

Formaty i relacje przestrzenne w QGIS

Tomasz Nycz

24 kwietnia 2021

Część I

Odniesienia przestrzenne

Rozdział 1

Zbiory danych przestrzennych

1.1 Wymagania prawne

GML

1.2 GeoPackage - następca Shapefile

Tworzenie zbioru Geopackage

Połączenie ze zbiorem

1.3 Baza danych w GeoPackage

Dodawanie wielu warstw

Dołączanie projektu

Dołączanie symboli i stylów

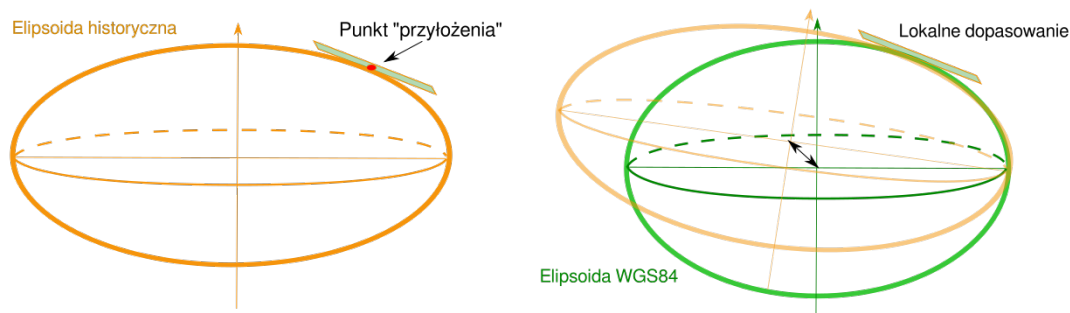
Rozdział 2

Układy współrzędnych

2.1 CRS i układ współrzędnych

W środowisku GIS możemy spotkać się z pojęciami CRS, odwzorowania kartograficznego, układu współrzędnych, oraz tzw. datum czy gridshift. Do dalszej komfortowej pracy konieczne jest zapoznanie się z nimi, oraz ich wzajemnymi powiązaniami.

- **Coordinate Reference System** - system odniesień przestrzennych. Jest to zbiór parametrów opisujących wszelkie cechy odniesień przestrzennych konieczne do poprawnego wskazania unikalnego miejsca w odniesieniu do powierzchni Ziemi. Należą do nich odwzorowanie kartograficzne, elipsoida, tzw. datum, południk i równoleżnik początkowy, oraz jednostki miary (stopnie, metry, sążnie, etc.)
- **Odwzorowanie kartograficzne** - jest to matematyczna realizacja sposobu odwzorowania elipsoidy obrotowej na płaszczyźnie mapy (lub zwizualizowania pseudotrójwymiarowego w kartografii komputerowej). W praktyce europejskiej spotkamy się z odwzorowaniami: poprzecznym Merkatora, Gaussa-Krügera, azymutalnym Lamberta. W mapach obecnie archiwalnych popularne były również odwzorowania quasi-stereograficzne (WIG i GUGIK80) i Cassiniego-Soldnera. Można też było się spotkać z odwzorowaniami wielościennymi (np. wczesne edycje Messtischblatt).
- **Elipsoida** - to bryła powstała w wyniku obrotu elipsy wokół jej osi symetrii. Ziemię uznajemy w dużym uproszczeniu za elipsoidę obrotową (choć jej kształt jest dużo bardziej skomplikowany - nazywany geoidą). Ruch obrotowy Ziemi sprawia, że średnica równika jest o 43 km większa niż średnica pomiędzy biegunami. W czasach gdy kształt i rozmiary naszej planety były dopiero poznawane, powstało wiele opracowań opisujących parametry półosi wielkiej (a), półosi małej (b), oraz spłaszczenia ($1/f$). W naszych dalszych pracach będziemy wykorzystywać elipsoidy Bessela, Krassowskiego, oraz WGS84 (GRS80).
- **Datum** - to geodezyjny układ odniesienia, opisujący kształt geoidy globalnie (np. systemy ETRS89/2000), jak również bardziej lokalnie (Pułkowo, Rauenberg, Hermannskogel). Obecnie w praktyce GIS geodezyjne układy odniesienia opisują translację względem geocentrycznego układu ETRF 89.



Rysunek 2.1: Datum - Transformacja między układami odniesienia (za [Affek, 2013])

- EPSG - Rejestr i baza danych o układach odniesień (SRS i CRS), dawniej prowadzony przez **European Petroleum Survey Group**, obecnie Komitet Geomatyczny IOGP. Znajdują się w nim opisy parametrów elipsoid, południków zerowych, oraz całych CRS. Zamiennie z pojęciem kodu EPSG używa się terminu SRID - trochę szerszego, zawierającego również definicje własne producentów oprogramowania. Tabelę kodów EPSG przydatnych w codziennej pracy znajdziesz na końcu tego rozdziału. Można również skorzystać z wyszukiwarek kodu np. <https://epsg.org/search/map>

Pozostałe parametry używane przy definiowaniu CRS opiszemy bezpośrednio przy stosowanych układach współrzędnych.

2.2 Uwarunkowania prawne

Wymagania prawne co do stosowanych układów odniesienia zdefiniowane są w rozporządzeniu Rady Ministrów z dnia 15 października 2012 r. w sprawie państwowego systemu odniesień przestrzennych (Dz.U. 2012 poz. 1247)¹.

¹<http://isap.sejm.gov.pl/isap.nsf/DocDetails.xsp?id=WDU20120001247>

§ 15. 1 i 2 rozporządzenia

§ 15. 1. Państwowy system odniesień przestrzennych stosuje się w pracach geodezyjnych i kartograficznych oraz przy tworzeniu zbiorów danych przestrzennych przez organy władzy publicznej, przy czym:

1. układ współrzędnych PL-LAEA stosuje się na potrzeby analiz przestrzennych i sprawozdawczości na poziomie ogólnoeuropejskim;
2. układ współrzędnych PL-LCC stosuje się na potrzeby wydawania map w skali 1:500 000 i w mniejszych skalach;
3. układ współrzędnych PL-UTM stosuje się na potrzeby wydawania standardowych opracowań kartograficznych w skalach od 1:10 000 do 1:250 000, wydawania map morskich oraz wydawania innych map przeznaczonych na potrzeby bezpieczeństwa i obronności państwa;
4. układ współrzędnych PL-2000 stosuje się na potrzeby wykonywania map w skalach większych od 1:10 000 – w szczególności mapy ewidencyjnej i mapy zasadniczej.

2. W pracach geodezyjnych i kartograficznych innych niż wymienione w ust. 1 pkt 1–4 stosuje się układ współrzędnych PL-UTM lub układ współrzędnych PL-1992.

PL-1992

Układ (w dalszej części skryptu będziemy używać nazwy układ 92) oparty jest o odwzorowanie Gaussa-Krügera z południkiem osiowym 19E. Praktyczna stosowalność układu między 14E i 24.30E. Współrzędna wschodnia (X) na południku osiowym przyjmuje wartość 500000, zaś współrzędna północna -5300000. Zniekształcenie skali na południku osiowym przyjmuje wartość 0,9993 (co przekłada się na skurcz -0,7m/km).

PL-2000

Układ PL-2000 (dalej w skrócie będziemy nazywać go 2000, ze wskazaniem strefy), tak jak układ 92 oparty jest o odwzorowanie Gaussa-Krügera, z tą różnicą że utworzono tu cztery strefy południkowe 15, 18, 21, 24 oraz przypisano im numery 5, 6, 7, 8. Współrzędna wschodnia na południku osiowym w każdej strefie przyjmuje wartość $(500000 + n \cdot 1000000)$. Dla strefy 5 (15E) będzie to +5500000,00. Jak widzimy na podstawie pierwszej cyfry współrzędnej wschodniej możemy ustalić numer strefy. Współczynnik skali to 0,999923.

UTM, LAEA, LCC

Układ współrzędnych PL-LAEA oparty jest o odwzorowanie azymutalne równopowierzchniowe Lamberta, z południkiem początkowym 10E, równoleżnikiem 52N, współ-

rzędne początkowe +4321000, +3210000. Układ współrzędnych PL-LCC oparty jest o odwzorowanie stożkowe równokątne Lamberta, z równoleżnikami siecznymi 35 i 65. Początek układu współrzędnych to punkt o współrzędnych geograficznych 10E, 52N i współrzędnych kartezjańskich + 4000000, +2800000. Układ PL-UTM to realizacja światowego układu współrzędnych UTM opartego o odwzorowanie poprzeczne Merkatora w trzech strefach południkowych z południkami 15, 21, 27 oznaczane odpowiednio numerami 33, 34, 35.

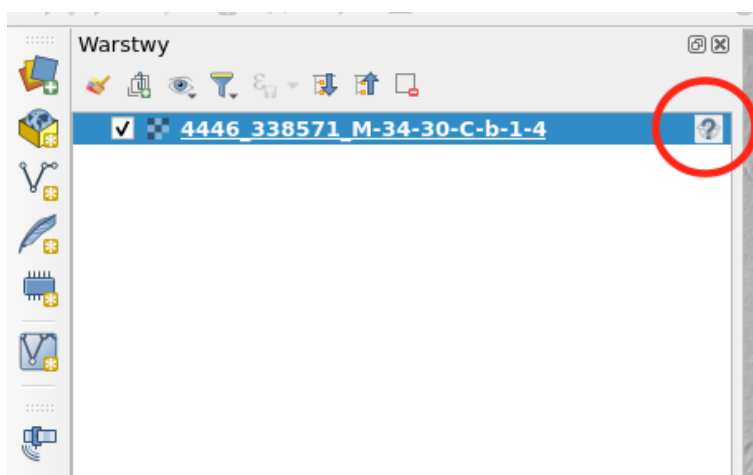
2.3 Starsze układy współrzędnych

LAEA 3035

2.4 Ćwiczenia

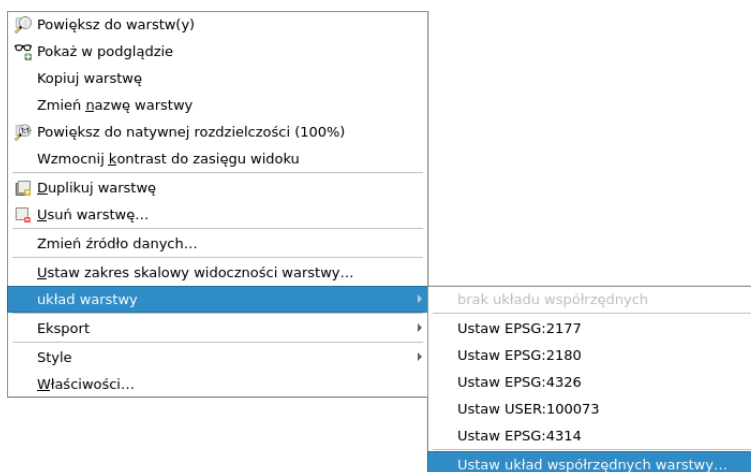
Przypisanie CRS warstwy rastrowej

W tym ćwiczeniu wykorzystamy zbiory numerycznego modelu terenu w formacie ASCII GRID (.asc) udostępniane poprzez Główny Urząd Geodezji i Kartografii. W katalogu "/modul1/crs/dtmznajdziemy przykładowe pliki w takim formacie. Otwieramy okno **Data Source Manager**, z paska narzędzi lub przy pomocy skrótu (Ctrl+L) i wskazujemy w zakładce przeglądarka nasz plik rastrowy z dysku. Zwróć uwagę na ikonkę *znaku zapytania* znajdującą się po prawej stronie nazwy warstwy wyświetlanej na liście. Po naje-



Rysunek 2.2: Ostrzeżenie o braku zdefiniowanego CRS

chaniu na ten symbol i kliknięciu otworzy się nam okno **Wybór układu współrzędnych**. W polu filtra możemy szybko odszukać potrzebny nam układ - w tym wypadku *ETRS89 / Poland CS92* o kodzie EPSG:2180. Po zatwierdzeniu OK wracamy do głównego okna mapy.



Rysunek 2.3: Menu kontekstowe warstwy - Ustawienie CRS

Zmiana odwzorowania rastra

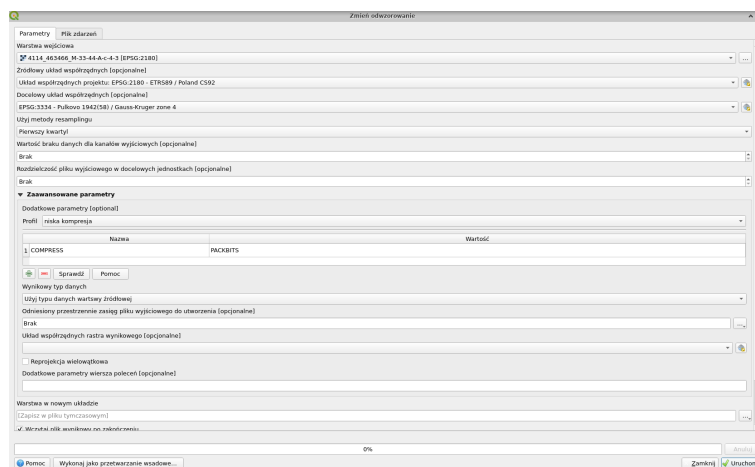
W kolejnym ćwiczeniu zmienimy odwzorowanie naszej warstwy rastrowej i zapiszemy nowy zbiór na dysku. Wykorzystamy uprzednio otwarty raster NMT. Nasze zadanie możemy wykonać na dwa sposoby. Pierwszym jest wykorzystanie algorytmu processingu **Zmień odwzorowanie**. Ukaże się nam okno algorytmu, w którym wskazujemy kolejno:

1. warstwę wejściową
2. źródłowy układ współrzędnych
3. docelowy układ współrzędnych
4. metodę resamplingu
5. możliwe jest zdefiniowanie wartości NODATA
6. dodatkowe parametry GDAL (np. kafelkowanie, typ kompresji)
7. czy warstwa wyjściowa ma być zapisana na dysk, czy tylko wyświetlona jako tymczasowa

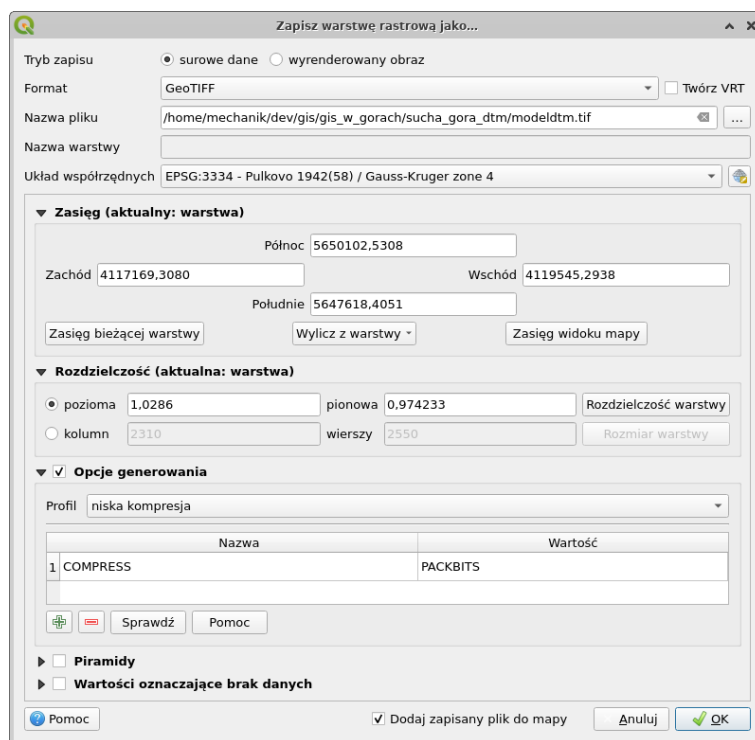
Po zatwierdzeniu następuje transformacja rastra, która zależnie od jego wielkości może potrwać nawet kilkadziesiąt sekund. Druga metodą polega na zapisaniu istniejącej warstwy przy pomocy menu kontekstowego Eksport -> Zapisz Jako. W tym wypadku również wskazujemy docelowy układ współrzędnych, ale także możemy wygodnie wskazać docelową rozdzielczość rastra.

Przypisanie układu współrzędnych wydruku

W ostatnim zadaniu tej sekcji przygotujemy arkusz wydruku mapy w odwzorowaniu azymutalnym Lamberta.

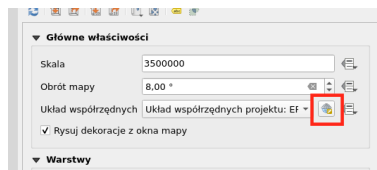


Rysunek 2.4: Zmiana odwzorowania rastra



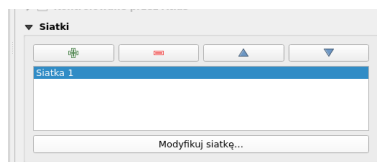
Rysunek 2.5: Menu kontekstowe warstwy - Eksport Zapisz Jako

1. Zaczniemy w pustym projekcie, od załadowania zbioru `/modul1/crs/prg/województwa.shp`. Są to granice województw pochodzące z Państwowego Rejestru Granic, w układzie współrzędnych 92.
2. W kolejnym kroku uruchamiamy Menedżer wydruków i Nowy Wydruk (Ctrl+P)



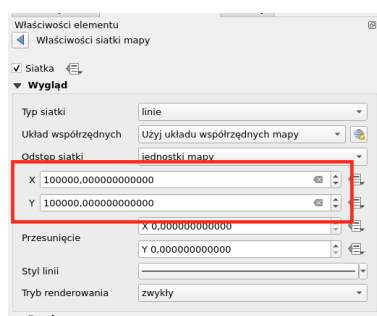
Rysunek 2.6: Właściwości mapy - zmiana układu i skali

3. Na arkuszu osadzamy obiekt mapy, we właściwościach po prawej stronie ustawiamy skalę 1:3500000, oraz obrót 9 stopni, a następnie klikamy w symbol globusu poniżej (zobacz na ilustracji) i wskazujemy układ o symbolu EPSG:3035 (ETRS89-extended/LAEA Europe).
4. W zakładce Siatka klikamy w ikonkę plusa, a następnie w przycisk Modyfikuj siatkę.



Rysunek 2.7: Zakładka Siatka - tworzenie nowej siatki kartograficznej

5. W ustawieniach Siatki (na ilustracji) wprowadzamy odstęp X i Y (wyrażony w jednostkach układu współrzędnych, tutaj metrach).



Rysunek 2.8: Właściwości siatki

6. Na koniec zmienimy odwzorowanie naszej mapy na stożkowe Lamberta (w oknie filtra wyboru układu użyjemy EPSG:3034, ETRS89-extended/LCC Europe), oraz skalę na 1:15000000, aby stwierdzić zniekształcenie linii południkowych.

Rozdział 3

Praca z archiwalnymi rastrami

3.1 Wprowadzenie

3.2 Referencja do punktów wspólnych

3.3 Referencja do narożników mapy

3.4 Ćwiczenia

Rozdział 4

Referencja liniowa

4.1 Wprowadzenie

4.2 Przygotowanie zbioru liniowego

4.3 Wyszukiwanie lokalizacji

4.4 Ćwiczenia

Część II

Analiza

Rozdział 5

Numeryczny model terenu - wprowadzenie

5.1 Mapa spadków

5.2 Mapa ekspozycji

5.3 Inne wskaźniki topograficzne

5.4 Ćwiczenia

Wyznaczenie strefy narażonej osuwiskowo

Stok narciarski

Wyszukanie stoku o ekspozycji północnej oraz nachylonego 10-30 stopni, wykorzystanie fuzzy logic

Rozdział 6

Widoczność obiektów

6.1 Dominanty krajobrazu

6.2 Osie widokowe

6.3 Ćwiczenia

Rozdział 7

Nasłonecznienie

7.1 Mapa nasłonecznienia

7.2 Zmiana warunków

7.3 Potencjał solarny

7.4 Ćwiczenia

Strefy cienia

Jakość powierzchni dachowych dla fotowoltaiki

Rozdział 8

Wskaźniki urbanizacyjne

8.1 Powierzchnia zabudowy

8.2 Wskaźnik intensywności zabudowy

8.3 Powierzchnia biologicznie czynna

8.4 Ćwiczenia

Wyliczanie powierzchni zabudowy

Rozdział 9

Publikacja w internecie

9.1 GeoPDF

9.2 Strona html z osadzoną mapą

9.3 Geoportal Lizmap/QWC

9.4 Usługi w chmurze

9.5 Ćwiczenia

Nowa droga rowerowa

Plan zagospodarowania

Spis treści

| | | |
|-----------|---|-----------|
| I | Odniesienia przestrzenne | 1 |
| 1 | Zbiory danych przestrzennych | 2 |
| 1.1 | Wymagania prawne | 2 |
| 1.2 | GeoPackage - następca Shapefile | 2 |
| 1.3 | Baza danych w GeoPackage | 2 |
| 2 | Układy współrzędnych | 3 |
| 2.1 | CRS i układ współrzędnych | 3 |
| 2.2 | Uwarunkowania prawne | 4 |
| 2.3 | Starsze układy współrzędnych | 6 |
| 2.4 | Ćwiczenia | 6 |
| 3 | Praca z archiwalnymi rastrami | 10 |
| 3.1 | Wprowadzenie | 10 |
| 3.2 | Referencja do punktów wspólnych | 10 |
| 3.3 | Referencja do narożników mapy | 10 |
| 3.4 | Ćwiczenia | 10 |
| 4 | Referencja liniowa | 11 |
| 4.1 | Wprowadzenie | 11 |
| 4.2 | Przygotowanie zbioru liniowego | 11 |
| 4.3 | Wyszukiwanie lokalizacji | 11 |
| 4.4 | Ćwiczenia | 11 |
| II | Analiza | 12 |
| 5 | Numeryczny model terenu - wprowadzenie | 13 |
| 5.1 | Mapa spadków | 13 |
| 5.2 | Mapa ekspozycji | 13 |
| 5.3 | Inne wskaźniki topograficzne | 13 |
| 5.4 | Ćwiczenia | 13 |
| 6 | Widoczność obiektów | 14 |
| 6.1 | Dominanty krajobrazu | 14 |

| | |
|--|-----------|
| <i>SPIS TREŚCI</i> | 19 |
| 6.2 Osie widokowe | 14 |
| 6.3 Ćwiczenia | 14 |
| 7 Nasłonecznienie | 15 |
| 7.1 Mapa nasłonecznienia | 15 |
| 7.2 Zmiana warunków | 15 |
| 7.3 Potencjał solarny | 15 |
| 7.4 Ćwiczenia | 15 |
| 8 Wskaźniki urbanizacyjne | 16 |
| 8.1 Powierzchnia zabudowy | 16 |
| 8.2 Wskaźnik intensywności zabudowy | 16 |
| 8.3 Powierzchnia biologicznie czynna | 16 |
| 8.4 Ćwiczenia | 16 |
| 9 Publikacja w internecie | 17 |
| 9.1 GeoPDF | 17 |
| 9.2 Strona html z osadzoną mapą | 17 |
| 9.3 Geoportal Lizmap/QWC | 17 |
| 9.4 Usługi w chmurze | 17 |
| 9.5 Ćwiczenia | 17 |
| Bibliografia | 20 |

Bibliografia

A. Affek. Georeferencing of historical maps using gis, as exemplified by the austrian military surveys of galicia. online, 2013. URL http://rcin.org.pl/igipz/Content/40957/WA51_58447_r2013-t86-no4_G-Polonica-Affek.pdf.