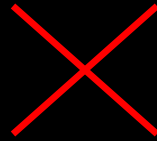


Zobrazování zemského povrchu

- Země je „kulatá“



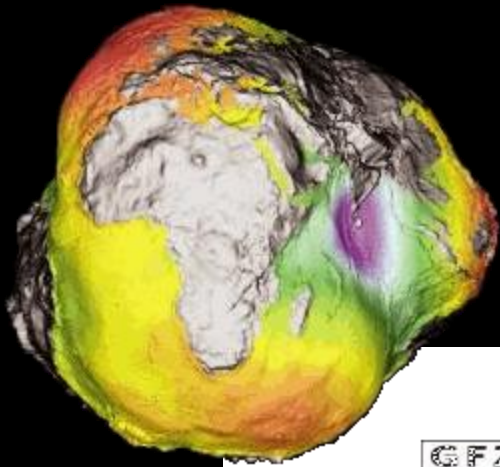
- Mapy jsou „placaté“

Zemský povrch je zvlněný a země není kulatá

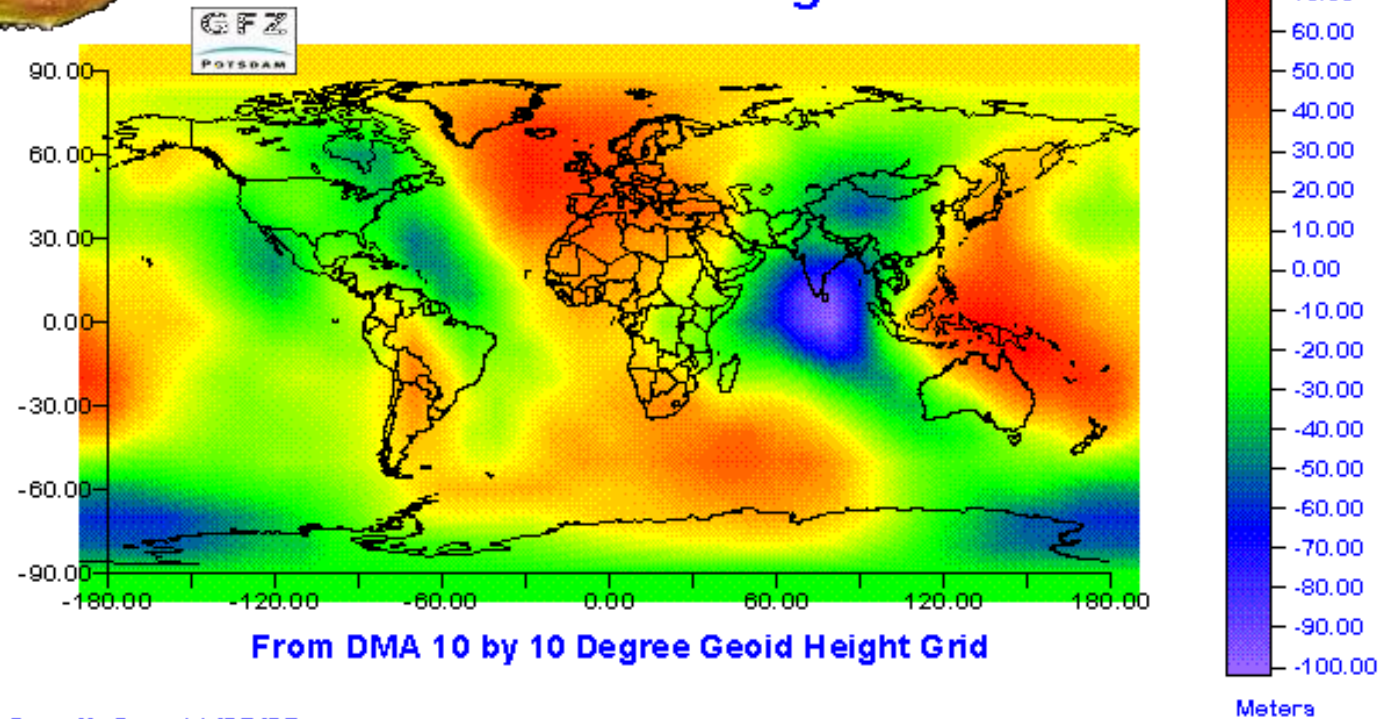


- Fyzický povrch potřebuji promítnout na nějaký matematicky popsateľný povrch

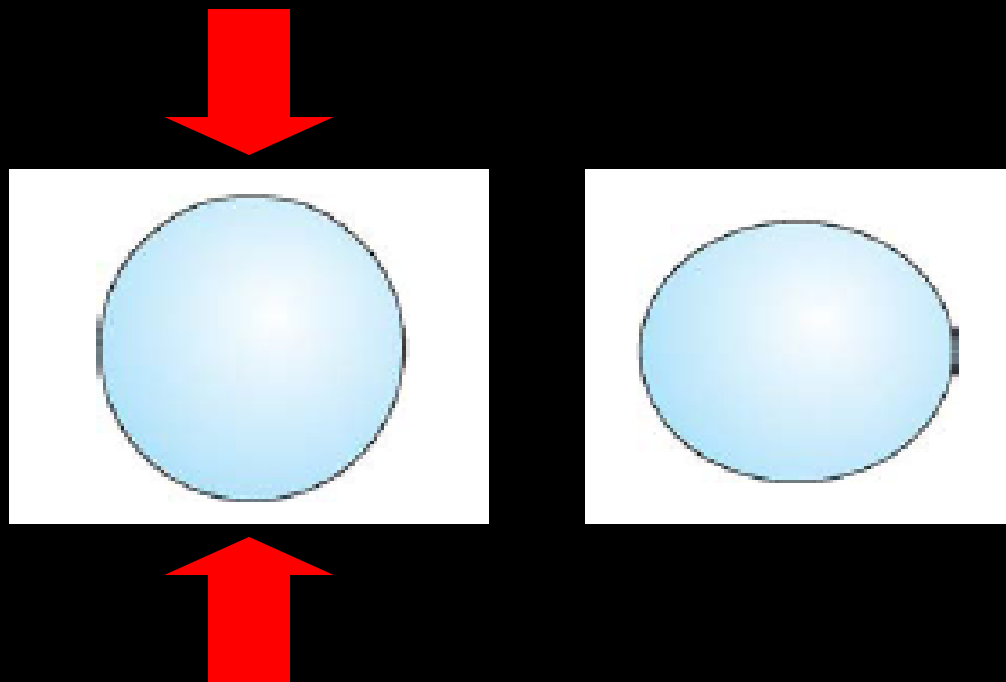
Geiod



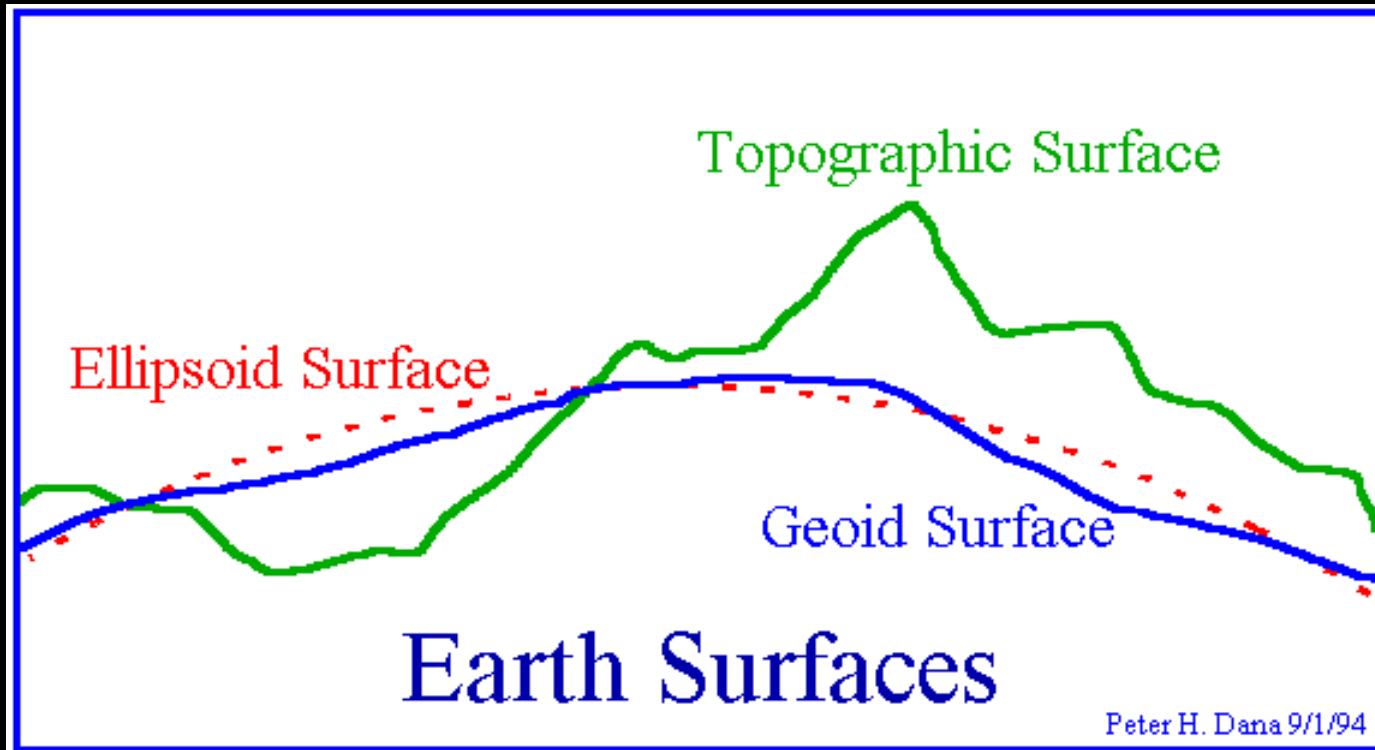
WGS-84 Geoid Height



Referenční elipsoid

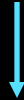


Model zemského povrchu



Postup projekce

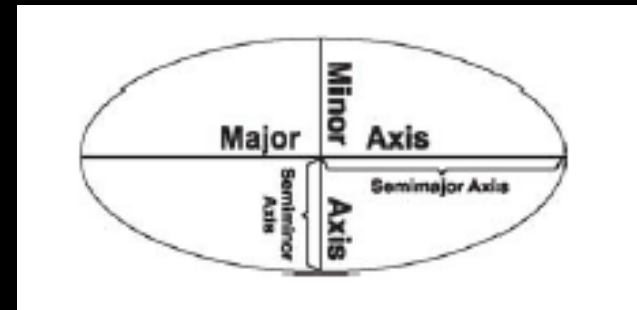
**Nahrazení zemského povrchu
referenčním elipsoidem**



**Promítnutí povrchu referenčního
elipsoidu na zobrazovací plochu**

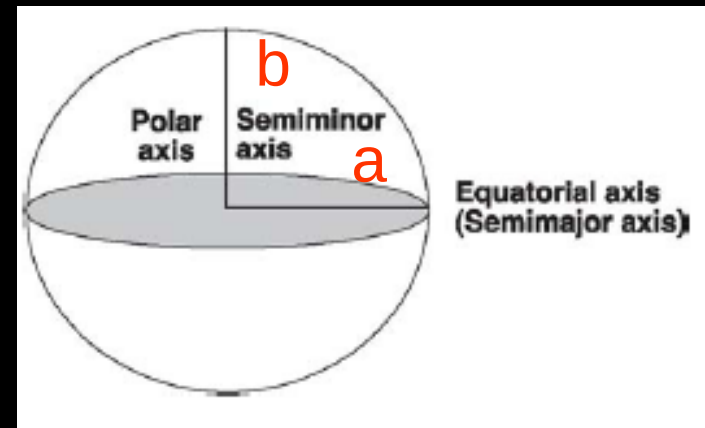
Parametry referenčního elipsoidu I

- elipsa charakterizována 2 osami
- rotací okolo kratší vznikne elipsoid



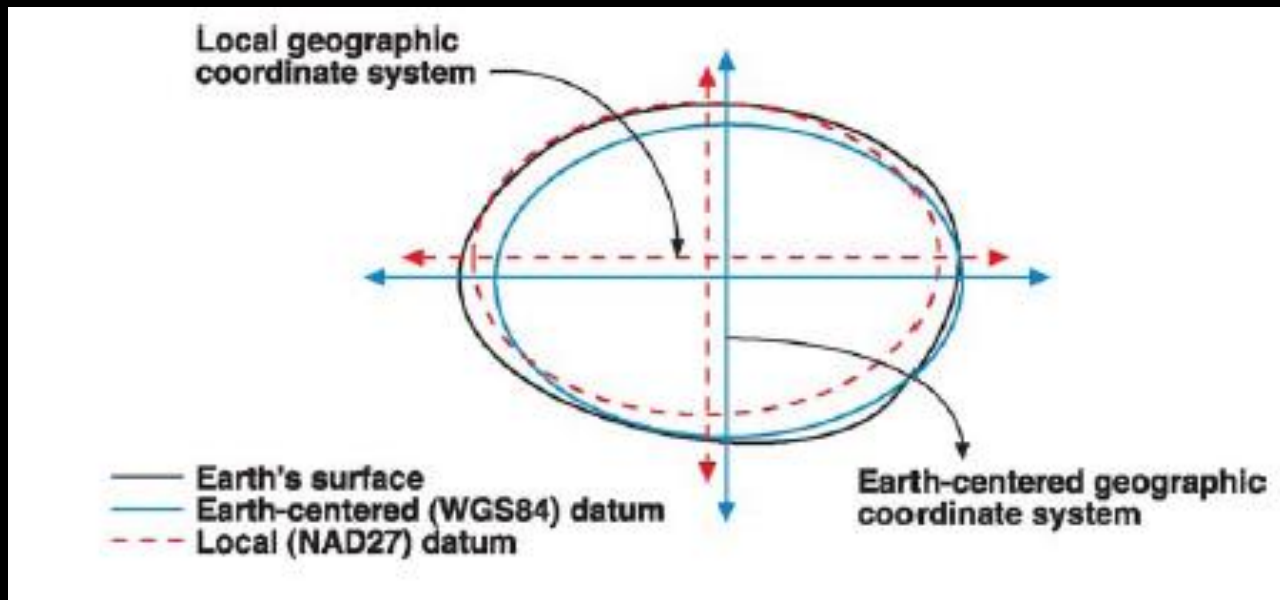
Charakteristiky:

- a – semimajor axis
- b – semiminor axis
- flattening $f = (a-b) / a$; $1 / f$
pro WGS84 $1/f = 298.25722$
- eccentricity
$$e = (a^2 - b^2) / a^2$$



Parametry referenčního elipsoidu II

- Výběr elipsoidu a jeho umístění vzhledem k počátku zemské osy - **DATUM**
- Každý souřadný systém - jiný elipsoid a jiná poloha
- Omezené využití vždy jen pro část zemského povrchu



Příklady elipsoidů

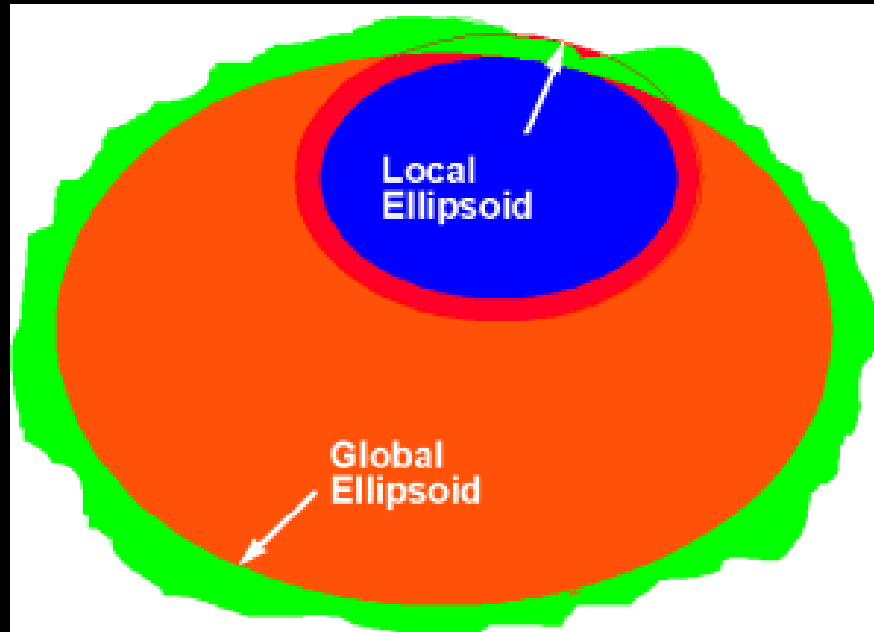
Selected Reference Ellipsoids

Ellipse	Semi-Major Axis (meters)	1/Flattening
Airy 1830	6377563.396	299.3249646
Bessel 1841	6377397.155	299.1528128
Clarke 1866	6378206.4	294.9786982
Clarke 1880	6378249.145	293.465
Everest 1830	6377276.345	300.8017
Fischer 1960 (Mercury)	6378166.0	298.3
Fischer 1968	6378150.0	298.3
G R S 1967	6378160.0	298.247167427
G R S 1975	6378140.0	298.257
G R S 1980	6378137.0	298.257222101
Hough 1956	6378270.0	297.0
International	6378388.0	297.0
Krassovsky 1940	6378245.0	298.3
South American 1969	6378160.0	298.25
WGS 60	6378165.0	298.3
WGS 66	6378145.0	298.25
WGS 72	6378135.0	298.26
WGS 84	6378137.0	298.257223563

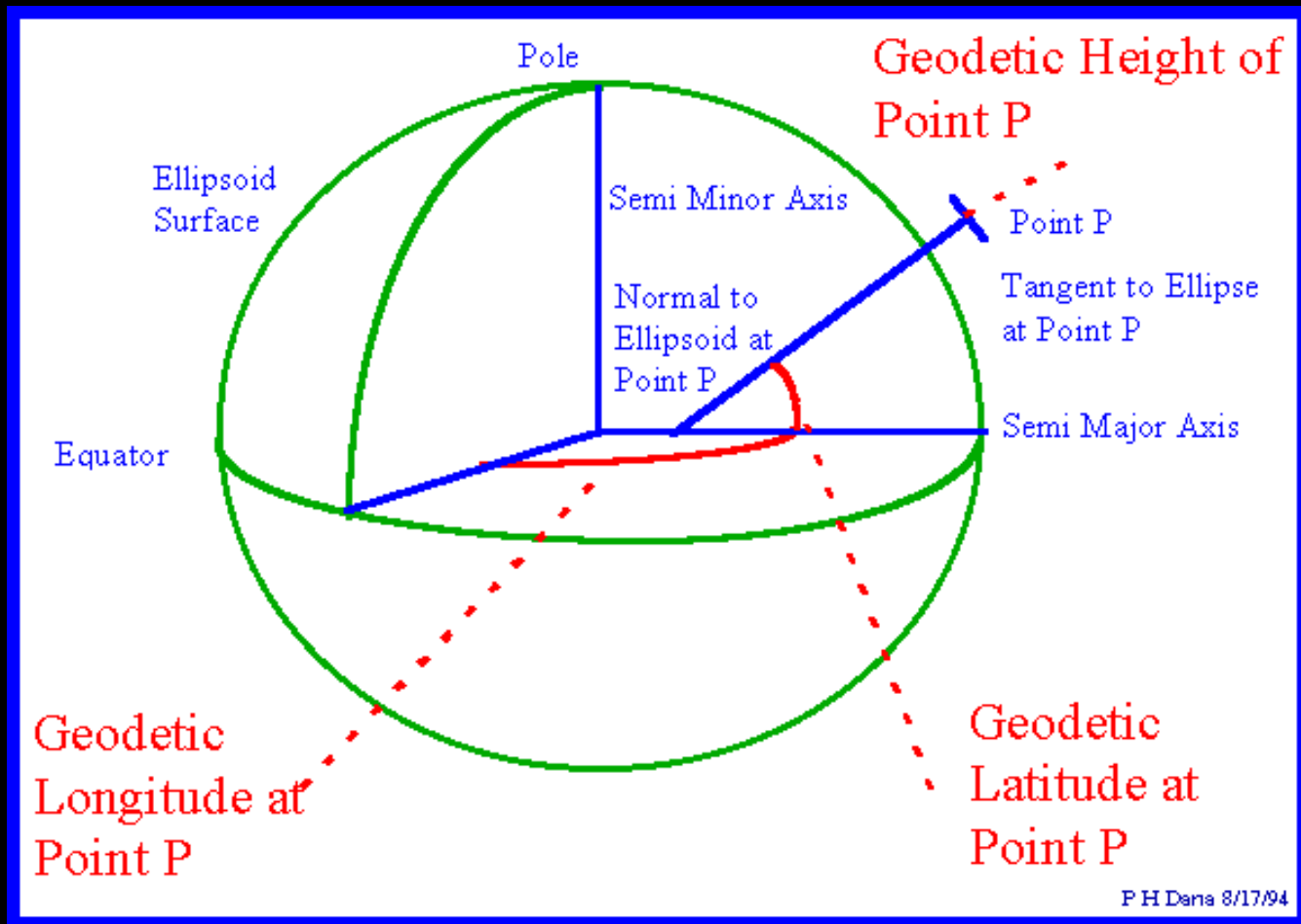
Peter H. Dana 9/1/94

Geocentrický elipsoid WGS84

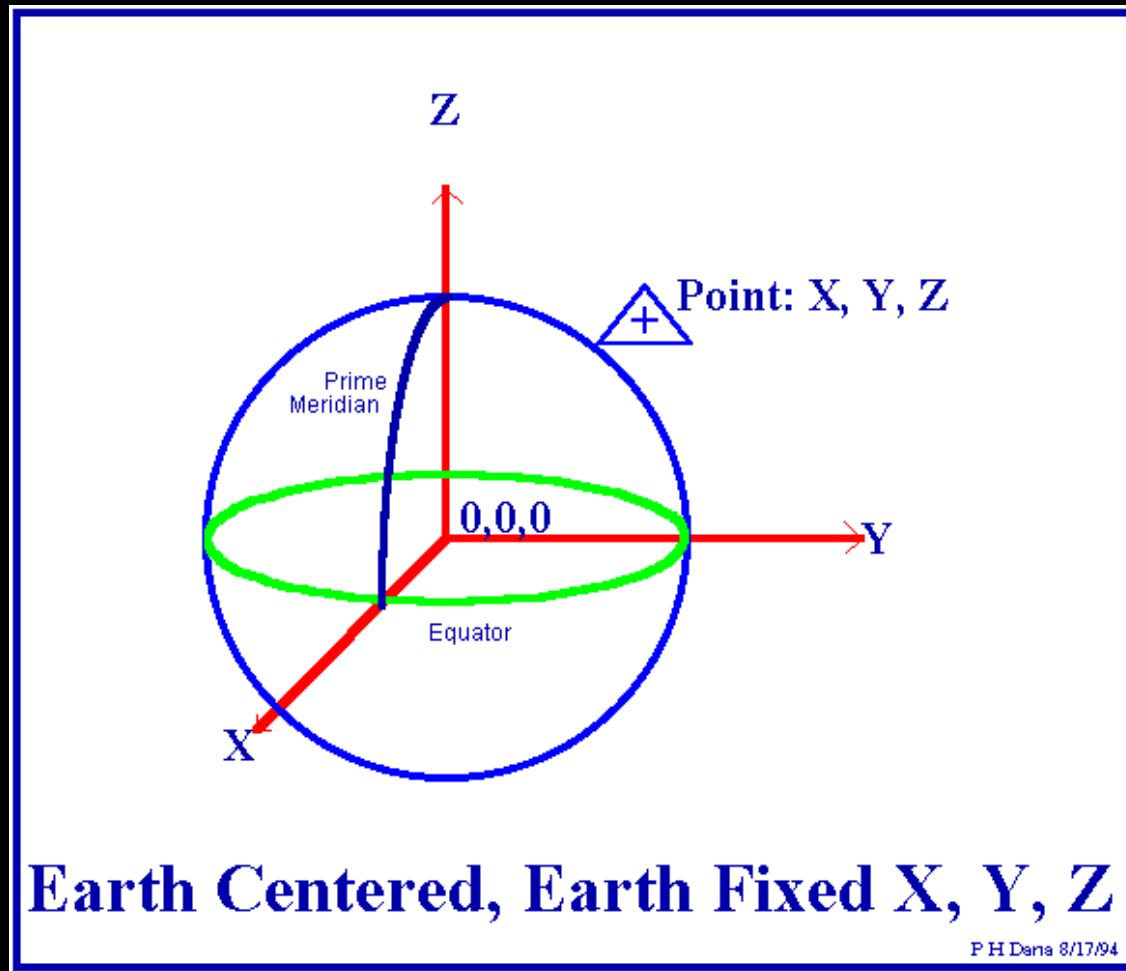
- Založen na hmotném středu země (měřeno GPS)
- Použitelné pro celý zemský povrch



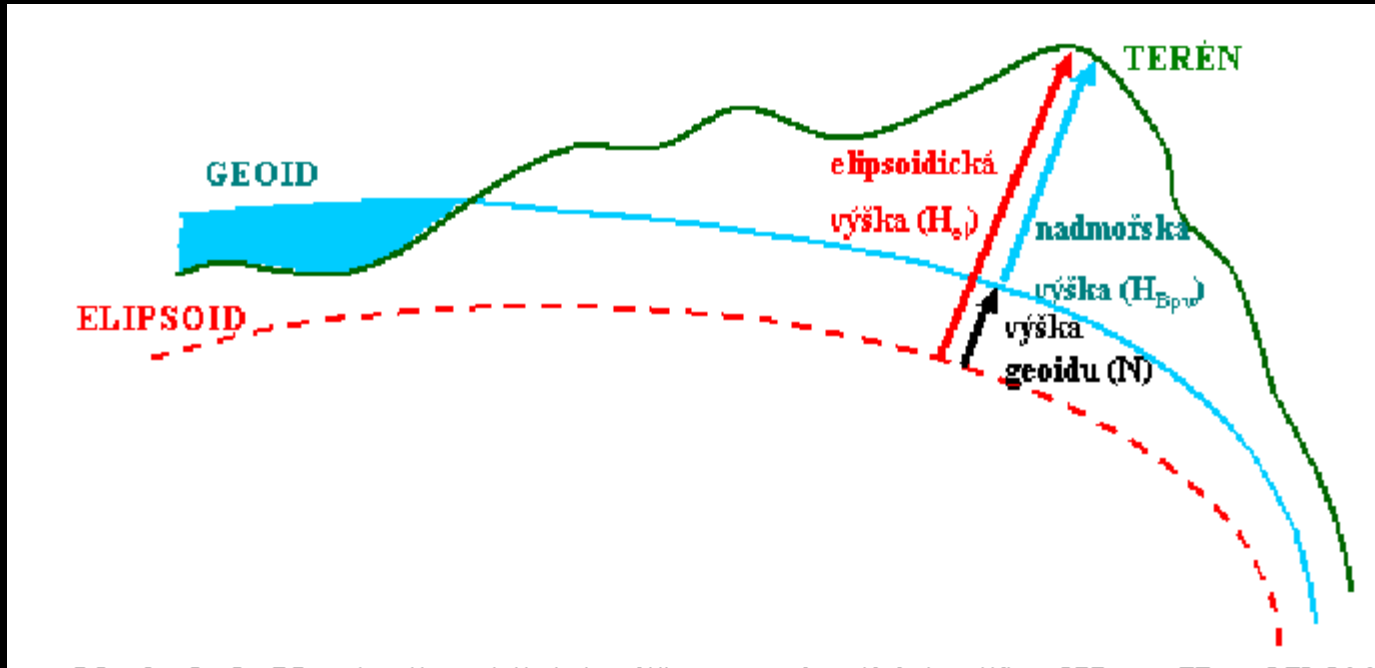
Zeměpisné geodetické souřadnice



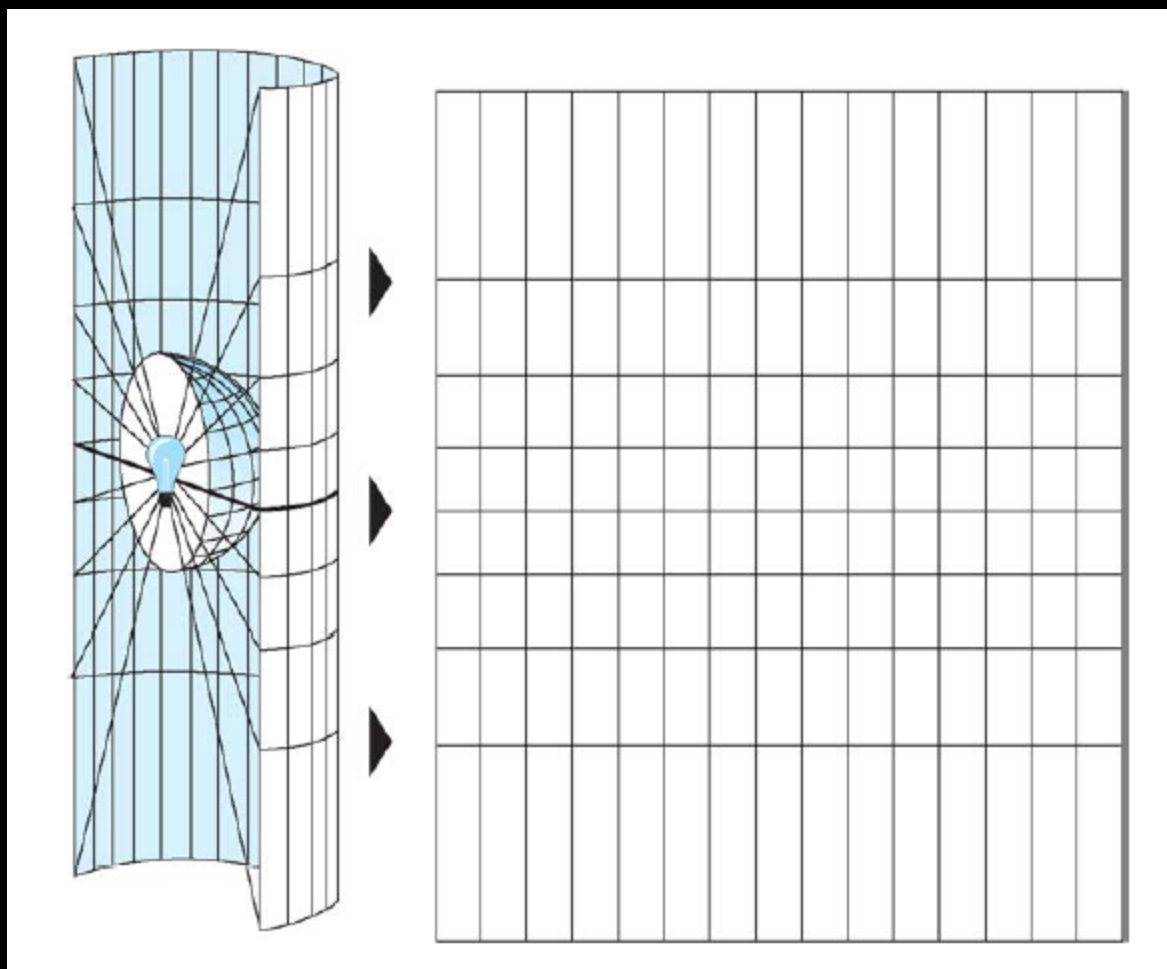
Karteziánské souřadnice



Problém nadmořské výšky



Projekce I

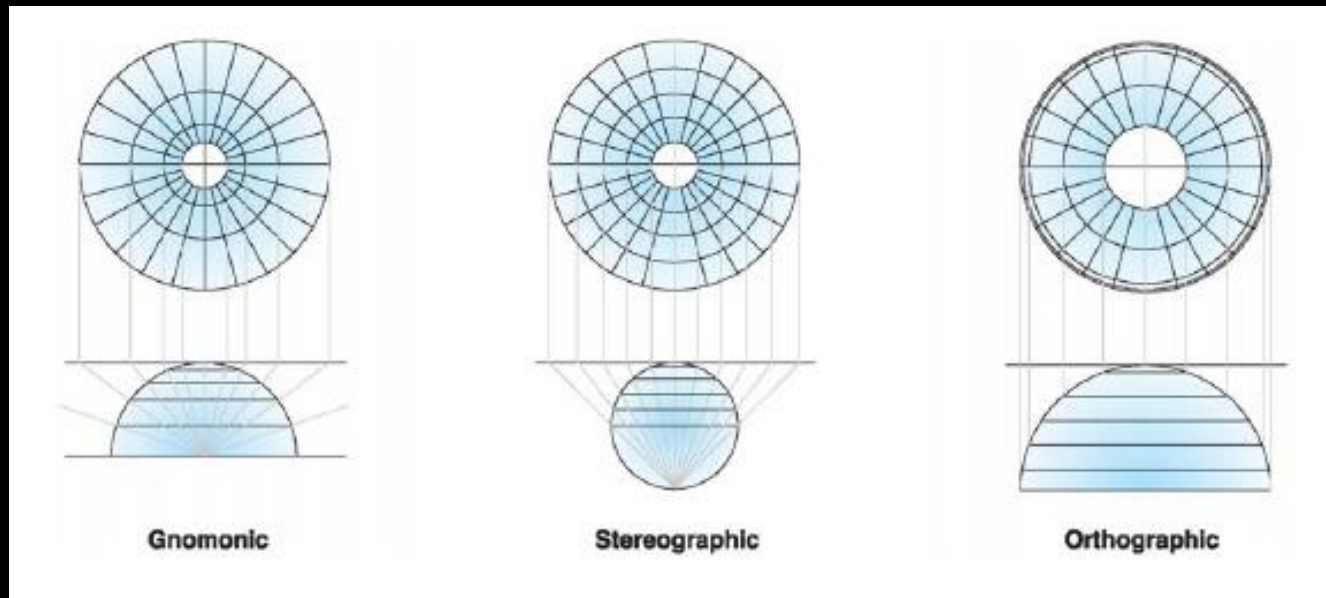


Projekce II

- Typ zobrazovací plochy
 - válcová
 - azimutální
 - kuželová
- Umístění promítací plochy
 - normální
 - příčné
 - obecné
- Odkud promítám
 - gnómská (ze středu)
 - stereografická (z opačného pólu)
 - ortografická (kolmo na zobrazovací plochu)
- Zkreslení
 - ekvidistantní (nezkreslují délky)
 - ekvivalentní (nezkreslují se plochy, úhly ano)
 - konformní (nezkreslují se úhly, plochy ano)
 - kompenzační (vše trochu ☺)

		Poloha		
		normální	příčná	obecná
Zobrazení	azimutální			
	válcové			
	kuželové			

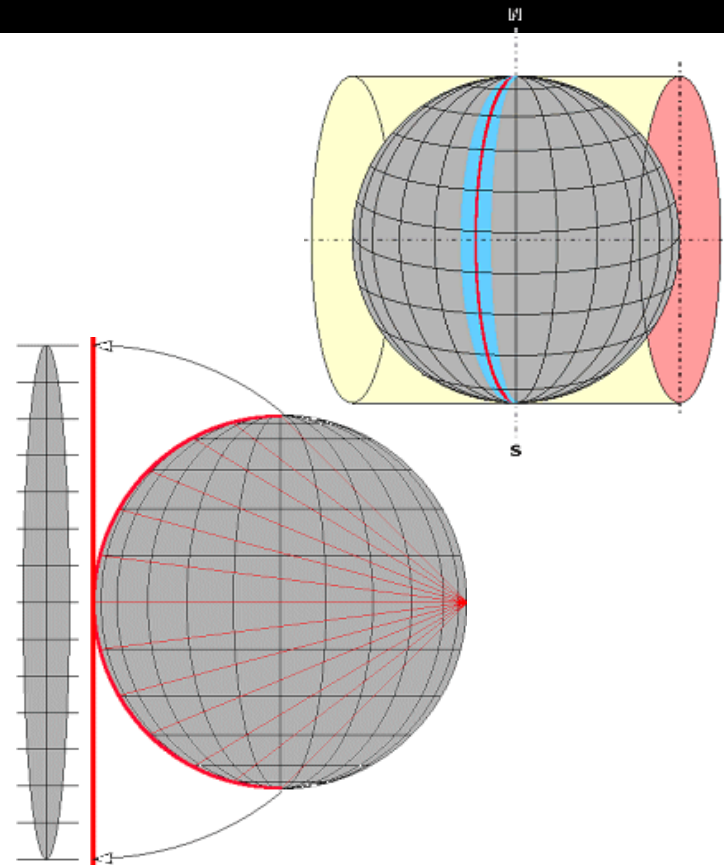
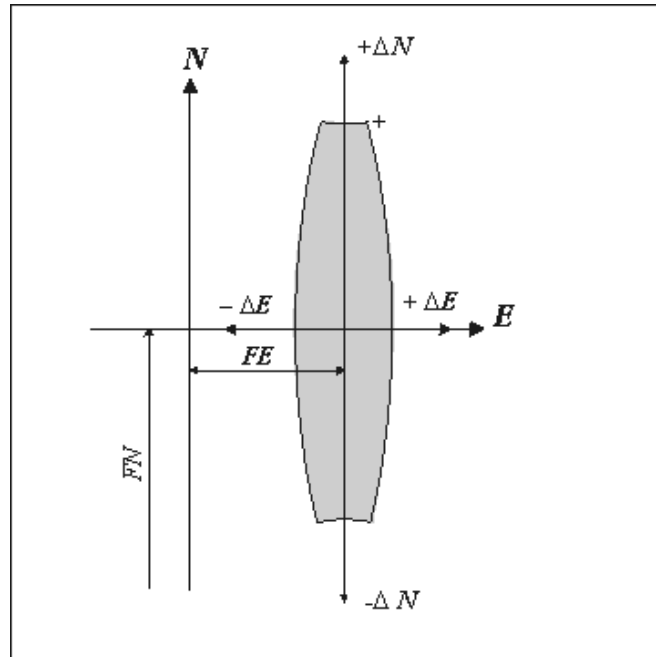
Projekce III

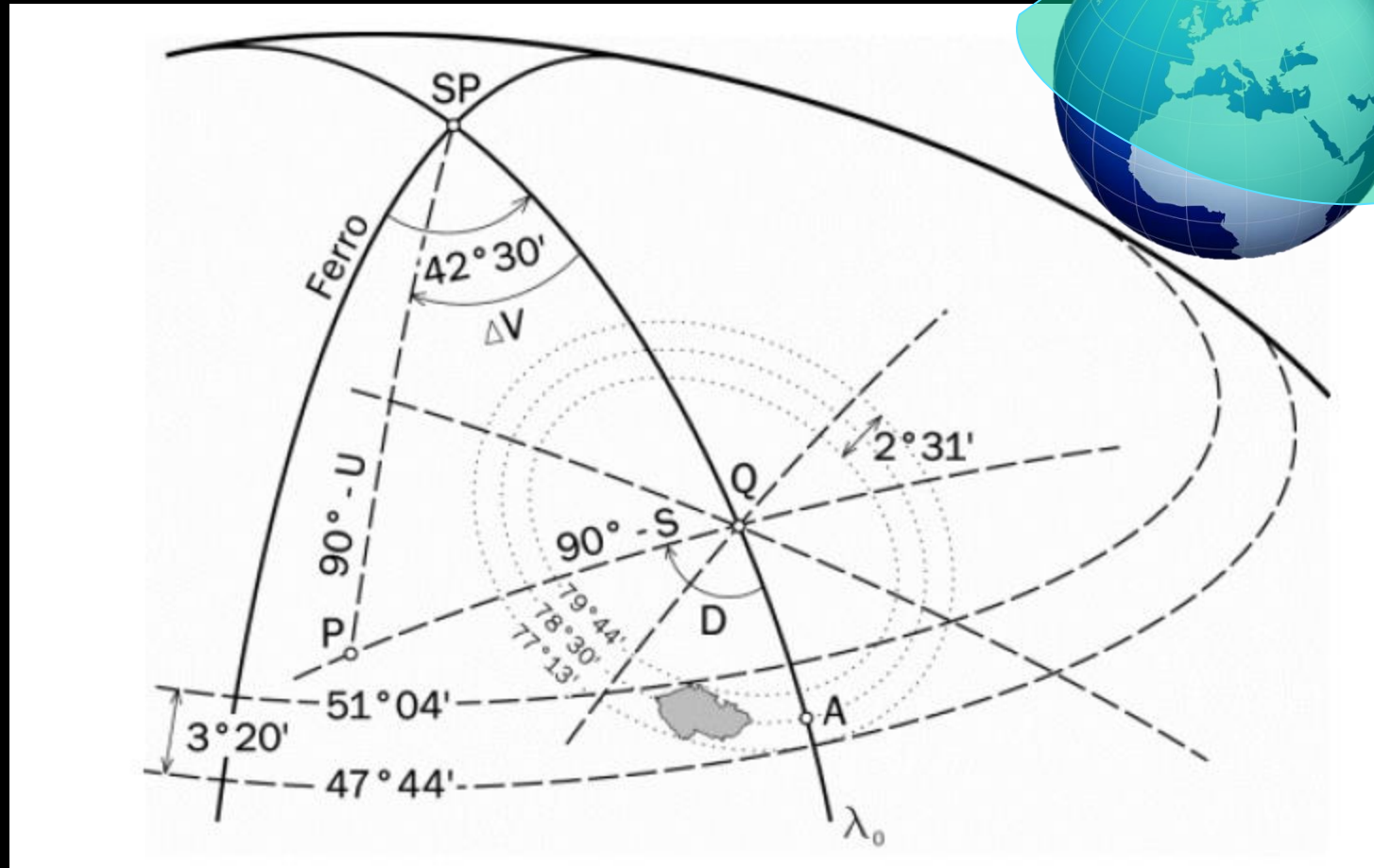


Rovinné souřadnicové systémy používané v ČR

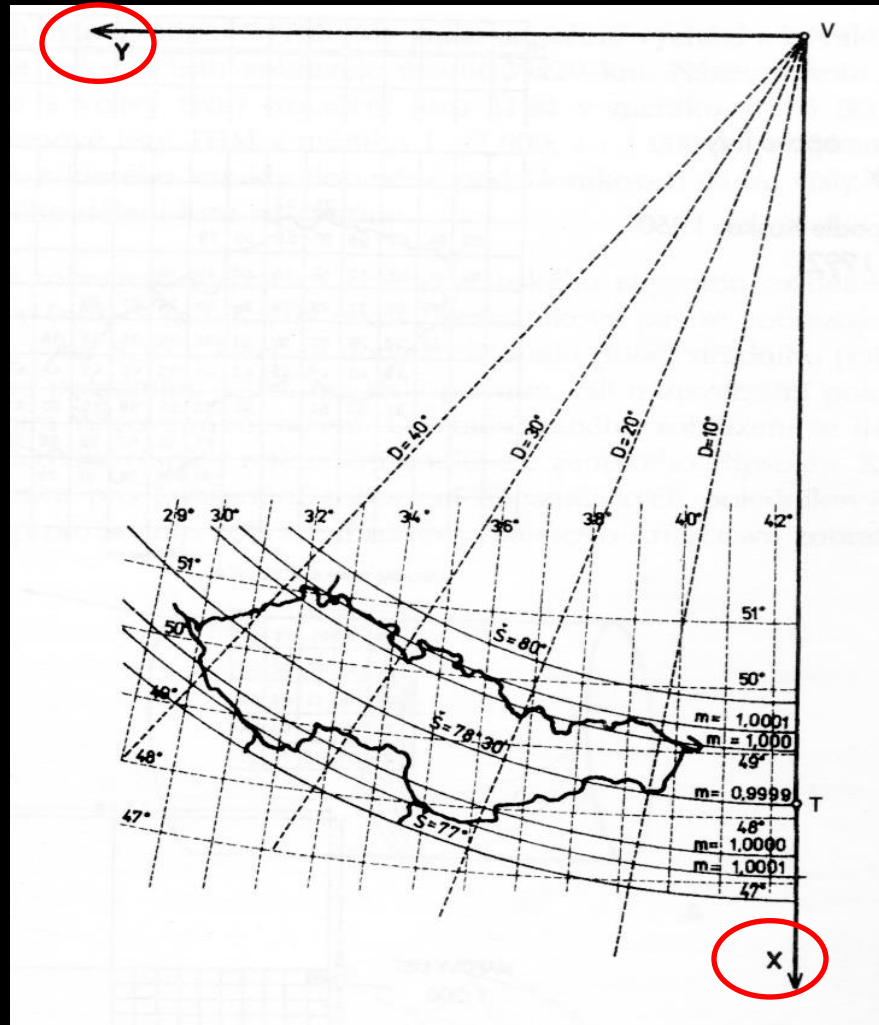
- S42 ; Gaus-Krüger
 - Elipsoid: Krassovsky 1940
 - Zobrazení: Cylindrické v transverzální poloze
 - Pásy široké 3 nebo 6 stupňů
 - Příklad hodnot souřadnic: Průhonice kašna x: 3468408 y: 5541169
 - S-JTSK ; Křovák
 - Elipsoid: Bessel 1841
 - Zobrazení: Kónické v obecné poloze; konformní
 - Nejdříve konformě na Gausovu kouli a z té teprve na kužel
vrchol kuželu na 42°30' východně od Ferra
 - Příklad hodnot souřadnic: Průhonice kašna y: -734443 x: -1053894
-
- UTM – Universal transverse mercator
 - Elipsoid: WGS84 (a další lokální)
 - Zobrazení: Cylindrické v transverzální poloze
 - Příklad hodnot souřadnic: Průhonice kašna x: 468297 y: 5538813

S42 – Gauss-Krüger

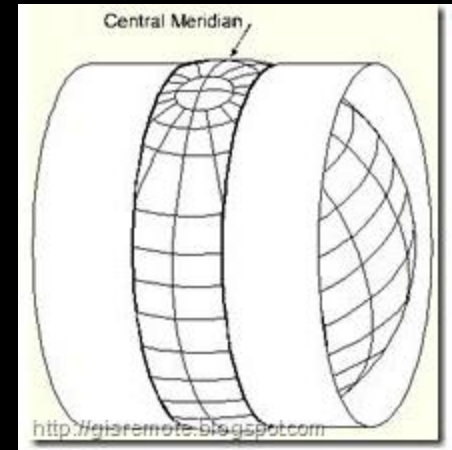
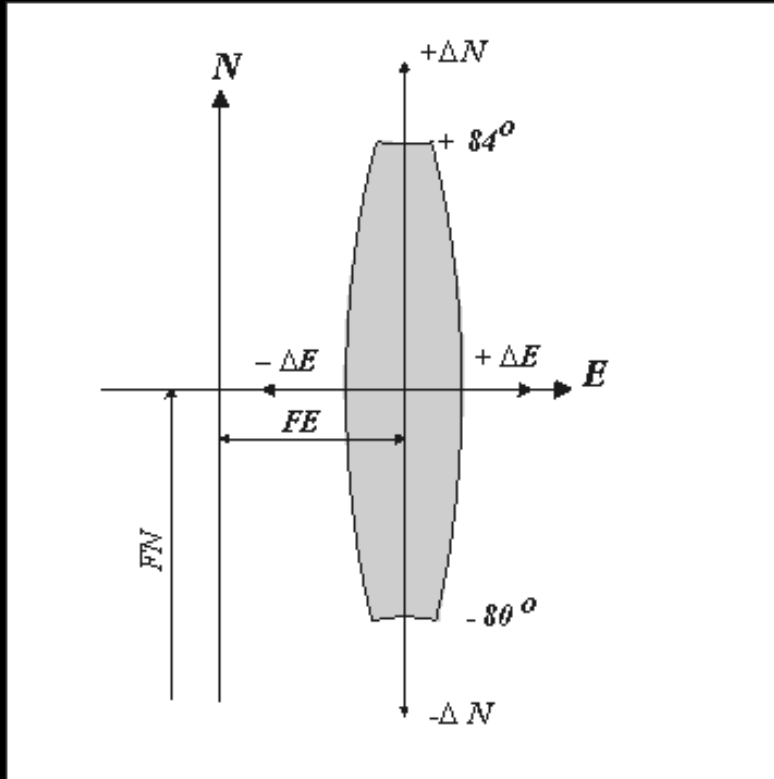




S-JTSK - Křovák

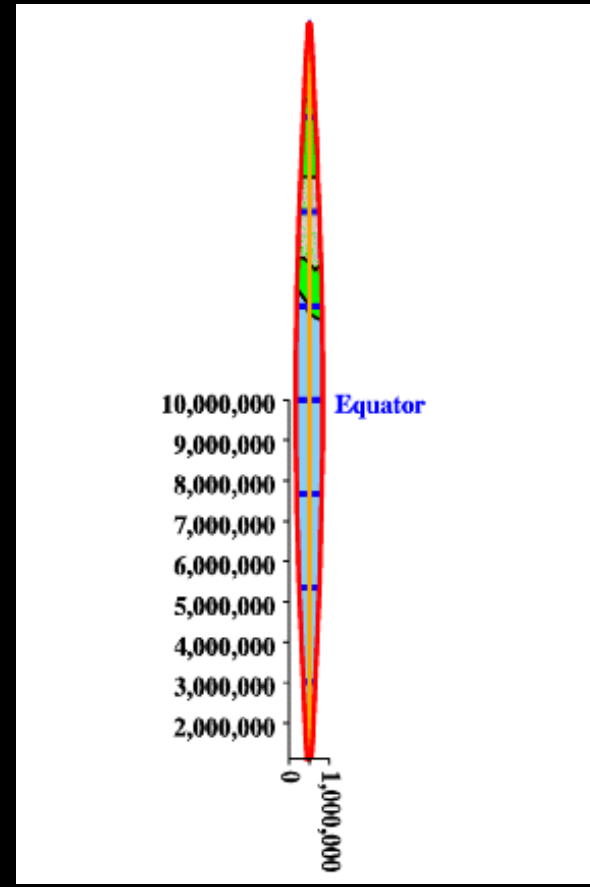
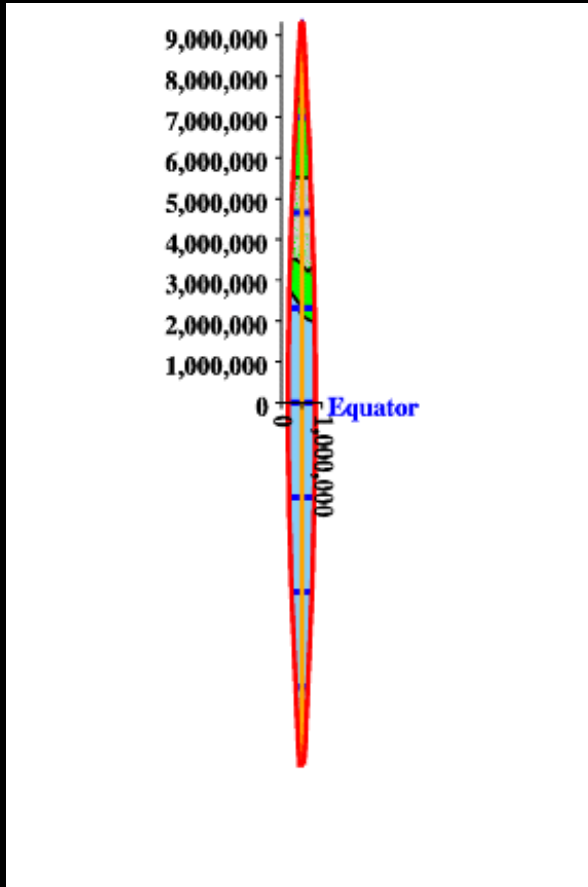


UTM



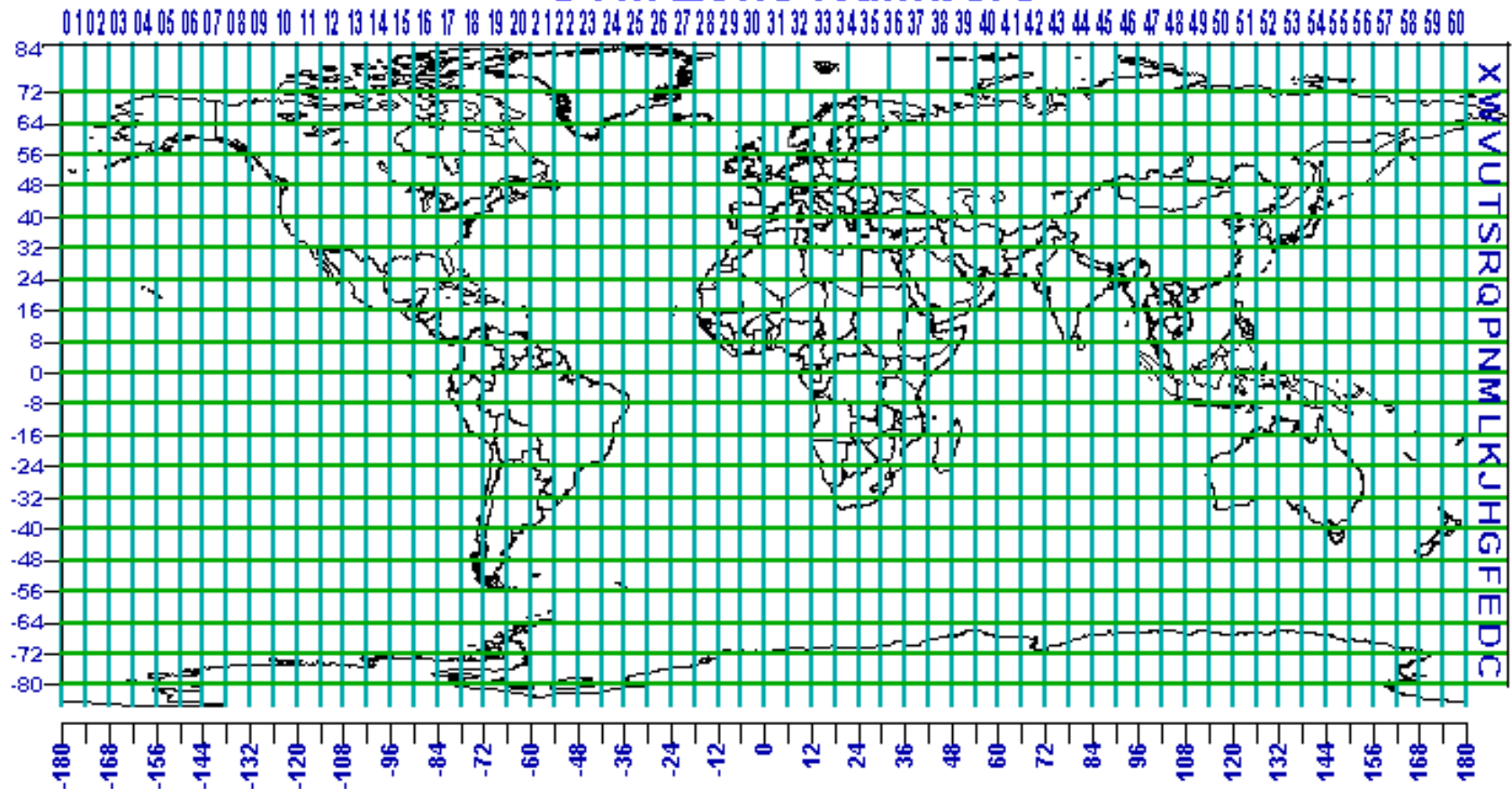
- 60 zón po 6 poledníkových stupních
- 20 zón rovnoběžkových po 8 stupních (C-X) vynechává se „I“ a „O“
- pokrývá většinu zemského povrchu od 80° S do 84° N

UTM



UTM

UTM Zone Numbers



UTM Zone Designators

Universal Transverse Mercator (UTM) System

Peter H. Dana 9/7/94

Resumé

**Stejné zeměpisné souřadnice v různých projekcích
(souřadnicových systémech) neudávají stejnou polohu na
Zemi !!!!!!!**

Porovnání souřadnic

z S-JTSK		Y	X	projection	latitude	longitude	latitude (dms)			longitude (dms)		
do S-42 do UTM	vstup	734443	1053894	S-JTSK	50.00149	14.55867	50	0	5.35	14	33	31.22
		3468408	5541169	S-42	50.00118	14.55936	50	0	4.26	14	33	33.69
		468297	5538813	Zone 33 WGS84	50.00079	14.55763	50	0	2.85	14	33	27.48

Zobrazení větších území

- Evropa

Kuželové (Conic)

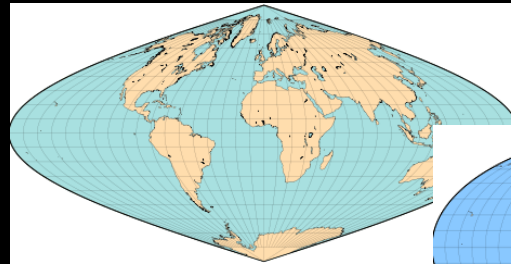
- Lambert's conical equal-area
- Albers's conical equal-area
- Lambert's azimuthal equal-area



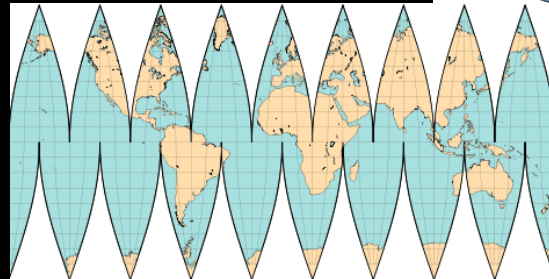
- World

Pseudocylindrical

- Sinusoidal (Sanson-Flamsteed)
- Mollweide



Interrupted maps



Další souřadnicové systémy

Většinou kompatibilní s WGS84, odchylky řádově v metrech

- **Evropské**
 - ETRS (European terrestrial reference system)
 - elipsoid GRS80
 - Zohledňuje pohyb kontinent. Evropského bloku; označení zahrnuje i časový údaj např. ETRS - 89
- **Světové**
 - ITRF (International Terrestrial Reference Frame)
 - Rovněž zohledňuje pohyb kontinentů a obsahuje časový údaj, např. ITRF - 97
 - GEOREF (World Geodetic Reference System)
 - letecká navigace

Transformace souřadnic mezi s. systémy

Zpětné zobrazení rovinných souřadnic na elipsoid pro získání geografických souřadnic (šířka, délka)

Převod geografických souřadnic (šířka, délka) na karteziánské (x,y,z) na elipsoidu

Transformace karteziánských souřadnic (x,y,z)

Převod karteziánských souřadnic (x,y,z) na geografické souřadnice (šířka, délka)

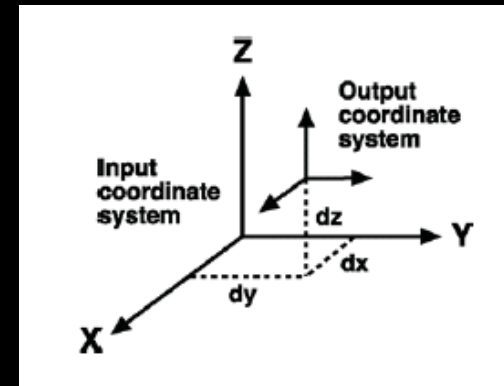
Zobrazení geografických souřadnic do rovinného souřadného systému



Transformace souřadnic II

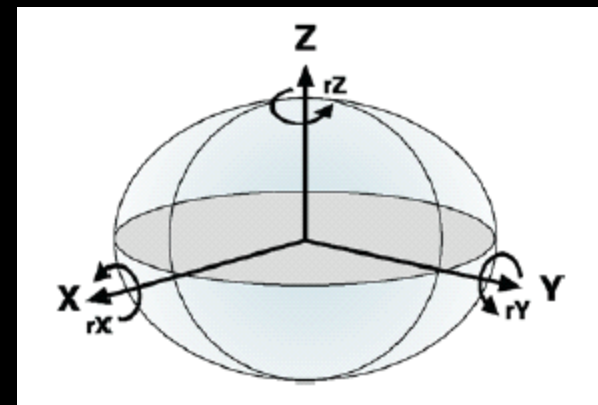
- Tříprvková transformace
 - Posun středu souřadnic x,y,z

$$\begin{bmatrix} X \\ Y \\ Z \end{bmatrix}_{new} = \begin{bmatrix} \Delta X \\ \Delta Y \\ \Delta Z \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} X \\ Y \\ Z \end{bmatrix}_{original}$$



- Sedmiprvková transformace
 - Tříprvková + rotace v každé z os + změna velikosti

$$\begin{bmatrix} X \\ Y \\ Z \end{bmatrix}_{new} = \begin{bmatrix} \Delta X \\ \Delta Y \\ \Delta Z \end{bmatrix} + (1+s) \cdot \begin{bmatrix} 1 & r_z & -r_y \\ -r_z & 1 & r_x \\ r_y & -r_x & 1 \end{bmatrix} \cdot \begin{bmatrix} X \\ Y \\ Z \end{bmatrix}_{original}$$



Přímá transformace zeměpisných souřadnic

- Molodenského transformace
 - Parametry: posun počátku; rozdíl ve velikosti os elipsoidu a zploštění
- Zjednodušená Molodenského (Abridge Molodensky)

Méně přesné výsledky ale výpočetně jednoduché