

Akademia Górniczo-Hutnicza im. St. Staszica w Krakowie

Georóżnorodność z ArcGIS Pro

# Różnorodność budowy geologicznej

Różnorodności cząstkowe, modele różnorodności geologicznej

Tomasz Bartuś

---

Wyłącznie do użytku wewnętrznego AGH

---

<http://home.agh.edu.pl/bartus>  
27.10.2025 09:54:00

## Różnorodności cząstkowe kryteriów opisujących budowę geologiczną

W Ćwiczeniu 4. [Cechy krajobrazu. Budowa geologiczna](#) przygotowaliśmy zbiory danych obrazujące zróżnicowanie budowy geologicznej – pierwszego elementu krajobrazu podlegającego ewaluacji w ramach oceny georóżnorodności (1).

$$GD = R_{geol} + R_{rzezby} + R_{hydro} + R_{gleb} + R_{tklim} \quad (1)$$

gdzie:

$GD$  – georóżnorodność (całkowita),

$R_{geol}$  – różnorodność geologiczna (zob. 2, 3),

$R_{rzezby}$  – różnorodność rzeźby terenu,

$R_{hydro}$  – różnorodność hydrograficzna,

$R_{gleb}$  – różnorodność gleb,

$R_{tklim}$  – różnorodność topoklimatów.

Budowa geologiczna została następnie opisana za pomocą czterech cech krajobrazu. Były to kolejno: zróżnicowanie litofacjalne, stratygraficzne, tektonika dysjunktywna oraz geostanowiska (Tab. 1).

**Tab. 1. Element i cechy krajobrazu oceny różnorodności budowy geologicznej**

Cel oceny	Element krajobrazu	Cecha krajobrazu
różnorodność geologiczna	budowa geologiczna	litologia
		stratygrafia
		tektonika dysjunktywna
		geostanowiska

Teraz te cztery cechy krajobrazu zostaną opisane za pomocą dziewięciu kryteriów cząstkowych analizy georóżnorodności (Tab. 2).

**Tab. 2. Element, cechy krajobrazu i kryteria oceny różnorodności budowy geologicznej OPN i jego okolic**

Cel oceny	Element krajobrazu	Cecha krajobrazu	Kryterium oceny	Symbol
różnorodność budowy geologicznej	budowa geologiczna	litologia	liczba kategorii litofacjalnych	<a href="#">RGLitoLt</a>
			liczba jednostek litofacjalnych	<a href="#">RGLitoLj</a>
			entropia zróżnicowania litofacji	<a href="#">RGLitoSHDI</a>
		stratygrafia	liczba kategorii stratygraficznych	<a href="#">RGStratLt</a>
			liczba jednostek stratygraficznych	<a href="#">RGStratLj</a>
			entropia zróżnicowania stratygrafii	<a href="#">RGStratSHDI</a>
		Tektonika dysjunktywna	długość uskoku	<a href="#">RGTektd</a>
		geostanowiska	liczba kategorii geostanowisk	<a href="#">RGGeostLt</a>
			liczba geostanowisk	<a href="#">RGGeostLj</a>

Część kryteriów (np.  $L_j + L_t$  vs.  $SHDI$ ) powielają te same informacje. Pozwoli nam to na opracowanie i późniejsze porównanie dwóch alternatywnych modeli różnorodności geologicznej. Pierwszego ( $RG\_M1$ ) – bazującego na kryteriach wykorzystujących liczby elementów ( $L_j$ ) oraz liczby kategorii ( $L_t$ ) w polach podstawowych (2) oraz drugiego ( $RG\_M2$ ) – wykorzystującego głównie wskaźniki Shannona-Weavera ( $SHDI$ ) (3) (Shannon & Weaver, 1949).

$$RG\_M1 = SRGLitoLj + SRGLitoLt + SRGStratLj + SRGStratLt + SRGTektD + SRGGeostLj + SRGGeostLt \quad (2)$$

gdzie:

$SRGLitoLj$  – zestandaryzowana różnorodność cząstkowa geologiczna wynikająca z liczby jednostek litofacjalnych ( $GLitoLj$ ),

$SRGLitoLt$  – zestandaryzowana różnorodność cząstkowa geologiczna wynikająca z liczby kategorii litofacjalnych ( $GLitoLt$ ),

$SRGStratLj$  – zestandaryzowana różnorodność cząstkowa geologiczna wynikająca z liczby jednostek stratygraficznych ( $GStratLj$ ),

$SRGStratLt$  – zestandaryzowana różnorodność cząstkowa geologiczna wynikająca z liczby kategorii stratygraficznych ( $GStratLt$ ),

$SRGTektD$  – zestandaryzowana różnorodność cząstkowa geologiczna wynikająca z długości uskoku ( $GTektD$ ),

$SRGGeostLj$  – zestandaryzowana różnorodność cząstkowa geologiczna wynikająca z liczby geostanowisk ( $GGeostLj$ ),

$SRGGeostLt$  – zestandaryzowana różnorodność cząstkowa geologiczna wynikająca z liczby kategorii geostanowisk ( $GGeostLt$ ).

$$SRG\_M2 = SRGLitoSHDI + SRGStratSHDI + SRGTektD \quad (3)$$

gdzie:

$SRGLitoSHDI$  – zestandaryzowana entropia zmienności litofacjalnej,

$SRGStratSHDI$  – zestandaryzowana entropia zmienności stratygraficznej,

$SRGTektD$  – j.w.

**Tab. 3** prezentuje nazwy klas, atrybuty klasyfikacyjne, nazwy map, układów i kategorii stylów opisujące cechy krajobrazu budowę geologiczną. Mogą się okazać pomocne w przeprowadzanych analizach.

**Tab. 3. Nazwy klas, atrybutów, map, układów i kategorii stylów wykorzystywanych w przygotowaniu do analiz georóżnorodności kryteriów geologicznych**

Cecha krajo- brazu	Klasa danych wejściowych	Atrybut klasy- fikacyjny	Mapa	Layout
litologia	litostraty- grafia	kod	2.1. Map_Geol_Litof acje	2.1. Layout_LITOFAC JE
stratygrafia	litostraty- grafia	kod_chrono	2.2. Map_Geol_Strat ygrafia	2.2. Layout_STRATY GRAFIA
tektonika dys- junktywna	geolo- gia liniowe	-	2.3. Map_Geol_Tekto nika	2.3. Layout_TEKTONI KA
geostanowi- ska	geolo- gia punktowe	ranga	2.4. Map_Geol_Geost anowska	2.4. Layout_GEOSTAN OWISKA

Ćwiczenie wymaga oprogramowania ArcGIS Pro.

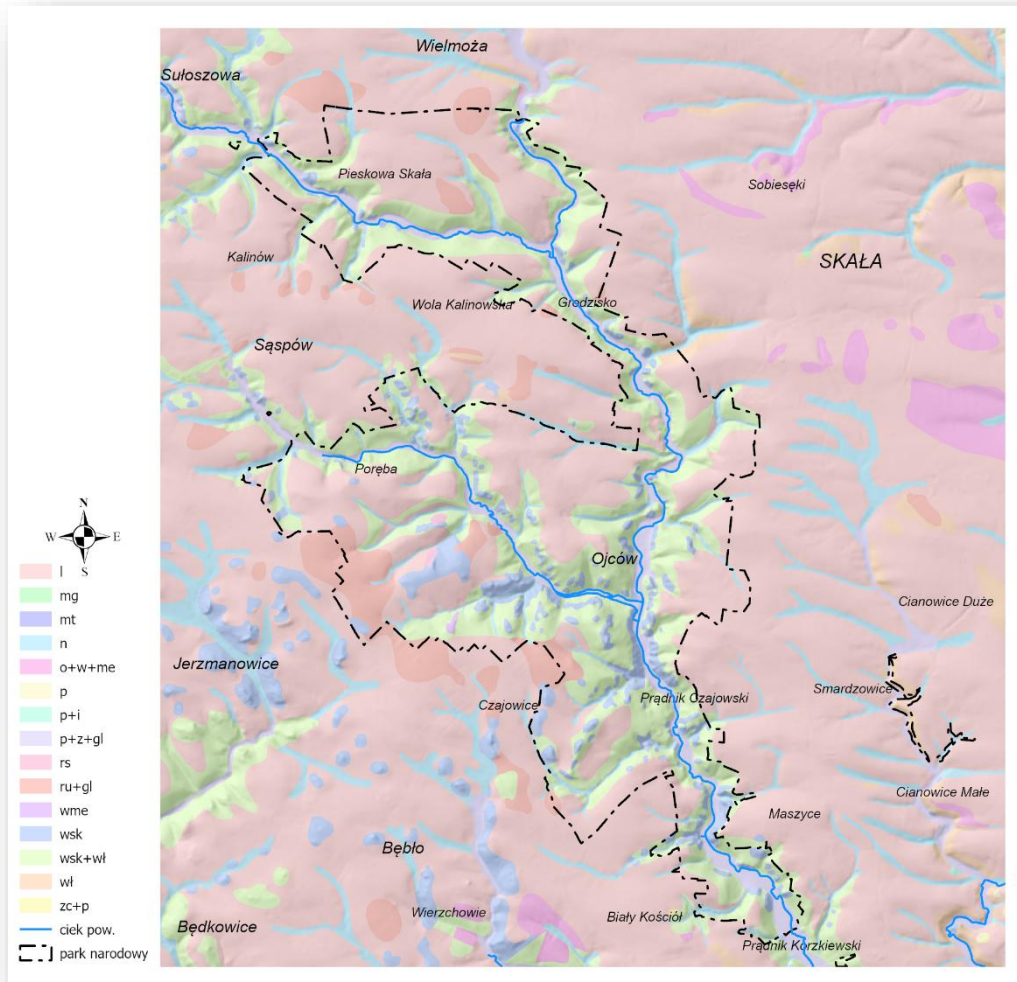
## 1. Ogólne zasady procedury analiz różnorodności geologicznej

- W ramach analiz różnorodności geologicznej należy wyznaczyć wskaźniki georóżnorodności wyszczególnione w **Tab. 2**.
- Różne kryteria cząstkowe będą wymagały zastosowania różnych procedur analitycznych. Każda z procedur została opisana w osobnym dokumencie PDF.
- Każdorazowo po wykonaniu niezbędnych analiz, wyniki obliczeń należy zamieścić w tabeli atrybutowej wybranej siatki analitycznej.
- Dla każdego badanego kryterium (**Tab. 2**) należy utworzyć osobną mapę z siatką analityczną i osobny układ prezentujący wyniki.
- Należy dokonać bonitacji punktowej analizowanych kryteriów. Podczas klasyfikacji bonitacyjnej należy konsekwentnie używać jednej metody klasyfikacji np. naturalnych przerw albo równych przedziałów. Ocenę różnorodności cząstkowych sprowadzamy do pięciu stopni: 1 – różnorodności brak; 2 – różnorodność mała; 3 – różnorodność średnia; 4 – różnorodność duża; 5 – różnorodność bardzo duża. Kategorię „różnorodności brak” zawsze należy definiować jako jednorodność krajobrazową.
- Układy powinny zawierać warstwy referencyjne: nazwy miejscowości, granice OPN, cieków powierzchniowych oraz warstwę, z której liczone kryterium cząstkowe.
- Nazwy map i układów zostaną podane w kolejnych podrozdziałach.
- Różnorodności cząstkowe poszczególnych elementów krajobrazu w kolejnym etapie analizy będą podlegały sumowaniu. W końcowym etapie badań posłużą do oceny georóżnorodności całkowitej.

Przejdźmy do obliczenia poszczególnych kryteriów cząstkowych.

## 2. Różnorodność wynikająca ze zmienności litofacjalnej

Źródłem danych do obliczenia różnorodności litofacjalnej będzie klasa litostratygrafia z mapy 2.1. Map\_Geol\_Litofacje (**Ryc. 1**).



**Ryc. 1.** Zróżnicowanie litofacjalne utworów powierzchniowych OPN i jego okolic; *l* – lasy, *mg* – margle glaukonitowe, *mt* – martwice wapienne, *n* – namuły den dolinnych, *o+w+me* – opoki z czertami, wapienie margliste, margle, *p* – piaski, *p+i* – piaski miejscami ilaste i ły, *p+z+gl* – piaski i żwiry oraz mułki, gliny i piaski (mady) tarasów zalewowych 0,5–3 m n.p. rzeki, *rs* – rumosze skalne, *ru+gl* – rumosze krzemienne gliny z krzemieniami, zwietrzelinowe, *wme* – wapienie margliste, płytowe, *wsk* – wapienie skaliste, *wsk+wł* – wapienie skaliste i wapienie ławicowe (nierozdzielone), *wł* – wapienie ławicowe z krzemieniami (oraz nierozdzielone wapienie ławicowe i skaliste), *zc+p* – zlepienie, miejscami piaskowce wapieniste i piaski

## 2.1. Kryteria cząstkowe (model RG\_M1)

W ramach modelu RG\_M1 (2) musimy obliczyć dwa kryteria cząstkowe  $RGLitoLj$  oraz  $RGLitoLt$  (Tab. 4).

**Tab. 4.** Kryteria cząstkowe opisujące zmienność litofacjalną w modelu RG\_M1 (2)

Cecha krajobrazu	Kryterium oceny	Symbol
	liczba kategorii litofacjalnych	$RGLitoLt$
	liczba jednostek litofacjalnych	$RGLitoLj$

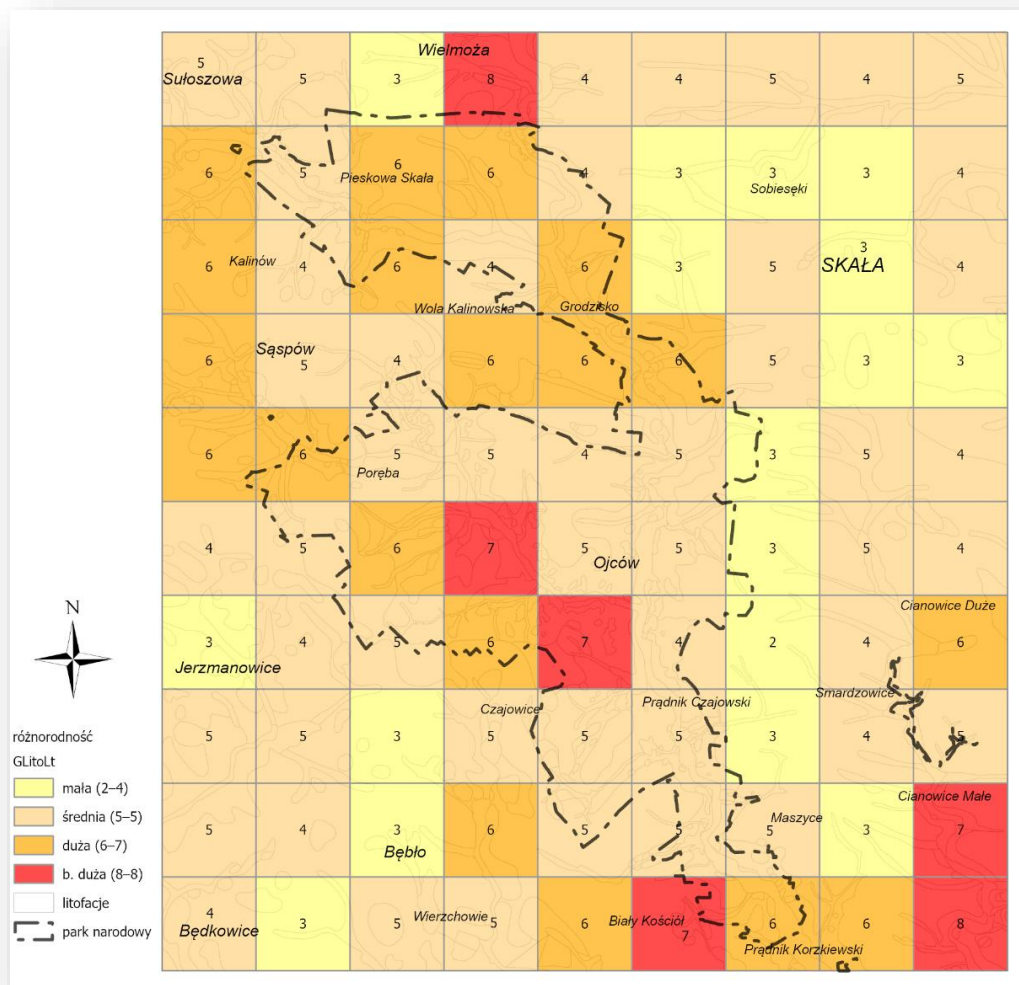
2.1.1. Zduplikuj mapę o nazwie 2.1. Map\_Geol\_Litofacje.

2.1.2. Zduplikowanej mapie nadaj nazwę 4.1. Map\_RGLitoLt.

2.1.3. Na mapie 4.1. Map\_RGLitoLt, korzystając z materiałów **Różnorodność obiektów poligonowych na podstawie liczby kategorii** oblicz kryterium cząstkowe  $RGLitoLt$  (Ryc. 2).

#### 2.1.4. Zduplikuj układ 2.1. Layout LITOFACJE.

2.1.5. Zduplikowanemu układowi nadaj nazwę 4.1. *Layout\_RGLitoLt*. Będzie on prezentował wyniki analizy różnorodności geologicznej na podstawie kryterium *RGLitoLt*.



**Ryc. 2. Różnorodność geologiczna na podstawie liczby kategorii litofacjalnych  $GLitoLt$**

2.1.6. Ponownie zduplikuj mapę o nazwie 2.1. Map Geol Litofacje.

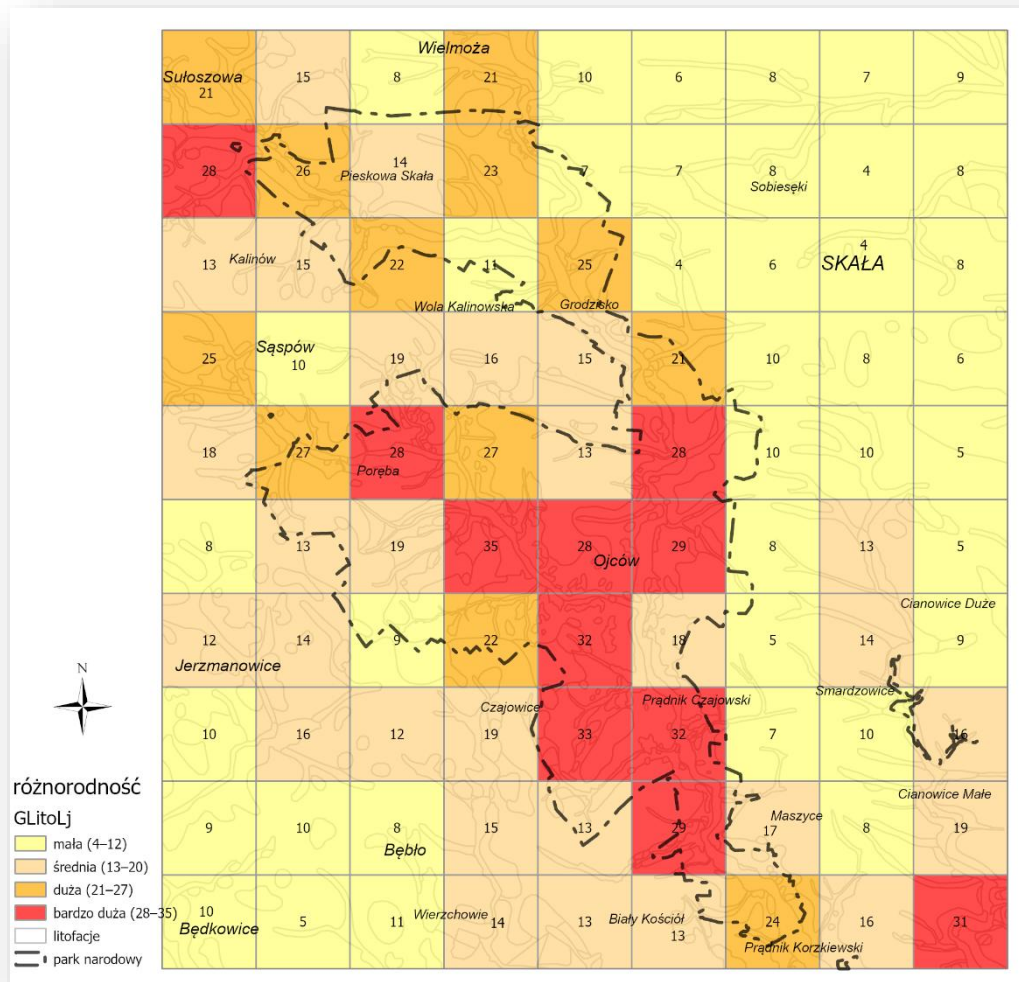
2.1.7. Tym razem zduplikowanej mapie nadaj nazwę 4.2. Map RGLitoLj.

2.1.8. Na mapie 4.2. Map\_RGLitoLj, korzystając z materiałów **Różnorodność obiektów poligonowych na podstawie liczby jednostek** oblicz kryterium cząstkowe  $RGLitoLj$  (Ryc. 3).

### 2.1.9. Zduplikuj układ 2.1. Layout LITOFACJE.



2.1.10. Zduplikowanemu układowi nadaj nazwę 4.2. Layout\_RGLitoLj. Będzie on prezentował wyniki analizy różnorodności geologicznej na podstawie kryterium *RGLitoLj*.



**Ryc. 3. Różnorodność geologiczna na podstawie liczby jednostek litofacjalnych *GLitoLj***

## 2.2. Kryteria cząstkowe (model RG\_M2)

W ramach modelu RG\_M2 (3) musimy obliczyć jedno kryterium cząstkowe *RGLitoSHDI* (Tab. 5).

**Tab. 5. Kryterium cząstkowe opisujące zmienność litofacjalną w modelu RG\_M2 (3)**

Cecha krajobrazu	Kryterium oceny	Symbol
litologia	entropia zróżnicowania litofacji	<i>RGLitoSHDI</i>

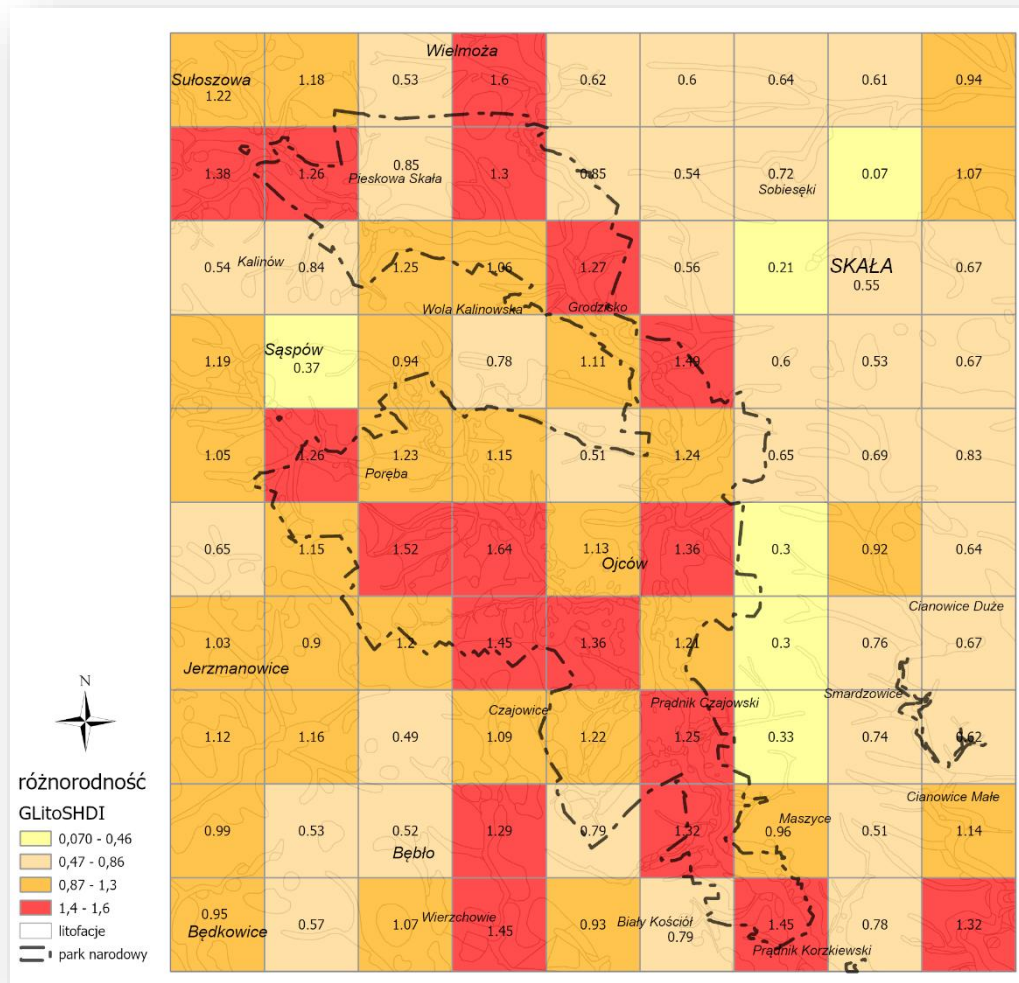
2.2.1. Zduplikuj mapę o nazwie 2.1. Map\_Geol\_Litofacje.

2.2.2. Zduplikowanej mapie nadaj nazwę 4.3. Map\_RGLitoSHDI.

2.2.3. Na mapie 4.3. Map\_RGLitoSHDI, korzystając z materiałów **Różnorodność obiektów poligonowych na podstawie entropii** oblicz kryterium cząstkowe *RGLitoSHDI* (Ryc. 4).

2.2.4. Zduplicuj układ 2.1. Layout\_LITOFACJE.

2.2.5. Zduplicowanemu układowi nadaj nazwę 4.3. Layout\_RGLitoSHDI. Będzie on prezentował wyniki analizy różnorodności geologicznej na podstawie kryterium *RGLitoSHDI*.

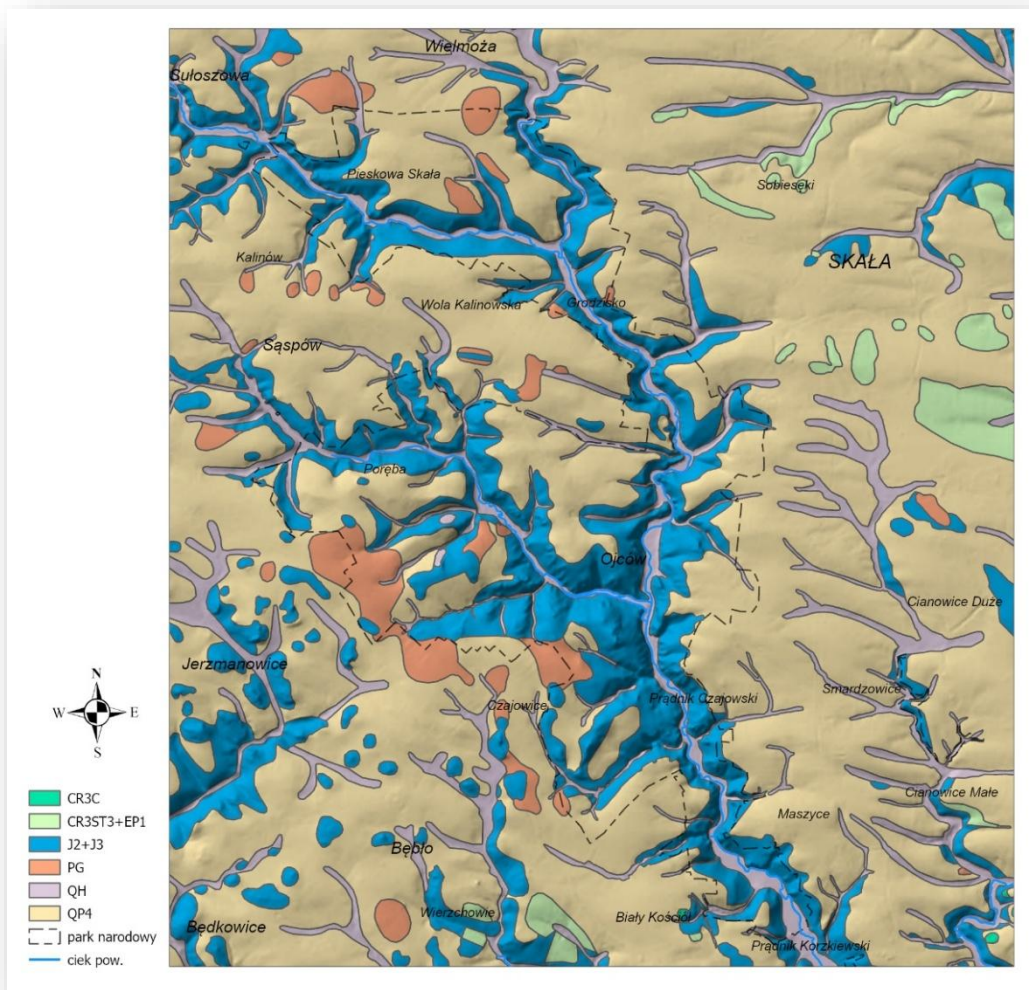


**Ryc. 4. Różnorodność geologiczna na podstawie entropii zróżnicowania litofacjalnego GLitoSHDI**

### 3. Różnorodność wynikająca ze zmienności stratygraficznej

Źródłem danych do obliczenia różnorodności stratygraficznej będzie klasa strat z mapy 2.2. Map\_Geol\_Stratygrafia (Ryc. 5).





Ryc. 5. Zróżnicowanie stratygraficzne utworów powierzchniowych OPN i jego okolic (na podstawie klasy litofacje); widoczna nadreprezentacja poligonów w obrębie utworów jury; mezozoik: J2+J3 – jura środkowa i późna, CR3C– późna kreda (cenoman), CR3ST3+EP – późna kreda (santon i kampan); kenozoik: PG – paleogen; QP4 – plejstocen; QH – holocen

3.1. Kryteria cząstkowe (model RG\_M1)

W ramach modelu RG\_M1 (2) musimy obliczyć dwa kryteria cząstkowe *RGStratLt* oraz *RGStratLj* (Tab. 6).

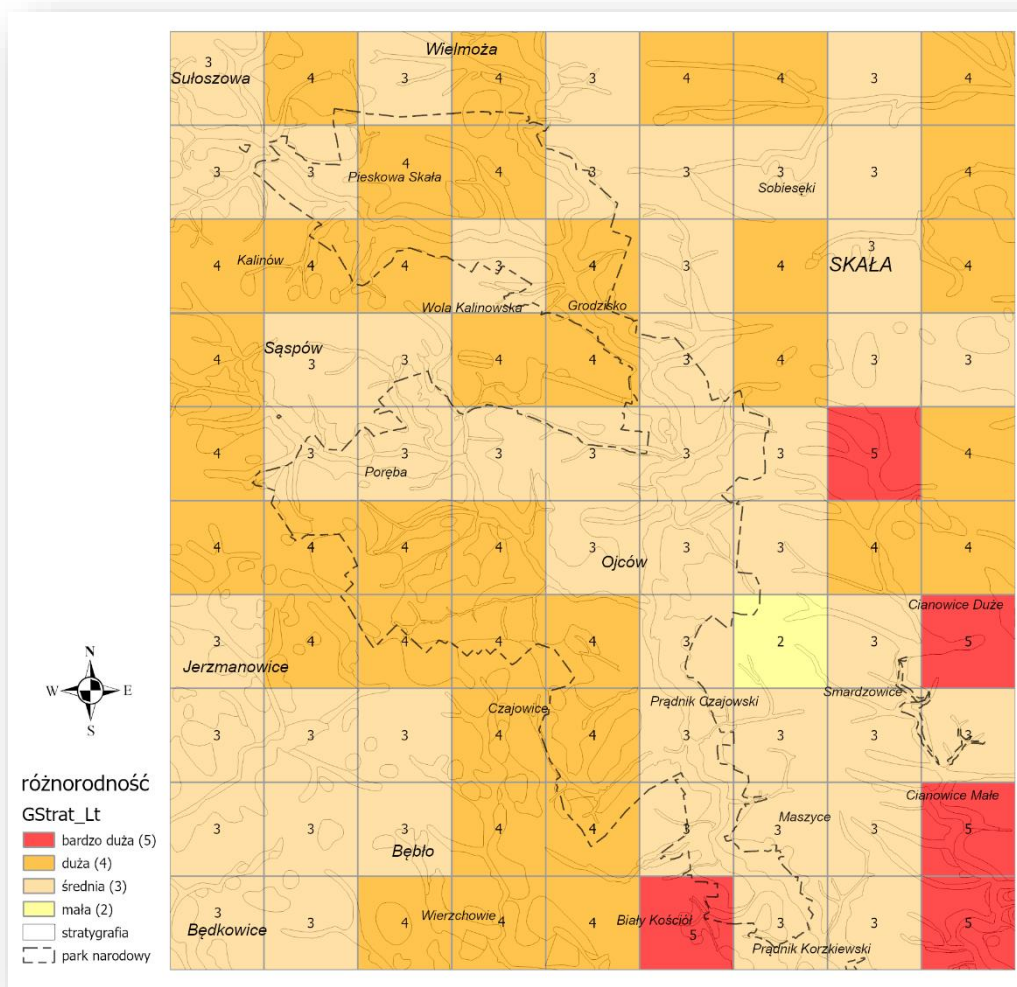
Tab. 6. Kryteria cząstkowe opisujące zmienność stratygraficzną w modelu RG\_M1 (2)

Cecha krajobrazu	Kryterium oceny	Symbol
	liczba kategorii stratygraficznych	<i>RGStratLt</i>
	liczba jednostek stratygraficznych	<i>RGStratLj</i>

- 3.1.1. Zduplikuj mapę o nazwie 2.2. Map\_Geol\_Stratygrafia.
- 3.1.2. Zduplikowanej mapie nadaj nazwę 4.4. Map\_RGStratLt.
- 3.1.3. Na mapie 4.4. Map\_RGStratLt, korzystając z materiałów [Różnorodność obiektów poligonowych na podstawie liczby kategorii](#) oblicz kryterium cząstkowe *GStratLt* (Ryc. 6).

3.1.4. Zduplikuj układ 2.2. Layout\_STRATYGRAFIA.

3.1.5. Zduplikowanemu układowi nadaj nazwę 4.4. Layout\_RGStratLt. Będzie on prezentował wyniki analizy różnorodności geologicznej na podstawie kryterium *RGStratLt*.



**Ryc. 6. Różnorodność geologiczna na podstawie liczby kategorii startygraficznych *GStratLt***

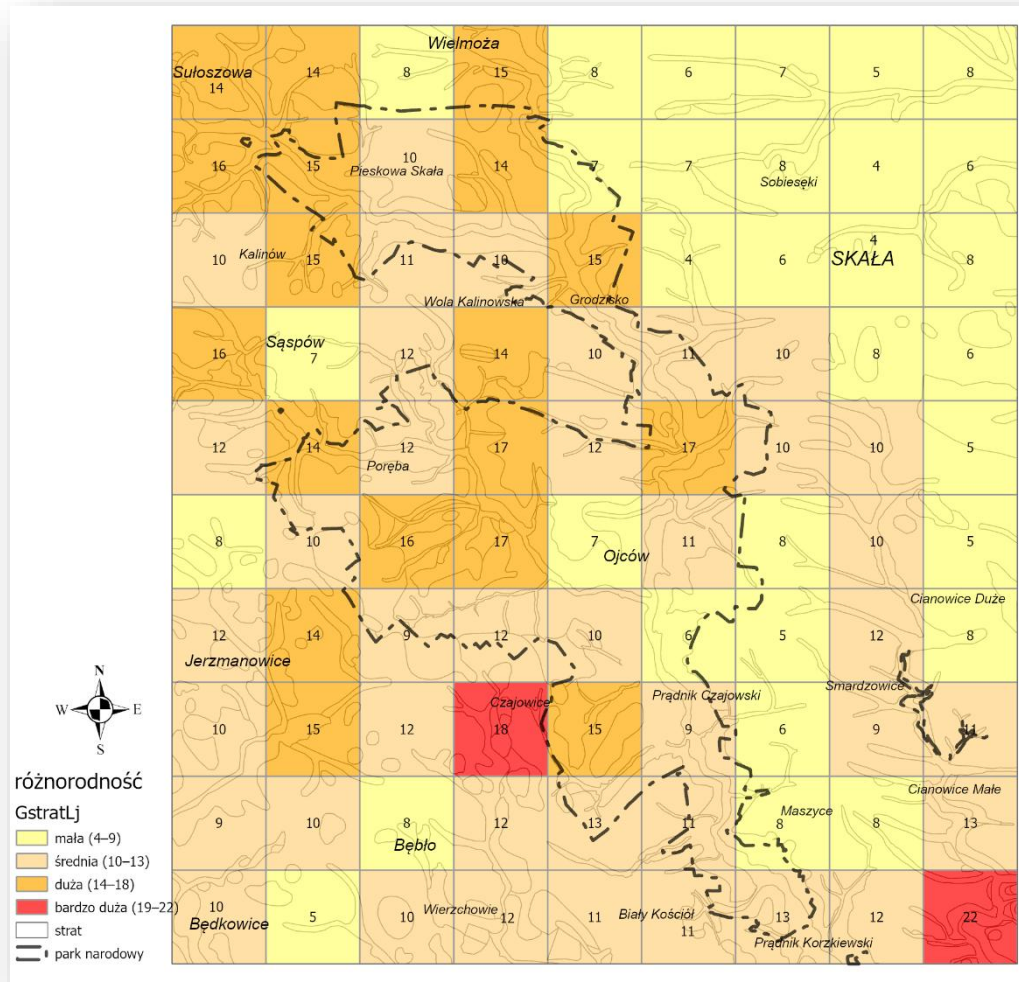
3.1.6. Ponownie zduplikuj mapę o nazwie 2.2. Map\_Geol\_Stratygrafia.

3.1.7. Tym razem zduplikowanej mapie nadaj nazwę 4.5. Map\_RGStratLj.

3.1.8. Na mapie 4.5. Map\_RGStratLj, korzystając z materiałów [Różnorodność obiektów poligonowych na podstawie liczby jednostek](#) oblicz kryterium cząstkowe *GStratLj* (Ryc. 7).

3.1.9. Ponownie zduplikuj układ 2.2. Layout\_STRATYGRAFIA.

3.1.10. Zduplikowanemu układowi nadaj nazwę 4.5. Layout\_RGStratLj. Będzie on prezentował wyniki analizy różnorodności geologicznej na podstawie kryterium *RGStratLj*.



**Ryc. 7. Różnorodność geologiczna na podstawie liczby jednostek stratygraficznych  $G_{StratLj}$**

### 3.2. Kryteria cząstkowe (model RG\_M2)

W ramach modelu RG\_M2 (3) musimy obliczyć jedno kryterium cząstkowe  $RG_{StratSHDI}$  (Tab. 7).

**Tab. 7. Kryterium cząstkowe opisujące zmienność stratygraficzną w modelu RG\_M2 (3)**

Cecha krajobrazu	Kryterium oceny	Symbol
stratygrafia	entropia zróżnicowania stratygrafii	$RG_{StratSHDI}$

3.2.1. Zduplicuj mapę o nazwie 2.2. Map\_Geol\_Stratygrafia.

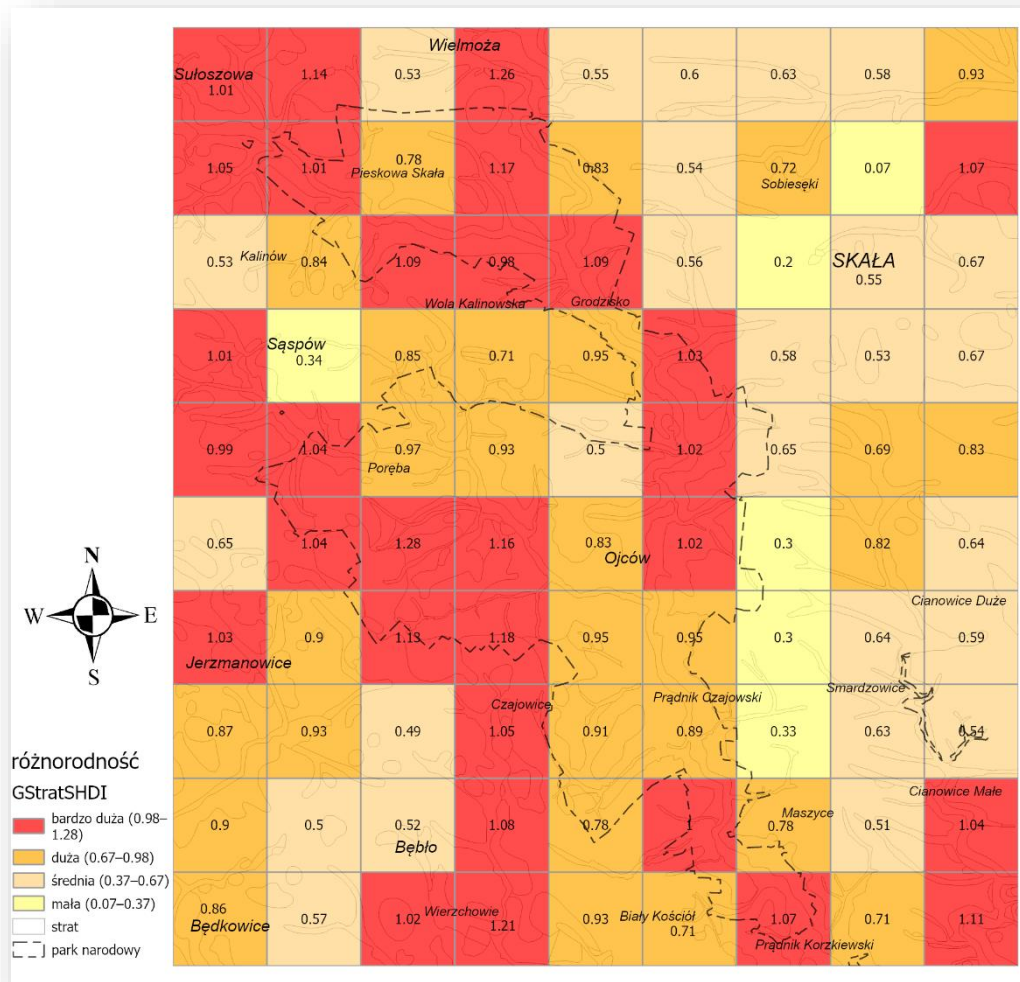
3.2.2. Zduplicowanej mapie nadaj nazwę 4.6. Map\_RGStratSHDI.

3.2.3. Na mapie 4.6. Map\_RGStratSHDI, korzystając z materiałów [Różnorodność obiektów poligonowych na podstawie entropii](#) oblicz kryterium cząstkowe  $RG_{StratSHDI}$  (Ryc. 8).

3.2.4. Zduplicuj układ 2.2. Layout\_STRATYGRAFIA.



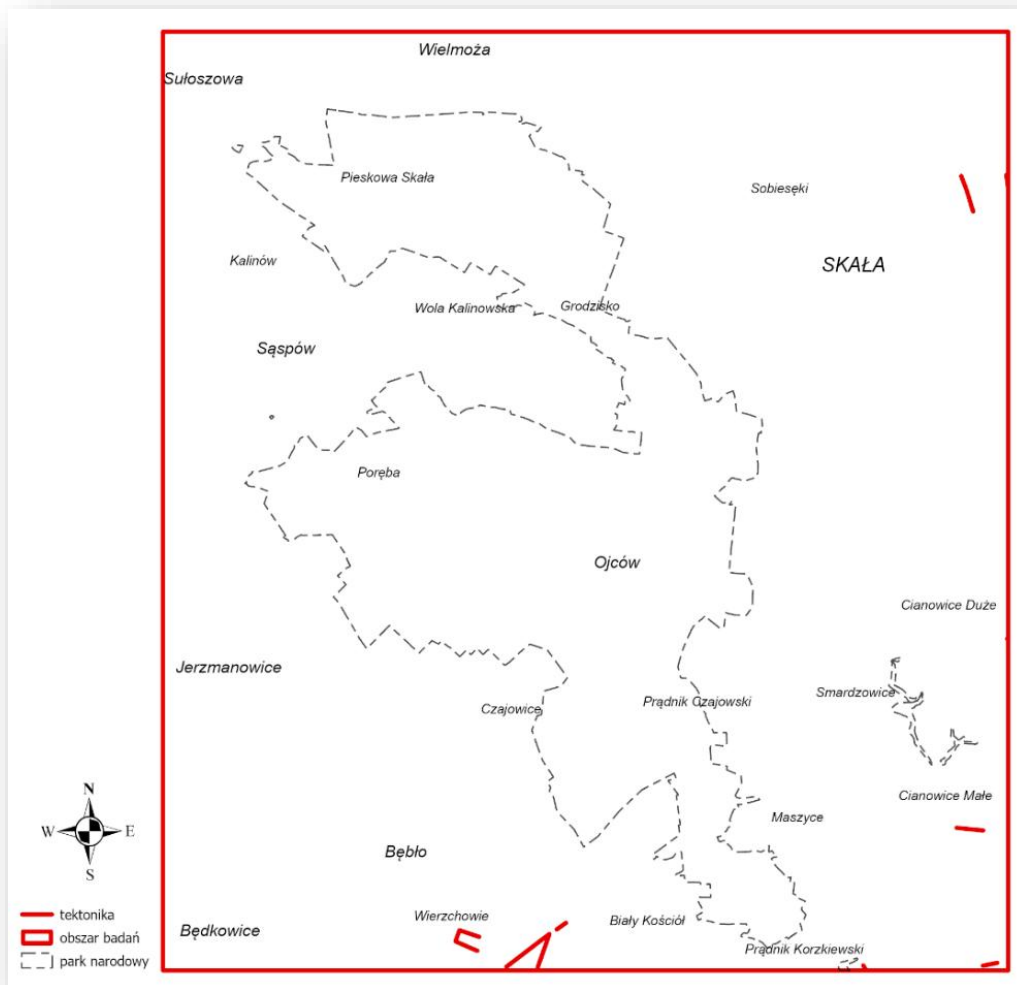
3.2.5. Zduplikowanemu układowi nadaj nazwę 4.6. Layout\_RGStratSHDI. Będzie on prezentował wyniki analizy różnorodności geologicznej na podstawie kryterium *RGStratSHDI*.



Ryc. 8. Różnorodność geologiczna na podstawie entropii zróżnicowania stratygraficznego *GStratSHDI*

#### 4. Różnorodność wynikająca ze zmienności tektonicznej

Źródłem danych do obliczenia różnorodności litofacialnej będzie klasa tektonika z mapy 2.3. Map\_Geol\_Tektonika (Ryc. 9).



**Ryc. 9. Mapa tektoniki uskoku w obrębie OPN i jego okolicach**

#### 4.1. Kryteria cząstkowe (model RG\_M1)

W ramach modelu RG\_M1 (2) musimy obliczyć jedno kryterium cząstkowe  $RG_{TektD}$  (Tab. 8).

**Tab. 8. Kryterium cząstkowe opisujące zmienność tektoniki dysjunktywnej w modelu RG\_M1 (2)**

Cecha krajobrazu	Kryterium oceny	Symbol
tektonika dysjunktywna	długość uskoku	$RG_{TektD}$

4.1.1. Zduplikuj mapę o nazwie 2.3. Map\_Geol\_Tektonika.

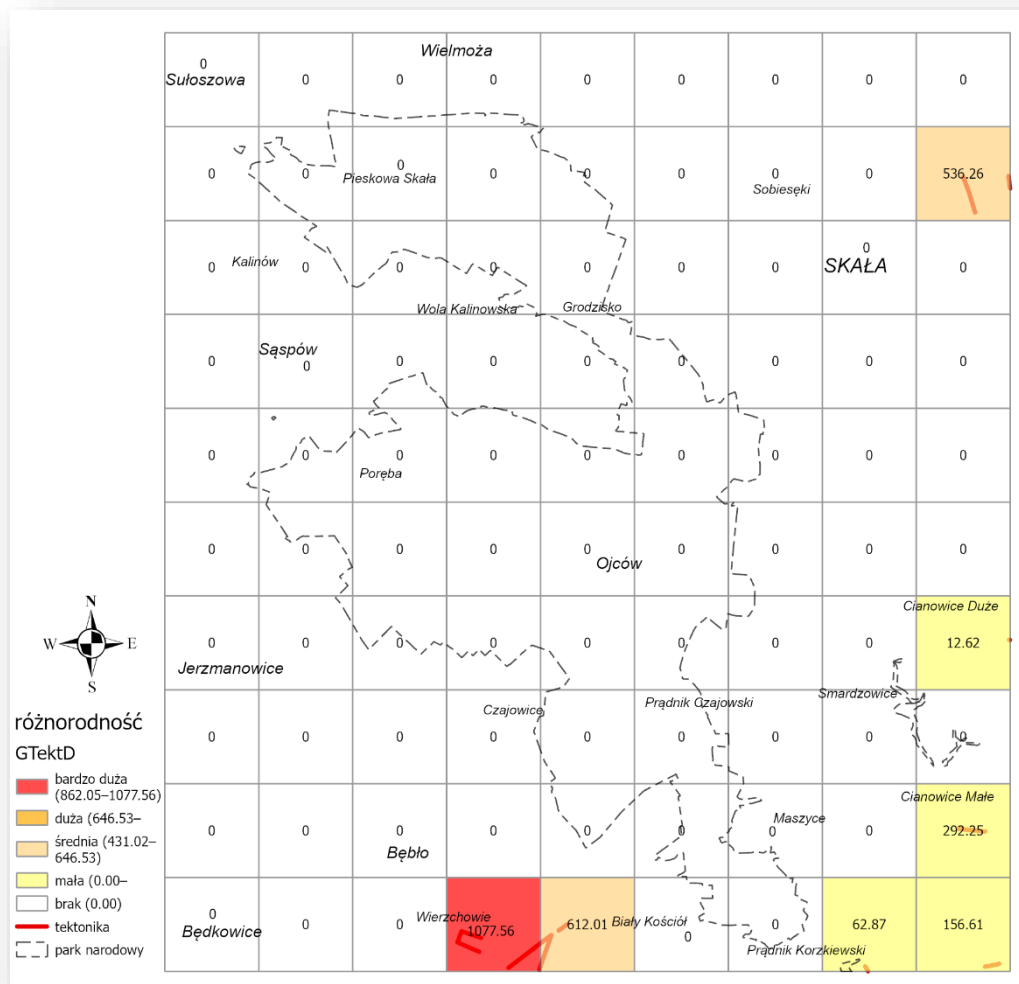
4.1.2. Zduplikowanej mapie nadaj nazwę 4.7. Map\_RG\_TektD.

4.1.3. Na mapie 4.7. Map\_RG\_TektD, korzystając z materiałów [Różnorodność obiektów liniowych na podstawie długości obiektów](#) oblicz kryterium cząstkowe  $RG_{TektD}$  (Ryc. 10).

4.1.4. Zduplikuj układ 2.3. Layout\_TEKTONIKA.



2.1.1. Zduplikowanemu układowi nadaj nazwę 4.7. Layout\_RGTektD. Będzie on prezentował wyniki analizy różnorodności geologicznej na podstawie kryterium *RGTEktD*.



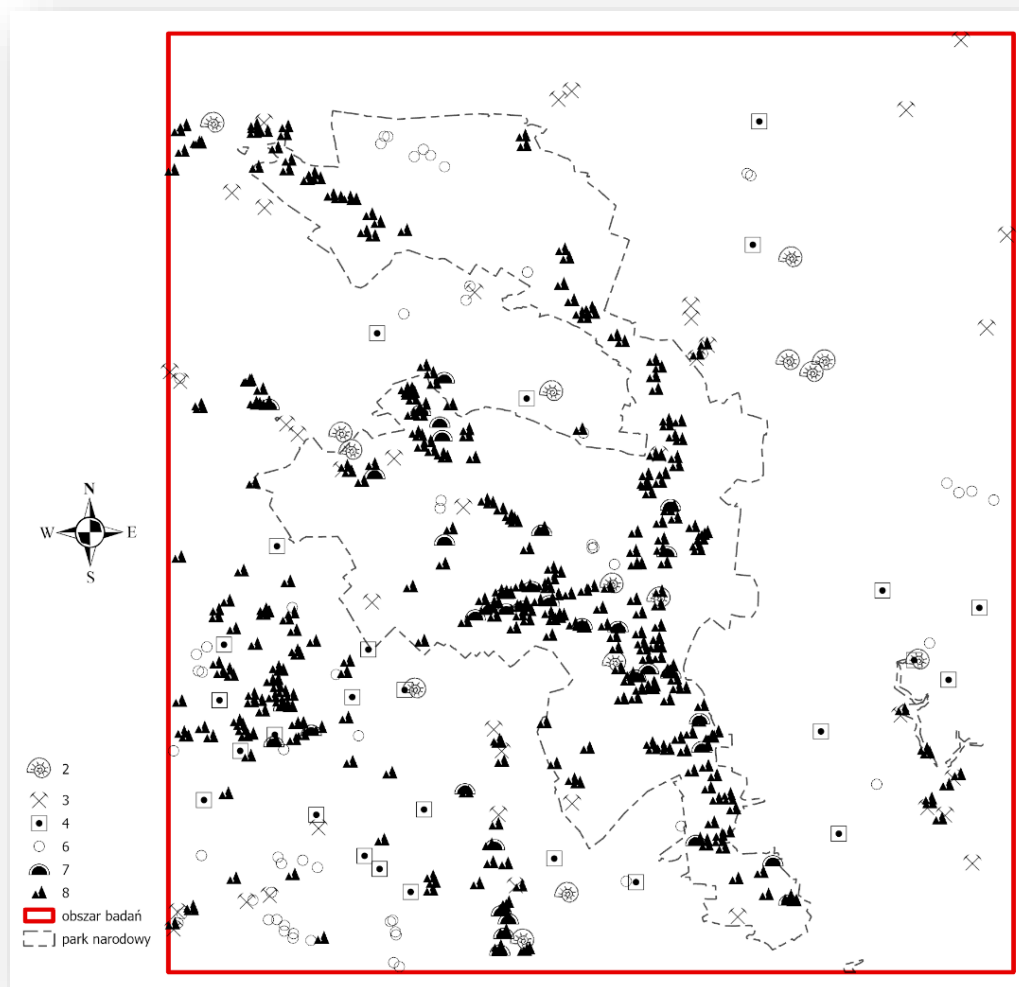
Ryc. 10. Różnorodność geologiczna na podstawie długości uskokuw GGTEktD

#### 4.2. Kryteria cząstkowe (model RG\_M2)

W modelu RG\_M2 wykorzystamy to samo kryterium co w modelu RG\_M1, nie potrzeba więc żadnych dodatkowych obliczeń.

### 5. Różnorodność wynikająca ze zmienności geostanowisk

Źródłem danych do obliczenia różnorodności geostanowisk będzie klasa geostanowiska z mapy 2.4. Map\_Geol\_Geostanowiska (Ryc. 11).



**Ryc. 11. Mapa geostanowisk OPN i jego okolic według** Płonczyński (2000a, 2000b, 2001) **oraz na podstawie MTP (2003a, 2003b, 2003c; 2003d)**

**Tab. 9. Obiekty warstwy geostanowiska**

Ranga	Interpretacja
1	głazy narzutowe
2	znalezisko fauny kopalnej
3	wyrobisko kamieniołomu
4	otwór wiertniczy
5	piaskownię
6	lej krasowy
7	jaskinia
8	skałka, ostaniec

#### **UWAGA**

Przed analizami georóżnorodności na podstawie liczby obiektów i liczby kategorii punktowych obiektów geologicznych (geostanowisk) wyłączyć ze zbioru danych otwory wiertnicze. Ich obecność w żaden sposób nie decyduje o georóżnorodności.

### 5.1. Kryteria cząstkowe (model RG\_M1)

W ramach modelu RG\_M1 (2) musimy obliczyć dwa kryteria cząstkowe  $RG_{GeostLj}$  oraz  $RG_{GeostLt}$  (Tab. 10).

**Tab. 10. Kryteria cząstkowe opisujące zmienność geostanowisk w modelu RG\_M1 (2)**

Cecha krajobrazu	Kryterium oceny	Symbol
Geostanowiska	liczba kategorii geostanowisk	$RG_{GeostLt}$
	liczba geostanowisk	$RG_{GeostLj}$

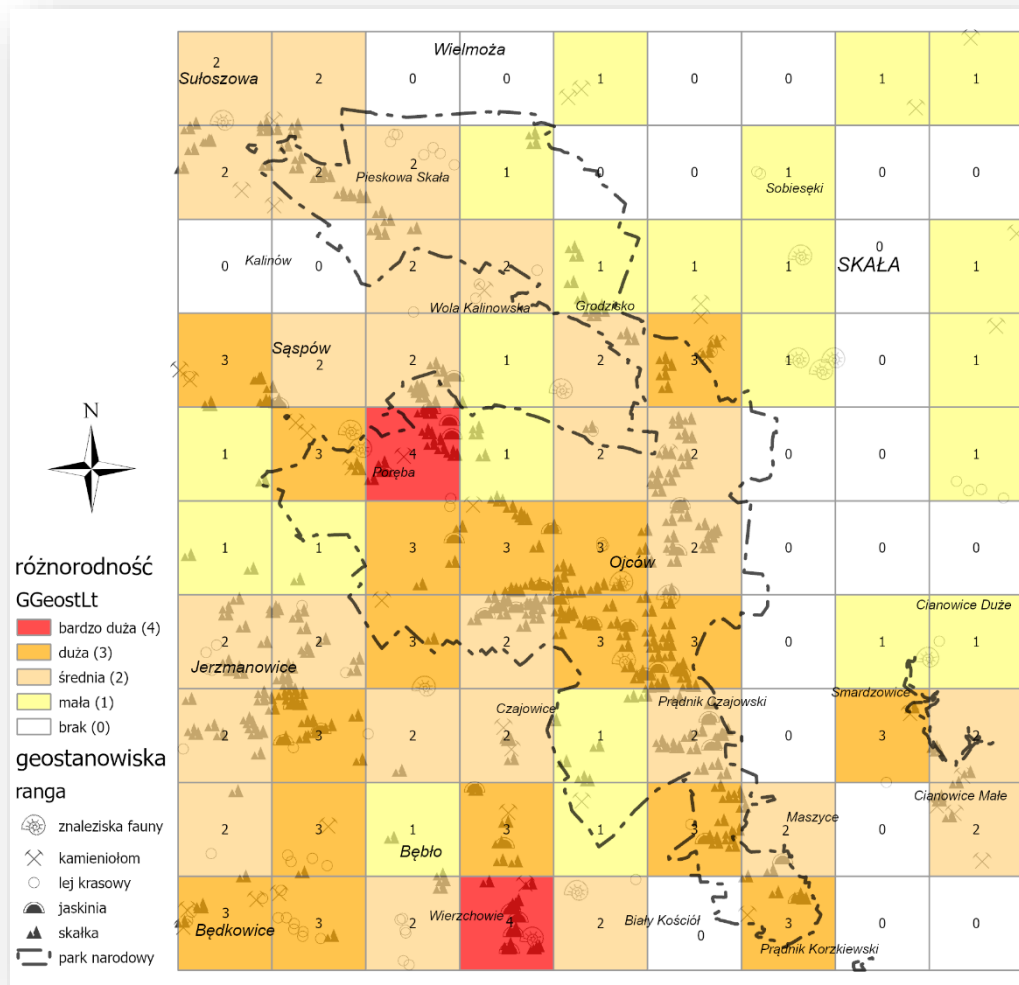
5.1.1. Zduplikuj mapę o nazwie 2.4. Map\_Geol\_Geostanowiska.

5.1.2. Zduplikowanej mapie nadaj nazwę 4.8. Map\_Div\_GGeostLt.

5.1.3. Na mapie 4.8. Map\_Div\_GGeostLt, korzystając z materiałów **Różnorodność obiektów punktowych na podstawie liczby kategorii** oblicz kryterium cząstkowe  $RG_{GeostLt}$  (Ryc. 12).

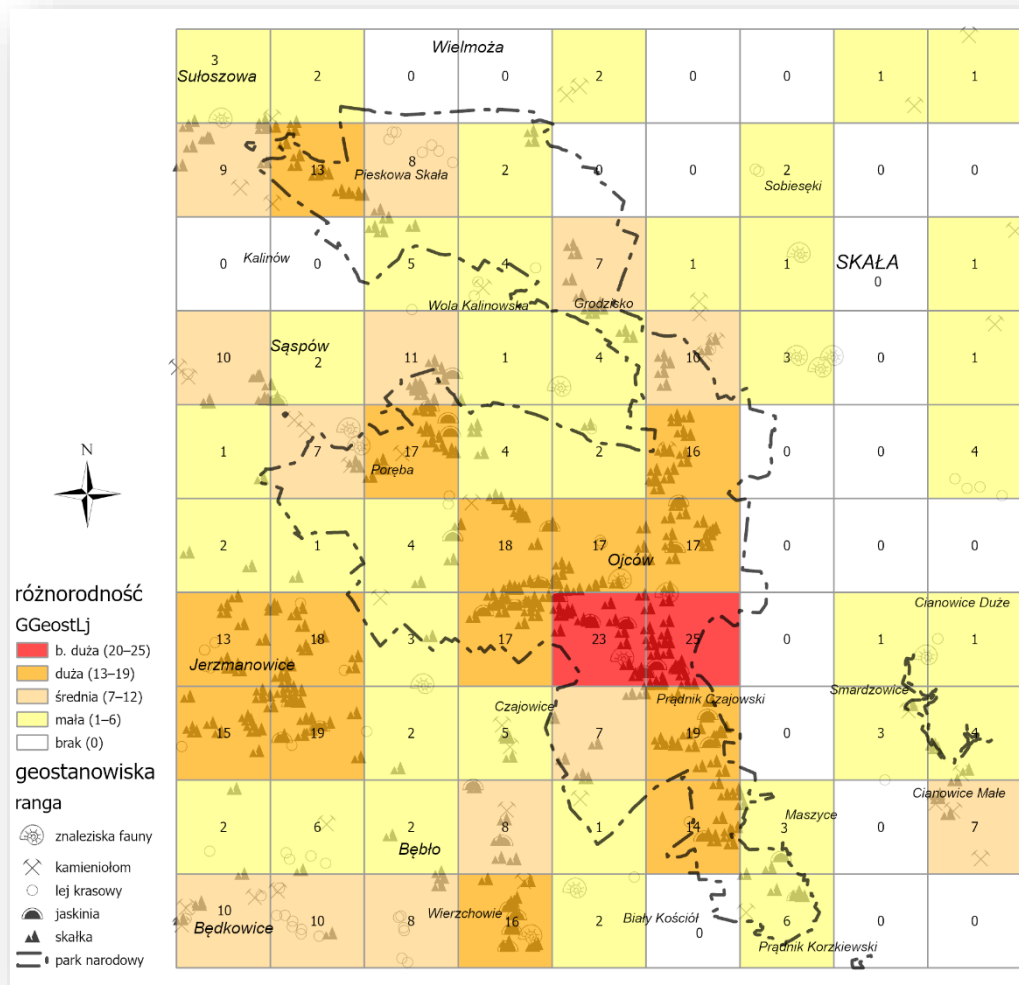
5.1.4. Zduplikuj układ 2.4. Layout\_GEOSTANOWISKA.

5.1.5. Zduplikowanemu układowi nadaj nazwę 4.8. Layout\_Div\_GGeostLt. Będzie on prezentował wyniki analizy różnorodności geologicznej na podstawie kryterium  $RG_{GeostLt}$ .



**Ryc. 12. Różnorodność geologiczna na podstawie liczby kategorii geostanowisk GGeostLt**

- 5.1.6. Ponownie zduplikuj mapę o nazwie 2.4. Map\_Geol\_Geostanowiska.
- 5.1.7. Tym razem zduplikowanej mapie nadaj nazwę 4.9. Map\_Div\_GGeostLj.
- 5.1.8. Na mapie 4.9. Map\_Div\_GGeostLj, korzystając z materiałów **Różnorodność obiektów punktowych na podstawie liczby jednostek** oblicz kryterium cząstkowe *RGeostLj* (Ryc. 13).
- 5.1.9. Zduplikuj układ 2.4. Layout\_GEOSTANOWISKA.
- 5.1.10. Zduplikowanemu układowi nadaj nazwę 4.9. Layout\_DIV\_GGeostLj. Będzie on prezentował wyniki analizy różnorodności geologicznej na podstawie kryterium *RGeostLj*.



**Ryc. 13. Różnorodność geologiczna na podstawie liczby geostanowisk GGeostLj**

## 5.2. Kryteria cząstkowe (model 2)

W modelu 2 nie ma kryteriów opartych o geostanowiska.

## 6. Obliczenie różnorodności budowy geologicznej

W poprzedniej częściach ćwiczenia obliczyliśmy wszystkie zdefiniowane kryteria cząstkowe analizy różnorodności budowy geologicznej. Pora aby policzyć łączny efekt różnorodności od wszystkich kryteriów. Jak już wspomniano, posłużymy się tutaj dwoma alternatywnymi modelami: modelem 1, którego kryteria bazowały głównie na liczbach kategorii obiektów oraz liczbach tych obiektów w polach podstawowych (2) oraz modelem 2, którego kryteria oparto głównie na wskaźniku entropii *SHDI* (3).

6.1. Dwukrotnie zduplikuj mapę 1.5. Map\_Geol\_Litostratygrafia.

6.2. Pierwszej kopii nadaj nazwę 4.10. Map\_SRG\_M1. Będzie ona prezentowała różnorodność geologiczną w modelu RG\_M1.



- 6.3. Pierwszej kopii nadaj nazwę 4.11. Map\_SRG\_M2. Będzie ona prezentowała różnorodność geologiczną w modelu RG\_M2.
- 6.4. Do obu map dodaj siatkę analityczną grid\_1000. To w niej będziemy sumować efekt wszystkich analizowanych kryteriów.
- 6.5. Dwukrotnie zduplikuj układ 1.5. Layout\_Litostratygrafia.
- 6.6. Pierwszej kopii nadaj nazwę 4.10. Layout\_SRG\_M1. Będzie on prezentował różnorodność geologiczną w modelu RG\_M1.
- 6.7. Pierwszej kopii nadaj nazwę 4.11. Layout\_SRG\_M2. Będzie on prezentował różnorodność geologiczną w modelu RG\_M2.

## 7. Standaryzacja kryteriów cząstkowych

Ze względu na wykorzystywanie różnych wskaźników ( $Lt$ ,  $Lj$ ,  $D$ ,  $SHDI$ ), aby nie faworyzować jednych kryteriów kosztem drugich, dane należy poddać standaryzacji. Będziemy stosowali liniową standaryzację danych metodą *min-max* (4). W jej wyniku otrzymamy zbiory kryteriów cząstkowych, których wartości będą zawarte w tym samym przedziale  $<0, 1>$ .

$$x'_i = \frac{(x_i - x_{min})}{x_{max} - x_{min}} \quad (4)$$

gdzie:

$x'_i$  – wartość cechy po standaryzacji,

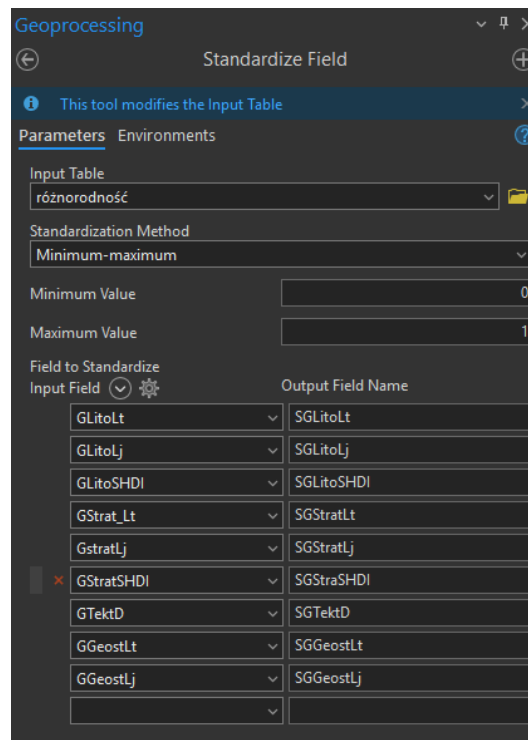
$x_i$  – wartość cechy przed standaryzacją,

$x_{min}, x_{max}$  – minimalna i maksymalna wartość cechy zbioru przed standaryzacją,

$x'_{min}, x'_{max}$  – minimalna i maksymalna wartość cechy zbioru po standaryzacji (odpowiednio: 0, 1).

- 7.1. Korzystając z narzędzia *Standarize Field (Data Management Tools)* oblicz ze-standaryzowane wartości kryteriów cząstkowych. Nazwy nowych zmiennych poprzedź literką „S” (Ryc. 14).

**UWAGA!** Nazwy atrybutów wynikowych (po standaryzacji) nie może przekraczać 10 znaków.



**Ryc. 14. Standaryzacja wartości obliczonych kryteriów cząstkowych analizy różnorodności geologicznej metodą *min-max***

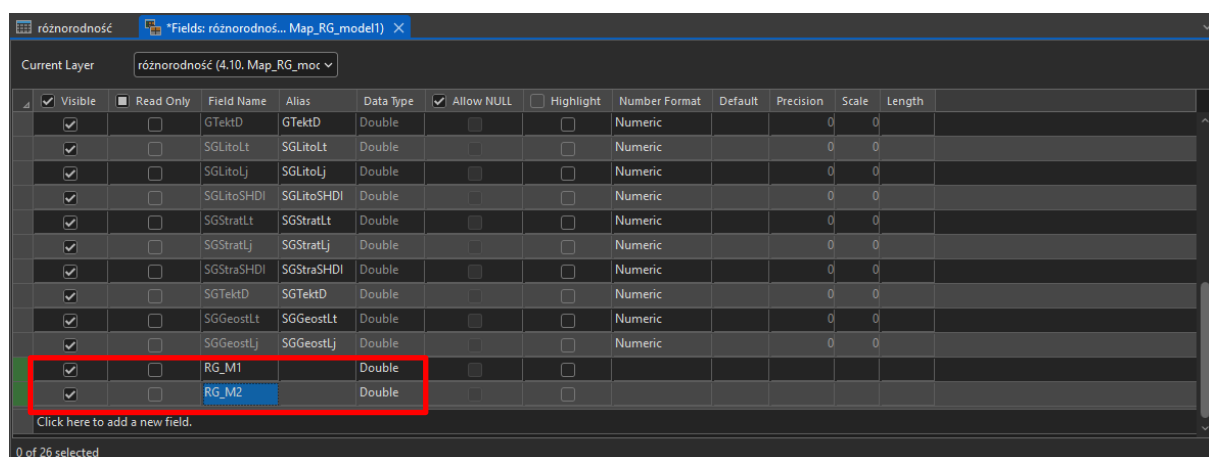
W wyniku działania narzędzia, do tabeli atrybutowej klasy `grid_1000.shp` zostały obliczone wartości nowych atrybutów – po standaryzacji (Ryc. 15). Zwróć uwagę, że ich zmienności zawsze mieszczą się w przedziale (0; 1).

	GLitoLt	GLitoSHDI	HCpowD	GGeostLt	GGeostLt	MNMTDeniw	GstratLt	GstratLt	GStratSHDI	GTektD	SGLitoLt	SGLitoLt	SGLitoSHDI	SGStratLt	SGStratLt	SGStratSHDI	SGTektD	SGGeostLt	SGGeostLt
1	10	0.946601	0	10	3	76.42	10	3	0.85756	0	0.333333	0.193548	0.557079	0.333333	0.333333	0.650116	0	0.75	0.4
2	5	0.568396	0	10	3	47.75	5	3	0.568396	0	0.166667	0.032258	0.316621	0.333333	0.055556	0.411296	0	0.75	0.4
3	11	1.06898	0	8	2	57.67	10	4	1.02256	0	0.5	0.225806	0.634886	0.666667	0.333333	0.786389	0	0.5	0.32
4	14	1.44748	229.366396	16	4	75.31	12	4	1.20719	1077.558403	0.5	0.322581	0.875532	0.666667	0.444444	0.938875	1	1	0.64
5	13	0.93282	0	2	2	67.48	11	4	0.925691	612.010411	0.666667	0.290323	0.548317	0.666667	0.388889	0.706385	0.56796	0.5	0.08
6	13	0.789528	0	0	0	99.01	11	5	0.711393	0	0.833333	0.290323	0.457214	1	0.388889	0.529397	0	0	0
7	24	1.44717	1409.482032	6	3	111.22	13	3	1.07427	0	0.666667	0.645161	0.875335	0.333333	0.5	0.829097	0	0.75	0.24
8	16	0.775935	0	0	0	96.96	12	3	0.708512	62.86592	0.666667	0.387097	0.448572	0.333333	0.444444	0.527017	0.058341	0	0
9	31	1.32157	1959.717149	0	0	73.78	22	5	1.10571	156.608979	1	0.870968	0.79548	1	1	0.855063	0.145337	0	0
10	9	0.989837	0	2	2	95.48	9	3	0.897702	0	0.5	0.16129	0.584568	0.333333	0.277778	0.683269	0	0.5	0.08
11	10	0.531016	0	6	3	33.07	10	3	0.498363	0	0.333333	0.193548	0.292855	0.333333	0.333333	0.353456	0	0.75	0.24
12	8	0.519559	0	2	1	39.84	8	3	0.519559	0	0.166667	0.129032	0.285571	0.333333	0.222222	0.370961	0	0.25	0.08
13	15	1.29025	0	8	3	50.01	12	4	1.08391	0	0.666667	0.354839	0.775567	0.666667	0.444444	0.837058	0	0.75	0.32

**Ryc. 15. Tabela atrybutowa klasy `grid_1000.shp`. Ramką zaznaczono zestandaryzowane wartości obliczonych kryteriów cząstkowych**

W ostatnim etapie ćwiczenia dokonamy sumowania zestandaryzowanych wartości kryteriów cząstkowych.

- 7.2. Do listy atrybutów wybranej siatki analitycznej dodaj dwa nowe atrybuty `RG_M1` oraz `RG_M2`. Zmienne mają mieć typ `Double` (Ryc. 16).

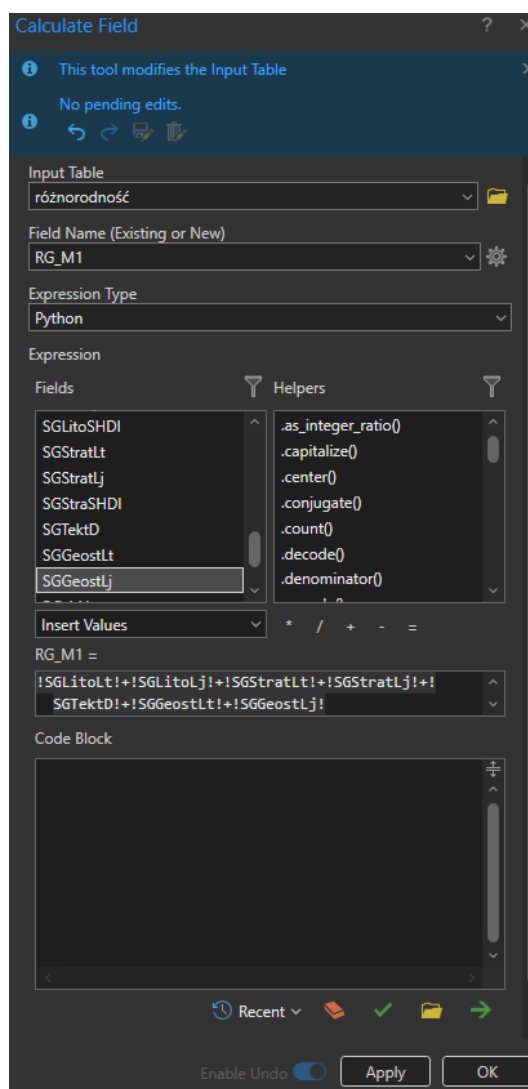


Visible	Read Only	Field Name	Alias	Data Type	Allow NULL	Highlight	Number Format	Default	Precision	Scale	Length
<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	GTektD	GTektD	Double	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Numeric		0	0	
<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	SGLitoLt	SGLitoLt	Double	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Numeric		0	0	
<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	SGLitoLj	SGLitoLj	Double	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Numeric		0	0	
<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	SGLitoSHDI	SGLitoSHDI	Double	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Numeric		0	0	
<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	SGStratLt	SGStratLt	Double	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Numeric		0	0	
<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	SGStratLj	SGStratLj	Double	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Numeric		0	0	
<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	SGStraSHDI	SGStraSHDI	Double	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Numeric		0	0	
<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	SGTektD	SGTektD	Double	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Numeric		0	0	
<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	SGGeostLt	SGGeostLt	Double	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Numeric		0	0	
<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	SGGeostLj	SGGeostLj	Double	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Numeric		0	0	
<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	RG_M1		Double	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>					
<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	RG_M2		Double	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>					

Ryc. 16. Dwa nowe atrybuty RG\_M1 oraz RG\_M2 dodane do tabeli atrybutowej klasy grid\_1000.shp

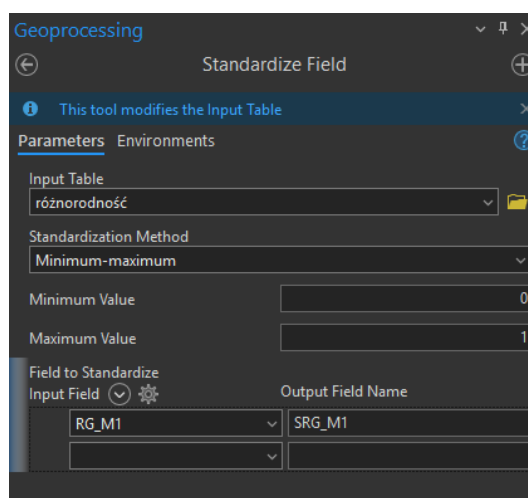
## 8. Różnorodność geologiczna model RG\_M1

- 8.1. Korzystając z kalkulatora pól oblicz wartości różnorodności cząstkowej w modelu RG\_M1 (2). Sumowaniu poddaj zestandaryzowane wartości kryteriów cząstkowych  $SGLitoLt + SGLitoLj + SGStratLt + SGStratLj + SGTektD + SGGeostLt + SGGeostLj$  (Ryc. 17).



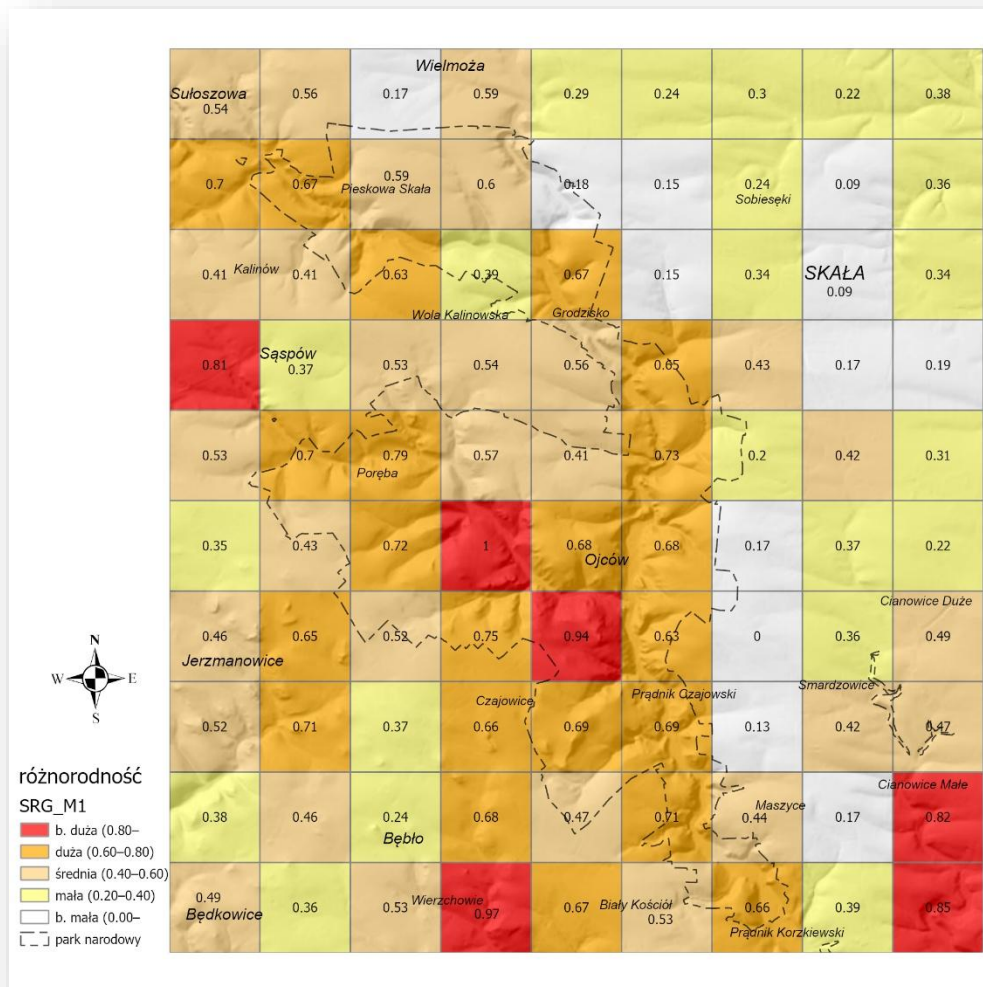
Ryc. 17. Formuła obliczeniowa morforóżnorodności geologicznej w modelu 1 (MD\_M1)

- 8.2. Dokonaj standaryzacji oceny  $RG\_M1$ . Wartość zestandaryzowaną zapisz w atrybucie  $SRG\_M1$  (Ryc. 18).



Ryc. 18. Standaryzacja zbioru ocen różnorodności geologicznej  $RG\_M1$  metodą *min-max*

- 8.3. W oparciu o wartości atrybutu SRG\_M1 dokonaj oceny różnorodności geologicznej modelu RG\_M1 (Ryc. 19).

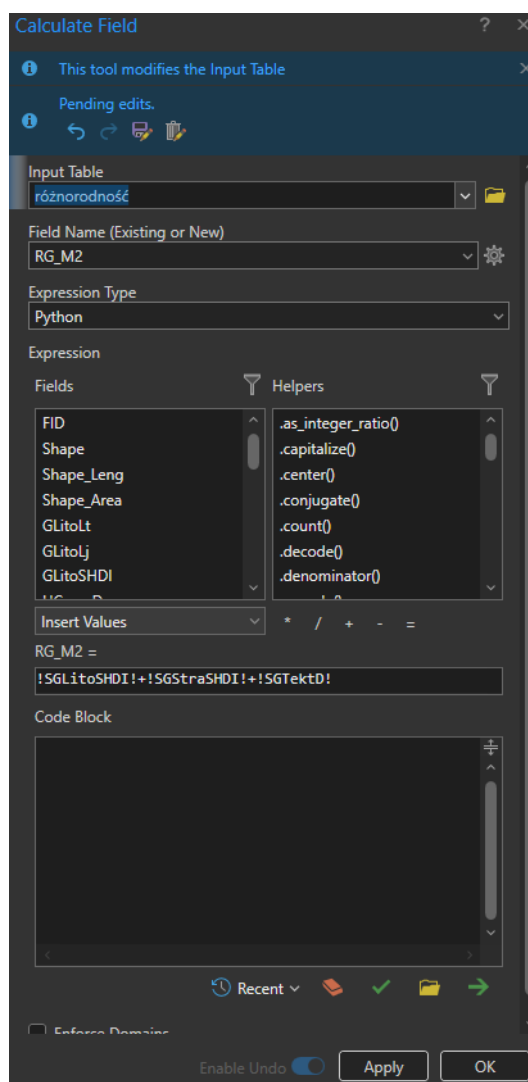


Ryc. 19. Różnorodność geologiczna w modelu RG\_M1

## 9. Różnorodność geologiczna model RG\_M2

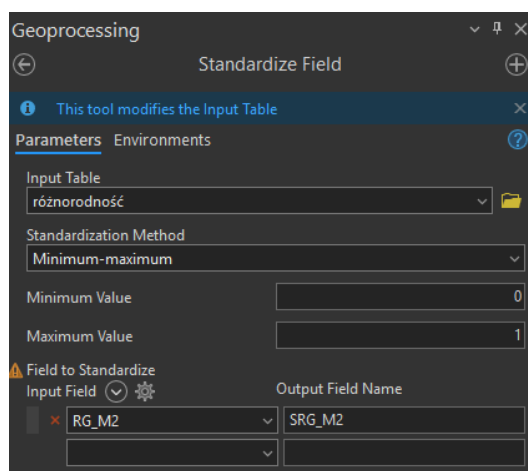
- 9.1. Korzystając z kalkulatora pól oblicz wartości różnorodności cząstkowej w modelu RG\_M2 (3). Sumowaniu poddaj zestandaryzowane wartości kryteriów cząstkowych. SGLitoSHDI + SGStraSHDI + SGTektD (Ryc. 20).





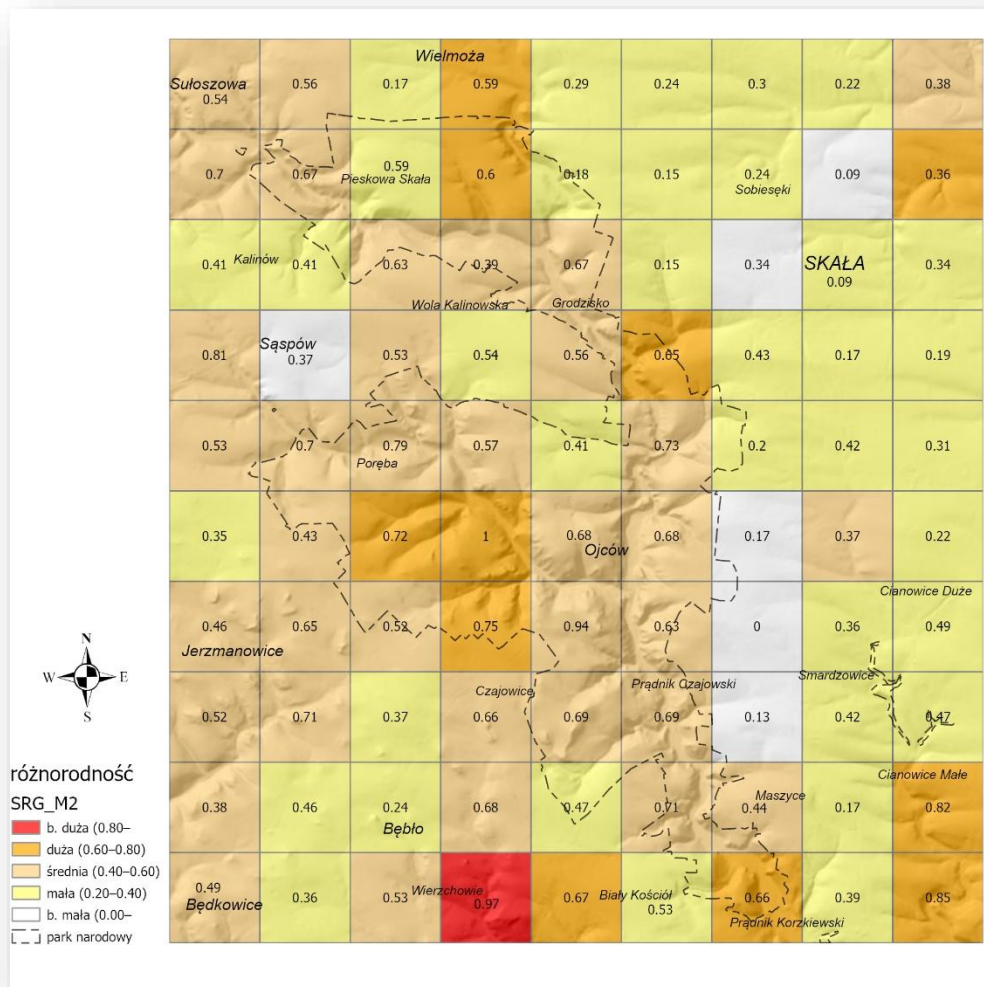
Ryc. 20. Formuła obliczeniowa morforóżnorodności geologicznej w modelu 2 (MD\_M2)

- 9.2. Dokonaj standaryzacji oceny RG\_M2. Wartość zestandaryzowaną zapisz w atrybucie SRG\_M2 (Ryc. 21).



Ryc. 21. Standaryzacja zbioru ocen różnorodności geologicznej RG\_M2 metodą *min-max*

- 9.3. W oparciu o wartości atrybutu SRG\_M2 dokonaj oceny różnorodności geologicznej modelu RG\_M2 (Ryc. 22).



**Ryc. 22. Różnorodność geologiczna w modelu RG\_M2**

- 9.4. Porównaj ze sobą wyniki modelowania różnorodności budowy geologicznej za pomocą modelu RG\_M1 i RG\_M2. Jakie są Twoje spostrzeżenia?...

Tym samym ukończyliśmy pierwszą część analizy georóżnorodności rejonu OPN opartą o kryteria cząstkowe opisujące zmienność budowy geologicznej.

## Bibliografia

- MTP. (2003a). *Mapa Topograficzna Polski, Bębło, M-34-64-B-c-3, 1:10 000*. Główny Geodeta Kraju, Urząd Marszałkowski Województwa Małopolskiego.
- MTP. (2003b). *Mapa Topograficzna Polski, Biały Kościół, M-34-64-B-c-4, 1:10 000*. Główny Geodeta Kraju, Urząd Marszałkowski Województwa Małopolskiego.
- MTP. (2003c). *Mapa Topograficzna Polski, Sąpów, M-34-64-B-c-1, 1:10 000*. Główny Geodeta Kraju, Urząd Marszałkowski Województwa Małopolskiego.
- MTP. (2003d). *Mapa Topograficzna Polski, Skala, M-34-64-B-c-2, 1:10 000*. Główny Geodeta Kraju, Urząd Marszałkowski Województwa Małopolskiego.
- Płonczyński, J. (2000a). *Objaśnienia do Szczegółowej Mapy Geologicznej Polski 1:50 000 Arkusz Skala (946)*. Państwowy Instytut Geologiczny.
- Płonczyński, J. (2000b). *Szczegółowa Mapa Geologiczna Polski 1:50 000 Arkusz Skala (946)*. Państwowy Instytut Geologiczny.
- Płonczyński, J. (2001). Mapa geologiczna Ojcowskiego Parku Narodowego wraz z otuliną. *Badania Naukowe w Południowej Części Wyżyny Krakowsko-Częstochowskiej. Materiały Konferencji – Referaty, Postery, Sesje Terenowe. Ojców 10-11 Maja 2001, 73–76*.
- Shannon, C. E., & Weaver, W. (1949). *The Mathematical Theory of Communication*. University of Illinois Press.