

Akademia Górniczo-Hutnicza im. St. Staszica w Krakowie

Georóżnorodność z ArcGIS Pro

Różnorodność zmiennych zregio- nalizowanych ska- larnych ciągłych

Na podstawie statystycznych miar zmienności wartości pikseli

Tomasz Bartuś

Wyłącznie do użytku wewnętrznego AGH

<http://home.agh.edu.pl/bartus>
03.11.2025 15:42:00

Różnorodność na podstawie zróżnicowania wartości pikseli w obrazach rastrowych

W tym dokumencie zostanie przedstawiona procedura generowania miar zmienności wartości pikseli w polach podstawowych siatki analitycznej dla **skalnych zmiennych zregionalizowanych ciągłych**. Przykładem takiej zmiennej jest wysokość n.p.m., czyli hipsometria. W przypadku podobnych kryteriów analizy morforóżnorodności sposób postępowania będzie analogiczny.

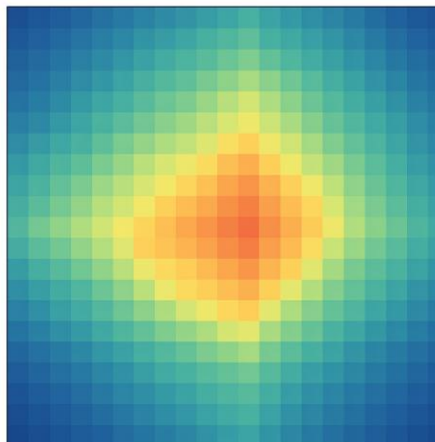
Ćwiczenie wymaga oprogramowania ArcGIS Pro.

1. Skalarne miary zmienności

Miary skalarne odnoszą się do takich wielkości, które można opisać pojedynczą liczbą – mają wartość, ale nie mają kierunku. Przykładami są wysokość, długość, powierzchnia czy temperatura. Innym rodzajem zmiennych ciągłych są **miary cyrkularne** (kątowe). Odnoszą się one do zjawisk okresowych i opisywanych na okręgu, takich jak kierunek, azymut czy faza. W ich przypadku wartości liczbowe „zawijają się” – 0° i 360° oznaczają ten sam kierunek (np. dla kryterium *Aspect* będzie to kierunek północny – N), dlatego do ich analizy stosuje się inne narzędzia statystyczne niż w przypadku miar skalarnych (zob. [Różnorodność zmiennych zregionalizowanych kątowych ciągłych](#)).

Miary skalarne

Wyobraźmy sobie jedno przykładowe pole podstawowe siatki analitycznej nałożone na NMT ([Ryc. 1](#)). Obejmuje ono pewien zbiór pikseli NMT (np. $21 \times 21 = 441$ pikseli). Te piksele mają różne wartości wysokości n.p.m., a więc cechują się pewną zmiennością. Opisem tej zmienności zajmuje się część statystyki opisowej obejmująca miary zmienności.



Ryc. 1. Pole podstawowe siatki analitycznej (21×21 pikseli) nałożonej na NMT. Statystyki opisowe pikseli w polu podstawowym: średnia arytmetyczna: 160,25 [m]; minimum: 1 [m]; maximum: 255 [m]; rozstęp: 254,0 [m]; wariancja: 2580,03 [m²]; odchylenie standardowe: 50,79 [m]; współczynnik zmienności: 0,32 [-]

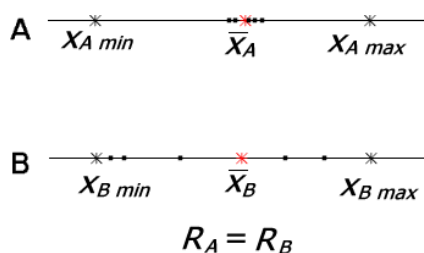
Rozstęp

Najprostszą i najbardziej intuicyjną miarą zmienności przypadków w populacji próby (np. pikseli wewnątrz pól podstawowych), jest **rozstęp** (Ryc. 1, rozstęp = 254,0 [m]). Jest to różnica pomiędzy wartością maksymalną, a minimalną cechy (1) – jest miarą charakteryzującą empiryczny obszar zmienności badanej cechy. W związku z tym, że za wyjątkiem dwóch wartości – minimalnej i maksymalnej, przy jego obliczeniu ignoruje się pozostałe dane, nie daje on informacji o zróżnicowaniu wszystkich wartości cechy w zbiorowości.

$$R = x_{max} - x_{min} \quad (1)$$

Wariancja

Wyobraźmy sobie dwa pola podstawowe charakteryzują się identycznymi wartościami średnimi badanego parametru i identycznymi wartościami minimalnymi i maksymalnymi, a co za tym idzie identycznymi rozstępami (Ryc. 2). Jednak już na pierwszy rzut oka widać, że rozrzuty danych wokół wartości przeciętnej w obu przypadkach są różne. W populacji A dane są znacznie bardziej skumulowane przy wartości średniej niż w populacji B.



Ryc. 2. Dwie populacje pikseli w polach podstawowych cechujące się identycznymi wartościami średnimi, minimalnymi i maksymalnymi ale różnymi strukturami zmienności

Powyższy przykład pokazuje potrzebę parametru statystycznego opisującego całkowitą zmienność wszystkich elementów populacji próby. Parametrem tym jest wariancja.

Wariancja, jako miarę zmienności populacji próby wykorzystuje sumę zróżnicowania poszczególnych jej elementów (np. pikseli) od wartości średniej ($x_i - \bar{x}$). Jeśli element x_i jest większy od średniej, wyrażenie $(x_i - \bar{x})$ będzie dodatnie, a jeśli mniejszy – ujemne.

Podczas sumowania obliczonych odchyłek, pojawia się problem: wartości dodatnie i ujemne znoszą się, co prowadzi do niedoszacowania rzeczywistego zróżnicowania zbioru. Aby temu zapobiec, każdą odchyłkę podnosimy do kwadratu $(x_i - \bar{x})^2$. Wtedy wszystkie wartości są dodatnie i można je sumować, uzyskując miarę całkowitego zróżnicowania elementów.

Wariancja (Variance) (s^2) – jest to średnia arytmetyczna kwadratów odchyłek poszczególnych wartości cechy od średniej arytmetycznej zbiorowości (2). Jednostką wariancji jest kwadrat jednostki analizowanej cechy.

$$s^2 = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2 \quad (2)$$

Odchylenie standardowe

Odchylenie standardowe (*Standard Deviation SD, s*) – jest to pierwiastek kwadratowy z wariancji. Stanowi miarę zróżnicowania o mianie zgodnym z jednostką badanej cechy (w naszym przypadku bezwymiarowe), określa przeciętne zróżnicowanie poszczególnych wartości cechy od średniej arytmetycznej (3).

$$SD = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}{n}} \quad (3)$$

Współczynnik zmienności

Współczynnik zmienności (*Coefficient of Variation, CV, V_s*) – jest ilorazem bezwzględnej miary zmienności cechy i średniej wartości tej cechy (4). Jest wielkością niemiarowaną (bezwzględną), najczęściej podawaną w procentach. Jego wartości zmieniają się w przedziale (0; ∞).

$$CV = \frac{SD}{\bar{x}} \quad (4)$$

2. Których skalarnych wskaźników używać?

Użycie jednego z wymienionych wskaźników zmienności jest uzależnione szeregiem mniej lub bardziej oczywistych obwarowań. Rozstęp i wariancję możemy odrzucić jako nieprzydatne. Pierwszy z powodu ignorowania zmienności elementów próby poza dwoma wartościami: minimalną i maksymalną (*R*). Z kolei drugi w związku z mianem w kwadracie jednostki (s^2). Warunki wykorzystania dwóch pozostałych wskaźników (*SD* i *CV*) nie są już jednak takie oczywiste.

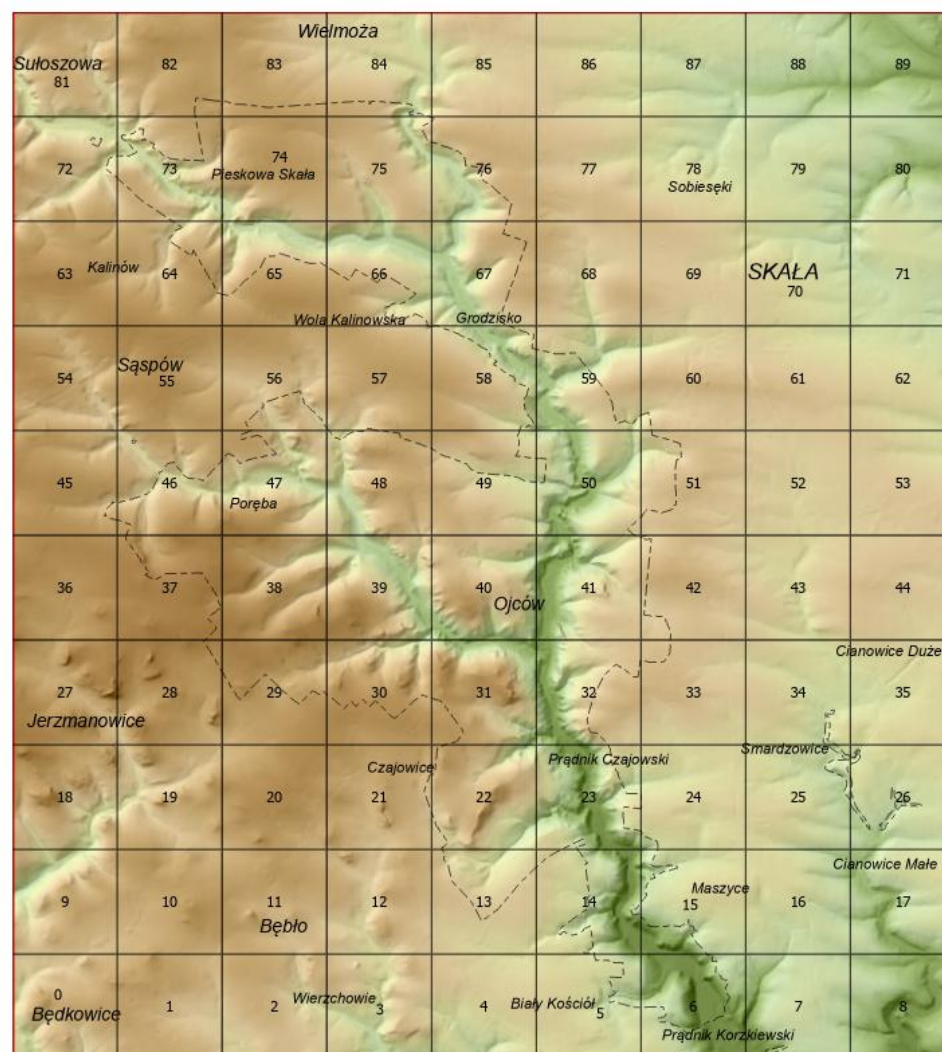
Najbardziej odpowiednią miarą zmienności wydaje się być *CV*. Jest prosty w aplikacji, jako miara bezwymiarowa pozwala porównywać poziom zmienności między różnymi zmiennymi (kryteriami) i obszarami, a jego interpretacja jest intuicyjna. Niestety *CV* ma swoje poważne ograniczenia. Nie można go stosować, gdy zmienne przyjmują wartości ujemne (tak jest w przypadku atrybutów topograficznych *Profile* i *Plan Curvature* oraz *TPI*) lub bardzo bliskie zera. Dodatkowo, aby dawał sensowne wyniki, odchylenia standardowe i średnie arytmetyczne powinny być ze sobą skorelowane. Niestety dane przestrzenne często nie spełniają tych wymogów i dlatego używanie współczynnika zmienności jako miary zróżnicowania często daje błędne wyniki (zob. Bartuś & Mastej, 2025).

W tej sytuacji najlepszą statystyczną miarą zróżnicowania cech krajobrazu w modelu rastrowym jest *SD*. Jest ono liczone empirycznie bezpośrednio z wartości elementów próby i jest wyrażane w jej jednostce. Należy jednak pamiętać, że poszczególne kryteria analizy

oparte na *SD* będą miały różne jednostki i porównywanie ich oraz ewentualne operacje arytmetyczne (np. dodawanie) wymagają standaryzacji kryteriów (np. metodą *min-max*).

3. Otwarcie mapy

- 3.1. Otwórz mapę 6.1. Map_RMAltitudeSD.
- 3.2. Z dowolnej mapy oceny georóżnorodności, np. Map_Div_GLitoLj, skopiuj na mapę 6.1. Map_RMAltitudeSD warstwę siatki analitycznej. Najprawdopodobniej będzie to warstwa różnorodność.
- 3.3. Zmień etykietowanie warstwy siatki analitycznej na oparte na atrybucie *FID* opisującym numery kolejnych oczek siatki.
- 3.4. Zmień symbolizację warstwy siatki na jednolity symbol (*Single Symbol*).
- 3.5. Zmień symbol poligonów siatki analitycznej na przezroczysty (*Extent Hollow*) (Ryc. 3).



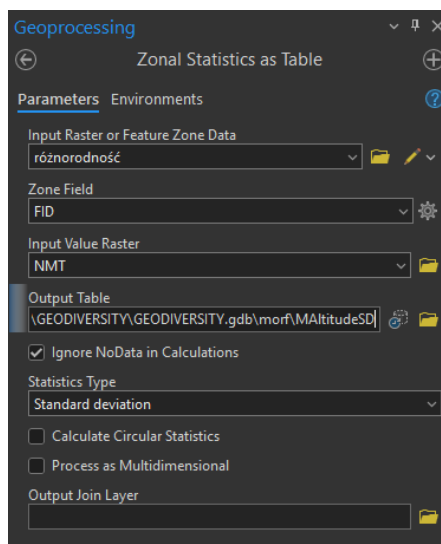
Ryc. 3. Numeryczny model terenu OPN i jego okolic z nałożoną warstwą siatki analitycznej

4. Utworzenie statystyk strefowych

Utworzony NMT to obraz złożony z 900 000 pikseli o wielkości 10 m × 10 m. Wykorzystywana siatka pól podstawowych o bokach 1000 m × 1000 m dzieli go na 80 identycznych pól podstawowych (Ryc. 3). Naszym celem będzie przeprowadzenie w każdym polu podstawowym obliczeń wyznaczających lokalne odchylenia standardowe. Dla każdego pola podstawowego musimy więc obliczyć wyrażenie 3.

Do obliczeń będziemy wykorzystywali narzędzie *Zonal Statistics* (Statystyki strefowe). W ArcGIS Pro możemy skorzystać z modułu tworzącego rastrowe obrazy wynikowe albo tabele nieprzestrzenne (*Zonal Statistics as Table*). Skorzystamy z tego drugiego rozwiązania. Będzie ono dla nas bardziej korzystne w związku z koniecznością późniejszego wyeksportowania wyników do tabeli siatki analitycznej (*grid_1000.shp*), w której gromadzimy wyniki analiz wszystkich kryteriów analizy georóżnorodności.

- 4.1. Na karcie *Analysis*, w grupie *Geoprocessing* (Geoprzetwarzanie) otwórz narzędzie *Tools* (Narzędzia). W polu *Find Tools* (Wyszukiwanie narzędzi) wpisz frazę *Zonal Statistics* (Statystyki strefowe) i naciśnij klawisz *Enter*.
- 4.2. Z listy wyników wyszukiwania uruchom polecenie *Zonal Statistics as Table* (*Spatial Analyst Tools*) (Statystyki strefowe jako tabela).
- 4.3. W panelu narzędzia geoprzetwarzania *Zonal Statistics as Table* jako *Input Raster or Feature Zone Data* (Raster wejściowy lub klasa obiektów stref) wprowadź wektorową klasę wyznaczającą pola podstawowe. U nas będzie to warstwa różnorodność (Ryc. 4).
- 4.4. W polu *Zone field* (Pole strefy) wprowadź unikatowy identyfikator pól siatki – w naszym przypadku będzie to wartość klucza podstawowego *FID*.
- 4.5. W polu *Input Value Raster* (Wejściowe wartości rastra) wprowadź ścieżkę do analizowanego obrazu rastrowego. W naszym przypadku będzie to nazwa warstwy *NMT*.
- 4.6. W polu *Output table* (Tabela wyjściowa) wprowadź ścieżkę, do której zostanie zapisana wynikowa tabela nieprzestrzenna z obliczonymi statystykami. W naszym przypadku będzie to ścieżka do geobazy *Geodiversity.gdb*, zestawu danych *morf* oraz nazwa tabeli *MAltitudeSD*.
- 4.7. W opcjonalnym polu *Statistics Type* (Typy statystyk) z listy wybierz odpowiednią statystykę. W naszym przypadku będzie nią odchylenie standardowe, a więc *Standard deviation*.



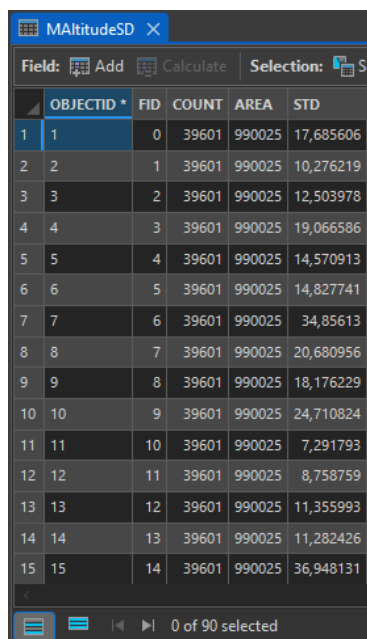
Ryc. 4. Okno dialogowe narzędzia *Zonal Statistics as Table* obliczającego odchylenie standardowe wysokości NMT w polach podstawowych

4.8. Po wypełnieniu wszystkich pól okna dialogowego naciśnij przycisk *Run*.

Opcjonalne statystyki zonalne

- WSZYSTKIE – zostaną obliczone wszystkie statystyki (ustawienie domyślne).
- MEAN – oblicza średnią wartość komórek w strefach rastra.
- MAJORITY – określa wartość, która występuje w komórkach stref rastra najczęściej.
- MAXIMUM – określa największą wartość komórek w strefach rastra.
- MEDIAN – określa medianę wartość komórek w strefach rastra.
- MINIMUM – określa najmniejszą wartość komórek w strefach rastra.
- MINORITY – określa wartość, która występuje w strefach rastra najrzadziej.
- RANGE – oblicza różnicę między największą i najmniejszą wartością komórek w strefach rastra.
- STD – oblicza odchylenie standardowe wartości komórek w strefach rastra.
- SUM – oblicza sumę wartości wszystkich komórek w strefach rastra.
- VARIETY – oblicza liczbę unikatowych wartości komórek w strefach rastra.
- MIN_MAX – obliczane są statystyki wartości minimalnych i maksymalnych.
- MEAN_STD – obliczane są średnie i odchylenia standardowe.
- MIN_MAX_MEAN – obliczane są statystyki wartości minimalnych, maksymalnych i średnie.

W wyniku działania narzędzia tworzona jest tabela nieprzestrzenna `MAltitudeSD` (Ryc. 5). Wśród jej atrybutów odnajdujemy `FID` – klucz będący identyfikatorem pól podstawowych oraz `STD` – atrybut z obliczonymi odchyleniami standardowymi (SD) wyrażonymi w metrach.



	OBJECTID *	FID	COUNT	AREA	STD
1	1	0	39601	990025	17,685606
2	2	1	39601	990025	10,276219
3	3	2	39601	990025	12,503978
4	4	3	39601	990025	19,066586
5	5	4	39601	990025	14,570913
6	6	5	39601	990025	14,827741
7	7	6	39601	990025	34,85613
8	8	7	39601	990025	20,680956
9	9	8	39601	990025	18,176229
10	10	9	39601	990025	24,710824
11	11	10	39601	990025	7,291793
12	12	11	39601	990025	8,758759
13	13	12	39601	990025	11,355993
14	14	13	39601	990025	11,282426
15	15	14	39601	990025	36,948131

Ryc. 5. Fragment tabeli nieprzestrzennej MAltitudeSD z obliczonymi odchyleniami standardowymi w obrębie kolejnych pól podstawowych siatki analitycznej

5. Kopiowanie wyników analizy do tabeli atrybutowej siatki analitycznej

Aby wykorzystać otrzymane wyniki należy tabelę nieprzestrzenną MAltitudeSD dołączyć do zbioru siatki pól podstawowych, w którym gromadzimy wszystkie obliczone kryteria analizy georóżnorodności (np. różnorodność). Kluczem połączenia będą atrybut FID siatki pól podstawowych oraz FID tabeli MAltitudeSD.

- 5.1. W tabeli atrybutowej warstwy siatki analitycznej różnorodność utwórz nowy atrybut MAltitudeSD, w którym dla poszczególnych pól podstawowych zdeponujemy obliczone odchylenia standardowe wysokości. W związku z tym, że wartości SD są liczbami rzeczywistymi, jako *Data Type* wybierz format liczb zmiennoprzecinkowych Float. Jeśli liczba znaków atrybutu przekracza dozwolone 10 znaków (tak jak jest w przypadku MAltitudeSD), skróć nazwę atrybutu (np. do MAltitudSD) i dodatkowo zdefiniuj 11-literowy alias (np. MAltitudeSD) (Ryc. 6).

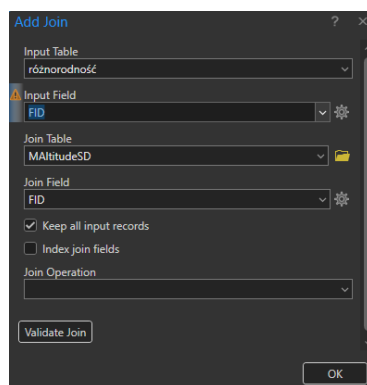
Visible	Read Only	Field Name	Alias	Data Type	Allow NULL	Highlight	Number Format	Default	Precision	Scale	Length
<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	SGLitoLj	SGLitoLj	Double	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Numeric		0	0	
<input checked="" type="checkbox"/>	<input 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"/>	SGTekD	SGTekD	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	RG_M1	Double	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Numeric		0	0	
<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	RG_M2	RG_M2	Double	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Numeric		0	0	
<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	SRG_M1	SRG_M1	Double	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Numeric		0	0	
<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	SRG_M2	SRG_M2	Double	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Numeric		0	0	
<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	MAltitudeSD	MAltitudeSD	Float	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>					

Ryc. 6. Tabela definicji atrybutów warstwy różnorodność; ramką zaznaczono dodany atrybut MAltitudeSD

- 5.2. Zamknij tabelę definicji atrybutów warstwy różnorodność. Gdy pojawi się okno żądające potwierdzenia wprowadzonych zmian – kliknij przycisk **Save**.

Połączymy teraz ze sobą dwie tabele z danymi. Do tabeli atrybutowej warstwy różnorodność dołączymy tabelę nieprzestrzenną MAltitudeSD.

- 5.3. W panelu *Contents* kliknij ppm na warstwie siatki analitycznej różnorodność i z menu kontekstowego wybierz opcję *Joins and Relates (Dołączenia i relacje)*, a następnie opcję *Add Join (Dodaj połączenie)*.
- 5.4. W oknie dialogowym *Add Join*, z listy rozwijanej *Input Field* wybierz klucz podstawowy FID warstwy pól siatki analitycznej (Ryc. 7).
- 5.5. W polu *Join Table* definiującym tabelę, którą chcemy dołączyć do tabeli warstwy różnorodność wybierz MAltitudeSD.
- 5.6. Na koniec, w polu *Join Field (Pole dołączenia)* zdefiniuj atrybut dołączanej tabeli nieprzestrzennej, który przechowuje numery pól siatki analitycznej. U nas będzie to atrybut FID.



Ryc. 7. Okno dialogowe Add Join ze zdefiniowanym połączeniem tabeli atrybutowej poligonowej klasy siatki pól podstawowych różnorodność z tabelą nieprzestrzenną MAltitudeSD

5.7. Po wypełnieniu okna dialogowego naciśnij przycisk *OK*.

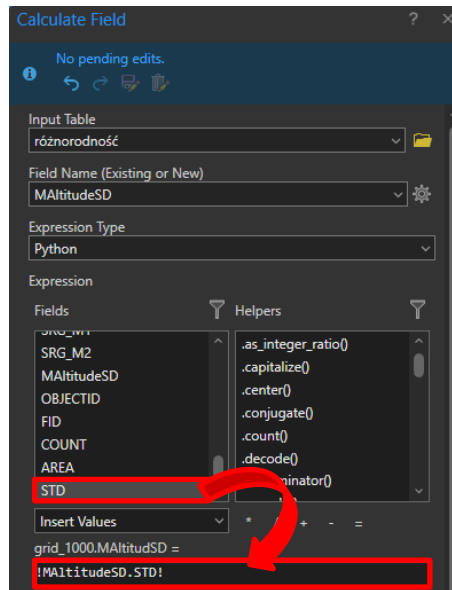
W wyniku działania narzędzia, do tabeli atrybutowej warstwy siatki pól podstawowych różnorodność została dołączona tabela nieprzestrzenna MAltitudeSD (Ryc. 8). Klucze połączenia stanowiły atrybuty FID (z klasy różnorodność) oraz FID (z tabeli MAltitudeSD).

	StratSHDI	GtekID	SGLitoL	SGLitoLj	SGLitoSHDI	SGStratL	SGStratLj	SGStratSHDI	SGTekID	SGGeostL	SGGeostLj	RG_M1	RG_M2	SRG_M1	SRG_M2	MAltitudeSD	OBJECTID	FID	COUNT	AREA	STD
1	0,85756	0	0,333333	0,193548	0,557079	0,333333	0,333333	0,650116	0	0,75	0,4	2,343548	1,207195	0,489908	0,428934		1	0	39601	990025	17,685606
2	0,568396	0	0,166667	0,032258	0,316621	0,333333	0,055556	0,411296	0	0,75	0,4	1,737814	0,727917	0,358352	0,258639		2	1	39601	990025	10,276219
3	1,02256	0	0,5	0,225806	0,634886	0,666667	0,333333	0,786389	0	0,5	0,32	2,545806	1,421275	0,533835	0,505		3	2	39601	990025	12,503978
4	1,20719	1077,558403	0,5	0,322581	0,875532	0,666667	0,444444	0,938875	1	1	0,64	4,573692	2,814407	0,974257	1		4	3	39601	990025	19,066586
5	0,925691	612,010411	0,666667	0,290323	0,548317	0,666667	0,388889	0,706305	0,56796	0,5	0,08	3,160505	1,822663	0,667337	0,647619		5	4	39601	990025	14,570913
6	0,711393	0	0,833333	0,290323	0,457214	1	0,388889	0,529397	0	0	0	2,512545	0,986611	0,526611	0,350557		6	5	39601	990025	14,827741
7	1,07427	0	0,666667	0,645161	0,875335	0,333333	0,5	0,829097	0	0,75	0,24	3,135161	1,704431	0,661833	0,605609		7	6	39601	990025	34,85613
8	0,708512	62,86592	0,666667	0,387097	0,448572	0,333333	0,444444	0,527017	0,058341	0	0	1,889882	1,03393	0,391379	0,367371		8	7	39601	990025	20,680956
9	1,10571	156,608979	1	0,870968	0,79548	1	1	0,855063	0,145337	0	0	4,016305	1,79588	0,853202	0,638102		9	8	39601	990025	18,176229
10	0,897702	0	0,5	0,16129	0,584568	0,333333	0,277778	0,683269	0	0,5	0,08	1,852401	1,267837	0,383239	0,450481		10	9	39601	990025	24,710824
11	0,498363	0	0,333333	0,193548	0,292855	0,333333	0,333333	0,353456	0	0,75	0,24	2,183548	0,646311	0,455158	0,229644		11	10	39601	990025	7,291793
12	0,519559	0	0,166667	0,129032	0,285571	0,333333	0,222222	0,370961	0	0,25	0,08	1,181254	0,656532	0,237477	0,233276		12	11	39601	990025	8,758759
13	1,08391	0	0,666667	0,354839	0,775567	0,666667	0,444444	0,837058	0	0,75	0,32	3,202616	1,612625	0,676483	0,572989		13	12	39601	990025	11,355993
14	0,783659	0	0,5	0,290323	0,459425	0,666667	0,5	0,589081	0	0,25	0,04	2,246989	1,048506	0,468937	0,37255		14	13	39601	990025	11,282426
15	0,997051	0	0,5	0,806452	0,795709	0,333333	0,388889	0,765322	0	0,75	0,56	3,338674	1,56103	0,706032	0,554657		15	14	39601	990025	36,948131

Ryc. 8. Tabela atrybutowa warstwy różnorodność (lewa ramka) z dołączoną tabelą nieprzestrzenną MAltitudeSD (prawa ramka)

Do utworzonego wcześniej atrybutu MAltitudeSD skopiujemy teraz obliczone wartości deniwelacji z tabeli nieprzestrzennej MAltitudeSD.

- 5.8. Jeśli to konieczne, na wstążce aplikacji, na karcie *Edit*, w grupie *Menage Edits* kliknij polecenie *Edit* uruchamiające tryb edycji.
- 5.9. W tabeli atrybutowej warstwy różnorodność kliknij ppm na nagłówku pola MAltitudeSD i z menu kontekstowego wybierz polecenie *Calculate Field* (Oblicz Pole).
- 5.10. W oknie dialogowym *Calculate Field*, z listy *Fields* (Pola) zawierającej dostępne atrybuty, szybkim, dwukrotnym kliknięciem wybierz atrybut STD (Ryc. 9).



Ryc. 9. Okno dialogowe **Calculate Field** przypisujące dane z atrybutu **MAltitudeSD.STD** do atrybutu **grid_1000.MAltitudeSD**

W polu **grid_1000.MAltitudeSD =** pojawi się formuła **!MAltitudeSD.STD!** przypisująca atrybutowi **MAltitudeSD** pliku shapefile **grid_1000** wartości atrybutu **STD** tabeli nieprzestrzennej **MAltitudeSD**.

5.11. Aby uruchomić kalkulator pola kliknij przycisk **OK**.

W wyniku działania narzędzia wartości atrybutu **MAltitudeSD.STD** zostają skopiowane do atrybutu **grid_1000.MAltitudeSD** (Ryc. 10).

<

Ryc. 10. Tabela atrybutowa warstwy siatki pól podstawowych **różnorodność** ze skopiowanymi wartościami atrybutu **MAltitudeSD.STD** do atrybutu **MAltitudeSD**

5.12. Na karcie *Edit*, w grupie *Manage Edits* kliknij polecenie *Save* zachowujące zmiany w zmodyfikowanej tabeli bazy danych.

5.13. Jeśli wcześniej uruchomiłeś tryb edycji – teraz wyjdź z niego.

5.14. Odłącz tabelę nieprzestrzenną **MAltitudeSD** od tabeli atrybutowej warstwy **różnorodność**. Robimy to klikając w panelu *Contents* ppm na warstwie

różnorodność i wybierając z menu kontekstowego polecenie *Joins and Relations > Remove All Joins*. W otwartym oknie dialogowym potwierdź chęć odłączenia tabeli nieprzestrzennej.

5.15. Zamknij tabelę atrybutową warstwy *różnorodność*.

Teraz zajmiemy się utworzeniem kartogramu kryterium georóżnorodności opartego o odchylenie standardowe wysokości NMT.

5.16. Przejdź do właściwości warstwy *różnorodność* i w oparciu o bonitację zamieszczoną w **Tab. 1** zasymbolizuj mapę końcową. Wykorzystaj metodę klasyfikacji równych przerw.

Tab. 1. Klasyfikacja, bonitacja punktowa i ocena deniwelacji terenu

Deniwelacja (ΔZ [m])	Bonitacja punktowa	Ocena różnorodności
(32,96–43,0>	5	bardzo duża
(23,24–32,96>	4	duża
(13,24–23,24>	3	średnia
(0–13,24>	2	mała
0	1	brak

5.17. Korzystając z symboli klas bonitacyjnych zdefiniowanych w pliku stylu *OPN.stylex* zasymbolizuj pola podstawowe kartogramu (**Ryc. 11**).

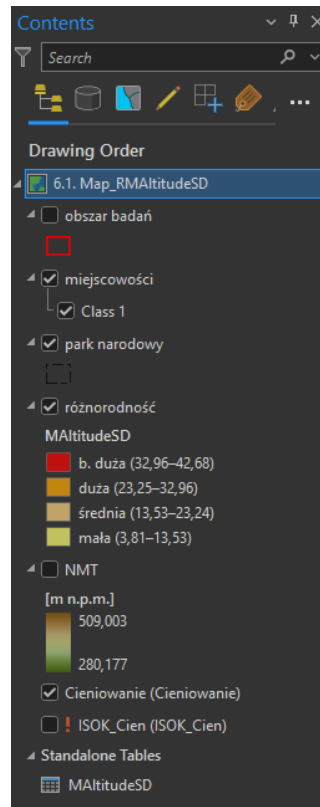
Symbol	Upper value	Label
[Red]	≤ 42,686199	b. duża (32,96–42,68)
[Orange]	≤ 32,966249	duża (23,25–32,96)
[Yellow-Orange]	≤ 23,2463	średnia (13,53–23,24)
[Yellow]	≤ 13,52635	mała (3,81–13,53)

Ryc. 11. Klasyfikacja, symbolizacja i etykiety kategorii kryterium *MA*ltitudeSD

5.18. W panelu *Contents* przesunij hierarchię warstwę *różnorodność* tuż ponad warstwę *NMT*.

5.19. Warstwie *różnorodność* nadaj przezroczystość 30%.

5.20. W panelu *Contents* wyłącz widoczność warstwy *NMT* (**Ryc. 12**).

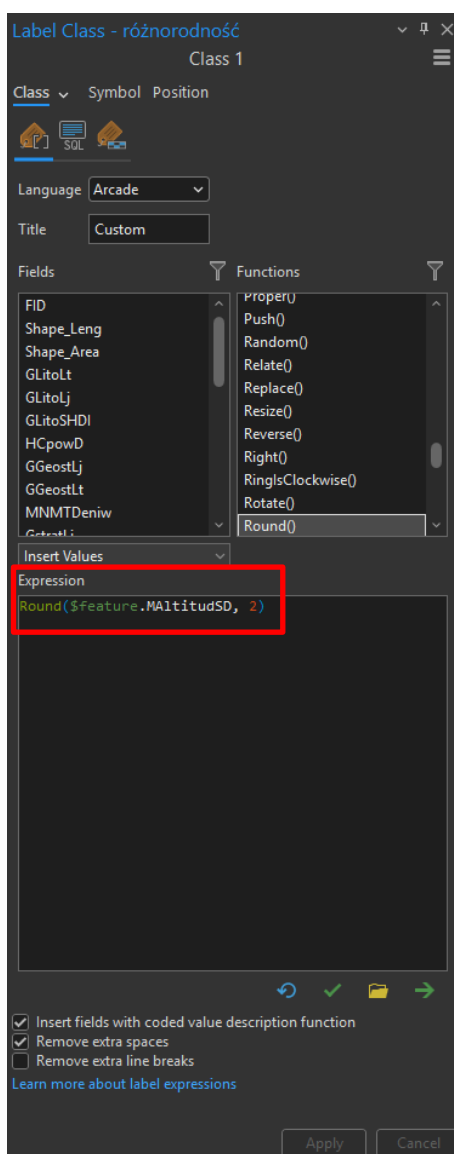


Ryc. 12. Panel *Contents* z warstwami mapy 6.1. Map_RMAltitudeSD

- 5.21. Za pomocą etykiet wyświetl w polach siatki podstawowej obliczone deniwelacje (atrybut `MAltitudeSD`).

Obliczone deniwelacje zawierają wiele miejsc po przecinku. Powinniśmy ograniczyć wyświetlane liczby atrybutu `MAltitudeSD` do maksymalnie dwóch miejsc po przecinku.

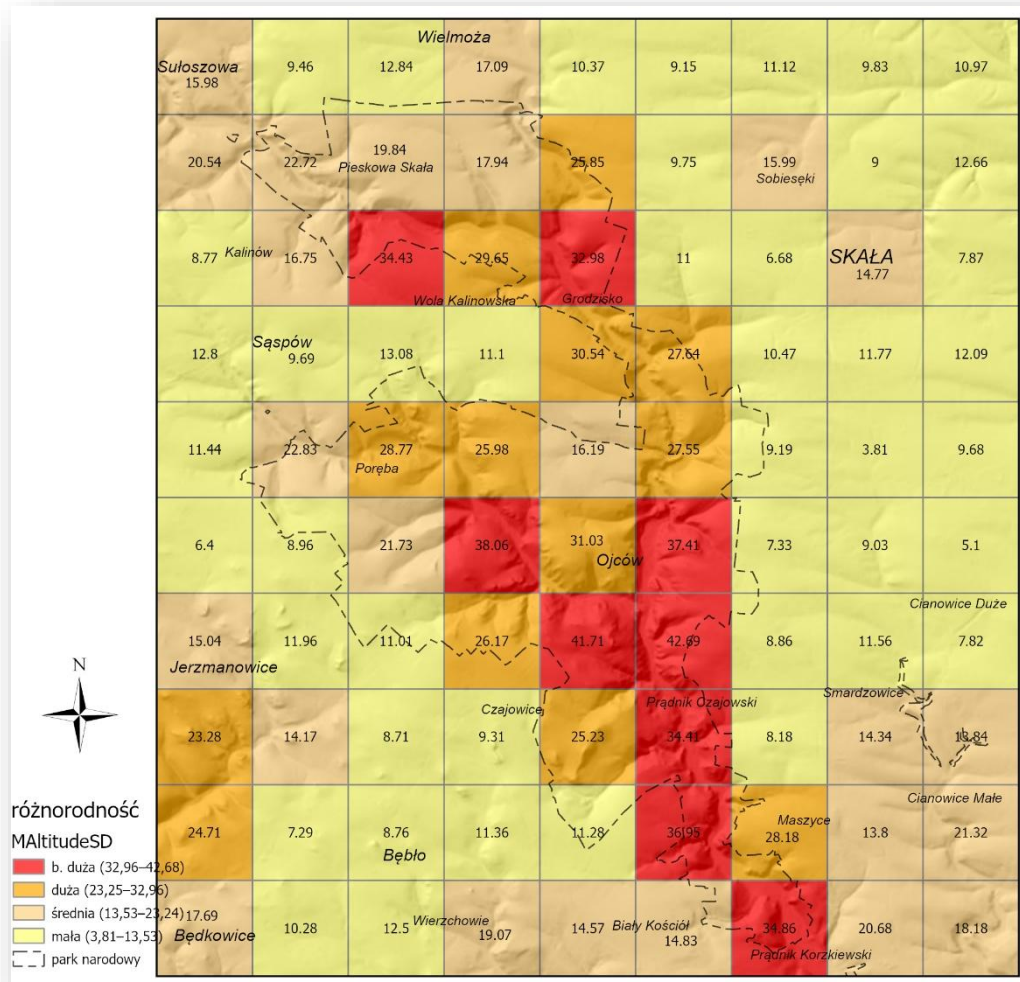
- 5.22. Na karcie *Labeling*, w grupie *Label Class* kliknij przycisk *Expression*. Aby ograniczyć liczbę miejsc po przecinku wyświetlanych etykiet zbuduj wyrażenie zgodne z [Ryc. 13](#).



Ryc. 13. Okno dialogowe *Label Class* z wyrażeniem ograniczającym w etykietach *MAltitudeSD* liczbę miejsc po przecinku do dwóch

- 5.23. Kliknij przycisk *Apply*.
- 5.24. Otwórz układ 6.1. *Layout_RMAltitudeSD*.
- 5.25. Podmień w nim mapę ramki mapy z 5.1. *Map_Morf_NMT* na 6.1. *Map_RMAltitudeSD*.

Ryc. 14 przedstawia cząstkową różnorodność morfologiczną, która została obliczona na podstawie kryterium odchylenia standardowego wysokości.



Ryc. 14. Różnorodność rzeźby terenu na podstawie kryterium *MAltitudeSD*

Bibliografia

Bartuś, T., & Mastej, W. (2025). HOW to use continuous variables in geodiversity assessments – RASTER continuous morphodiversity model. *Environmental Modelling & Software*, 193(0), 106597. <https://doi.org/10.1016/j.envsoft.2025.106597>