

Koordinatni sistemi

Šta je koordinatni sistem?

Koordinatni sistem je referentni sistem koji se koristi za reprezentaciju lokacija geografskih odlika (karakteristika), slika i opservacija, kao što su GPS lokacije, unutar zajedničkog geografskog okvira (prostora).

Svaki koordinatni sistem je definisan sa:

- Mernim okvirom, koji može biti geografski (što znači da su pozicije i sve ostalo predstavljeni sfernim koordinatama u odnosu na centar zemlje) ili planimetrijski (zemljine koordinate se projektuju na dvodimenzionu ravan)
- Jedinice mere – stope ili metri za projekivni koordinatni sistem ili stepeni, izraženi decimalnim brojevima, za geografsku širinu i dužinu
- Definicijom projekcije mape za projekivni koordinatni sistem
- Drugim karakteristikama mernog sistema kao što su **referentni sferoid**, **datum**, jedan ili više standardnih paralela, centralni meridijan, moguća pomeranja u smeru x ili y ose

Postoji nekoliko stotina geografskih koordinatnih sistema i nekoliko hiljada projekivnih koordinatnih sistema. Moguće je definisati i proizvoljan koordinatni sistem.

Šta je prostorna referenca?

Prostorna referenca je serija parametara koje definišu (zahtevaju) koordinatni sistem.

Prostornom referencom se definiše:

- Koordinatni sistem
- Preciznost u kojoj se beleže koordinate (koordinatna rezolucija)
- Procesirajuća tolerancija (kao što je klaster tolerancija)
- Prostorni domen – oblast koju pokriva skup podataka

Tipovi koordinatnih sistema

Uobičajeni sistemi su:

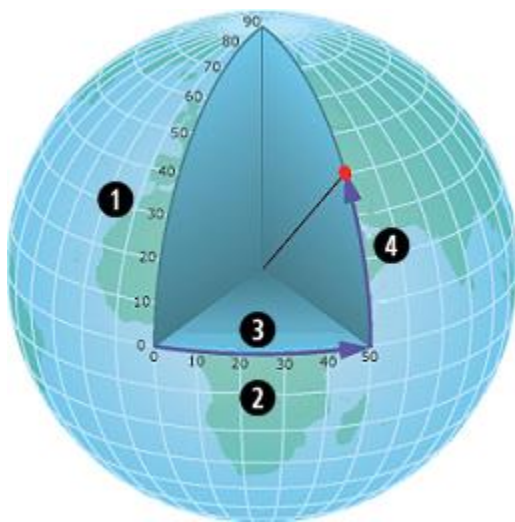
- Globalni ili sferni koordinatni sistem – geografska širina-dužina. Ovaj sistem se često naziva *Geografskim koordinatnim sistemom*.
- Projekivni koordinatni sistem kao što je univerzalni poprečni Merkator (UTM) obezbeđuje mehanizam projektovanja mape sferne površi Zemlje na ravan Dekartovog pravouglog sistema.

Geografski koordinatni sistem

Geografski koordinatni sistem (GCS) koristi trodimenzionu sfernu površinu za definisanje lokacija na Zemlji. GCS definiše:

- Ugaonu jedinicu mere
- Primarni meridijan
- Datum (zasnovan na sferoidu)
- Sferoid definiše veličinu i oblik modela Zemlje, dok datum povezuje sferoid sa Zemljinom površinom

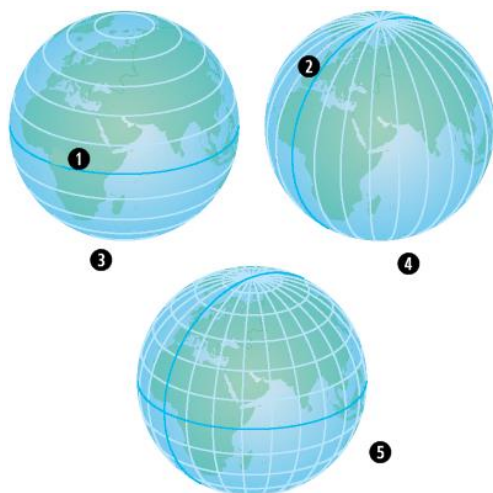
Tačka/lokacija se referiše njenom longitudom i latitudom. Longituda i latituda su uglovi mereni od centra Zemlje do same tačke. Uglovi se najčešće mere stepenima ili gradijanima.



1. latitude
2. longitude
3. 50 stepeni istočno
4. 40 stepeni severno

U sfernom sistemu, horizontalne linije, **paralele**, su linije definisane tačkama iste sferne širine, latitude. Vertikalne linije, **meridijani**, su linije definisane tačkama iste longitude (sferne dužine). Mreža paralela i meridijana se naziva **gratikula**.

Paralela koja se nalazi na jednakom rastojanju od polova se naziva **ekvator**. Njom je definisana nulta sferna širina. Linija nulte sferne dužine se naziva **primarnim meridijanom**. Za većinu GCS primarni merdijan je onaj koji prolazi kroz Grinič. Centar gratikule (0,0) se nalazi u preseku primarnog merdijana i ekvatora.



1. Ekvator
2. Primarni meridijan
3. Paralele: linije za latitude
4. Meridijani: linije za longitude
5. Gratikularna mreža

Iako se latitudom i longitudom mogu odrediti tačne pozicije na površini globusa, oni ne predstavljaju uniformnu jedinicu mere. Samo duž ekvatora rastojanje predstavljeno jednim stepenom dužine je približno jednako rastojanju predstavljenom jednim stepenom širine. To je moguće, jer je ekvator jedina paralela (skoro) jednaka meridijanu. (ekvator i svi meridijani se nazivaju velikim krugovima, jer su prečnika koji odgovara (približno) Zemljinom prečniku). Iznad i ispod ekvatora krugovi određeni paralelama imaju sve manji prečnik idući ka polovima. Na polovima rastojanje koje je predstavljenom jednim stepenom je jednako 0. Kako stepeni latitude i longitude nemaju standardne dužine, onda se mogu koristiti za GIS analize i aplikacije koje rade sa mapama, koji zahtevaju stabilniji koordinatni sistem, gde spada i projekivni koordinatni sistem.

Sferna širina i dužina se tradicionalno izražavaju ili decimalnim stepenima ili ugaonim stepenima, minutama i sekundama (DMS – Degrees Minutes Seconds). Sferna širina se izražava u rasponu od -90 (na južnom polu) do +90 (na severnom polu) stepeni. Sferna dužina se meri relativno u odnosu na primarni meridijan i u rasponu od -180 (zapadno) do +180 (istočno) stepeni.

Za potrebe pravljenja analogije i usklađivanja sa Dekartovim sistemom, sferna dužina se često obeležava sa X, a širina sa Y.

Geografske (datumske) transformacije

Ako dva skupa prostornih podataka ne referenciraju/koriste isti geografski koordinatni sistem, za njihovo objedinjavanje je potrebno izvesti geografske (datumske) transformacije. Mogu se koristiti direktne transformacije ili se izvesti transformacije iz prvog u nekakav treći, posrednički sistem, kao što je WGS84 (World Geodetic System 1984), a zatim iz posredničkog u ciljani.

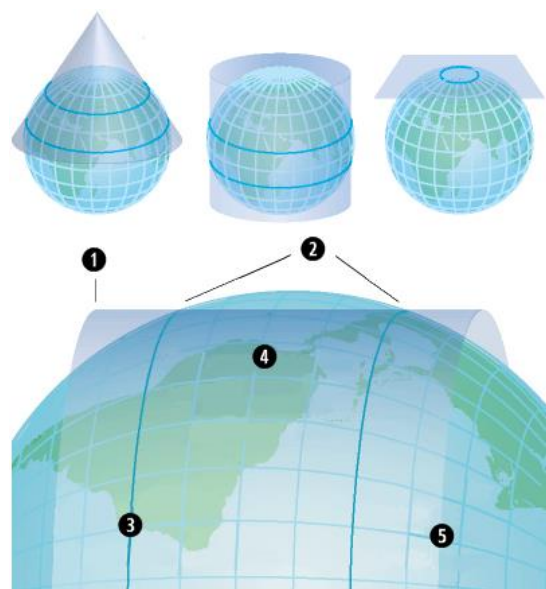
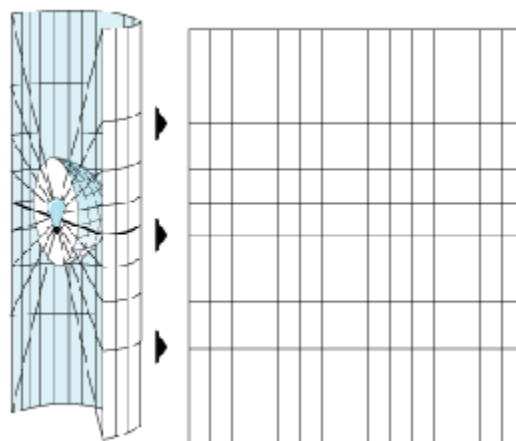
Projektivni koordinatni sistemi

Projektivni koordinatni sistem (PCS) je definisan na dvodimenzionoj ravni. PCS ima konstantne razmake i uglove između linija mreže. PCS se uvek bazira na GCS-u koji je definisan na sferi ili sferoidu. Dodatno, PCS uključuje i projekciju, skup parametara projekcije koji prilagođava projekciju mape za određenu lokaciju, čuvajući jedinicu mere linearnom.

Projekcija mape

Matematička transformacija kojom se trodimenziona površ slika na dvodimenzionu ravan se naziva **projekcijom mape**.

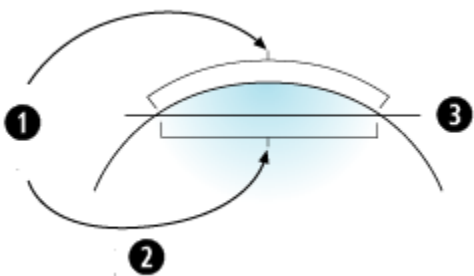
Dobijanje projekcije gratikule se može uporediti sa dobijanjem senke gratikule na površ (ne mora da bude ravan) koja je na neki način oslonjena na Zemljinu sferu, pri čemu se izvor svetla nalazi, na primer, u centru Zemljine sfere.



Konična projekcija
Merkatorova projekcija
Projekcija na ravan (azimutna)

1. Projekciona ravan
2. Sečice (eng. secant lines)
3. Sečice su jedini delovi projekcione ravni bez distorzije.
4. Projekciona distorzija između sečica neznatno umanjuje svojstva (features)
5. Projekciona distorzija van sečica neznatno uvećava svojstva.

Pri projektovanju dolazi do distorzije oblika, oblasti, rastojanja.

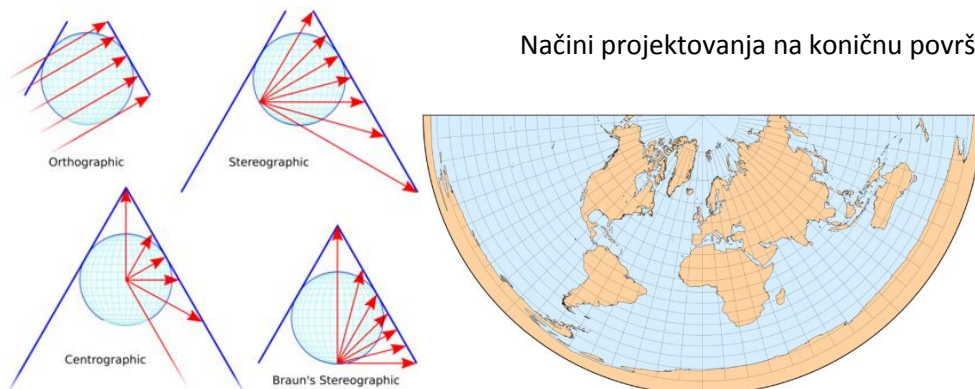


1. Ova zemljina površ treba da se projektuje na ravnu površ (projekcionu ravan)...

2. ...zato, zemljina površ mora da bude predstavljena manjom nominalnom skalom.

3. Projekciona ravan

Različite projekcije uzrokuju različite tipove distorzija.



Parametri projekcije

Projekcija mape nije dovoljna da definiše projektivni koordinatni sistem. Za svaku projekciju mora biti definisan određeni set parametara kojima se definiše poreklo i projekcija prilagođava interesu korisnika. Postoje dve vrste parametara:

- Ugaoni koji koriste GCS jedinice
- Linearni koji koriste PCS jedinice

Ugaoni parametri

U zavisnosti od vrste projekcije definišu se različiti parametri, pa su neki od parametara:

- Azimut
- Centrani meridijan
- Centralna paralela

Linearni parametri

U linearne parametre spadaju:

- FE (false easting) – vrednost koja se dodaje na x-koordinate
- FN (false northing) – vrednost koja se dodaje na y-koordinate
Njihova uloga može biti izbegavanje definisanja negativnih vrednosti.
- Visina definiše referentnu perspektivu / tačku iznad površine sfere radi određivanja Vertical Near-Side Perspective projection.

Bezdimenzioni parametri

Faktor skaliranja – primenjen na centralnu tačku ili centralnu liniju projekcije mape. Uglavnom je malo manji od 1. UTM koordinatni sistem, koji koristi Traverse Mercator projekciju ima faktor skaliranja od 0,9996. Skala duž centralnog meridijana projekcije je 0.9996. To daje dve skoro paralelne linije duž 180 km (oko 1°) gde je skala 1.0. Faktor skaliranja smanjuje sveukupnu distorziju projekcije na prostoru od interesa.

Primeri projekcija

Na kartama Srbije koje izdaje Vojnogeografski institut kartografska mreža se bazira na **Gaus-Krigerovoj projekciji, Bazelovom (Bessel) elipsoidu, početnoj tački Hermanskogel (Hermannskogel) u Austriji i jedinstvenoj triangulaciji**. Zone su širine 3° po geografskoj dužini; ima ih tri - sa srednjim meridijanima 15°, 18° i 21° istočne geografske dužine.

Sistem UTM se bazira na poprečnoj Merkatorovoj projekciji, Hejfordovom elipsoidu, početnoj tački Potsdam u Nemačkoj i objedinjenoj triangulaciji svih zemalja učesnica (uglavnom zemlje NATO pakta u tom trenutku). Zone su, takođe, širine 6° po geografskoj dužini i prostiru se na sever do paralele 84° severne geografske širine, a na jug do paralele 80° južne geografske širine.

Danas je na prostoru Srbije često potrebno preračunavati vrednosti koordinata iz sistema Gauss-Kruger 7 (stari sistem ili stara nomenklatura) u UTM 34N (novi sistem ili nova nomenklatura) iz razloga što postoji veliki broj podataka kartiranih po staroj nomenklaturi a potrebno ih je upotrebiti i prikazati po takozvanoj "novoj" nomenklaturi.

Primeri još nekih projekcija koje su u široj upotrebi su date u Tabeli 1.

redni broj	Naziv projekcije	EPSG
1	WGS 84	4326
2	World_Eckert_IV	54012
3	World_Sinusoidal	54008
4	World_Equidistant_Cylindrical	54002
5	North_Pole_Azimuthal_Equidistant	102016
6	World_Azimuthal_Equidistant	54032

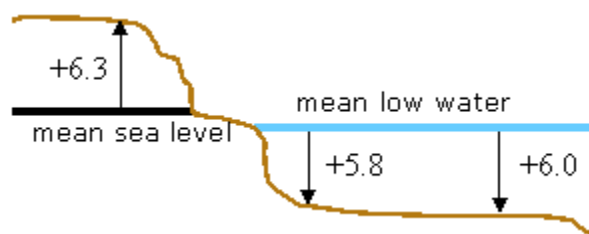
Tabela 1. Naziv projekcije

Vertikalni koordinatni sistem

Vertikalni koordinatni sistem definiše početak za određivanje visine ili dubine.

Jednica mere u ovom sistemu je uvek linearna (stope ili metri).

Z-vrednosti predstavljaju visinu ili dubinu. Za svaki tip pravac z-ose je pozitivan, samo je pitanje u kom smeru, na gore ili na dole.



Ne može se definisati vertikalni koordinatni sistem bez pripadajućeg geografskog ili projektivnog koordinatnog sistema.

Izvori:

<http://resources.esri.com/help/9.3/arcgisengine/dotnet/89b720a5-7339-44b0-8b58-0f5bf2843393.htm>

http://webhelp.esri.com/arcgisexplorer/2012/en/map_projections.htm

<http://www.progonos.com/furuti/MapProj/Normal/ProjCon/projCon.html>

Dodatno:

<http://www.progonos.com/furuti/MapProj/Normal/TOC/cartTOC.html>