

ANNA FIEDUKOWICZ, AGNIESZKA GRABOWSKA, ROBERT OLSZEWSKI  
Zakład Kartografii Politechniki Warszawskiej  
r.olszewski@gik.pw.edu.pl

## Rozszerzenie kartograficznej metody koncentracji

**Zarys treści.** W artykule zaproponowano rozszerzenie metody opracowywania map koncentracji przestrzennej. Omówiono także wyniki przeprowadzonych badań, wskazując iż dodatkowy parametr metody pozwala na uzyskanie przestrzennie spójnych klas obiektów dla poszczególnych wydziałów tematycznych.

**Słowa kluczowe:** kartografia tematyczna, koncentracja przestrzenna, mapy koncentracji

### 1. Wprowadzenie

Pierwotne rozumienie kartografii jako dziedziny użytkowej wiązało się z tendencją do odtwarzania na mapach istniejącego, materialnego świata. Rozwój nauk przyrodniczych i społecznych na przełomie XVIII i XIX wieku oraz idea obrazowania na mapach abstrakcyjnych obiektów i zjawisk stały się przyczynkiem do rozwoju kartografii tematycznej (A.H. Robinson i inni 1995).

Właściwy rozwój kartografii tematycznej przypada jednak na wiek XIX. Gwałtownemu rozszerzeniu uległ zakres badań naukowych. Mapa tematyczna jako model przestrzennego rozmieszczenia i współzależności zjawisk pozwoliła na ukazanie wzajemnych związków, zmienności przestrzennej i czasowej.

W drugiej połowie XX wieku daje się zauważyć wyraźnie zarysowana tendencja rozwoju różnych nurtów problemowych kartografii teoretycznej. Gwałtowny rozwój kartografii przypada na lata pięćdziesiąte i sześćdziesiąte XX wieku, kiedy to głównym obszarem badań kartograficznych stały się mapy tematyczne. Mapy te służą do prezentacji „nie tylko faktów, lecz także idei, hipotez oraz rezultatów analiz i syntez” (O.M. Miller, R.J. Voskuil 1964).

Wzrastająca rola kartografii i badania dotyczące funkcjonalności użytkowania map doprowadziły w połowie XX w. do opracowania teorii kartograficznej metody badań (KMB). W 1948 roku K.A. Saliszczew w artykule *Kartografija, jejo przedmiot i niekatoryje zadaczy* po raz pierwszy sformułował koncepcję wykorzystania map ogólnogeograficznych do badania prawidłowości rozmieszczenia zjawisk i ich wzajemnej współzależności

Koncepcję kartograficznej metody badań rozwinął A.M. Berlant (1978). Podana przez niego zmodyfikowana definicja kartograficznej metody badań obejmowała wyznaczanie na podstawie map charakterystyk jakościowych i ilościowych zjawisk i procesów, określanie dynamiki ich zmian w czasie i przestrzeni, współzależności oraz tendencji rozwoju geosystemu i prognozowanie jego przyszłych stanów.

Jeszcze dalej w swoich rozważaniach posunął się A.F. Aslanikaszwili (1974), który stwierdził, iż mapa jest środkiem poznania rzeczywistości, przedmiotem badań kartografii jest więc rzeczywistość, nie jest zaś model kartograficzny. Stwierdzenie to, jako zbyt daleko idące, odbiega jednak od teoriopoznawczego rozumienia roli kartografii jako nauki o odzwierciedlaniu i badaniu systemów przestrzennych za pomocą ich modelowania kartograficznego (K.A. Saliszczew 1955). Metodyka kartograficzna pozwala zatem na wykorzystanie map (a wspólnie również baz danych przestrzennych) nie tylko do wizualizacji obiektów i zjawisk, lecz również do badania i ukazywania ich wzajemnych relacji. Nie należy bowiem zapominać, że rozwój metod kartograficznych od zawsze powiązany był zarówno z rozwojem innych dziedzin (które mapy tematyczne miały ilustrować), jak i z roz-

wojem technologicznym (np. rozwój technologii reprodukcyjnych stymulował kartografię tematyczną w najbardziej intensywnym okresie jej rozwoju). Dlatego też szerokie wykorzystanie technologii cyfrowej w dzisiejszej kartografii i systemach informacji przestrzennej nie pozostaje bez wpływu na stosowane metody prezentacji. Wykorzystanie komputerów eliminuje lub znacząco zmniejsza problemy numeryczne związane z przetwarzaniem danych. Sprawia to, że możliwe staje się rozwijanie metodyki, dawniej niemożliwej do zastosowania ze względu obliczeniowych.

Przykładem tak rozumianej rewolucji technologicznej w kartografii jest zastosowanie kartograficznej metody badań i cyfrowej analizy danych do opracowania map koncentracji przestrzennej obiektów i zjawisk. Ramy metodyczne tego procesu znane są od wielu lat, jednak wykorzystanie technologii cyfrowej umożliwiła parametryzację tej metody, a co za tym idzie jej znaczące modyfikacje i poszerzenie zakresu stosowania.

## 2. Koncentracja przestrzenna

Metodyka kartograficznego przedstawiania koncentracji obiektów i zjawisk geograficznych była przedmiotem wielu opracowań kartograficznych w pierwszej połowie XX w. (M.O. Lorenz 1905; H. Steinhaus 1947; F. Uhorczak 1948). K. Buczkowski (1982) poszerzył tę metodykę wyróżniając metodę koncentracji powierzchniowej, dystansowej oraz osobliwej, co pozwoliło na strukturalne badanie układów przestrzennych pod kątem skupienia zróżnicowanych geometrycznie elementów. Spośród szeregu metod koncentracji przestrzennej najbardziej znane pozostają metody koncentracji przestrzennej mozaikowej i strefowej, opracowane przez Franciszka Uhorczaka (1948). Mapy wykonywane metodą koncentracji mozaikowej, jakkolwiek stosunkowo łatwe w opracowaniu poprzez wykorzystanie szeregu kumulacyjnego, dają obraz mało czytelny i trudny do interpretacji ze względu na rozproszony, mozaikowy charakter poszczególnych stref. Problem ten jest w dużej mierze rozwiązywany za pomocą metody koncentracji strefowej, zaproponowanej przez F. Uhorczaka (1971) w późniejszym czasie. Opracowane w ten sposób mapy prezentują czytelne zwarte strefy koncentracji, ale uzyskiwane kosztem dużo większej pracochłonności.

Wykorzystanie do opracowania map koncentracji narzędzi GIS nie tylko ogranicza problemy obliczeniowe, ale stwarza także możliwość rozszerzenia pierwotnej metodyki poprzez wprowadzenie dodatkowych parametrów, tak aby umożliwić i usprawnić przygotowanie parametryzowanych map koncentracji.

## 3. Proponowana metodyka

W ramach pracy magisterskiej zrealizowanej przez Agnieszkę Tańkowską (Grabowską) w Zakładzie Kartografii Politechniki Warszawskiej podjęto próbę rozszerzenia metod koncentracji przestrzennej poprzez modyfikację pola podstawowego oraz wprowadzenie dodatkowego parametru w przypadku koncentracji strefowej wraz z różnicowaniem wagi tego parametru. Opracowaną metodykę testowano dla kilku zjawisk, korzystając z danych udostępnianych przez Główny Urząd Statystyczny i Ministerstwo Rozwoju Regionalnego.

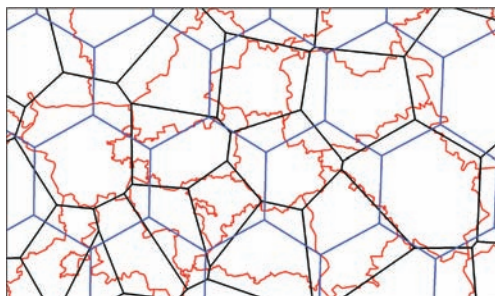
W ramach badań zaproponowano trzy rodzaje pól podstawowych, dla których przygotowano mapy koncentracji. Były to:

- powiaty – według granic administracyjnych;
- sieć zmiennogęsta – oparta o centroidy powiatów i utworzone na ich podstawie diagramy Voronoi, z przypisanymi wartościami zjawiska odpowiadającymi poszczególnym powiatom;
- sieć heksagonalna – sieć regularnych heksagonów jednakowej wielkości, dla których wartość zjawiska obliczono sumując wartości zjawisk dla centroidów gmin przynależących do danego sześcioboku.

Wykorzystanie różnego typu pól podstawowych miało na celu sprawdzenie, jaki wpływ na ostateczną mapę koncentracji będzie miał kształt obszaru elementarnego i wynikający z niego sposób graniczenia z sąsiednimi polami (w tym liczba sąsiadów). Aby zapewnić porównywalność rezultatów wszystkie pola podstawowe miały zbliżoną średnią powierzchnię (około 1000 km<sup>2</sup>). Zależność między poszczególnymi polami podstawowymi i sposób ich nakładania ilustruje rycina 1.

Do poszczególnych pól sieci zmiennogęstej przypisano wartości bezwzględne zjawisk, odpowiadających im powiatów (sieć ta została wytworzona na podstawie centroidów powiatów), zaś w przypadku sieci heksagonalnej zsumowano wartości zjawisk dla powiatów, których centroidy leżały wewnątrz danego pola.

Gęstość dla pól wynika z podzielenia wartości bezwzględnej zjawiska przez powierzchnię danego pola. Na tak przygotowanych polach podstawowych wykonano mapy koncentracji mozaikowej i strefowej. Zdecydowano, aby wszystkie opracowane mapy były 5-klasowe, aby zapewnić ich porównywalność i ułatwić interpretację wyników.

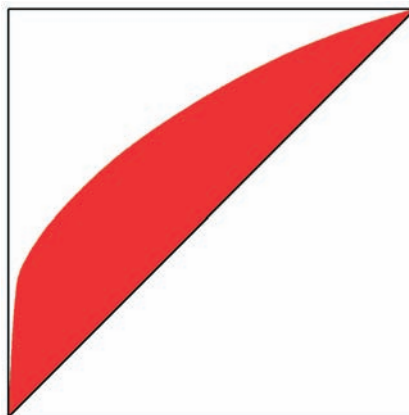


Ryc. 1. Nakładanie się różnych pól podstawowych: czerwony – powiaty, czarny – sieć zmiennogęsta, niebieski – sieć heksagonalna (fragment)

Fig. 1. Overlapping of various base units: red – counties, black – density network, blue – hexagonal network (part)

Opracowując mapy koncentracji strefowej zaobserwowano jednak tendencję do występowania mało zwartych wydłużonych stref. W związku z tym zdecydowano się na uwzględnienie dodatkowego, obok gęstości zjawiska, czynnika (parametru), który decydowałby o przyłączeniu danego pola do strefy, i czyniłby ją bardziej zwartą. Takim czynnikiem stała się odległość od tzw. „jądra strefy” tj. od pola podstawowego, które stanowi początek strefy (np. powiat o największej gęstości zaludnienia). Celem wprowadzenia dodatkowego parametru jest więc zapewnienie lepszej czytelności i podniesienie walorów interpretacyjnych mapy, poprzez zapewnienie bardziej zwartych obszarów poszczególnych klas koncentracji, co dawniej było realizowane poprzez wykorzystanie wieloletniego doświadczenia kartografa tworzącego mapę koncentracji. W prowadzonych badaniach analizowano też zmianę wartości wag między tymi czynnikami (wartością zjawiska i odległością od centroidu strefy), testując różne konfiguracje dla różnych pól podstawowych oraz różnych zjawisk (wagi kolejno: {0,2; 0,8}, {0,5; 0,5}, {0,8; 0,2}).

Dla każdego z przygotowanych wariantów obliczono także indeks Giniego (G), będący numeryczną miarą koncentracji zjawisk, opartą na krzywej Lorentza (ryc. 2). Współczynnik ten przyjmuje wartości z zakresu  $<0; 1>$ , bądź wartości w procentach  $<0; 100>$ , gdzie wartość 0 oznacza równomierne rozmieszczenie danego zjawiska, wartość 1 (lub 100%) oznacza



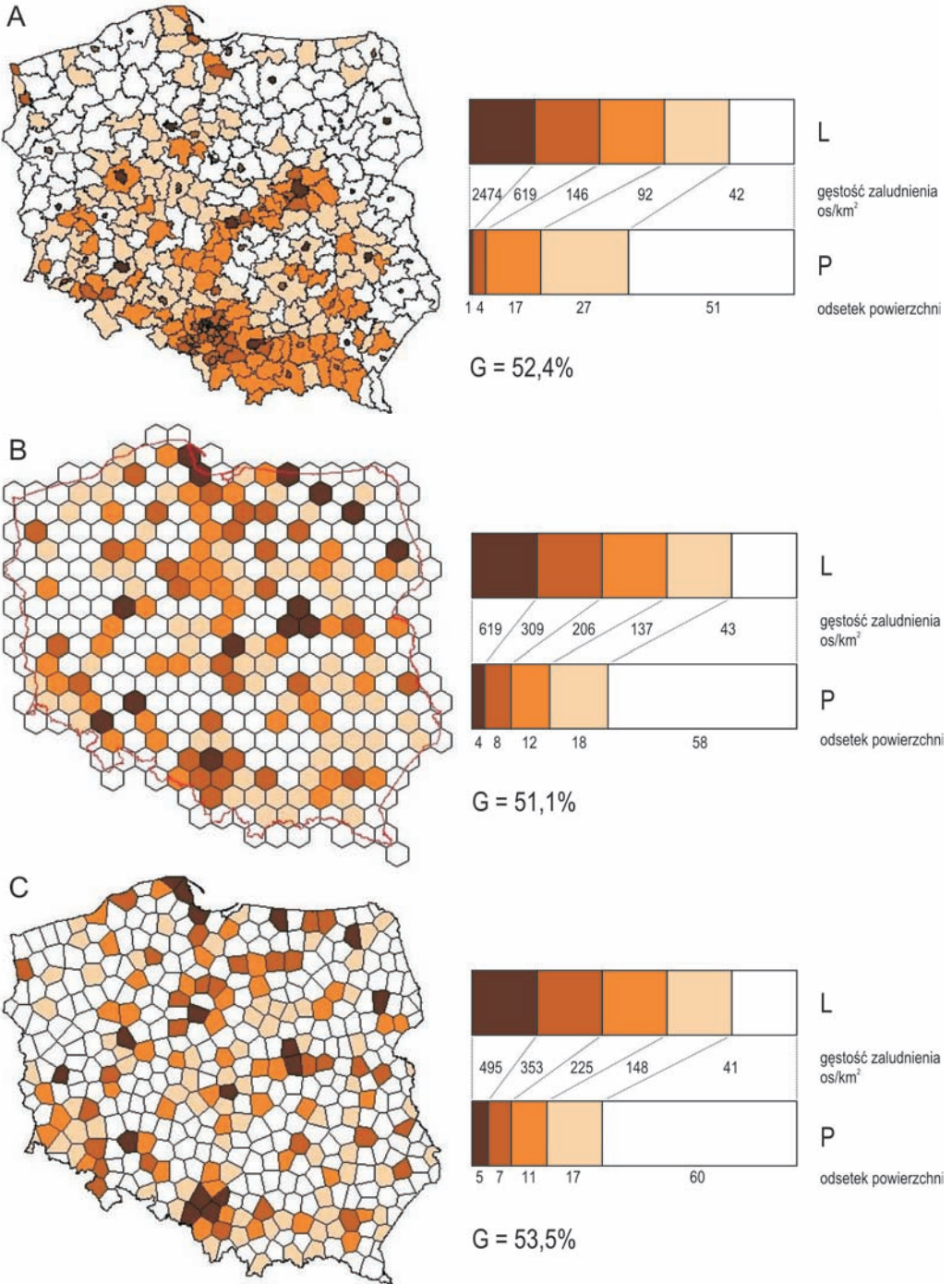
Ryc. 2. Ilustracja interpretacji graficznej indeksu Giniego

Fig. 2. Illustration of graphic interpretation of Gini coefficient

zaś maksymalne, punktowe jego skupienie. Graficzną interpretacją indeksu Giniego jest podwójne pole obszaru określonego przez krzywą koncentracji i przekątną kwadratu jednostkowego (obszar czerwony na rycinie 2).

#### 4. Wyniki

Wpływ wybranego pola podstawowego na otrzymywane wyniki przetestowano opracowując kilka wariantów map koncentracji mozaikowej ludności (ryc. 3). Widoczny jest fakt, że o ile indeks Giniego nie ulega zasadniczym zmianom (jest zbliżony do 50%, co oznacza średnią koncentrację) o tyle rozkład przestrzenny koncentracji, jak i relacje pomiędzy liczebnością ludności, a zajmowaną przez nią powierzchnią (widoczne w legendzie) zmieniają się istotnie. Przyjęcie innych niż jednostki administracyjne pól podstawowych wymaga dokonania wstępnej agregacji danych, które pozyskiwane były w obrębie jednostek administracyjnych (gmin).



Ryc. 3. Koncentracja mozaikowa ludności z wykorzystaniem różnych typów pól podstawowych: A – powiaty, B – pola heksagonalne, C – sieć zmiennogęsta

Fig. 3. Mosaic concentration of population using various types of base units: A – counties, B – hexagonal units, C – density network



Ponadto przyjęcie innych niż powiaty pól podstawowych sprawia, że mają te same (pola heksagonalne), bądź zbliżone (diagramy Voronoi) powierzchnie, podczas gdy w przypadku powiatów istnieje wyraźna dysproporcja – powiaty grodzkie charakteryzuje zdecydowanie mniejsza powierzchnia, przy często dużym skupieniu zjawiska, powiaty ziemskie zaś mają powierzchnię wielokrotnie większą. To sprawia, że w przypadku powiatów powierzchnia dwóch pierwszych stref jest w sumie niewiele większa niż powierzchnia jednej tylko strefy w dwóch pozostałych przypadkach (ryc. 3). Jednak wyraźna różnica w legendzie widoczna jest głównie w dwóch pierwszych strefach – ze względu na miasta na prawach powiatu, kolejne wyniki są już dużo bardziej zbliżone, niezależnie od wybranego pola podstawowego.

Zmiana pól podstawowych powoduje także, co istotne, zmianę rozmieszczenia poszczególnych stref koncentracji. W przypadku wykorzystania powiatów wyraźnie widać koncentrację ludności w dużych ośrodkach miejskich: Warszawie i okolicach oraz na Śląsku, a także mniejsze skupienia w okolicach Poznania i Łodzi oraz zdecydowanie silniejszą koncentrację ludności na południu niż na północy Polski. W przypadku pól heksagonalnych pojawia się kilka silnych skupisk na północnym wschodzie Polski, co jest związane z dominacją miast powiatowych, nie oddaje jednak dobrze stanu rzeczywistego. Istniejące skupiska ludności są niekiedy przesunięte (np. strefy koncentracji w Sudetach przesunięte w kierunku północnym), co wynika z geometrycznych różnic położenia powiatów i pól heksagonalnych. Podobnie w przypadku sieci zmiennoścnej trudno zauważyć tendencje koncentracji – strefy pierwsza i druga rozmieszczone są dość równomiernie na całym obszarze kraju.

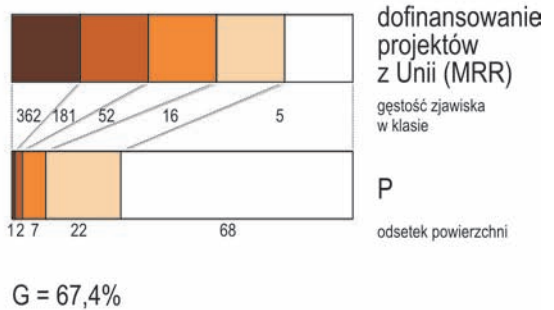
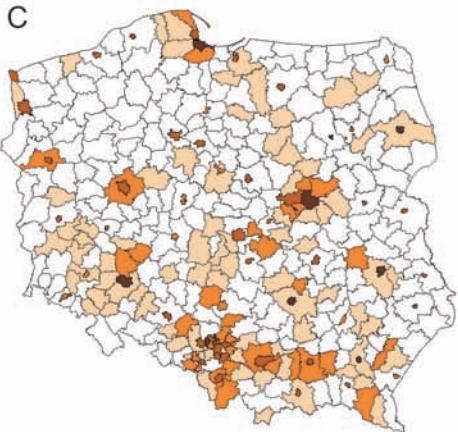
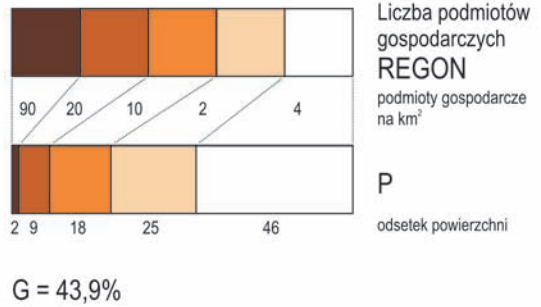
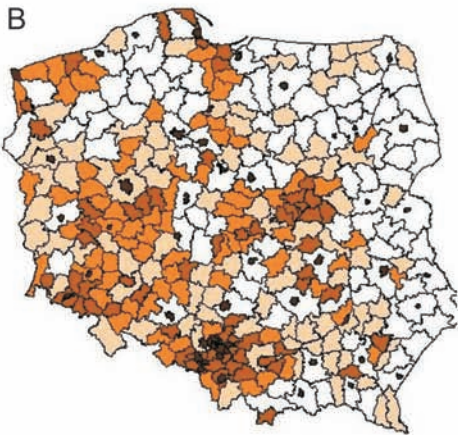
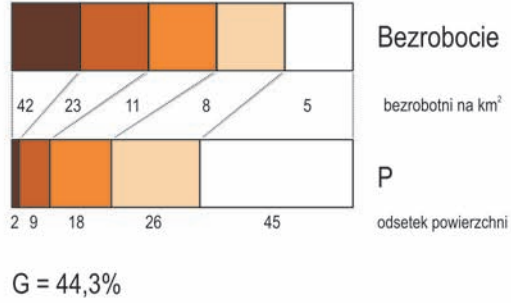
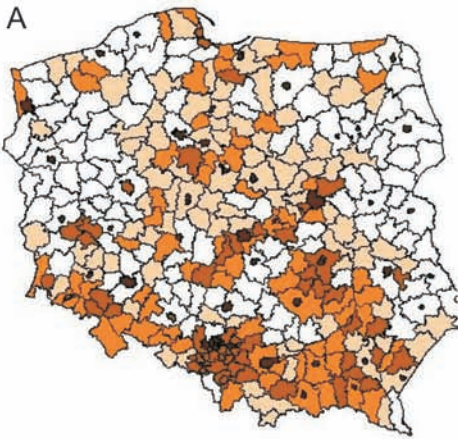
Powyższe spostrzeżenia doprowadziły do decyzji o wykorzystaniu na dalszym etapie badań wyłącznie powiatów jako pól podstawowych. Takie postępowanie uzasadnione jest dodatkowo faktem, że dane udostępniane przez GUS i inne instytucje publiczne są najczęściej gromadzone dla jednostek administracyjnych na różnych poziomach. Wykorzystanie bezpośrednio tych danych zmniejsza pracochłonność, ogranicza problem agregacji danych (co wiąże się zawsze z utratą informacji) oraz pozwala zachować najbliższe rzeczywistemu geograficzne położenie stref koncentracji.

Mapa koncentracji mozaikowej dotycząca bezrobocia (ryc. 4A) wskazuje na nasilenie tego problemu w ośrodkach miejskich oraz w ich pobliżu. Wiąże się to z dużą liczbą ludności w ogóle (patrz mapa koncentracji ludności ryc. 3A), w tym ludności napływowej, której przyływ przekracza możliwości miejscowego rynku pracy. Występują jednak również regiony o niewielkiej koncentracji ludności, jednak o dużym skupieniu osób bezrobotnych, takie jak Radom i okolice oraz północno-wschodnia część Polski. Współczynnik koncentracji Giniego wynosi 44,3%, co świadczy o koncentracji słabszej niż w przypadku ludności – bezrobocie jest bardziej równomiernie rozmieszczone.

Podobna wartość współczynnika Giniego charakteryzuje rozkład przestrzenny stopnia przedsiębiorczości wyznaczany przez liczbę podmiotów gospodarczych (REGON) w danej jednostce. Rozmieszczenie przestrzenne poszczególnych klas jest istotnie różne. Największą koncentrację liczebności numerów REGON można zaobserwować, poza miastami powiatowymi, na Górnym Śląsku. Wyróżnia się też zachód Polski i okolice Warszawy. Liczba nadawanych numerów REGON świadczy o liczbie zakładanych przedsiębiorstw, a więc o aktywności gospodarczej mieszkańców danego regionu. Wyraźnie odróżnia się tutaj wschodnia, północno-wschodnia część Polski oraz region Kaszub, które należą do piątej strefy o najniższej koncentracji nowozakładanych przedsiębiorstw. Widoczne jest dość wyraźne podobieństwo rozmieszczenia stref koncentracji tego zjawiska oraz koncentracji ludności.

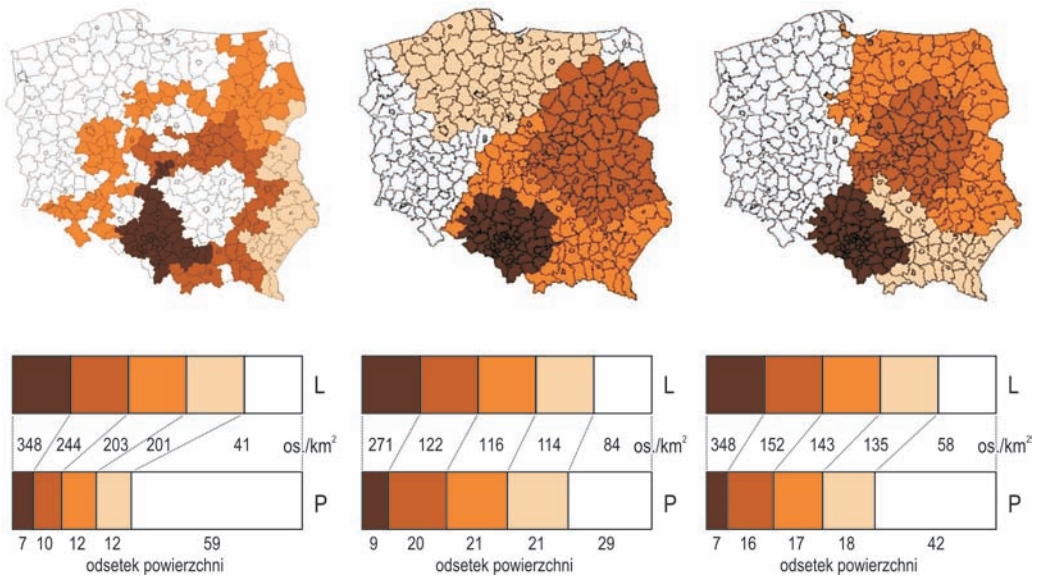
Dofinansowanie unijne jest najbardziej skoncentrowane spośród rozpatrywanych zjawisk. Zdecydowanie największą wartość przyjmuje tu indeks Giniego, który wynosi ponad 67%. Strefa pierwsza obejmuje głównie powiaty grodzkie będące miastami wojewódzkimi, a strefa druga pozostałe powiaty grodzkie. W rezultacie trzy pierwsze strefy obejmują zaledwie 10% powierzchni kraju, co oznacza, że zaledwie 10% powierzchni kraju akumuluje 60% unijnego dofinansowania. Świadczy to o dużej dysproporcji w rozdysponowywaniu funduszy unijnych. Mapa koncentracji mozaikowej znakomicie ten fakt ilustruje.

W ramach prowadzonej analizy porównawczej opracowano także mapy koncentracji strefowej dla tych samych zjawisk, przy użyciu różnego wagowania algorytmu przyłączającego



Ryc. 4. Koncentracja mozaikowa w powiatach: A – bezrobocie, B – REGON, C – dofinansowanie projektów z Unii (MRR)

Fig. 4. Mosaic concentration in counties: A – unemployment, B – REGON number, C – UE grants for projects (Ministry of Regional Development)



Ryc. 5. Koncentracja strefowa ludności w powiatach; wagi od lewej {intensywność zjawiska; odległość od jądra strefy}: {0,8; 0,2}, {0,5; 0,5}, {0,2; 0,8}

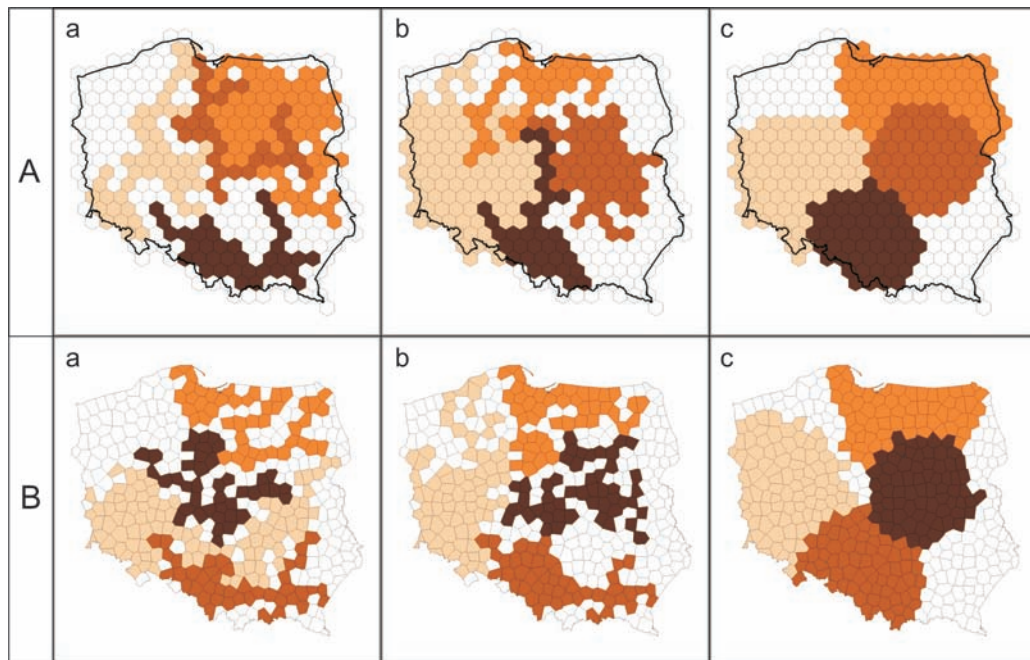
Fig. 5. Zone concentration of population in counties; weights from left {phenomenon intensity; distance from zone nucleus}: {0,8; 0,2}, {0,5; 0,5}, {0,2; 0,8}

kolejne powiaty do danej strefy. W przypadku koncentracji ludności (ryc. 5) pierwsza strefa we wszystkich wariantach znajduje się na Górnym Śląsku. W przypadku gdy odległość od jądra strefy ma małą wagę (0,2), strefa ta rozciąga się w kierunku Łodzi. Początkowym punktem drugiej strefy koncentracji jest we wszystkich przypadkach Warszawa. Kształt tej strefy różni się jednak znacząco w zależności od przyjętych wag. W pierwszym przypadku strefa druga rozciąga się zarówno w kierunku Łodzi – na zachód, jak i w kierunku południowym i południowo-wschodnim – w stronę Lublina i dalej Rzeszowa i Krakowa. Zwiększanie znaczenia odległości od jądra strefy powoduje dużo bardziej skupiony jej charakter – przy wagach {0,5; 0,5} większość strefy znajduje się na wschód od Warszawy, dla wartości {0,8; 0,2} przyjmuje kształt niemal koncentryczny, zmniejszając swoją powierzchnię. Kolejne dwie strefy znacząco zmieniają swoje położenie i kształt w zależności od przyjętych wag; wynika to zapewne tak ze zmiany w algorytmie, jak i z kształtu i wielkości stref uprzednio utworzonych. Strefa piąta natomiast układa się podobnie we wszyst-

kich przypadkach obejmując głównie zachód (ewentualnie północny zachód) kraju. Warto jednak zwrócić uwagę na stopień rozczłonkowania tej strefy, który zmniejsza się wraz ze zwiększaniem znaczenia czynnika odległości od jądra strefy. O ile w ostatnim przypadku strefa ta jest zwarta, o tyle przy równych wagach podzielona jest na dwie części, w skrajnym zaś przypadku (wagi: {0,2; 0,8}) składa się z wielu oddzielonych od siebie obszarów (niektórych złożonych tylko z jednego lub dwóch powiatów). Wynika to z faktu, że w skład strefy piątej wchodzi powiaty, które nie znalazły się w żadnej z innych stref. Sprawia to jednak, że przy braku dodatkowego kryterium, jakim jest odległość od jądra strefy, bądź przy zbyt małej jego wadze, mapa koncentracji strefowej ztraca swój strefowy charakter i zaczyna nieco przypominać mapę mozaikową, co powoduje częściową utratę jej walorów interpretacyjnych.

Poza wagami przypisanymi poszczególnym elementom algorytmu, metodę koncentracji strefowej można, podobnie jak koncentrację mozaikową, zmodyfikować zmieniając kształt pól podstawowych. Wykonano taką próbę dla





Ryc. 6. Koncentracja strefowa ludności w: A – polach heksagonalnych, B – sieci zmiennoścnej; wagi od lewej {intensywność zjawiska; odległość od jądra strefy}: a – {0,2; 0,8}, b – {0,5; 0,5}, c – {0,8; 0,2}

Fig. 6. Zone concentration of population in: A – hexagonal units, B – density network; weights from left {phenomenon intensity; distance from zone nucleus}: a – {0,2; 0,8}, b – {0,5; 0,5}, c – {0,8; 0,2}

koncentracji ludności, stosując ten sam co uprzednio zestaw wag (ryc. 6).

Zmiana pola podstawowego również może powodować nie tylko zmianę kształtu, ale i położenia stref. Przykładem jest strefa pierwsza koncentracji ludności, która dla powiatów i heksagonów jako pól podstawowych obejmuje Górny Śląsk i jego okolice, w przypadku sieci zmiennoścnej zaś, niezależnie od przyjętych wag, znajduje się w środkowej Polsce, obejmując Warszawę. Wynikać to może zarówno z zastosowanej agregacji danych, jak i z faktu, że w przypadku sieci zmiennoścnej niezmiennona wartość zjawiska (tu liczba ludności) przypisywana jest do innej niż oryginalnie powierzchni. To z kolei powoduje zmianę gęstości zjawiska, a co za tym idzie odmienne przypisanie poszczególnych obszarów do kolejnych stref. W tym przypadku Warszawa ma dużą liczbę ludności, lecz jest większa od powiatów grodzkich na Górnym Śląsku, w związku z czym tam zaczyna się pierwsza strefa. Opracowanie

równej wielkości heksagonów powoduje agregację więcej niż jednego powiatu na Śląsku, a co za tym idzie duża gęstość zjawiska zostaje zachowana. Po utworzeniu diagramów Voronoi sytuacja ulega zmianie, pola powierzchni ulegają unifikacji, a wartości zjawiska pozostają bez zmian, a zatem to Warszawa zostaje wskazana jako „jądro” pierwszej strefy.

## 5. Wnioski

Mnogość badanych wariantów metody koncentracji i jej zastosowanie dla wielu zjawisk pozwalają na wysunięcie wniosków o przydatności tej metody do prezentowania nierównomierności przestrzennego rozmieszczenia zjawisk. Zdecydowanie odmienny charakter mają wygenerowane mapy koncentracji mozaikowej i strefowej. Te pierwsze, identyczne z tradycyjnymi mapami tego typu, pokazują pojedyncze jednostki, obszary o największym zagęszczeniu zjawiska. Ze względu na najczęściej rozpro-



szony charakter takich obszarów, mapy te są jednak trudne do interpretacji i nie pozwalają na wyciągnięcie uogólnionych wniosków. Zastosowanie koncentracji strefowej powoduje zaś grupowanie jednostek powierzchniowych, dzięki czemu mapa jest łatwiejsza do odczytania i interpretacji w sposób intuicyjny. Z drugiej jednak strony dobór kolejnych jednostek jedynie spośród graniczących z uprzednio wybranymi powoduje, że do danej strefy dołączane są pola podstawowe, które charakteryzuje jedynie lokalne ekstremum gęstości danego zjawiska.

Na odbiór mapy i sposób kształtowania się stref duży wpływ miał rodzaj przyjętych pól odniesienia. Mimo zbliżonej powierzchni wszystkich rodzajów pól (około 1000 km<sup>2</sup>), uzyskiwano różne wyniki. Wpływ na to miał zarówno kształt pól, sposób ich sąsiedowania, jak i metoda przypisania wartości zjawiska do pól. Obok najbardziej tradycyjnych pól podstawowych – regionów administracyjnych (powiatów), gdzie zjawiska miały wartości pochodzące wprost z danych źródłowych oraz sieci zmienno-gęstej opartej o centroidy powiatów, badano także regularną sieć heksagonalną, dla której sumowano zjawiska odpowiadające centroidom poszczególnych gmin. Taki sposób agregacji, jak i przypisanie sieci zmienno-gęstej wartości zjawisk dla powiatów, nie pozostały bez wpływu na wyniki koncentracji i powodowały rozbieżności w wynikowych mapach. Przeprowadzone badania wskazują, iż najbardziej zasadne wydaje się korzystanie z powiatów lub mniejszych jednostek administracyjnych do opracowania map koncentracji, ze względu na dostępność danych wprost dla tych jednostek, bez konieczności ich agregacji, która zaburza wyniki oraz rzeczywiste relacje sąsiedztwa.

Opracowane przez autorów mapy koncentracji strefowej różnią się od tradycyjnych map wykonanych tą metodą jeszcze jednym aspektem. Zastosowanie technologii cyfrowej do opracowania tego typu mapy wymaga precyzyjnego określenia parametrów, które do tej pory stanowiły suwerenną decyzję kartografa. Dołączanie bowiem do strefy kolejnych, sąsiadujących powiatów, bez uwzględnienia stopnia skupienia strefy (odległości od jądra strefy)

powoduje powstawanie wydłużonych i rozciągniętych obszarów, co utrudnia ogólny ogląd takiej mapy i zmniejsza jej walory interpretacyjne, które powinny stanowić jej główną zaletę. Uwzględnienie odległości od jądra strefy powoduje z jednej strony większe skupienie stref (zależne od wagi przypisanej temu parametrowi) i ich bardziej zwarty kształt, z drugiej zaś sprawia, że różnice gęstości między strefami spadają na skutek dołączania do pierwszych stref powiatów leżących bliżej ich centrum, a nie tych charakteryzowanych przez maksymalną gęstość zjawiska. Takie działanie może powodować też zmiany w położeniu kolejnych stref. Kwestią istotną pozostaje jednak sposób doboru wag, który pozwoliłby w optymalny sposób uwzględnić zarówno gęstości zjawiska, jak i zachować zwartość stref umożliwiającą łatwą interpretację mapy koncentracji.

Ponadto można rozważyć zmianę parametru odległości na inny parametr świadczący o zawarciu strefy, jak np. stopień sąsiedztwa z pierwszym powiatem (liczba granic pól, które trzeba przekroczyć, aby dotrzeć do „jądra koncentracji”). Możliwe jest także łączenie tych parametrów i łączne ich uwzględnianie, jak i dodawanie kolejnych. Próba rozwinięcia metodyki map koncentracji zaproponowanej przez F. Uhorczaka pokazała jednak przede wszystkim, iż ta metoda prezentacji, pozornie już „wyeksploatowana”, posiada wciąż szereg możliwości. Nawet niewielkie modyfikacje metody pozwalają na uzyskanie odmiennych wyników. Zastosowanie techniki GIS daje możliwość testowania wielu wariantów metody, bez konieczności mozolnego przeliczania, pozwalającego porównać wyniki w celu wybrania optymalnego wariantu.

Działania te mają na celu wykonanie map koncentracji, które przede wszystkim byłyby w sposób intuicyjny czytelne dla odbiorcy, oddając istotę zagadnienia tj. nierównomierność rozmieszczenia danego zjawiska, poprzez wyróżnienie w pierwszej (pierwszych) klasach obszarów o szczególnie dużym jego nasileniu. Wykorzystanie zaś deterministycznych algorytmów i technologii GIS pozwala zachować obiektywizm wykonywania tego typu opracowań i precyzyjnie opisać wykorzystaną metodykę.

## Literatura

- Aslanikaszwilli A.F., 1974, *Metakartografija. Osnownyje problemy*. Tbilisi: Mecniereba.
- Berlant A.M., 1973, *Problemy teorii wykorzystania map w badaniach naukowych*. W: *Kartograficzna metoda badań w geografii*. „Przeł. Zagranicznej Literatury Geogr.” Z. 3/4, s. 39–50.
- Berlant A.M., 1978, *Kartograficeskij mietod issledowanija*. Moskwa: Izd. Moskowskiego Uniwersytetu.
- Berlant A.M., 2000, *Kartowanie geoinformacyjne – koncepcja i podstawy geograficzne*. „Polski Przeł. Kartogr.” T. 32, nr 1, s. 3–10.
- Boczarow M.K., 1976, *Metody statystyki matematycznej w geografii*. Warszawa: PWN.
- Buczowski K., 1982, *Metodyka kartograficznego przedstawiania koncentracji obiektów i zjawisk geograficznych*. Rozprawa doktorska. Politechnika Warszawska.
- Buczowski K., 1996, *System informacji przestrzennej a mapa topograficzna*. W: *Polska kartografia lat 90-tych*. „Materiały Ogólnopolskich Konferencji Kartogr.” T. 18, Warszawa, s. 50–55.
- Chojnicki Z., 1977, *Metody ilościowe i modele w geografii*. Warszawa: PWN.
- Grygorenko W., 1991, *Kierunki rozwoju naukowego współczesnej kartografii*. W: *Metody badań kartograficznych*. „Materiały Ogólnopolskich Konferencji Kartogr.” T. 16, Lublin, s. 16–27.
- Lorenz M.O., 1905, *Method of measuring the concentration of wealth*. „Publications of the American Statistical Association” Vol. 9.
- Makowski A., 1997, *Kartografia – terażniejszość i prognozy*. W: *Międzynarodowa Konferencja „Geodezja i kartografia u progu XXI wieku”*, Warszawa.
- Miller O.M., Voskuil R.J., 1968, *Generalizacja map tematycznych*. „Przeł. Zagranicznej Literatury Geogr.” Z 4, s. 83–90. Tłum. artykułu: *Thematic map generalization*, „Geographical Review” Vol. 54, 1964, no. 1, s. 13–19.
- Mościbroda J., 1999, *Mapy statystyczne jako nośniki informacji ilościowej*. Lublin: Wydawn. UMCS.
- Ratajski L., 1989, *Metodyka kartografii społeczno-gospodarczej*. Warszawa – Wrocław: PPWK.
- Robinson A.H., Morrison J., Muehrcke P., Kimerling A., Guptil S., 1995, *Elements of Cartography*. New York: John Wiley & Sons.
- Saliszczew K.A., 1948, *Kartografija, jejo przedmiot i niekotorje zadaczy*. „Woprosy Geografii” Sb. 9, s. 111–118.
- Saliszczew K.A., 1955, *O kartograficeskom mietodie issledowanija*. „Wiesticnik Moskowskiego Uniwersytetu, Sier. fiziko-mat.” nr. 10, s. 161–170.
- Saliszczew K.A., 1998, *Kartografia ogólna*. Warszawa: Wydawn. Naukowe PWN.
- Steinhaus H., 1947, *O wskaźniku zagęszczenia i rozproszenia*. „Przeł. Geogr.” T. 21, s. 109–111.
- Tafiłowska A., 2012, *Studium zastosowań metody koncentracji powierzchniowej do opracowań kartograficznych map statystycznych*. Praca magisterska opracowana w Zakładzie Kartografii PW pod kierunkiem dr. hab. inż. Roberta Olszewskiego.
- Uhorczak F., 1948, *Gęstość zaludnienia Polski*. „Ziemia” R. 39, nr 2, s. 37–45.
- Uhorczak F., 1971, *Kartograficzna metoda koncentracji w strefach zwartych*. W: *Problemy kartografii tematycznej*, „Materiały Ogólnop. Konferencji Kartogr.” T. 1, Lublin – Warszawa, s. 87–104.

## On augmentation of cartographic method of spatial concentration

### Summary

**Keywords:** thematic cartography, spatial concentration, concentration maps

The ability to think of the map as a means of presenting not only real objects, but also abstract phenomena allowed for intensive growth of thematic cartography in 19th century. Later development of cartographic research method (analytical cartography) was the result of perceiving the map as a tool for examining spatial dispersion and interdependence of phenomena. The methodology of elaborating maps of spatial concentration is one of them. Contemporary technological development allows to eliminate calculation problems connected to elaborating such maps, it requires however making the rules of creating them more precise.

The authors present the implementation of both the mosaic and the zone concentration method for a few selected phenomena. Whereas mosaic concentration maps were done according to original methodological assumptions (see F. Uhorczak 1971), an additional parameter of distance from zone nucleus was used for zone concentration. The parameter prevents concentration zones from expanding, which on previously elaborated concentration maps was the cartographer's task and resulted from his knowledge and experience. It was shown how the change in weight of that parameter impacts shape and distribution of concentration zones. It was also demonstrated how the change in base unit shape impacts the result of the method.

*Translated by M. Horodyski*