



FAKULTET TEHNIČKIH NAUKA
DEPARTMAN ZA GRAĐEVINARSTVO I GEODEZIJU
GRAĐEVINARSTVO



GEODEZIJA

Uvod

Doc. dr Mehmed Batilović, mast. inž. geodez.

Novi Sad, 2023/2024

1

O predmetu

- Status predmeta: obavezni.
- Broj ESPB: 5.
- 15 radnih nedelja po:
 - 2 časa predavanja;
 - 1 čas auditornih vežbi;
 - 1 čas računarskih vežbi.
- Web sajt: <http://geodezija.ftn.uns.ac.rs>

2

O predmetu

➤ Profesor

Doc. dr Mehmed Batilović, mast. inž. geodez.

Kabinet: 304, NTP

E-mail: mehmed@uns.ac.rs

➤ Asistenti

Marijana Vujinović, mast. inž. geodez.

Kabinet: 305, NTP

E-mail: marijana.petkovic@uns.ac.rs

Đuro Krnić, dipl. inž. geodez.

Kabinet: 301, NTP

E-mail: djuro.geo@uns.ac.rs

3

Pravila polaganja ispita

➤ Prisustvo na predavanjima i vežbama – obavezno.

- 5 bodova prisustvo na predavanjima.
- 5 bodova prisustvo na vežbama.
- Dozvoljena su 3 izostanka.

➤ Predispitne obaveze – elaborat

- 20 bodova overen i predat elaborat.
- Uslov za izlazak na ispit.
- Elaborat se mora predati u definisanim rokovima da bi se osvojili bodovi.
- Naknadnom predajom elaborata student stiže pravo izlaska na ispit, ali ne dobija bodove.

4

Pravila polaganja ispita

- Polaganje ispita preko kolokvijuma
 - Dva kolokvijuma koja se polažu pismenim putem i nose po 35 bodova, ukupno 70 bodova.
 - Prvi kolokvijum je eliminacioni, ukoliko ga student ne položi, ne može izaći na drugi kolokvijum.
 - Student na kolokvijumima mora osvojiti minimum 18 bodova da bi položio.
- Redovno polaganje ispita u ispitnim rokovima
 - Ispit se polaže pismenim putem i nosi 70 bodova.
 - Student na ispitu mora osvojiti minimum 35 bodova da bi položio.

5

Pravila polaganja ispita

- Osvojeni bodovi na prisustvu predavanjima i vežbama, elaboratu, kolokvijumima / ispitu se sabiraju i ako student ima dovoljan broj bodova, odnosno 51 i više, smatra se da je položio ispit.
- Ocenjivanje se vrši u skladu sa pravilnikom Fakulteta tehničkih nauka i Univerziteta u Novom Sadu.
- Upis ocena je obavezan ukoliko je student zadovoljan ocenom i želi da bude prosleđena na studentsku službu!

6

Literatura

- Vračarić K., Aleksić I.: Praktična geodezija, Geokarta, Beograd, 2007.
- Kontić S.: Geodezija, Akademska misao, Beograd, 2014.
- Marinković G., Trifković M., Ninkov T.: Osnove geodezije, Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad, 2016.
- Benka P., Bulatović V., Sušić Z., Petković M.: Praktikum iz geodezije, Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad, 2017.

7

Elaborat

- Elaborat se sastoji od 11 zadataka.
- Struktura elaborata:
 - naslovna strana;
 - postavka zadataka;
 - strana za overu vežbi;
 - rešenja zadataka.
- Pribor:
 - tehnička olovka;
 - trouglovi i šestar;
 - digitron sa trigonometrijskim funkcijama.

8

Geodezija

- Geonauke – nauke koje za objekat proučavanja imaju planetu Zemlju u celini, njene delove ili njena fizička polja.
- Geodezija zauzima veoma značajno mesto u domenu geonauka.
 - GEO – Zemlja
 - DEZIS – meriti, deliti
- Definicija Roberta Fridriha Helmerta (1880):
Geodezija predstavlja nauku o merenju i predstavljanju zemljine površi.

9

Geodezija

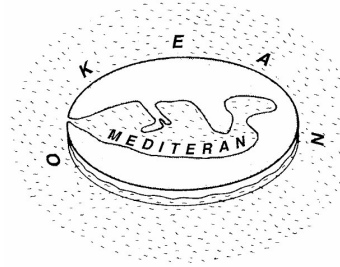
- Viša (naučna) geodezija – određivanje veličine, oblika i spoljašnjeg gravitacionog polja Zemlje, razvijanje geodetskih mreža, računanja na zakrivljenoj površini;
- Niža (praktična) geodezija – masovna mjerenja na terenu i izrada topografskih planova, računanja u ravni (geodetski premer, inženjerska geodezija – područja lokalnog karaktera).
- Savremena definicija geodezije
Geodezija je naučna disciplina koja se bavi merenjem i prikazivanjem Zemlje, njenog gravitacionog polja i geodinamičkih pojava kao što su pomeranje polova, plima i oseka i gibanje zemljine kore.

10

Istorijski i naučni počeci geodezije

- Geodezija se javlja još u Mesopotamiji i starom Egiptu, gde je nakon povlačenja vode izlivenog Nila, bilo je potrebno ponovo obeležiti granice parcela.
- Temeljni oslonci piramide u Gizi, jedne od najvećih piramida u Egiptu, koja ima obim temelja oko 900 metara, nivelisani su sa odstupanjem od horizontale za samo 12 mm.
- Prvi dokumentovani tragovi geodezije potiču od osnivača trigonometrije Tales iz Mileta (625. – 547., p.n.e.).

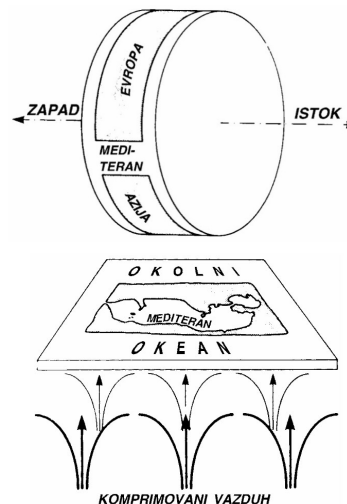
Koncept Zemlje – telo oblika diska koje pliva po beskonačno velikom okeanu.



11

Istorijski i naučni počeci geodezije

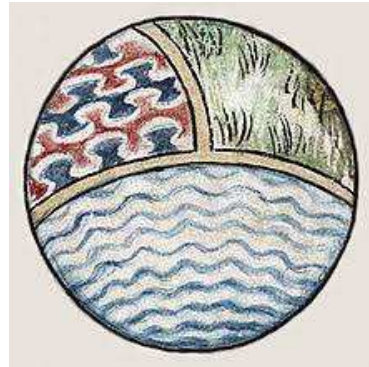
- Anaksimandar iz Mileta (611. – 545., p.n.e.) – koncept Zemlje cilindričnog oblika sa osom orijentisanom u pravcu istok-zapad.
- Anaksimenes (Anaksimandarov učenik) – koncept Zemlje modifikacija Talesovog koncepta konačnim okeanom koji se u prostoru održava pomoću komprimovanog vazduha.



12

Istorijski i naučni počeci geodezije

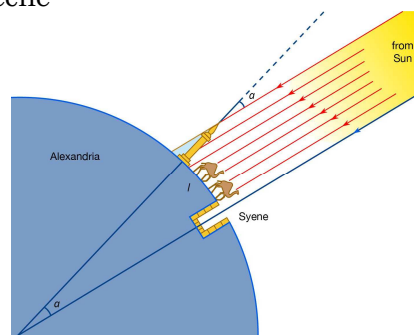
- Pitagora (580. – 500., p.n.e.)
 - sferna Zemlja (koncept koji će preživeti dva milenijuma).
- Pitagora je došao do zaključka da je Zemlja zakrivljena posmatrajući brodove koji su isplivljavali na pučinu.
- Eratosten (276-195 p.n.e.) odredio je približnu veličinu Zemlje sa greškom manjom od 1%.



13

Istorijski i naučni počeci geodezije

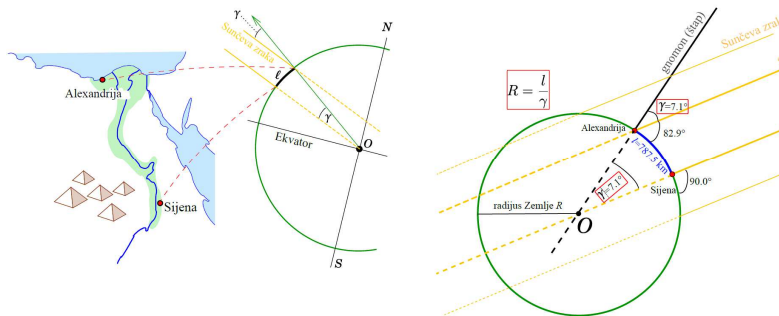
- Eratosten je u spisima Aleksandrijske biblioteke došao je do podatka da u Sijeni (danas Asuan) u vreme prolećne ravnodnevice u bunaru nema senke.
- Ustanovio je da u vreme prolećne ravnodnevice u Aleksandriji postoji senka u bunaru.
- Na osnovu pretpostavke da su Sunčevi zraci paralelni došao je do zaključka da bunari u Aleksandriji i Sijeni ne leže pod istim uglom.



14

Istorijski i naučni počeci geodezije

- Izračunao je da ugao senke vertikalno pobodenog štapa u Aleksandriji iznosi $7^{\circ}12' = 432'$ (pedeseti deo punog kruga).
- Rastojanje između Aleksandrije i Sijene, koje iznosi $l = 5000$ stadija (1 stadij iznosi 157,5 metara), odredio je brojanjem koraka kamile koji su veoma ujednačeni.



15

Istorijski i naučni počeci geodezije

- Eratostenen je rastojanje koje zahvata 1° odredio na sledeći način:

$$l_0 = \frac{5000 \text{ stadija}}{432'} \cdot 60' = 694,4 \approx 700 \text{ stadija.}$$

- Obim Zemlje određuje se kao:

$$O = 360 \cdot l_0 = 252000 \text{ stadija,}$$

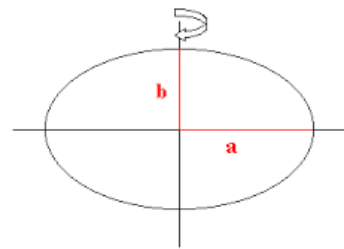
$$O = 252000 \text{ stadija} \cdot 0,1575 \frac{\text{km}}{\text{stadij}} = 39690 \text{ km.}$$

- Po savremenim merenjima obim Zemlje po meridijanu iznosi 40009,153 km.
- Eratostenov proračun se razlikuje od savremenog za svega 0,8%.

16

Istorijski i naučni počeci geodezije

- Engleski naučnik Isaac Newton (1642. – 1727.) konstatovao je da Zemlja nema oblik sfere, već obrtnog elipsoida.
- Merenja dužine jednog stepena meridijana u Laplandu i Peruu (u 18. veku) koja je sprovela Francuska akademija nauka potvrdile Njutnovu teoriju.



17

Primena geodezije

- Geodezija nalazi primenu u brojnim oblastima među kojima se posebno izdvajaju:
 - kartografija;
 - građevinarstvo;
 - vodoprivreda;
 - poljoprivreda;
 - izrada i realizacija inženjerskih projekata;
 - informacioni sistemi – katastar, geografski informacioni sistemi.

18

Oblasti geodezije

➤ U okviru geodezije proučavaju se sledeće oblasti:

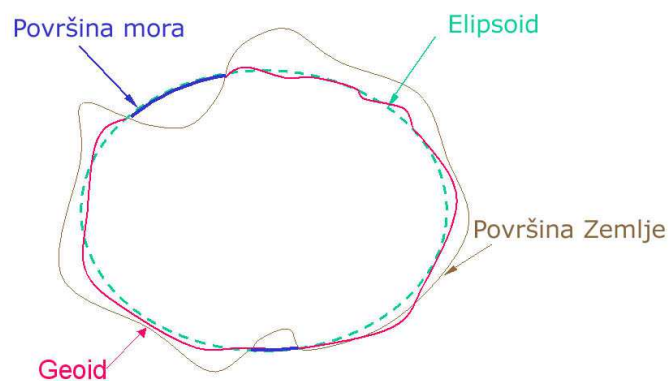
- geodetska metrologija;
- fizička geodezija;
- geodetska kartografija;
- fotogrametrija;
- daljinska detekcija;
- inženjerska geodezija;
- geodetski premer;
- katastar;

19

Oblik i dimenzije Zemlje

➤ Fizička površ Zemlje ne može se matematički definisati.

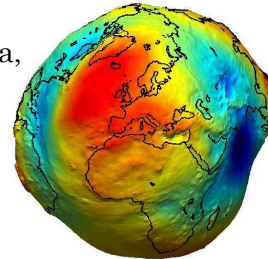
➤ Stvarni oblik Zemlje najpribližnije opisuje geoid.



20

Geoid

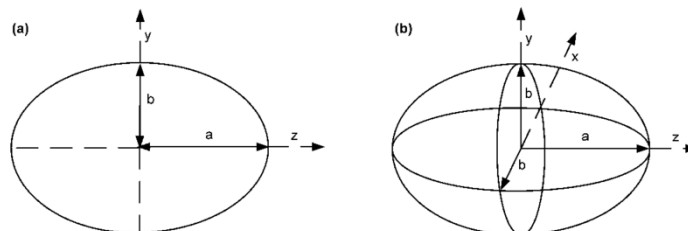
- Geoid – ekvipotencijalna površ sile Zemljine teže koja najbolje aproksimira srednji nivo mora za cijelu Zemlju.
- Nemački naučnik Karl Fridrih Gaus definisao je geoid kao matematički oblik Zemlje, i kao takav on predstavlja ključnu površ u geodeziji, sa naročito važnom ulogom u pozicioniranju.
- Budući da je geoid telo nepravilnog oblika, koje nije moguće matematički izraziti, računanja na njemu nisu moguća.



21

Elipsoid

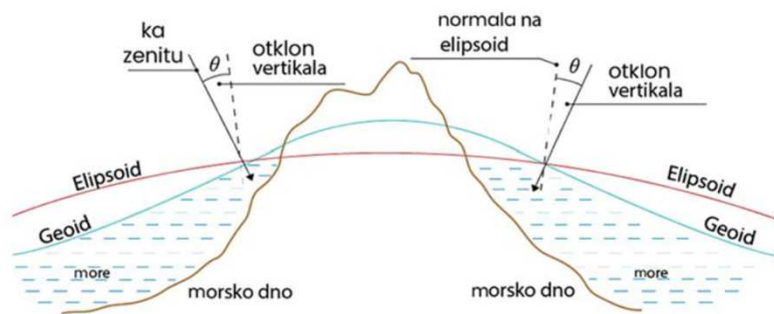
- Geoid se može aproksimirati sa približenjem od nekoliko desetina metara i dvoosnim geocentričnim elipsoidom čija se mala osa poklapa sa Zemljinom glavnom polarnom osom inercije.
- Referentni elipsoid je elipsoid koji najbolje aproksimira geoid nekog regiona ili države.



22

Odnos geoida, elipsoida i fizičke površi Zemlje

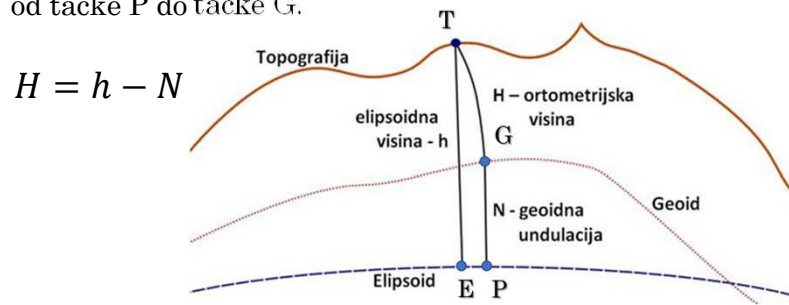
- Normala – prava koja je upravna na površ elipsoida.
- Vertikalna – kriva koja je upravna na površ geoida.
- Odstupanja vertikalna (mogu se meriti) ukazuju da postoje razlike između elipsoida i geoida.



23

Elipsoidne i ortometrijske visine

- Elipsoidna visina h – rastojanje duž normale na elipsoid (od tačke E do tačke T).
- Ortometrijska (nadmorska visina) H – rastojanje duž vertikalne od tačke G do tačke T.
- Geoidna undulacija N – rastojanje duž normale na elipsoid od tačke P do tačke G.



24

Određivanje parametara elipsoida

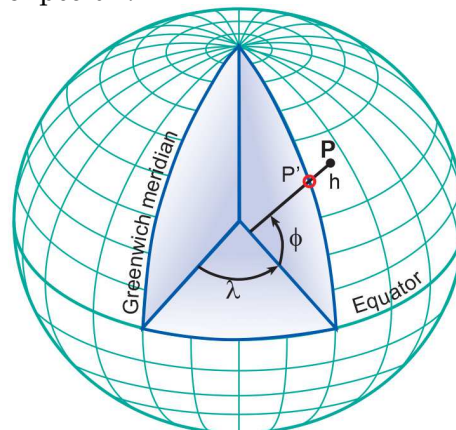
- U različitim državama definisani su različiti parametri oblika i dimenzija elipsoida, na osnovu kojih se određivao oblik i dimenzije elipsoida koji aproksimira Zemlju.
- U većini evropskih zemalja i kod nas koristio se Beselov elipsoid koji je određen 1841. godine.

Naziv	a [m]	b [m]	$f = (a - b)/a$
Bessel	6 377 397,155	6 356 078,963	1:299,15281
Hayford	6 378 388,000	6 336 911,946	1:297,00000
Krasovsky	6 378 245,000	6 356 863,019	1:289,30000
GRS80	6 378 137,000	6 356 752,3141	1:298,257222
WGS84	6 378 137,000	6 356 752,3142	1:298,257222

25

Geografski koordinatni sistem

- Geografski koordinatni sistem – prostorni koordinatni sistem na elipsoidu.



26

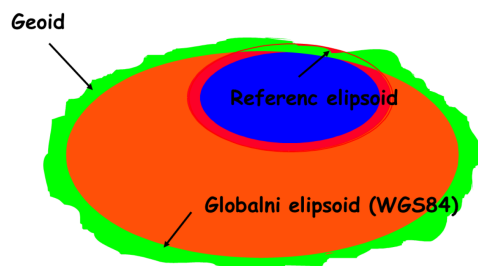
Geografski koordinatni sistem

- Koordinate na geografskom koordinatnom sistemu su najčešće krivolinijske:
 - geodetska širina φ – ugao između normale na elipsoid u posmatranoj tački i ekvatorijalne ravni;
 - geodetska dužina λ – ugao između meridijana posmatrane tačke i početnog meridijana, obično Griniča;
 - elipsoidna visina h .
- Za potrebe poznavanja tačne lokacije neke tačke u prostoru, pored koordinata φ , λ i h , neophodno je poznavati geodetski datum.

27

Geodetski datum

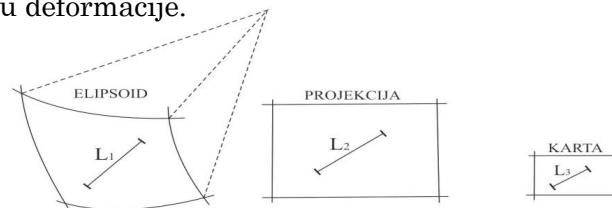
- Geodetski datum definiše oblik i veličinu zemljinog elipsoida i njegov položaj u odnosu na Zemlju.
- WGS84 je konvencionalni terestrički referentni sistem uz koji se vezuje globalni elipsoid WGS84 koji aproksimira geoid na celoj njegovoj površini.



28

Kartografske projekcije

- Karta je uslovljen, smanjen i generalisani prikaz Zemljine površine na određenoj ravni, koji pri tome zadovoljava određene matematičke uslove.
- Kartografske projekcije – matematičke formule putem kojih se krivolinijske koordinate (φ i λ) sa elipsoida transformišu u ravan karte.
- U procesu preslikavanja, kod kartografskih projekcija, neizbežne su deformacije.



29

Podela kartografskih projekcija

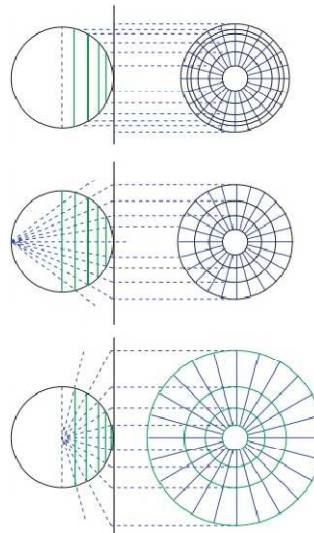
- Kartografske projekcije mogu se podeliti prema:
 - projekcionoj površi;
 - položaju projekcione površi;
 - vrsti deformacija.
- U zavisnosti od projekcione površi na koju se preslikava Zemljin elipsoid ili lopta projekcije se dele na:
 - azimutne (projekciona površ je ravan);
 - konusne;
 - cilindrične.

30

Azimutne projekcije

➤ Prema položaju centra projiciranja azimutne projekcije se mogu podeliti na:

- ortografske – centar projiciranja se nalazi u beskonačnosti;
- spoljne – centar projiciranja se nalazi na konačnoj udaljenosti izvan Zemlje;
- stereografske – centar projiciranja se nalazi na periferiji Zemlje;
- centralne – centar projiciranja se nalazi u središtu Zemlje;

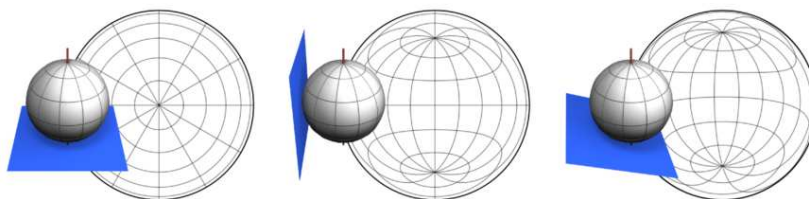


31

Azimutne projekcije

➤ Prema položaju projekcione ravni, azimutne projekcije mogu se podeliti na:

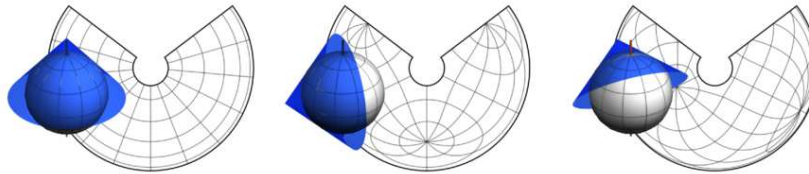
- polarne – ravan projiciranja dodiruje Zemljinu površ na polu;
- poprečne – ravan projiciranja dodiruje Zemljinu površ u nekoj tački ekvatora.
- kose – ravan projiciranja dodiruje Zemljinu površ u nekoj tački čija je geodetska širina $0^\circ \leq \varphi \leq 90^\circ$.



32

Konusne projekcije

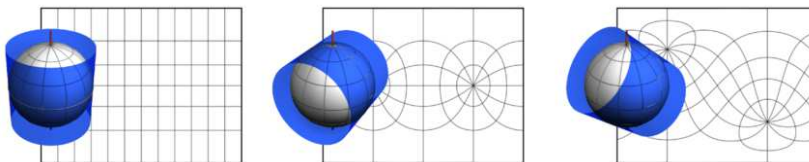
- Konusne projekcije spadaju u centralne projekcije.
- Prema položaju konusa u odnosu na obrtnu osu Zemlje, konusne projekcije mogu se podeliti na:
 - polarne – osa konusa se poklapa sa osom rotacije Zemlje;
 - poprečne – osa konusa leži u ravni ekvatora;
 - kose – osa konusa sa osom rotacije Zemlje zaklapa ugao $0^\circ \leq \varphi \leq 90^\circ$.



33

Cilindrične projekcije

- Zemlja se preslikava na cilindar koji je opasuje.
- Prema položaju cilindra u odnosu na obrtnu osu Zemlje, cilindrične projekcije mogu se podeliti na:
 - polarne – osa cilindra se poklapa sa osom rotacije Zemlje;
 - poprečne – osa cilindra leži u ravni ekvatora;
 - kose – osa konusa sa osom rotacije Zemlje zaklapa ugao $0^\circ \leq \varphi \leq 90^\circ$.



34

Podela kartografskih projekcija

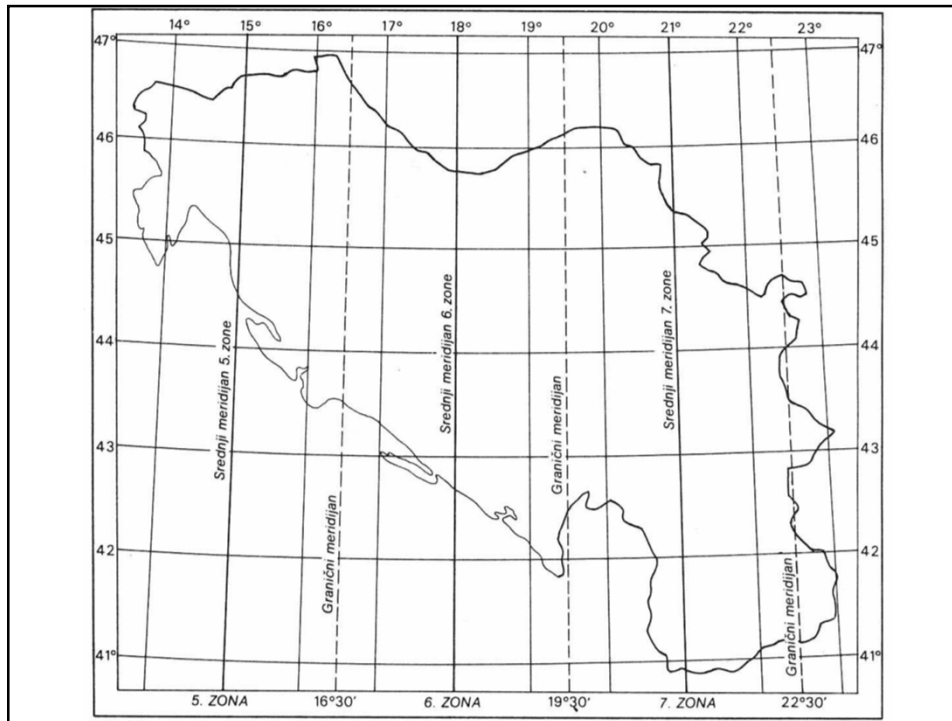
- Prema vrsti deformacija kartografske projekcije dele se na:
 - konformne – zadržava se jednakost uglova;
 - ekvivalentne – zadržava se jednakost površina;
 - ekvidistantne – zadržava se jednakost dužina po određenim pravcima.

35

Gaus-Kriggerova projekcija

- Za potrebe državnog premera u bivšoj Jugoslaviji 1929. godine usvojena je Gaus-Kriggerova projekcija.
- Gaus je Zemlju aproksimirao Beselovim elipsoidom.
- Geografske dužine se računaju u odnosu na Grinič.
- Teritorija bivše Jugoslavije pokrivena je sa 3 meridijanske zone čija je širina 3° .
- Tri koordinatna sistema numerisana brojevima 5, 6 i 7 koji su dobijeni deljenjem geografskih širina centralnih meridijana 15° , 18° i 21° sa širinom zone.
- Prema karakteru deformacija Gaus-Kriggerova projekcija je konformna.

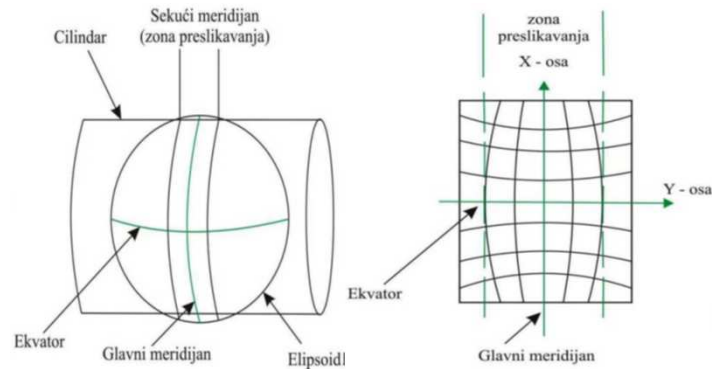
36



37

Gaus-Kriggerova projekcija

- Projekcija centralnog meridijana zone je X osa, dok projekcija Ekvatora predstavlja Y osu.
- Za ordinatu Y srednjeg meridijana usvojena je vrednost 500 000 m.

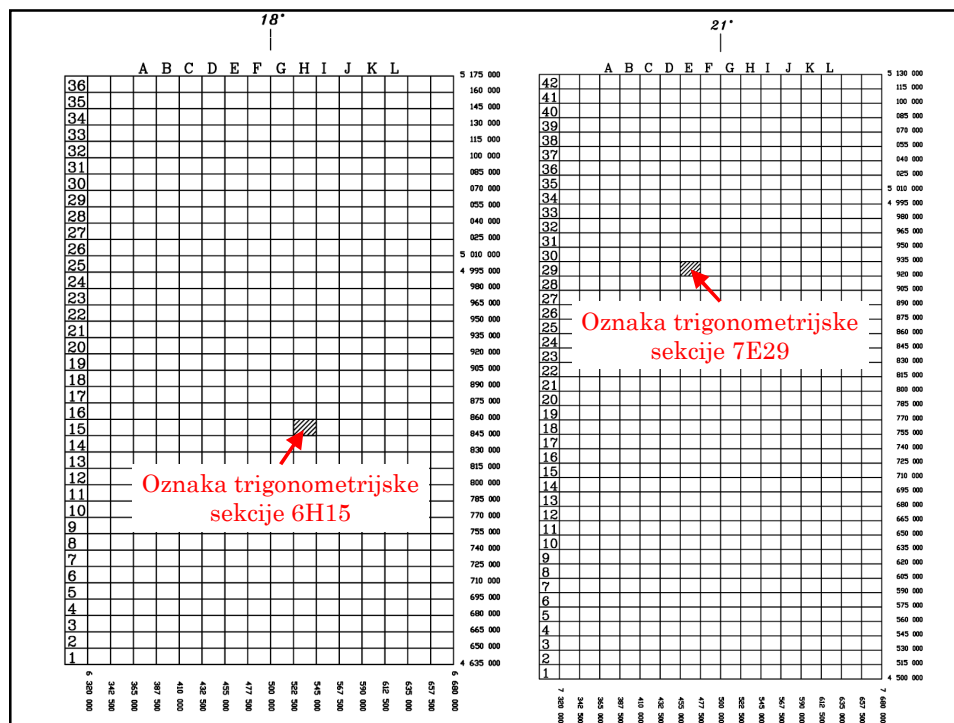


38

Gaus-Kriggerova projekcija

- Ispred Y koordinate se upisuje broj zone kako bi se označila pripadnost koordinatnom sistemu (na primer, 7 500 000,00 – sedma zona).
- Linearna deformacija projekcije ograničena relativnom greškom 1:10000, odnosno dozvoljena je deformacija od 1 dm za dužinu 1 km.
- Deformacija duž srednjeg meridijana zone iznosi 1 dm/km, pa je samim tim razmera duž srednjeg meridijana iznosi 0.9999.

39



40

UTM projekcija

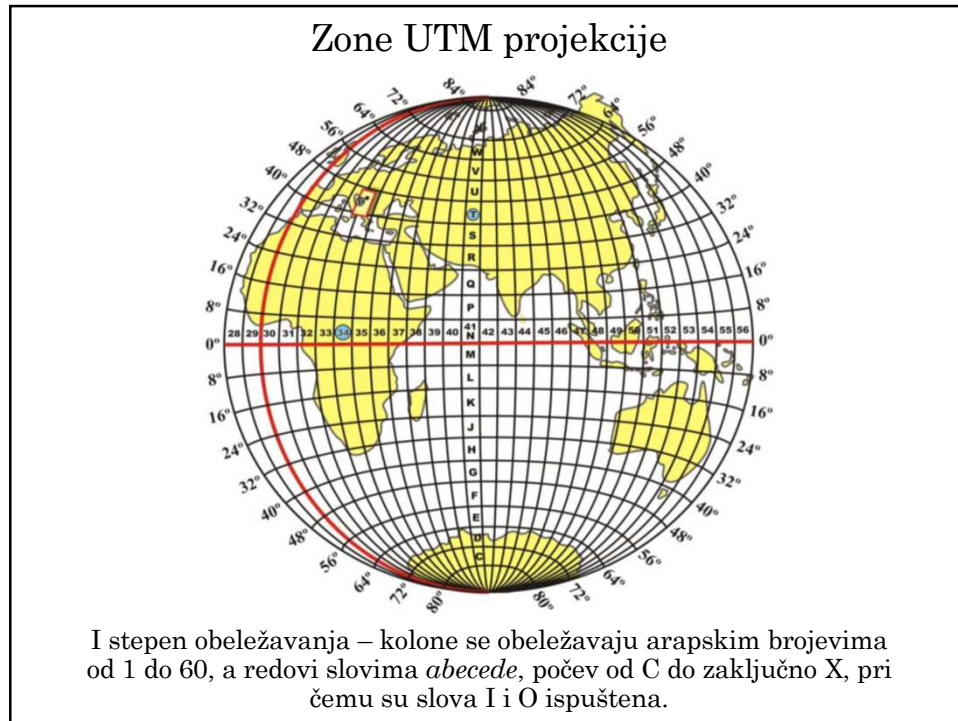
- Univerzalna poprečna Merkatorova (*Universal Transverse Mercator – UTM*) projekcija je zvanična državna projekcija Republike Srbije.
- UTM projekcija – modifikovana Gaus-Kriggerova projekcija.
- GRS80 (*Geodetic Reference System 1980*) elipsoid.
- Poprečna cilindrična projekcija, širina meridijanske zone 6° .
- Teritorija Republike Srbije pripada 34. meridijanskoj zoni (geografska dužina centralnog meridijana iznosi 21°).
- Prema karakteru deformacija UTM projekcija spada u grupu konformnih projekcija.

41

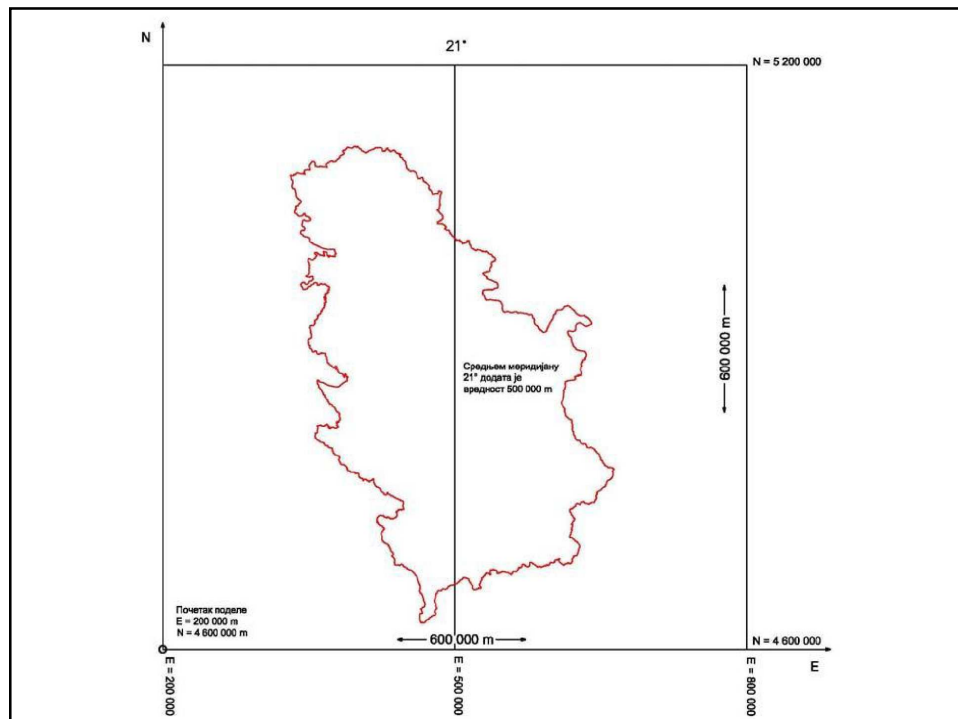
UTM projekcija

- Rasecanjem cilindra po izvodnici dobija se ravan.
- Projekcija centralnog meridijana zone je N osa, dok projekcija Ekvatora predstavlja E osu.
- Za ordinatu E srednjeg meridijana usvojena je vrednost 500 000 m.
- Uslovna vrednost apscise (ekvatora) za severnu hemisferu je 0 m, a za južnu hemisferu 10 000 000 m.
- Razmera duž srednjeg meridijana iznosi 0,9996.

42



43



44



45