



AF

Arhitektonski fakultet u Podgorici  
Univerzitet Crne Gore

ARHITEKTONSKI FAKULTET - PODGORICA

OSNOVNE STUDIJE

**GEODEZIJA**

## I Predavanje

Podjela geodezije na naučni i praktični dio. Oblasti geodezije. Istorijski razvoj. Oblik i dimenzije planete Zemlje. Topografska podloga, osnovne osobine, način izrade i korišćenja. Geografske koordinate i uglovne jedinice. Projekciona ravan i vrste projekcija.

Doc. dr Radovan Đurović, dipl.inž.geod.

Podgorica, 2018

# LITERATURA

- Predavanja 2017/18, materijal sa sajta Arhitektonskog fakulteta (<http://ucg.ac.me/af>) – predmet Geodezija – osnovne studije.
- Predavanja 2017/18, materijal sa sajta Građevinskog fakulteta (<http://ucg.ac.me/gf>) – predmet Geodezija – osnovne studije.
- **Geodezija u građevinarstvu**, Čvorović, M., Unireks Nikšić, 1992.
- **Geodezija 1**, Vračarić, K., Mihailović, K., Beograd, 1995.
- **Praktikum iz geodezije**, Benka, P., Bulatović, V., Sušić, Z., Petković, M., Novi Sad, 2017.

# Predispitne obaveze

- **Redovno pohađanje nastave - do 5 poena**  
(svaki izostanak -1 poen)
- **Domaći zadaci - do 5 poena**  
(ne donošenje domaćeg -1 poen)
- **Dva kolokvijuma - do 20 poena**  
(popravni kolokvijum – računa se bolje urađen)

# Ispitne obaveze

- **Završni ispit – pismeno - do 50 poena**
  - Popravni završi ispit – (računa se bolje urađen)
  - Usmeni dio ispita – po potrebi za ocjenu A ili B

# Ocjene:

**91 – 100 poena - ocjena A**

**81 – 90 poena - ocjena B**

**71 – 80 poena - ocjena C**

**61 – 70 poena – ocjena D**

**51 – 60 poena - ocjena E**

**< 51 poen – ocjena F**

# Podjela geodezije na naučni i praktični dio

Geodezija - od složenice grčkih riječi „geo“ - „zemlja“ i „dezis“ - „dijeliti“ - „mjeriti“, Geodezija se povezuje sa poslovima vezanim za mjerenje i diobu nepokretnosti kao i katastrom, odnosno evidencijama o tom mjerenju i vlasništvu.

Geodezija podrazumijeva mjerenja na terenu i obradu izmjerenih veličina u cilju izrade umanjenog prikaza dijela ili cijele Zemljine površine.

Umanjeni prikaz nazivamo plan ili karta određenog područja.

U geodeziji se uglavnom mjere uglovne i linearne veličine – njihovom obradom se dobijaju koordinate i nadmorske visine karakterističnih tačaka reljefa i objekata.

Oblasti primjene:

- Kartografija;
- Građevinarstvo;
- Vodoprivreda;
- Poljoprivreda;
- Izrada i realizacija inženjerskih projekata;
- Informacioni sistemi – katastar, GIS.
- ...

Geodezija se dijeli na višu geodeziju i nižu geodeziju.

Viša geodezija - naučni dio.

Oblasti proučavanja:

- određivanje oblika i dimenzija planete Zemlje,
- proučavanje njenog gravitacionog polja,
- razvijanje geodetskih mreža,
- računanja na zakrivljenoj površini itd.

Niža geodezija - praktični dio.

Zadaci:

- Izrada projekcije Zemljine površi i objekata na projekcionu ravan.
- Prenošnje objekata (lociranje) sa projekta koji je prikazan na toj podlozi na teren.
- Praćenje izvođenje geometrije objekta tokom izgradnje.
- Kontrola stabilnosti objekta tokom njegove eksploatacije.

# Oblasti geodezije

- Geodetska metrologija;
- Fizička geodezija;
- Geodetska kartografija;
- Fotogrametrija;
- Daljinska detekcija;
- Inženjerska geodezija;
- Geodetski premjer;
- Katastar;
- ....

**Metrologija** je nauka o mjerenjima. Obuhvata sve teorijske i praktične aspekte mjerenja nezavisno od oblasti u kojoj se koriste.

Fizička geodezija obuhvata:

- Geodetsku astronomiju;
- Satelitsku geodeziju;
- Zemljino gravitaciono polje;

**Geodetska astronomija** se bavi određivanjem astronomskih (prirodnih) koordinata tačaka na Zemlji (astronomske širine, dužine i astronomskog azimuta) iz opažanja nebeskih tijela (zvijezda i Sunca).

**Satelitska geodezija** se bavi proučavanjem koncepta i komponenti GNSS (GPS) sistema, sve u cilju pozicioniranja u okviru unaprijed definisanog referentnog sistema WGS84.

**Zemljino gravitaciono polje** se proučava kroz strukturu tijela Zemlje, vremenske deformacije i atmosferu Zemlje u cilju definisanja referentnih površi pozicioniranja.

**Kartografija** je disciplina koja se bavi koncepcijom, izradom, širenjem i proučavanjem karata

**Geodetska kartografija** se bavi kartografskim projekcijama, njihovoj matematičkoj osnovi, jednačinama, svojstvima i deformacionim karakteristikama.



**Fotogrametrija** je beskontaktna metoda rekonstrukcije položaja, oblika i veličine objekata na osnovu avio ili terestričkih snimaka.

**Daljinska detekcija** se definiše kao nauka i tehnika pomoću koje mogu biti identifikovane i analizirane karakteristike objekta na osnovu satelitskog snimka, bez direktnog kontakta.

**Inženjerska geodezija** podrazumijeva obilježavanje projektovanog objekta na terenu, kontrolu kvaliteta geometrije konstruktivnih elemenata (linijski, površinski, prostorni i dinamički), kontrolu kvaliteta objekta u toku građenja i eksploatacije, kao i geodetsko osmatranje objekta.

**Geodetski premjer** se definiše kao tehnička disciplina koja se bavi određivanjem položaja prirodnih i vještačkih oblika i objekata na ili ispod Zemljine površi, pomoću geodetskih metoda mjerenja.

**Katastar nepokretnosti** je javna knjiga (registar nepokretnosti) koja predstavlja osnovnu evidenciju o nepokretnostima i pravima na njima. Katastar vodova je posebna službena evidencija.

## Istorijski razvoj

Geodezija je stara nauka, koja je nastala u najstarije doba ljudske civilizacije, kada je postojala neka vrsta premjeravanja zemljišta i objekata.

### Kanali za navodnjavanje u Mesopotamiji

Temeljni oslonci piramide kod Gize, koja ima obim temelja oko 900 m, nivelisani sa odstupanjem od horizontale za samo 12 mm.

Uspostavljanje granica posjeda na parcelama koje su korišćene u zemljoradnji a nalazile se na obalama rijeke Nil.



Grci su preko Feničana i Haldejaca upoznali i unaprijedili naučna dostignuća Egipćana, posebno vještinu u konstruisanju i izradi planova i karata.

Grk Heron od Aleksandrije (oko 100. godine p.n.e.) prikupio je sva pravila po kojima su egipatski mjerачi zemlje radili na terenu – "DIOPTRA".

Rimska država je u VI vijeku p. n. e. (za vreme Servija Tulija) imala uveden porez na zemljište, čiju je osnovicu činio "servus" utvrđen na osnovu površine, načina korišćenja i prihoda od zemljišta.

Sloveni - naslijedili i produžili instituciju rimskog katastra sa ostalom administracijom državne uprave.

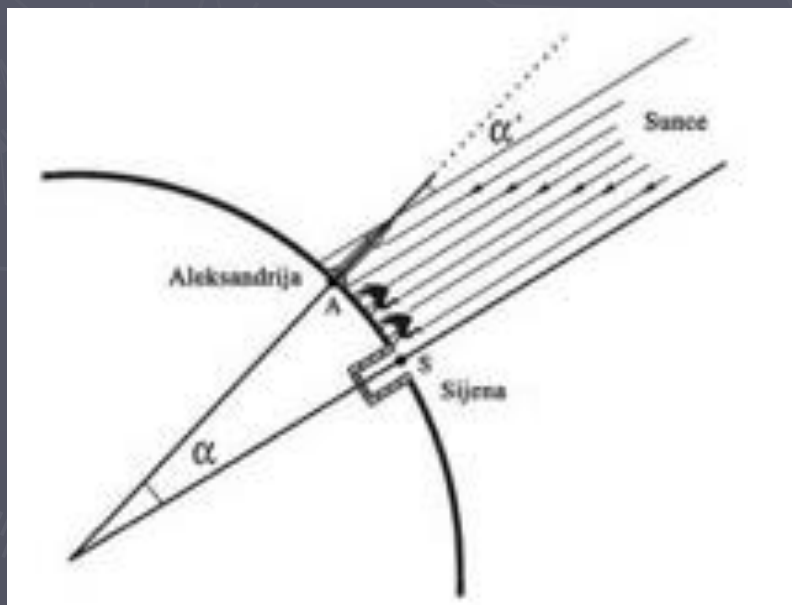
Dekart (XVII vijek)- pravougli koordinatni sistem - koordinate tačaka.

Razvoj optike i instrumenata za precizno mjerenje uglova i dužina - omogućeno lakše određivanje lokacija tačaka koje se prikazuju pravouglim koordinatama.

## Oblik i dimenzije planete Zemlje

- Zemlja kao ravna ploča - (do IV v. p.n.e.);
- Zemlja kao sfera - (od IV v. p.n.e – XVII v. n.e.);
- Zemlja kao elipsoid - (XVII v. – XIX v.);
- Zemlja kao geoid - (XIX v. - ...).

Eratosten (276-195 p.n.e.) je odredio približnu veličinu Zemlje.



Obim Zemlje 252000 stadija.

1 stadij oko 157,5 m.

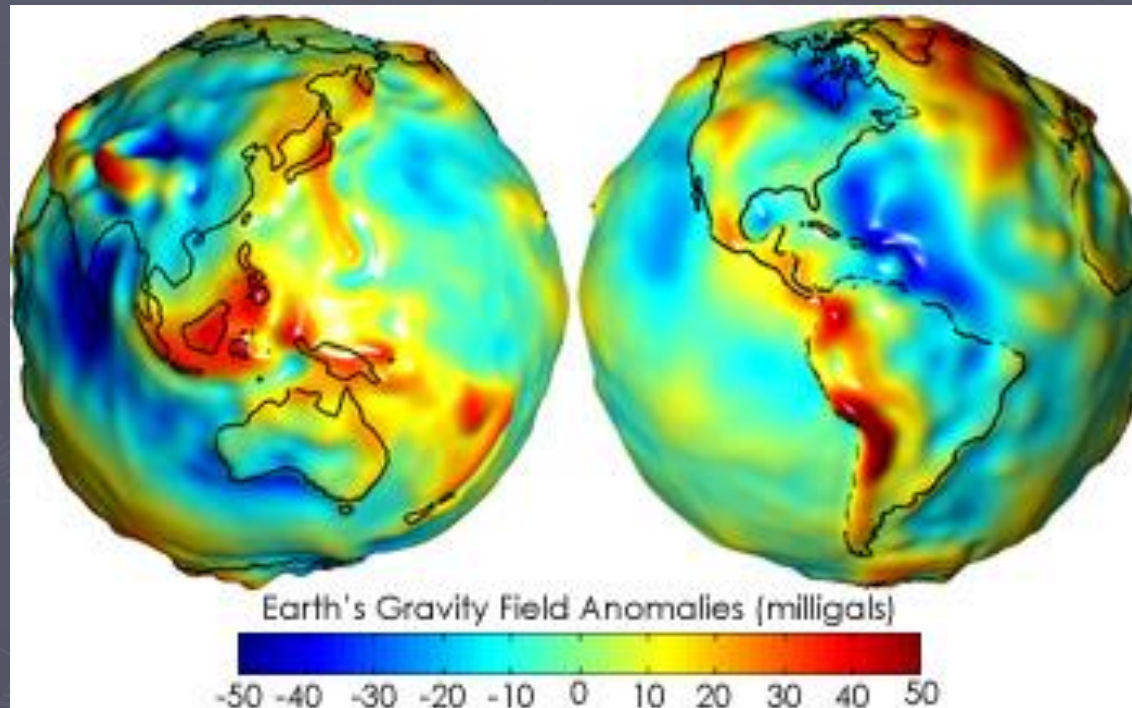
252000 stadija = 39690 km.

Obim Zemlje po meridijanu - 40009,153 km.

Eratostenov proračun se razlikuje od savremenog za svega 0,8%.

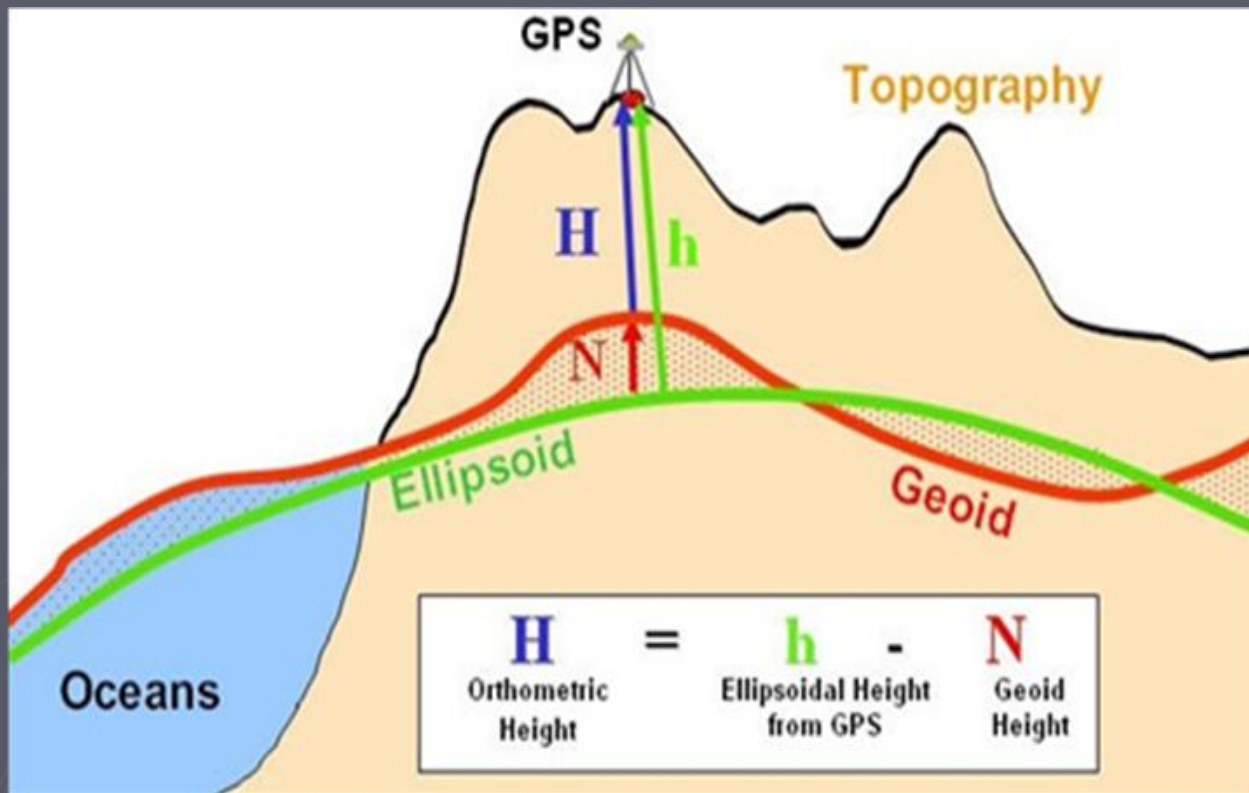
Prvim približenjem obliku Zemlje smatra se sfera, drugim rotacioni elipsoid, dok stvarni oblik Zemlje najpribližnije opisuje geoid.

Ekvipotencijalna površ teže koja najbolje aproksimira srednji nivo mora za cijelu Zemlju zove se geoid.



U odnosu na geoid određuju se apsolutne visine tačaka fizičke površi Zemlje.

Nepoklapanje površi geoida i referentnog elipsoida - undulacija geoida.



Odnos između geodetske i ortometrijske (nadmorske) visine.

## Topografska podloga, osnovne osobine, način izrade i korišćenja

Topografska podloga je grafički prikaz nekog dijela Zemljine površi, koji je proporcionalno umanjen i ortogonalno projektovan na horizontalnu ravan na kojoj su utvrđenim znacima prikazani važni prirodni i veštački objekti.

Topografska podloga mora biti potpuno orijentisana u prostoru i izrađena u razmjeri sa postojećim objektima i stanjem u prostoru.

Geodezija koristi nekoliko metoda i postupaka za izradu topografske podloge.

Razmjera - odnos nekog rastojanja izmjenenog na geodetskoj podlozi sa tim istim rastojanjem mjerenim u prirodi.

Izražava se količnikom jedinice i broja koliko puta je ta jedinica veća u prirodi nego na geodetskoj podlozi, piše se kao 1:M gdje je M imenilac razmjere i najčešće ima vrijednosti 500, 1000, 2500 i 5000.

1 m na planu razmjere 1:1000 - 1 mm

5 mm na planu 1:5000 – 25000 mm = 25 m u prirodi.

Krupnija je ona razmjera koja ima manji broj u količniku.

1:5000 i krupnije – planovi

1:5000 i sitnije - karte

# Orjentacija geodetske podloge u prostoru

Nekada pomoću Sunca i zvijezda.

Hiparh (oko 190.-120. g.od. p.n.e.):

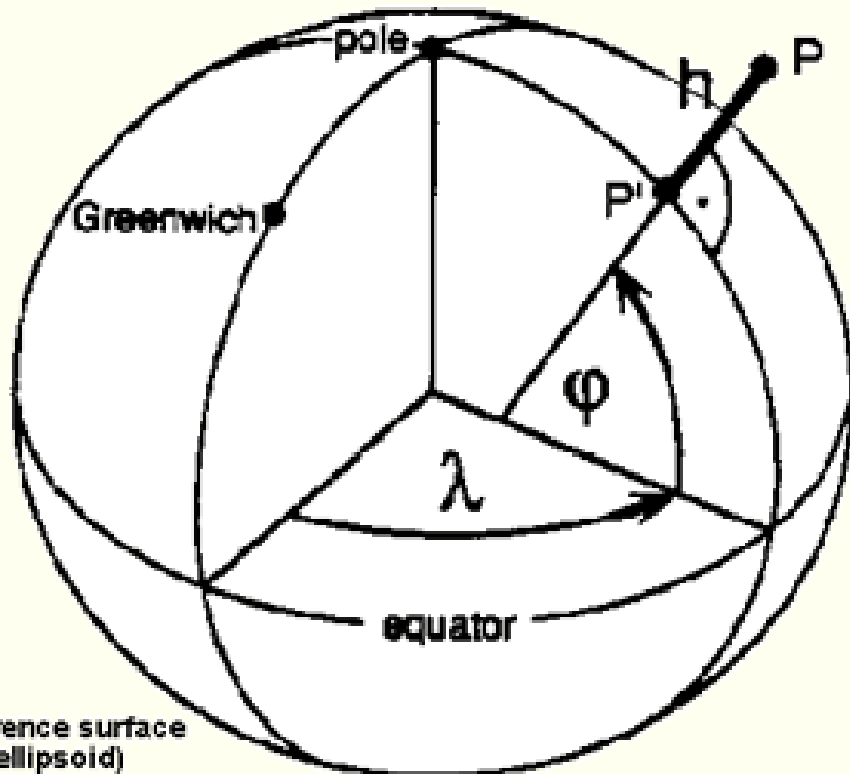
- uveo seksagezimalnu podelu kruga (podjela kruga na  $360^\circ$ ),
- uspostavio odnos između strana i uglova svakog trougla u ravni,
- uveo je pojmove geografske širine i dužine,
- izmislio astrolab - pomoću osmatranja zvijezda se koristio za navigaciju.



## Geografske i pravougle koordinate

Geografski koordinatni sistem - dvije ravni:

- ravan ekvatora kao horizontalna ravan,
- ravan nultog meridijana koji prolazi kroz opservatoriju u Griniču u Engleskoj.

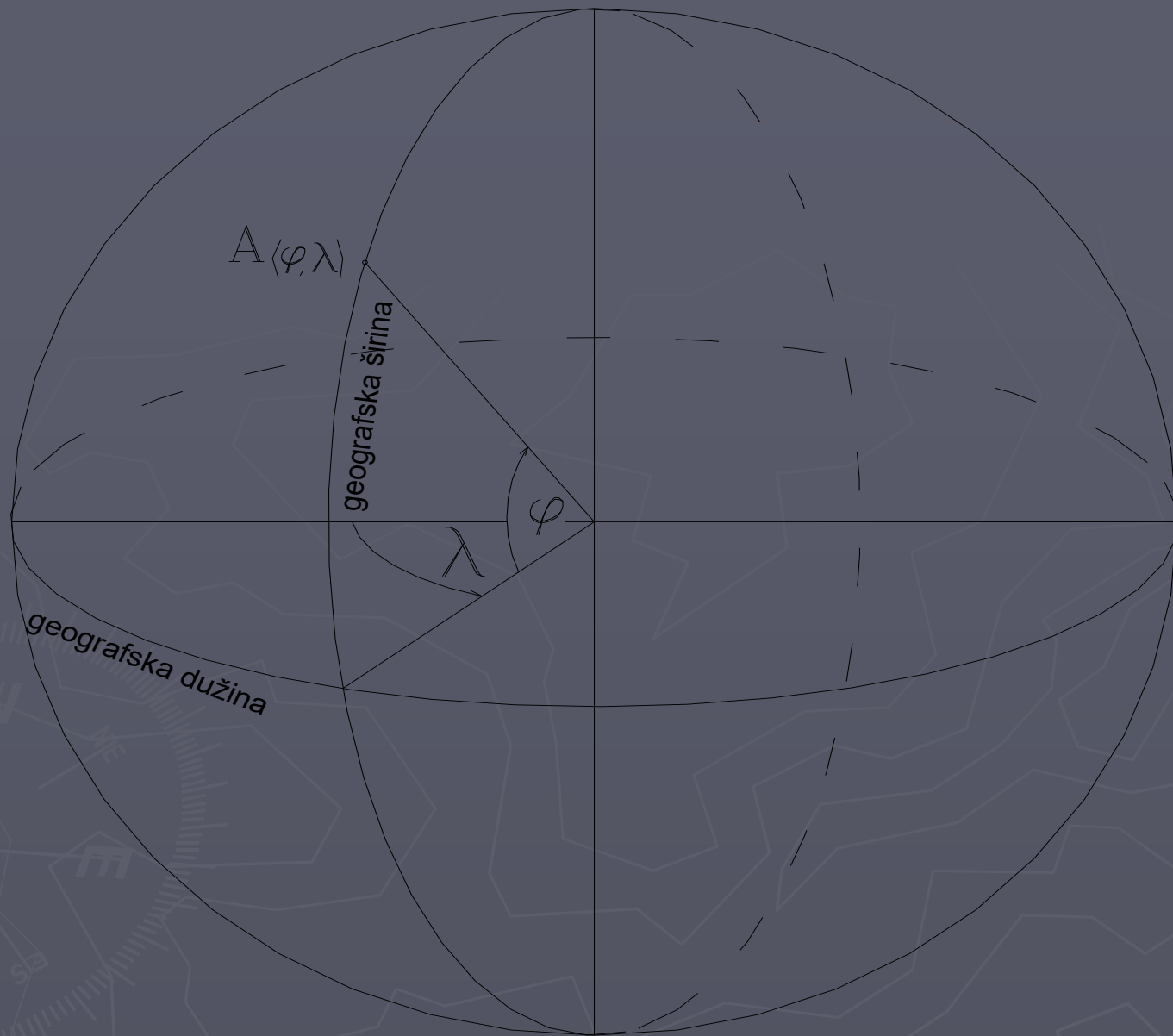


Geografska širina je ugaona udaljenost određene tačke od ekvatora ka polovima

0° do 90° sjeverno i južno (N S)

Geografska dužina je ugaona udaljenost određene tačke od početnog meridijana (Griniča) prema istoku ili prema zapadu.

0° do 180° istočno i zapadno (E W)



Svaka tačka na površini Zemlje je određena jednoznačno geografskim koordinatama.

Ugao je dio ravni, koje zaklapaju dvije prave, koje se sijeku u tjemenu ugla.

Osnovna sprava sa kojom se mjeri ugao je uglomjer.

Radijanska podjela :  $1 \text{ rad} = 360^\circ / (2 \times 3.141592654) = 360^\circ / 6.28318531 = 57^\circ,295779510$ .

Radian je centralni ugao kod koga je dužina luka jednaka poluprečniku kruga ( $l=R$ ).

Stepena – seksagezimalna podjela (osnova broj 60)  $1^\circ = 60' = 3600''$

Gradusna – centezimalna podjela (osnova broj 100)  $1 \text{ grad} = 100^c = 10000^{cc}$

Geografske koordinate ne sadrže podatak o nadmorskoj visini posmatrane tačke, što je veliki nedostatak kod izrade projekata.

Geografske koordinate se izražavaju u uglovnim jedinicama što je nepovoljno za projektovanje.

## Projekciona ravan i vrste projekcija

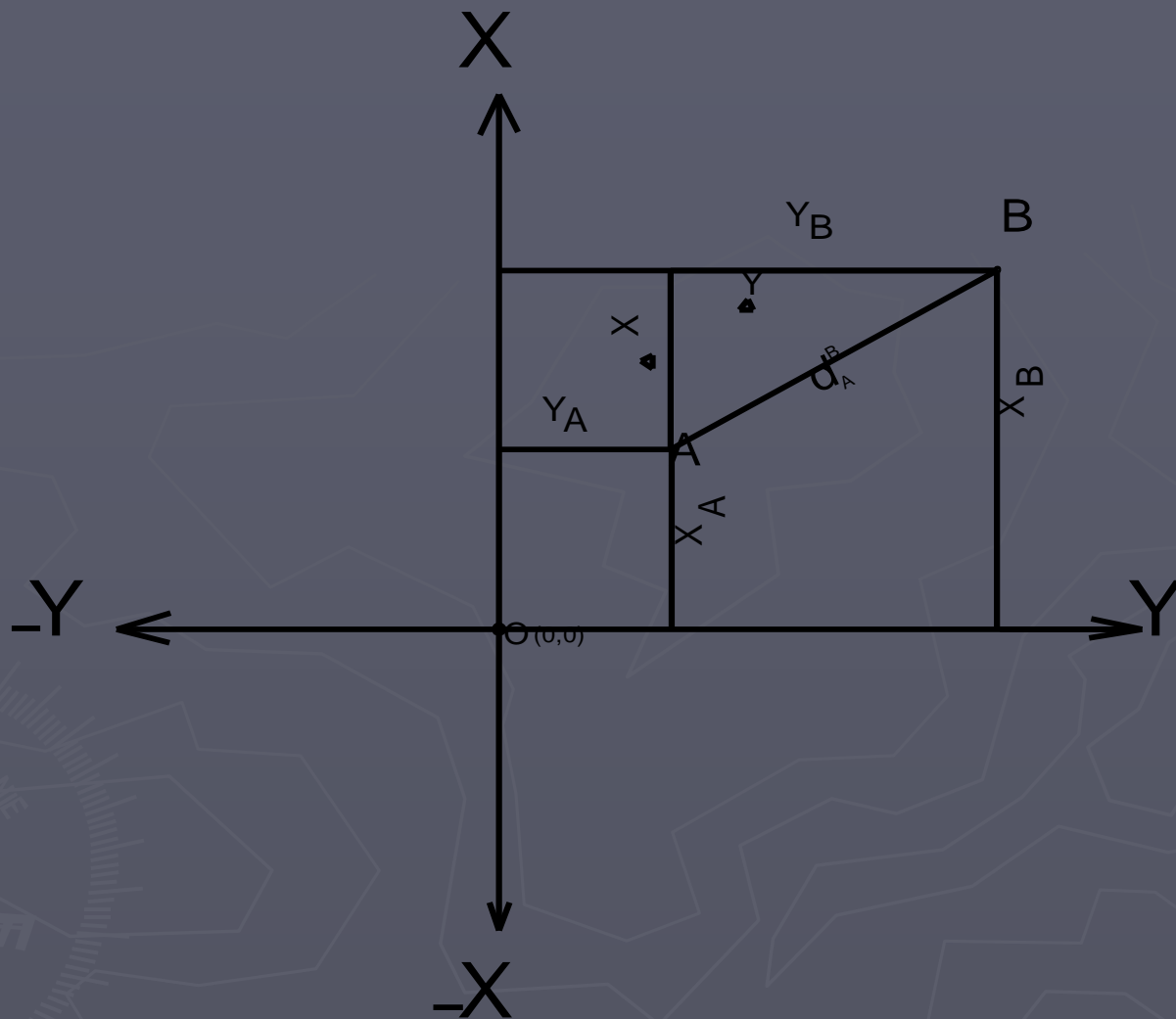
Topografska podloga je slika projekcije dijela Zemljine površi i objekata predstavljena na papiru, odnosno na ravnoj podlozi ili projekcionoj ravni.

Pri preslikavanju sa zakrivljene površi u ravan, neizbježne su deformacije.

Kartografske projekcije - matematički odnosi putem kojih se sa Zemljine površi tačke preslikavaju u ravan karte.

Projekcionu ravan treba orjentisati u prostoru - vezati je za neki koordinatni sistem koji će obezbijediti i orijentaciju ravni i odnose objekata koji su predstavljeni u toj ravni.

## Dekartov pravougi koordinatni sistem u horizontalnoj ravni



Potrebno je Zemljinu površ preslikati na papir po pravilima neke projekcije.

Za izradu geodetskih podloga, uzima se kao dovoljno tačno da planeta Zemlja ima oblik obrtnog elipsoida.

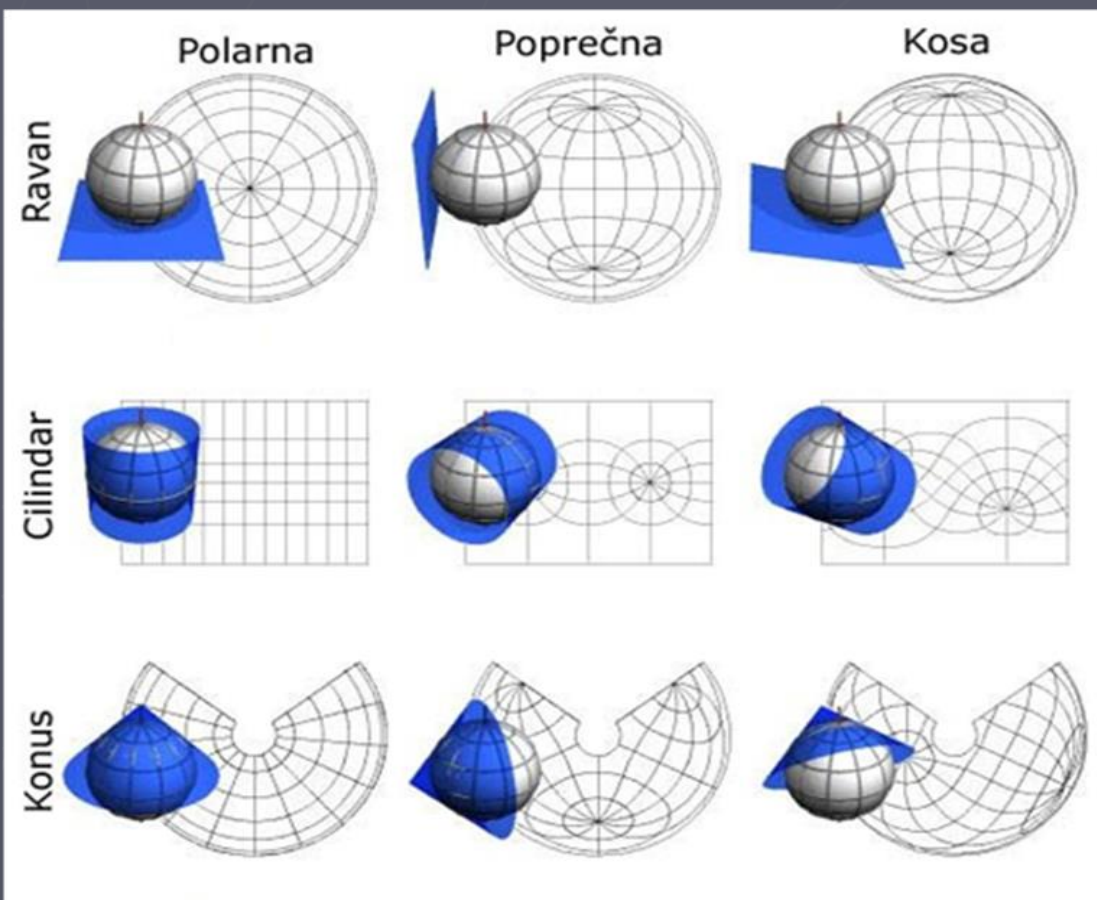
Postoji više elipsoida koji se javljaju u geodeziji.

U Gaus Krigerovoj projekciji koordinate tačke se dobijaju projekcijom sjekućeg poprečnog cilindra na Bessel 1841. elipsoid.

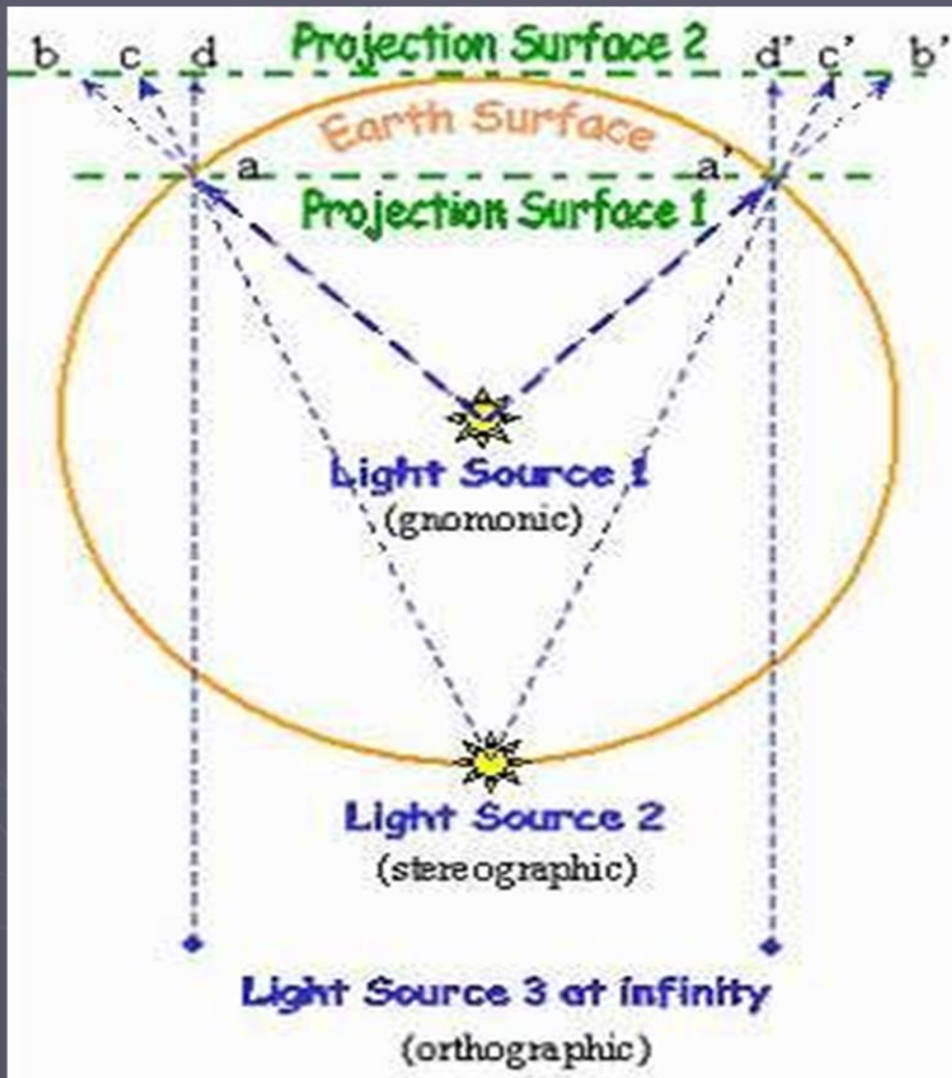
$a = 6378 \text{ km}$  (od centra Zemlje po ekvatoru)

$b = 6357 \text{ km}$  (od centra Zemlje do pola)

Koordinate mjerene GPS-om odnose na WGS84 elipsoid.



Prema vrsti i položaju projekcionu površi projekcije se dijele na: ravske, cilindrične i konusne.



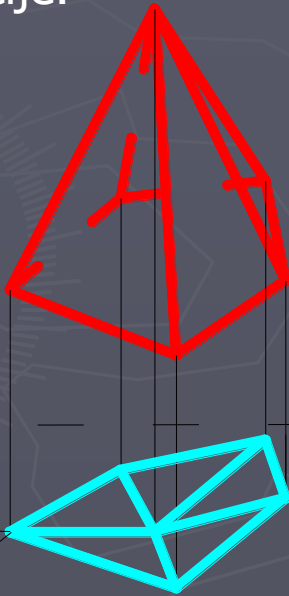
Prema položaju centra projekcije dijele se na:

- Gnomoničke (u centru Zemlje);
- Stereografske (na površini Zemlje);
- Spoljne (izvan Zemlje);
- Ortogonalne (u beskonačnosti).

Prema vrstama deformacija projekcije se dijele na:

- Komforne (zadržava se jednakost uglova);
- Ekvidistantne (zadržava se jednakost dužina po određenim pravcima);
- Ekvivalentne (zadržava se jednakost površina);
- Opšte.

Za izradu geodetske podloge važno poznavati osnovna pravila ortogonalne i centralne projekcije.



Ortogonalna projekcija je preslikavanje objekta na projekcionu ravan paralelnim zracima upravnim na tu ravan.

Projekciona ravan kod ortogonalne projekcije je horizontalna ravan a zraci preslikavanja su vertikalne prave povučene od karakterističnih tačaka objekta do mjesta prodora kroz horizontalnu ravan, u kojima se nalaze ortogonalne projekcije tačaka objekta.



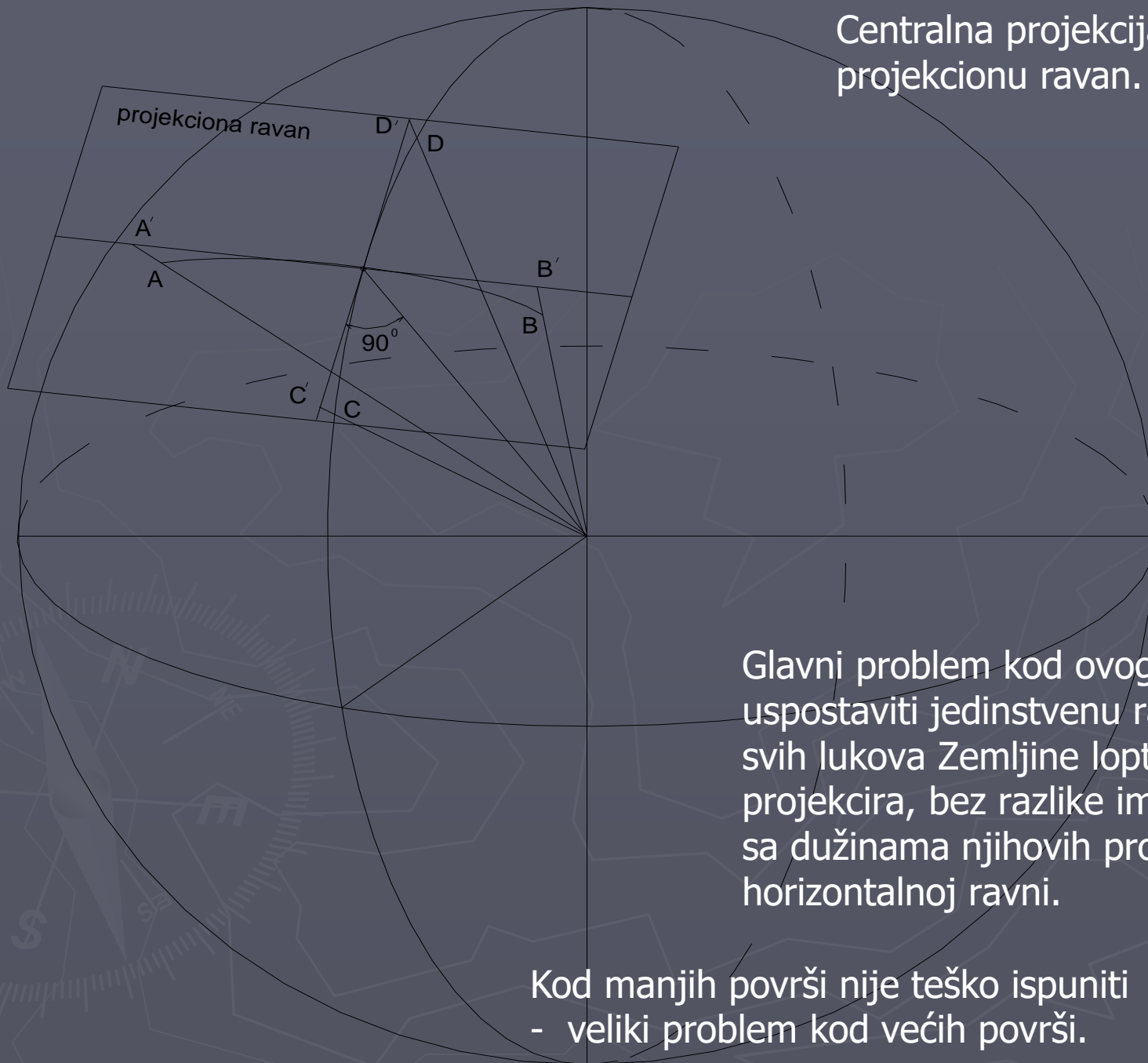
Mjesta prodora projekivnih zraka kroz projekcionu ravan određuju se pomoću pravougljih koordinata koje su vezane za tu projekcionu ravan, zbog toga je neophodno da je projekciona ravan vezana za pravougli koordinatni sistem.

Za tačke Zemljine površi bi trebalo postaviti horizontalnu ravan i na nju projekirati karakteristične tačke Zemljine površi koje u prirodi predstavljaju djelove lopte.

Za ovo projekciranje koristi se centralna projekcija, koja za centar projekcije ima centar planete Zemlje.

Ona se za manje površi, zbog velikog udaljenja od centra, ( $R \approx 6378000$  m), poklapa sa ortogonalnom projekcijom,  
- za veće površi značajnije odstupa - bitan izbor položaja projekcione ravni.

Centralna projekcija na manju projekcionu ravan.



Glavni problem kod ovog projekciranja je uspostaviti jedinstvenu razmjeru da dužine svih lukova Zemljine lopte koja se projekcira, bez razlike imaju istu vrijednost sa dužinama njihovih projekcija na horizontalnoj ravni.

Kod manjih površi nije teško ispuniti  
- veliki problem kod većih površi.

# Prvi domaći zadatak

1. Izmjerena je dužina od 7,2 cm na planu razmjere 1:2500. Koliko ova dužina u metrima iznosi u prirodi?

2. Data je dužina od 0,1375 km u prirodi. Koliko ona iznosi u milimetrima na planu razmjere 1:5000 ?