

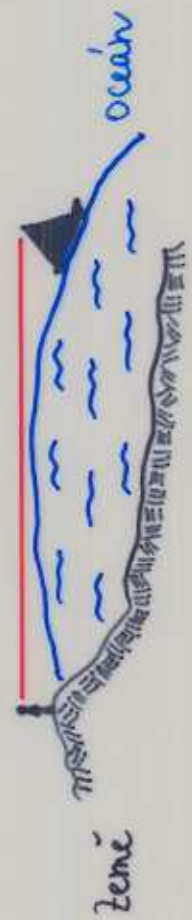
GEODÉZIE (VYŠŠÍ?)

- JEDNA Z NEJSTARŠÍCH VĚDNÍCH DISCIPLÍN
- ZÁKLADNÍ NÁPLNÍ GEODÉZIE JE MĚŘENÍ A REPREZENTACE ZEMĚ A JEJÍHO VNĚJŠÍHO GRAVITAČNÍHO POLE V 3-D ČASOVĚ PROHĚNNÉM PROSTORU
- GEODÉZII LZE DĚLIT NA
 1. POLOHOVÁNÍ A NAVIGACE
 2. TÍHOVÉ POLE
 3. ČASOVÉ VARIACE
- NÁZEV POCHÁZÍ Z ŘEČTINY (VYŠŠÍ G. - HELHERT)
 - GEODÉZIE VS. ZEMĚMĚŘICTVÍ

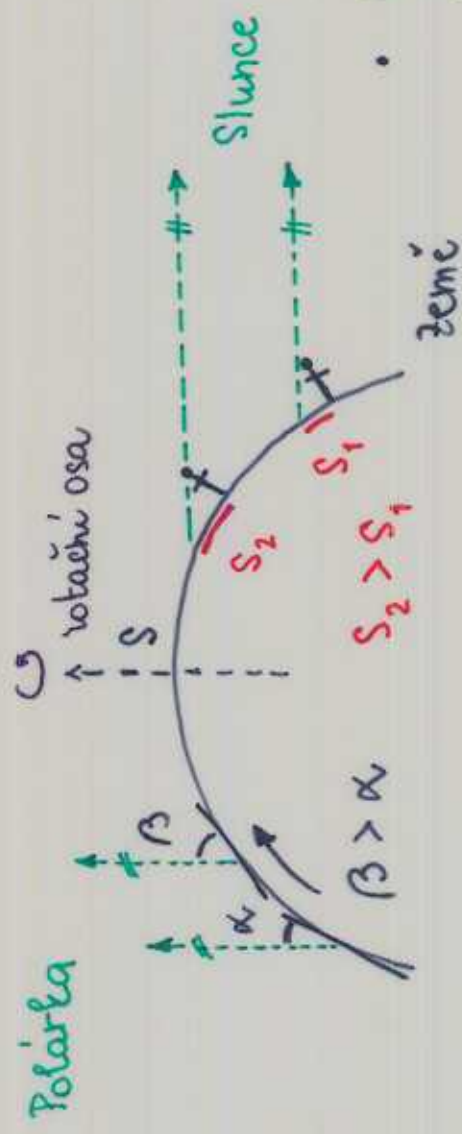
TVAR ZEMĚ - JEDNODUCHÉ ÚKAZY

- přechod "placatá země" → "kulatá země"

- lod' mizíjí za obzorem
- cestování severním směrem :



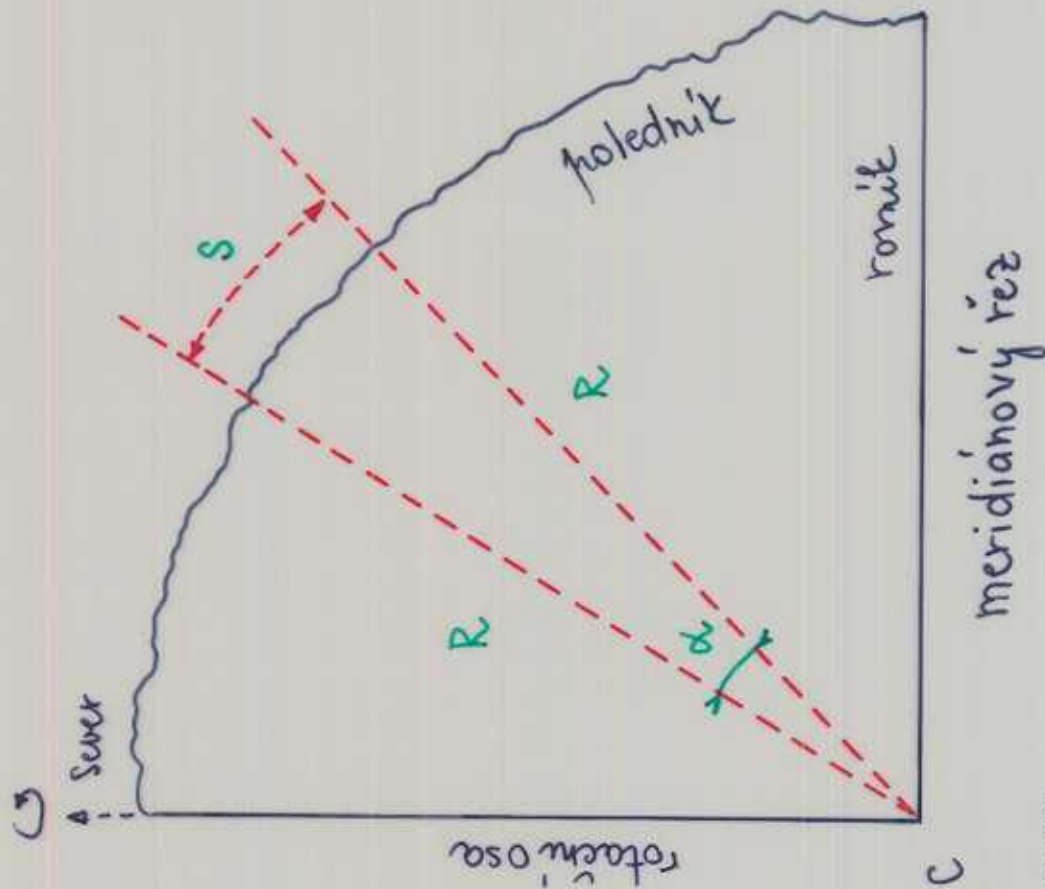
- zvětšující se délka stínu
- rostoucí úhel polárky



- představa země jako desky byla postupně nahrazena "kulatou zemí"

- Cestování na sever

ZEMĚ JAKO KOULE



© PN

- poloměr:

$$R = \frac{360 \cdot s}{2\pi\alpha}$$

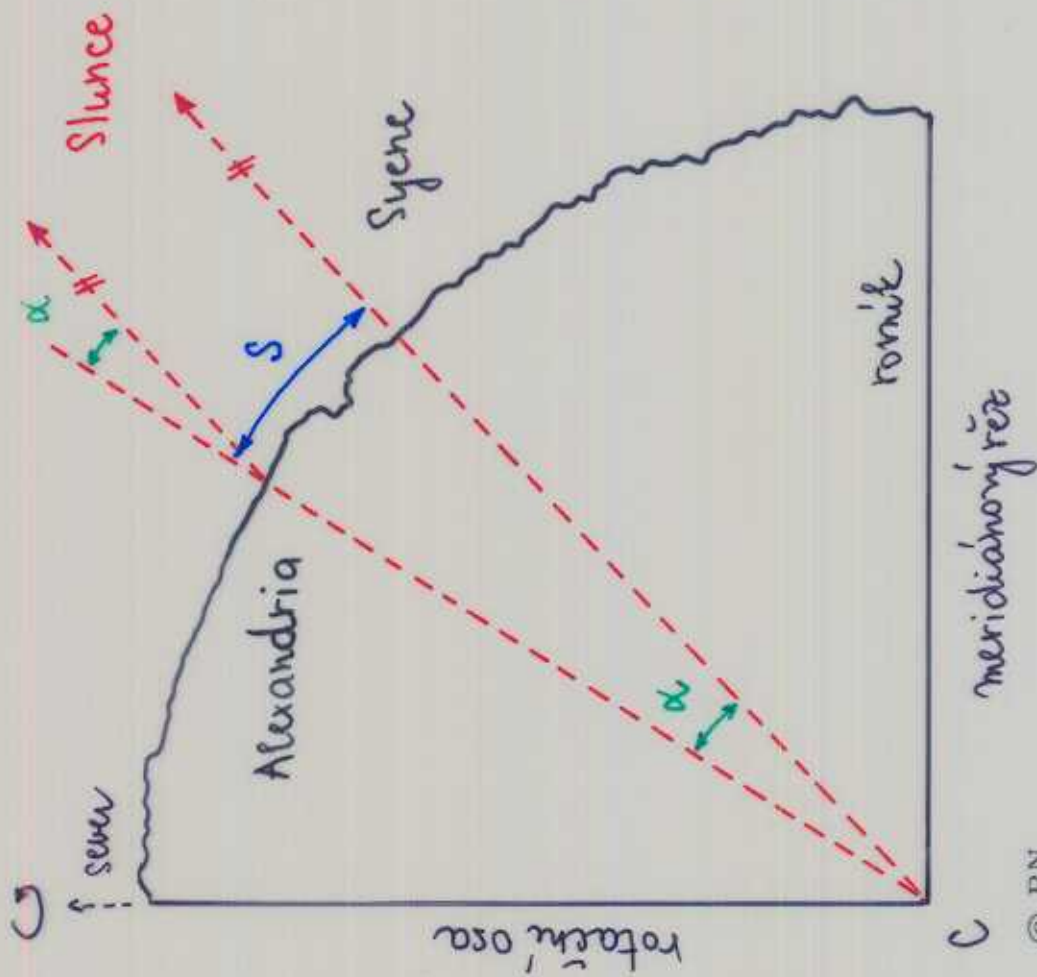
s, α

- Pythagoras (~ 580 př.n.l.)
- Aristoteles (~ 360 př.n.l.)
- Archimedes (~ 250. př.n.l.)

- první pokusy o určení rozměru země

- číselné údaje nepřilís dobré (mnohem větší)

MĚŘENÍ ROZMĚRU ZEMĚ - ERATOSTHENES (230 př.n.l.)



- řecký filozof a knihovník v Alexandrii
- dle slunečního stínu odhadl úhel α a změřil vzdálenost s :
- $\alpha \doteq 7^{\circ} 12'$
- určil obvod poledníku
- 39 000 - 52 500 km
- blízko správné hodnotě $\approx 40\,000$ km

DALŠÍ POKUSY O URČENÍ ROZMĚRU ZEMĚ

- Poseidonius : stejný princip jako Eratosthenes
základna Alexandria - Rhodos
- I-Hsing : Čínský matematik a astronom (8 n.l.)
měřena délka poledníku + změna délky stínu
určený obvod země $\approx 56\,700$ km
- Al Mamun : arabský kalif (9. st. n.l.)
určený obvod země $\approx 39\,980$ km
- Křištof Kolumbus : málem tragický konec jeho plavby
na základě špatně určeného rozměru
zemského tělesa

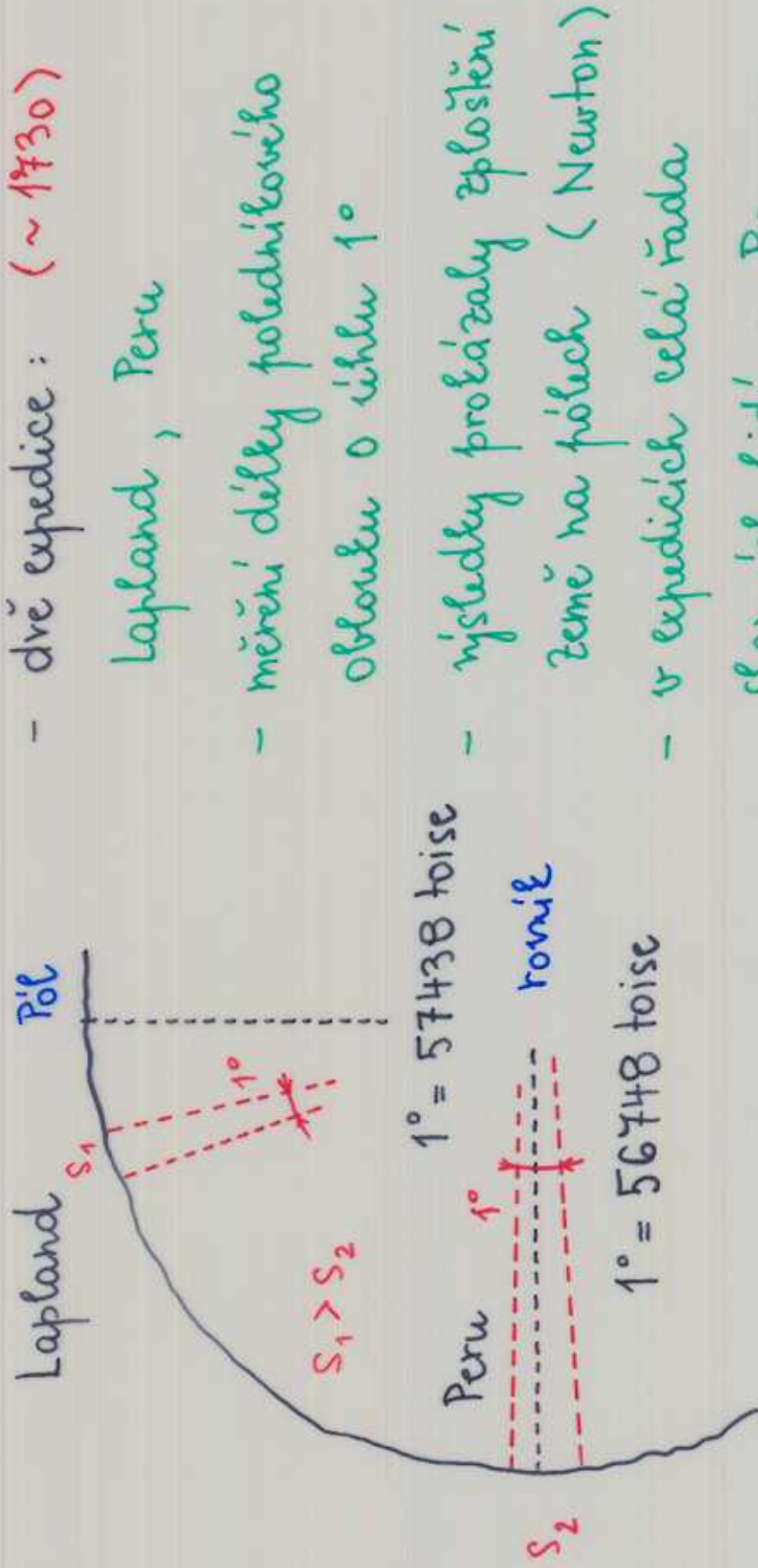
DALŠÍ POKROK V URČOVÁNÍ ROZMĚRU ZEMĚ

- 16. a 17. století : rozvoj věd i zeměměřičství
nové metody a přístroje
- Frisius a Snellius (Holandsko) : měření délky
poledníkového oblouku nepřímo - triangulace
- Fernel (Francie) : měření délky poledníkového oblouku
pomocí otáčecí kola rozu
- Picard : teleskop pro měření výšek hvězd a úhlů
měření délky pomocí dřevěných tyčí
triangulace pro určení délky poledníkových
oblouků => rozměr Země

ŽEMĚ JAKO KOULE → ŽEMĚ JAKO ELIPSOID

- přesná měření poledníkových oblouků vyústila v myšlenku země jako elipsoid
- dvě teorie : elipsoid zploštělý na pólech (Newton)
elipsoid zploštělý na rovníku (Cassini)
- rozpor vyústil ve dvě expedice organizované Francouzskou akademií :
měření délky části poledníku blízko pólu (Lapland)
blízko rovníku (Peru)
- porovnání výsledků - řešení rozporu

STUPŇOVÁ MĚŘENÍ (FRANCOUZSKÁ AKADEMIE)



- dvě expedice: (~1730)

Lapland, Peru

- měření délky poledníkového oblouku o úhlu 1°

- výsledky prokázaly zploštění

Země na pólech (Newton)

- v expedicích celá řada

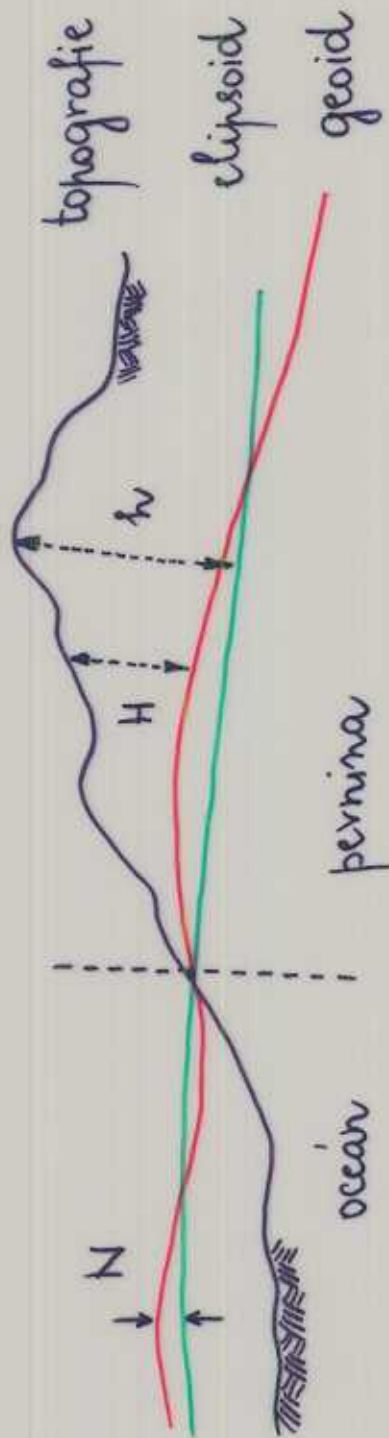
slavných lidí: Bouguer,

Maupertuis, Clairaut, Celsius, Condamine ...

VELIKOST A TVAR ZEMĚ

- Geodézie rozeznává a používá tyto plochy:
 1. fyzický povrch země - terén, dna oceánů
 2. geoid - hladinová plocha tíhového pole země
 3. elipsoid (koule) - geometrická aproximace
 4. jiné komplikovanější plochy
- Geodézie tyto plochy nejen užívá, ale i uvádí na základě různých měření (délky, úhly, tíže, tíže, dálkový průzkum, geodetické družice, letadla data)
- všechny plochy profitují z družicových dat (uvěni)

GEOMETRIE GEODETICKÝCH PLOCH

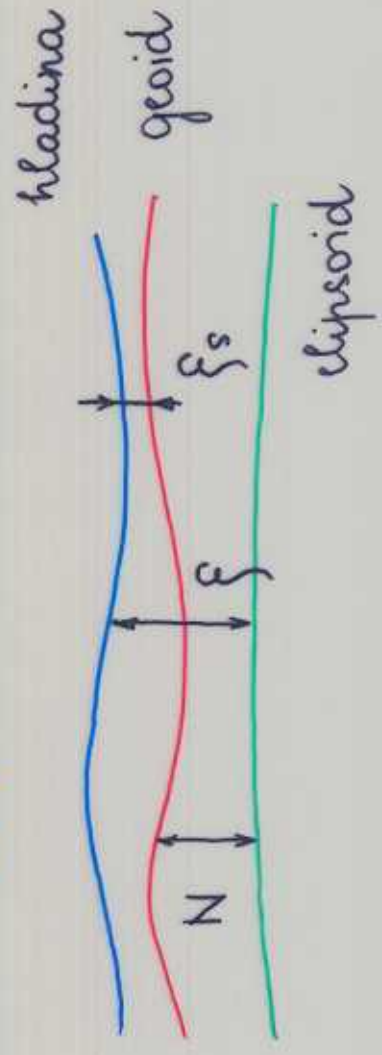


- N ... geoidální výšky $|N| < 150 \text{ m}$
- H ... ortometrické výšky $|H| < 9 \text{ km}$
- h ... geodetické (elipsoidální) výšky $|h| < 9 \text{ km}$

Topografie mořské hladiny

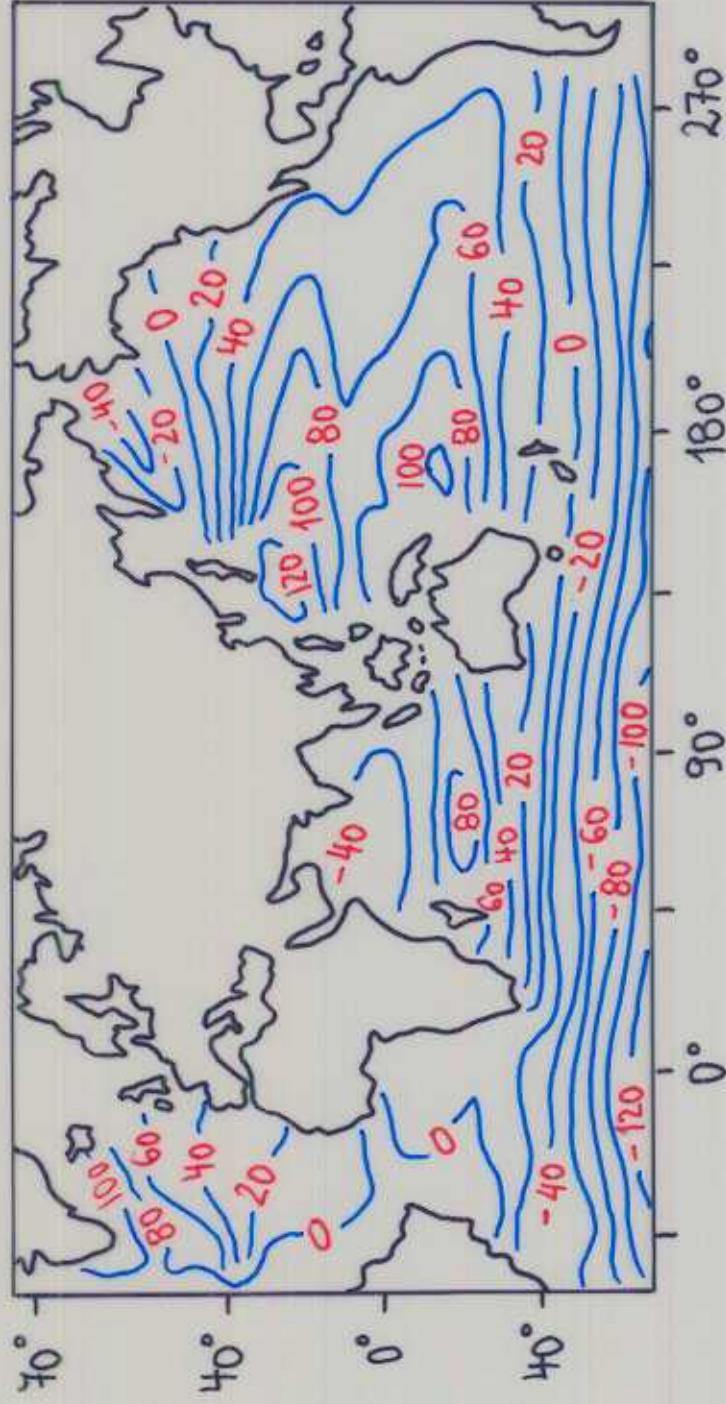
$$\iint \xi_s = 0$$

$$|\xi_s| < 1,5 \text{ m}$$



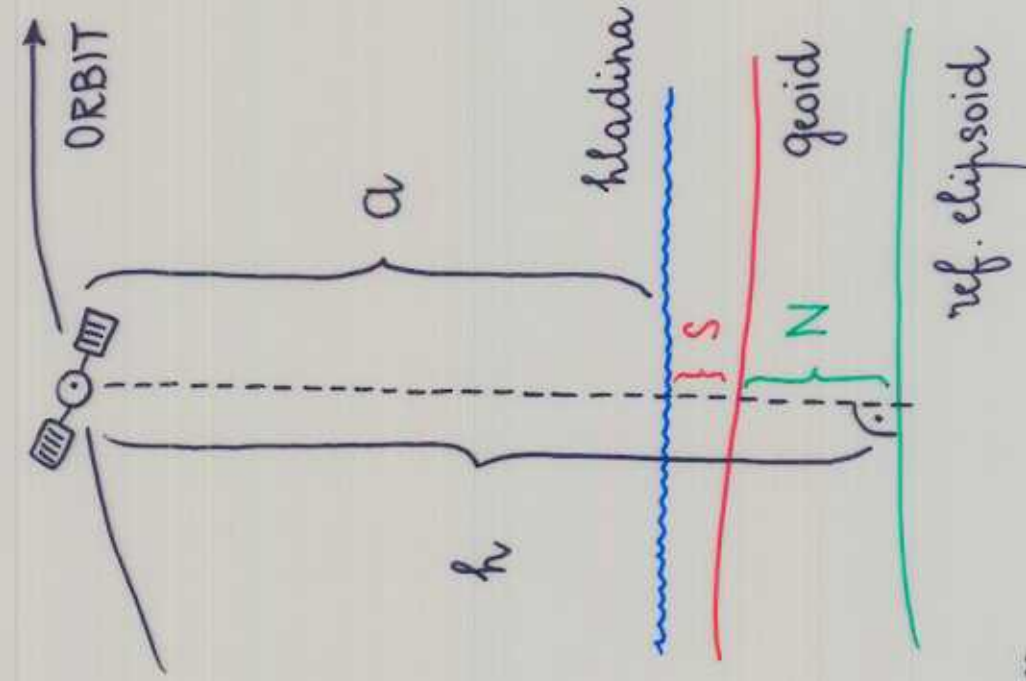
TOPOGRAFIE MOŘSKÉ HLADINY (cm)

- střední odchylky skutečné mořské hladiny od ideálního stavu



- střední hodnoty (průměry) dat dřevěové altimetrie

DRUŽICOVÁ' ALTIMETRIE



- družicový altimetr
- GPS - geodetická výška h
- radar - výška a

$$h = a + s + N$$

$$\Rightarrow N = h - a - s$$

- hodnota s je těžko určitelná
- ostatní hodnoty měřitelné
- příkladem je družice

TOPEX / POSSEIDON

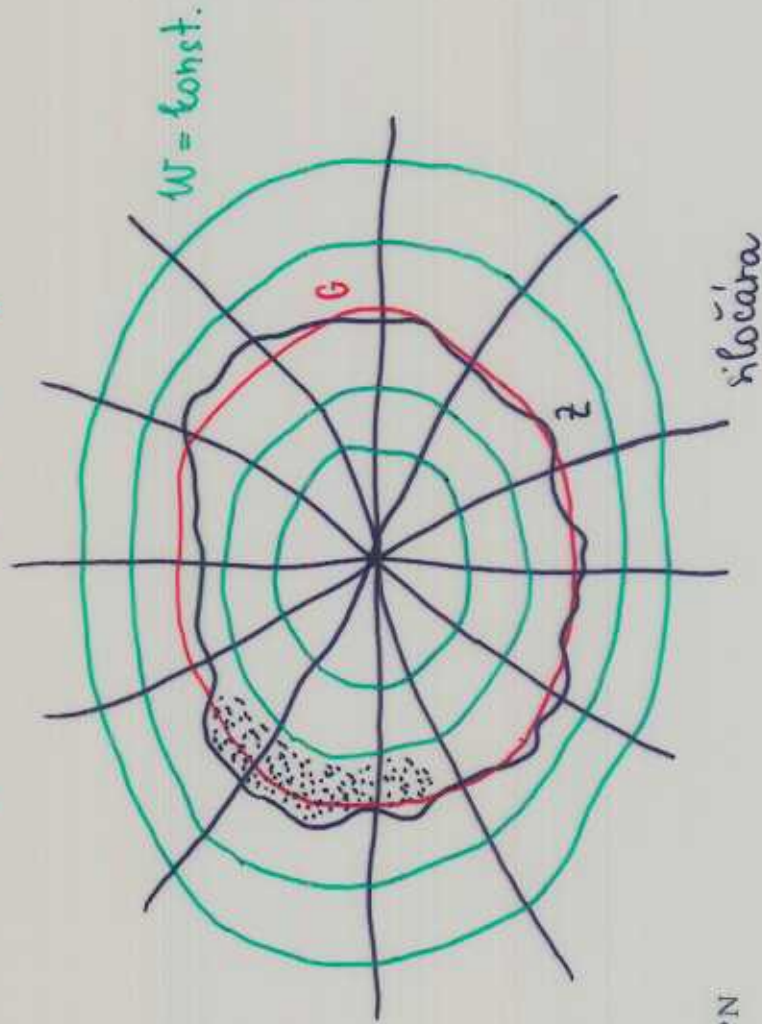
FYZICKÝ POVRCH ZEMĚ

- terén (28% zemského povrchu), dna oceánů
- matematický popis: geodetické síť (dnes 3-D)
 - body na zemském povrchu s určenými 3-D souřadnicemi
 - digitální model terénu: databáze těchto bodů,
- zpravidla střední hodnoty pro 2-D elementy
- globální modely pro významná rozlišení ($5' \times 5'$, $30'' \times 30''$, ...)
- mapování Oceánů: určování hloubky pomocí sonarů
- popis fyzického povrchu je možný i kontinuálně (2-D funkce)
- určeni fyzického povrchu země je velmi důležitá
příliš komplikovaný \Rightarrow různé aproximace

GEOID

- hladinová plocha Hřového pole země (konstantní potenciál)
- aproximuje střední hladinu světových oceánů (Gauss)

⇒ prochází topografickými hmotami!



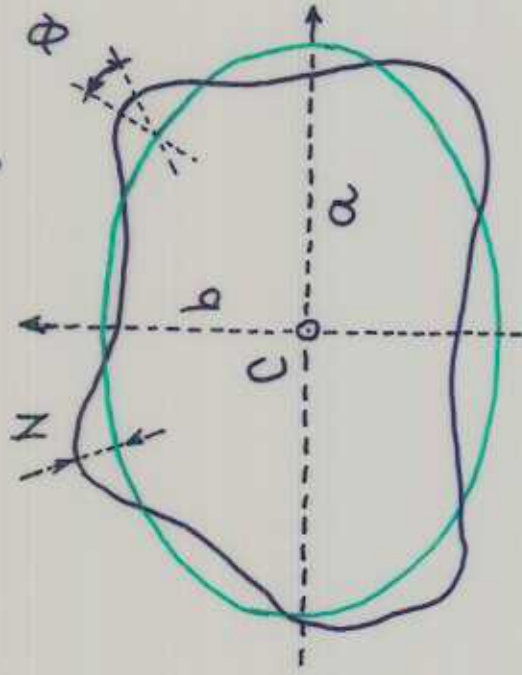
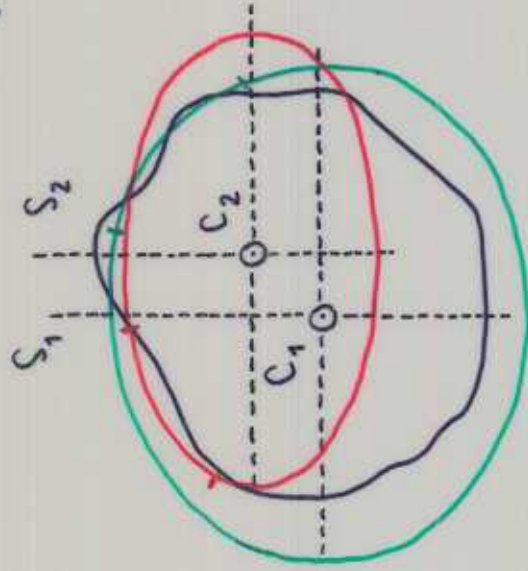
- fyzikálně smysluplný
- většinou na základě dat měření na a nad zemí
- velmi důležitá plocha v teorii výšek: "nadmořské výšky"
- více v teorii Hřového pole

GEOMETRICKÉ APROXIMACE GEOIDU

- geoid je spojitá, hladká a konvexní plocha příliš komplikovaná pro matematické výpočty
- => geodézie používá různé geometrické aproximace :
 - **geocentrická koule** : odchylky maximálně $\pm 10 \text{ km}$
 - **geocentrický rotační elipsoid** : odchylky $\pm 100 \text{ m}$
trojosý elipsoid : menší odchylky, komplikovaný
- větší rozměru a pozice vůči Zemi - kosmická geodézie
- nejčastěji se používá rotační elipsoid
 poměr komplikovanost - přesnost

GEOID A REFERENČNÍ ELIPSOID

- dvojosý (rotační) elipsoid : poloosy a, b
- dříve určován triangulací, dnes družicová geodézie



- různé elipsoidy pro různé části světa
- problémy s geocentricitou

- jeden geocentrický elipsoid :

$$\min_{a,b} \oint N^2 ds \rightarrow \hat{a}, \hat{b}$$