

Maria Żukowska*

WYBRANE METODY TEMATYCZNEJ WIZUALIZACJI KARTOGRAFICZNEJ

1. Wstęp

Wśród różnych przedstawień kartograficznych zdecydowanie wyróżniają się mapy tematyczne. Jest to spowodowane z jednej strony zapotrzebowaniem na takie zobrazowania w dzisiejszym świecie: wystarczy sięgnąć do dowolnego pakietu GIS, aby przekonać się, że praktycznie każdy umożliwia taką wizualizację danych, przynajmniej w podstawowym zakresie metod, z drugiej strony w kartografii istnieje ogromne bogactwo metod ich prezentacji. Mapy tematyczne zaczęły powstawać, jak podają Robinson i in. [5], już 200 lat temu. Ich pojawienie się stało się możliwe dzięki wzrostowi liczby pozyskiwanych danych ilościowych oraz rozwojowi statystycznych metod ich przetwarzania i opracowywania. Mapa, jako narzędzie komunikowania się, poza zasadniczą właściwością dotyczącą oddawania rozmieszczenia zjawisk i obiektów, służy również ich ocenie (zarówno jakościowej, jak i ilościowej). Dlatego też jednym z podstawowych kryteriów klasyfikacji kartograficznych metod prezentacji tematycznej jest ich rozróżnienie ze względu na możliwość charakterystyk jakościowych i ilościowych właśnie. Inne kryteria, jak podaje Ratajski [4], to: stosunki rozmieszczenia, relacje do elementów występowania zjawisk i obiektów, możliwości graficzne itd. Przedstawione metody sklasyfikowane zostaną według tego pierwszego kryterium (rys. 1).

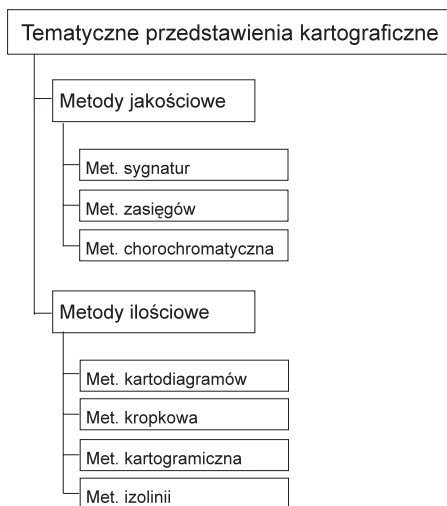
W niniejszym artykule omówione zostaną niektóre aspekty kartowania **kartogramicznego**, ze szczególnym uwzględnieniem **metody dazymetrycznej**.

2. Metoda kartogramiczna

Prezentowanie kartogramiczne jest jedną z metod służących do przedstawienia powierzchni statystycznej za pomocą znaków powierzchniowych. Przedstawia ono średnią intensywność dowolnego zjawiska w granicach jednostek przestrzennych i obejmuje dwa ważne sposoby prezentacji, a więc metodę kartogramu i metodę dazymetryczną. Pierwsza z nich ma na celu symbolizację pewnych wielkości statystycznych w takiej postaci, w jakiej

* Akademia Górniczo-Hutnicza, Wydział Geodezji Górniczej i Inżynierii Środowiska

występują one w granicach z góry przyjętych jednostek odniesienia (np. jednostek spisowych, gmin czy innych jednostek administracyjnych lub też regularnych pól geometrycznych). Druga metoda, której nazwa wywodzi się z greki: *dasys* – gruby, gęsty, *metron* – miara, za cel podstawowy przyjmuje zwrócenie uwagi na rozmieszczenie i wartość prezentowanej zmiennej (jej gęstości) w odniesieniu do powierzchni mających względnie jednolite jej wartości. Pokazuje również strefy, między którymi występują mniej lub bardziej gwałtowne zmiany tych wartości [5].



Rys. 1. Klasyfikacja metod kartowania tematycznego

Źródło: [4]

Często metoda dazymetryczna traktowana jest jako jeden z rodzajów kartogramów [2], a nie, jak uważają m.in. Robinson i in. [5], za metodę na tyle od kartogramu w swej naturze różną, żeby razem z kartogramem tworzyła rodzinę **przedstawięń kartogramicznych**. Do tego właśnie podejścia przychyliła się autorka niniejszego artykułu. Zaznaczyć można, że Saliszczew [6] wśród metod kartogramicznych w ogóle nie wymienia dazymetrycznej. Jednak podobną ideę tworzenia i prezentacji danych można u niego znaleźć pod nazwą metody tła ilościowego, służącej do różnicowania obszaru według określonego wskaźnika ilościowego. Opisując łączne stosowanie różnych metod prezentacji, wspomina też o opracowywaniu mapy gęstości zaludnienia metodą „plam”; metodologia tworzenia tej mapy jest niezwykle zbliżona jak przy zastosowaniu metody dazymetrycznej i zapewne o tej metodzie właśnie Saliszczew pisał.

2.1. Zarys metodyki kartogramicznej

Na kartogramach wartości absolutne zazwyczaj nie są prezentowane, lepsza i wygodniejsza w takim wypadku wydaje się choćby metoda kartodiagramów. Tak więc przedstawienia kartogramiczne służą zazwyczaj do wizualizacji względnych wartości liczbo-

wych, co jest naturalną konsekwencją ich prezentacji w granicach i w odniesieniu do jednostek powierzchniowych. Kraak i Ormeling [2] wyróżniają dodatkowo operowanie **gęstościami** (czyli wartościami liczbowymi odniesionymi bezpośrednio do wielkości powierzchni odniesienia) lub **wskaźnikami** (czyli odniesieniem danych wartości do innych, np. wartości optymalnych lub średnich dla pewnego terenu itp.). Rozróżnienie to jest ważne nie tyle ze względu na metody kartowania, które w zasadzie w obu przypadkach są identyczne, ile dla użytkownika mapy, gdyż w przypadku, gdy przedstawiana relacja nie odnosi się do powierzchni, zróżnicowana wielkość jednostek odniesienia może prowadzić do zniekształcenia odbioru mapy.

Za pomocą metod kartograficznych wartości liczbowe prezentowane mogą być zarówno w sposób skokowy, a więc z zastosowaniem przedziałów klasowych, jak i ciągły. Zasadniczo ten pierwszy sposób stosowany jest częściej. Dlatego też Ratajski [4] właśnie kartogramy skokowe nazywa **kartogramami właściwymi**. Podkreśla również, że właśnie one wyrażają istotny sens tej metody: dzięki uporządkowaniu wartości liczbowych w przedziały klasowe kartogram jest czytelny, ponieważ rozmieszczenie intensywności zjawiska ukazane jest w sposób uogólniony. Zaznacza, że dla ciągłej skali wartości lepiej nadają się metody takie, jak: kartodiagram, metoda kropkowa czy izolinii. Jednocześnie należy pamiętać, iż poprawność takiego właśnie uogólnienia zależy od doboru pól odniesienia, przedziałów klasowych oraz skali barw.

Ratajski **dobór pól odniesienia** określa nie tyle jako problem kartograficzny, ale ogólniej: jako jeden z podstawowych dla wielu badań geograficznych i nazywa zagadnieniem skali badania lub też w przypadku kartografii – skali prezentacji. Chodzi tutaj o prezentację danych w odniesieniu do pól o różnej wielkości, a więc w zasadzie nieporównywalnych ze sobą. Owa porównywalność pól możliwa jest do uzyskania jedynie wtedy, gdy są one jednakowej wielkości. Stosowanie jako pól odniesienia jednostek administracyjnych ma dalsze wady, do których oprócz wspomnianych różnych wielkości powierzchni należy także ich kształt. Jednym ze sposobów uniknięcia tych niedogodności jest zastosowanie regularnych pól geometrycznych (siatki kwadratów, pięciokątów itp.). Kartogramy geometryczne dają w zasadzie znacznie lepszy obraz gęstości zjawiska niż kartogramy właściwe, jednak ze względu na trudność pozyskania odpowiednich danych jest to metoda stosowana dość rzadko. Robinson i in. [5] również podkreślają ważność odpowiedniego doboru jednostek odniesienia, które na pewnym obszarze rozpatrywane łącznie tworzą pewien układ, nazywany przez nich „układem generalizacyjnym”: jeśli jednostki są duże, wtedy zróżnicowanie przestrzenne zmniejsza się i uśrednia. Zastosowanie jednostek odpowiednio małych niweluje ten problem.

Jak pisze Ratajski [4], od właściwego sformułowania liczbowego przedstawianych wartości zależy poprawność semantyczna kartometryczności mapy. Problem doboru przedziałów klasowych polega z jednej strony na zastosowaniu korzystnej ze względu na czytelność ich liczby, z drugiej – na doborze odpowiedniej metody grupowania zbiorowości w klasy. Jak zaznaczają Kraak i Ormeling [2] celem grupowania wartości jest zwiększenie skuteczności przekazu informacji, zaś jego efektem jest uproszczenie obrazu, dzięki czemu bardziej widoczne stają się ogólne cechy rozmieszczenia i zróżnicowania zjawiska. Podstawowy warunek prawidłowego podziału na przedziały klasowe to minimalizowanie różnic wartości liczbowych wewnątrz klas i równoczesna maksymalizacja różnic między klasami.

Ma to zagwarantować zgodność granic widocznych na mapie z granicami w rzeczywistości. Istnieje wiele metod grupowania wartości w klasy, od ich zastosowania zależy, czy podział będzie podkreślać pewne cechy rozkładu przestrzennego zjawiska, czy też odwrotnie będzie je ukrywać. Powinno się dążyć do podkreślenia charakterystyk danego rozkładu wartości, dlatego też stosując metody analityczne, należy dobrać taką, w której krzywa teoretyczna ją obrazująca najlepiej pokrywa się z krzywą odpowiadającą prezentowanym wartościom.

Jednak przed przystąpieniem do klasyfikowania danych w przedziały należy przyjąć odpowiednią ich liczbę. A zależy ona w głównej mierze od możliwości percepcyjnych użytkownika mapy. Kraak i Ormeling [2] uważają, że jeśli przyjmie się prezentację w skali szarości, to maksymalnie można przyjąć pięć klas. Zakres ten można według nich rozszerzyć do siedmiu poprzez dodanie koloru lub desenu. Z kolei Robinson i in. [5] uważają, że maksymalna liczba przedziałów to osiem (przy optymalnej równiej pięć); jednocześnie zaznaczają, iż stosując skalę wielobarwną, można ją jeszcze zwiększyć. Warto w tym miejscu również przypomnieć, iż zastosowanie mniejszej liczby klas wpływa na zwiększenie generalizacji danych liczbowych, niewielka generalizacja odpowiada zastosowaniu większej ich liczby, co – jak uważają Robinson i in. [5] – może nie być korzystne ze względu na odrywanie uwagi czytelnika od elementów istotniejszych.

Na ogół rozróżnia się kilka grup metod uzyskania przedziałów [5]:

- Klasy o jednakowej rozpiętości, liczebności lub powierzchni jednostek odniesienia, wśród których są metody konstrukcji przedziałów o jednakowej rozpiętości, oparte na kwantylach, średnich zagnieżdżonych i inne.
- Grupa obejmująca szeregi, w których rozpiętość klas zmniejsza się systematycznie albo w kierunku wartości rosnących, albo malejących (przedziały progresywne). Stosuje się je do danych w skalach interwałowej lub ilorazowej i obejmuje metody oparte na ciągach arytmetycznych, geometrycznych, harmonicznym itp.
- Grupa szeregów o nieregularnej zmiennej rozpiętości. Stosowane są, gdy kartograf pragnie zwrócić uwagę na zróżnicowanie charakterystyki zjawiska lub uwypuklić pewne elementy. Stosuje się tu metody oparte na sposobach graficznych lub iteracyjnych.

Inni autorzy, np. [2, 4], stosują raczej podział na metody analityczne i graficzne, przy czym te drugie są metodami bardziej subiektywnymi, to znaczy określenie granic przedziałów w dużym stopniu uzależnione jest od woli kartografa. Co więcej, uporządkowanie danych według wielkości (co jest niezbędne do sporządzenia wykresu) niszczy ich rozkład przestrzenny, przez co określone w ten sposób przedziały mogą zupełnie nie mieć znaczenia geograficznego.

Stosuje się generalnie trzy typy wykresów:

- 1) wykres częstości,
- 2) wykres kumulacyjny,
- 3) krzywą klinograficzną [5].

Wykres częstości tworzy się, uporządkowując dane o wartościach Z i odkładając je na osi x wykresu, przy czym na osi y zaznacza się liczebność obserwacji. Gdy dane są bardzo zróżnicowane, stosować należy **wykres kumulacyjny** tworzony poprzez uporządkowanie

danych od wartości największej do najmniejszej za pomocą odłożenia ich na osi y . Na osi x odkłada się powierzchnie skumulowane. Obie osie wyskalowane są arytmetycznie, w przeciwieństwie do metody **krzywej klinograficznej**, którą buduje się analogicznie do wykresu kumulacyjnego z tą różnicą, że oś y wyskalowana jest arytmetycznie, zaś oś x – w wartościach pierwiastka kwadratowego powierzchni całkowitej od 0 do 100%.

Jeśli chodzi o analityczne metody konstrukcji przedziałów klasowych, to opierają się one na analizie wielu typów szeregów liczbowych [2, 5]. Z kolei sposoby iteracyjne wymagają w zasadzie możliwości ich numerycznego zaprogramowania, gdyż są skomplikowane i czasochłonne. Jak podają Robinson i in. [5], zwykle najpierw ustalone zostaje logiczne kryterium statystyczne, a następnie komputer dokonuje iteracji, grupując dane tak, aby kryterium to zostało spełnione jak najdokładniej. Jednym z takich kryteriów może być ustalony przez Jenksa [za: 5] współczynnik GVF (ang. *Goodness of Variance Fit*), a spełnienie kryterium polega na jego maksymalizacji, przy czym

$$GVF = \frac{\text{Suma kwadratów odchyień między klasami}}{\text{Całkowita suma kwadratów odchyień od wartości średniej całego szeregu statystycznego}} \quad (1)$$

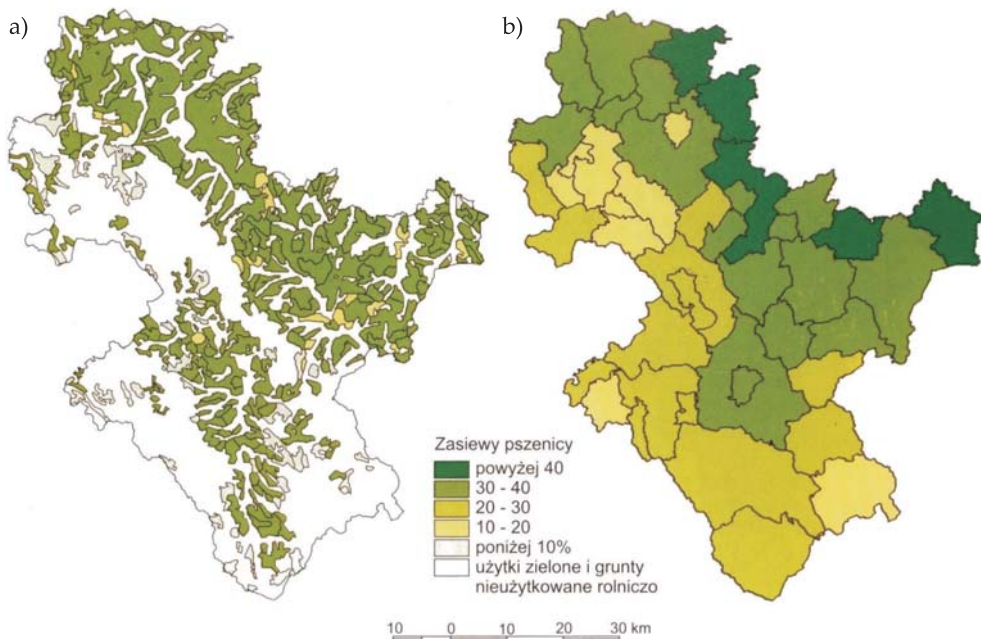
Drugie kryterium zaproponowane przez Jenksa opiera się na wykorzystaniu mediany. Główną zaletą tych metod jest spełnienie kryterium minimalizacji różnic wewnątrz klas przy maksymalizacji różnic między kolejnymi klasami.

2.2. Kartogram a metoda dazymetryczna

Ratajski [4] już na wstępie omawiania metody podkreśla **względność** kartogramów: zjawiska tak prezentowane odnoszone są do jednostek powierzchniowych nie w sposób bezwzględny, ale właśnie relatywnie, co jest prostą konsekwencją faktu, iż jest to metoda powierzchniowa prezentacji kartograficznej. Autor zauważa również, iż metoda ta prezentuje **średnią** intensywność jakiegoś zjawiska w granicach określonych pól odniesienia. Robinson i in. [5] zauważają, że stosowanie takich wartości przeciętnych (średnich) może powiększać jeszcze nieścisłości związane z tym, że zazwyczaj granice pól odniesienia nie mają żadnego związku z przestrzennym zróżnicowaniem zjawiska, co może sugerować pewne niebezpieczeństwo stosowania kartogramów, na które zwracają uwagę Kraak i Ormeling [2] oraz Holt [1]: mogą one powodować fałszywe wrażenie jednolitości gęstości zjawiska w granicach jednostek odniesienia, jednocześnie wywołując wrażenie gwałtownych zmian na granicach obszarów administracyjnych (jak hrabstwa czy obwody spisowe), podczas gdy w rzeczywistości rozkład populacji jest ciągły na całym terenie.

Ponadto kartogram nie wyjaśnia wpływu skali i przebiegu granic obszarów na potencjalne zmiany gęstości. Wady te, poprzez zmianę jednostek odniesienia, niweluje **metoda dazymetryczna** (rys. 2), w której obszary te nie są założone z góry, lecz wyznaczane w wyniku analizy materiałów źródłowych. A więc układ pól odniesienia wynika ze zmienności przestrzennej samego prezentowanego zjawiska. Dlatego też wśród przedstawień kartogramicznych metoda dazymetryczna może być traktowana jako swoisty kompromis na rzecz bardziej geograficznego przedstawiania powierzchni statystycznej: nie mamy tu już do czy-

nienia z „przypadkowymi” jednostkami administracyjnymi, spisowymi itp., ale rozmieszczenie natężenia zjawiska pokazane zostaje z **pewnym przybliżeniem** zgodnie z rzeczywistym jego rozmieszczeniem. Należy podkreślić sformułowanie „z pewnym przybliżeniem”, ponieważ metodę dazymetryczną na niektórych etapach jej tworzenia, w przeciwieństwie do klasycznych kartogramów, cechuje pewna swoboda interpretacji danych (na etapie szacowania np. liczby ludności w przypadku mapy gęstości zaludnienia) oraz doboru jednostek odniesienia, a więc subiektywność prezentacji.



Rys. 2. Przykład kartogramu dazymetrycznego (a) i prostego (b) – udział zasiewów pszenicy w ogólnej powierzchni zasiewów w gospodarstwach indywidualnych w 1988 r. i ich zależność od warunków glebowych w gminach

Źródło: [9]

Podczas opracowywania mapy dazymetrycznej kartograf korzysta w zasadzie z identycznych źródeł informacji jak w przypadku klasycznych kartogramów. Jednak zakłada przy tym istnienie obszarów względnie jednorodnych pod względem charakterystyki występowania prezentowanego zjawiska. Dane źródłowe występują zazwyczaj w formie zagregowanej w pewnych jednostkach administracyjnych lub spisowych. Wzbogacenie takiego obrazu, mające na celu właśnie prezentację w granicach wynikających z rzeczywistego rozkładu przestrzennego zjawiska, wymaga znajomości dodatkowych szczegółów, czyli danych pomocniczych. Same dane nie zawierają w sobie nic, co mogłoby pomóc w określeniu nowych granic jednostek odniesienia – konieczna jest znajomość stosunków przestrzennych między danymi bądź też geograficznego rozkładu innych elementów. Na tej podstawie można wnioskować, że w przeciwieństwie do metody kartogramów właściwych metoda dazy-

metryczna jest niezwykle trudna do zautomatyzowania, gdyż wymaga oceny i powiązania wielu dodatkowych danych [5]. Autorzy [5] dzielą owe dodatkowe dane na dwie grupy, określane jako zmienne ograniczające i zmienne powiązań. Rola **zmiennych ograniczających** polega na ustaleniu na ich podstawie absolutnych granic wartości prezentowanego zjawiska, np. wykluczeniu pewnych obszarów. Z kolei działanie **zmiennych powiązań** jest bardziej złożone: do tych zmiennych zalicza się takie zjawiska geograficzne, które wykazują pewne powiązanie przestrzenne z prezentowanym zjawiskiem, ale jednocześnie nie mogą być wprost wykorzystane jako zmienne ograniczające. Pomimo że ich prawidłowe wykorzystanie jest trudne, są to zmienne niezwykle użyteczne.

Ratajski [4] opisuje trzy sposoby wykonania mapy dazymetrycznej:

- 1) Z wykorzystaniem mapy kropkowej.

Pomiar odległości między kropkami (w skali mapy) dla obszarów o jednakowym zagęszczeniu kropek daje po przeliczeniu gęstość zjawiska

$$D = \frac{W}{d^2} \quad (2)$$

gdzie:

D – gęstość zjawiska,

W – waga kropki,

d – najmniejsza odległość między kropkami.

Wielkości przedziałów klasowych określa się poprzez pomiar najmniejszych odległości, odpowiadających dolnej wartości przedziału oraz odległości największych, odpowiadających górnej wartości przedziałów. Podczas pomiaru nie należy brać pod uwagę kropek znajdujących się przy granicy badanego obszaru.

- 2) Z wykorzystaniem sieci zmiennogęstej nieregularnej („adaptacja kartogramiczna” metody kropkowej).

Jako że sieć ta jest interpretacją metody kropkowej, zamiast pomiaru odległości między kropkami wystarczy za kryterium zaliczania obszaru do danej klasy wziąć odpowiednią wielkość pola siatki. Za wartość graniczną przedziału klasowego można przyjąć pole koła opisanego na danym polu siatki. Przy obszarach o kształtach nieregularnych należy brać średnie dwóch długości, dłuższej i krótszej, osi pola.

- 3) Wychodząc od kartogramu prostego.

Sposób ten wymaga dodatkowych informacji o rozmieszczeniu zjawiska – literatury, badań własnych kartografa, analizy map topograficznych, zdjęć lotniczych, satelitarnych, ortofotomap bądź map zagadnieniowych.

U podstaw metody dazymetrycznej leży opracowana w roku 1936 przez J. Wrighta mapa gęstości zaludnienia półwyspu Cape Cod (USA). Zastosował on zmianę odniesienia liczby ludności ze zbioru jednostek administracyjnych na regiony zamieszkane i niezamieszkane, zgodnie z mapami topograficznymi USGS. Następnie regiony zamieszkane podzielił na mniejsze, stosując dane nt. osadnictwa, również otrzymane z map topograficznych USGS. Wartości gęstości zaludnienia wyprowadza się w sposób subiektywny dla różnych typów osadnictwa, a ta informacja wykorzystywana jest do oszacowania gęstości zaludnienia dla tych mniejszych regionów zamieszkałych, zgodnie z częścią, jaką zajmuje każdy z podregionów w stosunku do regionów zamieszkałych [za: 3].

Stosuje się tu prosty wzór

$$D_n = \frac{D - (D_m \cdot a_m)}{1 - a_m} \quad (3)$$

gdzie:

D_n – szukana gęstość zaludnienia w części n ,

D – średnia gęstość całej jednostki,

D_m – szacunkowa gęstość w części m ,

a_m – część m całej powierzchni.

Ostatnimi czasy autorzy publikacji [1, 3, 7] skłaniają się ku traktowaniu metody dazy-metrycznej jako jednej z grupy problemów związanych z interpolacją powierzchniową (ang. *areal interpolation*), która pozawala na półciągle przedstawienie rozkładu zjawiska, podczas gdy wielorakie zbiory danych przeddefiniowują powierzchnię zaludnienia.

Langford i in. [za: 3] opisali dazymetryczną procedurę tworzenia map mającą na celu generowanie rastrowych powierzchni zaludnienia. Wykorzystali w swoim opracowaniu dane pochodzące z multispektralnych obrazów skanera satelitów Landsat TM i na ich podstawie zbudowali serię modeli prezentujących regresyjną zależność gęstości zaludnienia od użytkowania terenu. Następnie modele te zostały wykorzystane do redystrybucji na powierzchni rastrową danych dotyczących zaludnienia. Rezultaty tej metody, jak pisze Mennis, były obiecujące, jednak utworzone modele miały tendencję do zbyt wysokiego szacowania zaludnienia dla terenów zurbanizowanych, a zbyt niskiego dla terenów podmiejskich czy wiejskich. W późniejszych pracach opracowali oni technikę binarnego dzielenia zaludnienia między obszary zamieszkałe i niezamieszkałe.

Z kolei Eicher i Brewer w 2001 r. opisali metodę nazywaną przez nich „siecią grid trzech klas” [za: 3]: przypisali oni predefiniowaną wartość procentową ludności hrabstwa (jednostki) do danego obszaru użytkowania terenu. I tak np. 70% populacji przypisali terenom zurbanizowanym, 20% – terenom rolniczym i 10% – terenom leśnym. Metoda ta ma dwie zasadnicze wady: podobnie jak metoda Wrighta wykorzystuje subiektywne przypisanie wartości procentowych oraz nie tłumaczy różnic pomiędzy tymi trzema klasami wewnątrz hrabstwa (jednostki).

Mennis [3] do zobrazowania zmiany rozmieszczenia ludności jako dane pomocnicze wykorzystał trójwarstwową klasyfikację terenów urbanistycznych. Dane te zostały użyte w metodzie dazymetrycznej zbliżonej do tej zastosowanej przez Eichera i Brewera. W celu poprawy słabych stron „sieci grid trzech klas” zaproponował dwie techniki: pierwsza z nich do określenia odpowiednich przypisanych wartości procentowych używa empirycznego próbkowania, druga, wywodząca się od opartego na powierzchniach wagowania Wrighta, zastosowana jest do określenia różnic w powierzchniach wśród klas danych pomocniczych wewnątrz danej jednostki powierzchniowej.

3. Podsumowanie

W ostatnich latach, zwłaszcza w literaturze amerykańskiej, daje się zauważyć wzrost zainteresowania omówioną w niniejszym artykule metodą tworzenia map, szczególnie map gęstości zaludnienia. Zaczęto dostrzegać jej ogromną zaletę, mianowicie to, że zapewnia

ona większą niż klasyczny kartogram dokładność reprezentacji rozkładu zaludnienia [7] oraz umożliwia deagregację danych spisowych [1]. Stosowane techniki dają zadowalające wyniki, jednak ciągle nie są one w pełni zautomatyzowane oraz, co ważniejsze, wykorzystują w zasadzie jako dodatkowe jedynie dane dotyczące użytkowania terenu, w tym określenie terenów silnie i słabo zurbanizowanych oraz niezurbanizowanych. Często w dalszym ciągu metoda zachowuje charakter subiektywny z tego powodu, że przypisanie liczby ludności do terenów zamieszkałych i niezamieszkałych odbywa się na zasadzie arbitralnego określenia jej procentu w stosunku do całkowitej liczby ludności danej jednostki spisowej. Jednak autorzy publikacji zwracają na to swoją uwagę, co zaowocowało chociażby podejściem Mennisa [3], który zastosował do określenia tych wartości próbkowanie empiryczne. Ogromną zasługę dla ułatwienia tworzenia map dazymetrycznych można przypisać rozwojowi systemów GIS, dostarczających coraz lepszych narzędzi służących m.in. do analiz zdjęć lotniczych czy satelitarnych, wykorzystywanych jako dane ograniczające. Na etapie wydzielania granic obszarów o w miarę jednolitym rozkładzie zjawiska obiecujące wydaje się zastosowanie na szerszą skalę klasyfikacji wielospektralnych obrazów satelitarnych.

Literatura

- [1] Holt J. B.: *Dasymetric Estimation of Population Density and Areal Interpolation of Census Data*. Cartography and Geographic Information Science, 31 (2), 2004, 103–121
- [2] Kraak M., Ormeling F.: *Kartografia. Wizualizacja danych przestrzennych*. Warszawa, Wydawnictwo Naukowe PWN 1998
- [3] Mennis J.: *Generating Surface Models of Population Using Dasymetric Mapping*. The Professional Geographer, 55 (1), 2003, 31–42
- [4] Ratajski L.: *Metodyka kartografii społeczno-gospodarczej*. Warszawa, Państwowe Przedsiębiorstwo Wydawnictw Kartograficznych 1973
- [5] Robinson A., Sale R., Morrison J.: *Podstawy kartografii*. Warszawa, PWN 1988
- [6] Saliszczew K.A.: *Kartografia ogólna*. Warszawa, PWN 1984
- [7] Sleeter R.: *Dasymetric Mapping Techniques for the San Francisco Bay Region, California*. http://www.urisa.org/Journal/Under_Review/sleeter/dasymetric_mapping_techniques.htm, 2004
- [8] Spallek W.: *Zależność kartograficznego modelu zjawiska od zastosowanej metody prezentacji*. Wrocław, Uniwersytet Wrocławski 2000