

Akademia Górniczo-Hutnicza im. St. Staszica w Krakowie

Georóżnorodność z ArcGIS Desktop

# Różnorodność obiektów poligonowych

Na podstawie entropii

Tomasz Bartuś

---

Na podstawie materiałów szkoleniowych ESRI  
Wyłącznie do użytku wewnętrznego AGH

---

<http://home.agh.edu.pl/bartus>  
12.12.2023 14:44:00

## Różnorodność obiektów poligonowych na podstawie entropii

W tym ćwiczeniu zapoznamy się ze sposobem oceny różnorodności na podstawie wartości wskaźnika Shannon'a-Weavera SHDI. Do obliczeń będziemy potrzebowali poligonowej klasy dowolnej cechy krajobrazu. My użyjemy wykorzystywanej tu już wcześniej klasy zróżnicowania litofacjalnego. Wykonanie obliczeń będzie wymagało jednak zainstalowania odpowiedniego rozszerzenia ArcGIS Desktop.

### 1. Entropia, wskaźnik różnorodności Shannon'a-Weavera SHDI

Entropia, wskaźnik różnorodności Shannon'a-Weavera SHDI (*Shannon's Diversity Index*) jest parametrem mierzącym stopień powierzchniowego zróżnicowania cech (Shannon & Weaver 1949). Oblicza się go na poziomie krajobrazu (1). Wskaźnik może przyjmować wartości  $<0; \ln m_{max}>$ , gdzie  $m_{max}$  oznacza maksymalną liczbę typów płatów. SHDI ma wartość 0 gdy cały obszar badań obejmuje wyłącznie jeden płat (brak różnorodności). Wartość parametru wzrasta wraz wzrostem stopnia równomiernego pokrycia obszaru przez różne kategorie płatów oraz wraz ze wzrostem liczby kategorii (w mniejszym stopniu). Indeks Shannon'a jest bardziej wrażliwy od indeksu Simpson'a (SIDI) na obecność płatów o bardzo małej powierzchni. Jest także od niego nieco bardziej wrażliwy na obecność kategorii o niewielkiej liczbie elementów (McGarigal & Marks 1995; Kot & Leśniak 2006; McGarigal i in. 2012; Urbański 2012).

$$SHDI = - \sum_{i=1}^m (P_i \cdot \ln P_i) \quad [-] \quad (1)$$

gdzie:

$m$  – liczba kategorii w krajobrazie,

$i$  – kategoria (typ płatów),

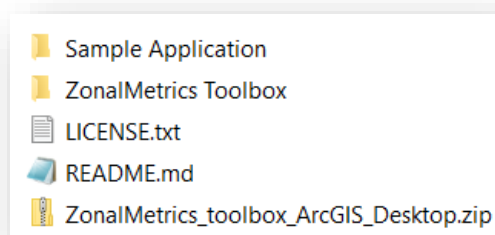
$P_i$  – proporcja danej kategorii w krajobrazie (prawdopodobieństwo wystąpienia w krajobrazie płata określonego typu),

$$P_i = \frac{\text{powierzchnia zajmowana przez } i - \text{tą kategorię}}{\text{powierzchnia pola podstawowego}} * 100\%$$

### 2. Pobieranie

- 2.1. Wejdź na stronę repozytorium GitHub (<https://github.com/ZGIS/ZonalMetrics-Toolbox>).
- 2.2. Pod zielonym przyciskiem z napisem *Code* znajduje się menu rozwijane, z którego wybieramy opcję *Download ZIP*.
- 2.3. Rozpakuj pobrane archiwum w folderze projektowym i podfolderze `/src/`.
- 2.4. W rozpakowanym archiwum `/ZonalMetrics-Toolbox-master` znajdują się następujące elementy:

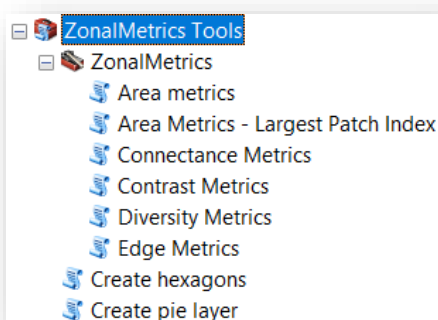
- Folder /Sample Application – zawierający pliki .shp przykładowego projektu.
- Folder /ZonalMetrics Toolbox z zawartością toolboxa ArcGIS.
- Plik licencji LICENSE.txt.
- Plik Redme.md zawierający informację o sposobie cytacji aplikacji.
- Plik archiwum ZonalMetrics\_toolbox\_ArcGIS\_Desktop.zip zawierający kopię plików Toolboxa oraz krótką instrukcję użytkowania (Ryc. 1).



**Ryc. 1. Zawartość rozpakowanego archiwum ZonalMetrics-Toolbox**

### 3. Instalacja ZonalMetrics-Toolbox

- 3.1. Otwórz aplikację ArcMap.
- 3.2. Otwórz okno ArcToolbox.
- 3.3. Wewnątrz okna ArcToolbox kliknij ppm i wybierz opcję Add Toolbox.
- 3.4. W oknie dialogowym Add Toolbox wskaż położenie pliku ZonalMetrics.pyt i naciśnij przycisk OK.
- 3.5. Toolbox ZonalMetrics zostanie automatycznie dodany do okna z narzędziami Toolbox. W jego wnętrzu znajduje się zestaw narzędzi ZonalMetrics (Ryc. 2).

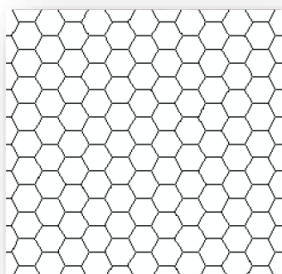


**Ryc. 2. Zawartość toolboxa ZonalMetrics**

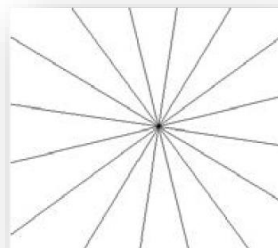
#### 4. Tworzenie siatek analitycznych

Toolbox *ZonalMetrics* posiada swój zestaw narzędzi do tworzenia sztucznych siatek analitycznych. W pakiecie znajdują się narzędzia: *Create hexagons* (Ryc. 2) służące do tworzenia siatek sześciokątnych (Ryc. 3A) oraz narzędzie *Create pie layer* służące do tworzenia siatek w postaci tortowej (Ryc. 3B).

A



B



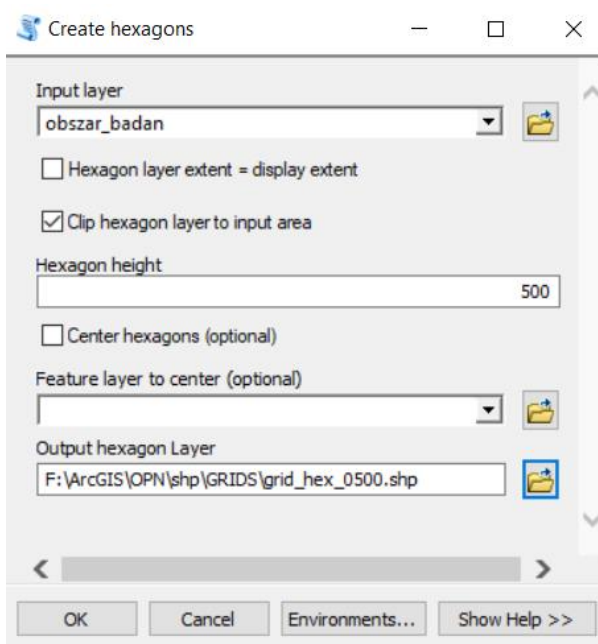
**Ryc. 3. Przykłady sztucznych siatek analitycznych: sześciokątnej (A) oraz tortowej (B) utworzonych za pomocą narzędzi *ZonalMetrics***

My w naszym projekcie już wybraliśmy siatkę kilometrową o bokach w kształcie kwadratów więc nie będziemy korzystali z tych opcji ale dla przećwiczenia utworzymy sobie siatkę regularnych pól w kształcie sześciokątów.

##### Uwaga:

Siatki generowane przez narzędzia *ZonalMetrics* mają zawsze format ESRI SHP.

- 4.1. Z narzędzi *Toolbox* > *ZonalMetrics Tools* > wybierz *Create hexagons*.
- 4.2. Jako klasę definiującą zakres przestrzenny przyszłej siatki wybierz klasę *obszar\_badan* (Ryc. 4).
- 4.3. Jako krótszą przekątną sześciokąta pozostaw wartość 500 [m].
- 4.4. W polu *Output hexagon Layer* (*Wyjściowa siatka sześciokątów*) wprowadź ścieżkę do folderu i nazwę pliku wynikowego:  
`...\shp\GRIDS\grid_hex_0500.shp.`



**Ryc. 4. Okno dialogowe *Create hexagons* tworzące siatki regularnych pól w kształcie sześciokątów**

W wyniku działania narzędzia została wygenerowana siatka regularnych pól w kształcie sześciokątów (Ryc. 5).

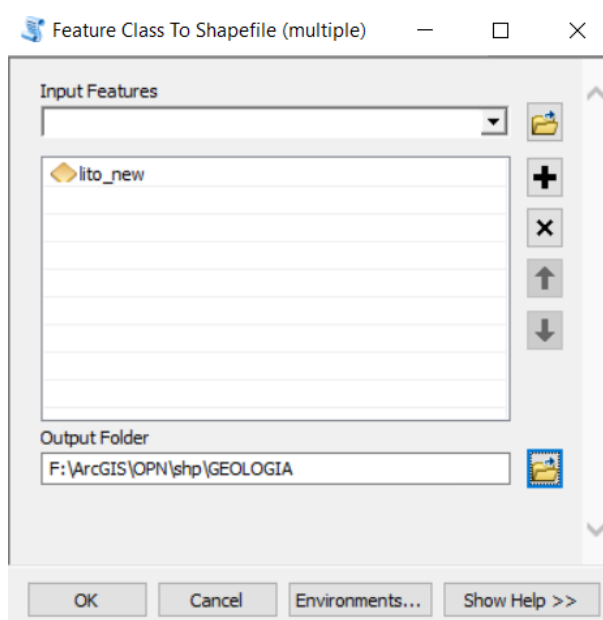


**Ryc. 5. Sztuczna siatka pól podstawowych w kształcie sześciokątów wygenerowana za pomocą narzędzia *Create hexagons***

## 5. Konwersja danych do formatu ESRI SHP

Narzędzie *ZonalMetrics* pracuje tylko i wyłącznie na danych w formacie *.shp* dlatego zanim zaczniemy liczyć entropię (indeks SHDI) musimy wcześniej dokonać konwersji danych z geobazodanowej poligonowej klasy obiektów np. *litofacje* do formatu *.shp*.

- 5.1. Otwórz narzędzie konwersji danych *Arc Toolbox > Conversion Tools > To Shapefile > Feature Class To Shapefile (multiple)*.
- 5.2. Jako konwertowaną klasę obiektów poligonowych (*Input Features*) wprowadź klasę zróżnicowania litofacjalnego *lito\_new* (Ryc. 6).
- 5.3. Zdefiniuj folder, do którego ma zostać zapisany skonwertowany shapefile (*Output Folder*).



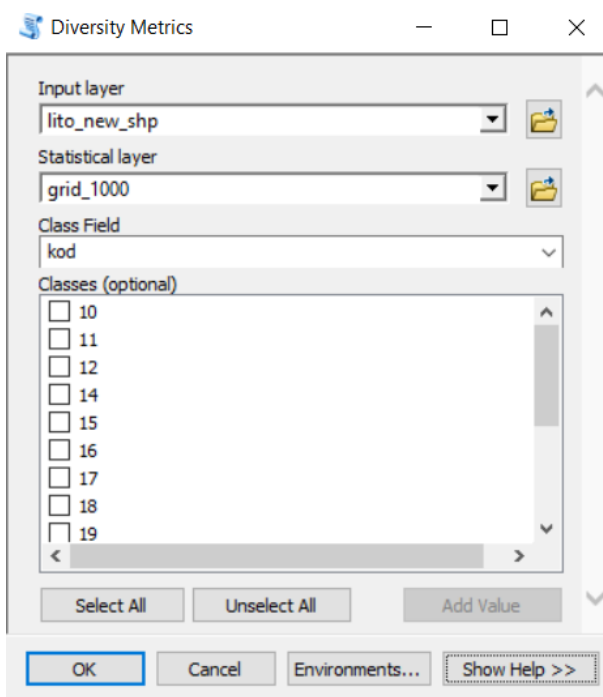
**Ryc. 6. Okno dialogowe konwersji klasy obiektów *lito\_new* do formatu *.shp***

Narzędzie *Feature Class To Shapefile* w podanej lokalizacji utworzyło nam plik *lito\_new.shp*, który w dalszym ciągu analizy użyjemy do obliczenia wskaźnika SHDI.

## 6. Obliczanie wskaźników SHDI obiektów poligonowych

- 6.1. Dodaj do tabeli zawartości wygenerowany plik *lito\_new.shp*.
- 6.2. W tabeli zawartości zmień nazwę dodanej warstwy *lito\_new (.shp)* na *lito\_new\_shp*.
- 6.3. Aby dla kolejnych pól siatki analitycznej obliczyć wartości wskaźnika SHDI (np. dla wydzieleni litofacjalnych), musimy uruchomić narzędzie *Arc Toolbox > ZonalMetrics Tools > ZonalMetrics > Diversity Index*.

- 6.4. Jako *Input layer* (Warstwa wejściowa) definiujemy warstwę w formacie .shp – `lito_new_shp` (Ryc. 7).
- 6.5. Jako *Statistical layer* (Warstwa statystyczna) – czyli warstwę poligonów w obrębie których zostaną obliczone wartości entropii, definiujemy siatkę pól podstawowych – `grid_1000`.
- 6.6. Na koniec definiujemy atrybut (*Class Field*) klasy `lito_new_shp` w oparciu o który będą liczone wartości indeksu SHDI.



**Ryc. 7. Okno dialogowe definiujące zmienne do obliczeń miar różnorodności (*Diversity Metrics*)**

W wyniku działania narzędzia, do tabeli atrybutowej siatki pól podstawowych – `grid_1000` zostają dodane wartości trzy atrybuty: `unitID`, `shdi` oraz `zone_area` (Ryc. 8).

unitID	shdi	zone_area
0	0.94860	1000000
1	0.56839	1000000
2	1.06898	1000000
3	1.44747	1000000
4	0.93282	1000000
5	0.78952	1000000
6	1.44716	1000000
7	0.77595	1000000
8	1.32172	1000000
9	0.98983	1000000
10	0.53101	1000000
11	0.51955	1000000

**Ryc. 8. Fragment siatki pól podstawowych klasy `grid_1000` z dodanymi wartościami wskaźnika `shdi` oraz wartościami atrybutów `unitID` i `zone_area`**

- 6.7. Kolumny z wartościami atrybutów `unitID` i `zone_area` należy usunąć. Nie będą nam potrzebne. Kliknij kolejno na ich nagłówki i usuń je poleceniem *Delete Field (Usuń pole)*.

## 7. Zmiana nazwy atrybutu na znaczącą

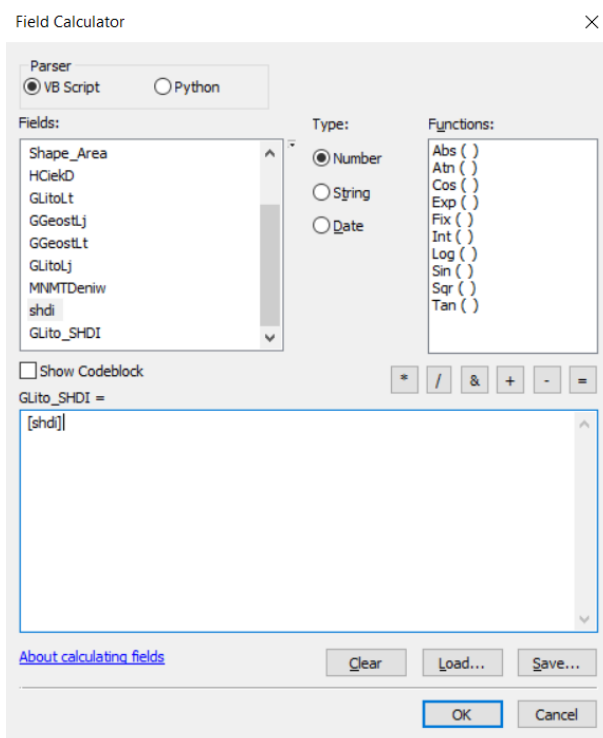
- 7.1. W tabeli atrybutowej klasy siatki pól podstawowych – `grid_1000` utwórz nowy atrybut o typie `Double` (liczby rzeczywiste o dużej dokładności) i nazwie `GLito_SHDI` (Ryc. 9).

shdi	GLito_SHDI
0,07039	0
0,20779	0
0,29679	0
0,29757	0
0,32549	0
0,37171	0
0,48590	0
0,50724	0
0,51388	0
0,51955	0
0,52624	0

**Ryc. 9.** Fragment siatki pól podstawowych klasy `grid_1000` z dodanym atrybutem `GLito_SHDI`

Przepiszemy teraz wartości atrybutu `shdi` do utworzonego atrybutu `GLito_SHDI`.

- 7.2. Kliknij ppm w nagłówku pola `GLito_SHDI` i wybierz narzędzie *Field Calculator...* (*Kalkulator pól...*).
- 7.3. W oknie dialogowym *Field Calculator*, w polu `Fields` szybko dwukrotnie kliknij pole `shdi`. W ten sposób wartości tego atrybutu zostaną przypisane atrybutowi `GLito_SHDI` (Ryc. 10), a następnie przyciśnij przycisk *OK*.



**Ryc. 10. Okno dialogowe *Field Calculator*, w którym wartości atrybutu *shdi* zostają przypisane do nowego atrybutu *GLito\_SHDI***

W wyniku przeprowadzonej operacji kalkulator pól przepisał wartości atrybutu *shdi* do atrybutu *GLito\_SHDI* (Ryc. 11).

shdi	GLito_SHDI
0,07039	0,070398
0,20779	0,207798
0,29879	0,298798
0,29757	0,297574
0,32549	0,325493
0,37171	0,37171
0,48590	0,485907
0,50724	0,507247
0,51388	0,513885
0,51955	0,519559
0,52624	0,52624

**Ryc. 11. Fragment siatki pól podstawowych klasy *grid\_1000* z przypisanymi wartościami atrybutu *GLito\_SHDI***

7.4. Usun kolumnę z niepotrzebnymi już wartościami atrybutu *shdi*.

## 8. Bonitacja punktowa wartości entropii i utworzenie kartogramu różnorodności

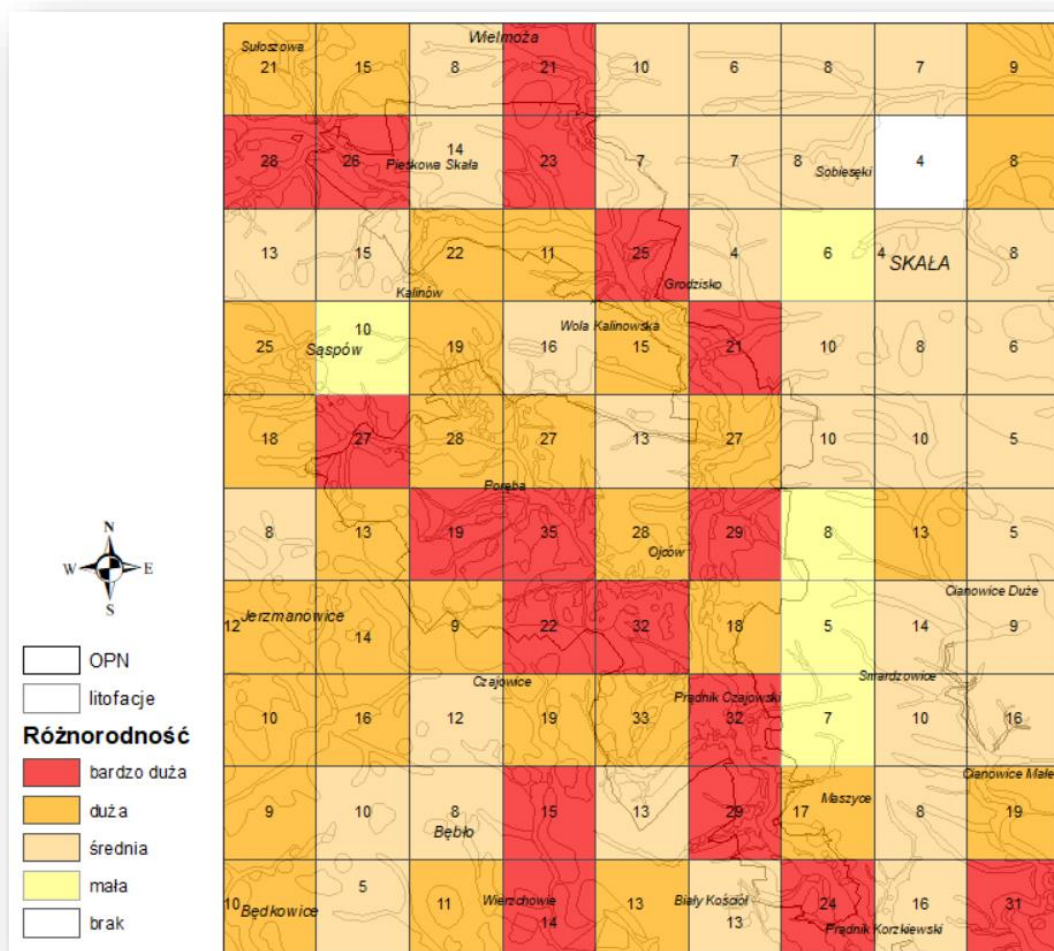
Ostatnią rzeczą jaką musimy zrobić jest przeprowadzenie bonitacji punktowej i utworzenie kartogramu różnorodność geologiczna na podstawie wartości wskaźnika SHDI.

- 8.1. Przejdź do właściwości warstwy `grid_1000` i w oparciu o bonitację zamieszczoną w **Tab. 1** zasymbolizuj mapę końcową. Do kategoryzacji wykorzystaj metodę równych przedziałów.

**Tab. 1. Klasyfikacja, bonitacja punktowa i ocena entropii litofacji**

Liczba jednostek litofacyjnych ( <i>GLito_SHDI</i> [-])	Bonitacja punktowa	Ocena różnorodności
(1,25-1,65>	5	bardzo duża
(0,85-1,25>	4	duża
(0,46-0,85>	3	średnia
(0,071-0,46>	2	mała
<0-0,071>	1	brak

**Ryc. 12** przedstawia cząstkową różnorodność geologiczną, która została obliczona na podstawie kryterium entropii zróżnicowania litofacyjnego.



**Ryc. 12. Różnorodność geologiczna na podstawie entropii zróżnicowania litofacyjnego**

## Bibliografia

- Adamczyk J., Tiede D., 2017. ZonalMetrics – a Python toolbox for zonal landscape structure analysis. *Computers & Geosciences* 99, 91–99.  
DOI:10.1016/j.cageo.2016.11.005, URL:  
<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0098300416306586> (26.11.2020).
- Kot R., Leśniak K., 2006. Ocena georóżnorodności za pomocą miar krajobrazowych – podstawowe trudności metodyczne. *Przegląd Geograficzny*, 78(1), 25–45.
- McGarigal K., Cushman S.A., Ene, E., 2012. *FRAGSTATS v4: Spatial Pattern Analysis Program for Categorical and Continuous Maps*. Computer software program produced by the authors at the University of Massachusetts, Amherst. URL:  
<http://www.umass.edu/landeco/research/fragstats/fragstats.html> (10.06.2013).
- McGarigal K., Marks B.J., 1995, *FRAGSTATS: spatial pattern analysis program for quantifying landscape structure*. USDA Forest Service. Technical Reports, PNW-GTR-351, Portland, 132.
- Shannon C., Weaver W., 1949. The mathematical theory of communication. Univ. Illinois Press, Urbana, 144.
- Tiede D., Adamczyk J., 2017. ZonalMetrics – a Python toolbox for calculating Landscape metrics in user defined zones. URL:  
[https://proceedings.esri.com/library/userconf/euc15/papers/euc\\_11.pdf](https://proceedings.esri.com/library/userconf/euc15/papers/euc_11.pdf) (26.11.2020).
- Urbański J., 2011. *GIS w badaniach przyrodniczych*. Wydawnictwo Uniwersytetu Gdańskiego, Gdańsk, 252.