

Akademia Górniczo-Hutnicza im. St. Staszica w Krakowie

Georóżnorodność z ArcGIS Pro

# Różnorodność obiektów poligonowych

Na podstawie liczby jednostek

Tomasz Bartuś

---

Na podstawie materiałów szkoleniowych ESRI  
Wyłącznie do użytku wewnętrznego AGH

---

<http://home.agh.edu.pl/bartus>  
12.12.2023 13:10:00

## Różnorodność obiektów poligonowych na podstawie liczby jednostek

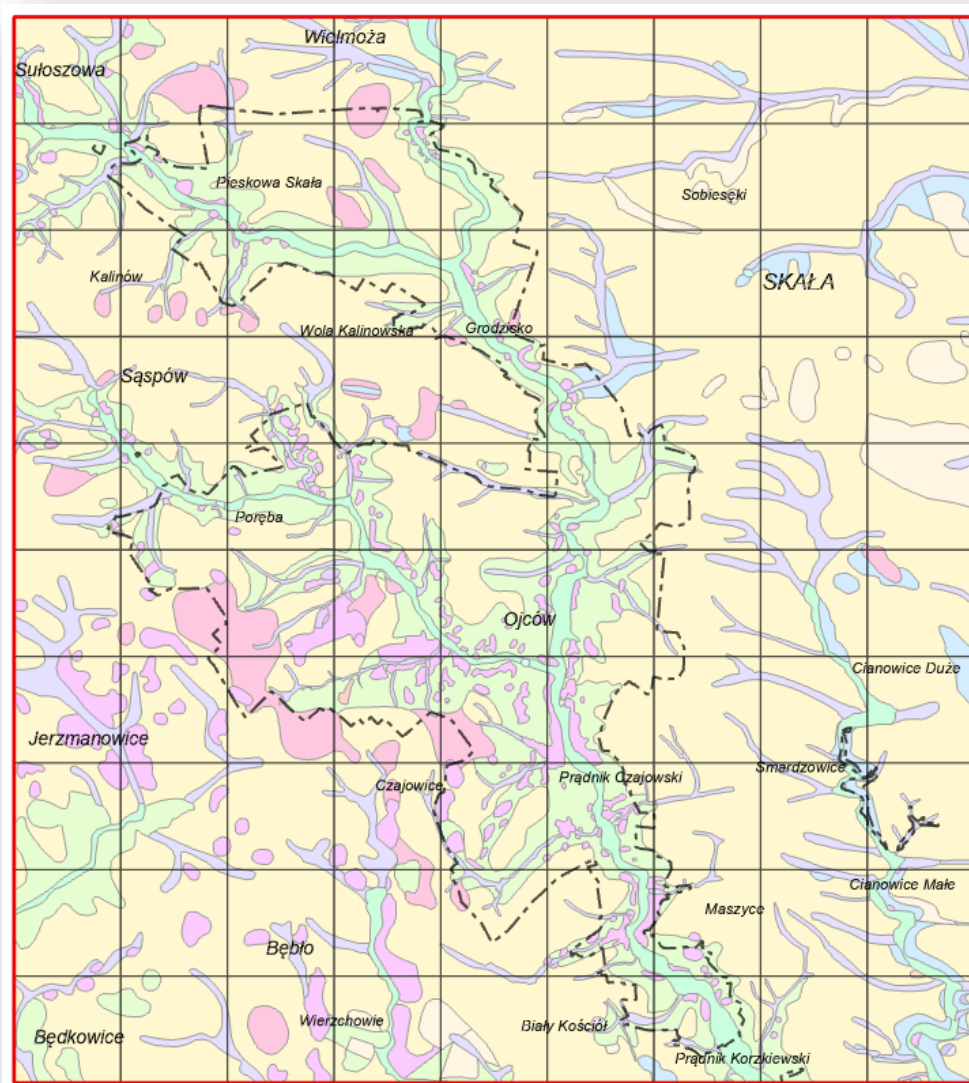
Policzenie liczby poligonów położonych w obrębie innych jednostek poligonowych (np. pól siatki analitycznej) nie powinno być zadaniem trudnym. Jak się jednak okazuje może powodować sporo problemów.

Ćwiczenie wymaga oprogramowania ArcGIS Pro.

### 1. Skopiowanie mapy dla badanego kryterium georóżnorodności

- 1.1. Otwórz aplikację ArcGIS Pro.
- 1.2. W panelu *Catalog* w karcie *Maps* skopiuj mapę `Map_Div_GLitoLt` i następnie wklej ją w karcie *Maps*.
- 1.3. Zmień nazwę skopiowanej mapy na `Map_Div_GLitoLj` (liczba jednostek).
- 1.4. Dodaj na scenę mapę `Map_Div_GLitoLj`.
- 1.5. Jeśli to konieczne zmień w panelu *Contents* nazwę warstwy siatki analitycznej na `grid_1000` i zmień sposób jej symbolizacji na *Single Symbol* w stylu `Extent Hollow`.
- 1.6. Usuń etykietowanie warstwy `grid_1000`.

Mamy mapę gotową do obliczeń (**Ryc. 1**).



**Ryc. 1. Mapa zmienności litofacjalnej z nałożoną sztuczną siatką analityczną o polach podstawowych w kształcie kwadratów o boku o długości 1000 m**

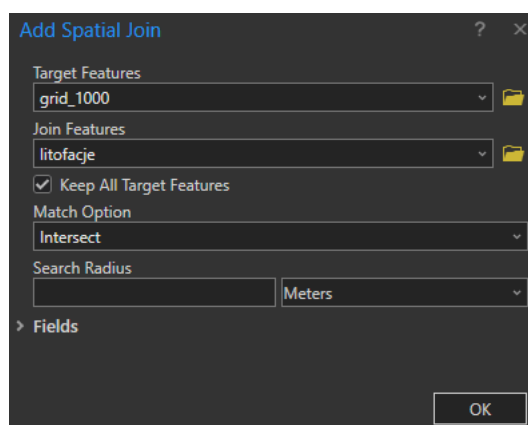
## 2. Liczba poligonów w polach siatek analitycznych (sposób błędny)

Przedstawię teraz narzucający się sposób obliczenia liczby poligonów w polach podstawowych. Niestety błędny. Jeśli przeanalizowałeś ten przypadek i rozumiesz na czym polega problem – przejdź do punktu 3.

Spróbujemy obliczyć liczbę poligonów w polach siatki analitycznej dokonując połączenia przestrzennego warstw litostratygrafii i siatki analitycznej.

- 2.1. W panelu *Contents* klikamy ppm warstwę siatki, w obrębie której będziemy liczyć poligony litofacji (u nas `grid_1000`) i z menu kontekstowego wybieramy *Joins and Relates (Połączenia i relacje)*, a następnie *Add Spatial Join (Dodaj połączenie przestrzenne)*.

- 2.2. W oknie dialogowym *Add Spatial Join* (*Dodaj połączenie przestrzenne*) w polu *Join Features* (*Połącz obiekty*) z listy rozwijanej wybieramy warstwę litofacje.
- 2.3. W polu *Match Options* (*Opcje obliczeń*) z menu rozwijanego wybieramy opcję *Intersect* (*Przecinanie*). Opcja ta oznacza, że obiekty poligonowe zostaną policzone, jeśli obiekt docelowy (u nas pole siatki analitycznej) choćby je przecina (Ryc. 2).



**Ryc. 2. Okno dialogowe *Add Spatial Join***

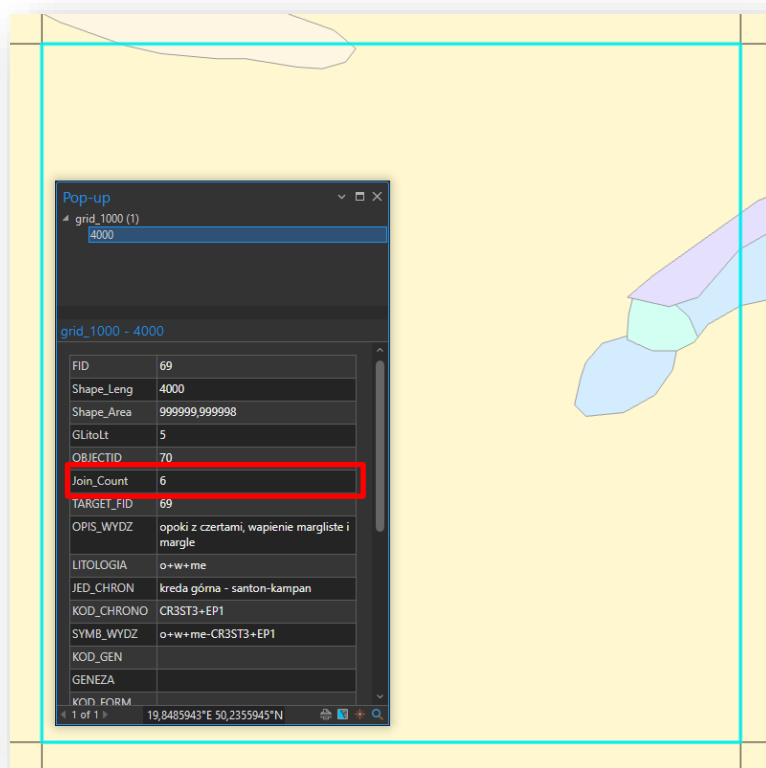
W wyniku działania narzędzia dojdzie do wirtualnego połączenia rekordów dwóch warstw poligonowych (litofacji oraz siatki analitycznej). Połączenie będzie opierało się o przestrzenne relacje pomiędzy obiektami. Wewnątrz kolejnych oczek siatki warstwy *grid\_1000* policzone zostaną wszystkie poligony klasy *litofacje*. Operator relacji *"Intersect"* spowoduje, że policzone zostaną wszystkie poligony, które zawierają się lub przecinają pole siatki. Wyniki obliczeń zostaną zapisane w tabeli atrybutowej, w wirtualnie dodanym polu *Join\_Count* (Ryc. 3), dla każdego pola podstawowego siatki analitycznej otrzymamy wartości liczby pól litofacji.

grid_1000												
Field: Add Calculate Selection: Select By Attributes Zoom To Switch Clear Delete Copy												
	FID	Shape	Shape_Leng	Shape_Area	GLitoLt	OBJECTID	Join_Count	TARGET_FID	kod	Shape_Length	Shape_Length	Shape_Area
1	0	Polygon	4000	1000000	4	1	4	0	2	261978,750968	4000	11830152,366019
2	1	Polygon	4000	1000000	3	2	3	1	2	261978,750968	4000	11830152,366019
3	2	Polygon	4000	1000000	5	3	5	2	2	261978,750968	4000	11830152,366019
4	3	Polygon	4000	1000000	5	4	5	3	2	261978,750968	4000	11830152,366019
5	4	Polygon	4000	1000000	6	5	6	4	2	261978,750968	4000	11830152,366019
6	5	Polygon	4000	1000000	7	6	7	5	2	261978,750968	4000	11830152,366019
7	6	Polygon	4000	1000000	6	7	6	6	2	261978,750968	4000	11830152,366019
8	7	Polygon	4000	1000000	6	8	6	7	2	261978,750968	4000	11830152,366019
9	8	Polygon	4000	1000000	8	9	8	8	3	116300,231286	4000	3676924,393379
10	9	Polygon	4000	1000000	5	10	5	9	2	261978,750968	4000	11830152,366019
11	10	Polygon	4000	1000000	4	11	4	10	2	261978,750968	4000	11830152,366019
12	11	Polygon	4000	1000000	3	12	3	11	3	116300,231286	4000	3676924,393379
13	12	Polygon	4000	1000000	6	13	6	12	2	261978,750968	4000	11830152,366019
14	13	Polygon	4000	1000000	5	14	5	13	2	261978,750968	4000	11830152,366019
15	14	Polygon	4000	1000000	5	15	5	14	2	261978,750968	4000	11830152,366019

**Ryc. 3. Tabela atrybutowa klasy *grid\_1000* z dołączoną tabelą atrybutową klasy *litofacje* i z obliczonymi w polu *Join\_Count* liczbami pól jednostek litofacyjnych**

Przetestujmy wyniki przeprowadzonej analizy.

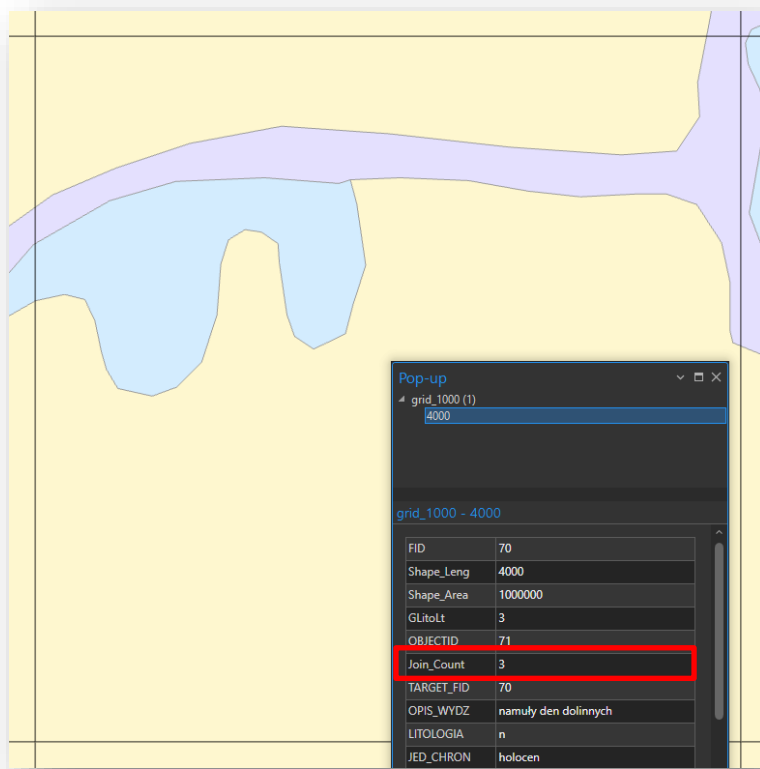
2.4. Przyjrzyjmy się poligonowi siatki `grid_1000` o numerze `FID` = 69 (Ryc. 4).



**Ryc. 4. Okno siatki analitycznej o `FID` = 69; w zmiennej `Join_Count` zapisano liczbę występujących w nim obiektów poligonowych klasy litofacje**

Jak widać narzędzie obliczyło, że w polu siatki o numerze `FID` = 69 jest 6 różnych poligonów. Wszystko zostało poprawnie obliczone.

W przedstawionym przykładzie wszystkie fragmenty wydzieleni litostratygraficznych posiadały odrębne identyfikatory `FID`, były więc unikatowe. Przyjrzyjmy się teraz sytuacji, w której w przykładowym polu siatki obiekty będą miały ten sam identyfikator (Ryc. 5).



**Ryc. 5. Okno siatki analitycznej o nr FID = 70. W zmiennej Join\_Count zapisano liczbę występujących obiektów poligonowych klasy litofacje**

W polu podstawowym o identyfikatorze FID = 70 (Ryc. 5), mamy do czynienia z 4-oma płacami poligonów, a mimo to algorytm obliczeniowy do pola Join\_Count zapisał wartość 3. Dzieje się tak dlatego ponieważ żółty poligon występujący w północnej i południowej części pola podstawowego to jeden i ten sam obiekt (o jednym numerze FID).

Widzimy więc, że gdy obliczenie georóżnorodności oprzemy na przedstawionym algorytmie to będzie ona zdefiniowana nie jako bezwzględna liczba pól w polu podstawowym tylko jako liczba pól o unikatowym identyfikatorze.

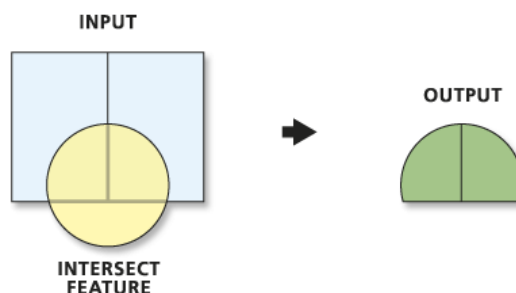
Spróbujmy teraz utworzyć inny algorytm tak aby liczył on bezwzględną liczbę pól, niezależnie od FID.

### 3. Liczba pól w polach siatek analitycznych (sposób poprawny)

- 3.1. W pierwszym kroku dokonamy połączenia klasy zmienności litofacjalnej z klasą siatki analitycznej. W tym celu w oknie wyszukiwania *Search* wyszukaj narzędzie geoprzetwarzania *Intersect* (*Intersekcja*).

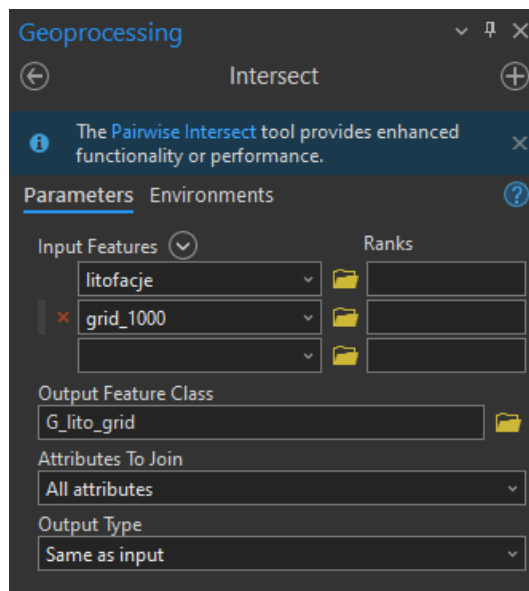
Narzędzie *Intersect* (Ryc. 7) wykonuje geometryczne przecięcie elementów dwóch lub większej liczby klas wejściowych. Obiekty lub części obiektów, które nakładają się we

wszystkich warstwach lub klasach obiektów, zostaną zapisane w wyjściowej klasie obiektów.



**Ryc. 6. Zasada działania narzędzia *Intersect***

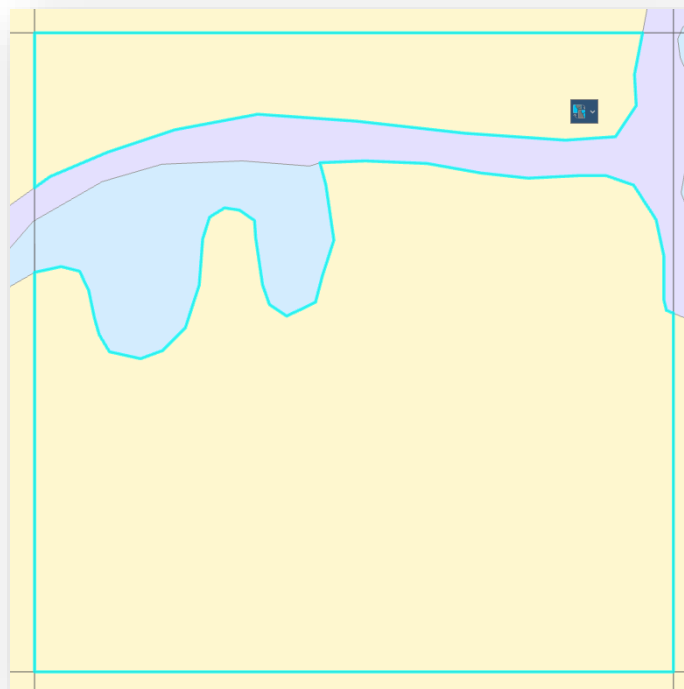
- 3.2. W oknie dialogowym narzędzia *Intersect* jako klasy wejściowe (*Input Features*) wprowadź klasę analizowanej zmiennej (w naszym przypadku *litofacje*) oraz klasę siatki analitycznej (w naszym przypadku *grid\_1000*) (**Ryc. 7**).
- 3.3. Jako nazwę klasy wyjściowej (*Output Feature Class*) wprowadź ścieżkę do projektowej geobazy *GEODIVERSITY.gdb* oraz nazwę pliku wynikowego – *G\_lito\_grid*.
- 3.4. Dla pozostałych opcji pozostaw wartości domyślne, a następnie naciśnij przycisk *OK*.



**Ryc. 7. Okno dialogowe *Intersect***

W wyniku przeprowadzonej operacji powstaje klasa *G\_lito\_grid*. Obserwujemy w niej połączone poligony obu łączonych klas obiektów. Gdy spojrzymy, na zakres przestrzenny pola siatki *grid\_1000* o *FID* = 70 zobaczymy znany nam już problem nierozłączonych płatów należących do jednego poligonu (**Ryc. 8**). W następnym kroku procedury musimy rozdzielić te płaty aby utworzyły osobne poligony. Zwróć uwagę, że

poligony w obrębie tych samych pól siatki analitycznej posiadają teraz jedną wartość atrybutu `FID_grid_1000` równą numerom `FID` siatki analitycznej. Wykorzystamy to w dalszej części analizy.

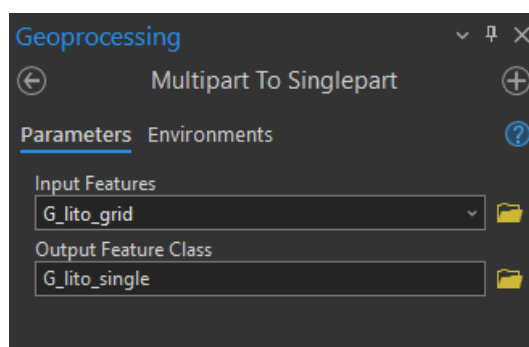


**Ryc. 8. Fragment klasy `G_lito_grid` przedstawiający pole siatki o nr `FID` = 70; zaznaczono multipolygonowe wydzielenie lessów składające się z dwóch płatów – północnego i południowego**

W celu rozdzielenia płatów multipolygonów skorzystamy z narzędzia *Multipart To Singlepart*.

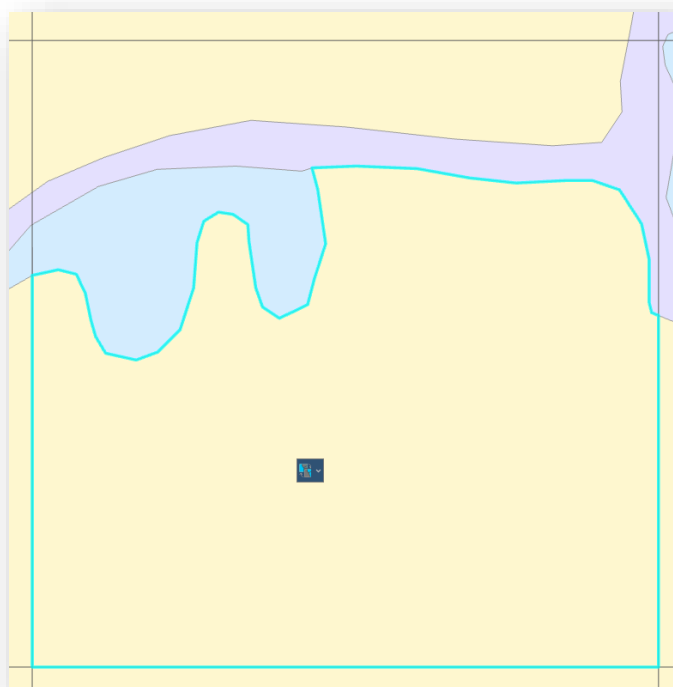
- 3.5. W oknie szybkiego wyszukiwania wyszukaj narzędzie *Multipart To Singlepart* i je uruchom.
- 3.6. Jako klasę wejściową (*Input Features*) wprowadź zbiór `G_lito_grid` (Ryc. 9).
- 3.7. Jako nazwę klasy wyjściowej (*Output Feature Class*) wprowadź ścieżkę do geobazy projektowej `GEODIVERSITY.gdb` oraz podaj nazwę klasy wynikowej – `G_lito_single`.





**Ryc. 9. Okno dialogowe *Multipart To Singlepart***

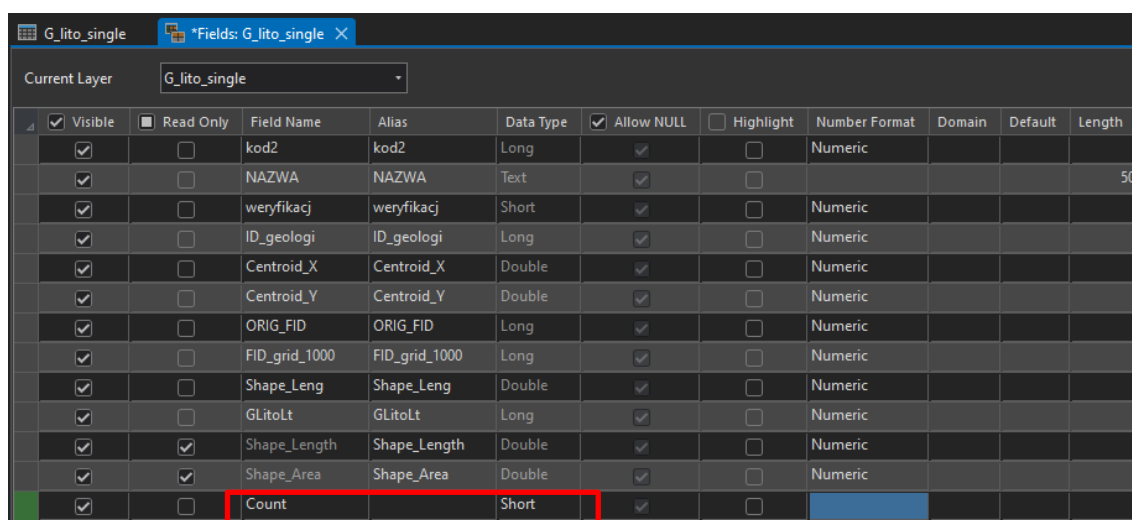
W wyniku działania narzędzia *Multipart To Singlepart* powstaje wynikowy zbiór poligonów, w którym obiekty multiczęściowe, złożone z wielu płatów zostają rozdzielone na osobne poligony (Ryc. 10).



**Ryc. 10. Fragment klasy `lito_single` przedstawiający pole siatki o nr FID = 70; zaznaczono wydzielenie południowe lessów; jak widać, wydzielenie północne stanowi teraz osobny poligon**

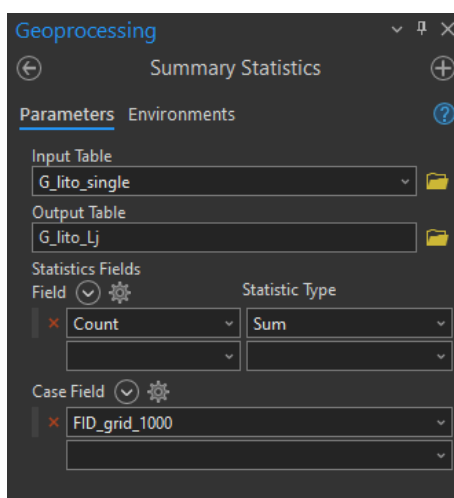
Mamy już porozdzielane poligony i możemy przystąpić do obliczenia ich liczby dla kolejnych oczek siatki analitycznej.

- 3.8. Otwórz tabelę atrybutową klasy `G_lito_single` i utwórz nowe pole atrybutu `Count`. Wykorzystamy je do obliczenia liczby poligonów o tej samej wartości atrybutu `FID_grid_1000` (Ryc. 11).



**Ryc. 11. Okno dialogowe definicji pól tabeli atrybutowej klasy G\_lito\_single; dodano atrybut Count (Short Integer)**

- 3.9. Za pomocą kalkulatora pól (*Field Calculator*) wprowadź dla wszystkich rekordów tabeli wartość `Count = 1`.
- 3.10. W oknie szybkiego wyszukiwania wyszukaj narzędzie *Summary Statistics* i następnie je uruchom.
- 3.11. Jako klasę wejściową (*Input Features*) wprowadź zbiór G\_lito\_single (Ryc. 12).
- 3.12. Jako tabelę wyjściową (*Output Table*) wprowadź nazwę nowego pliku wynikowego – G\_lito\_Lj.
- 3.13. W części okna *Pola Statystyk (Statistics Fields)*, w polu *Field* wprowadź nazwę utworzonego pola `Count`, a z położonego na prawo od niego pola dostępnych *Statistic Type (Typ statystyk)* wybierz *Sum (Suma)*.
- 3.14. W opcjonalnym polu *Case Field (Pole przypadków)* wybierz atrybut, który zawęzi obliczenia dla kolejnych pól podstawowych siatki analitycznej. W naszym przypadku będzie to atrybut `FID_grid_1000`.
- 3.15. Po uzupełnieniu wszystkich pól okna dialogowego przyciśnij przycisk *OK*.



**Ryc. 12.** Okno dialogowe *Summary Statistics* obliczające sumy wartości atrybutu Count w zależności od wartości atrybutu FID\_grid\_1000

W wyniku działania narzędzia generowana jest tabela nieprzestrzenna G\_lito\_Lj, w której dla kolejnych pól siatki analitycznej (FID\_grid\_1000) obliczono liczby występujących poligonów (Ryc. 13).

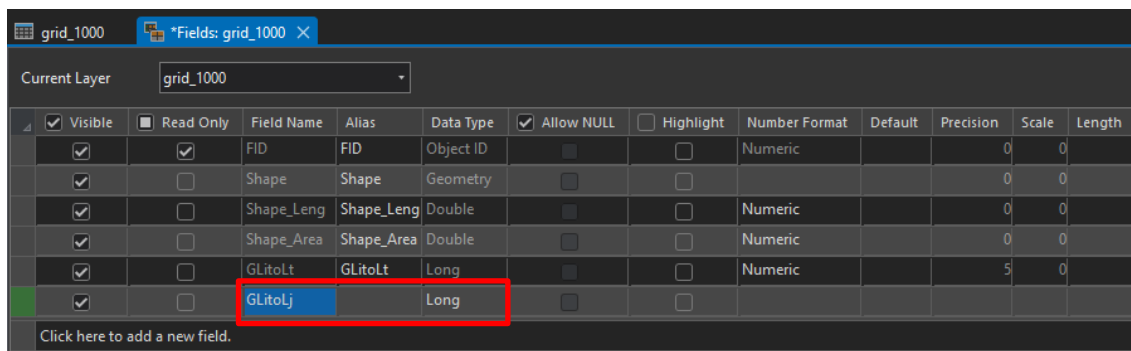
Field: Add Calculate Selection: Select By At				
OBJECTID *	FID_grid_1000	FREQUENCY	SUM_Count	
67	67	11	11	
68	67	25	25	
69	68	4	4	
70	69	6	6	
71	70	4	4	
72	71	8	8	
73	72	28	28	
74	73	26	26	
75	74	14	14	
76	75	23	23	
77	76	7	7	
78	77	7	7	
79	78	8	8	

**Ryc. 13.** Fragment nieprzestrzennej tabeli G\_lito\_Lj; zaznaczono rekord opisujący liczbę poligonów (płatów) występujących w oknie siatki analitycznej o nr FID = 70 (por. Ryc. 5)

#### 4. Kopiowanie wyników analizy do tabeli atrybutowej klasy siatki analitycznej

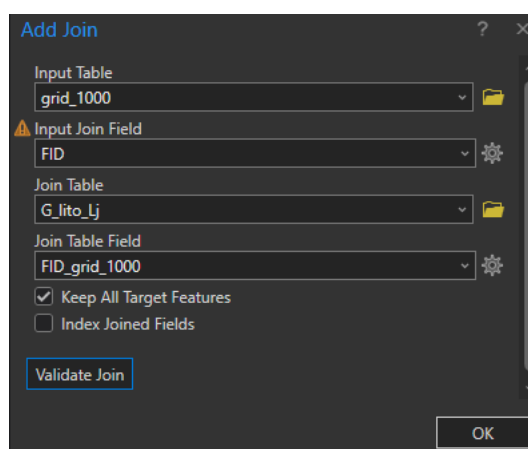
Aby przejść do opracowania kartogramu różnorodności geologicznej na podstawie liczby poligonów litofacjalnych musimy utworzoną przed chwilą tabelę nieprzestrzenną G\_lito\_Lj połączyć z tabelą atrybutową siatki pól podstawowych grid\_1000. Kluczami połączenia będą atrybuty: FID (dla siatki pól podstawowych) oraz FID\_grid\_1000 (dla tabeli G\_lito\_Lj).

- 4.1. W tabeli atrybutowej klasy `grid_1000` utwórz nowy atrybut `GLitoLj` o typie danych `Long` (liczba całkowita długa). W atrybucie tym dla poszczególnych pól podstawowych zdeponujemy obliczone sumaryczne liczby poligonów (Ryc. 14).



Ryc. 14. Okno dialogowe definicji pól tabeli atrybutowej klasy `grid_1000`

- 4.2. W panelu *Contents* kliknij ppm na warstwie siatki analitycznej `grid_1000` i z menu kontekstowego wybierz opcję *Joins and Relates* (Połączenia i relacje), a następnie opcję *Add Join* (Dodaj połączenie).
- 4.3. W oknie dialogowym *Add Join*, z listy rozwijanej jako wejściowa tabela będzie już zdefiniowana `grid_1000` (Ryc. 15). Z listy rozwijanej *Input Join Field* (Pole wejściowe połączenia) wybierz pole klucza tabeli `grid_1000`, na którym będzie oparte połączenie – `FID`.
- 4.4. W polu *Join Table* (Łączona tabela), o ile nie jest poprawnie wybrane, należy wybrać nazwę dołączanej tabeli nieprzestrzennej `G_lito_Lj`.
- 4.5. Na liście rozwijanej *Join Table Field* (Pole łączonej tabeli) należy wybrać pole w tabeli, na którym będzie bazowało połączenie. Wybierz tu atrybut tabeli `G_lito_Lj` – `FID_grid_1000`.
- 4.6. Po wypełnieniu okna dialogowego naciśnij przycisk *OK*.



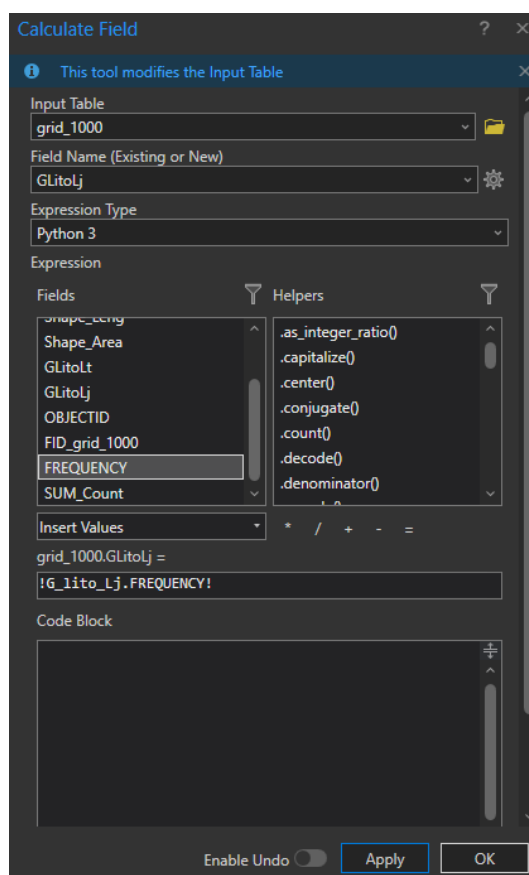
Ryc. 15. Okno dialogowe *Add Join* ze zdefiniowanym połączeniem tabeli atrybutowej poligonowej klasy siatki pól podstawowych z tabelą `G_lito_Lj`

W wyniku działania narzędzia, do tabeli atrybutowej siatki pól podstawowych `grid_1000` została dołączona tabela nieprzestrzenna `G_lito_Lj`. Klucze połączenia stanowiły atrybuty `FID` (z klasy `grid_1000`) oraz `FID_grid_1000` (z tabeli `G_lito_Lj`) (Ryc. 16).

	FID	Shape	Shape_Leng	Shape_Area	GLitoLt	GLitoLj	OBJECTID *	FID_grid_1000	FREQUENCY	SUM_Count
1	0	Polygon	4000	1000000	4	0	1	0	10	10
2	1	Polygon	4000	1000000	3	0	2	1	5	5
3	2	Polygon	4000	1000000	5	0	3	2	11	11
4	3	Polygon	4000	1000000	5	0	4	3	14	14
5	4	Polygon	4000	1000000	6	0	5	4	13	13
6	5	Polygon	4000	1000000	7	0	6	5	13	13
7	6	Polygon	4000	1000000	6	0	7	6	24	24
8	7	Polygon	4000	1000000	6	0	8	7	16	16
9	8	Polygon	4000	1000000	8	0	9	8	31	31
10	9	Polygon	4000	1000000	5	0	10	9	9	9
11	10	Polygon	4000	1000000	4	0	11	10	10	10
12	11	Polygon	4000	1000000	3	0	12	11	8	8
13	12	Polygon	4000	1000000	6	0	13	12	15	15

**Ryc. 16. Połączone tabele – atrybutowa klasy `grid_1000` (po lewej) oraz nieprzestrzenna `G_lito_Lj` (po prawej)**

- 4.7. W połączonej tabeli atrybutowej klasy `grid_1000` kliknij ppm na nagłówku pola `GLitoLj` i wybierz *Calculate Field (Oblicz pole)*.
- 4.8. W oknie dialogowym *Calculate Field*, w polu *Fields (Pola)* szybkim, dwukrotnym kliknięciem wybierz atrybut `FREQUENCY` (Ryc. 17), a następnie kliknij przycisk *OK*.



**Ryc. 17. Okno dialogowe *Calculate Field* przypisujące dane z atrybutu G\_lito\_Lj.FREQUENCY do atrybutu grid\_1000.GLitoLj**

W wyniku działania narzędzia wartości atrybutu G\_lito\_Lj.FREQUENCY zostają skopiowane do atrybutu grid\_1000.GLitoLj (Ryc. 18).

grid_1000									
Field:	Add	Calculate	Selection:	Select By	Routes	Zoom To	Switch	Clear	Delete
FID	Shape	Shape_Leng	Shape_Area	GLitoLj	GLitoLj	OBJECTID *	FID_grid_1000	FREQUENCY	SUM_Count
1	0	Polygon	4000	1000000	4	10	1	0	10
2	1	Polygon	4000	1000000	3	5	2	1	5
3	2	Polygon	4000	1000000	5	11	3	2	11
4	3	Polygon	4000	1000000	5	14	4	3	14
5	4	Polygon	4000	1000000	6	13	5	4	13
6	5	Polygon	4000	1000000	7	13	6	5	13
7	6	Polygon	4000	1000000	6	24	7	6	24
8	7	Polygon	4000	1000000	6	16	8	7	16
9	8	Polygon	4000	1000000	8	31	9	8	31
10	9	Polygon	4000	1000000	5	9	10	9	9
11	10	Polygon	4000	1000000	4	10	11	10	10
12	11	Polygon	4000	1000000	3	8	12	11	8
13	12	Polygon	4000	1000000	6	15	13	12	15
14	13	Polygon	4000	1000000	5	13	14	13	13
15	14	Polygon	4000	1000000	5	29	15	14	29
16	15	Polygon	4000	1000000	5	17	16	15	17
17	16	Polygon	4000	1000000	3	8	17	16	8

**Ryc. 18. Tabela atrybutowa siatki pól podstawowych grid\_1000 ze skopiowanymi wartościami atrybutu G\_lito\_Lj.FREQUENCY do atrybutu GLitoLj**

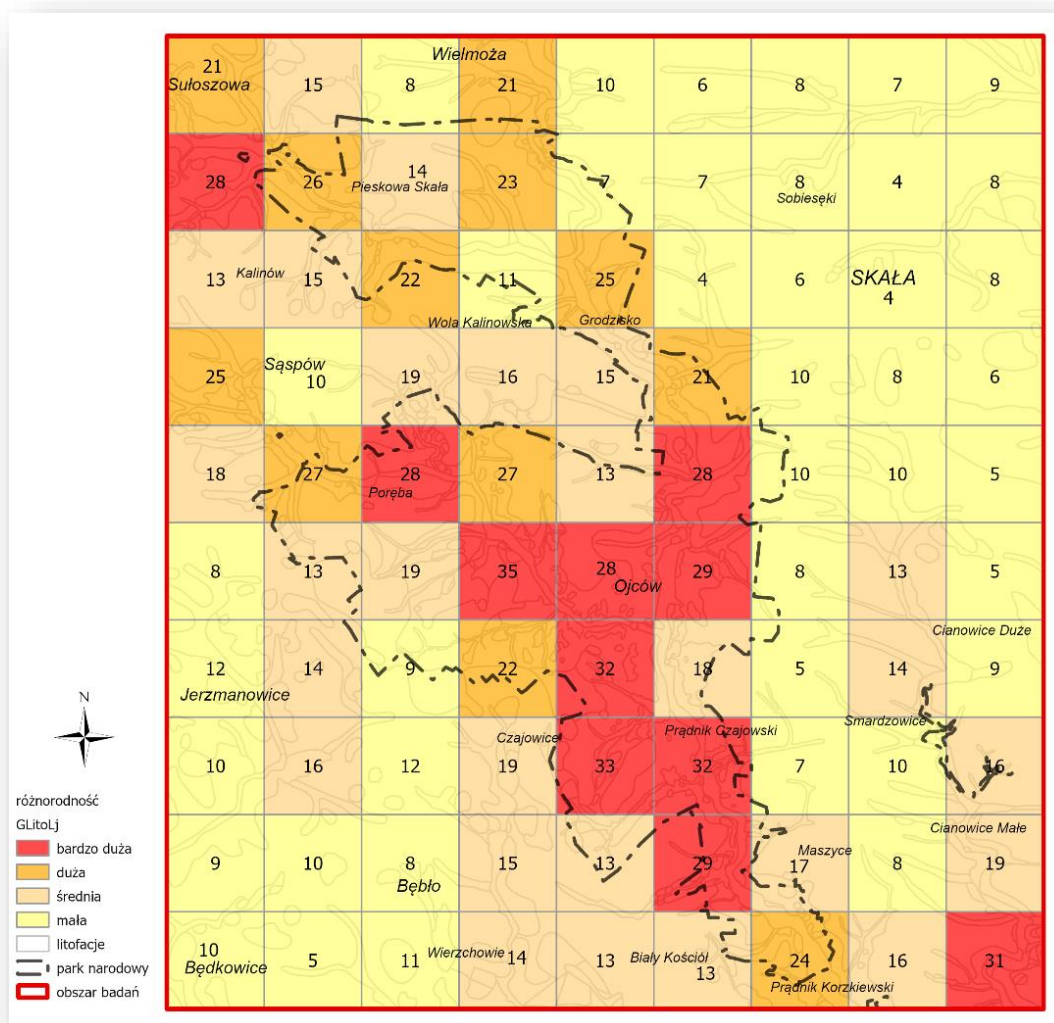
- 4.9. Odłącz tabelę nieprzestrzenną klasy `G_lito_Lj` od tabeli atrybutowej `grid_1000`. Robimy to klikając w tabeli zawartości ppm na klasie `grid_1000` i wybierając *Joins and Relates > Remove All Joins*.
- 4.10. Zanim przejdziesz do klasyfikacji kategorii kartogramu oblicz proste parametry statystyczne populacji `GLitoLj`. Zwróć szczególną uwagę na zakres zmienności parametru.
- 4.11. Przejdź do symbolizacji warstwy `grid_1000`. W oparciu o bonitację zamieszczoną w **Tab. 1** skategoryzuj i zasymbolizuj kartogram. Do kategoryzacji wykorzystaj metodę równych przedziałów lub manualną.

**Tab. 1. Klasyfikacja, bonitacja przedziałowa i ocena liczby jednostek litofacjalnych**

Liczba jednostek litofacjalnych ( <code>GLitoLj [-]</code> )	Bonitacja przedziałowa	Ocena różnorodności
(27-35>	5	bardzo duża
(20-27>	4	duża
(12-20>	3	średnia
<4-12>	2	mała
1	1	brak

- 4.12. Warstwie litofacji nadaj przezroczystość 40–50%. Grubość linii 0,7 punkta, kolor linii szary 50%.
- 4.13. Warstwie `grid_1000` nadaj przezroczystość 30%.
- 4.14. Korzystając z symboli klas bonitacyjnych zdefiniowanych w pliku stylu `OPN.stylex` zasymbolizuj pola podstawowe kartogramu.
- 4.15. Za pomocą etykiet wyświetl obliczone liczby poligonów w polach siatki podstawowej.
- 4.16. Utwórz nowy układ o nazwie `Layout_Div_GLitoLj`. Rozmiary układu niech wynoszą: 160 × 154 mm.
- 4.17. Dodaj do układu ramkę mapy `Map_Div_GLitoLj`, strzałkę północy oraz legendę.
- 4.18. Rozmiary ramki mapy zmień na: 140 × 150 mm, a współrzędne lewego górnego naroża ramki mapy na: X = 20 mm; Y = 152 mm.
- 4.19. Zmień skalę mapy na 1:68 000.

**Ryc. 19** przedstawia kartogram cząstkowej różnorodności geologicznej, która została obliczona na podstawie kryterium liczby jednostek litofacjalnych.



Ryc. 19. Różnorodność geologiczna na podstawie liczby jednostek litofacyjnych