



# Úvod do předmětu

Matematická kartografie

# O čem to bude?

Zvolit S-JTSK Křovák EastNorth umí v ArcGIS každý.  
Ale co ta spousta koeficientů, co je v nabídce ArcGIS?

Bude to hodně i o matematice.

Matematiku pro kartografy jste měli všichni.

Kolik stupňů má součet vnitřních úhlů trojúhelníku?

180.

Jenže ne na kouli – tam je to víc!

Je to o vzorcích.

Ne o jejich učení se nazpaměť. Ale o chápání toho, co znamenají jednotlivé členy v těchto vzorcích.

# O čem to bude?

- 1) Neučte se rovnice a odvození nazpaměť. Ty můžete mít při testu i zkoušení napsané. Ale ne celé vypočítané příklady! To už není vzorec ale poznámky z přednášek. To povolená pomůcka není.
- 2) Musíte ale vědět, co je které písmeno ve vzorcích, případně to umět namalovat na obrázku.
- 3) Musíte znát základní podmínky, ze kterých se rovnice odvozují.
- 4) Musíte vědět, jak vypadá zeměpisná síť – umět nakreslit průběh rovnoběžek a polygonů. Tvar sítě lze odvodit z tvarů rovnic a ze základních podmínek. Souvisí s bodem 3).
- 5) Musíte z tvaru a obrazu sítě poznat, co je to za zobrazení. Neznamená to znát jméno, ale hlavně typ a vlastnosti.
- 6) Musíte umět spočítat zkreslení. Vzorce si opět nemusíte pamatovat, ale musíte je chápat.

# Zpětná vazba

- Přednášky nebyly zcela srozumitelné a bylo tak těžké látku pochopit.
- Složitě učivo vysvětleno srozumitelně, občas pomalejší výklad nebyl na škodu, naopak. Když se student plně soustředí, učivo pochopí.
- Výklad vyučujícího nebyl vždy nejjasnější, ale vyučující se v případě nepochopení snažil studentům vše dovysvětlit. Také je jasné, že je velmi těžké zúžit téma matematické kartografie do rozumné formy na jeden semestr s takovou časovou dotací jakou předmět má.
- Předmět byl zajímavý, konkrétně mi přijde dobré vědět něco více o Křovákovi a UTM se kterými se opravdu setkáváme neustále. Cvičení (zadaná na doma, ne ve škole) mi přišla možná až zbytečně náročná. Naopak mě mile překvapila zkouška. Ne že by byla lehká, ale bál jsem se že bude ještě náročnější.

# Zpětná vazba

- Kahooty byly parádním zpestřením hodiny. Dobře procvičily látku z předchozí hodiny.
- Nejvíc mi pomohlo mít vzorce s sebou, i když jsem je zas tolik nevyužil, je fajn s sebou něco mít. Určitě bych pokračoval v tom, že s sebou můžeme mít vzorce.
- Pokud nechcete abychom si pamatovali vzorce nazpaměť (ale chápali je samozřejmě) a mohli mít tedy "tahák" u zkoušky, tak by možná bylo výhodnější pro obě strany, pokud byste onen tahák připravil sám. Docela jsem úplně nevěděl, co všechno do něj zahrnout, abych nepřekročil jistou mez.



# Úvod do předmětu

- Cvičení budou navazovat na přednášku.
- Je možné, že se někdy vymění pořadí přednášky a cvičení. Tak, aby na sebe témata navazovala.
- Praktické dopady toho, o čem se mluví na přednášce.
- Ukázky programů, výpočty zkreslení, kreslení elips zkreslení, počítání vzorců v Excelu, ukázky v ArcGIS Pro a QGISu...
- Kdo můžete, noste si na cvičení notebooky, možná si někdy zajdeme do počítačové učebny.
- Na cvičeních prezence.
- Jedna neomluvená hodina v pořádku. Další s omluvou.

# Úvod do předmětu

- 3 cvičení
- Zpracování projektu - mapová zobrazení pro dané území.
- Odevzdání cvičení a prezence podmínkou přístupu ke zkoušce.
  
- První termín: písemný test včetně výpočtů.
- Opravné termíny: ústní zkouška včetně výpočtů.
  
- Ptejte se průběžně. Přednášky, konzultační hodiny, e-mail...
- Diskuze, vyvolávání – odpovídejte klidně ve skupině.

# Úvod do předmětu

Prezentace jsou důležité, ale hlavní jsou skripta.

Skripta:

- Talhofer, Václav: Základy matematické kartografie, Brno: UNOB, 2007. 168 s.
  - ve Studijních materiálech
- Talhofer, Václav: Matematická kartografie, Brno: UNOB, 2022. 295 s.
  - Jen pro studenty UNOB
- Srnka, Erhart: Matematická kartografie, Brno: Vojenská akademie, 1986. 302 s.



# Úvod do předmětu

Prezentace a materiály z kurzů jiných univerzit:

- UK – Matematické metody v kartografii – doc. Ing. Tomáš Bayer, Ph.D.
- ČVUT – Kartografie 1 – doc. Ing. Jiří Cajthaml, Ph.D.
- ZČU – on-line kurz Matematická kartografie  
[http://old.gis.zcu.cz/studium/mk2/multimedialni\\_texty/index.html](http://old.gis.zcu.cz/studium/mk2/multimedialni_texty/index.html)
- OSU, UPOL a další
- Většina k dispozici online.

Jiná skripta – jiné vzorce. Princip je stejný. Když nepochopíte jeden zdroj, zkuste jiný.

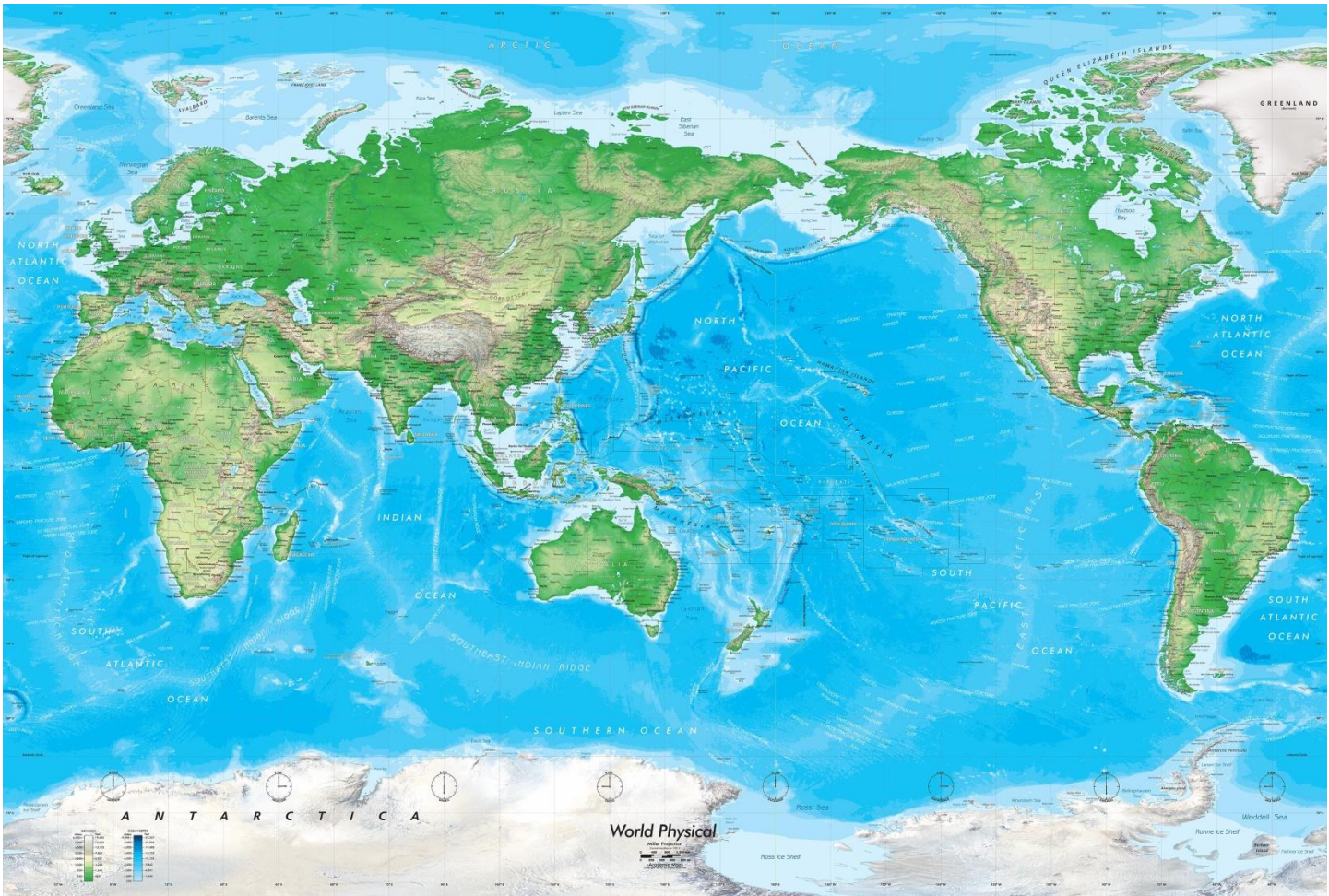
- Prezentace k úpravám poskytl prof. Ing. Václav Talhofer, CSc.
- Doplněny ze všech zmíněných zdrojů. Učme se od mistrů...

# Proč se to vlastně učíme?





# Proč se to vlastně učíme?



Kdo by mohl mít v oblibě takový pohled na svět?

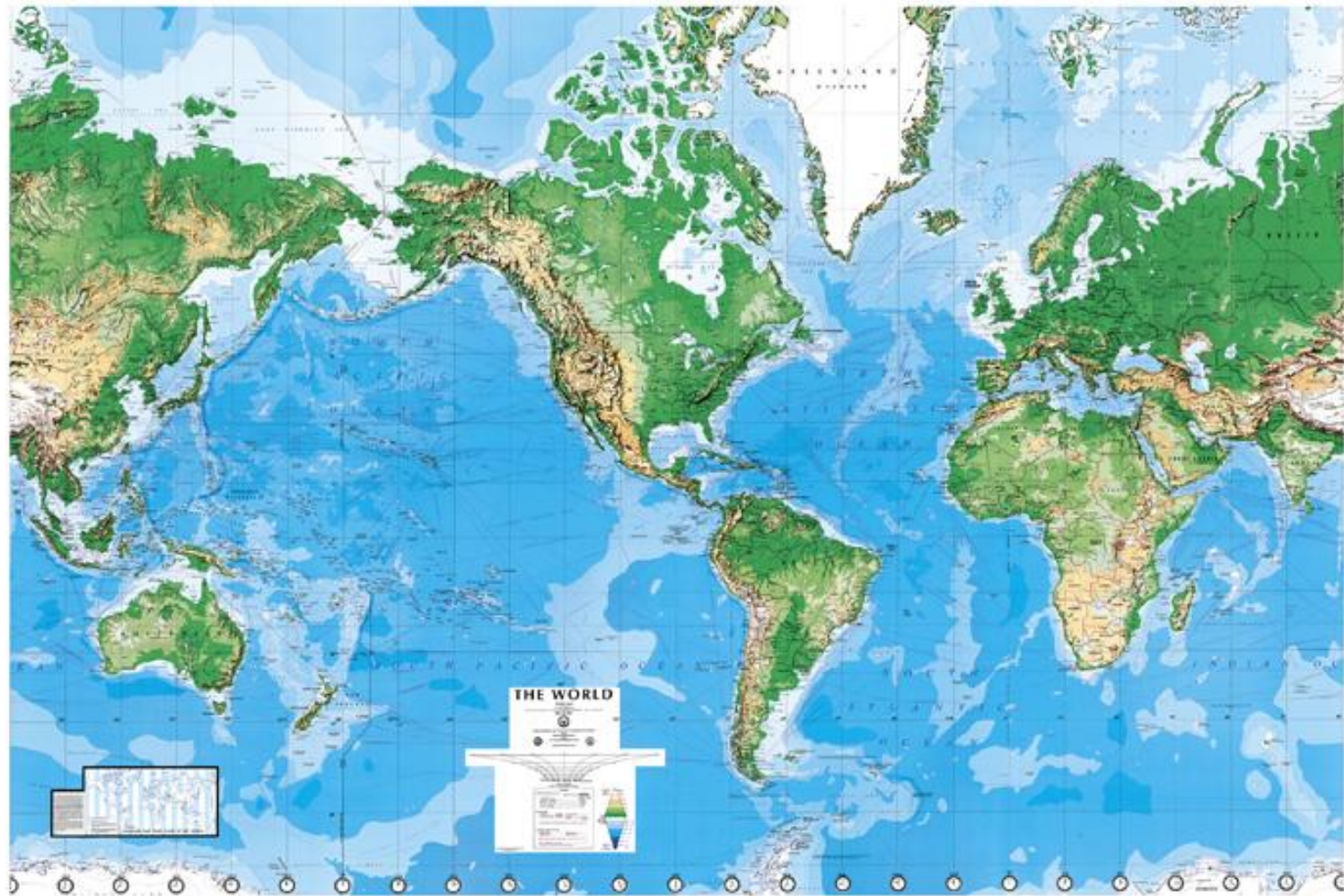


# Proč se to vlastně učíme?





# Proč se to vlastně učíme?



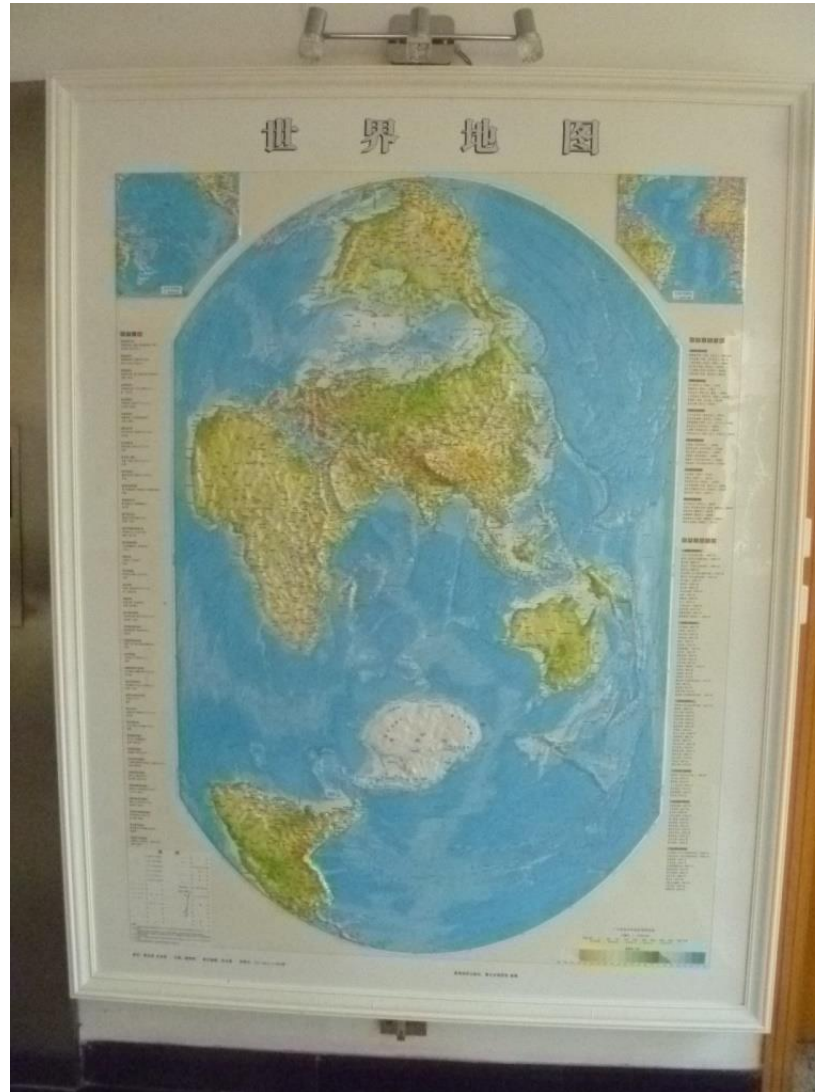


# Proč se to vlastně učíme?





# Proč se to vlastně učíme?



# Proč se to vlastně učíme?

Grónsko: 2 160 000 km<sup>2</sup> Arabský poloostrov: 3 200 000 km<sup>2</sup>





# Proč se to vlastně učíme?

„immappancy“

## The True Size of Africa

A small contribution in the fight against rampant *immappancy*, by Kai Krause

Graphic layout for visualization only (some countries are cut and rotated)  
But the conclusions are very accurate: refer to table below for exact data

COUNTRY	AREA x 1000 km <sup>2</sup>
China	9.597
USA	9.629
India	3.287
Mexico	1.964
Peru	1.285
France	633
Spain	506
Papua New Guinea	462
Sweden	441
Japan	378
Germany	357
Norway	324
Italy	301
New Zealand	270
United Kingdom	243
Nepal	147
Bangladesh	144
Greece	132
<b>TOTAL</b>	<b>30.102</b>
<b>AFRICA</b>	<b>30.221</b>

In addition to the well known social issues of *illiteracy* and *innumeracy*, there also should be such a concept as *“immappancy”*, meaning *insufficient geographical knowledge*.

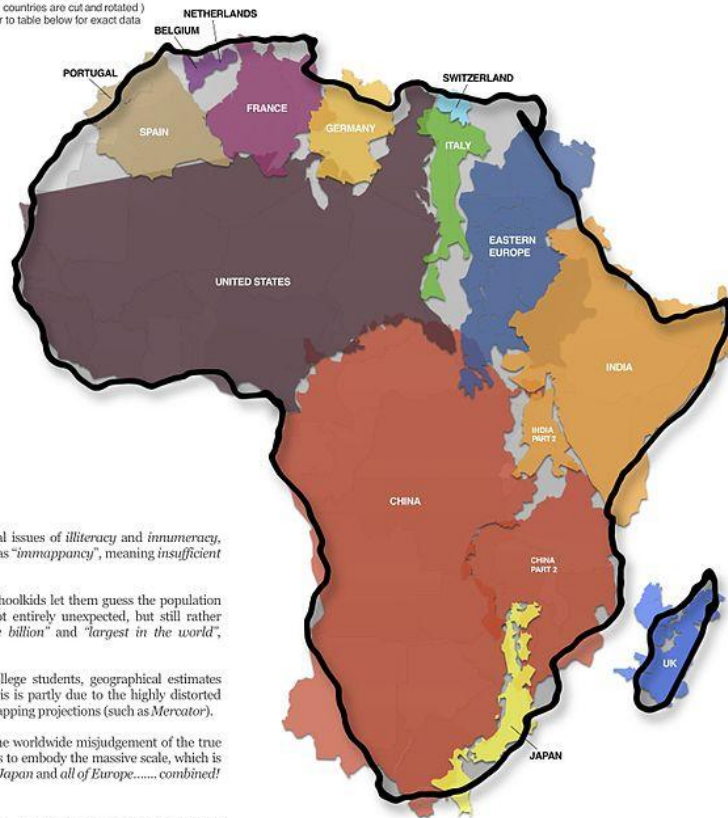
A survey with random American schoolkids let them guess the population and land area of their country. Not entirely unexpected, but still rather unsettling, the majority chose *“7-2 billion”* and *“largest in the world”*, respectively.

Even with Asian and European college students, geographical estimates were often off by factors of 2-3. This is partly due to the highly distorted nature of the predominantly used mapping projections (such as *Mercator*).

A particularly extreme example is the worldwide misjudgement of the true size of *Africa*. This single image tries to embody the massive scale, which is larger than the *USA, China, India, Japan* and *all of Europe.....combined!*

## Top 100 Countries

Area in square kilometers, Percentage of World Total  
Sources: Britannica, Wikipedia, Almanac 2010



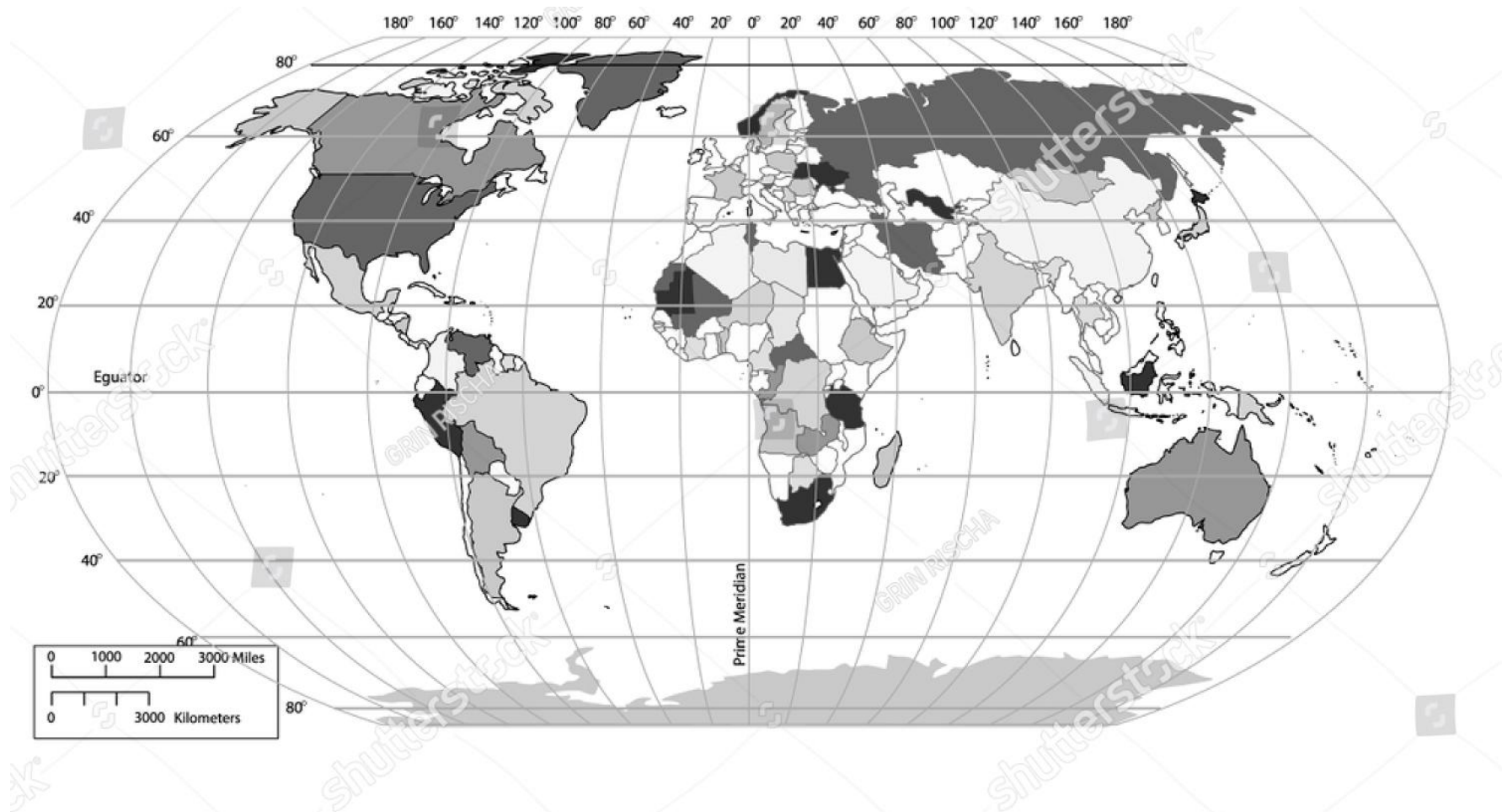
	AREA	%	
1	Russia	17,099,242	11,30
2	Canada	9,984,670	6,70
3	China	9,596,961	6,40
4	United States	9,629,081	6,40
5	Brazil	8,511,877	5,70
6	Australia	7,687,014	5,20
7	India	3,287,283	2,30
8	Argentina	2,360,340	1,60
9	Kazakhstan	2,324,000	1,60
10	Sudan	2,501,873	1,70
11	Algeria	2,381,741	1,60
12	Congo	2,344,858	1,60
13	Greenland	2,166,066	1,50
14	South Africa	2,149,890	1,40
15	Bolivia	1,969,279	1,30
16	Indonesia	1,860,360	1,30
17	Libya	1,759,540	1,20
18	Iran	1,628,700	1,10
19	Mongolia	1,564,100	1,10
20	Peru	1,285,216	0,96
21	Chad	1,284,000	0,96
22	Niger	1,267,000	0,96
23	Angola	1,246,700	0,85
24	Bah	1,240,192	0,85
25	South Africa	1,221,037	0,82
26	Colombia	1,141,748	0,76
27	Ethiopia	1,104,300	0,74
28	Burkina Faso	1,098,581	0,74
29	Myanmar	1,003,000	0,69
30	Egypt	1,003,000	0,67
31	Tanzania	945,087	0,63
32	Nigeria	923,768	0,62
33	Venezuela	912,050	0,61
34	Namibia	824,116	0,55
35	Norway	801,590	0,54
36	Pakistan	796,099	0,53
37	Turkey	783,562	0,53
38	China	782,000	0,51
39	Zambia	752,612	0,51
40	Myanmar	653,000	0,45
41	Algeria	652,000	0,44
42	Somalia	637,657	0,43
43	France	633,844	0,43
44	C. African Rep	652,984	0,42
45	Madagascar	603,000	0,41
46	Madagascar	587,041	0,39
47	Belarus	582,000	0,39
48	Kenya	580,367	0,39
49	Yemen	527,998	0,35
50	Thailand	513,120	0,34
51	Spain	505,992	0,34
52	Turkmenistan	484,100	0,33
53	Cameroon	473,442	0,32
54	Papua New Guinea	462,800	0,31
55	Uzbekistan	447,420	0,30
56	Morocco	446,300	0,30
57	Sweden	441,370	0,30
58	Iran	436,317	0,29
59	Paraguay	408,752	0,27
60	Zimbabwe	390,787	0,26
61	Japan	378,000	0,25
62	Germany	357,114	0,24
63	Rep of Congo	342,000	0,23
64	Finland	336,419	0,23
65	Vietnam	331,212	0,22
66	Malaysia	330,800	0,22
67	Norway	325,800	0,22
68	Cote d'Ivoire	322,460	0,22
69	Poland	312,685	0,21
70	Oman	309,000	0,21
71	Italy	301,336	0,20
72	Philippines	300,000	0,20
73	Burkina Faso	274,222	0,18
74	New Zealand	270,467	0,18
75	Gabon	267,668	0,18
76	Western Sahara	266,000	0,18
77	Ecuador	282,369	0,20
78	Guinea	245,857	0,17
79	United Kingdom	242,300	0,16
80	Uganda	241,008	0,16
81	Ghana	236,539	0,16
82	Romania	236,301	0,16
83	Leban	236,800	0,16
84	Guyana	214,969	0,14
85	Bahrain	207,800	0,14
86	Kyrgyzstan	199,851	0,13
87	Sri Lanka	196,722	0,13
88	Syria	185,180	0,12
89	Comoros	181,035	0,12
90	Uruguay	176,215	0,12
91	Burkina Faso	169,820	0,11
92	Tunisia	163,610	0,11
93	Nepal	147,181	0,10
94	Bangladesh	143,998	0,10
95	Tajikistan	143,100	0,10
96	Greece	131,957	0,09
97	Nebraska	130,375	0,09
98	North Korea	120,538	0,08
99	Bahrain	119,484	0,08
100	Sierra Leone	117,600	0,08
<b>TOP 100 TOTAL</b>	<b>132,832,524</b>	<b>89,34</b>	



„We are using the Web Mercator projection, which is a eurocentric, mercantilist projection, essentially colonialist.“  
článek z *Brazílie*

# Proč se to vlastně učíme?

Jen umělecký dojem kartografovi nestačí...

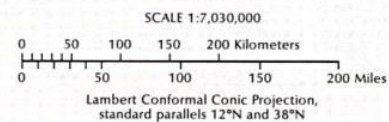




# Proč se to vlastně učíme?

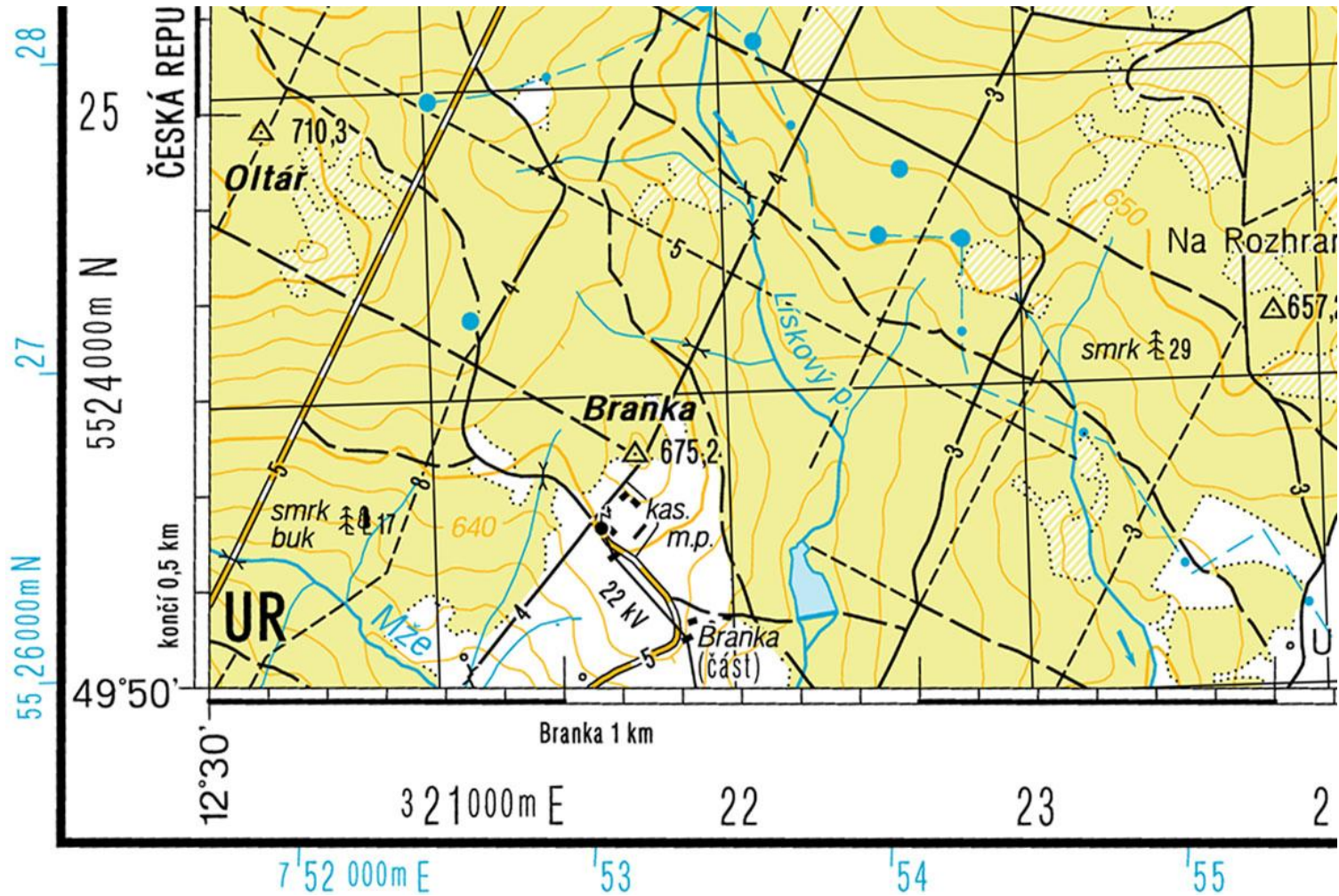


- International boundary
- ★ National capital
- Province capital
- +—+—+ Railroad
- Expressway
- Road



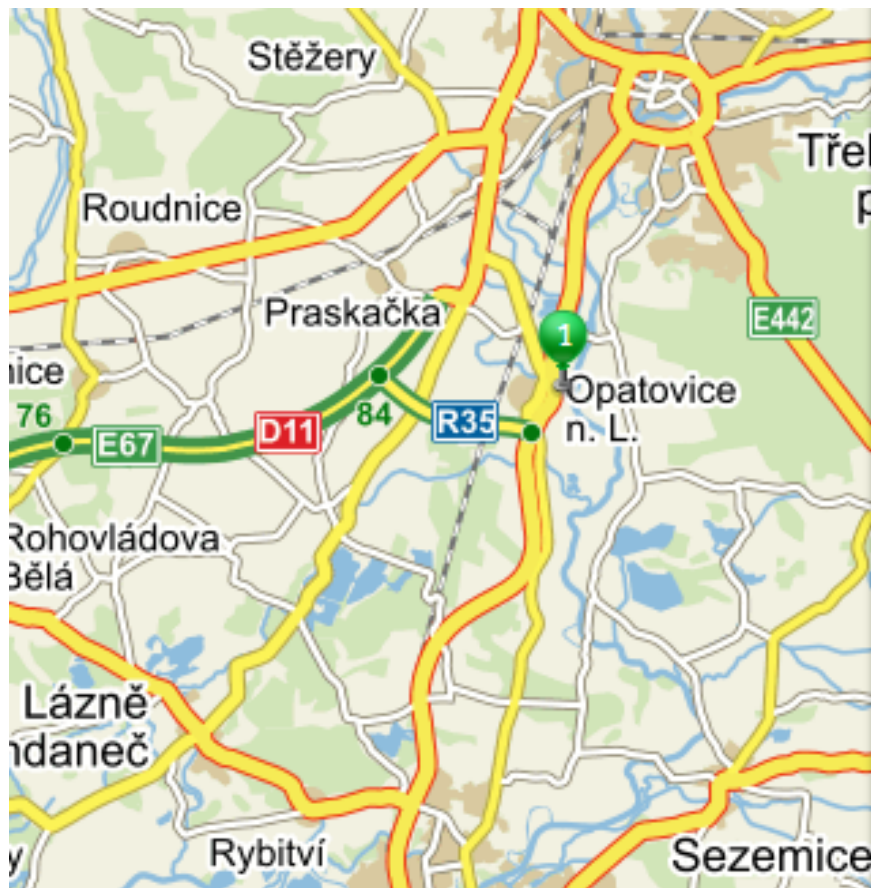


# Proč se to vlastně učíme?



Na státních mapových dílech uvidíte více čar a více souřadnic. Geografické a rovinné se liší číslem i vzájemným úhlem.

# Proč se to vlastně učíme?



Hledání

Plánování

Můj batůžek

Body

Vlastní bod na mapě

Měření vzdálenosti



**Nový bod**

50.1482831N, 15.7999328E

**Uložit**

Zrušit

✗ Smazat všechny body



Přidat do batůžku

Webové mapy – masové využití pro konformní válcové zobrazení.



# Neplést pojmy!

## ***souřadný systém x souřadnicový systém***

Souřadnicový systém Jednotné trigonometrické sítě katastrální

## ***souřadnicový systém x kartografické zobrazení***

Nařízení vlády 159/2023:

Souřadnicový systém Jednotné trigonometrické sítě katastrální je určen

- a) Besselovým elipsoidem s parametry  $a = 6377397,15508$  m,  $b = 6356078,96290$  m, kde „a“ je délka hlavní poloosy a „b“ je délka vedlejší poloosy,
- b) Křovákovým dvojitým konformním kuželovým zobrazením v obecné poloze a
- c) souborem souřadnic bodů z vyrovnání trigonometrických sítí.

**= Křovákovo zobrazení a S-JTSK nejsou synonymum!**

## ***cartographic projection x kartografická projekce***

projection = kartografické zobrazení

projekce = speciální typ kartografických zobrazení

# Neplést pojmy!

## **SRS x CRS**

spatial reference system, coordinate reference system = souřadnicový systém

V anglosaských GIS programech:

***geographic coordinate system x projected coordinate system***

Geographic coordinate system

- geodetický referenční systém (Terminologický slovník VÚGTK)
- prostorový systém (Nařízení vlády 159/2023)
- poloha definována zeměpisnou šířkou a délkou (např. WGS84)

Projected coordinate system

- zobrazovací souřadnicový referenční systém (Terminologický slovník VÚGTK)
- rovinný souřadnicový systém (Nařízení vlády 159/2023)
- souřadnicový systém odvozený z geodetického referenčního systému s použitím kartografického zobrazení
- souřadnice x, y (např. S-JTSK)
- GCS je součástí definice PCS v souboru PRJ

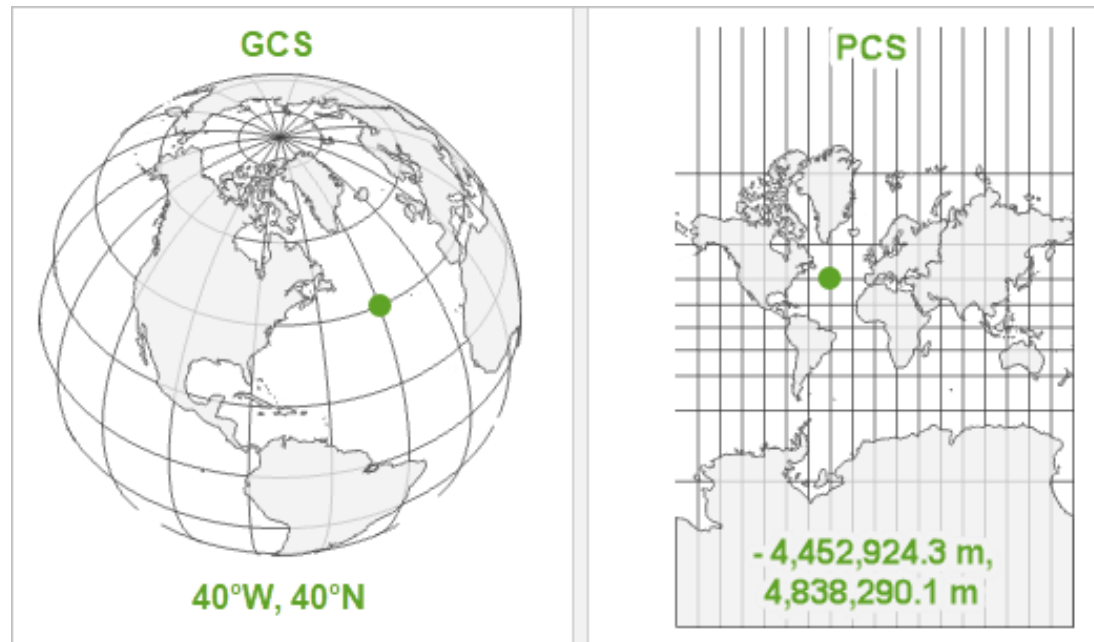


# Neplést pojmy!

## *geographic coordinate system x projected coordinate system*

### Coordinate System Details

Projected Coordinate System	Fuller (world)	<b>Tell me how to draw the earth on a flat surface!</b>
Projection	Fuller	
WKID	54050	
Authority	Esri	
Linear Unit	Meters (1.0)	
False Easting	0.0	
False Northing	0.0	
Option	0.0	
Geographic Coordinate System	WGS 1984	<b>Tell me where on the earth the data should draw!</b>
WKID	4326	
Authority	EPSG	
Angular Unit	Degree (0.0174532925199433)	
Prime Meridian	Greenwich (0.0)	
Datum	D WGS 1984	
Spheroid	WGS 1984	
Semimajor Axis	6378137.0	
Semiminor Axis	6356752.314245179	
Inverse Flattening	298.257223563	



# Neplést pojmy!

## *datum x souřadnicový systém (geodetický) x elipsoid*

Souřadnicový systém je sada matematických pravidel pro specifikování způsobu, jakým jsou souřadnice přiřazovány k bodům v prostoru – na 3D glóbu.

- výchozí bod - počátek soustavy
- jednotka měření
- směr přírůstku a úbytku hodnot - osy

Stejně místo může mít různé zeměpisné souřadnice (nejen ty rovinné) v různých geodetických souřadnicových systémech. Byly i jiné nulté poledníky.

Pro potřeby popisu polohy geoprvků musí být souřadnicový systém vztažený k Zemi prostřednictvím **datumu**. Teprve pak ho označujeme jako souřadnicový **referenční** systém.

# Neplést pojmy!

## *datum x souřadnicový systém (geodetický) x elipsoid*

ArcGIS help:

- “**Geographic coordinate system (GCS)** uses a three-dimensional spherical surface to define locations on the Earth. A GCS is often incorrectly called a datum, but a **datum** is only one part of a **GCS**.
- **Datum** is based on a **spheroid**. While a spheroid approximates the shape of the earth, a datum defines the position of the spheroid relative to the center of the earth. A datum provides a frame of reference for measuring locations on the surface of the earth. It defines the **origin and orientation of latitude and longitude** lines.“
- “The terms geographic coordinate system and datum are often used interchangeably. Datum is an older term. The concept of a datum is included within a geographic coordinate system.“

# Neplést pojmy!

## *datum x souřadnicový systém (geodetický) x elipsoid*

ArcGIS help:

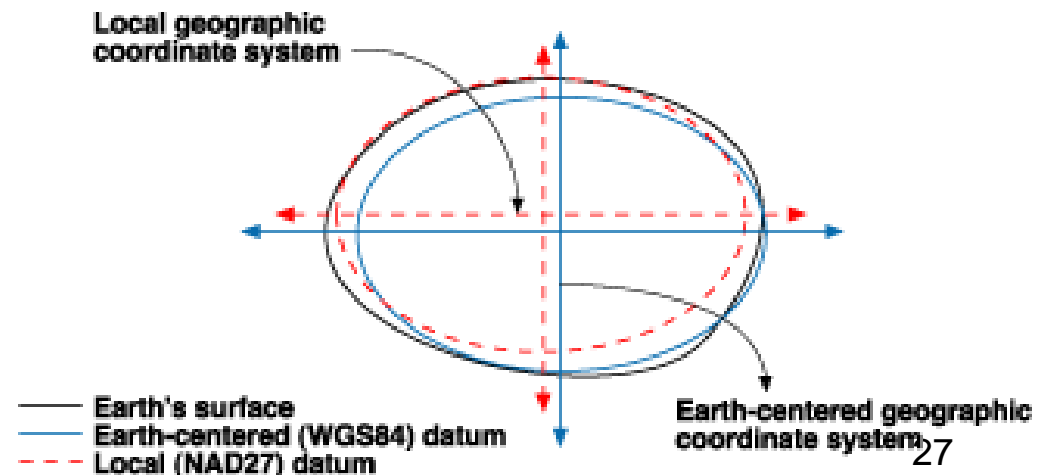
“A datum links a spheroid to a particular portion of the earth's surface. Recent datums are designed to fit the entire earth's surface well.

**Local datum** aligns its spheroid to closely fit the earth's surface in a particular area (NAD 1927 - North America, ED 1950 - Europe).

**Geocentric datum** uses the earth's center of mass as the origin. Satellite data has provided geodesists with new measurements to define the best earth-fitting spheroid (WGS 84).“

jeden elipsoid = více možných datumů:

- First North American Datum – elipsoid Clarke 1866
- North American Datum of 1927 – elipsoid Clarke 1866



# Neplést pojmy!

*datum x souřadnicový systém (geodetický) x elipsoid*

## *Co je to WGS 84?*

- elipsoid
- datum (polohové a dokonce i výškové)
- geodetický souřadnicový systém (EPSG: 4326)
- **není** to zobrazovací souřadnicový systém – např. (UTM 33N)
- **není** to kartografické zobrazení – např. UTM