

Systemy informacji geograficznej

Laboratorium 5.

Temat: Układy współrzędnych, odwzorowania kartograficzne i transformacje pomiędzy układami.

Odwzorowanie kartograficzne jest umownym, określonym matematycznie sposobem przyporządkowania punktom powierzchni kuli (lub elipsoidy) punktów na płaszczyźnie (Paślawski 2010).

Za pomocą odwzorowania ustalamy zależności pomiędzy współrzędnymi geograficznymi (najczęściej) punktów leżących na powierzchni kuli lub elipsoidy a współrzędnymi prostokątnymi (najczęściej) tych punktów na płaszczyźnie.

Współrzędne geograficzne to najczęściej współrzędne kątowe – stopnie, minuty i sekundy długości i szerokości geograficznej. W praktyce GIS najczęściej są to stopnie dziesiętne.

Współrzędne prostokątne płaskie – np. metry w układzie SI.

Na skutek stosowania różnego rodzaju odwzorowań do prezentacji różnych części Kuli Ziemskiej powstało (i powstaje) wiele układów współrzędnych, które możemy wykorzystywać w GIS. Obecnie na świecie funkcjonuje około 3700 (!) układów współrzędnych geograficznych oraz prostokątnych płaskich. W celu standaryzacji nazewnictwa i parametrów tych układów powstały **kody EPSG**. Każdy układ posiada przypisany i sobie tylko właściwy unikalny kod EPSG, dzięki któremu możemy go jednoznacznie zidentyfikować.

Wykorzystanie cyfrowych danych przestrzennych w GIS, w odróżnieniu od map papierowych, ma niezaprzeczalną zaletę jaką jest dowolna możliwość zmiany odwzorowań – zarówno w odniesieniu do samych danych, jak i prezentacji kartograficznych wykonywanych na ich podstawie.

Układy współrzędnych geodezyjnych – wykorzystują współrzędne geograficzne

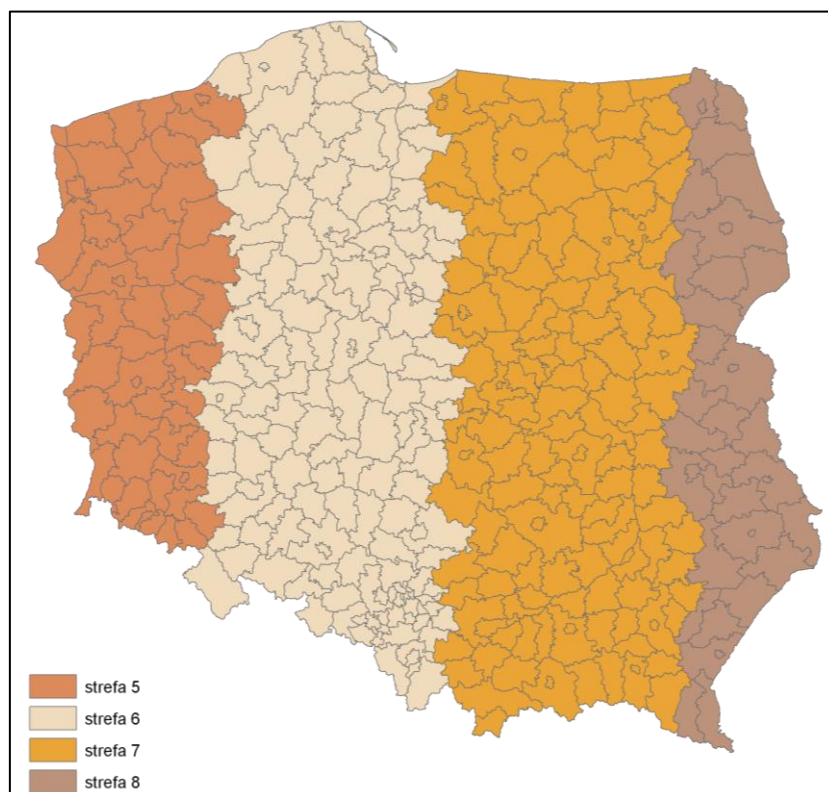
Układy współrzędnych prostokątnych – wykorzystują współrzędne prostokątne płaskie

Współcześnie w Polsce najczęściej stosowane w GIS są następujące układy współrzędnych:

1. **Państwowy Układ Współrzędnych Geodezyjnych 1992** (inne nazwy to PUWG 1992, układ 1992, CS 1992), kod **EPSG: 2180**. To układ współrzędnych prostokątnych płaskich, o jednostkach metrycznych, jednolity dla obszaru całej Polski. Jest to obecnie układ obowiązujący do produkcji map topograficznych i ogólnogeograficznych oraz zapisu danych przestrzennych w skalach 1:10 000, 1:25 000, 1:50 000, 1:100 000, 1:250 000, 1:500 000, 1:1000 000 i mniejszych.
2. **Państwowy Układ Współrzędnych Geodezyjnych 2000** (inne nazwy to PUWG 2000, układ 2000, CS 2000). To precyzyjny układ współrzędnych prostokątnych płaskich, o jednostkach metrycznych, niejednolity dla obszaru Polski, który podzielony jest na cztery strefy odwzorowawcze (ryc. 1). Każda strefa ma oddzielny

kod **EPSG: 2176** – **strefa 5**, **2177** – **strefa 6**, **2178** – **strefa 7**, **2189** – **strefa 8**. Jest to obecnie układ obowiązujący, przeznaczony do produkcji map i zapisu danych przestrzennych o dokładności geodezyjnej (np. mapy ewidencyjne), w skalach: 1:500, 1:1000, 1:2000, 1:5000.

W związku z tym, że dane o charakterze geodezyjnym w Polsce tworzone są na poziomie powiatów (przez Powiatowe Ośrodki Dokumentacji Geodezyjnej i Kartograficznej) granice pomiędzy strefami układu 2000 wyznaczone są wzdłuż granic powiatów.



Ryc. 1. Strefy odwzorowawcze.PUWG 2000 w obszarze Polski (Wikimedia Commons 2017).

3. **Układ World Geodetic System 84 (WGS 84), EPSG:4326.** To uniwersalny dla obszaru całej kuli ziemskiej układ współrzędnych geograficznych (o jednostkach kątowych). Wykorzystywany jest on do zapisu danych przestrzennych o dużym, często globalnym zasięgu geograficznym (np. dane pokrycia terenu dla całej Europy lub sceny satelitarne). To także podstawowy układ odniesienia w systemach nawigacji satelitarnej.
4. **Układ Universal Transverse Mercator (UTM)** – to uniwersalny dla obszaru całej kuli ziemskiej układ współrzędnych prostokątnych płaskich (o jednostkach metrycznych), oparty na elipsoidzie WGS 84. Układ podzielony jest na 60 południkowych stref odwzorowawczych (w formie pasów rozciągających się wzdłuż wybranych południków) (ryc. 2.), z których każda ma unikalny kod EPSG. Terytorium

Polski obejmują trzy strefy układu UTM: **strefa 33N – EPSG: 32633, strefa 34N – EPSG: 32634, strefa 35N – EPSG: 32635.**



Ryc. 2. Strefy odwzorowawcze układu UTM w obszarze Europy (Wikimedia Commons 2017).

Obecnie w Polsce rzadko można spotkać starsze mapy papierowe, które wydawane były w innych układach:

Układ współrzędnych 1942 – używany był głównie przez wojsko do produkcji map wojskowych (sztabowych) w skalach 1:100 000 i 1:50 000. Układ 1942 nie jest jednolity dla całej Polski. W celu zminimalizowania zniekształceń stosowało się dwa warianty tego układu:

Pasy południkowe o szerokości 6° (dla map mniejszych niż 1:5000):

- południk środkowy 15°E – **EPSG:3333**
- południk środkowy 21°E – **EPSG:3334**
- południk środkowy 27°E – **EPSG:3335**

Pasy południkowe o szerokości 3° (dla map wielkoskalowych większych niż 1:5000) – praktycznie już niespotykane:

- południk środkowy 15°E – **EPSG:3329**
- południk środkowy 18°E – **EPSG:3330**

- południk środkowy 21°E – **EPSG:3331**
- południk środkowy 24°E – **EPSG:3332**

Układ 1965 – stary, niedoskonały układ współrzędnych do zastosowań geodezyjnych, stosowany w latach PRL. Zastąpiony ostatecznie w 2009 roku przez układ 2000. Polska w tym układzie jest podzielona na 5 stref, z których każda posiada inne parametry. Ten układ powinien zostać dawno zapomniany, ale jeszcze sporo ośrodków dokumentacji geodezyjnej i kartograficznej go stosuje. Ponad to w tym układzie, jako jedyna seria, została wykonana mapa w skali 1:10 000 dla całej Polski. Oznacza to, iż są obszary w Polsce, które posiadają mapę topograficzną 1: 10 000 tylko w tym układzie. Strefa I – EPSG: 3120, strefa II – EPSG: 2172, strefa III – EPSG: 2173, strefa IV – EPSG: 2174, strefa V – EPSG: 2175

GUGIK-80 – układ współrzędnych płaskich prostokątnych opracowany w czasach PRL dla map małoskalowych, który w praktyce znalazł zastosowanie jedynie przy opracowaniu wydawanej w latach 1980–1984 topograficznej mapy Polski w skali 1:100 000. **EPSG:3328**

Na stronie gis-support.pl znaleźć można KILKA DOBRYCH RAD związanych z układami współrzędnych w GIS:

- Od początku pracy z oprogramowaniem GIS należy zdefiniować układ współrzędnych warstwy (w przypadku QGIS Ustawienia -> Właściwości projektu). Pozwoli nam to zachować porządek, a wczytując warstwy WMS, w oknie wyboru układów współrzędnych, od razu ustawiony będzie odpowiedni układ (jeśli jest dostępny).
- Generalnie należy dążyć, żeby zarówno wszystkie dane przestrzenne, jak i układ współrzędnych projektu (układ ramki mapy) był taki sam. Jeżeli przekształcanie danych nie jest możliwe, można używać opcji **reprojekcji w locie**. Polega ona na tym, iż dane nie zostają fizycznie zmienione, jednak na ekranie komputera wyświetlają się w pożądanym układzie. Jest to dobre rozwiązanie, ale mocno obciąża komputer (szczególnie przy dużych plikach)
- Niektóre narzędzia analityczne wymagają, aby wszystkie warstwy były w tym samym układzie. Jeżeli stosujesz się do uwag w punkcie 2 – nie ma problemu.
- Oprogramowanie GIS może nie rozpoznać układu współrzędnych. Należy wtedy nadać układ ręcznie. Niepoprawne nadanie układu współrzędnych spowoduje błędy przy reprojekcji w locie lub podczas eksportu do innego układu oraz formatu.
- Zdarzają się przypadki, kiedy otrzymujemy dane w postaci cyfrowej i nie wiemy w jakim są układzie. Co wtedy zrobić? Można zapytać dostawcy danych. Jeżeli nie ma takiej możliwości, musimy rozpocząć dochodzenie. Można sprawdzić współrzędne konkretnego punktu i porównać je ze współrzędnymi punktu w znanym układzie współrzędnych. W przypadku danych rastrowych (np. stare mapy) można poszukać w internecie w jakim układzie były one sporządzane.

Ćwiczenie do wykonania

1. Wykorzystując dane znajdujące się w folderze dane_lab5, które zapisane są w układzie PUWG 1992, zapisz warstwę wektorową oraz rastrową w następujących układach współrzędnych:
 - a) WGS 84
 - b) PUWG 2000 (wybierz odpowiednią strefę)
 - c) UTM (wybierz odpowiednią strefę)

Transformacja układu współrzędnych warstwy wektorowej w QGIS:

Prawy przycisk myszy na nazwie warstwy wektorowej -> **Zapisz jako....** W polu **Zapisz jako** sprecyzować lokalizację pliku wynikowego na dysku komputera, w polu **Układ współrzędnych** należy wybrać docelowy układ współrzędnych.

Transformacje układu współrzędnych warstwy rastrowej w QGIS:

Prawy przycisk myszy na nazwie warstwy rastrowej -> **Zapisz jako....** W polu **Zapisz jako** sprecyzować lokalizację pliku wynikowego na dysku komputera, w polu **Układ współrzędnych** należy wybrać docelowy układ współrzędnych.

2. Klikając lewym przyciskiem myszy na ikonkę kodu EPSG w prawym dolnym rogu ekranu QGIS otwórz okno właściwości projektu, a następnie:
 - a) Mając włączony widok wszystkich zapisanych w pierwszej części ćwiczenia warstw ustaw kolejno reprojektację w locie do układów WGS 84 i PUWG 1992. Jak zmienia się wyświetlanie warstw w każdym z tych układów?
 - b) Wyłącz reprojektację w locie. Co zmieniło się z wyświetlaniem stworzonych warstw?

Po tych zajęciach powinieneś posiadać następujące umiejętności:

- a) Wyszukiwanie i wybór konkretnych układów współrzędnych z użyciem kodów EPSG.
- b) Transformacje (zmiany) układów współrzędnych warstw wektorowych i rastrowych.
- c) Ustawienie układu współrzędnych projektu oraz reprojektacji w locie do wybranego układu współrzędnych.

Na następnych zajęciach zapoznamy się z dostępnymi w programie QGIS narzędziami zarządzania danymi.

Praca domowa

1. Dlaczego w analizach GIS lepiej wykorzystywać układy współrzędnych o jednostkach metrycznych niż kątowych?