



Spatial Analyst



Celem ćwiczenia jest zapoznanie się z narzędziami do modelowania i analiz przestrzennych, które dostarcza ArcGIS - Spatial Analyst. Narzędzia te odgrywają bardzo ważną rolę w podejmowaniu efektywnych decyzji w wielu branżach i sektorach: administracji samorządowej, biznesie, planowaniu przestrzennym, policji, transporcie oraz zarządzaniu kryzysowym. Dostarczone narzędzia umożliwiają wykonywanie analiz na danych rastrowych i wektorowych w wyniku, których otrzymujemy nowe informacje na podstawie istniejących danych.

1. Cele dydaktyczne

- Zapoznanie się z narzędziami Spatial Analista,
- Budowanie modeli, składających się z sekwencji wielu narzędzi,
- Generowanie map przydatności, wybór lokalizacji pod nowe inwestycje i wyznaczanie najmniej kosztownych ścieżek dojazdu.

2. Wykorzystywane dane

Podczas wykonywania ćwiczeń wykorzystywane będą dane dla miasta Stowe w USA.

Opis danych:

- Elevation** – plik rastrowy, zawierający dane reprezentujące wysokość obszaru,
Landuse – plik rastrowy, zawierający dane dotyczące rodzaju gruntów na analizowanym obszarze,
Roads – klasa reprezentująca liniową sieć drogową w mieście Stowe,
Rec_sites – klasa obiektów reprezentująca lokalizacje punktów miejsc rekreacyjnych,
Schools – klasa obiektów reprezentująca lokalizacje punktów istniejących szkół,
Destination – klasa reprezentująca punkt docelowy używany podczas znalezienia najlepszej trasy dojazdu dla nowej szkoły.

3. Przebieg ćwiczenia

Zajęcia są tak zaprojektowane, aby zapoznać się z narzędziami Spatial Analyst razem z przygotowaniem danych.

Całość podzielona jest na 4 zadania, które polegają na:

Zadanie 1: Przygotowaniu danych.

Zadanie 2: Przetwarzaniu danych.

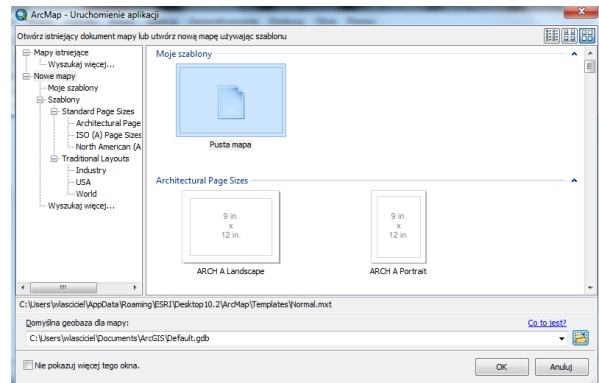
Zadanie 3: Tworzeniu mapy przydatności, w celu wybrania najlepszej lokalizacji dla nowego obiektu (szkoły).

Zadanie 4: Wyborze najmniej kosztownej trasy dojazdowej do wybranej lokalizacji.

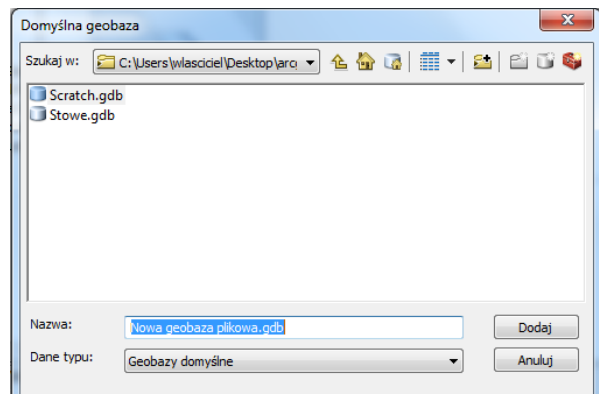
Ćwiczenie 1: Przygotowanie do analizy

Pierwszym krokiem przed przystąpieniem do analiz jest pobranie danych, które znajdują się w katalogu C:\arcgis\ArcTutor\SpatialAnalyst lub I:\kgabor\SpatialAnalyst. Cały katalog SpatialAnalyst należy skopiować do folderu roboczego, w którym będą zapisywane wszystkie wyniki analizy.

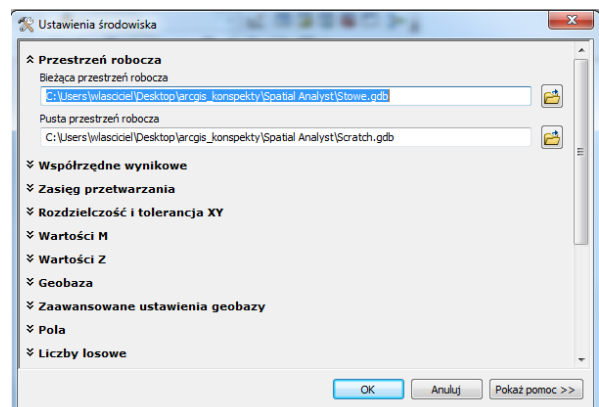
- Uruchom program ArcMap Start> Wszystkie Programy> ArcGIS> ArcMap.
- W oknie ArcMap – uruchamianie aplikacji, w drzewie wyboru wskaż pozycję **Nowe mapy**, następnie używając ikony  przejść do okna wyboru domyślnej geobazy dla mapy.



- W oknie Domyślna geobaza wybierz ikonę **Podłącz folder** , nawigując się do miejsca na dysku, gdzie zapisano dane, wskaż katalog SpatialAnalyst.
- Wybierz przycisk **Nowa geobaza plikowa** , nadaj nazwę *Scratch* i naciśnij przycisk **Dodaj**. Następnie w oknie *Uruchamiania aplikacji* wciśnij klawisz **Ok**.

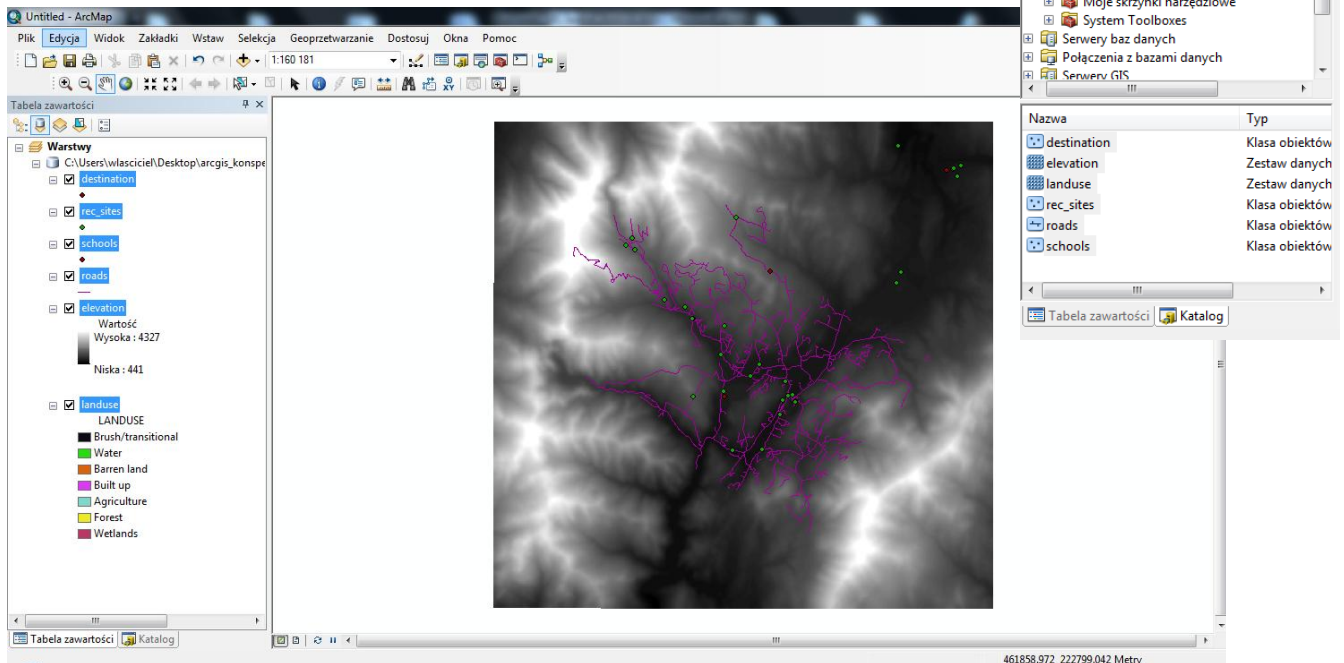


- Ustawienie obszaru roboczego: Z głównego menu wskaż zakładkę *Geoprzetwarzanie >> Środowisko*, w oknie *Ustawienia środowiska* rozwiń **Przestrzeń roboczą**, następnie w *Bieżącej przestrzeni roboczej* przejdź do geobazy Stowe.gdb.
- Zatwierdź zmiany klawiszem **OK**.



- W celu dodania danych do aktualnej sesji w ArcMap, przejdź do zakładki Katalog, zmień sposób wyświetlania zawartości, używając przycisku **Przełącz panel zawartości** . W drzewie warstw odszukaj i wskaż geobazę Stowe.gdb. W dolnym oknie wybierz wszystkie warstwy i przeciągnij je do okna mapy.

Po wykonaniu powyższych operacji otrzymasz następujący wynik:



W Tabeli zawartości mapy znajdują się cztery klasy obiektów: destination, rec_sites, roads, schools oraz dwa rastry elevation i landuse (należy pamiętać, że wyświetlając dwa rastry o takiej samej georeferencji, raster znajdujący się niżej w drzewie warstw, będzie niewidoczny w oknie mapy).

Zapis bieżącej mapy: z paska Standardowego ArcMap wskaż przycisk **Zapisz**, przejdź do kopii roboczej folderu Spatial Analyst, zapisz plik nadając mu nazwę *Site Analysis.mxd*.

Ćwiczenie 2: Przetwarzanie danych

- Uruchomienie narzędzi Spatial Analyst: Z głównego menu wybierz **Dostosuj >> Rozszerzenia**, z dostępnej listy wybierz rozszerzenie **Spatial Analyst**.
- Do sesji ArcMap dodaj Pasek Narzędzi Spatial Analyst: w menu głównym wskaż **Dostosuj >> Paski narzędziowe >> Spatial Analyst**.



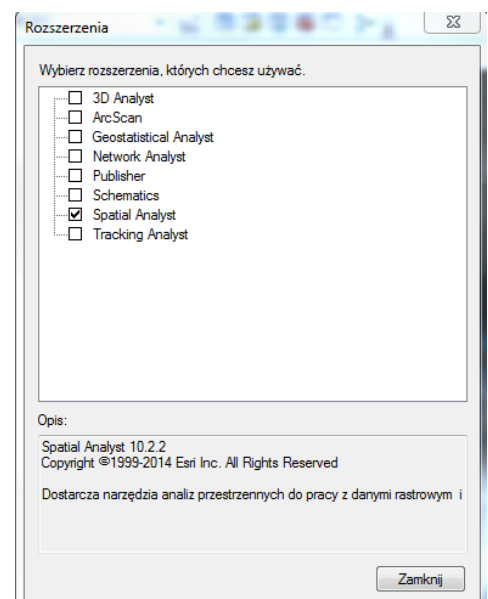
Spatial Analyst zawiera dwa narzędzia:



- Utwórz warstwicę



- Utwórz histogram



3. Utworzenie hillshade (mapy cieniowania)

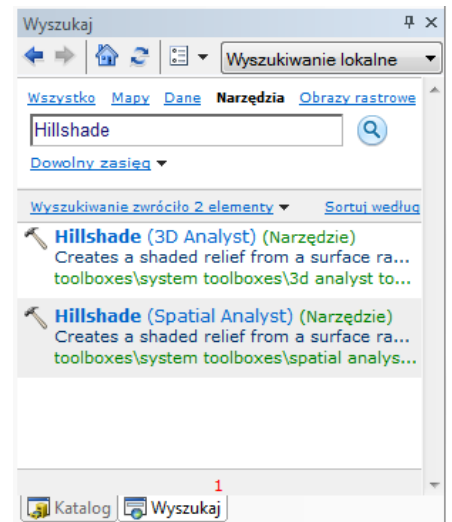
Narzędzie *hillshade* służy do cieniowania za pomocą, którego uzyskamy bardziej realistyczny obraz rzeźby terenu i zróżnicowanie pomiędzy różnymi poziomami terenu. Cieniowanie wykonane zostanie dla rastra elevation, czyli rastra zawierającego dane wysokościowe. Do wykonania cieniowania rzeźby terenu, konieczne jest zdefiniowanie źródła oświetlenia oraz azymut (kierunek kata oświetlenia).

- Otwórz narzędzie *hillshade*, korzystając z opcji **Wyszukaj**

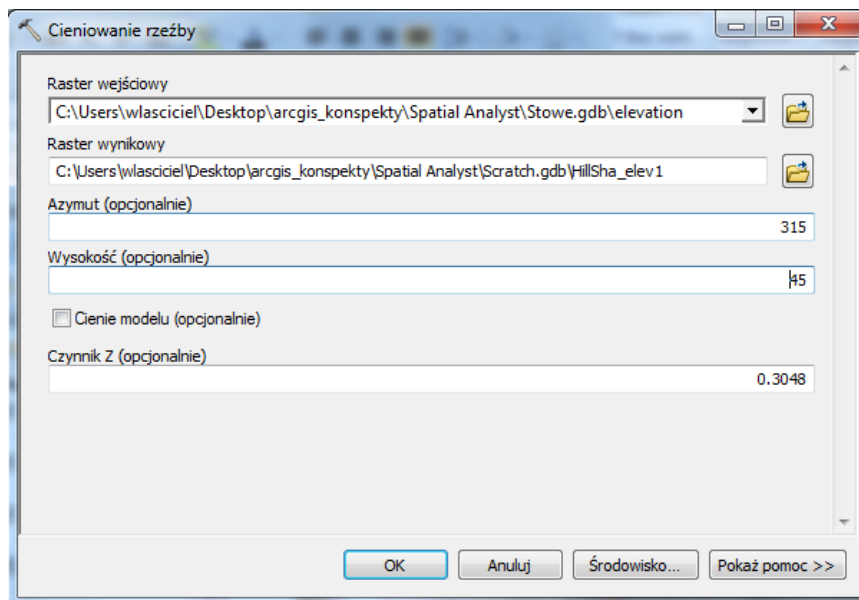


dostępnej w pasku Standardowym ArcMap, opcja ta pozwala wyszukiwać dane, mapy, narzędzia, itp. W oknie wyszukiwania wybierz *Narzędzia* i wpisz *Hillshade*. Wyszukiwanie zwróci dwa elementy, wybierz *Hillshade (Spatial Analyst)*,

- W oknie **Cieniowanie rzeźby** ustaw następujące parametry:
 - jako *Raster wejściowy* wskaż raster *elevation* z geobazy Stowe.gdb,
 - w polach *Raster wynikowy*, *Azymut*, *Wysokość* pozostaw wartości domyślne jak na poniższym slajdzie,
 - pozycje *Cienie modelu* pozostaw odhaczoną,
 - w polu *Czynnik Z* wprowadź wartość 0.3048.



Wartość tego parametru wynika z zastosowanych jednostek dla danych wysokościowych (elevation), współrzędne x, y wyrażone są w metrach, natomiast wysokości w stopach (1 m = 0.3048 stóp). Wprowadzenie tej wartości konwertuje wysokości na wartości wyrażone w metrach.

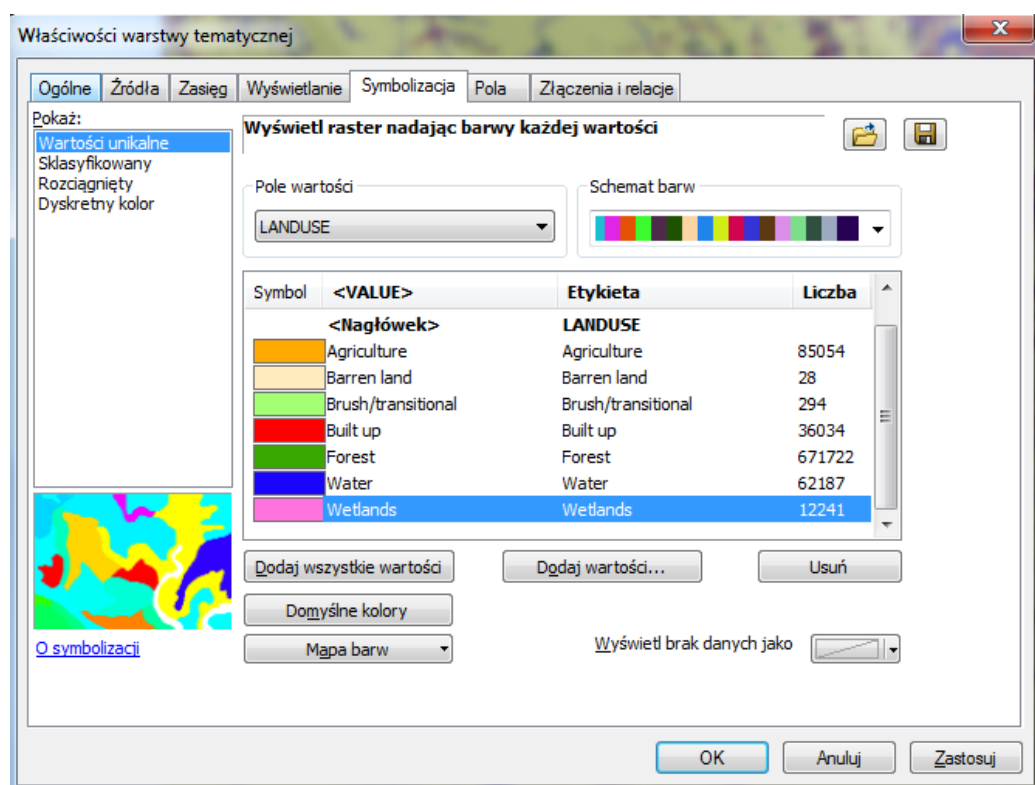


W celu uruchomienia narzędzia kliknij przycisk **Ok**.

4. Wyświetlanie i analiza danych

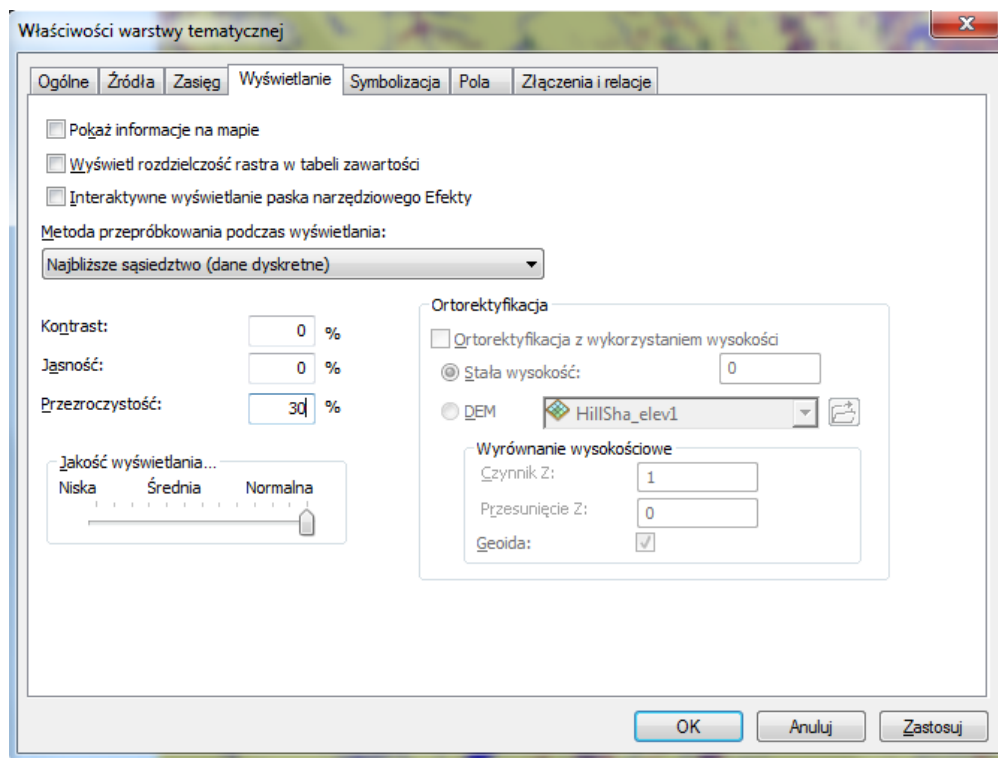
Z dostępnych warstw z wyświetlania usuń warstwę *elevation PKM* (prawy klawisz myszy) >> **Usuń**, mapę cieniowania uzyskaną w poprzednim kroku przeciągnij poniżej warstwy *landuse* (mapa użytkowania gruntów). Dla warstwy *landuse* należy ustawić przeźroczystość i odpowiednią symbolikę, aby przyporządkowane kolory przypominały rzeczywiste barwy rodzajów gruntu.

- Wskaż w Tabeli zawartości warstwę *landuse* >> **PKM** >> **Właściwości** >> Zakładka **Symbolizacja**. Wszystkie kategorie gruntów wyświetlone są w przypadkowych kolorach, aby to zmienić należy wyświetlić wartości według **Wartości unikalnych**, wybierając **Pole wartości**: *LANDUSE*,
- Kliknij dwukrotnie każdy symbol przyporządkowany do odpowiedniego rodzaju gruntu i przypisz następujące kolory: Agriculture (rolnictwo) -> pomarańczowy, Forest (las) -> ciemno zielony, itd. zgodnie z poniższym slajdem.

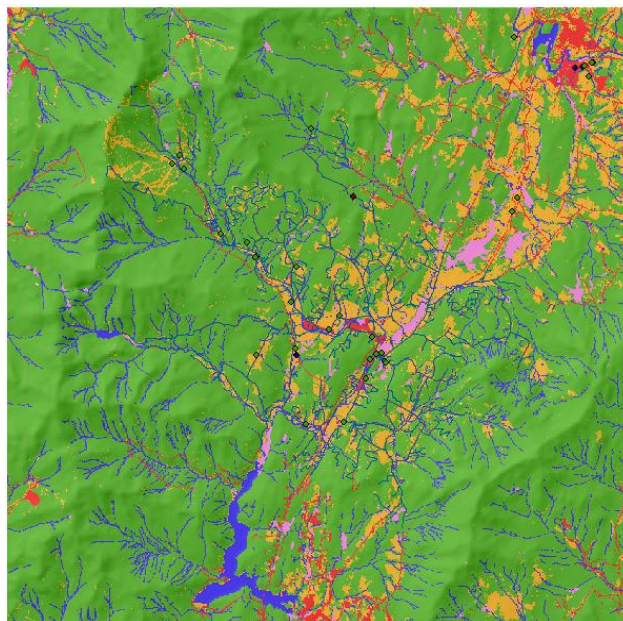


Wprowadzone zmiany zatwierdź klawiszem **Zastosuj**,

- W celu zmiany przeźroczystości rastra, przejdź do zakładki **Wyświetlanie** i w polu **Przeźroczystość** wprowadź wartość 30 %.



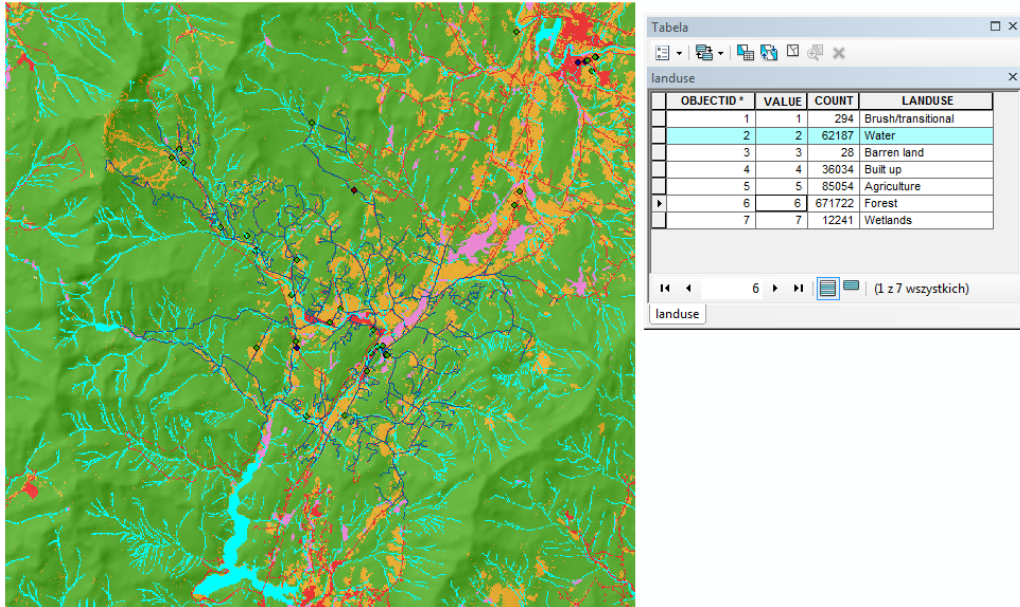
Wprowadzone zmiany zatwierdź klawiszem **OK**, warstwa *hillshade* widoczna jest pod warstwą *landuse*, nadając plastyczny kształt wyświetlanemu terenowi.



5. Wybór obiektów, korzystając z tabeli atrybutów

W punkcie tym zapoznamy się z prostymi narzędziami do selekcji, dostępnymi z poziomu tabeli atrybutów.

- Otwórz tabelę atrybutów dla warstwy *landuse*: **PKM >> Otwórz tabelę atrybutów**,
- Wybierz rekord reprezentujący wodę, wskazanie w tabeli konkretnej pozycji powoduje podświetlenie na niebiesko wszystkich komórek na mapie, które są przypisane do wskazanego zbioru danych.



Przetestuj działanie prostych narzędzi do selekcji, dostępnych z poziomu Tabeli atrybutów:



- Odwróć selekcje



- Wyczyść selekcje

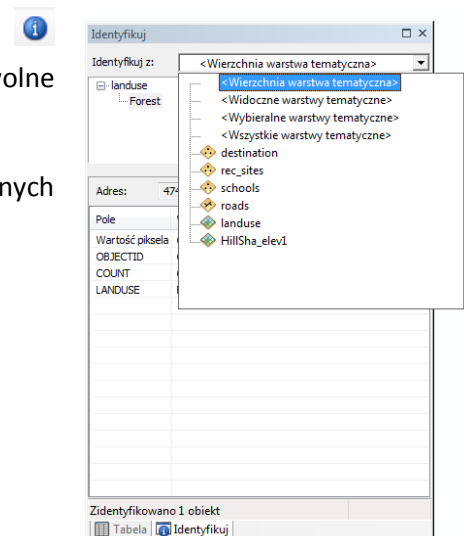
6. Identyfikacja cech obiektów na mapie

Do identyfikacji obiektów na mapie użyj narzędzia **Identyfikuj** z paska **Narzędzi**. W celu identyfikacji obiektu, kliknij dowolne miejsce na mapie.

Identyfikację obiektów można wykonać wybierając obiekty z różnych warstw, bądź z ich kombinacji.

Wykonaj identyfikację punktu z warstwy *rec_site*.

Zamknij okno **Identyfikuj**.



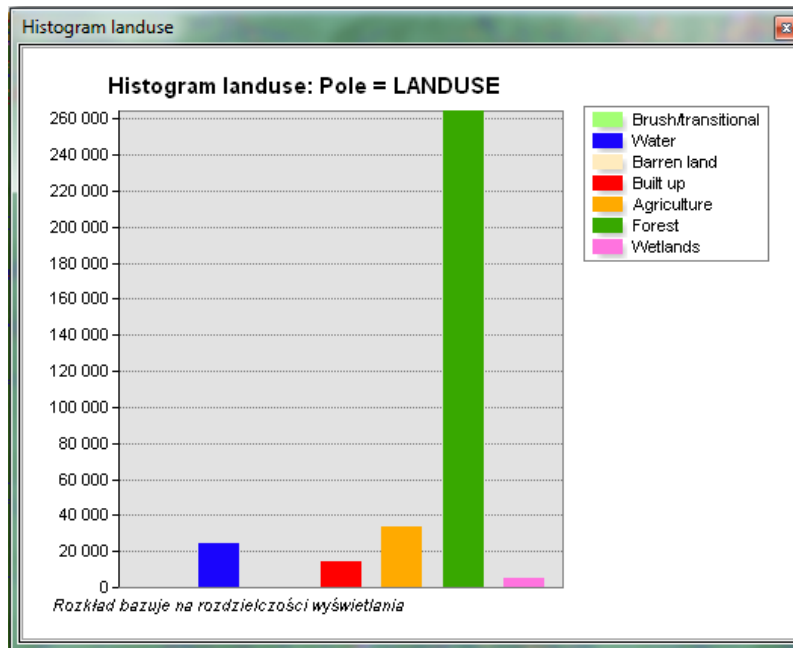
7. Budowanie Histogramu

Wykonaj Histogram dla warstwy *landuse*, korzystając z narzędzia Spatial Analyst.

- W oknie narzędzia Spatial Analyst z rozwijalnej listy wybierz warstwę *landuse*,



- Kliknij przycisk **histogram**,



- Zamknij okno histogramu.

Kończąc ćwiczenie 2, zapisz zmiany w dokumencie mapy.

Ćwiczenie 3: Tworzenie mapy przydatności, w celu wybrania najlepszej lokalizacji dla nowego obiektu (szkoły).

W ćwiczeniu tym, korzystając z dostępnych danych, dokonasz wyboru najlepszej lokalizacji dla budowy nowej szkoły, wykorzystując możliwość uruchamiania sekwencji narzędzi korzystając z narzędzia *ModelBuilder*.

Stosowane kryteria wyboru lokalizacji nowej szkoły:

- Nachylenie terenu (Slope) – tereny o mniejszym nachyleniu mają większą przydatność,
- Odległość od terenów rekreacyjnych, których lokalizacje przedstawia zestaw danych *rec_sites* – im bliżej tym lepiej,
- Odległość od istniejących szkół (*schools*) – im dalej od istniejących szkół tym lepiej,

Dodatkowe kryteria:

- Położenie w pobliżu istniejących dróg,
- Kryterium powierzchniowe – obszary większe niż 40,469 m².

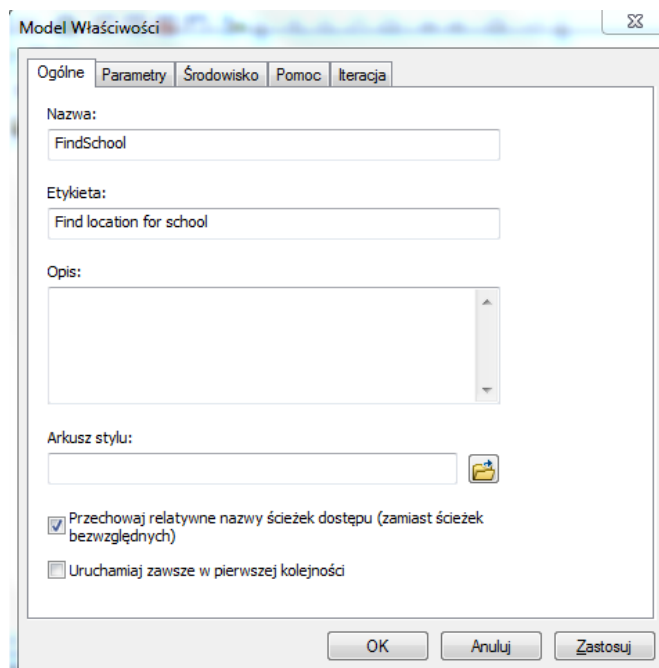
1. Utwórz nową Skrzynkę narzędziową w katalogu Spatial Analyst o nazwie **Site Analysis Tools**, do przechowywania tworzonych modeli: przejdź do zakładki Katalog, wskaż folder **Spatial Analyst >> PKM>> Nowa >> Skrzynka Narzędziowa**.
2. Tworzenie nowego modelu.

W tym punkcie wykorzystana zostanie aplikacja ModelBuilder, która służy do tworzenia, edycji i zarządzania modelami, pozwala na tworzenie sekwencji składających się z wielu narzędzi.

Wybierz utworzoną wcześniej Skrzynkę Narzędziową >> **PKM >> Nowy >> Model** - w wyniku czego otworzony zostanie nowy, pusty Model.

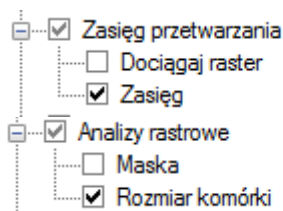
W kolejnym kroku zmień nazwę utworzonego modelu:

- Z głównego menu otwartego Modelu wybierz **Model >> Właściwości modelu**,
- W zakładce **Ogólne** ustaw odpowiednie nazwy, w polu **Nazwa** wprowadź **FindSchool**, natomiast w polu **Etykieta** **Find location for school**,
(Wprowadzony opis w polu Nazwa używany jest w skryptach i oknie Python, natomiast Etykieta wyświetlana jest dla modelu),
- Zaznacz opcję **Przechowaj relatywne nazwy ścieżek dostępu** (zamiast ścieżek bezwzględnych).

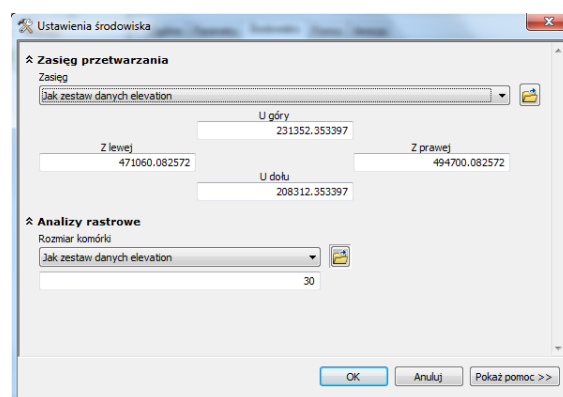


Przed rozpoczęciem analiz ustaw parametry środowiskowe modelu:

- Przejdź do zakładki **Środowisko**,
- Rozwiń **Analizy rastrowe** i wybierz **Rozmiar komórki** oraz w **Zasięgu przetwarzania** wskaż **Zasięg**,



- Kliknij przycisk **Wartości**,
- W oknie **Ustawienia Środowiska** rozwiń pozycję **Zasięg Przetwarzania**, wybierając wskazać warstwę **elevation**, z której pobranie zostanie zasięg przestrzenny,
- Rozwiń pozycję **Analizy rastrowe** i jako rozmiar komórki przyjmij wartość 30 metrów - jak dla rastra **elevation**,
- Zatwierdź zmiany klikając **OK** w oknie **Ustawienia Środowiska**, a później w oknie



Właściwości,

- W oknie modelu zapisz wszystkie zmiany .

3. Budowanie modelu

Na tym etapie ćwiczenia należy zbudować model, który pozwoli na wybór optymalnej lokalizacji dla projektowanej szkoły. Model ten ma uwzględniać:

- Nachylenie terenu, które są pochodną zbioru danych *elevation*,
- Odległość od terenów rekreacyjnych, których lokalizacje przedstawia zestaw danych *rec_sites*,
- Odległość od istniejących szkół (*schools*).

Etapy budowania modelu:

- a) W pierwszym kroku do modelu dodaj dane wejście, czyli: *elevation*, *rec_sites* i *schools*. Dodawanie wykonaj poprzez przeciągnięcie tych warstw z drzewa z geobazy Stowe.gdb lub używając klawisza

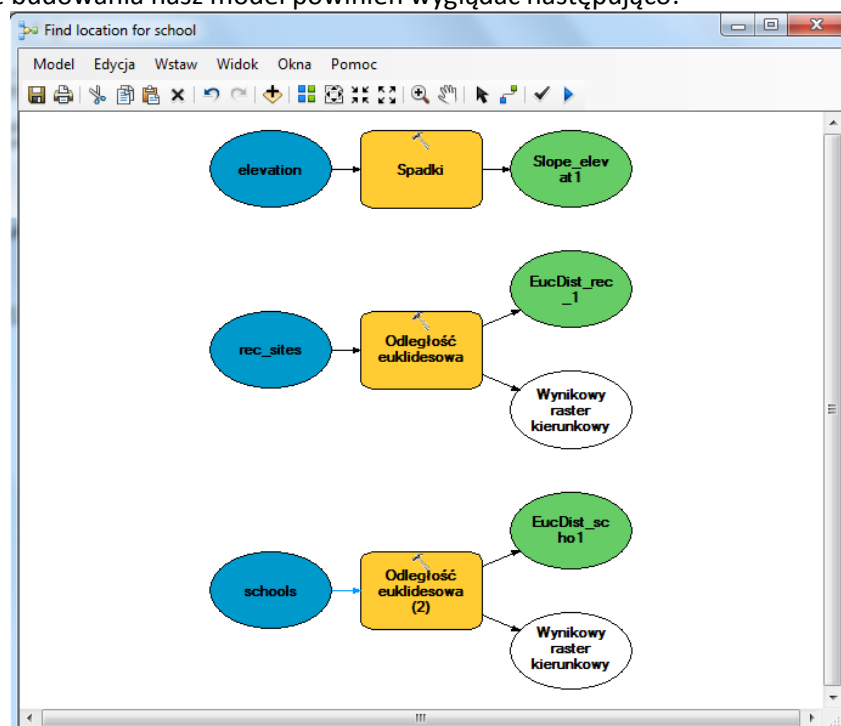
Dodaj dane lub narzędzie .

- b) Dodawanie narzędzi do modelu (narzędzia należy dodawać ze Skrzynki narzędziowej znajdującej się w drzewie katalogu):  **System Toolboxes**

- Przeciągnij narzędzie **Spadki**, ze skrzynki narzędziowej *Spatial Analyst Tools – Powierzchnia*, do modelu i zlokalizuj je na wysokości danych wejściowych: *elevation*,
- Odszukaj narzędzie **Odległość euklidesowa** w skrzynce narzędziowej *Spatial Analyst Tools – Odległość* i dodaj dwukrotnie do modelu umieszczając je na poziomie linii *rec_sites* i *schools*.

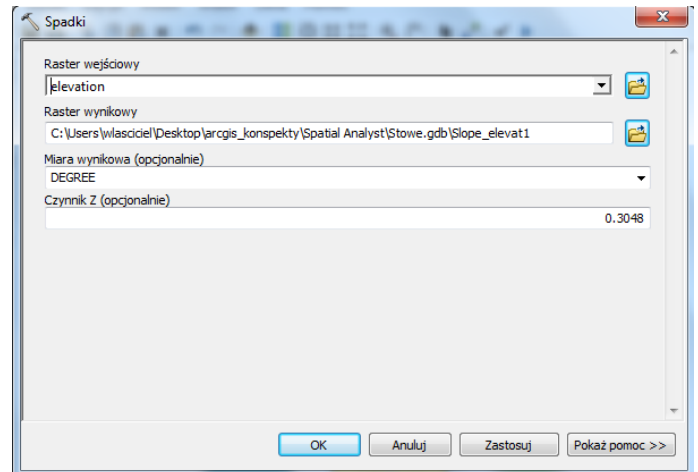
- c) W celu połączenia zestawów danych z przyporządkowanymi narzędziami wykorzystaj narzędzie **Połącz** , powtórz tę czynność dla wszystkich zestawów, wybierając z dostępnego menu *Raster wejściowy / Raster wejściowy lub wektorowe źródła danych*. Po zakończeniu łączenia wskaż narzędzie **Wybierz** . Kończącym krokiem będzie utworzenie **Automatycznej kompozycji** , wyświetlenie modelu w pełnym zasięgu  i zapis .

Na tym etapie budowania nasz model powinien wyglądać następująco:



d) Ustaw parametry dla narzędzia **Spadki**

- Kliknij dwukrotnie w narzędzie **Spadki**,
- Pozycje *Raster wejściowy* i *Miarę wynikową* pozostaw bez zmian,
- W polu *Czynnik Z* wprowadź wartość 0.3048 (patrz ćwiczenie 2 - punkt 3) – konwersja jednostek,
- Zmień nazwę warstwy wynikowej z narzędzia **Spadki**, kliknij zmienną wyjściową >> **PKM** >> **Zmień nazwę**, w otwartym oknie wprowadź nową nazwę Slope_output i zatwierdź klawiszem **OK**.

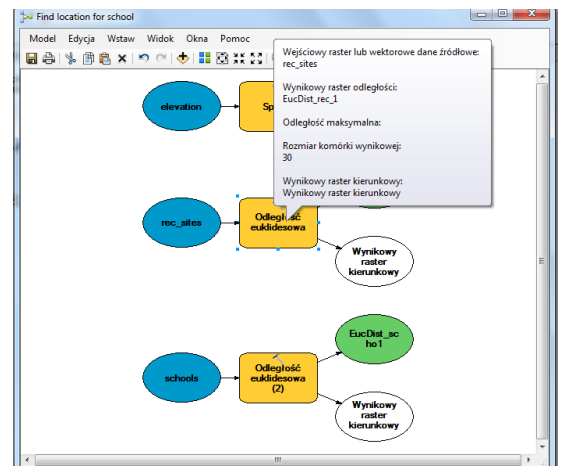


(Uwaga: Zmiana etykiety nie powoduje zmiany nazwy elementu zapisywanego na dysku).

e) Ustaw parametry dla narzędzia **Odległość euklidesowa** od terenów rekreacyjnych

W celu obliczenia odległości od terenów rekreacyjnych pierwszym krokiem jest obliczenie odległości euklidesowej (liniowej). Łatwe sprawdzenie parametrów domyślnych narzędzia wykonuje się przez umieszczenie kursora na narzędziu.

- Zaakceptuj domyślne parametry: Wejściowy raster, Rozmiar komórki wynikowej – parametr ten jest pobierany z Właściwości środowiska wprowadzonych we wcześniejszym etapie. Pozostawienie parametru Odległość maksymalna pustego powoduje, że krawędź obrazu wynikowego będzie przyjmowała maksymalne wartości.
- Zmień nazwę warstwy wynikowej na Distance_to_recreation_sites.

f) Ustaw parametry dla narzędzia **Odległość euklidesowa** od szkół

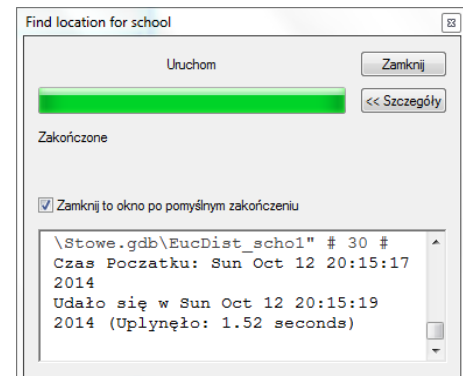
W celu wybrania najlepszej lokalizacji dla nowej szkoły, konieczne jest obliczenie odległości euklidesowej od istniejących szkół,

Sprawdź parametry domyślne dla narzędzia Odległości euklidesowej, zaakceptuj domyślne wartości, Zmień nazwę warstwy wynikowej na Distance_to_schools.

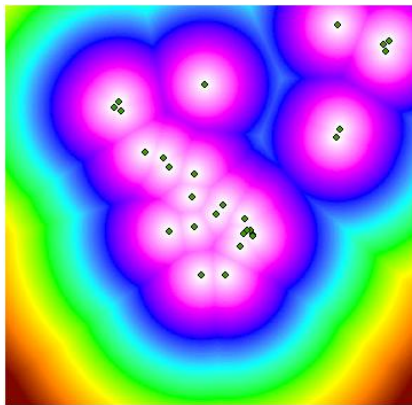
g) Uruchamianie modelu

- Każdą ze zmiennych wyjściowych (Slope_output, Distance_to_recreation_sites i Distance_to_schools) dodaj do wyświetlania, wskaż zmienną >> **PKM** >> **Dodaj do wyświetlania**. Czynność ta spowoduje, że po każdym uruchomieniu modelu dane dodane zostaną do wyświetlania.

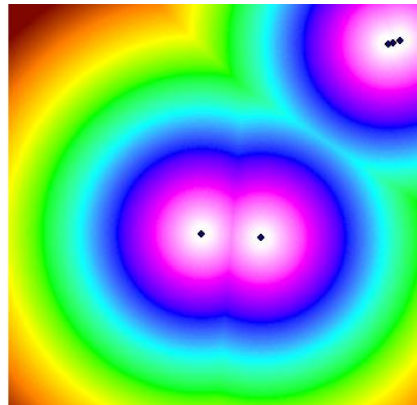
- Uruchom model przyciskiem **Uruchom** . Postęp uruchomionego procesu udokumentowany jest w oknie dialogowym, podczas realizacji konkretnego narzędzia, narzędzie to w oknie modelu podświetla się na kolor czerwony. W przypadku gdy proces zakończy się pomyślnie, w oknie dialogowym zaznacz opcję *Zamknij to okno po pomyślnym zakończeniu* i wciśnij przycisk **Zamknij**.



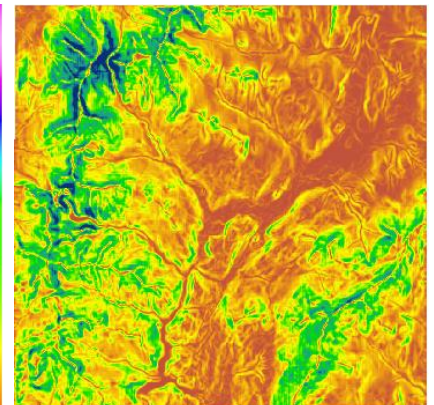
Wyniki opracowanego modelu:



Distance_to_recreation_sites



Distance_to_schools

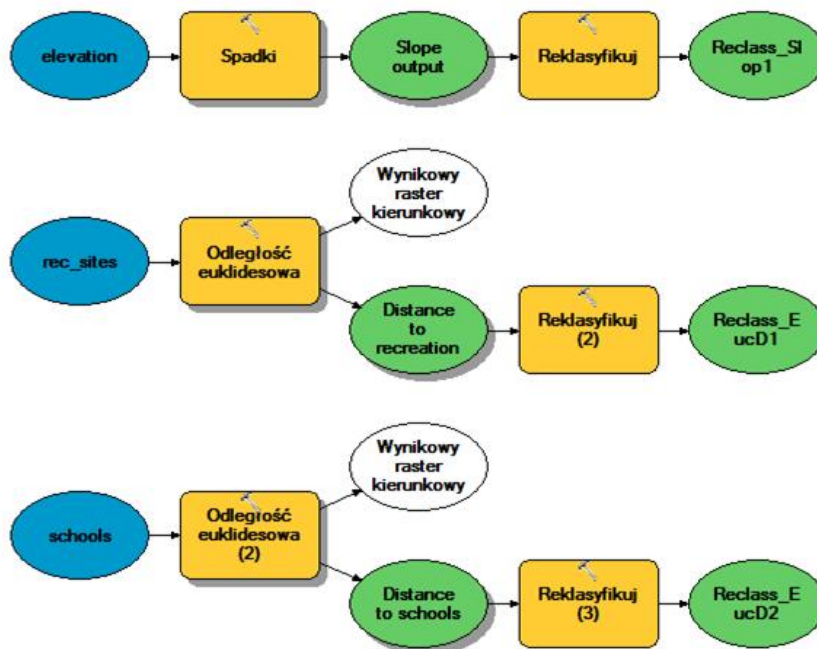


Slope_output

4. Reklasyfikacja zbioru danych

Wygenerowanie map Slope_output, Distance_to_recreation_sites i Distance_to_schools jest pierwszym krokiem do stworzenia map przydatności. Jednak niemożliwe jest połączenie map których wartości wyrażone są w różnych jednostkach, dlatego konieczne jest przeprowadzenie procesu reklasyfikacji, czyli doprowadzenie do jednej skali. W naszym ćwiczeniu przyjmujemy skalę od 1 do 10, gdzie 10 oznacza największą przydatność, czyli najlepsze miejsce dla naszej lokalizacji. Korzystając z narzędzi *Spatial Analyst*, istnieje możliwość wagowania danych jednak muszą być one wyrażone w wartościach całkowitych. Ponieważ obliczone dane w poprzednim etapie mają wartości zmiennoprzecinkowe, należy przeprowadzić proces reklasyfikacji, nadając każdemu zestawowi danych wartości od 1 do 10. W tym celu należy powrócić do edycji naszego modelu.

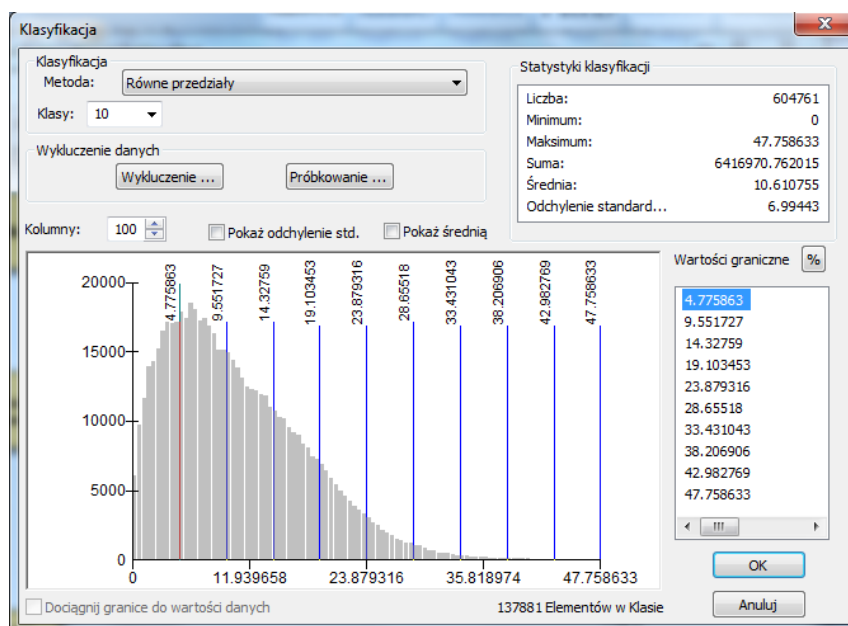
- Wskazujemy model **>> PKM>> Edytuj**.
- Dodaj narzędzie **Reklasyfikuj**, ze skrzynki narzędziowej *Spatial Analyst Tools – Reklasyfikacja* do modelu, czynność tą powtórz trzykrotnie, dodając to narzędzie do każdego wyniku poprzedniego etapu,
- Wybierz narzędzie **Połącz** i dodaj połączenia jak na poniższym slajdzie, po czym zastosuj wszystkie czynności w celu uporządkowania schematu, jak podczas budowania modelu w pierwszej części.



a) Reklasyfikacja nachylenie (Slope_output)

Korzystne jest, aby nowa szkoła znajdowała się na terenie płaskim, zatem reklasyfikację wykonaj w ten sposób, aby terenom o najmniejszym nachyleniu przypisać wartość 10, natomiast dla obszarów o największych spadkach 1. Reklasyfikację wykonaj dzieląc wartości nachyleń na równe przedziały.

- Uruchom narzędzie **Reklasyfikuj** połączone ze zmienną Slope_Output,
- Zaakceptuj domyślna wartość parametru Pole klasyfikacji,
- Kliknij przycisk **Klasyfikuj**,
- Określ parametry klasyfikacji, wybierz metodę klasyfikacji *Równe przedziały* i podaj liczbę klas równą 10,

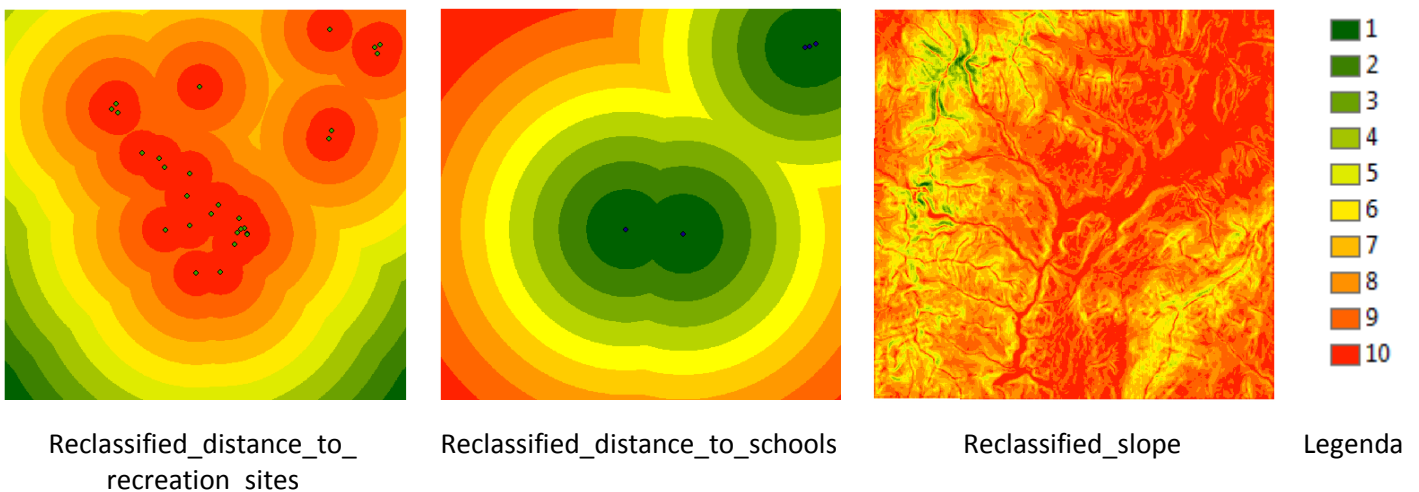


- Zatwierdź klawiszem **OK**,

- Wybierz przycisk **Odwrotność nowych wartości**, aby w założony sposób przeklasyfikować dane,
 - Zmień nazwę *Rastra wynikowego* na *Reclassified_slope*.
 - Zatwierdź zmiany.
- b) Reklasyfikacja odległość do terenów rekreacyjnych (*Distance_to_recreation_sites*)
Nowa szkoła powinna znajdować się jak najbliżej miejsc rekreacyjnych zatem reklasyfikację należy wykonać tak aby terenom położonym najbliżej tych miejsc przypisać wartość 10.
Reklasyfikację wykonaj analogicznie jak w poprzednim punkcie. Nazwę warstwy wyjściowej zmień na *Reclassified_distance_to_recreation_sites*.
- c) Reklasyfikacja odległości od szkoły
Dla odległości od szkoły należy zastosować odwrotną regułę, im obszar znajduje się dalej od istniejących szkół, należy przypisać mu wyższą wartość.
- Uruchom narzędzie **Reklasyfikuj** połączone ze zmienną *Distance_to_schools*,
 - Zaakceptuj domyślna wartość parametru Pole klasyfikacji,
 - Kliknij przycisk **Klasyfikuj**,
 - Określ parametry klasyfikacji, wybierz metodę klasyfikacji Równe przedziały i podaj liczbę klas równą 10,
 - Zatwierdź klawiszem **OK**,
 - Przyjmij obliczone przedziały z przypisanymi wartościami,
 - Zmień nazwę zmiennej wyjściowej na *Reclassified_distance_to_schools* i zatwierdź zmiany.

Nowo powstałe warstwy dodaj do wyświetlania i zapisz edytowany model.

- d) Wykonanie reklasyfikacji
Wykonanie reklasyfikacji polega na uruchomieniu modelu. Na poniższych slajdach zamieszczono wyniki wykonanej reklasyfikacji.



Aby uzyskać taki efekt jak na powyższych slajdach do każdej warstwy w ArcGis należy przypisać wybraną paletę. Klikając dwukrotnie wartość *Value* otwieramy *Właściwości warstwy tematycznej*, zakładka *Symbolizacja* w polu *Schemat barw* wybierz odpowiednią paletę.

5. Wagowanie i łączenie zbiorów

Ostatecznie do wyboru najlepszej lokalizacji posłużą warstwy po reklasyfikacji oraz warstwa *landuse*, która nadal jest w formie pierwotnej. Warstwy wejściowe można połączyć bez wagowania, jednak aby uzyskać optymalny wynik zaleca się wprowadzenie wag dla danych.

Kolejnym warstwą będzie przypisany następujący wpływ:

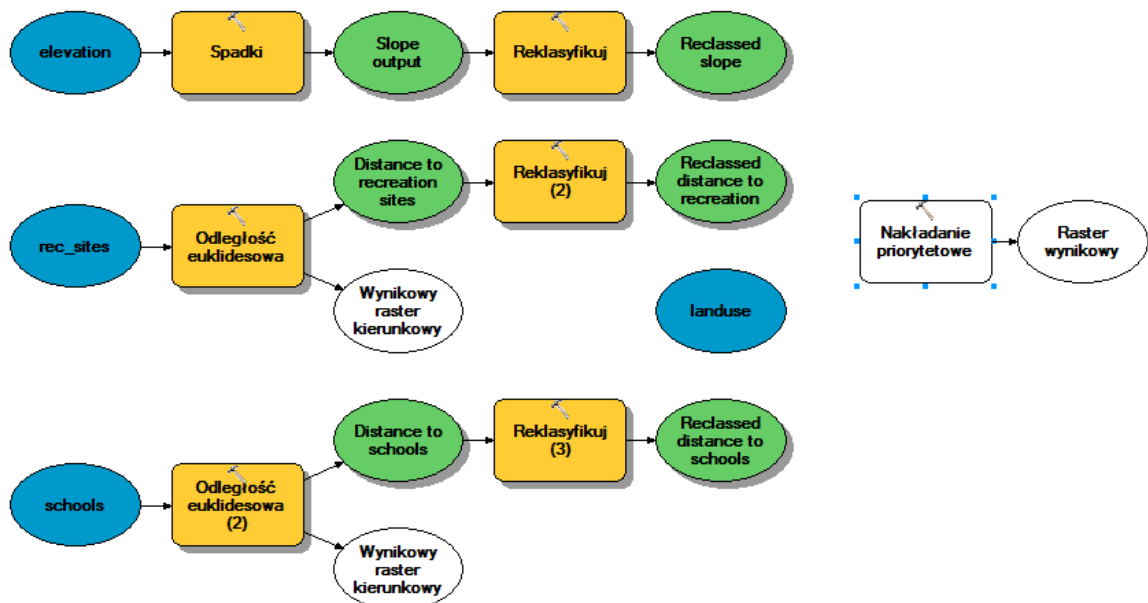
Reclassified distance to rec_sites: 50%

Reclassified distance to schools: 25%

Reclassified slope: 13%

landuse: 12%

- Do budowanego modelu dodaj narzędzie **Nakładanie priorytetowe**, ze skrzynki narzędziowej *Spatial Analyst Tools – Nakładanie* oraz warstwę *landuse*, która nie brała jeszcze udziału w analizie.



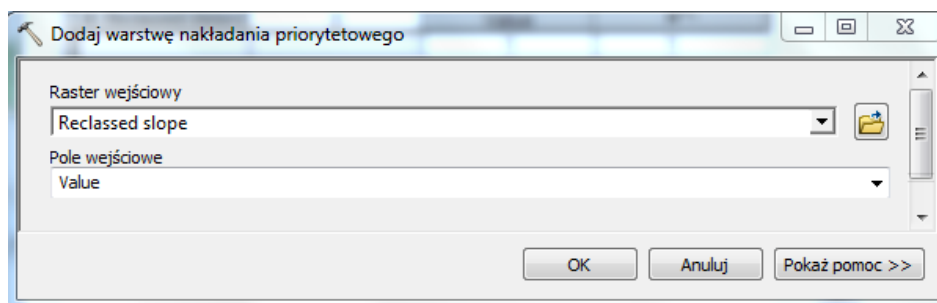
- Otwórz narzędzie Nakładanie priorytetowe,
- Zmień domyślną skalę ocen na skalę od 1 do 10, ze skokiem 1,

Skala oceny	Od	Do	Przez
1 do 9 przez 1	1	10	1

- Potwierdź klawiszem **Zastosuj**.
- Dodaj *Reclassified_slope* do narzędzia *Nakładania*, używając przycisku **Add raster row**  przyjmując parametry jak na poniższym slajdzie i zatwierdź przyciskiem **OK**.

Wybierając raster wejściowy masz możliwość wskazania warstwy oznaczonej symbolem  - warstwa ta jest już dodana do modelu lub jest wynikową warstwą narzędzia w naszym modelu.

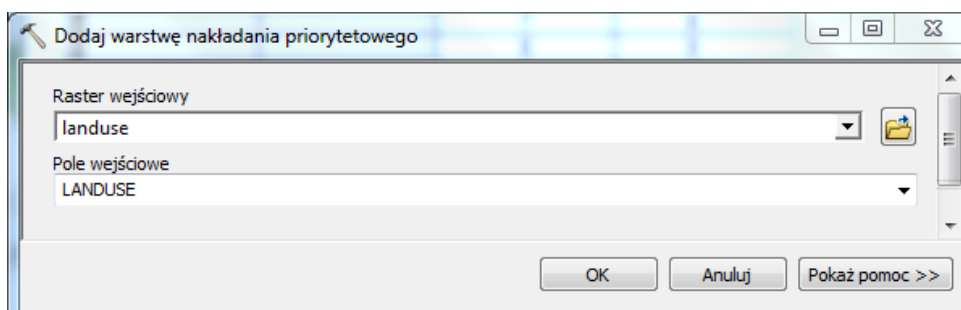
Możesz również wybrać warstwę która istnieje w bazie, ale nie jest jeszcze dodana do naszego modelu, wskazując warstwę z symbolem .



- Powtórz powyższy krok dla pozostałych zestawów danych Reclassed_distance_to_recreation_sites i Reclassed_distance_to_schools.

Przyjmując założenie że szkoła nie może być zbudowana na terenach o większym nachyleniu niż 33 stopnie, należy wykluczyć z analizy tereny którym przypisano wartości od 1 do 3, ponieważ nachylenie dla tych obszarów wynosi 33.431043 to 47.758633 (maksymalne nachylenie).

- W tabeli Nakładanie priorytetowe dla warstwy *Reclassified_slope* w kolumnie *Wartość Skali* w komórce o wartości 1, po kliknięciu LKM (lewy klawisz myszy), z dostępnej listy wybierz pozycję **Restricted** – czynność ta powtórz dla wartości 2 i 3.
- Używając **Add raster row**  dodaj warstwę *landuse*, jako Pole wejściowe przyjmij *LANDUSE* i zatwierdź **OK**,



- Wykonaj zmianę wartości skali dla warstwy *landuse*:

Brush/transitional—5,

Barren land—10,

Built up—3,

Agriculture—9,

Forest—4,

Water and Wetlands – *Reclassified*,

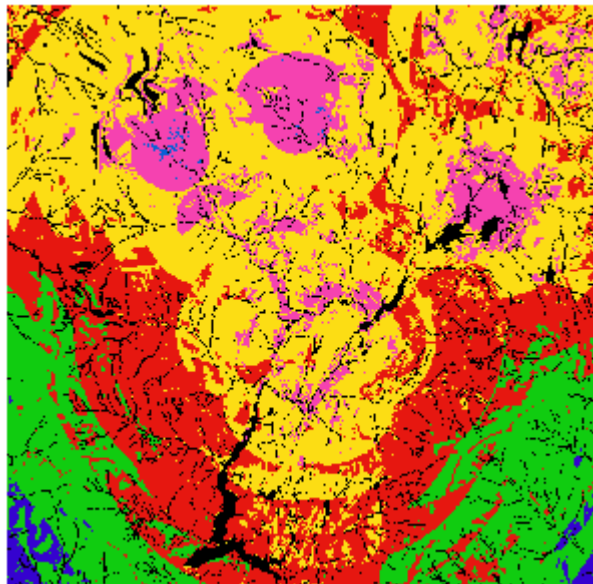
landuse	0	LANDUSE	
		Brush/transitional	5
		Water	Restricted
		Barren land	10
		Built up	3
		Agriculture	9
		Forest	4
		Wetlands	Restricted
		NODATA	NODATA

- W celu przypisania wcześniej określonych wpływów do rastrow, zwiń rastry w tabeli *Nakładanie priorytetowe* używając przycisku  zlokalizowanego obok nazwy, w kolumnie *%Wpływ* wpisz przyjęte wartości:

Raster	% Wpływ	Pole	Wartość skali
Reclassified slope	13	Value	
Reclassified distanc	50	Value	
Reclassified distanc	25	Value	
landuse	12	LANDUSE	

- Zaakceptuj parametry Rastra wyjściowego i zatwierdź **OK**,
- Zmień nazwę zmiennej wyjściowej z narzędzia *Nakładania priorytetowego* na *Suitable_Areas*. Nowo powstałą warstwę dodaj do wyświetlania i zapisz i uruchom edytowany model.

Poniżej przedstawiono mapę przydatności terenu do lokalizacji nowej szkoły. Zauważ, że tereny



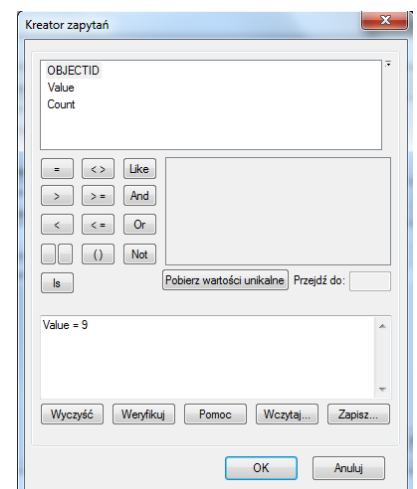
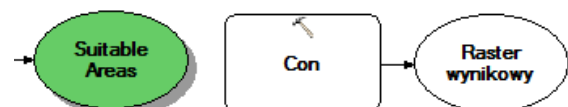
wyłączone z analizy, ostatecznie mają przypisaną wartość 0, natomiast im wyznaczony teren ma wyższą wartość tym jest on bardziej odpowiedni dla nowej lokalizacji szkoły.

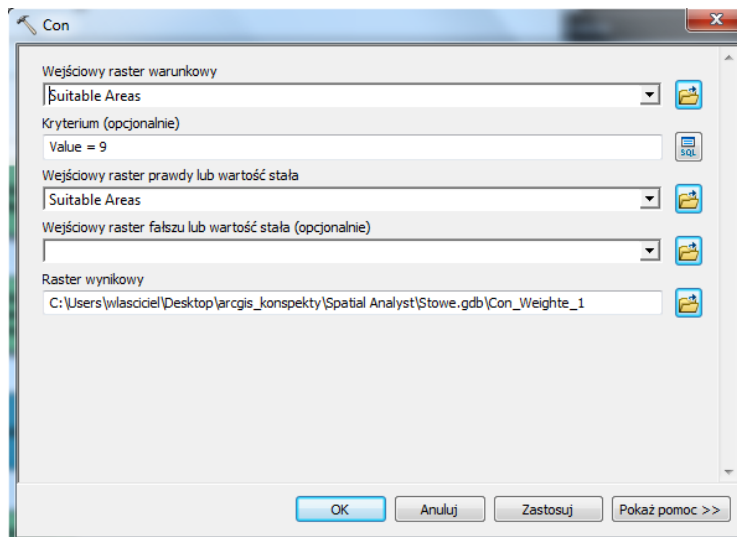


6. Wybór optymalnej lokalizacji

a) Ekstrakcja optymalnych miejsc z wykorzystaniem narzędzia Con:

- Do budowanego modelu dodaj narzędzie **Con** ze skrzynki narzędziowej *Spatial Analyst Tools – Warunkowe*,
- Otwórz narzędzie **Con**,
- Określ parametry narzędzia **Con**:
 - jako *Wejściowy raster warunkowy* i *Wejściowy raster prawdy* przyjmij warstwę *Suitable_Areas*
 - w polu *Kryterium* wprowadź  wartość $\text{Value} = 9$, korzystając z *Kreatora zapytań*
 - pole *Wyjściowy raster fałszu* pozostaw pusty.





(Uwaga: Niepodanie *Wyjściowego rastra fałszu czy wartości stałej*, spowoduje przypisanie pikselom niespełniającym podanego kryterium wartości NoData)

Zmień nazwę zmiennej wyjściowej z narzędzia Con na Optimal_areas. Nowo powstałą warstwę dodaj do wyświetlania, zapisz i następnie uruchom edytowany model. Na powstałej warstwie znajduje się wiele pojedynczych komórek – 30 metrowych, które reprezentują optymalną lokalizację. Rejony te są zbyt małe na lokalizację nowej szkoły, dlatego

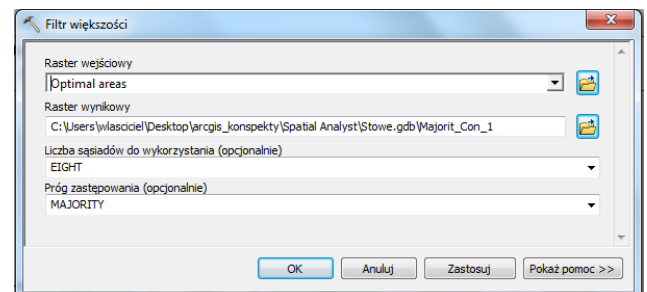
w kolejnym kroku należy odrzucić takie miejsca.

b) Ograniczenie optymalnych obszarów.

- Do budowanego modelu dodaj narzędzie **Filtr większości** ze skrzynki narzędziowej *Spatial Analyst Tools – Generalizacja* i otwórz to narzędzie,



- Określ parametry narzędzia:
 - w polu Raster wejściowy przyjmij ostatni wynik Optimal areas,
 - zaakceptuj Raster wynikowy,
 - jako *Liczbę sąsiadów do wykorzystania* wybierz 8 (liczba sąsiednich komórek wykorzystywanych do obliczenia wartości komórki jądra),
 - dla *Progu zastępowania* przyjmij wartość domyślną **MAJORITY**,
- zaakceptuj parametry klawiszem **OK**.



- Zmień nazwę zmiennej wyjściowej na Filtered_optimal_areas. Nowo powstałą warstwę dodaj do wyświetlania, zapisz i następnie uruchom edytowany model. Na warstwie Filtered_optimal_areas optymalne obszary, które zostały uznane za zbyt małe zostały usunięte. Porównaj warstwę Optimal_areas z nowo wygenerowaną Filtered_optimal_areas, odczytując liczbę wygenerowanych obszarów korzystając z tabel atrybutów tych warstw.

7. Wybór najlepszej lokalizacji

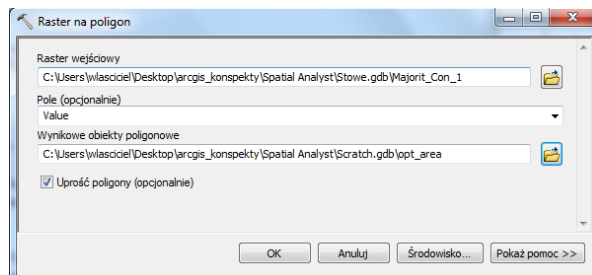
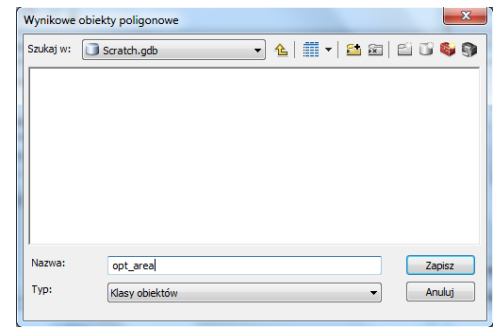
W tym kroku należy wybrać najlepszą lokalizację z dostępnych alternatyw. Należy zastosować dodatkowe kryteria:

- położenie w pobliżu istniejących dróg,
- kryterium powierzchniowe – obszary większe 40,469 m².

Aby istniała możliwość narzucenia tych kryteriów, nasz wynikowy raster Filtered_optimal_areas należy przekonwertować do klasy obiektów poligonowych.

a) Konwersja rastra

- Do modelu dodaj narzędzie **Raster na Poligon** ze skrzynki narzędziowej *Conversion Tools - Z rastra* i otwórz to narzędzie,
- Określ Parametry narzędzia:
 - w polu *Raster wejściowy* przyjmij *Filtered_optimal_areas*,
 - pozostaw domyślną wartość *Pola* jako Value,
 - wynikowe obiekty poligonowe zapisz w geobazie *Scratch.gdb* pod nazwą *opt_area*,
 - pozostaw domyślnie zaznaczoną opcję *Uprość poligony*,

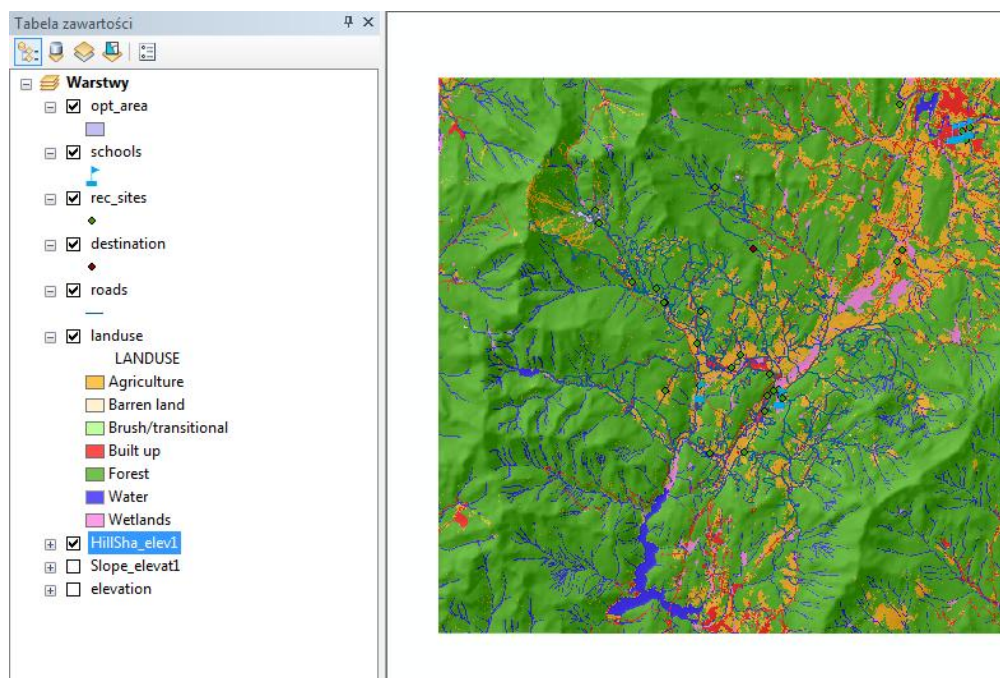


- Zaakceptuj parametry klawiszem **OK** i uruchom model,
- Zapisz i zamknij edytowany model.
-

W kolejnych punktach b) – d), korzystaj z narzędzi nie dodając ich do modelu!

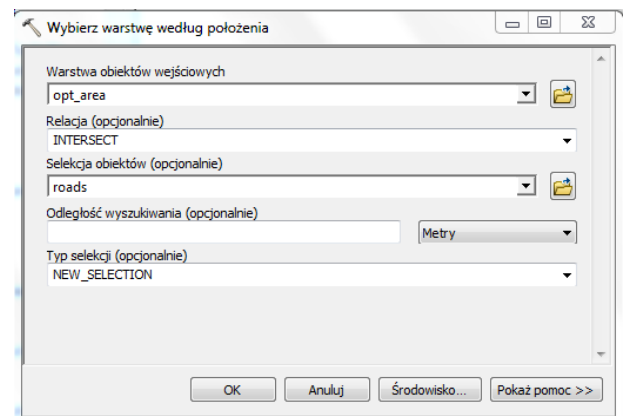
b) Wybór według lokalizacji

W tabeli zawartości pozostaw następujące warstwy, jak na poniższym zrzucie ekranowym.



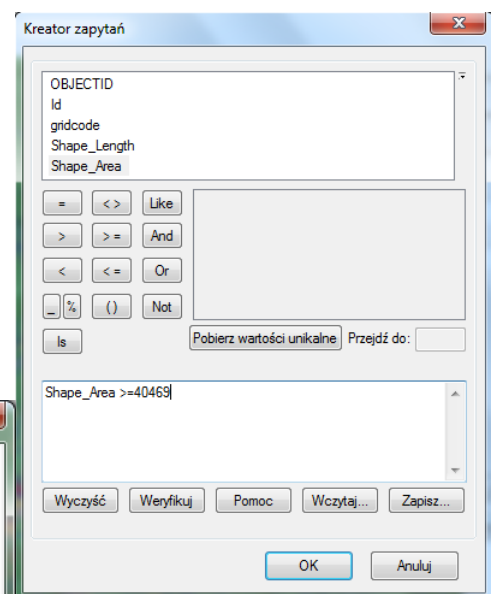
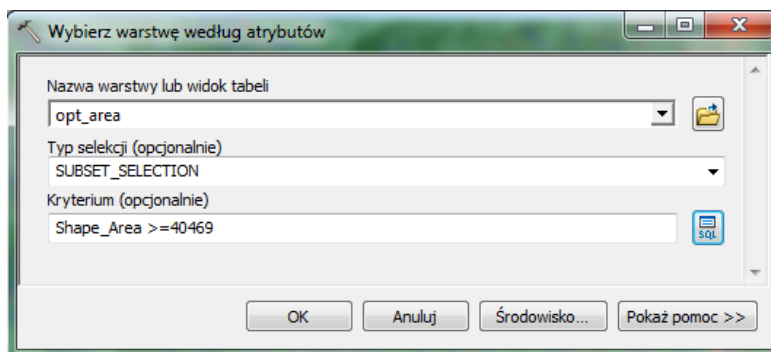
- Otwórz narzędzie **Wybierz warstwę według położenia** ze skrzynki narzędziowej *Zarządzanie danymi – Warstwy i widoki tabeli*,
- Określ Parametry narzędzia:
 - w polu *Warstwa obiektów wejściowych* wybierz z dostępnej listy warstwę *opt_area*,
 - w polu *Relacja* wybierz INTERSECT (przecięcie),
 - *Selekcja obiektów*: roads,
 - zaakceptuj przyjęty *Typ selekcji*: NEW_SELECTION,
- Zaakceptuj parametry klawiszem **OK**.

W oknie mapy zaznaczone zostaną obiekty, które spełniają powyższe zapytanie.



c) Wybór według atrybutów

- Otwórz narzędzie **Wybierz warstwę według atrybutów** ze skrzynki narzędziowej *Zarządzanie danymi – Warstwy i widoki tabeli*,
- Określ Parametry narzędzia:
 - w polu *Warstwa obiektów wejściowych* wybierz z dostępnej listy warstwę *opt_area*,
 - w polu *Relacja* wybierz SUBSET_SELECTION (podselekcja),
 - wprowadź *Kryterium* powierzchniowe korzystając z *Kreatora zapytań*,

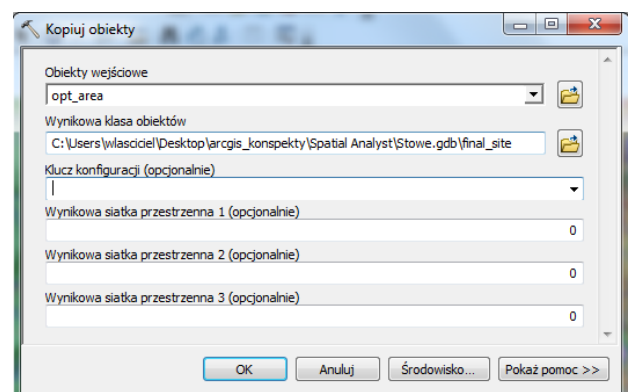


- Zaakceptuj parametry klawiszem **OK**.

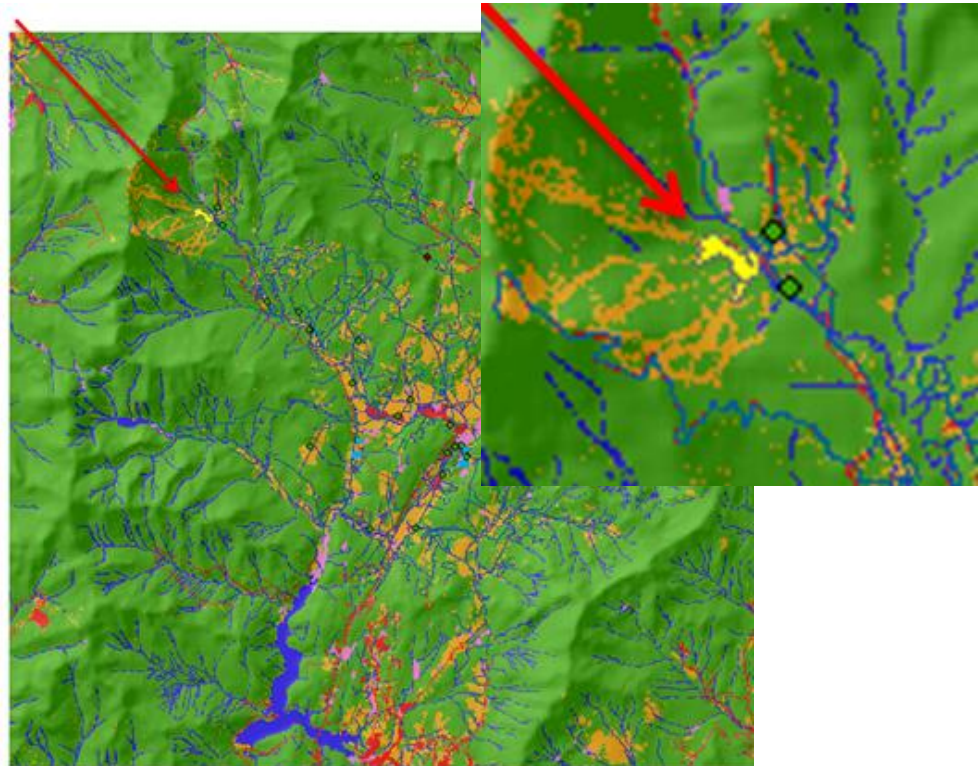
W oknie mapy zaznaczone zostaną obiekty, które spełniają powyższe zapytania.

d) Kopiuj obiekty

- Otwórz narzędzie **Kopiuj obiekty** ze skrzynki narzędziowej *Zarządzanie danymi – Obiekty*
- Określ parametry narzędzia:
 - w polu *Warstwa obiektów wejściowych* wybierz z dostępnej listy warstwę *opt_area*,
 - Wynikową klasę obiektów zapisz w geobazie *Stowe.gdb* i nadaj jej nazwę *final_site*,
- Kliknij **OK** aby uruchomić nadrzędzie.



Do wyświetlania dodana zostanie warstwa final_site, która zawiera najlepszą lokalizację dla nowej szkoły – na poniższym slajdzie wyświetlona kolorem żółtym.



Ćwiczenie 4: Wybór najmniej kosztownej trasy dojazdowej do wybranej lokalizacji.

W ćwiczeniu tym należy wyznaczyć najlepszą trasę, nowej drogi dojazdowej do wybranej lokalizacji - nowej szkoły. Danymi wejściowymi do tej analizy jest klas obiektów final_site – będąca wynikiem poprzedniego ćwiczenia.

1. Tworzenie mapy kosztów

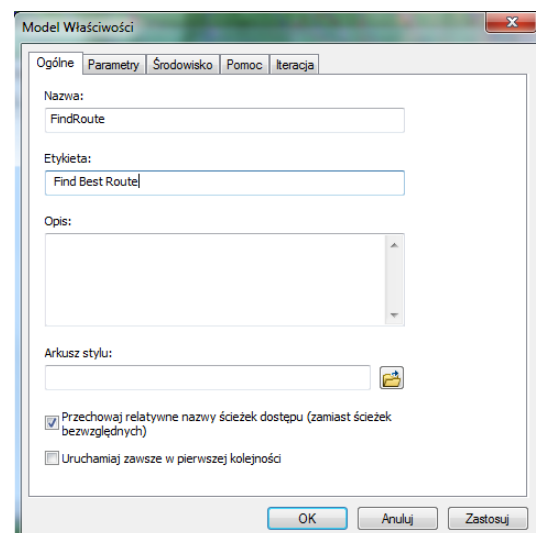
- a) Tworzenie nowego modelu Find Best Route – w celu odnalezienia najlepszej trasy, uwzględniając nachylenie terenu i rodzaj użytkowania.

Konfiguracja modelu:

- Wskaż założoną skrzynkę narzędziową Site Analysis Tools >> **PKM** >> **Nowa** >> **Model**,

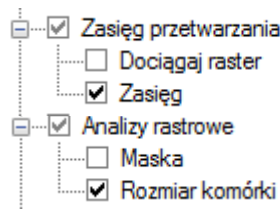
W kolejnym kroku zmień nazwę utworzonego modelu:

- Z głównego menu otwartego Modelu wybierz **Model** >> **Właściwości modelu**,
- W zakładce **Ogólne** ustaw odpowiednie nazwy, w polu *Nazwa* wprowadź *FindRoute*, natomiast w polu *Etykieta* *Find Best Route*,
- Zahacz opcję *Przechowaj relatywne nazwy ścieżek dostępu*.

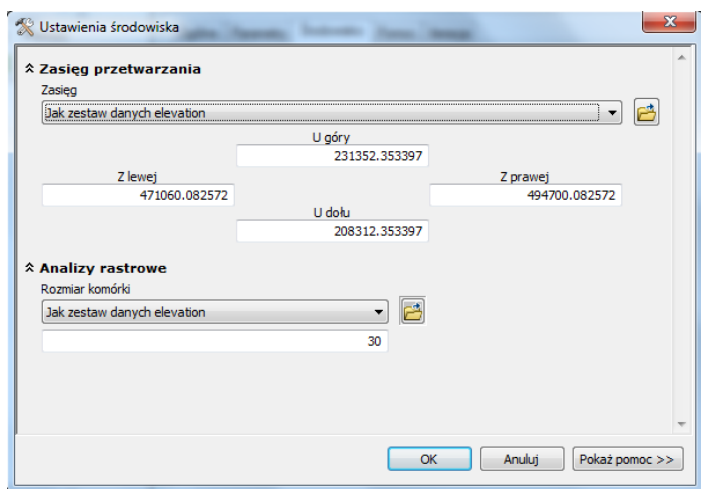


Przed rozpoczęciem analiz ustaw parametry środowiskowe modelu:

- Przejdź do zakładki **Środowisko**,
- Rozwiń Analizy rastrowe i wybierz Rozmiar komórki oraz w Zasięgu przetwarzania wskaż Zasięg,



- Kliknij przycisk **Wartości**,
- W oknie *Ustawienia Środowiska* rozwiń pozycję *Zasięg Przetwarzania*, wybierając  wskaż warstwę *elevation*, z której pobrany zostanie zasięg przestrzenny,
- Rozwiń pozycję *Analizy rastrowe* i jako rozmiar komórki przyjmij wartość 30 metrów, jak dla rastra *elevation*,
- Zatwierdź zmiany klikając **OK** w oknie *Ustawienia Środowiska*, a później w oknie *Właściwości*,
- W oknie modelu zapisz wszystkie zmiany .



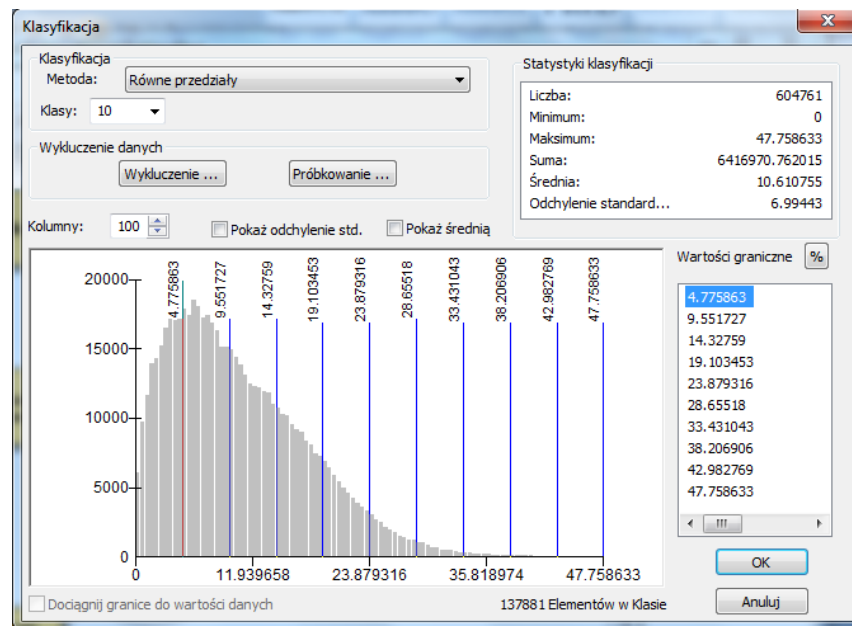
b) Budowanie modelu

W tym kroku utworzona zostanie mapa kosztów dotarcia z dowolnego miejsca do nowej lokalizacji szkoły final_site.

- Do budowanego modelu dodaj warstwę Slope_output,
- Dodaj narzędzie **Reklasyfikuj**, ze skrzynki narzędziowej *Spatial Analyst Tools – Reklasyfikacja* do modelu.

Korzystnie jest, aby trasa przebiegała po terenie płaskim, zatem reklasyfikację wykonaj w ten sposób, aby terenom o najmniejszym nachyleniu przypisać wartość 10, natomiast dla obszaru o największych spadkach 1. Reklasyfikację wykonaj dzieląc wartości nachyleń na równe przedziały.

- Uruchom narzędzie Reklasyfikuj połączone ze zmienną Slope_Output,
- Zaakceptuj domyślna wartość Value parametru *Pole klasyfikacji*,
- Kliknij przycisk **Klasyfikuj**,
- Określ parametry klasyfikacji, wybierz metodę klasyfikacji *Równe przedziały* i podaj liczbę klas równą 10,



- Zatwierdź klawiszem **OK**,
- Wybierz przycisk **Odwrotność nowych wartości**, aby w założony sposób przeklasyfikować dane,
- Zmień nazwę zmiennej wyjściowej na **Reclassified_slope** i zatwierdź zmiany **OK**,
- Uruchom model.

c) Wagowanie i łączenie zbiorów

Do zbudowania mapy kosztów posłuży warstwa *landuse* i warstwa *Reclassified_slope* - w modelu tym zbiory danych będą miały równe wagi:

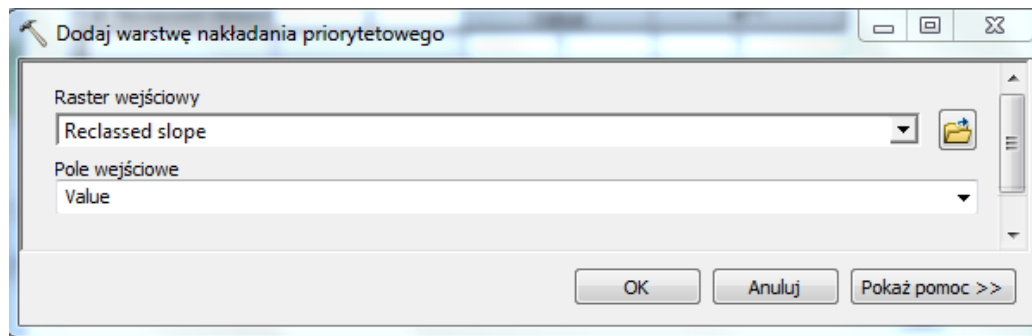
Reclassified_slope: 50%

landuse: 50%

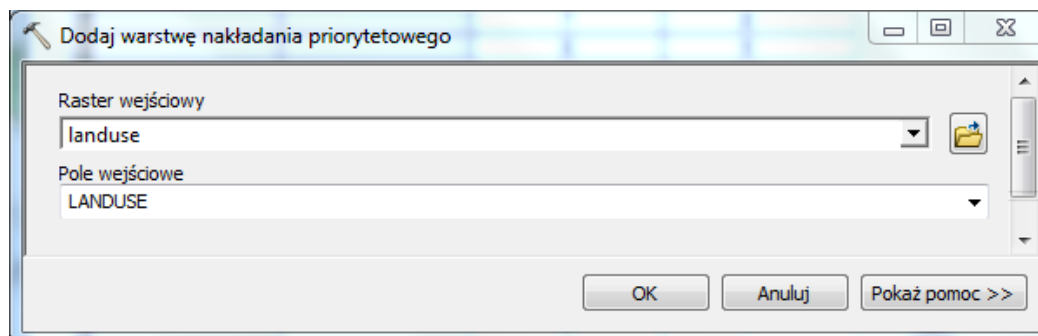
Do budowanego modelu dodaj narzędzie **Nakładanie priorytetowe**, ze skrzynki narzędziowej *Spatial Analyst Tools* – *Nakładanie* oraz warstwę *landuse*.

- Otwórz narzędzie **Nakładanie priorytetowe**,
- Zmień domyślną skalę ocen na skalę od 1 do 10, ze skokiem 1

- Potwierdź klawiszem **Zastosuj**.
- Dodaj *Reclassified_slope* do narzędzia *Nakładania*, używając przycisku **Add raster row**  przyjmując parametry jak na poniższym slajdzie i zatwierdź przyciskiem **OK**.



- Używając **Add raster row**  dodaj warstwę *landuse*, jako Pole wejściowe przyjmij LANDUSE i zatwierdź **OK**,



- Wykonaj zmianę wartości skali dla warstwy *landuse*- im przypisana wartość jest wyższa, tym wyższy koszt wybudowania drogi na tym rodzaju gruntu

Brush/transitional—5

Water —10

Barren land—2

Built up—9

Agriculture—4

Forest—8

Wetlands —10

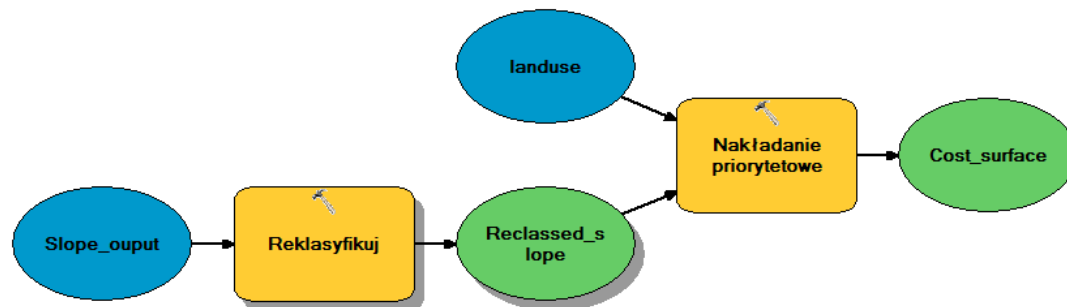
	landuse	0	LANDUSE	
			Brush/transitional	5
			Water	10
			Barren land	2
			Built up	9
			Agriculture	4
			Forest	8
			Wetlands	10
			NODATA	NODATA

- W kolumnie *%Wpływ* wpisz przyjęte wartości:

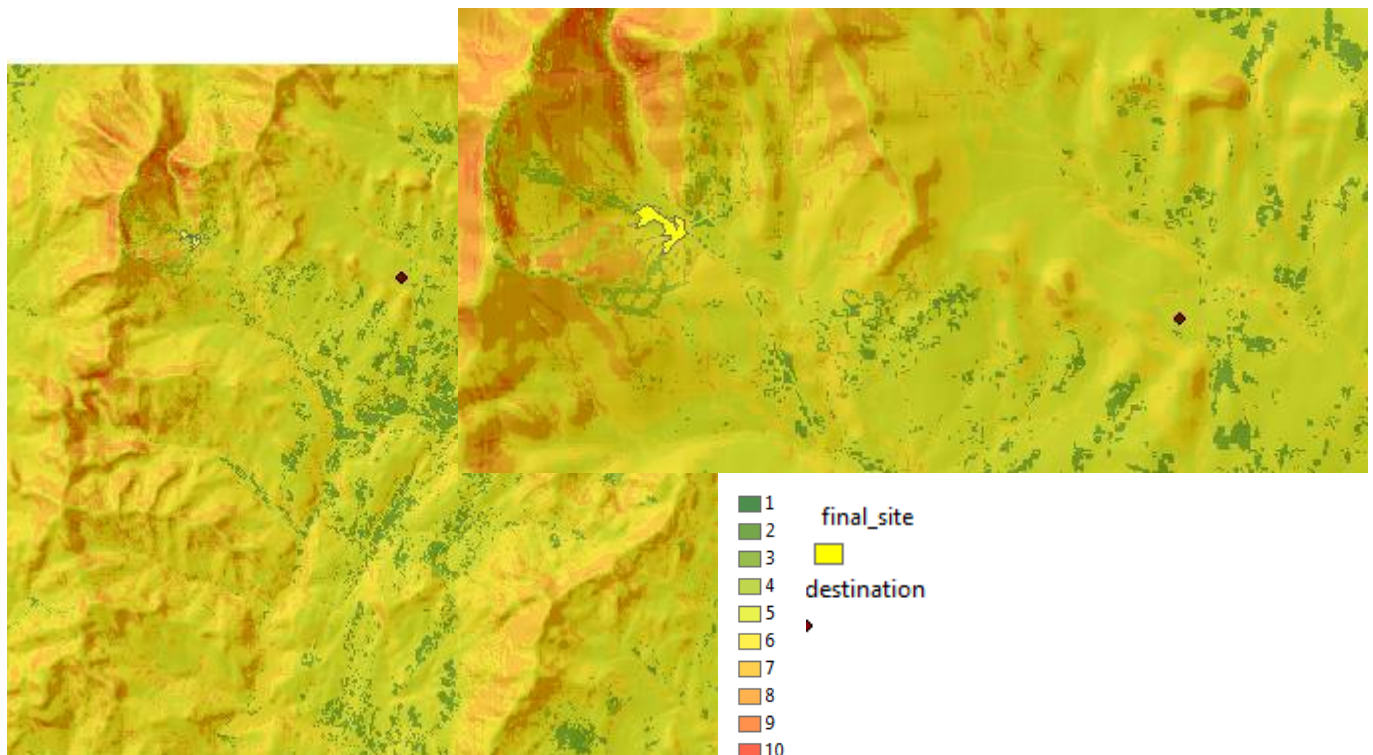
	Raster	% Wpływ	Pole	Wartość skali
⌵	landuse	50	LANDUSE	
⌵	Reclassified slope	50	Value	

- Zaakceptuj domyślną ścieżkę *Rastra wyjściowego*, zmień nazwę na *Cost_surface* i zatwierdź **OK**.

Na tym etapie model powinien wyglądać w następujący sposób:



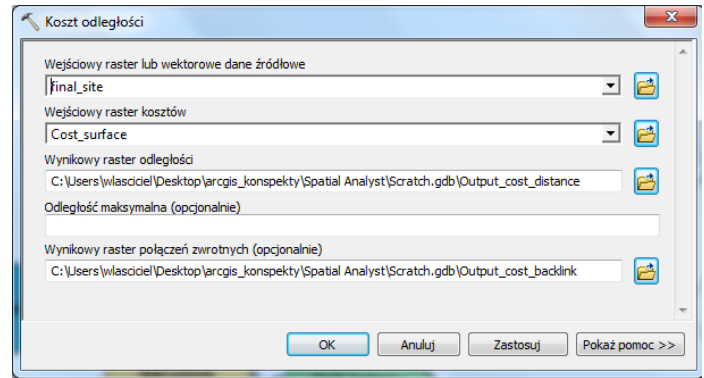
- Warstwę wynikową dodaj do wyświetlania uruchom i zapisz model.
Wyniki tego etapu widzimy na poniższym slajdzie:



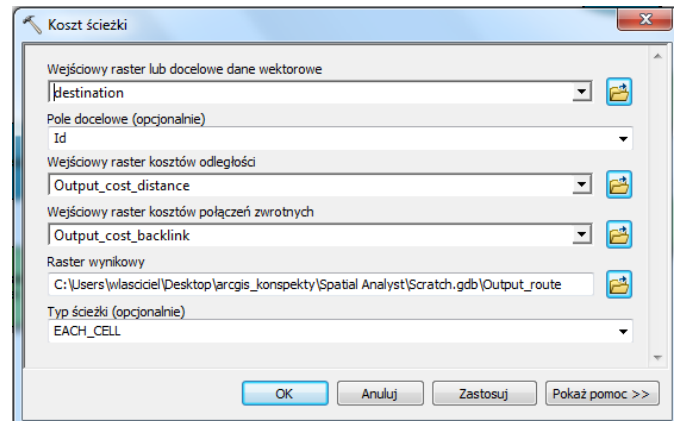
2. Znajdź optymalną trasę

- Do budowanego modelu dodaj narzędzie **Koszt odległości** i **Koszt ścieżki**, ze skrzynki narzędziowej *Spatial Analyst Tools – Odległość* oraz warstwę *final_site* i *destination* – warstwa od której należy wyznaczyć optymalną trasę do szkoły,
- Otwórz narzędzie koszt odległości i wprowadź jego parametry:
 - Wejściowy raster lub wejściowe źródła danych: *final_site*,
 - Wejściowy raster kosztów: *Cost_surface*,

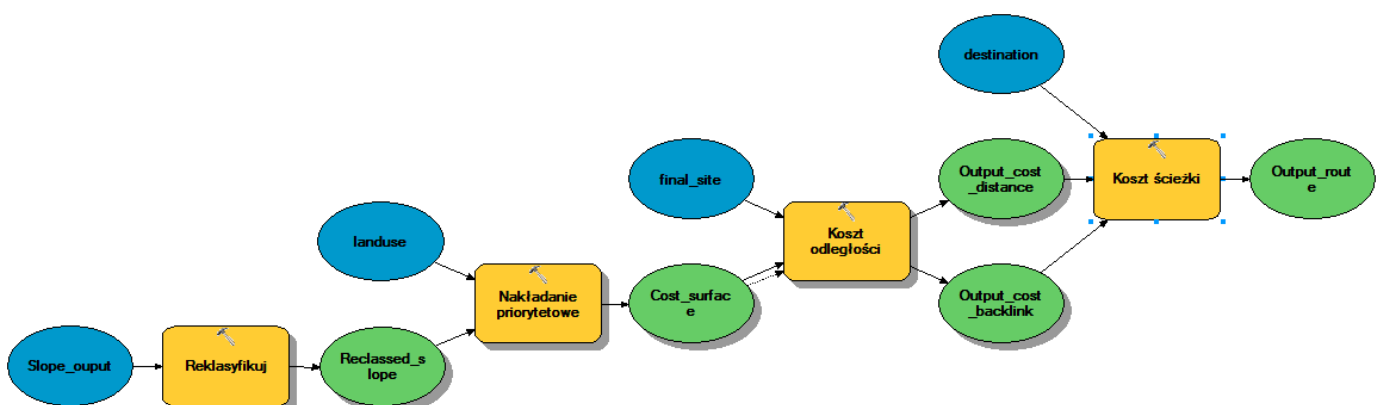
- Przyjmij domyślną ścieżkę dostępu dla *Wynikowego rastra odległości* i zmień jego nazwę na *Output_cost_distance* – warstwa ta będzie zawierała skumulowane koszty,
- *Wynikowy raster połączeń zwrotnych* zapisz pod nazwą *Output_cost_backlink*, zapisując go w geobazie *Scratch.gdb* – dla każdej komórki rastra obliczony będzie najkorzystniejszy kierunek.
- Zatwierdź zmiany klawiszem **OK**.



- Otwórz narzędzie *Koszt ścieżki* i wprowadź jego parametry:
 - *Wejściowy raster lub docelowe dane wektorowe*: *destination*,
 - Zaakceptuj domyślną wartość w *Pole docelowe*,
 - *Wejściowy raster kosztów odległości*: *Output_cost_distance*,
 - *Wejściowy raster kosztów połączeń zwrotnych*: *Output_cost_backlink*,
 - Zaakceptuj ścieżkę dostępu *Rastra wynikowego* i nadajmy nazwę *Output_route*.
 - *Typ ścieżki*: *EACH_CELL*.

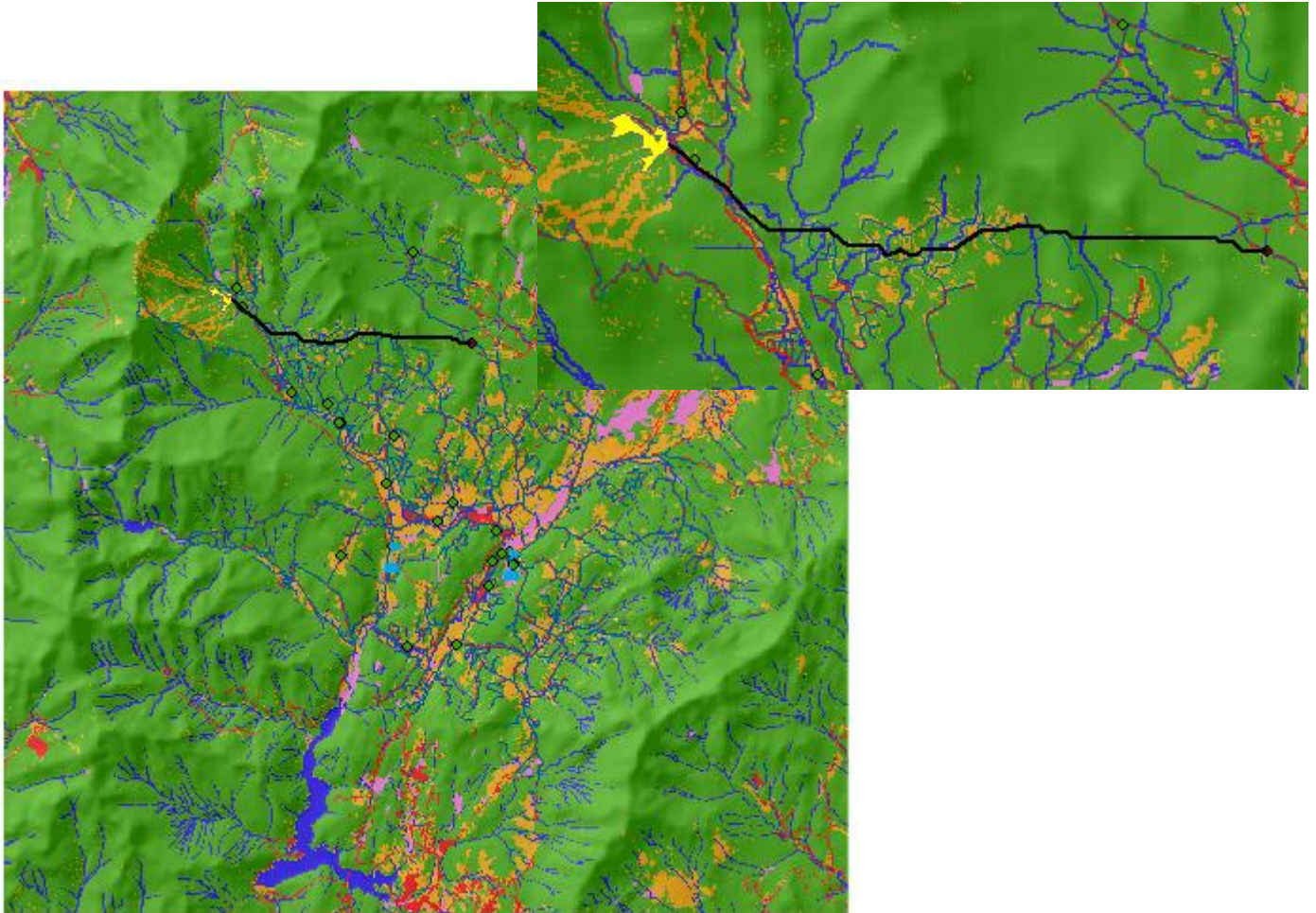


- Zatwierdź zmiany klawiszem **OK**.
- Dodaj do wyświetlania warstwy *Output_cost_distance*, *Output_cost_backlink* i *Output_route*, po czym zapisz i uruchom model, który ma następującą postać:



- Konwertuj raster wynikowy na polilinę , korzystając z narzędzia **Raster na Polilinę** ze skrzynki narzędziowej *Konwersja - Z rastra* i zapisz pod nazwą *Output_route_2*.

Ostateczny wynik analizy:



Po zakończeniu ćwiczenia, można zapisać całość prac lub wrócić do budowanych modeli i eksperymentować z parametrami stosowanych narzędzi.

Podsumowanie:

Po wykonaniu zaproponowanych ćwiczeń, potrafisz budować modele, korzystać z narzędzi dostępnych w skrzynce narzędziowej, a przede wszystkim potrafisz wygenerować mapy przydatności, wyznaczyć optymalne lokalizacje dla nowych inwestycji i wyznaczyć najmniej kosztowne drogi dojazdu.