

Google Earth and Map Projections

By starting *Google Earth*, the screen shows Earth from a great distance, e.g. from a satellite rotating around the Earth (Fig. 1). The graticule is drawn by using the *Grid* function from the *View* menu. *Google Earth* is a virtual globe which can be rotated in all directions using a mouse.

In a recently published very interesting article about *Google Earth* (Allen 2009), the author states the Plate Carrée cylindrical projection was used for all representations in *Google Earth* except the title unzoomed image. He cited the *Google Earth User Guide* (URL 1), which also exists in Croatian (URL 2). The extensive guide contains map projection information only in the chapter titled *Importing Your Data into Google Earth*. The section titled *A Note about Projections and Datums* provides the following explanation: *Google Earth* uses Simple Cylindrical projection with a WGS84 datum for its imagery base, and an illustration (Fig. 2).

Although the cited sentence states that the simple cylindrical projection is used to store raster images, i.e. not for

equidistant cylindrical projection without distortions along the equator. If we assume that a sphere with radius $R=1$ is being mapped and that there are no distortions on the equator, then basic map equations are as follows:

$$\begin{aligned}x &= \varphi \\ y &= \lambda,\end{aligned}$$

where x, y are rectangular coordinates in the projection plane, φ is the latitude, λ is the longitude. The graticule forms a quadratic grid, thus the projection is called quadratic. As can be seen from the basic map equations, the relation between rectangular coordinates in the projection plane x, y and geographic coordinates φ, λ are very simple. This is the reason the newer literature in English, especially one related to computer graphics and GIS, also refers to the projection as the *longitude/latitude projection* or the *lon/lat projection*.

Larry Moore (2007) also pointed out the explanation in the *Google Earth User Guide* is confusing. He stated that representations in *Google Earth* use the general perspective projection that is very close to the orthographic projection. Wikipedia also states representations in *Google Earth* are in the general perspective projection (URL 3).

It is easy to ascertain that representations in *Google Earth* are not in the equidistant cylindrical projection. By representing e.g. the northern hemisphere on the screen, parallels are concentric circles with distances between them reduced by moving away from the pole, and meridians are straight lines radially spreading from the pole. Such a graticule in combination with continent outlines is characteristic for the normal aspect orthographic projection, which is very close to the general perspective projection.

As it has already been said, the normal aspect equal-area cylindrical projection is used in *Google Earth* as the basic projection for storing raster images. There are several reasons for its adequacy. The most important one is simple obtaining of geographic coordinates for each pixel. Furthermore, since the entire world is located within a rectangle, there are no areas which have to be stored in the database and not containing relevant data. The projection also has some flaws. For example, although lengths of parallels are reduced going from the equator to the pole, an equal number of pixels

is stored in the base along all parallels, which leads to various pixel densities (Riedel, Kristen 2010).

Screen visualisation in a chosen projection, e.g. general perspective projection, is obtained using special software. It has to determine the position and colour of each pixel in a projection used for visualisation.

Over 20 years ago, we were occupied with the general perspective map projection at the Institute for Cartography of the Faculty of Geodesy of the University of Zagreb. The reason was the mathematical basis of photographs of the Earth's surface from a satellite. Considering photographs of the Earth from satellites are produced by perspective projecting, cartographers' interest in perspective projections is understandable (Lapaine, Frančula 1989).

Literatura / References

- Allen, D. Y. (2009): A Mirror of Our World: Google Earth and the History of Cartography. Coordinates, Series B, No 12. <http://www.stony-brook.edu/libmap/coordinates/seriesb/no12/b12.htm>
- Lapaine, M., Frančula, N. (1989): Opća perspektivna projekcija Zemlje – modeliranje pomoću računala. Sajam softvera – Seminari, Zavod za informatiku i telekomunikacije, Split, 179–190.
- Moore, L. (2007): Google Earth's Projection – http://www1.webng.com/azimuthal/earth_proj.html
- Riedel, A., Kristen, J. (2010): Der Einsatz sphärischer Display zur Visualisierung globaler Phänomene. Kartographische Nachrichten 3, 129–137.
- URL 1: Google Earth User Guide – http://earth.google.com/intl/en/userguide/v4/ug_toc.html
- URL 2: Korisnički priručnik za Google Earth – http://earth.google.com/intl/hr/userguide/v4/ug_toc.html
- URL 3: Google Earth – http://en.wikipedia.org/wiki/Google_Earth#Imagery_and_coordination



Fig. 1. Initial representation in Google Earth
Sl. 1. Početni prikaz u Google Earthu

visualisation on screen, the text below the figure is confusing. The right part of Fig. 2 represents North and South America in *Google Earth*, which is clearly not a representation in the simple cylindrical projection.

The projection called a simple cylindrical projection in the *Google Earth User Guide* is in fact a normal aspect

Google Earth i kartografske projekcije

Pokretanjem *Google Eartha* na ekranu se dobiva izgled naše Zemlje s velike udaljenosti, npr. sa satelita koji kruži oko Zemlje (sl. 1). Mreža meridijana i paralela iscrtava se naredbom *Grid* iz izbornika *View*. *Google Earth* je virtualni globus koji se s pomoću miša može okretati u svim smjerovima.

U nedavno objavljenom vrlo interesantnom članku o *Google Earthu* (Allen 2009) autor piše da je za sve prikaze u *Google Earthu*, osim naslovne ne zumirane slike, primijenjena kvadratična cilindrična projekcija (Plate Carrée). Za tu tvrdnju poziva se na *Google Earth User Guide* (URL 1), koji postoji i u prijevodu na hrvatski (URL 2). U tom opsežnom priručniku informacije o kartografskim

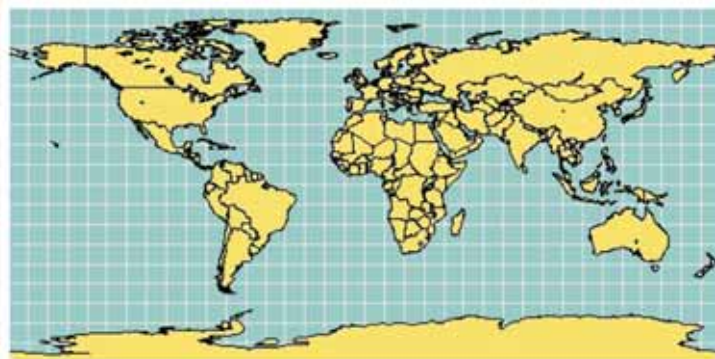
ekvatoru. Ako pretpostavimo da se preslikava sfera polumjera $R=1$ i da nema deformacija na ekvatoru, tada osnovne kartografske jednadžbe imaju oblik:

$$\begin{aligned}x &= \varphi \\y &= \lambda,\end{aligned}$$

gdje su x , y pravokutne koordinate u ravnini projekcije, φ geografska širina, λ geografska dužina. Mreža meridijana i paralela čini kvadratičnu mrežu pa se projekcija naziva kvadratična. Kao što se iz osnovnih kartografskih jednadžbi vidi u toj je projekciji odnos između pravokutnih koordinata u ravnini projekcije x , y i geografskih koordinata φ , λ vrlo jednostavan. To je razlog da se ta projekcija u novijoj literaturi na engleskom jeziku, posebno iz područja računalne grafike i

projekciju koja je bliska općoj perspektivnoj projekciji.

Kao što je već rečeno, uspravna ekvidistantna cilindrična projekcija služi u *Google Earthu* kao osnovna projekcija za čuvanje rasterskih slika. Ona je u tu svrhu pogodna iz više razloga. Najvažniji je jednostavno dobivanje geografskih koordinata za svaki piksel. Nadalje, budući da je cijeli svijet smješten unutar pravokutnika, nema područja koja se u bazi moraju čuvati, a ne sadrže relevantne podatke. Izabrana projekcija ima i nedostataka. Npr., iako se duljine paralela od ekvatora prema polu smanjuju, u bazi se uzduž svih paralela čuva jednaki broj piksela, što dovodi do različite gustoće piksela (Riedel, Kristen 2010).



1. Simple Cylindrical (Plate Carrée) Projection



2. Google Earth Image Base

Fig. 2. Explanation from the *Google Earth User Guide*
Sl. 2. Objašnjenje iz Korisničkog priručnika za *Google Earth*

projekcijama postoje samo u poglavlju *Importing Your Data Into Google Earth*. U odjeljku pod naslovom *A Note About Projections and Datums* dano je ovo objašnjenje: *Google Earth uses Simple Cylindrical projection with a WGS84 datum for its imagery base* i ilustrirano slikom (sl. 2).

Iako u citiranoj rečenici piše da jednostavna cilindrična projekcija služi za spremanje rasterskih slika, dakle ne za vizualizaciju na ekranu, tekst ispod slike zbunjuje. Na sl. 2 desno je prikaz Sjeverne i Južne Amerike u *Google Earthu*, što očigledno nije prikaz u jednostavnoj cilindričnoj projekciji.

Projekcija u Korisničkom priručniku nazvana jednostavnom cilindričnom zapravo je uspravna ekvidistantna projekcija u kojoj nema deformacija na

GIS-a naziva i *longitude/latitude projection* ili *lon/lat projection*.

Da objašnjenje u *Google Earth User Guideu* dovodi do zabune upozorio je i Larry Moore (2007). On navodi da se za prikaze u *Google Earthu* primjenjuje opća perspektivna projekcija vrlo bliska ortografskoj projekciji. Da su prikazi u *Google Earthu* u općoj perspektivnoj projekciji piše i u Wikipediji (URL3).

Da prikazi u *Google Earthu* nisu u ekvidistantnoj cilindričnoj projekciji lako se uvjeriti. Prikaže li se na ekranu npr. sjeverna polusfera paralele su koncentrične kružnice između kojih se razmak smanjuje udaljavanjem od pola, a meridijani pravci koji se zrakasto šire iz pola. Ta slika mreže meridijana i paralela zajedno s oblikom kontura kontinenata karakteristična je za uspravnu ortografsku

Vizualizacija na ekranu monitora u izabranoj projekciji, npr. općoj perspektivnoj projekciji, dobiva se posebnim softverom na osnovi podataka u bazi. Treba odrediti položaj svakog piksela u projekciji koja služi za vizualizaciju i njegovu boju.

U Zavodu za kartografiju Geodetskog fakulteta Sveučilišta u Zagrebu bavili smo se već pred više od 20 godina općom perspektivnom projekcijom. Povod je bila matematička osnova fotografskih snimaka Zemljine površine sa satelita. Budući da fotografske snimke Zemlje iz satelita nastaju perspektivnim projiciranjem, razumljiv je interes kartografa za perspektivne projekcije (Lapaine, Frančula 1989).

Nedjeljko Frančula