

# 1. | Kartografia, geowizualizacja, GIScience – dyscypliny i współczesne wyzwania

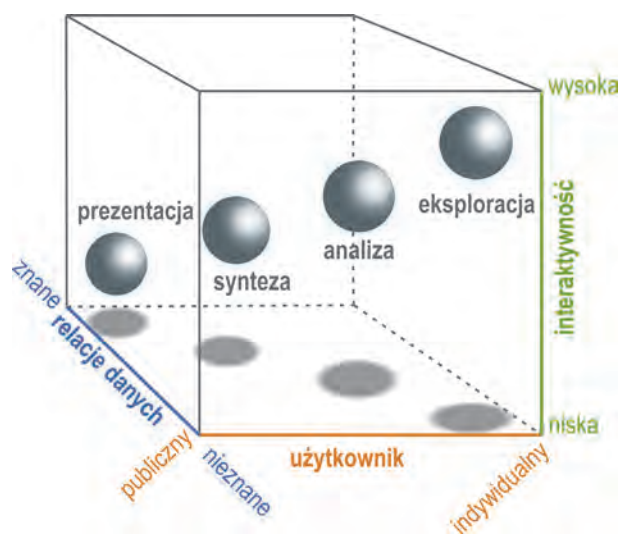
## 1.1. Różne ujęcia, pokrewne wyzwania

Kartografia to termin funkcjonujący w publikacjach od wieków, jednak sformułowanie definicji kartografii jako nauki i dziedziny działalności praktycznej człowieka, która byłaby przyjęta bez zastrzeżeń, było i nadal pozostaje wyzwaniem. Międzynarodowa Asocjacja Kartograficzna definiuje kartografię jako dyscyplinę, która zajmuje się sztuką, nauką i technologią redakcji i użytkowania map (Griffin, Robinson i Roth 2017). Formułowane były inne definicje, również na gruncie polskiej kartografii (np. Makowski 2005, Ostrowski i Paślawski 2006, Medyńska-Gulij 2021), które nierzadko funkcjonowały równolegle. Różnice między nimi wskazywały na kładzenie nacisku na inne aspekty i funkcje mapy, były również efektem innego czasu ich sformułowania, a także stojącego za nimi spojrzenia na kartografię jako naukę.

Sformułowanie pełnej definicji kartografii jest jeszcze trudniejsze obecnie, gdy dyscyplina ta podlega wpływom związanym z intensywnym rozwojem technologicznym, więc jej definicja naturalnie ewoluuje. Zmiany technologii dotyczą szeregu aspektów, które rzutują zarówno na charakter map, jak i sposób ich opracowania oraz użytkowania. Po pierwsze, jest to ogromna ilość dostępnych danych, różnorodność ich rodzajów, ale również wielka ich dynamika i szybka dezaktualizacja. Po drugie, znacznie zmienia się technologia opracowania map: powstają oprogramowania o zwiększających się możliwościach, a także dostępności. Pociąga to za sobą zmianę roli, zakresu aktywności i oczekiwań użytkowników map. Zmiany te, mimo że stanowią wyzwanie dla kartografii, są jednocześnie powodem wzrostu rangi zarówno dyscypliny kartograficznej, jak i samych map w społeczeństwie informacyjnym (Gartner i Huang 2016).

Wraz z wyłonieniem się wyzwań związanych z dynamicznym rozwojem technologicznym pojawiły się koncepcje, które sytuują dyscyplinę

kartograficzną w nowym kontekście. Termin „wizualizacja geograficzna”, lub w skrócie „geowizualizacja”, jest jednym z częściej wykorzystywanych. Przyjmuje się, że geowizualizacja jako dyscyplina funkcjonuje od 1995 roku (Andrienko i współautorzy 2016). Podejście to nawiązuje do wizualizacji naukowej (DiBiase 1990), czyli wykorzystania analizy wizualnej w badaniach naukowych. To, co odróżnia ją od kartografii w klasycznym ujęciu, to nacisk na eksplorację danych geograficznych, a następnie wnioskowanie na jej podstawie, które możliwe jest przez wykorzystanie interaktywności (Dykes, MacEachren i Kraak 2005; Çöltekin, Janetzko i Fabrikant 2018; Çöltekin, Griffin i Robinson 2021). Za szczególnie istotne uważa się procesy poznawania danych oraz konstruowania nowej wiedzy. Ważną cechą tego ujęcia jest zatarcie granic między opracowaniem a użytkowaniem mapy. Między innymi poprzez zastosowanie interaktywności użytkownik może modyfikować treść i zakres treści mapy, stając się jednocześnie jej redaktorem. Koncepcja ta rozszerza zatem funkcję mapy i sposób jej wykorzystania.



**Rycina 1.1.** Sześciątło użytkownika mapy na podstawie A.M. MacEachrena (1995b)

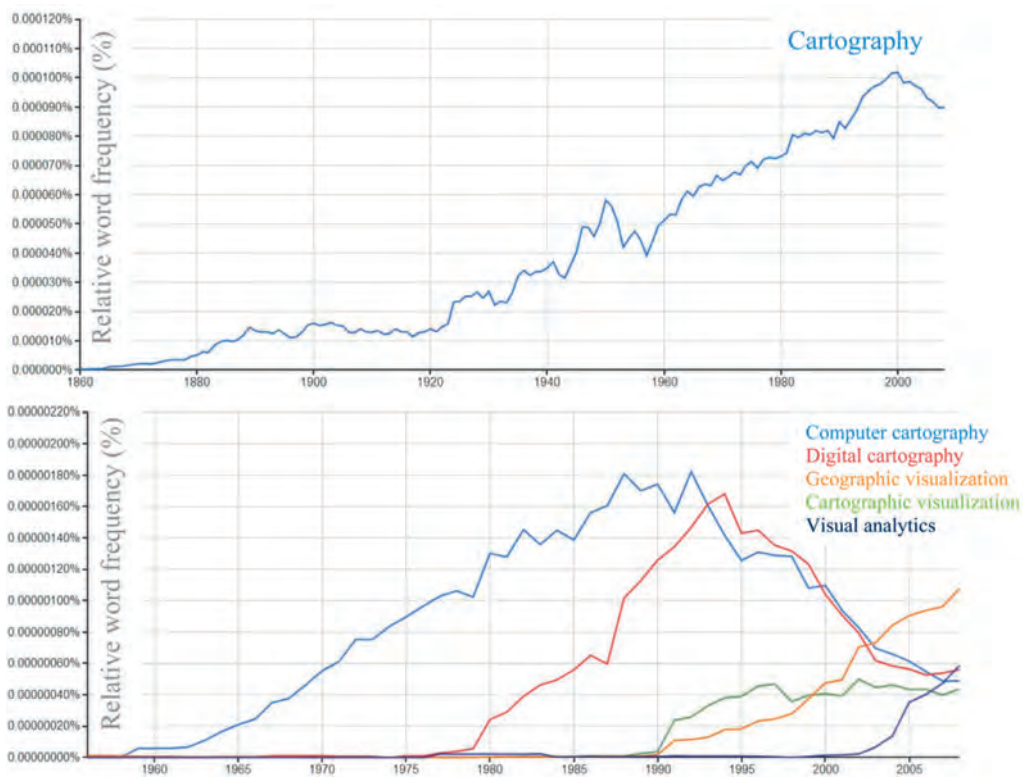
Ilustracją tego ujęcia jest sześciątło użytkownika mapy (ryc. 1.1), w którym wyróżniono kilka sposobów pracy z mapą i geowizualizacjami (MacEachren i Kraak 2001). Trzy osie sześciątła odzwierciedlają trzy cechy użytkownika opracowań kartograficznych: poziom interaktywności (od poziomu niskiego do wysokiego), rodzaj użytkownika (indywidualny

*versus* publiczny) oraz wiedzę użytkownika na temat wzajemnych zależności między danymi prezentowanymi na mapie (zależności znane *versus* nieznanne). Te wymiary można sprowadzić do: cechy interaktywności, rodzaju użytkownika oraz typu zadania do rozwiązania (Çöltekin, Janetzko i Fabrikant 2018).

W zależności od wartości tych trzech zmiennych, wyróżnionych na osiach, inny jest sposób pracy z mapą i użytkownika mapy. Z prezentacją mamy do czynienia, gdy dane i zależności między nimi są znane, zatem poziom interaktywności może być niski, a mapa prezentowana jest szerokiemu kręgowi odbiorców. Poziom interaktywności wzrasta wraz z coraz mniejszą wiedzą na temat prezentowanych danych oraz relacji pomiędzy nimi. Sposób użytkownika mapy staje się coraz bardziej „kameralny” i indywidualny: przechodząc przez syntezę, analizę, a kończąc na eksploracji danych nieznanymi indywidualnemu użytkownikowi, która odbywa się za pomocą interaktywnych narzędzi. Model ten wskazuje jednocześnie na ważną obecnie rolę mapy w procesie eksploracji i analizy danych, której celem jest ułatwienie wnioskowania i rozwiązywanie problemów. Warto zaznaczyć, że model ten odwołuje się do technologii, która zmieniła się w sposób niewyobrażalny od czasu sformułowania koncepcji przez A.M. MacEachrena, lecz mimo to ujęcie nie straciło na swojej aktualności i trafności.

Innym ujęciem pokrewnym kartografii, które rozszerza jej zakres, jest nauka o informacji geograficznej (ang. *Geographic Information Science*, w skrócie GIScience). Termin został wprowadzony na początku lat 90. XX wieku przez M.F. Goodchilda (1992) jako rozwinięcie przyjętego wcześniej terminu *Geographic Information Systems* (systemów informacji geograficznej, GIS). Istniała potrzeba systematycznego i naukowego ujęcia zagadnień żywotowo rozwijanych dzięki pojawieniu się technologii i programów typu GIS. GIScience to dyscyplina naukowa, która kładzie nacisk na sposób opracowania danych i aspekt technologiczny, z którymi mierzy się kartografia. Potwierdzenie ugruntowania się tego ujęcia można znaleźć w tytułach uznanych czasopism naukowych (np. „Cartography and Geographic Information Science” czy „International Journal of Geographic Information Science”), które poruszają problematykę kartograficzną.

Różne terminy zatem funkcjonują obecnie równolegle. Ujmują one podobnie zagadnienia kartografii i map, ale pod nieco innym kątem, kładąc nacisk na inne aspekty. Jak wykazała analiza prac opublikowanych w latach 1800–2008 przeprowadzona przez A. Çöltekin i współautorów (2017), częstość stosowania różnych terminów zmieniała się na przestrzeni kilku ostatnich dekad (ryc. 1.2). Termin „kartografia” używany był w XIX wieku i nadal jest powszechnie stosowany. Z kolei terminy



**Rycina 1.2.** Częstość użycia terminów związanych z kartografią

Źródło: A. Çöltekin i współautorzy (2017)

związane z technologiami komputerowymi pojawiły się – siłą rzeczy – dopiero w drugiej połowie XX wieku, a ich popularność zmieniała się z czasem: terminy „kartografia komputerowa” czy „kartografia cyfrowa” po początkowym okresie popularności zaczęły być porzucane na rzecz terminu „wizualizacja kartograficzna”, a następnie „geowizualizacja”. Z kolei początek XXI wieku przyniósł jeszcze inne ujęcie – geoanalitikę wizualnej (*geovisual analytics*<sup>1</sup>) nawiązującej do rozwijającej się *visual analytics* – kładące nacisk na analizy informacji przestrzennych z wykorzystaniem interaktywnych wizualizacji (Robinson 2017). Fundamenty tego ujęcia można dostrzec w geografii analitycznej (ang. *analytical geography*) (Tobler 1976) oraz kartograficznej metodzie badań (Saliszczew

<sup>1</sup> Z powodu braku powszechnie przyjętego polskiego tłumaczenia tego szerokiego pojęcia stosowany będzie oryginalny angielskojęzyczny termin.

1973), która koncentruje się na zastosowaniu map do analizy naukowej, czyli badania i poznawania zjawisk.

Zatem w zależności od tego, który aspekt jest rozważany i znajduje się w centrum uwagi, używane są różne terminy. Jednak nie można powiedzieć o zaniku kartografii jako dyscypliny czy też o bezsprzecznym rozwiązaniu problemów, którymi zajmuje się kartografia jako nauka. Powinno się raczej tę sytuację traktować jako ewolucję zakresu zainteresowań kartografii, która nadal jest aktualnym wyzwaniem, rozpatrywanym w rozmaitych aspektach i kontekstach, których zróżnicowanie wzrosło wraz z cyfrową rewolucją.

Podobnie jak zmienia się oblicze kartografii jako dyscypliny naukowej, w praktyce kartograficznej również mamy do czynienia z ewolucją. Obecnie funkcjonują zarówno statyczne opracowania, jak i geowizualizacyjne narzędzia interaktywne. Z pewnością nie można przesądzić o absolutnej wyższości jednej z tych dwóch opcji. Są to uzupełniające się opracowania, które służą odmiennym celom w różnych kontekstach i okolicznościach (Słomska-Przech i Gołębiowska 2020; Słomska 2021). Mapy statyczne, drukowane na papierze czy prezentowane na ekranie monitora, pomimo że nie posiadają funkcji interaktywnych, nadal pozostają szeroko wykorzystywane. Z jednej strony wpływ na to ma przyzwyczajenie użytkowników, ale z drugiej – wciąż istnieją obszary aktywności ludzkiej i okoliczności, w których opracowania statyczne są bardziej oczywistym wyborem (np. turystyka piesza, prasa, szkolna kartografia atlasowa). Oferta map drukowanych, czy to turystycznych, topograficznych czy tematycznych, jest nadal bogata i wciąż znajduje szerokie grono odbiorców. W związku z tym również klasyczne zagadnienia redakcji map statycznych znajdują się nieustannie w zakresie zainteresowań kartografów i ich badań.

Wraz z pojawieniem się nowych rozwiązań technologicznych w zakresie geowizualizacji, w tym również interaktywności, która stała się kolejną istotną cechą mapy (Roth 2012), wzrosły liczba i zakres problemów redakcyjnych. Interaktywność rozumiana jest jako dialog między użytkownikiem a opracowaniem kartograficznym za pomocą urządzenia komputerowego (Roth 2013a). Obejmuje szereg rozwiązań, które są określane i porządkowane w różny sposób. M. Okonek (2000), gdy analizował atlasy interaktywne, wyróżnił funkcje: nawigacyjne (obejmujące nawigację przestrzenną, skalową, tematyczną i zmianę formy prezentacji), identyfikacyjne, orientacyjne (np. wyszukiwanie, planowanie tras), kartometryczne (obejmujące pomiary), analityczne (umożliwiające transformację mapy, np. jako profil terenu) oraz komunikacji zewnętrznej (jak eksport, wydruk, pobranie). R.E. Roth (2012) podjął się próby porównania szeregu istniejących klasyfikacji technik interaktywności,

wykazując, że wiele z nich wyróżnia podobne operacje, takie jak zaznaczanie elementów, wyróżnianie wybranych obiektów, pokazywanie połączeń między elementami czy powiększanie. Pogrupował również techniki interaktywności na mapach, wyróżniając trzy ich główne kategorie: zmianę symbolizacji prezentacji kartograficznej, nawigację (włączając w to zmianę zasięgu oraz skali prezentacji) oraz techniki umożliwiające uzyskanie dodatkowych informacji, również w celu przygotowania do kolejnych interakcji, jak na przykład dodawanie obiektów, usunięcie, pobranie części obiektów, odczyt historii działań. Z kolei na podstawie badań przeprowadzonych z użytkownikami i ekspertami ten sam autor, R.E. Roth (2013b), zaproponował nieco inne ujęcie: wyróżnił dwanaście funkcji realizowanych w trakcie pracy z interaktywnym opracowaniem oraz pięć funkcji umożliwiających rozszerzenie istniejącego środowiska pracy. W pierwszej grupie uwzględnił następujące funkcje: zmianę formy prezentacji, zmianę grafiki, zmianę położenia elementów w obrębie interfejsu, prezentację zmiany w czasie, naniesienie dodatkowych informacji, zmianę prezentowanego obszaru, zmianę skali, zmianę odwzorowania, wyszukiwanie, filtrowanie, pozyskiwanie informacji oraz obliczenia. W grupie drugiej wymienione zostały następujące funkcje: import, eksport, zapisanie, edycja oraz notatki. Różny sposób porządkowania interaktywności świadczy z jednej strony o dużym zróżnicowaniu tych funkcji, o ich rozwoju, a także o różnej wadze, jaką przykłada się do poszczególnych aspektów pracy z pomocą narzędzia interaktywnego. Nowe rozwiązania, otrzymane w wyniku zastosowania choćby części z tych technik interakcji, są często atrakcyjne i przyciągają uwagę, ale nie zawsze stanowią opracowania bardziej użyteczne niż te statyczne (Roth i współautorzy 2017).

Zgodnie z przewidywaniami duża część opracowań kartograficznych jest obecnie redagowana w celu publikacji w Internecie (Berlant 1999). Sam proces redakcji również może odbywać się za pomocą narzędzi dostępnych w Internecie. Redaktorami – z racji dostępności narzędzi – nierzadko są osoby bez przygotowania kartograficznego (Gotlib i Kukułka 2011; Kukułka i Gotlib 2014). Jak stwierdza D. Gotlib (2008a), ważną rolą kartografów jest zatem zapewnienie wsparcia tym osobom. Również projektowanie całych serwisów geoinformacyjnych jest procesem angażującym specjalistów różnych dziedzin (Kowalski 2008). Także w tym przypadku wsparcie przez kartografa jest niezbędne (Gotlib 2008b). Zatem rola kartografów w tych nieco odmiennych okolicznościach pozostaje ważna. Powinni oni zaoferować zarówno fundamenty o charakterze teoretycznym, jak i wsparcie metodyczne, które również czerpie z teoretycznych podstaw.

## 1.2. Oczekiwania wobec współczesnych opracowań kartograficznych

Obecnie opracowanie i użytkowanie map wiąże się w dużej mierze z problemami szeroko pojętej wizualizacji danych. Ważne są walory estetyczne takich opracowań. Mapy od zawsze rozpatrywane były w wymiarze estetycznym, pełniły także funkcję dekoracyjną i ten aspekt, wprowadzie osadzony w kontekście technologii komputerowych, również dzisiaj nie traci na ważności. Rola mapy została jednak znacznie rozbudowana w wymiarze funkcjonalnym. Mapa powinna obecnie być nie tylko ładna, lecz przede wszystkim funkcjonalna i użyteczna. Powinna być skutecznym narzędziem do analizy i zrozumienia prezentowanych danych przestrzennych. Jako narzędzie graficzne, mapy – razem z innymi sposobami wizualizacji danych – zyskują na znaczeniu w różnych dziedzinach działalności człowieka. W obecnych czasach przekaz wizualny cenimy wyżej od tekstowego, z większą łatwością przychodzi nam coś obejrzeć niż wnikliwie przeczytać tekst. Istotną rolę w tym procesie odgrywa czas: chcemy mieć szybki dostęp do informacji, chcemy szybko ją odczytać, szybko zrozumieć, aby jak najszybciej podjąć odpowiednie decyzje. Tym bardziej problemy opracowania czytelnych i efektywnych map, a także szerzej ujmując: geowizualizacji, nie tracą na aktualności, wręcz przeciwnie – przyciągają uwagę coraz szerszego grona kartografów, zarówno praktyków, jak i teoretyków.

Oczekiwania te są zbieżne ze wskazaną przez W. Ostrowskiego (1974a; 1998) sprawnością mapy. Pojęcie sprawności zaczerpnięte z prakseologii, czyli teorii sprawnego działania. Co ważne, W. Ostrowski (1974a; 1998) zaznaczył, że ocena sprawności może być rozpatrywana z dwóch punktów widzenia: (1) osiągnięcia lub nieosiągnięcia zamierzonego celu, określonych efektów u użytkownika mapy, (2) poprzez ocenę poniesionych kosztów przez osobę opracowującą mapę. O ile ten drugi aspekt staje się coraz mniej istotny wraz ze wzrostem dostępności i przystępności technologii, o tyle waga wysiłku użytkownika mapy nie traci na znaczeniu. Spośród wyróżnionych przez autora trzech aspektów sprawności: semantycznego, pragmatycznego i produkcyjnego, drugi z nich stawia w centrum zainteresowania odbiorcę mapy i potrzebę dostosowania opracowania do możliwości i potrzeb użytkownika. O sprawności tej decyduje kilka procesów:

- postrzeganie: powiązane z percepcją form wizualnych,
- rozumienie: związane z możliwością poprawnego określenia znaczenia przekazywanych informacji,
- badanie: poprzez analizę treści, wnioskowanie i operacje poznawcze.



Waga tych zagadnień jest konsekwencją roli, jaką obecnie odgrywa użytkownik mapy. Głos użytkownika jest niezwykle ważny, a nawet priorytetowy w procesie redakcji map i innych opracowań kartograficznych. Jest to konsekwencją demokratyzacji kartografii i rozwoju Internetu 2.0, w którym oddolne inicjatywy, z którymi można powiązać użytkownika mapy, mają coraz większe znaczenie (Kukułka i Gotlib 2014).

Jak podkreśla wielu autorów, opracowania kartograficzne powinny być projektowane z myślą o użytkowniku, o jego potrzebach, kontekście użycia, preferencji, ale również o ograniczeniach (Gartner i Huang 2016). Uznanie wagi tych aspektów w projektowaniu map było jedną z przyczyn rozwoju i stałej popularności kartografii poznawczej wykorzystującej teorie i metody psychologiczne do badania odbioru map (Montello 2009). Wiedza na temat systemu wzrokowego, procesów poznawczych czy sposobu postrzegania przez ludzi informacji z prezentacji graficznych jest ważnym elementem badań efektywności geowizualizacji (Çöltekin, Griffin i Robinson 2021). Oczekiwania i możliwości użytkowników nabierają jeszcze większego znaczenia w odniesieniu do aktualnie rozwijanych geowizualizacji. Znaczenie i waga zdefiniowania potrzeb użytkowników wzrastają bowiem wraz z poziomem zaawansowania i złożoności aplikacji (Griffin, Robinson i Roth 2017).

Środowisko naukowe także ma świadomość wagi tych problemów. A. Çöltekin i współautorzy (2017) zebrali opinie wśród członków społeczności akademickiej i naukowej, reprezentujących kartografię i geowizualizację, na temat stałych wyzwań tych dyscyplin. Najczęściej udzielane odpowiedzi dotyczyły kwestii użytkownika i użyteczności. Pojawiały się głosy na temat takich zagadnień, jak: zrozumienie roli czynników ludzkich w trakcie całego procesu projektowania i użytkowania narzędzi geowizualizacji, relacja pomiędzy użytkownikiem, zadaniami i sposobem wizualizacji danych, wpływ różnych sposobów prezentacji i kontekstów użycia na pracę użytkownika, a także znaczenie różnych cech użytkownika (wykształcenie, doświadczenie, preferencje, nawyki, wymagania) i ich wpływ na sposób pracy z geowizualizacjami.

Potrzeba uwzględniania potrzeb użytkowników w formułowaniu problemów badawczych również znalazła odzwierciedlenie w kolejnych agendach badawczych kartografii i geowizualizacji (w tym w Międzynarodowej Asocjacji Kartograficznej) na przełomie XX i XXI wieku (MacEachren i Kraak 1997; Fairbairn i współautorzy 2001; Laramée i Kosara 2006; Andrienko i współautorzy 2007; Virrantaus, Fairbairn i Kraak 2009). W opracowaniach tych wysuwane były postulaty dotyczące takich problemów, jak:

- potrzeba zrozumienia procesów poznawczych związanych z postrzeganiem obrazów wizualnych,



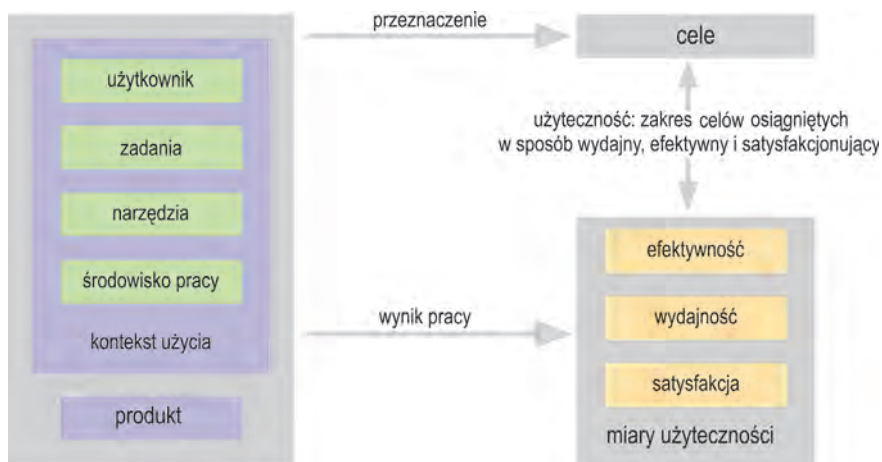
- określenie zależności między sposobem projektowania a percepcją i procesami poznawczymi,
- wizualizacja jako narzędzie podejmowania decyzji,
- ocena użyteczności, w tym ocena efektywności i sposobu pracy z opracowaniami kartograficznymi.

Badania mające na celu dostosowanie opracowań kartograficznych i geowizualizacji do potrzeb użytkownika czerpią z idei użyteczności (ang. *usability*), problematyki zaczerpniętej z informatyki. J. Nielsen (1993) zdefiniował użyteczność jako łatwość obsługi programu komputerowego i scharakteryzował ją za pomocą pięciu aspektów:

- 1) nauczalność (ang. *learnability*): odnosi się do łatwości, z jaką użytkownicy są w stanie wykonać podstawowe działania w ramach nieznanego systemu,
- 2) efektywność (ang. *efficiency*): czas, w jakim użytkownik jest w stanie te zadania wykonać,
- 3) zapamiętywalność (ang. *memorability*): łatwość, z jaką powracający po pewnym czasie użytkownik jest w stanie przypomnieć sobie specyfikę działania w ramach interfejsu strony,
- 4) błędy (ang. *errors*), które popełnia użytkownik, wykonując zadania w danym interfejsie, jak poważne są to błędy oraz ile pracy wymaga wyeliminowanie ich skutków lub następstw,
- 5) satysfakcja (ang. *satisfaction*): poziom zadowolenia, jaki towarzyszy użytkownikowi danego systemu.

Waga tego zagadnienia pociągnęła za sobą potrzebę standaryzacji pojęć związanych z użytecznością. Użyteczność definiuje np. norma ISO 9242-11 Międzynarodowej Organizacji Standaryzacyjnej (ang. International Organisation for Standardization). Jest ona rozumiana jako cecha określająca zakres celów osiągniętych przez użytkowników skutecznie, wydajnie oraz z satysfakcją w danym kontekście użycia. Kontekst ten określają: zadania, wykorzystane narzędzia oraz środowisko pracy (ryc. 1.3) (ISO 9241-11:2018).

Zostały zatem określone miary użyteczności, które są często stosowane w badaniach empirycznych, również w obszarze kartografii i geowizualizacji (Çöltekin i współautorzy 2009; Gołębiowska 2015). Najczęściej stosowane to poprawność oraz czas odpowiedzi, informujące odpowiednio o skuteczności oraz efektywności ocenianego opracowania. Nauczalność również jest wartościowym wskaźnikiem użyteczności w przypadku nowych rozwiązań, które nie są popularne i szeroko stosowane. Wskaźnik ten koncentruje się na łatwości, z jaką przychodzą użytkownikom zrozumienie celu opracowania i nauka jego obsługi. Zagadnienie to jest naturalnie przedmiotem badań również na płaszczyźnie geowizualizacji (Andrienko i współautorzy 2002).



**Rycina 1.3.** Schemat pomiaru użyteczności według ISO 9241-11:2018 Ergonomics of Human-System Interaction – Part 11: Usability: Definitions and Concepts

### 1.3. Semiotyka kartograficzna

Projektowanie map, zarówno tych statycznych, jak i tych dynamicznych, rozbudowanych o funkcje interaktywne, może być rozważane z perspektywy innej dyscypliny, a mianowicie semiotyki kartograficznej. Semiotyka kartograficzna to dziedzina wiedzy zajmująca się znakami kartograficznymi, ich istotą, definicjami, funkcjami, klasyfikacjami, systemem ich opracowania, ekspresją, właściwościami poznawczymi (Ostrowski 2008). To także jedno z ważnych podejść teoretycznych funkcjonujących w kartografii obok takich teorii, jak przekaz kartograficzny (Ratajski 1978) czy modelowanie kartograficzne (Astanikaszwili 1974).

Semiotyka kartograficzna cechuje się silną podbudową teoretyczną, czerpiącą z innej dziedziny nauk – semiotyki. Semiotyka to nauka o znakach, której zadaniem jest analiza ich budowy, sposobu funkcjonowania w społeczeństwie oraz reguł nimi rządzących (Pelc 1984). Jej syntezą jest idea znaku jako triady: „znak – obiekt – interpretant”, sformułowana przez Ch. Peirce’a (ryc. 1.4). Badacz wyróżnił kilka rodzajów znaków, wśród nich – znaki ikoniczne, do których zaliczył również mapy (Pelc 1984). Znaki ikoniczne są podobiznami, obrazami tego, co przedstawiają, zatem posiadają pewne cechy prezentowanego obiektu. Podobieństwo między znakiem ikonycznym a obiektem nie jest naturalne. Znak ikoniczny może być postrzegany jako podobny przez osobę interpretującą znak. Dlatego znaki ikoniczne są uważane za „kod słaby”, czyli taki, który nie