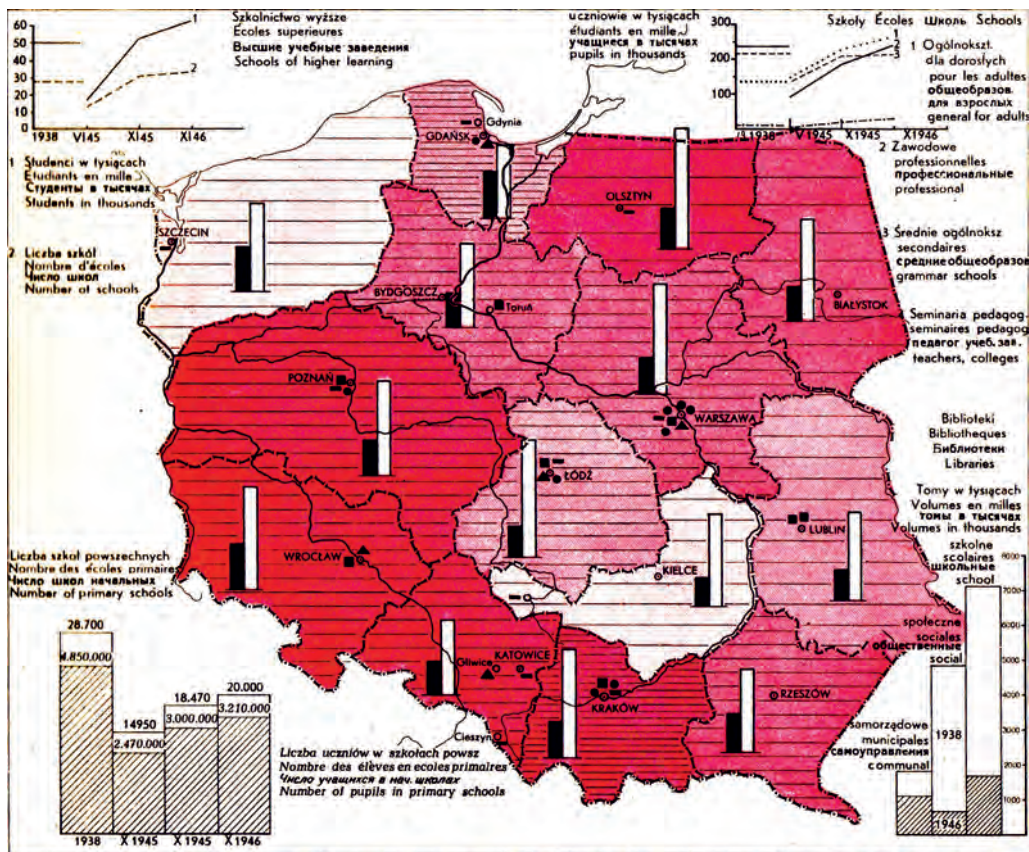


Wprowadzenie

Kartografia, jako dyscyplina naukowa oraz działalność praktyczna, podlega od kilku dekad intensywnym zmianom za sprawą dynamicznego rozwoju technologicznego. Dzięki technologii, a zatem nowym mediom i środkom wyrazu, pojawiają się możliwości, a wraz z nimi – problemy i wyzwania. Przykładem rozwiązania, będącego konsekwencją nowych możliwości technologicznych i nowego sposobu podejścia do pracy z informacją przestrzenną, są geowizualizacje wieloelementowe (ang. *coordinated and multiple views, CMV*). Składają się one z kilku modułów (okien, paneli), widocznych jednocześnie i połączonych ze sobą interaktywnie, przez co prezentują dane przestrzenne za pomocą różnych form, w tym map (Roberts 2007). Takie opracowania uznawane są przez niektórych autorów za jedno z bardziej obiecujących rozwiązań geowizualizacji (Koua, MacEachren i Kraak 2006), choć pojawiały się również opinie o ich niewielkiej użyteczności (Andrienko i Andrienko 2007). Ich zaletą jest możliwość prezentacji dużych ilości danych, które użytkownik może interaktywnie eksplorować w dogodny dla siebie sposób.

Warto jednak zauważyć, że sama idea łączenia różnych środków wyrazu z mapą – choć z mapą w formie statycznej i papierowej – nie jest rozwiązaniem nowym. Stosuje się je obecnie i stosowano w przeszłości (ryc. 1), *de facto* od kilku stuleci. Mapa statyczna łączona jest często z innymi formami na różne sposoby i w rozmaitych konfiguracjach. Zakres rozwiązań obejmuje między innymi takie, jak:

- tekst jako uzupełnienie mapy, na przykład jako komentarz do mapy geologicznej,
- mapa jako uzupełnienie tekstu, na przykład w przewodniku turystycznym,
- mapa i wykres, których treści się wzajemnie uzupełniają, na przykład na arkuszu w atlasie (ryc. 1).



Rycina 1. Przykład zastosowania różnych form prezentacji danych na jednym arkuszu atlasowym z roku 1947 (zmniejszenie do 80% oryginału)

Źródło: J. Kondracki (1947)

Łączenie form prezentacji jest często spotykane również w atlasach narodowych i tematycznych, w których obok map często umieszcza się diagramy, fotografie i tekst. Jest to jedna z tendencji wyróżnionych przez W. Ostrowskiego i J. Ostrowskiego (2014) na podstawie analizy wybranych atlasów państw europejskich. Jak zauważają autorzy, te dodatkowe elementy, niewątpliwie wzbogacające treść atlasów, są istotnym i poglądowym uzupełnieniem map.

Mapa stanowi bowiem jeden ze sposobów prezentacji danych i w związku z tym na gruncie semiotyki stawiana jest obok innych konstrukcji graficznych (Bertin 1983). Każda z tych konstrukcji pełni inne funkcje i cechuje się innymi walorami. W kontekście prezentacji danych przestrzennych, w takim zestawieniu, mapa – o specyficznych cechach

i możliwościach niedostępnych dla wielu innych form – pełni ważną, często pierwszoplanową funkcję. Już w latach 70. XX wieku W. Ostrowski (1970), precyzując zadania metakartografii jako gałęzi nauki, porównywał mapę z innymi rodzajami przekazu informacji w celu poszukiwania optymalnych sposobów prezentacji związków i układów przestrzennych. Opracowania kartograficzne nie są bowiem postrzegane jako jednolita forma, na przykład jedynie w postaci klasycznych map. A.M. Berlant (1993a; 1993b; 2000), proponując dziedzinę geoikoniki i koncepcję geoprzedstawień (a później hipergeoprzedstawień), zwrócił uwagę na różnorodność form prezentacji informacji przestrzennej. Ujęcie to było z powodzeniem kontynuowane przez Z. Kozieła (2001; 2003; 2014a), który jako geokompozycję określił kompozycje multimedialne, obejmujące ujęcia graficzne, dźwiękowe czy wideo odnoszące się do powierzchni Ziemi i całej geosfery. Autor wskazał na zalety geokompozycji polimorficznych (obejmujących różne formy). Ponadto zauważył, że jest to prezentacja, która może przyczynić się do ukazania rangi map. Podejście takie widoczne jest również w multisensorycznych opracowaniach, które mają łączyć różne kanały sensoryczne, np. wizualne, słuchowe, dotykowe (Konopska i Kamiński 2020). Przykładem tego jest przedstawiony przez B. Konopską i M. Kamińskiego (2020) mobilny przewodnik w formie aplikacji.

Zróznicowanie środków wyrazu w postaci multimediiów było i jest postrzegane jako rozwiązanie o dużym potencjale dla rozwoju map i kartografii w ogóle. Zwrócili na to uwagę A. Czerny i współautorzy (1999), wskazując, że technologia multimedialna umożliwia łączenie map z innymi środkami przekazu (np. tekstem, tabelą, wykresami, zdjęciami lotniczymi, dźwiękiem), zarówno statycznymi, jak i dynamicznymi. Mapa funkcjonuje w takich opracowaniach jako część składowa systemu multimedialnego. Zainteresowanie potencjałem tego typu opracowań miało odbicie na przykład w tytule XXXVII Ogólnopolskiej Konferencji Kartograficznej „Kartografia w multimediami. Multimedia w kartografii” (Kozieł 2014b) czy w tytule tomu tematycznego „Multimedia Cartography” czasopisma naukowego „ISPRS International Journal of Geo-Information” (2021).

Geowizualizacje wieloelementowe, łączące różne formy prezentacji, w tym mapy, mogą być zatem postrzegane jako ulepszenie i ułatwienie technologiczne wcześniej znanych rozwiązań stosowanych w węższej formie, ale jednocześnie jest to nowy typ opracowań o dużych możliwościach i nowych problemach redakcyjnych. Wprowadzenie interaktywności, czyli funkcji interaktywnych, pozwalające na oddziaływanie użytkownika na mapę, m.in. na jej wygląd oraz zakres treści, w takich zestawieniach form prezentacji daje nowe możliwości, ale również przynosi wyzwania.

Interaktywność przyczynia się do zmiany sposobu pracy z tego typu opracowaniami, oferując nowe podejście do analizy i poznawania przez użytkownika prezentowanych danych. Geowizualizacje wieloelementowe posiadają duży potencjał dla efektywnej eksploracji dużych i złożonych zestawów danych, jednak jak każde nowe opracowanie potrzebują one stosownej oceny. Wskazywany był między innymi problem ich ograniczonego zastosowania (Andrienko i Andrienko 2007), zatem zrozumienie, w jaki sposób użytkownicy uczą się tego typu opracowań i jak można im w tym pomóc, wydaje się kluczowe dla ich spopularyzowania.

Geowizualizacje wieloelementowe to kolejny przykład rozszerzania formy i funkcji mapy, od map statycznych, przez dynamiczne do interaktywnych. Tak więc obok map statycznych istnieją inne rozwiązania rozszerzające ujęcie mapy, a tym samym kartografii. Wśród nich można wymienić: mapy animowane – jako konsekwencję zastosowania zmiennych dynamicznych, mapy soniczne – wykorzystujące dźwięk, mapy interaktywne. Zestawienie mapy z innymi formami w interaktywnym kontekście, w postaci wieloelementowych geowizualizacji – to kolejny przejaw takiej ewolucji formy i funkcji mapy.

Stale zatem rozszerza się zakres zadań, jakie może spełniać mapa, i zakres kontekstów, w których jest ona stosowana. Powoduje to potrzebę określenia teoretycznych podstaw do poszerzenia katalogu zadań, ale również do uzasadnienia i oceny działań praktycznych w zakresie redakcji różnego typu opracowań kartograficznych, w tym geowizualizacji wieloelementowych. W dużej mierze dotychczasowe działania i wysiłki w odniesieniu do geowizualizacji wieloelementowych koncentrowały się na aspektach technologicznych (np. Robinson i współautorzy 2017a, Pezanowski i współautorzy 2018, Nazemi i Burkhardt 2019). Jak zauważył W. Ostrowski (1974a; 1998), specjalizacja dziedzin wiedzy przynosi jednocześnie tendencję do integracji nauk i przez to do jednorodnego rozpatrywania zagadnień podobnych do siebie. Wyrazem tego jest powstanie dyscyplin, w ramach których rozpatrywane są różne zjawiska pod kątem ich ogólnych aspektów funkcjonowania. Jako przykład takiej dyscypliny przywołuje między innymi semiotykę. Takie procesy można również dostrzec w ramach dyscypliny kartograficznej. Jednocześnie, jak zauważa autor, wykorzystanie w kartografii osiągnięć innych dziedzin wiedzy umożliwia opracowanie w jej ramach bardziej zwartego systemu, a także lepsze określenie stosunku kartografii do innych nauk.

Ogólna motywacja niniejszej pracy to odniesienie badań geowizualizacji wieloelementowych do semiotyki kartograficznej. Potrzebne jest do tego uzasadnienie i wskazanie adekwatności tej koncepcji teoretycznej do analizy i oceny opracowań geowizualizacji wieloelementowych. W świetle

semiotyki wśród ważnych kwestii redakcyjnych można wskazać: dobór danych podlegających symbolizacji, tłumaczenie znaczenia znaków w legendzie, która szczególnie mieści się w obszarze zainteresowania semantyki, a także sposób poznania prezentacji i jej zrozumienia przez użytkowników, co stanowi przedmiot analiz ważnego działu semiotyki, jakim jest pragmatyka. **Celem poznawczym** pracy jest ocena przydatności redundancji w trakcie projektowania geowizualizacji wieloelementowej. **Cel metodyczny** opracowania to rozwinięcie metodyki okulografii (*eye tracking*) w zakresie analizy danych w badaniach wieloelementowych narzędzi geowizualizacji; zwłaszcza wskazanie nowych obszarów zastosowania metody *eye tracking*, a tym samym rozszerzenie potencjału metody. Jako **cel użyteczny** można wskazać określenie sposobu poznania i wykorzystania geowizualizacji wieloelementowych przez niedoświadczonych użytkowników i na tej podstawie – formułowanie wskazówek dla osób projektujących tego typu opracowania, jak i przygotowujących materiały szkoleniowe wprowadzające do pracy z geowizualizacjami wieloelementowymi.

Efektem pracy jest sformułowanie modelu poznawania geowizualizacji wieloelementowej, który stanowi podstawę do zaproponowania rozszerzonego spojrzenia na legendę tego typu opracowań poprzez rozbudowanie jej – obok tradycyjnie ujmowanej symbolizacji – również o wymiar interaktywności. Innym efektem pracy, osiągniętym między innymi w wyniku przeprowadzonych badań empirycznych, jest rozwinięcie metodyki *eye tracking* poprzez zaproponowanie nowego ujęcia analiz danych uzyskanych za pomocą tej metody. Ponadto, przeprowadzone badania empiryczne pozwalają na ocenę przydatności geowizualizacji wieloelementowych dla niedoświadczonych użytkowników oraz sformułowanie zaleceń dla projektantów tego typu opracowań. Autorzy wieloelementowych geowizualizacji w trakcie prac projektowych mają do wyboru wiele rozwiązań, które pozornie tylko mogą cechować się podobną użytecznością. Jak określiła C. Brewer (1997), „prace empiryczne i eksperymentalne są najbardziej wiarygodnym sposobem na zweryfikowanie potocznych przekonań” (s. 218).

W konsekwencji **efekty** i osiągnięte cele obejmują nie tylko uporządkowanie dotychczasowej wiedzy, ale też – dzięki osadzeniu jej na gruncie teoretycznym – zaproponowanie nowych ujęć o charakterze syntetycznym: modelu poznawania geowizualizacji wieloelementowych, legendy tego typu opracowań oraz analizy danych *eye tracking* w trakcie badań opracowań interaktywnych.

Do realizacji wskazanych powyżej celów przeprowadzone zostały rozważania natury teoretycznej z zakresu kartografii i dyscyplin

pokrewnych, sposobu ujęcia badań z użytkownikami opracowań z tego zakresu. Następnie przedstawiono badania empiryczne, które pozwoliły na sformułowanie wniosków o charakterze zarówno praktycznym, jak i teoretycznym. Dzięki uwzględnieniu kontekstu semiotyki kartograficznej zostały sformułowane wnioski natury ogólnej, które pozwoliły na wyróżnienie płaszczyzn pomocnych w trakcie projektowania interfejsów geowizualizacji wieloelementowych.

Problematyka sposobu wykorzystania geowizualizacji wieloelementowych jest zagadnieniem badawczym znajdującym się w obszarze moich zainteresowań naukowych od około 2014 roku (Opach, Gołębiowska i Fabrikant 2014). Od początku moich działań badawczych koncentrujących się na geowizualizacjach wieloelementowych ważne dla mnie było zrozumienie roli legendy (Opach, Gołębiowska i Fabrikant 2014), co stanowiło kontynuację wcześniejszych zainteresowań badawczych w tym zakresie (Gołębiowska 2010; 2015). Poszerzyłam jednak obszar badań o problematykę przydatności redundancji (czyli powtórzenia treści) na mapach i w geowizualizacjach wieloelementowych (Gołębiowska, Opach i Rød 2017; Korycka-Skorupa i Gołębiowska 2020) oraz sposobu zrozumienia tych geowizualizacji przez nowych użytkowników (Gołębiowska, Opach i Rød 2020). W badaniach empirycznych prowadzonych przeze mnie w ostatnim okresie (np. Gołębiowska i Çöltekin 2020; Słomska-Przech i Gołębiowska 2021) wielokrotnie korzystałam z metody *eye tracking*, badając zarówno opracowania interaktywne, jak i mapy statyczne (Havelková i Gołębiowska 2019), dzięki czemu miałam możliwość poznania potencjału tej metody w odniesieniu do badań różnego typu opracowań kartograficznych.

W niniejszym opracowaniu koncentruję się na wybranych badaniach, które realizowane były w ramach kierowanego przeze mnie projektu naukowego finansowanego przez Norwegian Research Council. Projekt obejmował między innymi przeprowadzenie badań empirycznych na Norweskim Uniwersytecie Nauki i Technologii w Trondheim. Wyniki tych badań rozwijane są dalej w ramach kierowanego przeze mnie projektu finansowanego przez Narodowe Centrum Nauki. Część tych rozważań i wyniki badań empirycznych zostały opublikowane (Gołębiowska, Opach i Rød 2017; 2020), jednak badania prezentowane w niniejszym opracowaniu są osadzone w szerszym niż dotychczas kontekście zarówno samej dyscypliny kartograficznej, jak i dyscyplin pokrewnych (rozdziały 1–1.2), semiotyki kartograficznej (rozdziały 1.3–1.4), i konkretnych problemów o charakterze teoretycznym (rozdział 2.4). Również analiza danych została rozszerzona (rozdział 5). W formułowaniu wniosków i w interpretacji uzyskanych wyników wspierałam się ponadto wiedzą

zebraną w trakcie innych powiązanych – tematycznie, problemowo lub metodycznie – badań empirycznych, które prowadziłam w ciągu ostatnich lat (np. Słomska-Przech i Gołębiowska 2020; Gołębiowska i Ćółtekin 2020). Wszystko to stanowi podstawę do sformułowania nowych, bardziej ogólnych wniosków, przedstawionych w rozdziale 7.

Praca zbudowana jest z ośmiu rozdziałów. W rozdziale otwierającym zarysowałam pozycję kartografii w kontekście kilku pokrewnych ujęć innych dyscyplin naukowych. Zaznaczyłam również rolę semiotyki w kartografii, a w szczególności zwróciłam uwagę na możliwości wykorzystania semiotyki kartograficznej w przygotowaniu i analizie wyników badania geowizualizacji wieloelementowych. W kolejnym rozdziale przybliżyłam pojęcie geowizualizacji wieloelementowych, a także wskazałam na problemy związane z ich projektowaniem. W rozdziale trzecim podjęłam temat potrzeby badań użyteczności w kartografii i geowizualizacji – ze szczególnym uwzględnieniem tych, które wykorzystują metodę *eye tracking*. Kolejne trzy rozdziały zawierają opis i analizę przeprowadzonych przeze mnie badań empirycznych, które miały na celu zweryfikowanie rozważań teoretycznych i udzielenie odpowiedzi na postawione pytania badawcze. W ich centrum postawiłam proces uczenia się nieznanego narzędzia wieloelementowego i przydatność redundancji w tego typu opracowaniach. Analizy te skierowały moją uwagę na semantykę kartograficzną. Ze względu na prowadzenie badań z użytkownikami geowizualizacji wieloelementowej, szczególne znaczenie ma ich pragmatyczny aspekt. Z kolei w rozdziale siódmym przedstawiłam wnioski sformułowane w nowym kontekście na podstawie uzyskanych wyników i analiz kartograficznych. Umożliwiło to zaprezentowanie rozszerzonego ujęcia legendy badanych geowizualizacji oraz zaproponowanie modelu poznawania geowizualizacji wieloelementowych. Pracę zamyka podsumowanie, w którym oceniam znaczenie kartografii jako dyscypliny w badaniach geowizualizacji wieloelementowych, wskazując także na potrzebę dalszych badań.