

Akademia Górniczo-Hutnicza im. St. Staszica w Krakowie

Zastosowanie GIS w badaniach przyrodniczych (ArcGIS Pro), Ćwiczenie 6

Numeryczny model terenu centralnej części Rowu Krzeszowickiego

Interpolacja metodą IDW i przetwarzanie numerycznych modeli terenu

Wyłącznie do użytku wewnętrznego AGH

<http://home.agh.edu.pl/bartus>
29.10.2024 09:51:00

Wprowadzenie

Tradycyjne mapy przedstawiają hipsometrię (ukształtowanie powierzchni terenu) za pomocą izolinii nazywanych izohipsami lub warstwicami, które łączą ze sobą punkty położone na tej samej wysokości n.p.m. Dane wysokościowe zwykle uzupełnia się punktów wysokościowych (tzw. kot wysokościowych) rozmieszczonych na szczytach gór, przy źródłach potoków, wzdłuż dolin rzek itp. Użytkownik w oparciu o wymienione elementy topografii jest w stanie z grubsza zorientować się w wysokości interesującego go punktu czy obszaru. Jak to jednak wygląda współcześnie na mapach cyfrowych?...

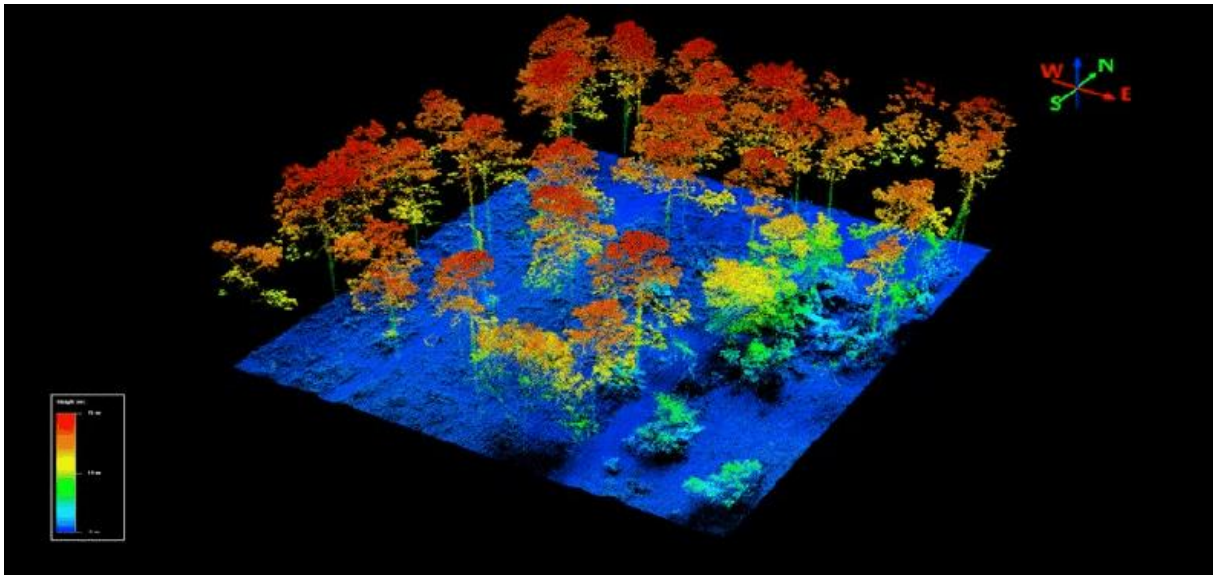
Cyfrowym odpowiednikiem map warstwicowych są Numeryczne Modele Terenu (NMT).

Numeryczne Modele Terenu (NMT, ang. *Digital Terrain Model* – DTM) są numeryczną reprezentacją powierzchni terenu umożliwiającą określenie wysokości Z dowolnego punktu o znanych współrzędnych XY , odtworzenie kształtu powierzchni terenu, a także określenie wielkości pochodnych kształtu.

W praktyce NMT są to zbiory rastrowe. Składają się z najmniejszych elementów obrazu – pikseli ułożonych rzędy i kolumny. Każdemu pikselowi przypisana jest wartość wysokości n.p.m. Piksel zajmuje pewną powierzchnię. Można więc powiedzieć, że przypisana do niego wartość wysokości odnosi się do całej powierzchni zajmowanej przez piksel. Wynika z tego, że im piksel zajmuje mniejszą powierzchnię tym NMT jest bardziej dokładny.

Wartości przypisane pikselom są dziś najczęściej pozyskiwane metodą lotniczego skaningu laserowego (LIDAR¹). W wyniku przetwarzania surowych zbiorów danych zawierających chmury punktów pochodzących ze skanowania ([Ryc. 1](#)) usuwane są punkty położone ponad powierzchnią Ziemi (zabudowania, szata roślinna), a punkty położone na powierzchni gruntu podlegają przetworzeniu na regularną, sieć o oczkach w kształcie kwadratów (tzw. siatki GRID). Punkty w siatkach GRID są z reguły gęsto rozmieszczone, tak aby w jak najlepszy sposób odwzorować ciągłą powierzchnię rzeźby terenu. Ostatni etap przygotowania NMT obejmuje przetwarzanie sieci punktów do postaci rastrowej (rasteryzacja).

¹ LIDAR – (*Light Detection And Ranging*) – metoda pozyskiwania informacji o odległości za pomocą skanowania laserem i pomiar czasu, po którym odbity sygnał wraca do detektora. Pozyskane dane służą do tworzenia trójwymiarowych modeli badanych obiektów, w tym powierzchni Ziemi.



Ryc. 1. Chmura punktów skaningu laserowego fragmentu parku; kolor punktów skojarzony jest z wysokością (Sharon 2024)

Współcześnie NMT są dystrybuowane w postaci sieci punktów (30 m × 30 m, 20 m × 20 m, 10 m × 10 m, 5 m × 5 m, a nawet 1 m × 1 m). Dane te są tak gęste, że w zasadzie od razu mogą być wykorzystywane jako NMT o wielkości pikseli równej odległości pomiędzy punktami. Siatki punktów rzadziej oddalonych od siebie mogą podlegać procesowi interpolacji (zob. rozdz. 6) w celu odpowiedzi na pytanie jak wysokość n.p.m. zmienia się pomiędzy tymi punktami.

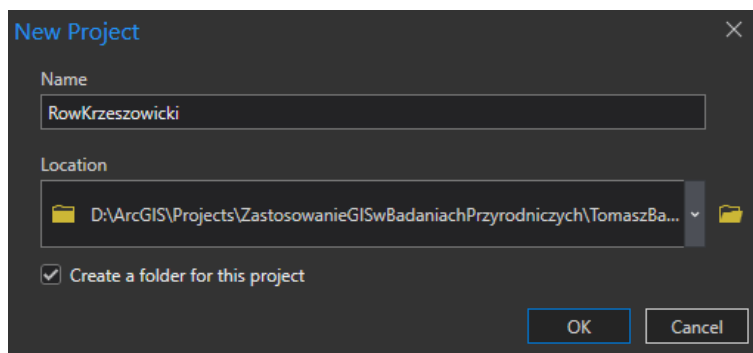
Ćwiczenie będzie polegało na wygenerowaniu (interpolacji) NMT z regularnej siatki punktów pomiarowych za pomocą metody *Inverse Distance Weight* (IDW). Współrzędne punktów dostarczonego zbioru danych są zakodowane w Państwowym Układzie Współrzędnych Geodezyjnych (PUWG) „1992”.

Wymagane oprogramowanie: ArcGIS Pro.

Ćwiczenie 6

1. Struktura ćwiczenia

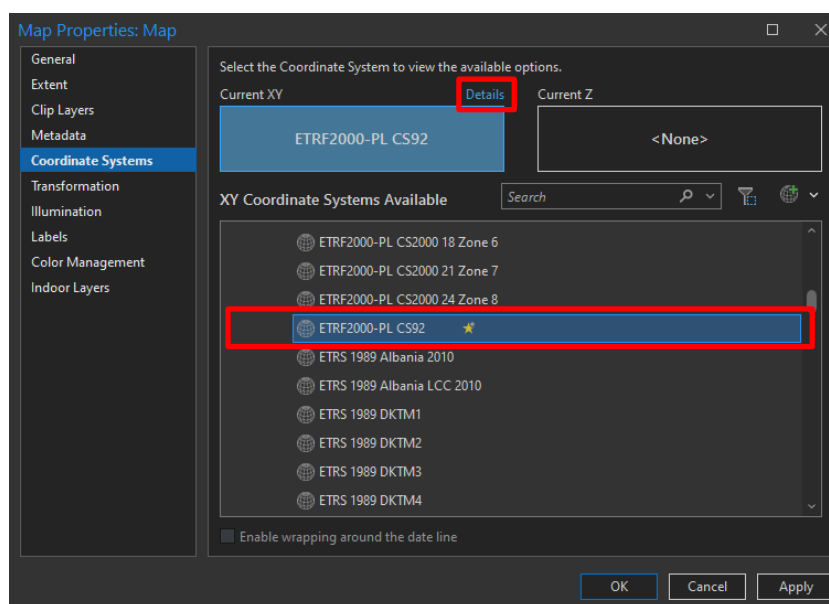
- 1.1. Otwórz ArcGIS Pro.
- 1.2. W swoim folderze ćwiczeniowym korzystając z szablonu *Map* utwórz nowy projekt o nazwie RowKrzeszowicki (Ryc. 2).



Ryc. 2. Utworzenie nowego projektu ArcGIS Pro

1. Nadanie mapie *Map* odwzorowania PUWG „1992”

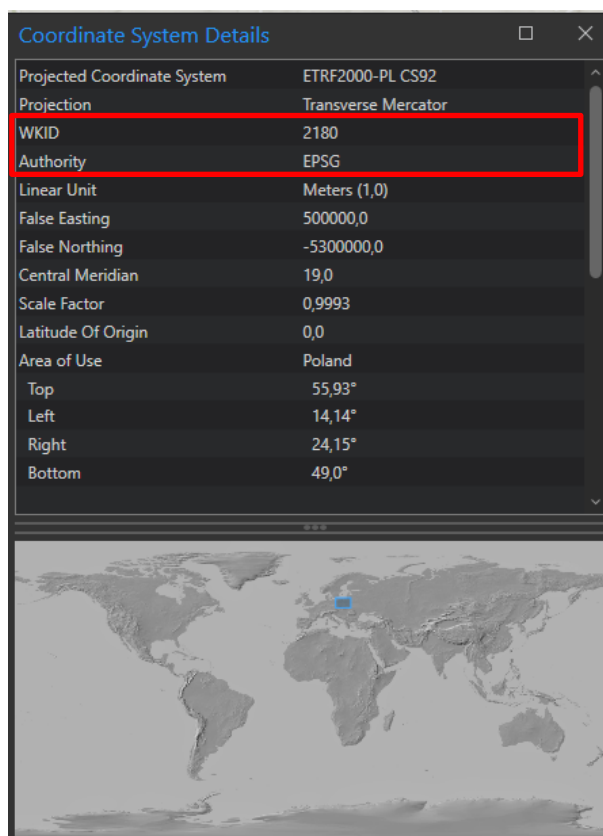
- 1.1. W panelu *Contents* kliknij ppm na nagłówek automatycznie utworzonej mapy *Map* i z menu kontekstowego wybierz polecenie *Properties* (Właściwości).
- 1.2. W zakładce *Coordinate Systems* (Systemy Współrzędnych) w polu *XY Coordinate Systems Available* (Dostępne systemy współrzędnych) rozwiń listę *Projected Coordinate System > National Grids > Europe*. Odszukaj projekcję PUWG „1992”, która w oprogramowaniu ArcGIS Pro nosi nazwę „ETRF2000-PL CS92” (Ryc. 3).



Ryc. 3. Wybór odwzorowania mapy *Map*; górną ramką zaznaczono opcję wyświetlenia szczegółowych informacji o wybranym systemie współrzędnych

- 1.3. Mając wybrane odwzorowanie „ETRF2000-PL CS92” kliknij na napis *Details* (Szczegóły) (zob. Ryc. 3) aby odczytać unikatowy kod WKID² odwzorowania PUWG „1992” autoryzowany przez EPSG (Ryc. 4).

² WKID – akronim dobrze znanego identyfikatora (*Well-Known ID*) (in. kod EPSG – *European Petroleum Survey Group* lub SRID – *Spatial Reference ID*). Unikalny numer

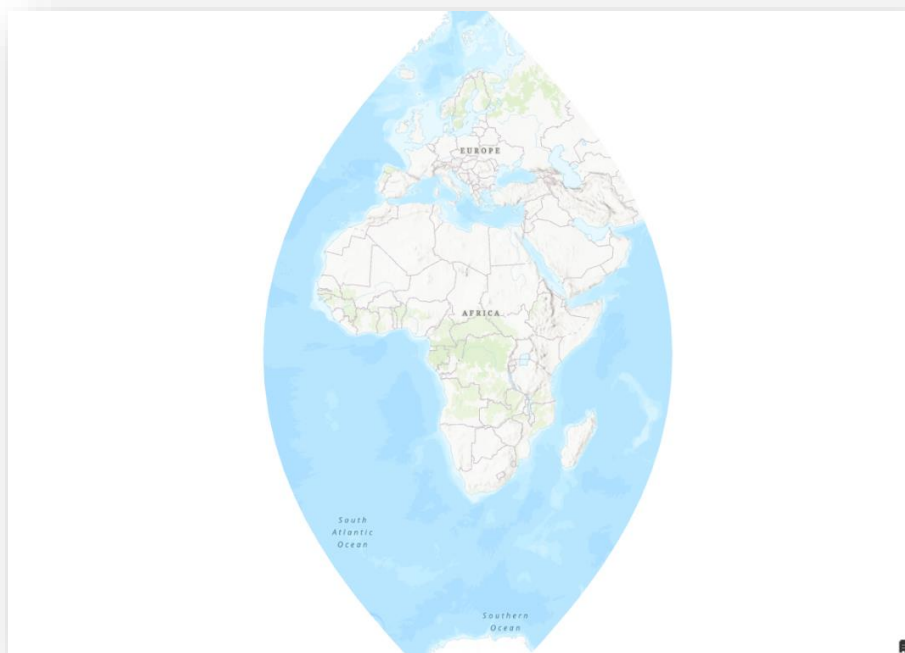


Ryc. 4. Właściwości projekcji PUWG "1992"; ramką zaznaczono unikatowy kod WKID tego odwzorowania oraz instytucję autoryzującą go

- 1.4. W oknie *Map Properties: Map* (Właściwości mapy: Map) potwierdź wybór odwzorowania „ETRF2000-PL CS92” przyciskiem *OK*.

Dane mapy będą od teraz wyświetlane ze współrzędnymi w PUWG „1992” (Ryc. 5).

używany w GIS do identyfikacji predefiniowanych systemów współrzędnych. Każdy WKID definiuje układ współrzędnych ze wszystkimi parametrami niezbędnymi do reprezentacji danych przestrzennych. Kody autoryzują *ESRI* lub dawna *EPSG*. Deklaracje polskich układów współrzędnych geograficznych można znaleźć na stronie <https://gis-support.pl/co-to-jest-eps/>.



Ryc. 5. Scena mapy w odwzorowaniu PUWG „1992”

2. Dane

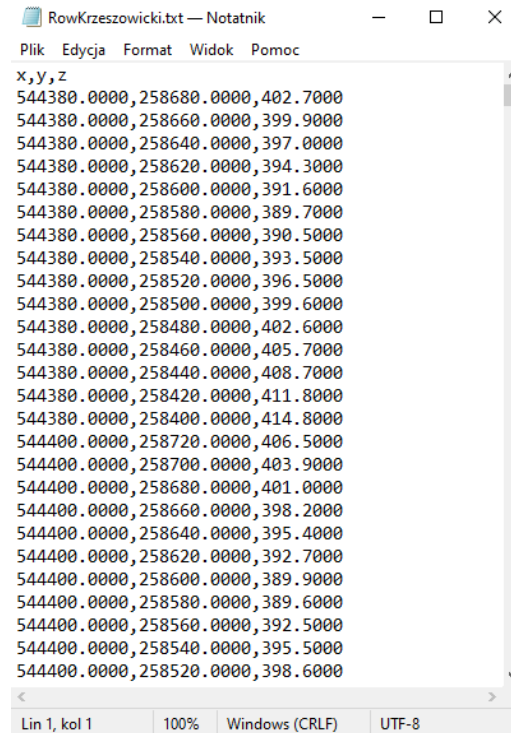
- 2.1. Pobierz dane do ćwiczenia z lokalizacji [tutaj](#).
- 2.2. Wewnątrz swojego folderu projektowego `\RowKrzyszczowicki\` utwórz podfolder `\SRC\`. Tradycyjnie przeznaczymy go na archiwum.
- 2.3. Pobrany plik archiwum `.zip` przenieś do utworzonego podfolderu `\SRC\` i tam go rozpakuj.
- 2.4. W folderze projektowym `\RowKrzyszczowicki\` utwórz podfolder `\NMT\`.
- 2.5. Przenieś rozpakowany plik `RowKrzyszczowicki.txt` do utworzonego podfolderu `\NMT\`.

Struktura folderów i plików projektu powinna wyglądać tak jak poniżej:

```
RowKrzyszczowicki\  
├─ NMT\  
│   └─ RowKrzyszczowicki.txt  
├─ SRC\  
│   └─ RowKrzyszczowicki.zip
```

- 2.6. W domyślnym notatniku systemowym (np. program *Notatnik*) otwórz plik `RowKrzyszczowicki.txt`.

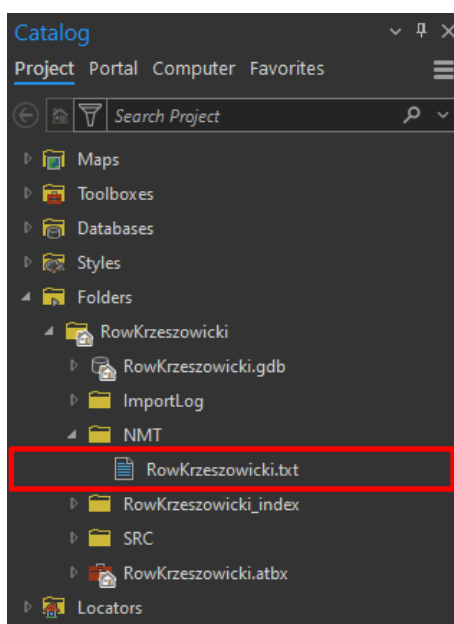
Rozpakowany zbiór danych `RowKrzyszowicki.txt` to plik tekstowy³. Posiada on strukturę, w której dane są uporządkowane w formie kolumn ([Ryc. 6](#)). Pierwszy wiersz zawiera ich nagłówki. Wartości kolejnych współrzędnych są rozdzielane znakiem przecinka.



Ryc. 6. Format pliku punktów siatki NMT `RowKrzyszowicki.txt`

- 2.7. W panelu *Catalog* z menu *Folders* wybierz plik tekstowy z danymi wysokościowymi (`RowKrzyszowicki.txt`) i przenieś go na scenę mapy ([Ryc. 7](#)).

³ ArcGIS Pro współpracuje z rozdzielanymi plikami tekstowymi w formie tabel. Pliki z rozszerzeniem `.txt`, `.asc` lub `.csv` są interpretowane jako rozdzielane przecinkami. Pliki z rozszerzeniem `.psv` są interpretowane jako rozdzielane znakiem pipe (`|`), a pliki z rozszerzeniem `.tsv` lub `.tab` są domyślnie interpretowane jako rozdzielane tabulatorami.



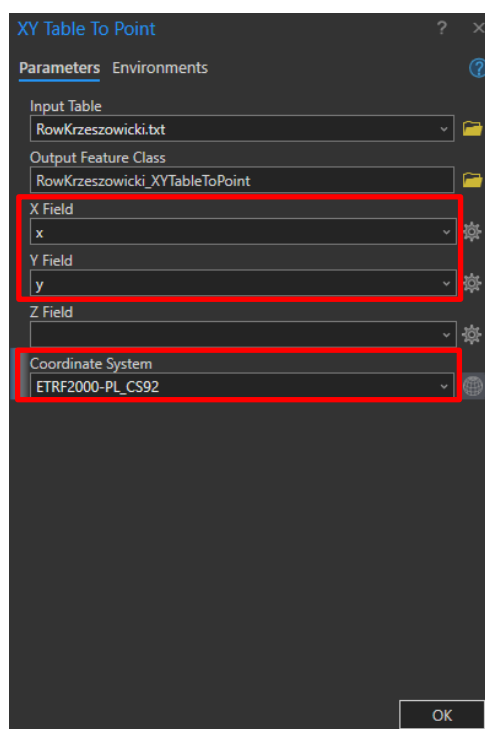
Ryc. 7. Panel *Catalog* z dodanym plikiem danych *RowKreszowicki.txt*

Plik pojawił się w panelu *Contents*, jednak scena mapy pozostaje pusta. Póki co *ArcGIS Pro* nie potrafi wyświetlić tych danych. Aby z nich skorzystać musimy przetworzyć zawartą w nim tabelę na klasę obiektów punktowych o współrzędnych obiektów danych kolumnami x i y pliku punktów siatki NMT *RowKreszowicki.txt*.

- 2.8. W panelu *Contents* kliknij ppm na dodany plik danych *RowKreszowicki.txt* i z menu kontekstowego wybierz polecenie *Create Points From Table* (*Utwórz punkty z tabeli*), a następnie polecenie *XY Table To Point* (*Tabela XY do punktów*).
- 2.9. W oknie dialogowym *XY Table To Point* pozostaw zaproponowaną nazwę klasy obiektów punktowych *RowKreszowicki_XYTableToPoint* i zadeklaruj, kolumny danych X i Y. W naszym przypadku pierwsza kolumna zawiera współrzędną X, a druga – współrzędną Y (Ryc. 6, Ryc. 8).

W związku z tym, że plik nie zawiera informacji na temat użytej projekcji (PCS), musimy *ArcGIS Pro* poinformować w jakim odwzorowaniu zakodowano współrzędne punktów.

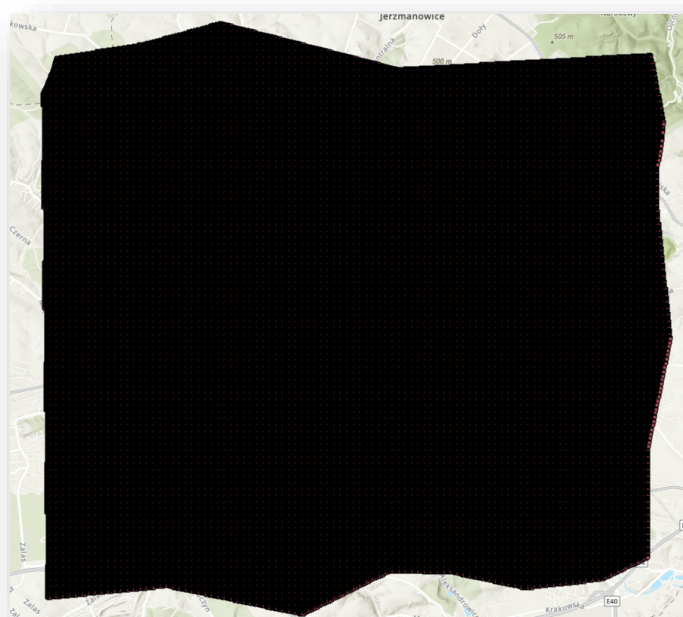
- 2.10. Obok pola *Coordinate System* (*System Współrzędnych*) kliknij przycisk *Select coordinate system* (*Wybierz układ współrzędnych*), a następnie i w oknie *Coordinate System* (*System Współrzędnych*) w polu *Search* (*Wyszukaj*) wpisz unikalną wartość kodu WKID identyfikującego układ współrzędnych PUWG „1992” – 2180 (Ryc. 4).
- 2.11. Zaznacz wynik wyszukiwania „ETRF2000-PL CS92” (Ryc. 8) i następnie naciśnij przycisk *OK*.



Ryc. 8. Okno dialogowe *XY Table To Point* ze zdefiniowanymi kolumnami współrzędnych X i Y oraz odwzorowaniem PUWG „1992”

2.12. Po skonfigurowaniu narzędzia tworzenia klasy punktów z danych tabelarycznych kliknij przycisk OK.

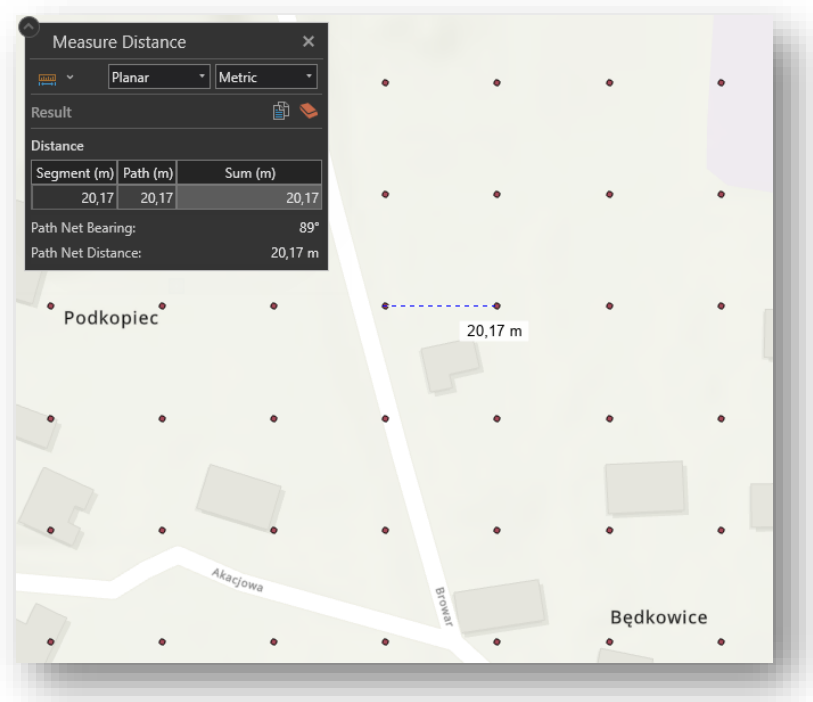
Na scenie mapy zostanie wyświetlona warstwa obiektów o geometrii punktowej, która zawiera lokalizacje wszystkich punktów pomiaru wysokości (Ryc. 9).



Ryc. 9. Warstwa punktów wysokościowych zaimportowanych z pliku RowKrzyszowicki.txt

Zorientujmy się jaka jest gęstość punktów wysokościowych.

- 2.13. Powiększ warstwę w ten sposób aby widzieć pojedyncze punkty pomiaru wysokości. Za pomocą narzędzia *Measure* (*Pomiar*) zmierz odległość pomiędzy punktami (Ryc. 10).



Ryc. 10. Pomiar gęstości siatki punktów wysokościowych

Jak widać, odległość pomiędzy kolejnymi punktami w osi *X* i *Y* są równe i wynoszą dokładnie 20 m.

3. Obszar badań

- 3.1. Utwórz w geobazie projektu *RowKrzeszowicki.gdb* poligonową klasę obiektów o nazwie *obszar_badan*. W dowolnym miejscu utwórz w niej jeden obiekt poligonowy o kształcie zbliżonym do prostokąta (Ryc. 11).



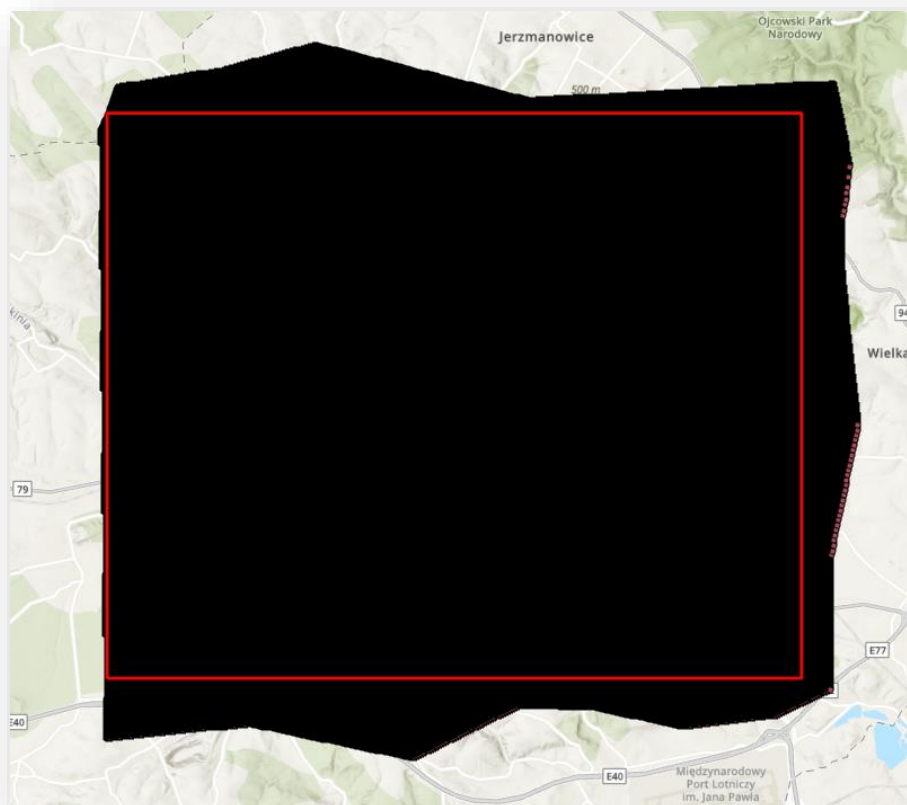
Ryc. 11. Utworzony obiekt poligonowej klasy obszar_badan

- 3.2. Za pomocą narzędzia *Edit Vertices* (*Edytuj węzły*) znajdującego się w narzędziach edycji, zmień współrzędne punktów na zgodne z [Tab. 1](#).

Tab. 1. Granice analizowanego obszaru; współrzędne naroży poligonu w PUWG „1992”

Punkt	X	Y
1	544500,000	259000,000
2	558000,000	259000,000
3	558000,000	248000,000
4	544500,000	248000,000

- 3.3. Zachowaj efekty edycji za pomocą narzędzia *Save* (*Zachowaj*) na karcie *Edit* (*Edycja*) w grupie *Manage Edits* (*Zarządzanie edycją*).
- 3.4. Zmień styl obiektów warstwy *obszar_badan* na wypełnienie transparentne z krawędzią koloru czerwonego o szerokości 2 pt.
- 3.5. Jeśli to konieczne zmień hierarchię warstw w panelu *Contents* ([Ryc. 12](#)).

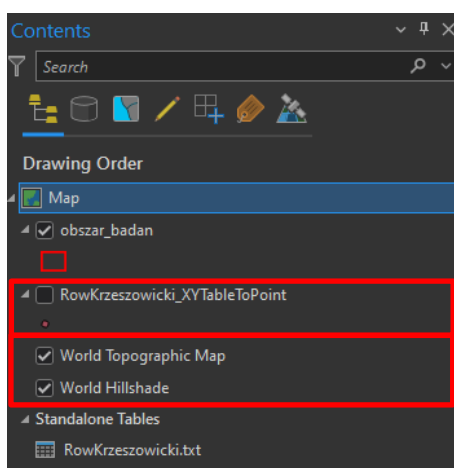


Ryc. 12. Granice obszaru badań na tle warstwy punktów pomiaru wysokości NMT

4. Inspekcja obszaru badań za pomocą mapy bazowej

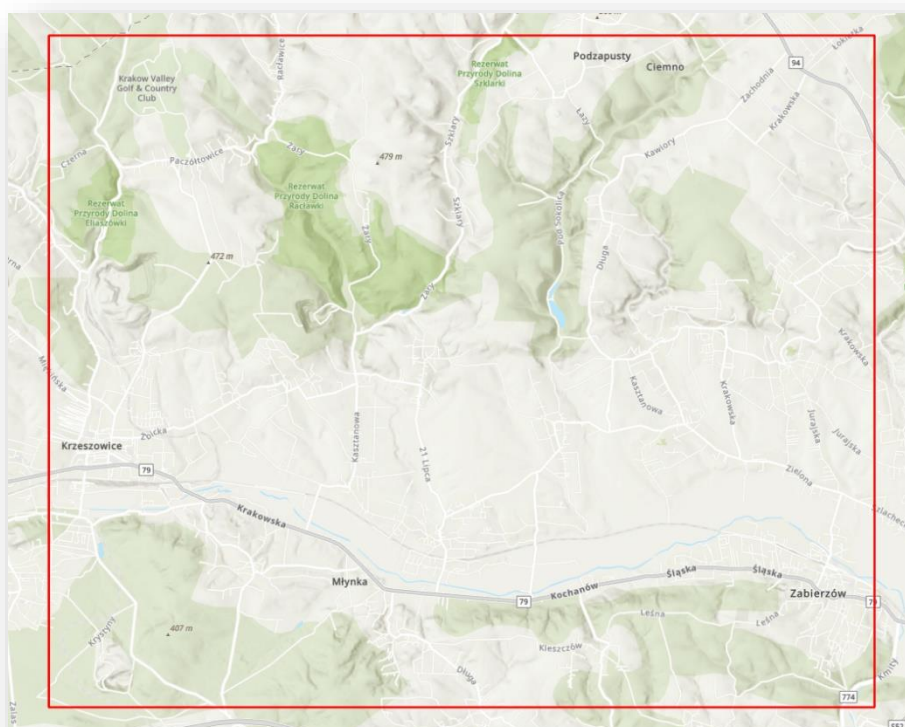
Mamy zadeklarowany obszar badań. Zorientujemy się teraz w jego położeniu względem różnych obiektów topograficznych. Wykorzystamy do tego warstwę mapy bazowej *World Topographic Map* oraz cieniowanego reliefu terenu *World Hillshade*.

- 4.1. Wyłącz w panelu *Contents* widoczność warstwy obiektów punktowych *RowKrzeszowicki_XYTableToPoint* (Ryc. 13).
- 4.2. Sprawdź w panelu *Contents* czy warstwy *World Topographic Map* oraz *World Hillshade* są widoczne (Ryc. 13).



Ryc. 13. Warstwy mapy bazowej World Topographic Map oraz World Hillshade

Jak wynika z [Ryc. 14](#), obszar badań obejmuje część Rowu Krzeszowickiego na odcinku Krzeszowice-Zabierzów, wraz z obszarami przyległymi Płyty Ojcowskiej (na północy) i Garbu Tenczyńskiego (na południu). W analizowanym obszarze występuje część dolinek podkrakowskich (Szkłarki, Będkowska, Kobylańska i Bolechowicka) należących do Parku Krajobrazowego Dolinki Krakowskie.



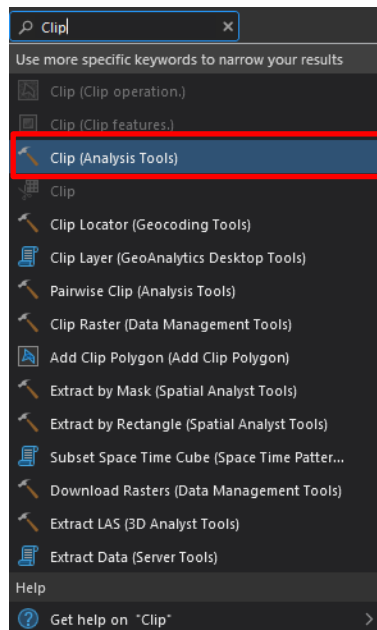
Ryc. 14. Obszar badań na tle mapy bazowej

5. Wycięcie punktów NMT do zakresu obszaru badań

Punkty pomiarowe wysokości n.p.m. widoczne na [Ryc. 12](#) tworzą nieregularną chmurę. Ograniczmy je wycinając fragment w granicach obszaru badań zadeklarowanego

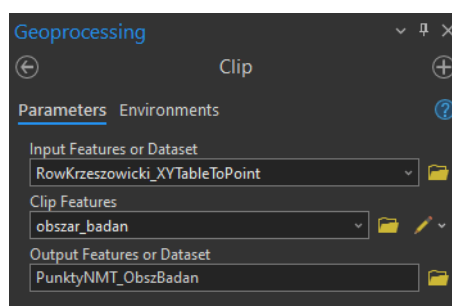
współrzędnymi (Tab. 1). Wycięte punkty utworzą nową klasę obiektów punktowych PunktyNMT_ObszBadan.

- 5.1. W okienku *Command Search* (*Wyszukiwanie narzędzi*) znajdującym się w górnej części okna aplikacji wpisz nazwę narzędzia wycinania danych wektorowych „Clip” (*Przytnij*).
- 5.2. Z wyników wyszukiwania wybierz narzędzie *Clip* (*Analysis Tools*) (Ryc. 15).



Ryc. 15. Wyniki wyszukiwania narzędzia *Clip*

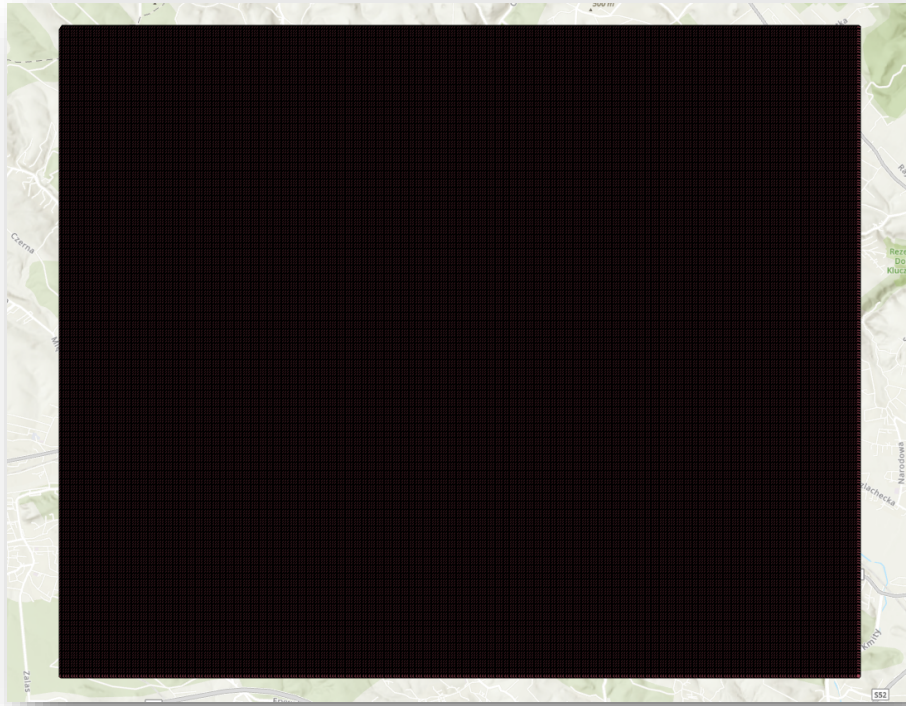
- 5.3. Uruchom narzędzie geoprzetwarzania (*Geoprocessing*) *Clip*.
- 5.4. Jako klasę wejściową (*Input Features or Datasets*) (klasa, która będzie przycinana) wprowadź warstwę obiektów punktowych RowKrzeszowicki_XYTableToPoint (Ryc. 16).
- 5.5. Jako klasę wycinającą (*Clip Features*) – granice obszaru badań obszar_badan.
- 5.6. Wycięte dane (*Output Features or Datasets*) zapiszemy jako klasę obiektów punktowych w geobazie projektowej RowKrzeszowicki.gdb pod nazwą PunktyNMT_ObszBadan.



Ryc. 16. Panel dialogowy *Geoprocessing* z opcjami narzędzia geoprzetwarzania *Clip*

- 5.7. Uruchom narzędzie geoprzetwarzania przyciskiem *Run*.

W wyniku działania narzędzia *Clip* otrzymujemy klasę obiektów punktowych przyciętą w granicach obszaru badań ([Ryc. 17](#)).



Ryc. 17. Punkty NMT przycięte w granicach obszaru badań

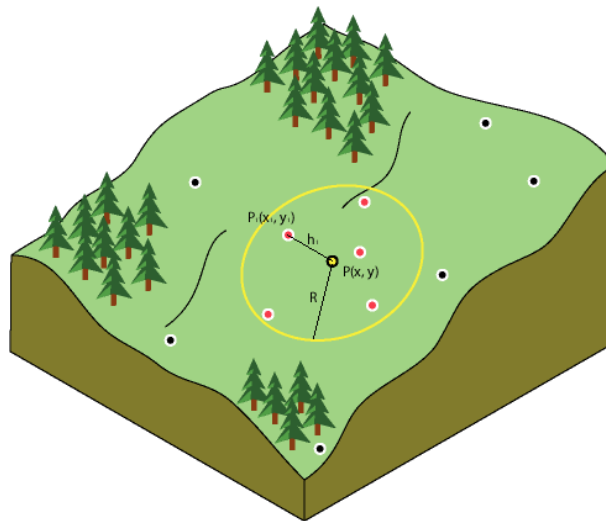
- 5.8. Wyłącz w panelu *Contents* widoczność warstwy PunktyNMT_ObszBadan.
- 5.9. Wyłącz w panelu *Contents* widoczność warstw bazowych World Topographic Map oraz World Hillshade.

6. Interpolacja powierzchni NMT

Interpolacja przestrzenna to procedura szacowania wartości cechy w nieopróbowanych punktach na obszarze objętym istniejącymi pomiarami. Istnieje wiele metod interpolacji dających czasem niepodobne wyniki. Zapoznanie się z nimi wszystkimi wykracza jednak poza to ćwiczenie.

W związku z charakterem danych (regularna, gęsta siatka punktów) oraz docelowym przeznaczeniem NMT, spośród różnych metod interpolacji wybrano **Inverse Distance Weight** (IDW, *Metoda Odwrotnej Odległości*). Jest ona jedną z prostszych metod interpolacji dających jednocześnie dobre rezultaty. Jest oparta na założeniu tzw. **autokorelacji przestrzennej** zmiennej zregionalizowanej. Upraszczając oznacza to, że wartość badanej cechy w danym punkcie (tu – wysokość n.p.m.) jest zależna od wartości tej cechy w jej najbliższym otoczeniu (najbliższych punktach bazowych). Wartości

mierzone w odległych punktach mają znaczenie mniejsze lub nie mają go w ogóle. W praktyce wyznaczane jest koło (dalej nazywane ruchomym oknem), w którego środku znajduje się punkt o poszukiwanej wartości badanej cechy. Jego promień (R) definiowany jest przez użytkownika i powinien być wyznaczony tak aby w jego obrębie znalazło się najlepiej kilkanaście punktów o znanej wysokości (dalej – punkty bazowe) (domyślnie 12). Tylko punkty zawarte wewnątrz ruchomego okna są brane pod uwagę przy estymacji wartości cechy w punkcie $P(x, y)$ (Ryc. 18). W następnym kroku mierzone są odległość h_i od każdego punktu bazowego $P_i(x_i, y_i)$ leżącego wewnątrz ruchomego okna do punktu centralnego $P(x, y)$. Wartość badanej cechy w punkcie $P(x, y)$ obliczana jest według wzoru (1).



Ryc. 18. Metodyka interpolacji metodą IDW; punkt żółty $P(x,y)$ – punkt o nieznanej wysokości n.p.m., którego wartość chcemy oszacować; punkty czarne – punkty bazowe (o znanej wysokości) nie wykorzystywane do oszacowania wysokości punktu $P(x,y)$; żółty okrąg – ruchome okno definiujące, które punkty bazowe będą wykorzystywane do oszacowania wysokości punktu $P(x,y)$; czerwone punkty – punkty bazowe wykorzystywane do oszacowania wysokości punktu $P(x,y)$

$$F(x, y) = \sum_{i=1}^n w_i f(x_i, y_i) \quad (1)$$

gdzie:

n – liczba punktów bazowych leżących wewnątrz ruchomego okna o środku w punkcie $P(x, y)$ i promieniu R ,

w_i – obliczane cząstkowe współczynniki wagowe (zob. niżej),

$f(x_i, y_i)$ – obserwowana wartość badanej cechy w i -tym punkcie bazowym.

Interpolacja metodą IDW uzależnia obliczanie współczynników wagowych od przyjętej wartości współczynnika p (*Power*). Kontroluje on znaczenie punktów otaczających interpolowaną lokalizację. Wyższa wartość wskaźnika powoduje mniejszy wpływ odległych punktów. Wartością wskaźnika *Power* może być dowolna liczba

rzeczywista większa od 0, ale najbardziej rozsądne wyniki uzyskuje się przy użyciu wartości od 0,5 do 3. Wartość domyślna to 2.

W metodzie **Inverse weighting method** ($p = 1$) interpolowana wartość jest równa sumie stosunków wartości cechy w punktach bazowych i ich odległości od komórki estymowanej podzieloną przez sumę odwrotności odległości od wszystkich punktów biorących udział w obliczeniach ($p = 1$) (2).

Drugą metodą obliczania współczynników wagowych jest metoda **Inverse Squared weighting method** ($p = 2$). Wybranie jej powoduje, że podczas obliczania wag, zamiast odległości pomiędzy komórkami obliczane są ich kwadraty ($p = 2$) (2). Wybór tej metody spowoduje znaczący wzrost wagi punktów bazowych położonych bliżej punktu interpolowanego. Ich znaczenie wzrośnie w stosunku do pierwszej metody.

Cząstkowe współczynniki wagowe obliczamy ze wzoru (2)

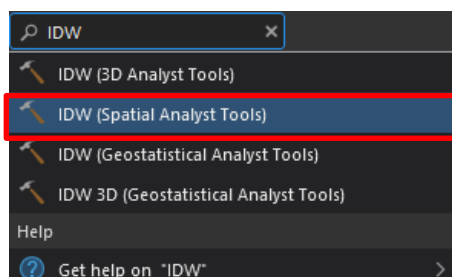
$$w_i = \frac{\left(\frac{1}{h_i}\right)^p}{\sum_{i=1}^n \left(\frac{1}{h_i}\right)^p} \quad (2)$$

$$h_i = \sqrt{(x - x_i)^2 + (y - y_i)^2} \quad (3)$$

h_i – odległość i -tego punktu od środka ruchomego okna,
 p – dowolny wykładnik potęgowy. Im większe jest p , tym większe znaczenie mają punkty bazowe leżące blisko (x, y) . W praktyce najczęściej zależność ta jest liniowa ($p = 1$) lub jest podniesiona do potęgi 2 lub 3.

Metoda IDW pozostawia niezmiennione, oryginalne wartości danych wejściowych w punktach bazowych. Analiza posiada jedną poważną wadę polegającą na tym, że wygenerowana powierzchnia ma charakter spłaszczony. Żaden z wyinterpolowanych punktów nie może posiadać wartości wyższej od najwyższej wartości ani niższej od najniższej wartości spośród punktów bazowych biorących udział w obliczeniach.

- 6.1. W okienku *Command Search* (*Wyszukiwanie narzędzi*) znajdującym się w górnej części okna aplikacji wyszukaj narzędzie interpolacji IDW (Ryc. 19).



Ryc. 19. Wyszukanie narzędzia interpolacji metoda IDW

- 6.2. Uruchom narzędzie *IDW (Spatial Analyst Tools)* (zob. [Ryc. 21](#)).
- 6.3. W polu *Input point features (Wejściowy zbiór punktów)* wprowadź warstwę wyciętych punktów bazowych PunktyNMT_ObszBadan.
- 6.4. W polu *Z value field (Pole wartości Z)* wprowadź nagłówek atrybutu przechowującego wartości wysokości n.p.m. – z.
- 6.5. *Rastrowy zbiór wynikowy (Output raster)* zapiszmy w folderze /NMT/ pod nazwą NMT_IDW.
- 6.6. Przybliżoną, rekomendowaną wielkość komórki podstawowej (piksela) rastra interpolowanej powierzchni (*Output cell size*) określimy zgodnie z metodyką przedstawioną przez [Tomislava Hengla \(2006\)](#). Do obliczeń zastosujemy regułę właściwą dla regularnych siatek punktów bazowych (4).

$$k = 0.5 \sqrt{\frac{A}{N}} \quad (4)$$

gdzie:

k – rekomendowana rozdzielczość siatki interpolacyjnej (wielkość komórki podstawowej – piksela),

A – powierzchnia obszaru badań [m^2],

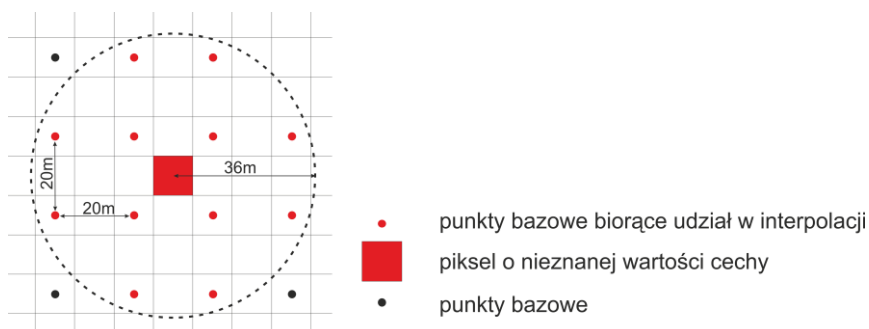
N – całkowita liczba punktów bazowych.

Niezbędnych danych dostarczają klasy obszar_badan oraz PunktyNMT_ObszBadan ([Tab. 2](#)).

Tab. 2. Parametry projektu. Pole powierzchni obszaru badań i liczbę punktów bazowych zaczerpnięto z odpowiednich klas obiektów

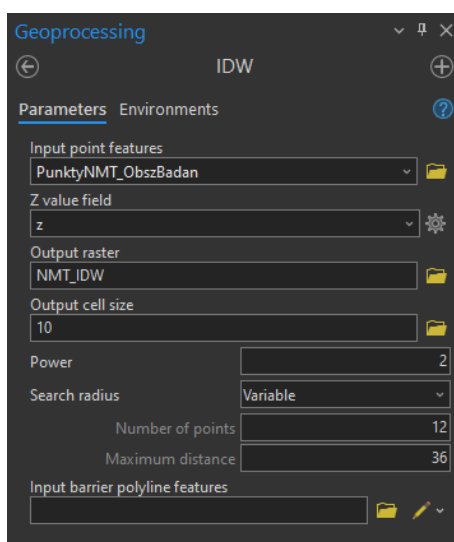
$A [\text{m}^2]$	148500000
$N [-]$	371799
k	~10

- 6.7. Wielkość promienia ruchomego okna określono na 36 m, zgodnie z ideą przedstawioną na [Ryc. 20](#).



Ryc. 20. Wyznaczanie promienia interpolacji w metodzie IDW

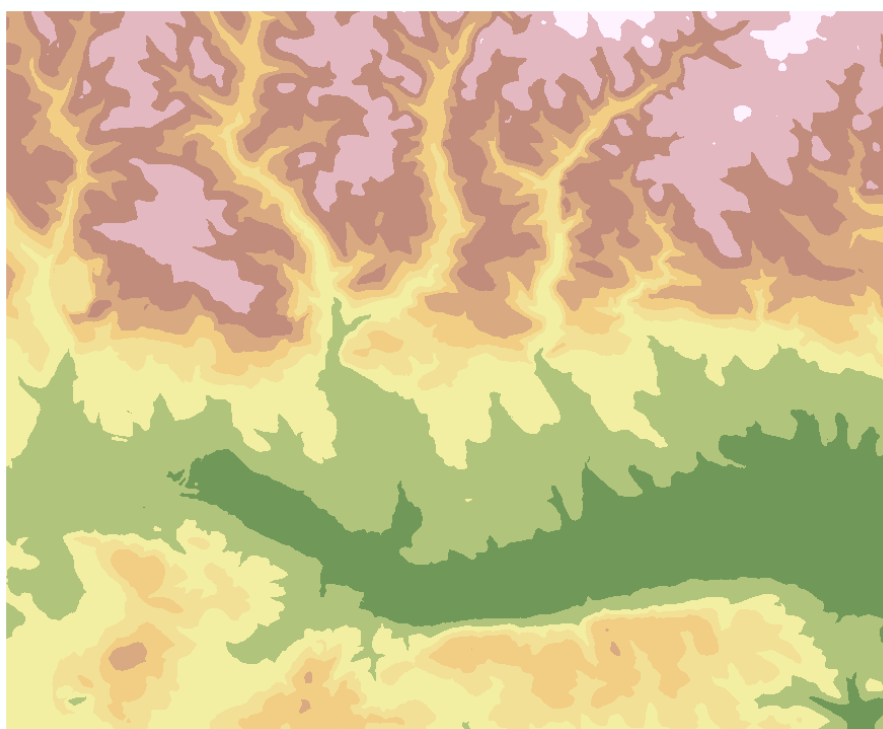
- 6.8. Sprawdź czy wszystkie parametry interpolacji wprowadziłeś poprawnie ([Ryc. 21](#)).



Ryc. 21. Parametry interpolacji rastra NMT_IDW metodą IDW

6.9. Jeśli parametry są poprawne, naciśnij przycisk *Run* i uruchom interpolację.

W wyniku interpolacji otrzymujemy raster NMT_IDW. Domyślnie jest on skategoryzowany w 9 kategoriach (Ryc. 22).



Ryc. 22. Wyinterpolowana powierzchnia morfologiczna fragmentu otoczenia Rowu Krzeszowickiego

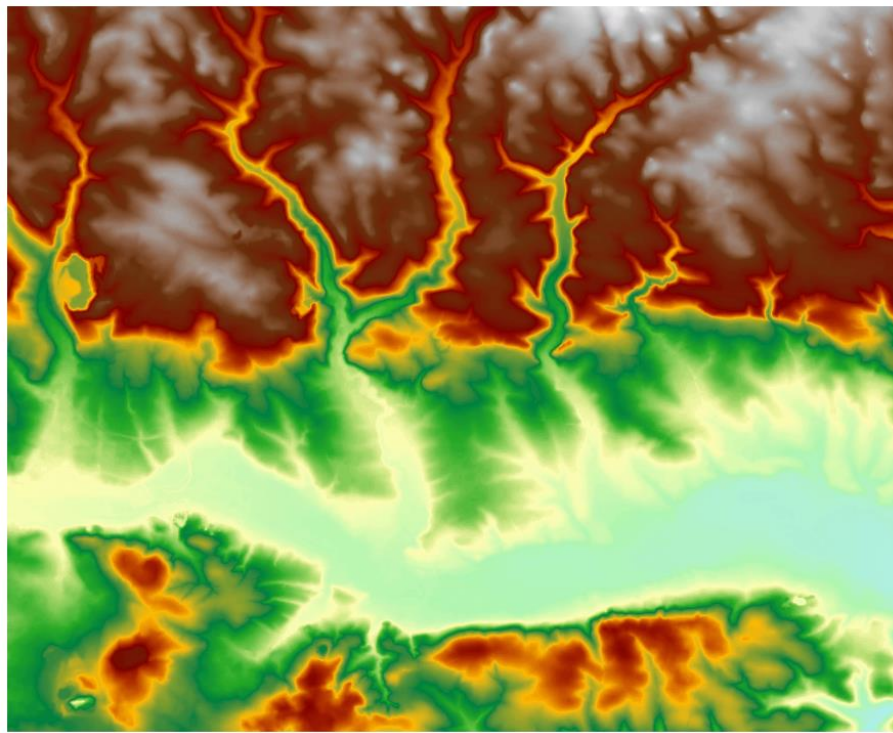
6.10. Usuń z panelu *Contents* niepotrzebne już warstwy

RowKrzeszowicki_XYTableToPoint, PunktyNMT_ObszBadan oraz tabelę RowKrzeszowicki.txt.

7. NMT ciągły

Jak już wspomniano, [Ryc. 22](#) przedstawia NMT w postaci mapy warstwicznej podzielonej na 9 zakresów wysokości terenu. Wyświetlmy teraz NMT w skali ciągłej, w której każdy piksel ma unikalną barwę zależną od swojej wysokości.

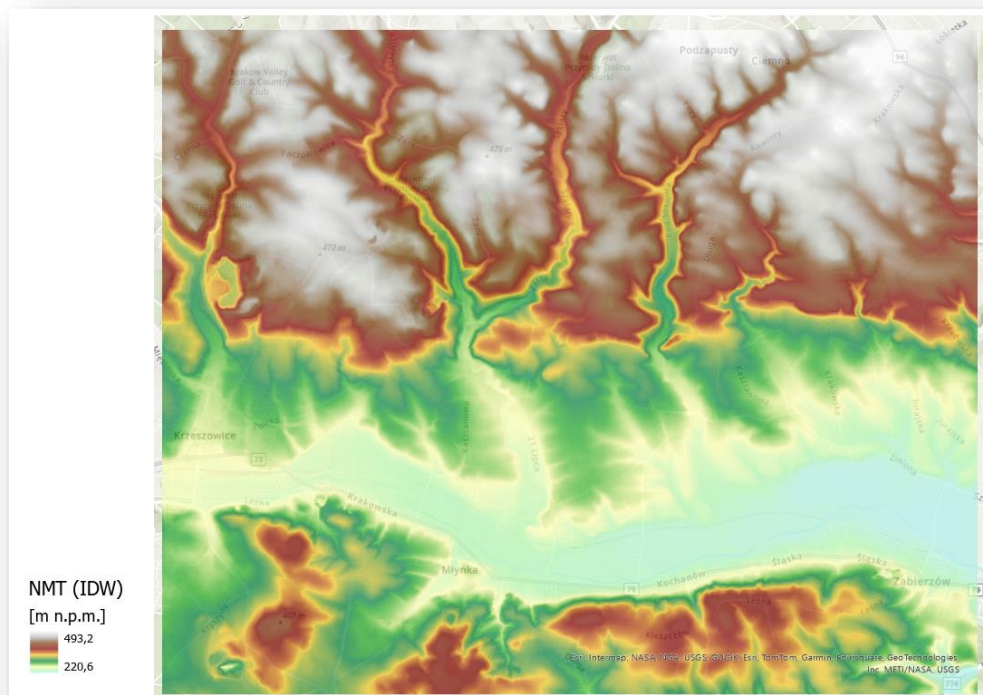
- 7.1. W tym celu zaznacz w panelu *Contents* warstwę NMT_IDW, a następnie wejdź na kartę *Raster Layer (Warstwa rastrowa)* i w grupie *Rendering (Renderowanie)* z menu *Symbology (Symbolizacja)* wybierz polecenie *Stretch (Rozciągnięcie)*.
- 7.2. W otwartym panelu *Symbology – NMT_IDW (Symbolizacja – NMT_IDW)* zmień schemat barw (*Color scheme*) na zgodny z [Ryc. 23](#).



Ryc. 23. Powierzchnia morfologiczna otoczenia Rowu Krzeszowickiego symbolizowana w skali ciągłej

- 7.3. W panelu *Contents* zaznacz warstwę NMT_IDW, a następnie przejdź do karty *Raster Layer (Warstwa rastrowa)* i w grupie *Effects (Efekty)* zmień właściwość *Transparency (Przezroczystość)* na 30%.

- 7.4. W panelu *Contents* włącz widoczność warstw bazowych: World Topographic Map i World Hillshade.
- 7.5. W panelu *Contents* zmień nazwę tworzonej mapy z Map na „1. NMT ciągły”. W dalszym ciągu ćwiczenia utworzymy wiele map i znaczące nazwy pozwolą nam zachować projekt w należyтым porządku.
- 7.6. W panelu *Contents* zmień nazwę warstwy NMT_IDW na NMT (IDW). Zmieniona nazwa przyda nam się podczas generowania legendy.
- 7.7. Przejdź do karty *Insert (Wstaw)*. Korzystając z narzędzia *New Layout (Nowy układ)* utwórz nowy *Layout (Układ)* w formacie A4 i w widoku poziomym (*landscape*).
- 7.8. Zmień nazwę utworzonego układu na „1. Layout NMT ciągły”.
- 7.9. Do utworzonego układu, za pomocą menu *Map Frame (Ramka mapy)* na karcie *Layout*, w grupie *Map Frames (Ramki mapy)*, dodaj ramkę mapy 1. NMT ciągły. Trzymając wciśnięty przycisk myszy zaznacz położenie ramki na powierzchni układu.
- 7.10. Korzystając z właściwości ramki (*Properties*) zmień rozmiar dodanej ramki mapy na 250 mm × 205 mm.
- 7.11. Ułóż ramkę w prawej części układu.
- 7.12. Dla mapy zastosuj skalę 1:55000.
- 7.13. Dodaj i popraw legendę na zgodną z [Ryc. 24](#).



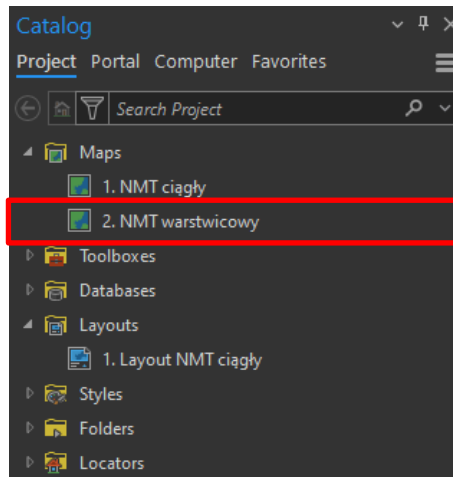
Ryc. 24. Mapa hipsometryczna (ciągła) otoczenia Rowu Krzeszowickiego

Układ prezentujący NMT w postaci zmiennej zregionalizowanej ciągłej jest gotowy. W kolejnym etapie ćwiczenia utworzymy mapę warstwicową.

8. NMT warstwicowy

W tym etapie ćwiczenia utworzymy NMT skategoryzowany w przyjętych klasach.

- 8.1. W panelu *Catalog* na karcie *Maps (Mapy)* zduplikuj mapę 1. NMT ciągły. Zduplikowaną mapę nazwij „2. NMT warstwicowy” (Ryc. 25).

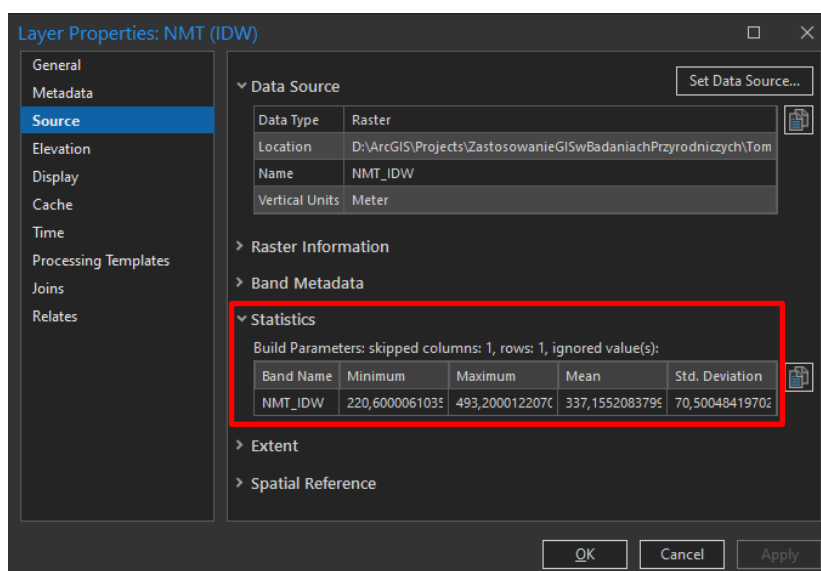


Ryc. 25. Panel *Catalog* z widoczną zawartością projektu RowKrzeszowicki po utworzeniu mapy 2. NMT warstwicowy

- 8.2. Otwórz do edycji mapę 2. NMT warstwicowy.

We właściwościach rastra NMT sprawdźmy jak w badanym obszarze zmienia się rzędna Z.

- 8.3. W panelu *Contents* kliknij ppm na warstwie NMT (IDW) i z menu kontekstowego wybierz polecenie *Properties (Właściwości)*.
- 8.4. W oknie dialogowym *Layer Properties: NMT (IDW) (Właściwości warstwy: NMT (IDW))* wchodzimy do opcji *Source (Źródło)* i pod nagłówkiem *Statistics (Statystyki)* wyszukujemy odpowiednich informacji (Ryc. 26).



Ryc. 26. Statystyki zmiennej Z rastra NMT (IDW)

Widzimy, że wysokość w obszarze badań zmienia się w zakresie 220,6–493,2 m n.p.m., przy średniej wysokości pikseli 337,1 m n.p.m. i odchyleniu standardowym 70,5 m n.p.m.

8.5. Wyłącz okno *Layer Properties: NMT (IDW)*.

Utworzymy teraz mapę warstwicową. Mapy takie przedstawiają NMT jako warstwy, tj. grupy pikseli o podobnej wysokości. Tworzonych jest n kategorii – przedziałów wysokości, które pokrywają cały zakres zmienności rzędnej Z . Poszczególne grupy pikseli tworzą obszary położone w odpowiednich przedziałach wysokości, np. 100–120 m n.p.m.; 120–140 m n.p.m. itd.













W naszej mapie utworzymy kategorie od 200 m n.p.m. do 500 m n.p.m. Pokryje to cały zakres zmienności pikseli naszego NMT (220,6–493,2 m n.p.m.). Musimy więc podzielić na kategorie przedział 300 m wysokości. Tworząc warstwy co 25 m musimy go podzielić na 12 kategorii (200–225 m n.p.m.; 225–250 m n.p.m.; 250–275 m n.p.m.; itd...).

8.6. Zaznacz w panelu *Contents* warstwę *NMT (IDW)*. Na karcie *Raster Layer (Warstwa Rastrowa)*, w grupie *Rendering (Renderowanie)* z menu *Symbology (Symbolizacja)* zamiast opcji wyświetlania danych *Stretch (Rozciągnięcie)* ponownie wybierz polecenie *Classify (Klasyfikacja)*⁴.

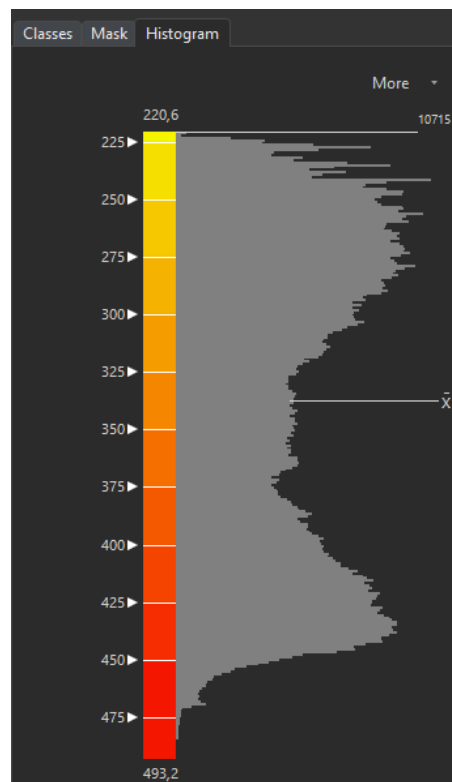
⁴ Jeżeli oprogramowanie *ArcGIS Pro* zgłasza problem związany ze zbyt dużą liczbą przetwarzanych danych, przejdź do ustawień: *Project > Options > Raster and Imagery > Raster Dataset* i zmień domyślną wartość opcji *Maximum number of unique values to display* na 3000000.

- 8.7. Jako liczbę klasy (*Classes*) wybierz wobec tego 12, a jako metodę klasyfikacji (*Method*) wybierz *Manual Interval* (*Interwały manualne*).
- 8.8. W kolumnie *Upper Value* (*Górna granica klasy*) wprowadzamy górne wartości graniczne poszczególnych kategorii wysokości, kolejno: 225; 250; 275; ... itd. (Ryc. 27).

A

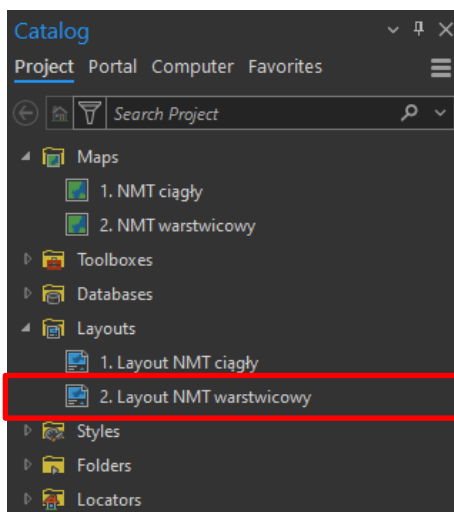
Classes		
Color	Upper value	Label
	≤ 225,0	220,601 - 225
	≤ 250,0	225,001 - 250
	≤ 275,0	250,001 - 275
	≤ 300,0	275,001 - 300
	≤ 325,0	300,001 - 325
	≤ 350,0	325,001 - 350
	≤ 375,0	350,001 - 375
	≤ 400,0	375,001 - 400
	≤ 425,0	400,001 - 425
	≤ 450,0	425,001 - 450
	≤ 475,0	450,001 - 475
	≤ 500,0	475,001 - 500

B



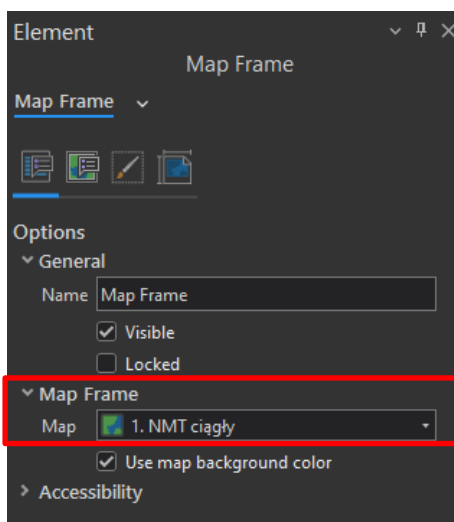
Ryc. 27. Klasyfikacja wartości pikseli NMT; A – tabela definiująca granice przedziałów klasowych; B – histogram klasyfikacji

- 8.9. Dobierz schemat barw (*Color scheme*) od zieleni do czerwieni.
- 8.10. Zmień wartości etykiet legendy (*Label*) na format 200,0–225,0. Zwróć uwagę aby zamiast półpauzy używać dywiza („–”).
- 8.11. W panelu *Catalog* zduplikuj układ 1. *Layout NMT* ciągły. Zmień nazwę zduplikowanego układu na 2. *Layout NMT* warstwowy (Ryc. 28).



Ryc. 28. Panel *Catalog* z widoczną zawartością projektu RowKrzyszowski po utworzeniu układu 2. Layout NMT warstwowy

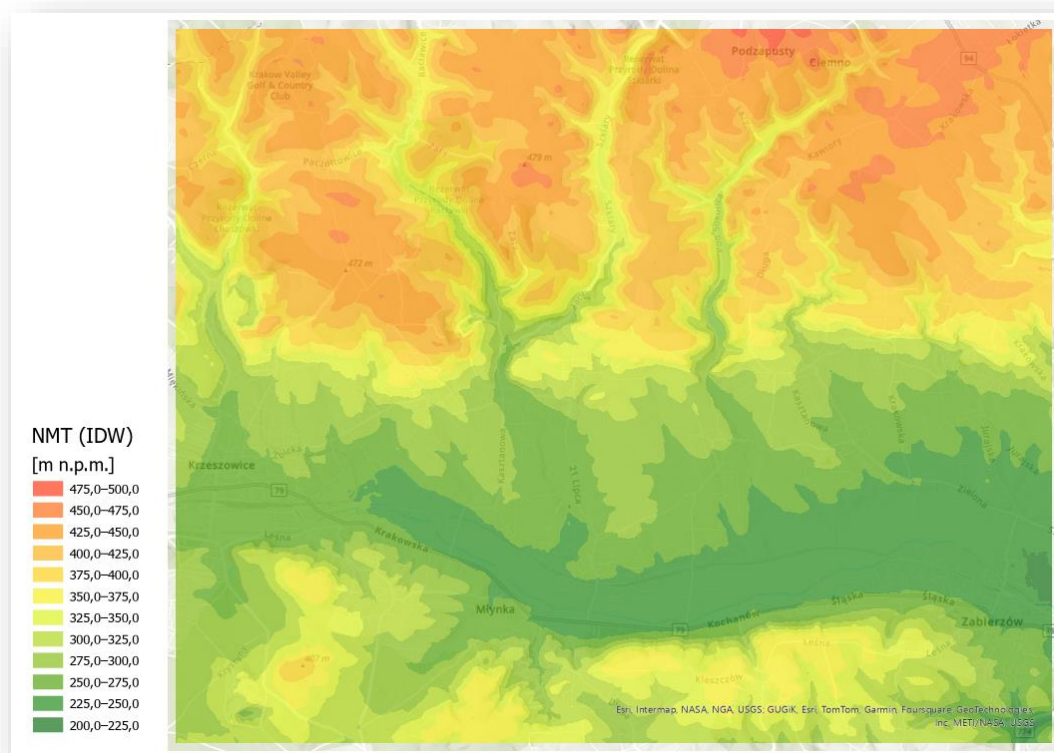
- 8.12. Otwórz układ 2. Layout NMT warstwowy do edycji.
- 8.13. W panelu *Contents* kliknij ppm ramkę mapy *Map Frame* i z menu kontekstowego wybierz polecenie *Properties* (*Właściwości*).
- 8.14. W otworzonym panelu *Element – Map Frame* zmień mapę ramki danych z 1 NMT ciągły na 2. NMT warstwowy (Ryc. 29).



Ryc. 29. Panel *Element – Map Frame* umożliwiający zmianę mapy wewnątrz ramki danych

- 8.15. W panelu *Contents* kliknij ppm warstwę NMT (IDW) i z menu kontekstowego wybierz polecenie *Zoom To Layer* (*Powiększ do zakresu warstwy*).
- 8.16. Dla mapy zastosuj skalę 1:55000.
- 8.17. Przejdź do okna mapy 2. NMT warstwowy i w panelu *Symbology* (*Symbolizacja*) wysortuj elementy legendy od wartości najniższych (na dole) do najwyższych (na górze).

W wyniku klasyfikacji otrzymujemy skategoryzowany NMT (Ryc. 30).



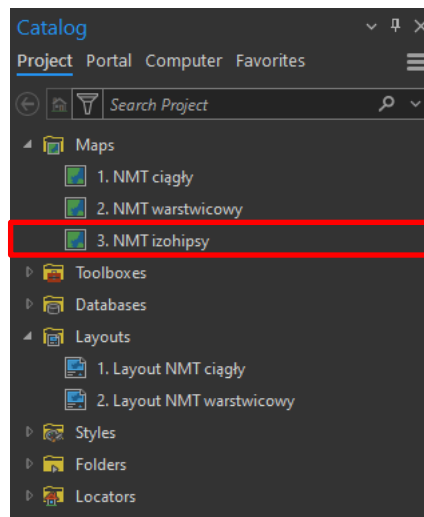
Ryc. 30. Mapa warstwiczna rejonu Rowu Krzeszowickiego

8.18. Zachowaj projekt.

9. NMT z izohipsami

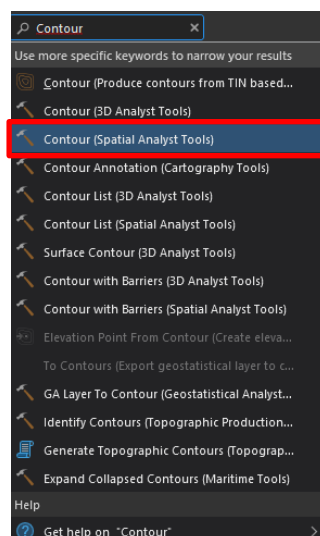
Utworzymy teraz mapę NMT z konturami izolinii.

- 9.1. W panelu *Catalog*, na karcie *Maps (Mapy)* zduplikuj mapę 2. NMT warstwowy. Zduplikowaną mapę nazwij „3. NMT izohipsy” (Ryc. 31).



Ryc. 31. Panel *Catalog* z widoczną zawartością projektu RowKrzeszowicki po utworzeniu mapy 3. NMT izohipsy

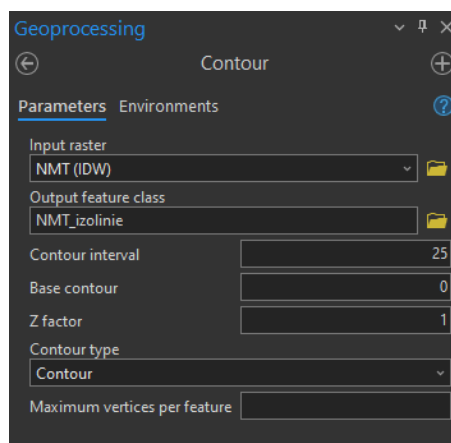
- 9.2. Otwórz do edycji mapę 3. NMT izohipsy.
- 9.3. W okienku *Command Search* (*Wyszukiwanie narzędzi*) znajdującym się w górnej części okna aplikacji wyszukaj narzędzie tworzenia linii konturowych na podstawie rastra – *Contour* (Ryc. 32).



Ryc. 32. Lokalizacja narzędzia tworzenia linii konturowych na podstawie rastra – *Contour (Spatial Analyst Tools)*

- 9.1. Uruchom narzędzie *Contour (Spatial Analyst Tools)*.
- 9.2. W polu *Input raster (Raster wejściowy)* wprowadź warstwę NMT (IDW) (Ryc. 33).
- 9.3. Klasę danych wyjściowych z wygenerowanymi izoliniami zapiszemy do geobazy projektowej RowKrzeszowicki.gdb. Jako nazwę klasy izolinii wprowadź NMT_izolinie.
- 9.4. Jako interwał linii konturowej (*Contour interval*) wprowadź wartość z kategoryzacji NMT – czyli 25 m.

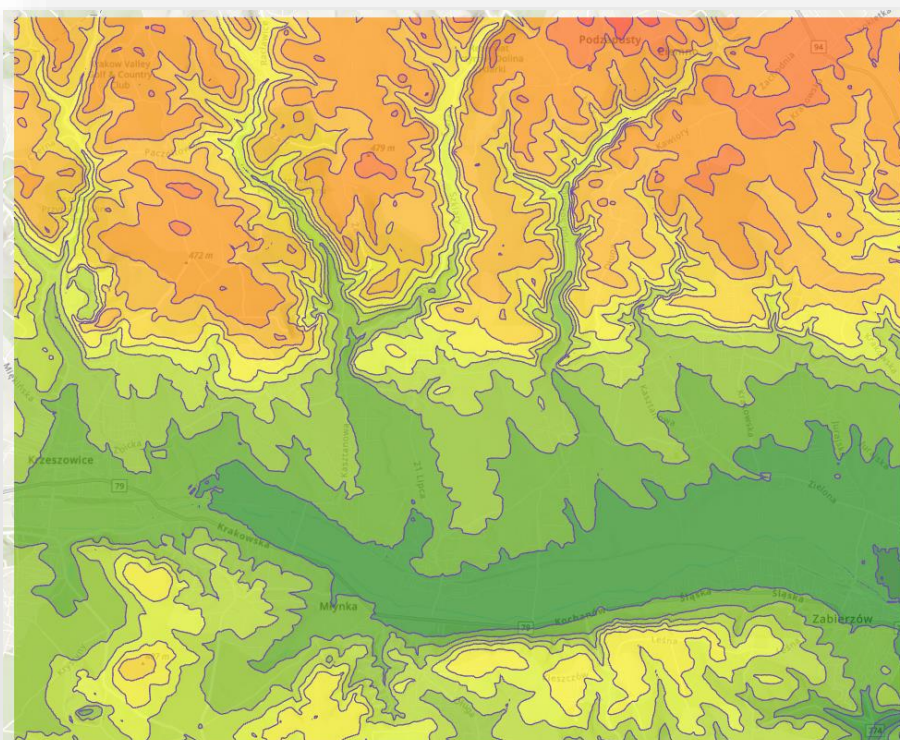
- 9.5. Jako wartość bazową pozostawiamy 0. W pozostałych formularzach pozostaw domyślne wartości.



Ryc. 33. Panel narzędzia geoprzetwarzania *Contour*

- 9.6. Po uzupełnieniu formularza uruchom narzędzie przyciskiem *Run*.

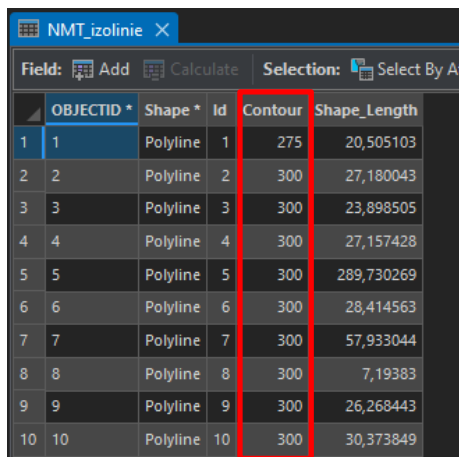
W wyniku działania narzędzia w projektowej geobazie zostanie utworzona klasa obiektów *NMT_izolinie*. Warstwa o takiej samej nazwie zostanie dodana do panelu zawartości (Ryc. 34).



Ryc. 34. Skategoryzowany NMT rejonu Rowu Krzeszowickiego z dodanymi izoliniami

Dodajmy do izohips etykiety wysokości n.p.m.

- 9.7. Otwórz tabelę atrybutową warstwy NMT_izolinie. Jak widać, wartości izolinii są zdeponowane wewnątrz atrybutu Contour (Ryc. 35).



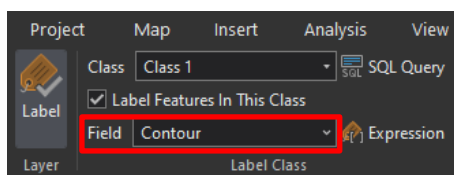
OBJECTID	Shape	Id	Contour	Shape_Length
1	Polyline	1	275	20,505103
2	Polyline	2	300	27,180043
3	Polyline	3	300	23,898505
4	Polyline	4	300	27,157428
5	Polyline	5	300	289,730269
6	Polyline	6	300	28,414563
7	Polyline	7	300	57,933044
8	Polyline	8	300	7,19383
9	Polyline	9	300	26,268443
10	Polyline	10	300	30,373849

Ryc. 35. Fragment tabeli atrybutowej warstwy NMT_izolinie; ramką zaznaczono atrybut przechowujący wartości izohips

- 9.8. Zamknij okno tabeli atrybutowej.
- 9.9. W panelu *Contents* kliknij ppm na warstwie NMT_izolinie i z menu kontekstowego wybierz polecenie *Label* (Etykietuj).

Na mapie pojawiają się etykiety opisujące izohipsy. Niestety ArcGIS Pro wybrał do etykietowania izolinii nie ten atrybut, który jest nam potrzebny i musimy to zmienić.

- 9.10. Na wstążce aplikacji otwórz kartę *Labeling* (Etykietowanie).
- 9.11. W grupie *Label Class* (Etykietowana klasa), w polu *Field* (Pole) zmień atrybut Id na Contour (Ryc. 35, Ryc. 36).



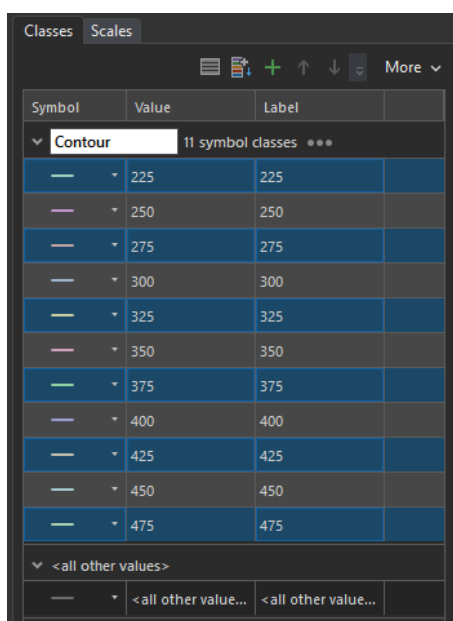
Ryc. 36. Karta *Labeling* z opcją wyboru etykietowanego atrybutu

- 9.12. Zaznacz opcję *Label Features in this Class* (Etykietuj obiekty w tej klasie).

Każdy obiekt warstwy NMT_izolinie jest teraz etykietowany wartością izohipsy. Pozostaje nam jeszcze zadbać o wygląd izolinii i ich etykiet. Pierwszą rzeczą jaką zrobimy będzie podział izolinii na podrzędne (o wartościach, w których na miejscu jedności występuje cyfra „5”) i główne (pozostałe).

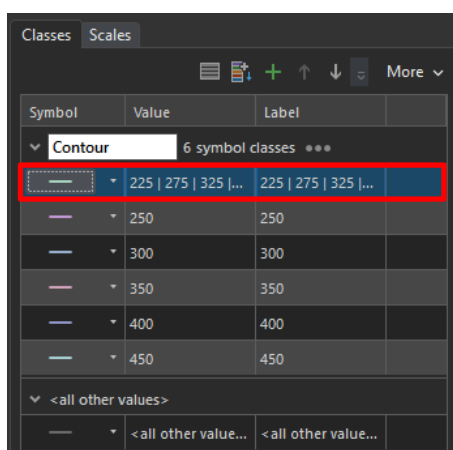
- 9.13. Zaznacz w panelu *Contents* warstwę NMT_izolinie.
- 9.14. Na wstążce aplikacji wejdź na kartę *Feature Layer* (Warstwa obiektów).

- 9.15. W grupie *Drawing (Rysowanie)* rozwiń listę *Symbolology (Symbolizacja)* i wybierz na niej opcję *Unique Values (Wartości unikatowe)*.
- 9.16. Jeśli to konieczne, w polu *Field 1* wybierz atrybut, na którym oprzemy symbolizację – *Contour*.
- 9.17. W panelu *Symbolology – NMT_izolinie* naciśnij na klawiaturze przycisk `ctrl` i trzymając go wciśniętym, zaznacz wszystkie unikatowe wartości izohips, w których w wartościach atrybutu *Contour* na miejscu jedności występuje cyfra „5” ([Ryc. 37](#)).



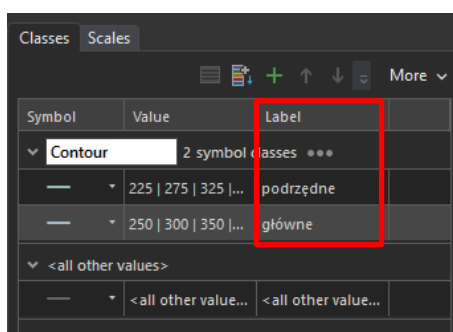
Ryc. 37. Fragment panelu symbolizacji unikalnych obiektów warstwy *NMT_izolinie*; zaznaczono izohipsy podrzędne (w których w wartościach atrybutu *Contour* na miejscu jedności występuje cyfra „5”)

- 9.18. Kliknij ppm na edytowanej tabeli i z menu kontekstowego wybierz polecenie *Group values (Grupuj wartości)*. Zaznaczone wartości zostają zgrupowane w jednej kategorii ([Ryc. 38](#)).



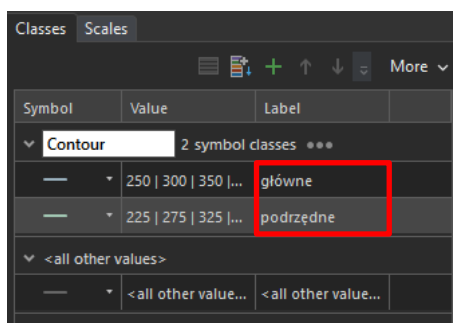
Ryc. 38. Fragment panelu symbolizacji unikalnych obiektów warstwy NMT_izolinie; zaznaczona kategoria zawiera wszystkie wartości izohips podrzędnych

- 9.19. W analogiczny sposób zgrupuj wszystkie pozostałe izolinie. W ten sposób utworzymy kategorię izolinii głównych.
- 9.20. Kategorii izolinii głównych nadaj etykietę (*Label*) „główne”, a kategorii izolinii podrzędnych nadaj etykietę „podrządne” (Ryc. 39).



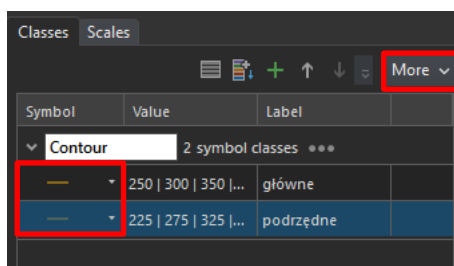
Ryc. 39. Fragment panelu symbolizacji unikalnych obiektów warstwy NMT_izolinie; symbolizowane będą dwie kategorie izolinii: główne i podrządne

- 9.21. Zmień hierarchię kategorii aby na górze (ważniejsze) były izolinie główne, a poniżej podrządne (Ryc. 40).



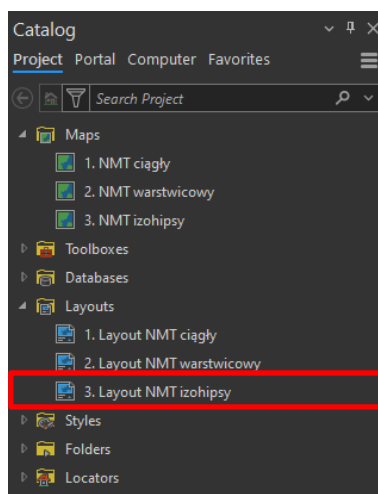
Ryc. 40. Fragment panelu symbolizacji unikalnych obiektów warstwy NMT_izolinie po uporządkowaniu hierarchii obiektów

- 9.22. Korzystając z systemowych, zdefiniowanych symboli obiektów „Contour”, zmień symbolikę izolinii głównych na „Contour, Topographic, Index” oraz podrzędnych na Contour, Topographic, Intermediate”.
- 9.23. Korzystając z opcji *More (Więcej)*, usuń wyświetlenie obiektów o atrybutach innych niż wcześniej zdefiniowane „Show all other values” (Ryc. 41).



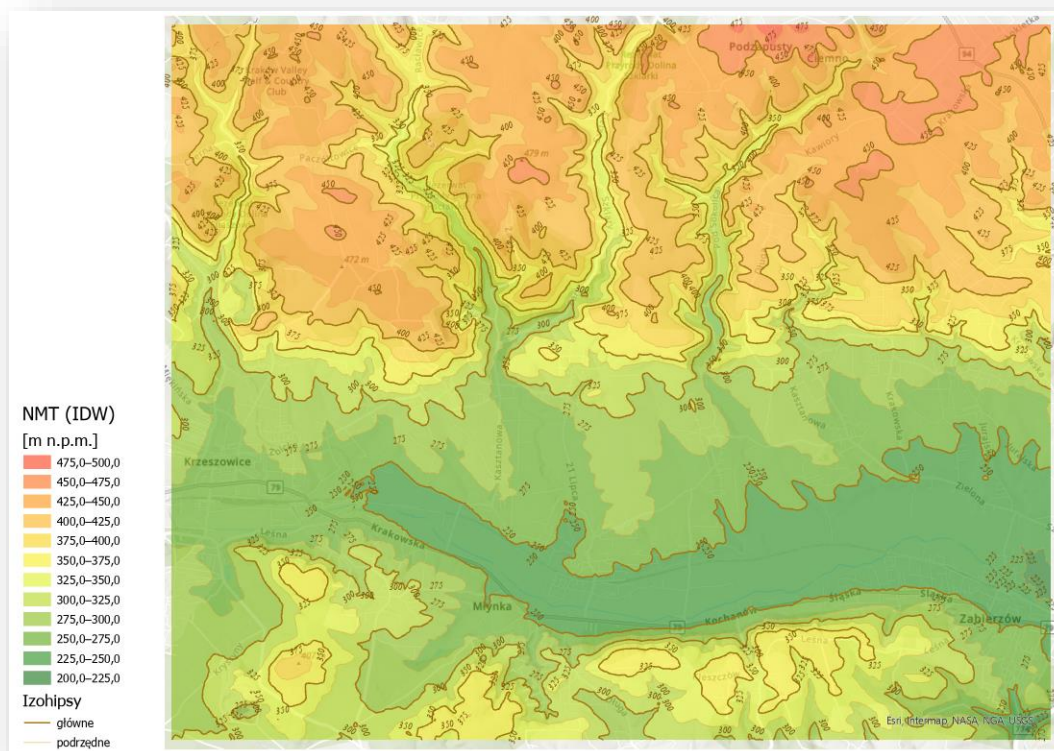
Ryc. 41. Fragment panelu symbolizacji unikalnych obiektów warstwy NMT_izolinie po zmianie symboli izohips oraz usunięciu kategorii „all other values”

- 9.24. Na koniec, na wstążce aplikacji, na karcie *Labeling (Etykietowanie)* zmień styl etykiet izohips na Time New Roman, pochylone, wielkość czcionki: 7 pt.
- 9.25. W panelu *Catalog* zduplikuj układ 1. Layout NMT ciągły. Zmień nazwę zduplikowanego układu na 3. Layout NMT izohipsy (Ryc. 42).



Ryc. 42. Panel *Catalog* z widoczną zawartością projektu RowKrzyszowicki po dodaniu układu 3. Layout NMT izohipsy

- 9.26. Otwórz układ 3. Layout NMT izohipsy do edycji.
- 9.27. Zmień zawartość ramki mapy (*Map Frame*) na mapę 3. NMT izohipsy.
- 9.28. Powiększ mapę do zakresu warstwy NMT (IDW).
- 9.29. Zastosuj skalę 1:55000 i uporządkuj legendę mapy (Ryc. 43).




Ryc. 43. Skategoryzowany NMT rejonu Rowu Krzeszowickiego z izoliniami i etykietami













10. Wyświetlanie NMT z cieniowanym reliefem terenu WMTS

Cieniowany relief terenu dostępny wraz z mapą bazową nie jest dostatecznie kontrastowy i słabo oddaje rzeźbę terenu, dlatego skorzystamy z cieniowanego reliefu terenu udostępnianego przez Geoportal Krajowy.

- 10.1. W panelu *Contents* wyłącz widoczność map bazowych World Topographic Map oraz World Hillshade.
- 10.2. W przeglądarce internetowej wejdź na stronę Geoportalu: [Usługi przeglądania WMS i WMTS](#).
- 10.3. Wyszukaj na niej frazę „Cieniowanie” (Ryc. 44).

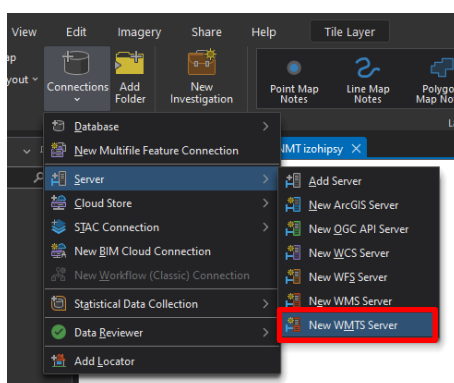


Numeryczny Model Terenu

Rodzaj usługi	Nazwa usługi	Pokaż w geoportalu	Link do adresu usługi
 WMTS	Cieniowanie		Kopiuje adres usługi
 WMS	Cieniowanie		Kopiuje adres usługi
 WMTS	Hipsometria		Kopiuje adres usługi
 WMS	Hipsometria		Kopiuje adres usługi
 WMTS	Cieniowanie i hipsometria		Kopiuje adres usługi
 WMS	Wykaz szczytów		Kopiuje adres usługi

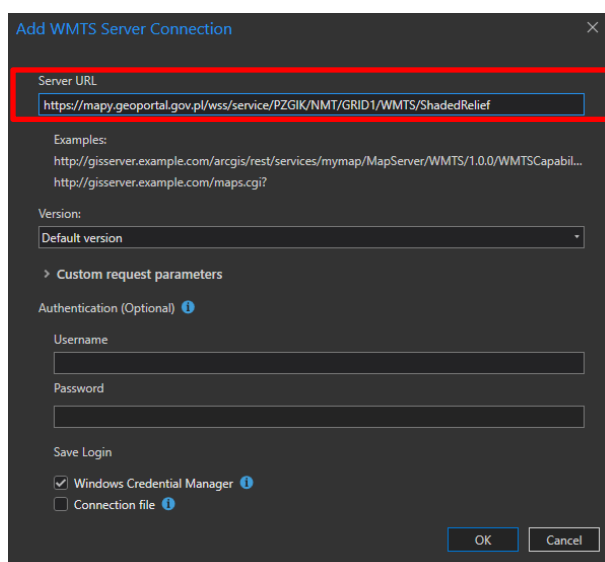
Ryc. 44. Usługi WMS i WMTS związane z NMT udostępniane przez Geoportal; ramką zaznaczono opcję kopiowania adresu usługi WMTS Cieniowanie

- 10.4. Skopiuje adres usługi WMTS Cieniowanie (Ryc. 44).
- 10.5. Powróć do aplikacji ArcGIS Pro.
- 10.6. Otwórz do edycji mapę 3. NMT izohipsy.
- 10.7. Na karcie *Insert* (*Wstaw*), w grupie *Project* (*Projekt*) rozwiń listę *Connections* (*Połączenia*), a w niej grupę *Server* (*Serwer*). Wybierz z niej opcję *New WMTS Server* (*Nowy serwer WMTS*) (Ryc. 45).



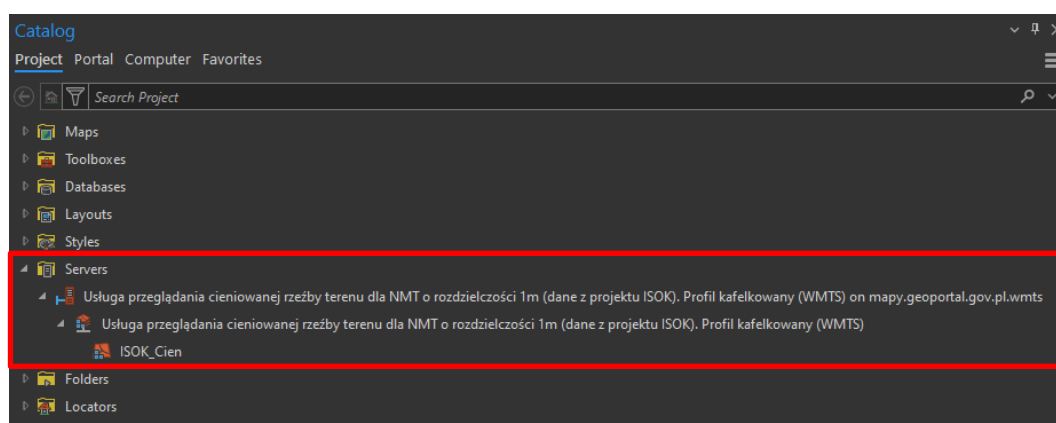
Ryc. 45. Położenie narzędzia dodającego do projektu połączenie z serwerem WMTS

- 10.8. W oknie *Add WMTS Server Connection* (*Dodaj połączenie z serwerem WMTS*) w polu *Server URL* (*URL serwera*) wklej skopiowany adres usługi Geoportalu (Ryc. 46), a następnie naciśnij przycisk *OK*.



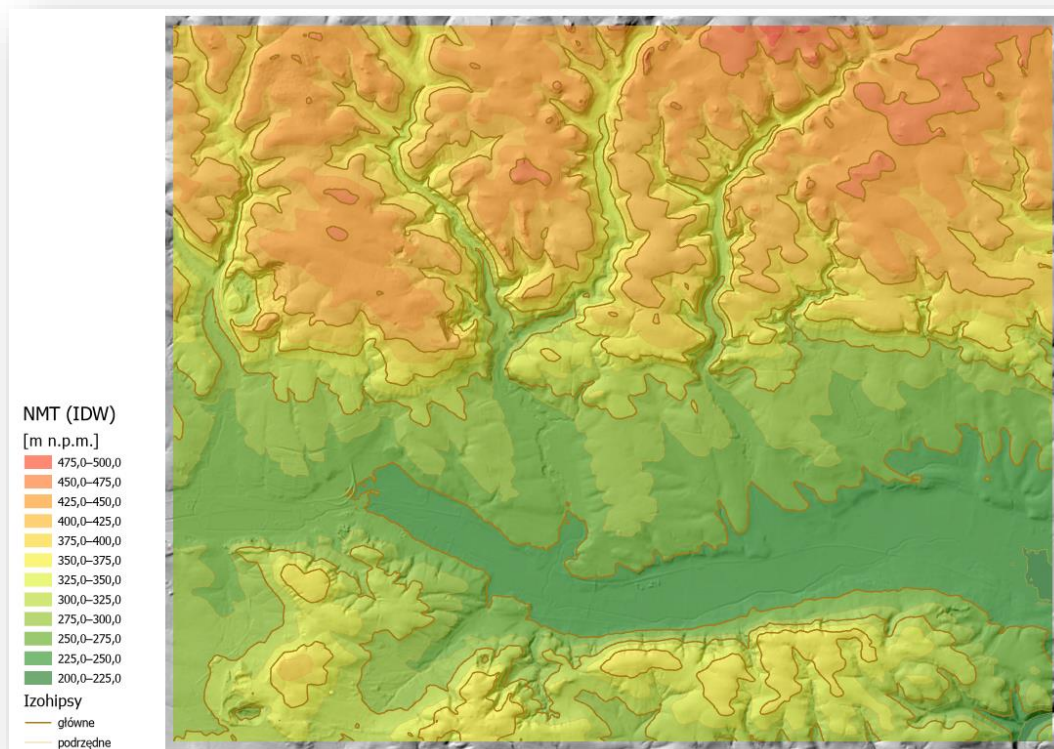
Ryc. 46. Okno dialogowe *Add WMTS Server Connection* z dodaną usługą Geoportalu – Cieniowanie

Usługa zostanie dodana do listy usług bieżącego projektu (Ryc. 47).



Ryc. 47. Usługa ISOK_Cien (Geoportal) dodana do listy zewnętrznych usług projektu

- 10.9. Dodaj do mapy 3. NMT izohipsy usługę ISOK_Cien przeciągając ją z panelu *Catalog* na scenę mapy.
- 10.10. W panelu *Contents* kliknij ppm warstwę NMT_izolinie i w menu kontekstowym poleceniem *Label (Etykietowanie)* wyłącz etykietowanie warstwy.
- 10.11. Otwórz i obejrzyj układ 3. Layout NMT izohipsy z dodanym cieniowanym reliefem terenu ISOK_Cien (Ryc. 48).



Ryc. 48. NMT rejonu Rowu Krzeszowickiego z dodanym z Geoportalu cieniowanym reliefem terenu ISOK_Cien

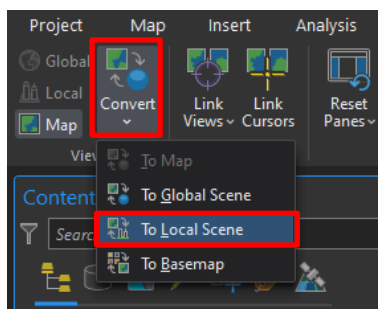
Mapa teraz znacznie lepiej prezentuje niuanse rzeźby terenu.

11. Tworzenie przekrojów morfologicznych

Wykresy profili morfologicznych umożliwiają wizualizację zmian wysokości w przekrojach 3D. Utworzenie przekrojów morfologicznych wymaga posiadania warstwy NMT i wskazania linii, wzdłuż której ma być utworzony profil. Badanie zmian wysokości w obrębie obiektów liniowych jest pomocne w ocenie topografii analizowanego obszaru.

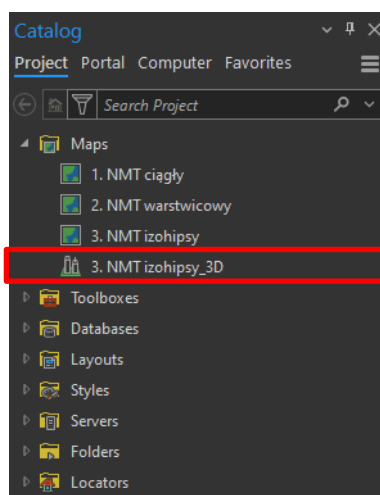
Aby utworzyć przekrój morfologiczny należy przekonwertować mapę na format sceny 3D lokalnej (jeśli obszar analizy nie jest zbyt duży) lub globalnej (dla dużych obszarów).

- 11.1. Aby przekonwertować mapę na scenę lokalną 3D, na karcie *View (Widok)*, w grupie *View (Widok)* wybierz polecenie *Convert (Konwersja)*, a następnie *To Local Scene (Do sceny lokalnej)* (Ryc. 49).



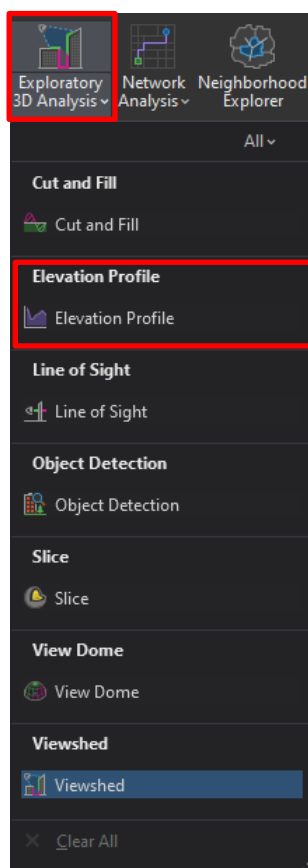
Ryc. 49. Polecenie konwersji mapy do lokalnej sceny 3D

Aplikacja utworzy scenę 3D 3. NMT izohipsy_3D (Ryc. 50).



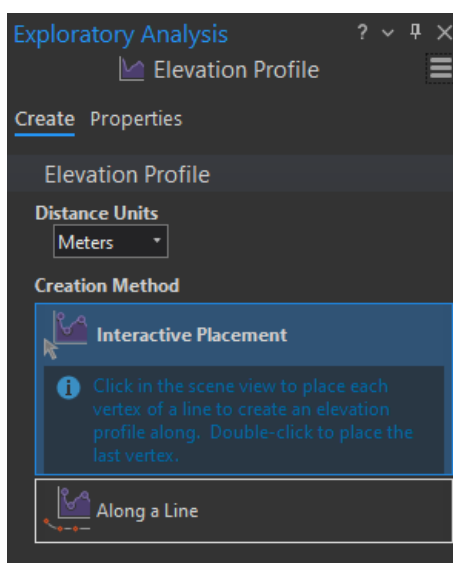
Ryc. 50. Scena 3D 3. NMT izohipsy_3D dodana do listy map projektu

- 11.2. Musimy teraz zdefiniować warstwę opisującą morfologię terenu. W tym celu, w panelu *Contents* kliknij ppm na warstwie *Ground (Grunt)* i z menu kontekstowego wybierz polecenie *Add Elevation Source Layer (Dodaj warstwę źródłową wysokości)*. W otwartym oknie wskaż położenie rastra NMT_IDW i naciśnij przycisk *OK*. Jeśli pojawi się okno z zapytaniem o budowę piramid – potwierdź *OK*.
- 11.3. W panelu *Contents* wyłącz widoczność warstwy *WorldElevation3D/Terrain3D*.
- 11.4. Aby wygenerować przekroje morfologiczne przejdź na wstążce aplikacji do karty *Analysis (Analiza)* i w grupie *Workflows (Procedury analityczne)* wybierz listę poleceń *Exploratory 3D Analysis (Eksploracyjna analiza 3D)* (Ryc. 51).



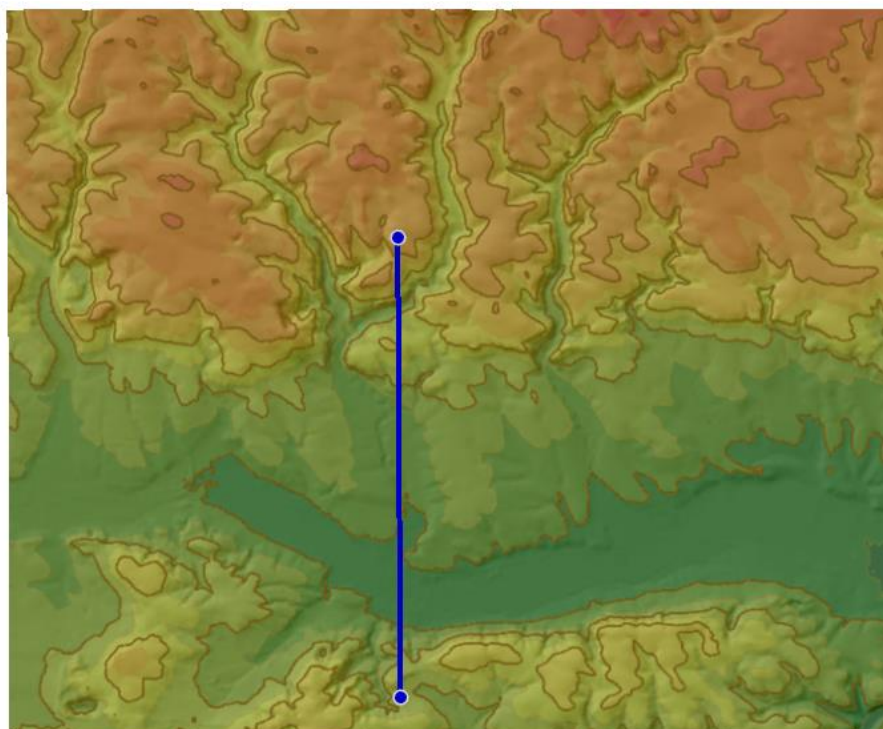
Ryc. 51. Narzędzia analizy eksploracyjnej 3D; dolną ramką zaznaczono narzędzie *Elevation Profile*

- 11.5. Z listy narzędzi wybierz *Elevation Profile* (*Profil wysokości*) (Ryc. 51).
- 11.6. W otwartym panelu *Exploratory Analysis* (*Analiza eksploracyjna*) – *Elevation Profile* (*Profil wysokości*) wybierz polecenie *Interactive Placement* (*Umiejscowienie interaktywne*) umożliwiające tworzenie przekrojów morfologicznych na podstawie interaktywnie wstawionej linii (Ryc. 52).



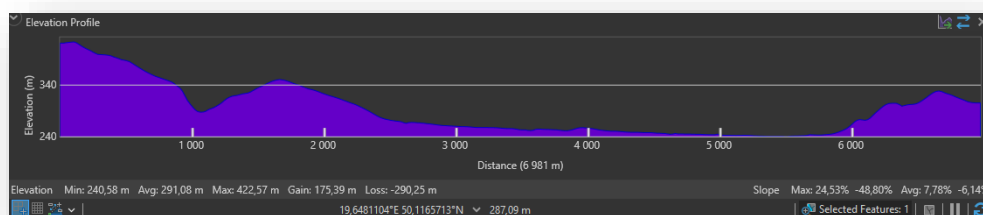
Ryc. 52. Panel *Exploratory Analysis* z narzędziami *Elevation Profile*

- 11.7. W centralnej części analizowanego obszaru zaznacz na mapie linię przekroju przebiegającą południkowo w poprzek Rowu Krzeszowickiego. Zadbaj o to aby początek i koniec linii znajdowały się na przeciwległych skrzydłach rowu ([Ryc. 53](#)). Linia może być łamana. Wskazując ostatni punkt linii przekrojowej kliknij dwukrotnie.



Ryc. 53. Scena 3D 3. NMT izohipsy_3D z interaktywnie zdefiniowaną linią przekroju morfologicznego

- 11.8. Poniżej sceny 3D zostanie wykreślona linia przekrojowa ([Ryc. 54](#)).



Ryc. 54. Profil morfologiczny wykonany wzdłuż zaznaczonej linii przekrojowej

Utworzony przekrój morfologiczny można wyeksportować jako plik graficzny lub jako dane numeryczne, np. dla dalszej obróbki w aplikacjach tworzących wykresy.

- 11.9. W prawym górnym narożniku przekroju morfologicznego kliknij polecenie opcję *Export Graph* (*Eksportuj wykres*).

- 11.10. Wśród opcji eksportu wybierz *CSV Table (Tabela CSV)*⁵.
- 11.11. W oknie dialogowy *CSV Table (Tabela CSV)* wskaż folder projektowy i eksportowanemu plikowi nadaj nazwę *PrzekrojMorfologicznyNS*.
- 11.12. Zachowaj projektowy.
- 11.13. Wyjdź z *ArcGIS Pro*.

12. Bibliografia

Hengl T., 2006. Finding the right pixel size. *Computers & Geosciences*, 32, 1283-1298.

Wytyczne Techniczne G-1.10, 2001. *Formuły odwzorowawcze i parametry układów współrzędnych*. Główny Geodeta Kraju, Warszawa, 103.

⁵ CSV (*Comma-Separated Values*, wartości rozdzielone przecinkiem) – format przechowywania danych w plikach tekstowych.