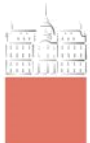


Oblika in dimenzije Zemlje





ZAKAJ določitev oblike in dimenzij Zemlje - 1

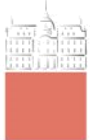
Osnovni namen:

- Določiti prostorske odnose naravnih in umetnih objektov in pojavov v prostoru.
- Prikazati položaj in obliko zemeljske površine in objektov ter pojavov v primerni metrični obliki.

življenski prostor

predavalnica-stavba-ulica-soseska-mesto-pokrajina-celina-Zemlja

Zemlja-celina-pokrajina-mesto-soseska-ulica-stavba-predavalnica



ZAKAJ določitev oblike in dimenzij Zemlje - 2

Postopek:

- Določimo obliko in dimenzije Zemlje.

Zemljo opišemo s fizikalno ali matematično predstavljivo ploskvijo.
Definiramo koordinatne sisteme.

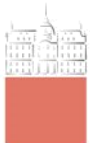
Koordinatne sisteme povežemo z referenčno ploskvijo - definiramo
koordinatni prostor.

- Določimo obliko, velikost objekta in njegov položaj na referenčni ploskvi v numerični in grafični obliki.

Izvedemo meritve v **merskem prostoru**.

Merski prostor transformiramo v koordinatni prostor.

Objekt prikažemo v 2D, 3D grafiki (načrti, karte, virtualni prostor ...)



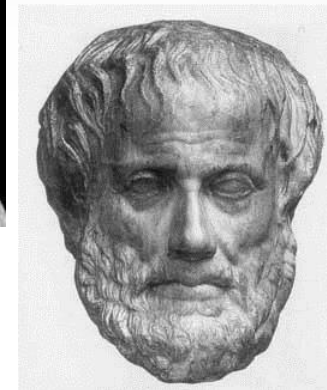
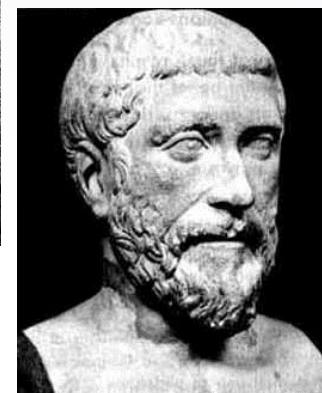
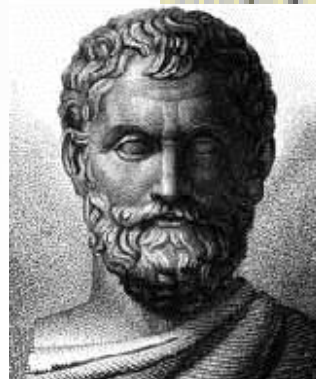
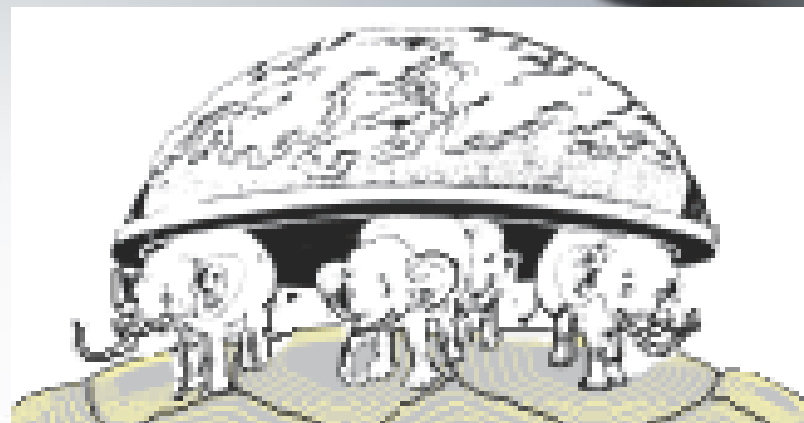
Oblika Zemlje - zgodovina

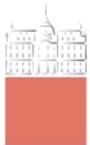
Zgodnje predstave:

Omejeno življenjsko območje -
npr. ukrivljeno ploščo nosijo štirje sloni.

Odkritje oblike :

- **Tales (625 do 547 p.n.š.)**
Zemlja je telo v obliki diska,
ki plava na neskončnem oceanu
- **Pitagora (569 do 475 p.n.š.)**
O Zemlji kot krogli je sklepal
na osnovi delnih luninih mrkov.
- **Aristotel (384 do 322 p.n.š.)**
Prvi navaja razloge za in proti
kroglasti obliki Zemlje.





Dimenzije Zemlje - zgodovina - 1

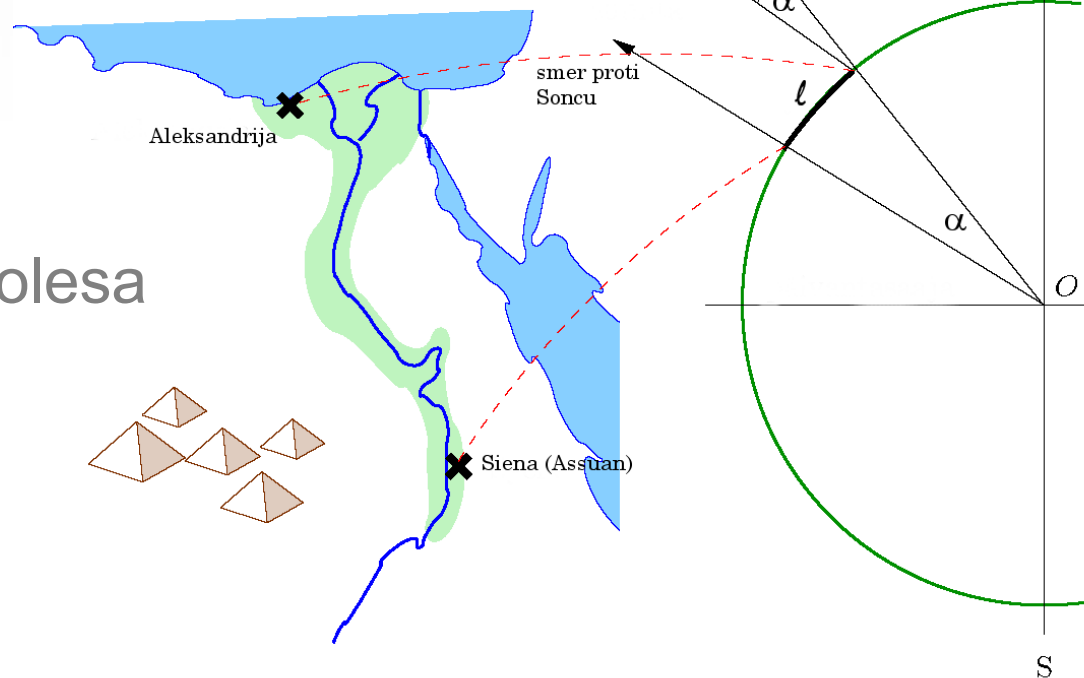
- Eratosten (276 do 195 p.n.š.)

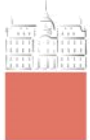
Dimenzije Zemlje je določil na osnovi merjenega središčnega kota in dolžine temu kotu pripadajočega loka.

Metoda se je ohranila do danes.



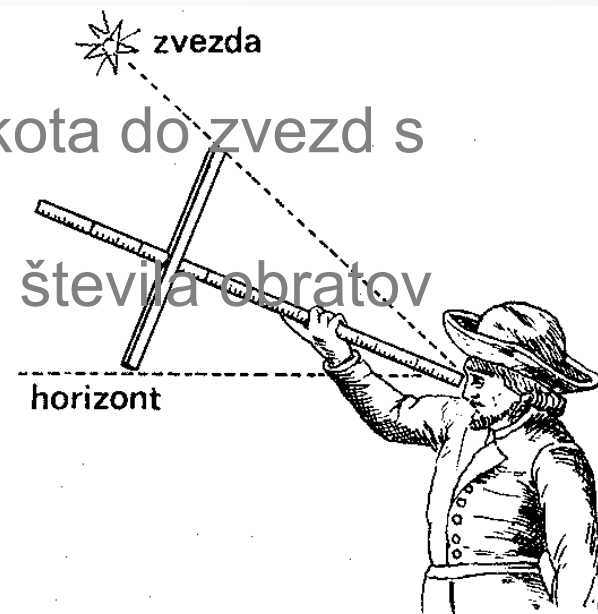
- kot - dolžina sence v vodnjaku ($\alpha = 1/50$ polnega kota)
- dolžina loka - število obratov kolesa (5000 stadijev)
- rezultat: $o = 250\,000$ stadijev
 $R = 5909 \text{ km}$ (napaka 10 %)

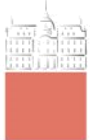




Dimenzije Zemlje - zgodovina - 2

- Arabci (827) Muhamed Ibn Musen, Ibn Šakira
 - kot izmerjen na osnovi opazovanja višinskega kota do zvezd
 - dolžina loka zakoličena v smeri S-J in izmerjena z lesenimi latami v obeh smereh
 - rezultat: $R = 6753 \text{ km}$ (napaka 10 %)
- Fernel (1528)
 - kot izmerjen na osnovi opazovanja višinskega kota do zvezd s pomočjo kvadranta
 - dolžina loka Pariz - Amiens izmerjena s štejetjem števila obratov kolesa voza
 - rezultat: $R = 6373 \text{ km}$ (napaka 0.1 %)





Opis oblike in dimenzij Zemlje

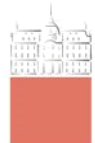
Določen je model Zemlje, ki izpolnjuje postavljene pogoje:

- Merjenja morajo biti izražena in uporabljiva v izbranem modelu.
- Stanje in spremembe površine Zemlje morajo biti predstavljive.
- Model mora biti enolično določen.
- Model je zadosten približek dejanski obliki Zemlje.

Fizična površina Zemlje je močno razčlenjena, velike spremembe v času, kot model ja tako telo neuporabno!

Fizikalna in matematična obravnava modela Zemlje:

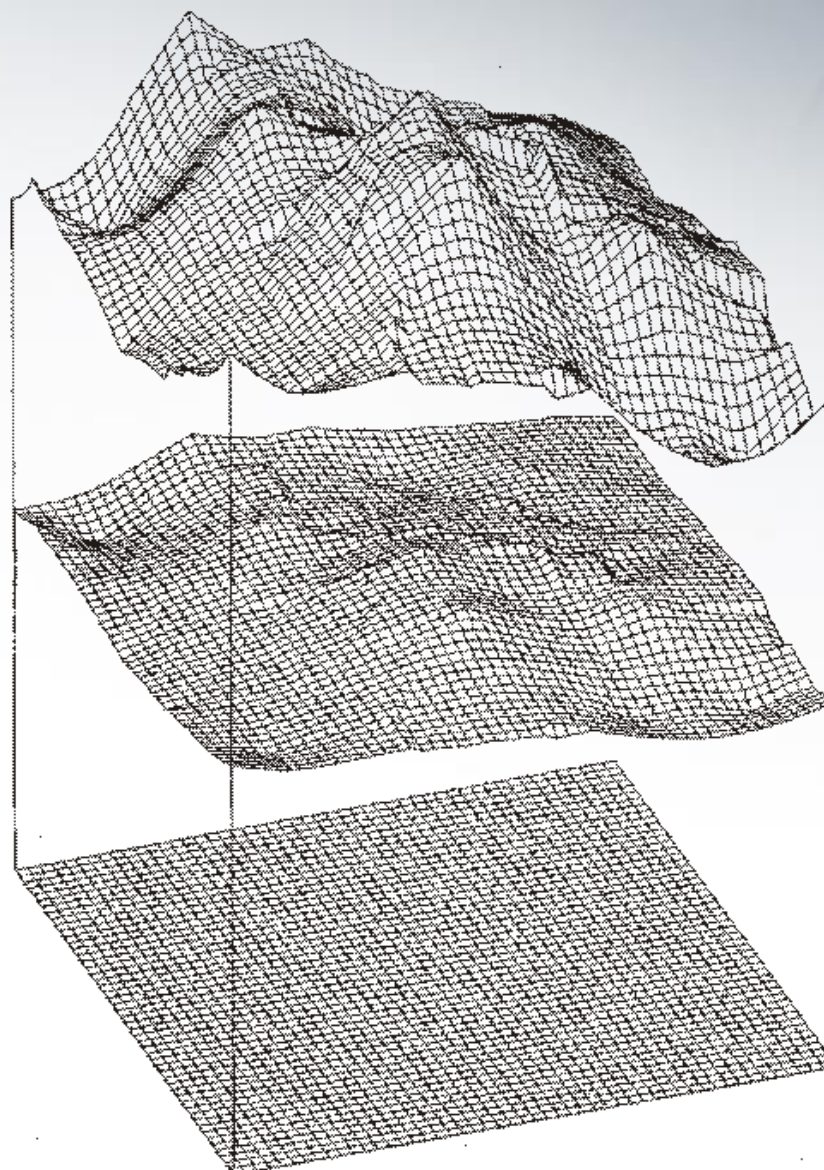
- Merjenja se nanašajo na zemeljsko težnost - fizikalni model - primerjalna ploskev je fizikalno definirana - geoid.
- Izračuni se izvedejo v geometričnem prostoru - primerjalna ploskev je matematično definirana - elipsoid, krogla.



Razčlenjena fizična površina,
z instrumenti merimo v
zemeljskem težnostnem polju.

Merski prostor
je definiran na osnovi
zemeljske težnosti.

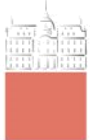
Koordinatni prostor
je geometrijski prostor.



topografija

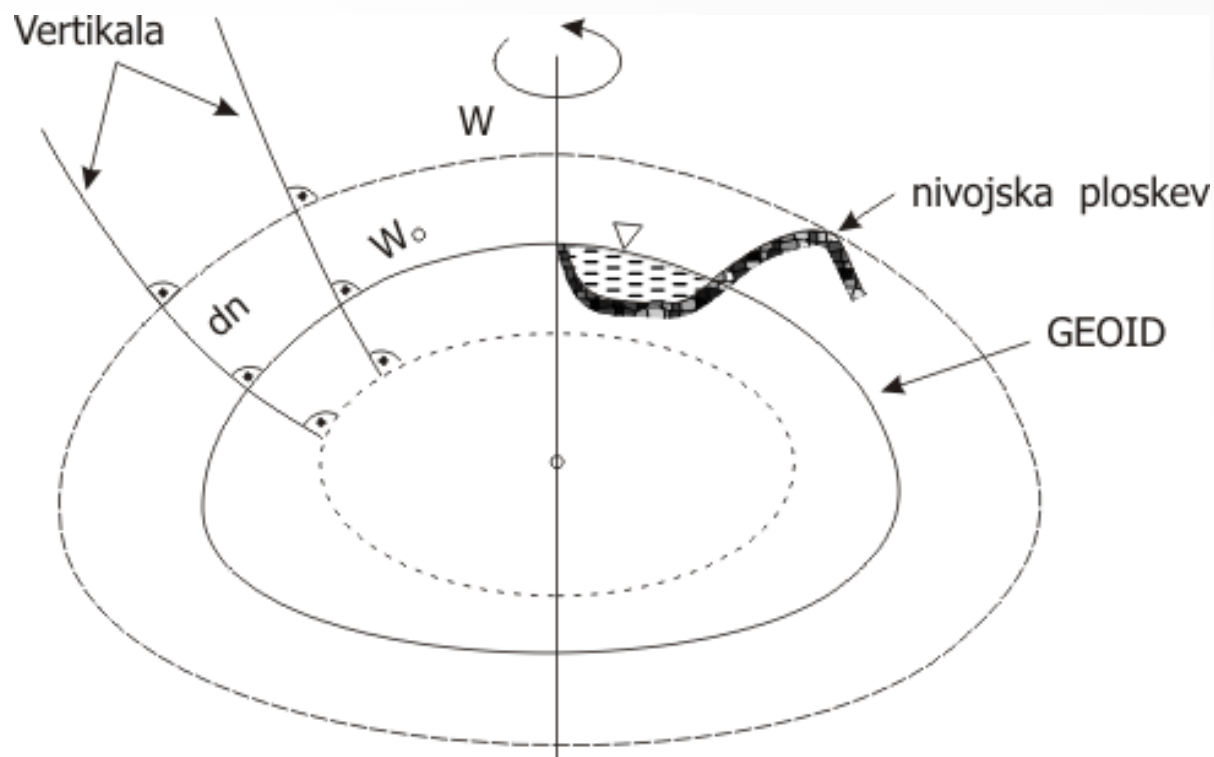
geoid

elipsoid



GEOID - 1

- Geoid je izhodiščna ekvipotencialna ploskev**, to je ploskev, ki je v vsaki svoji točki pravokotna na vektor sile teže in sovpada s *srednjim nivojem morske gladine*.

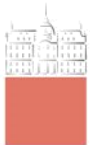


geoid

$$W = W_0 = konst.$$

razlika potencialov

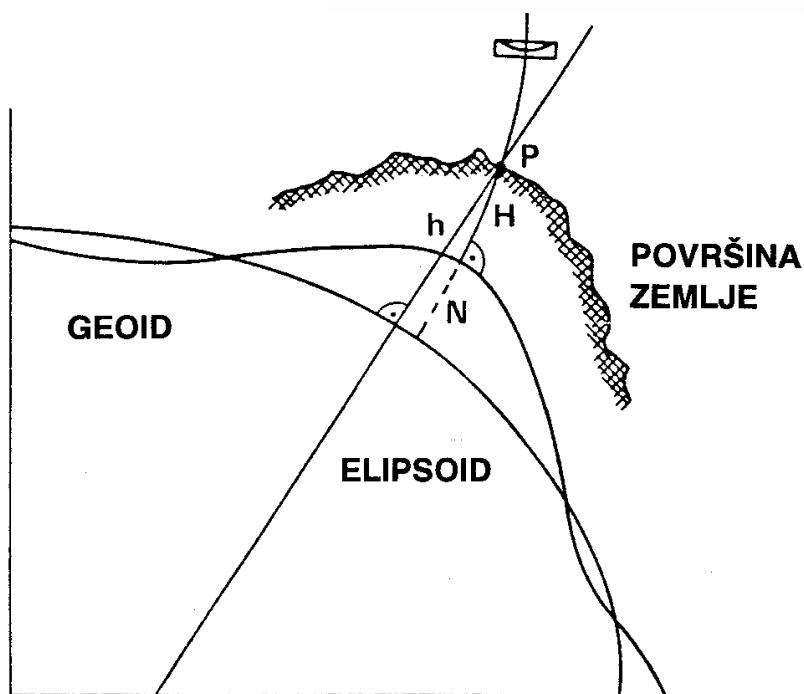
$$dW = -gdn$$



GEOID - 2

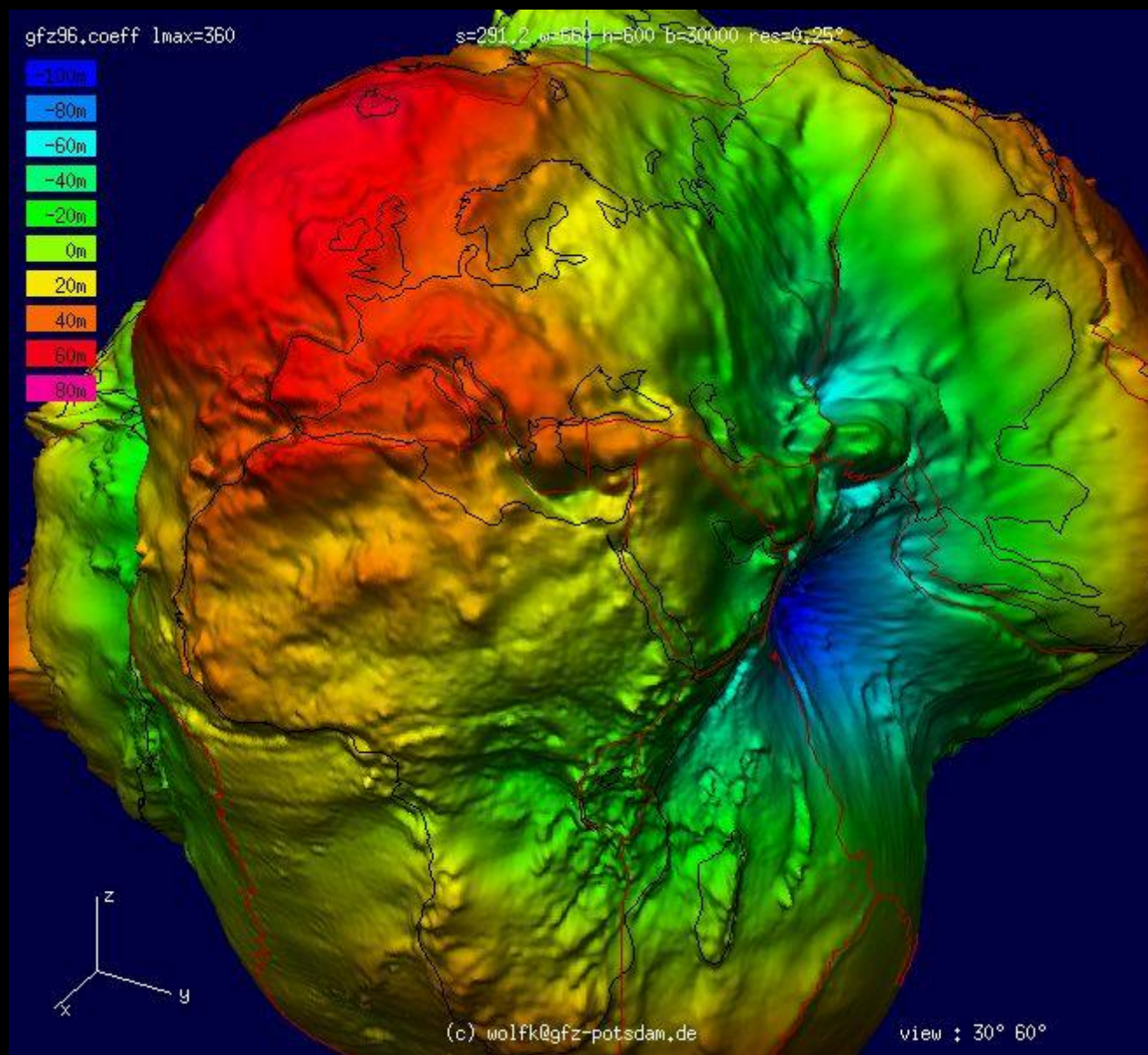
Vpliv centripetalne in centrifugalne sile in nehomogenosti mase

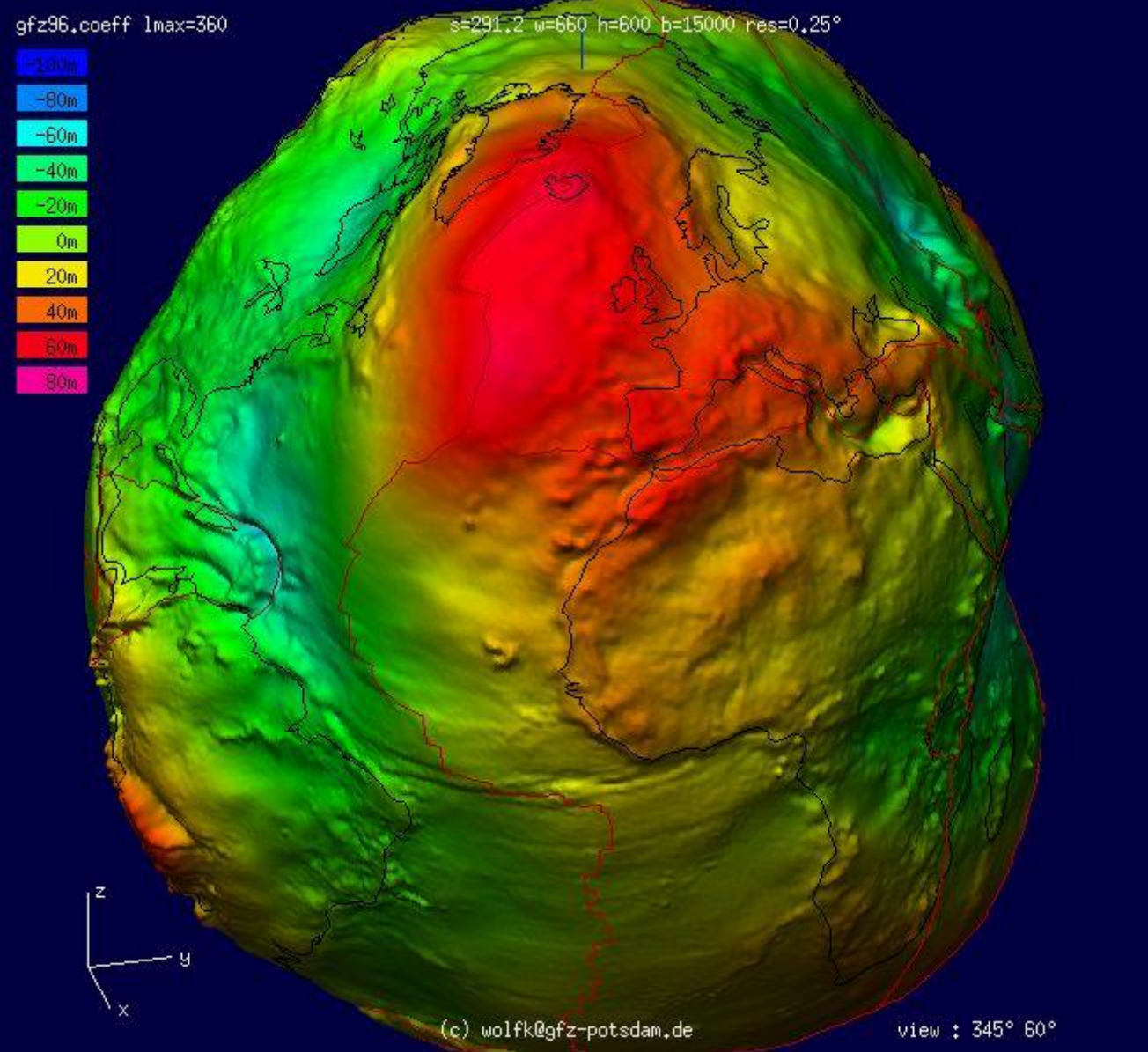
- ekvipotencialne ploskve niso paralelne, vertikale so krivulje
- ploskev je analitično neopisljiva
- prikaz ploskve je mogoč s primerjavo z analitično opisljivo ploskvijo (*geoidne višine - geoidne ondulacije*)



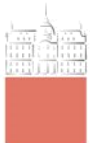
zmanjšanje geoidne ondulacije

globalni geoid
lokalni geoid



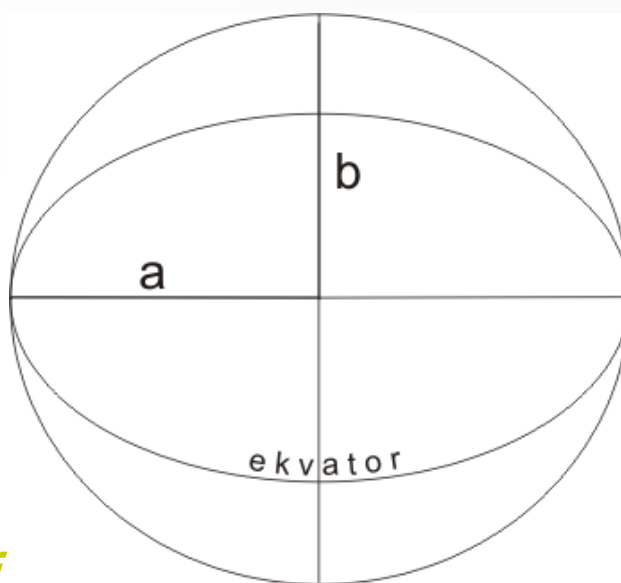






ROTACIJSKI ELIPSOID - 1

Rotacijski elipsoid je matematično definirana ploskev, ki nastane z rotacijo elipse meridianov okrog male polos. Rotacijska os je običajno vzporedna rotacijski osi Zemlje.



Parametri elipsoida

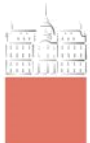
a ... velika polos

b ... mala polos

f ... prva sploščenost $f=(a-b)/a$

Značilnosti

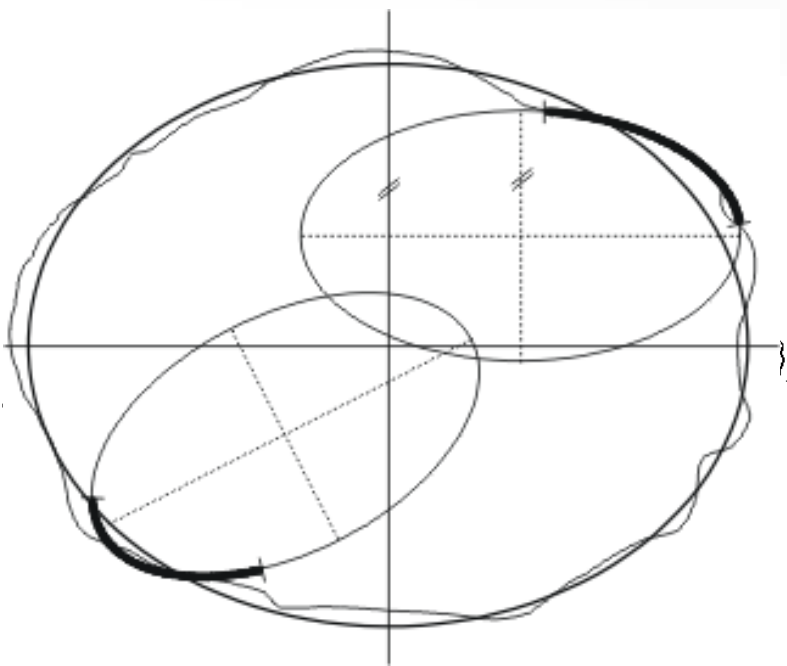
- geometrija: dve prostostni stopnji
- primerna primerjalna ploskev ob dobrem sovpadanju z geoidom
- vertikalna odstopanja od ploskve geoida so odvisna od dimenzij elipsoida (do 100 m)



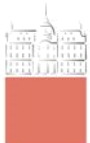
ROTACIJSKI ELIPSOID - 2

Velika odstopanja med ploskvijo geoida in ploskvijo elipsoida lahko "z dogovorom" zmanjšamo. Definiramo dve skupini elipsoidov:

- **globalni** elipsoidi (GRS 1967, WGS 84, **GRS 80** (D96) ...)
- **lokalni** elipsoidi (Everest, **Bessel** (D48) ...)

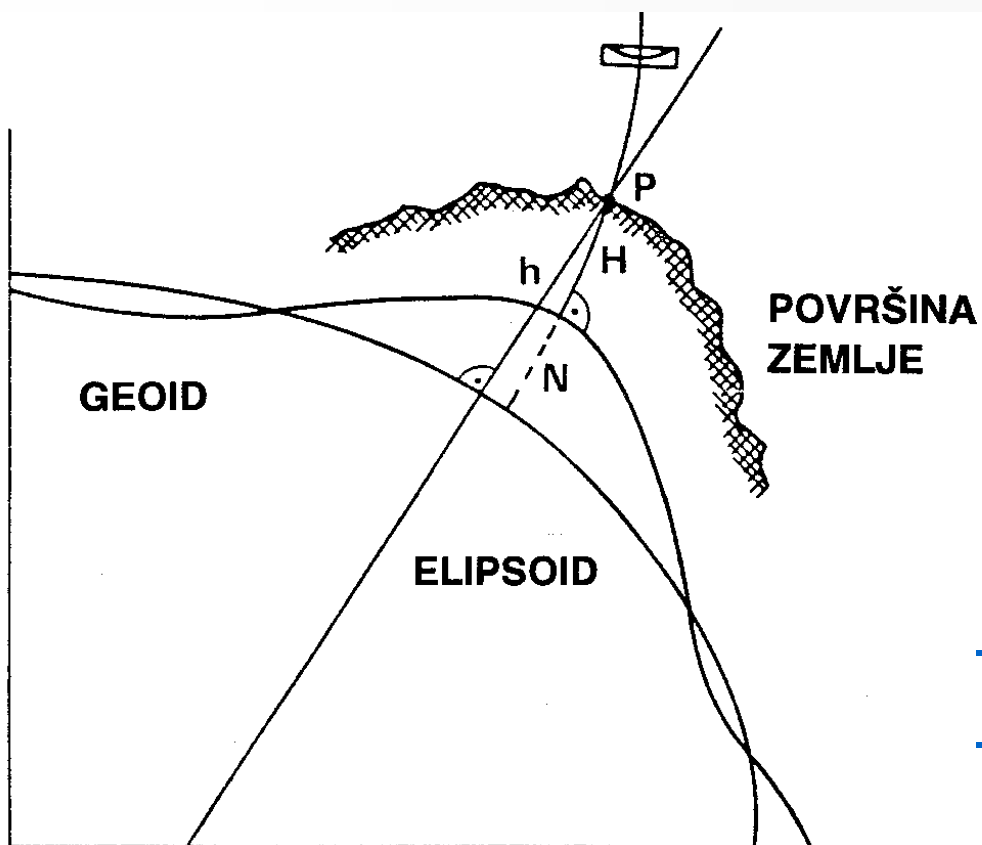


Leto	Ime	a	1/f	v uporabi
1830	Everest	6377276,345	300,8017	IND,MAL,PK,SGP
1830	Airy	6377563,396	299,3249646	GB,
1841	Bessel	6377397,155	299,1528128	D,A,CH,YU,ETH, RI,J,ROK,
1866	Clarke	6378206,4	294,9786982	USA,CND
1880	Clarke	6378249,145	293,465	F
1910	Hayford	6378388,0	297,0	USA
1924	Mednarodni (Hayford)	6378388,0	297,0	DK,B,I,T,FIN,L,
1940	Krasovski (Красовски)	6378245,0	298,3	RUS,PL,CZ,SK, BG,RO,LT,LV,EST
1969	Južnoameriški 1969	6378160,0	298,25	Južna Amerika
1967	GRS67	6378160,0	298,247167427	mednarodni
1960	WGS60	6378165,0	298,3	USA (MO)
1966	WGS66	6378145,0	298,25	USA (MO)
1972	WGS72	6378135,0	298,26	USA (MO)
1984	WGS84	6378137,0	298,257223563	USA (MO)
1980	GRS80	6378137,0	298,257222101	mednarodni



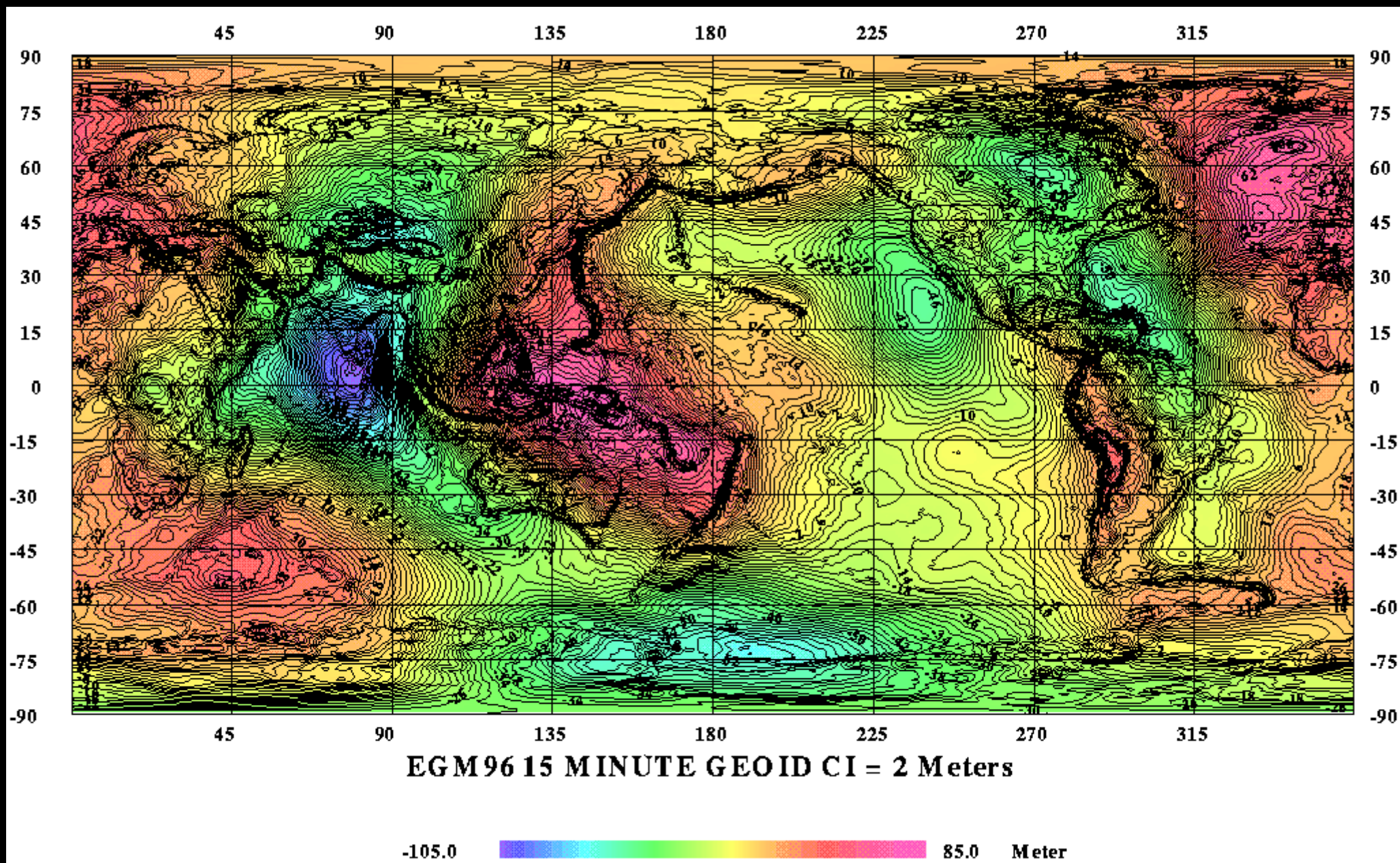
Povezava geoid-elipsoid

- Primerjalna ploskev za merjenja je geoid.
- Primerjalna ploskev za računanje je elipsoid.

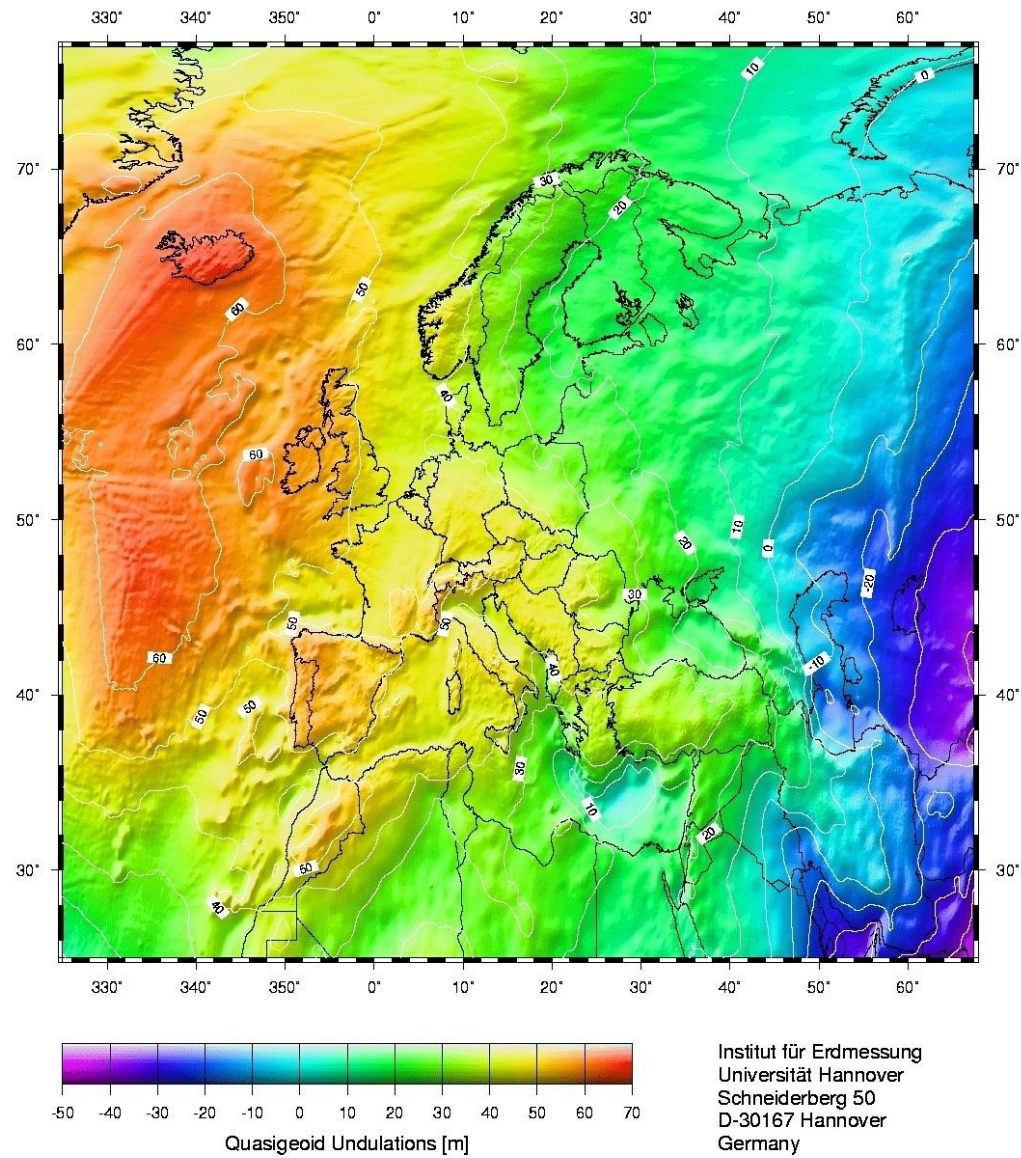


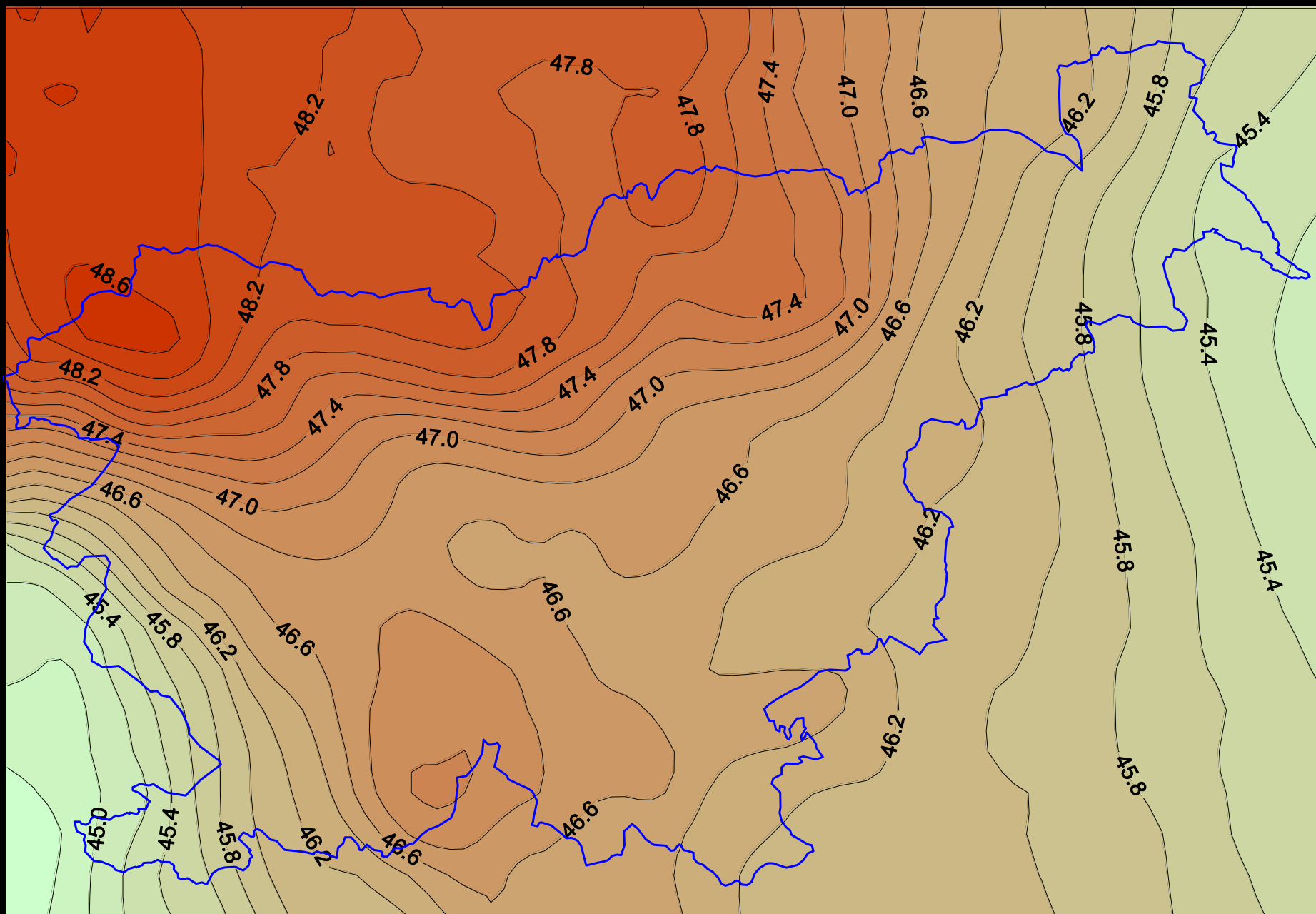
Povezavo geoid-elipsoid
lahko realiziramo:

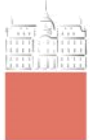
- z *geoidnimi višinami* N : $\sum N = 0$
- pod *pogojem enakosti volumnov*



Quasigeoid Model EGG97







KROGLA - 1

Krogla je najenostavnejša ploskev, s katero opišemo Zemljo. Dimenzije *Zemljine krogle* so odvisne od izbranega elipsoida:

- izbrani Zemljin elipsoid v celoti aproksimiramo s kroglo

$$R_P = \frac{a + a + b}{3} \quad \text{enakost površin}$$

$$R_V = \sqrt[3]{a^2 b} \quad \text{enakost volumnov}$$

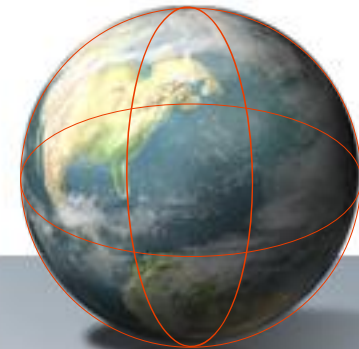
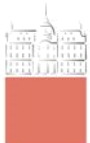
Značilnosti

- vertikalna oddaljenost od ploskve geoida tudi do 20 km

Razlike v dolžini na elipsoidu (S_E) in krogli (S_K) so za območje Slovenije naslednje:

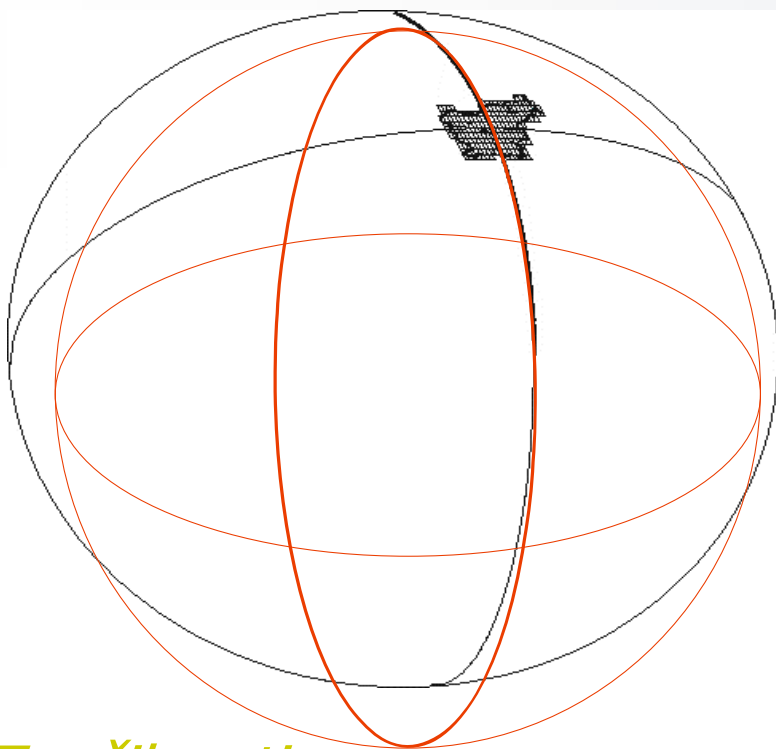
$\Delta S = 0,001$ m pri dolžini 104 km, $\Delta S = 0,01$ m pri dolžini 185 km,

$\Delta S = 0,1$ m pri dolžini 328 km, $\Delta S = 1,0$ m pri dolžini 584 km.



KROGLA - 1

- del Zemljinega elipsoida aproksimiramo s kroglo - *lokalna krogla*



$$R = \sqrt{M \cdot N}$$

R srednji radij ukrivljenosti v T

M krivinski polmer krajevnega meridiana T

N krivinski polmer 1. vertikala v T

Značilnosti

- geometrija: ena prostostna stopnja,
- najenostavnejši opis oblike Zemlje,
- enostavni približki in redukcije merskih količin.