

# Systemy informacji geograficznej

## Wykład 2

### Właściwości danych przestrzennych

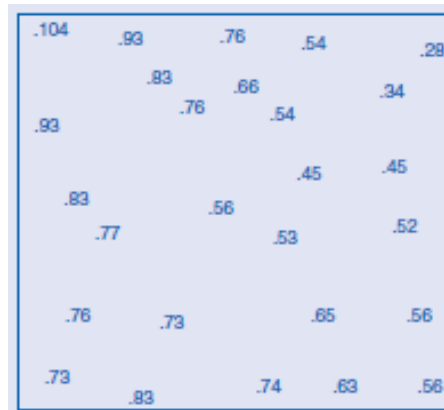
### Położenie i układy współrzędnych

#### Literatura:

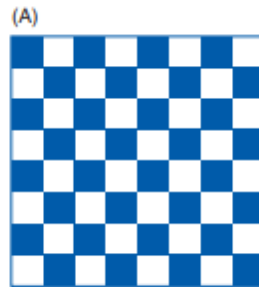
- Kresse W., Danko D.M. (Eds.), 2012. Handbook of Geographic Information, Springer-Verlag
- Longley P.A., Goodchild M.F., Maguire D.J., Rhind D.W., 2005. *Geographical Information Systems and Science* 2nd Edition. John Wiley & Sons, Ltd.

# Właściwości autokorelacji

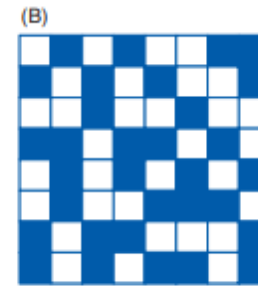
- Niektóre zjawiska geograficzne zmieniają się łagodnie w przestrzeni, natomiast inne wykazują skrajną nieregularność, łamiąc regułę Toblera
- Autokorelacja przestrzenna pomaga tworzyć reprezentacje, ale udaremnia próby prognozowania
- Autokorelacja przestrzenna dotyczy podobieństwa zarówno położenia, jak i atrybutów



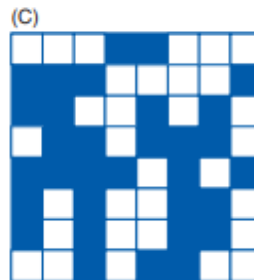
# Miary autokorelacji



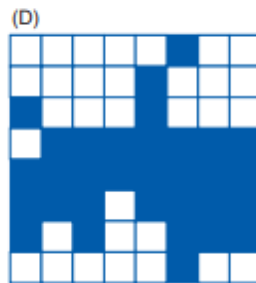
$I = -1.000$   
 $n_{BW} = 112$   
 $n_{BB} = 0$   
 $n_{WW} = 0$



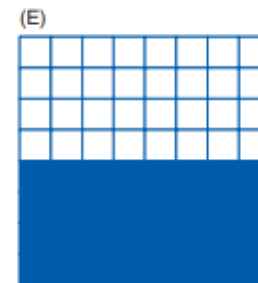
$I = -0.393$   
 $n_{BW} = 78$   
 $n_{BB} = 16$   
 $n_{WW} = 18$



$I = 0.000$   
 $n_{BW} = 56$   
 $n_{BB} = 30$   
 $n_{WW} = 26$



$I = +0.393$   
 $n_{BW} = 34$   
 $n_{BB} = 42$   
 $n_{WW} = 36$



$I = +0.857$   
 $n_{BW} = 8$   
 $n_{BB} = 52$   
 $n_{WW} = 52$

(A) skrajnie ujemna autokorelacja

(B) układ rozproszony

(C) brak autokorelacji

(D) układ skupiony

(E) skrajnie dodatnia autokorelacja

$I$  – statystycznie obliczony indeks autokorelacji Morana

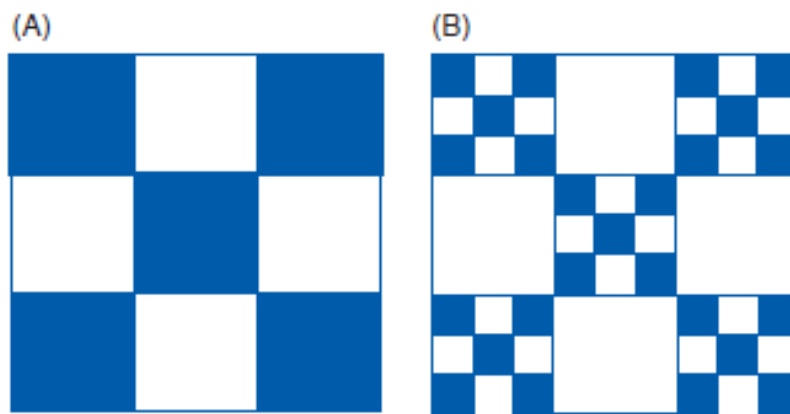
# Miary autokorelacji

- Analiza zjawiska autokorelacji przestrzennej opiera się na wartościach przypisanych obiektom przestrzennym.
- Autokorelacja przestrzenna oznacza, że wartości obiektów bliskich geograficznie są bardziej podobne do siebie niż tych odległych. Zjawisko to powoduje tworzenie się klasterów przestrzennych o wartościach podobnych.
- Autokorelacja przestrzenna może nie występować – mówimy wówczas o przestrzennej losowości.
- Uzyskany rozkład przestrzenny jest tak samo prawdopodobny jak w każdy inny rozkład.
- Gdy wartości sąsiednie są sobie podobne, to możemy mówić o występowaniu autokorelacji dodatniej.
- Ujemna autokorelacja występuje wówczas, gdy wartości obszarów sąsiednich są bardziej różne niż mogłoby to wynikać z rozkładu losowego.

# Wpływ odległości na autokorelację

- Nie wszystkie zjawiska można prezentować w sposób ciągły przy pomocy interpolacji i izolinii
- Powierzchnia Ziemi i struktury geologiczne przejawiają nieciągłość w miejscach występowania klifów lub linii uskoków

# Samopodobieństwo obiektów



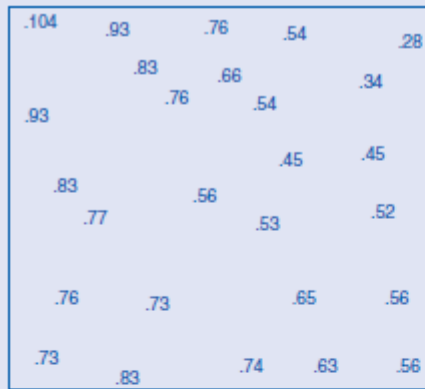
Cechą obiektów jest samopodobieństwo czyli układ samopowtarzalny

Struktury samo-podobieństwa - dywan Sierpińskiego w różnej skali (A) ogólnej, (B) szczegółowej

np.

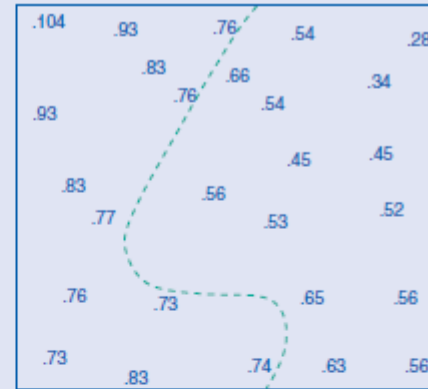
poszczególne szczyty są elementem podobnym do całego masywu górskiego, odcinek brzegu jest elementem większej zatoki

# Prezentacja izolinie

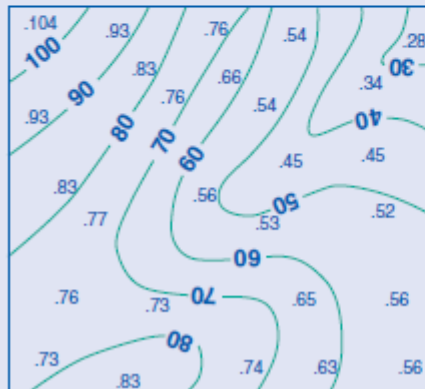


(A)

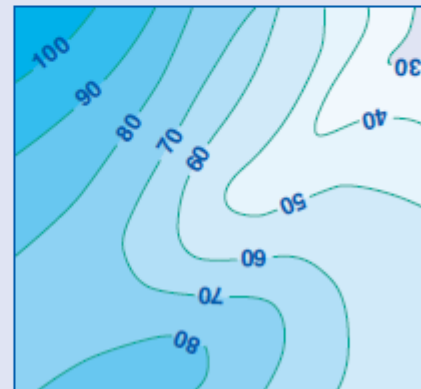
31-40  
41-50  
51-60  
61-70  
71-80  
81-90  
91-100



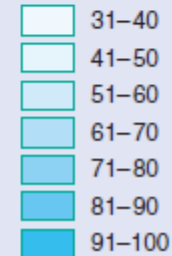
(B)



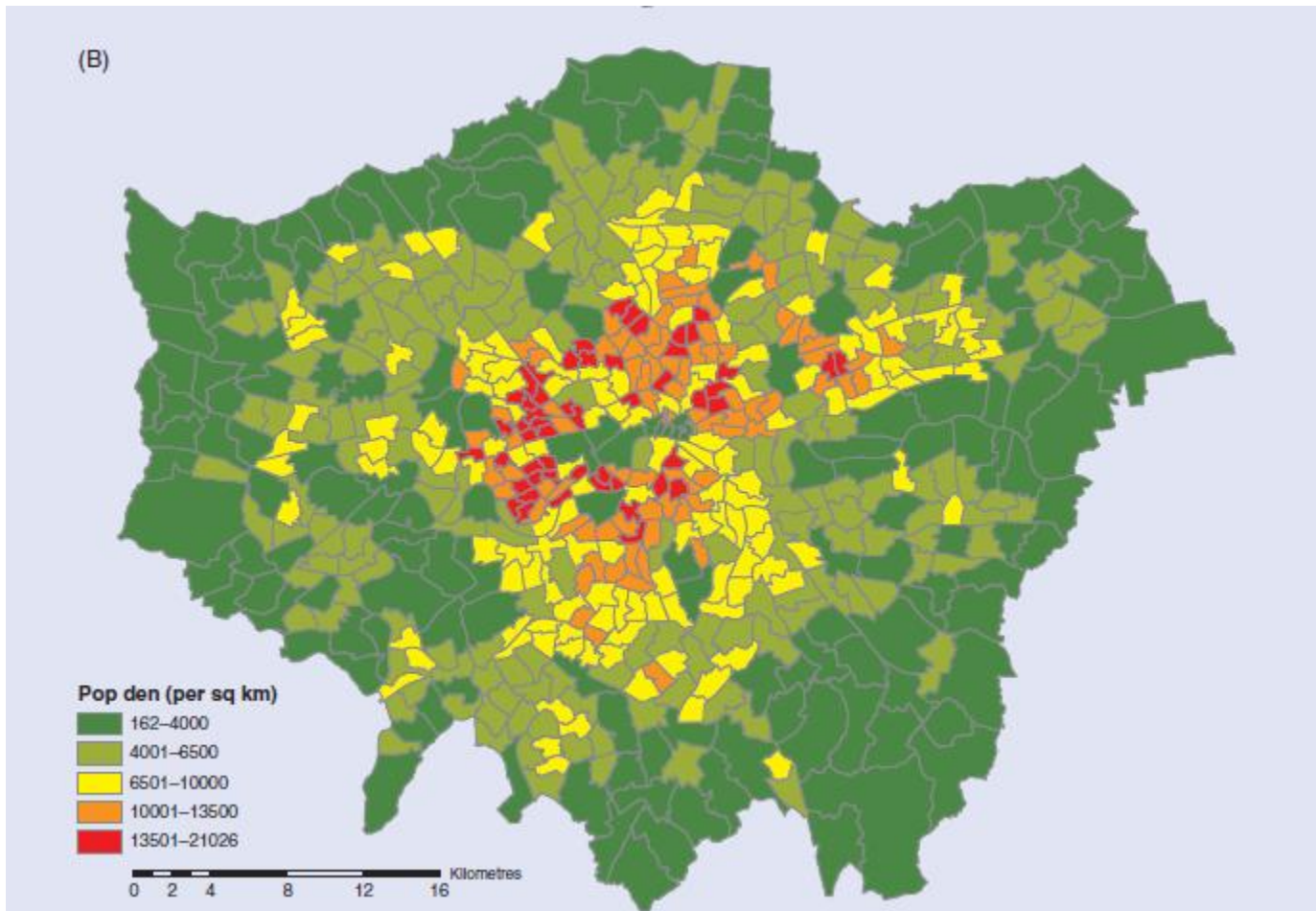
(D)



(E)



# Prezentacja kartogramy

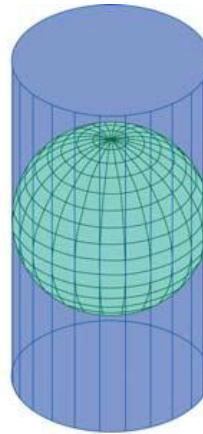




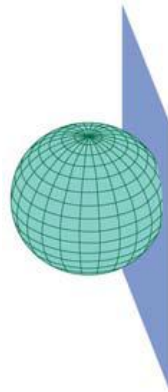
# Położenie, układy współrzędnych

- Odwzorowania kartograficzne
- Elipsoidy
- Geodezyjne układy współrzędnych

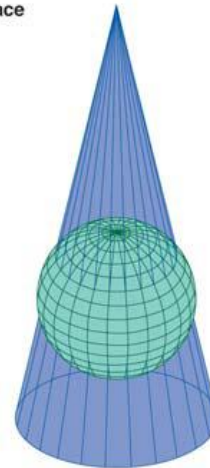
# Rodzaj odwzorowań



Cylindrical Projection Surface



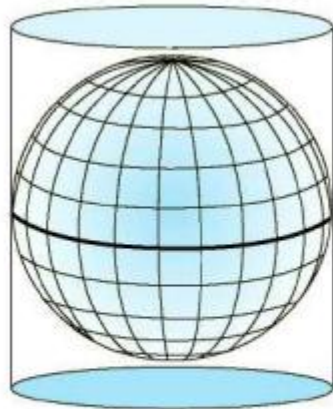
Secant Planar Projection



Secant Conic Projection

# Odwzorowania

Ze względu na usytuowanie linii styczności w stosunku do układu równoleżników i południków - na normalne, poprzeczne (transverse) i skośne (oblique)



**Normal**



**Transverse**

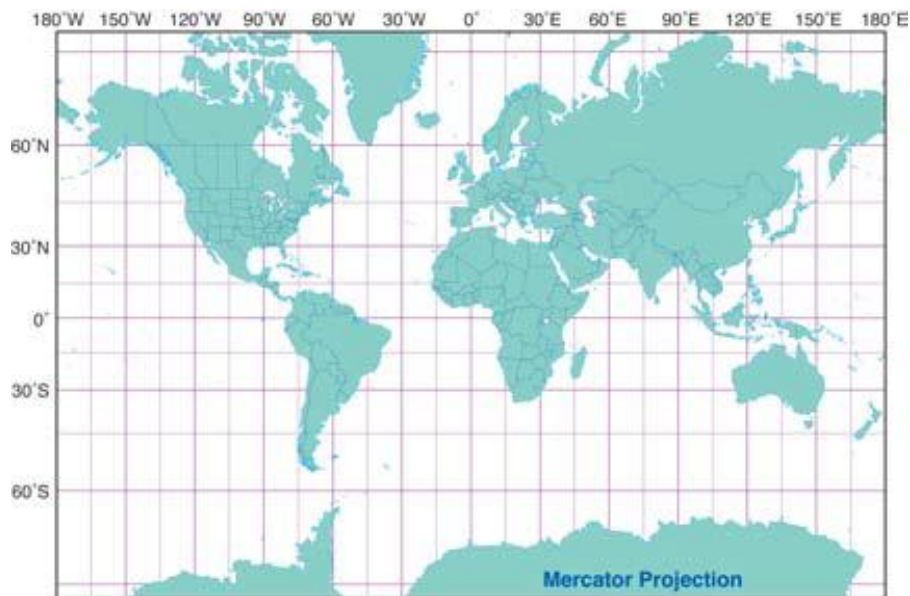


**Oblique**

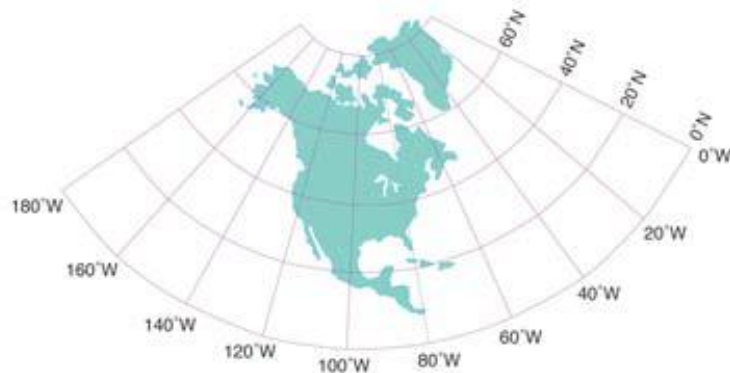
# Odwzorowania

- Odwzorowania zniekształcają obraz Ziemi
- Odwzorowania mogą zachować pewne właściwości powierzchni Ziemi ale tylko jedną cechę:
  - Wiernokątne
  - Wiernopowierzchniowe
  - Wiernodoległościowe

# Zniekształcenia w odwzorowaniach



Odwzorowanie  
Merkatora walcowe  
- najmniejsze  
zniekształcenia przy  
równiku

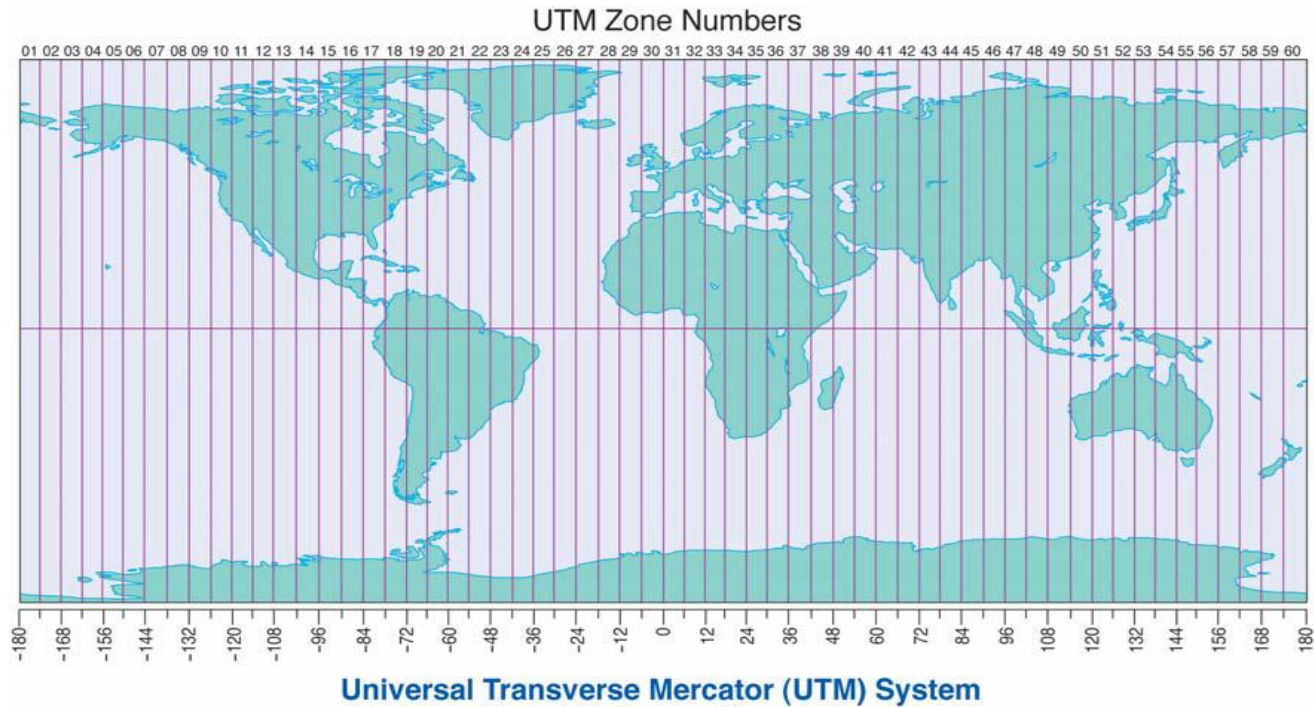


North America  
Lambert Conformal Conic  
Origin: 23N, 96W  
Standard Parallels: 20N, 60N

Odwzorowanie  
stożkowe konforemne  
(równokątne)  
Lamberta  
styczne do  
przecinających się  
równoleżników z  
najmniejszymi  
zniekształceniami

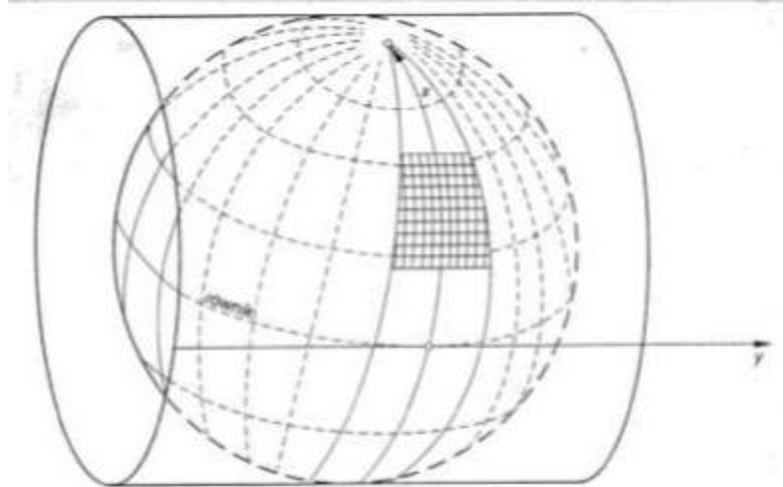
# Układ współrzędnych UTM

- Odwzorowanie równokątne walcowe Merkatora

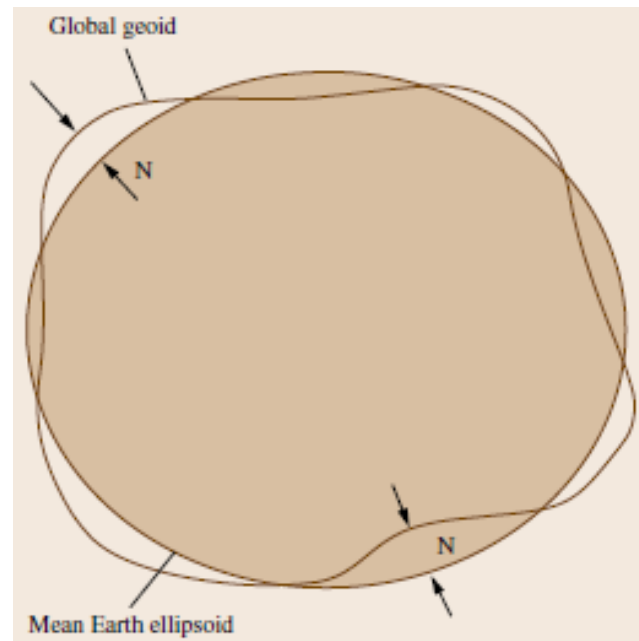


# Odwzorowanie Gaussa-Krügera

- Odwzorowanie równokątne walcowe poprzeczne



# Geoida i elipsoida



Ziemia posiada kształt złożonej bryły zwanej geoidą, uproszczeniem jest elipsoida której spłaszczenie wynosi  $1/300$



# Rodzaje elipsoid

Data	Nazwa	Długość osi a (m)	Długość osi b (m)	Spłaszczenie f
1984	WGS84	6378137	6356752,3	1/298,257
1980	GRS80	6378137	6356752,3	1/298,257
1972	WGS72	6378135	6356750,5	1/298,26
1940	Krasowskiego	6378245	6356863	1/298,3
1924	International	6378388	6359119	1/297
1880	Clarka 1880	6378491	6356514,9	1/293,46
1866	Clarka 1866	6378206,4	6356583,8	1/294,98
1841	Bessela	6377397,2	6356079,0	1/299,15

# Wybór odwzorowania kartograficznego

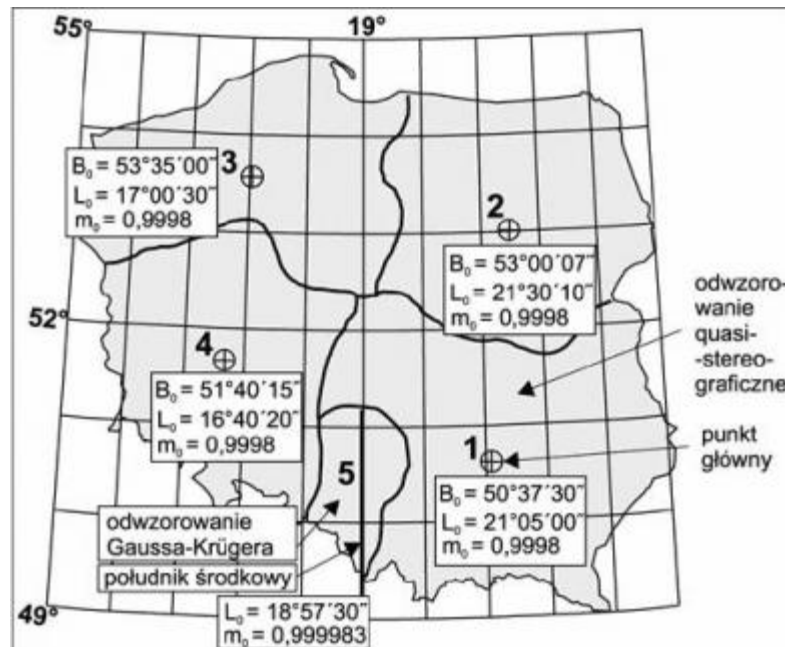
- Do opracowania map geodezyjnych topograficznych i nawigacyjnych - odwzorowania zapewniające wierność kątów (konforemne, ang. conformal)
- W atlasach i mapach przeglądowych - odwzorowania zachowujące wierność odległości (mapy równoodległościowe, ang. equidistance maps) lub wiernie oddające powierzchnie (mapy wiernopolowe, ang. equivalence, equal area maps).
- Do odwzorowań niewielkich zwartych obszarów - odwzorowania płaszczyznowe
- Do niewielkich obszarów pasa równikowego - walcowe normalne
- Do dowolnego pasa położonego wzdłuż południka - walcowe poprzeczne,
- Do obszarów średnich szerokości ( $30-60^\circ$ ) - odwzorowania stożkowe
- Dane statystyczne powinny być wyświetlane z wykorzystaniem odwzorowań równopowierzchniowych w celu zachowania właściwych proporcji

# Najczęściej stosowane obecnie polskie geodezyjne układy współrzędnych

- Układ 1965
- Układ 1992
- Układ 2000

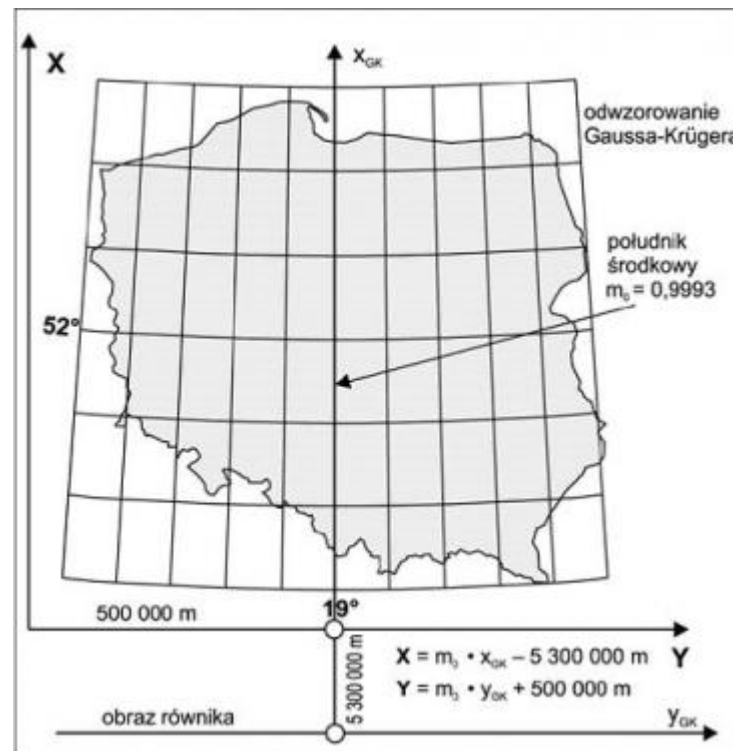
# Układ 1965

- Układ 1965 wprowadzony w 1968 r. był przeznaczony do opracowań topograficznych i geodezyjnych.
- W układzie tym występuje podział na pięć stref odwzorowawczych, których zasięg oparty był na ówczesnym podziale administracyjnym kraju.
- W strefach o numerach 1-4 zastosowano odwzorowanie quasi-stereograficzne, natomiast w strefie piątej – odwzorowanie Gaussa-Krügera.
- Jako powierzchnię odniesienia przyjęto elipsoidę Krasowskiego



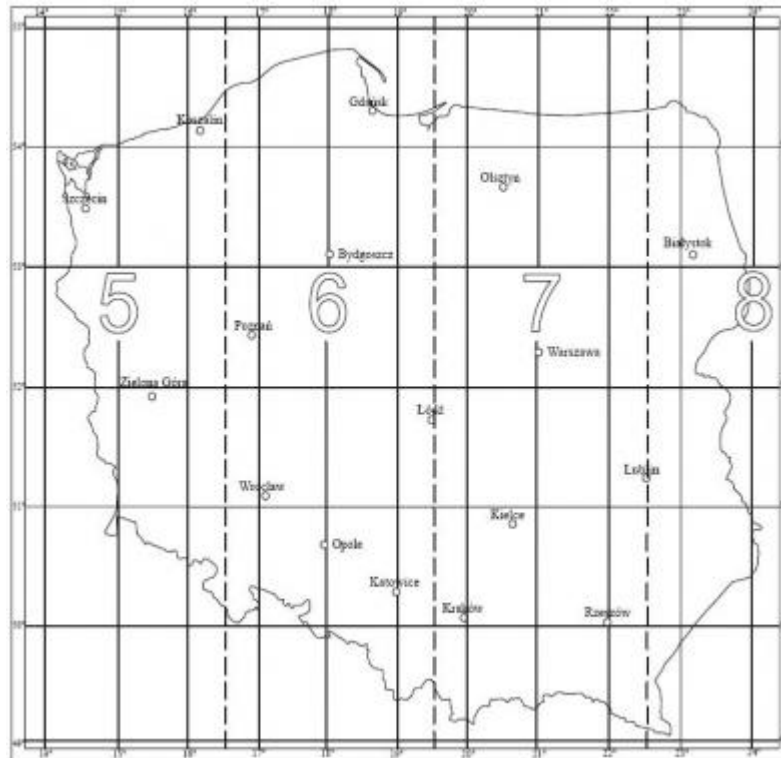
# Układ 1992

- Układ współrzędnych 1992 (Państwowy Układ Współrzędnych Geodezyjnych 1992) – układ współrzędnych płaskich prostokątnych oparty na odwzorowaniu Gaussa-Krügera dla elipsoidy GRS80 w jednej dziesięciostopniowej strefie.
- Początkiem układu jest punkt przecięcia południka 19°E z obrazem równika.
- EPSG: 2180



# Układ 2000

- Układ współrzędnych 2000 (Państwowy Układ Współrzędnych Geodezyjnych 2000, PL-2000[1]) – układ współrzędnych płaskich prostokątnych
- powstały w wyniku zastosowania odwzorowania Gaussa Krügera dla elipsoidy GRS 80 w czterech trzystopniowych strefach o południkach osiowych 15°E, 18°E, 21°E i 24°E, oznaczone odpowiednio numerami – 5, 6, 7 i 8.



# Kody EPSG

Kody EPSG powstały w celu standaryzacji nazewnictwa i parametrów układów współrzędnych.

Standaryzacją układów współrzędnych z całego świata zajęła się organizacja European Petroleum Survey Group (EPSG). Była to organizacja naukowa związana z europejskim przemysłem paliwowym, składająca się ze specjalistów z dziedzin: geodezji, miernictwa oraz kartografii pracujących przy poszukiwaniach ropy naftowej.

Kody dostępne na stronie <http://spatialreference.org/ref/epsg/>

Układ współrzędnych 1965 (strefa I) – 3120

Układ współrzędnych 1965 (strefa II) – 2172

Układ współrzędnych 1965 (strefa III) – 2173

Układ współrzędnych 1965 (strefa IV) – 2174

Układ współrzędnych 1965 (strefa V) – 2175

Układ współrzędnych 1992 – 2180

Układ współrzędnych 2000 (strefa V) – 2176

Układ współrzędnych 2000 (strefa VI) – 2177

Układ współrzędnych 2000 (strefa VII) – 2178

Układ współrzędnych 2000 (strefa VIII) – 2179

UTM (strefa 33N) – 32633

UTM (strefa 34N) – 32634

UTM (strefa 35N) – 32635

WGS 84 – 4326

# Pomiary współrzędnych geograficznych

- Satelitarne systemy radionawigacyjne
- Metody pomiarów GPS
- Georeferencje (kalibracja map)
- Geokodowanie
- Formaty plików z georeferencjami



# Satelitarne systemy radionawigacyjne

- Głównym zadaniem Globalnych Systemów Nawigacji Satelitarnej **GNSS** (ang. Global Navigation Satellite Systems) jest wyznaczanie pozycji użytkownika
- W chwili obecnej do GNSS zalicza się **GPS** (ang. Global Positioning System) oraz **GLONASS** (ros. Globalnaia Navigacionnaia Sputnikova Sistema), europejski system **Galileo**, chiński **BeiDou** oraz japoński **QZSS** (Quasi Zenit Satellite System)
- Zasada wyznaczania pozycji opiera się na znajomości współrzędnych satelitów w momencie wysyłania sygnału i pomiarze pseudoodległości od satelity do odbiornika
- Satelity krążą na wysokości 20 200 km a ich okres obiegu wynosi 12 godzin
- Satelity nadają sygnały radiowe, które przekazują informacje o położeniu i czasie nadania sygnału

# Metody pomiarów GPS

- Odbiornik GPS na podstawie wysłanych z satelitów sygnałów oblicza położenie w układzie współrzędnych geograficznych
- Do prawidłowego określenia położenia są potrzebne sygnały odebrane z co najmniej 4 satelitów, w przypadku braku konieczności pomiaru wysokości odbiornika 3 satelity.
- Precyzja pomiaru wzrasta gdy jest widocznych więcej niż 4 satelity
- Dokładność określenia położenia w ogólnodostępnych odbiornikach wynosi ok. 10 m.
- W celu poprawy dokładności pomiaru stosuje się różnicowy system GPS (DGPS – Differential GPS) gdzie do wskazań odbiornika GPS wprowadzana jest poprawka, wyliczana na podstawie równoległego pomiaru położenia wykonywanego w punkcie o znanych współrzędnych. Dokładność wyznaczenia pozycji jest wtedy rzędu 1 m lub kilku centymetrów.



# Georeferencja

- **(kalibracja, rektyfikacja map)** jest to zbiór danych umożliwiających transformację współrzędnych wyrażonych w układzie pikselowym do układu współrzędnych geodezyjnych elipsoidalnych oraz do dowolnego układu prostokątnego płaskiego.

The screenshot shows the Georeferencing tool in ArcGIS. The main window displays a map of SKWIERZYNA with several red control points marked on it. A 'Link' table is open in the foreground, showing the coordinates of these points in both the source map and the target map.

Link	X Source	Y Source	X Map	Y Map	
<input checked="" type="checkbox"/>	1	9,375255	19,173243	264000,000000	534000,000000
<input checked="" type="checkbox"/>	2	21,160680	19,710116	267000,000000	534000,000000
<input checked="" type="checkbox"/>	3	10,102667	3,460786	264000,000000	530000,000000
<input checked="" type="checkbox"/>	4	21,870485	3,995425	267000,000000	530000,000000

Additional interface elements include 'Total RMS Error: Forward: 1,12908', 'Auto Adjust' checked, 'Transformation: 1st Order Polynomial (Affine)', and 'Forward Residual Unit: Unknown'. The status bar at the bottom shows '268600,103 535446,658 Meters'.

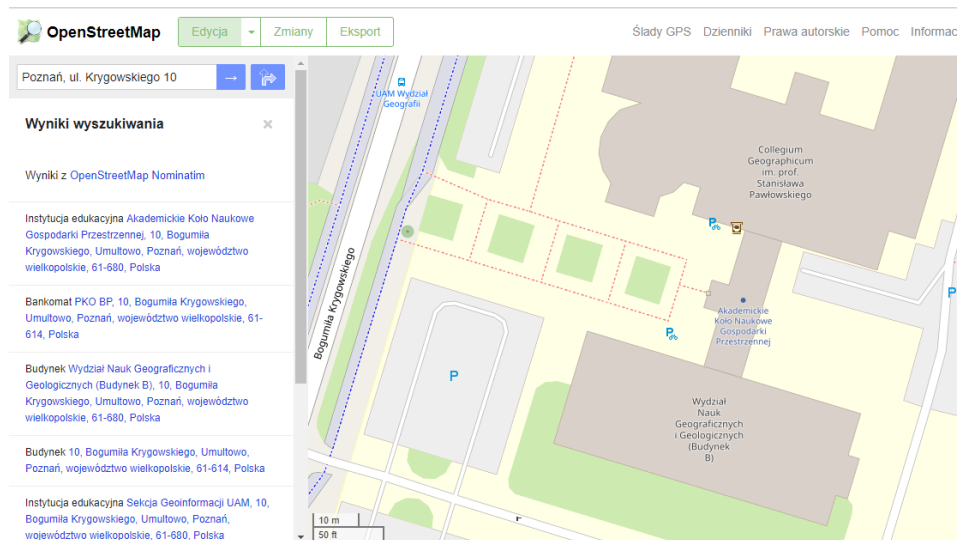
The screenshot shows the 'Raster Dataset Properties' dialog box, specifically the 'Key Metadata' tab. It displays the following metadata for the georeferenced raster:

Property	Value
<b>Spatial Reference</b>	ETRS_1989_UWPP_1992
Linear Unit	Meter (1,000000)
Angular Unit	Degree (0,0174532925199433)
False_Easting	500000
False_Northing	-5300000
Central_Meridian	19
Scale_Factor	0,9993
Latitude_Of_Origin	0
Datum	D_ETRS_1989
<b>Statistics</b>	Statistics have not been calculated.
Band_1	Statistics have not been calculated.
Build Parameters	
Min	
Max	
Mean	
Std dev.	
Classes	
<b>Geodata Transform</b>	

Buttons for 'OK', 'Anuluj', and 'Zastosuj' are visible at the bottom of the dialog.

# Geokodowanie

- **Geokodowanie** - proces konwertowania adresów ulic na współrzędne geograficzne
- Geokodowanie wymaga bazy danych zawierającej rekordy reprezentujące geometrie segmentów ulic między przecięciami i zestawy adresów dopasowane do każdego segmentu
- Przykłady funkcji geokodujących: Google, OpenStreetMap



# Format Shapefile

**Shapefile** jest popularnym formatem grafiki wektorowej wykorzystywanym w Systemach Informacji Geograficznej. Został opracowany przez firmę ESRI na zasadzie otwartego standardu

W pliku shapefile można zapisywać obiekty wektorowe jak: punkty, linie, poligony. Każdy z takich obiektów posiada dodatkowo tabelę atrybutów, w której można opisać różne parametry obiektów jak np. nazwa, długość, powierzchnia, współrzędne oraz inne cechy. Atrybuty są przechowywane w pliku o formacie dBase. Rekordy w tabeli atrybutów posiadają relację jeden-do-jednego czyli jeden rekord w tabeli odpowiada jednemu obiektowi.

**.shp** – plik przechowujący geometrię obiektu

**.shx** – plik indeksowy pozwalający na szybkie przeszukiwanie danych, przyspiesza odczytywanie plików z geometrią

**.dbf** – plik przechowujący atrybuty (tabela atrybutów)

Opcjonalnie występujące formaty to:






**.prj** – plik zawierający informację na temat układu współrzędnych i odwzorowania

**.sbn, .sbx** – indeks przestrzenny obiektów

**.atx** – index tworzony dla atrybutów przez ArcCatalog

**.isx, .mxx** – indeksy poprawiające geokodowanie

**.xml** – plik z metadanymi

 poziomice	2019-02-27 16:16	Plik SHX	1 KB
 poziomice	2019-02-27 16:16	Plik SHP	5 KB
 poziomice	2019-02-27 16:16	Plik QPJ	1 KB
 poziomice	2019-02-27 16:16	Plik PRJ	1 KB
 poziomice	2019-02-27 16:16	OpenOffice.org 1...	1 KB

# Format GeoTIFF

- **GeoTIFF** (*Geo Tagged Image File Format*) jest to format TIFF posiadający wbudowane dane georeferencyjne wykorzystywane do ustawienia obrazu w odpowiedniej lokalizacji przestrzennej i geometrii na ekranie.
- Struktura pliku TIFF pozwala na jednoczesne zakodowanie zarówno obrazów jak i danych georeferencyjnych, przez co zapewnia powiązanie informacji geograficznej z obrazem.
- Plik GeoTIFF jest możliwy do otwarcia z prawidłowym odniesieniem przestrzennym, jak również może być otwierany przez programy nie obsługujące georeferencji.
- Za pomocą odpowiednich narzędzi istnieje możliwość wbudowania danych georeferencyjnych w plik TIFF, jak również wyodrębnienia ich z pliku GeoTIFF.

# Formaty wektorowe tekstowe

- **GeoJSON** – otwarty format przechowujący obiekty geograficzne i atrybuty oparty na technologii JSON, JavaScript Object Notation.

```
{
  "type": "Feature",
  "geometry": {
    "type": "Point",
    "coordinates": [125.6, 10.1]
  },
  "properties": {
    "name": "Dinagat Islands"
  }
}
```

- **GML (Geography Markup Language)**– oparty na XML (eXtensible Markup Language) język opracowany przez Open Geospatial Consortium do transferu danych geograficznych. GML jest językiem formalnym służącym do opisu danych geograficznych
- **KML Keyhole Markup Language** – język znaczników oparty na XML-u, otwarty standard zatwierdzony przez Open Geospatial Consortium pozwalający na wizualizację trójwymiarowych danych przestrzennych. Wykorzystywany jest m.in. w aplikacjach Google Earth, Google Maps, Bing Maps, Flickr, NASA World Wind oraz Wikimapii.