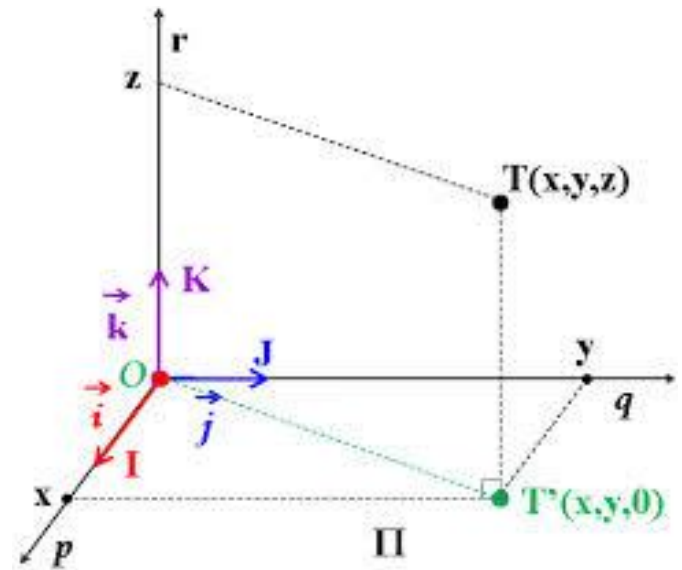
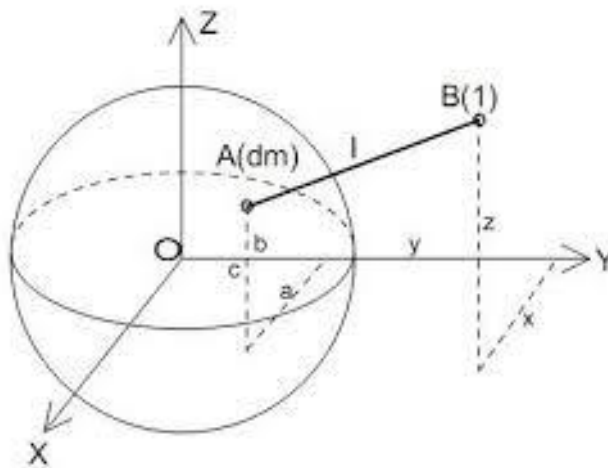
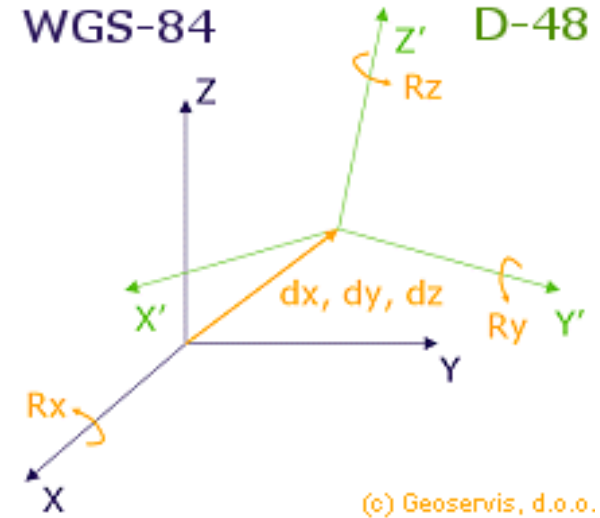
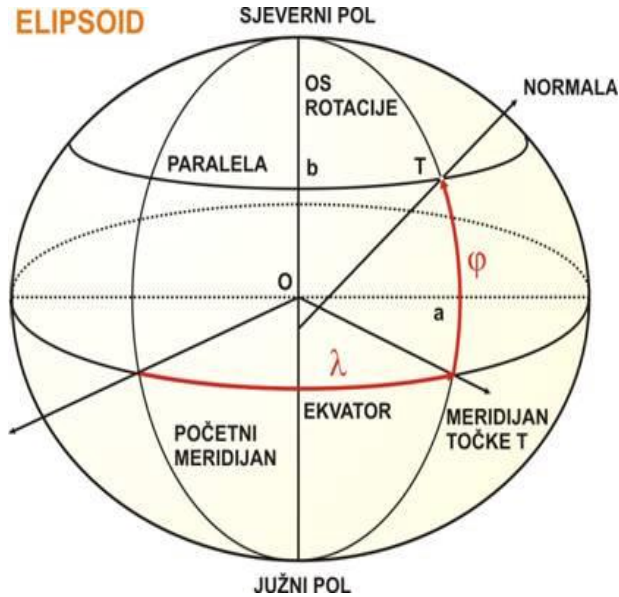
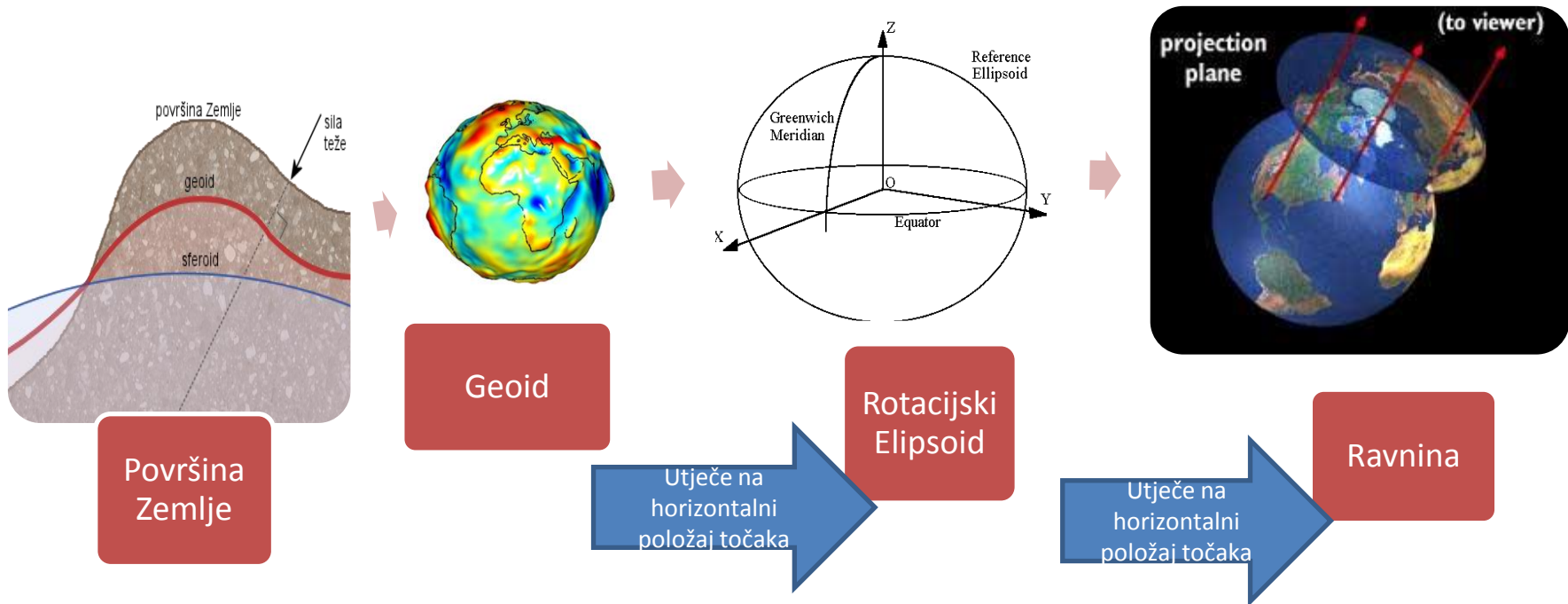


# GEODETSKI KOORDINATNI SUSTAVI

ELIPSOID



# Površina Zemlje je vrlo složena i nepravilna



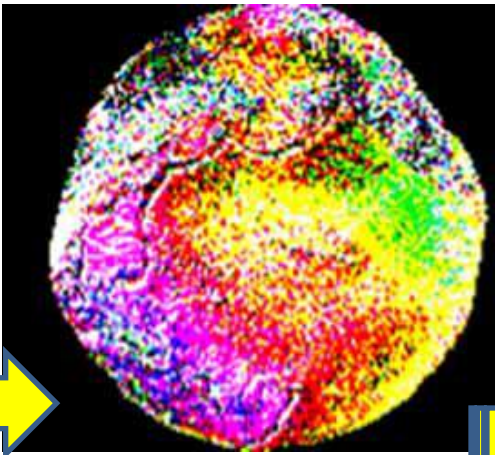
- **Geoid** je ekvipotencijalna površina sile teže koja bi se **podudarala sa površinom oceana** da su u ravnoteži, u potpunom mirovanju i da se protežu kroz kontinente
- Pravilna matematička ploha najbliža plohi geoida je **rotacijski elipsoid**
- **Referentni elipsoid** nazivamo elipsoid na koji se svode geodetska mjerenja i na kojem se ona obrađuju
- Bitni korak je **izbor i pozicioniranje referentnog elipsoida** tako da najbolje aproksimira geoid → **izbor geodetskog datuma (geodetskog sustava)**

# Izbor elipsoida

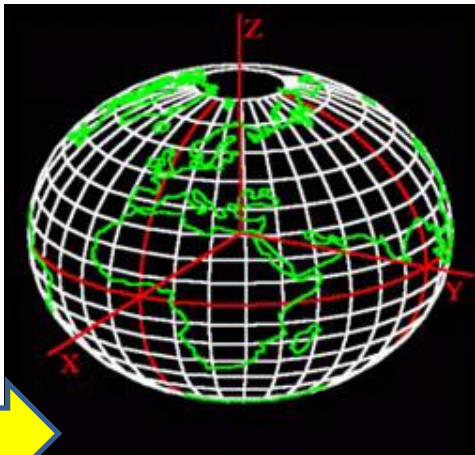
Zemlja



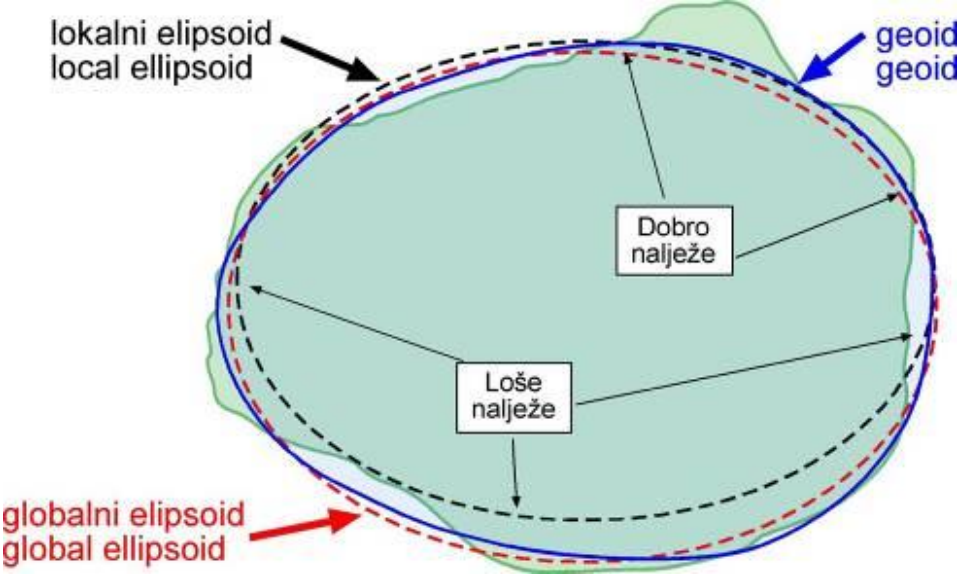
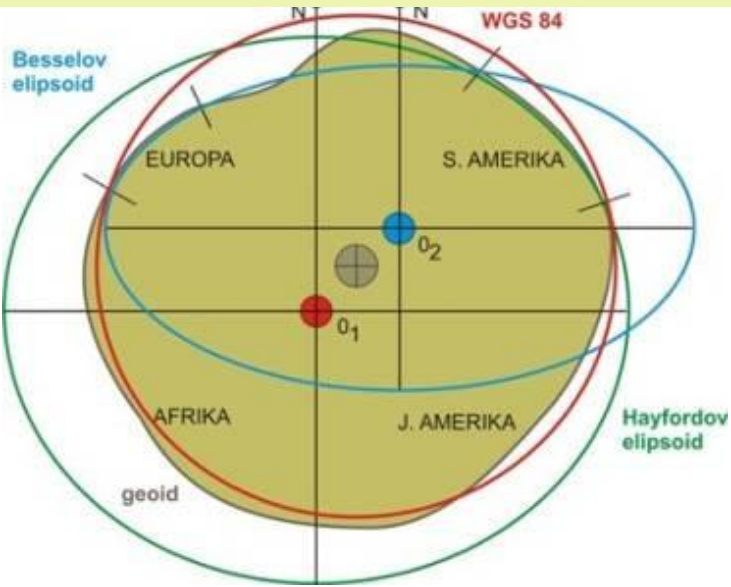
Geoid



Elipsoid



Elipsoidi koji najbolje odgovaraju cijeloj Zemlji nazivaju se **globalnim elipsoidima**  
Elipsoidi koji najbolje odgovaraju nekoj regiji ili državi nazivaju se **lokalnim elipsoidima**.



# Koordinatni sustav

- **Koordinatni sustav** (eng. Coordinate System), je skup matematičkih zakonitosti koje definiraju kako će koordinate biti pridružene točkama.
- Određivanjem jedinstvenog koordinatnog sustava za sve točke tog sustava omogućeno je određivanje njihovog međusobnog položaja ( to je jedan od glavnih ciljeva u geodeziji- triangulacija, nivelman, poligonometrija, snimanje detalja...)

# IZBOR PROJEKCIJE ZA POTREBE DRŽAVNE IZMJERE

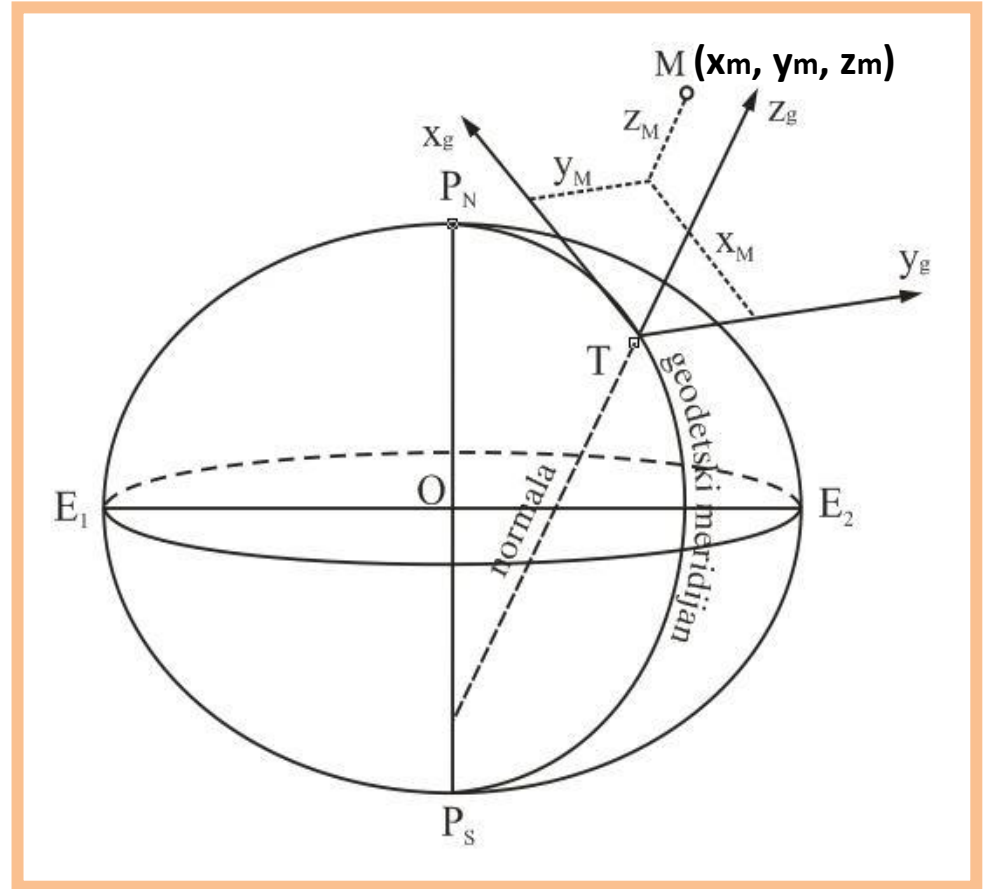
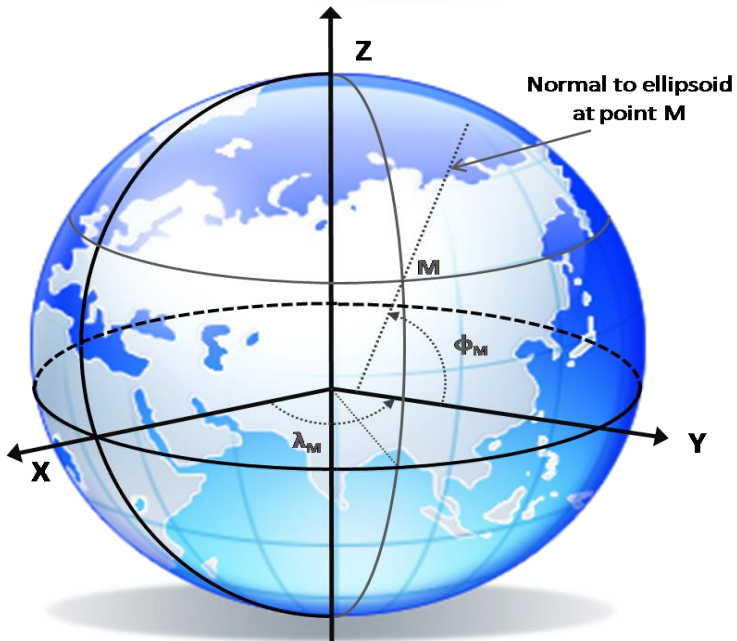
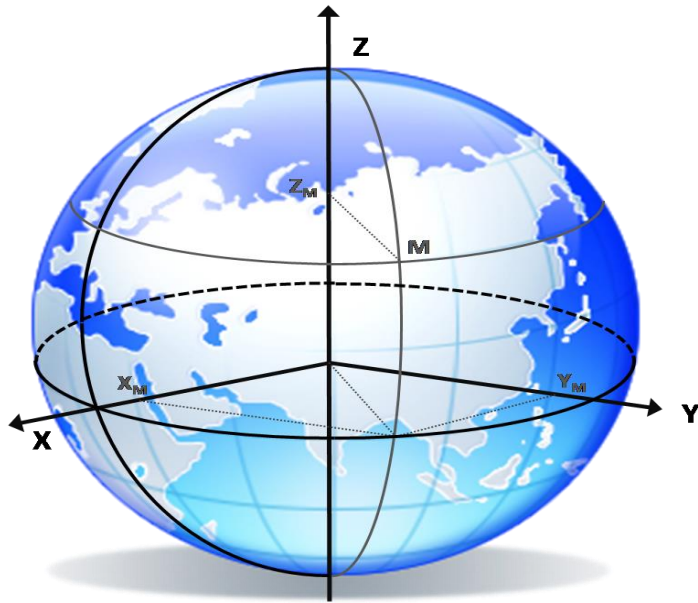
- Uz zadanu točnost projekcije potrebno je obuhvatiti što je moguće veće područje preslikavanja, odnosno zadano područje obuhvatiti sa minimalnim brojem koordinatnih sustava
- Da dužina granične linije između koordinatnih sustava bude što kraća
- Računanje i uzimanje u obzir deformacije kutova i dužina te računanje redukcije pravaca i dužina bude što jednostavnije  
(Deformacije su *zanemarive* ako izmjerene dužine i kutove na terenu bez popravaka zbog deformacije projekcije možemo koristiti za kartiranja i računanja u ravnini po formulama ravne trigonometrije)
- U računanju trigonometrijske mreže 4. reda i u većini praktičnih geodetskih i topografskih radova trebaju deformacije projekcije biti zanemarive
- Traži se što je moguće veća jednoobraznost u svim računanjima neovisno o koordinatnim sustavima (jednostavnost i praktičnost formula)

# Koordinatni sustav

- Koordinatnim sustavom definiran je tip koordinatnog sustava:
  - Kartezijev (X,Y,Z),
  - Elipsoidni (geodetske  $\varphi, \lambda$ ),
  - sferni (geografske  $\varphi, \lambda$ )
  - dimenzije (1D, 2D, 3D, ili 4D)  
4D -x,y,z,t (satelitska geodezija)      t = vrijeme
  - i osnovne matematičke zakonitosti.
- **On je matematička osnova referentnog sustava.**



# Globalni geocentrični geodetski koordinatni sustav



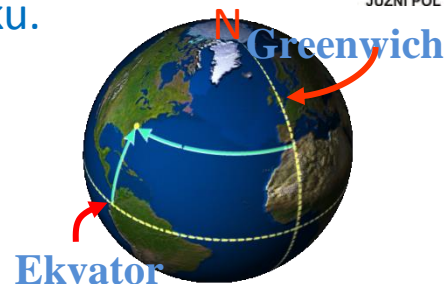
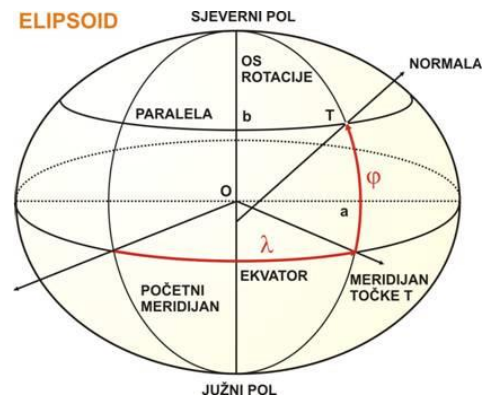
## Lokalni geodetski koordinatni sustav ( $x_M, y_M, z_M$ )

- Ishodište sustava u točki stajališta
- $z$  – pravac normale na elipsoid;
- $x$  – nalazi se u horizontalnoj ravni i predstavlja tangentu na geodetski meridijan;
- $y$  – nalazi se u horizontalnoj ravni, okomita je na  $x$  i  $z$

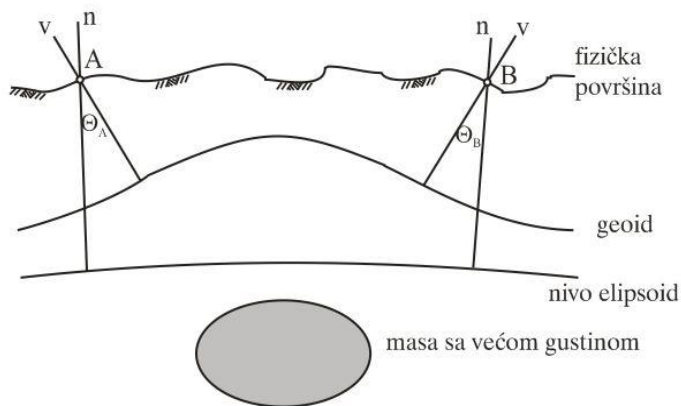
Razlika između **geodetskih** ( $\varphi, \lambda, h$ ) i **geografskih** elipsoidnih koordinata:

- **Geodetske koordinate** su vezane
  - uz normalu (okomicu) i odnose se na **elipsoid**
  - dobijemo računanjem
- Geografske koordinate definira
  - vertikalna i astronomski meridijan kroz datu točku.
  - dobiju se astronomskim mjerenjima

Poznate su formule koje povezuju geografske i geodetske koordinate ( $\varphi, \lambda - \varphi, \lambda$ )



- ✓ Razlike između ova dva sustava su posljedica: **otklona vertikalne, oblika i orijentacije referentnog elipsoida.**
- ✓ U **preciznim geodetskim radovima**, razlika između geografskih (astronomskih) i geodetskih koordinata **nikada se ne zanemaruje.**



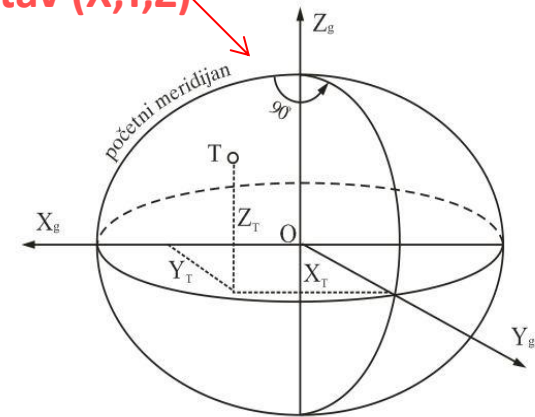
**Otklon težišnice (vertikalne)  $\theta$**  je kut između tangente na smjer ubrzanja sile teže (težišnice) i okomice na elipsoid (normale) u promatranoj točki



# Geodetski koordinatni sustavi

1) **3D** - položaj točke zadan na površini **rotacijskog elipsoida**:

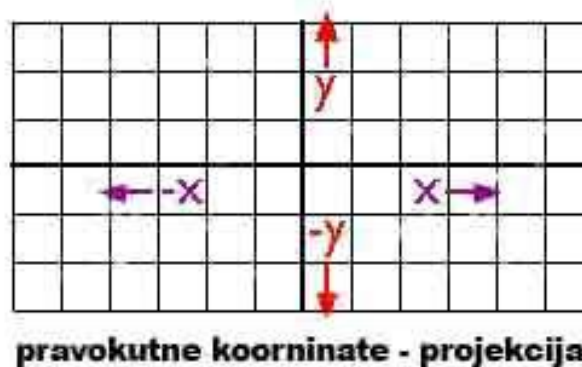
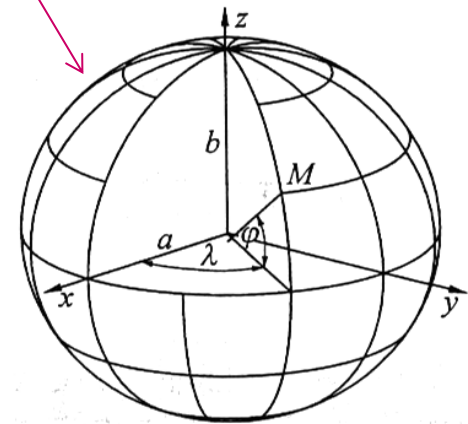
- 3D kartezijev ili globalni pravokutni koordinatni sustav (X,Y,Z)
- Geodetski koordinatni sustav ( $\varphi, \lambda, h$ )



2) **2D** – položaj točke u **ravnini** (projekcija):

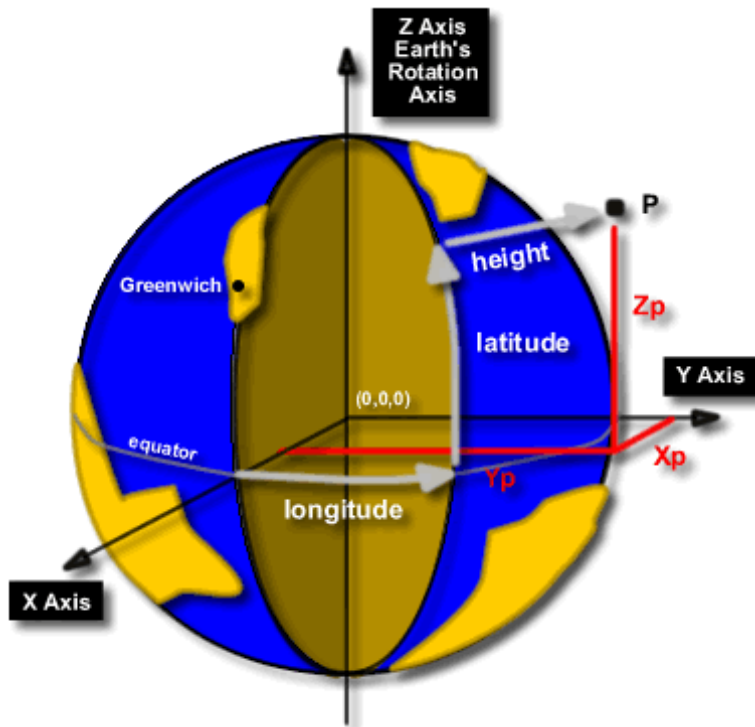
- **Pravokutni koordinatni sustav**
  - Gauß-Krügerov koordinatni sustav (y,x)
  - TM koordinatni sustav
- **Polarni koordinatni sustav**

3) **1D** - Visinski koordinatni sustav (H)

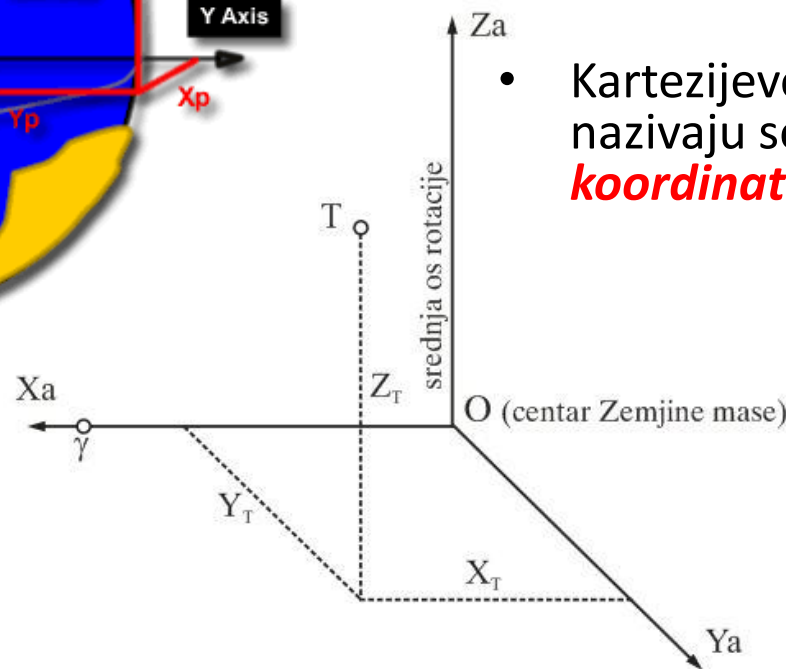


# 3D kartezijeve koordinate

## 3D kartezijev koordinatni sustav ili globalni pravokutni koordinatni sustav



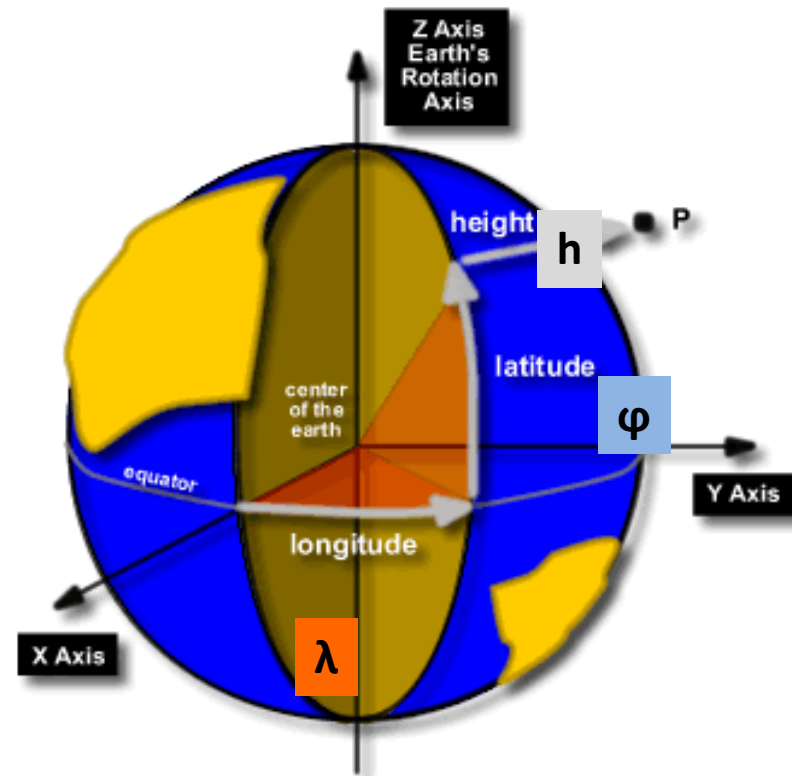
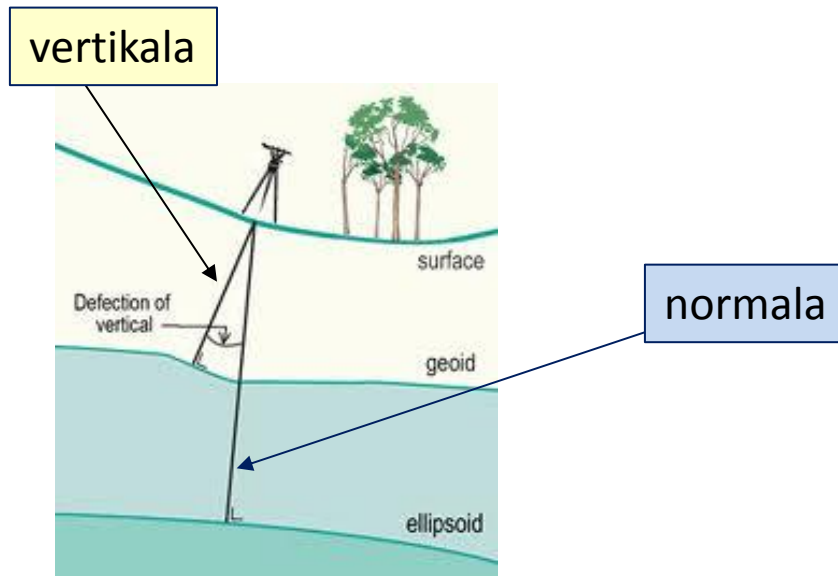
- Ishodište sustava **pravokutnih kartezijevih koordinata** nalazi se u centru elipsoida,
  - **X os** prolazi sjecištem ravnine ekvatora i nultog meridijana,
  - **Y os** prolazi sjecištem ravnine ekvatora i meridijana  $90^\circ\text{E}$ ,
  - **Z os** se poklapa sa osi rotacije elipsoida.



- Kartezijeve koordinate -  $X_T, Y_T, Z_T$  nazivaju se i **geocentričnim koordinatama**.

# 3D geodetske koordinate

- **Geodetske ili elipsoidne koordinate** su **polarne 3D** koordinate:
  - **geodetska širina  $\varphi$**  - kut između elipsoidne ravnine ekvatora i normale na elipsoid u točki P,
  - **geodetska dužina  $\lambda$**  - kut između ravnine početnog meridijana i lokalnog meridijana u točki P i
  - **geodetska visina  $h$**  - udaljenost točke na fizičkoj površini Zemlje od plohe elipsoida po normali.

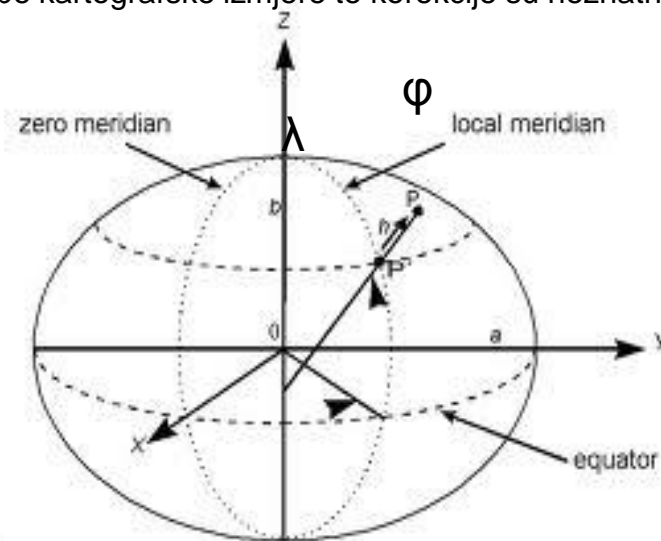
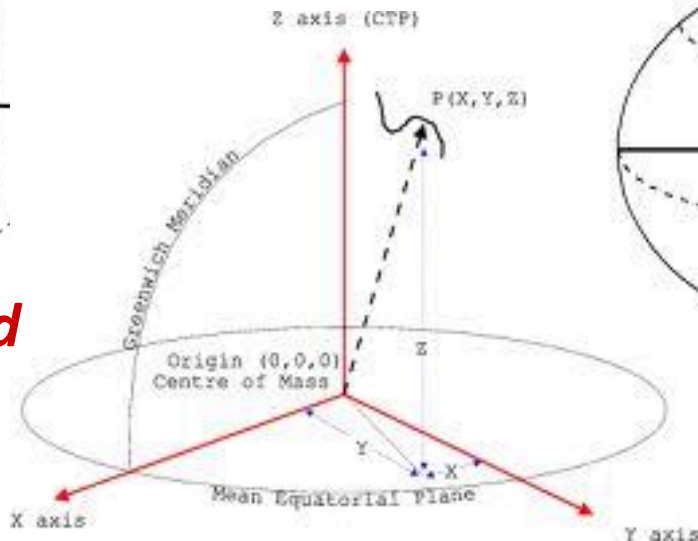
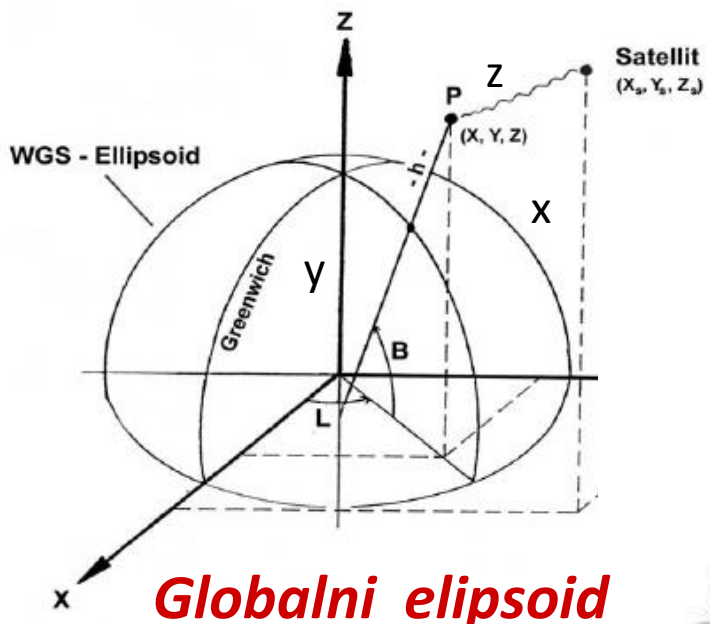


**World Geodetic System 1984 (WGS 84)** razvijen je 1980tih u SAD-u (Department of Defense) na temelju novijih mjerenja i poznatih GRS80 parametara,

- Ishodište koordinatnog sustava WGS 84 nalazi se u središtu mase Zemlje
- Z os prolazi središtem sjevernog pola
- X os leži u ekvatorijalnoj ravnini i prolazi srednjim Greenwich-meridijanom
- Y os okomita je na osi X i Z i usmjerena je na istok

WGS 84 je referentni sustav za GPS

u međuvremenu su parametri elipsoida malo korigirani (za potrebe kartografske izmjere te korekcije su neznatne)



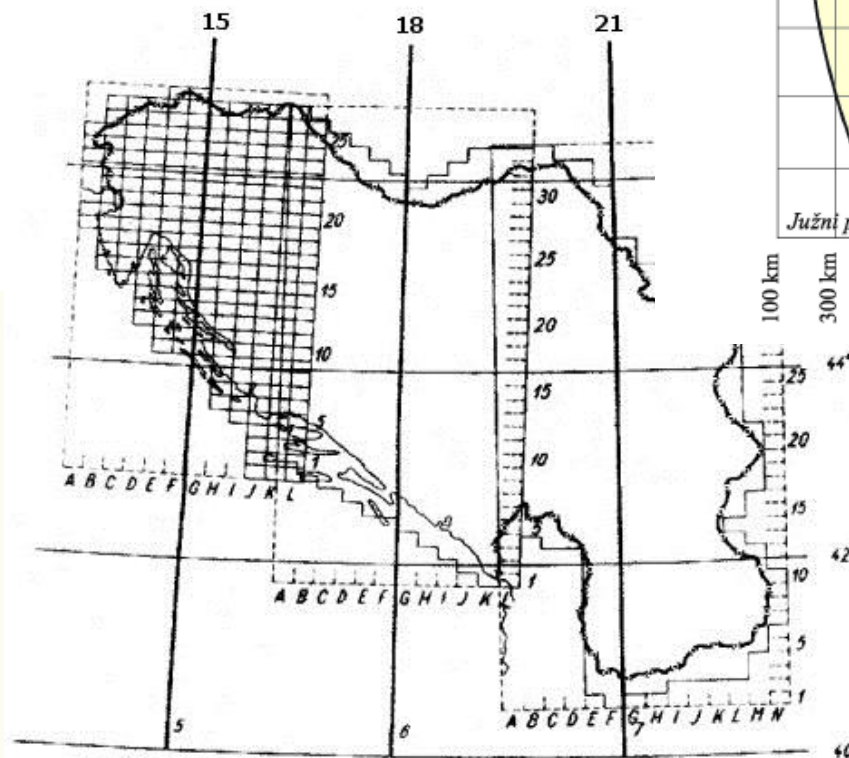
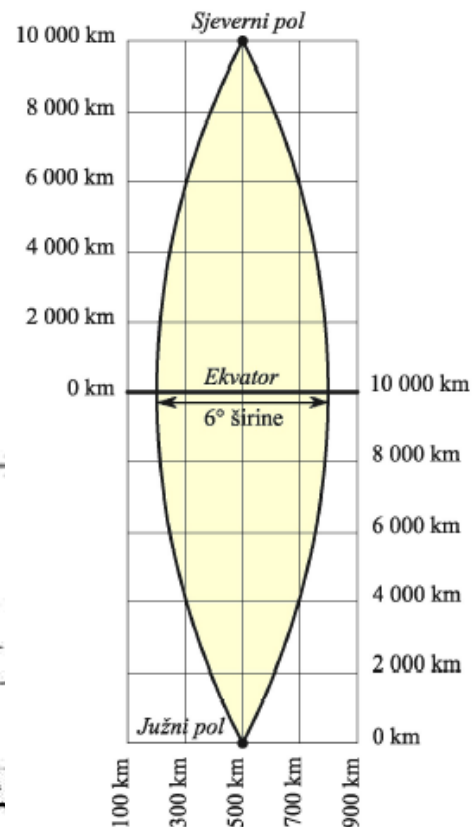
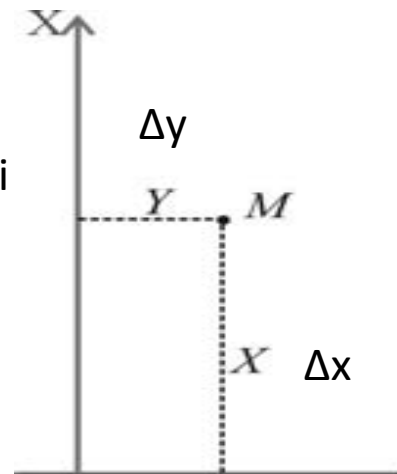
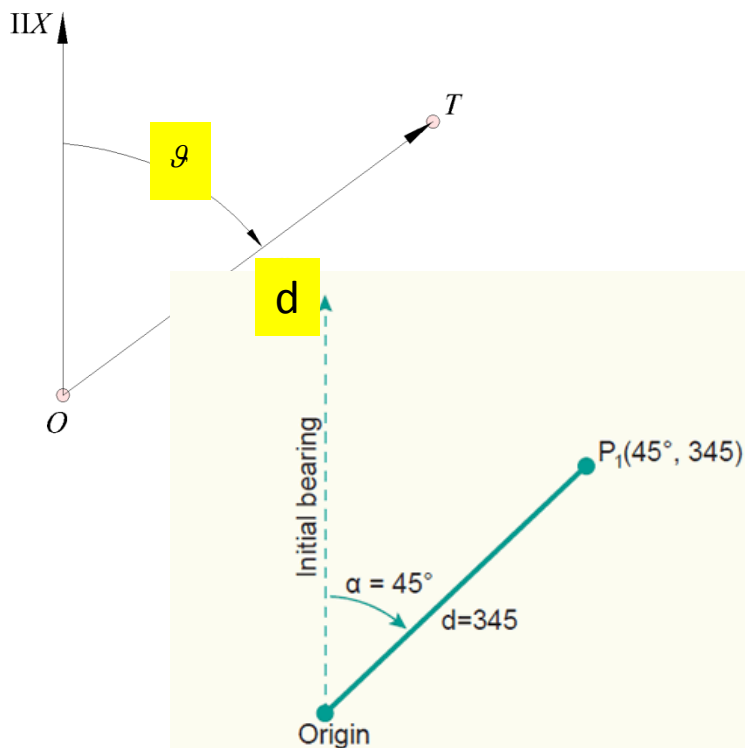
# Položaj točke u ravnini (projekcija) - 2D

## ➤ Pravokutni koordinatni sustav

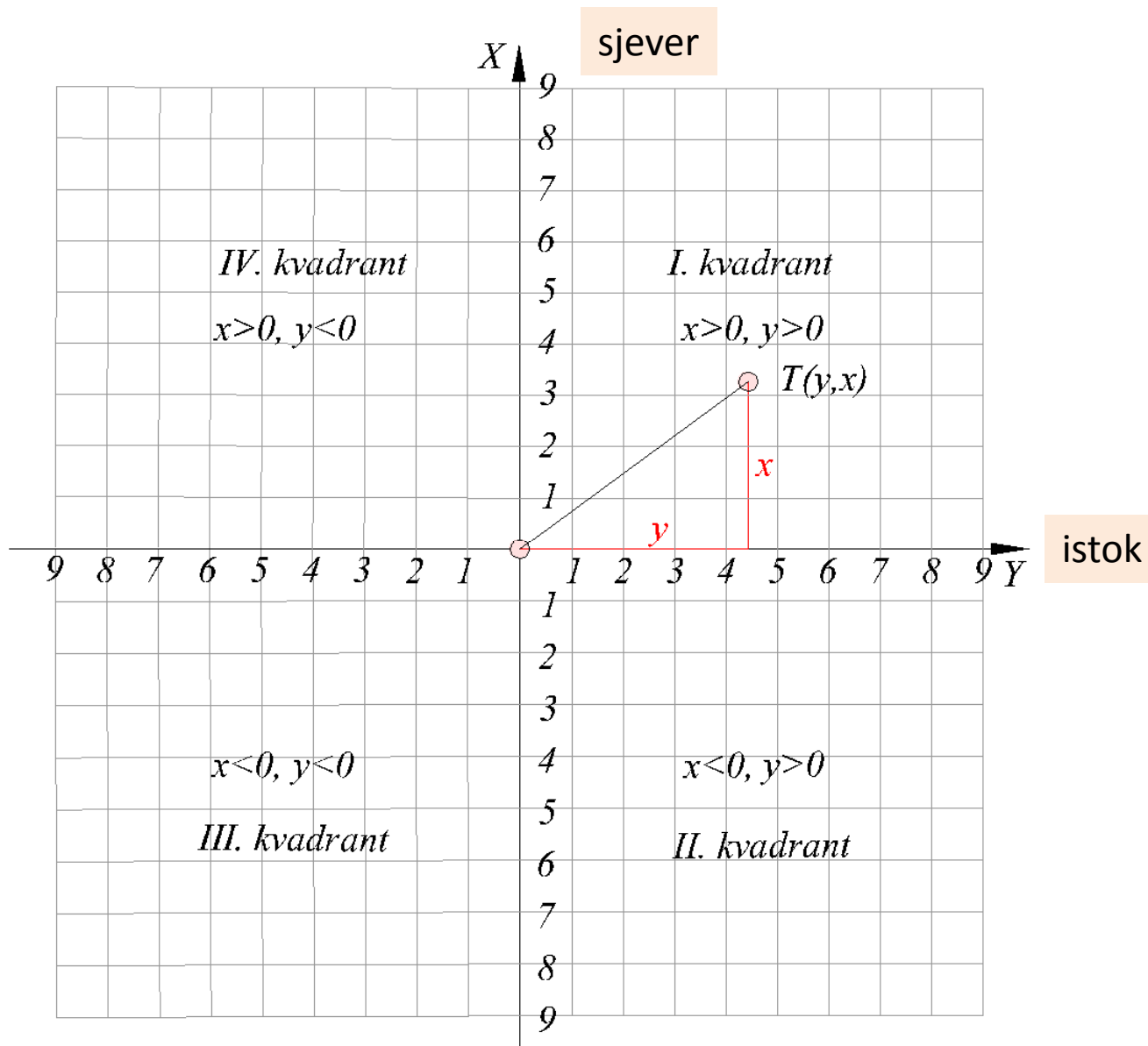
- Gauß-Krügerov koordinatni sustav
- Transverse Mercator (TM) koordinatni sustav

## ➤ Polarni koordinatni sustav

- Polarni kut i duljina



# Geodetski pravokutni koordinatni sustav u ravnini projekcije





- **x** koordinata se mjeri u metrima od ekvatora s pozitivnim smjerom prema sjeveru
- **y** koordinata se uvećava za  $z + 500\,000$  m (  $z$  = broj zone) kako bi se izbjegle negativne vrijednosti
  - 5 zona  $y = 5\,500\,000 \pm$  udaljenost prema istoku (+) ili zapadu (-) od središnjeg meridijana
  - 6 zona  $y = 6\,500\,000 \pm$  udaljenost prema istoku(+) ili zapadu (-) od središnjeg meridijana

- **Primjer:**

- $y = 5\,550\,635.17$
- $x = 5\,050\,127.18$ 
  - Točka se nalazi u 5. zoni i to 50 635.17 m istočno od središnjeg  $15^\circ$  meridijana
- $y = 6\,451\,832.54$
- $x = 5\,060\,382.44$ 
  - Točka se nalazi u 6. zoni i to 48167.46 m zapadno od središnjeg  $18^\circ$  meridijana

# Geodetski datum i referentni koordinatni sustavi

Sukladno ISO/DIS 19111 (2000) Draft International Standard –Geographic information – Spatial referencing by coordinates (ICS 35.240.70), 1-42.

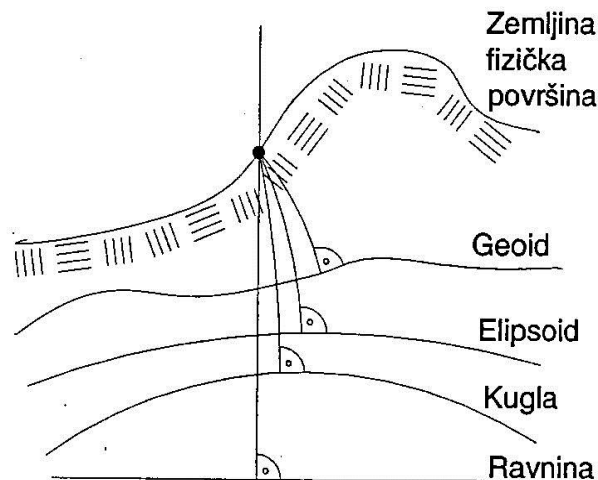
- **Geodetski datum** *možemo definirati kao skup podataka koji definira veličinu i oblik Zemljinog elipsoida, koordinatni sustav i orijentaciju u odnosu na Zemlju.*
- To je skup parametara koji definiraju oblik referentne plohe kao i položaj zemljinog tijela u prostoru
- **Geodetski datum** → opisuje vezu koordinatnog sustava u odnosu na Zemljino tijelo (*u većini slučajeva uključuje definiciju elipsoida*)

## Datum definira:

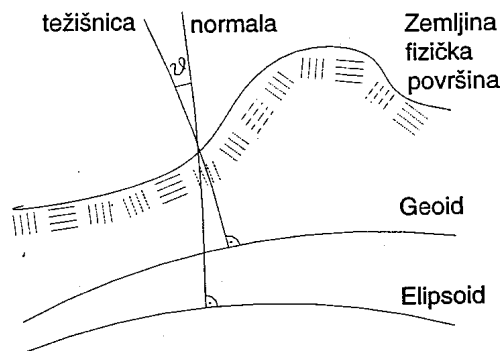
- položaj ishodišta,
- mjerilo
- orijentaciju osi koordinatnog sustava

# Geodetske referentne plohe

- *geoid*
- *globalni elipsoid*
- *regionalni (referenc) elipsoid*
- *kugla*
- *ravnina*
- Globalni elipsoid može se definirati samo uz pomoć geoida, a koristi se za znanstvene potrebe u astronomiji, geofizici, geodeziji (za računanje plohe geoida) i dr.
- U državnoj izmjeri koriste se najčešće lokalni i regionalni (kontinentalni) elipsoidi definirani na temelju internih podataka mreže



- Mjerenja izvedena na zemljinoj fizičkoj površini moraju se reducirati ("prebaciti") na usvojenu plohu računanja, a to je kod osnovnih državnih radova elipsoid. Na elipsoidu se vrše izjednačenja tih mjerenja.
- Ploha računanja se najčešće određuje tako da je elipsoid definiran u odnosu na (lokalni) geoid.
- redukcija mjerenja izvodi se najčešće metodom projiciranja uzduž normale na elipsoid



- Budući da je smjer normale nepoznat, može se približno odrediti astronomskim mjerenjima. No, astronomske koordinate ( $\varphi, \lambda$ ) definiraju smjer težišnice, koja se odnosi na geoid.
- Stoga se kod državne izmjere javljaju zapravo slijedeći problemi:
  - mjerenje se izvodi na plohi (Zemljinoj fizičkoj površini), na kojoj se ne može računati
  - računanje se izvodi na plohi na kojoj se ne može mjeriti (elipsoid)
  - mjerenje i računanje trebaju se odnositi na geoid, na kojem se u pravilu ne može niti mjeriti ni računati.

# Izgradnja osnovne mreže I. reda

- Pod izgradnjom odnosno uspostavljanjem mreže I. reda podrazumijevamo uspostavu stalnih geodetskih točaka koje će nam služiti kao matematička osnova premjera i daljnjeg progušćivanja točkama nižih redova.
- U procesu obrade definira se koordinatni sustav u kojem će se premjer predstaviti na planovima i kartama različitih mjerila.
- Upravo pomoću podataka koje daje triangulacija I. reda vrši se orijentacija mreže, orijentacija referentnog elipsoida za koji je vezan koordinatni sustav.
- Na osnovu tih mjerenja utvrđuje se mreža meridijana, paralela te koordinatnih osi.

- **Referentni koordinatni sustav je** koordinatni sustav koji se prema stvarnom svijetu odnosi uz pomoć datuma.
- **Geodetski (elipsoidni) koordinatni sustav je** koordinatni sustav u kojem je položaj specificiran :
  - **geodetskom (elipsoidnom) širinom,**
  - **geodetskom (elipsoidnom) dužinom**
  - **geodetskom (elipsoidnom) visinom**



# Geodetski (elipsoidni) koordinatni sustav

- geodetska (elipsoidna) širina “ $\varphi$ ”

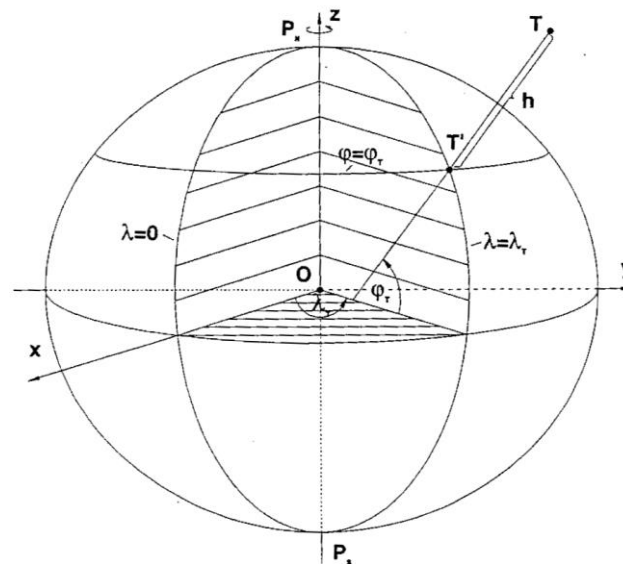
**Kut koji zatvara normala u nekoj točki s ravninom ekvatora**

- geodetska (elipsoidna) dužina “ $\lambda$ ”

**Kut koji zatvara ravnina meridijana te točke sa proizvoljno određenom početnom (0 - nultom) ravninom meridijana**

- geodetska (elipsoidna) visina “ $h$ ”

**Udaljenost točke na fizičkoj površini Zemlje od plohe elipsoida**



# Nasljeđeni geodetski datumi

- **Položajni datum:**

izvorni → Austro-Ugarske monarhije iz 1901.

(HR1901, HDKS), lokalni datum, Besselov elipsoid,

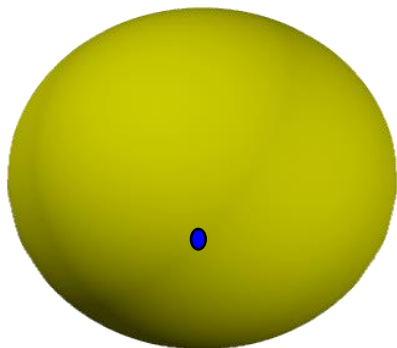
Gauss-Krügerova projekcija(1924.).

- **Visinski datum:** mareograf Trstu, epoha1875., normalne ortometrijske visine.

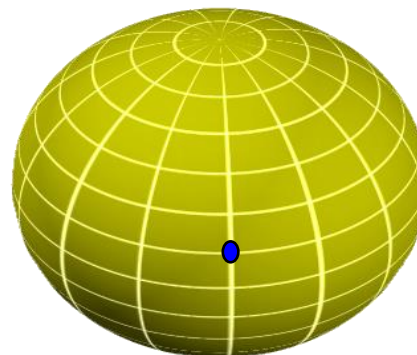
( ortometrijske visine prikazuju visinsku ***udaljenost točke od geoida*** mjereno uzduž težišnice)

- **Gravimetrijski datum:** Potsdam, IGSN71.

*Datum* definira početnu točku  
i referentnu površinu rotacijskog  
elipsoida



Koordinatni sustav  
određuje kako je položaj početne točke  
povezan s datumom



Parametri referentnih elipsoida i pripadajući geodetski datumi koji se koriste  
u Republici Hrvatskoj

Elipsoid	GRS80	WGS84	Bessel 1841
a	6378137,00	6378137,00 m	6377397,155 m
f	1/298,257222101	1/298,257223563	1/299,15281285
Datum	ETRS 89	ITRF	Hermannskogel

European Terrestrial Reference System **(ETRS)**

$$f = (a-b)/a$$

The International Terrestrial Reference Frame **(ITRF)**



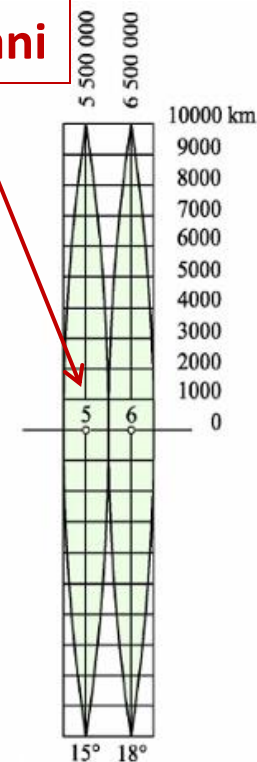
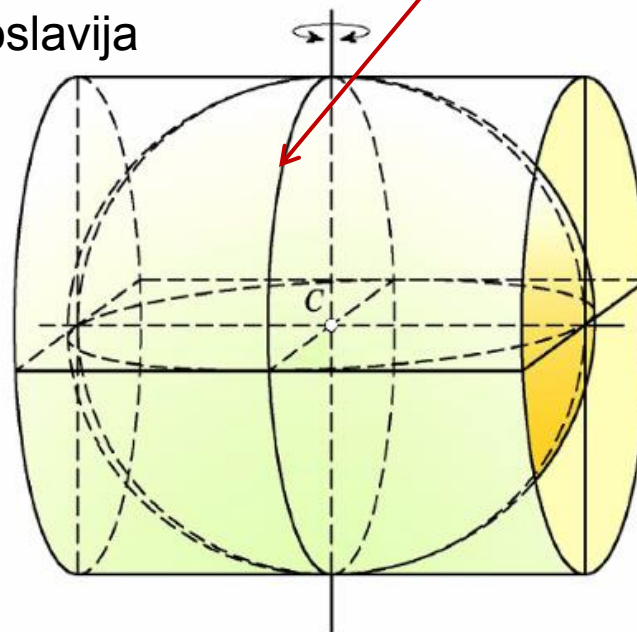
# • Gauss-Krüger projekcija

- Austrija je još 1917. uvela za potrebe državne izmjere, kasnije Njemačka i bivša Jugoslavija

## • Konformna poprečna cilindrična projekcija

### • Elipsoid – *Bessel 1841*

Dodirni meridijani



- Dijeli se na zone široke  $3^\circ$  unutar kojih su deformacije male
- Svaka zona ima drugi dodirni meridijan
  - $15^\circ / 3^\circ = 5^\circ \Rightarrow$  zona 5
  - $18^\circ / 3^\circ = 6^\circ \Rightarrow$  zona 6
- U svakoj zoni je projekcija središnjeg meridijana je **os x koordinatnog sustava, a os y je projekcija ekvatora**
- y koordinata se uvećava za **500 000 m** zbog izbjegavanja negativnih vrijednosti



# ***Koordinatni sustav***

( Gauss-Krügerova – projekcija ) \_\_\_\_\_ Besselov elipsoid

- tzv. “ *geodetska projekcija* ”
- Konformna , cilindrična , poprečna
- 1924 za potrebe državne izmjere na području bivše Jugoslavije uvedena je jedinstvena Gauss-Krügerova konformna projekcija

**\_ projekcija je konformna ( kutevi nepromijenjeni )**

**\_ srednji meridijan preslikava se u pravoj veličini ili je mjerilo duž njega konstantno**

**\_ os x pravokutnog koordinatnog sustava poklapa se sa srednjim meridijanom.**

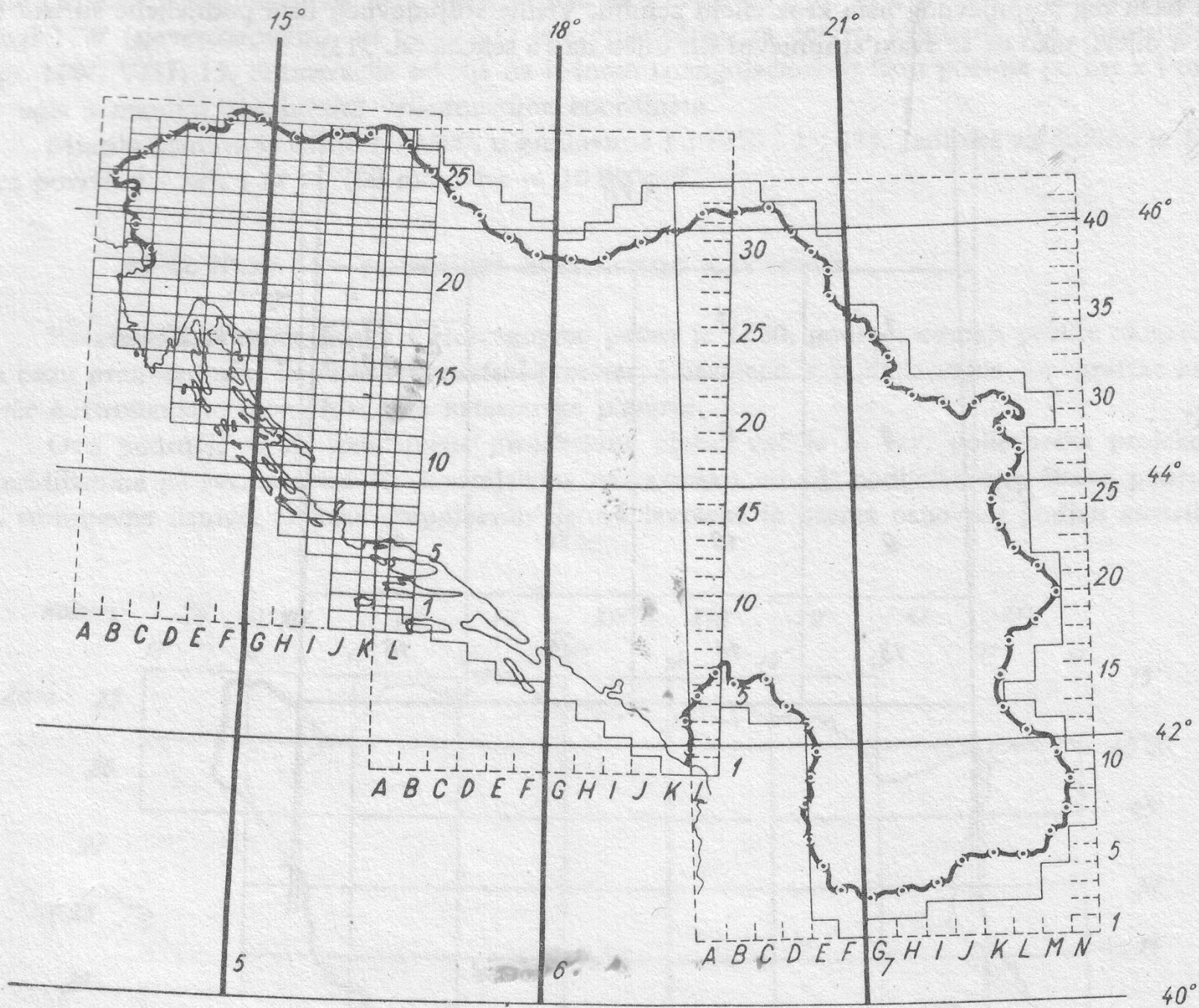
**\_ ishodište sustava se može postaviti u bilo kojoj točki srednjeg meridijana  
( obično se uzima u presjeku srednjeg meridijana i ekvatora)**

- meridijani i paralele u projekciji sijeku se pod pravim kutom
- zadržana sličnost (podudaranje) likova na elipsoidu i u ravnini
- izvršen novi premjer na dijelu teritorija RH
- teritorij se preslikava na elipsoid sa dva poprečno postavljena cilindra, po 15. i 18. meridijanu.
- dva koordinatna sistema ( **5** i **6** ) s obzirom na početni Greenwichov meridijan

# GK projekcija

- **Poprečna projekcija** - os valjka se nalazi u ravnini ekvatora )
- Poprečna cilindrična projekcija pogodna je za prikazivanje područja izduženih duž meridijana ( Republika Hrvatska )
- Meridijani i paralele se preslikavaju kao okomite linije ( *posljedica konformnog preslikavanja* )
- Položaj svake točke u koordinatnom sistemu određen je pravokutnim koordinatama Y i X
- Kod potrebe više koordinatnih sustava
- Ni u jednoj drugoj projekciji nije moguće manjim brojem koordinatnih sustava obuhvatiti čitavu površinu Zemlje
- Potpuna jednoobraznost svih računanja neovisno od koordinatnog sustava
- Koristi je oko 80 % država svijeta za potrebe državne izmjere
- Geografske dužine računaju se od Grenwicha



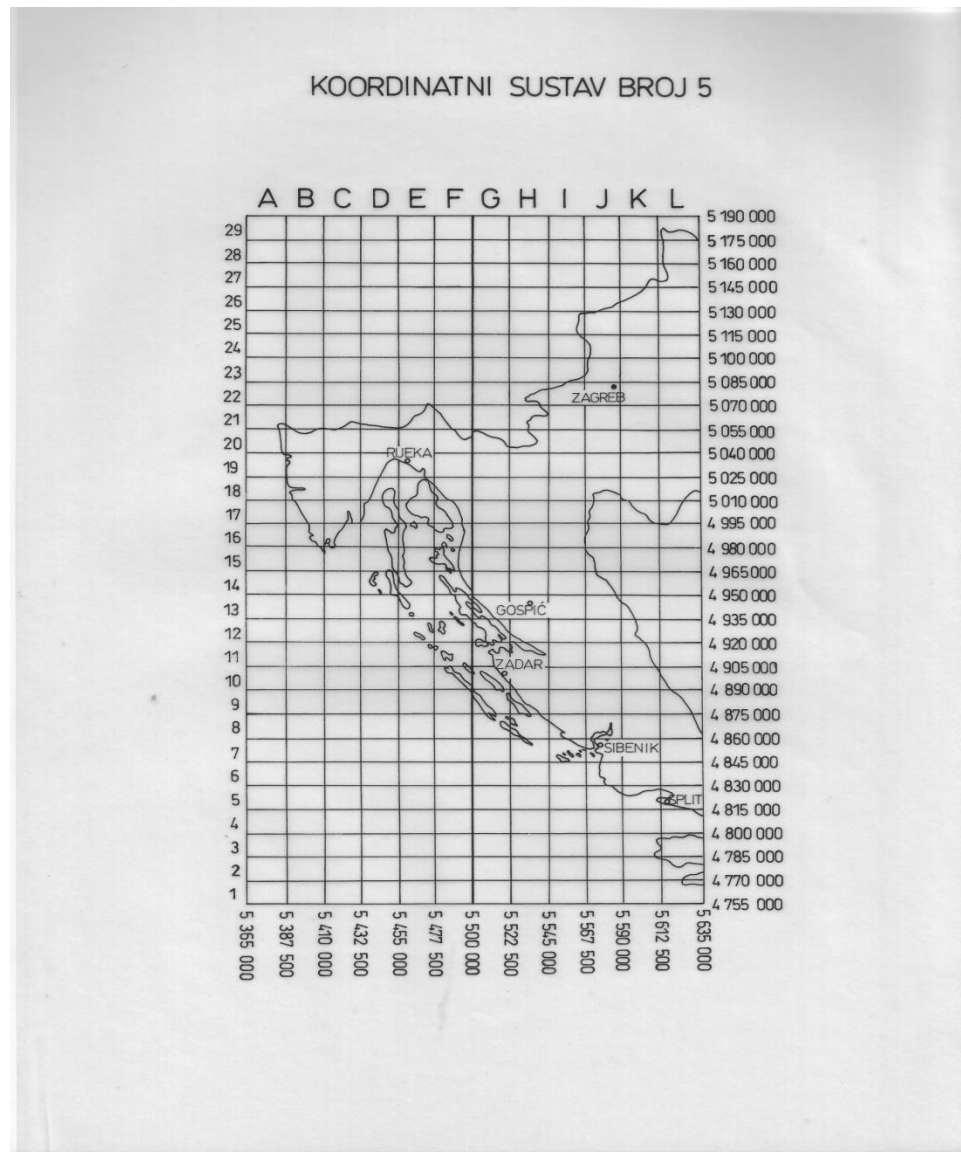


## ( Gauss-Krügerova – projekcija ) \_\_\_ Besselov elipsoid

- Kraljevina Jugoslavija uvela 1924. god  
( odlučila komisija u kojoj su bili ondašnji najpoznatiji geodetski stručnjaci )
- Projekcija dobila ime po njemačkom znanstveniku  
**Carlu Friedrichu Gaussu** (1777- 1855)
- Gauss ju koristi kod izračunavanja Hanoverske (Njemačka) triangulacije za preslikavanje s elipsoida u ravninu
- Prof. **L. Krüger** 1912. god. objavio knjigu o toj projekciji, a 1919. zbirku formula za praktičnu primjenu
- Od tada Gauss- Krügerova projekcija
- U engleskom govornom području projekcija se naziva TRANSVERSE MERCATOR PROJECTION ( TM )
- **Gerhard Kremer-Mercator** ( 1512-1594) – najpoznatiji kartograf srednjeg vijeka ( konformna - cilindrična projekcija )

# Opis projekcije

- dodirni meridijani 15 i 18 su os X koordinatnog sistema s pozitivnim smjerom na sjever, a os y je ekvator
- paralelama sa osi X na 22.5 km dijeli se područje svakog sistema na kolone ( A-L) počevši od zapada prema istoku ( os X između F i G )
- paralelama sa osi Y na 15 km dijeli se područje na redove ( arapske brojke ) počevši od najjužnijeg reda
- da ne bude negativnih ordinata y dodaje se osi x vrijednost **+ 500 000 m** ( svi y manji od 500000 su zapadno , a sa većom vrijednosti su istočno od osi x )
- pred ordinatu y stavlja se na mjesto miliona broj sistema u kojem se točka nalazi, tako da osi x imaju ordinatu u petom sustavu 5 500 000m , u šestom 6 500 000 m
- koordinatne vrijednosti X (apscise) najjužnijeg reda
  - u sistemu 5 **X= 4 755 000 m**
  - u sistemu 6 **X= 4 635 000 m**



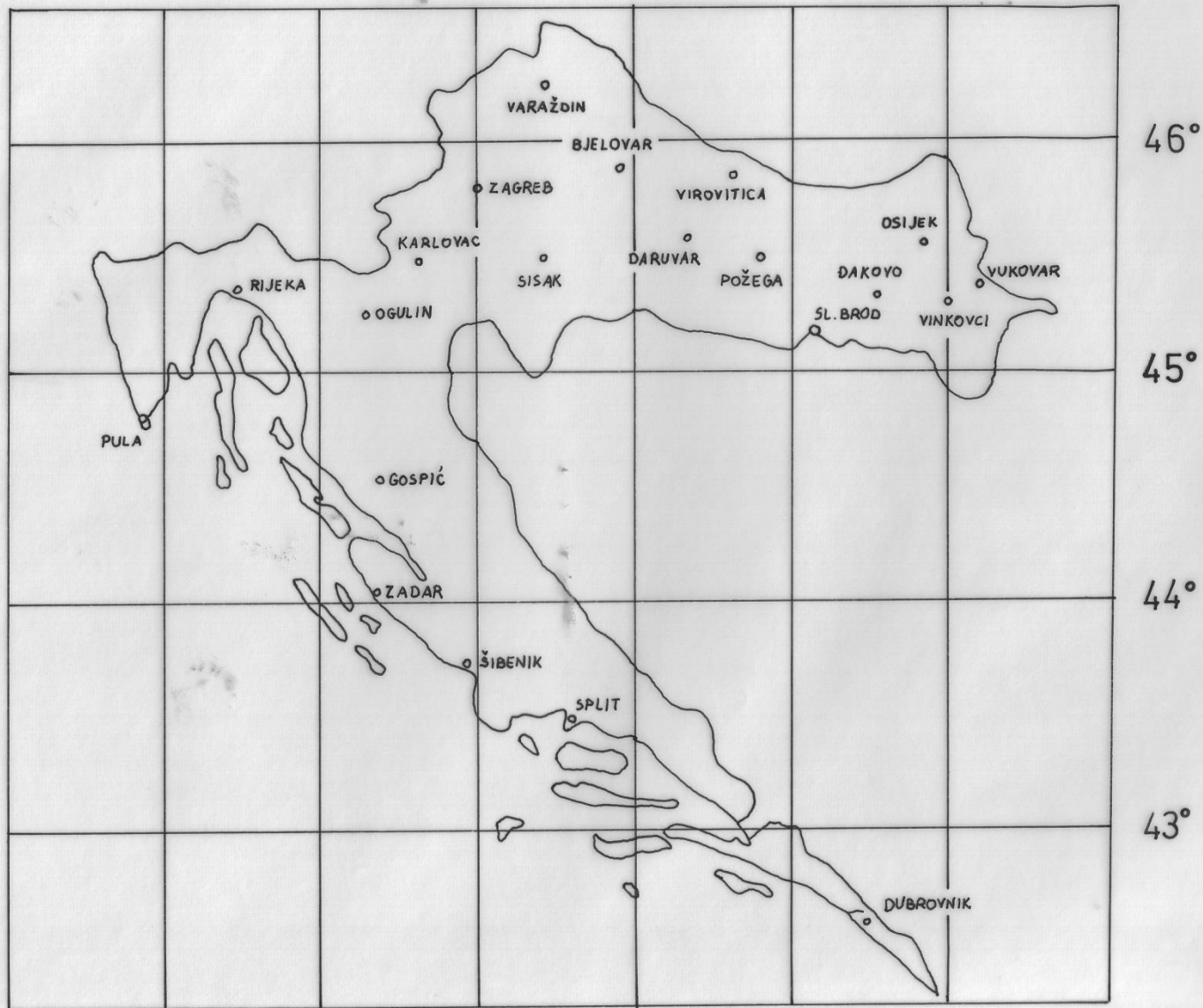
- takovom razdiobom dobiveni su temeljni triangulacioni listovi dimenzija 22.5 x 15.0 km koji se dalje dijele na detaljne listove u ovisnosti od mjerila u kojem je kartiran premjer određenog područja ( M 1:500, 1000, 2000, 2500, 5000 )
- iz trigonometrijske sekcije se određuje list osnovne državne karte **HOK** mjerila 1:5000, a zatim i sva druga nomenklatura postojećih mjerila
- kod određivanja nomenklature detaljnog lista krećemo od najjužnijeg (1) reda i dodajemo vrijednosti reda ( 15 000 m po osi X ), a također i za kolonu krećemo od najzapadnije kolone i dodajemo vrijednosti cijele kolone ( 22 500 m po osi Y )
- ovim načinom određujemo koordinate **ishodišta triangulacionog lista** (*odnosno donjeg lijevog kuta*), a također istim postupkom, ali dodavajući vrijednosti po osima ovisno o mjerilu plana određujemo također ishodišta ostalih planova službenih mjerila
- primjer nomenklature:  
 $y = 5\ 573900,15$                        $x = 5\ 072798,11$

***ishodište lista ( donji lijevi rub )***

1:5000 5J 22 - 43	$y = 5\ 572000;$ $x = 5\ 070000$
1:2500 5J 22 - 83	$y = 5\ 572000;$ $x = 5\ 071500$
1:2000 5J 22 - 185	$y = 5\ 573500;$ $x = 5\ 072000$
1:1000 5J 22 - 43 - 3	$y = 5\ 573500;$ $x = 5\ 072500$
1:500 5J 22 - 43 - 3b	$y = 5\ 573875;$ $x = 5\ 072750$

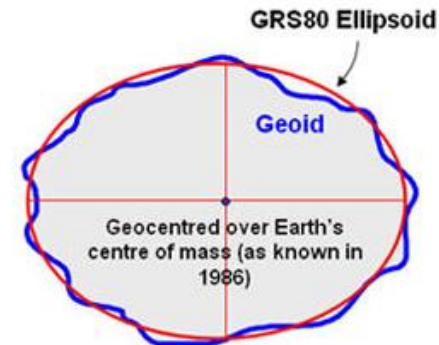
# DRŽAVNI PRAVOKUTNI KOORDINATNI SUSTAV

14° 15° 16° 17° 18° 19°



# Novi geodetski datum

## Položajni datum Republike Hrvatske



- **Europski terestički referentni sustav za epohu 1989.0** (*European Terrestrial Reference System 1989*)- **ETRS89**, utvrđuje se službenim nepromjenjivim i o vremenu neovisnim položajnim referentnim koordinatnim sustavom za Republiku Hrvatsku.
- **Elipsoid GRS80** sa veličinom velike poluosi  $a=6378137.00$  m i spljoštenošću  $\mu=1/298.257222101$  određuje se **službenim matematičkim modelom** za Zemljino tijelo u Republici Hrvatskoj.
- **Položajna mreža koju čini 78** osnovnih trajno stabiliziranih geodetskih točaka čije su koordinate određene u **ETRS89**, određuje se osnovom položajnog referentnog koordinatnog sustava Republike Hrvatske.
- Položajnom referentnom koordinatnom sustavu Republike Hrvatske u kojem su koordinate 78 osnovnih geodetskih točaka određene 1996. godine određuje se naziv **Hrvatski terestrički referentni sustav za epohu 1995.55** -skraćeno **HTRS96**.



# Novi geodetski datum

## Visinski datum Republike Hrvatske

- **Ploha geoida** koja je određena srednjom razinom mora na mareografima u **Dubrovniku, Splitu, Bakru, Rovinju i Kopru u epohi 1971.5** određuje se **referentnom plohom** za računanje visina u Republici Hrvatskoj.
- **Visinskom referentnom sustavu Republike Hrvatske** određenom na temelju srednje razine mora određuje se naziv **Hrvatski visinski referentni sustav** za epohu 1971.5 - **skraćeno HVRS71.**
- **Visinska mreža** koju čine trajno stabilizirani reperi II. nivelmana visoke točnosti čije su visine određene u sustavu (normalnog) Zemljinog polja sile teže, određuje se **osnovom visinskog referentnog sustava Republike Hrvatske.**

## • **HTRS 96/TM**

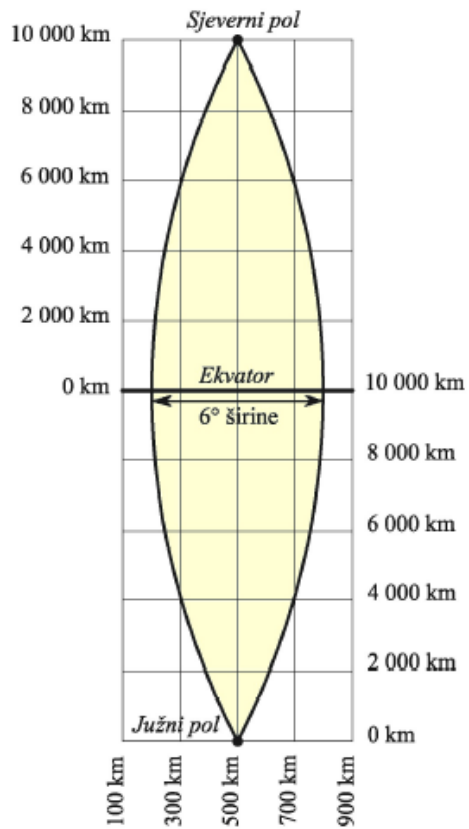
Odlukom Vlade RH iz 2004. uvodi se nova projekcija **HTRS 96/TM** koja postaje službena od 2010.

### **Karakteristike:**

- **Poprečna Mercatorova projekcija** (*konformna, poprečna, cilindrična*)
- **Elipsoid je GRS80**
- **Datum je ETRS89**
- **Srednji meridijan je 16°30'**
  - Projekcija ekvatora predstavlja **os E (istočno)**,
  - Projekcija srednjeg meridijana **os N (sjeverno)**
  - Da bi se izbjegle negativne ordinate dodajemo svim ordinatama 500 000 metara odnosno os E ima koordinatu **E = 500 000** metara.
    - Tako točke koje leže istočno od srednjeg meridijana imaju ordinate veće od 500 000 m, a točke koje se nalaze zapadno od srednjeg meridijana imaju ordinate manje od 500 000 m, ali uvijek pozitivne

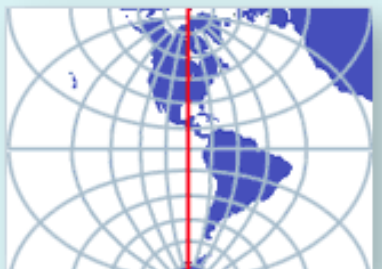
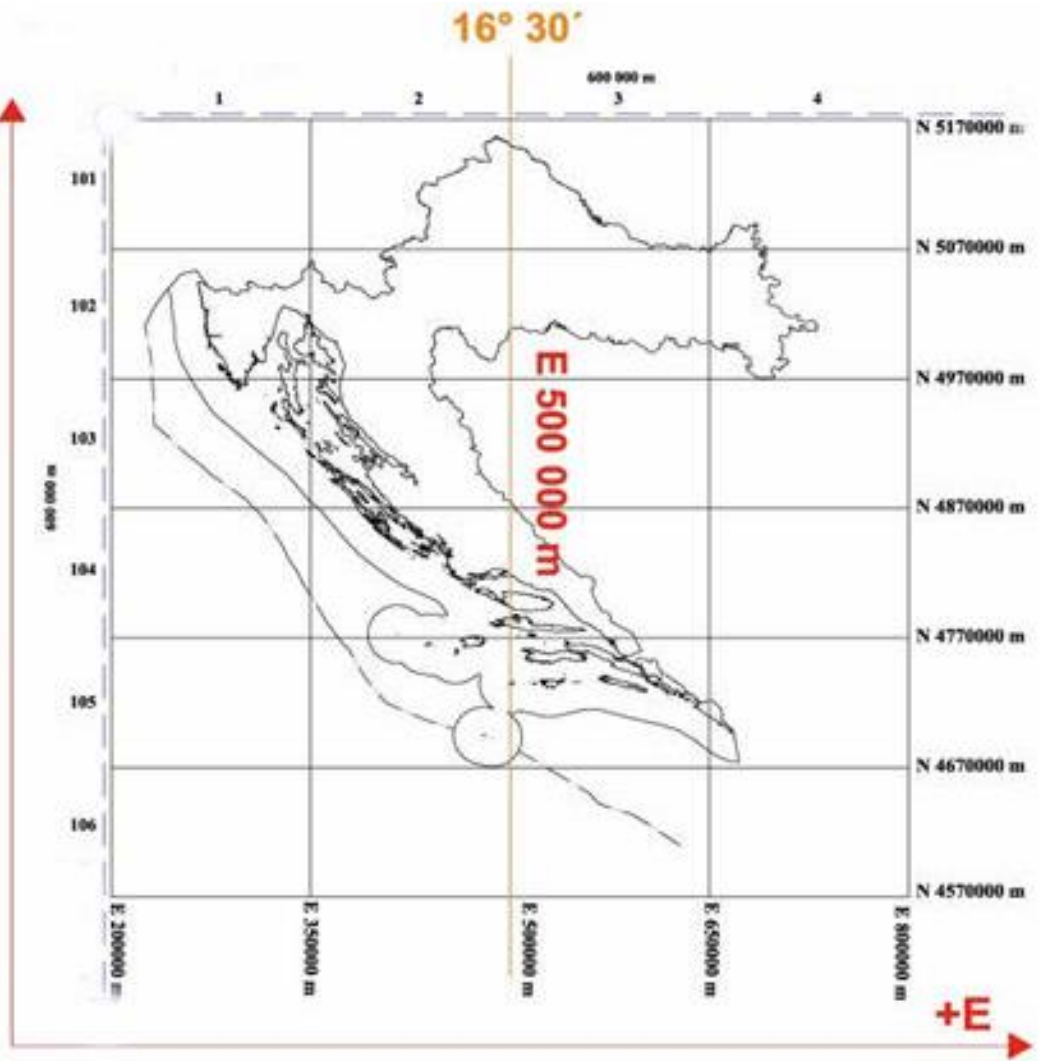


# HTRS 96/TM



Središnjem merdijanu 16° 30' je pridružena vrijednost E 500 000 m

Pozitivni smjerovi koordinatnih osi



# GEODETSKE MREŽE

# Geodetska mreža

- Geodetska mreža se definira kao konfiguracija tri ili više točaka koje su međusobno povezane geodetskim mjerenjima

# Vrste geodetskih mreža (s obzirom na dimenzije):

- visinske mreže – jednodimenzionalne (1D)
- horizontalne mreže – dvodimenzionalne (2D)
- prostorne mreže – trodimenzionalne (3D)

# Vrste i metode izmjere geodetskih mreža

## VRSTE GEODETSKIH MREŽA (dimenzije)

Visinske 1D

Horizontalne 2D

Prostorne 3D

## METODE IZMJERE GEODETSKIH MREŽA

TERESTRIČKE

Triangulacija

Trilateracija

Kombinacija

Poligonometrija

Lučni presjek

Nivelman

SATELITSKE

GNSS

GPS, GLONASS,  
Galileo

# Geodetske mreže primjenjuju se:

- kao osnova za određivanje dimenzija, oblika i gravitacijskog polja Zemlje
- kao osnova za izmjeru Zemljine površine
- kao osnova za iskolčenje projektiranih objekata
- kao osnova za priključivanje drugih mreža istog ili nižeg ranga

- Geodetsku mrežu (osnovu) predstavljaju sve trajno stabilizirane geodetske točke, s poznatim koordinatama, na određenom dijelu Zemljine površine koje su potrebne za određeni zadatak

# Geodetske točke definirane prema metodi određivanja su:

- trigonometrijske,
- poligonske,
- male točke,
- čvorne,
- GPS točke,
- reperi,
- gravimetrijske

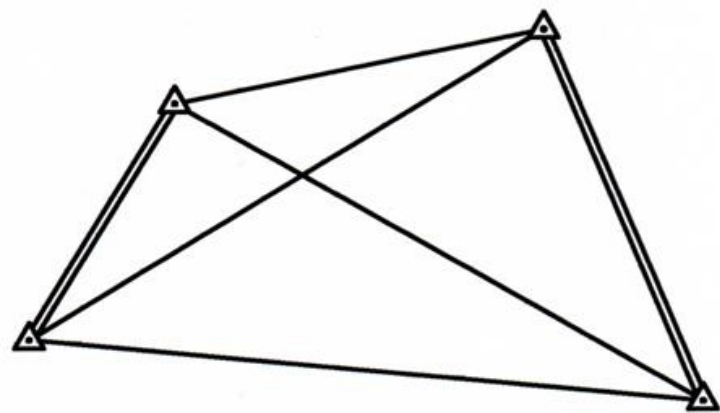


# USPOSTAVA GEODETSKE MREŽE

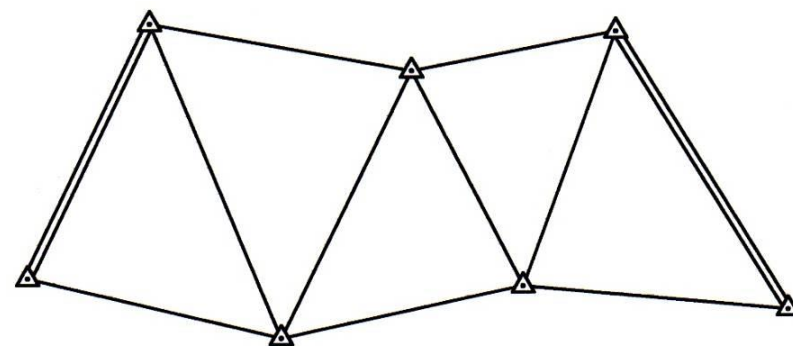
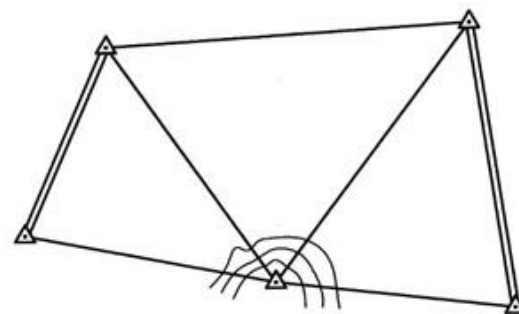
- 1. Projekt mreže** – određuje se konfiguracija mreže (oblik mreže i broj točaka u mreži) i plan mjerenja (koje veličine mjeriti i s kojom točnošću - ocjena točnosti *a priori*).
- 2. Izvedba mreže** – realizacija mreže na terenu: rekognosciranje, stabilizacija, izmjera.
- 3. Analiza mreže**
  1. analiza točnosti *a priori*
  2. analiza točnosti *a posteriori* - nakon mjerenja i nakon izjednačenja.

# Osnovni oblici horizontalnih mreža:

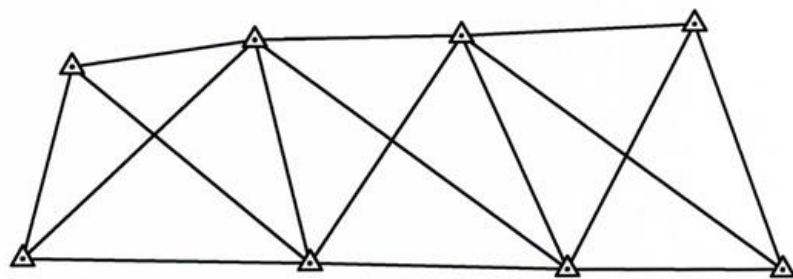
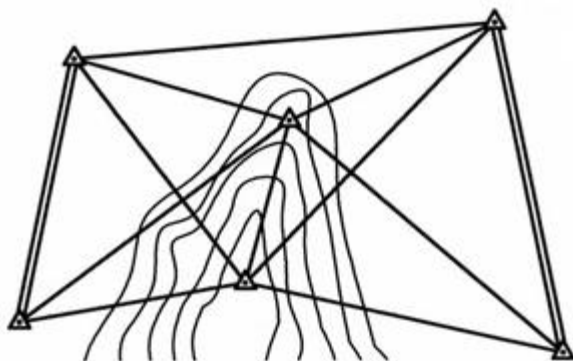
- geodetski četverokut (slika 1)
- dvostruki geodetski četverokut ili lanac geodetskih četverokuta (slika 2)
- lanac trokuta (slika 3)
- mreža trokuta (slika 4)
- centralni sustav (slika 5)
- dvostruki centralni sustav ili lanac centralnih sustava (slika 6)
- kombinacija geodetskog četverokuta i centralnog sustava (slika 7).



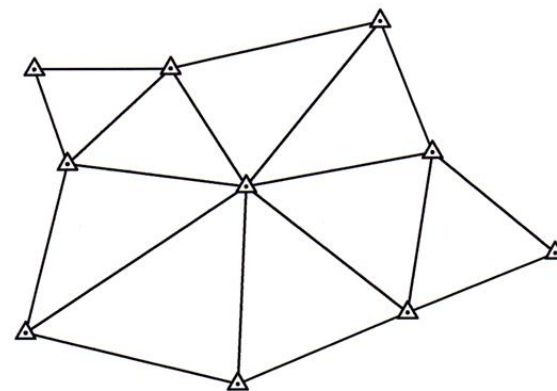
*Slika 1. Geodetski četverokut*



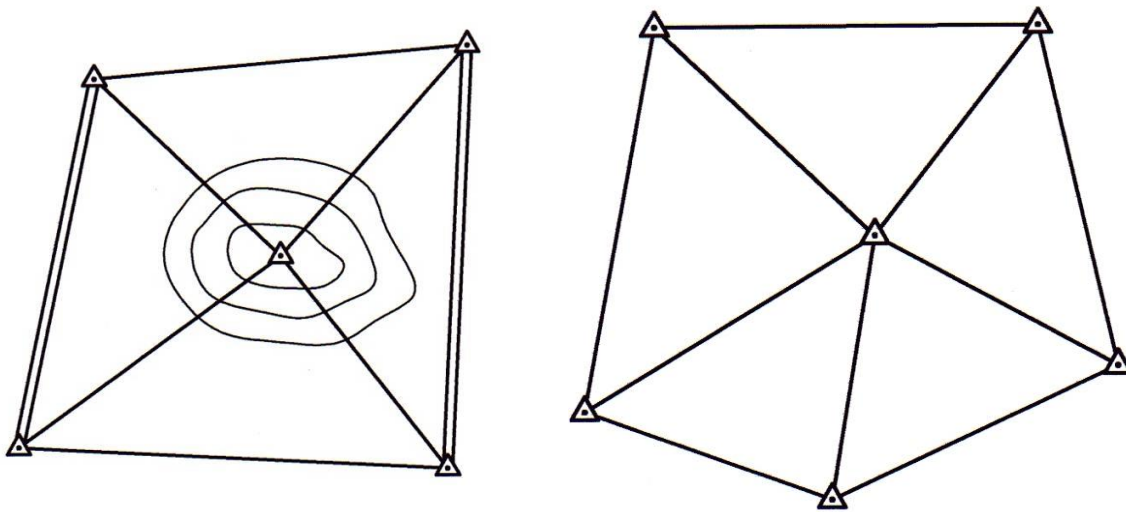
*Slika 3. Lanac trokuta*



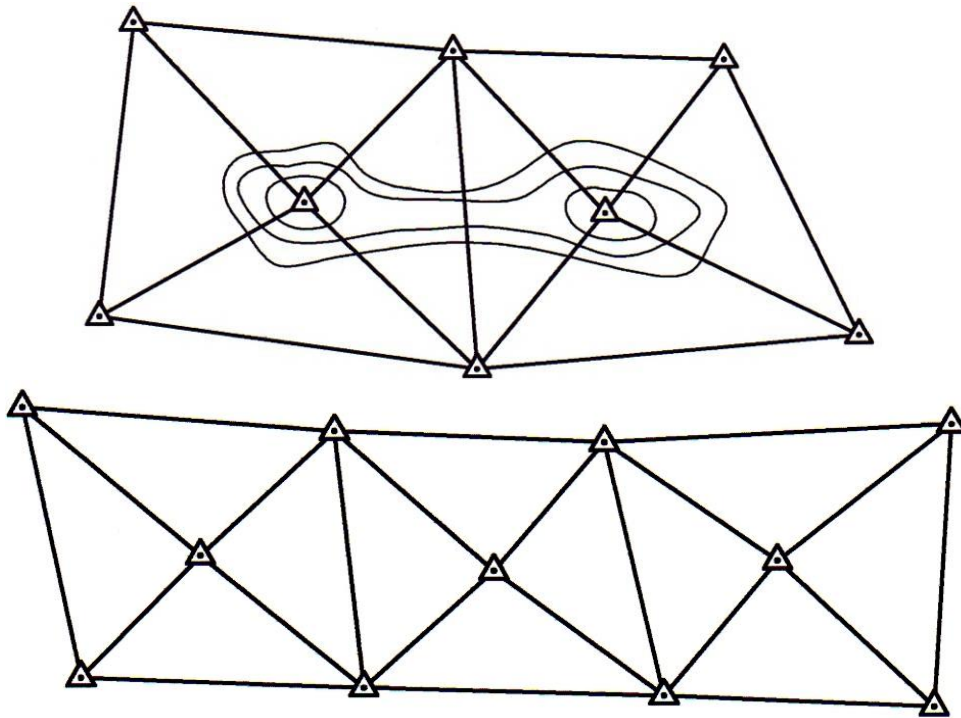
*Slika 2. Dvostruki geodetski četverokut i lanci geodetskih četverokuta*



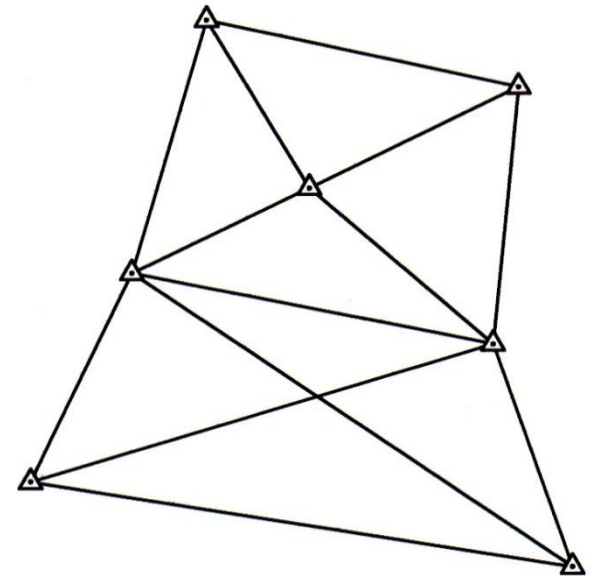
*Slika 4. Mreža trokuta*



*Slika 5. Centralni sustavi*

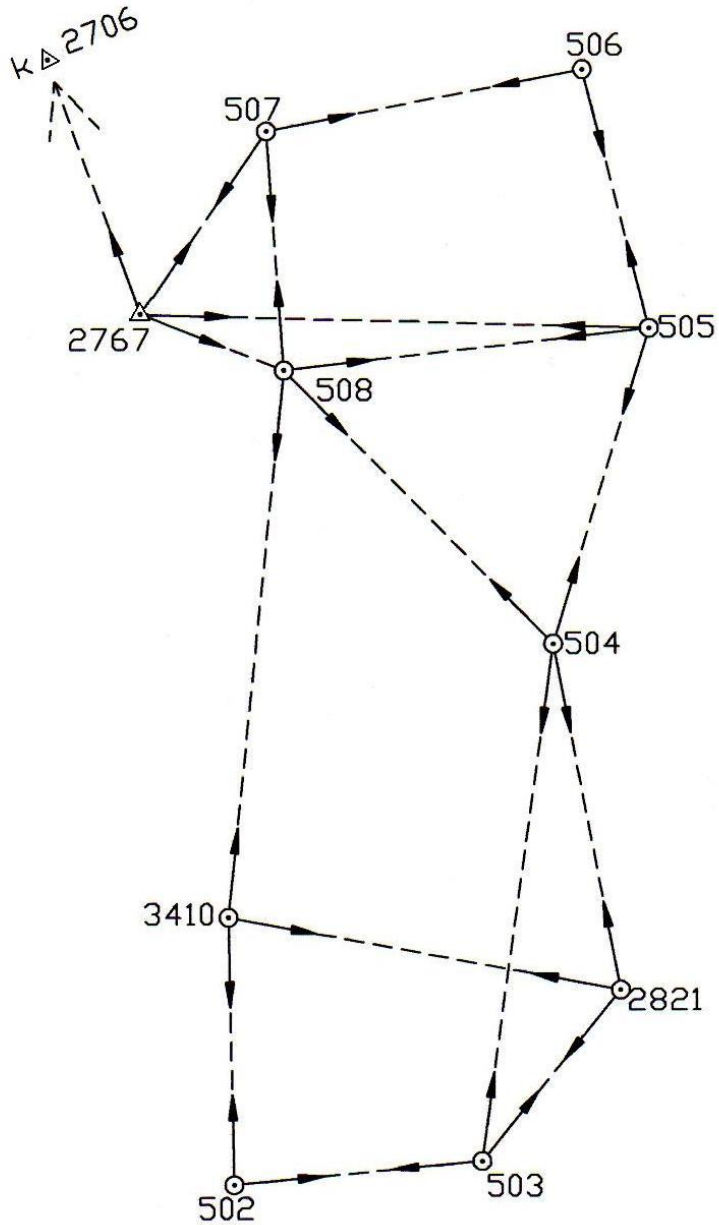


*Slika 6. Dvostruki centralni sustav i lanci centralnih sustava*



*Slika 7. Kombinacija geodetskog četverokuta i centralnog sustava*

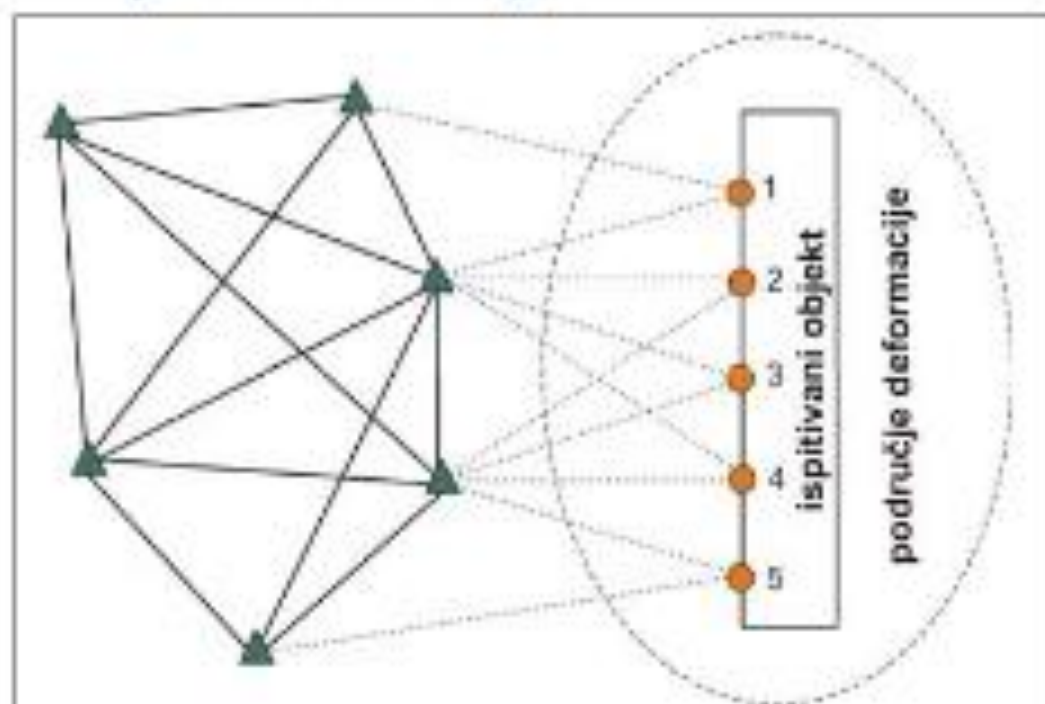
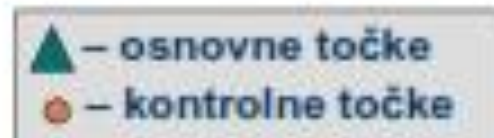
PLAN OPAŽANJA  
M 1:1000



ST.	VIZURNE			
	TOČKE			
504	503	2821	505	508
2821	504	3410	503	
503	504	2821	502	
502	3410	503		
3410	508	502	2821	
508	504	505	507	3410
505	504	508	2767	506
506	507	505		
507	506	508	2767	
2767	508	505	507	2706

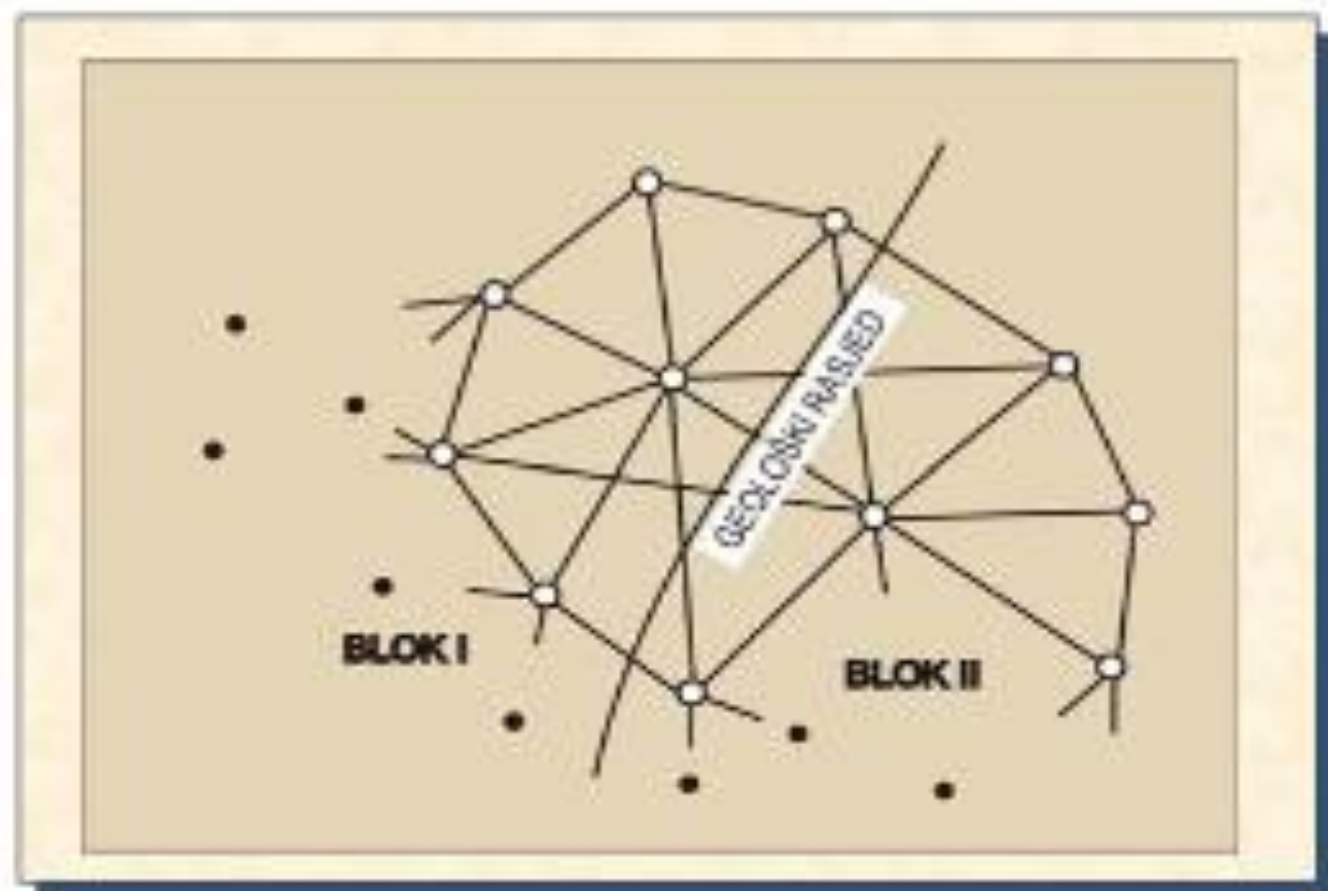
## Vrste geodetskih mreža za određivanje pomaka i deformacija

- Apsolutne mreže** – sastoje se od dvije grupe točaka:
- osnovne točke (referentna mreža) sa kojih se opažaju
  - kontrolne točke – smještene na objektu.

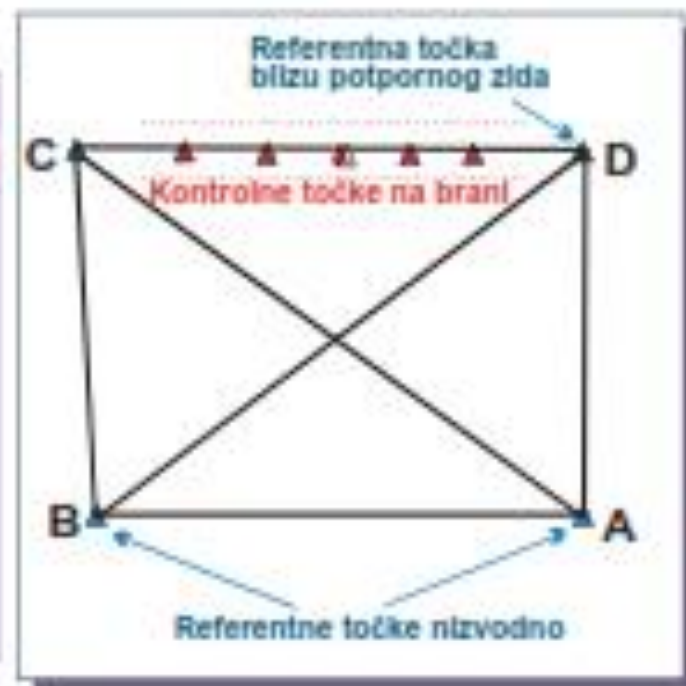
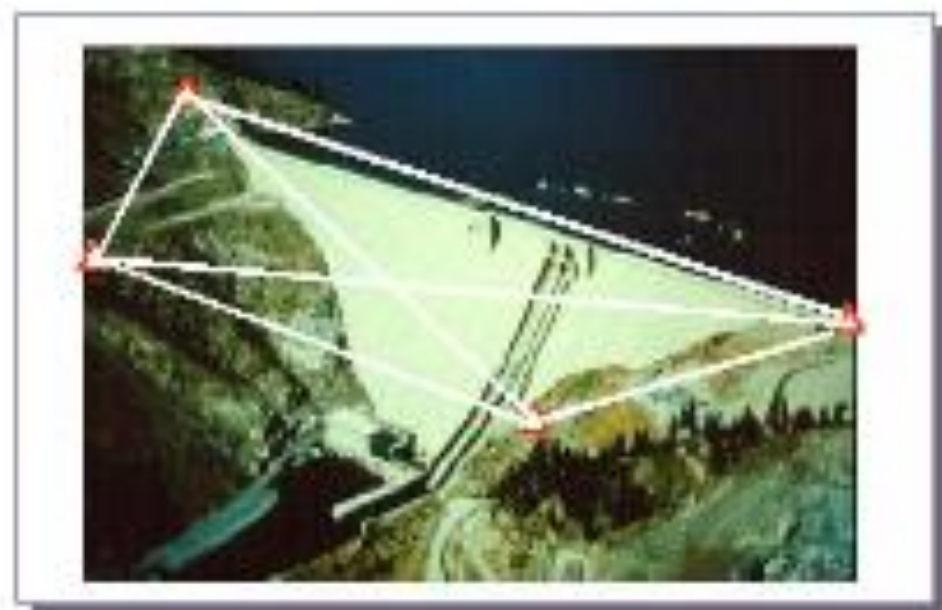




**Relativne mreže** – sve točke nalaze se na objektu  
(opažaju se relativni pomaci između točaka)



## Smještaj (lokacija) točaka geodetske mreže



**Konfiguracija apsolutne mreže za izgradnju i praćenje betonske brane  
(osnovne i kontrolne točke)**



**Idealno projektirana geodetska mreža za  
izgradnju i praćenje pomaka brane**



# IZVEDBA MREŽE

---

- rekognosciranje,
- stabilizacija i signalizacija,
- izmjera.

**Rekognosciranje** je odabiranje najpovoljnijeg položaja točaka na terenu, a da pri tom budu zadovoljeni određeni uvjeti. Treba izbjegavati: klizišta, sredine parcela, obale rijeka ili potoka, rub puta, blizinu predmeta (zgrade, ograde, zidovi) ili terena (radi refrakcije). Osim toga treba izbjegavati blizinu željezničkih pruga, električnih i drugih vodova (koji ometaju elektrooptičke valove daljinomjera ili GPS signale).



## Stabilizacija



Točke se stabiliziraju okruglim betonskim stupovima u čijem se centru postavlja uređaj za prisilno centriranje. Visina stupa oko 1,5 m.



# Signalizacija

---

Signalizacija treba odgovarati principu prisilnog centriranja. Signalne značke - osnovna karakteristika da se mogu postaviti na istu podložnu ploču na koju se postavlja instrument.



Vizurne marke – prisilno centriranje

## TRIANGULACIJSKE MREŽE

- Triangulacijska mreža je mreža međusobno povezanih trokuta. Mjere se kutovi (pravci) u pojedinim trokutima.
- Mikrotriangulacijske mreže - duljine stranica 300 - 500 m.

### Osnovna koncepcija određivanja koordinata triangulacijskih točaka

Za određivanje oblika i mjerila triangulacijske mreže potrebno je poznavati sve kutove u mreži i duljinu jedne (bilo koje) strane. Na temelju tih elemenata računaju se (po sinusovom poučku) sve ostale stranice u mreži. Na temelju izmjerenih kutova i izračunatih duljina računaju se približne koordinate točaka. Definitivne koordinate dobiju se nakon izjednačenja.



## TRILATERACIJSKE MREŽE

Trilateracijska mreža se također sastoji od niza međusobno povezanih trokuta, ali se u ovom slučaju mjere **duljine** stranica.

Prednosti linearnih mjerenja:

- jednostavan rad s elektronskim daljinomjerima,
- lakši izbor povoljnih uvjeta za opažanje,
- lakše ostvarivanje (mjerenje) dugačkih strana,
- nisu strogi uvjeti u pogledu vidljivosti vizurne marke,
- visoka preciznost mjerenja.

Nedostatak trilateracije: manja mogućnost kontrole mjerenja.

## **KOMBINIRANE MREŽE**

### **Triangotrilateracijske mreže**

---

**U triangotrilateracijskoj mreži mjere se kutovi i duljine.**

**Idealno kombinirana mreža je ona koja ima izmjerene sve kutove i dužine. Pravilno planirana i izmjerena kombinirana mreža je najbolji mogući tip horizontalne mreže ali izjednačenje takve mreže mora biti provedeno strogom metodom u kojoj se mora uzeti što je više moguće geometrijskih uvjeta.**

## POLIGONSKA MREŽA

---

Poligonska mreža se postavlja unutar triangulacijske mreže ili samostalno. Služi za izmjeru terena ili za iskolčenje objekata.

U poligonometriji se mjere kutovi i duljine.

**Prednost** pred triangulacijom – sa poligona je dovoljno dogledanje do dvije točke (sa trigonometara je potrebno dogledanje do najmanje tri točke).

**Nedostatak** – triangulacija omogućava veliki broj prekobrojnih mjerenja što povećava preciznost i pouzdanost rezultata. Kod priključenog poligonskog vlaka, bez obzira na broj točaka u vlaku, postoje samo tri prekobrojna mjerenja.



## MREŽA TOČAKA ODREĐENA PRESJEKOM LUKOVA

---

Presjekom lukova određuju se položaji pojedinih točaka ili grupe točaka. Mjere se duljine između poznatih i traženih točaka. Izjednačenje - metodom **posrednih** mjerenja.

Određivanje približnih koordinata točaka, presjekom lukova, može se provesti na nekoliko načina:

- trigonometrijski,
- analitički,
- algebarski.

# Visinske mreže

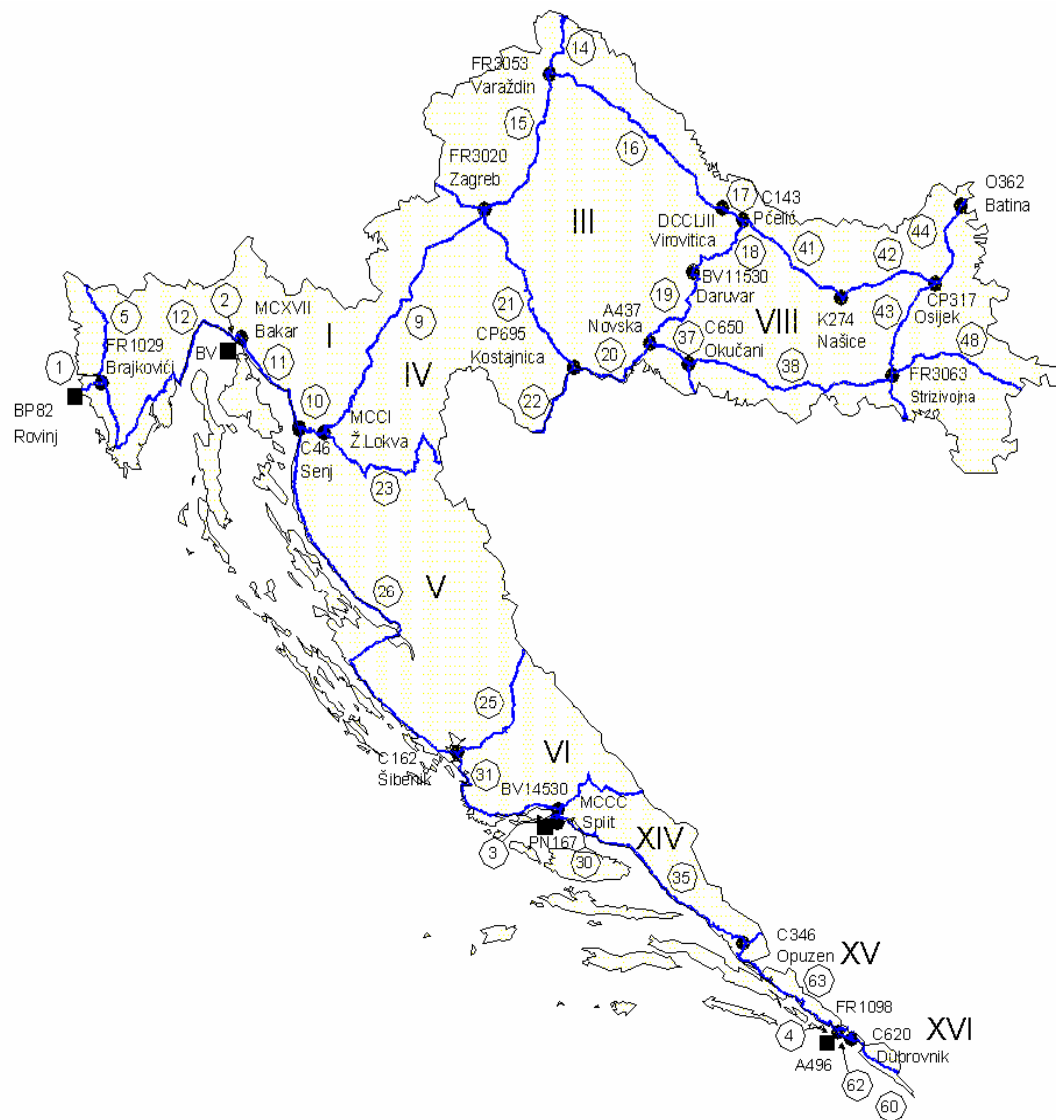
- Državna nivelmanska mreža
- Specijalna nivelmanska mreža – specifične potrebe s obzirom na točnost i položaj repera

# Hrvatski visinski referentni sustav HVRS71

- Osnovu visinske izmjere čini polje stalnih visinskih točaka (repera) geometrijskog nivelmana definirano u službenom (referentnom) visinskom sustavu Republike Hrvatske.
- **Visinskom referentnom sustavu Republike Hrvatske** određenom na temelju srednje razine mora određuje se naziv **Hrvatski visinski referentni sustav za epohu 1971.5** skraćeno **HVRS71**.
- **Ploha geoida** koja je određena srednjom razinom mora na mareografima u **Dubrovniku, Splitu, Bakru, Rovinju i Kopr** u epohi **1971.5** određuje se **referentnom plohom** za računanje visina u Republici Hrvatskoj.

# Osnovom visinskog referentnog sustava RH određuje se reperi II. nivelmana visoke točnosti

## HVRS71



REPUBLIKA HRVATSKA  
II. NIVELMAN VISOKE TOČNOSTI



0 10 20 30 40 50 km

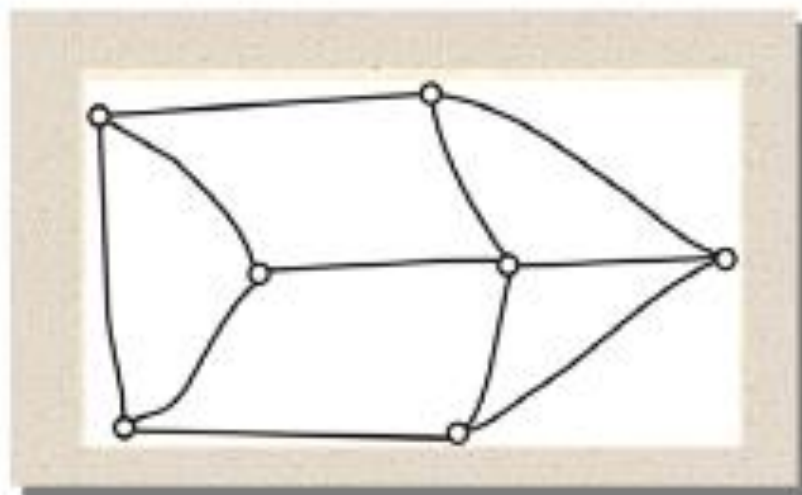
Tumač znakova:

- čvorni reper
- mareograf
- nivelmanski vlak
- br. nivel. vlaka

## Oblik nivelmanske mreže

---

Na gradilištu, nivelmanska mreža ima oblik zatvorenih poligona bez obzira na vrstu i veličinu objekta.



# **Metode određivanja visinskih razlika u inženjerskim radovima**

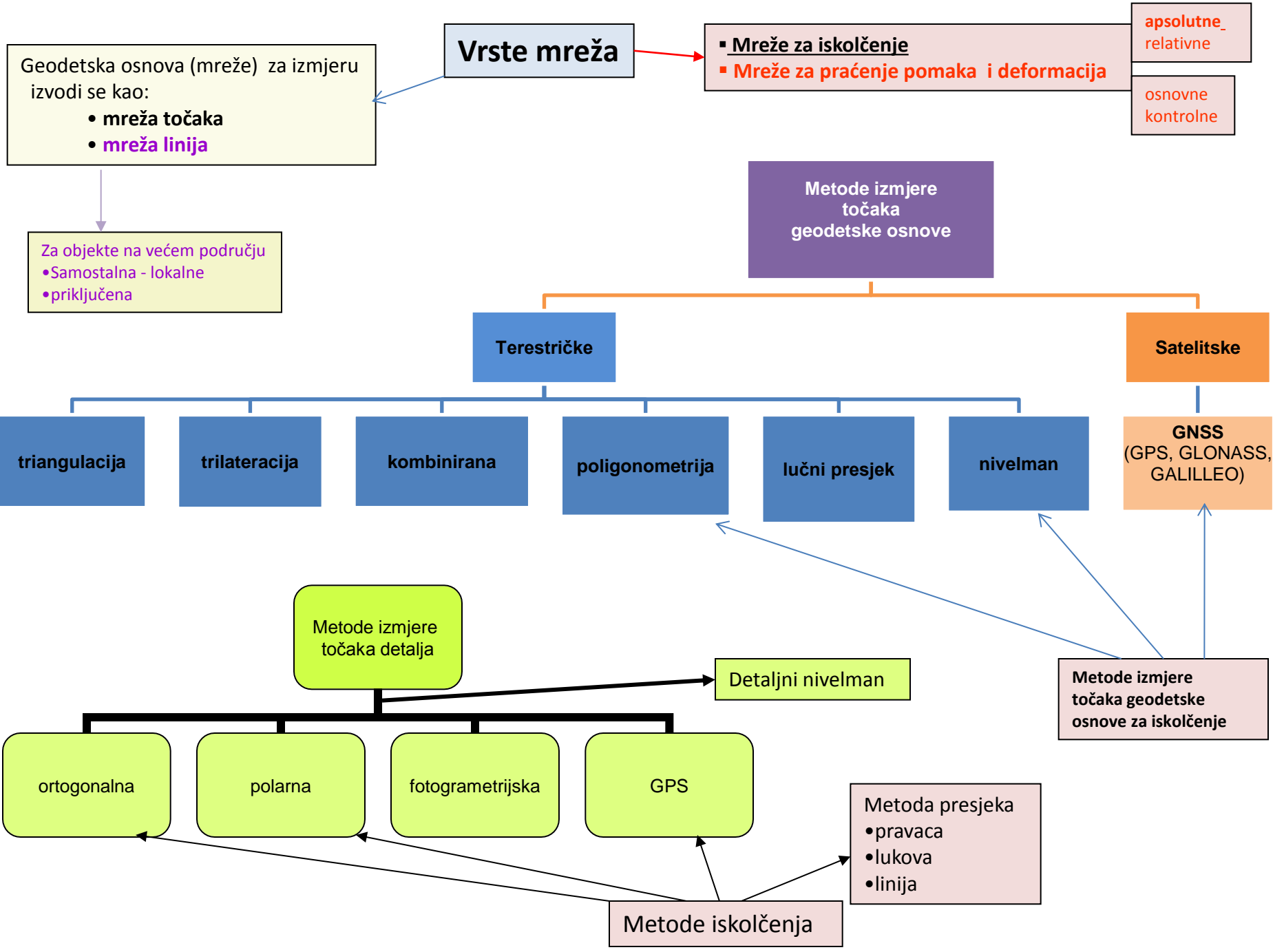
---

- Geometrijski nivelman
- Trigonometrijski nivelman
- Hidrostatski nivelman
- Fotogrametrijski nivelman

Razlikuju se:

- apsolutne visine – u odnosu na geoid
- relativne visine – u odnosu na proizvoljno odabrani nulti horizont.

Važno je postići potrebnu točnost u visinskom relativnom smještaju pojedinih objekata na gradilištu.



# Vrste mreža

Geodetska osnova (mreže) za izmjeru izvodi se kao:

- mreža točaka
- mreža linija

- Mreže za iskolčenje
- Mreže za praćenje pomaka i deformacija

apsolutne\_ relativne  
osnovne kontrolne

Za objekte na većem području

- Samostalna - lokalne
- priključena

## Metode izmjere točaka geodetske osnove

### Terestričke

### Satelitske

triangulacija

trilateracija

kombinirana

poligonometrija

lučni presjek

nivelman

GNSS  
(GPS, GLONASS, GALILEO)

### Metode izmjere točaka detalja

ortogonalna

polarna

fotogrametrijska

GPS

Detaljni nivelman

Metode izmjere točaka geodetske osnove za iskolčenje

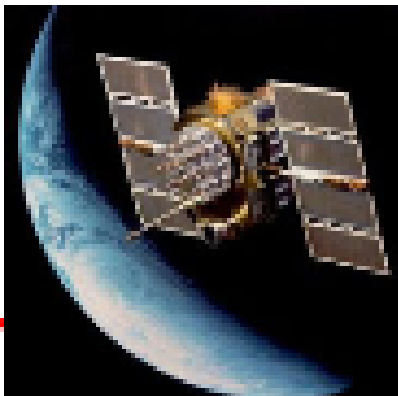
Metoda presjeka

- pravaca
- lukova
- linija

Metode iskolčenja

# Prostorne (3D) mreže





## PROSTORNE (3D) MREŽE

Pri klasičnim, terestričkim metodama pozicioniranja, koristi se 2D + 1D model. Prostorne mreže (3D) su one mreže kod kojih se istovremeno dobiju sve tri koordinate ( $X, Y, Z$ ) u odnosu na jedinstveni koordinatni sustav. To je omogućeno korištenjem globalnih pozicijskih sustava koji za referentne (priključne) točke koriste satelite koji kruže oko Zemlje.

Globalni pozicijski sustav se sastoji od tri osnovna segmenta: **svemirskog**, **kontrolnog** i **korisničkog**.

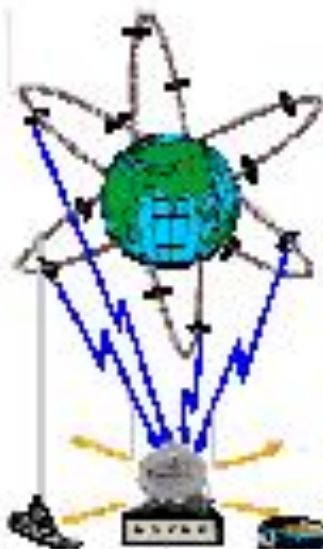


# GLOBALNI NAVIGACIJSKI SATELITSKI SUSTAVI (GNSS)

## NAVSTAR GPS - USA



## GLONASS - SSSR



## Galileo - EU

