dla tego projektu aplikacja miała za zadanie zbieranie danych przestrzennych o urazach, z kolei narzędzia GIS służyły do analiz przestrzennych miejsc urazów, a GIScience – do badań niejednoznaczności danych, komunikacji oraz doradztwa w kwestiach metod i implikacji społecznych. Trzecim opisanym przypadkiem był projekt pt. *Challenging RISK*, w ramach którego współpracowali GIScientists[4], inżynierowie ds. pożarnictwa budowlanego, inżynierowie konstrukcyjni i psychologowie społeczni. Rola GIScience polegała na wykorzystaniu PGIS w celu zidentyfikowania i złagodzenia barier utrudniających przygotowanie się poszczególnych społeczności do możliwych katastrof związanych z trzęsieniami ziemi w obszarze metropolitalnym Seattle (Ricker i in., 2020).

Ricker i współpracownicy (2020) wysnuli interesujące wnioski na temat roli GIScience w badaniach interdyscyplinarnych. Zauważyli, że bywają sytuacje, w których badacze bronią swoich dyscyplin, opowiadają się za korzyściami płynącymi ze swoich dyscyplin, mimo że uczestniczą w interdyscyplinarnych projektach badawczych. Będąc uczciwymi oraz dostrzegając również niedoskonałości i słabości niektórych podejść w swoich dyscyplinach, nie zawsze potrafią wyjść poza własną perspektywę dyscyplinarną i spojrzeć na problem badawczy przez pryzmat innej epistemologii. W takich wypadkach naukowcy skupiają się na tych wynikach projektu, które dają najlepsze efekty w ich własnych dziedzinach. Może zdarzyć się sytuacja, kiedy brak zainteresowania i zrozumienia potencjału Systemu Informacji Geograficznej doprowadzi do utraty możliwości gromadzenia i analizy bogatych oraz wartościowych danych. Niekiedy w ramach realizowanego zadania naukowcy GIScience muszą ingerować i uświadamiać pozostałym badaczom, jak ważne jest pochodzenie i przygotowanie danych do analizy. Powinni też nauczyć się promować korzyści płynące ze swojej dyscypliny. Jeśli tak nie będzie, to badacze reprezentujący inne dyscypliny będą promować własne metodologie, pośrednio korzystające z technologii GIS. Nie będzie to najkorzystniejsza sytuacja, sprzyjająca rozwiązywaniu problemów badawczych w obrębie szeroko rozumianej nauki, gdyż nauka o geoinformacji daje nowe spojrzenie na różne kwestie, zapewnia wiele nowych możliwości, jakie niosą dane z odniesieniem przestrzennym.

---

[4] GIScientists (ang.) jest określeniem przyjętym dla badaczy zajmujących się GIScience w krajach anglojęzycznych; we Francji autorka spotkała się z określeniem SIG scientiste (od francuskiego akronimu S.I.G. – *Système d'information géographique*).

O ile współpraca przy użyciu Systemu Informacji Geograficznej z GIScience może przynieść korzyści w badaniach interdyscyplinarnych, to należy również dostrzec pojawiające się ograniczenia. Korzyścią jest nauczenie się i umiejętne stosowanie metodologii oraz ram badawczych z innych dziedzin w GIScience, co stanowi dla badaczy dodatkowe wyzwanie i daje możliwość poszerzenia horyzontów. W omawianych przez Rickera i współpracowników (2020) projektach interdyscyplinarnych zaczynano od dobrych intencji współpracy. W trakcie realizacji projektu zachodziły zmiany i naukowcy musieli się do nich dostosować. Nowe metodologie i umiejętności w zakresie współpracy, których nauczyli się naukowcy związani z GIScience, są kompetencjami, które zachowają i które mogą być wykorzystane w przyszłych projektach. Takie umiejętności mogą zaowocować korzyściami polegającymi na zatrudnieniu w przyszłych interdyscyplinarnych projektach. Pewnym ograniczeniem w badaniach interdyscyplinarnych może być konieczność poświęcenia dodatkowego czasu na rozważanie i przegląd metodologii innych dyscyplin, które są reprezentowane przez członków zespołu oraz na wypracowanie kompromisów. Aby współpraca przyniosła korzyści naukowcom reprezentującym GIScience, muszą oni być w stanie wyartykułować swoje potrzeby i podkreślić ich wagę. Może być do tego potrzebne stworzenie opracowań i narzędzi niezbędnych do podniesienia poziomu wiedzy i umiejętności innych badaczy w zakresie podstaw GIS. Bez tej wiedzy może nie być możliwe osiągnięcie celów dyscyplinarnych i interdyscyplinarnych. Naukowcy związani z GIScience planujący podjęcie pracy interdyscyplinarnej muszą być świadomi wyzwań związanych z tą współpracą, zachować otwarty umysł, szybko nauczyć się narzędzi/metodologii dyscyplin partnerów projektu i zademonstrować w zrozumiały dla innych sposób, w czym GIS może przynieść korzyści projektowi (Ricker i in., 2020). Wyniki badań powinny być opisane w języku zrozumiałym dla każdej z dyscyplin, co wymaga od autorów dodatkowego wysiłku (Ellul, 2015).

W analizowaniu opisanej powyżej kwestii istotne może być postawienie pytania, czy GIScience przekracza granice między dyscyplinami w celu realizacji wspólnych badań, czy raczej jest to luźna współpraca między dyscyplinami jedynie na rzecz wymiany wiedzy i własnego rozwoju. Odpowiedź na to pytanie nie jest prosta, gdyż GIScience cały czas ewoluuje, ponadto jej status w różnych krajach jest odmienny. W bardzo dużych projektach badawczych można mówić o inter-, a nawet transdyscyplinarności GIScience, z kolei projekty angażujące małe zespoły lub pojedynczych badaczy można przyporządkować do badań multidyscyplinarnych.

4.4. Podstawy filozoficzne nauki o geoinformacji

4.4.1. Nauka o geoinformacji w świetle filozofii nauki

Od wielu lat poszukuje się filozoficznych podstaw GIScience oraz podejmuje próby jej precyzyjnego zdefiniowania. Można przypuszczać, że dla tak młodej dyscypliny zapoczątkowana już dyskusja będzie prowadzona w najbliższych latach. Pytanie *Tool or science?* pojawiało się wielokrotnie w debacie naukowej (Pickles, 1997; Wright, Goodchild, Proctor, 1997; Pavlovskaya, 2006; Reitsma, 2013; Jażdżewska, Urbański, 2013; Tambassi, 2019), jednak nie wypracowano jednoznacznych odpowiedzi. Można uznać, że powodów było kilka:

1) brak przygotowania badaczy w kwestiach filozofii i metodologii nauki oraz jej odniesienia do GIScience;
2) wielodyscyplinarne i wieloparadygmatyczne zagadnienia związane z GIScience;
3) ciągły rozwój i przyrost problematyki badawczej GIScience;
4) zafascynowanie możliwościowymi analitycznymi oprogramowania geoinformacyjnego.

Filozofia nauki z okresu przedinformatycznego różniła się od współczesnej, której dużą część zajmuje filozofia nauki i techniki. Dość trudno jest odnosić się wyłącznie do pojedynczych podejść filozoficznych w GIScience, ale jest to konieczne, aby włączyć się w filozoficzną dyskusję na temat jej podstaw. Pewną trudnością jest dla niefilozofów równoczesne uprawianie swojej dyscypliny oraz śledzenie postępu w filozofii i metodologii nauki, która – jak każda inna dyscyplina – ma swoje najnowsze osiągnięcia i wiele ważnych publikacji, np. *General Philosophy of Science* (Kuipers, 2007). Ciągłe odwoływanie się do dawnych filozofów (XVII–XX w.) jest zapewne potrzebne, ich myśli są na bieżąco oceniane i dyskutowane, wprowadzane są też nowe podejścia, bliższe współczesnej nauce (Kuipers, 2007). Rodzi to trudności w kompleksowym i jednocześnie nawiązującym do historycznego oraz aktualnym umiejscowieniu GIScience w filozofii i metodologii nauk.

Można poszukiwać w GIScience zarówno elementów siedemnastowiecznego racjonalizmu filozoficznego, w którym jako sposób wnioskowania zalecano rozumowanie dedukcyjne, jak i elementów empiryzmu, w którym preferowano rozumowanie indukcyjne. Filozofowie reprezentujący te nurty byli często również matematykami i fizykami, a ich wkład w naukę przyczynił się do wprowadzania kluczowych dla GIScience zagadnień. Twórcy geometrii analitycznej – filozof i matematyk Kartezjusz (1596–1650) oraz matematyk Pierre de Fermat (1601–1665) – wymyślili ideę prostokątnego układu współrzędnych i związku pomiędzy graficzną prezentacją linii i jej zapisem matematycznym. Kartezjusz wyobrażał sobie wszechświat jako zbiór regionów wokół każdej gwiazdy – „niebios" i zilustrował swoją teorię rysunkiem, a nieformalne regiony nazwano później wielokątami oraz diagramami Woronoja (*Voronoi diagram*).

Odwoływanie się do empiryzmu i postaci Bacona (Bacon, 1954; Bowen, 1981; Żydek, 1995) jest obecnie jeszcze bardziej zasadne, a jego koncepcja badań empirycznych: od faktów, po kolejnych stopniach indukcji, do coraz rozleglejszych uogólnień, które mogą doprowadzić do odkrycia praw przyrody, jest nadal aktualna, gdyż dopiero teraz jest dostępna ogromna ilość danych, z których można wybrać odpowiedni zestaw zmiennych i rozpocząć rozumowanie indukcyjne z wykorzystaniem technologii cyfrowych, w tym również GIS.

Można odnaleźć w GIScience elementy pozytywizmu w ujęciu Comte'a, który za fakty uznawał te dostępne zmysłowemu poznaniu (Piaget, 1972; Comte, 2001). Jeśli dadzą się one opisać w postaci cyfrowej, mogą być wykorzystane w nowej dyscyplinie, dzięki której badacze są w stanie odkrywać ich kolejne odsłony i przewidywać następne. Możliwości łączenia danych w GIScience są ogromne – z tego powodu pozwalają one na odkrywanie faktów mających odniesienie przestrzenne i formułowanie na tej podstawie nowej wiedzy.

Spośród filozofów nauki Kant, który zaproponował swoistą syntezę racjonalizmu i empiryzmu, miał doświadczenia geograficzne (Kant, 2001; Elden, Mendieta, 2011). Jego spojrzenie na czas i przestrzeń jest przywoływane w naukach geograficznych i może mieć odniesienie do GIScience. Należy jednak pamiętać, że jego geograficzne prace powstały zanim opublikował swoje najważniejsze filozoficzne dzieło pt. *Krytyka czystego rozumu* (Warf, Janelle, Goodchild, 2012). Należy być ostrożnym w łączeniu poglądów wymienionych filozofów na naukę z poglądami aplikacyjnego wykorzystania ich pomysłów matematycznych czy geograficznych. Znajdowały się one w kręgu ich zainteresowań i można je raczej przywoływać w omawianiu metodologii nauki niż jej filozofii.

Samo pytanie, czy GIScience jest nauką czy pseudonauką, można odnieść do problematyki demarkacji opisanej przez Karla Poppera (1935). Jednak współcześnie powoływanie się na tego filozofa w sytuacji, gdy wielu filozofów wątpi w istnienie zestawu charakterystyk wystarczających do rozgraniczenia nauki od pseudonauki jest problematyczne (Stamos, 2007; Reitsma, 2013). Zapewne można się odnieść do koncepcji Trzech Światów Poppera, w której GIScience może należeć do Świata Trzeciego – jest to świat obiektywnych zawartości myśli, m.in. należą do niego: teorie naukowe, krytyczne argumenty, wyniki badań naukowych, zawartość czasopism i książek oraz pamięci komputerów (Heller, 2009). Fundamentalne falsyfikacjonistyczne podejścia do filozofii nauki Poppera ulegały ewolucji i były krytykowane przez jego następców. Jednak mogą być one ważnym odniesieniem w GIScience, ale nie w wersji dogmatycznej. Preferowana przez niego metoda hipotetyczno-dedukcyjna, polegająca na stawianiu hipotez i ich weryfikacji poprzez testy empiryczne głównie po to, aby je odrzucić, wydaje się kontrowersyjna. Natomiast jest ona do przyjęcia w wersji mniej dogmatycznej, z uwzględnieniem logicznej analizy materiału empirycznego. David Stamos (2007) podjął próbę dyskusji, czy sensowne jest cytowanie poglądów Poppera na temat prawdziwej nauki w przypadku biologii

i wykorzystywania jego argumentacji w walce z pseudonauką. Autor proponował, aby odejść od klasycznych poglądów Poppera. Był zdania, że teoria lub działanie ma charakter naukowy w zależności od tego, ile wartości epistemicznych znajduje w nich zastosowanie i od tego, w jakim stopniu to zastosowanie znajdują. Zauważył, że jak dotąd nie powstała kanoniczna lista wartości epistemicznych, ale istnieje co do nich szeroki konsensus, który obejmuje takie wartości, jak: prostota, przewidywalność, płodność, spójność, a także unifikacja i oczywiście testowalność. W takim ujęciu falsyfikowalność Poppera nie byłaby równoważna testowalności, ale byłaby jej częścią i jest do przyjęcia w ocenie GIScience.

Wiodąca w czasach Poppera koncepcja Koła Wiedeńskiego, nazywana neopozytywizmem lub pozytywizmem logicznym (Neurath, 2010; Blumberg, Feigl, 2010), może być jednym z poglądów wykorzystywanych w GIScience (podobnie jak w geografii – zob. Chojnicki, 2011). Przedstawione i przyjęte kryteria naukowości, jak np. analiza logiczna materiału empirycznego czy postulat, aby procesowi wnioskowania nadać sformalizowaną formę, pozwalają na pewne zunifikowanie nauki. Jest to szczególnie ważne w przypadku GIScience, w której badacze zajmują się problemami właściwymi dla różnych dyscyplin. Precyzja w wyrażaniu pojęć oraz zdań była niezwykle ważna u logicznych empirystów Koła Wiedeńskiego, a także wśród członków Szkoły Lwowsko-Warszawskiej, którzy byli mniej restrykcyjni w swoich poglądach niż członkowie Koła (Woleński, 1985; 2014). Zagadnienie to jest istotne w odniesieniu do GIScience, gdyż tego typu precyzja nie jest czymś wyjątkowym w algorytmach i systemach informatycznych. Z tego powodu niezwykle ważne były pierwsze teoretyczne prace naukowe, m.in. Davida Hilberta, Kurta Gödla, Alana Turinga, Alfreda Tarskiego, w których zapis matematyczny próbowano przekształcić w zapis algorytmiczny. Można powiedzieć, że był to pierwszy informatyczny punkt widzenia, który pojawił się w pracach teoretycznych i może być odniesiony do GIScience.

Bezpośredni wpływ na przyszłą dyscyplinę GIScience mógł mieć polski logik i matematyk Alfred Tarski, autor *Pojęcia prawdy w językach nauk dedukcyjnych* (Tarski, 1933). Jego prace teoretyczne miały wpływ na semantykę języków programowania i teorię baz danych (Van den Bussche, 2001), czyli elementy, bez których nie byłoby GIScience. Niezwykle ważną postacią jest też brytyjski matematyk Alan Turing, autor *On Computable Numbers, with an Application to the Entscheidungsproblem* (Turing, 1936) i maszyny określanej jego nazwiskiem, a więc prototypu komputera cyfrowego (Bolter, 1990).

4.4.2. Nauka o geoinformacji w orientacji socjologiczno-historycznej

Można powiedzieć, że wielu filozofów i metodologów nauki zwracało uwagę na kontekst historyczny, społeczny, a niekiedy techniczny i polityczny w rozwoju nauki i powstawaniu koncepcji nowych dyscyplin. Przypomnijmy zdanie

Ludwika Flecka, który w 1926 r. pisał, że w systemie poznania uczestniczą trzy oddziałujące na siebie czynniki: ciężar tradycji, waga wychowania i oddziaływanie kolejności poznania, które są odniesione do płaszczyzny społecznej i historyczno-kulturowej. Członkowie wspólnot żyją we własnej naukowej rzeczywistości. „Akty poznawcze tworzone są przez ludzi, lecz i odwrotnie: tworzą one swoich ludzi" (Fleck, 1929; 2006), „[...] co najmniej trzy czwarte, jeśli nie całość treści nauki jest uwarunkowana i może zostać wytłumaczona przez historię myśli, psychologię i socjologię myślenia" (Fleck, 1935, II.1, za: Werner, Zittla, Schmaltza, 2007). Również członkowie Koła Wiedeńskiego uważali, że warto zwrócić uwagę na historyczne uwarunkowania określonych koncepcji naukowych i ich związki z innymi dziedzinami życia i nauki, a także uwarunkowania społeczne (Neurath, 2010). Najczęściej przywoływana i dyskutowana podczas debat na temat filozofii nauki i powstawania nowych dyscyplin naukowych jest koncepcja Thomasa Samuela Kuhna, zaliczana do orientacji socjologiczno-historycznej i opublikowana w 1962 r., w której autor wskazywał na rewolucyjny charakter postępu naukowego. Uważał on, że aby poznać przyczyny rewolucji naukowych, należy m.in. zbadać techniki perswazyjnej argumentacji społeczności uczonych i kontekst historyczny (Kuhn, 2003, s. 169).

Powstanie i rozwój GIScience w ujęciu socjologiczno-historycznym należy omawiać nie tylko przez pryzmat historii myśli, psychologii i socjologii myślenia, ale też rozpatrywać go w kontekstach: przestrzennym, organizacyjnym, technicznym, a nawet politycznym, który był przybliżony wcześniej. Wymienione czynniki, mające wpływ na powstanie i rozwój GIScience, nakładają się na siebie. W kontekście przestrzennym należy przywołać wiodącą rolę państw Ameryki Północnej (Kanady i USA), w których rozwój GIScience miał silne podstawy technologiczne, często związane z zastosowaniem militarnym, jak np. w USA (Smith, 1992), jak również wsparcie organizacyjne („National Center for Geographic Information and Analysis", 1992; Mark, 2003), gdyż to w tych krajach powstały pierwsze Systemy Informacji Geograficznej związane z działalnością Rogera Tomlinsona (Rura, Marble, Alvarez, 2014). Nie bez znaczenia pozostawało też wsparcie finansowe przez państwo projektów z zakresu szeroko rozumianej tematyki GIS. Innowacyjne pomysły popularyzowały się na świecie, ale głównie trafiały do krajów o wysokim rozwoju gospodarczym, zwłaszcza w Europie. Należy przypomnieć, że w okresie „zimnej wojny" blokowano przepływ nowych technologii do krajów komunistycznych, a u schyłku lat 80. ubiegłego wieku odnotowano w wielu z nich katastrofę ekonomiczną (Balcerowicz, 1994). Bez odpowiednich technologii nie były one w stanie sprostać konkurencyjnym programom naukowym działającym w krajach wysoko rozwiniętych, co nie znaczy, że nie próbowano. W wyniku zmian politycznych i gospodarczych oraz otwarcia na nowe technologie badacze zyskali możliwość uczestniczenia w swobodnym przepływie myśli naukowej, w stażach badawczych i wykorzystaniu sprzętu oraz oprogramowania GIS. W innych krajach

słabo rozwiniętych gospodarczo, bez dostępu do danych i technologii oraz wykwalifikowanych badaczy, progres związany z GIS, a następnie GIScience będzie dopiero widoczny po spełnieniu tych podstawowych warunków. Ma to swoje konsekwencje w omówionych wcześniej etapach rozwoju GIScience, gdyż są państwa, w których ta dyscyplina ma już pewną pozycję naukową, zaś w innych toczy się dyskusja o potrzebie jej wyodrębnienia jako subdyscypliny, a w jeszcze innych krajach te zagadnienia nie stały się dotąd przedmiotem rozważań. Nie było celem autorki badanie przestrzennego rozmieszczenia i dyfuzji GIScience w badaniach naukowych na świecie, lecz wskazanie tego czynnika jako istotnego z punktu widzenia rozwoju tej dyscypliny.

W aspekcie tworzenia się społeczności zainteresowanej GIScience oraz jej krytyków warto byłoby prześledzić historię jej powstawania w poszczególnych ośrodkach badawczych i uchwycić momenty, w których dyscyplina „hartowała się" dzięki argumentacji uczonych opowiadających się za i przeciw jej powstaniu. W tym miejscu można zgodzić się z poglądami Flecka, że z jednej strony członkowie wspólnoty naukowej tworzyli zręby GIScience, ale z drugiej – powstająca dyscyplina miała wpływ na kształtowanie jej adeptów. Jest to ciekawe zagadnienie badawcze, które jednak nie będzie w tym miejscu szerzej rozwijane. Na tworzenie się wspólnot mogły mieć wpływ lokalne różnice między ich inicjatywami w zakresie stylu działania i charakteru prowadzonych badań, np. inne w Stanach Zjednoczonych i w Europie (Haklay, 2012). W szczególności dotyczyło to wpływu państwa na finansowanie i organizację badań. W Stanach Zjednoczonych badacze mieli większe wsparcie instytucji rządowych oraz dysponowali większym zasobem finansowym, ale odbywało się to kosztem inicjatyw oddolnych. Z kolei w państwach europejskich wskutek oddolnych inicjatyw poszczególnych ośrodków geograficznych powstawały zespoły badawcze bardziej (np. CASA, UCL) lub mniej sformalizowane. W konsekwencji wystąpienia takich różnic w USA GIScience staje się subdyscypliną, z organami takimi jak Konsorcjum Uniwersyteckie dla GIScience (UCGIS) i silną grupą specjalistów, która jest częścią Association of American Geographers, natomiast w Europie jest ona postrzegana jako ważna część edukacji, ale niekoniecznie jako subdyscyplina (Haklay, 2012).

Na koniec drugiej dekady XXI w. społeczność akademicka GIScience na świecie ma coraz więcej możliwości włączenia się w jej nurt. Liczne prace naukowe są dostępne dzięki ich publikacji w Internecie i w ten sposób powstaje opisany przez Flecka „Kolektyw myślowy, który jest wspólnotą ludzi związanych wymianą myśli lub wzajemnym oddziaływaniem intelektualnym" (Fleck, 1935, II.4, za: Werner, Zittla, Schmaltza, 2007). Autorzy kwestionują część dotychczasowych paradygmatów i proponują nowe w odkrywaniu wiedzy i określaniu pewnych prawidłowości. Zdaniem Kuhna ich techniki perswazyjnej argumentacji mogą stanowić przedmiot badań. Można je współcześnie odnaleźć w dyskusji, jaka toczy się między uczonymi w odniesieniu do GISystems i GIScience.

W ramach rewolucji naukowych według Kuhna grupy badaczy przywiązane do nowego paradygmatu tworzyły towarzystwa naukowe, redagowano i wydawano nowe czasopisma naukowe oraz wprowadzano nowe treści do programu nauczania (Kuhn, 2009a). Ma to miejsce w przypadku GIScience.

Interesujący jest fakt, że współcześni badacze o zainteresowaniach dotyczących szeroko rozumianej tematyki społecznej i technologicznej, nawiązujący do filozofii i metodologii nauki, odwołują się nadal do prac Flecka i Kuhna. Tego pierwszego widzą jako prekursora nauki, który poszukuje potwierdzenia lub odrzucenia twierdzeń naukowych raczej w świecie społecznym niż przyrodniczym. U drugiego znajdują inspirację do tworzenia nowego technologicznego paradygmatu w nauce, którego nie można wprost wywieść z koncepcji Kuhna, ale można go rozwijać we współczesnych powiązaniach nauki z kulturą i techniką (Bijker, Pinch, Hughes, 2012).

4.4.3. Nauka o geoinformacji w świetle filozofii techniki

Aspekty związane z filozofią techniki i filozofią nauki przenikają się, a podstawy filozoficzne techniki i nauki ewoluują, stając się przedmiotem zainteresowania coraz szerszych gremiów naukowców. Nowe technologie są od dawna wykorzystywane przy rozwiązywaniu przez geografów wielu problemów badawczych, lecz dyskusja nad ich wpływem na wyniki badań jest jeszcze bardzo skromna. Spośród nowych technologii wykorzystywanych w naukach geograficznych najbardziej widoczne jest zastosowanie komputerów (i odpowiedniego oprogramowania). Czy rewolucja komputerowa zmieniła u geografów sposób myślenia o sobie i świecie oraz o podejmowanych wyzwaniach badawczych? Autorka sądzi, że zachodzi taki proces, ale pytanie to pozostawia otwarte i sygnalizuje, że warto poszukiwać na nie odpowiedzi. Jeszcze spora grupa geografów nie podjęła wyzwania związanego z wykorzystaniem najnowszych możliwości techniki, np. sztucznej inteligencji, w swoich dociekaniach naukowych, co nie oznacza, że takie sytuacje nie mają miejsca (Smith, 1984; Couclelis, 1986; Openshaw, Openshaw, 1997; Zhao i in., 2020).

Nowy paradygmat informatyczny, czyli konieczność wykorzystania komputera w pracy badawczej, pojawia się w przypadku nauki o geoinformacji. Pierwsze prace teoretyczne (zob. rozdział pierwszy), w których zapis matematyczny próbowano przekształcić w zapis algorytmiczny, warto odnieść do współczesnych prac, w których opis środowiska geograficznego jest przekształcany w postać cyfrową, a następnie przetwarzany za pomocą narzędzi informatycznych. Jak widać, nowe paradygmaty rysujące się w geografii, ale przede wszystkim w GIScience, są silnie związane z komputerem, narzędziami informatycznymi oraz nowym typem i ilością danych przestrzennych. Z tego powodu, mówiąc o nauce i technice w GIScience, należy nawiązać do ery informatycznej i społeczeństwa informacyjnego, opisanych przez amerykańskiego filozofa Boltera

(1990). GIScience wpisuje się w tę erę zarówno w metodologii, jak i filozofii nauki i techniki. W ujęciu Boltera (1990) technologiami najbardziej inspirującymi rozwój nauki o geoinformacji są komputer, geobazy i Internet.

Wyzwaniem dla naukowców badających środowisko geograficzne jest takie skodyfikowanie informacji naukowych związanych z danymi przestrzennymi, aby mogli wymienić je z innymi naukowcami, zarówno w obrębie nauk geograficznych, jak i innych. Potrzebne są rozwiązania informatyczne, które pozwolą na pracę z bazami danych nie tylko różnych instytucji, lecz także pojedynczych osób. W tym zakresie niezbędne są wiedza, doświadczenie i współpraca geografów z informatykami. Ewolucja tej współpracy doprowadziła do pojawienia się zarówno GIScience, jak i geoinformatyki. Automatyzacja odkryć naukowych dzięki tworzeniu algorytmów dokonujących takich odkryć stanowi nowe, fascynujące wyzwanie dla geografów reprezentujących naukę o geoinformacji. Nowe technologie związane z teorią sztucznej inteligencji ilustrują zerwanie z tradycyjnymi poglądami głoszącymi, że filozofia nauki powinna się zajmować kontekstem uzasadniania gotowych teorii, a nie procesem ich tworzenia czy dokonywaniem odkryć (Giza, 2006). Rozwój sztucznej inteligencji przynosi kolejne zmiany w sposobie uprawiania GIScience. Metoda określana jako indukcja baconowska (Gillies, 1996) jest technologią, za pomocą której można dokonywać odkryć naukowych. Automatyzacja czynności umysłowych powiązana z przetwarzaniem dużej liczby danych ma przyszłość i otwiera nowe możliwości badawcze w naukach geograficznych. Są one w trakcie implementacji w nauce o geoinformacji.

Koncepcja czterech paradygmatów badań naukowych Jima Graya (Hey, Tansley, Tolle, 2009) znajduje zastosowanie również w przypadku GIScience. Zarówno trzeci paradygmat „obliczeniowy", dotyczący symulacji komputerowej złożonych zjawisk, jak i czwarty, związany z eksploracją danych, określany jako „nauka intensywnie wykorzystująca dane", obejmują GIScience, gdyż dają nowe narzędzia do analizy, wizualizacji, wydobywania i manipulowania danymi naukowymi oraz poszerzają możliwości ich zastosowania do symulacji lub „wydobywania wiedzy" przestrzennej (rys. 1.2). Niewątpliwie wymiana informacji o środowisku geograficznym i zastosowanie Systemów Informacji Geograficznej przyspieszy wyniki badań i może doprowadzić do nowych odkryć.

PODSUMOWANIE

Nauka o geoinformacji nie ma jeszcze w Polsce ugruntowanej pozycji. Wielu jej pasjonatów tkwi w dyscyplinie, która była podstawą nadania im tytułów naukowych, ale równocześnie osoby te uprawiają naukę o geoinformacji, w której nie mają możliwości formalnego rozwoju. Immanentną cechą GIScience jest praca na pograniczu nauk geograficznych i informatyki (głównie programowania, baz danych, *big data*). Jej przedstawiciele współpracują z naukowcami reprezentującymi różne dyscypliny w projektach interdyscyplinarnych, dzięki którym poszerzają własną wiedzę, a także dzielą się nią z innymi członkami zespołu badawczego. Praca w takim zespole nie wymaga od każdego jej członka specjalistycznej wiedzy koniecznej w ramach całego projektu badawczego. Od przedstawicieli reprezentujących naukę o geoinformacji wymaga się przede wszystkim umiejętności w zakresie pracy z cyfrową reprezentacją danych przestrzennych w celu ich odpowiedniego przygotowania (dotyczy to zarówno danych geometrycznych, jak i atrybutowych) do prowadzonych badań. Zmusza to naukowców do podejmowania wysiłków dla uzyskania odpowiedniej wiedzy geograficznej i informatycznej, gdyż od jakości danych cyfrowych zależy weryfikacja postawionych hipotez badawczych, wyniki analiz przestrzennych i sformułowane wnioski. Z tego powodu metodologia i proces pozyskiwania, przetwarzania oraz harmonizacji danych przestrzennych z różnych źródeł może być przedmiotem badań naukowych, co nie zawsze spotyka się ze zrozumieniem wśród przedstawicieli nauk geograficznych. Aby ich przekonać, warto zadać pytanie: kto ma najlepsze predyspozycje i wykształcenie, aby odpowiednio przygotować dane cyfrowe do analiz przestrzennych?

W prezentowanych wypowiedziach polskich geografów (zob. rozdział trzeci) odnotowano ich opinie na temat wpływu nowych technologii, a przede wszystkim komputeryzacji, na rozwój metod badawczych, pozyskiwania i przetwarzania danych, a także stylu pracy geografa w erze informatycznej. Najczęściej badacze traktują nowe technologie jedynie jako narzędzie ułatwiające pracę naukową. Zdaniem autorki brakuje wśród polskich geografów szerszej dyskusji obejmującej zagadnienia teoretyczno-metodologiczne związane z techniką. Może to wynikać z kilku przyczyn, np.:

– bariery psychicznej i oporu przed stosowaniem nowych technologii w pracy badawczej oraz braku potrzeby współpracy z osobami mającymi takie umiejętności;

– marginalizacji tej kwestii wśród osób nieposiadających kompetencji w zakresie stosowania nowych technologii i niedostrzegających związków techniki z naukami geograficznymi;

– hermetycznego języka, zarówno u geografów, jak i osób związanych zawodowo z komputerami – dopiero wśród geografów pasjonujących się informatyką (lub odwrotnie) możliwa jest wymiana myśli dotyczących nowych technologii;

– braku potrzeby poznania nowych, inspirujących komputerowych metod analitycznych, często pochodzących z innych dyscyplin – naukowcy twierdzą, że potrzebują jedynie pomocy ze strony systemów komputerowych w zastosowaniu znanych wcześniej metod;

– braku umiejętności i wiedzy na temat wykorzystania dużej ilości danych oraz dostępu do odpowiednich komputerów, które spełniają techniczne parametry do przeprowadzenia tego typu analiz,

– słabej edukacji geograficznej powiązanej z nowymi technologiami informatycznymi – na każdym poziomie kształcenia;

– nie dość dobrej współpracy między dyscyplinami zarówno na niwie krajowej, jak i międzynarodowej, dzięki której geografowie mogliby mieć szersze spojrzenie na współczesne możliwości wykorzystania nowych technologii i cyfrowych baz danych w ich pracy badawczej.

Ciekawe wydaje się spojrzenie na podział paradygmatów nauki według Greya (rys. 1.2) z punktu widzenia nauk geograficznych. Jak widzą w tym kontekście swoją pracę poszczególni badacze i do którego z paradygmatów im najbliżej w pracy naukowej? To pytanie autorka pozostawi otwarte, może będzie inspiracją do dalszych badań.

W podsumowaniu można przypomnieć opinię Stanisława Leszczyckiego, którą przedstawił w latach 50. XX w., gdy rozpoczął porządkowanie geografii na specjalizacje. Stwierdził wówczas, że nie można być specjalistą całej geografii (Leszczycki, 1958). Ten pogląd jest jeszcze bardziej aktualny. Rozwój nauk geograficznych był i jest tak duży, że pojedynczy geografowie nie są w stanie zajmować się w sposób naukowy wszystkimi jej zagadnieniami. Ponadto, od lat 60. ubiegłego wieku, wraz z postępującą specjalizacją w naukach geograficznych, wzmacniały się ich więzi z innymi dyscyplinami. Kazimierz Dziewoński (1968) zwracał uwagę na współpracę geografów z naukowcami reprezentującymi inne dyscypliny naukowe, zarówno przyrodnicze, jak i społeczne, co doprowadziło do integracji myśli i dorobku geografii z myślą i dorobkiem całej nauki, a także pozwoliło na przełamanie izolacji geografii oraz teorii geograficznych od ogólnego dorobku współczesnej myśli naukowej. Wspomniany autor widział w tych procesach korzyści, ale zauważył też zjawisko niekorzystne, wywołane

wzrastającą liczbą specjalizacji geograficznych, co pogłębiło wewnętrzne trudności nauk geograficznych, a w konsekwencji spowodowało nawoływanie do jedności geografii (Dziewoński, 1968). Problem jedności geografii jest oczywiście niezmiernie ważny i nadal dyskutowany. Jednak w obecnej sytuacji w Polsce, gdy została ona podzielona na dwie różne dyscypliny, jedność powinna wyrażać się poprzez wspieranie się geografów w ramach nauk geograficznych oraz otwartość na innowacje, które podniosą prestiż geografii w Polsce. W tym kontekście potrzebna jest dyskusja dotycząca potrzeby włączenia nauki o geoinformacji w ramy nauk geograficznych.

W polemice o zasadności uznania dyscypliny nauki o geoinformacji niezbędne będzie odniesienie się zarówno do filozofii nauki, jak i filozofii techniki. Osobnym zagadnieniem do przyszłych rozważań jest paradygmatyczny rozwój polskiej powojennej geografii oraz związane z nim rewolucje naukowe według Kuhna (2009a). W szerokiej dyskusji, jaka została zainicjowana i jest prowadzona wśród geografów (m.in. Chojnicki, 1970; Kukliński, 1983; Domański, 1986; Rykiel, 1988; Maik, Stachowski, 1991; Rykiel, 1991b; Dziewoński, 1992; Maik, 1992; Domański, 1997; Maruszczak, 1999; Jędrzejczyk, 2011; Rykiel, 2011; Wójcik, 2012; Kukliński, 2013; Maik, 2014; 2016), brakuje wypowiedzi geografów związanych z nauką o geoinformacji. Może już nadszedł czas, aby włączyli się oni do dyskusji, tak jak kilkadziesiąt lat temu zrobili to geografowie społeczni (Rykiel, 2012; Maik, Rembowska, Suliborski, 2014).

BIBLIOGRAFIA

Abler, R. F. (1987), „The National Science Foundation National Center for Geographic Information and Analysis", *International Journal of Geographical Information Systems*, 1 (4), s. 303–326. doi: 10.1080/02693798708927819.

Adamiak, M., Biczkowski, M., Leśniewska-Napierała, K., Nalej, M., Napierała, T. (2020), „Impairing land registry: Social, demographic, and economic determinants of forest classification errors", *Remote Sensing*, 12 (6), s. 2628–2628. doi: 10.3390/RS12162628.

Allen, R. S. (2001), „Interdisciplinary research: A literature-based examination of disciplinary intersections using a common tool, Geographic Information System (GIS)", *Science and Technology Libraries*, 21 (3–4), s. 191–209. doi: 10.1300/J122v21n03_12.

Bac-Bronowicz, J., Górniak-Zimroz, J., Pactwa, K. (2014), „Wykorzystanie państwowych rejestrów geoprzestrzennych w środowisku GIS do identyfikacji środowiskowych i społecznych konfliktów spowodowanych odkrywkową eksploatacją złóż surowców zwięzłych", *Roczniki Geomatyki – Annals of Geomatics*, 14 (4), s. 413–426.

Bacon, F. (1954), *Nowa Atlantyda*, przeł. i red. W. Kornatowski. Warszawa: PAX.

Baerwald, T. J. (2010), „Prospects for geography as an interdisciplinary discipline", *Annals of the Association of American Geographers*, 100 (3), s. 493–501. doi: 10.1080/00045608.2010.485443.

Bąkowska, E., Kaczmarek, T., Mikuła, Ł. (2017), „Wykorzystanie geoankiety jako narzędzia konsultacji społecznych w procesie planowania przestrzennego w aglomeracji poznańskiej", *Roczniki Geomatyki – Annals of Geomatics*, 15 (2), s. 147–158.

Balcerowicz, L. (1994), „Transition to the market economy: Poland, 1989–93 in comparative perspective", *Economic Policy*, 9 (19), s. 71–97.

Balram, S., Dragićević, S. (2006a), „Collaborative Geographic Information Systems: Origins, Boundaries, and Structures", w: S. Balram, S. Dragićević (red.), *Collaborative Geographic Information Systems*. IGI Global, s. 1–22. doi: 10.4018/978–1–59140–845–1.

Balram, S., Dragićević, S. (red.) (2006b), *Collaborative Geographic Information Systems*. IGI Global. doi: 10.4018/978–1–59140–845–1.

Bański, J. (2013), „Jaka geografia? – uwarunkowania i spojrzenie w przyszłość", *Przegląd Geograficzny*, 85 (2), s. 291–307.

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.

Baranowski, M. (2015), „Rozwój Systemów Informacji Geograficznej i ich zastosowań w pracach Instytutu Geodezji i Kartografii", w: *70-lecie Instytutu Geodezji i Kartografii. Seria Monograficzna nr 20. Wydanie jubileuszowe*. Warszawa: Instytut Geodezji i Kartografii, s. 109–115.

Baszczyńska, M., Madej, P., Kubacka, D. (2010), „Użycie technik GIS do szacowania zasobów wód powierzchniowych w skali kraju", *Roczniki Geomatyki – Annals of Geomatics*, 7 (5), s. 23–30.

Batty, M., Hudson-Smith, A., Milton, R., Crooks, A. (2010), „Map mashups, Web 2.0 and the GIS revolution", *Annals of GIS*, 16 (1), s. 1–13. doi: 10.1080/19475681003700831.

Batty, M., Hudson-Smith, A., Milton, R., Crooks, A. (2012), „Smart cities of the future", *European Physical Journal: Special Topics*, 214, s. 481–518. doi: 10.1140/epjst/e2012–01703–3.

Będkowski, K. (red.) (2011), *Las w rastrowym modelu danych przestrzennych*. Warszawa: Wydawnictwo SGGW.

Będkowski, K., Piekarski, E. (2017), *Podstawy fotogrametrii i teledetekcji dla leśników*. Warszawa: Wydawnictwo SGGW.

Będkowski, K., Brach, M., Hawryło, P., Olenderek, T., Strzeliński, P., Szostak, Szymański, P., Tracz, W., Wężyk, P. (2015), „Geomatics education of foresters at agriculture universities", w: I. Jażdżewska (red.), *GIS in Higher Education in Poland. Curriculums, Issues, Discussion*. Łódź: Wydawnictwo Uniwersytetu Łódzkiego, s. 36–59.

Będkowski, K., Chabudziński, Ł., Gotlib, D., Kazimierski, W., Kunz, M., Zwoliński, Z. (2018), „Kształcenie na kierunkach studiów geoinformacja i geoinformatyka w wybranych uczelniach w Polsce", *Acta Universitatis Lodziensis. Folia Geographica Socio-Oeconomica*, 34, s. 25–43. doi: 10.18778/1508–1117.34.02.

Bell, S., Reed, M. (2004), „Adapting to the machine: Integrating GIS into qualitative research", *Cartographica*, 39 (1), s. 55–66. doi: 10.3138/Y413–1G62–6H6G-0L3Q.

Białousz, S., Bielecka, E. (red.) (2010), *INSPIRE i Krajowa Infrastruktura Informacji Przestrzennej. Podstawy teoretyczne i aspekty praktyczne. Skrypt dla uczestników Szkolenia Eksperckiego*. Warszawa: Instytut Geodezji i Kartografii.

Bielecka, E. (2006), *Systemy Informacji Geograficznej. Teoria i zastosowania*. Warszawa: Wydawnictwo Polsko-Japońskiej Wyższej Szkoły Technik Komputerowych.

Bielecka, E. (2009), „Metadane i jakość danych przestrzennych", w: *Modelowanie pojęciowe w projektowaniu i implementacji systemów geoinformacyjnych*. Warszawa: Instytut Geodezji i Kartografii, s. 97–110.

Bielecka, E. (2015), „Blended learning as an alternative to traditional GIS training in higher education", w: I. Jażdżewska (red.), *GIS in Higher Education in Poland. Curriculums, Issues, Discussion*. Łódź: Wydawnictwo Uniwerstetu Łódzkiego, s. 60–74.

Bielecka, E., Burek, E. (2019), „Spatial data quality and uncertainty publication patterns and trends by bibliometric analysis", *Open Geosciences*, 11 (1), s. 219–235. doi: 10.1515/geo-2019–0018.

Bielecka, E., Ciołkosz, A. (2000), „Zmiany użytkowania ziemi w dorzeczu Odry w świetle zdjęć satelitarnych i archiwalnych materiałów kartograficznych", *Fotointerpretacja w Geografii*, 31, s. 91–102.

Bielecka, E., Ciołkosz, A. (2009), „Baza danych o pokryciu terenu w Polsce CLC-2006", *Polski Przegląd Kartograficzny*, 41 (3), s. 227–236.

Bielecka, E., Dukaczewski, D., Janczar, E. (2018), „Spatial Data Infrastructure in Poland – lessons learnt from so far achievements", *Geodesy and Cartography*, 76, s. 3–20.

Bielecka, E., Pokonieczny, K., Borkowska, S. (2020), „GiScience theory based assessment of spatial disparity of geodetic control points location", *ISPRS International Journal of Geo-Information*, 9, s. 148. doi: 10.3390/ijgi9030148.

Bijker, W., Pinch, T., Hughes, T. P. (2012), *The Social Construction of Technological Systems: New Directions in the Sociology and History of Technology: Anniversary Edition*. Cambridge–London: The MIT Press.

Biljecki, F. (2016), „A scientometric analysis of selected GIScience journals", *International Journal of Geographical Information Science*, 30 (7), s. 1302–1335. doi: 10.1080/13658816.2015.1130831.

Blachowski, J., Woźniak, J. (2007), „Model kształcenia stacjonarnego i ustawicznego w zakresie systemów geoinformacyjnych na Politechnice Wrocławskiej", *Roczniki Geomatyki – Annals of Geomatics*, 5 (3), s. 7–18.

Blaschke, T., Eisank, C. (2012), „How influential is geographic information science?", w: *17th International Conference on Science and Technology Indicators (STI)*. Montreal: Repro-UQAM, s. 1–6.

Blaschke, T., Merschdorf, H. (2014), „Geographic information science as a multidisciplinary and multiparadigmatic field", *Cartography and Geographic Information Science*, 41 (3), s. 196–213. doi: 10.1080/15230406.2014.905755.

Blaschke, T., Strobl, J., Donert, K. (2011), „Geographic Information Science: Building a doctoral programme integrating interdisciplinary concepts and methods", *Procedia – Social and Behavioral Sciences*, 21, s. 139–146. doi: 10.1016/j.sbspro.2011.07.013.

Blaschke, T., Strobl, J., Schrott, L., Marschallinger, R., Neubaue, F., Koch, A., Beinat, E., Heistracher, T., Reich, S., Leitner, M., Donert, K. (2012), „Geographic information science as a common cause for interdisciplinary research", w: J. Gensel, D. Josselin, D. Vandenbroucke (red.), *Bridging the Geographic Information Sciences. Lecture Notes in Geoinformation and Cartography*. Berlin–Heidelberg: Springer, s. 411–428. doi: 10.1007/978–3–642–29063–3_22.

Blumberg, A. E., Feigl, H. (2010), „Pozytywizm logiczny. Nowy ruch w filozofii europejskiej", w: A. Koterski (red.), *Naukowa koncepcja świata. Koło wiedeńskie*. Gdańsk: Wydawnictwo Słowo/Obraz Terytoria, s. 181–204.

Bolter, J. D. (1984), *Turing's Man: Western Culture in the Computer Age*. Chapel Hill: The University of North Carolina Press.

Bolter, J. D. (1990), *Człowiek Turinga. Kultura Zachodu w wieku komputera*. Warszawa: Państwowy Instytut Wydawniczy.

Borowska-Stefańska, M. (2015), „Zagospodarowanie terenów zagrożonych powodziami w wybranych miastach województwa łódzkiego", *Prace Geograficzne*, 140, s. 57–77. doi: 10.4467/20833113PG.15.004.3533.

Borowska-Stefańska, M., Wiśniewski, S. (2017), „Network analyses in geography of transport", *Studia Informatica*, 38 (4), s. 109–127.

Borowska-Stefańska, M., Wiśniewski, S. (2018a), „Differentiation of land cover and geometric features of parcels along motorways and expressways in Poland", *Space – Society – Economy*, 23, s. 95–110. https://doi.org/10.18778/1733–3180.23.06.

Borowska-Stefańska, M., Wiśniewski, S. (2018b), „The use of network analysis in the process of delimitation as exemplified by the administrative division of Poland", *Geodesy and Cartography*, 66 (2), s. 155–170. doi: 10.1515/geocart-2017–0019.

Borowska-Stefańska, M., Wiśniewski, S. (2019), „Designation of paid parking zones in Łódź", *Logistics and Transport*, 41 (1), s. 57–71. doi: 10.26411/83–1734–2015–1–41–8–19.

Borowska-Stefańska, M., Leśniewska-Napierała, K., Wiśniewski, S. (2018a), „Land cover changes in Poland between 1990 and 2012", *Geografie-Sbornik CGS*, 121 (1), s. 63–83. doi: 10.37040/geografie2018123010063.

Borowska-Stefańska, M., Leśniewska-Napierała, K., Wiśniewski, S. (2018b), „Spatial variation in size and shape of land plots in Mazowieckie Voivodship", *European Spatial Research and Policy*, 25 (1), s. 113–130. https://doi.org/10.18778/1231–1952.25.1.07.

Borowska-Stefańska, M., Wiśniewski, S., Domagalski, A. (2018), „Changes concerning commute traffic distribution on a road network following the occurrence of a natural disaster – The example of a flood in the Mazovian Voivodeship (Eastern Poland)", *Transportation Research Part D: Transport and Environment*, 65, s. 116–137. doi: 10.1016/j.trd.2018.08.008.

Borowska-Stefańska, M., Kowalski, M., Wiśniewski, S., Turoboś, F. (2019), „Optimisation patterns for the process of a planned evacuation in the event of a flood", *Environmental Hazards*, 18 (4), s. 335–360.

Boulos, M., Scotch, M., Cheung, K.-H., Burden, D. (2005), „Web GIS in practice VI: A demo playlist of geo-mashups for public health neogeographers", *International Journal of Health Geographics*, 7 (37), s. 1–16. doi: 10.1186/1476–072X-4–2.

Bowen, M. (1981), *Empiricism and geographical thought – from Francis Bacon to Alexander von Humboldt*. doi: 10.2307/633380.

Brovelli, M. A., Minghini, M., Zamboni, G. (2016), „Public participation in GIS via mobile applications", *ISPRS Journal of Photogrammetry and Remote Sensing*, 114, s. 306–315. doi: 10.1016/j.isprsjprs.2015.04.002.

Brown, G. (2012), „An empirical evaluation of the spatial accuracy of public participation GIS (PPGIS) data", *Applied Geography*, 34, s. 189–294. doi: 10.1016/j.apgeog.2011.12.004.

Brown, G., Kyttä, M. (2014), „Key issues and research priorities for public participation GIS (PPGIS): A synthesis based on empirical research", *Applied Geography*, 46, s. 122–136. doi: 10.1016/j.apgeog.2013.11.004.

Brown, G., Reed, P. (2012), „Values compatibility analysis: Using public participation Geographic Information Systems (PPGIS) for decision support in national forest management", *Applied Spatial Analysis*, 5, s. 317–332. doi: 10.1007/s12061–011–9072-x.

Brown, G., Reed, P., Raymond, C. M. (2020), „Mapping place values: 10 lessons from two decades of public participation GIS empirical research", *Applied Geography*, 116, s. 102–156. doi: 10.1016/j.apgeog.2020.102156.

Bryk, M., Chyla, J. M. (2013), „Zastosowanie technologii GIS w lokalizacji stanowisk archeologicznych podczas prospekcji terenowej", *Roczniki Geomatyki – Annals of Geomatics*, 63 (1), s. 19–29.

Bugs, G., Granell, C., Fonts, O., Huerta, J., Painho, M. (2010), „An assessment of Public Participation GIS and Web 2.0 technologies in urban planning practice in Canela, Brazil", *Cities*, 27, s. 172–181. doi: 10.1016/j.cities.2009.11.008.

Bujakowski, K., Pyka, K. (2009), „Rola INSPIRE w rozwoju społeczeństwa informacyjnego", *Roczniki Geomatyki – Annals of Geomatics*, 7 (6), s. 7–15.

Bunge, M. (1966), „Technology as Applied Science", *Technology and Culture*, 7 (3), s. 329–347. doi: 10.2307/3101932.

Bunge, M. (1976), „The Philosophical Richness of Technology", *PSA: Proceedings of the Biennial Meeting of the Philosophy of Science Association*, s. 153–172. doi: 10.1086/psaprocbienmeetp.1976.2.192379.

Bunge, M. (1985), *Treatise on Basic Philosophy. Vol. 7: Philosophy of Science and Technology Part 1*. Dordrecht: Reidel.

Van den Bussche, J. (2001), „Applications of Alfred Tarski's ideas in database theory", w: *Lecture Notes in Computer Science 2142. 15th International Workshop Proceedings*, s. 20–37. doi: 10.1007/3–540–44802–0_2.

Caron, C., Roche, S., Goyer, D., Jaton, A. (2008), „GIScience journals ranking and evaluation: An international Delphi study", *Transactions in GIS*, 12 (3), s. 293–321. doi: 10.1111/j.1467–9671.2008.01106.x.

Chabudziński, Ł., Szulc, D., Brzezińska-Wójcik, T., Michalczyk, Z. (2018), „Changes in the location and function of small water bodies in the upper Sanna River catchment – case study (SE Poland)", *Landscape Research*, 1 (43), s. 112–123. doi: 10.1080/01426397.2017.1296939.

Chang, Z. E., Li, S. (2013), „Geo-social model: A conceptual framework for real-time geocollaboration", *Transactions in GIS*, 17 (2), s. 182–205. doi: 10.1111/j.1467–9671.2012.01352.x.

Chmielewska, M., Majchrowska, E. (2014), „Zastosowanie narzędzi GIS do analizy planu miasta w morfologii miast", *Acta Universitatis Lodziensis. Folia Geographica Socio-Oeconomica*, 16, s. 189–201.

Chojnicki, Z. (1970), „Podstawowe tendencje metodologiczne współczesnej geografii ekonomicznej", *Przegląd Geograficzny*, 42 (2), s. 199–214.

Chojnicki, Z. (1985), „Orientacje filozoficzno-metodologiczne geografii ich koncepcje i modele", *Przegląd Geograficzny*, 58 (3), s. 255–279.

Chojnicki, Z. (red.) (1991), *Podstawowe problemy metodologiczne rozwoju polskiej geografii*. Poznań: Wydawnictwo Naukowe Uniwersytetu Adama Mickiewicza.

Chojnicki, Z. (1996), „Geografía społeczno-ekonomiczna wobec transformacji systemowej w Polsce", *Przegląd Geograficzny*, 68 (1–2), s. 19–29.

Chojnicki, Z. (1999), *Podstawy metodologiczne i teoretyczne geografii*. Poznań: Bogucki Wydawnictwo Naukowe.

Chojnicki, Z. (2010), *Koncepcje i studia metodologiczne i teoretyczne w geografii*. Poznań: Bogucki Wydawnictwo Naukowe.

Chojnicki, Z. (2011), „Model empiryczno-naukowy geografii", w: A. Kostrzewski, W. Maik, R. Brudnicki (red.), *Geografia wobec problemów współczesności. 5 Forum Geografów Polskich*. Bydgoszcz: Wyższa Szkoła Gospodarki w Bydgoszczy, s. 9–34.

Chojnicki, Z., Dziewoński, K. (1978), „Podstawowe zagadnienia metodologiczne rozwoju geografii ekonomicznej", *Przegląd Geograficzny*, 50 (2), s. 205–221.

Chojnicki, Z., Wróbel, A. (1977), „Geografia jako nauka w dobie rewolucji naukowo-technicznej", *Przegląd Geograficzny*, 47 (2), s. 239–247.

Chojnicki, Z., Starkel, L., Wróbel, A. (1986), „Główne kierunki rozwoju polskiej geografii", *Przegląd Geograficzny*, 58 (3), s. 323–338.

Chrobak, T., Gaździcki, J. (2007), „Dziedzictwo kulturowe jako element geoprzestrzeni", *Roczniki Geomatyki – Annals of Geomatics*, 5 (8), s. 7–12.

Chrzanowska-Kluczewska, E. (2016), „Konsiliencja, czyli o porozumieniu między naukami w trzecim tysiącleciu", *Półrocznik Językoznawczy Tertium*, 1–2, s. 40–49.

Ciołkosz, A. (2008), „Stan i perspektywy rozwoju kartografii polskiej", w: S. Liszewski, J. Łoboda, W. Maik (red.), *Stan i perspektywy rozwoju geografii w Polsce*. Bydgoszcz: Wydawnictwo Uczelniane WSG, s. 99–105.

Cloke, P., Philo, C., Sadler, D. (1991), *Approaching Human Geography: An Introduction to Contemporary Theoretical Debates*. London: Paul Chapman Publisher.

Colwell, R. (2004), „The new landscape of science: A geographic portal", *Annals of the Association of American Geographers*, 94 (4), s. 703–708. doi: 10.1111/j.1467–8306.2004.00423.x.

Comte, A. (2001), *Rozprawa o duchu filozofii przyrody*. Kęty: Wydawnictwo Antyk.

Couclelis, H. (1986), „Artificial intelligence in geography: Conjectures on the shape of things to come", *Professional Geographer*, 38 (1), s. 1–11. doi: 10.1111/j.0033–0124.1986.00001.x.

Couclelis, H. (2012), „Climbing on a milestone for a better view: Goodchild's «Geographical Information Science» paper as vantage point and ground for reflection", *International Journal of Geographical Information Science*, 26 (12), s. 2291–2300. doi: 10.1080/13658816.2012.713959.

Cox, C., Morse, W., Anderson, C., Marzen, L. (2014), „Applying public participation Geographic Information Systems to wildlife management", *Human Dimensions of Wildlife*, 19 (2), s. 200–214. doi: 10.1080/10871209.2014.871663.

Czarnecka, B., Chabudziński, Ł. (2011), „Vegetation landscapes of a small-scale river valley in the light of the GIS analysis", *Problemy Ekologii Krajobrazu*, 20, s. 293–299.

Czarnecka, B., Rysiak, A., Chabudziński, Ł. (2017), „Topographic attributes and ecological indicator values in assessing the ground-floor vegetation patterns", *Biodiversity Research and Conservation*, 47 (1), s. 9–22. doi: 10.1515/biorc-2017–0010.

Czepkiewicz, M., Brudka, C., Jankowski, P., Kaczmarek, T., Zwoliński, Z., Mikuła, Ł., Bąkowska, E., Młodkowski, M., Wójcicki, M. (2016), „Public Participation GIS for sustainable urban mobility planning: Methods, applications and challenges", *Rozwój Regionalny i Polityka Regionalna*, 35, s. 9–35.

Darwin, K. (2009), *O powstawaniu gatunków drogą doboru naturalnego, czyli o utrzymywaniu się doskonalszych ras w walce o byt*, tłum. Sz. Dickstein, J. Nusbaum-Hilarowicz. Kraków: Vis-à-vis Etiuda. doi: 10.31338/uw.9788323514527.

DeLyser, D., Sui, D. (2013), „Crossing the qualitative-quantitative divide II: Inventive approaches to big data, mobile methods, and rhythm analysis", *Progress in Human Geography*, 37 (2), s. 293–305. doi: 10.1177/0309132512444063.

DeLyser, D., Sui, D. (2014), „Crossing the qualitative-quantitative chasm III: Enduring methods, open geography, participatory research, and the fourth paradigm", *Progress in Human Geography*, 38 (2), s. 294–307. doi: 10.1177/0309132513479291.

DiBiase, D., DeMers, M., Johnson, A., Kemp, K. K., Taylor Luck, A., Plewe, B., Wentz, E. (red.) (2006), *Geographic Information Science and Technology Body of Knowledge*. Washington: The Association of American Geographers.

Didunyk, S. (1997), „A review of: *Ground Truth. The Social Implications of Geographic Information Systems*", *Canadian Geographer*, 41 (1), s. 105–108.

Dmochowska-Dudek, K. (2017), „Fotogrametria bliskiego zasięgu – nowe możliwości dla badań w geografii osadnictwa", w: W. Maik, A. Suliborski, M. Wójcik (red.), *Nowe i stare perspektywy i ujęcia w geografii na przełomie XX i XXI wieku*. Łódź: Wydawnictwo Uniwersytetu Łódzkiego, s. 173–186. doi: 10.18778/8088-505-9.11.

Dmochowska-Dudek, K. (2020), „Przemiany morfologiczne i funkcjonalno-przestrzenne wsi zapisane w geokompozycjach", w: M. Wójcik (red.), *Reprezentacje przestrzenne wsi w Polsce*. Łódź: Wydawnictwo Uniwersytetu Łódzkiego, s. 21–38.

Dmowska, A., Zwoliński, Z., Gudowicz, J. (2010), „Cyfrowa adaptacja analogowych map geomorfologicznych", *Landform Analysis*, 12, s. 35–47.

Domański, R. (1975), „New methods and techniques in spatial planning", *Geographica Polonica*, 32, s. 133–43.

Domański, R. (1986), „Rozwój geografii ekonomicznej po II Kongresie Nauki Polskiej", *Przegląd Geograficzny*, 58 (1), s. 339–355.

Domański, R. (1997), „O rozwój ewolucyjnego paradygmatu w geografii ekonomicznej", *Przegląd Geograficzny*, 69 (1–2), s. 3–18.

Dramowicz, K. (1986), „Modelowanie cyfrowe przestrzennych procesów społeczno-gospodarczych", *Przegląd Geograficzny*, 48 (1), s. 17–34.

Drop, P., Gajewski, P. (2013), „Zastosowanie danych OpenStreetMap oraz wolnego oprogramowania do badań dostępności komunikacyjnej w skali lokalnej", *Acta Universitatis Lodziensis. Folia Geographica Socio-Oeconomica*, 14 (2), s. 157–167.

Duckham, M. (2015), „GI Expertise", *Transactions in GIS*, 19 (4), s. 499–515. doi: 10.1111/tgis.12166.

Dunn, C. E. (2007), „Participatory GIS. A people's GIS?", *Progress in Human Geography*, 31 (5), s. 616–637. doi: 10.1177/0309132507081493.

Dusek, V. (2011), *Wprowadzenie do filozofii techniki*, tłum. Z. Kasprzyk. Kraków: Wydawnictwo WAM.

Dygaszewicz, J. (2007), „GIS w statystyce publicznej", *Archiwum Fotogrametrii, Kartografii i Teledetekcji*, 17a, s. 189–197.

Dzieciuchowicz, J., Dmochowska-Dudek, K. (2014), „Wielkość i kształt działek gruntowych w Łodzi", *Acta Universitatis Lodziensis. Folia Geographica Socio-Oeconomica*, 16 (1), s. 149–167.

Dziewoński, K. (1965), „Zagadnienia integracji analizy kartograficznej i statystycznej w badaniach geograficznych", *Przegląd Geograficzny*, 37 (4), s. 585–597.
Dziewoński, K. (1968), „Prognoza rozwoju nauk geograficznych", *Przegląd Geograficzny*, 40 (1), s. 3–28.
Dziewoński, K. (1992), „Pluralizm i eklektyzm w polskiej myśli geograficznej", *Biuletyn KPZK PAN*, 159, s. 7–12.
Eckes, K. (2015), „Engineering task-oriented GIS education, example of the course at the AGH University of Science and Technology AGH in Cracow", w: I. Jażdżewska (red.), *GIS in Higher Education in Poland. Curriculums, Issues, Discussion*. Łódź: Wydawnictwo Uniwerstetu Łódzkiego, s. 24–35.
Elden, S., Mendieta, E. (red.) (2011), *Reading Kant's Geography*. Albany: State University of New York Press.
Ellul, C. (2015), „Geography and Geographical Information Science: Interdisciplinary integrators", *Journal of Geography in Higher Education*, 39 (2), s. 191–194. doi: 10.1080/03098265.2015.1039797.
Evans, J., Jones, P. (2011), „The walking interview: Methodology, mobility and place", *Applied Geography*, 31 (2), s. 849–858. doi: 10.1016/j.apgeog.2010.09.005.
Evans, J., Randalls, S. (2008), „Geography and paratactical interdisciplinarity: Views from the ESRC-NERC PhD studentship programme", *Geoforum*, 39 (2), s. 581–592. doi: 10.1016/j.geoforum.2006.03.007.
Ewertowski, M., Tomczyk, A. (2007), „Ocena stanu środowiska geograficznego szlaków turystycznych – wykorzystanie GIS do integracji i analizy danych terenowych i kartograficznych", *Przegląd Geograficzny*, 79 (2), s. 271–295.
Ewertowski, M., Ewertowski, W., Rzeszewski, M., Tomczyk, A. M. (2013), „Problem harmonizacji i integracji danych w systemach informacji geograficznej na potrzeby oceny uwarunkowań rozwoju przestrzennego", *Studia Miejskie*, 11, s. 79–86.
Fefeman, S. (2006), „Tarski's influence on computer science", *Logical Methods in Computer Sciences*, s. 1–13. doi: 10.2168/LMCS-2 (3:6) 2006.
Feibleman, J. K. (1972), *Scientific Method: The Hypothetico-Experimental Laboratory Procedure of the Physical Sciences*. Hague: Martinus Nijhoff Publishers.
Feltynowski, M. (2012), „System Informacji Przestrzennej jako narzędzie podejmowania decyzji w gminach – badania wśród pracowników urzędów miast łódzkiego obszaru metropolitalnego", *Acta Scientiarum Polonorum. Geodesia et Descriptio Terrarum*, 11 (1), s. 29–38.
Feltynowski, M. (2015a), „Spatial information systems – A tool supporting good governance in spatial planning processes of green areas", *Journal of Urban and Regional Analysis*, 7 (1), s. 69–82.
Feltynowski, M. (2015b), „Systemy informacji przestrzennej – narzędzie partycypacyjnej polityki rozwoju lokalnego", w: A. Nowakowska (red.), *Nowoczesne metody i narzędzia zarządzania rozwojem lokalnym i regionalnym*, Łódź: Wydawnictwo Uniwersytetu Łódzkiego, s. 87–114. doi: 10.18778/7969–530–0.04.
Feng, Y., Brenner, C., Sester, M. (2020), „Flood severity mapping from Volunteered Geographic Information by interpreting water level from images containing people: A case study of Hurricane Harvey", *ISPRS Journal of Photogrammetry and Remote Sensing*, 169, s. 301–319. doi: 10.1016/j.isprsjprs.2020.09.011.

Fiejdasz, W., Widacki, W. (red.) (1995), *GIS dla obszarów chronionych*. Kraków: Instytut Geografii Uniwersytetu Jagiellońskiego.
Field, K., O'Brien, J. (2010), „Cartoblography: Experiments in using and organising the spatial context of micro-blogging", *Transactions in GIS*, 14 (1), s. 5–23. doi: 10.1111/j.1467–9671.2010.01210.x.
Fleck, L. (1929), „Zur Krise der «Wirklichkeit»", *Die Naturwissenschlaften*, s. 425–430.
Fleck, L. (1935), *Entstehung und Entwicklung einer wissenschaftlichen Tatsache. Einführung in die Lehre vom Denkstil und Denkkollektiv*. Basel: Benno Schwabe und Co. Verlagbuchhandlung.
Fleck, L. (2006), „O kryzysie «rzeczywistości»", tłum. W. Niemirowski, w: Z. Cyckowski, S. Symotiuk (red.), *Psychosocjologia poznania naukowego*. Lublin: Wydawnictwo Uniwersytetu Marii Curie-Skłodowskiej, s. 174–184.
Floridi, L. (2012), „Big data and their epistemological challenge", *Philosophy and Technology*, 25, s. 435–437. doi: 10.1007/s13347–012–0093–4.
Flowerdew, R. (1998), „Reacting to *Ground Truth*", *Environment and Planning A*, 30 (2), s. 289–301. doi: 10.1068/a300289.
Fogel, P. (2013), „Wspomaganie procesu tworzenia polityki przestrzennej w gminie poprzez wykorzystanie prostych analiz GIS", *Acta Universitatis Lodziensis. Folia Geographica Socio-Oeconomica*, 14 (2), s. 45–58.
Franssen, M., Lokhorst, G.-J., van de Poel, I. (2018), „Philosophy of Technology", w: E. N. Zalta (red.), *The Stanford Encyclopedia of Philosophy*. https://plato.stanford.edu/archives/fall2018/entries/technology [dostęp: 5.01.2020].
Gajos-Gržetić, M. (2017), *Reprezentacja nauki o geoinformacji w wybranych językach informacyjno-wyszukiwawczych*. Katowice: Wydawnictwo Uniwersytetu Śląskiego.
Gajos, M., Myga-Piątek, U. (red.) (2003), *Geographical Information Systems: Interdisciplinary Aspects*. Sosnowiec: Uniwersytet Śląski.
Gawrysiak, L. (2018), *Segmentacje rzeźby terenu z wykorzystaniem metod automatycznej klasyfikacji i ich relacja do mapy geomorfologicznej*. Lublin: Wydawnictwo Uniwersytetu Marii Curie-Skłodowskiej.
Gaździcki, J. (1975), *Informatyka w geodezji i kartografii*. Warszawa: Polskie Przedsiębiorstwo Wydawnictw Kartograficznych.
Gaździcki, J. (1990), *Systemy informacji przestrzennej*. Warszawa: Polskie Przedsiębiorstwo Wydawnictw Kartograficznych.
Gaździcki, J. (1995), *Systemy katastralne*. Warszawa–Wrocław: Polskie Przedsiębiorstwo Wydawnictw Kartograficznych.
Gaździcki, J. (2005), „Implikacje dyrektywy INSPIRE", *Roczniki Geomatyki – Annals of Geomatics*, 3 (3), s. 19–25.
Gaździcki, J. (2006), „Zakres tematyczny dziedziny geoinformacji jako nauki i technologii", *Roczniki Geomatyki – Annals of Geomatics*, 4 (2), s. 15–27.
Gaździcki, J. (2007), „Infrastruktury informacji przestrzennej oraz ich relacje względem dziedzictwa kulturowego", *Roczniki Geomatyki – Annals of Geomatics*, 5 (8), s. 33–40.
Gaździcki, J. (2008), „Implementacja dyrektywy INSPIRE w Polsce: stan aktualny, problemy i wyzwania", *Roczniki Geomatyki – Annals of Geomatics*, 6 (3), s. 23–32.

Gaździcki, J. (2009), „Studia wyższe w dziedzinie geoinformacji: aspekty modernizacji w Polsce", *Roczniki Geomatyki – Annals of Geomatics*, 7 (3), s. 7–12.

Gaździcki, J. (2013), „Użyteczność społeczna produktów geoinformacyjnych", *Roczniki Geomatyki – Annals of Geomatics*, 11 (2), s. 7–10.

Gaździcki, J., Baranowski, M. (2004), „Strategiczne aspekty tworzenia polskiej infrastruktury informacji przestrzennej", *Roczniki Geomatyki – Annals of Geomatics*, 2 (2), s. 22–30.

Gaździcki, J., Linsenbarth, A. (2004), „GIS w Polsce: rozwój ukierunkowany na infrastruktury danych przestrzennych", *Roczniki Geomatyki – Annals of Geomatics*, 2 (1), s. 11–19.

Gaździcki, J., Bielecka, E., Chrobak, T., Eckes, K., Iwaniak, A., Kozak, J., Michalak, J., Olenderek, H., Korpetta, D., Pachelski, W., Stepnowski, A., Moszyński, M., Szpor, G. (2009), „Opinie na temat koncepcji utworzenia kierunku studiów w dziedzinie geoinformacji", *Roczniki Geomatyki – Annals of Geomatics*, 7 (3), s. 135–158.

Gaździcki, J., Gotlib, D., Jażdżewska, I., Zwoliński, Z. (2018), „Aktualne aspekty edukacji geoprzestrzennej w Polsce", *Roczniki Geomatyki – Annals of Geomatics*, 16 (3), s. 235–240. http://rg.ptip.org.pl/index.php/rg/article/view/RG2018–3-Gazdzicki-inni [dostęp: 5.01.2020].

Gehlert, S., Mininger, C., Cipriano-Steffens, T. M. (2010), „Placing biology in breast cancer disparities research", w: L. Burton, S. Matthews, M. Leung, S. Kemp, D. Takeuchi (red.), *Communities, Neighborhoods, and Health. Social Disparities in Health and Health Care, Vol. 1*. New York: Springer, s. 57–72.

Geodezyjne metody pozyskiwania danych w Systemie Informacji Geograficznych (1995), w: *XV Jesienna Szkoła Geodezji, Szklarska Poręba 17–19 września 1995 r.* Wrocław: Oficyna Wydawnicza Politechniki Wrocławskiej.

Giełda-Pinas, K., Dzieszko, P., Zwoliński, Z., Ligmann-Zielińska, A. (2015), „Two strategies of agent-based modelling application for management of lakeland landscapes at a regional scale", *Quaestiones Geographicae*, 34 (3), s. 33–50. doi: 10.1515/quageo-2015–0031.

Gillies, D. (1996), *Artifical Intelligence and Scientific Method*. Oxford: Oxford University Press.

Giza, P. (2006), *Filozoficzne i metodologiczne aspekty komputerowych systemów odkryć naukowych*. Lublin: Wydawnictwo Uniwersytetu Marii Curie-Skłodowskiej.

Glaser, M., Krause G., Ratter B. M. W., Welp M. (red.) (2012), *Human-Nature Interactions in the Anthropocene: Potentials of Social-Ecological Systems Analysis*. New York–London: Routledge. doi: 10.4324/9780203123195.

Głosińska, E. (2013), „Zastosowanie GIS w szacowaniu potencjalnych strat powodziowych w kontekście zagospodarowania obszarów zalewowych na przykładzie miast województwa zachodniopomorskiego", *Roczniki Geomatyki – Annals of Geomatics*, 11 (4), s. 25–39.

Głosińska, E., Lechowski, Ł. (2013), „An estimation of potential flood losses in the context of floodplain development changes using GIS", *Acta Universitatis Lodziensis. Folia Geographica Socio-Oeconomica*, 3 (14), s. 117–132.

Goodchild, M. F. (1992), „Geographical Information Science", *International Journal of Geographical Information Systems*, 6 (1), s. 31–45. doi: 10.1080/02693799208901893.

Goodchild, M. F. (1995), „GIS and geographic research", w: J. Pickles (red.), *Ground Truth. The Social Implications of Geographic Information Systems*. New York–London: The Guildford Press, s. 31–50.

Goodchild, M. F. (2004), „The validity and usefulness of laws in geographic information science and geography", *Annals of the Association of American Geographers*, 94 (2), s. 300–303. doi: 10.1111/j.1467–8306.2004.09402008.x.

Goodchild, M. F. (2007), „Citizens as Voluntary Sensors – Spatial data infrastructure in the World of Web 2.0", *International Journal of Spatial Data Infrastructures Research*, 2, s. 24–32.

Goodchild, M. F. (2010), „Twenty years of progress: GIScience in 2010", *Journal of Spatial Information Science*, 1, s. 3–20. doi: 10.5311/josis.2010.1.2.

Goodchild, M. F. (2015), „Two decades on: Critical GIScience since 1993", *The Canadian Geographer / Le Géographe canadien*, 59 (1), s. 3–11. doi: 10.1111/cag.12117.

Goodchild, M. F. (2018), „GIScience for a driverless age", *International Journal of Geographical Information Science*, 32 (5), s. 849–855. doi: 10.1080/13658816.2018.1440397.

Goodchild, M. F., Glennon, J. A. (2010), „Crowdsourcing geographic information for disaster response: A research frontier", *International Journal of Digital Earth*, 3 (3), s. 231–241. doi: 10.1080/17538941003759255.

Goodchild, M. F., Egenhofer, M. J., Kemp, K. K., Mark, D. M., Sheppard, E. (1999), „Introduction to the Varenius project", *International Journal of Geographical Information Science*, 13 (8), s. 731–745.

Goss, J. (1995), „Marketing the new marketing: The strategic discourse of Geodemografic Information Sytems", w: J. Pickles, (red.), *Ground Truth. The Social Implications of Geographic Information Systems*. New York–London: The Guildford Press, s. 130–170.

Gotlib, D., Iwaniak, A., Olszewski, R. (2007), *GIS. Obszary zastosowań*. Warszawa: Wydawnictwo Naukowe PWN.

Graham, M., Stephens, M., Hale, S. (2013), „Featured graphic. Mapping the geoweb: A geography of Twitter", *Environment and Planning A*, 44, s. 100–102. doi: 10.1068/a45349.

Gray, J. (2009), „Jim Gray on eScience: A Transformed Scientific Method", w: T. Hey, S. Tansley, K. Tolle (red.), *The Fourth Paradigm*. Redmond (Washington): Microsoft Research, s. xviii–xxxi. doi: 10.1038/embor.2010.47.

Gryś, S., Minkina, W. (2020), „O znaczeniu odwrotnej notacji polskiej dla rozwoju technik informatycznych", *Pomiary. Automatyka. Robotyka*, 2, s. 11–16. doi: 10.14343/PAR_236/11.

Gunasekera, R. (2004), „Use of GIS for environmental impact assessment: An interdisciplinary approach", *Interdisciplinary Science Reviews*, 29 (1), s. 37–48. doi: 10.1179/030801804225012473.

Gutiérrez, J., López-Nieva, P. (2001), „Are international journals of human geography really international?", *Progress in Human Geography*, 25 (1), s. 53–69. doi: 10.1191/030913201666823316.

Hägerstraand, T. (1970), „What about people in Regional Science?", *Papers of the Regional Science Association*, 24 (1), s. 7–21. doi: 10.1007/BF01936872.

Haines-Young, R. H., Petch, J. R. (1986), *Physical Geography: Its Nature and Methods*. London: Harper and Row.

Haklay, M. (2012), „Geographic Information Science: Tribe, badge and sub-discipline", *Transactions of the Institute of British Geographers*, 37 (4), s. 477–481. doi: 10.1111/j.1475–5661.2012.00541.x.

Haklay, M., Jankowski, P., Zwoliński, Z. (2018), „Selected modern methods and tools for public participation in urban planning – a review", *Quaestiones Geographicae*, 37 (3), s. 127–149. doi: 10.2478/quageo-2018–0030.

Halik, Ł., Medyńska-Gulij, B. (2017), „The Differentiation of Point Symbols Using Selected Visual Variables in the Mobile Augmented Reality System", *Cartographic Journal*. doi: 10.1080/00087041.2016.1253144.

Halik, Ł., Lorek, D., Medyńska-Gulij, B. (2015), „Kartowanie terenowe w technologii GPS-GIS", *Badania Fizjograficzne*, 66, s. 95–103.

Hall, K. L., Vogel, A. L., Stipelman, B. A., Stokols, D., Morgan, G., Gehlert, S. (2012), „A four-phase model of transdisciplinary team-based research: Goals, team processes, and strategies", *Translational Behavioral Medicine*, 2 (4), s. 415–430. doi: 10.1007/s13142–012–0167-y.

Hamblin, C. L. (1962), „Translation to and from Polish notation", *The Computer Journal*, 5 (3), s. 210–213. doi: https://doi.org/10.1093/comjnl/5.3.210.

Han, S. Y., Tsou, M. H., Clarke, K. C. (2018), „Revisiting the death of geography in the era of Big Data: The friction of distance in cyberspace and real space", *International Journal of Digital Earth*, 11 (5), s. 451–469. doi: 10.1080/17538947.2017.1330366.

Handling Geographic Information. Report of the Committee of Enquiry Chaired by Lord Chorley (1987). London: HMSO. Department of the Environment.

Harris, T. M., Weiner, D., Warner, T., Levin, R. (1995), „Pursuing social goals through participatory GIS: Redressing South Africa's historical political ecology", w: J. Pickles (red.), *Ground Truth. The Social Implications of Geographic Information Systems*. New York–London: The Guildford Press, s. 196–222.

Harrison, C., Haklay, M. (2002), „The potential of public participation geographic information systems in UK environmental planning: Appraisals by active publics", *Journal of Environmental Planning and Management*, 45 (6), s. 841–863. doi: 10.1080/0964056022000024370.

Harrison, S., Massey, D., Richards, K., Magilligan, F. J., Thrift, N., Bender, B. (2004), „Thinking across the divide: Perspectives on the conversations between physical and human geography", *Area*, 36 (4), s. 435–442. doi: 10.1111/j.0004–0894.2004.00243.x.

Harvey, F. (1995), „A review of: *Ground Truth. The Social Implications of Geographic Information Systems*", *Professional Geographer*, 47 (4), s. 484–486.

Heller, M. (2009), *Filozofia nauki. Wprowadzenie*. Kraków: Petrus.

Hencz, I. (1993), „Mapa z AutoCad-a", *CADCAM Forum*, 1 (19), s. 43–44.

Hencz, I. (1995), „Mapa numeryczna terenu", w: A. Jagielski (red.), *Zadania badawcze z geografii społecznej i ekonomicznej w obliczu transformacji ustrojowej i restrukturyzacji gospodarczej*. Szklarska Poręba: Zakład Geografii Społecznej i Ekonomicznej, Instytut Geograficzny Uniwersytetu Wrocławskiego, s. 121–125.

Hetmański, M. (1999), „Nowi odkrywcy", *Coputerworld*. https://www.computerworld.pl/news/Nowi-odkrywcy,286458,2.html [dostęp: 22.07.2020].

Hey, T. (2010), „The next scientific revolution", *Harvard Business Review*, 88 (11), s. 56–63.

Hey, T., Trefethen, A. (2020), „The Fourth Paradigm 10 Years On", *Informatik Spektrum*, 42, s. 441–447. doi: 10.1007/s00287–019–01215–9.

Hey, T., Tansley, S., Tolle, K. (red.) (2009), *The Fourth Paradigm. Data-Intensive Scientific Discovery. Microsoft Research*. Redmond (Washington): Microsoft Research.

Hofer, B. (2015), „Uses of online geoprocessing technology in analyses and case studies: A systematic analysis of literature", *International Journal of Digital Earth*, 8 (11), s. 901–917. doi: 10.1080/17538947.2014.962632.

Hoffmann, P., Lisiak, M., Borowska, K. (2018), „Zastosowanie narzędzi GIS w edukacji z zakresu gospodarki przestrzennej i ochrony środowiska", *Acta Universitatis Lodziensis. Folia Geographica Socio-Oecomica*, 34, s. 45–60. doi: 10.18778/1508–1117.34.03.

Hołub, B., Chabudziński, Ł. (2017), „I Akademickie Mistrzostwa Geoinformatyczne – GIS Challenge 2017 w Lublinie", *Polski Przegląd Kartograficzny*, 49 (1), s. 144–145.

Hurst, M. (2005), „GIS and the Blogosphere", w: *WWW 2005, 2nd Annual Workshop on the Blogging Ecosystem: Aggregation, Analysis and Dynamics, 10–14 May 2005*. Chiba, Japan.

Idris, N. H., Jackson, M. J., Abrahart, R. J. (2011), „Map mash-ups: What looks good must be good?", w: *GIS Research UK Conference (GISRUK 2011), 27–29 April 2011*, Portsmouth, UK, s. 1–8. https://www.researchgate.net/profile/Nurul-Idris-2/publication/260468643_Map_Mash-ups_What_looks_good_must_be_good/links/00b495315ed4e6481e000000/Map-Mash-ups-What-looks-good-must-be-good.pdf [dostęp: 24.02.2020].

Internetowa encyklopedia PWN (2020). https://encyklopedia.pwn.pl [dostęp: 11.02.2021].

Internetowy słownik języka polskiego PWN (2020). https://sjp.pwn.pl [dostęp: 11.02.2021].

Janelle, D. G., Goodchild, M. F. (red.) (2004), *Spatially Integrated Social Science*. Oxford: Oxford University Press. 2004. http://eds.b.ebscohost.com.00000epy279e.han3.lib.uni.lodz.pl/eds/detail?sid=584af8fa-b834–4864-b26e-76c1d08ed74a@sdc-v-sessmgr02&vid=1&format=EB&rid=1#AN=120980&db=nlebk [dostęp: 5.05.2020].

Jankowski, P. (2008), „Spatial decision support systems", w: *Encyclopedia of Geographic Information Science*. Thousand Oaks: SAGE Publications. doi: 10.4135/9781412953962.n189.

Jankowski, P., Nyerges, T. (2001), „GIS-supported collaborative decision making: Results of an experiment", *Annals of the Association of American Geographers*, 91 (1), s. 48–70. doi: 10.1111/0004–5608.00233.

Jankowski, P., Nyerges, T., Smith, A., Moore, T. J., Horvath, E. (1997), „Spatial group choice: A SDSS tool for collaborative spatial decision-making", *International Journal of Geographical Information Science*, 11 (6), s. 577–602. doi: 10.1080/136588197242202.

Jankowski, P., Robischon, S., Tuthill, D., Nyerges, T., Ramsey, K. (2006), „Design considerations and evaluation of a collaborative, spatio-temporal decision support system", *Transactions in GIS*, 10 (3), s. 335–354. doi: 10.1111/j.1467–9671.2006.01001.x.

Jankowski, P., Czepkiewicz, M., Młodkowski, M., Zwoliński, Z. (2016), „Geo-questionnaire: A method and tool for public preference elicitation in land use planning", *Transactions in GIS*, 20 (6), s. 903–924. doi: 10.1111/tgis.12191.

Jankowski, P., Kaczmarek, T., Zwoliński, Z., Bąkowska-Waldmann, E., Brudka, C., Czepkiewicz, M., Mikuła, Ł., Młodkowski, M. (2018), *Zastosowanie aplikacji geoankiety i geodyskusji w partycypacyjnym planowaniu przestrzennym – dobre praktyki*. Poznań: Bogucki Wydawnictwo Naukowe.

Jankowski, P., Czepkiewicz, M., Młodkowski, M., Zwoliński, Z., Wójcicki, M. (2019), „Evaluating the scalability of public participation in urban land use planning: A comparison of Geoweb methods with face-to-face meetings", *Environment and Planning B: Urban Analytics and City Science*, 46 (3), s. 511–533. doi: 10.1177/2399808317719709.

Jankowski, P., Czepkiewicz, M., Zwoliński, Z., Kaczmarek, T., Młodkowski, M., Bąkowska-Waldmann, E., Mikuła, Ł., Brudka, C., Walczak, D. (2019), „Geoweb methods for public participation in urban planning: Selected cases from Poland", w: *Geospatial Challenges in the 21st Century*. Springer International Publishing, s. 249–269. doi: 10.1007/978–3–030–04750–4_13.

Jankowski, P., Najwer, A., Zwoliński, Z., Niesterowicz, J. (2020), „Geodiversity assessment with crowdsourced data and spatial multicriteria analysis", *ISPRS International Journal of Geo-Information*, 9, s. 716. doi: 10.3390/ijgi9120716.

Jankowski, P., Forss, K., Czepkiewicz, M., Saarikosk, H., Kahila, M. (2021), „Assessing impacts of PPGIS on urban land use planning: Evidence from Finland and Poland", *European Planning Studies*, s. 1–20. doi: 10.1080/09654313.2021.1882393.

Jantsch, E. (1970), „Inter- and transdisciplinary university: A systems approach to education and innovation", *Higher Education*, 1, s. 403–428. doi: 10.1007/BF01956879.

Jantsch, E. (1972), „Vers l'Interdisciplinarité et la Transdisciplinarité dans l'Enseignement et l'Innovation", w: *Vários Autores l'Interdisciplinarité*. Paris: OECD.

Jasiewicz, J., Zwoliński, Z., Mitasova, H., Hengl, T. (red.) (2015), *Geomorphometry for Geoscience*. Poznań: Bogucki Wydawnictwo Naukowe.

Jaskulski, M. (2015), „Rekonstrukcja historycznej rzeźby za pomocą DEM obszarów przed przekształceniami antropogenicznymi – wybrane przykłady z Polski Środkowej", *Acta Universitatis Lodziensis. Folia Geographica Physica*, 14, s. 17–23. doi: 0.18778/1427–9711.14.02.

Jaskulski, M., Nalej, M. (2015), „Preparing historical maps for presentation in a Geoportal", *Acta Universitatis Lodziensis. Folia Geographica Socio-Oeconomica*, 7 (22), s. 141–159. doi: 10.18778/1508–1117.22.08.

Jaskulski, M., Nowak, T. (2019), „Transformations of landscape topography of the Bełchatów coal mine (Central Poland) and the surrounding area based on DEM analysis", *ISPRS International Journal of Geo-Information*, 8 (9), s. 403. doi: 10.3390/ijgi8090403.

Jaskulski, M., Szmidt, A. (2015a), „Ocena przydatności automatycznego wyznaczania linii szkieletowych terenu do analiz geomorfometrycznych", *Acta Universitatis Lodziensis. Folia Geographica Socio-Oeconomica*, 3 (14), s. 145–156.

Jaskulski, M., Szmidt, A. (2015b), „Rzeźba terenu Lasu Łagiewnickiego w Łodzi jako atrakcja turystyczna", *Turyzm*, 15, s. 27–35.

Jaskulski, M., Łukasiewicz, G., Nalej, M. (2013), „Porównanie metod transformacji map historycznych", *Roczniki Geomatyki – Annals of Geomatics*, 11 (4), s. 41–56.

Jawgiel, K. (2015), „Ocena jakości informacji geograficznej (*volunteered geographic information* – VGI) na przykładzie monitoringu imisji odoru w Tarragonie i systemu ornitologicznego SABAP2", *Prace Geograficzne*, 140, s. 9–23. doi: 10.4467/20833113PG.15.001.3530.

Jażdżewska, I. (1999a), *Przemiany funkcjonalne i morfologiczne przestrzeni geograficznej wsi Rzgów w świetle metod numerycznych*. Łódź: Łódzkie Towarzystwo Naukowe.

Jażdżewska, I. (1999b), „Zastosowanie numerycznej bazy adresowej w geografii społecznej", w: J. Kaczmarek (red.), *Zróżnicowanie przestrzenne struktur społecznych w dużych miastach. XI Konwersatorium Wiedzy o Mieście*. Łódź: Łódzkie Towarzystwo Naukowe, s. 97–103.

Jażdżewska, I. (2003), „Zastosowanie baz danych do analizy przestrzennej zjawisk społecznych", *Człowiek i Środowisko*, 27, s. 179–186.

Jażdżewska, I. (2008), *Przemiany miejskiej sieci osadniczej w Polsce w świetle metod matematycznych*. Łódź: Wydawnictwo Uniwersytetu Łódzkiego.

Jażdżewska, I. (2010), „Zastosowanie Systemów Informacji Geograficznej (GIS) w zachowaniu dziedzictwa kulturowego", w: B. Więcek, J. Perkowski (red.), *Rola nauki w zachowaniu dziedzictwa kulturowego*. Łódź: Wydawnictwo Politechniki Łódzkiej, s. 167–183.

Jażdżewska, I. (2011), „Głos w dyskusji", w: Z. Długosz, T. Rachwał (red.), *Priorytety badawcze i aplikacyjne geografii polskiej*. Kraków: Wydawnictwo Naukowe Uniwersytetu Pedagogicznego w Krakowie, s. 128–129.

Jażdżewska, I. (2012), „Zastosowanie Systemów Informacji Geograficznej (GIS) w geografii urbanistycznej", w: S. Liszewski (red.), *Geografia urbanistyczna*. Warszawa: Wydawnictwo Naukowe PWN, s. 379–390.

Jażdżewska, I. (2014), „GIS in the studies of Łódź geographers", w: E. Kobojek, T. Marszał (red.), *Origin of Relief of Central Poland and Its Anthropogenic Transformation in Łódź University Geographical Research*. Łódź: Wydawnictwo Uniwerstetu Łódzkiego, s. 129–145.

Jażdżewska, I. (red.) (2015), *GIS in Higher Education in Poland. Curriculums, Issues, Discussion*. Łódź: Wydawnictwo Uniwersytetu Łódzkiego.

Jażdżewska, I. (2017a), „Changes in population density of the urban population in southern Poland in the period 1950–2011 against the background of political and economic transformation", *Miscellanea Geographica*, 21 (3), s. 107–113. doi: 10.1515/mgrsd-2017–0017.

Jażdżewska, I. (2017b), „Spatial and dynamic aspects of the rank-size rule method. Case of an urban settlement in Poland", *Computers, Environment and Urban Systems*, 62, s. 199–209. doi: 10.1016/j.compenvurbsys.2016.11.006.

Jażdżewska, I. (2017c), „Spójność i regionalizacja miejskiej sieci osadniczej w Polsce w świetle teorii grafów", *Przegląd Geograficzny*, 89 (2), s. 213–231. doi: 10.7163/PrzG.2017.2.2.

Jażdżewska, I. (2019), „Dane dotyczące miast jako przedmiot badań geograficznych", *Konwersatorium Wiedzy o Mieście*, 4 (32), s. 123–131. doi: 0.18778/2543–9421.04.10.

Jażdżewska, I., Jasion, A. (2018), „Projekt interaktywnej mapy Starego Cmentarza w Łodzi jako element edukacji i promocji", *Acta Universitatis Lodziensis. Folia Geographica Socio-Oeconomica*. doi: 10.18778/1508–1117.34.06.

Jażdżewska, I., Lechowski, Ł. (2018), *Wstęp do geoinformacji z ArcGIS*. Łódź: Wydawnictwo Uniwersytetu Łódzkiego.

Jażdżewska, I., Lechowski, Ł. (2020), „Kształtowanie się miejskiej sieci osadniczej województwa łódzkiego", *Acta Geographica Lodziensia*, 109, s. 59–74. doi: 10.26485/AGL/2019/109/4.

Jażdżewska, I., Urbański, J. (2013), „GIS w nauce/GIS in Sciences", *Acta Universitatis Lodziensis. Folia Geographica Socio-Oeconomica*, 14, s. 5–15.

Jędrzejczyk, D. (2011), „Od scientyzmu do humanizmu. Geografia w poszukiwaniu nowego paradygmatu", w: W. Maik, K. Rembowska, A. Suliborski (red.), *Ujęcia i problemy badawcze we współczesnej geografii. Podstawowe idee i koncepcje w geografii. T. 5*. Bydgoszcz: Wydawnictwo Uczelniane WSG, s. 13–22.

Jerczyński, M. (1967), „Konferencja ogólnopolska poświęcona zagadnieniom metodologiczno-teoretycznym w geografii ekonomicznej, Jabłonna, 16–19 kwietnia 1966 r.", *Przegląd Geograficzny*, 39 (1), s. 255–262.

Jeziorska, J., Niedzielski, T. (2018), „Applicability of TOPMODEL in the mountainous catchments in the upper Nysa Kłodzka river basin (SW Poland)", *Acta Geophysica*, 66 (2), s. 203–222. doi: 10.1007/s11600–018–0121–6.

Ji, R., Xie, X., Yao, H., Ma, W. Y. (2009), „Mining city landmarks from blogs by graph modeling", w: *MM'09 – Proceedings of the 2009 ACM Multimedia Conference, with Co-located Workshops and Symposiums, Beijing, China*. New York: Association for Computing Machinery, s. 105–114. doi: 10.1145/1631272.1631289.

Johnston, R. J. (1986), *Philosophy and Human Geography: An Introduction to Contemporary Approaches*. Wyd. 2. London: Edward Arnold.

Johnston, R. J. (2006), „The politics of changing human geography's agenda: Textbooks and the representation of increasing diversity", *Transactions of the Institute of British Geographers*, 31, s. 286–303.

Jones, B. W., Spigel, B., Malecki, E. J. (2010), „Blog links as pipelines to buzz elsewhere: The case of New York theater blogs", *Environment and Planning B: Planning and Design*, 37, s. 99–111. doi: 10.1068/b35026.

Jones, P., Evans, J. (2012), „The spatial transcript: Analysing mobilities through qualitative GIS", *Area*, 44 (1), s. 92–99. doi: 10.1111/j.1475–4762.2011.01058.x.

Jucha, W. (2015), „Możliwości i ograniczenia wykorzystania wojskowych zdjęć lotniczych z okresu II wojny światowej", *Teledetekcja Środowiska*, 53 (2), s. 27–39.

Jung, J. K. (2015), „Code clouds: Qualitative geovisualization of geotweets", *Canadian Geographer*, 59 (1), s. 52–68. doi: 10.1111/cag.12133.

Jurecka, M., Niedzielski, T., Migoń, P. (2016), „A novel GIS-based tool for estimating present-day ocean reference depth using automatically processed gridded bathymetry data", *Geomorphology*, 260, s. 91–98. doi: 10.1016/j.geomorph.2015.05.021.

Kahila-Tani, M., Broberg, A., Kyttä, M., Tyger, T. (2016), „Let the citizens map – public participation GIS as a planning support system in the Helsinki master plan process", *Planning Practice and Research*, 31 (2), s. 195–214. doi: 10.1080/02697459.2015.1104203.

Kalińska, D., Ostrowski, W. (2006), „Obraz pełnej sieci osadniczej na mapie małoskalowej na przykładzie województwa mazowieckiego", *Polski Przegląd Kartograficzny*, 38 (2), s. 113–123.

Kamiński, S. (2000), „Bacon Francis", *Powszechna encyklopedia filozofii, cz. 1*. Lublin: Polskie Towarzystwo Tomasza z Akwinu.

Kant, I. (2001), *Krytyka czystego rozumu*. Kęty: Antyk.

Karnatak, H. C., Shukla, R., Sharma, V. K., Murthy, Y. V. S., Bhanumurthy, V. (2012), „Spatial mashup technology and real time data integration in geo-web application using open source GIS – a case study for disaster management", *Geocarto International*, 27 (6), s. 499–514. doi: 10.1080/10106049.2011.650651.

Kartezjusz (2002), *Rozprawa o metodzie właściwego kierowania rozumem i poszukiwania prawdy w naukach*, tłum. T. Boy-Żeleński. Kraków: Zielona Sowa.

Keenan, P. B., Jankowski, P. (2019), „Spatial Decision Support Systems: Three decades on", *Decision Support Systems*, 116, s. 64–76. doi: 10.1016/j.dss.2018.10.010.

Kemp, K. K., Kuhn, W., Brox, C. (2013), *Results of a Survey to Rate GIScience Publication Outlets*. https://www.researchgate.net/profile/Karen_Kemp3/publication/267752355_Results_of_a_Survey_to_Rate_GIScience_Publication_Outlets/links/545991720cf26d5090ad0abd/Results-of-a-Survey-to-Rate-GIScience-Publication-Outlets.pdf [dostęp: 11.08.2020].

Kemp, K. K., Goodchild, M. F., Mark, D. M., Egenhofer, M. J. (1997), „Varenius: NCGIA's project to advance geographic information science", w: *Proceedings of the Joint European Conference and Exhibition on Geographical Information, 16–18 April, 1997*. Vienna.

Kistowski, M. (1993), „Cyfrowe bazy informacji geograficznych", *Ekobałtyk*, 11, s. 22–23.

Kistowski, M. (red.) (1998), *Systemy informacji geograficznej w badaniach środowiska przyrodniczego*. Gdańsk: Wydawnictwo DJ.

Kistowski, M. (1999), „Kartograficzne zastosowania systemów informacji geograficznej na przykładzie *Cyfrowego atlasu środowiska przyrodniczego województwa gdańskiego*", *Polski Przegląd Kartograficzny*, 31 (2), s. 106–114.

Kistowski, M. (2000), „The application of GIS technologies in environmental management and sustainable development in Poland", *Problemy Ekologii Krajobrazu*, 6, s. 131–141.

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 zastosowania w badaniach środowiska przyrodniczego*. Poznań: Bogucki Wydawnictwo Naukowe.

Kistowski, M., Szydłowski, J. (2014), „Problem zastosowania GIS w regionalizacji fizycznogeograficznej Niżu Polskiego na przykładzie wybranych obszarów Pomorza", *Problemy Ekologii Krajobrazu*, 38, s. 77–94.

Kitchin, R. (2013), „Big data and human geography: Opportunities, challenges and risks", *Dialogues in Human Geography*, 3 (3), s. 262–267. doi: 10.1177/2043820613513388.

Klosterman, R. E. (1996), „Reviews: *Ground Truth. The Social Implications of Geographic Information Systems*", *Journal of the American Planning Association*, 62 (3), s. 398–399.

Kocur-Bera, K. (2010), „Geoinformacja w zarządzaniu siecią transportową, cz. 2", *Acta Scientiarum Polonorum Administratio Locorum*, 4, s. 55–64.

Kolecka, N., Kozak, J., Kaim, D., Dobosz, M., Ginzler, C., Psomas, A. (2016), „Mapping secondary forest succession on abandoned agricultural land in the Polish Carpathians", w: *International Archives of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences – ISPRS Archives*, s. 931–935. doi: 10.5194/isprsarchives-XLI-B8–931–2016.

Kołodziej, A. (2011), „Bazy danych GIS o zabytkach nieruchomych i archeologicznych jako element infrastruktury informacji przestrzennej w Polsce: stan prac, aktualne problemy i wyzwania w procesie wdrażania dyrektywy INSPIRE", *Roczniki Geomatyki – Annals of Geomatics*, 9 (3), s. 83–94.

Kondracki, J. (1979), „Współczesne tendencje w rozwoju geografii fizycznej", *Przegląd Geograficzny*, 51 (4), s. 587–597.

Kostrzewski, A., Roo-Zielińska, E. (2011), „Aktualny stan oraz tendencje rozwoju geografii w Polsce", w: Z. Długosz, T. Rachwał (red.), *Priorytety badawcze i aplikacyjne geografii polskiej*. Kraków: Wydawnictwo Naukowe Uniwersytetu Pedagogicznego w Krakowie, s. 9–24.

Kozak, J. (1997), *Wprowadzenie do systemów informacji geograficznej – ćwiczenia*. Kraków: Instytut Geografii Uniwersytetu Jagiellońskiego.

Kozak, J. (2005), *Zmiany powierzchni lasów w Karpatach Polskich na tle innych gór świata*. Kraków: Wydawnictwo Uniwersytetu Jagiellońskiego.

Kozak, J., Szablowska-Midor, A. (2009), „Pożądane kompetencje absolwentów studiów geoinformatycznych: doświadczenia Instytutu Geografii i Gospodarki Przestrzennej Uniwersytetu Jagiellońskiego", *Roczniki Geomatyki – Annals of Geomatics*, 6 (36), s. 73–80.

Kozak, J., Werner, P., Zwoliński, Z. (2009), „Kształcenie w zakresie geoinformatyki na kierunku geografia", *Roczniki Geomatyki – Annals of Geomatics*, 33 (3), s. 57–73.

Koziński, G. J., Nienartowicz, A., Domin, D. J., Filbrandt-Czaja, A., Kunz, M. (2003), Tele*detekcja i Systemy Informacji Geograficznej w modelowaniu rozmieszczenia gatunków i zbiorowisk roślinnych w Borach Tucholskich*. Łódź: Wydawnictwo Uniwersytetu Łódzkiego.

Kranzberg, M. (1986), „Turing's man: Western culture in the computer age", *Journal of Interdisciplinary History*, 16 (4), s. 724–726. doi: 10.2307/204546.

Kuhn, T. S. (2003), *Droga po strukturze: eseje filozoficzne z lat 1970–1993 i wywiad rzeka z autorem słynnej „Struktury rewolucji naukowych"*, tłum. S. Amsterdamski. Warszawa: Wydawnicwo Sic!

Kuhn, T. S. (2009), *Struktura rewolucji naukowych*, tłum. H. Ostromęcka. Warszawa: Wydawnictwo Aletheia.

Kuhn, W., Brox, C. (2011), „Establishing a Publication Outlet Rating for GIScience", w: S. Geertman, W. Reinhardt, F. Toppen (red.), *Proceedings of the 14th AGILE International Conference on Geographic Information Science, 18–22 April 2011*. Utrecht, Netherlands.

Kuipers, T. A. F. (red.) (2007), *General Philosophy of Science*. Amsterdam: Elsevier B.V.

Kukliński, A. (1982), „Dylematy rozwoju nauk geograficznych w Polsce", *Biuletyn KPZK PAN*, 118.

Kukliński, A. (1983), „Mechanizmy rozwoju geografii polskiej w latach 1945–1982. Artykuł dyskusyjny", *Przegląd Geograficzny*, 55 (3–4), s. 521–546.

Kukliński, A. (1984), „Druga rewolucja naukowa w geografii polskiej", *Przegląd Geograficzny*, 56 (3–4), s. 145–149.

Kukliński, A. (2013), *In search of new paradigms (selected papers 2001–2011)*. Warszawa: Polskie Towarzystwo Ekonomiczne.

Kukliński, A., Chojnicki, Z., Grzeszczak, J., Kozarski, S. (1974), „Nauki geograficzne i przestrzenne zagospodarowanie kraju. Osiągnięcia i perspektywy rozwoju", *Przegląd Geograficzny*, 46 (1), s. 4–28.

Kunz, M. (1999), „System Informacji Geograficznej (GIS) Zaborskiego Parku Krajobrazowego", w: A. Barcikowski, M. Boinski, A. Nienartowicz (red.), *Wielofunkcyjna rola lasu. Ochrona przyrody – gospodarka – edukacja*. Toruń: Wydawnictwo Uniwersytetu Mikołaja Kopernika, s. 127–143.

Kunz, M. (2006), „Standaryzacja danych kartograficznych i teledetekcyjnych do analizy zmian struktury krajobrazu", *Roczniki Geomatyki – Annals of Geomatics*, 4 (3), s. 119–129.

Kunz, M. (2013), „Nowoczesne metody i narzędzia telegeoinformatyczne służące pozyskiwaniu informacji geograficznej", w: M. Kunz, K. Nienartowicz (red.), *Systemy Informacji Geograficznej w zarządzaniu obszarami chronionymi – od teorii do praktyki*. Toruń–Tuchola: Wydawnictwo Naukowe Uniwersytetu Mikołaja Kopernika/TPK, s. 85–96.

Langley, P. (2019), „Scientific discovery, causal explanation, and process model induction", *Mind and Society*, 18, s. 43–56. doi: 10.1007/s11299–019–00216–1.

Latosińska, J., Nalej, M. (2018), „Zastosowanie systemów informacji geograficznej (GIS) w dydaktyce geograficznej – przykład ćwiczeń terenowych «Geografia turyzmu i hotelarstwa»", *Acta Universitatis Lodziensis. Folia Geographica Socio-Oeconomica*, 34, s. 7–93. doi: 10.18778/1508–1117.34.05.

Lau, L., Pasquini, M. (2008), „«Jack of all trades»? The negotiation of interdisciplinarity within geography", *Geoforum*, 39 (2), s. 552–560. doi: 10.1016/j.geoforum.2006.08.013.

Lazer, D., Pentland, A., Adamic, L., Aral, S., Barabási, A. L., Brewer, D., Christakis, N., Contractor, N., Fowler, J., Gutmann, M., Jebara, T., King, G., Macy, M., Roy, D., Van Alstyne, M. (2009), „Social science: Computational social science", *Science*, 323 (5915), s. 721–723. doi: 10.1126/science.1167742.

Lechowski, Ł. (2011), „Dziedzictwo kulturowe przemysłu elektromaszynowego w Łodzi. Charakterystyka przestrzenna z wykorzystaniem narzędzi GIS", *Acta Universitatis Lodziensis. Folia Geographica Socio-Oecomica*, 11, s. 219–239.

Lechowski, Ł. (2013), „Analiza zmian pokrycia terenu wokół autostrad za pomocą metod GIS", *Acta Universitatis Lodziensis. Folia Geographica Socio-Oeconomica*, 14 (2), s. 59–76.

Lechowski, Ł. (2016), „Wykorzystanie danych z rejestru pozwoleń na budowę do oceny oddziaływania autostrad na ruch budowalny na przykładzie gminy Zgierz", *Prace Komisji Geografii Komunikacji PTG*, 10 (19), s. 56–71. doi: 10.4467/2543859xpkg.16.011.6309.

Lechowski, Ł. (2019), *Przekształcenia funkcjonalno-przestrzenne terenów położonych wzdłuż autostrad A1 i A2 w gminach powiatu zgierskiego*. Łódź: Wydawnictwo Uniwersytetu Łódzkiego. doi: 10.18778/8142–826–2.

Leciejewski, S. (2013), *Cyfrowa rewolucja w badaniach eksperymentalnych. Studium metodologiczno-filozoficzne*. Poznań: Wydawnictwo Naukowe Uniwersytetu Adama Mickiewicza.

Leetaru, K., Wang, S., Cao, G., Padmanabhan, A., Shook, E. (2013), „Mapping the global Twitter heartbeat: The geography of Twitter", *First Monday*, 18 (5). doi: 10.5210%2Ffm.v18i5.4366.

Leonelli, S. (2012), „Introduction: Making sense of data-driven research in the biological and biomedical sciences", *Studies in History and Philosophy of Science. Part C: Studies in History and Philosophy of Biological and Biomedical Sciences*, 43 (1), s. 1–3. doi: 10.1016/j.shpsc.2011.10.001.

Leskovec, J., Horvitz, E. (2008), „Planetary-scale views on a large instant-messaging network", w: *Proceedings of the 17th International Conference on World Wide Web 2008*. New York: Association for Computing Machinery, s. 915–924. doi: 10.1145/1367497.1367620.

Leszczycki, S. (1958), „Nowsze kierunki i prądy w geografii", *Przegląd Geograficzny*, 30 (4), s. 543–571.

Leszczycki, S. (1962), „Geografia", *Wielka encyklopedia powszechna*. Warszawa: Państwowe Wydawnictwo Naukowe.

Leszczycki, S. (1964), „Perspektywy rozwoju badań geograficznych w Polsce", *Przegląd Geograficzny*, 36 (3), s. 311–326.

Leszczycki, S. (1973), „Perspektywa rozwoju nauk geograficznych", *Przegląd Geograficzny*, 45 (2), s. 247–256.

Leszczycki, S. (1975), *Geografia jako nauka i wiedza stosowana*. Warszawa: Państwowe Wydawnictwo Naukowe.

Leszczycki, S. (1979), „Rozwój geografii polskiej w sześćdziesięcioleciu 1918–1978", *Przegląd Geograficzny*, 51 (3), s. 411–455.

Lewandowicz, E. (2003), „Harmonizacja zbiorów publicznych. Problemy z nazwami i statusami jednostek administracyjnych", *Archiwum Fotogrametrii, Kartografii i Teledetekcji*, 23, s. 219–228.

Lewandowicz, E. (2016), „Geoinformatyczna ocena walorów geograficznych województwa warmińsko-mazurskiego na podstawie danych Państwowego Rejestru Nazw Geograficznych", *Roczniki Geomatyki – Annals of Geomatics*, 14 (75), s. 583–595.

Lewandowicz, E., Packa, A., Kondratowicz, S. (2013), „Przekształcanie danych topologicznych, geometrycznych i atrybutowych GIS do modeli analitycznych", *Acta Universitatis Lodziensis. Folia Geographica Socio-Oeconomica*, 14, s. 33–44.

Li, L., Liu, Y., Zhu, H., Ying, S., Luo, Q., Luo, H., Kuai, X., Xia, H., Shen, H (2017), „A bibliometric and visual analysis of global geo-ontology research", *Computers and Geosciences*, 99, s. 1–8. doi: 10.1016/j.cageo.2016.10.006.

Lichnerowicz, A. (1973), „Mathématique, Structuralisme et Transdisciplinarité", w: *Natur-, Ingenieur- und Wirtschaftswissenschaften*. Wiesbaden: VS Verlag für Sozialwissenschaften, s. 5–14. doi: 10.1007/978–3–322–85929–7_1.

Lisowski, A. (2007), „Przedmiot badań, funkcje i tożsamość geografii na początku XXI wieku", w: W. Maik, A., Suliborski, K. Rembowska (red.), *Geografia a przemiany współczesnego świata. Podstawowe idee i koncepcje w geografii, t. 3*. Bydgoszcz: Wyższa Szkoła Gospodarki w Bydgoszczy, s. 39–54.

Lisowski, A. (2011a), „Geografia i nauki społeczne w nauce transdyscyplinarnej", w: K. Marciniak, K. Sikora, D. Sokołowski (red.), *Koncepcje i problemy badawcze w geografii*. Bydgoszcz: Wyższa Szkoła Gospodarki w Bydgoszczy, s. 69–90.

Lisowski, A. (2011b), „Geography and social sciences in transdisciplinary science", *Miscellanea Geographica*, 15, s. 9–40. doi: 10.2478/v10288–012–0001-x.

Lisowski, A. (2011c), „Głos w dyskusji. Między «etapem rozwoju» a «kryzysem», czyli geografia w stanie zagubienia", w: Z. Długosz, T. Rachwał (red.), *Priorytety badawcze i aplikacyjne geografii polskiej*. Kraków: Wydawnictwo Naukowe Uniwersytetu Pedagogicznego w Krakowie, s. 130–135.

Lisowski, A. (2012), „O miejscu geografii społeczno-ekonomicznej w geografii i systemie nauki/The place of human geography in geography and the science system", *Przegląd Geograficzny*, 84 (2), s. 171–191. doi: 10.7163/przg.2012.2.1.

Litwin, L., Myrda, G. (2005), *Systemy Informacji Geograficznej. Zarządzanie danymi przestrzennymi w GIS, SIP, SIT, LIS*. Gliwice: Helion.

Liu, F., Lin, A., Wang, H., Peng, Y., Hong, S. (2016), „Global research trends of geographical information system from 1961 to 2010. A bibliometric analysis", *Scientometrics*, 106, s. 751–768. doi: 10.1007/s11192–015–1789-x.

Liu, S. B., Palen, L. (2010), „The new cartographers: Crisis map mashups and the emergence of neogeographic practice", *Cartography and Geographic Information Science*, 37 (1), s. 69–90. doi: 10.1559/152304010790588098.

Lizut, R. A. (2014), *Technika a wartości: spór o aksjologiczną neutralność artefaktów*. Lublin: Academicon.

Lloyd, G. E. R. (1973), „Analogy in early Greek thought", w: *The Dictionary of the History of Ideas*. Wiener, Ph. Charles Scribner's Sons. http://xtf.lib.virginia.edu/xtf/view?docId=DicHist/uvaBook/tei/DicHist1.xml;chunk.id=dv1–09;toc.depth=1;toc.id=dv1–09;brand=default [dostęp: 8.05.2020].

Longley, P. A., Goodchild, M. F., Maguire, D. J., Rhind, D. (2005), *Geographic Information Systems and Science*. Wyd. 2. West Sussex: John Wiley and Sons.

Longley, P. A., Goodchild, M. F., Maguire, D. J., Rhind, D. (2006), *GIS. Teoria i praktyka*. Warszawa: Wydawnictwo Naukowe PWN.

Longley, P. A., Goodchild, M. F., Maguire, D. J., Rhind, D. (2015), *Geographic Information Science and Systems*. New York: John Wiley and Sons.

Łukasiewicz, J. L. (1920), „Logika trójwartościowa", *Ruch Filozoficzny*, 5, s. 166–171.

Łukasiewicz, J. L. (1921), „Logika dwuwartościowa", *Przegląd Filozoficzny*, 23, s. 189.

Łukasiewicz, J. L. (1929), „O znaczeniu i potrzebach logiki matematycznej", *Nauka Polska*, 10, s. 604–620.

Magnuszewski, A. (1999), *GIS w geografii fizycznej*. Warszawa: Wydawnictwo Naukowe PWN.

Magnuszewski, A., Kiedrzyńska, E., Kiedrzyński, M., Moran, S. (2014), „GIS approach to estimation of the total phosphorous transfer in the Pilica River lowland catchment", *Quaestiones Geographicae*, 33 (3), s. 101–110. doi: 10.2478/quageo-2014–0033.

Maik, W. (1992), „Problematyka rozwoju polskiej geografii społeczno-ekonomicznej w świetle paradygmatycznych modeli pojęciowych", *Przegląd Geograficzny*, 64 (3–4), s. 231–246.

Maik, W. (2008), „Aktualne problemy rozwoju geografii w świetle jedności i tożsamości dyscypliny", w: S. Liszewski, J. Łoboda, W. Maik (red.), *Stan i perspektywy rozwoju geografii w Polsce*. Bydgoszcz: Wydawnictwo Uczelniane WSG, s. 27–38.

Maik, W. (2014), „Refleksje dotyczące rozwoju polskiej geografii społeczno-ekonomicznej. Komentarz po trzydziestu latach od konferencji w Rydzynie", w: W. Maik, K. Rembowska, A. Suliborski (red.), *Dorobek polskiej geografii po konferencji w Rydzynie. Ocena krytyczna. Podstawowe idee i koncepcje w geografii, t. 8*. Łódź: Wydawnictwo Uniwersytetu Łódzkiego, s. 219–242.

Maik, W. (2016), „Nowe ujęcia i koncepcje badawcze w studiach nad współczesnym miastem", w: T. Marszał (red.), *Miasto – region – gospodarka badaniach geograficznych. W stulecie urodzin profesora Ludwika Straszewicza*. Łódź: Wydawnictwo Uniwersytetu Łódzkiego, s. 63–74. doi: 10.18778/8088–005–4.04.

Maik, W., Stachowski, J. (1991), „Geografia społeczna a społeczna geografia osadnictwa. Rozważania teoretyczno-metodologiczne dotyczące rozwoju geografii społecznej w Polsce", w: S. Liszewski (red.), *Geografia Społeczna. IV konwersatorium Wiedzy o Mieście*. Łódź: Wydawnictwo Uniwersytetu Łódzkiego, s. 20–32.

Maik, W., Stachowski, J. (1995), „Preteoretyczne modele pojęciowe w geografii społecznej i ich rola w budowie, teorii i wyjaśnianiu zjawisk społeczno-przestrzennych", *Acta Universitatis Lodzensis. Folia Geographica*, 19, s. 5–20.

Maik, W., Rembowska, K., Suliborski, A. (red.) (2014), *Dorobek polskiej geografii po konferencji w Rydzynie. Ocena krytyczna. Podstawowe idee i koncepcje w geografii, t. 8*. Łódź: Wydawnictwo Uniwersytetu Łódzkiego.

Majchrowska, A. (2004), „Integracja informacji pochodzących z dawnych map w systemach geoinformacyjnych", *Acta Universitatis Lodziensis. Folia Geographica Physica*, 6, s. 115–134.

Majorek, A. (2018), „Wykorzystanie technik GIS do wyznaczania obszarów kryzysowych na przykładzie miasta Żywiec", *Space – Society – Economy*, 2 (24), s. 45–57. doi: 10.18778/1733–3180.24.03.

Malinowski, M., Petryk, A., Rybiński, J. (2018), „Wykorzystanie GIS w projektowaniu lokalizacji obiektów zagospodarowania zmieszanych odpadów komunalnych w regionie sądecko-gorlickim", *Biuletyn KPZK PAN*, 272, s. 372–381.

Marciszewski, W. (1998), *Sztuczna inteligencja*. Kraków: Znak.

Marciszewski, W., Stacewicz, P. (2011), *Umysł, komputer, świat. O zagadce umysłu z informatycznego punktu widzenia*. Warszawa: Akademicka Oficyna Wydawnicza EXIT.

Marczak S. (2015), „Ocena zaangażowania społeczeństwa w tworzenie danych przestrzennych w Polsce na przykładzie projektu OpenStreetMap", *Roczniki Geomatyki*, 13 (3/69), s. 239–253.

Mark, D. M. (2003), „Geographic Information Science: Defining the field", w: M. Duckham, M. F. Goodchild, M. F. Worboys (red.), *Foundations of Geographic Information Science*. London: Taylor and Francis, s. 3–18.

Maruszczak, H. (1999), „Trzy paradygmaty geografii fizycznej XX wieku", *Przegląd Geograficzny*, 71 (4), s. 375–386.

Masser, I. (1988), „The regional research laboratory initiative: A progress report", *International Journal of Geographical Information Systems*, 2 (1), s. 11–22. doi: 10.1080/02693798808927875.

Masser, I., Plummer, S. (1990), „The regional research laboratory initiative: A progress report", *Area*, 12 (1), s. 333–338.

Max-Neef, M. A. (2005), „Foundations of transdisciplinarity", *Ecological Economics*, 53, s. 5–16. doi: 10.1016/j.ecolecon.2005.01.014.

McClelland, A. G. (2020), „Spaces for public participation: Valuing the cross-border landscape in North West Ireland", *Irish Geography*, 52 (2), s. 193–211. doi: 10.2014/igj.v52i2.1401.

McHaffie, P. H. (1995), „Manufacturing Metaphors: Public Cartography, the Market, and Democracy", w: J. Pickles (red.), *Ground Truth. The Social Implications of Geographic Information Systems*. New York–London: The Guildford Press, s. 113–129. doi: 10.1002/9780470979587.ch17.

Medyńska-Gulij, B. (2014), „Database of topographical objects as a ground for creation the spatial development study in Polish communes", *Geoinformatica Polonica*, 12, s. 45–52. doi: 10.2478/v10300–012–0012–3.

Medyńska-Gulij, B., Kaczmarek, L. (red.) (2007), *Informacja geograficzna w kształtowaniu i ochronie środowiska przyrodniczego*. Poznań: Bogucki Wydawnictwo Naukowe.

Melo, A. V. F. de, Queiroz, A. P. de (2019), „Bibliometric mapping of papers on Geographical Information Systems (2007–2016)", *Bulletin of Geodetic Sciences*, 25 (3). doi: 10.1590/s1982–21702019000300015.

Di Méo, G. (1996), „A review of: *Les systèmes d'information géographique (S.I.G.): un enjeu socio-politique*; Pickles (J.) éditeur, *Ground Truth. The Social Implications of Geographic Information Systems*", *Annales de Géographie*, 105 (591), s. 535–536.

Merschdorf, H., Blaschke, T. (2018), „Revisiting the role of place in geographic information science", *ISPRS International Journal of Geo-Information*, 7, s. 364. doi: 10.3390/ijgi7090364.

Mierzejowska, A., Zogała, M. (2018), „The characteristics of geographical information systems in terms of their current use", *Journal of Water and Land Development*, 39 (10–12), s. 101–108. doi: 10.2478/jwld-2018–0064.

Miller, H. J. (2010), „The data avalanche is here. Shouldn't we be digging?", *Journal of Regional Science*, 50 (1), s. 181–201. doi: 10.1111/j.1467–9787.2009.00641.x.

Ming-Hsiang, T., Yang, J.-A., Lusher, D., Han, S., Spitzberg, B., Gawron, J. M., Gupta, D., Li, A. (2013), „Mapping Social Activities and Concepts with social media (Twitter) and web search engines (Yahoo and Bing): A case study in 2012 US presidential election", *Cartography and Geographic Information Science*, 40 (4), s. 337–348. doi: 10.1080/15230406.2013.799738.

Mitcham, C. (1994), *Thinking Through Technology: The Path between Engineering and Philosophy*. Chicago–London: University of Chicago Press.

Młodkowski, M., Walczak, D., Jankowski, P. (2016), „Projektowanie zorientowane na użytkownika oraz metody zwinnego programowania w procesie tworzenia geoportalu wspierającego partycypację społeczną w planowaniu przestrzennym", *Roczniki Geomatyki – Annals of Geomatics*, 5 (75), s. 597–608.

Mohamad, A. N., Masrek, M. N., Rasam, A. R. B. A. (2013), „A bibliometric analysis on scientific production of Geographical Information System (GIS) in Web of Science", w: *2013 International Conference of Information and Communication Technology, ICoICT 2013*, New York: Institute of Electrical and Electronics Engineers, s. 264–268. doi: 10.1109/ICoICT.2013.6574584.

Mordwa, S. (2013), „Zastosowanie GIS w badaniach przestępczości", *Acta Universitatis Lodzensis. Folia Geographica Socio-Economica*, 14, s. 77–91.

Mordwa, S. (2019), „Profilowanie geograficzne, czyli wykorzystanie analiz przestrzennych do wykrywania sprawców przestępstw", *Space – Society – Economy*, 30, s. 51–75. doi: 10.18778/1733–3180.30.03.

Morgan III, J. M., Fleury, B. B. (1992), „Academic GIS directory: GIS in higher education", *Geo Info Systems*, 2 (5), s. 50–73.

Mould, O., Joel, S. (2010), „Knowledge networks of «buzz» in London's advertising industry: A social network analysis approach", *Area*, 42 (3), s. 281–292. doi: 10.1111/j.1475–4762.2009.00924.x.

Myrda, G. (1997), *GIS, czyli mapa w komputerze*. Gliwice: Helion.

Myrda, G., Szady, B., Ławrynowicz, A. (2020), „Modeling and presenting incomplete and uncertain data on historical settlement units", *Transactions in GIS*, 24 (2), s. 355–370. doi: 10.1111/tgis.12609.

Najwer, A., Borysiak, J., Gudowicz, J., Mazurek, M., Zwoliński, Z. (2006), „Geodiversity and biodiversity of the postglacial landscape (Dębnica river catchment, Poland)", *Quaestiones Geographicae*, 35 (1), s. 5–28. doi: doi.org/10.1515/quageo-2016–0001.

Nalej, M. (2016), „Agricultural land cover changes in metropolitan areas of Poland for the period 1990–2012", *Miscellanea Geographica*, 20 (2), s. 39–45.
Nalej, M. (2018), „Zmiany pokrycia terenu w zachodniej części miasta Zduńska Wola w latach 1933–2015", *Teledetekcja Środowiska*, 58, s. 13–22.
Nalej, M. (2019a), „Pokrycie terenu województwa łódzkiego w latach 2000–2018 w świetle danych Corine Land Cover", *Acta Geographica Lodziensia*, 109, s. 85–89. doi: 10.26485/agl/2019/109/5.
Nalej, M. (2019b), *Problem zmiennych jednostek odniesienia (MAUP) w badaniach pokrycia terenu. Przykład Łódzkiego Obszaru Metropolitalnego*. Łódź: Uniwersytet Łódzki. http://dspace.uni.lodz.pl/xmlui/bitstream/handle/11089/26386/nalej-streszczenie.pdf?sequence=3&isAllowed=y [dostęp: 31.08.2020].
Nalej, M., Jasion, A. (2018), „Sprawozdanie z II Ogólnopolskiej Konferencji «GIS w edukacji», 14–15 czerwca 2018 r. w Łodzi", *Acta Universitatis Lodziensis. Folia Geographica Socio-Oecomica*, 34, s. 111–114.
„National Center for Geographic Information and Analysis" (1992), *International Journal of Geographical Information Systems*, 6 (1), s. 47–52. doi: 10.1080/02693799208901894.
Neurath, O. (2010), „Drogi naukowej koncepcji świata", tłum. A. Koterski, w: A. Koterski (red.), *Naukowa koncepcja świata. Koło wiedeńskie.* Gdańsk: Wydawnictwo Słowo/Obraz Terytoria, s. 155–179.
Ney, B. (2005), „Geoinformacja w społeczeństwie informacyjnym", *Roczniki Geomatyki – Annals of Geomatics*, 3 (3), s. 11–18.
Ney, B. (2007), „Informacja przestrzenna w naukach o Ziemi", *Roczniki Geomatyki – Annals of Geomatics*, 6, s. 119–124.
Nicolescu, B. (2005), „Transdisciplinarity. Past, present and future", w: *II Congresso Mundial de Transdisciplinaridade*. Vila Velha/Vitória: CETRANS, s. 142–166.
Nicolescu, B., Ertas, A. (red.) (2008), *Transdisciplinarity: Theory and Practice*. Lubbock: ATLAS Publishing.
Niedzielski, T., Jurecka, M., Miziński, B., Remisz, J., Ślopek, J., Spallek, W., Witek-Kasprzak, M., Kasprzak, Ł., Świerczyńska-Chlaściak, M. (2018), „A real-time field experiment on search and rescue operations assisted by unmanned aerial vehicles", *Journal of Field Robotics*, 35 (6), s. 906–920. doi: 10.1002/rob.21784.
Niedzielski, T. (2018), „Applications of unmanned aerial vehicles in geosciences: Introduction", *Pure and Applied Geophysics*, 175, s. 3141–3144. doi: 10.1007/s00024–018–1992–9.
Niedzielski, T., Witek, M., Spallek, W. (2016), „Observing river stages using unmanned aerial vehicles", *Hydrology and Earth System Sciences*, 20 (8), s. 3193–3205. doi: 10.5194/hess-20–3193–2016.
Nienartowicz, A., Kunz, M. (red.) (2001), *GIS i teledetekcja w badaniach struktury i funkcjonowania krajobrazu*. Toruń: Uniwersytet Mikołaja Kopernika.
Nita, J., Myga-Piątek, U. (2012), „Rola GIS w ocenie historycznych opracowań kartograficznych na przykładzie Wyżyny Częstochowskiej", *Prace Komisji Krajobrazu Kulturowego*, 16, s. 116–135.
Nowaczyk, A. (2001), „Uogólniająca parafraza teorii prawdy Tarskiego w języku teorii mnogości i jej filozoficzne implikacje", w: J. Pelc (red.), *Deskrypcje*

i prawda. Warszawa: BMS, s. 187–208. http://www.filozof.uni.lodz.pl/prac/an/teksty/35.%20Uog%C3%B3lniaj%C4%85ca%20parafraza%20teorii%20prawdy%20Tarskiego.pdf [dostęp: 20.12.2019].

Nowak Da Costa, J., Bielecka, E., Całka, B. (2016), „Jakość danych OpenStreetMap – analiza informacji o budynkach na terenie Siedlecczyzny", *Roczniki Geomatyki – Annals of Geomatics*, 16 (2), s. 201–211.

Nyantakyi-Frimpong, H. (2019), „Visualizing politics: A feminist political ecology and participatory GIS approach to understanding smallholder farming, climate change vulnerability, and seed bank failures in Northern Ghana", *Geoforum*, 105, s. 109–121. doi: 10.1016/j.geoforum.2019.05.014.

O'Loughlin, J., Witmer, F., Linke, A., Thorwardson, N. (2010), „Peering into the fog of war: The geography of the WikiLeaks Afghanistan war logs, 2004–2009", *Eurasian Geography and Economics*, 51 (4), s. 472–495. doi: 10.2747/1539–7216.51.4.472.

O'Rourke, M., Crowley, S., Laursen, B., Robinson, B., Vasko, S. E. (2019), „Disciplinary diversity in teams: Integrative approaches from unidisciplinarity to transdisciplinarity", w: K. L. Hall, A. L. Fogel, R. T. Croyle (red.), *Strategies for Team Science Success: Handbook of Evidence-based Principles for Cross Disciplinary Science and Practical Lesson Learned from Health Reaserches*. Cham: Springer, s. 21–46. doi: 10.1007/978–3–030–20992–6_2.

Oberski, T., Szczepaniak-Kołtun, Z. (2010), „Nowa koncepcja harmonizacji map tematycznych – sposób na zwiększenie zasięgu przestrzennego opracowania", *Archiwum Fotogrametrii, Kartografii i Teledetekcji*, 21, s. 375–384.

Olsen, J. K. B., Pedersen, S. A., Hendricks, V. F. (2009), *A Companion to the Philosophy of Technology*. Malden, MA: Wiley-Blackwell. doi: 10.1002/9781444310795.

Openshaw, S. (1984), *Modifiable Areal Unit Problem*, *International Encyclopedia of Human Geography*. doi: 10.1016/b978–008044910–4.00475–2.

Openshaw, S. (1997), „The truth about *Ground Truth*", *Transactions in GIS*, 2 (1), s. 7–24. doi: 10.1111/j.1467–9671.1997.tb00002.x.

Openshaw, S., Openshaw, C. (1997), *Artificial intelligence in geography*. Chichester: John Wiley and Sons.

Ostrowski, K. (1979), „Informatyka w badaniach geograficznych", *Przegląd Geograficzny*, 51 (2), s. 257–270.

Oziembłowski, P., Karnkowski, P. H. (2008), „Regionalizacja tektoniczna Polski a geologiczna baza danych PITAKA", *Przeglad Geologiczny*, 56 (10), s. 93–98.

Panecki, T. (2015), „Modelowanie obiektów topograficznych w bazach danych historycznych", *Acta Universitatis Lodziensis. Folia Geographica Socio-Oeconomica*, 21 (3), s. 37–51.

Parr, D. A., Lu, Y. (2010), „The landscape of GIScience publications 1997–2007: An empirical investigation with latent semantic analysis", *Transactions in GIS*, 14 (5), s. 689–708. doi: 10.1111/j.1467–9671.2010.01228.x.

Pavlovskaya, M. (2006), „Theorizing with GIS: A tool for critical geographies?", *Environment and Planning A*, 38 (11), s. 2003–2020. doi: 10.1068/a37326.

Pavlovskaya, M. (2018), „Critical GIS as a tool for social transformation", *Canadian Geographer*, 62 (1), s. 40–54. doi: 10.1111/cag.12438.

Piaget, J. (1972), „L'Epistémologie des Relations Interdisciplinaires", w: *L'interdisciplinarité: problèmes d'enseignement et de recherche dans les universités*. Paris: Organisation de coopération et de développement economiques, s. 155–171.

Pickles, J. (red.) (1995a), *Ground Truth. The Social Implications of Geographic Information Systems*. New York–London: The Guildford Press. doi: 10.1016/0268–4012(96)82860-x.

Pickles, J. (1995b), „Preface", w: J. Pickles (red.), *Ground Truth. The Social Implications of Geographic Information Systems*. New York–London: The Guildford Press, s. vii–xiv.

Pickles, J. (1995c), „Representations in an electronic age: Geography, GIS, and democracy", w: J. Pickles (red.), *Ground Truth. The Social Implications of Geographic Information Systems*. New York–London: The Guildford Press, s. 1–30.

Pickles, J. (1997), „Tool or science? GIS, technoscience, and the theoretical turn", *Annals of the Association of American Geographers*, 87 (2), s. 363–372. doi: 10.1111/0004–5608.00058.

Pickles, J. (2006), „Ground Truth 1995–2005", *Transactions in GIS*, 10 (5), s. 763–772.

Pilarska, A. (2015), „Zwrot ku informacji przestrzennej. O przestrzeniach kształtowania się społeczeństwa geoinformacyjnego w Internecie", *Zeszyty Naukowe Towarzystwa Doktorantów UJ. Nauki Społeczne*, 11 (2), s. 97–115.

Pitt, J. C. (1995), „On the philosophy of technology, past and future", *Society for Philosophy and Technology Quarterly Electronic Journal*, 1 (1/2), s. 18–22. doi: 10.5840/techne199511/26.

Polak, P. (2010), „Komputery, wyobraźnia i współczesna filozofia przyrody", w: M. Kuszyk-Bytniewska, A. Łukasik (red.), *Filozofia przyrody współcześnie*. Kraków: Universitas, s. 305–318.

Poon, J. P. H., Cheong, P. (2009), „Objectivity, subjectivity, and intersubjectivity in economic geography: Evidence from the Internet and blogosphere", *Annals of the Association of American Geographers*, 99 (3), s. 590–603. doi: 10.1080/00045600902967243.

Popper, K. R. (1935), *Logik der Forschung: Zur Erkenntnistheorie der Modernen Naturwissenschaft, Logik der Forschung*. Wein: Verlag von Julius Springer. doi: 10.1007/978–3–7091–4177–9.

Popper, K. R. (1959), *The Logic of Scientific Discovery*. New York: Basic Books.

Popper, K. R. (1977), *Logika odkrycia naukowego*, tłum. U. Niklas. Warszawa: Państwowe Wydawnictwo Naukowe.

Ramsey, K. (2009), „GIS, modeling, and politics: On the tensions of collaborative decision support", *Journal of Environmental Management*, 90, s. 1972–1980. doi: 10.1016/j.jenvman.2007.08.029.

Rangpur, P., Shepard, J., Ewertowski, M., Rzeszewski, M. (2017), „Centralność i peryferyjność jednostek miejskich: integracja analiz GIS, teledetekcji, badań socjologicznych oraz eksploracyjnej analizy danych do retrodykcji i modelowania sieci osadniczych", *Journal of Nonsense Science*, 13 (2), s. 1410–1424.

Raper, J. F. (2009), „Geographical Information Science", *Annual Review of Information Science and Technology*, 43 (1), s. 1–117. doi: 10.1002/aris.2009.1440430109.

Rdzany, Z., Szmidt, A., Tarnawska, K. (2013), „Rola procesów glacjalnych w kształtowaniu rzeźby południowego obrzeżenia Kotliny Kolskiej", *Biuletyn Uniejowski*, 2, s. 5–21.

Rechciński M., Balon, J., Grodzińska-Jurczak, M. (2017), „Dane zastane – ocena użyteczności do badania konfliktów społecznych wokół obszarów chronionych w trzech skalach przestrzennych", *Prace Geograficzne*, 149, s. 81–100. doi: 10.4467/20833113pg.17.011.6927.

Reitsma, F. (2013), „Revisiting the «Is GIScience a science?» debate (or quite possibly scientific gerrymandering)", *International Journal of Geographical Information Science*, 27 (2), s. 2011–221. doi: 10.1080/13658816.2012.674529.

Rekers, J. V., Hansen, T. (2015), „Interdisciplinary research and geography: Overcoming barriers through proximity", *Science and Public Policy*, 42 (2), s. 242–254. doi: 10.1093/scipol/scu048.

Rhind, D. W., Mounsey, H. M. (1989), „Research policy and review 29: The Chorley Committee and «Handling Geographic Information»", *Environment and Planning A*, 21, s. 571–585. doi: 10.1068/a210571.

Richardson, D. (2013), „Real-time space-time integration in GIScience and geography", *Annals of the Association of American Geographers*, 103 (5), s. 1062–1071. doi: 10.1080/00045608.2013.792172.

Richling, A. (1992), „Systemy informacji geograficznej i ich znaczenie dla przyszłości geografii", *Przegląd Geograficzny*, 64 (1–2), s. 167–173.

Ricker, B. A., Rickles, P. R., Fagg, G. A., Haklay, M. E. (2020), „Tool, toolmaker, and scientist: Case study experiences using GIS in interdisciplinary research", *Cartography and Geographic Information Science*, 47 (4), s. 350–366. doi: 10.1080/15230406.2020.1748113.

Rodela, R., Bregt, A. K., Ligtenberg, A., Pérez-Soba, M., Verweij, P. (2017), „The social side of spatial decision support systems: Investigating knowledge integration and learning", *Environmental Science and Policy*, 76, s. 177–184. doi: 10.1016/j.envsci.2017.06.015.

Rogowski, J., Nalej, M. (2015), „The Project Method in Education of Geoinformation Specialists", w: I. Jażdżewska (red.), *GIS in Higher Education in Poland. Curriculums, Issues, Discussion*. Łódź: Wydawnictwo Uniwerstetu Łódzkiego, s. 75–89.

Różycka-Czas, R., Salata, T., Gawroński, K., Czesak, B., Cegielska, K. (2016), „Wykorzystanie systemu informacji przestrzennej do oceny stanu ładu przestrzennego", *Acta Scientiarum Polonorum: Formatio Circumiectus*, 15 (4), s. 73–84.

Rura, M., Marble, D., Alvarez, D. (2014), „Roger Tomlinson, the father of GIS, and the transition to computerized geographic information. November 17, 1933 – February 7, 2014. In Memoriam", *Photogrammetric Engineering And Remote Sensing*, 80 (5), s. 400–401.

Rykiel, Z. (1986), „Transformations of the paradigm of Polish socio-economic geography", *Concepts and Methods in Geography*, 1, s. 33–43.

Rykiel, Z. (1988), „The functioning and the development of Polish human geography", *Progress in Human Geography*, 12 (3), s. 391–408. doi: 10.1177/030913258801200304.

Rykiel, Z. (1991a), „Koncepcje geografii społecznej", w: Z. Rykiel (red.), *Studia z geografii społecznej. Dokumentacja geograficzna*. Wrocław–Warszawa–Kraków: Instytut Geografii i Przestrzennego Zagospodarowania PAN–Zakład Narodowy im. Ossolińskich–Wydawnictwo PAN, s. 9–17.

Rykiel, Z. (1991b), „Od antropogeografii przez geografię ekonomiczną do geografii społecznej", w: S. Liszewski (red.), *Geografia społeczna. IV Konwersatorium Wiedzy o Mieście*. Łódź: Wydawnictwo Uniwersytetu Łódzkiego, s. 41–52.

Rykiel, Z. (2001), *Krytyka teorii regionu społeczno-ekonomicznego*. Białystok: Wydawnictwo Wyższej Szkoły Finansów i Zarządzania w Białymstoku.

Rykiel, Z. (2011), „Krytyka krytyki, czyli elementy socjologii geografii", *Przestrzeń Społeczna (Social Space)*, 1 (1), s. 2011–2019.

Rykiel, Z. (2012), „Rydzyna: The anatomy and symbolism of a scientific counter-revolution", *Przestrzeń Społeczna (Social Space)*, 2/2 (4), s. 135–153.

Salata, T., Myga-Piątek, U. (2015), „Krajobraz jako nośnik danych przestrzennych. Próba zastosowania Dyrektywy INSPIRE do zapisów polityki krajobrazowej Polski", *Prace Komisji Krajobrazu Kulturowego*, 30, s. 71–86.

Sandström, S., Sandström, P., Nikula, A. (2020), „Who is the public and where is participation in participatory GIS and public participation GIS", w: J. McDonagh, S. Tuulentie (red.), *Sharing Knowledge for Land Use Management*. Northampton: Edward Elgar, s. 55–69. doi: 10.4337/9781789901894.

Scarletto, E. A. (2014), „Mapping the literature of GIS", *College and Research Libraries*, 75 (2), s. 179–201. doi: 10.5860/crl12–389.

Scharff, R. C., Dusek (2006), *Philosophy of Technology. The Technological Condition, Synthese*. Blackwell Publishing.

Scharl, A., Tochtermann, K. (red.) (2007), *The Geospatial Web: How Geobrowsers, Social Software and the Web 2.0 are Shaping the Network Society (Advanced Information and Knowledge Processing)*. London: Springer-Verlag.

Schlossberg, M., Shuford, E. (2005), „Delineating «public» and «participation» in PPGIS", *Urban and Regional Information Systems Association (URISA) Journal*, 16 (2), s. 15–26.

Scholten, H. J., van de Velde, R., van Manen, N. (red.) (2009), *Geospatial Technology and the Role of Location in Science*. Dordrecht–Heidelberg–London–New York: Springer. doi: 10.1007/978–90–481–2620–0_1.

Schuurman, N. (2009), „Critical GIScience in Canada in the new millennium", *Canadian Geographer*, 52 (1), s. 139–144. doi: 10.1111/j.1541–0064.2009.00250.x.

Shepherd, J. W., Masser, I., Blakemore, M., Rhind, D. W. (1989), „The ESRC's regional research laboratories: An alternative approach to the NCGIA?", w: *Auto-Carto 9. Ninth International Symposium on Computer-Assisted* Cartography, Baltimore, 2–7 April 1989. Falls Church, VA: The Congress, s. 764–774.

Sheppard, E. (1995), „GIS and Society: Towards a Research Agenda", *Cartography and Geographic Information Systems*, 22 (1), s. 5–16. doi: 10.1559/152304095782540555.

Shook, E., Leetaru, K., Cao, G., Padmanabhan, A., Wang, S (2012), „Happy or not: Generating topic-based emotional heatmaps for culturomics using CyberGIS", w: *2012 IEEE 8th International Conference on e-Science – e-Science 2012*.

Chicago: Institute of Electrical and Electronics Engineers, s. 1–6. doi: 10.1109/eScience.2012.6404440.
Sieber, R. (2006), „Public participation geographic information systems: A literature review and framework", *Annals of the Association of American Geographers*, 96 (3), s. 491–507. doi: 10.1111/j.1467–8306.2006.00702.x.
Simon, G. L., Graybill, J. K. (2010), „Geography in interdisciplinarity: Towards a third conversation", *Geoforum*, 41, s. 356–363. doi: 10.1016/j.geoforum.2009.11.012.
Simon, H. A. (1996), *The sciences of the artificial*, Cambridge–London: MIT Press.
Skole, D. L. (2004), „Geography as a great intellectual melting pot and the preeminent interdisciplinary environmental discipline", *Annals of the Association of American Geographers*, 94 (4), s. 739–743. doi: 10.1111/j.1467–8306.2004.00429.x.
Skolimowski, H. (1966), „The structure of thinking in technology", *Technology and Culture*, 7 (3), s. 371–383. doi: 10.2307/3101935.
Skupin, A. (2014), „Making a Mark: A computational and visual analysis of one researcher's intellectual domain", *International Journal of Geographical Information Science*, 28 (6), s. 1209–1232. doi: 10.1080/13658816.2014.906040.
Śleszyński, P. (2020), „Geografia wobec wyzwań systemowej reformy nauki w Polsce", *Prace i Studia Geograficzne*, 65 (2), s. 57–69.
Smith, B., Mark, D. M. (2001), „Geographical categories: An ontological investigation", *International Journal of Geographical Information Science*, 15 (7), s. 591–612. doi: 10.1080/13658810110061199.
Smith, J. B. (1994), *Collective Intelligence in Computer-Based Collaboration*. Hillsdale, NJ: Lawrence Erlbaum Associates.
Smith, N. (1992), „History and philosophy of geography: Real wars, theory wars", *Progress in Human Geography*, 16 (2), s. 257–271. doi: 10.1177/030913259201600208.
Smith, N. (1996), „A review of: *Ground Truth. The Social Implications of Geographic Information Systems*", *Annals of the Association of American Geographers*, 86 (3), s. 608–610.
Smith, T. R. (1984), „Artificial intelligence and its applicability to geographical problem solving", *Professional Geographer*, 36 (2), s. 147–158. doi: 10.1111/j.0033–0124.1984.00147.x.
Soja, E. W. (2009), „Taking space personally", w: B. Warf, S. Arias (red.), *The Spatial Turn: Interdisciplinary Perspectives*. London–New York: Routledge, s. 11–35. doi: 10.4324/9780203891308.
Solon, J., Borzyszkowski, J., Bidłasik, M., Richling, A., Badora, K., Balon, J., Brzezińska-Wójcik, T., Chabudziński, Ł., Dobrowolski, R., Grzegorczyk, I., Jodłowski, M., Kistowski, M., Kot, R., Krąż, P., Lechnio, J., Macias, A., Majchrowska, A., Malinowska, E., Migoń, P., Myga-Piątek U., Nita J., Papińska E., Rodzik J., Strzyż M., Terpiłowski S., Ziaja, W (2018), „Physico-geographical mesoregions of Poland: Verification and adjustment of boundaries on the basis of contemporary spatial data", *Geographia Polonica*, 91 (2), s. 143–170. doi: https://doi.org/10.7163/GPol.0115.
Squire, S. J. (1996), „Re-territorializing knowledge(s): Electronic spaces and «virtual geographies»", *Area*, 28 (1), s. 101–103.
Stacewicz, P. (2015), „Światopogląd informatyczny. Naukowe podstawy i filozoficzne perspektywy", w: P. Stacewicz (red.), *Informatyka a filozofia: od informatyki i jej*

zastosowań do światopoglądu informatycznego. Warszawa: Oficyna Wydawnicza Politechniki Warszawskiej, s. 11–24.

Stach, A., Wysocka, P. (2014), „Zastosowanie metody krigingu Poissona w badaniach rozkładu przestrzennego problemów społecznych na przykładzie Poznania", *Acta Universitatis Lodzensis. Folia Geographica Socio-Economica*.

Stamos, D. N. (2007), „Popper, laws, and the exclusion of biology from genuine science", *Acta Biotheoretica*, 55, s. 357–375. doi: 10.1007/s10441–007–9025–6.

Starkel, L. (1979), „Perspektywy wzrostu nauk fizycznogeograficznych w Polsce", *Przegląd Geograficzny*, 51 (4), s. 637–639.

Stateczny, A. (2009), „Koncepcja kierunku studiów w dziedzinie geoinformacji", *Roczniki Geomatyki – Annals of Geomatics*, 7 (3), s. 125–134.

Stewart, E. J., Jacobson, D., Draper, D. (2008), „Public participation geographic information systems (PPGIS): Challenges of implementation in Churchill, Manitoba", *Canadian Geographer*, 52 (3), s. 351–366. doi: 10.1111/j.1541–0064.2008.00217.x.

Stojanovski, J., Frančula, N., Lapaine, M. (2015), „Indexing of mapping science journals", *Geography Environment Sustainability*, 8 (1), s. 27–52. doi: 10.15356/2071–9388.

Stokols, D., Misra, S., Moser, R. P., Hall, K. L., Taylor, B. K. (2008), „The ecology of team science. Understanding contextual influences on transdisciplinary collaboration", *American Journal of Preventive Medicine*, 35 (2), s. 96–115. doi: 10.1016/j.amepre.2008.05.003.

Stuczyński, T., Jadczyszyn, J., Seweryn, K. (2006), „Wykorzystanie systemu informacji o rolniczej przestrzeni produkcyjnej do analiz regionalnych", *Studia i Raporty IUNG-PIB*, 3, s. 33–52. doi: 10.26114/sir.iung.2006.03.03.

Sugumaran, R., DeGroote, J. (2010), *Spatial Decision Support Systems: Principles and Practices*. Boca Raton–London–New Jork: CRC Press. doi: 10.1201/b10322.

Sui, D. (2008), „The wikification of GIS and its consequences: or Angelina Jolie's new tattoo and the future of GIS", *Computers, Environment and Urban Systems*, 32, s. 1–5. doi: 10.1016/j.compenvurbsys.2007.12.001.

Sui, D., DeLyser, D. (2012), „Crossing the qualitative-quantitative chasm I: Hybrid geographies, the spatial turn, and volunteered geographic information (VGI)", *Progress in Human Geography*, 36 (1), s. 111–124. doi: 10.1177/0309132510392164.

Sui, D., Goodchild, M., Elwood, S. (2013), „Volunteered geographic information, the exaflood, and the growing digital divide", w: D. Sui, S. Elwood, M. F. Goodchild (red.), *Crowdsourcing Geographic Knowledge: Volunteered Geographic Information (VGI) in Theory and Practice*. Dordrecht: Springer, s. 1–12. doi: 10.1007/978–94–007–4587–2_1.

Sun, S., Manson, S. M. (2011), „Social network analysis of the academic GIScience community", *Professional Geographer*, 63 (1), s. 18–33. doi: 10.1080/00330124.2010.533560.

Swanson, B. (2007), „The Coming Exaflood", *Wall Street Journal*. https://www.discovery.org/a/3869/ [dostęp: 8.12.2019].

Świątek, A. (2012), „Nauczanie GIS w praktyce na przykładzie warsztatów Letniej Szkoły Geoinformacji Geogorce 2012", *Prace Studenckiego Koła Naukowego Geografów Uniwersytetu Pedagogicznego w Krakowie*, 1, s. 135–143.

Świtoń, J. (2013), „Budowa bazy danych graficznych i opisowych do trójwymiarowego modelu kopalni i pokładów węgla w środowisku ArcGIS", *CUPRUM*, 67 (2), s. 37–48.

Sypion-Dutkowska, N. (2012), „Charakterystyka stanu i zmian rozmieszczenia wybranych przestępstw w Szczecinie z wykorzystaniem geostatystycznej analizy GIS", *Archiwum Kryminologii*, 37, s. 304–326. doi: 10.7420/AK2015J.

Szady, B. (2008), „Zastosowanie systemów informacji geograficznej w geografii historycznej", *Polski Przegląd Kartograficzny*, 40, s. 279–283.

Szady, B. (2013), „Czasowo-przestrzenne bazy danych jako narzędzie w geografii historycznej", *Acta Universitatis Lodziensis. Folia Geographica Socio-Oecomica*, 14, s. 17–31.

Szady, B. (2016), „Spatio-temporal databases as research tool in historical geography", *Geographia Polonica*, 89 (3), s. 359–370. doi: 10.7163/GPol.0059.

Szczuraszek, T., Chmielewski, J. (2007), „Zastosowanie systemu GIS do planowania rozwoju sieci transportowych miasta", *Transport Miejski i Regionalny*, 10, s. 44–48.

Szmidt, A. (2015), „Ocena przydatności archiwalnych materiałów kartograficznych dla analiz paleopowierzchni wykonywanych w technikach GIS na obszarze Polski Środkowej", *Acta Universitatis Lodziensis. Folia Geographica Physica*, 14, s. 63–68.

Szpunar, R., Gotlib, D., Próchniewicz, D., Węzka, K., Markiewicz, J. (2019), „Centrum naukowych analiz geoprzestrzennych, obliczeń satelitarnych wraz z laboratoriami testowania/certyfikacji produktów geomatycznych (CENAGIS)", w: *25. medzinárodné slovensko-poľsko-české geodetické dni, 6–9.06.2019, Bratislava*. Bratysława: Stowarzyszenie Geodetów Polskich, Slovenská spoločnosť geodetov a kartografov.

Szubert, M. (2008), „Geomatyka w badaniach geomorfologicznych", *Dokumentacja Geograficzna*, 37, s. 7–13.

Tambassi, T. (red.) (2019), *The Philosophy of GIS*. Cham: Springer Geography. doi: 10.1007/978–3–030–16829–2.

Targowski, A. (2010), *Początki informatyki w Polsce, a może i w świecie (?)*. https://bcpw.bg.pw.edu.pl/dlibra/publication/1571/edition/1598#info [dostęp: 7.01.2020].

Targowski, A. S. (2013), *Historia, teraźniejszość i przyszłość informatyki*. Łódź: Wydawnictwo Politechniki Łódzkiej.

Tarski, A. (1933), *Pojęcie prawdy w językach nauk dedukcyjnych*. Warszawa: Towarzystwo Naukowe Warszawskie.

Tarski, A. (1948), *A Decision Method for Elementary Algebra and Geometry*, red. J. C. C. Kinsley. Santa Monica: Rand.

Taylor, P. J., Johnston, R. J. (1995), „GIS and Geography", w: J. Pickles (red.), *Ground Truth. The Social Implications of Geographic Information Systems*. New York–London: The Guildford Press, s. 51–67.

Terefenko, P., Boski, T., Furmańczyk, K., Mazurkiewicz, A. (2005), „Stosowanie technologii GIS oraz modelowania trójwymiarowego w badaniach geologicznych strefy brzegowej", *Roczniki Geomatyki – Annals of Geomatics*, 3 (4), s. 181–188.

„The research plan of the National Center for Geographic Information and Analysis" (1989), *International Journal of Geographical Information Systems*, 3 (2), s. 117–136. doi: 10.1080/02693798908941502.

Thrift, N. (2002), „The future of geography", *Geoforum*, 33, s. 291–298. doi: 10.1016/S0016–7185(02)00019–2.

Tian, E. (2020), „A prospect for the geographical research of sport in the age of Big Data", *Sport in Society*, 23 (1), s. 159–169. doi: 10.1080/17430437.2018.1555233.

Tian, Y., Wen, C., Hong, S. (2008), „Global scientific production on GIS research by bibliometric analysis from 1997 to 2006", *Journal of Informetrics*, 2 (1), s. 65–74. doi: 10.1016/j.joi.2007.10.001.

Tomczyk, A., Ewertowski, M. (2013), „Planning of recreational trails in protected areas: Application of regression tree analysis and geographic information systems", *Applied Geography*, 40, s. 129–139. doi: 10.1016/j.apgeog.2013.02.004.

Tomczyk, A., Ewertowski, M. (2017), „Surface morphological types and spatial distribution of fan-shaped landforms in the periglacial high-Arctic environment of central Spitsbergen, Svalbard", *Journal of Maps*, 13 (2), s. 239–251. doi: 10.1080/17445647.2017.1294543.

Tomlinson, R. (1962), „An introduction to the use of electronic computers in the storage, compilation and assessment of natural and economic data for the evaluation of marginal lands", w: *National Land Capability Inventory Seminar, 29–30 November 1962*, Ottawa: Agricultural Rehabilitation and Development Administration of the Canada Department of Agriculture, s. 11. https://gisandscience.files.wordpress.com/2012/08/4-computermapping.pdf [dostęp: 15.01.2020].

Torrens, P. M. (2010), „Geography and computational social science", *GeoJournal*, 75 (2), s. 133–148. doi: 10.1007/s10708–010–9361-y.

Travis, C., von Lünen, A. (red.) (2016), *The Digital Arts and Humanities: Neogeography, Social Media and Big Data Integrations and Applications*. Cham: Springer.

Tress, G., Tress, B., Fry, G. (2005), „Clarifying integrative research concepts in landscape ecology", *Landscape Ecology*, 20, s. 479–493. doi: 10.1007/s10980–004–3290–4.

Tress, B., Tress, G., van der Valk, A., Fry, G. (red.) (2003), *Interdisciplinary and Transdisciplinary Landscape Studies: Potential and Limitations*. Wageningen: WUR, Alterra.

Trzęsicki, K. (2006), „Wkład logików polskich w światową informatykę", *Filozofia Nauki*, 55 (3), s. 5–19.

Tulloch, D. (2008), „Public Participation GIS (PPGIS)", *Encyclopedia of Geographic Information Science*. Thousand Oaks: SAGE Publications. doi: 10.4135/9781412953962.n165.

Turing, A. M. (1936), „On Computable Numbers, with an Application to the Entscheidungsproblem", *Proceedings of the London Mathematical Society*, 42 (2), s. 230–265. doi: 10.1112/plms/s2–42.1.230.

Turing, A. M. (1950), „Computer machinery and intelligence", *Mind*, 49, s. 433–460. doi: 10.1093/mind/LI.202.200.

Turing, A. M. (1995), „Maszyna licząca a inteligencja", tłum. M. Szczubiałka, w: B. Chwedeńczuk (red.), *Filozofia umysłu*. Warszawa: Wydawnictwo Spacja–Aletheia, s. 272–300.

Turner, A. J. (2006), *Introduction to Neogeography*. Sebastopol, CA: O'Reilly.

Tymków, P., Stodolak, R. (2012), „Sposoby reprezentacji danych geoprzestrzennych w systemach modelowania hydrodynamicznego przepływów powodziowych", w: *Problemes actuels de la protection contre les inondations / Anti-flood defences – today's problems / Współczesne problemy ochrony przeciwpowodziowej, Paris–Orléans 28–30.03.2012*, Paryż–Orlean: Stacja Naukowa PAN, s. 255–265.

Tymków, P., Jóźków, G., Walicka, A., Karpina, M., Borkowski, A. (2019), „Identification of water body extent based on remote sensing data collected with unmanned aerial vehicle", *Water (Switzerland)*, 11 (2), s. 338. doi: 10.3390/w11020338.

Unwin, D. (1996), „A review of: *Ground Truth. The Social Implications of Geographic Information Systems*", *International Journal of Geographical Information Systems*, 10 (2), s. 237–238. doi: 10.1080/02693799608902076.

Urbański, J. (1997), *Zrozumieć GIS. Analiza informacji przestrzennej*. Warszawa: Wydawnictwo Naukowe PWN.

Urbański, J. (2008), *GIS w badaniach przyrodniczych*. Gdańsk: Wydawnictwo Uniwersytetu Gdańskiego. https://kiw.ug.edu.pl/pl/ebooki/644-gis-w-badaniach-przyrodniczych.html [dostęp: 31.08.2019].

Urbański, J. (2018), „A GIS tool for two-dimensional glacier-terminus change tracking", *Computers and Geosciences*, 111, s. 97–104. doi: 10.1016/j.cageo.2017.11.004.

Urbański, J., Grusza, G., Chlebus, N., Kryla, L. (2008), „A GIS-based WFD oriented typology of shallow micro-tidal soft bottom using wave exposure and turbidity mapping", *Estuarine, Coastal and Shelf Science*, 78 (1), s. 21–31. doi: 10.1016/j.ecss.2007.11.025.

Urbański, J., Wochna, A., Bubak, I., Grzybowski, W., Lukawska-Matuszewska, K., Łącka, M., Śliwińska, S., Wojtasiewicz, B., Zajączkowski, M. (2016), „Application of Landsat 8 imagery to regional-scale assessment of lake water quality", *International Journal of Applied Earth Observation and Geoinformation*, 51, s. 28–36. doi: 10.1016/j.jag.2016.04.004.

Veregin, H. (1995), „Computer innovation and adoption in geography: A critique a conventional technological models", w: J. Pickles (red.), *Ground Truth. The Social Implications of Geographic Information Systems*. New York–London: The Guildford Press, s. 88–112.

Wałek, G. (2013), „Wykorzystanie programów Quantum GIS i SAGA GIS do budowy cyfrowego modelu wysokościowego zlewni Grajcarka", *Acta Universitatis Lodziensis. Folia Geographica Socio-Oeconomica*, 14 (2), s. 133–144.

Warf, B., Arias, S. (red.) (2009), *The Spatial Turn: Interdisciplinary Perspectives*. London–New York: Routledge. doi: 10.4324/9780203891308.

Warf, B., Janelle, D., Goodchild, M. F. (2012), „Spatially Integrated Social Science", w: B. Warf (red.), *Encyclopedia of Human Geography*. https://sk.sagepub.com/reference/humangeography/n278.xml [dostęp: 15.03.2020]. doi: 10.4135/9781412952422.n278.

Wei, F., Grubesic, T. H., Bishop, B. W. (2015), „Exploring the GIS Knowledge Domain Using CiteSpace", *Professional Geographer*, 67 (3), s. 374–384. doi: 10.1080/00330124.2014.983588.

Werner, P. (1992), *Wprowadzenie do geograficznych systemów informacyjnych*. Warszawa: Wydział Geografii i Studiów Regionalnych Uniwersytetu Warszawskiego.

Werner, P. (2003), *Geograficzne uwarunkowania rozwoju infrastruktury społeczeństwa informacyjnego w Polsce*. Warszawa: Wydział Geografii i Studiów Regionalnych Uniwersytetu Warszawskiego.

Werner, P. (2018), „Czy GIS podnosi rangę dyscyplin geograficznych? Znaczenie GIS i GIScience dla geografii", *Acta Universitatis Lodziensis. Folia Geographica Socio-Oeconomica*, 34, s. 5–23. doi: 10.18778/1508–1117.34.01.

Werner, P., Prokop, P. (1999), „Zastosowania systemów informacji geograficznej w geografii polskiej", w: B. Domański, W. Widacki (red.), *Geografia polska u progu trzeciego tysiąclecia, t. 4*. Kraków: Instytut Geografii Uniwersytetu Jagiellońskiego, s. 275–291.

Werner, P., Jażdżewska, I., Zwoliński, Z. (2015), „Current state and future perspectives of university education of GIS and geoinformation in Poland", w: I. Jażdżewska (red.), *GIS in Higher Education in Poland – Curriculums, Issues, Discussion*. Łódź: Wydawnictwo Uniwersytetu Łódzkiego, s. 3–14.

Werner, S., Zittla, C., Schmaltza, F. (red.) (2007), *Ludwik Fleck. Style myślowe i fakty*. Warszawa: Wydawnictwo Instytutu Filozofii i Socjologii PAN.

Wężyk, P., Mansberger, R. (1997), „Przykład wykorzystania ortofotografii cyfrowej i systemu GIS w leśnictwie", *Archiwum Fotogrametrii. Kartografii i Teledetekcji*, 6, s. 133–150.

Wężyk, P., Szostak, M., Tompalski, P. (2010), „Aktualizacja baz danych SILP oraz Leśnej Mapy Numerycznej w oparciu o dane z lotniczego skaningu laserowego", *Archiwum Fotogrametrii, Kartografii i Teledetekcji*, 21, s. 437–446.

Wężyk, P., Borowiec, N., Szombara, S., Wańczyk, R. (2008), „Generowanie numerycznych modeli powierzchni oraz terenu w Tatrach na podstawie chmury punktów", *Archiwum Fotogrametrii, Kartografii i Teledetekcji*, 18, s. 650–661.

Wiatkowska, B., Słodczyk, J. (2018), „Wykorzystanie zasobów baz danych GIS na potrzeby analizy zróżnicowania obszarów wiejskich w aspekcie działań PROW, *Studia Obszarów Wiejskich*, 52, s. 95–109. doi: 10.7163/sow.52.7.

Widacki, W. (1996), „Od papierowych map do systemów informacji geograficznej", *Czasopismo Geograficzne*, 67, s. 3–4.

Widacki, W. (1997), *Wprowadzenie do Systemów Informacji Geograficznej*. Kraków: Instytut Geografii Uniwersytetu Jagiellońskiego.

Widacki, W. (1998), „Polska geografia fizyczna w dobie transformacji politycznych – stan i perspektywy", *Przegląd Geograficzny*, 70 (3–4), s. 215–235. https://rcin.org.pl/Content/1035/Wa51_3645_r1998-t70-z3–4_Przeg-Geogr.pdf#page=46 [dostęp: 12.12.2019].

Widacki, W. (2001), „Systemy informacji geograficznej i ich rola w naukach przestrzennych", *Geoinformatica Polonica*, 3, s. 47–55.

Widacki, W. (2004), „Systemy informacji geograficznej w programach edukacyjnych uniwersyteckich studiów przyrodniczych w Polsce", *Roczniki Geomatyki – Annals of Geomatics*, 2 (3), s. 11–23.

Widacki, W. (2005), „O geografii w XXI wieku", w: J. Jania, T. Jankowski (red.), *Wpływ nauk geograficznych na proces kształcenia społeczeństwa oraz promocję wiedzy geograficznej w Polsce. 2 Forum Geografów Polskich*. Sosnowiec: Komitet Nauk Geograficznych PAN–Wydział Nauk o Ziemi Uniwersytetu Śląskiego, s. 60–64.

Wilson, E. O. (2011), *Konsiliencja. Jedność wiedzy*, tłum. J. Mikos. Poznań: Zysk i S-ka.
Winowski, M. (2017), „Traineeships as a form of improvement of Geoinformation students' professional competences on the labour market", *Journal of Education, Health and Sport*, 7 (4), s. 689–693. doi: https://zenodo.org/badge/DOI/10.5281/zenodo.569069.svg.
Wnek, K. (2010), „Systemy GIS w badaniach historycznych/GIS systems in historical research", *Prace Historyczne*, 1 (137), s. 153–171.
Wójcik, M. (2012), *Geografia wsi w Polsce*. Łódź: Wydawnictwo Uniwersytetu Łódzkiego.
Woleński, J. (1985), *Filozoficzna Szkoła Lwowsko-Warszawska*. Warszawa: Państwowe Wydawnictwo Naukowe.
Woleński, J. (2014), „Szkoła Lwowsko-Warszawska z perspektywy historycznej", *Przegląd Pedagogiczny*, 1, s. 9–18.
Wright, D. J., Goodchild, M. F., Proctor, J. D. (1997), „GIS: Tool or science? Demystifying the persistent ambiguity of GIS as «tool» versus «science»", *Annals of the Association of American Geographers*, 87 (2), s. 346–362. doi: 10.1111/0004–5608.872057.
Wu, J. (2013) „Geographical knowledge diffusion and spatial diversity citation rank", *Scientometrics*, 94, s. 181–201. doi: 10.1007/s11192–012–0715–8.
Xuemei, W., Mingguo, M., Xin, L., Zhiqiang, Z. (2014), „Applications and researches of geographic information system technologies in bibliometrics", *Earth Science Informatics*, 7, s. 147–152. doi: 10.1007/s12145–013–0132–4.
Yan, Y., Feng, C.-C., Fan, H., Wang, Y.-C., Zipf, A. (2020), „Volunteered geographic information research in the first decade: A narrative review of selected journal articles in GIScience", *International Journal of Geographical Information Science*, 34 (9), s. 1765–1791. https://doi.org/10.1080/13658816.2020.1730848.
Zaleska-Bartosz, J., Pałkowska, H. (2003), „Geograficzne systemy informacyjne wykorzystywane w ocenach środowiskowych", *Nafta – Gaz*, 59 (4), s. 181–188.
Zapart, P. (1994), *GIS. Komputerowe systemy informacji przestrzennej*. Warszawa: Intersoftland.
Zapłata, R., Borowski, M. (2013), „GIS w archeologii – przykład prospekcji i inwentaryzacji dziedzictwa archeologiczno-przemysłowego", *Roczniki Geomatyki – Annals of Geomatics*, 11 (4), s. 103–112.
Zawadzka-Pawlewska, U. (2014), „Analiza rozmieszczenia osadnictwa średniowiecznego względem cieków z wykorzystaniem darmowego oprogramowania GIS na przykładzie północnego Mazowsza", *Acta Universitatis Lodziensis. Folia Geographica Socio-Oeconomica*, 16 (1), s. 239–253.
Zgłobicki, W., Baran-Zgłobicka, B., Gawrysiak, L., Telecka, M. (2014), „The impact of permanent gullies on present-day land use and agriculture in loess areas (E. Poland)", *Catena*, 126, s. 28–36. doi: 10.1016/j.catena.2014.10.022.
Zhan, F. B., Gong, X., Liu, X. (2014), „Mark on the globe: A quest for scientific bases of geographic information and its international influence", *International Journal of Geographical Information Science*, 28 (6), s. 1233–1245. doi: 10.1080/13658816.2013.847186.

Zhao, B., Zhang, S., Xu, C., Liu, X. (2020), „Spoofing in geography: Can we trust artificial intelligence to manage geospatial data?", w: X. Ye, H. Lin (red.), *Spatial Synthesis. Human Dynamics in Smart Cities*. Cham: Springer. doi: 10.1007/978–3–030–52734–1_19.

Zhuang, Y., Liu, X., Nguyen, T., He, Q., Hong, S. (2013), „Global remote sensing research trends during 1991–2010: A bibliometric analysis", *Scientometrics*, 96, s. 203–219. doi: 10.1007/s11192–012–0918-z.

Ziemińska-Stolarska, A., Imbierowicz, E., Jaskulski, M., Szmidt, A. (2020), „Assessment of the chemical state of bottom sediments in the eutrophied dam reservoir in Poland", *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 17 (10), s. 3424–3443. doi: 10.3390/ijerph17103424.

Zook, M., Graham, M., Shelton, T., Gorman, S. (2010), „Volunteered geographic information and crowdsourcing disaster relief: A case study of the Haitian earthquake", *World Medical and Health Policy*, 2 (2), s. 7–33. doi: 10.2202/1948–4682.1069.

Zwoliński, Z. (2003), „Geoinformacja – studia uniwersyteckie", w: *Ogólnopolskie Sympozjum Geoinformacji „Geoinformacja zintegrowanym narzędziem badań przestrzennych", 15–17 września 2003*. Wrocław–Polanica Zdrój, s. 77.

Zwoliński, Z. (2009a), „Rozwój myśli geoinformacyjnej", w: Z. Zwoliński (red.), *GIS – platforma integracyjna geografii*. Poznań: Bogucki Wydawnictwo Naukowe, s. 9–21.

Zwoliński, Z. (2009b), „The routine of landform geodiversity map design for the Polish Carpathian Mts.", *Landform Analysis*, 11, s. 77–85.

Zwoliński, Z. (2010), „Aspekty turystyczne georóżnorodności rzeźby Karpat", *Prace Komisji Krajobrazu Kulturowego PTG*, 14, s. 316–327.

Zwoliński, Z. (red.) (2010), *GIS – woda w środowisku*. Poznań: Bogucki Wydawnictwo Naukowe.

Zwoliński, Z., Guth, P. L. (2017), „Geomorphometry for geomodelling of natural hazards", *Zeitschrift für Geomorphologie, Supplementary Issues*, 61 (2), s. 1–7. doi: 10.1127/zfg_suppl/2017/0498.

Żydek, K. (1995), „Franciszek Bacon – reformator nauki?", *Człowiek w Kulturze*, 4–5, s. 103–119.

Żyszkowska, W. (2002), „Wkład geoinformatyki do kartografii", *Geoinformatica Polonica*, 4, s. 43–53.

Żyszkowska, W. (2003), „Analizy przestrzenne w systemach informacji geograficznej", *Polski Przegląd Kartograficzny*, 35 (2), s. 100–113.

Żyszkowska, W., Spallek, W. (red.) (2011), *Zastosowanie statystyki w GIS i kartografii: główne problemy współczesnej kartografii*. Wrocław: Uniwersytet Wrocławski–Instytut Geografii i Rozwoju Regionalnego.

Żytkow, J. (1993), „Automatyzacja odkrycia naukowego: stan i perspektywy", *Filozofia Nauki*, 1 (4), s. 37–54.