

AUTOREFERAT OSIĄGNIĘCIA HABILITACYJNEGO

1. **Wskazanie osiągnięcia wynikającego z art. 16 ust. 2 ustawy z dnia 14 marca 2003 r. o stopniach naukowych i tytule naukowym oraz o stopniach i tytule w zakresie sztuki (Dz. U. 2016 r. poz. 882 ze zm. w Dz. U. z 2016 r. poz. 1311):**

- a) jako osiągnięcie naukowe przedstawiam monografię pod tytułem:
Generalizacja map statystycznych,
- b) nota bibliograficzna monografii przedstawionej jako osiągnięcie naukowe:
Paweł Cebrykow, 2017, Generalizacja map statystycznych. Wydawnictwo Uniwersytetu Marii Curie-Skłodowskiej, Lublin, ISBN 978-83-7784-977-4, recenzent: dr hab. Jacek Paślowski,
- c) omówienie celu naukowego pracy i osiągniętych wyników wraz z omówieniem ich ewentualnego wykorzystania.

Zawartość

Zarys problemu badawczego

Cele naukowe pracy

Wyniki

Związki generalizacji z metodami prezentacji ilościowej

Model generalizacji map statystycznych

Granice generalizacji ilościowej i jakościowej

Operatory generalizacyjne

Algorytm podejmowania decyzji o poziomie i stopniu generalizacji

Podkład kartograficzny

Wnioski końcowe

Znaczenie aplikacyjne

Wykaz cytowanych publikacji

- d) Omówienie pozostałych osiągnięć naukowo-badawczych

Zarys problemu badawczego

Generalizacja kartograficzna to proces towarzyszący mapom od chwili, kiedy rozpoczęto je wykonywać. Ta pierwotna generalizacja bazowała na wiedzy, doświadczeniu i intuicji kartografa i nie dostrzegano jej odrębności.

Przełomem w postrzeganiu generalizacji był opublikowany w 1866 r. artykuł Emila von Sydowa zatytułowany *Drei Kartenklippen*, który określił uproszczenie, to jest generalizację, jako jeden z trzech głównych problemów kartografii. Sydow zdefiniował problem, który stał się inspiracją do prób zdefiniowania generalizacji i opracowania jej teoretycznych podstaw. W tym czasie geografowie i kartografowie zajmowali się doskonaleniem formy i treści map ogólnogeograficznych, w szczególności topograficznych, dlatego zagadnienie generalizacji było postrzegane głównie w kontekście praktycznym.

W drugiej połowie XX w. generalizacja była jednym z ważniejszych problemów badawczych. Wiele uwagi poświęcił temu zagadnieniu Lech Ratajski. Zwieńczeniem jego rozważań była zaproponowana pod koniec lat sześćdziesiątych XX wieku teoria progów generalizacyjnych (Ratajski 1973). Zbiegło się to w czasie z pierwszymi próbami wykorzystania komputerów do wykonywania generalizacji automatycznej. Ten kierunek badań nad generalizacją rozwijał się i w ostatnich dekadach XX wieku stał się dominujący.

Cechą charakterystyczną prac dotyczących generalizacji automatycznej jest podejście analityczne, w którym dąży się np. do opracowania metod upraszczania linii lub doboru obiektów na mapach (Chrobak 2007). Znamienne jest, skierowanie uwagi na wykonywanie map ogólnogeograficznych, a w szczególności topograficznych, na podstawie danych zgromadzonych w bazach danych (np. Xiao, Yang, Zhang 2014; Nyangweso, Njoroge, Siriba, 2016). Zachętą do podejmowania tego typu badań są ustalenia zawarte w Programie badawczym Międzynarodowej Asocjacji Kartograficznej w zakresie kartografii i nauki o informacji geograficznej z 2007 roku, w którym możemy przeczytać: „Efektywna generalizacja map, podobnie jak organizacja w bazach danych przedstawień wielokrotnych, może zracjonalizować produkcję map topograficznych i pomagać w aktualizacji baz danych. Taka generalizacja wymaga znaczących rozważań nad koncepcją schematu bazy, właściwości geometrycznych i przestrzennych oraz postaci graficznej” (Virrantaus, Fairbairn 2008). Prace te niosą jednak pewne zagrożenia dla kartografii, rozumianej nie tylko jako rzemiosło, ale również jako nauka i sztuka.

Na uboczu głównego nurtu badań pozostaje teoria kartografii, a w szczególności zasady generalizacji na mapach statystycznych. Potwierdzeniem tego stanu rzeczy jest m.in. zawartość najnowszych podręczników z zakresu kartografii i geoinformacji. Na przykład w podręczniku M. J. Kraaka i F. Orme-

linga (2010) generalizacji poświęcono osobny podrozdział, w którym głównym zagadnieniem jest generalizacja map ogólnogeograficznych. W polskich podręcznikach i monografiach autorzy również skupiają się na teoretycznych podstawach generalizacji map ogólnogeograficznych. We „Wprowadzeniu do kartografii i topografii” (red. Paślawski 2006), zamieszczono podrozdział dotyczący generalizacji, który zawiera jedynie lakoniczne uwagi odnoszące się do map statystycznych. Podobnie zagadnienie generalizacji potraktowali autorzy „Kartografii tematycznej” (Żyszkowska, Spallek, Borowicz 2012) oraz „Podstaw wizualizacji kartograficznej” (Głazewski, Kałamucki, Kowalski, Stankiewicz 2015). Jedynie w przypadku starszych podręczników „Metodyki prezentacji społeczno-ekonomicznej” Ratajskiego (1973) oraz polskiego tłumaczenia „Podstaw kartografii” Robinsona i współautorów (1988), wspomniano o niektórych aspektach upraszczania map statystycznych.

Z dokonanej przeze mnie oceny badań nad generalizacją wynika, że nie przeprowadzono kompleksowej analizy problemu i nie opisano procedur generalizacji ani jej rezultatów stosowania. Ponadto analiza literatury przedmiotu prowadzi do wniosku, że kierunek głównego nurtu badań nad generalizacją oddala tę perspektywę. Owszem, spotyka się zalecenia dotyczące możliwości generalizacji map statystycznych, jednak są to uwagi przyczynkowe towarzyszące opisom ilościowych metod prezentacji kartograficznej. Co więcej, jeszcze niedawno nie łączono generalizacji z wykonywaniem jej na mapach statystycznych, zgodnie z tradycyjnie uznawaną zasadą, że generalizować można tylko mapę już istniejącą. W wypadku interesujących nas map, generalizacja jest wykonywana w trakcie powstawania oryginalnej mapy, tzn. dokonuje się głównie w umyśle redaktora, tj. poza mapą (Paślawski 1992). Początki szerszego rozumienia generalizacji obejmującej również mapy statystyczne dała publikacja G.F. Jenksa z 1963 r. zatytułowana „Generalization in statistical mapping”.

W przedstawionym w monografii stanie badań nad generalizacją zarysowuje się duża luka, uzasadniająca próbę ujęcia problemu generalizacji map statystycznych w sposób całościowy, która umożliwi zdefiniowanie ogólnych zasad i szczegółowych wskazań w opracowaniu map statystycznych.

Cele naukowe pracy

Głównym celem pracy **było określenie i zestawienie wszystkich procedur generalizacji map statystycznych w zakresie poziomu i stopnia generalizacji oraz wskazanie związków i zależności pomiędzy nimi, a także wskazanie miejsca, jakie w procesie generalizacji zajmują ilościowe metody prezentacji kartograficznej.** To wszystko pozwoliło mi na opracowanie modelowej konstrukcji, która w syntetyczny sposób przedstawia generalizację map statystycznych jako kontinuum kartograficznej wizualizacji przestrzeni geograficznej.

Kolejnym ważnym celem było wyszczególnienie *operatorów generalizacyjnych*. Operatory generalizacyjne, zdefiniowane w kontekście map statystycznych, pozwalają na łatwiejsze wykorzystanie istniejących cyfrowych algorytmów, opracowanych z myślą o generalizacji elementów ogólnogeograficznych mapy. Przegląd operatorów jest cenny z racji możliwości wyboru spośród całego ich zbioru z pełną świadomością różnych opcji. W związku z tym można podnieść skuteczność prowadzonych operacji generalizacyjnych. Duże znaczenie ma opracowana i przedstawiona w pracy propozycja algorytmu wspomagającego wybór *poziomu generalizacji*, który chcemy uzyskać na mapie. Wiąże się to głównie ze sposobem ujęcia zjawiska oraz wyborem metody prezentacji kartograficznej. Algorytm ten wpływa również na podejmowanie decyzji o *stopniu generalizacji*, który jest realizowany w obrębie założonego poziomu generalizacji.

Oprócz wymienionych celów postawiono jeszcze jeden, mający charakter uzupełniający i dotyczący podkładu map statystycznych. Polega on na udzieleniu odpowiedzi na następujące pytania:

- Jak należy poprawnie przygotować podkład mapy statystycznej?
- W jaki sposób przeprowadzić jego generalizację?
- Jaki poziom generalizacji mapy podkładowej będzie optymalny do prezentacji treści tematycznej?

Jest to istotny cel, bowiem jego realizacja pozwoliła zwrócić uwagę na fakt, że funkcja podkładu nie ogranicza się tylko do lokalizacji. To on nadaje wizualizacji cechy mapy, a odpowiedni dobór jego elementów może wzbogacać mapę umożliwiając powiązanie treści tematycznej z warunkami przyrodniczymi, lub infrastrukturalnymi mającymi związek z prezentowanym zjawiskiem.

Założone cele składają się również na pewien efekt, który polega na zwróceniu uwagi kartografów na metodyczne aspekty generalizacji map statystycznych. Niewątpliwie jest to kierunek perspektywiczny, zwłaszcza, że dotyka on również opracowania map w środowisku GIS.

Wyniki

Praca obejmuje trzy części. Pierwszą część stanowi krytyczna analiza rozwoju poglądów na temat generalizacji kartograficznej. Wykonałem ją w porządku chronologicznym, dzięki czemu uzyskałem klarowny obraz treści, jakie współcześnie kryją się pod pojęciem generalizacji kartograficznej. Część pierwsza dała mi podstawy do zdefiniowania generalizacji jako pojęcia nadrzędnego, obejmującego również generalizację map statystycznych, a tym etap kształtowania jej koncepcji. Tak określone pojęcie generalizacji pozwoliło mi ocenić stan badań nad generalizacją map statystycznych. Diagnoza wykazała istnienie niszy problemowej, która jakkolwiek zauważana od lat 60. ubiegłego wieku, to

jednak nie doczekała się głębszych badań. Potwierdziło to słuszność podjęcia przeze mnie problematyki badawczej dotyczącej generalizacji map statystycznych.

Część druga stanowi teoretyczną podbudowę stosowania w badaniach naukowych metody modelowania a szczególnie w kartografii i generalizacji kartograficznej. Głębszej analizie poddałem model generalizacji zaproponowany przez Lecha Ratajskiego (1967, 1973). Jego koncepcja, mimo niewątpliwych atutów, ma luki – nie wyjaśnia stosowania konkretnych procedur generalizacyjnych. Te luki stały się bardziej widoczne, kiedy przeanalizowałem cechy innych modeli generalizacyjnych powstałych później i uwzględniających generalizację komputerową. Zauważyłem, że wszystkie dotychczasowe modele dotyczą generalizacji map ogólnogeograficznych i pomijają specyfikę map statystycznych. Model Ratajskiego stał się inspiracją do twórczego rozwinięcia idei i rozbudowania jej w części opisującej mapy statystyczne.

Trzecia część poświęcona jest zasadniczemu osiągnięciu badawczemu i zawiera szczegółowy opis nowego modelu generalizacji map statystycznych, który całościowo ujmuje generalizację tej grupy map. Głównym założeniem przyjętym przy konstrukcji modelu jest kompleksowość, a jednocześnie możliwie proste ujęcie problemu. W dalszej kolejności założyłem, że będzie on uwzględniał wszystkie możliwe do wykorzystania operatory generalizacyjne, wraz z zaznaczeniem miejsc w procesie generalizacji, w których jest możliwe ich zastosowanie. Całość koncepcji oparta została na ogólnym modelu generalizacji Ratajskiego, a dokładniej na jego fragmencie odnoszącym się do ilościowego ujęcia zjawisk.

Kompleksowość modelu rozumiana jest jako ujęcie całościowe problemu. Takie podejście miało na celu uwzględnienie wszystkich możliwych dróg postępowania w generalizacji map statystycznych. Ułatwia ono ukazanie związków pomiędzy metodami prezentacji ilościowej. Te związki zawierają element hierarchiczności, który można interpretować jako poziom generalizacji.

Możliwie prosta budowa modelu jest założeniem bardzo istotnym z punktu widzenia jego zastosowania. Spełnienie tego warunku umożliwiło całościowe postrzeganie procesu generalizacji jako swoistego kontinuum, na które składają się kolejne – coraz to bardziej abstrakcyjne modele rzeczywistości budowane w formie mapy (Mościbroda 2000). Z tak zarysowanego opisu wynika zasadnicza właściwość samej generalizacji, a mianowicie jej ciągłość jako procesu transformacji informacji graficznej od pierwotnej (najbardziej szczegółowej) do najbardziej ogólnej. Taki przekaz płynący z modelowego ujęcia generalizacji jest bardziej czytelny dla autorów map statystycznych, a przy tym ułatwia prawidłowe rozumienie generalizacji.

Ważnym założeniem leżącym u podstaw proponowanego modelu była możliwość wykorzystania go, jako przewodnika, w generalizacji komputerowej. Z tego założenia wynika wyróżnienie operatorów generalizacyjnych. Użycie ich nie jest co prawda równoznaczne z zastosowaniem automatyzacji, ale może w zdecydowany sposób ułatwić zastosowanie dostępnych technik cyfrowych do generalizacji map statystycznych.

Związki generalizacji z metodami prezentacji ilościowej

Metody prezentacji ilościowej wyrażają różny sposób ujęcia przedstawianych treści, a tym samym przekazują informacje o przestrzennym rozmieszczeniu zjawiska na różnym poziomie ogólności. Poziom ogólności wiąże się z generalizacją jakościową, która odpowiada za zmianę sposobu ujęcia zjawiska. Konsekwencją jest zmiana sposobu prezentacji, co jest jednoznaczne ze zmianą metody prezentacji kartograficznej. W związku z tym uważam, że metoda prezentacji kartograficznej to nie tylko rozwiązanie graficzne, to przede wszystkim odmienny sposób myślenia o samym zjawisku, przejawiający się także w sposobie przedstawienia za pomocą środków graficznych.



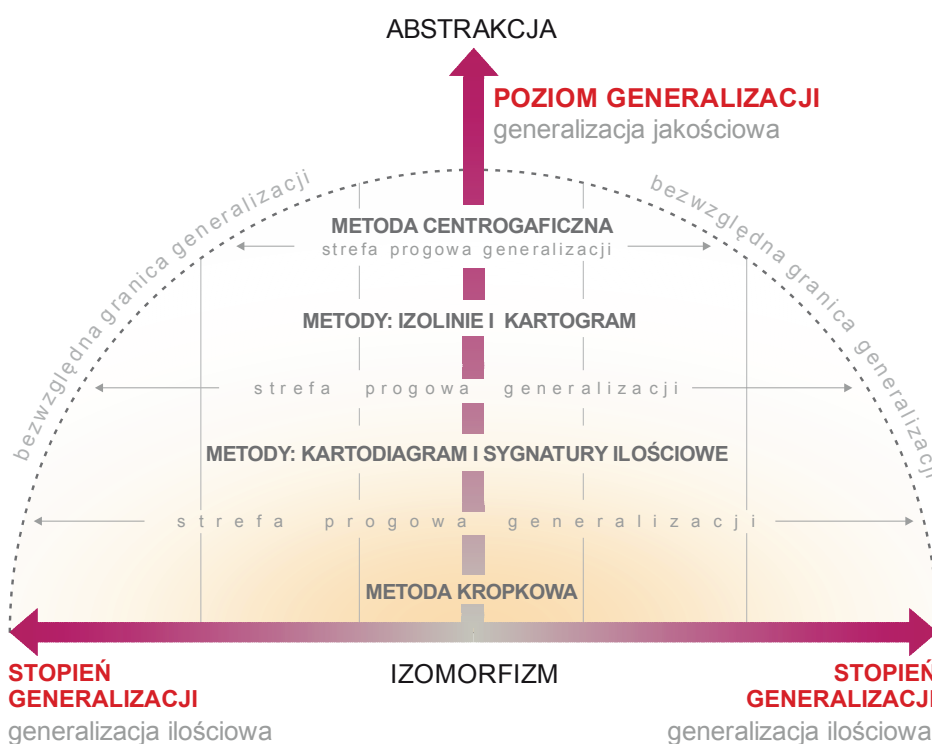
Ryc. 1. Rosnący poziom abstrakcji przy wyborze miar i wskaźników, których użycie na mapie obrazuje rozmieszczenie ludności (źródło: opracowanie własne)

Konsekwencją takiego ujęcia zagadnienia jest zaproponowane w pracy całościowe rozpatrywanie ilościowych kartograficznych metod prezentacji jako swoistego kontinuum postrzegania otaczającego nas świata w kategoriach ilościowych. Punktem wyjścia jest przedstawienie najmniej przetworzone, najmniej odbiegające pod względem formy od rzeczywistego obrazu zjawiska. Wraz z postępującą generalizacją jakościową, to podobieństwo jest coraz słabsze i zwiększa się stopień abstrakcji przez użycie wskaźników takich jak np. gęstość zaludnienia (ryc. 1.). Większy stopień abstrakcji przedstawionego na mapie zjawiska nie przeszkadza porównywać jego intensywności na różnych obszarach, śledzić zmienność rozkładu zjawiska w przestrzeni, tempo jego zmian itp. Co więcej, wskaźniki dają zazwyczaj lepsze możliwości porównawcze.

Model generalizacji map statystycznych

Opracowany i przedstawiony w pracy model generalizacji map statystycznych ma charakter wielopoziomowy (ryc. 2.). Każdy kolejny poziom jest zarezerwowany dla konkretnej (ilościowej) me-

tody prezentacji kartograficznej. Metoda położona na wyższym poziomie charakteryzuje się większą syntetycznością ujęcia przedstawianych zjawisk. Granicą generalizacji jest wybór wskaźnika, który jednoelementowo charakteryzuje cały zbiór obiektów (danych). Ważną właściwością tak ujętego procesu generalizacji jest jednokierunkowość. Można stopniowo uogólniać obraz rozkładu przestrzennego, ale nie można tego procesu odwrócić. Kres generalizacji można osiągnąć, poruszając się w dwóch płaszczyznach. Od środka układu pionowo do góry, to kierunek generalizacji pojęć, czyli jest generalizacją jakościową. Drugi kierunek skierowany jest poziomo od osi pionowej układu na zewnątrz i należy go utożsamiać z generalizacją ilościową.



Ryc. 2. Schemat ideowy modelu generalizacji map statystycznych. (opracowanie własne)

Podstawą modelu jest miejsce, które zajmuje metoda kropkowa. Stała wartość liczbową przypisana kropce powoduje, że metoda jest sugestywna i postrzeganie rozmieszczenia zjawiska przebiega bardzo sprawnie. Metoda kropkowa sprawia, że podobieństwo do przedstawianej rzeczywistości jest największe spośród wszystkich pozostałych możliwych do użycia metod prezentacji ilościowej.

Generalizacja może odbywać się w kierunku zmiany ujęcia zjawiska, wówczas ma ona charakter jakościowy. W obrębie tej samej metody prezentacji można zastosować generalizację ilościową, która jest jednoznaczna ze zmianą stopnia generalizacji. Może ona polegać na zwiększeniu wagi kropki, lub wprowadzeniu kropek wielowagowych. Postępująca generalizacja dąży do osiągnięcia

bezwzględnej granicy generalizacji, w postaci jednego znaku umieszczonego w środku ciężkości zjawiska i reprezentującego całą jego liczebność.

Chcąc przedstawić zagadnienie na wyższym poziomie abstrakcji należy przekroczyć próg generalizacyjny. Operacja ta sprowadza się do zmiany metody prezentacji oraz zmiany sposobu ujęcia zjawiska. Kolejną metodą jest kartodiagram, który również przedstawia wielkość zjawiska, jednak nie jest to wartość stała, bowiem każdy diagram w zależności od odmiany będzie przedstawiał liczbę odniesioną do punktu, linii lub powierzchni. Zmienia się odniesienie przestrzenne znaków oraz sposób przedstawienia wartości zjawiska. Przedstawienie nabiera cech syntezy, przez co jego charakter staje się w większym stopniu abstrakcyjny od metody kropkowej.

Stopień generalizacji kartodiagramu zwiększa się w wyniku zmiany odniesienia diagramu z punktowego lub liniowego na powierzchniowe. Kolejnym krokiem jest agregacja jednostek, w których wartości zjawiska są sumowane, w związku z czym liczba diagramów na mapie się zmniejsza, a informacja staje się coraz bardziej ogólna.

Możliwe jest również przejście od odmiany ciągłej kartodiagramu do skokowej. Dalsza generalizacja wykonywana jest przez zmniejszenie liczby przedziałów. Na tym samym poziomie generalizacji można umieścić jeszcze jedną metodę prezentacji kartograficznej, mianowicie metodę sygnatur ilościowych. W modelu odpowiada ona kartodiagramowi skokowemu. Generalizacja diagramów prowadzi w teorii do powstania jednego pola reprezentowanego przez jeden diagram. Taki stan odpowiada osiągnięciu granicy generalizacji.

Podczas przekraczania kolejnego progu generalizacyjnego przechodzimy do miary stojącej na wyższym stopniu abstrakcji. To przejście polega na zmianie miary absolutnej na relatywną. Stosuje się np. wskaźniki oparte na relacji do powierzchni, lub inne.

Pierwszą metodą, która umożliwia wizualizację takich wskaźników jest kartogram. Niewątpliwie jest to najbardziej popularna metoda prezentacji kartograficznej. Wyróżnia się dwie odmiany kartogramu: ciągłą i skokową. Przejście od odmiany ciągłej do skokowej jest również przejawem generalizacji. W dalszej kolejności efekt uproszczenia można osiągnąć redukując liczbę przedziałów. Innym sposobem generalizacji kartogramu jest agregacja pól podstawowych.

Na tym samym poziomie generalizacji usytuowana jest jeszcze jedna metoda – metoda izolonii, a mówiąc ściślej jedna z jej odmian, tzw. izoplety. Metoda kartogramu i izoplety znajdują się na tym samym poziomie generalizacji, ponieważ służą do prezentacji tej samej miary zjawiska, jednak izoplety charakteryzują się większą dozą abstrakcji. Wykonywanie map przy użyciu tej metody jest wręcz wyrafinowaną procedurą badawczą (Szewczuk 1975).

Izoplety można generalizować przez agregację pól podstawowych, analogicznie do kartogramu. Zmiana cięcia izoliniowego, budzącego skojarzenia z przedziałami kartogramu, poddana jest innym prawom. Różnica polega na innych uwarunkowaniach związanych z liczbą klas, w kartogramie jest ona ograniczona, natomiast w metodzie izoplet z reguły stosuje się o wiele więcej takich przedziałów zawartych pomiędzy izoliniami.

Specyficznym sposobem generalizacji map izopletowych jest stosowanie różnych algorytmów interpolacyjnych mających, w niektórych przypadkach, wpływ na szczegółowość otrzymanych powierzchni statystycznych. Matematyczne zdefiniowanie powierzchni statystycznych daje również możliwości związane z jej wygładzaniem przez użycie cyfrowych filtrów, opartych na rachunku macierzowym, które mają charakter upraszczający (Cebrykow 2005, 2007).

Wszystkie wymienione tutaj sposoby generalizacji dążą do osiągnięcia granicy generalizacji, która dla kartogramów i map izopletowych na postać poziomej powierzchni statystycznej, wyrażającej średnią wartość wskaźnika dla całego obszaru.

Przekroczenie trzeciego i zarazem ostatniego progu generalizacyjnego powoduje osiągnięcie najwyższego poziomu generalizacji, który w modelu generalizacji utożsamiony jest z metodą centrograficzną (Kostrubiec 1972). Stanowi ona granicę generalizacji: wizualizacja kartograficzna sprowadza się do jednego punktu wyrażającego środek ciężkości zjawiska tj. centroidu¹.

Granice generalizacji ilościowej i jakościowej

W tym miejscu należy przypomnieć formę prezentacji, która stanowi granicę generalizacji w metodzie kropkowej. W zasadzie mamy do czynienia ze środkiem ciężkości zjawiska. W praktyce istota procesu i forma są identyczne z metodą centrograficzną. Podobieństwa można również zauważyć w generalizacji kartodiagramu, kartogramu, a także izoplet. Każda z metod w modelu generalizacji zakłada granicę generalizacji – jest to stan jednoelementowego zbioru. Ten element odpowiada formą obiektom, które posłużyły za odniesienie przestrzenne danych wykorzystanych przy wykonaniu mapy pierwotnej (poligon, linia lub punkt). Cecha ta jest jednocześnie dowodem świadczącym o dużym znaczeniu w metodyce kartograficznej rodzaju odniesienia przestrzennego informacji ilościowej służącej do konstruowania map. Jest również potwierdzeniem słuszności wykorzystania odniesienia

¹ Centroid (*mean point, centre of gravity, środek ciężkości*) — jest punktem, w którym można podeprzeć zupełnie płaską mapę przedstawianego obszaru dociążoną punktami reprezentującymi, np. rozmieszczenie ludności. Tę miarę wykorzystywano w Polsce jeszcze przed II wojną światową (Kostrubiec 1972), w USA wprowadził ją R. Bach i jest stosowana przez m.in. US Census Bureau. W sensie statystycznym może być kojarzona ze średnią arytmetyczną, ponieważ metoda oddaje uśrednioną miarę rozmieszczenia jakiegoś zjawiska. Dobrze spełnia rolę ilustracyjną i nadaje się do przedstawiania zmian, np. dotyczących zasiedlania jakiegoś terytorium.

przestrzennego danych jako kryterium klasyfikacyjnego w systematyce metod kartograficznej prezentacji. Przykładem może być podział izolinii zaproponowany przez J. Mościbrodę (2001).

Operatory generalizacyjne

Zaproponowany model generalizacji map statystycznych uzupełniłem analizą możliwości wykorzystania komputerowych operatorów generalizacyjnych, które mogą być użyte do map statystycznych. W Polsce pojęcie operatora jako jedni z pierwszych zdefiniowali Iwaniak, Paluszyński oraz Żyszkowska (1998). jako elementarne przekształcenie (transformację) mapy, które można opisać matematyczną formułą lub jednoznacznym opisem procedury (algorytmu). W literaturze opisy operatorów zazwyczaj są wykonane w odniesieniu do generalizacji określonych typów obiektów, jak np. drogi czy zabudowa (Karsznia 2011; Kozioł 2012).

Zebranie wszystkich operatorów, które używane są w generalizacji map statystycznych daje całościowy opis możliwości zastosowania generalizacji w praktyce. Ma też charakter podsumowujący, umożliwiając uchwycenie cech, które odróżniają generalizację tego typu map od map ogólnogeograficznych. Oczywiście, część operatorów jest wspólna, bowiem w wypadku obu grup map (statystycznych i ogólnogeograficznych) istnieją podobne procedury generalizacyjne. W odniesieniu do generalizacji map statystycznych wyróżniłem następujące operatory generalizacyjne:

- zmiana ujęcia zjawiska,
- grupowanie (np. zmiana wagi kropki),
- agregacja, (np., łączenie pól podstawowych)
- wygładzanie, (np. upraszczanie przebiegu izolinii)
- uproszczenie oraz grupowanie szeregu rozdzielnego (wprowadzenie przedziałów).

Dla większości wymienionych operatorów można znaleźć w programach GIS odpowiednie algorytmy, umożliwiające przeprowadzenie procesu generalizacji w środowisku cyfrowym. Twórcy tych narzędzi konstruowali je w celu zastosowania ich do analiz przestrzennych, ale nic nie stoi na przeszkodzie by zastosować je w procesie generalizacji. Świadczy to o tym, że generalizacja może być traktowana jako metoda badawcza.

Algorytm podejmowania decyzji o poziomie i stopniu generalizacji

W uzupełnieniu modelu generalizacji przedstawiłem w pracy propozycję rozwiązania problemu podejmowania decyzji o poziomie i stopniu generalizacji wykonywanej mapy. Postępowanie ma postać algorytmu przedstawionego jako schemat podejmowania decyzji na ryc. 3.

Konstrukcję algorytmu oparłem na dwóch założeniach:

- 1) poziom generalizacji jest równoznaczny z poziomem abstrakcji mapy wyrażonej sposobem ujęcia zjawiska (jego miarą), a w konsekwencji również wyborem metody wizualizacji kartograficznej. Stopień generalizacji to pojęcie uzupełniające.
- 2) generalizacja map statystycznych jest odmienna od generalizacji map ogólnogeograficznych. W wypadku map statystycznych skala nie jest najważniejszym czynnikiem generalizacji.

Podstawowe znaczenie przy wyborze poziomu generalizacji, co w zasadzie jest równoznaczne z określeniem metody prezentacji, mają trzy kryteria:

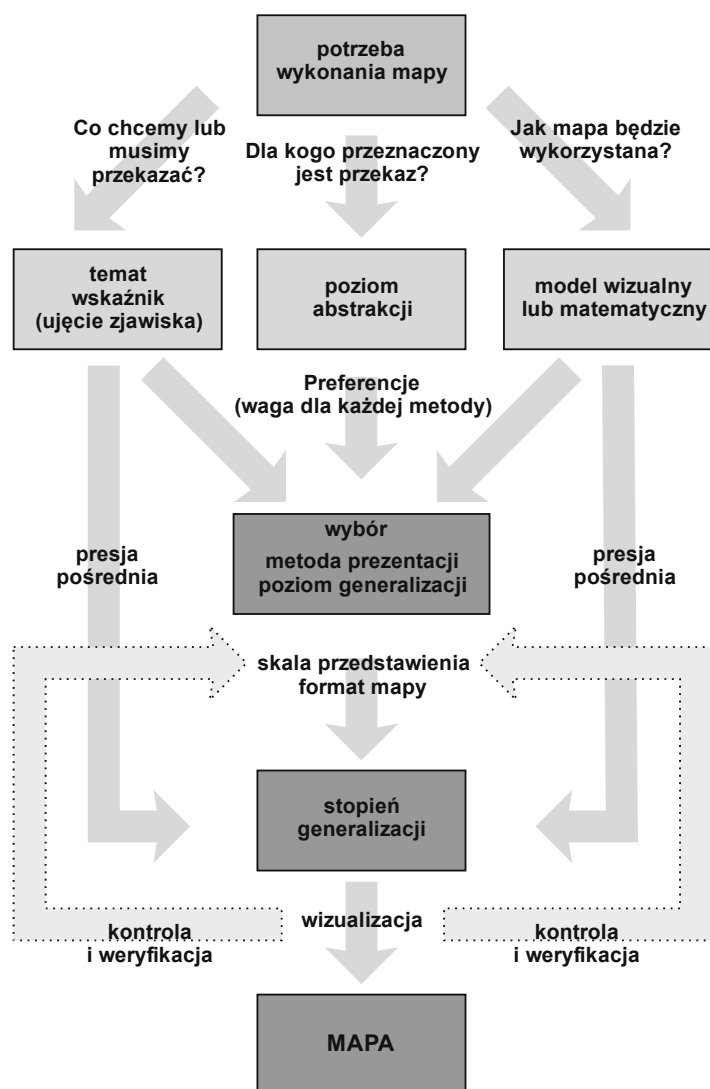
- planowana treść komunikatu i dostępność danych;
- poziom odbiorcy mapy;
- sposób, w jaki będzie analizowana i wykorzystywana informacja.

Kryteria generalizacji zostały przedstawione na ryc. 3 jako trzy pytania stawiane tuż po podjęciu decyzji o opracowaniu mapy: *Co chcemy przekazać? Dla kogo przeznaczony jest przekaz? W jaki sposób będzie wykorzystywane opracowanie?*². Proces decyzji można wspomagać przez przyznawanie wag preferujących metody prezentacji. Ostateczna decyzja polegałaby na wyborze tej, która uzyskała największą sumę punktów.

Pytanie dotyczące rodzaju odbiorcy decyduje o stopniu abstrakcji mapy. Zgodnie z zarysowaną przez Moles (1971) zasadą przekazu kartograficznego, wynika że aby był on skuteczny, to zbiór wiedzy zawartej w komunikacie powinien zawierać się w zbiorze wiedzy odbiorcy. Najprostsze w odbiorze są: 1) mapa kropkowa, 2) kartodiagram, na drugim biegunie dostępności percepcyjnej są kartogram i mapa izoplekowa.

Etap wyboru metody dopełnia określenie sposobu użytkowania mapy, która wpływa na formę jej wykonania. Można wyróżnić tradycyjny sposób użytkowania, kiedy priorytetem jest wizualna analiza mapy. Drugi sposób wykorzystania można nazwać modelowym. Mamy z nim do czynienia, kiedy funkcjonuje model matematyczny będący odpowiednikiem mapy w postaci powierzchni statystycznej. Tę powierzchnię można wykorzystać do analiz opartych na algebrze Boole'a. To podejście preferuje metodę izoplekową, choć ważną rolę odgrywa również metoda kropkowa.

² Forma pytań ułatwiających podejmowanie decyzji generalizacyjnych była wykorzystana w modelu generalizacyjnym McMastera i Shea (1992). Przyjęta forma doskonale ułatwia zrozumienie, a także wykorzystanie samego algorytmu w praktyce.



Ryc. 3. Schemat ideowy algorytmu wspomagającego podejmowanie decyzji w procesie redakcji mapy statystycznej.

Zliczając wagi przypisane metodom można dokonać wyboru metody prezentacji. Przy czym należy podkreślić, że przy każdej odpowiedzi wolno nadać jednej z nich klauzulę bezwzględnego wyboru. Taka sytuacja zachodzi np. wtedy, gdy potrzebna jest mapa kropkowa do analizy rozmieszczenia zjawiska w obrębie pól podstawowych innych niż jednostki administracyjne i tylko metoda kropkowa daje możliwość wykonania zaplanowanych analiz. Gdy dokonano już wyboru metody prezentacji, można wprowadzić kolejne kryterium generalizacji, którym jest skala mapy. Wprowadzenie skali jako kryterium generalizacji o pomocniczym znaczeniu jest podstawową różnicą zachodzącą pomiędzy generalizacją map statystycznych i ogólnogeograficznych, bowiem skala nie decyduje o poziomie generalizacji, wpływa natomiast na jej stopień.

Po ustaleniu wszystkich parametrów wpływających na stopień generalizacji, należy wykonać mapę próbną, która poddana zostanie weryfikacji czy jest zgodna z pierwotnymi założeniami.

W wypadku, gdy mapa nie spełnia pod jakimś względem oczekiwań autora powtarzany jest etap analizy stopnia generalizacji. Jest to korekta zwiększająca lub zmniejszająca stopień generalizacji. Proces generalizacji jest powtarzany i w efekcie pozostałych czynności redakcyjnych otrzymujemy ostateczną optymalną mapę.

Opracowany i przedstawiony w monografii algorytm ma na celu usprawnić proces podejmowania decyzji związanych z redagowaniem map statystycznych. Algorytm nie ma jednak postaci ostatecznej. Jest raczej projektem takiego rozwiązania, która może być poddana pod dyskusję.

Podkład mapy statystycznej

Każdą mapę statystyczną możemy rozpatrywać jako konstrukcję graficzną składającą się z treści tematycznej oraz z treści podkładowej. Podkład kartograficzny również można kształtować używając generalizacji. W rezultacie analizy zawartości elementów podkładowych sformułowałem ogólny wniosek dotyczący przestrzegania dobrych praktyk przy wykonywaniu podkładów do map statystycznych. W pracy ustaliłem, że podkłady powinny charakteryzować się brakiem zniekształceń powierzchni. Mapy podkładowe powinny zawierać siatkę kartograficzną, która daje możliwość poznania właściwości odwzorowania i pełni funkcję lokalizacyjną. Od tej reguły możliwe są odstępstwa, np. atlasy zawierające mapy ogólnogeograficzne z siatką, oraz w dalszej kolejności mapy statystyczne, które mogą być jej pozbawione.

Oprócz zaleceń odnoszących się do map statystycznych w ogóle, przedstawiłem w pracy zalecenia indywidualne dotyczące wykonania podkładów do map opracowanych metodą kropkową, kartodiagramu, kartogramu oraz izolinii.

Podsumowanie i wnioski

Przedłożona dysertacja wpisuje się w kierunek badawczy, który przez odkrywanie, porządkowanie i udostępnianie wiedzy na temat generalizacji przyczynia się do postępu w dziedzinie geowizualizacji, która należy do wiodących kierunków badań w kartografii ostatniego ćwierćwiecza.

Zasadniczy cel niniejszej pracy został osiągnięty poprzez opracowanie modelu generalizacji map statystycznych będącego głównym osiągnięciem badawczym. Założenia tego modelu zostały przedstawione w postaci czytelnego schematu ideowego. Model ten w wyjściowych założeniach oparto na teorii progów generalizacyjnych profesora Ratajskiego, zaproponowanej na przełomie lat 60. i 70. XX wieku. Przedstawiony model wyjaśnia miejsce kolejnych metod prezentacji ilościowej w hierarchicznej strukturze wynikającej z rosnącego poziomu generalizacji. Poziom generaliza-

cji należy utożsamiać z rosnącym poziomem abstrakcji wynikającym ze zmian sposobu ujęcia przedstawianego na mapie zjawiska.

Opracowany model jest odzwierciedleniem poglądu na metody prezentacji, które łączą się w pewną całość, gdzie jedna metoda przeradza się w drugą, tworząc kontinuum prezentacji kartograficznej, które spaja generalizacja kartograficzna. Praca ma charakter monograficzny, choć wiele wątków wymaga dalszego rozwinięcia, to jednak stanowi ona istotny wkład w rozwój poglądów na generalizację map statystycznych.

Współczesna rewolucja technologiczna, która przyczyniła się do zautomatyzowania kolejnych etapów projektowania, redagowania i publikowania map, spowodowała zahamowanie badań nad teoretycznymi aspektami redagowania map. Niniejsza praca wypełnia powstałą lukę w rozważaniach teoretycznych nad generalizacją map statystycznych. Nie oznacza to, że jest ona pozbawiona pierwiastków praktycznych. Zaproponowany model pozwala bowiem na wykorzystanie go w redagowaniu map statystycznych, a omówione operatory ułatwiają wykorzystanie technik cyfrowych w procedurach generalizacji map.

Podjęty przez autora temat badawczy, nie tylko rozwiązuje kwestie teoretyczne dotyczące generalizacji map statystycznych, lecz także wskazuje na kierunki dalszych badań w tym zakresie. Należą do nich:

- Projektowanie i ulepszenia algorytmów wspomagających podejmowanie decyzji co do generalizacji na mapach, rozumianej w pierwszym rzędzie jako wybór metody prezentacji kartograficznej.
- Rozwiązanie problemu skokowego stopnia uogólnienia na mapach statystycznych, wynikającego ze stosowania danych odniesionych do pól podziału administracyjnego. Choć istnieją udane próby rozwiązania tego problemu przez wykorzystanie izoplei, to nie upowszechniły się one w praktyce kartograficznej.
- Opracowanie nowej klasyfikacji kartograficznych metod prezentacji.

Autor oczekuje dyskusji na temat generalizacji, która – co udało się udowodnić – nie ogranicza się do map wykonanych metodami jakościowymi. Historia kartografii pokazuje, że realizacja takiego scenariusza jest możliwa. Po ukształtowaniu modelu mapy ogólnogeograficznej głównym przedmiotem zainteresowania stały się mapy tematyczne. Autor ma nadzieję, że zachodzi tu analogia i niniejsza praca będzie zaczątkiem nowego kierunku badawczego kontynuującego rozwój kartografii jako nauki i działalności praktycznej.

Znaczenie aplikacyjne

Przeprowadzone badania mają również aspekt aplikacyjny. Model generalizacji pomaga w zrozumieniu istoty generalizacji w odniesieniu do map statystycznych, a tym samym wydatnie przyczynić się do poprawy jakości opracowań. Wyróżnione operatory generalizacyjne funkcjonują w środowisku cyfrowym i w związku z tym ich wykorzystanie ułatwia opracowanie map statystycznych w praktyce. Praktyczne znaczenie ma również zaproponowany algorytm wspomagający podejmowanie decyzji odnośnie poziomu i stopnia generalizacji, którego zastosowanie może usprawnić opracowanie optymalnie zgeneralizowanych map statystycznych.

Wykaz cytowanych publikacji

- Cebrykow P., 2005, *Metoda wygładzania kartogramu jako alternatywa dla tradycyjnych sposobów wykonywania map izopletowych*. „Polski Przegląd Kartograficzny” T. 37, nr 1, s. 3–12.
- Cebrykow P., 2007, *Nowa jakość generalizacji w metodzie izoplekowej*. [w:] „Współczesne problemy metodyki kartograficznej”, red. M. Sirko, P. Cebrykow. „Prace i Studia Kartograficzne” T. 1, s. 132–138.
- Chrobak T., 2007, *Podstawy cyfrowej generalizacji kartograficznej*. Uczelniane Wydawnictwa Naukowo-Dydaktyczne AGH: Kraków.
- Głazewski A, Kałamucki K, Kowalski P.J., Stankiewicz M., 2015, *Podstawy wizualizacji kartograficznej*, UMCS, Lublin.
- Iwaniak A., Paluszyński W., Żyszkowska W., 1998, *Generalizacja map numerycznych – koncepcje i narzędzia*, cz. 2. „Polski Przegląd Kartograficzny” T. 30, nr 3, s. 163–172.
- Jenks G. F., 1963, *Generalization in statistical mapping*. Annals of the Association of American Geographers, Vol. 53, nr 1, s. 15–26.
- Karsznia I., 2015, *Metodyka generalizacji wybranych elementów Bazy Danych Ogólnogeograficznych*. Wydział Geografii i Studiów Regionalnych UW: Warszawa.
- Kostrubiec B., 1972, *Analiza zjawisk koncentracji w sieci osadniczej. Problemy metodyczne*. „Prace geograficzne”, nr 93.
- Kozioł K., 2012, *Operatory generalizacji warstwy zabudowy*. „Roczniki Geomatyki” T. 10, z. 7(57), s. 45–57.
- Kraak M.-J., Ormeling F., 2010, *Cartography, Visualization of Spatial Data*, Third Edition, The Guilford Press, New York.
- McMaster R. B., Shea K. S., 1992, *Generalization in Digital Cartography*. Association of American Geographers: Washington.
- Moles A., 1971, *Teoria informacji a przekaz kartograficzny*. „Przegląd Zagranicznej Literatury Geograficznej” T. 11, nr 1, s. 12–17.
- Mościbroda J., 2000, *Teoretyczne i praktyczne aspekty modelowania map izopletowych*. W: *Główne problemy współczesnej kartografii. Złożoność, Modelowanie, Technologia*, red. W. Pawlak. Uniwersytet Wrocławski: Wrocław, s. 61–73.
- Nyangweso D. O., Njoroge T. M., Siriba D. N., 2016, *Cartographic Generalization in Multi-scale Environment: Case study of Lamu County, Kenya*, „International Journal of Science and Research” (IJSR) (online) (<https://www.ijsr.net/archive/v5i9/ART20161673.pdf>, dostęp .02.2017)

- Paślawski J., 1992b, *Kartogram jako forma prezentacji kartograficznej*. Rozprawy Uniwersytetu Warszawskiego: Warszawa.
- Paślawski J. (red.), 2006, *Wprowadzenie do kartografii i topografii*, Nowa Era: Warszawa.
- Ratajski L., 1967, *Phenomenes des points de generalization*. „International Yearbook of Cartography” Vol. 7, pp. 143–151.
- Ratajski L., 1973a, *Rozważania o generalizacji kartograficznej, cz. 1*, „Polski Przegląd Kartograficzny” T. 5, nr 1, s. 49–55.
- Ratajski L., 1973b, *Rozważania o generalizacji kartograficznej, cz. 2*. „Polski Przegląd Kartograficzny” T. 5, nr 3, s. 103–110.
- Ratajski L., 1989, *Metodyka kartografii społeczno-gospodarczej*. Polskie Przedsiębiorstwo Wydawnictw Kartograficznych: Warszawa.
- Robinson A., Sale R., Morrison J., 1988, *Podstawy kartografii*. PWN: Warszawa.
- Sydow E., 1866, *Drei Kartenklippen*. „Geogr. Jahrbuch” Bd. 1, s. 348–361.
- Szewczuk J., 1975, *Miejsce metody izarytmicznej (izoplekowej) wśród metod kartograficznych*. „Polski Przegląd Kartograficzny” T. 7, nr 2, s. 49–55.
- Virrantaus K., Fairbairn D., 2008, *Program badawczy Międzynarodowej Asocjacji Kartograficznej w zakresie kartografii i nauki o informacji geograficznej*. „Polski Przegląd Kartograficzny” T. 40, nr 1, s. 7–20.
- Xiao Z., Yang B., Zhang H., 2014, *Rule-base Generalization Method on Large-Scale Topographic Map*. „The International Archives of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences” Vol. XL–4, s. 305–310.
- Żyszkowska W., Spallek W., Borowicz D., 2012, *Kartografia tematyczna*. PWN: Warszawa.

d) Omówienie pozostałych osiągnięć naukowo-badawczych

Pozostałe osiągnięcia naukowe wynikają z moich zainteresowań badawczych, ukształtowanych już w okresie studiów geograficznych na specjalności kartografia. Zainteresowania te były i są związane z problemami metodyki kartograficznej prezentacji oraz kartograficznej metody badań. Te dwa główne nurty uzupełniają kolejne, które można określić jako kartoznawstwo (historia kartografii) i redagowanie map tematycznych. Wyniki moich badań prezentowałam podczas międzynarodowych i krajowych konferencji naukowych oraz opublikowałam w postaci artykułów naukowych, rozdziałów w monografiach i map tematycznych.

Metodyka kartograficznej prezentacji oraz kartograficzna metoda badań, choć mają charakter dociekań teoretycznych, to jednak były przeze mnie łączone z praktyką kartograficzną.

Osiągnięcia naukowe przed uzyskaniem stopnia doktora związane są z następującymi tematami badawczymi:

1. Problemy redakcyjne map tematycznych w dużych skalach
2. Nowe techniki w redagowaniu i aktualizowaniu planów miast
3. Nowe możliwości wizualizacji w kartografii komputerowej
4. Metodyka prezentacji kartograficznej

Pierwsze moje prace badawcze dotyczyły problemów redagowania map wielkoskalowych, w tym planów miast [Cebrykow 1998 VII.2]. W ramach tego kierunku moim osiągnięciem jest obszerna analiza użytkowania ziemi dwóch parków krajobrazowych Chełmskiego i Sobiborskiego na potrzeby opracowania planu ochrony parków. Wyniki tej analizy przedstawiłem w formie map użytkowania ziemi i bazy danych GIS, którą opracowałem wykorzystując techniki interpretacji zdjęć lotniczych. Opracowania te miały charakter prekursorski dla badanych parków ze względu na zastosowanie technologii komputerowej i oryginalnego podejścia w wydzielaniu zróżnicowanych zbiorowisk leśnych, torfowisk i obszarów podmokłych, oraz ukazania sukcesji leśnej. Efekt badań był prezentowany na konferencji *Renaturyzacja obiektów przyrodniczych – aspekty ekologiczne i gospodarcze* oraz zostały opublikowane drukiem [Cebrykow i in. 2000 VII.3]. Opracowanie to wykonałem w zespole kierowanym przez dr. K. Kałamuckiego.

Kolejnym ważnym osiągnięciem jest opracowanie dotyczące nowych możliwości związanych z ekranową wizualizacją kartograficzną. Wspólnie z dr. M. Meksutą określiłem wpływ możliwości regulacji monitora CRT na klasyczne Bertainowskie zmienne graficzne. W opracowaniu zwróciliśmy uwagę na dynamiczne modulowanie tych zmiennych, co było inspiracją do próby określenia dyna-

micznych zmiennych graficznych. Wyniki badań zostały przedstawione na XXIII Ogólnopolskiej Konferencji Kartograficznej i opublikowane drukiem [Meksuła, Cebrykow 2001 VII.4].

Nowe możliwości redagowania map tematycznych, które wynikały z upowszechnienia technik komputerowych stały się inspiracją do podjęcia przeze mnie badań z zakresu metodyki prezentacji kartograficznej. Badanie te stanowiły problematykę pracy doktorskiej poświęconej metodyce opracowywania map izopletowych z wykorzystaniem procedury wygładzania kartogramu. Opracowana metoda pozwala wykonywać mapy izopletowe z uwzględnieniem nieregularności pod względem powierzchni i kształtu pól podstawowych. W konsekwencji zaproponowany sposób daje możliwość wykonywania map izopletowych, zachowujących wolumen przedstawianego zjawiska. W wyniku zachowania tej właściwości mapy pozbawione są wielu wad, będących wynikiem stosowania tradycyjnego reprezentowania pól podstawowych przez jeden punkt cechowany.

Osiągnięcia naukowe po uzyskaniu stopnia doktora

Po uzyskaniu stopnia doktora kontynuowałem badania związane z metodyką prezentacji kartograficznej, które połączyłem z ich praktyczną weryfikacją. Polegało to na zastosowaniu wyników tych badań do analizy i prezentacji zagadnień z zakresu ochrony środowiska i geografii społeczno-ekonomicznej. Poszerzenie zainteresowań towarzyszyło kontaktom z przedstawicielami innych specjalności geograficznych i dyscyplin naukowych pokrewnych geografii. Osiągnięcia naukowe tego okresu można powiązać z kilkoma nurtami badawczymi:

1. Metodyka prezentacji kartograficznej
2. Kartograficzna metoda badań, teledetekcja
3. Kartoznawstwo i wykorzystanie map dawnych
4. Problemy redagowania map tematycznych
5. Generalizacja kartograficzna.

Ad 1. Badania związane z metodyką prezentacji kartograficznej prowadziłem na kilku płaszczyznach. Jedną z nich obejmowała aspekt wymierności map statystycznych wykonywanych metodą izopletową. Była to kontynuacja prac rozpoczętych w doktoracie. Badania skupiały się na określeniu okoliczności, które są przyczyną pojawiających się błędów na mapach izopletowych. Konkluzją tychże badań było potwierdzenie słuszności tezy, że wolumetryczna ocena map izopletowych jest optymalnym sposobem oceny ich poprawności. Zaprezentowałem również sposób wykonywania poprawnych map izopletowych, który zachowywał wolumen przedstawianego na mapie zjawiska. Wyniki badań

zostały opublikowane w „Polskim Przeglądzie Kartograficznym” [Cebrykow 2004 III.1, Cebrykow 2005 III.2].

W obrębie badań związanych z metodyką kartograficznej prezentacji dużą wagę przykładam do poprawności doboru metod prezentacji do wizualizacji konkretnych zjawisk natury społeczno-gospodarczej i politycznej. Jest to zagadnienie bardzo istotne, gdyż poprawny dobór metody i jej odpowiednio dobranych parametrów m. in. graficznych pozwala z dużym stopniem dokładności i wiarygodności odtworzyć na mapie stan rzeczywisty. Właściwie dobrane metody dają możliwość przedstawienia nie tylko stanów, ale również zmian w czasie. Przykładem tego kierunku jest obszerne opracowanie kartograficzne zmian rozmieszczenia ludności w Polsce w okresie od 1945 do 2012 roku. Całość opracowania obejmuje mapy przedstawiające stan rozmieszczenia ludności dla ośmiu przekrojów czasowych. Zbadano i przedstawiono również zmiany, jakie zachodziły pomiędzy tymi datami, w całym okresie i w wybranych przekrojach czasowych. Wykonane mapy potwierdziły słuszność wyboru metody izoplekowej jako metody prezentacji stanu zjawiska i jego zmian w czasie. Efekty badań zostały opublikowane w czasopiśmie z listy JCR [Cebrykow i in., 2015 I.1].

Prowadzone badania miały również przełożenie na praktykę kartograficzną, na gruncie której następowała weryfikacja teoretycznych ustaleń. Zebrane doświadczenia zostały wykorzystane do opracowania map wchodzących w skład opracowanego przez Urząd Statystyczny w Lublinie *Atlasu Statystycznego Województwa Lubelskiego*, które dotyczyły zagadnień demograficznych i politycznych [Cebrykow, Jakubowski 2014 X.2].

Prowadziłem również badania z zakresu prezentacji kartograficznej trwałości przebiegu granic, proponując oryginalny sposób prezentacji typologii zmian granic administracyjnych na przykładzie województwa lubelskiego [Cebrykow i in., 2013 II.1]. Przywołany artykuł zawierał również aspekty związane z kartograficzną metodą badań, bowiem analiza była prowadzona na mapach stanów. Zwracałem uwagę i proponowałem rozwiązania problemu różnego stopnia generalizacji źródeł kartograficznych, które posłużyły do opracowania spójnej bazy danych o tym samym poziomie szczegółowości i dokładności.

Praktyczna weryfikacja wyników moich badań nad metodyką prezentacji kartograficznej dotyczyła przede wszystkim wizualizacji charakterystyk natury ilościowej, jednak nie ograniczała się tylko do nich. Wykorzystałem je również do prezentacji zagadnień jakościowych. Przykładem może być prezentacja tematów związanych z dziedzictwem kulturowym na mapie wchodzącej w skład załącznika kartograficznego do Planu Ochrony Roztoczańskiego Parku Narodowego [Cebrykow i in., 2013 IX.1].

Dużym osiągnięciem jest praca redakcyjno-kartograficzna nad opracowaniem i wydaniem *Atlasu Podziemia Niepodległościowego 1944–1956* pod red. prof. dr. hab. R. Wnuka. Uczestniczyłem w zespole kartografów, którzy wykonali całość prac kartograficznych. Mój wkład, oprócz opracowania kartograficznego kilkudziesięciu map dla większości województw Polski, polegał na wyborze formy prezentacji zagadnień jakościowych i ilościowych. Rezultaty prac kartograficznych nad Atlaseм prezentowałem na XXXII Ogólnopolskiej Konferencji Kartograficznej w Nałęczowie, w formie posteru. Atlas znalazł duże uznanie, czego dowodem był otrzymany prestiżowy tytuł „Książki Historycznej Roku” o Nagrodę im. Oskara Haleckiego w konkursie pod patronatem Prezydenta RP [Cebrykow i in., 2007 XII.18].

Ad 2. Ważną rolę w moich pracach naukowych odgrywała kartograficzna metoda badań, Uważam, że obok analiz przestrzennych i modelowania należy ona do wiodących kierunków współczesnej kartografii. Kartograficzną metodę badań wykorzystywałem do zgłębiania zagadnień z zakresu ochrony środowiska, turystyki oraz geografii społeczno-ekonomicznej. Jest to bardzo obszerny zakres mojej działalności naukowej, która w tym wypadku miała charakter interdyscyplinarny. Realizowana była we współpracy z kartografami i ze specjalistami z dziedzin, których dotyczyła problematyka opracowań. Podejmowane tematy polegały na próbie odpowiedzi na pytanie, czy istnieje korelacja między atrakcyjnością obszarów pod względem turystycznym, wyrażonym przez objęcie ich różnymi formami ochrony przyrody, a rozwojem infrastruktury turystycznej na przykładzie gmin położonych w dolinie rzeki Wieprz. Przeprowadzone analizy przestrzenne wykorzystania walorów turystycznych doliny Wieprza wykazały nierównomierność w zagospodarowaniu turystycznym, skupiającą się w obrębie obszarów chronionych Rostocza i gminie Firlej. Konkluzją badań przeprowadzonych wspólnie z W. Kałamucką i K. Kałamuckim było wskazanie celowości opracowania spójnego programu rozwoju turystyki w dolinach rzecznych województwa i konieczność uwzględnienia w nim ich specyfiki – zróżnicowania stopnia ochrony oraz naturalnej wrażliwości na degradację, związanej z występowaniem siedlisk wilgotnych. Wyniki badań były prezentowane podczas konferencji PAEK [Cebrykow i in., 2012 III.4].

Ważnym osiągnięciem łączącym kartografię z problematyką krajobrazową i obszarów chronionych było zwrócenie uwagi na rolę mapy w działaniach związanych z zarządzaniem obszarami chronionymi, na przykładzie zarządzania systemami krajobrazowymi w Rostoczańskim Parku Narodowym. Wnioski potwierdziły konieczność uwzględnienia w tym procesie szerszego kontekstu obejmującego również obszary wokół parku. Wizualizacja kartograficzna doskonale podkreśliła spójność i systemowość obszarów [Cebrykow i in., 2012 III.3].

Za ważne osiągnięcie potwierdzające wartość kartograficznej metody badań uznaję wyniki prac związanych z opracowaniem map do Projektu Planu Ochrony Roztoczańskiego Parku Narodowego. Jako jeden z członków zespołu wykonałem szereg analiz przestrzennych, których efektem było opracowanie kilkunastu map prezentujących między innymi: wartości kulturowe obszaru, waloryzację wartości przyrody nieożywionej, waloryzację krajobrazu i kierunki jego ochrony, ochronę gatunkową roślin i zwierząt oraz wiele innych. Mapy stanowiły wyniki analiz przestrzennych związanych z uwarunkowaniami geograficzno-przyrodniczymi parku a także formę wizualizacji najważniejszych zagadnień zawartych w projekcie planu ochrony RPN. Całość opracowania została wydana drukiem w postaci monografii *Environment and Human Being. Cartographic monograph* [Cebrykow i in., 2013 IX.1–IX.10]. Powstałe na podstawie badań i analiz mapy potwierdzały argumenty przedstawione we wniosku o utworzenie Transgranicznego Rezerwatu Biosfery Roztocze [Cebrykow i in. 2015 V.III].

W obrębie kartograficznej metody badań należy zlokalizować podjęty przeze mnie kierunek badawczy mający na celu potwierdzenie tezy o wskaźnikowym charakterze zmian rozmieszczenia ludności w odniesieniu do definiowania obszarów peryferyjnych. Otrzymane rezultaty nie do końca potwierdziły słuszność tej tezy, pomimo obiecujących efektów, które w dużej części dawały podobny zasięg wyznaczonych stref peryferyjnych do tych, które wyznaczono dedykowanymi metodami. W konkluzji podkreśliłem, że dla lepszych efektów należy przyjąć dodatkowe założenia, które komplikują metodykę czyniąc propozycję mniej atrakcyjną. Wyniki zostały zaprezentowane na międzynarodowej konferencji i opublikowane w postaci artykułu [Cebrykow i in. 2015 II.2].

Kolejnym tematem, którego podjęcie przyniosło interesujące rezultaty, była analiza zmian leśności w XX w. na obszarach chronionych Roztocza. Wyniki tych badań uznaję za ważne osiągnięcie, między innym dlatego, że Roztocze potraktowano w tym opracowaniu całościowo poddając analizie obszary leżące zarówno po stronie polskiej, jak i ukraińskiej. Badania te wykazały częściowe zależności między kolejnymi etapami tworzenia systemu obszarów chronionych a zmianami leśności. Mój udział w tym opracowaniu polegał na przygotowaniu bazy danych o lasach Roztocza w poszczególnych badanych okresach oraz wykonanie części analiz przestrzennych i wynikowych map tematycznych. Artykuł został opublikowany w czasopiśmie indeksowanym w JCR – „Annual Set The Environment Protection” [Cebrykow i in. 2016 I.2].

Ad 3. Równoległe z kierunkiem badawczym związanym z metodyką prezentacji kartograficznej i kartograficzną metodą badań w obszarze moich zainteresowań ważną rolę odgrywała problematyka dotycząca kartoznawstwa i wykorzystania map dawnych do badań nad zmianami środowiska przyrodniczego. Oceniałem przydatność map do analiz zmian pokrycia terenu a także do określenia

elementów dziedzictwa kulturowego dla obszarów objętych granicami Roztoczańskiego Parku Narodowego. W efekcie zestawiłem mapy, określając ich przydatność do wzmiankowanych zastosowań. Efekty badań przedstawiłem na konferencji zorganizowanej z okazji 40-lecia RPN oraz opublikowałem jako rozdział monografii [Kałamucki, Cebrykow 2013 VII.5]. Przedstawioną problematykę rozszerzyłem do obszaru całego Roztocza a później całej Lubelszczyzny. W obrębie tej problematyki zwracałem uwagę na zagadnienie porównywalności materiałów opracowanych w różnych skalach oraz brak jednolitego materiału kartograficznego dla wybranych przedziałów czasowych. Analizę źródeł kartograficznych ograniczyłem do map w skalach topograficznych wykonanych od schyłku I Rzeczypospolitej do 1939 r. Wyniki dociekań zostały ogłoszone na Międzynarodowych Warsztatach Roztoczańskiego Parku Narodowego we Lwowie oraz opublikowane drukiem [Cebrykow i in. 2015 VII.6, Cebrykow 2015 VII.7].

Ad 4. Bardzo obszernym kierunkiem badań ściśle powiązanych z praktyką kartograficzną jest podnoszenie jakości rozwiązań metodycznych prezentacji na mapach krajoznawczych, turystycznych, ochrony przyrody i innych mapach tematycznych. Przykładem takiego podejścia jest wykonane we współpracy z Roztoczańskim Parkiem Narodowym obszerne opracowanie kartograficzne pt. *Roztocze. Różnorodność przyrodnicza i dziedzictwo kulturowe*, złożone z trzech map w skali 1:75 000 obejmujących obszar od Kraśnika do Lwowa. Opracowanie to stanowi rezultat kilkunastoletnich prac naukowych zespołu autorskiego, a moja znacząca w nim rola polegała m.in. na rozpoznaniu aktualnego stanu pokrycia terenu po stronie polskiej i ukraińskiej, ustaleniu przebiegu elementów liniowych infrastruktury turystycznej oraz dokonaniu analizy wybranych elementów zakresu treści opracowania. Mapy były prezentowane na międzynarodowej konferencji we Lwowie w marcu 2016 r. Zostały też wyróżnione przez Ukraiński Instytut Leśnictwa oraz uzyskały pierwszą nagrodę w XXV Jubileuszowym Ogólnopolskim Przeglądzie Książki Krajoznawczej i Turystycznej w kategorii „Mapy i atlasy”, zorganizowanym w ramach Międzynarodowych Targów Turystycznych TOURSALON 2017 w Poznaniu. Ponadto mapa ta uzyskała pierwsze miejsce w konkursie Mapa roku 2015 organizowanym przez Stowarzyszenie Kartografów Polskich.

W formie kartograficznego opracowania zostały przedstawione badania dotyczące transportu zrównoważonego w obszarach chronionych na pograniczu polsko-słowackim (województwo podkarpackie i kraj preszowski), wykonywanych w ramach międzynarodowego projektu unijnego ACCESS2MOUNTAIN [Cebrykow i in. V.1]. Opracowałem założenia redakcyjne prezentacji kartograficznej tych regionów na tle hierarchicznego systemu komunikacyjnego. Dodatkowo przeprowadziłem analizy dostępności prezentowanych obszarów drogowym transportem publicznym w województwie podkarpackim i kraju preszowskim i wyniki tych analiz przedstawiłem w formie kartodiagramów wstęgowych.

Równie ważnym opracowaniem kartograficznym o charakterze monograficznym jest mapa Transgranicznego Rezerwatu Biosfery Polesie Zachodnie [Cebrykow i in. 2014 VI.2]. Mapa przedstawia wyniki badań nad aktualnym stanem wybranych obszarów chronionych Polski, Ukrainy i Białorusi wchodzących w skład TRB Polesie Zachodnie w aspekcie stanu i rozwoju turystyki na prezentowanym obszarze. Powstała ona we współpracy z pracownikami parków narodowych z Polski, Ukrainy i Białorusi. W opracowaniu wykorzystałem swoją wiedzę, umiejętności i doświadczenie z zakresu redagowania map tematycznych poświęconych zagadnieniom turystyki i ochrony przyrody.

Oprócz dotychczas zaprezentowanych monograficznych opracowań kartograficznych, uważam za wartościową mapę pt. *Parki krajobrazowe województwa lubelskiego*. Opracowanie to zawiera wszystkie najważniejsze formy ochrony przyrody województwa lubelskiego w tym granice terenów chronionych o charakterze międzynarodowym, jaką są obszary Natura 2000 przedstawione w sposób przejrzysty i czytelny. Mapa jest pierwszym kompleksowym kartograficznym opracowaniem obszarów i obiektów chronionych w województwie w skali 1:300 000 [Cebrykow i in. VI. 1].

Ad 5. Problematyka generalizacji kartograficznej była zawsze ważną częścią moich naukowych zainteresowań. W dużej mierze była ona konsekwencją prowadzonych badań z zakresu metodyki prezentacji kartograficznej oraz kartograficznej metody badań, zagadnień które są ściśle powiązane z generalizacją kartograficzną. Opracowana wcześniej przeze mnie metoda wykonywania map izopletowych posłużyła jako przykład nowych możliwości sterowania stopniem generalizacji obrazu zjawiska na mapach opracowanych tą metodą. Wykazałem, że możliwe jest pozbycie się ograniczenia wynikającego z użycia pól podstawowych agregowanych na kilku stopniach podziału administracyjnego. Wyniki zostały przedstawione w referacie wygłoszonym na XXXII Ogólnopolskiej Konferencji Kartograficznej oraz opublikowane jako rozdział monografii [Cebrykow 2007 VIII.3].

Do pozostających osiągnięć poza głównymi nurtami moich zainteresowań zaliczam udział w opracowaniu Mapy Sozologicznej Polski w skali 1:50 000 arkusz Siedliszcze, w którym pełniłem rolę Konsultanta Naukowego i byłem współautorem kompleksowego opisu środowiska przyrodniczego obszaru. Opracowanie to, choć jednostkowe, uważam za wartościowe zarówno z naukowego, jak i praktycznego punktu widzenia. Innym przykładem mojej aktywności naukowej poza głównym nurtem badań była ocena roli oraz stanu wykorzystania map jako sposobu przekazu informacji o przestrzeni geograficznej zarządzanej przez lokalne samorządy województwa lubelskiego [Cebrykow 2005 VIII.1].

W swojej działalności naukowej wysoko oceniam efekty współpracy z historykami z Muzeum II Wojny Światowej, Muzeum Powstania Warszawskiego i Instytutu Pamięci Narodowej, która polegała na redagowaniu map będących ilustracją a czasem podsumowaniem badań historycznych. W sumie wykonałem kilkadziesiąt map do monografii naukowych, opracowań studialnych itp. Jestem również autorem, bądź współautorem ponad siedemdziesięciu map o tematyce krajoznawczo-turystycznej, z których kilkanaście było recenzowanych a 10 zostało wyróżnionych prestiżowymi wyróżnieniami i tytułami.

Interesujące wyniki otrzymałem z badań mających charakter teledetekcyjny, który był powrotem do zainteresowań związanych z fotointerpretacją zdjęć lotniczych miast. Jako członek zespołu podjąłem się klasyfikacji terenów zieleni w Lublinie na podstawie zdjęcia satelitarnego IKONOS 2. Wyniki prac opublikowano drukiem [Cebrykow i in. 2016 III.5].

