

**„WORLD GEODETIC SYSTEM 1984“ -  
WGS 84**

**MODERNÍ  
GLOBÁLNÍ GEODETICKÝ  
REFERENČNÍ  
GEOCENTRICKÝ SYSTÉM**

**Pro projekt CTU 0513011 (2005)**

**s laskavou pomocí Ing. D. Dušátka, CSc.**

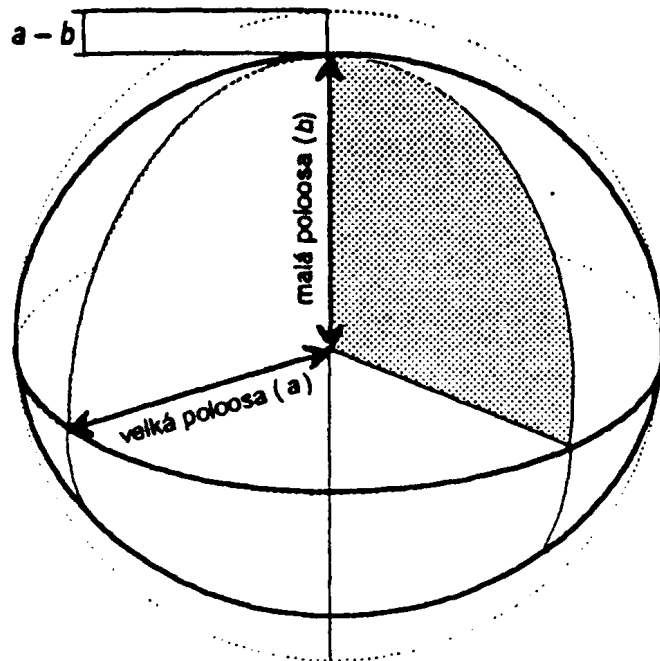
## *Soustava základních geometrických a fyzikálních parametrů zemského tělesa $a$ , $J_2$ , $W_0$ , $\omega$ umožňuje:*

- výstavbu a údržbu globálního, geocentrického (3D) prostorového souřadného (navigačního, lokalizačního) systému, jednotného pro celé zemské těleso, vztaženého k těžišti Země a k ose její rotace,
- v reálném čase navigaci jakéhokoli pohybujícího se objektu po Zemi a v okolozemském prostoru radiotechnickým systémem určování polohy - GPS
- jako geodetický systém GPS jednoznačně zabezpečovat určování polohy jakéhokoli statického objektu (bodu) v témže prostoru,
- pro kterýkoli bod tohoto prostoru poskytovat prostřednictvím modelu geopotenciálu EGM96 opět v reálném čase informaci o zvolených dynamických veličinách zemské gravitace (síly tíže, tíhového zrychlení, tížnicových odchylkách, výšce geoidu, geopotenciálu) a okamžitě lokalizovat geofyzikální a meteorologické jevy na Zemi.

# ZPŮSOB REALIZACE

## Klasický - metoda triangulace a stupňových měření

1. přiblížení – definování náhradního geometrického tělesa planety Země - vytvoření geometrického referenčního modelu, který charakterizuje tvar a rozměry Země jako tělesa ;



znamenal to určit stupňovým měřením parametry vztažného rotačního elipsoidu:

- jeho poloos a, b
  - jeho zploštění f
- $$f = a - b / a$$

**Upozornění: V klasické geodézii se geometrické parametry elipsoidu určovaly stupňovým měřením, (měřením základen, měřeními astronomických a geodetických veličin, triangulací). Takto definovaný elipsoid nebyl geocentrický; rozměry a tvar byly přibližné a jeho umístění v tělese Země se určovalo prostřednictvím lokálního, příp. regionálního geoidu; tím byla jeho definice závislá na prostorech měření a pouze na výsledcích geodetických a astronomických měření.**

**Pro systém WGS 84 již byly geometrické parametry referenčního elipsoidu**

**určeny metodami družicové geodézie:**

$$a = 6\,378,137 \text{ km}$$

$$f = 1 / 298,257\,224.$$

**Padesátá léta - nástup družicových technologií v geodézii**

## **Metody družicové geodézie pro definici geodetického systému**

**2. p ř i b l í ž e n í:**

**ztotožnění středu náhradního referenčního tělesa – elipsoidu - s těžištěm skutečné Země – *poloha*,**

**ztotožnění kratších poloos  $b$  elipsoidu s osou zemské rotace - *orientace vůči Zemi*,**

**přidělení rychlosti úhlové rotace Země  $\omega$  elipsoidu náhradnímu tělesu - *rotační dynamika*.**

**3. p ř i b l í ž e n í:**

**převod hmotnosti Země na elipsoid a tím předání její gravitace náhradnímu tělesu – *přidělení normálního potenciálu a definice modelu EGM96*.**

## Výsledkem všech přiblížení je:

I.

Definování planetárního geometrického a fyzikálního modelu zemského tělesa.

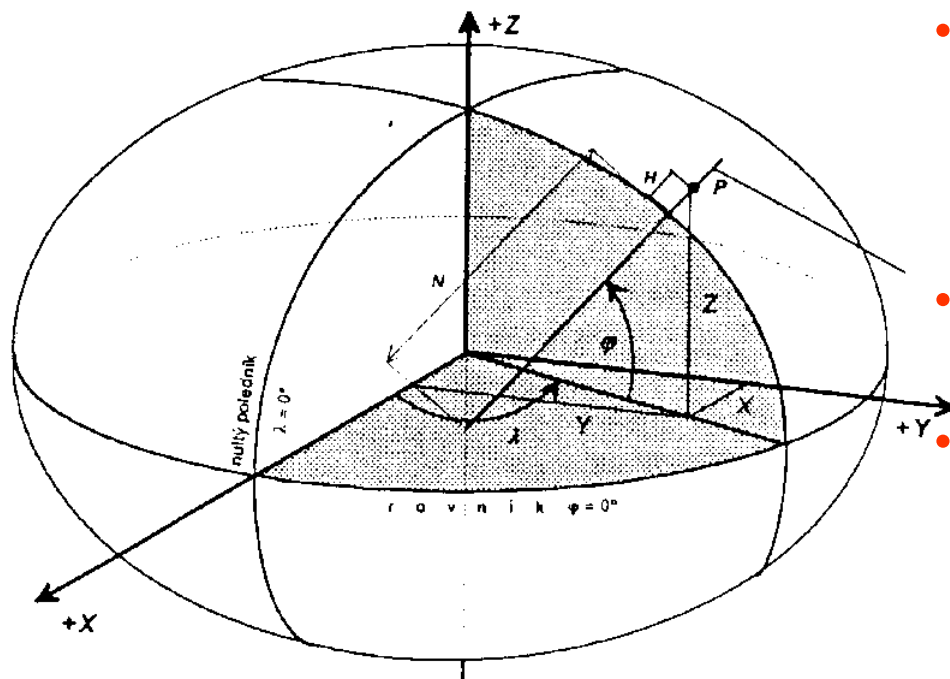
Výsledek - matematicky a fyzikálně definovaný gravitační model Země EGM96 (Earth Gravity Model 1996).

II.

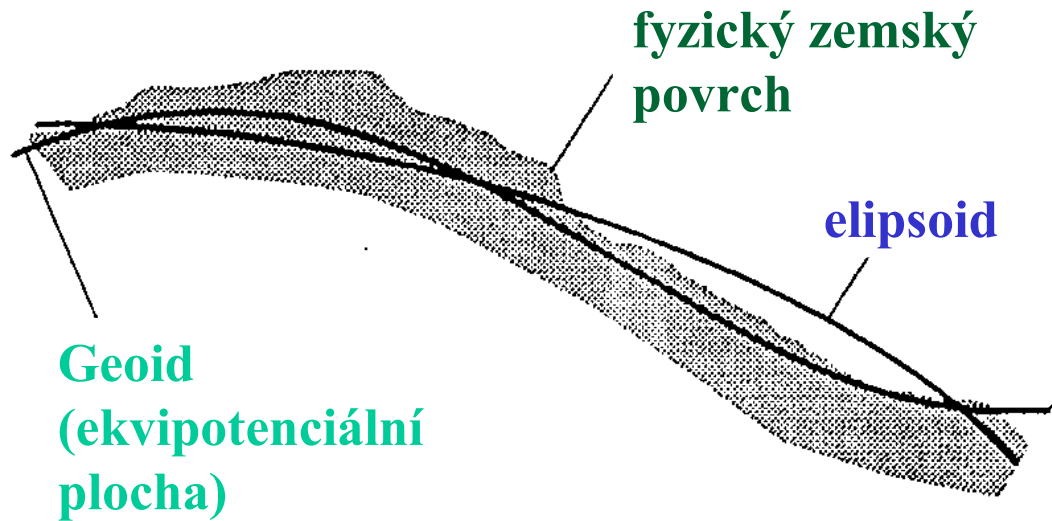
Vytvoření matematických a fyzikálních předpokladů pro definování globální souřadné soustavy a její ztotožnění s elipsoidem a tím s tělesem Země.

# DEFINICE PROSTOROVÉ SOUŘADNÉ SOUSTAVY PRO NÁHRADNÍ TĚLESO ZEMĚ

- ztotožnění malé osy elipsoidu s osou rotace Země
- vložení prostorové souřadné soustavy  $X, Y, Z$  (kartézské, 3D) do tělesa elipsoidu, tak, aby :



- osa souřadné soustavy  $Z$  byla totožná s osou zemské rotace, která je také totožná s malou osou elipsoidu,
- obě osy  $X, Y$  ležely v rovině rovníku,
- osa  $X$  ležela v průsečíku nultého poledníku a rovníku,



- byl definován matematický vztah mezi souřadnicemi
  - *prostorovými* (3D),
  - *metrickými*  $X, Y, Z$ ,
  - *úhlovými* - zeměpisnou šířkou  $\varphi$  a délkou  $\lambda$ .

## POLOHA BODU V 3D PROSTORU MŮŽE BÝT UDÁNA RŮZNÝMI TYPY SOUŘADNIC (se zvolenou přesností, podle potřeby uživatelů):

- v zeměpisných geodetických - šířkou  $\varphi$ , délkou  $\lambda$  a nadmořskou výškou (*mean sea level*, m.s.l.)  $h$  v systému WGS 84 nebo v NATO kódované v GEOREF,
- v systémových, rovinných „kartografických“ v zobrazení UTM, které jsou ve WGS 84 označovány jako E - east ; N – north,
- v souřadnicích prostorových  $X, Y, Z$ .



### **Poznámka:**

**Kartografické stejnoúhlé (konformní) válcové zobrazení plochy elipsoidu WGS 84 do roviny mapy postupem podle Mercatora (evropský kartograf 16.století) na válce v příčné poloze po šestistupňových zobrazovacích páslech se nazývá UTM (Universal Transverse Mercator).**

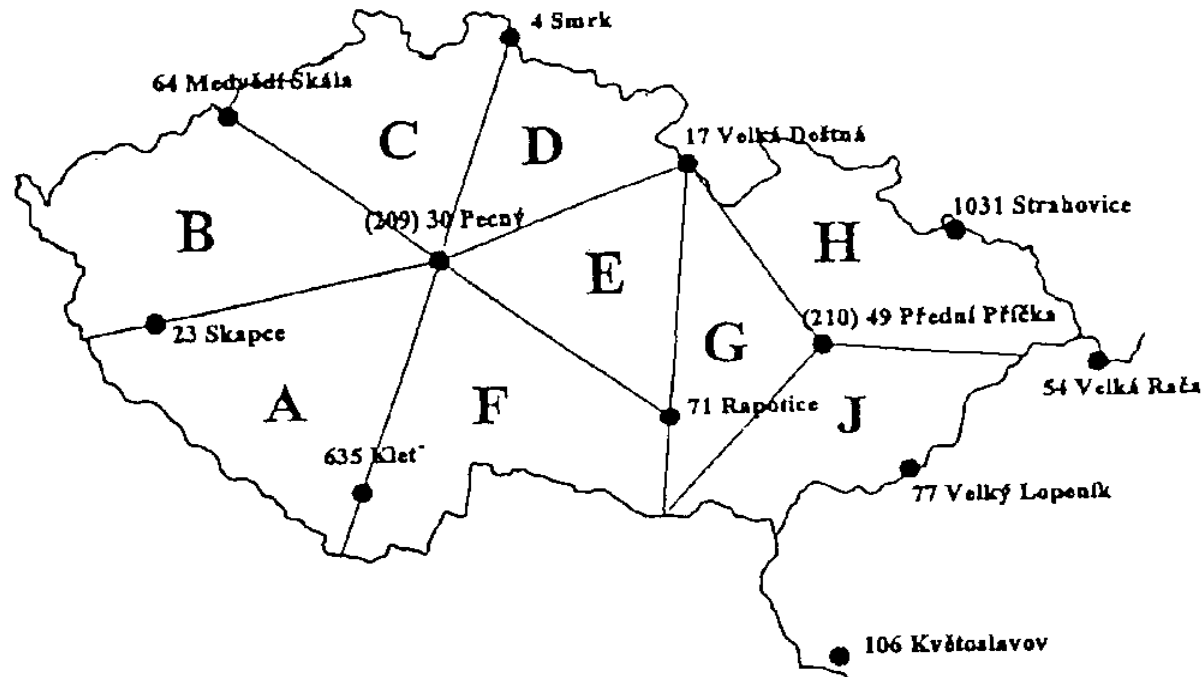
**Viz soubor 05\_UTM.**

### **Upozornění:**

**V AČR byl do 31.12.2005 používán souřadnicový systém S-42/83, který není geocentrický. Byl vázán na tzv. Gauss – Krügerovo zobrazení, velmi podobné zobrazení UTM.**

**Výstavba geodetického geocentrického systému  
WGS 84  
na území České republiky (léta 1992 až 1995)**

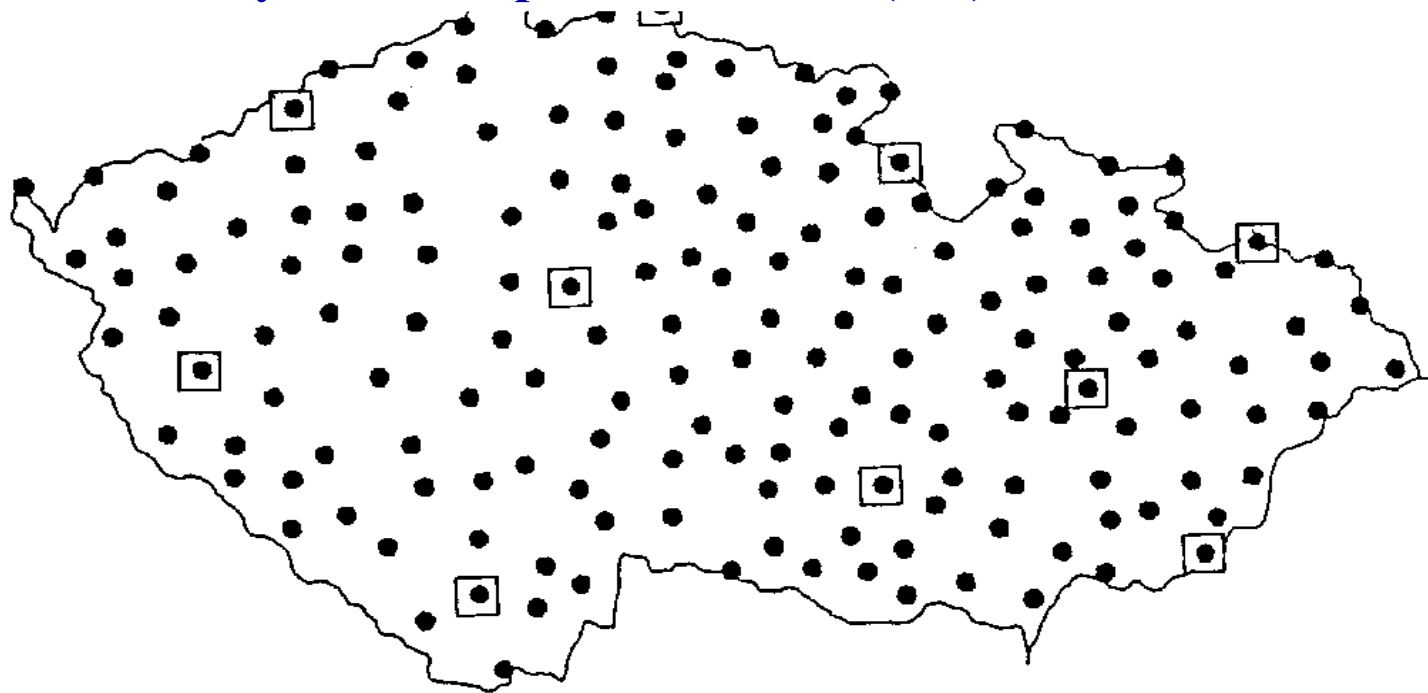
# GPS kampaň NULRAD a sektory pro zhuštění DOPNUL na území ČR



GPS kampaň NULRAD a sektory pro zhuštění DOPNUL

1. Ve spolupráci s geodety armády USA bylo již v roce 1992 technologií GPS (Global Positioning System) zaměřeno 18 bodů tzv. „nadřazené sítě nultého řádu“ rovnoměrně rozložených po území tehdejšího Československa (ČSFR) a totožných s body existující klasické trigonometrické sítě v stávajícím systému S-42/83;

## Body GPS kampaně DOPNUL (ČR)



Body GPS kampaně DOPNUL (ČR)

2. AČR převzala od DMA USA geocentrické souřadnice těchto bodů v systému WGS 84 v dubnu roku 1993.
3. Ve spolupráci s civilní zeměměřickou službou ČR byla vlastními přijímači GPS zaměřena doplňující síť ČR v počtu cca 180 rovnoměrně rozložených bodů - opět identických s body stávajících geodetických základů.

## **Výsledek**

**4. Ze známých souřadnic obou systémů byly určeny tzv. „transformační parametry“ prostorové podobnostní transformace a jejich prostřednictvím pak byly souřadnice bodů geodetické, klasické trigonometrické sítě ČR (cca 43 000 bodů) převedeny ze systému S-42/83 do systému WGS 84.**

# Měření DMA k definování geodetického geocentrického systému WGS 84 na území ČSFR

**Přehled počtu bodů, zaměřených měřiči DMA v rámci kampaně VGSN 92  
technologií GPS**

<b>Charakter bodu</b>	<b>Název bodu</b>	<b>Celkem bodů</b>	<b>Přesnost</b>
Absolutní GPS Software: GASP, Vers. 5.0	<i>Skapce, Pecný, Přední příčka, Rača, Šankovský grůň, Vel'ký Inovec</i>	6	<i>1 m</i> vzhledem k systému WGS 84
Relativní GPS Software: Ashtech Vers. 4.2.02+Fillnet Vers. 3.0	<i>Smrk, Medvědí Skála, Velká Deštná, Klet', Rapotice, Velký Lopeník, Javorina, Kvetoslavov, Vösdobor, Gadócs Puszta, Strahovice j., Lomnický Štít-ex</i>	12	<i>±0,04m</i> vzhledem k bodu 30 Pecný, 110 V. Inovec
Pro definici geoidu v systému WGS 84, vzhledem k bodu Pecný	<i>Skapce, Přední příčka, Rača, Šankovský Grůň, Vel'ký Inovec, Smrk, Velká Deštná, Klet', Rapotice, Velký Lopeník, Javorina, Kvetoslavov, Vösdobor, Gadócs Puszta, Strahovice, Lomnický Štít</i>	16	elipsoid. výšky <i>±0,004m</i> vzhledem k bodům 30 Pecný, 110 V. Inovec
zhušťovací	<i>Bez jména, body pouze očíslované</i>	6	
	<i>Celkem bylo zaměřeno bodů GPS</i>	40	

## Rozdíly souřadnic mezi používanými systémy

**Tabulka 2** Charakteristické rozdíly souřadnic mezi aktuálními prostorovými geodetickými systémy (datums) na území České republiky \*)

Rozdíly mezi systémy	$\Delta\varphi$ (m)	$\Delta\lambda$ (m)	$\Delta h^{el}$ (m)
<b>WGS84 – WGS 84(G873)**</b>	<b>- 0,040</b>	<b>- 0,180</b>	<b>+ 0,730</b>
<b>WGS84(G873)** – ITRF 96</b>	<b>+ 0,002</b>	<b>+ 0,002</b>	<b>+ 0,013</b>
<b>WGS84(G873)**- ETRS 89</b>	<b>+ 0,220</b>	<b>+ 0,190</b>	<b>+ 0,020</b>
<b>ITRS 96 – ETRS 89</b>	<b>+ 0,208</b>	<b>+ 0,186</b>	<b>- 0,006</b>
<b>WGS 84** - ETRS 89</b>	<b>+ 0,180</b>	<b>+ 0,440</b>	<b>+ 0,748</b>
<b>WGS 84** – ITRS 89</b>	<b>+ 0,060</b>	<b>+ 0,220</b>	<b>+ 0,680</b>

\*) Průměrné rozdíly souřadnic mezi systémy byly získány s odchylkami cca několik cm

\*\* Průměrné rozdíly souřadnic na bodech s hvězdičkami byly získány z dat absolutního měření GPS

## Selected Geodetic Datums and WGS-84 Shift Parameters

Datum	Ellipsoid	DX	DY	DZ
Adindan	Clarke 1880	-162	-12	206
Arc1950	Clarke 1880	-143	-90	-294
Arc1960	Clarke 1880	-160	-8	-300
Australian Geodetic 1966	Australian National	-133	-48	148
Australian Geodetic 1984	Australian National	-134	-48	149
Camp Area Astro	International	-104	-129	239
Cape	Clarke 1880	-136	-108	-292
European Datum 1950	International	-87	-98	-121
European Datum 1979	International	-86	-98	-119
Geodetic Datum 1949	International	84	-22	209
Hong Kong 1963	International	-156	-271	-189
Hu-Tzu-Shan	International	-634	-549	-201
Indian	Everest	289	734	257
North American Datum 1927	Clarke 1866	-8	160	176
North American Datum 1983	GRS 80	0	0	0
Oman	Clarke 1880	-346	-1	224
Ordnance Survey 1936	Airy	375	-111	431
Pulkovo 1942	Krassovsky 1942	27	-135	-89
Provisional S American 1956	International	-288	175	-376
South American 1969	S American 1969	-57	1	-41
Tokyo	Bessel 1841	-128	481	664
World Geodetic System 1972	WGS 72	0	0	-4.5
World Geodetic System 1984	WGS 84	0	0	0