

Materijali uz 6. vježbe iz predmeta Kartografske projekcije, ak. god. 2017/18.
Ana Kuveždić Divjak, Marina Viličić, Dražen Tutić,



Ovaj rad licenciran je pod Creative Commons Attribution-NonCommercial-ShareAlike 4.0 međunarodnom licencom (CC BY-NC-SA 4.0).

Izrada karata zadanog područja u različitim konformnim projekcijama i analiza njihovih svojstava

A. Plan vježbi

Na ovim vježbama izradit ćete karte u različitim konformnim projekcijama – uspravnoj konformnoj konusnoj (Lambertovoj), uspravnoj konformnoj cilindričnoj (Merctorovoj) i konformnoj kosoj azimutnoj projekciji (stereografskoj). Svakom studentu zadano je područje koje će prikazivati na karti. Popis studenata i zadanih područja (tj. regija i država koje regija obuhvaća) nalazi se na [E-kolegiju](#). Na izrađenim kartama pomoću dodataka za QGIS *Projection Factors* vizualizirat ćete i analizirati linearna mjerila, deformacije i druga svojstva tih kartografskih projekcija.

B. Ishodi učenja

Po završetku ovih vježbi student će:

- znati zadati parametre različitih konformnih kartografskih projekcija u QGIS-u pomoću parametara PROJ-a.4,
- znati izvršiti transformaciju geodetskih (geografskih) koordinata zadanog područja u koordinate u ravnini zadane kartografske projekcije,
- primijeniti dodatak za QGIS *Projection Factors* koji će mu omogućiti vizualizaciju linearnih mjerila, deformacija i drugih svojstava kartografskih projekcija.

C. Koncepti koji će se upotrijebiti na vježbama

Zadavanje projekcije

Zadavanje projekcije je postupak u kojem se pomoću metapodataka (parametara) opisuje koji je referentni koordinatni sustav upotrijebljen za georeferenciranje određenog skupa podataka. Zadati projekciju u QGIS-u pomoću parametara PROJ-a.4 naučili ste na 4. vježbama (vidi [materijale uz 4. vježbe](#)).

Izbor parametara projekcije “od oka”

Na ovim vježbama parametri projekcije određivat će se „od oka“. To znači da će se za zadavanje uspravne konusne projekcije izabrati standardna paralela kroz sredinu područja, ako su dvije onda razmak između njih neka je dvostruko veći od razmaka od standardne paralele do najjužnije (najsjevernije) geografske širine područja. Za zadavanje parametara uspravne cilindrične projekcije uzet će se standardna paralela kroz sredinu područja, a za azimutne – pol projekcije u središtu područja. Iznose parametara projekcije potrebno je zaokružiti na cijele stupnjeve, a za manja područja na 10', 5', 2' itd.

Dodatak za QGIS *Projection Factors*

Projection Factors je dodatak za QGIS koji ima svrhu vizualizirati linearna mjerila, deformacije i druga svojstva kartografskih projekcija (Projection Factors, <https://github.com/GEOF-OSGL/ProjFactors>). Dodatak se na vježbama koristi za izučavanja svojstava kartografskih projekcija.

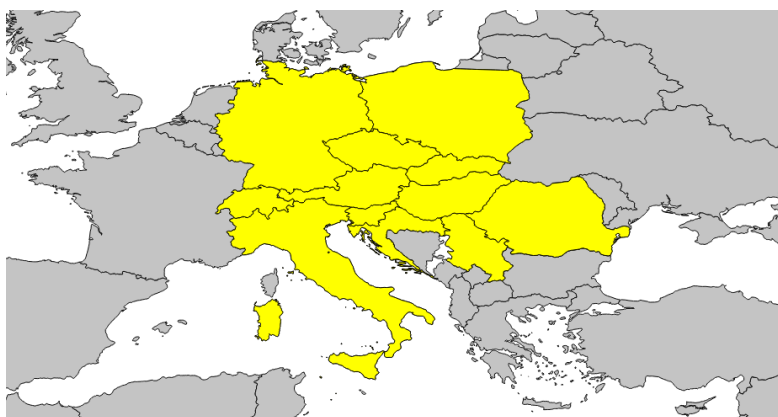
Konformna projekcija

Konformna projekcija je kartografska projekcija koja čuva kutove. Kod konformnih projekcija nema deformacija kutova (znači da je $\omega = 0$). U konformnim je projekcijama mjerilo dužina u svakoj točki jednako u svim smjerovima, tj. ne ovisi o azimutu. Prema tome možemo pisati $c = m = n = a = b$.

Izrada karata zadanog područja u različitim konformnim projekcijama u QGIS-u

A. Preuzimanje i učitavanje podataka s konturama granica država

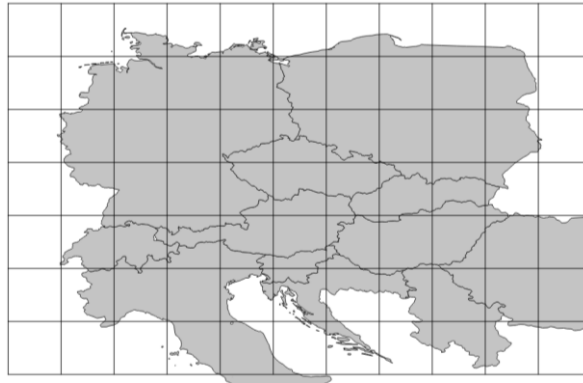
1. Slijediti postupak za preuzimanje i učitavanje podataka Natural Earth-a u QGIS koji je objašnjen na 4. vježbama (vidi [materijale uz 4. vježbe](#)). Za potrebe izvođenja ovih vježbi preuzimaju se podaci s granicama država za cijeli svijet u mjerilu 1:10 000 000 ([Large Scale Data](#)) koji su prilagođeni za izradu karata regija ili skupina zemalja (datoteka `ne_10m_admin_0_countries.shp`).
2. Svakom studentu zadano je područje koje će prikazivati na karti. Popis studenata i zadanih područja (tj. regija i država koje regija obuhvaća) nalazi se na [E-kolegiju](#). U ovim materijalima zadano područje je Srednja Europa (Njemačka, Poljska, Češka, Slovačka, Švicarska, Austrija, Mađarska, sjeveroistočna Italija, Slovenija, Hrvatska, Srbija (Vojvodina) te sjeveroistočna Rumunjska).
3. Iz učitanih podataka Natural Earth-a potrebno je izdvojiti države koje obuhvaća zadano područje (npr. u atributnoj tablici (Open Attribute Table) poredati države prema nazivu i izabrati jednu po jednu državu zadane regije. Spremiti zadano područje u novi ESRI Shapefile s uključenom opcijom Save Only Selected Features. Koordinatni referentni sustav (CRS) ostaje nepromijenjen (EPSG:4326 – WGS84)).



Zadano područje izdvojeno iz podataka Natural Earth-a i spremljeno u novi ESRI Shapefile.

B. Definiranje i iscrtavanje opisanog pravokutnika i kartografske mreže za zadano područje

1. Za zadano područje potrebno je definirati opisani pravokutnik (rubne geografske koordinate) i iscrtati kartografsku mrežu. Slijediti postupak opisan na 5. vježbama (vidi [materijale uz 5. vježbe](#)).



Opisani pravokutnik (rubne geografske koordinate $\varphi_{\text{Max}} = 56^\circ$, $\varphi_{\text{Min}} = 42^\circ$, $\lambda_{\text{Max}} = 26^\circ$, $\lambda_{\text{Min}} = 4^\circ$) i iscrtana kartografska mreža gustoće 2° .

C. Zadavanje koordinatnog sustava različitih konformnih kartografskih projekcija

1. Na 4. vježbama naučili smo da se PROJ.4 biblioteka koristi u QGIS-u za definiranje koordinatnih sustava kartografskih projekcija, a detaljniji ispis podržanih kartografskih projekcija ispisali smo u datoteku: projekcije.txt. Otvorite tu datoteku i u popisu projekcija potražite konformne projekcije. Uočite parametre za definiranje tih projekcija.

2. Pomoću parametara PROJ-a.4 napisati definicije za sljedeće konformne projekcije

a) uspravna konformna konusna (Lambertova):

```
lcc : Lambert Conformal Conic
    Conic, Sph&Ell
    lat_1= and lat_2= or lat_0
```

b) uspravna konformna cilindrična (Mercatorova)

```
merc : Mercator
    Cyl, Sph&Ell
    lat_ts=
```

c) konformna kosa azimutna (stereografska)

```
stere : Stereographic
    Azi, Sph&Ell
    lat_ts=
```

3. Odrediti „od oka“ parametre projekcije za zadano područje, a iznose parametara zaokružiti na cijele stupnjeve (za manja područja na 10', 5', 2' itd.):

a) uspravne konusne – dvije standardne paralele, razmak između njih neka je dvostruko veći od razmaka od standardne paralele do najjužnije (najsjevernije) geografske širine područja,

b) uspravne cilindrične – standardna paralela kroz sredinu područja,

c) azimutne – pol projekcije u središte područja.

4. U QGIS-u (Settings > Custom Coordinate Reference System Definition) pomoću parametara PROJ-a.4 zadati koordinatne sustave zadanih konformnih projekcija na sferi pomoću parametara koje ste odredili „od oka“. Npr., za područje Srednje Europe može se zadati sljedeće:

a) uspravna konformna konusna (Lambertova):

+proj=lcc +lat_1=45.5 +lat_2=52.5 +lon_0=15 +ellps=sphere

b) uspravna konformna cilindrična (Merctorova)

+proj=merc +lon_0=15 +lat_ts=49 +ellps=sphere

c) konformna kosa azimutna (stereografska)

+proj=stere +lat_0=49 +lon_0=15 +ellps=sphere

5. Pozivom izbornika Layer > Save As reprojicirati podatke s granicama zadanog područja u koordinatne sustave svake od definiranih projekcija.



uspravna konusna
(Lambertova)



uspravna
cilindrična (Merctorova)



kosa azimutna
(stereografska)

Granice i kartografska mreža zadanog područja u konformnim projekcijama.

Analiza svojstava različitih konformnih projekcija u QGIS-u pomoću dodatka *Projection Factors*

A. Instaliranje i pokretanje dodatka *Projection Factors*

1. Instalirati dodatak *Projection Factors* Plugins > Manage and Install Plugins > Projection Factors.

Projection Factors je dodatak za QGIS za vizualizaciju linearnih mjerila, deformacija i drugih svojstava kartografskih projekcija. Dodatak se na vježbama koristi za izučavanja svojstava konformnih kartografskih projekcija na zadanom području. [Više o dodatku Projection Factors:](#)

Available factors are:

- Meridian scale (h or m) is linear scale along meridians. If it equals to 1, length of meridians is preserved and such projections are one kind of equidistant projections, e.g. normal aspect conic equidistant projection.
- Parallel scale (k or n) is linear scale along parallels. If it equals to 1, length of parallels is preserved and such projections are one kind of equidistant projections, e.g. normal aspect orthographic projection.
- Areal scale (s or p) is ratio of differential area in plane and spheroid. If it equals to 1, projection is equiareal, e.g. cylindrical equal area projection. $p = m \sin(\theta) = a * b$
- Angular distortion (w) is maximal difference of angles in plane and spheroid in a point. If equals to 0, map projection is conformal, e.g. Mercator projection. $m = n = a = b$
- Meridian-parallel angle (theta) is angle between mapped meridian and parallel. For example, normal aspect cylindrical projections have $\theta = 90$ degrees, but not all are conformal.
- Convergence (c) is the angle from positive northing axis and tangent to meridian in a point measured positive clockwise. In Mercator projection convergence is 0 and bearings from map are true azimuths.
- Maximal linear scale (a) of a point defines major axis of Tissot's indicatrix.
- Minimal linear scale (b) of a point defines minor axis of Tissot's indicatrix.

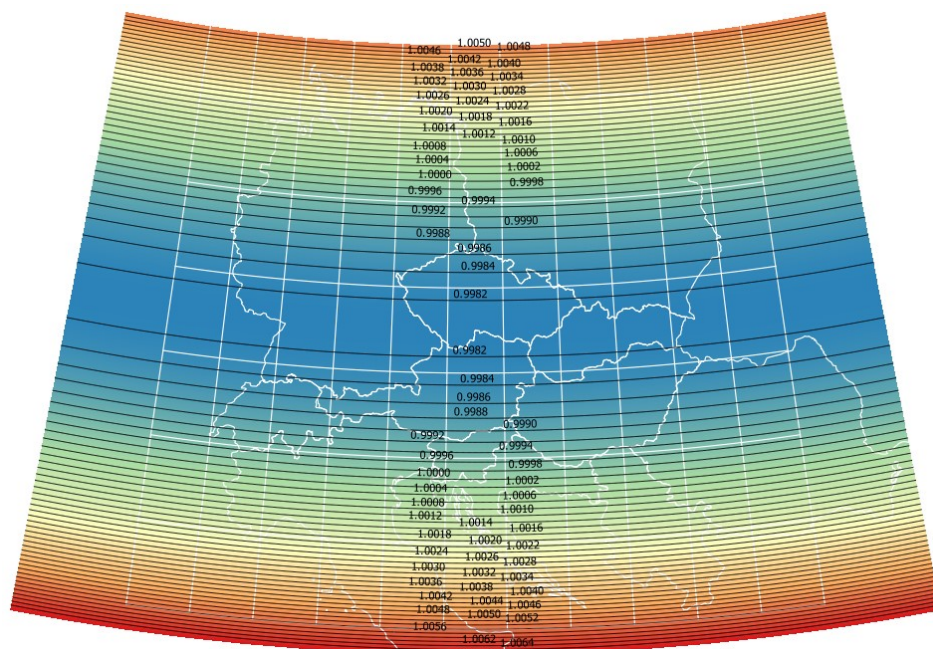
B. Vizualizacija linearnih mjerila i deformacija u uspravnoj konformnoj konusnoj projekciji

1. U novom radnom prostoru QGIS-a učitati granice zadanog područja i kartografsku mrežu uspravnoj konformnoj konusnoj projekciji (Lambertovoj).
2. Pokrenuti dodatak *Projection Factors Plugins* > *Projection Factors* > *Projection Factors*.

S obzirom na to da za konformne projekcije vrijedi $\omega = 0$, $m = n$, a $p = m^2$, analizirat će se samo linearne deformacije.

Pod faktor kartografske projekcije za izračun (Selected map projection factor to calculate) zadati mjerilo duž meridijana (Meridan scale, Value: Scale).

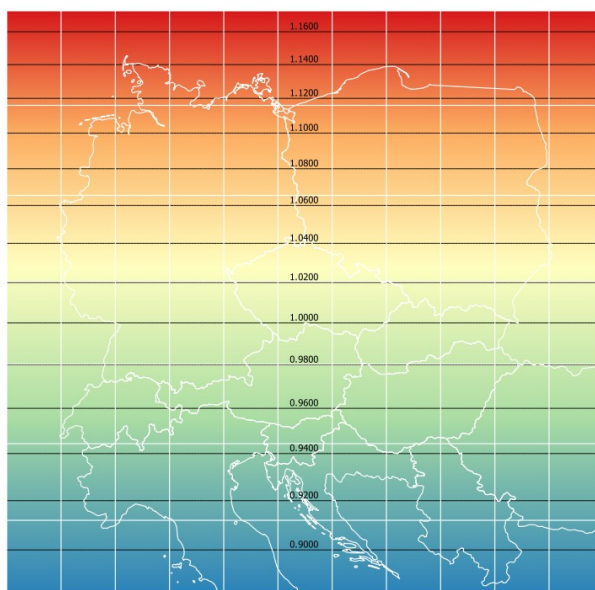
Zadati da se opisani pravokutnik izračuna iz koordinata zapisanih u sloju u kojem se nalazi kartografska mreža zadanog područja (Calculate bounding box from layer). Zadati ime i veličinu izlaznog rastera.



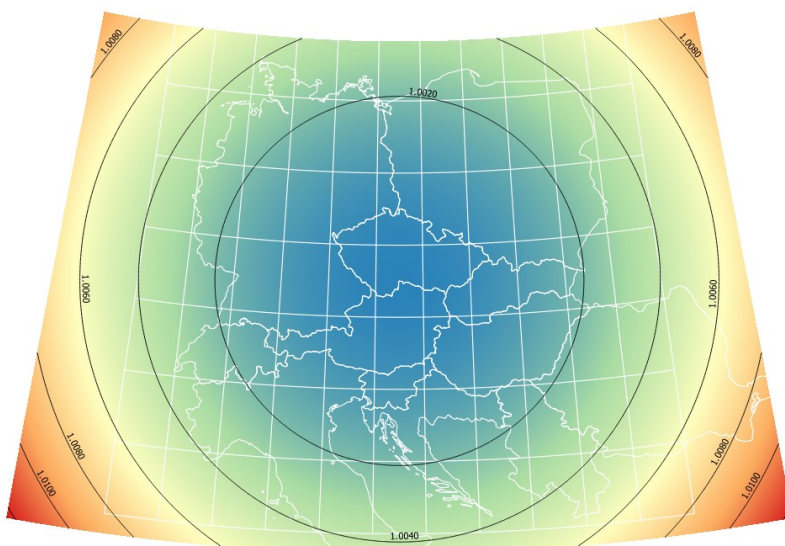
Vizualizacija linearnih mjerila na zadanom području u uspravnoj konformnoj konusnoj projekciji.

C. Vizualizacija linearnih mjerila i deformacija u uspravnoj konformnoj cilindričnoj i konformnoj kosoj azimutnoj projekciji

1. Slijediti gore opisani postupak i izraditi vizualizacije linearnih mjerila i deformacija u uspravnoj konformnoj cilindričnoj i konformnoj kosoj azimutnoj projekciji.
2. Što zaključujete o linearnim mjerilima, deformacijama i ostalim svojstvima konformnih kartografskih projekcija na zadanom području?



Vizualizacija linearnih mjerila na zadanom području u uspravnoj konformnoj cilindričnoj projekciji.



Vizualizacija linearnih mjerila na zadanom području u konformnoj kosoj azimutnoj projekciji.

D. Zadatak koji se predaje ne E-kolegij

Izrađene vizualizacije linearnih mjerila i deformacija u uspravnim konformnim projekcijama potrebno je preko Print Composer-a spremati kao slike u odgovarajućem mjerilu. Izraditi Word dokument u kojem ćete učitati slike, navesti njihovo mjerilo, te parametre koje ste koristili za zadavanje pojedine projekcije. Taj dokument predaje se na [E-kolegiju](#).

E. Zadatak za samoprocjenu

1. Napraviti kontrolu vrijednosti koje ste za zadano područje dobili u QGIS-u pomoću dodatka *Projection Factors*. Pomoću izraza za računanje mjerila i deformacija danih u [Frančula, N. \(2004\): Kartografske projekcije](#) izračunajte vrijednosti deformacija u nekoj proizvoljnoj točki.