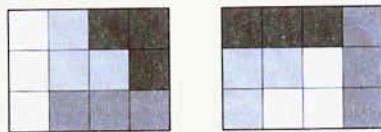


ANNA LEONOWICZ  
Instytut Geografii i Przestrzennego Zagospodarowania PAN  
Warszawa\*

## Z problematyki porównywalności kartogramów

Zarys treści. Artykuł jest próbą odpowiedzi na pytanie, jakie warunki powinny spełniać kartogramy, aby możliwe było poprawne ich porównywanie. Przedstawiono czynniki, które mogą mieć wpływ na wizualną ocenę podobieństwa tych map.

Porównywanie jest często stosowaną metodą czytania map. Używa jej każdy czytelnik atlasów, zwłaszcza tych przedstawiających różne zagadnienia w odniesieniu do jednego wybranego regionu geograficznego. U podstaw opracowywania atlasów powinno leżeć założenie, że zawarte w nim mapy są wzajemnie porównywalne. Można sądzić, że wówczas zależności łączące przedstawiane zjawiska byłyby poprawnie interpretowane. Warunki porównywalności map, zwłaszcza w przypadku metod kartografii statystycznej, nie są jednak dobrze poznane i w praktyce rzadko zwraca się uwagę na to zagadnienie.



Ryc. 1. Schemat dwóch kartogramów  
Fig. 1. Scheme of two choropleth maps

Jedną z częściej spotykanych w atlasach form prezentacji kartograficznej jest kartogram, dlatego warto zastanowić się, od czego zależy porównywalność tych map. Można przeanalizować to na prostym przykładzie zilustrowanym na rycinie 1. Dwa kartogramy, przedstawiające rozmieszczenie dwóch różnych zjawisk geograficznych na tym samym obszarze, zostały wykonane w takim samym podziale przestrzennym. To, czy mapy te są porównywalne, wynika ze sposobu, w jaki są one czytane. Proces ten polega na porównywaniu rozmieszczenia intensywności

przedstawionych zjawisk. W przypadku kartogramów odpowiada to porównywaniu położenia odpowiednich odcieni szarości, które zostały nadane poszczególnym jednostkom przyjętego podziału przestrzennego. Podstawą porównywania są więc dwa elementy każdej mapy: pole odniesienia oraz klasa wartości.

Można wyobrazić sobie, że omawiany proces rozpoczyna się od wyboru jednej z klas wartości i porównania jej położenia na obu mapach. Ilustruje to rycina 2.1. Wybraną klasą jest w tym przypadku klasa najwyższa. Inną możliwością jest wybór jednej lub kilku jednostek odniesienia o tym samym położeniu na obu mapach i następnie porównanie przypisanych im wartości (odcieni szarości). Ilustruje to rycina 2.2. W przykładzie tym porównywane są wartości przypisane dwóm skrajnie położonym polom w południowo-zachodniej części mapy (A. Dąbrowski 1980).

Ponieważ proces czytania kartogramów opiera się na dwóch wspomnianych elementach: polach odniesienia i klasach wartości, stały się one podstawą do sformułowania trzech podstawowych warunków optymalnej porównywalności. Są to: jednakowy układ pól odniesienia na obu mapach, jednakowa liczba klas oraz jednakowa metoda ich wyznaczenia (J. Paślowski 1982, 1986). Zachowanie tej samej wielkości pól związane jest z przyjęciem jednakowego poziomu agregacji danych, a więc podobnej szczegółowości map. W przypadku kartogramu odpowiada to skali prezentacji. Jest to czynnik warunkujący możliwość porównywania. Nieporównywalne będą, na przykład, kartogramy wykonane w podziałach administracyjnych różnego rzędu. Zmiana poziomu agregacji danych wpływa na obraz przestrzennego zróżnicowania zjawisk (im mniejsze jednostki podziału, tym obraz ten jest bardziej zróżnicowany). Przyjęcie większych jednostek odniesienia prowadzi do uogólnienia treści-

ci mapy i uśrednienia wartości zjawisk (zmniejsza się rozpiętość przedstawianych danych).

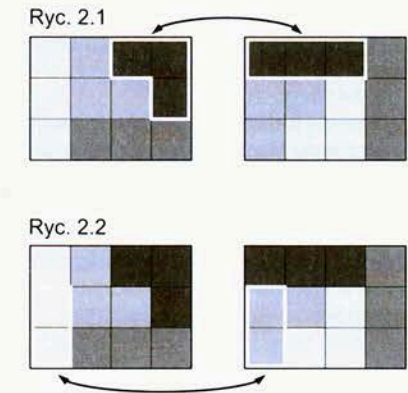
Identyczny kształt jednostek pozwala na łatwe ich identyfikowanie na różnych mapach i umożliwia odnoszenie do siebie treści takich map. Z tego względu ważne jest umieszczenie na mapie wszystkich granic jednostek odniesienia. Porównywanie kartogramów ułatwiają również zbliżona skala metryczna i identyczna treść uzupełniająca.

Przyjęcie jednakowej liczby klas kartogramu związane jest z porównywalnością skal wartości. Spełnienie tego warunku ułatwia proces porównywania, który może zostać sprowadzony do porównywania położenia jednostek przestrzennych należących do odpowiadających sobie na różnych mapach przedziałów (tak, jak widoczne jest to na rycinie 2.1). W przypadku kartogramów o różnej liczbie klas jest to zadanie trudniejsze. Ilustruje to rycina 3. Na kartogramach przedstawiono rozmieszczenie dwóch zjawisk geograficznych przyjmując podział na różną liczbę klas (3 i 4 klasy). Przykład klas środkowych wskazuje, że nie jest jednoznaczne, które pola należy ze sobą porównywać. Uzasadnieniem dla przyjęcia tej samej liczby przedziałów na porównywanych mapach jest również dążenie do zachowania jednakowego poziomu generalizacji, który w przypadku kartogramu można identyfikować z liczbą klas (G. F. Jenks 1963).

Należy zauważyć, że o ile jednakowa wielkość pól odniesienia jest czynnikiem warunkującym możliwość porównywania, o tyle jednakowa liczba klas ułatwia ten proces, lecz nie stanowi koniecznego warunku. Podobnie jest również w przypadku granic pól odniesienia. Mapy o różnych kształtach jednostek odniesienia, lecz o zbliżonej ich wielkości (np. mapy o różnych podziałach administracyjnych tego samego rzędu) są porównywalne, choć ich interpretacja jest znacznie utrudniona. Tego typu rozwiązania spotyka się jednak w praktyce kartograficznej.

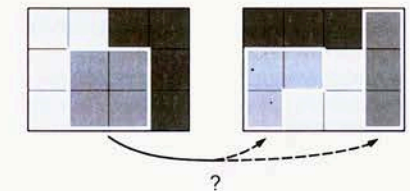
Znacznie więcej problemów stwarza wyznaczenie granic klas kartogramów przy założeniu ich porównywalności. Niezależny podział każdego zbioru wartości nie zapewnia, że otrzymane mapy będą porównywalne. Jasne wydaje się zalecenie, że metoda podziału dla wszystkich zbiorów wartości powinna być wspólna. W kwestii zasad podziału, które zapewniłyby porównywalność otrzymanych map, nie znaleziono – jak dotychczas – jednoznacznego rozwiązania.

Jeżeli założymy, że porównywanie kartogramów polega na porównaniu odpowiadających sobie na różnych mapach klas tak, jak ilustruje to rycina 2, podziału danych statystycznych na



Ryc. 2. Schemat porównywania dwóch kartogramów, który polega na: ryc. 2.1 – porównaniu położenia jednej z klas wartości; ryc. 2.2 – porównaniu wartości przypisanych jednostkom o tym samym położeniu na mapie

Fig. 2. Comparison of two choropleth maps: fig. 2.1 – comparison of the localization of one class; fig. 2.2 – comparison of values for units located in the same place



Ryc. 3. Schemat porównywania kartogramów o różnej liczbie klas

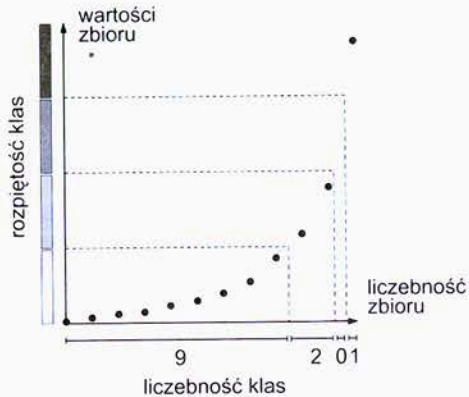
Fig. 3. Comparison scheme for choropleth maps with different number of classes

leży dokonać w ten sposób, aby porównywalne stały się poszczególne przedziały wartości. Nie jest to zadanie łatwe, biorąc pod uwagę, że przedstawiane dane niosą ze sobą różną treść i charakteryzują je różne rozkłady statystyczne. Mogą się one różnić pod względem miana, zakresu wartości i kształtu rozkładu. Dlatego podział zbioru nie może opierać się na wartościach bezwzględnych i indywidualnych cechach konkretnego rozkładu. W poszczególnych klasach powinny grupować się wartości o określonym położeniu w stosunku do całości zbioru danych. Aby metoda wyznaczania klas sprawdzała się w przypadku różnych zbiorów statystycznych, powinny być spełnione następujące warunki:

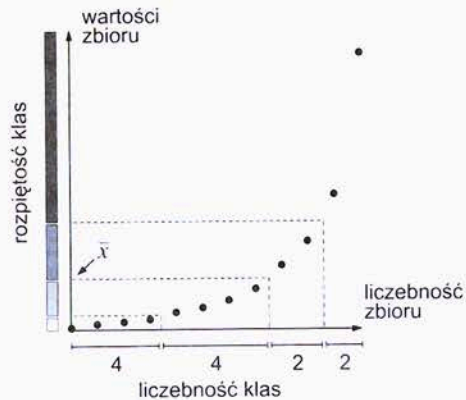
1) równa, w miarę możliwości, liczebność klas, dzięki czemu w przypadku różnych rozkładów statystycznych unika się powstawania klas pustych;

2) zasady podziału oparte na statystycznych miernikach traktujących każdy zbiór jako całość, nie zaś na wartościach bezwzględnych – zwykle innych dla każdego zbioru;

3) operowanie jednolitą miarą do opisanego wartości granicznych klas, niezależną od miary poszczególnego zjawiska (A. Dąbrowski 1980).



Ryc. 4. Podział zbioru wartości na przedziały o równej rozpiętości  
Fig. 4. Data set division into equal intervals classes



Ryc. 5. Podział zbioru wartości metodą średniej i kwantyli;  $\bar{x}$  – średnia arytmetyczna  
Fig. 5. Data set division using the method of arithmetic mean and quantiles;  $\bar{x}$  – arithmetic mean

Analiza znanych sposobów wyznaczania klas pozwala wyróżnić te metody, które nie spełniają warunków porównywalności. Jest to w pierwszym rzędzie metoda jednakowej rozpiętości przedziałów, która w naturalny sposób klóci się z zasadą jednakowej liczebności. Metoda ta nie będzie się

sprawdzać w przypadku rozkładów silnie skośnych, może bowiem prowadzić do powstawania klas pustych (ryc. 4). Drugi rodzaj to metody oparte na indywidualnych wartościach zbioru danych (np. metoda podziału sumy zbioru) oraz metodach, które sprawdzają się tylko w przypadku jednego typu rozkładów statystycznych (np. metody progresyjne, gdzie granice klas dobiera się zależnie od kształtu rozkładu lub metody sprawdzające się tylko w przypadku rozkładu normalnego, takie jak metoda oparta na średniej arytmetycznej lub wielokrotnościach odchylenia standardowego). Należy wykluczyć również powszechnie stosowane różnego rodzaju metody niesformalizowane. W związku z tym, że nie opierają się one na ogólnej regule, trudno ocenić, czy otrzymane w ten sposób przedziały są porównywalne.

Najbliższa sformułowanym wcześniej warunkom porównywalności przedziałów klasowych jest metoda średniej arytmetycznej i kwantyli. Zastosowanie tej metody ilustruje rycina 5. Podstawą podziału jest tu średnia arytmetyczna, która dzieli zbiór wartości na dwie części: powyżej i poniżej średniej. Drugim etapem jest podział każdej części na klasy o jednakowej liczbie obserwacji. Zastosowanie średniej arytmetycznej do podziału wartości pozwala na określenie miejsca każdego z przedziałów w odniesieniu do całości zbioru, metoda kwantyli zachowuje tę samą liczbę obserwacji w klasach poniżej i powyżej średniej. Wadą tej metody jest nie uwzględnianie cech rozkładu statystycznego kartowanego zbioru; dopiero uzupełnienie jej dobrze skonstruowaną legendą pozwala na porównywanie ze sobą przedstawianych zbiorów statystycznych. Warte rozważenia jest również metoda wielokrotności odchylenia standardowego. Mimo, że w przypadku rozkładów skośnych może dawać przedziały różniące się pod względem liczebności, posiada ona ważną zaletę – odchylenie standardowe pozwala na wyrażenie granic klas wspólną miarą dla różnych map.

Na zasadzie kompromisu między metodą średniej i kwantyli oraz metodą wielokrotności odchylenia standardowego, wykorzystując zalety obu metod, A. Dąbrowski (1980) w niepublikowanej pracy magisterskiej zaproponował nowy sposób wyznaczania klas, który wydaje się dobrze spełniać warunki porównywalności. Podstawą podziału jest tu metoda średniej i kwantyli, która następnie jest modyfikowana (w jak najmniejszym stopniu) w ten sposób, aby granice przedziałów mogły zostać zapisane w postaci okrągłych wielokrotności odchylenia standardowego (z dokładnością do 0,2  $\delta$ ). W legendzie każdy przedział

objaśniony jest za pomocą odchylenia standardowego, wartości liczbowych oraz liczby należących do niego obserwacji.

Dążenie do uzyskania statystycznej porównywalności odpowiadających sobie na różnych kartogramach klas, nie jest jedynym możliwym podejściem do zagadnienia porównywalności. Próba optymalizacji sposobu wyznaczania klas również na potrzeby porównywania jest metodą opracowaną przez M. S. Monmoniera (1975), której celem jest uwidocznienie podobieństwa przedstawianych na mapach zjawisk. Polega ona na takim doborze granic klas, aby otrzymany kartogram był jak najbardziej podobny do innego, dla którego klasy zostały zadane z góry. Podstawą funkcjonowania metody jest miara dopasowania klas dwóch kartogramów (C).

$$C = \frac{\sum_{j=1}^k c_j}{k}$$

wartość  $c_j$  obliczamy ze wzoru:

$$c_j = \frac{P_j - Q_j}{2(P_j + Q_j)} + \frac{1}{2}$$

gdzie:

$P_j$  – liczba jednostek w klasie  $j$  na pierwszej mapie, które znajdują się w tej samej klasie na drugiej mapie;

$Q_j$  – liczba jednostek w klasie  $j$  na pierwszej mapie, które nie znajdują się w tej samej klasie na drugiej mapie;

$k$  – liczba klas.

Wskaźnik ten przyjmuje wartości z przedziału od 0 do 1, najwyższe wartości osiąga wtedy, gdy wszystkie pola przynależą do tych samych klas na obu mapach. Zaproponowana metoda polega na znalezieniu takich granic przedziałów, aby wartość współczynnika była możliwie najwyższa. Sprawdza się ona dość dobrze w przypadku zjawisk o silnej zależności, dając mapy bardziej podobne niż w przypadku klas dobranych arbitralnie. Znacznie gorsze efekty uzyskuje się dla zjawisk o słabej korelacji, wówczas bowiem większość pól grupuje się w jednej lub dwóch klasach. Istotnym problemem, który wyłania się w trakcie stosowania metody, jest pytanie o dopuszczalne granice modyfikowania obrazu rozmieszczenia zjawisk, w celu podkreślenia ich podobieństwa. Słuszne wydaje się ograniczenie zastosowania metody do przypadków, w których zamiarem kartografa jest pokazanie silnej zależności zjawisk. W przypadku słabych zależności próby podkreślenia ich podobieństwa, poprzez manipulację gra-

nicami klas, budzą wątpliwości. Wyraźnym ograniczeniem metody jest również brak możliwości zastosowania jej przy większej liczbie kartogramów.

Istotnym aspektem badań nad porównywalnością kartogramów jest wpływ metody wyznaczania klas na siłę zależności, którą możemy obliczyć na podstawie map. Wiadomo, że sam fakt dzielenia zbioru wartości na klasy kształtuje obraz przestrzennego rozmieszczenia zjawisk i może mieć przez to wpływ na widoczną na mapach siłę ich zależności. Dlatego podobieństwo par kartogramów może różnić się od wielkości korelacji par zjawisk mierzonej na podstawie wyjściowych danych statystycznych. Wielkość tych różnic zależy między innymi od metody wyznaczenia klas. Porównanie wpływu różnych sposobów podziału na klasy na korelację zjawisk przedstawianych metodą kartogramu było przedmiotem badań J. Olson (1972a, 1972b). Pod uwagę wzięte zostały trzy metody wyznaczania klas w ośmiu wersjach, zależnie od liczby klas. Były to: metoda kwantyli, metoda wielokrotności odchylenia standardowego i metoda średnich. Porównania korelacji wyjściowych danych oraz korelacji par kartogramów, dla których klasy wyznaczono wspomnianymi metodami, dokonano za pomocą dwóch współczynników – odpowiednio współczynnika korelacji Pearsona oraz współczynnika korelacji rang Kendalla. Wielkości obu tych współczynników były bardziej podobne w przypadku większej liczebności kartowanych zbiorów oraz większej liczby klas kartogramów. Najlepsze rezultaty uzyskano dla metod wyznaczania klas dzielących zbioru danych na podobną liczbę obserwacji w klasach. Były to metoda kwantyli i metoda podziału za pomocą średniej arytmetycznej na cztery klasy. Wnioski te okazały się słuszne tylko w odniesieniu do danych o rozkładach normalnych (generowanych komputerowo). W przypadku danych rzeczywistych, które zazwyczaj nie mają rozkładów normalnych, zależności pomiędzy przedstawianymi zjawiskami najlepiej oddały klasy wyznaczone metodą wielokrotności odchylenia standardowego.

\*\*\*

Przeciwieństwem kierunku czysto statystycznego traktowania porównywalności kartogramów jest zwrócenie uwagi na sposób odbioru tych map przez użytkownika. Z punktu widzenia odbiorcy kartogramy są porównywalne wtedy, gdy na ich podstawie możliwe jest prawidłowe wnioskowanie o stopniu zależności przedstawianych zjawisk. Trzeba zauważyć, że założenie takie wydaje się istotne zwłaszcza dla praktyki kartogra-

ficznej. Wyznaczenie teoretycznie porównywalnych przedziałów nie zapewnia bowiem, że mapy będą poprawnie interpretowane. Cenniejsze wydaje się znalezienie sposobu na przekazanie informacji o zależnościach zjawisk tak, aby nie została ona zniekształcona w procesie porównywania wizualnego. Opracowanie skutecznej metody konstrukcji kartogramów porównywalnych nie jest więc możliwe bez wcześniejszego poznania zasad rządzących wizualną oceną podobieństwa.

Pierwsze badania procesu wizualnego porównywania map przeprowadzili w latach sześćdziesiątych H. H. McCarty, N. E. Salisbury (1961). Dotyczyły one map izoliniowych. Za cel postawiono sobie określenie, na ile odbiorca mapy jest w stanie ocenić zależności przedstawionych zjawisk oraz jakie czynniki mają wpływ na ten proces. Zadania testowe miały dwójaki charakter. Pierwsze z nich polegały na oszacowaniu siły związku oglądanych par map i wyrażeniu jej za pomocą wartości współczynnika korelacji. Porównanie uzyskanych odpowiedzi i rzeczywistej korelacji zjawisk pozwoliło stwierdzić, że badani nie byli w stanie precyzyjnie oszacować tej wielkości. Lepsze wyniki osiągnięto w drugim z przeprowadzonych testów, polegającym na wyborze spośród czterech map, mapy najbardziej i najmniej podobnej do piątej mapy wzorcowej. Zadanie to umożliwiło dokonanie wyboru tylko na podstawie podobieństwa rozmieszczenia zjawisk na mapach bez konieczności liczbowego wyrażania tych zależności. Uzyskanie lepszych wyników w drugim z testów jest dowodem na to, że odbiorcy postrzegają podobieństwo map, nie są jednak w stanie wyrazić go precyzyjnie.

Ponadto stwierdzono, że ocena podobieństwa zależna była od kilku czynników. Poprawniej oceniano korelację dodatnią niż ujemną, więcej problemów stwarzały mapy o słabych zależnościach. Bardziej prawidłowe wyniki otrzymano w odniesieniu do map o takiej samej i jednocześnie małej (4–5) liczbie klas, o identycznej skali barw oraz map mniej skomplikowanych. Najlepsze wyniki osiągnięto w przypadku klas wyznaczonych metodą kwantyli. Istotnie okazało się również doświadczenie w czytaniu map. W tym miejscu należy wyjaśnić, że ze względu na zbyt dużą liczbę rozpatrywanych czynników w stosunku do małej liczby przebadanych osób, wyniki badań nie są uznawane za w pełni wiarygodne.

Kilku eksperymentom poddano również proces wizualnego porównywania kartogramów. Główne kryteria stosowane przez czytelników do oceny podobieństwa tych map sformułowano na podstawie testów R. Lloyda i T. Steinke (1976,

1981). Aby postawić uczestników testów w sytuacji normalnego odbiorcy, w badaniach tych wykorzystano rzeczywiste mapy stanu Michigan. Przedstawione dane statystyczne dobrano w ten sposób, aby zależność między nimi reprezentowały różne wielkości współczynnika korelacji. Mapy opracowane zostały w dwóch wersjach – za pomocą różnych metod wyznaczania klas: metody równej rozpiętości przedziałów i metody G. F. Jenksa i F. C. Caspalla, która polega na takim wyznaczeniu granic przedziałów, aby zminimalizować odchylenia od wartości średnich dla każdej klasy<sup>1</sup>. Wszystkie zbiory wartości dzielono na pięć klas i zastosowano jednakową skalę szarości. W pierwszym z przeprowadzonych testów (R. Lloyd, T. Steinke 1976) pokazywano badanym po trzy mapy jednocześnie, a zadaniem uczestników był wybór pary najbardziej podobnych map z każdej trójki. Ocena otrzymanych wyników na podstawie porównania z wartościami współczynnika korelacji, obliczonego dla każdej trójki map, wykazała, że decyzje odbiorców map o ich podobieństwie nie są pozbawione błędów, ale także, że nie są one zupełnie przypadkowe. Uczestnicy testów pytani o sposób oceny podobieństwa, stosowany przez nich w trakcie badań, wskazali dwa główne kryteria swoich decyzji. Były to: podobieństwo rozmieszczenia przedstawianych na mapie zjawisk, co autorzy sugerowali badanym przed rozpoczęciem testów oraz względna jasność map. W przypadku, gdy mapy były podobne zarówno pod względem rozmieszczenia przedstawianych zjawisk, jak i ogólnej jasności, wyniki testów były jednoznaczne – zgodne z wielkością korelacji obliczonej na podstawie map. W przypadku, gdy mapy były podobne tylko pod względem jednej ze wspomnianych cech (rozmieszczenia lub jasności), wyniki testów stawały się bardziej zróżnicowane – część zgodna była z wielkością korelacji, część z podobieństwem względnej jasności map. Zróżnicowanie to wynikało z tego, że badani wybierali różne kryteria oceny. Stwierdzono również, że pewien wpływ na ocenę odbiorcy może mieć złożoność, rozumiana jako stopień skomplikowania przestrzennego układu znaków na mapie.

Zależności tych trzech kryteriów oceny (podobieństwa rozmieszczenia, jasności i złożoności) oraz wpływ każdego z nich na decyzję odbiorcy o podobieństwie map, określone zostały za pomocą innego rodzaju testów (T. Steinke, R. Lloyd 1981). Polegały one na wyborze spośród dzie-

<sup>1</sup> Metoda ta opisana jest szczegółowo w podręczniku A. H. Robinsona i współautorów, 1988, s. 255–256.

sięciu par kartogramów pary najbardziej i najmniej podobnej, następnie zaś uszeregowaniu pozostałych ośmiu par pomiędzy parami skrajnymi. Na podstawie otrzymanych wyników obliczono, jaką ważność przeciętny użytkownik map przypisuje każdemu z trzech branych pod uwagę kryteriów w trakcie oceny podobieństwa kartogramów. Najważniejsza w tym procesie okazała się jasność, dopiero na drugim miejscu podobieństwo rozmieszczenia, dalej zaś złożoność, która jednak w żadnym przypadku nie została użyta jako kryterium dominujące. Dodatkowo stwierdzono, że oceny badanych różniły się w zależności od sposobu wyznaczenia klas kartogramu, kolejność ważności stosowanych kryteriów pozostała jednak taka sama. Dowodzi to, że za pomocą metody podziału na klasy można wpływać na sposób postrzegania podobieństwa map.

Prawidłowości wizualnej oceny podobieństwa kartogramów sprawdzają się również w przypadku porównywania w pamięci wcześniej zapamiętanych map (T. Steinke, R. Lloyd 1983). Procesy porównywania wizualnego i pamięciowego są podobne; nie występują także różnice stosowanych kryteriów takiej oceny.

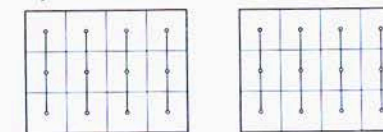
Poznaniu procesu porównywania wizualnego kartogramów poświęcone zostały również badania J.-C. Mullera (1976a). Ich celem było określenie wpływu, jaki na proces porównywania mogą wywierać zależności zachodzące zarówno między porównywanymi mapami, jak i wewnętrzny układ znaków na każdej mapie. Do zależności łączących dwie mapy zaliczono: podobieństwo rozmieszczenia przedstawianych na mapach zjawisk, co odpowiada wielkości korelacji oraz podobieństwo układu znaków, które nie zależy od wartości przypisanych poszczególnym polom. Ten drugi typ zależności opisany został przez J.-C. Mullera za pomocą specjalnego wskaźnika. Każdy z kartogramów przekształcany jest w pierwszym etapie w sieć w ten sposób, że każdemu polu odpowiada jeden jej wierzchołek. Są one łączone za pomocą krawędzi wtedy, gdy sąsiadujące ze sobą pola należą do tej samej klasy wartości. Stopień podobieństwa map oblicza się zliczając te krawędzie, które w obu sieciach nie pokrywają się. Mała ich liczba świadczy o wysokim podobieństwie map, duża zaś liczba o tym, że mapy te nie są podobne. Tak opisane podobieństwo kartogramów różni się od pojęcia korelacji. Zaproponowany przez J.-C. Mullera wskaźnik świadczy o istnieniu zależności funkcyjnych między porównywanymi układami znaków, które mogą obejmować zarówno związki liniowe, jak i nieliniowe, podczas gdy współczynnik korelacji wykrywa tylko zależności

liniowe. Na rycinie 6.1 znajdują się dwa kartogramy o identycznym układzie znaków, ale różnym rozmieszczeniu natężenia przedstawianych zjawisk. Układy znaków na tych mapach są takie

Ryc. 6.1



Ryc. 6.2



Ryc. 6. Schemat dwóch kartogramów o identycznym układzie znaków, ale przedstawiających różne rozmieszczenia zjawisk

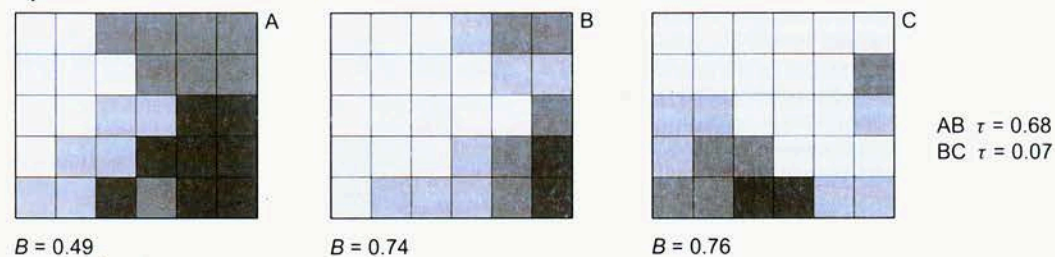
Fig. 6. Scheme of two choropleth maps with identical pattern showing different distribution of phenomena

same, gdyż stosując metodę J.-C. Mullera, można obie mapy przekształcić w dwie izomorficzne sieci, co ilustruje rycina 6.2.

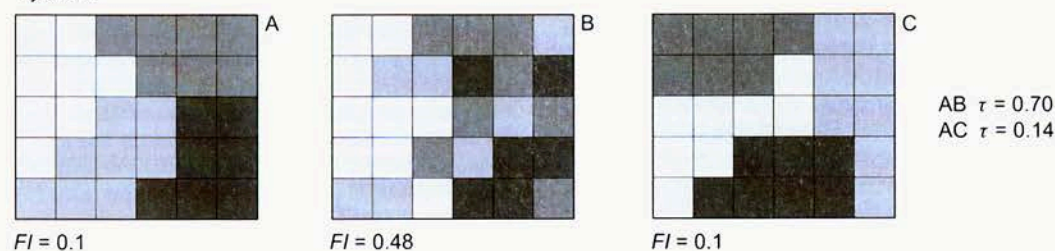
Oprócz zależności, które zachodzą między porównywanymi mapami, na ocenę podobieństwa mogą mieć wpływ również cechy układu znaków na każdej z map, co odpowiada dość szeroko pojętej złożoności. Obejmuje ona nie tylko stopień komplikacji obrazu, ale również takie czynniki, jak jasność i kontrast. Ten typ zależności J.-C. Muller (1976b) wyraził za pomocą pięciu wskaźników: agregacji, jasności, kontrastu, redundancji, spójności i złożoności.

Badania J.-C. Mullera (1976a) polegały na ocenie wpływu opisanych wcześniej zależności na wizualne podobieństwo kartogramów. W badaniach testowych wykorzystano 24 kartogramy Francji w podziale na regiony statystyczno-administracyjne, przedstawiające różne rozmieszczenie zjawisk. Wszystkie kartogramy były pięcioklasowe, opracowane przy użyciu jednakowej skali szarości. Zadania testowe polegały na pogrupowaniu wszystkich map w pary, które wyglądają podobnie. Porównanie odpowiedzi z wartościami rozpatrywanych współczynników dla wszystkich par map pozwoliło wyróżnić te zależności, które w największym stopniu wpływają na ocenę podobieństwa. Żadna z nich nie okazała się dominująca, ale każda z rozpatrywanych za-

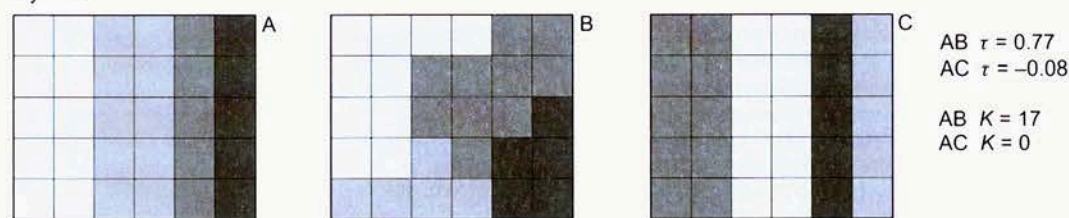
Ryc. 7.1



Ryc. 7.2



Ryc. 7.3



Ryc. 7. Jak postrzegamy podobieństwo kartogramów. O tym, które mapy wyglądają podobnie, mogą zdecydować odpowiednio: na ryc. 7.1 jasność, na ryc. 7.2 złożoność, na ryc. 7.3 układ znaków  
Fig. 7. How we perceive similarities between choropleth maps. Similar look can result from: fig. 7.1 – blackness, fig. 7.2 – complexity, fig. 7.3 – map pattern

leżności miała jakiś wpływ na ocenę użyteczności. Wynik wizualnego porównywania zależy w większym stopniu od relacji między dwiema porównywanymi mapami, niż cechy układu znaków każdej mapy. Spośród wszystkich rozpatrywanych miar, wyniki wizualnego porównywania najlepiej opisuje miara podobieństwa układów znaków J.-C. Mullera, co świadczy o tym, że proces ten związany jest z porównywaniem struktur regionalnych i może obejmować zależności zarówno liniowe jak i nieliniowe. W dalszej kolejności za najbardziej istotne czynniki uznane zostały: korelacja liniowa, złożoność i jasność. Związki ujemne nie były postrzegane tak dobrze jak do-

datnie. Możliwe jest, że oprócz rozpatrywanych w tych badaniach ośmiu rodzajów zależności, na proces porównywania mogą mieć wpływ również inne czynniki.

Ważnych wskazówek dotyczących porównywania kartogramów dostarczyły również badania przeprowadzone przez M. P. Petersona (1979). Głównym celem było tu porównanie procesów czytania kartogramu skokowego i ciągłego. Jedno z badań testowych dotyczyło porównywania map. Przeprowadzone zostało z użyciem kartogramów (zarówno skokowych, jak i ciągłych) stanu Wisconsin, na których przedstawiono rzeczywiste dane. W przypadku kar-

togramu skokowego klasy wyznaczono metodą wielokrotności odchylenia standardowego, dobranych w ten sposób, aby w każdym przedziale grupowała się podobna liczba obserwacji. Zadania testowe polegały na wyborze z pary map tej, która jest bardziej podobna do mapy wzorcowej (trzeciej). Doprowadziły one do sformułowania wniosku istotnego dla problemu percepcji podobieństwa kartogramów, że o wizualnym podobieństwie nie zawsze decyduje całość mapy. W przypadku, gdy mapy nie mają wyraźnego, czytelnego układu rozmieszczenia znaków, o ich podobieństwie lub niepodobieństwie decydują różnice położenia jedynie pól najciemniejszych. Może to prowadzić do interpretacji niezgodnej z faktycznym podobieństwem – to znaczy takim, jakie można by obliczyć na podstawie porównywanych map.

Opisane tu badania M. P. Petersona są jednym z przykładów znacznego zainteresowania, jakim w literaturze kartograficznej cieszył się kartogram ciągły. Jest to ciekawa metoda również z punktu widzenia porównywalności, gdyż obraz przestrzennego rozmieszczenia zjawisk, a więc również ich zależności, nie jest obciążony błędem grupowania danych. Jak już jednak stwierdzono, ważniejsze od statystycznej porównywalności mogą się okazać możliwości czytelnika w zakresie wizualnej oceny zależności przedstawianych zjawisk. W przypadku kartogramu ciągłego zagrożenie to budziło nawet większe wątpliwości niż w przypadku kartogramów skokowych. Wątpliwości te wyjaśniło przeprowadzenie szczegółowych badań (M. P. Peterson 1979, J.-C. Muller 1980); udowodniono, że kartogramy ciągłe i skokowe funkcjonują w sposób podobny w procesie wizualnego porównywania, a na ocenę ich podobieństwa mają wpływ te same czynniki, takie jak złożoność i jasność.

\*\*\*

Wyniki przeprowadzonych badań nad wizualną oceną podobieństwa kartogramów nie dają wyczerpującej odpowiedzi na pytanie, na czym polega ten proces, wskazują jednak jego główne prawidłowości. Wiadomo, że wizualna ocena podobieństwa kartogramów nie jest procesem przypadkowym. Nie zawsze jednak zgadza się z wielkością korelacji obliczonej na podstawie porównywanych map, a tym bardziej z korelacją przedstawianych zjawisk. Wśród czynników kształtujących ocenę odbiorcy należy wyróżnić:

- podobieństwo rozmieszczenia przedstawianych na mapie zjawisk (korelacja liniowa),
- jasność,

Współczynnik korelacji rangowej Kendalla (M. Kendall 1975, H. M. Blalock 1975):

$$\tau = \frac{S}{2N(N-1)}$$

gdzie:

$N$  – liczba pól (jednostek powierzchniowych),  
 $S$  – statystyka, której wielkość wskazuje na to, czy rangi obu zmiennych uszeregowane są w tym samym porządku. Obliczanie tej wartości można zilustrować na przykładzie zaczerpniętym z podręcznika statystyki H. M. Blalocka (1975). A i B to dwa zbiory rang; a, b, c, d to obserwacje w tych zbiorach.

	a	b	c	d
A	1	2	3	4
B	2	3	1	4

W związku z tym, że zbiór A uporządkowano rosnąco, wielkość  $S$  będzie zależała od uszeregowania rang zjawiska B. Są one zgodne z porządkiem rang zjawiska A (czyli rosnące) dla par obserwacji (a, b), (a, d), (b, d) i (c, d). Pary (a, c), (b, c) mają porządek odwrotny – malejący. Każdej parze rang uporządkowanej tak samo w zbiorach A i B przyporządkowujemy wartość +1, każdej parze uporządkowanej odwrotnie –1. Statystykę  $S$  obliczamy jako sumę tych wartości. Mianownik współczynnika jest maksymalną wartością, jaką mogłaby przyjąć ta suma. Jeżeli w zbiorach rang występują rangi powiązane (tzn. rangi takie same; nadaje się je, na przykład, jednostkom należącym do tej samej klasy kartogramu), do wzoru na obliczanie współczynnika należy wprowadzić poprawkę, która zwiększa wartość  $\tau$ .

- złożoność,
  - podobieństwo regionalnych układów znaków, co obejmuje zarówno zależności liniowe, jak i nieliniowe,
  - znak korelacji (ujemny lub dodatni),
  - siłę związku (niektóre wielkości korelacji mogą być trudniejsze w ocenie),
  - doświadczenie odbiorcy w czytaniu map,
  - poziom odniesienia może być przypisywana względna ważność z uwagi na:
    - wielkość,
    - kształt,
    - położenie (np. centralne, peryferyjne),
    - przynależność do klas (np. skrajnych, środkowych),
    - wiedzę geograficzną odbiorcy.
- Ryciny 7.1, 7.2 i 7.3 ilustrują, w jaki sposób trzy wymienione tu czynniki – jasność, złożoność i układ znaków, mogą wpływać na ocenę podobieństwa.

Jeżeli zapytamy czytelników, które z kartogramów wydają im się podobne, wielu z nich wcale nie wybierze map przedstawiających zjawiska o podobnym rozmieszczeniu. Wskazują je wartości współczynnika korelacji rangowej Kendalla  $\tau$  (M. Kendall 1975, H. M. Blalock 1975). Przyjmuje on wartości z przedziału od +1 (co oznacza całkowitą korelację dodatnią) do -1 (co oznacza całkowitą korelację ujemną). Wartość 0 świadczy o braku korelacji, czyli zupełnej niezależności zjawisk.

Na rycinie 7.1., pomimo niskiej wartości współczynnika korelacji  $\tau$ , za podobne mogą zostać uznane mapy B i C. Wyjaśnić to można następująco: ich cechą wspólną jest ogólna jasność obrazu. Opisuje ją liczbowo wskaźnik jasności  $B$ , który może przyjmować wartości z przedziału od 0 do 1. Podstawą do jego obliczenia był wskaźnik zaproponowany przez J.-C. Mullera (1976b; M. Czuba, J. Pasławski 1995), który określanie jest angielskim pojęciem *blackness* (zaczernienie). Został on przekształcony przez autorkę niniejszego artykułu w ten sposób, aby wyrażał stopień ogólnej jasności mapy, a nie, jak pierwotnie, stopień jej zaczernienia. Dzięki temu mapy jasne otrzymują wysoką wartość wskaźnika, mapy ciemne – niską wartość.

Wskaźnik jasności:

$$B = \frac{\sum_{i=1}^N p_i b_i}{\sum_{i=1}^N p_i}$$

gdzie:

$p_i$  – pole powierzchni jednostki  $i$ ,  
 $b_i$  – jasność pola  $i$  wyrażona za pomocą wartości liczbowej z przedziału od 0 do 1, w ten sposób, że pierwszej klasie przyporządkujemy wartość 1, a ostatniej 0. W przypadku kartogramu 4-klasowego (ryc. 7.1) kolejnym klasom przypisano wartości: 1, 0.67, 0.33, 0.  
 $N$  – liczba pól (jednostek powierzchniowych).

Na rycinie 7.2 za podobne mogą zostać uznane również mapy o słabej korelacji – A i C. Przyczyną takiej oceny jest ten sam stopień złożoności obrazu. Wskazuje na to wartość wskaźnika rozdrobnienia  $FI$  (M. S. Monmonier 1974; M. Czuba, J. Pasławski 1995). Może on przyjmować wartości z przedziału od 0 do 1. Wartość maksymalną osiągają kartogramy o maksymalnie wysokiej złożoności, czyli takie, na których każde pole odniesienia stanowi oddzielny obszar jednorodny.

Wskaźnik rozdrobnienia (M. S. Monmonier 1974):

$$FI = \frac{M - 1}{N - 1}$$

gdzie:

$M$  – liczba obszarów jednorodnych, utworzonych na mapie przez pola należące do jednej klasy,  
 $N$  – liczba pól (jednostek powierzchniowych).

Na rycinie 7.3 za podobne mogą zostać uznane mapy A i C, które mają podobny układ znaków, a jednocześnie różnią się wyraźnie rozmieszczeniem natężenia przedstawianych zjawisk, o czym świadczy niska wartość współczynnika  $\tau$ . O wysokim podobieństwie układu znaków map A i C możemy przekonać się, przekształcając każdą z nich w sieć (tak, jak wcześniej zilustrowano to na rycinie 6). Liczbę krawędzi, które w tych sieciach nie pokrywają się, oznaczono literą  $K$ . Jeżeli liczbą tą jest 0, oznacza to, że układy znaków na mapach są identyczne. Wysoka wartość  $K$  świadczy o tym, że mapy pod względem układu znaków są do siebie niepodobne (J.-C. Muller 1976b).

\*\*\*

Istotnym wnioskiem z przeprowadzonych badań nad wizualnym porównywaniem kartogramów jest odkrycie zależności istniejącej między oceną czytelnika i sposobem wyznaczenia klas kartogramu. Zmiana granic klas powoduje zmianę czynników decydujących o postrzeganiu podobieństwa map, np. jasności lub złożoności. Zależność ta stwarza możliwość sterowania w pożądanym sposobie postrzeganiem przez odbiorcę pokazywanych na mapach związków. Przykładem takiego rozwiązania jest zaproponowane przez R. Lloyd'a i T. Steinke (1977) utrzymanie na wszystkich porównywanych kartogramach jednakowej jasności i tym samym wyeliminowanie wpływu tego czynnika na ocenę podobieństwa. Założenie to może zostać spełnione dzięki zastosowaniu metody wyznaczania klas, która zachowuje jednakowe pole powierzchni jednostek we wszystkich klasach (metoda kwantyli geograficznych). Funkcjonowanie tak opracowanych kartogramów R. Lloyd i T. Steinke porównali z kartogramami, dla których klasy wyznaczono metodą jednakowych rozpiętości i metodą minimalnych odchyłań G. F. Jenksa i F. C. Caspalla. Wyniki przeprowadzonych testów potwierdziły przypuszczenie, że tylko w przypadku map opracowanych metodą kwantyli geograficznych, jasność nie miała wpływu na proces porównywa-

nia. Wizualne podobieństwo tych map było bardziej zbliżone do wielkości korelacji.

Brak jest dotychczas podobnych rozwiązań, które modyfikowałyby wpływ innych czynników na ocenę podobieństwa. O ile utrzymanie jednakowej jasności na wszystkich kartogramach jest warunkiem łatwym do spełnienia i nie wpływa w większym stopniu na obraz rozmieszczenia przedstawianych zjawisk, o tyle w przypadku innych czynników (na przykład złożoności) ograniczenie ich wpływu na wizualne postrzeganie podobieństwa map jest zadaniem znacznie trudniejszym. Należy również zdawać sobie sprawę, że wizualna ocena podobieństwa jest w dużym stopniu subiektywna. Za pomocą metody opracowania map można jedynie ten proces w pewnym stopniu ułatwić i wskazać na pożądane kryteria takiej oceny.

Wobec przeszkód, na które natrafia dążenie do osiągnięcia wizualnej porównywalności kartogramów, należy zastanowić się nad tym, jaki sposób ujęcia treści na mapie pozwoliłby na skuteczniejsze informowanie o zależności zjawisk. Zdaniem M. S. Monmoniera (1979) funkcje, jakie mogą spełniać kartogramy proste, należy ograniczyć do możliwości odczytywania wartości pojedynczego zjawiska, porównywania parami odpowiadających sobie pól odniesienia oraz rozpoznawania prawidłowości rozmieszczenia zjawisk. Informacje na temat wielkości korelacji zjawisk i jej zróżnicowania w przestrzeni lepiej jest przedstawić, na przykład, za pomocą kartogramu złożonego. Ta forma prezentacji pozwala na odczytywanie informacji o zależności zjawisk bezpośrednio z mapy, bez konieczności wizualnego porównywania dwóch obrazów.

#### Literatura

- Blalock H. M., 1975, *Statystyka dla socjologów*. Warszawa: PWN.  
 Czuba M., Pasławski J., 1995: *O pomiarze graficznej złożoności kartogramów*. „Polski Przegl. Kartogr.” T. 27, nr 3, s. 128–134.  
 Dąbrowski A., 1980, *Zagadnienie porównywalności kartogramów na przykładzie atlasu województwa płockiego*. Praca magisterska wykonana w Katedrze Kartografii Uniw. Warszawskiego.  
 Jenks G. F., 1963, *Generalization in statistical mapping*. „Annals of the Association of American Geographers” Vol. 53, no. 1, s. 15–26.  
 Kendall M., 1975, *Rank correlation methods*. 4th edition, London: Griffin.  
 Lloyd R., Steinke T., 1976, *The decisionmaking process for judging the similarity of choropleth maps*. „The American Cartographer” Vol. 3, no. 2, s. 177–184.  
 Lloyd R., Steinke T., 1977, *Visual and statistical comparison of choropleth maps*. „Annals of the Asso-

ciation of American Geographers” Vol. 67, no. 3, s. 429–436.  
 McCarty H. H., Salisbury N. E., 1961, *Visual comparison of isopleth maps as a means of determining correlations between spatially distributed phenomena*. Iowa Studies in Geography, no. 3. Iowa City: State University of Iowa.  
 Monmonier M. S., 1974, *Measures of pattern complexity for choropleth maps*. „The American Cartographer” Vol. 1, no. 2, s. 159–169.  
 Monmonier M. S., 1975, *Class intervals to enhance the visual correlation of choropleth maps*. „The Canadian Cartographer” Vol. 12, no. 2, s. 161–178.  
 Monmonier M. S., 1979, *An alternative isomorphism for mapping correlation*. „Intern. Yearbook of Cartography” Vol. 19, s. 79–88.  
 Muller J.-C., 1976a, *Objective and subjective comparison in choropleth mapping*. „Cartogr. J.” Vol. 13, no. 2, s. 156–166.

Proces oceny podobieństwa map nie ma w tym przypadku wpływu na postrzegane przez czytelnika zależności. Jako ujęcie bardziej syntetyczne kartogram złożony przekazuje informację w formie już przetworzonej i wskazuje, w jaki sposób należy interpretować przedstawione dane statystyczne. Dążenie do syntetycznego przedstawienia zależności łączy się jednak nierozdzielnie z ograniczeniem możliwości czytania informacji na temat rozmieszczenia pojedynczego zjawiska. Dlatego decyzja o wyborze metody prezentacji powinna być przemyślana i dostosowana do celu przedstawienia. Warto również zauważyć, że kartogram złożony jest obrazem znacznie trudniejszym do interpretacji. Problem może stwarzać zwłaszcza zrozumienie sensu tej prezentacji. W perspektywie przyjęcia tej metody jako alternatywy dla dwóch kartogramów prostych, konieczne wydaje się prowadzenie dalszych badań nad sprawnością funkcjonowania tak opracowanych map.

Jak wynika z przedstawionych tu badań nad porównywalnością kartogramów, jest to zagadnienie, które obejmuje wiele aspektów zarówno opracowywania jak i funkcjonowania tej formy prezentacji. Wydaje się, że trudno byłoby, na podstawie dziś posiadanej wiedzy, znaleźć jedną optymalną metodę osiągnięcia porównywalności tych map. Ważne jest jednak bliższe poznanie tej problematyki, co pozwoli w przyszłości unikać błędów w trakcie opracowywania map atlasowych. Warto także zwrócić uwagę, że zagadnienie porównywalności dotyczy różnych map, nie tylko kartogramów.

- Muller J.-C., 1976b, *Number of classes and choropleth pattern characteristics*. „The American Cartographer” Vol. 3, no. 2, s. 169–175.
- Muller J.-C., 1980, *Visual comparison of continuously shaded maps*. „Cartographica” Vol. 17, no. 1, s. 44–52.
- Olson J., 1972a, *The effect of class interval systems on choropleth map correlation*. „The Canadian Cartographer” Vol. 9, no. 1, s. 44–49.
- Olson J., 1972b, *Class interval systems on maps of observed correlated distributions*. „The Canadian Cartographer” Vol. 9, no. 2, s. 122–131.
- Paslawski J., 1982, *Reflections on choropleth presentation as a map of regional atlas*. „Geographia Polonica” Vol. 48, s. 131–140.

- Paslawski J., 1986, *Kartogramy w atlasach regionalnych*. W: *Polskie atlasy regionalne*. „Materiały Ogólnopolskich Konferencji Kartograficznych” T. 12, s. 95–101.
- Peterson M. P., 1979, *An evaluation of unclassified cross-lined choropleth mapping*. „The American Cartographer” Vol. 6, no. 1, s. 21–37.
- Robinson A. H., Sale R. D., Morrison J. L., 1988, *Podstawy kartografii*. Warszawa: PWN.
- Steinke T., Lloyd R., 1981, *Cognitive integration of objective choropleth map attribute information*. „Cartographica” Vol. 18, no. 1, s. 13–23.
- Steinke T., Lloyd R., 1983, *Judging the similarity of choropleth map images*. „Cartographica” Vol. 20, no. 4, s. 35–42.

Recenzowała dr hab. Wiesława Żyszkowska

### Some problems of choropleth maps comparability

#### Summary

Process of choropleth map comparison bases on two elements: space units and class intervals. Basing on them one can formulate conditions of optimal comparability: similar pattern of space units on both maps, the same number of classes, the same and method of class selection. The question of class selection, which would provide for comparable maps has not been finally solved yet. In the selection of class intervals several hints can be followed: 1) class interval system with approximately equal numbers of observations in each category should be chosen, which prevents empty classes in case of different statistical distribution; 2) division methods should base on statistic measures treating each statistical sets as a whole, rather than on absolute values, different for each set; 3) a unified measure should be used for describing class limit values, regardless on the denomination of mapped data. These conditions are best met by two types of class selection methods: arithmetic mean and quantiles is the first; the second bases on standard deviation units. Their advantages are combined in the method proposed by A. Dąbrowski (1980). His division bases on arithmetic mean and quantiles, with class limits modified so that they can be set as standard deviation units.

The method of M. S. Monmonier (1975) is an attempt to optimise the class selection methods for choropleth map comparison. It sets class limits at intervals, which stress similarities between maps. Effects of classification method on the correlation of presented phenomena has been researched by J. Olson (1972a, 1972b).

In the research of comparability it is important to consider map perception by users. Process of visual comparison of choropleth maps has been researched in many

experiments (H. H. McCarty, N. E. Salisbury 1961; J.-C. Muller 1976a, 1980; R. Lloyd, T. Steinke 1976, 1981, 1983; M. P. Peterson 1979). Their results show, that visual judgement of map similarity does not always confirm to the correlation calculated for particular maps. This process is not fully random. Among the factors, which shape user perception are the following: similar distribution of phenomena presented on maps, relative blackness, complexity, similarity between map patterns, correlation rate (positive or negative), degree of association (certain levels of correlation may be more difficult to judge), user's experience in map reading. Further, space units can gain relative significance due to their size, shape and location (central, peripheral), belonging to a class (extreme or middle) and geographical knowledge of the map reader. The choice of class selection method can influence the map reception by affecting some of the above factors. Application of equal area method, for example, makes it possible to obtain similar blackness on all maps, and therefore eliminates this factor's influence on the judgement of similarity. It is more difficult to limit the influence of other factors – so far there are no other such solutions. Attempts to reach comparability of choropleth maps meet many obstacles. One should then consider more efficient ways of presenting relations between phenomena. Two-variable choropleth map can be such a way, although it should be noted that it is also much more difficult to interpret. Therefore it seems necessary to conduct further research on maps, which would facilitate correct evaluation of relations between presented phenomena.

Translated by M. Horodyski

### К проблематике сопоставимости картограмм

#### Резюме

Процесс сопоставимости картограмм опирается на двух элементах карты: территориальных единицах и классах величины. Учитывая их, можно сформулировать условия оптимальной сопоставимости: одинаковая система территориальных единиц на обеих картах, одинаковое число и метод выделения интервалов. Пока что не найдено однозначного решения вопроса принципов деления наборов величин интервалов, которые обеспечили бы сопоставимость полученных карт. При выборе метода выделения интервалов можно, однако, руководствоваться следующими указаниями: 1) следует сохранять равное, по мере возможности, количество интервалов, благодаря чему, в случае различных статистических распределений, избегается возникновение пустых интервалов; 2) принципы деления должны опираться на статистических единицах измерения (показателях), рассматривающих каждый набор, как целое, а не на абсолютных величинах – разных для каждого набора; 3) следует оперировать единой мерой для описания величин границ интервалов, независимой от наименования картографируемых данных. Этим условиям лучше всего отвечают два вида методов выделения классов: средней арифметической и квантилей, а также многократности стандартного отклонения. Их достоинства объединяет метод, предложенный А. Домбровским (А. Dąbrowski 1980). Основой деления является средняя арифметическая и квантили, а затем границы интервалов модифицируются таким образом, чтобы могли быть записаны в виде круглых многократностей стандартного отклонения.

Попыткой оптимизации способа выделения интервалов для нужд сопоставления картограмм является метод M.S. Monmonier (1975), который заключается в таком подборе границ интервалов, чтобы возможно в наибольшей степени подчеркнуть сходство двух картограмм. В свою очередь влияние метода выделения интервалов картограммы на корреляцию изображенных явлений было предметом исследований J. Olson (1972a, 1972b).

Важным аспектом исследований по сопоставимости является обращение внимания на способ восприятия карт потребителем. Процесс визуального сопоставления картограмм многократно поддавался экспери-

ментальным исследованиям (H.H. McCarty, N.E. Salisbury 1961; J.-C. Muller 1976a, 1980; R. Lloyd, T. Steinke 1976, 1981, 1983; M.P. Peterson 1979). Дают они основу для утверждения, что визуальная оценка сходства не всегда совпадает с величиной корреляции, вычисленной на основе сравниваемых карт. Этот процесс не является, однако, совсем случайным. Среди факторов, формирующих оценку потребителя, следует выделить: сходство расположения представляемых на картах явлений, понятность, сложность, сходство региональных систем знаков, знак корреляции (отрицательный или положительный), силу связи (некоторые величины корреляции могут быть труднейшие в оценке), опыт потребителя в чтении карт. Кроме того, территориальным единицам может приписываться относительная вескость (важность) ввиду на: величину, форму, положение (например, центральное, периферийное), принадлежность к интервалом (например, крайним, центральным), а также географические знания потребителя. Выбор метода выделения интервалов картограммы может влиять на оценку потребителя тогда, когда тем же способом можно влиять на интенсивность воздействия какого-либо среди указанных факторов. К примеру, применение метода географических квантилей разрешает получить одинаковую понятность на всех сравниваемых картограммах и тем самым исключает влияние этого фактора на оценку сходства. Ограничение влияния других факторов является более сложной задачей, и этого типа решения пока что отсутствуют. Ввиду препятствий, с которыми сталкивается стремление к достижению визуальной сопоставимости картограмм, следует призадуматься над тем, какой способ подхода к содержанию карт разрешил бы на более эффективное информирование о зависимости явлений. Таким подходом может быть, например, сложная картограмма. Следует, однако, помнить, что она для читателя более трудная для интерпретации. Ввиду этого необходимым кажется проведение дальнейших исследований по редактированию карт, разрешающих на правильную оценку зависимости между изображаемыми ими явлениями.

Перевод Р. Толстикова

