

Akademia Górniczo-Hutnicza im. St. Staszica w Krakowie

ArcGIS Pro, Ćwiczenie 10

# Ocena zagrożenia powodziowego

Analiza danych geograficznych

Tomasz Bartuś

---

Na podstawie materiałów szkoleniowych ESRI.  
Wyłącznie do użytku wewnętrznego AGH.

---

<http://home.agh.edu.pl/~bartus>  
2024-04-30

## Ćwiczenie 10

### Analiza danych geograficznych\*

\* - Na podstawie oficjalnych materiałów szkoleniowych ESRI.

Jesteś studentem zbierającym dane GIS do projektu realizowanego w ramach pracy dyplomowej. Temat pracy będzie dotyczył oceny zagrożenia powodziowego w pewnym mieście i utworzenia propozycji planów działań na wypadek ewentualnej powodzi. Mamy kontakt z różnymi miejskimi instytucjami i uzyskaliśmy od nich niezbędne dane. Teraz trzeba będzie się z nimi zapoznać i określić, czy będą w rzeczywistości przydatne do projektu. Celem tego ćwiczenia jest utworzenie bazy danych przestrzennych do przechowywania wszystkich danych projektowych.

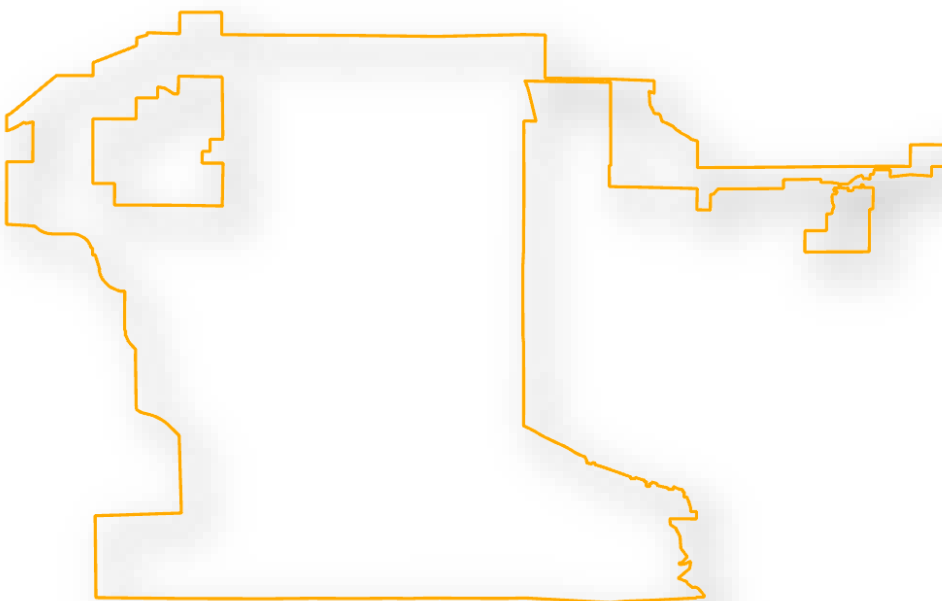
#### 1. Otwarcie dokumentu mapy

1.1. Uruchom ArcGIS Pro.

1.2. Z folderu

D:\WprowadzenieDoGIS\Nazwisko\_Imię\VirtualCampusPro\Organize\Flood.od\ otwórz plik Flood.aprx.

Warstwy w tej mapie odwołują się do danych, które zgromadziłeś po kontaktach z różnymi wydziałami instytucji miasta. Warstwa *City Limits* jest aktualnie jedyną wyświetlaną warstwą na mapie (Ryc. 1). Widoczność wszystkich pozostałych warstw jest wyłączona.



Ryc. 1. Okno mapy z widoczną warstwą *City Limits*

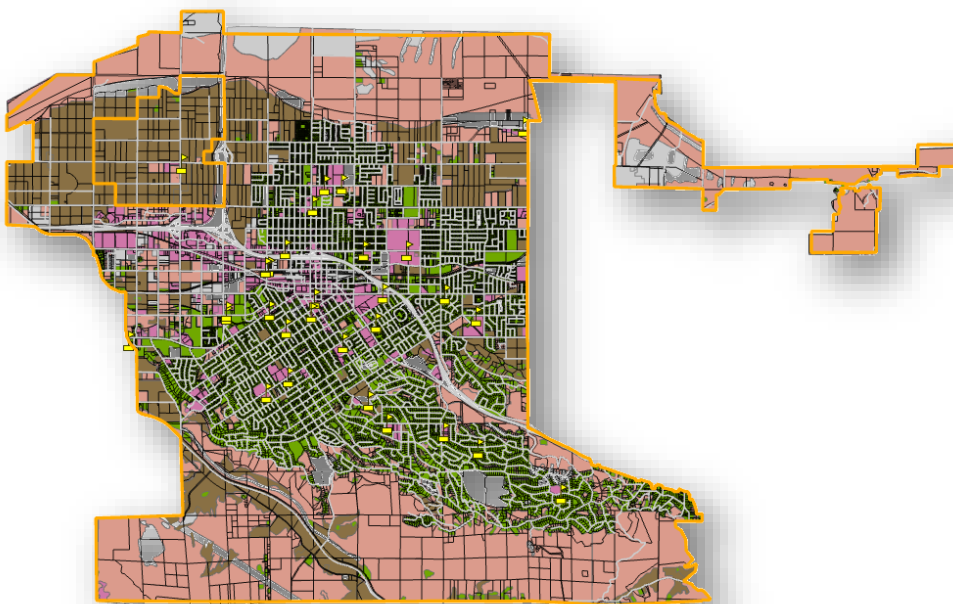
- 1.1. Jeżeli mapa nie wypełniła całego obszar wyświetlania, kliknij narzędzie *Full Extent* (*Pełny zakres*) znajdujące się na karcie *Map* w grupie *Navigate* (*Nawigacja*).

Będziemy teraz wyświetlać jedną po drugiej pozostałe warstwy. W ten sposób uzyskamy wstępny obraz tego co z sobą reprezentują.

## 2. Eksploracja warstw w ArcGIS Pro

ArcGIS Pro oferuje wiele udogodnień wykorzystywanych w eksploracji danych geograficznych, można np.: wyświetlić wiele warstw danych na raz, zbadać poziom szczegółowości danych w warstwach, porównać zakresy przestrzenne różnych warstw i inne.

- 2.1. Włącz widoczność warstw: *Schools*, *Local Streets*, *Parcels* i *Land Use* ([Ryc. 2](#)).



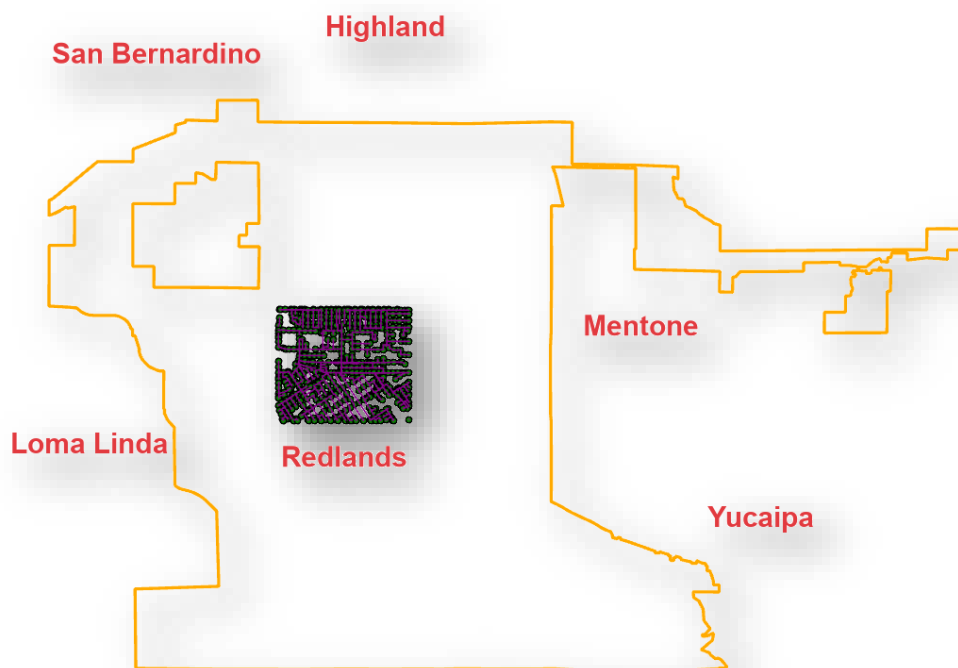
**Ryc. 2.** Okno mapy z widocznymi warstwami: *City Limits*, *Schools*, *Local Streets*, *Parcels* i *Land Use*

Jak widać, wszystkie warstwy obejmują obszar w granicach miasta.

- 2.2. Używając kółka myszy (lub zmieniając skalę mapy) powiększ mapę i przyjrzyj się całemu obszarowi miasta.

Zauważ, że działki (obiekty warstwy *Parcels*), znajdują się wewnątrz poligonów warstwy użytkowania ziemi (*Land Use*). Ponieważ działki są zawarte w obszarze użytkowania ziemi, dwie warstwy są ze sobą przestrzennie powiązane.

- 2.3. Aby powrócić do poprzedniego stopnia powiększenia, kliknij narzędzie *Previous Extent* (*Poprzedni zakres*) znajdujące się na karcie *Map* w grupie *Navigate* (*Nawigacja*).
- 2.4. Wyłącz widoczność warstw: *Schools*, *Local Streets*, *Parcels* i *Land Use*.
- 2.5. Włącz widoczność warstw: *Wastewater Mains* (sieć kanalizacyjna), *Wastewater Valves* (zawory sieci kanalizacyjnej) i *Place Names* (Ryc. 3).



**Ryc. 3. Okno mapy z widocznymi warstwami:** *City Limits*, *Wastewater Mains*, *Wastewater Valves* i *Place Names*

Dwie warstwy sieci kanalizacyjnej (*Wastewater Mains* i *Wastewater Valves*) obejmują tylko niewielką część miasta. Z jakiegoś powodu Zakład Robót Publicznych przekazał ci dane tylko dla fragmentu miasta. Warstwa *Place Names* zawiera nazwy sąsiednich miast, a więc obejmuje większy obszar niż w granice miasta.

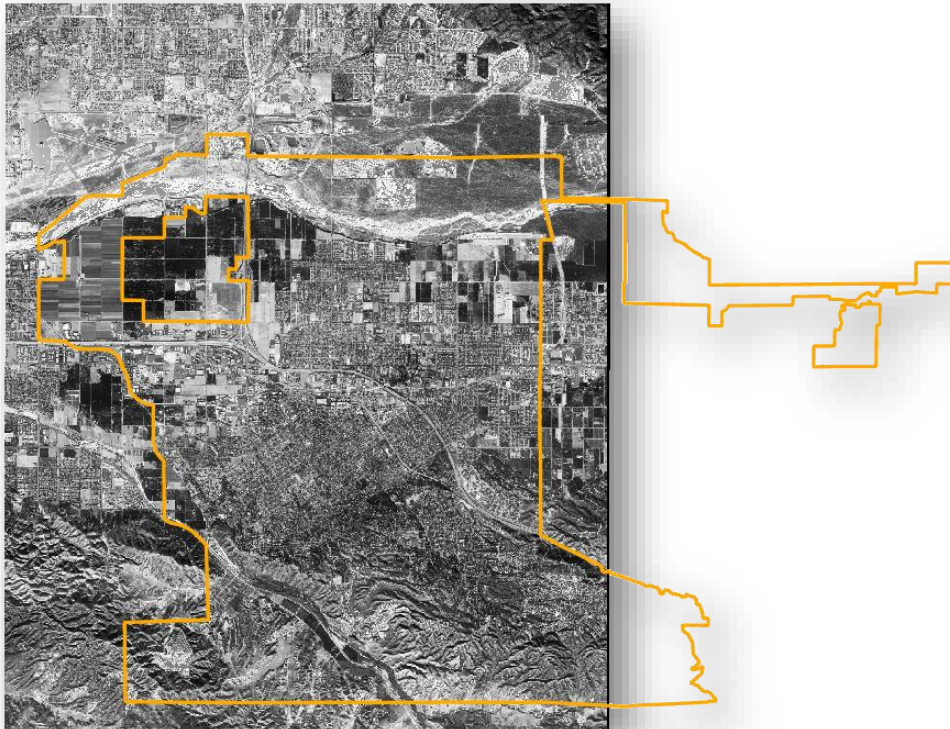
- 2.6. Wybierz warstwę *Wastewater Mains*, kliknij ppm i wybierz polecenie *Zoom To Layer* (*Powiększ do warstwy*) (Ryc. 4).



**Ryc. 4. Fragment okna mapy z widocznymi warstwami: Wastewater Mains i Wastewater Valves**

W tej skali, można zauważyć, że zawory instalacji ściekowej (Wastewater Valves) są przestrzennie powiązane z obiektami warstwy Wastewater Mains. Ma to sens, ponieważ w realnym świecie, zawory ściekowe muszą być podłączone do rur kanalizacyjnych.

- 2.7. Kliknij polecenie *Previous Extent* (Poprzedni zakres).
- 2.8. Wyłącz widoczność warstw: Wastewater Mains, Wastewater Valves i Place Names.
- 2.9. Włącz widoczność warstwy Raster Aerial ([Ryc. 5](#)).



**Ryc. 5. Okno mapy z widocznymi warstwami: City Limits i Raster Aerial**

Zdjęcie lotnicze, które otrzymaliśmy z Departamentu Planowania Urzędu Miasta, obejmuje większą część miasta, ale nie całe.

- 2.10. Wyłącz widoczność warstwy `Raster Aerial`.
- 2.11. Włącz widoczność warstwy `Soils` ([Ryc. 6](#))



**Ryc. 6. Okno mapy z widocznymi warstwami: City Limits i Soils**

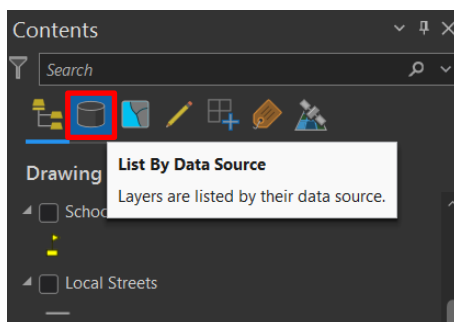
Warstwa *Soils* (gleby) pochodzi z Departamentu Parków i Rekreacji Urzędu Miasta. Obejmuje ona największą powierzchnię ze wszystkich warstw zgromadzonych w dokumencie mapy.

W następnym etapie ćwiczenia porzucimy na chwilę dokument mapy i przyjrzymy się danym źródłowym.

### 3. Wyświetlanie danych o źródłach mapy

Pamiętajmy, że dokument mapy w rzeczywistości nie zawiera danych wyświetlanych na mapie. Plik projektowy odwołuje się do rzeczywistych źródeł danych, przechowując wyłącznie ścieżki do odpowiednich lokalizacji na dysku komputera (lub w sieci). W tym etapie ćwiczenia, sprawdzimy gdzie przechowywane są dane wyświetlane na mapie.

- 3.1. W górnej części panelu zawartości (*Contents*), kliknij ikonę *List By Data Source* (Lista według źródeł danych) (Ryc. 7).

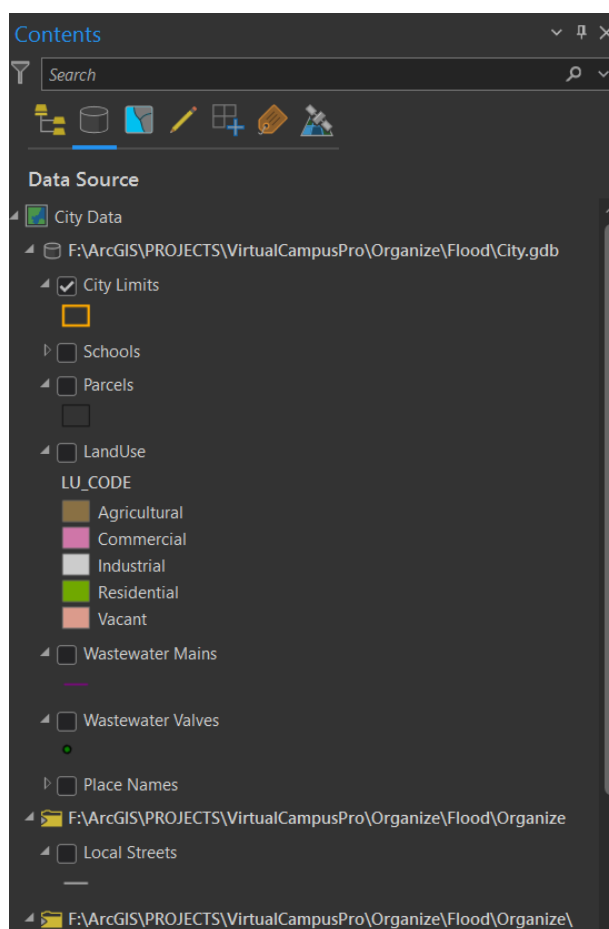


**Ryc. 7. Fragment panelu zawartości z widocznym narzędziem sortowania warstw według źródeł danych**

Teraz możemy prześledzić ścieżki, przez które plik projektowy mapy odwołuje do rzeczywistych źródeł danych (Ryc. 8).

#### WSKAZÓWKA!

Jeśli nie widzisz pełnych ścieżek, poszerz okno panelu zawartości lub najedź kursorem myszy nad konkretne źródło danych.



**Ryc. 8. Fragment panelu zawartości z danymi projektu w widoku *List By Data Source***



Zauważ, że wszystkie źródła danych są przechowywane w katalogu `...\VirtualCampusPro\Organize`. Zauważ też, że kolejność prezentacji warstw w panelu zawartości jest uzależniona od lokalizacji źródła danych. Warstwy `WastewaterMains` i `WastewaterValves` zostały przeniesione w górę hierarchii panelu zawartości, ponieważ wraz z warstwami `City Limits`, `Schools`, `Parcels` i `Place Names` są przechowywane w geobazie `City.gdb`.

W następnym kroku ćwiczenia będziemy używać okna *Catalog* do eksploracji posiadanych zbiorów danych.

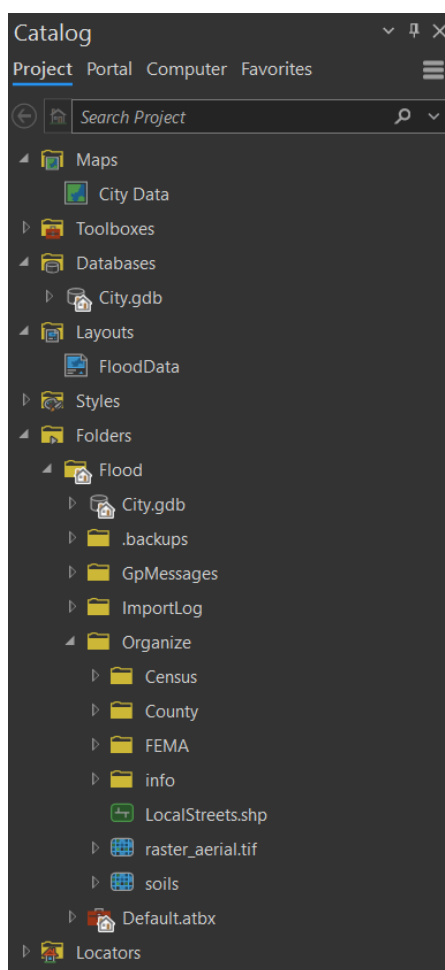
#### 4. Przeglądanie danych projektowych w panelu *Catalog*

Przejrzymy się teraz naszym danym w panelu *Catalog* (domyślnie panel *Catalog* jest dokowany w prawej części okna aplikacji ArcGIS Pro).

##### WSKAZÓWKA!


Jeśli nie widzisz panelu *Catalog*, przejdź na wstążce aplikacji do karty *View* (*Widok*) i w grupie *Windows* uruchom polecenie *Catalog Pane* (*Panel katalog*).

- 4.1. Powiększ okno *Catalog* tak aby móc przeglądać jego zawartość, a jednocześnie widzieć okno mapy.
- 4.2. Otwórz foldery: *Maps* (*Mapy*), *Databases* (*Bazy danych*), a w nim geobazę projektową `City.gdb`, *Layouts* (*Układy*) oraz *Folders* (*Foldery*), a w nim podfolder `\Flood\Organize\` ([Ryc. 9](#)).



**Ryc. 9. Panel *Catalog* z zawartością danych projektu**

Z panelu *Catalog* użytkownik ma bezpośredni dostęp do danych. Standardowo znajdują się tu „foldery” będące skrótami do różnych elementów danego projektu. Jest tu folder **Maps** (*Mapy*), w którym przechowywane są wszystkie mapy (kompozycje różnych warstw); **Toolboxes** (*Skrzynki narzędziowe*), w którym można przechowywać zbiory swoich narzędzi; **Databases** (*bazy danych*), w którym znajdziemy połączenia do geobaz projektowych; **Layouts** (*Układy*) przechowujący układy – czyli kompozycje map prezentacyjnych uzupełnione o legendy, siatki kartograficzne, skale i inne typowe elementy map przeznaczonych dla użytkowników końcowych; **Styles** (*Style*) do przechowywania zbiorów stylów; **Folders** (*Foldery*) zawierające linki do folderów projektowych oraz **Locators** (*Lokalizacje*) zawierające skróty do zasobów internetu, np. danych z zewnętrznych serwerów GIS.


Zwróć uwagę, że bieżący projekt aktualnie zawiera jedną mapę (*City Data*). To dokładnie ta mapa, której warstwy możesz oglądać w panelu zawartości (*Contents*). Do projektu jest aktualnie dołączona jedna geobaza – *City.gdb*. Geobaza ma ikonę  reprezentującą relacyjne bazy danych. Ikona domku ponad ikonką geobazy oznacza, że jest to domyślna (domowa) geobaza projektu. Rozszerzenie pliku *.gdb* pochodzi od

skrót *GeoDataBase* (geobaza). W projekcie zapisano także jeden układ o nazwie *FloodData*.

- 4.3. W tym ćwiczeniu nie będziemy zajmowali się projektowaniem układów, więc usuń istniejący układ klikając na nim ppm i z menu kontekstowego wybierz polecenie *Delete* (*Usuń*). Potwierdź usunięcie w oknie informacyjnym.

Zauważ, że folder *Layouts* zniknął z panelu *Catalog*.

Jednym z najważniejszych folderów panelu *Catalog* jest *Folders* (*Foldery*). Gromadzi on dowiązania do wszystkich folderów, w których mogą być rozproszone dane projektowe. W naszym przypadku zawiera on wyłącznie jeden link do folderu projektowego ...*\Flood\*. Podobnie jak geobaza projektowa *City.gdb* jest on opatrzony ikonką domku informującą o tym, że jest to domyślna lokalizacja w projekcie. Poprzez folder ...*\Flood\* mamy bezpośredni dostęp do wszystkich podfolderów i plików naszego projektu ([Ryc. 9](#)).

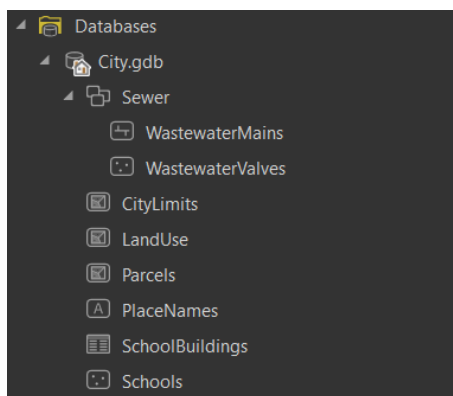
Podfolder ...*\Flood\Organize\* zawiera trzy foldery z danymi (*\Census\*, *\Country\* oraz *\FEMA\*), jeden folder systemowy *\info\* oraz trzy zbiory danych: wektorowy plik *.shp* (*ESRI Shapefile*) o nazwie *LocalStreets.shp* oraz dwa zbiory danych rastrowych, które posiadają ikony rastrów . Jeden zbiór danych jest zdjęciem lotniczym o nazwie *raster\_aerial.tif*, a drugi jest plikiem grid (ESRI Grid) o nazwie *soils* (bez rozszerzenia pliku).

W kilku kolejnych krokach ćwiczenia, będziemy eksplorować każdy zbiór danych i oceniać, czy dane w nim zawarte będą przydatne dla bazy danych powodzi, którą mamy zamiar utworzyć.

## 5. Geobaza City

Większość danych, które otrzymaliśmy od miasta jest zapisanych w geobazie *City.gdb*. Kolejny etap ćwiczenia poświęcimy na zapoznanie się z jej zawartością.

- 5.1. W panelu *Catalog* otwórz geobazę *City.gdb* ([Ryc. 10](#)).



**Ryc. 10. Zawartość geobazy City.gdb**

Widzimy, że zbiór danych geobazy zawiera zestaw danych o nazwie *Sewer*, pięć klas obiektów: *CityLimits*, *LandUse*, *Parcels*, *PlaceNames* i *Schools* oraz tabelę nieprzestrzenną *SchoolBuildings*. Ikony obok nazw klas obiektów wskazują, że *CityLimits*, *LandUse* i *Parcels* są klasami obiektów wektorowych o geometrii poligonowej, a *Schools* jest klasą obiektów o geometrii punktowej. Litera „A” w ikonie klasy *PlaceNames* oznacza, że jest to klasa adnotacji (*Annotation*). Nieprzestrzenna tabela *SchoolBuildings* zawiera tylko atrybuty (w tym przypadku informacje o budynkach szkolnych), bez informacji o geometrii obiektów. Analizą tabeli *SchoolBuildings* zajmiemy się w dalszej części ćwiczenia.

Podczas gdy niektóre klasy obiektów *City.gdb* są samodzielne, inne są zorganizowane w zestawie danych (*feature dataset*). Tak jest w przypadku dwóch klas: *WastewaterMains* i *WastewaterValves*. W następnym etapie ćwiczenia zajmiemy się analizą danych zgromadzonych w zestawie danych *Sewer* (kanalizacja).

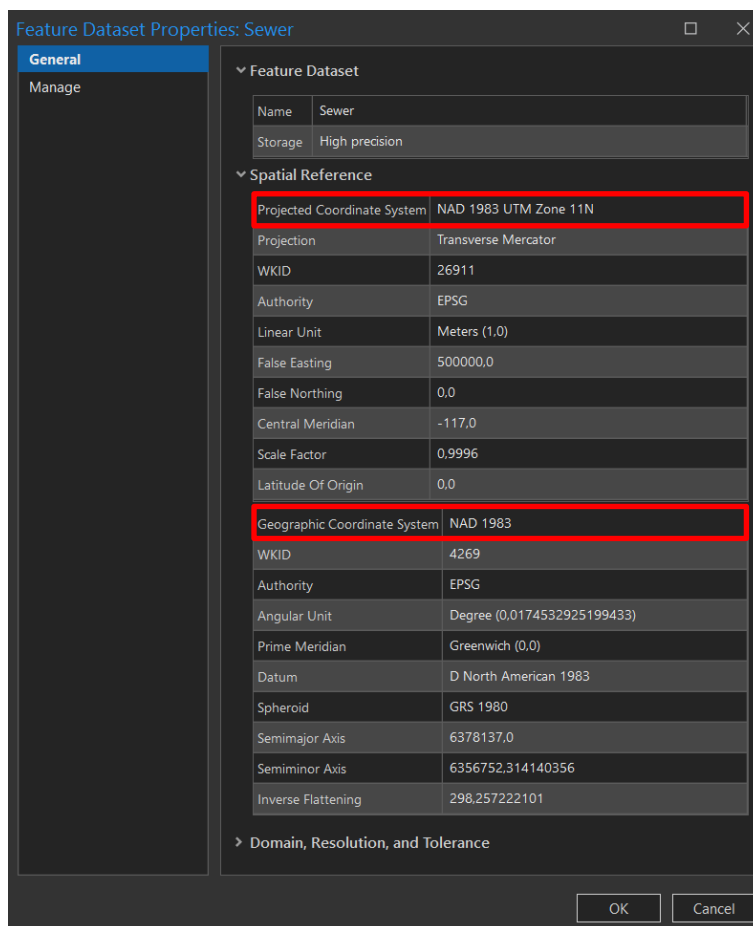
## 6. Zestaw danych Sewer

Czy zestaw danych jest kolejną „pojemnikiem” na dane wewnątrz geobazy? Jakie kryteria musi spełniać klasa obiektów będąca częścią zestawu danych? W tym etapie ćwiczenia, zajmiemy się analizą klas elementów będących częścią zestawu danych i postaramy się odpowiedzieć na pytanie: dlaczego dane są w niej zgrupowane.

### 6.1. Rozwiń zestaw danych *Sewer*.

Zestaw danych *Sewer* zawiera dwie klasy obiektów: liniową *WastewaterMains* oraz punktową *WastewaterValves* (Ryc. 10).

- 6.2. Kliknij zestaw danych *Sewer* ppm i z menu kontekstowego wybierz polecenie *Properties* (*Właściwości*).
- 6.3. Otworzy się okno dialogowe *Feature Dataset Properties: Sewer*. Rozwiń zakładkę *Spatial Reference* (*System Współrzędnych*) (Ryc. 11).



**Ryc. 11. Właściwości zestawu danych `Sewer`; prezentowane są informacje o wybranym odwzorowaniu kartograficznym (PCS) oraz wykorzystywanym przez niego układzie współrzędnych geograficznych (GCS)**

Możemy zobaczyć nazwę i parametry odwzorowania kartograficznego klas obiektów będących częścią zestawu danych `Sewer`. Klasy obiektów zgromadzone wewnątrz zestawu danych muszą wykorzystywać identyczny układ współrzędnych danych.

*PYTANIE 1: Jak uważasz, dlaczego obie klasy obiektów są zgrupowane w jednym zestawie danych?*

### Zestawy danych!

Są to struktury logiczne danych tworzone dla zwiększenia przejrzystości projektów. Aby klasy obiektów łączyć w zestawie danych muszą one spełniać następujące warunki:

- muszą być tematycznie (logicznie) ze sobą związane, np. dane dotyczą sieci kanalizacyjnej,
- najczęściej są ze sobą powiązane relacjami przestrzennymi,
- muszą używać jednego układu współrzędnych,
- muszą występować w jednym fragmencie przestrzeni geograficznej.

- 6.4. Aby zamknąć okno dialogowe *Feature Dataset Properties: Sewer*, kliknij przycisk *Cancel* (*Anuluj*).

Czy uważasz, że klasy obiektów: *WastewaterMains* i *WastewaterValves* będą użyteczne dla projektu działań na wypadek ewentualnej powodzi? W sytuacji powodziowej, chcemy zapobiec zanieczyszczeniu wód powodziowych ściekami komunalnymi. Dlatego też dane na temat systemu kanalizacji mogą być dla projektu przydatne. Należy jednak pamiętać, że warstwy *WastewaterMains* i *WastewaterValves* obejmują tylko niewielką część miasta. Zanim podejmiemy ostateczną decyzję, przyjrzymy się bliżej klasom tego zestawu danych.

## 7. Klasy obiektów zestawu danych Sewer

- 7.1. W panelu zawartości wyłącz widoczność warstwy *Soils* i włącz widoczność warstwy *Wastewater Mains*.

### WSKAZÓWKA!

Jeśli istnieje potrzeba aby lepiej widzieć mapę, zmniejsz okno panelu *Contents* i/lub panelu *Catalog*.

- 7.2. Kliknij ppm warstwę *Wastewater Mains* i z menu kontekstowego wybierz polecenie *Powiększ do warstwy* ([Ryc. 12](#)).



**Ryc. 12.** Fragment okna mapy z widoczną warstwą *Wastewater Mains*

Klasa `WastewaterMains` (Ryc. 12) złożona jest z obiektów liniowych stanowiących model sieci kanalizacyjnej miasta. Pamiętajmy, że klasy obiektów przechowują elementy, posiadające ten sam typ geometrii (punktową, liniową lub poligonową).

- 7.3. W panelu zawartości kliknij ppm warstwę `Wastewater Mains` i wybierz polecenie *Attribute Table* (Tabela atrybutów).
- 7.4. Przewiń tabelę aby przyjrzeć się zgromadzonym atrybutom.

Klasa obiektów `WastewaterMains` posiada sporo atrybutów (Ryc. 13), w tym np.: średnicę rur (`diameter`), rodzaj materiału, z których zostały wykonane (`material`), nachylenie rur ściekowych (`slope`) i inne. Atrybuty te będą bardzo przydatne dla analiz technicznych sieci kanalizacyjnej, ale raczej nie będą przydatne dla analizy przeciwpowodziowej.

	ATLAS_ID	DIAMETER	DOWN_ELEV	DOWN_MH	INSTALL_YEAR	MATERIAL	MODEL_INCL	OWNER	G_ID	TYPE	UP_ELEV	UP_MH	SLOPE	GR
1	K34	12	1330.699951	16248	0	VCP	1	0	3317	PRM	1334.640015	16118	0.012	1
2	K35	12	1291.920044	16252	0	VCP	1	0	3437	PRM	1293.02002	16287	0.0154	1
3	K35	12	1293.02002	16287	0	VCP	1	0	3438	PRM	1297.719971	16286	0.0154	1
4	K35	12	1304.040039	16277	0	VCP	1	0	3456	PRM	1307.609985	16275	0.0154	
5	K35	12	1303.189941	16282	0	VCP	1	0	3445	PRM	1304.040039	16277	0.0154	
6	K35	8	0	16282	0	VCP	0	0	3446	COL	0	16259	0	
7	K35	12	1297.719971	16286	1990	VCP	1	0	3439	PRM	1303.189941	16282	0.0154	
8	K35	8	1312.660034	16270	0	VCP	0	0	3474	COL	0	16041	0	
9	K35	12	1307.609985	16275	1990	VCP	1	0	3401	PRM	1312.660034	16270	0.0154	

**Ryc. 13. Tabela atrybutów warstwy `Wastewater Mains`; ramkami oznaczono atrybuty wymienione w tekście**

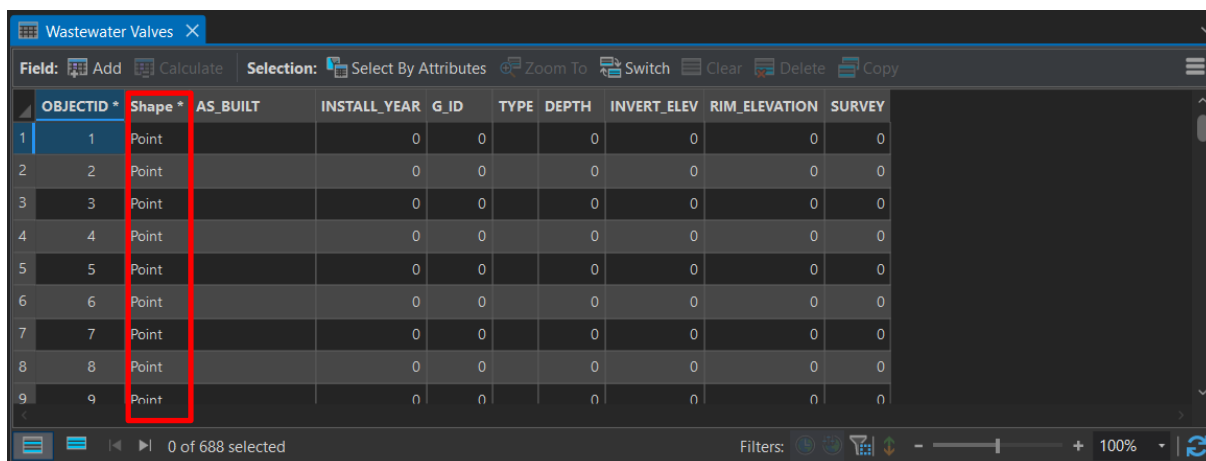
Zwróć uwagę na atrybut `Shape_Length` znajdujący się w skrajnie prawej części tabeli. Przechowuje on długość każdego obiektu klasy `WastewaterMains` wyrażoną w jednostkach mapy<sup>1</sup>. Jedną z zalet używania geobaz jest to, że dla obiektów o geometrii liniowej i poligonowej automatycznie tworzą i przechowują wartości pola `Shape_Length`.

- 7.5. Zamknij okno tabeli.

Teraz możemy zapoznać się z klasą `WastewaterValves`.

- 7.6. W panelu zawartości wyłącz widoczność warstwy `WastewaterMains` i włącz widoczność warstwy `Wastewater Valves`.
- 7.7. Otwórz tabelę atrybutów warstwy `Wastewater Valves` (Ryc. 14).

<sup>1</sup> Jednostki mapy – jednostki odległości np.: stopy, mile, metry lub kilometry, w których przechowywane są współrzędne danych (odzworowania kartograficznego).



OBJECTID	Shape	AS_BUILT	INSTALL_YEAR	G_ID	TYPE	DEPTH	INVERT_ELEV	RIM_ELEVATION	SURVEY
1	Point		0	0		0	0	0	0
2	Point		0	0		0	0	0	0
3	Point		0	0		0	0	0	0
4	Point		0	0		0	0	0	0
5	Point		0	0		0	0	0	0
6	Point		0	0		0	0	0	0
7	Point		0	0		0	0	0	0
8	Point		0	0		0	0	0	0
9	Point		0	0		0	0	0	0

**Ryc. 14. Tabela atrybutów warstwy Wastewater Valves; ramką oznaczono atrybut Shape informujący o rodzaju geometrii obiektów klasy**

Zwróć uwagę na atrybut `Shape` znajdujący się w lewej części tabeli. Wszystkie klasy obiektów zawierają atrybut `Shape`. Przechowuje on informację o geometrii obiektów. Jak już wspomniano, w obrębie typowych klas obiektów przestrzennych wszystkie obiekty mają ten sam rodzaj geometrii: punktowy, liniowy, bądź poligonowy.

7.8. Przewiń tabelę atrybutów w prawo.

Tabela ta nie ma pola `Shape_Length`. Ma to sens, ponieważ obiekty o geometrii punktowej nie mają długości.

Podobnie jak w warstwie `WastewaterMains`, atrybuty warstwy `WastewaterValves` mają charakter techniczny i raczej nie przydadzą się do realizacji projektu działań na wypadek powodzi. Biorąc pod uwagę fakt, że zasięg przestrzenny tych dwóch klas nie obejmuje całego miasta, nie zdecydujemy się na włączenie ich do bazy danych projektu.

7.9. Zamknij okno tabeli atrybutowej.

W kilku kolejnych krokach będziemy odkrywać pozostałe klasy elementów zawartych w geobazie `City.gdb` i określimy, czy będą one przydatne dla projektowej bazy danych.

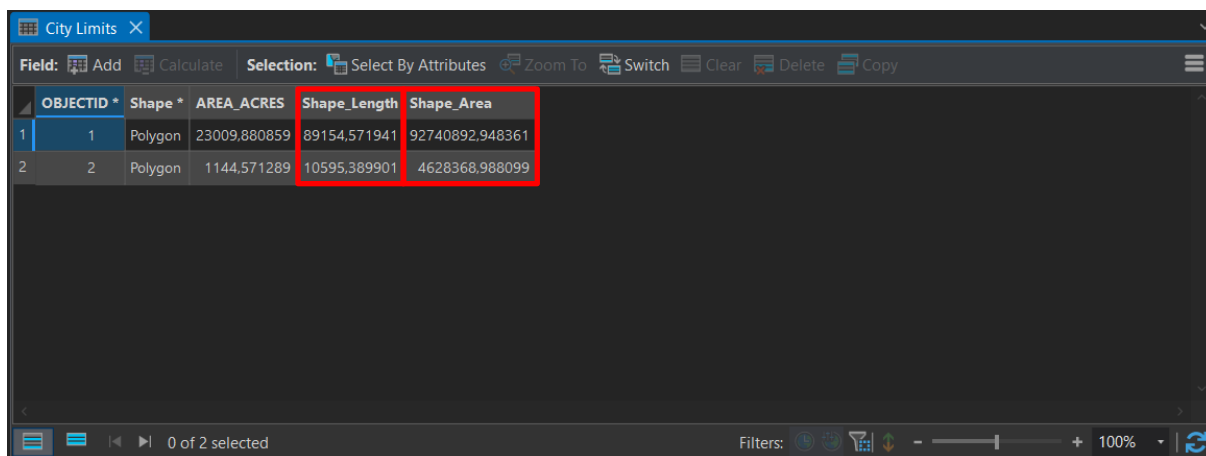
## 8. Przeglądanie samodzielnych klas obiektów

Zajmiemy się teraz przeglądaniem klas obiektów geobazy `City.gdb` istniejących samodzielnie, tzn. niepowiązanych w żadne zestawy danych.

8.1. W panelu zawartości wyłącz widoczność klasy `WastewaterValves`.

8.2. Otwórz tabelę atrybutów dla klasy `City Limits` (Ryc. 15).





OBJECTID *	Shape *	AREA_ACRES	Shape_Length	Shape_Area
1	Polygon	23009.880859	89154.571941	92740892.948361
2	Polygon	1144.571289	10595.389901	4628368.988099

**Ryc. 15. Tabela atrybutów warstwy City Limits; ramkami oznaczono atrybuty Shape\_Length przechowujący obwód poligonów oraz Shape\_Area przechowujący ich pole powierzchni**

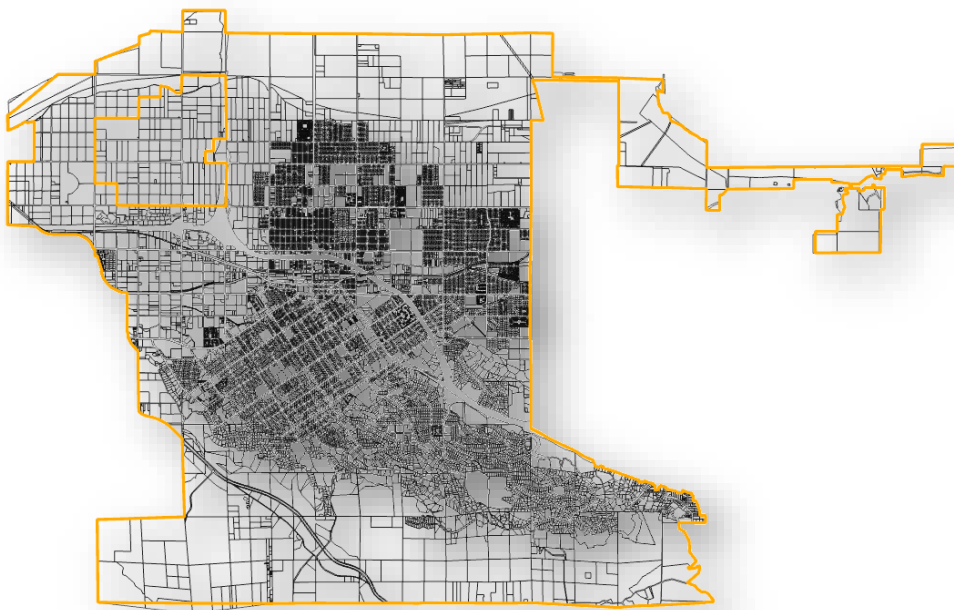
Warstwa City Limits, której dane pochodzą z bazodanowej klasy obiektów CityLimits posiada dwa obiekty poligonowe. Jeden reprezentujący zewnętrzną granicę miasta i drugi stanowiący enklawę gruntów hrabstwa znajdującą się w granicach miasta. Klasa CityLimits definiuje obszar badań objętych projektem.

Zwróćmy uwagę na istniejące w tabeli atrybutów pola Shape\_Length i Shape\_Area (Ryc. 15). Pole Shape\_Length już znamy – przechowuje ono obwód poligonów, natomiast Shape\_Area przechowuje ich obszar. Zauważmy także, że w tabeli znajduje się dodatkowo atrybut AREA\_ACRES. Jest to atrybut zdefiniowany przez użytkownika. Jego wartości obliczone są przez przekształcenie wartości Shape\_Area (w metrach kwadratowych) na akry. W przeciwieństwie do pola Shape\_Area wartości AREA\_ACRES nie są aktualizowane przez geobazę. Jeżeli geometria któregośkolwiek z poligonów byłaby edytowana, wartości atrybutu AREA\_ACRES musiałyby zostać zaktualizowane ręcznie.

### 8.3. Zamknij okno tabeli atrybutowej.

Kolejną wykorzystywaną warstwą, której dane pochodzą z geobazy City.gdb jest cecha poligonowa Parcels. Warstwa ta może być przydatna w celu określenia, które działki miejskie są zagrożone powodzią.

### 8.4. Włącz widoczność warstwy Parcels (Ryc. 16) i otwórz jej tabelę atrybutów (Ryc. 17).



**Ryc. 16. Warstwa obiektów *Parcels* w obrębie granic miasta**

Parcels					
Field: Add Calculate Selection: Select By Attributes Zoom To Switch Clear Delete Copy					
FID *	Shape *	LU_CODE	ZONE_CODE	Shape_Length	Shape_Area
1	1 Polygon	OS		2503,564427	82794,259024
2	2 Polygon	VAC	VAC	2477,448939	224072,047107
3	3 Polygon	OS	VAC	765,381119	21599,398608
4	4 Polygon	OS	VAC	665,456436	11689,655876
5	5 Polygon	OS	FC	342,545742	7243,082109
6	6 Polygon	OS	VAC	3102,095436	364824,589686
7	7 Polygon	OS	VAC	2094,72997	253369,327294
8	8 Polygon	COM		2954,015306	518579,665608
9	9 Polygon	OS	VAC	3186,282822	630105,817696

**Ryc. 17. Tabela atrybutów warstwy *Parcels*; ramkami oznaczono atrybuty *LU\_CODE* przechowujący informację o rodzaju zagospodarowania obiektu oraz *ZONE\_CODE* kodujący dzielnicę miasta**

Zauważmy, że klasa *Parcels* zawiera atrybut *LU\_CODE* (kody zagospodarowania przestrzennego) i *ZONE\_CODE* (kod strefy). Informacje zawarte w tych atrybutach mogą pomóc w określeniu, czy mówimy o zabudowie mieszkaniowej i czy w związku z tym, w przypadku powodzi istnieje na tej nieruchomości zagrożenie życia.

8.5. Zamknij okno tabeli atrybutowej.

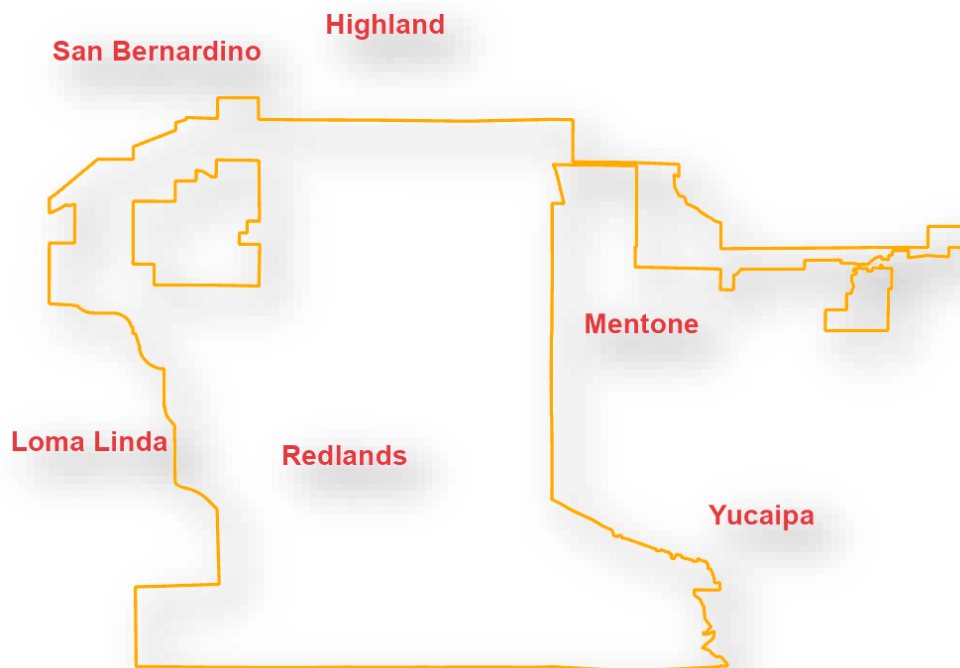
Po przeanalizowaniu tabel atrybutów należy stwierdzić, że obie klasy (*CityLimits* i *Parcels*) z punktu widzenia analizowanej tematyki, zawierają istotne informacje i celowym będzie dołączenie ich do bazy danych projektu.

Kolejną samodzielną klasą obiektów geobazy `City.gdb` jest klasa adnotacji `PlaceNames`. W następnym kroku przeanalizujemy celowość dołączenia jej do projektu.

## 9. Klasa adnotacji `PlaceNames`

Klasa adnotacji przechowuje tekstowe elementy opisowe mapy.

- 9.1. Wyłącz widoczność warstwy `Parcels` i włącz widoczność klasy adnotacji `PlaceNames` (Ryc. 18).



**Ryc. 18. Okno mapy z widocznymi warstwami: `City Limits` i `PlaceNames`**

Nazwy miast są wyświetlane jako obiekty adnotacji. Oznacza to, że nie są to etykiety bazujące na wartościach atrybutów z tabeli atrybutowej, tylko stanowią geolokalizowaną warstwę obiektów tekstowych.

- 9.2. Otwórz tabelę atrybutów warstwy `Place Names` i przeanalizuj wszystkie pola atrybutów (Ryc. 19).

Place Names

Field: Add Calculate Selection: Select By Attributes Zoom To Switch Clear Delete Copy

AnnotationClassID *	Element	SymbolID	Status *	TextString	FontName	FontSize	Bold	Italic	Underline	VerticalAlignment	HorizontalAlignn	
1	<Null>	Blob	0	Placed	Redlands	Arial	15	Yes	No	No	Baseline	Center
2	<Null>	Blob	0	Placed	Mentone	Arial	15	Yes	No	No	Baseline	Center
3	<Null>	Blob	0	Placed	Highland	Arial	15	Yes	No	No	Baseline	Center
4	<Null>	Blob	0	Placed	Loma Linda	Arial	15	Yes	No	No	Baseline	Center
5	<Null>	Blob	0	Placed	San Bernardino	Arial	15	Yes	No	No	Baseline	Center
6	<Null>	Blob	0	Placed	Yucaipa	Arial	15	Yes	No	No	Baseline	Center

0 of 6 selected

Filters: 100%

**Ryc. 19. Tabela atrybutów warstwy Place Names; ramkami oznaczono atrybuty TextString – przechowujący informację o tekście adnotacji, FontName – kodujący nazwę czcionki oraz FontSize – informujący o jej rozmiarze**

Jak widać, klasa adnotacji, jako atrybuty przechowuje właściwości tekstu, w tym ciąg znaków (tzw. *string*) tekstu (*TextString*), nazwę czcionki (*FontName*), jej rozmiar (*FontSize*) i inne.

### 9.3. Zamknij okno tabeli atrybutowej.

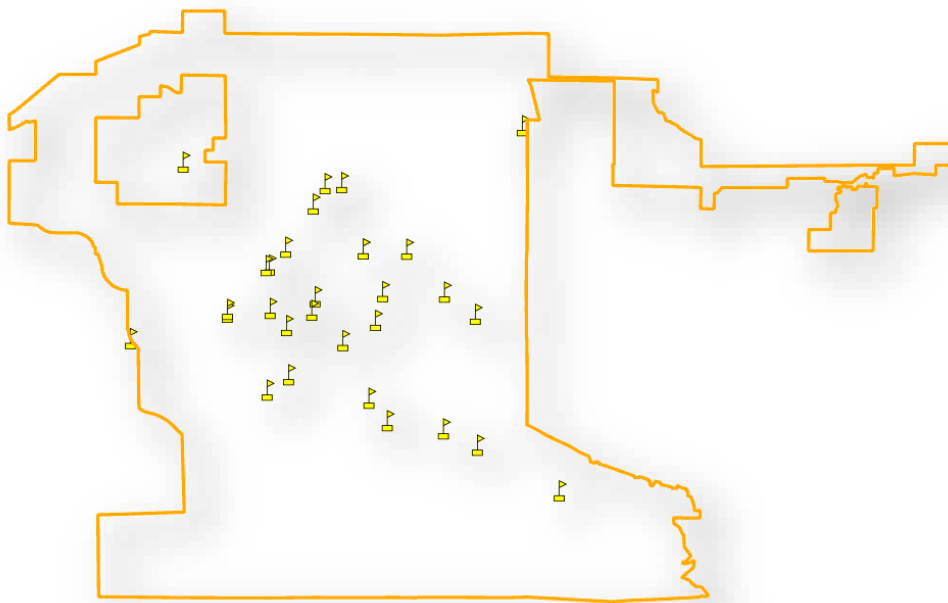
Ponieważ klasa *PlaceNames* będzie przydatna do tworzenia mapy powodzi i map planów ewakuacji, można podjąć decyzję o włączeniu jej do bazy danych projektu. W następnym kroku przeprowadzimy analizę zbioru danych *Schools*.

## 10. Klasa Schools

### 10.1. W panelu *Catalog* spójrz na geobazę *City.gdb*.

Zauważ, że istnieją w niej dwa elementy, które zawierają informacje na temat szkół. Pierwszy to klasa obiektów o geometrii punktowej i nazwie *Schools*, a drugim jest tabela o nazwie *SchoolBuildings*. W tym kroku ćwiczenia, zajmiemy się analizą danych dotyczących szkół.

### 10.2. Wyłącz widoczność warstwy *PlaceNames* i włącz widoczność warstwy *Schools* (Ryc. 20).



**Ryc. 20. Okno mapy z widocznymi obiektami warstw: City Limits i Schools**

W sytuacji powodziowej szkoły mogą być wykorzystywane jako schronienie dla powodziaków. W związku z tym, lokalizacje szkół są użyteczne do planowania działań ewakuacyjnych.

### 10.3. Otwórz tabelę atrybutów warstwy Schools (Ryc. 21).

Schools									
Field: Add Calculate Selection: Select By Attributes Zoom To Switch Clear Delete Copy									
	OBJECTID *	Shape *	NAME	ID_	ADDRESS	CITY	STATE	ZIPCODE	PHONE
1	1	Point	ARROWHEAD CHRISTI...	CA000703	105 TENNESSEE ST	REDLANDS	CA	92373-5437	909-793-0601
2	2	Point	ASSOCIATED STUDENT...	CA000737	1000 W CYPRESS AVE	REDLANDS	CA	92373-5722	909-798-0068
3	3	Point	BURKE MONTESSORI S...	CA001548	524 VIA VISTA DR	REDLANDS	CA	92373-7332	909-793-7065
4	4	Point	CALVARY CHAPEL OF R...	CA001776	9700 ALABAMA ST	REDLANDS	CA	92374-2033	909-793-4984
5	5	Point	CITRUS GROVE CHRITI...	CA002495	1307 E CITRUS AVE	REDLANDS	CA	92374-4012	909-798-0313
6	6	Point	COUNTY SCHOOL CLA...	CA002970	30800 PALO ALTO DR	REDLANDS	CA	92373-7490	909-794-5560
7	7	Point	FRANKLIN SCHOOL	CA004375	850 E COLTON AVE	REDLANDS	CA	92374-3699	909-307-5530
8	8	Point	GINGERBREAD HOUSE	CA004740	1361 PROSPECT DR	REDLANDS	CA	92373-7049	909-792-6617
9	9	Point	KIMBERLY SCHOOL	CA006140	301 W SOLITH AVF	REDLANDS	CA	92373-7039	909-307-5540

**Ryc. 21. Tabela atrybutów warstwy Schools**

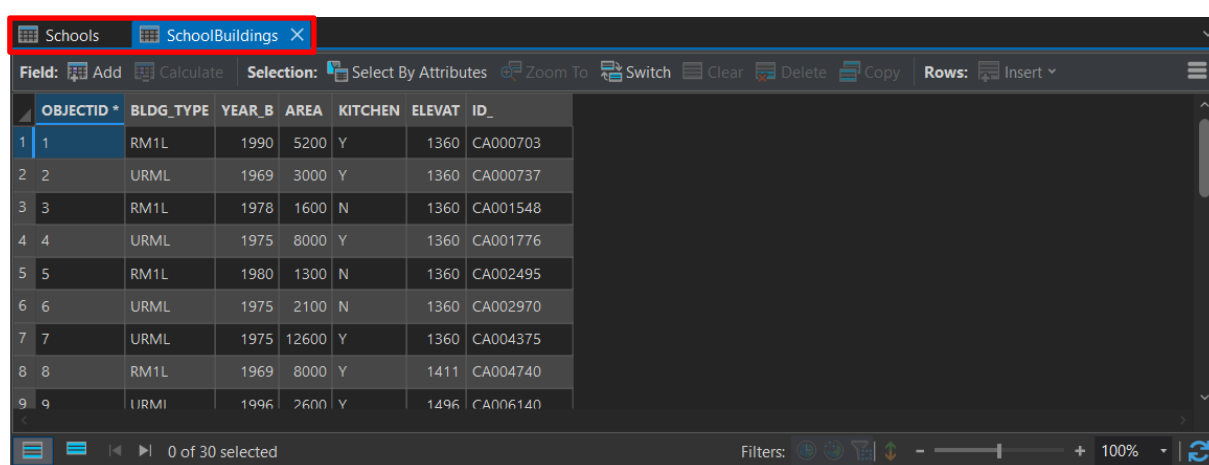
Atrybuty warstwy Schools obejmują nazwę, adres i telefon szkoły (Ryc. 21). Ta informacja na pewno będzie przydatna przy planowaniu miejsc noclegowych dla powodziaków. Jednak analizowana tabela nie zawiera wszystkich atrybutów związanych ze szkołami. Dodatkowe informacje są przechowywane w zewnętrznej tabeli SchoolBuildings. Tabele, które nie są bezpośrednio powiązane z geometrią obiektów nazywamy **nieprzestrzennymi**.

Tabela *SchoolBuildings* nie jest obecnie uwidoczniiona w dokumencie mapy. Musimy ją dodać do projektu.

10.4. W panelu *Catalog*, kliknij tabelę *SchoolBuildings* i przeciągnij ją do panelu zawartości.

10.5. W panelu zawartości kliknij ppm na dodaną tabelę nieprzestrzenną *SchoolBuildings* i z menu kontekstowego wybierz polecenie *Open (Otwórz)* (Ryc. 22).

Tabela zostanie otwarta w tym samym oknie co tabela atrybutów *Schools*. Można przełączać się pomiędzy nimi za pomocą zakładek widocznych w górnej części okna.



OBJECTID	BLDG_TYPE	YEAR_B	AREA	KITCHEN	ELEVAT	ID_
1	RM1L	1990	5200	Y	1360	CA000703
2	URML	1969	3000	Y	1360	CA000737
3	RM1L	1978	1600	N	1360	CA001548
4	URML	1975	8000	Y	1360	CA001776
5	RM1L	1980	1300	N	1360	CA002495
6	URML	1975	2100	N	1360	CA002970
7	URML	1975	12600	Y	1360	CA004375
8	RM1L	1969	8000	Y	1411	CA004740
9	URML	1996	2600	Y	1496	CA006140

**Ryc. 22. Zawartość tabeli nieprzestrzennej *SchoolBuildings*; ramką zaznaczono zakładki do przełączania pomiędzy aktywnymi tabelami atrybutowymi**

Tabela *SchoolBuildings* zawiera informacje takie jak rodzaj budynku, rok budowy i zajmowaną powierzchnię. Nie ma pola *Shape* ponieważ tabela ta nie przechowuje geometrii obiektów. To po prostu tabela zewnętrzna przechowująca dodatkowe atrybuty o szkołach.

10.6. Jeśli to konieczne, przewiń do końca tabeli i określ nazwę atrybutu, który przechowuje unikatowy identyfikator dla każdej szkoły.

10.7. Kliknij kartę tabeli atrybutów klasy *Schools*.

Tabela atrybutów klasy *Schools* też zawiera atrybut identyfikujący szkoły. To pole może być stosowane do łączenia dwóch tabel ze sobą. Dzięki procesowi łączenia tabel, w pełniejszy sposób będzie można wykorzystywać wszystkie zgromadzone informacje. Jak łączyć tabele dowiemy się w jednym z kolejnych ćwiczeń.

Informacje zawarte w tabeli *SchoolBuildings* również mogą być przydatne do planowania schronienia na wypadek powodzi.

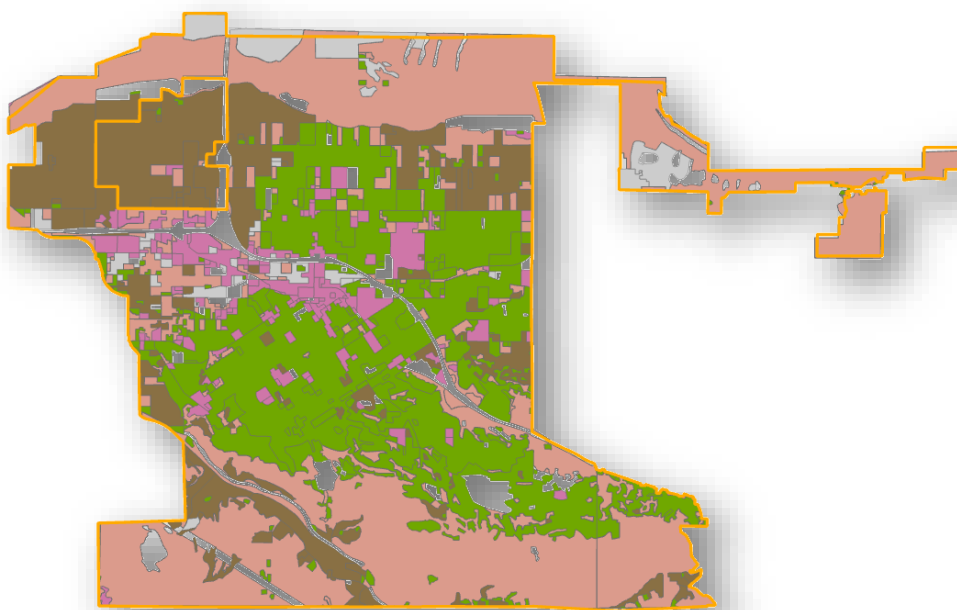
10.8. Zamknij oba okna tabeli atrybutów.

10.9. Wyłącz widoczność klasy `Schools`.

## 11. Klasa `LandUse`

Dane przestrzenne na temat użytkowania gruntów, które zostały pozyskane od Departamentu Planowania Urzędu Miasta, przekazane zostały w formie klasy obiektów geobazy `City.gdb`. Klasa ta zawiera obiekty o geometrii poligonowej, które reprezentują zakodowane kategorie użytkowania ziemi.

11.1. W panelu zawartości włącz widoczność warstwy `LandUse` (Ryc. 23).



**Ryc. 23. Okno mapy z widocznymi obiektami warstw: `City Limits` i `LandUse`; brązowym kolorem oznaczono obszary użytkowane rolniczo, różowym – obiekty użytkowane komercyjnie; szarym – obszary przemysłowe; zielonym – obszary zabudowy mieszkaniowej, a jasnobrązowym – obszary niezabudowane**

11.2. W panelu zawartości otwórz tabelę atrybutów warstwy `LandUse` (Ryc. 24).

Każdy poligon klasy `Land Use`, wśród atrybutów, posiada obwód (*perimeter*) i kod zagospodarowania przestrzennego `LU_CODE`.

Dane użytkowania terenu będą przydatne do określania liczby nieruchomości komercyjnych zagrożonych powodzią. Pamiętajmy, że klasa `Parcels` również ma zadeklarowany atrybut zagospodarowania przestrzennego. Jednakże klasa użytkowania gruntów może zostać użyta w połączeniu z dowolnymi innymi danymi. Dane te będą przydatne do naszego projektu i powinny zostać dołączone do bazy danych.

11.3. Zamknij okno tabeli atrybutowej.

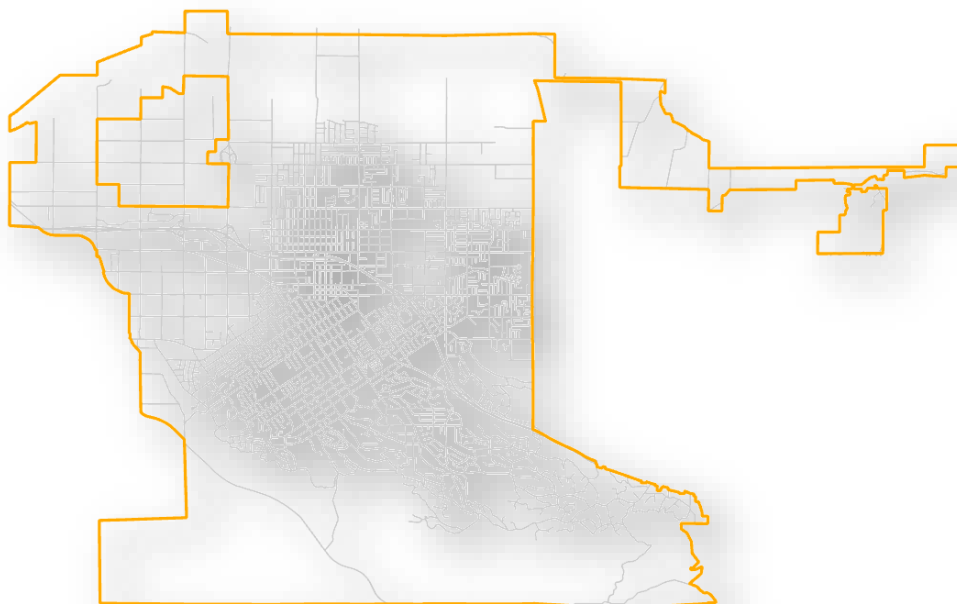
LandUse										
Field: Add Calculate Selection: Select By Attributes Zoom To Switch Clear Delete Copy										
	OBJECTID *	Shape *	AREA	PERIMETER	#	ID	LU_GEN	LU_CODE	Shape_Length	Shape_Area
1	1	Polygon	9079,104	769,1044	2	51051	1	IND	769,167721	9092,609375
2	2	Polygon	345230,3	2433,142	3	48280	1	IND	2432,99917	345235,42578
3	3	Polygon	2236,335	229,5991	4	51253	3	VAC	229,683532	2237,945313
4	4	Polygon	611675,4	3494,655	5	48272	1	IND	3494,887766	611799,957029
5	5	Polygon	1512048	32326,36	6	48258	1	TCU	32326,336458	1511971,992191
6	6	Polygon	7651705	33045,72	7	48055	3	VAC	33045,865615	7651818,394528
7	7	Polygon	471142,2	4627,639	8	48282	1	IND	4627,763114	471113,304687
8	8	Polygon	54452,63	1041,121	9	51101	1	IND	1041,068801	54447,222657
9	9	Polygon	35786,79	1511,419	10	48277	1	TCU	1511,242443	35784,253906

Ryc. 24. Tabela atrybutów warstwy LandUse

## 12. Przeglądanie danych z plików shapefile

Dane o przebiegu i właściwościach ciągów komunikacyjnych zostały pozyskane z Departamentu Transportu Urzędu Miasta. Są one przechowywane w pojedynczej klasie elementów LocalStreets, w osobnym pliku o rozszerzeniu .shp nazywanym potocznie shapefile, a dokładniej **ESRI shapefile**.

- 12.1. W panelu zawartości wyłącz widoczność warstwy LandUse i włącz widoczność warstwy Local Streets (Ryc. 25).



Ryc. 25. Okno mapy z widocznymi obiektami warstw: City Limits i Local Streets

Warstwa Local Streets będzie przydatna dla określenia dróg ewakuacyjnych i miejsc schronienia.



- 12.2. Otwórz tabelę atrybutów warstwy `Local Streets` i przeanalizuj pola atrybutów (Ryc. 26).

FID	Shape	STREET_ID	CLASS	CLASS_DESC	STR_NAME	STR_TYPE
1	0 Polyline	1	5	Local Street	CONE CAMP	RD
2	1 Polyline	2	5	Local Street	CHURCH	ST
3	2 Polyline	3	5	Local Street	OPAL	RD
4	3 Polyline	4	5	Local Street	CHURCH	ST
5	4 Polyline	5	5	Local Street	DISHONG	ST
6	5 Polyline	6	5	Local Street	STATE 30	HWY
7	6 Polyline	7	5	Local Street	STATE 30	HWY
8	7 Polyline	8	5	Local Street	STATE 30	HWY
9	8 Polyline	9	5	Local Street	STATE 30	HWY

**Ryc. 26. Tabela atrybutów warstwy `Local Streets`**

Tabela atrybutów pliku `LocalStreets.shp` zawiera informacje takie jak ID ulicy (`STREET_ID`), kody klasy (`CLASS`) i opisy kodów klasy (`CLASS_DESC`), nazwy ulicy (`STR_NAME`) kod typu drogi (`STR_TYPE`). Należy zauważyć, że w tabeli brak atrybutu `Shape_Length`. Atrybut `Shape_Length` jest tworzony i utrzymywany dla klas elementów liniowych wyłącznie w geobazach.

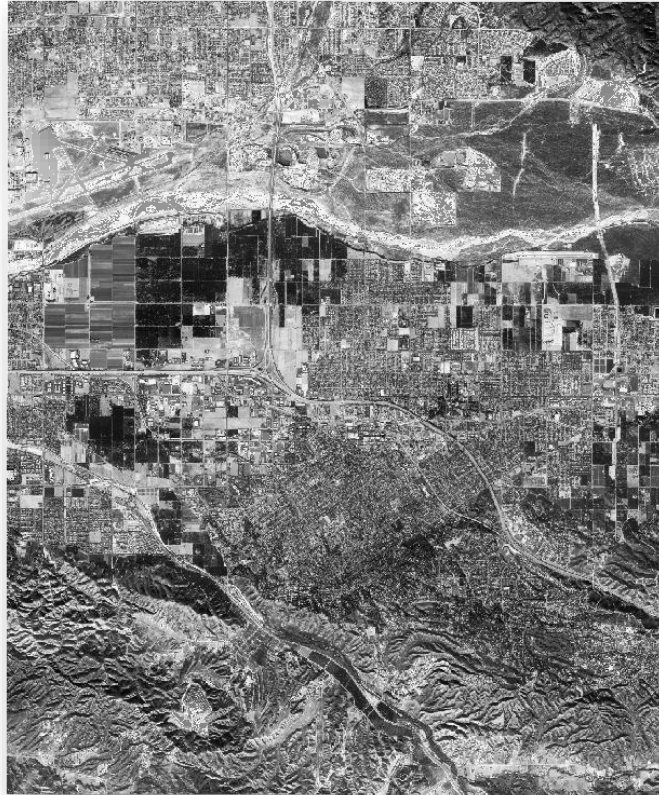
- 12.3. Zamknij okno tabeli atrybutów.

Kwalifikujemy warstwę `Local Streets` jako pożyteczną do projektu. Wejdzie ona wraz z innymi danymi do projektowej geobazy. W następnym kroku ćwiczenia zbadamy kilka zbiorów danych rastrowych.

## 13. Przeglądanie danych rastrowych

Zdjęcie lotnicze i warstwę występujących gleb otrzymaliśmy od miasta w formie zbiorów danych rastrowych.

- 13.1. W panelu zawartości wyłącz widoczność warstw `City Limits` i `Local Streets` oraz włącz widoczność warstwy `Raster Aerial`.
- 13.2. Powiększ obraz do zakresu warstwy `Raster Aerial` (Ryc. 27).



**Ryc. 27. Zbiór rastrowy zdjęcia lotniczego** Raster Aerial

Zdjęcie lotnicze może być wykorzystywane jako tło map powodzi i stworzyć atrakcyjny kontekst wizualny.

- 13.3. Stopniowo powiększaj dowolną część obrazu do momentu zauważenia komórek podstawowych obrazu (pikseli) ([Ryc. 28](#)).



**Ryc. 28. Powiększony fragment zdjęcia lotniczego z widocznymi komórkami podstawowymi obrazu**

- 13.4. Aby wrócić do obrazu rastra w pełnym zakresie, kliknij w panelu zawartości ppm na warstwie `Raster Aerial` i z menu kontekstowego wybierz polecenie *Zoom To Layer (Powiększ do warstwy)*.
- 13.5. Otwórz tabelę atrybutów dla warstwy `Raster Aerial` (Ryc. 29).

OID	Value	Count
1	0	6236
2	1	8
3	2	2
4	3	3
5	4	3
6	5	7
7	6	9
8	7	10
9	8	8

**Ryc. 29. Tabela atrybutowa rastra `Raster Aerial`**

Tabela atrybutów zdjęcia lotniczego nie zawiera użytecznych informacji dla naszego projektu. Atrybut `Value` przechowuje wartość skali szarości pikseli (wyrażonych w bajtach), a atrybut `Count` – liczbę pikseli o tej wartości szarości występujących w obrazie.

Aby uzyskać bardziej znaczące informacje o zdjęciu można spojrzeć na jego właściwości.

13.6. Zamknij okno tabeli atrybutów.

13.7. W panelu *Catalog* kliknij ppm plik `raster_aerial.tif` i z menu kontekstowego wybierz polecenie *wybierz Properties (Właściwości)*.

### Najważniejsze parametry rastrów

- Columns and Rows – liczba kolumn i rzędów rastra,
- Number of Bands – ,
- Cellsize (X, Y) – wielkość komórki podstawowej rastra (piksela) wyrażone w jednostkach mapy,
- Uncompressed Size – wielkość obrazu w wersji nieskompresowanej,
- Format – format pliku rastrowego,
- Source Type – parametr kontrolujący sposób renderowania danych.
- Pixel Type – rodzaj liczb przypisanych pikselom. Może być: unsigned/signed, integer/floating point.

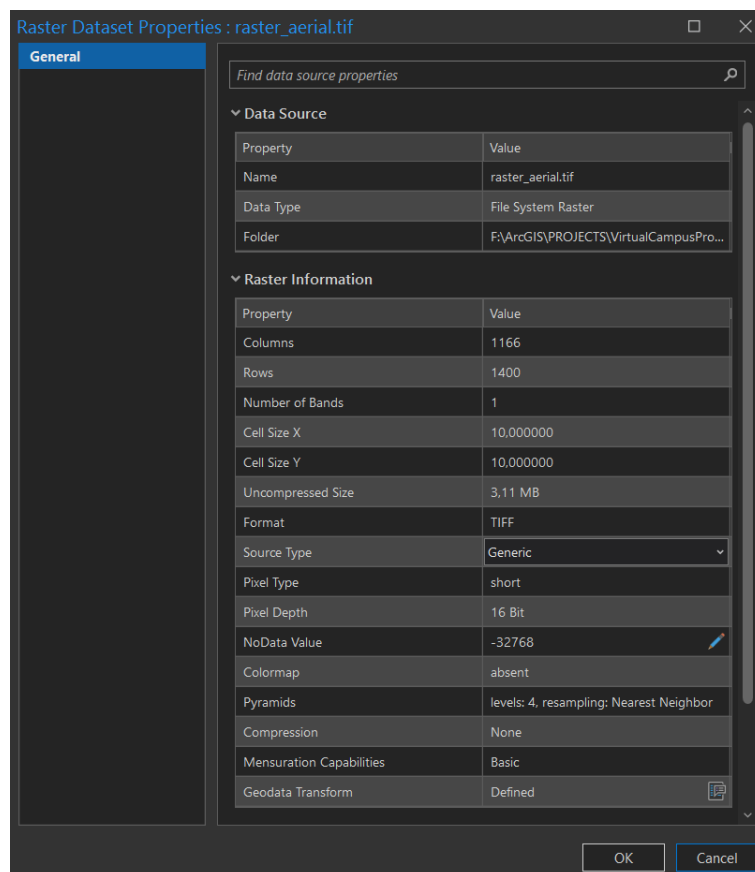
Typ piksela	Opis
Unsigned	przechowuje wyłącznie liczby nieujemne
Signed	może przechowywać wartości ujemne
Integer	liczba całkowita
Floating-point	liczba zmiennoprzecinkowa

- Pixel Depth – Głębina bitowa piksela (1, 2, 4, 8, 16, 32, 64) określa zakres wartości, jakie może przechowywać dany plik rastrowy, co opiera się na wzorze  $2^n$  (gdzie  $n$  jest głębokością bitową), np., raster 8-bitowy *Unsigned* może mieć 256 unikalnych wartości z zakresu od 0 do 255.

Głębina bitowa	Zakres wartości, które może zawierać każdy piksel
1 bit	0–1
2 bit	0–3
4 bit	0–15
Unsigned 8 bit	0–255
Signed 8 bit	-128–127
Unsigned 16 bit	0–65535
Signed 16 bit	-32768–32767
Unsigned 32 bit	0–4294967295
Signed 32 bit	-2147483648–2147483647
Floating-point 32 bit	-3.402823466e+38–3.402823466e+38
Unsigned 64 bit	0–18446744073709551616

- No Data Value – wartość kodu dla pikseli pozbawionych danych.

Przjrzyjmy się informacjom zawartym w oknie *Raster Dataset Properties: raster\_aerial.tif* (Ryc. 30).



**Ryc. 30. Właściwości pliku raster\_aerial.tif**

Zdjęcie lotnicze jest w formacie TIFF (Ryc. 30). Raster ma 1166 kolumn i 1400 wierszy. Piksel ma rozmiary 10 m × 10 m. Obraz ma głębnię 16-bitową, co oznacza, że zastosowano w nim model kolorów złożony z  $2^{16} = 65\,536$  stopni szarości.

- 13.8. Aby zamknąć okno *Raster Dataset Properties: raster\_aerial.tif*, kliknij przycisk *Cancel*.
- 13.9. W panelu zawartości wyłącz widoczność warstwy *Raster Aerial* i włącz widoczność warstwy *Soils*.

Warstwa *Soils* jest w formacie *ESRI grid*.

- 13.10. Otwórz tabelę atrybutów warstwy *Soils* (Ryc. 31).

Rowid	VALUE *	COUNT	SOIL_DESC
1	0	1	601 Water
2	1	2	1526 Quarry-Gravel pit
3	2	3	11643 Psammments and Fluven...
4	3	4	35652 Cieneba-Rock outcrop c...
5	4	5	152 Cieneba sandy loam
6	5	6	4509 Craftom-Rock outcrop...
7	6	7	283 Friant-Rock outcrop co...
8	7	8	1342 Tolhouse sandy loam
9	8	9	3440 San Timoten loam (erod...

**Ryc. 31. Tabela atrybutów rastra Soils**

Atrybut `SOIL_DESC` przechowuje opisy wydzieleni gleb, które są znaczące dla pedologa lub geologa ale raczej są bez znaczenia dla projektu działań przeciwpowodziowych. Choć początkowo wydawało się, że warstwa gleb może być istotna dla projektu, teraz decydujemy się ją odrzucić.

13.11. Zamknij okno tabeli atrybutów.

## 14. Zamknięcie dokumentu mapy

Jeszcze raz przeanalizujemy przydatność dla projektu wszystkich zebranych danych geograficznych.

14.1. Zachowaj projekt.

14.2. Wyjdź z programu ArcGIS Pro.

W ćwiczeniu przeglądaliśmy różne zbiory danych wektorowych i rastrowych pod kątem ich przydatności dla projektu działań przeciwpowodziowych. Analizowano dane przechowywane w geobazie, *Shapefile* oraz obrazy rastrowe w postaci zdjęcia lotniczego i w formacie *ESRI Gridfile*.

W zależności od wyników analizy, zdecydowaliśmy, które dane powinny się znaleźć w bazie danych powodzi ([Tab. 1](#)).

**Tab. 1. Lista warstw danych przestrzennych do wykorzystania w projekcie geobazy działań przeciwpowodziowych**

Nazwa zbioru danych	Wykorzystujemy	Odrzucamy	Powód
WastewaterMains		✓	zbyt mały zakres przestrzenny, zbyt techniczne atrybuty
WastewaterValves		✓	zbyt mały zakres przestrzenny, zbyt techniczne atrybuty
CityLimits	✓		określa obszar analizy
Parcels	✓		przydatny do określania budynków zagrożonych ewakuacją
PlaceNames	✓		przydatny w warstwie opisowej map
Schools	✓		przydatny w planowaniu miejsc schronienia powodzi
SchoolBuildings	✓		przydatny w planowaniu miejsc schronienia powodzi
landuse	✓		przydatny do określania zagrożonych obszarów
LocalStreets	✓		przydatny do określania dróg ewakuacji
Raster_aerial	✓		przydatny do wizualizacji map
Soils		✓	zbyt techniczne atrybuty

Zebraliśmy sporą część danych potrzebnych do realizacji projektu. Ciągłe jednak brakuje nam najbardziej istotnych danych dotyczących samej powodzi np.: zakresu stref przeciwpowodziowych i granic zalewisk, które powinny zostać opracowane na podstawie danych statystycznych pochodzących z poprzednich powodzi. Brak nam także danych demograficznych, które byłyby pomocne podczas planowania działań ewakuacyjnych.

W przypadku wystąpienia zagrożenia powodziowego, konieczny będzie szybki kontakt z instytucjami odpowiedzialnymi za ewakuację np. użyczenie pojazdów umożliwiających szybką ewakuację, karettek pogotowia, straży pożarnej i innych. Musimy więc uzyskać dostęp do danych dotyczących sprzętu ratowniczego. Ponadto, dla planowania dróg ewakuacyjnych, byłyby przydatne dane o przebiegu głównych dróg powiatowych i granic administracyjnych. Teraz, gdy już wiemy czego potrzebujemy, jedyne co pozostało to te dane odnaleźć.

W następnym ćwiczeniu nadal będziemy pracować nad danymi projektu działań przeciwpowodziowych. Zajmiemy się w nim organizacją danych w przestrzennej bazie danych powodzi.