



**AKADEMIA GÓRNICZO-HUTNICZA  
IM. STANISŁAWA STASZICA W KRAKOWIE**

# **Systemy Informacji Geograficznej**

**Dane geograficzne**

**Wydział Geologii, Geofizyki i Ochrony Środowiska  
Katedra Geologii Ogólnej i Geoturystyki  
Kraków, 2020**

## Modele danych przestrzennych

Obiekty świata rzeczywistego, są przedstawiane na mapach cyfrowych z wykorzystaniem modeli danych przestrzennych.

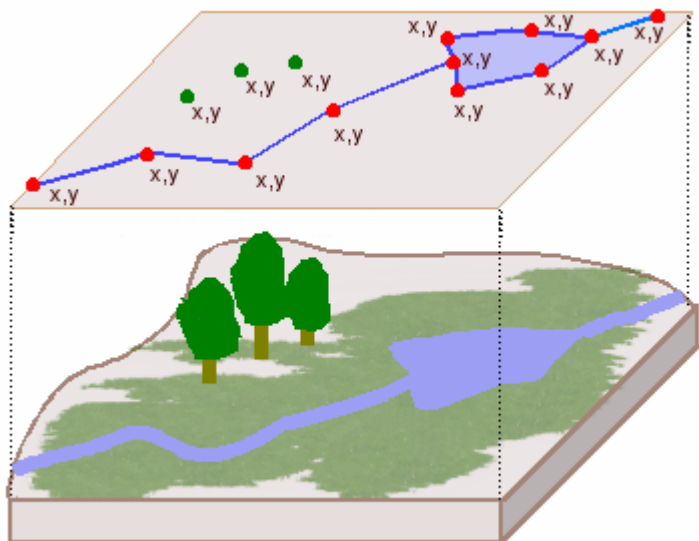
**Model danych** określa zrozumiały dla komputera format przechowywania abstrakcyjnych obiektów świata rzeczywistego (ob. powierzchniowych, dróg, mostów, etc.).

W GIS, istnieją dwa główne modele danych:

- **wektowy**
- **rastrowy**

## Model wektorowy

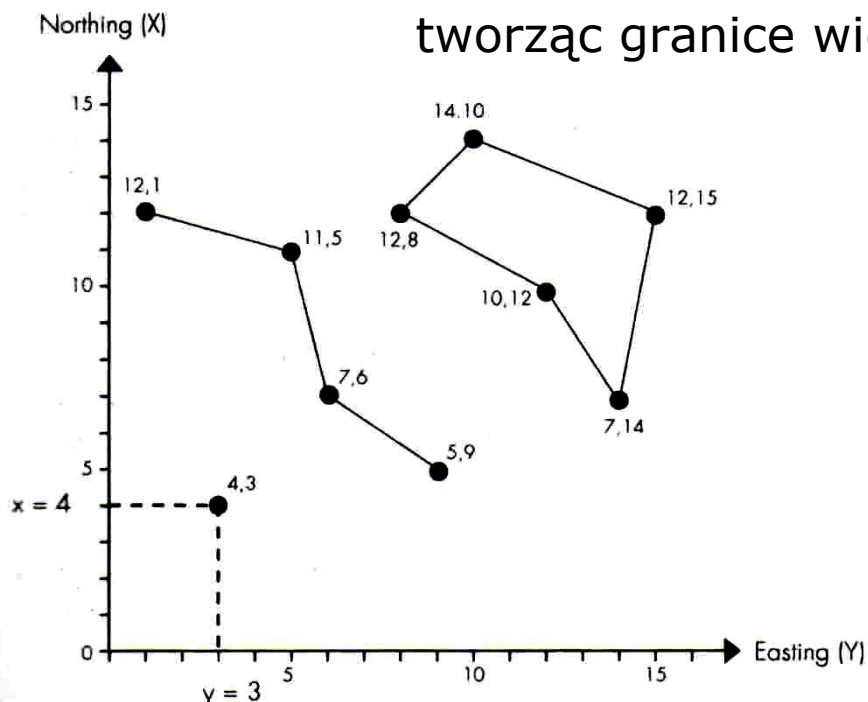
**Wektorowy model danych** jest oparty na założeniu, że powierzchnia Ziemi składa się z pojedynczych obiektów takich jak drzewa, rzeki, jeziora, itp.



Obiekty są reprezentowane jako **punkty, linie i poligony** z dobrze określonymi granicami. Granice obiektów są zdefiniowane parami współrzędnych **x** i **y**, które odwołują się do lokalizacji w realnym świecie.

## Model wektorowy


- **Punkty** są określone przez jedną parę wsp.  $x, y$ .
- **Linie** są określone przez dwie lub więcej par wsp.  $x, y$ .
- **Poligony** są określone przez linie, które zamykają się tworząc granice wielokątów.



## Model wektorowy

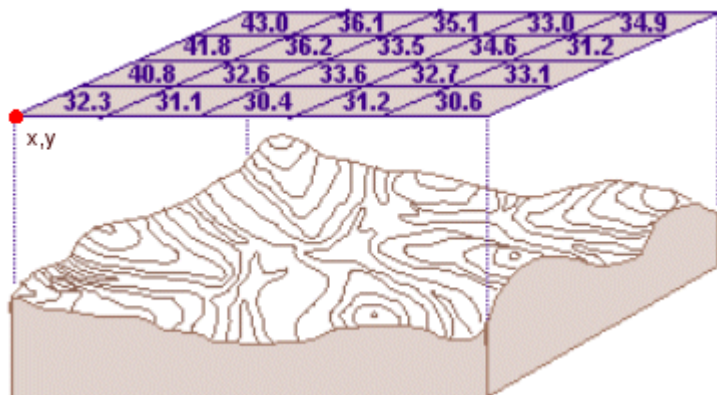
- W modelu danych wektorowych, każdemu obiektowi na mapie jest przypisany unikalny identyfikator numeryczny, który jest przechowywany w rekordzie obiektu w tabeli atrybutów.

Województwo										
	nazwa	ID	Powierzchn	Obwod_km_	Liczba_lud	Mieszkancy	Pow_przybl	Liczba_pow	Liczba_gmi	siedziba_w
▶	zachodniopomorskie	64	22961,12876	849,21718	1729	76	22700	17	114	Szczecin
	pomorskie	132	18487,55001	876,09153	1728	76	22700	15		
	lubuskie	317	14129,68707	743,38495	1019	74	13700	11		
	łódzkie	604	18142,60967	804,72116	2676	149	17900	20		
	mazowieckie	707	35517,93766	1311,02533	5068	142	35000	38		
	warmińsko-mazurskie	812	24166,90835	838,48994	1460	61	23900	17		
	podlaskie	822	20177,47602	762,31891	1224	62	19900	14		
	lubelskie	1086	25183,48635	919,26176	2244	90	25000	20		
	świętokrzyskie	1317	11722,12707	625,56026	1330	117	11400	13		
	małopolskie	1480	15179,06952	765,22539	3204	201	15900	19		
	podkarpackie	1764	17892,4288	804,19952	2117	120	17600	20		
	opolskie	2375	9441,47479	588,17929	1092	119	9200	11		
	kujawsko-pomorskie	2571	18109,36132	782,28103	2098	119	17700	19		
	śląskie	2572	12476,66874	783,44028	4900	405	12100	17		
	wielkopolskie	2574	29920,19906	1203,51864	3345	113	29600	31		
	dolnośląskie	2583	19877,77789	910,5007	2987	152	19600	26		



## Model rastrowy

W rastrowym modelu danych, powierzchnia Ziemi jest przedstawiana w postaci siatek komórek podstawowych o jednakowych rozmiarach. Pojedyncza komórka oznacza pewną część powierzchni Ziemi.

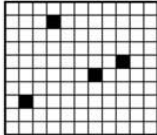

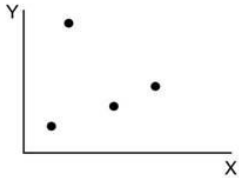
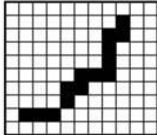

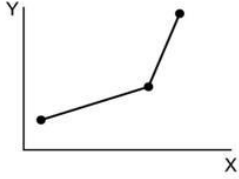
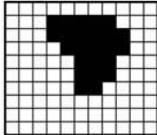

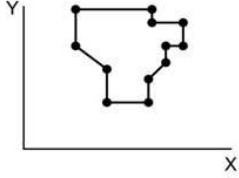
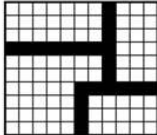
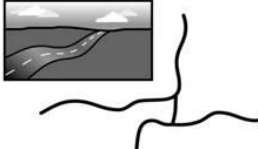
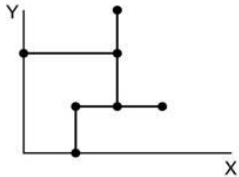
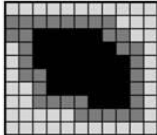

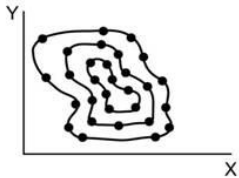


Położenie komórek rastra wyrażone jest jedną parą wsp.  $x, y$ . Oznacza to, że położenie każdej komórki jest zdefiniowana w stosunku do początku układu współrzędnych.





# Model rastrowy vs. wektorowy

The raster view of the world	Happy Valley spatial entities	The vector view of the world
	 x Points: hotels	
	 Lines: ski lifts	
	 Areas: forest	
	 Network: roads	
	 Surface: elevation	



## Który model wybrać?

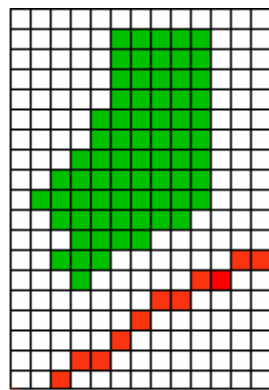
Oba modele danych wektorowych i rastrowych są przydatne do reprezentowania różnych danych geograficznych, ale w konkretnych sytuacjach, użycie jednego z nich może być bardziej odpowiednie niż drugiego.



Real World



Vector



Raster

*Modelu danych wektorowych, należy użyć, gdy chcemy reprezentować cechy, które mają granice dyskretne, np. budynki, które łatwo przedstawić za pomocą poligonów.*

## Który model wybrać?

*Model danych* rastrowy także może być wykorzystywany do prezentacji danych dyskretnych.

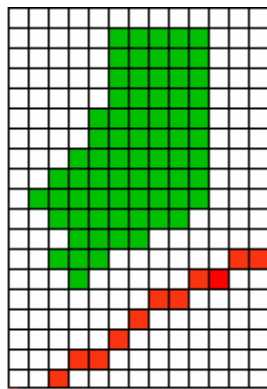
Np. budynek w modelu rastrowym, będzie reprezentowany przez grupę komórek powiązanych ze sobą i o tej samej wartości pewnego atrybutu.



Real World



Vector



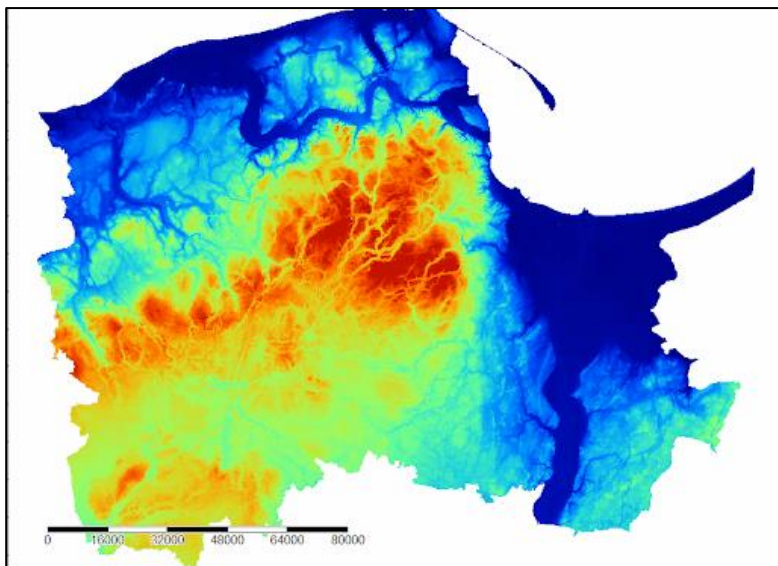
Raster

Reprezentowanie danych dyskretnych w modelu rastrowym wymaga mniej miejsca niż przechowywanie ich w modelu wektorowym, ale jest mniej dokładne.

## Który model wybrać?

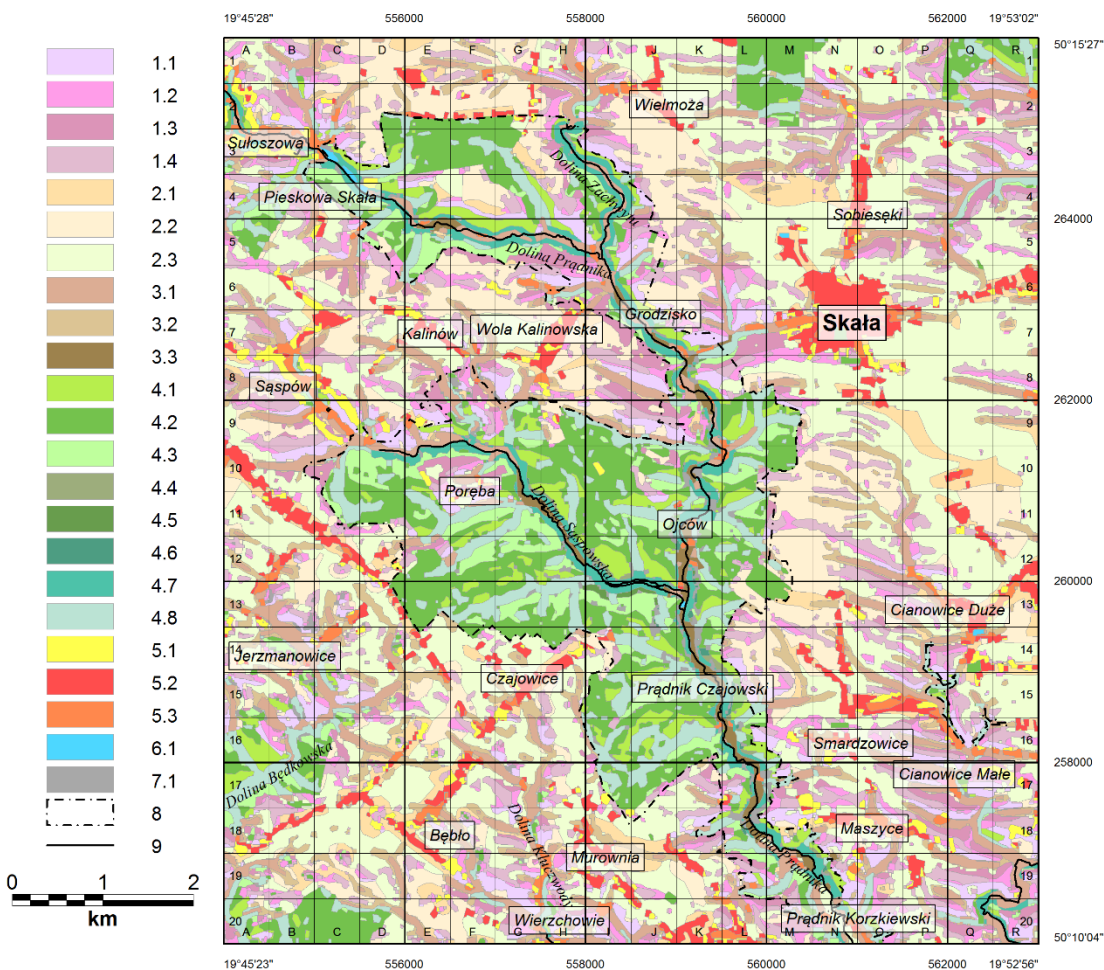
Rastrowy model danych jest bardzo przydatny do reprezentowania danych geograficznych ciągłych,

Np.: wysokość n.p.m., nachylenie zboczy, wielkość opadów, rozkład temperatury.



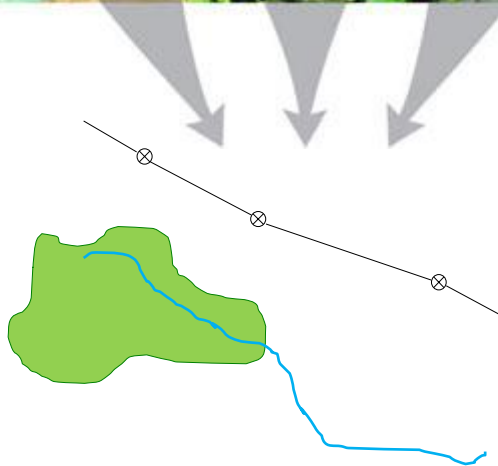
Każda wartość komórki rastra jest miarą (modelem) zjawiska w pewnym obszarze. Np. w rastrze wysokość, każdej osobnej komórki odpowiada wysokości na obszarze wyznaczonym jej zasięgiem.

# Który model wybrać?



Rastrowy model danych  
jest powszechnie stosowany  
w analizach przestrzennych i  
do modelowania zjawisk.

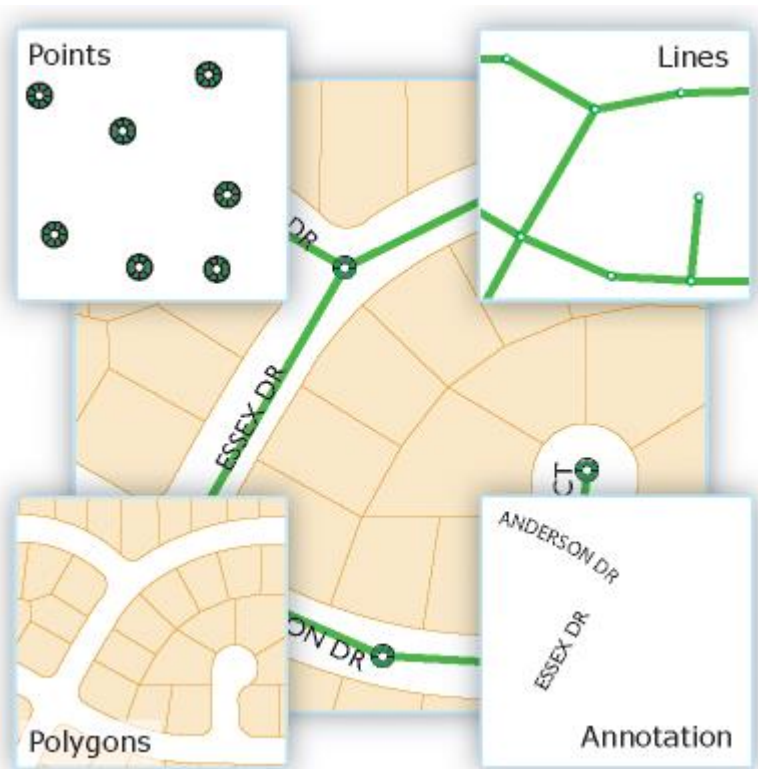
## Dane w modelu wektorowym



Podstawową jednostką modelu danych wektorowych jest **obiekt**.

Ponieważ byłoby niepraktyczne zapisywać cyfrowo każdy obiekt z osobna, dane wektorowe wymagają ich organizacji.

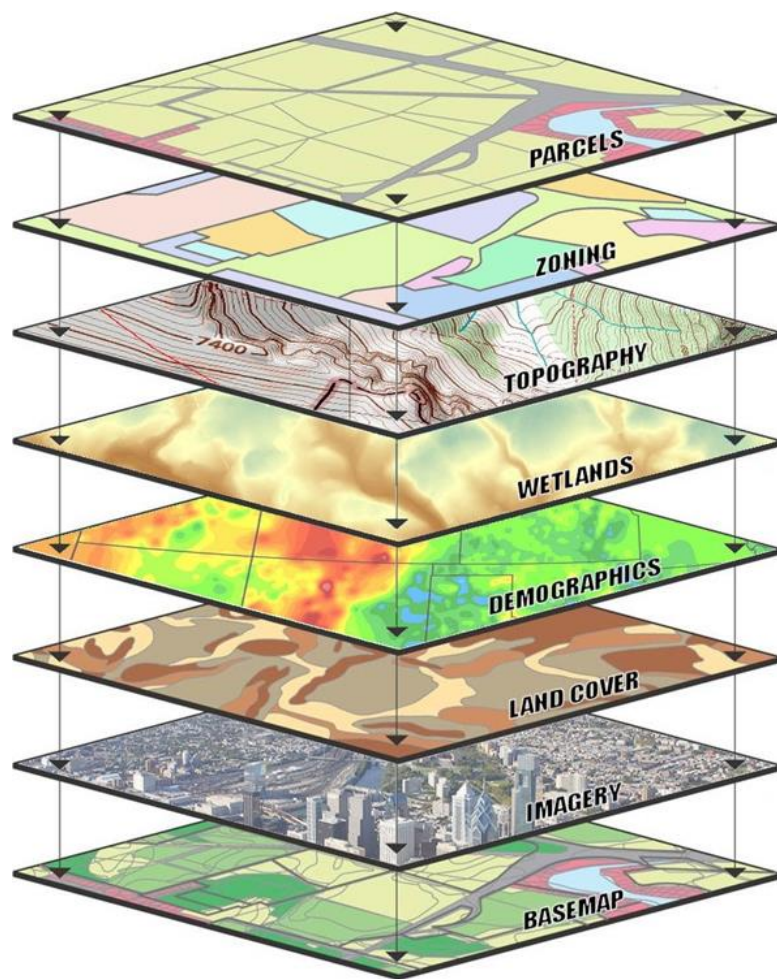




Podstawową jednostką przechowywania informacji o obiektach w modelu wektorowym jest klasa obiektów (*feature class*).

**Klasa obiektów** jest zbiorem elementów tego samego rodzaju, które mają *ten sam typ geometrii*, *te same atrybuty* i które znajdują się w *obrębie wspólnej przestrzeni geograficznej*.

## Dane w modelu wektorowym





## Dane w modelu wektorowym

Istnieją trzy popularne formaty danych, które pozwalają na gromadzenie obiektów przestrzennych w klasach:

1. geobazy (*geodatabase*),
2. klasy obiektów złożonych (kompleksowe) (*coverage*),
3. pliki `.shp` (*ESRI shapefile*).

Geobazy są podstawowym formatem przechowywania danych w ArcGIS.

Parcels feature class

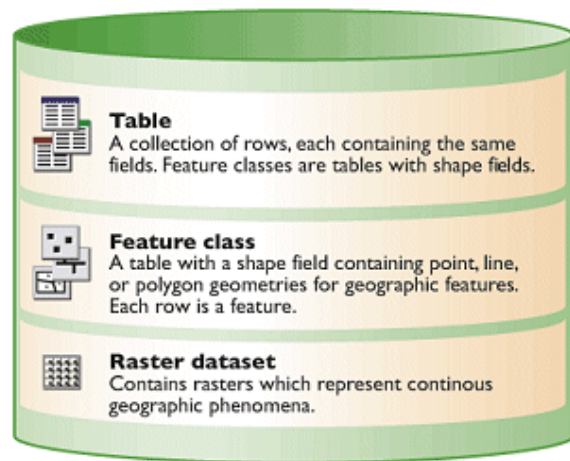
Shape	ID	PIN	Area	Addr	Code
	1	334-1626-001	7,342	341 Cherry Ct.	SFR
	2	334-1626-002	8,020	343 Cherry Ct.	UND
	3	334-1626-003	10,031	345 Cherry Ct.	SFR
	4	334-1626-004	9,254	347 Cherry Ct.	SFR
	5	334-1626-005	8,856	348 Cherry Ct.	UND
	6	334-1626-006	9,975	346 Cherry Ct.	SFR
	7	334-1626-007	8,230	344 Cherry Ct.	SFR
	8	334-1626-008	8,645	342 Cherry Ct.	SFR

Related ownership table

PIN	Owner	Acq.Date	Assessed	TaxStat
334-1626-001	G. Hall	1995/10/20	\$115,500.00	02
334-1626-002	H. L. Holmes	1993/10/06	\$24,375.00	01
334-1626-003	W. Rodgers	1980/09/24	\$175,500.00	02
334-1626-004	J. Williamson	1974/09/20	\$135,750.00	02
334-1626-005	P. Goodman	1966/06/06	\$30,350.00	02
334-1626-006	K. Staley	1942/10/24	\$120,750.00	02
334-1626-007	J. Dormandy	1996/01/27	\$110,650.00	01
334-1626-008	S. Gooley	2000/05/31	\$145,750.00	02

**Geobaza** to relacyjna baza danych (baza danych składająca się z wielu tabel, które organizują dane i są ze sobą powiązane).

Geobazy, w uproszczeniu można traktować jako pojemnik do przechowywania różnych danych geograficznych.



## W geobazie mogą być zapisane:

- zbiory obiektów wektorowych zorganizowanych w klasy (o geom. punktowej, liniowej, poligonowej lub adnotacji) lub zestawy danych,
- zbiory danych rastrowych
- tabele.

## Zestawy danych (*feature datasets*)

Klasy obiektów mogą istnieć w geobazach:

- *samodzielne,*
- mogą być zorganizowane w zbiory zwane *zestawami danych (feature datasets)*.

**Zestawy danych** przechowują klasy obiektów, posiadające *ten sam układ współrzędnych*. Podczas gdy wszystkie obiekty w klasie muszą reprezentować ten sam typ geometrii, zestawy danych mogą przechowywać zbiory danych klas obiektów o różnych typach geometrii.

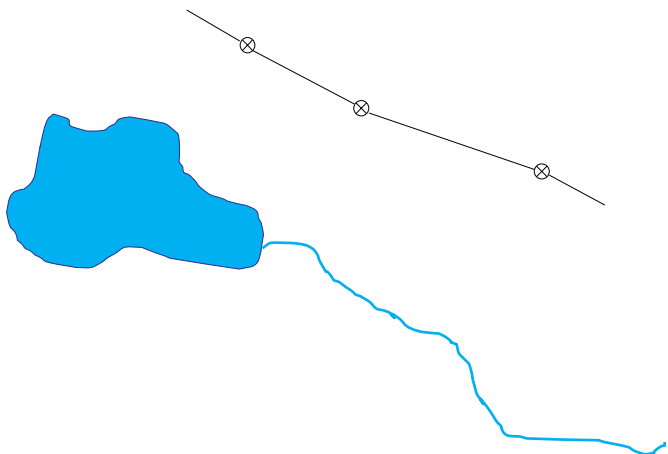
kanalizacja

- rurociągi\_L
- studzienki\_P
- zawory\_P

## Zestawy danych (*feature datasets*)

Klasy obiektów zgrupowane w zestawach danych są zazwyczaj w jakiejś relacji przestrzennej do siebie.

Np.: mogą one być ze sobą w sąsiedztwie; przecinać się ze sobą, lub być do siebie zbieżne.



## Organizacja danych w tabelach DB

Tabele zbiorów danych przechowują informacje o typie geometrii danych oraz atrybutach obiektów.

Attributes of Catchment					
Shape*	OID*	Shape Length	Shape Area	HydroID	GridID
Polygon	1	81199.981252	103999985.065143	1	1
Polygon	2	36400.031513	30209998.772929	2	2
Polygon	3	54000.006935	52580010.627191	3	3
Polygon	4	40800.036644	37579989.652627	4	4
Polygon	5	117000.017532	227679988.896941	5	5
Polygon	6	63400.012430	82690014.497308	6	6
Polygon	7	102800.005074	102370008.46072	7	7
Polygon	8	38600.049112	35849997.098220	8	8
Polygon	9	40399.989710	40909983.341890	9	9
Polygon	10	50200.012071	59739998.830489	10	10
Polygon	11	10800.019428	2590005.698888	11	11
Polygon	12	161799.907137	437910031.335359	12	12
Polygon	13	58800.013899	79990003.279926	13	13
Polygon	14	82400.031853	144010007.514198	14	14
Polygon	15	76399.974788	94019994.316777	15	15

Record: 1 Show: All Selected Records (0 out of 120 Selected) Options

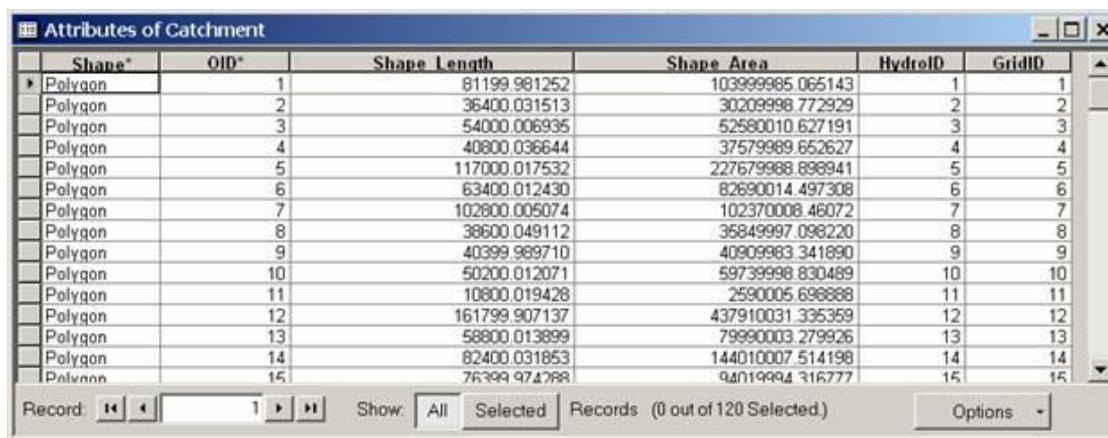


AGH

## Organizacja danych w tabelach DB

Niektóre atrybuty klas obiektów są tworzone automatycznie.

- Dla klas obiektów liniowych, geobaza automatycznie oblicza *długość* każdego obiektu i zapisuje te dane w polu Shape\_Length.
- Dla klas o geometrii poligonowej, geobaza oblicza *obwód* i *powierzchnię* każdego obiektu i przechowuje te wartości odpowiednio w polach zwanych Shape\_Length i Shape\_Area.



Shape*	OID*	Shape_Length	Shape_Area	HydrolID	GridID
Polygon	1	81199.981252	103999985.065143	1	1
Polygon	2	36400.031513	30209998.772929	2	2
Polygon	3	54000.006935	52580010.627191	3	3
Polygon	4	40800.036644	37579989.652627	4	4
Polygon	5	117000.017532	227679988.896941	5	5
Polygon	6	63400.012430	82690014.497308	6	6
Polygon	7	102800.005074	102370008.46072	7	7
Polygon	8	38600.049112	35849997.098220	8	8
Polygon	9	40399.989710	40909983.341890	9	9
Polygon	10	50200.012071	59739998.830489	10	10
Polygon	11	10800.019428	2590005.698888	11	11
Polygon	12	161799.907137	437910031.335359	12	12
Polygon	13	58800.013899	79990003.279926	13	13
Polygon	14	82400.031853	144010007.514198	14	14
Polygon	15	76399.974788	94019994.316777	15	15

Record: 1 Show: All Selected Records (0 out of 120 Selected) Options



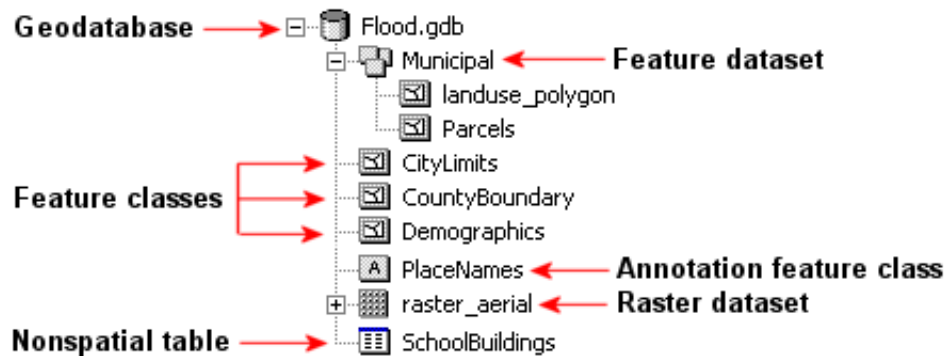
## Organizacja danych w tabelach DB



OBJECTID	CFCC	CFCC_DESC	CFCC_ID
1	A00	Road, classification unknown or not elsewhere	1
2	A01	Road, undivided	2
3	A02	Road, undivided, in tunnel	3
4	A03	Road, undivided, underpassing	4
5	A04	Road, undivided, rail line in center	5
6	A05	Road, divided	6
7	A06	Road, divided, in tunnel	7
8	A07	Road, divided, underpassing	8
9	A08	Road, divided, rail line in center	9
10	A10	Primary road, interstate highway and limited ac	10

Czasami, dla wydajności bazy danych (w celu przyspieszenia zapytań o dane i wyświetlania warstw), atrybuty obiektów mogą być przechowywane na zewnątrz tabel klas obiektów, w oddzielnej tabeli. Tabele geobaz zawierające wyłącznie atrybuty bez geometrii obiektów zwane są **tabelami nieprzestrzennymi** (*nonspatial tables*).

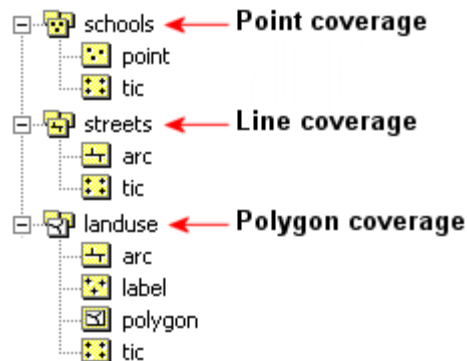
# Organizacja danych w geobazach



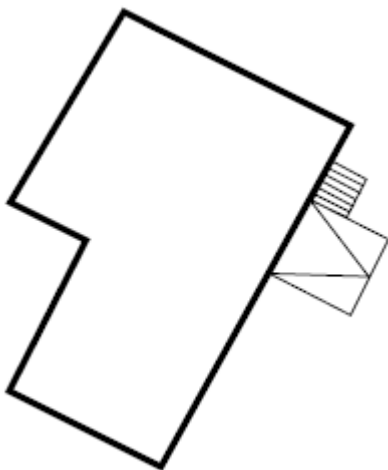
## Zbiory obiektów złożonych (*Coverages*)

- „*Coverage*” jest formatem natywnym danych ArcInfo Workstation, który został wykorzystany w ArcGIS.
- Konceptyjnie, „*coverage*” mogą być traktowane jako kombinacja różnych formatów danych wektorowych.
- Tak jak w klasach, obiekty mają typ geometrii punktowej, liniowej lub poligonowej.
- Podobnie jak w klasach, „*coverage*” reprezentuje jedną warstwę tematyczną, na przykład `szkoły`, `ulice`, `użytkowanie gruntów`, w którym wszystkie elementy mają te same atrybuty i znajdują się we wspólnej przestrzeni geograficznej.

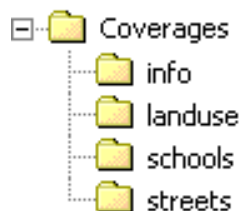
## Zbiory obiektów złożonych (*Coverages*)



- Z drugiej strony, „*coverages*” są jak zestawy *danych*, ponieważ przechowują zbiory przestrzennie powiązanych klas.
- Zbiory „*coverages*” zawierają zbiory różnych klas elementów o geometrii punktowej, liniowej i poligonowej, które wspólnie definiują relacje między obiektami (topologię).

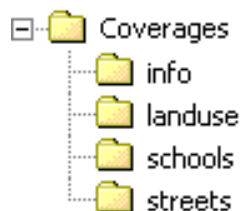


## Zbiory obiektów złożonych (*Coverages*)



- Atrybuty i relacje przestrzenne powiązane z klasami „*coverage*” są przechowywane w tabelach w formacie INFO.
- Tabele INFO są przechowywane w folderze o nazwie `\info`, który wraz z innymi plikami „*coverage*”, jest przechowywany w folderze roboczym obiektów złożonych `\Coverages`
- Nawet, jeżeli w folderze roboczym obiektów złożonych `\Coverages` jest więcej niż jeden zbiór obiektów złożonych, zawsze jest tylko jeden folder `\info`.

## Zbiory obiektów złożonych (*Coverages*)



Domyślnie w drzewie katalogów ArcCatalog, nie widać folderu `\info`, ale widać go w dowolnym menedżerze plików w systemie operacyjnym.

Nigdy nie należy przenosić, kopiować, zmieniać nazwy lub usuwać katalogu `\info`, ponieważ połączenia pomiędzy klasami elementów złożonych mogą zostać uszkodzone lub zniszczone.

**Do zarządzania zbiorami złożonymi zawsze używamy ArcCatalog!**

## Pliki ESRI Shapefile ( .shp)

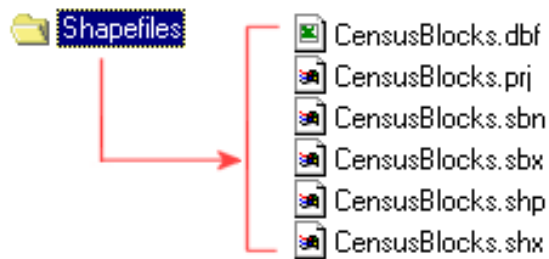
Pliki .shp to wspólny format danych oparty na plikach, powszechnie wykorzystywany w oprogramowaniu GIS.

**ESRI Shapefile** jest standardem plikowym przechowującym dane o obiektach jednej klasy, które mają:

- ten sam typ geometrii (punkty, linie lub poligony),
- te same atrybuty,
- wspólny zakres przestrzenny.



## Pliki ESRI Shapefile (\*.shp)



W ArcCatalog widać tylko plik z rozszerzeniem `.shp`, ale wszystkie pliki związane z Shapefile można przeglądać menedżerze plików (np.: Windows Explorer).

Podobnie jak w przypadku zbiorów złożonych „Coverage”, do zarządzania plikami `.shp`, zawsze należy używać ArcCatalog. ArcCatalog ma dostęp do wszystkich plików związanych z danym plikiem `.shp`.

Istnieją dwa popularne formaty danych rastrowych:

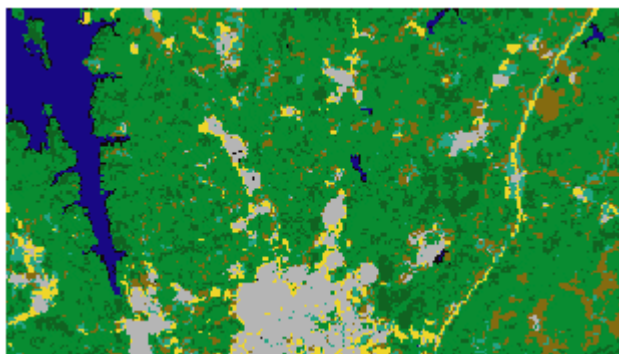
- gridy (*ESRI Grids*),
- obrazy (*imagery*).

## ESRI Grids

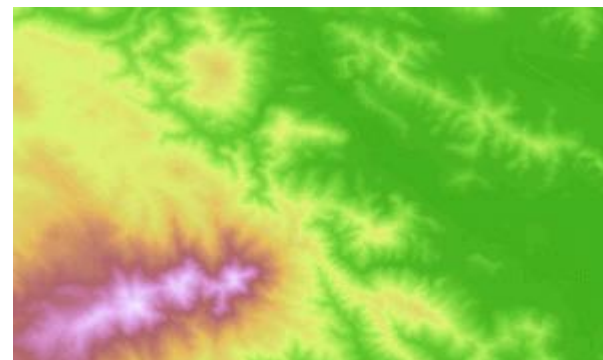
**ESRI Grids** jest formatem danych rastrowych używanym do przechowywania danych:

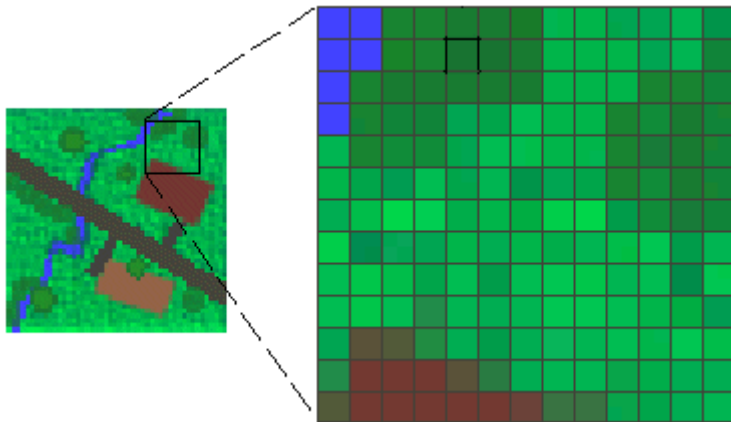
- **dyskretnych** (zabudowa, drogi, działki budowlane),
- **ciągłych** (wysokość n.p.m., nachylenie stoków, rozkład średnich temperatur, ilość opadów).

mapa tematyczna

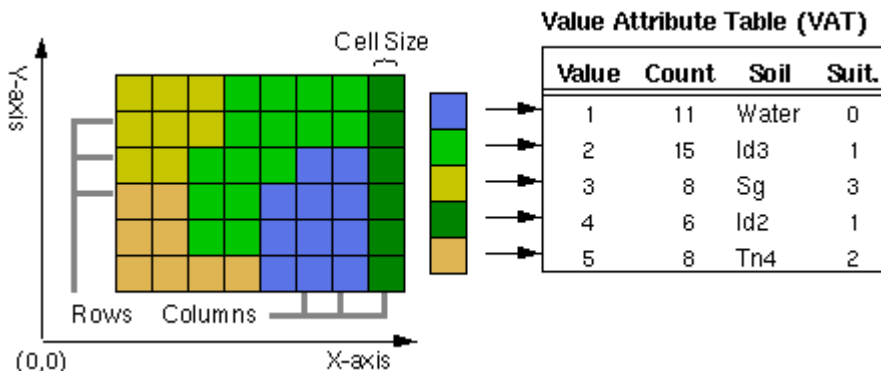


mapa powierzchniowa





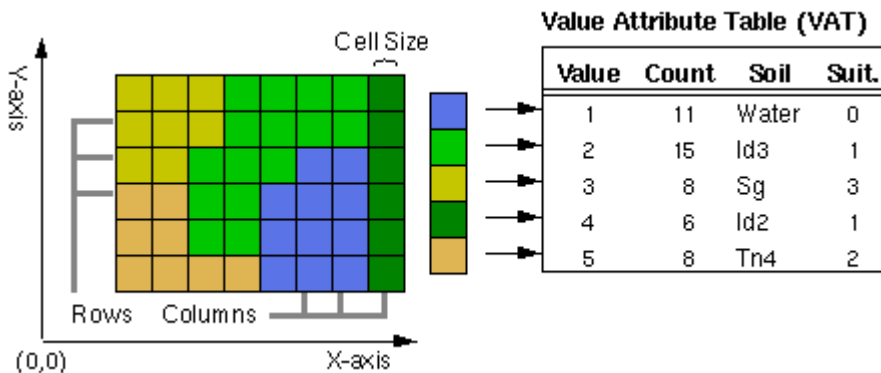
Podstawową jednostką modelu danych rastrowych jest komórka. Komórki przechowują informacje o zjawiskach w określonym miejscu na powierzchni Ziemi.



W zależności od rodzaju przechowywanych danych, wartości komórek mogą być liczbami całkowitymi lub rzeczywistymi.

Istnieją dwa rodzaje gridów ESRI - przechowujące wartości:

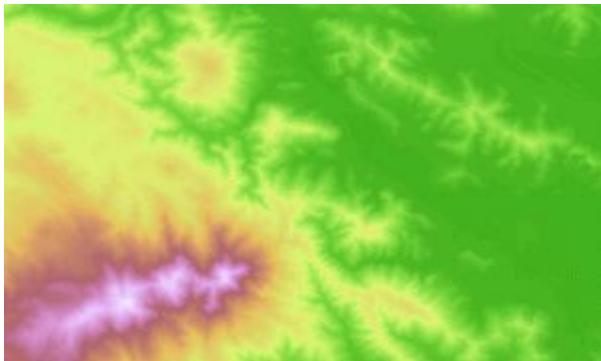
- całkowite ( $-2147483648$  do  $2147483647$ )
- zmiennoprzecinkowe ( $-3.4^{38}$  do  $3.4^{38}$ )



Siatki grid których wartości są liczbami całkowitymi, najczęściej kodują numer odpowiedniej kategorii. Komórki mogą mieć taką samą wartość.

Np.: w siatce użytkowania ziemi, każdy rodzaj użytkowania gruntów jest kodowany inną liczbą całkowitą.

Dyskretne siatki grid posiadają tabelę atrybutów, która przechowuje wartości komórek i związane z nimi atrybuty.

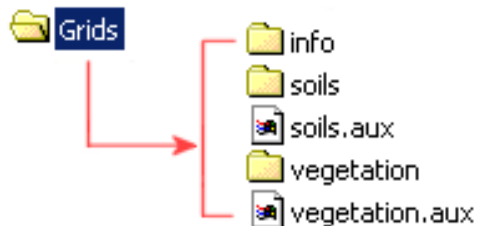


Ciągłe siatki grid są używane do reprezentowania zjawisk ciągłych; komórki mają wartości zmiennoprzecinkowe. Każda komórka w gridach ciągłych może mieć inną wartość zmiennoprzecinkową.

Np.: w siatce grid reprezentującej wysokość w m n.p.m., jedna komórka może przechowywać wartość 532.3 [m], podczas gdy sąsiednia komórka może przechowywać wartość 532.1 [m].

W przeciwieństwie do gridów dyskretnych, gridy ciągłe nie mają tabeli atrybutów.





Tabele atrybutów gridów dyskretnych są w formacie INFO (tak jak dla zbiorów „coverage”).

Tak jak i wtedy, tabele atrybutów gridów dyskretnych są przechowywane w folderze `\info`, który jest przechowywany na tym samym poziomie, co sam sam grid, w folderze roboczym.

Podobnie jak dla zbiorów „coverage”, istnieje jeden folder `\info` dla wszystkich gridów.

**Aby uniknąć uszkodzenia lub utracenia połączenie pomiędzy plikami grid i folderem `\info`, do przenoszenia, kopiowania, zmiany nazwy i usuwania siatek zawsze używamy ArcCatalog!**

## Obrazy (*imagery*)

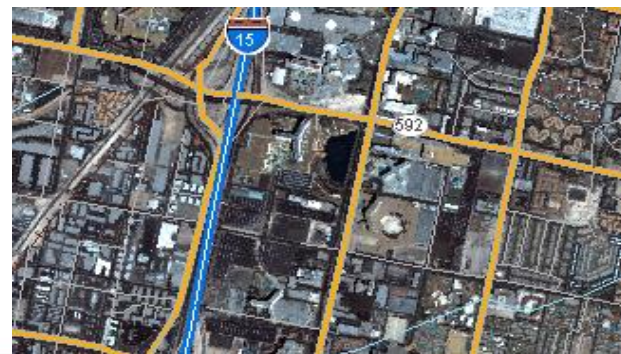
Obrazy (*imagery*) to wspólne określenie dla rastrów, których komórki lub piksele przechowują wartości jasności widzialnego światła odbitego lub innych rodzajów promieniowania elektromagnetycznego, takich jak emitowane ciepło (podczerwień) lub ultrafiolet (UV).

Np.: zdjęcia lotnicze, satelitarne, zeskanowane mapy papierowe.

skan



ortofotomapa



## Obrazy (*imagery*)

Obrazy mogą być wyświetlane jako warstwy w mapie lub mogą być stosowane jako specyficzne wartości atrybutów danych wektorowych.

Np.: baza danych biura handlu nieruchomości, jako atrybut warstwy nieruchomości, może zawierać zdjęcia dostępnych budynków.

## Obrazy (*imagery*)

Obrazy, tak jak inne dane geograficzne, muszą być odniesione do realnie istniejących miejsc.

Np.: zdjęcie lotnicze, fotografia domu, są tylko statycznymi obrazami. Brak im informacji gdzie zostały zrobione. Zdjęcia zawierają też liczne zniekształcenia skali.

Aby zdjęcie, wraz z innymi warstwami mapy, mogło zostać poprawnie wyświetlone, należy przypisać mu układ współrzędnych (**georeferencję**). Proces przypisywania georeferencji nazywamy **rektyfikacją**.

## Obrazy (*imagery*)

ArcGIS obsługuje wiele formatów danych rastrowych, które różnią się typem zastosowanej kompresji.

Najważniejsze z obsługiwanych formatów to:

- .tif (Tagged Image File Format),
- .SID (LizardTech MrSID)
- .jpg (Joint Photographic Experts Group).