



# Implementacja metod oceny kartogramu w środowisku ArcGIS



Agnieszka Piwowarczyk, Stanisław Szombara

Z pozoru metoda kartogramu jest bardzo prosta i szybka do zastosowania, jednak podczas opracowania kartogramu należy zwrócić uwagę na wiele czynników takich jak: charakter prezentowanych danych statystycznych, podział obszaru na pola odniesienia, sposób pogrupowania danych statystycznych oraz formę graficzną.

Dobór liczby klas oraz wskazanie granic są bardzo ważne w procesie redagowania kartogramu, gdyż od tego zależy ostateczny obraz, generalizacja zjawiska oraz jego postrzeganie jego zmienności przestrzennej. Na podstawie tych samych danych statystycznych można wykonać wiele kartogramów. Kartograf musi zdecydować który z nich jest najlepszy. W celu umożliwienia oceny i porównania różnych map stosowane są m.in. wskaźniki oceny opisujące w sposób syntetyczny wybrane cechy kartogramu. Dotychczas opracowano kilkanaście wskaźników oceny kartogramu. Wskaźniki mają różne własności merytoryczne jak i matematyczne. W celu oceny wykonanego kartogramu można zbadać różne jego aspekty, a więc wykonać obliczenia dla kilku wskaźników. Dlatego obliczenia są czasochłonnym i żmudnym procesem, przez co bardzo łatwo jest o pomyłkę.

Obecnie brakuje na rynku programu komputerowego wspomagającego obliczenia wskaźników charakteryzujących kartogram, a na pewno możliwość łatwego obliczania wskaźników byłaby dużą pomocą dla kartografów przy ocenie kartogramów. Według J. Paślowskiego należy jednak pamiętać, że sam wskaźnik nie powinien być jedynym kryterium oceny poprawności mapy. Zawsze należy uwzględnić dotychczasową wiedzę m.in. o kartowanym zdarzeniu, a przede wszystkim kierować się zdrowym rozsądkiem. Zdecydowano, że najlepszym środowiskiem do tworzenia i działania programu będzie ArcGIS. Od wersji 10.3 w ArcMapie dostępna jest biblioteka arcpy.mapping, która pozwala na manipulowanie zawartością istniejących dokumentów mapy (.mxd) oraz plików warstw (.lyr).

Celem pracy jest stworzenie w pełni funkcjonalnego narzędzia, które będzie ułatwiać tworzenie kartogramów..

Do oceny kartogramu opracowano kilkanaście wskaźników, które mają różne właściwości merytoryczne jak i matematyczne. Dobry wskaźnik powinien mieć:

- charakter względny, co oznacza, że zakres wartości kartowanego zbioru nie powinien mieć wpływu na wielkość wskaźnika
- ściśle określony zakres (najlepiej <0,1>),
- być czułym, czyli reagować na nawet niewielkie zmiany podziału na klasy

$$C = \sum_{i=1}^N \sum_{j=1}^N l_{ij} |b_i - b_j|$$

gdzie:  
N- liczba pól odniesienia (jednostek powierzchniowych)  
 $l_{ij}$ - długość granicy pomiędzy jednostkami „i” i „j” w stosunku do długości wszystkich granic  
 $b_i$ - jasność jednostki „i” wyrażona w %, obliczana w ten sposób, że pierwszej klasie kartogramu przyporządkowuje się 0% zaciemnienia, a ostatniej 100%. Np. przy podziale 5-klasowym: 1 klasa 0%, 2 klasa 25%, 3 klasa 50%, 4 klasa 75%, 5 klasa 100%.  
 $b_j$ - jasność jednostki „j” sąsiadującej z „i”

$$D = \sum_{k=1}^m \left| \frac{R_k}{\bar{x}_k} - \frac{R_k}{\bar{x}_k} \right|$$

gdzie:  
 $m$ -liczba klas  
 $R_k$ -rozpiętość kolejnych klas  
 $\bar{x}_k$ -środek k-tej klasy (średnia arytmetyczna z granic klas)  
 $\bar{x}_k$ -średnia arytmetyczna wartości  $x_k$  znajdujących się w danej klasie

$$BAIS = \sqrt{\frac{B}{b} \cdot \frac{c}{C} \cdot \frac{B}{A}}$$

gdzie:  
A-suma wartości wszystkich granic kartogramu,  
B-suma wartości granic międzyklasowych,  
C-suma wartości granic wewnątrzklasowych,  
b-skumulowana wartość najwyższych granic, odpowiadająca liczbie granic międzyklasowych,  
c-skumulowana wartość najniższych granic, odpowiadająca liczbie granic wewnątrzklasowych.

$$TAI = 1 - \frac{\sum_{k=1}^m \sum_{i=1}^{m_k} (x_{ik} - \bar{x}_k)}{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})}$$

gdzie:  
 $n$ - liczba pól kartogramu  
 $m$ - liczba klas  
 $m_k$ - liczebność k-tej klasy  
 $x_i$ - kartowane wartości statystyczne  
 $\bar{x}$ - średnia arytmetyczna całego zbioru  
 $x_k$ - średnie arytmetyczne poszczególnych klas  
 $x_{ik}$ - kartowane wartości należące do k-tej klasy

$$OAI = 1 - \frac{\sum_{k=1}^m \sum_{i=1}^{m_k} (x_{ik} - \bar{x}_k) P_i}{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x}) P_i}$$

gdzie:  
 $P_i$ - powierzchnia i-tej jednostki

$$MAI = \frac{\sqrt{TAI^2 + OAI^2 + BAI^2}}{\sqrt{3}}$$

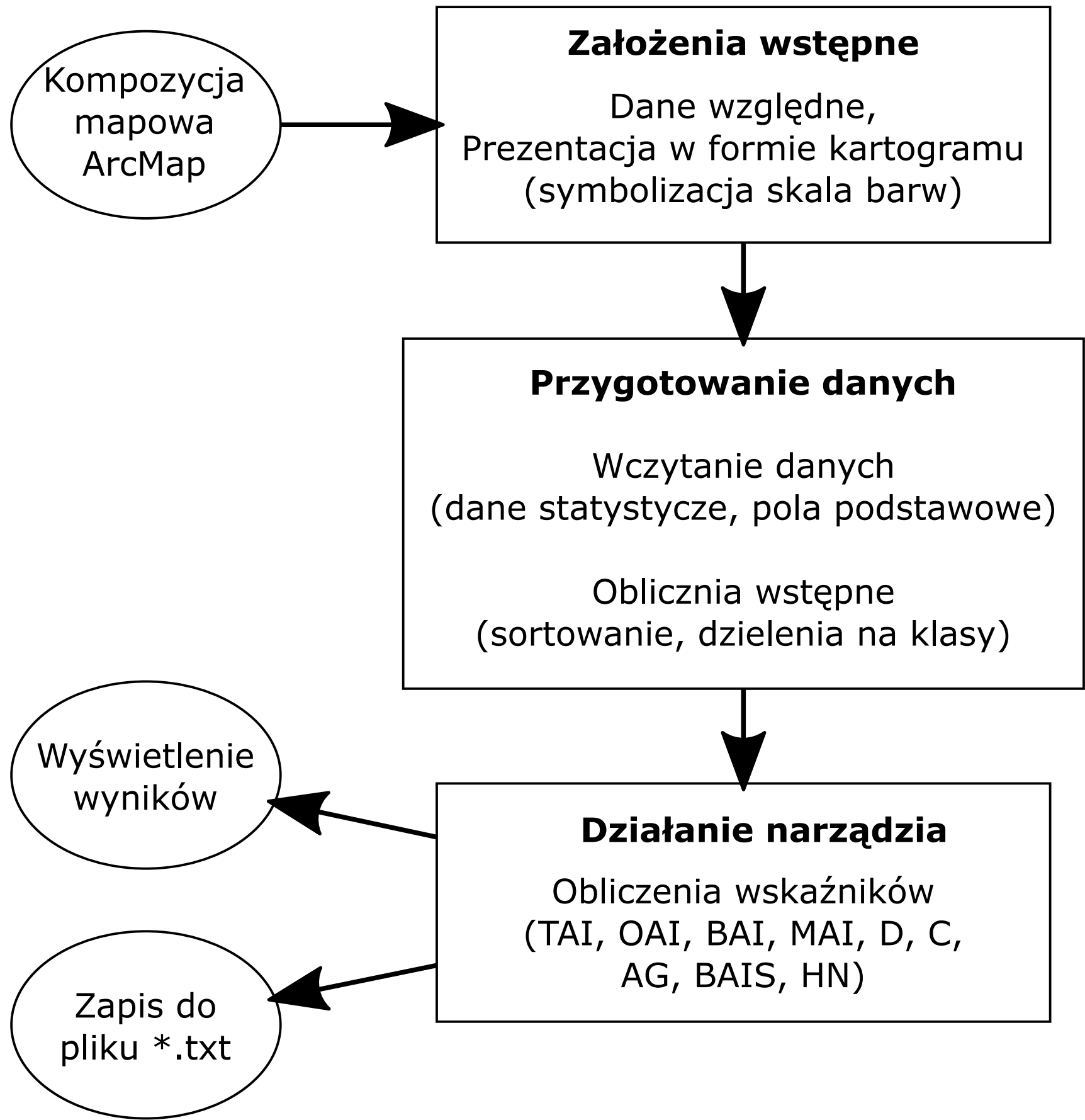
$$BAI = \frac{B}{b}$$

gdzie:  
 $B$  - suma wartości granic oznaczonych na danym kartogramie między polami należącymi do różnych klas inaczej zwanych granicami międzyklasowymi  
 $b$  - suma wartości najwyższych granic, których liczba odpowiada liczbie granic międzyklasowych

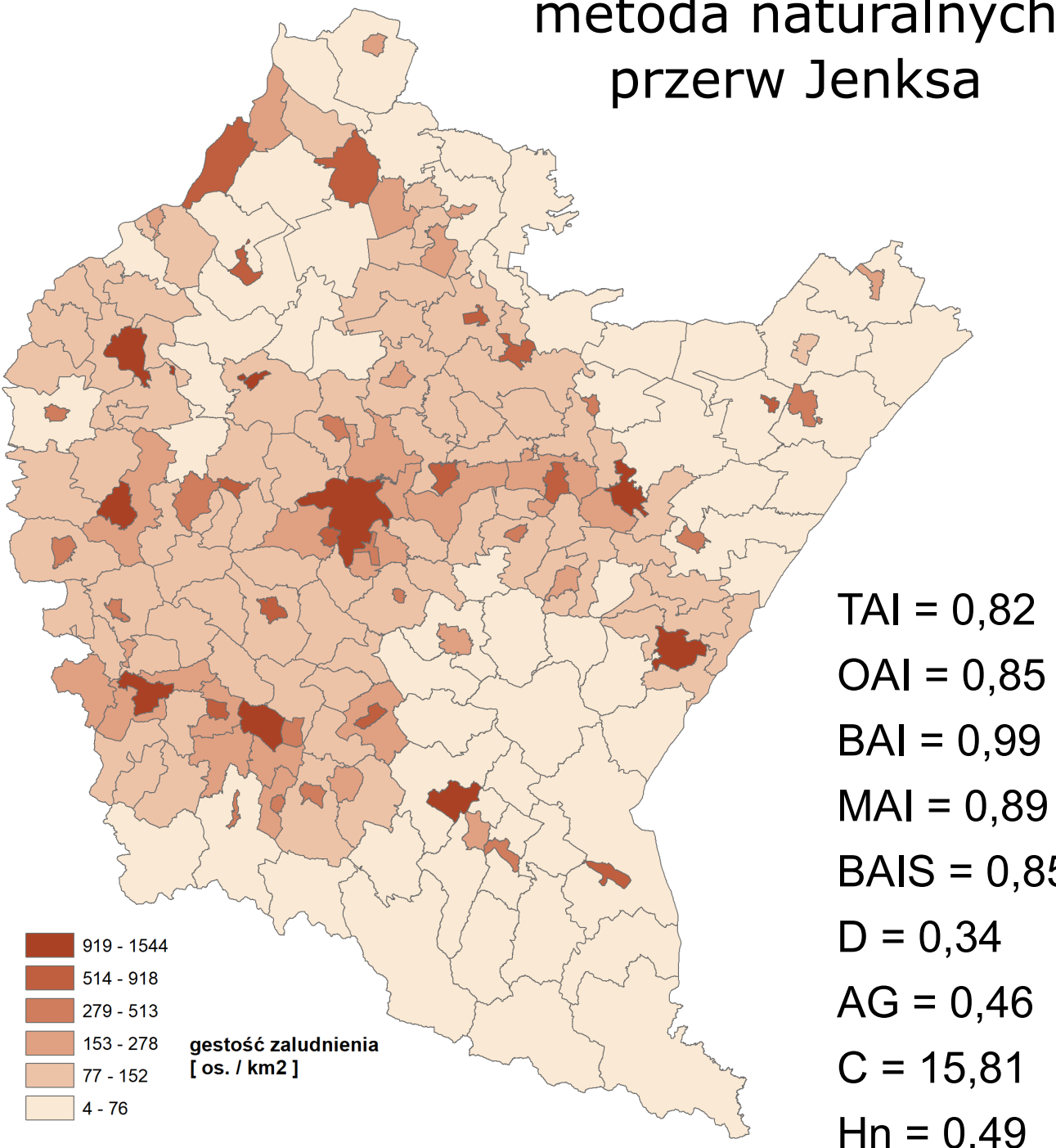
$$AG = \frac{\sum_{i=1}^N \sum_{j=1}^N ab_{ij}}{\sum_{i=1}^N \sum_{j=1}^N a_{ij}}$$

gdzie:  
N- liczba pól jednostek powierzchniowych  
 $ab_{ij}=1$  -jeśli pola „i” i „j” graniczą ze sobą i należą do tej samej klasy  
 $ab_{ij}=0$  -w innym przypadku lub gdy „i”=„j”  
 $a_{ij}=1$  -jeśli pola „i” i „j” graniczą ze sobą  
 $a_{ij}=0$  -w innym przypadku lub gdy „i”=„j”

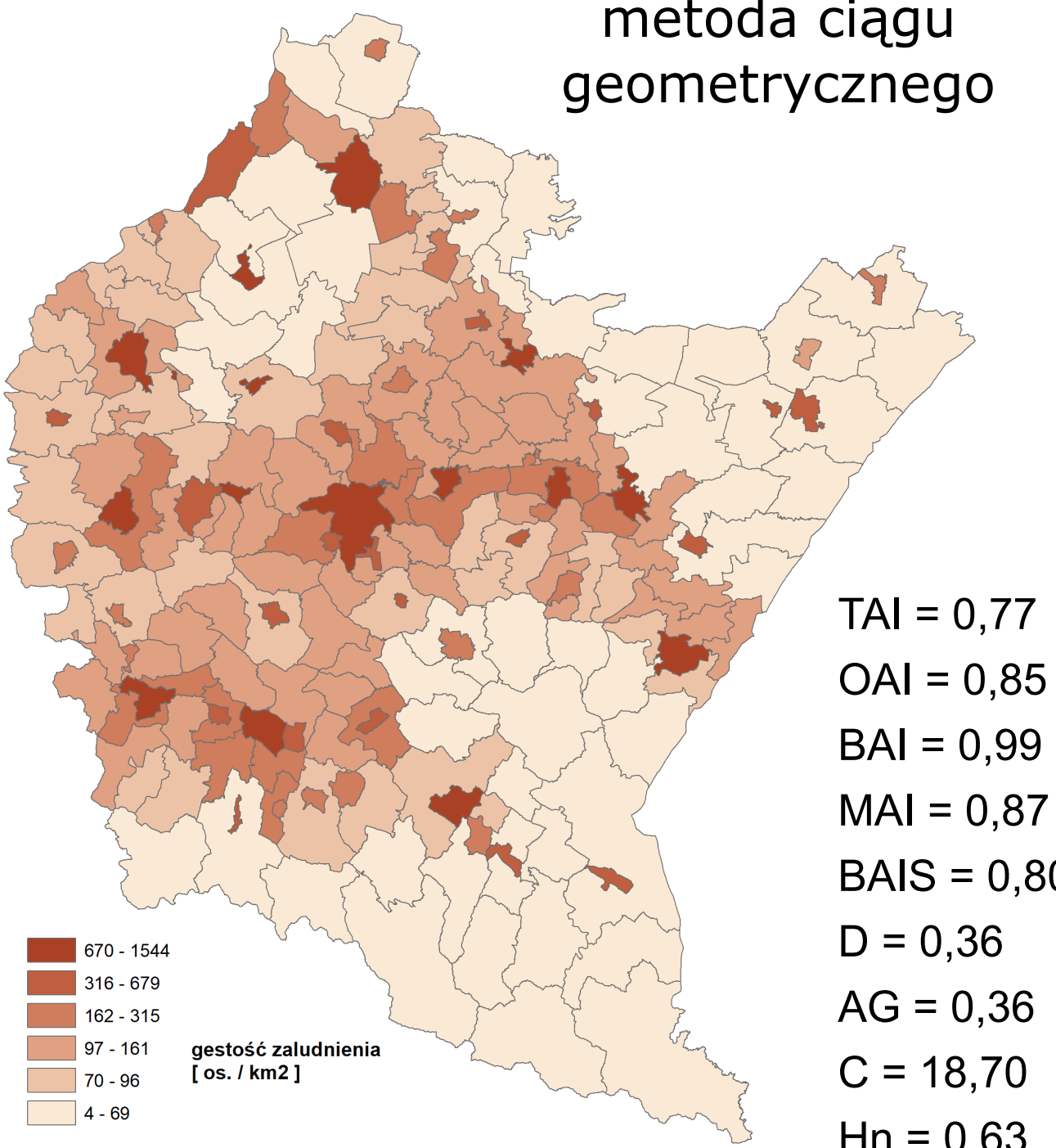
## Schemat działania narzędzia



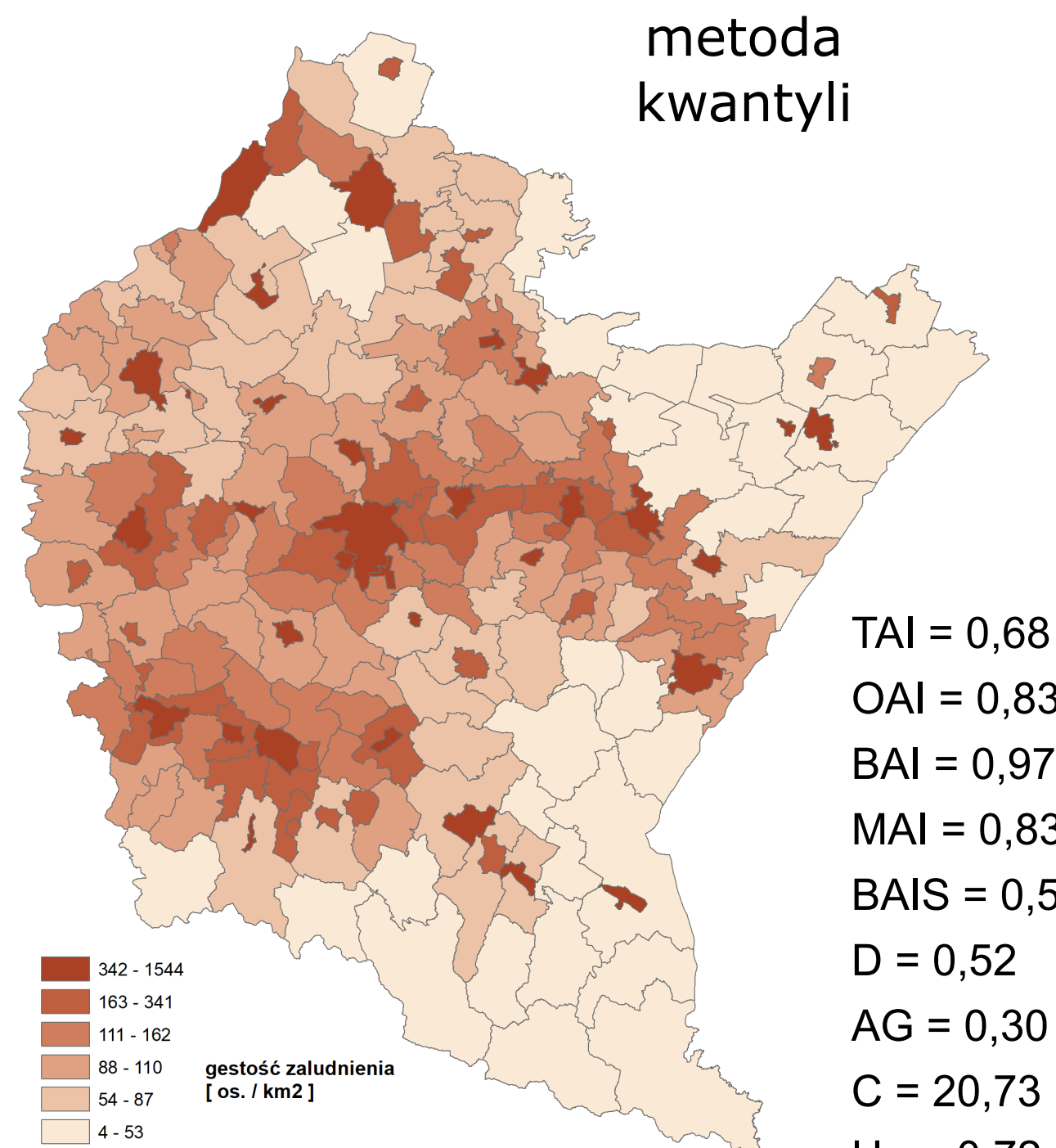
metoda naturalnych przerw Jenksa



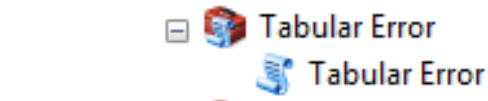
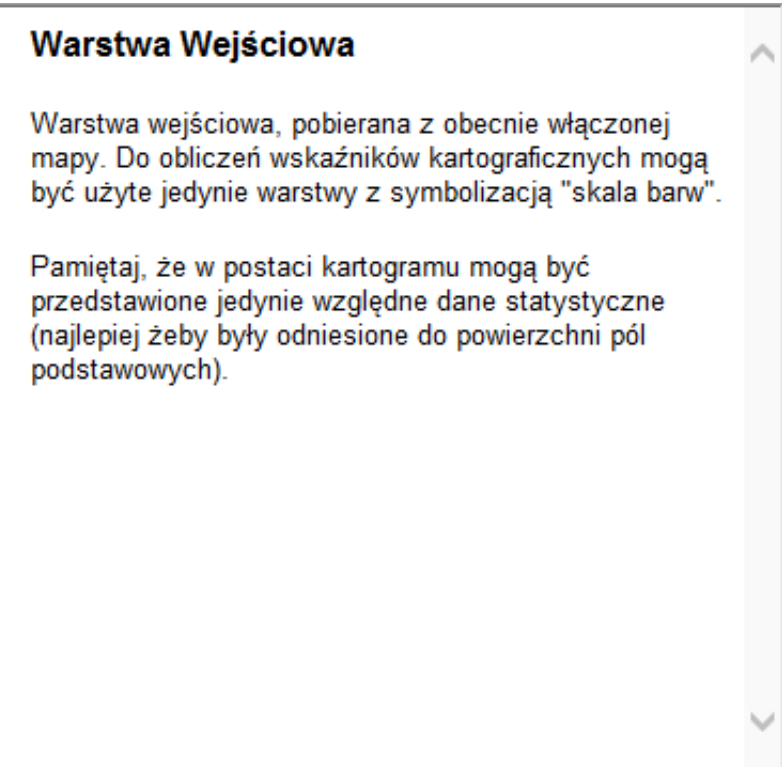
metoda ciągu geometrycznego



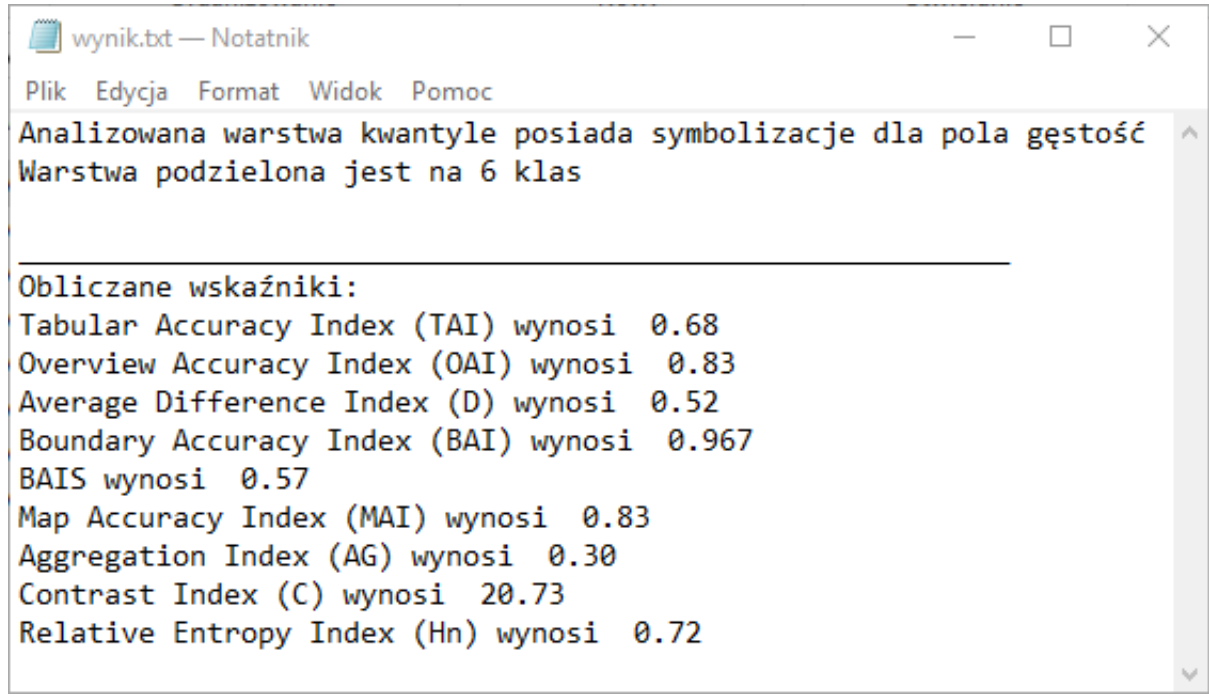
metoda kwantyli



## Wygląd narzędzia



## Raport wynikowy



## Kod programu



## Literatura

M. Pieniżek, B. Szejjec, M. Zych, A. Ajdyn, and G. Nowakowska, "Graficzna prezentacja danych statystycznych," 2014.  
J. Paślowski et al., Wprowadzenie do kartografii i topografii, 1st ed. Wrocław, 2006.  
J. Paślowski, Jak opracować kartogram, Wydanie dr. Warszawa 2003.  
B. Medyńska- Gulij, Kartografia Zasady i zastosowania geowizualizacji, 1st ed. Warszawa, 2015.  
M. Zukowska, "Wybrane metody tematycznej wizualizacji kartograficznej," Geodezja, vol. 11, no. 2, pp. 271-279, 2005.  
J. Paślowski and J. Sikorski, "O wskaźnikach optymalizacyjnych kartogramu," Pol. Przegląd Kartogr., vol. 21, no. 3-4, 1989.  
J. Paślowski and M. Czuba, "O pomiarze graficznej złożoności kartogramów," Pol. Przegląd Kartogr., vol. 27, no. 3, 1995.  
G. F. Caspall and F. C. Jenks, "Error on choroplethic maps: definition, measurement, reduction," Ann. Association Am. Geogr., vol. 61, no. 2, 1971.

apiwowarczyk91@gmail.com, szombara@agh.edu.pl

Katedra Geodezji Zintegrowanej i Kartografii, Wydział Geodezji Górniczej i Inżynierii Środowiska, Akademia Górniczo-Hutnicza im. Stanisława Staszica w Krakowie

## Wnioski