

Systemy souřadnic

Kde jsme / kam jdeme?

Agenda

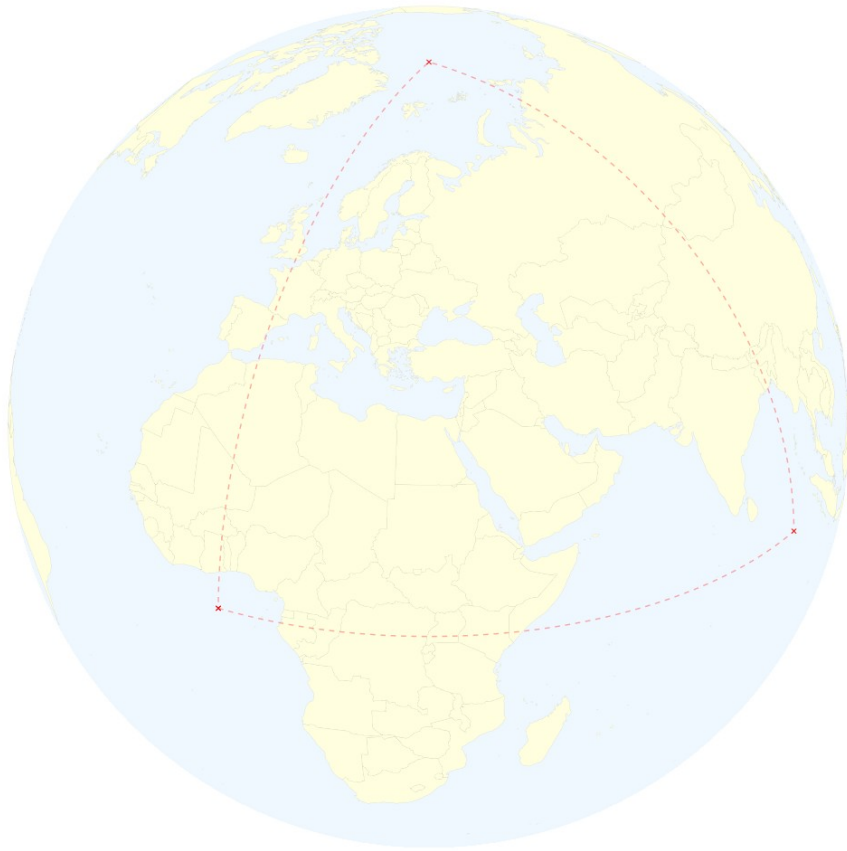
- 1) Základní problém zeměpisu
- 2) Zeměpisné × rovinné systémy

Základní problém



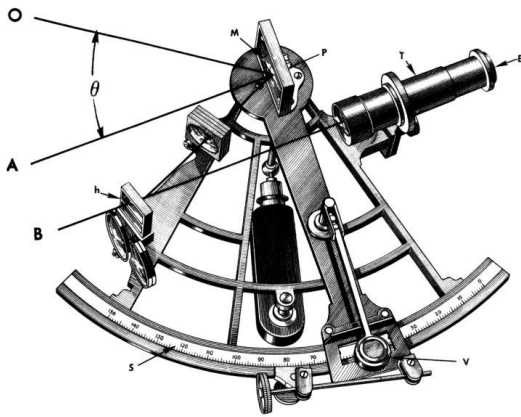
- Země je kulatá
- Mapa je placatá
- Rozvinout kouli do plochy nejde (bez zkreslení)

Divné stavy na kouli



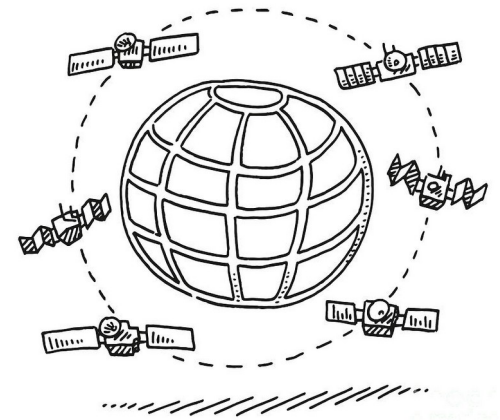
- Trojúhelník:
 - 0° poledník + rovník
 - 90° poledník + rovník
 - severní točna
- Všechny tři úhly jsou pravé
- Součet úhlů = 270°
- Maximální vzdálenost dvou bodů = 20 015 Km
($6\,371\text{ km} \times \pi$)

Měření: dříve a dnes

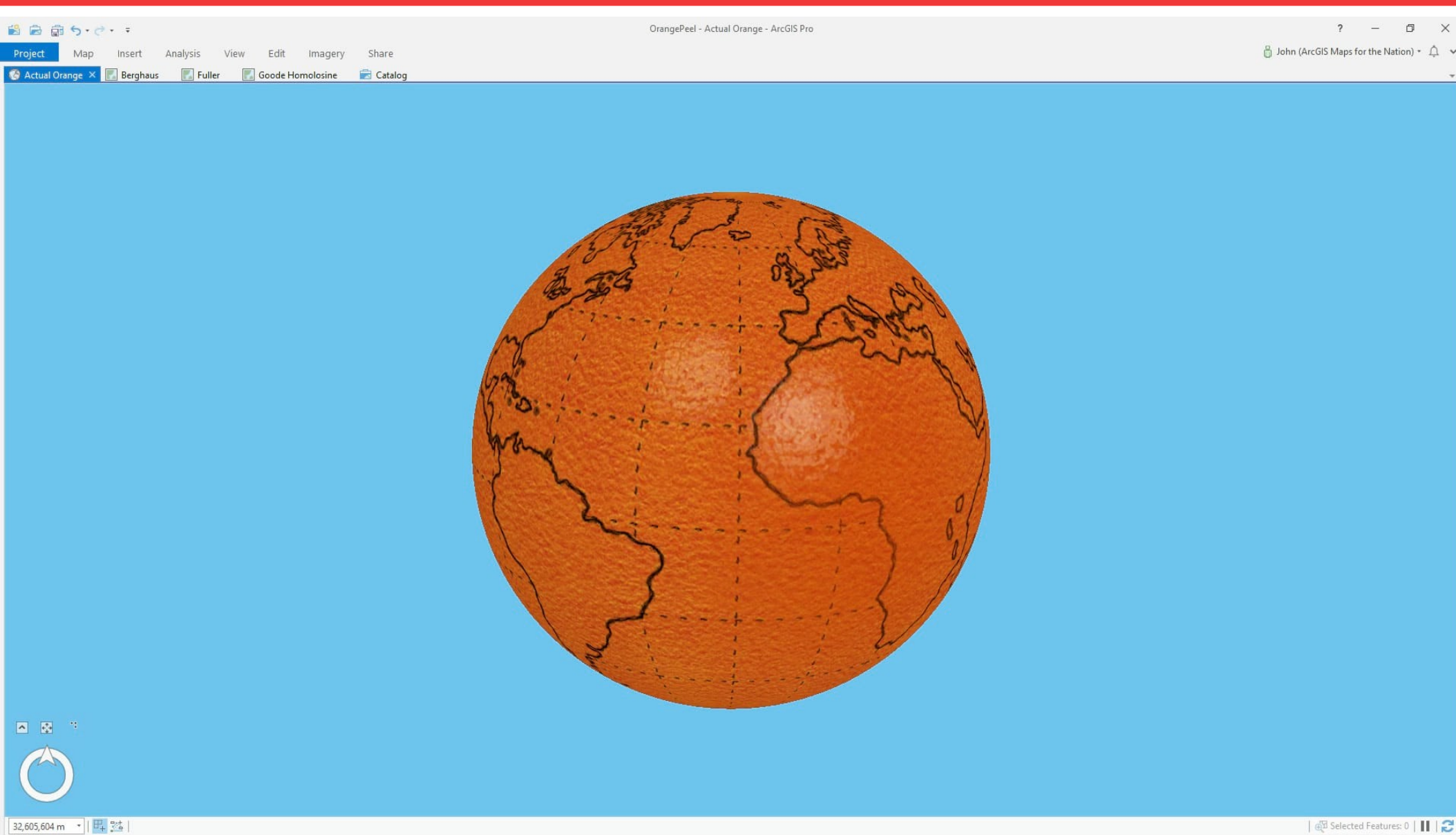


- Dříve problém:
 - Krátké vzdálenosti: přímo
 - Velké vzdálenosti: úhly

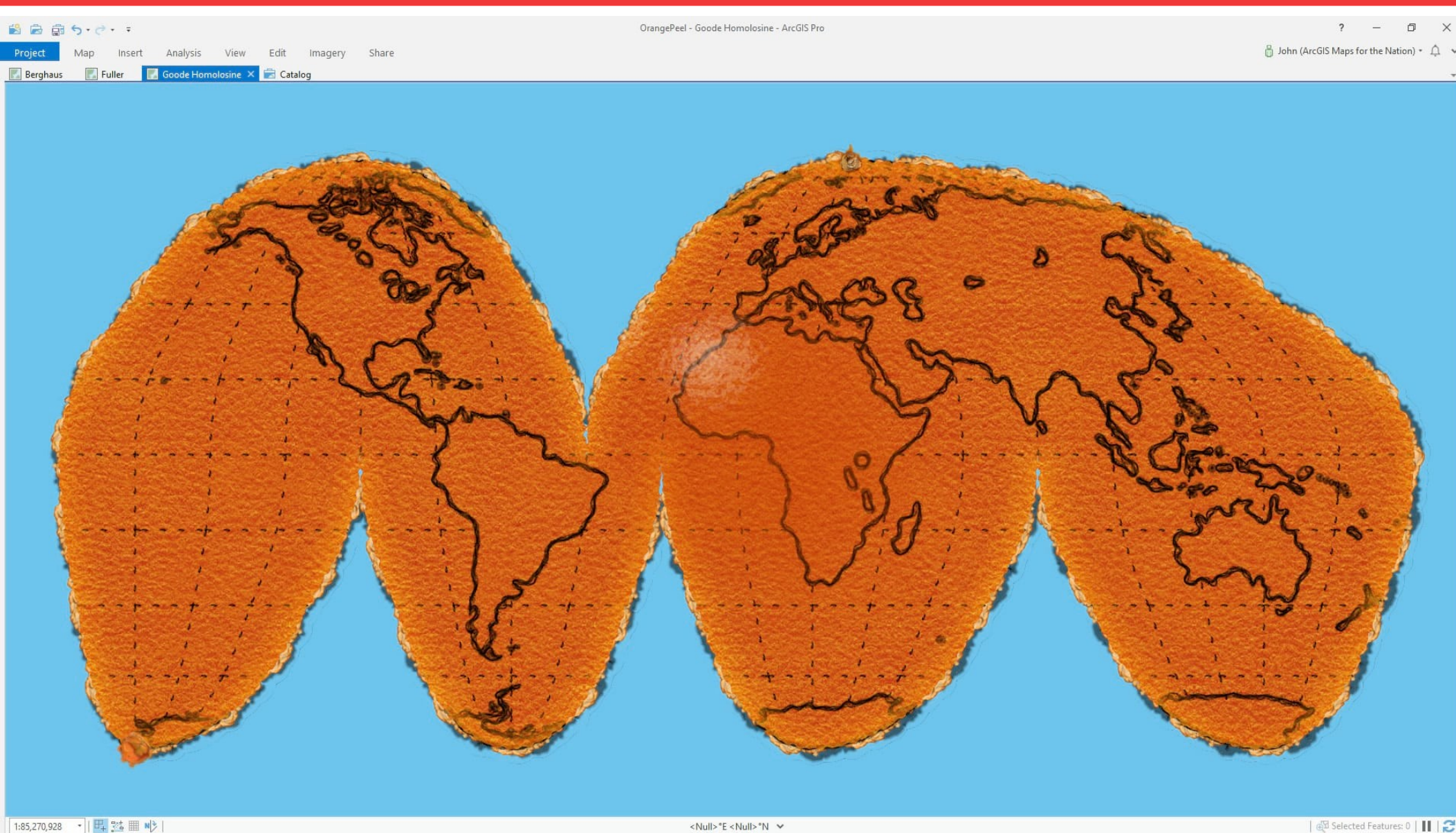
- Dnes měříme čas:
 - Krátké vzdálenosti: laser
 - Dlouhé vzdálenosti: GPS



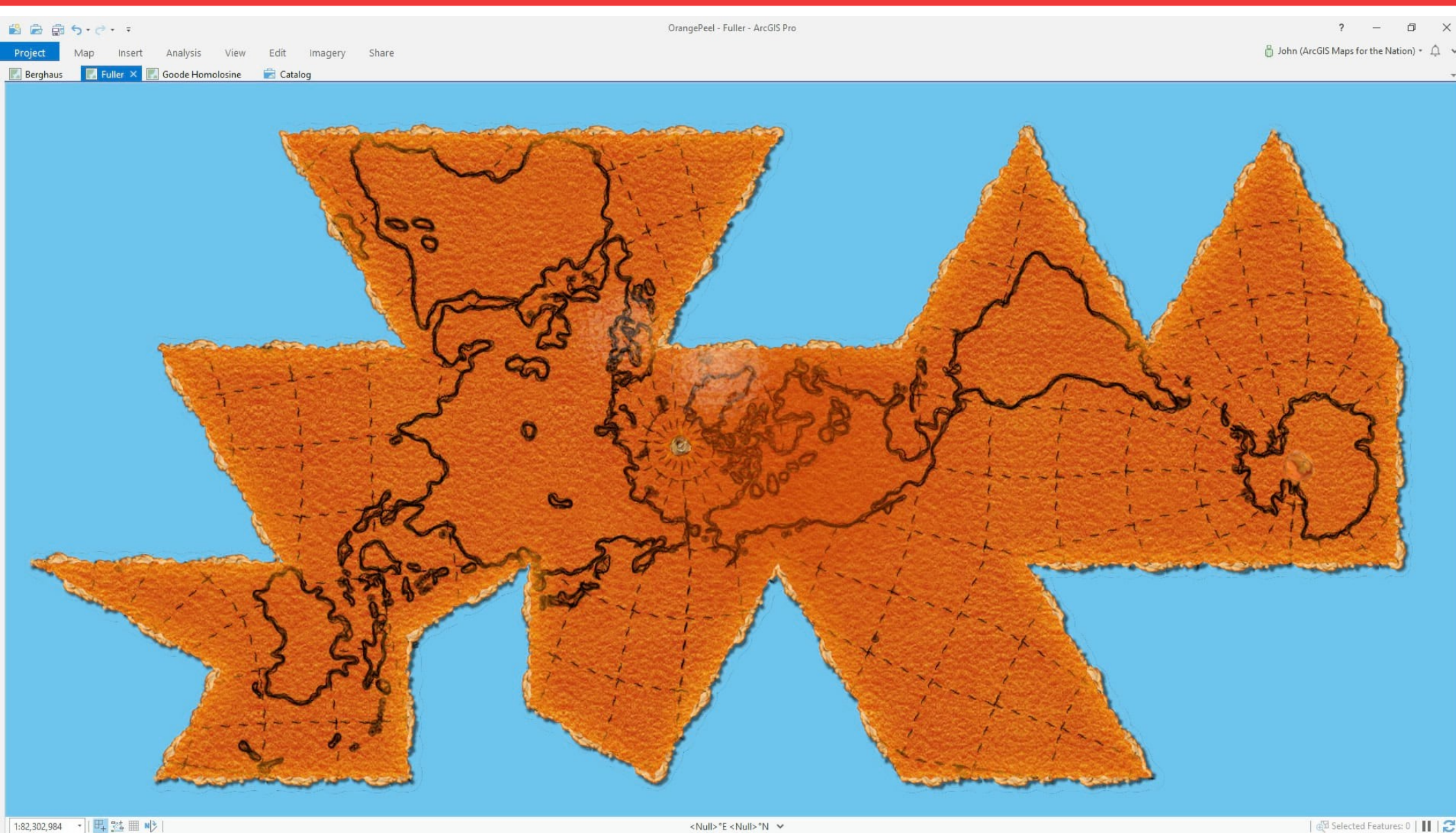
Pomeranč



Slupka z pomeranče...



Slupka z pomeranče...

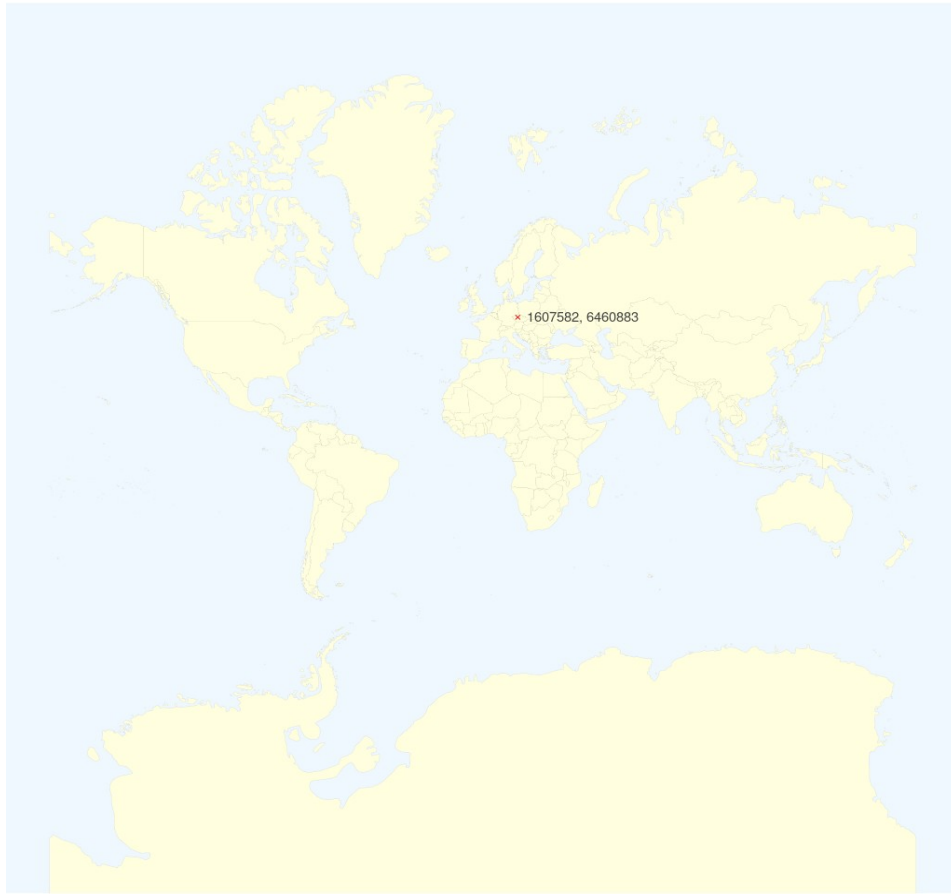


Zeměpisné souřadnice



- Body na kouli *
- Souřadnice v *úhlových* mírách (stupně)
- Výpočty
 - Jsou přesné
 - Jsou složité

Rovinné souřadnice

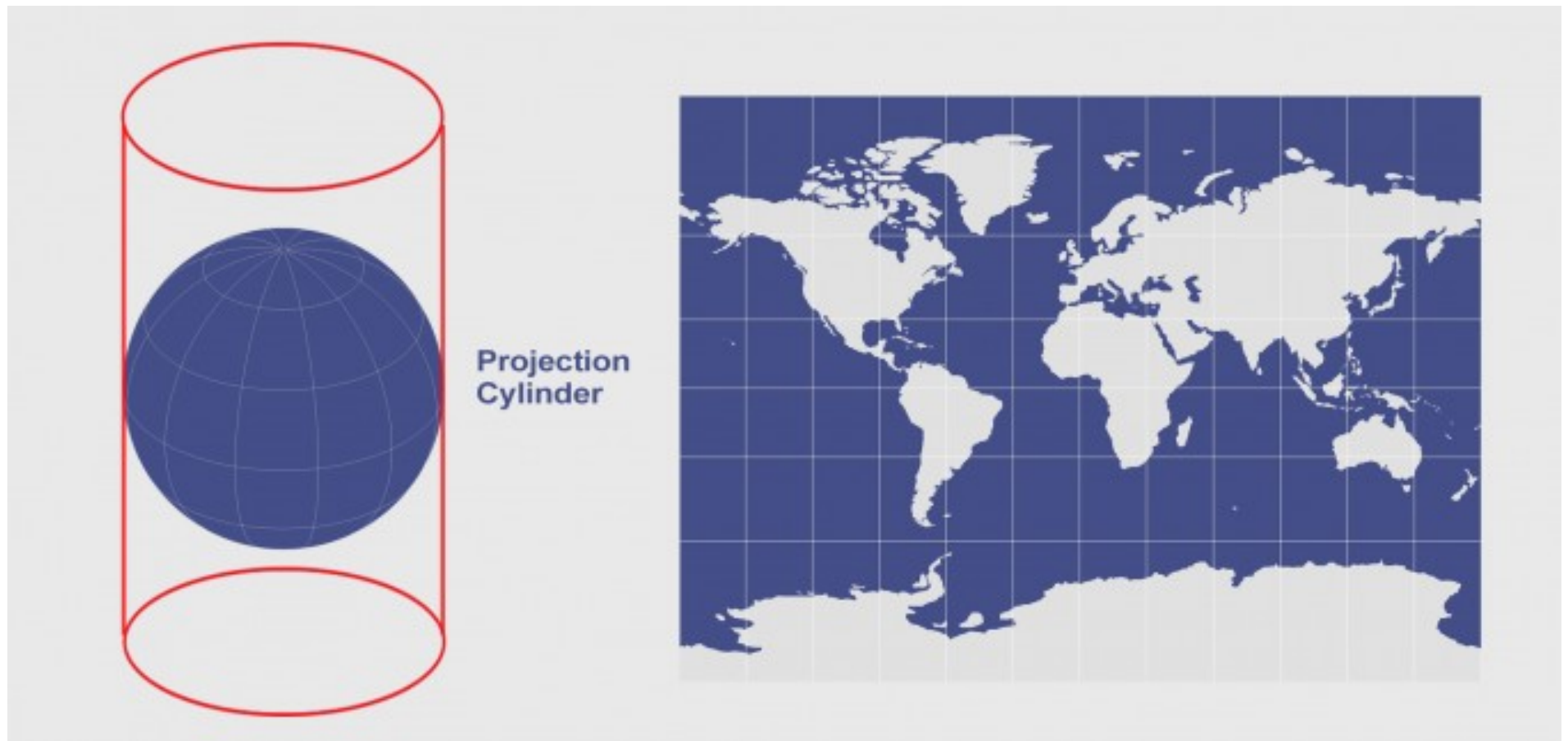


- Body v ploše
- Souřadnice v *délkových* mírách (metry, stopy...)
- Výpočty
 - Jsou zkreslené
 - Jsou snadné

Základní projekce

- Azimutální – přímo na tečnou plochu
 - Polární oblasti
- Kuželová – na kužel, rozvinutý do plochy
 - Albers, střední šířky (Amerika, Evropa, Rusko + inž. Křovák)
- Válcová – válec rozvinutý do plochy
 - Mercator, IT svět
- Čistá matematika
 - Mollweide, Winkel tripel, Gall – Peters

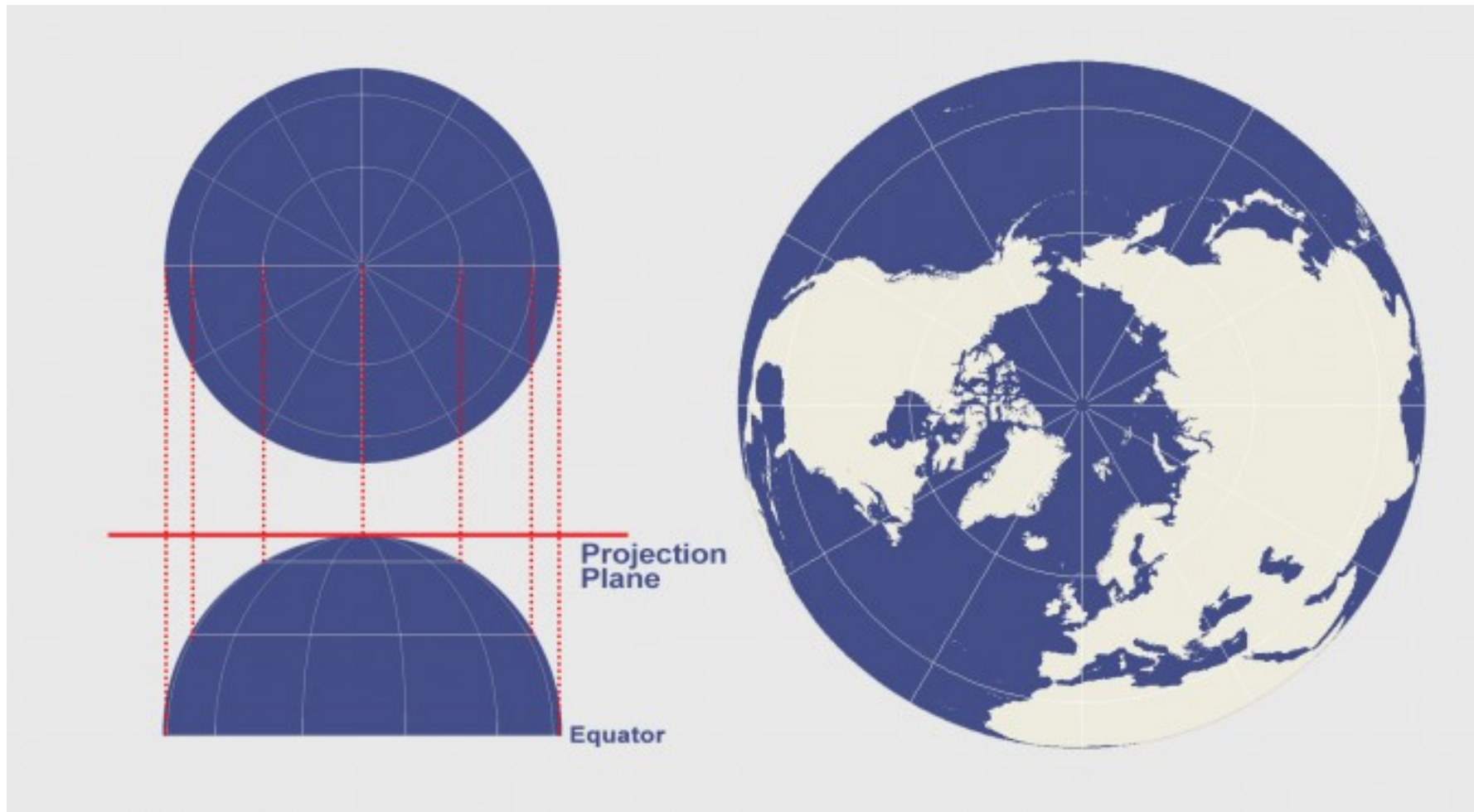
Válcová projekce



Kuželová projekce



Azimutální projekce



Výhody projekcí

- **Válcová:** *loxodroma* (mořeplavci) + čtvereček ve čtverečku (IT)
- **Kuželová:** tečna kužele a koule nezkreslená (lokální optimum)
- **Azimutální:** asi to jediné, co jde dělat kolem pólů...

Řešený příklad

2-projekce.R

Zápis souřadnic

Zeměpisný × Rovinný

Popis souřadnic: WKT

```
PROJCS["S-JTSK / Krovak East North",  
  GEOGCS["S-JTSK",  
    DATUM["System_Jednotne_Trigonometricke_Site_Katastralni",  
      SPHEROID["Bessel 1841",6377397.155,299.1528128,  
        AUTHORITY["EPSG","7004"]],  
      TOWGS84[589,76,480,0,0,0,0],  
      AUTHORITY["EPSG","6156"]],  
      PRIMEM["Greenwich",0,  
        AUTHORITY["EPSG","8901"]],  
      UNIT["degree",0.0174532925199433,  
        AUTHORITY["EPSG","9122"]],  
      AUTHORITY["EPSG","4156"]],  
      PROJECTION["Krovak"],  
      PARAMETER["latitude_of_center",49.5],  
      PARAMETER["longitude_of_center",24.8333333333333],  
      PARAMETER["azimuth",30.2881397222222],  
      PARAMETER["pseudo_standard_parallel_1",78.5],  
      PARAMETER["scale_factor",0.9999],  
      PARAMETER["false_easting",0],  
      PARAMETER["false_northing",0],  
      UNIT["metre",1,  
        AUTHORITY["EPSG","9001"]],  
      AXIS["X",EAST],  
      AXIS["Y",NORTH],  
      AUTHORITY["EPSG","5514"]]
```

- Well Known Text
- Standard OGC
- Komplexní přístup (v dobrém i zlém)

Popis souřadnic: PROJ

```
proj=krovak  
+lat_0=49.5  
+lon_0=24.8333333333  
33333  
+alpha=30.288139722  
22222 +k=0.9999  
+x_0=0 +y_0=0  
+ellps=bessel  
+towgs84=589,76,480  
,0,0,0,0 +units=m  
+no_defs
```

- open source knihovna pro převod souřadnic
- Méně "ukecaná" / flexibilní než WKT
- Jeden z kamenů pod {sf}

Popis souřadnic EPSG

EPSG:5514

- (původně) European Petroleum Survey Group
- Standardizace nejčastějších systémů výčtem
- Na EPSG se odkazuje WKT

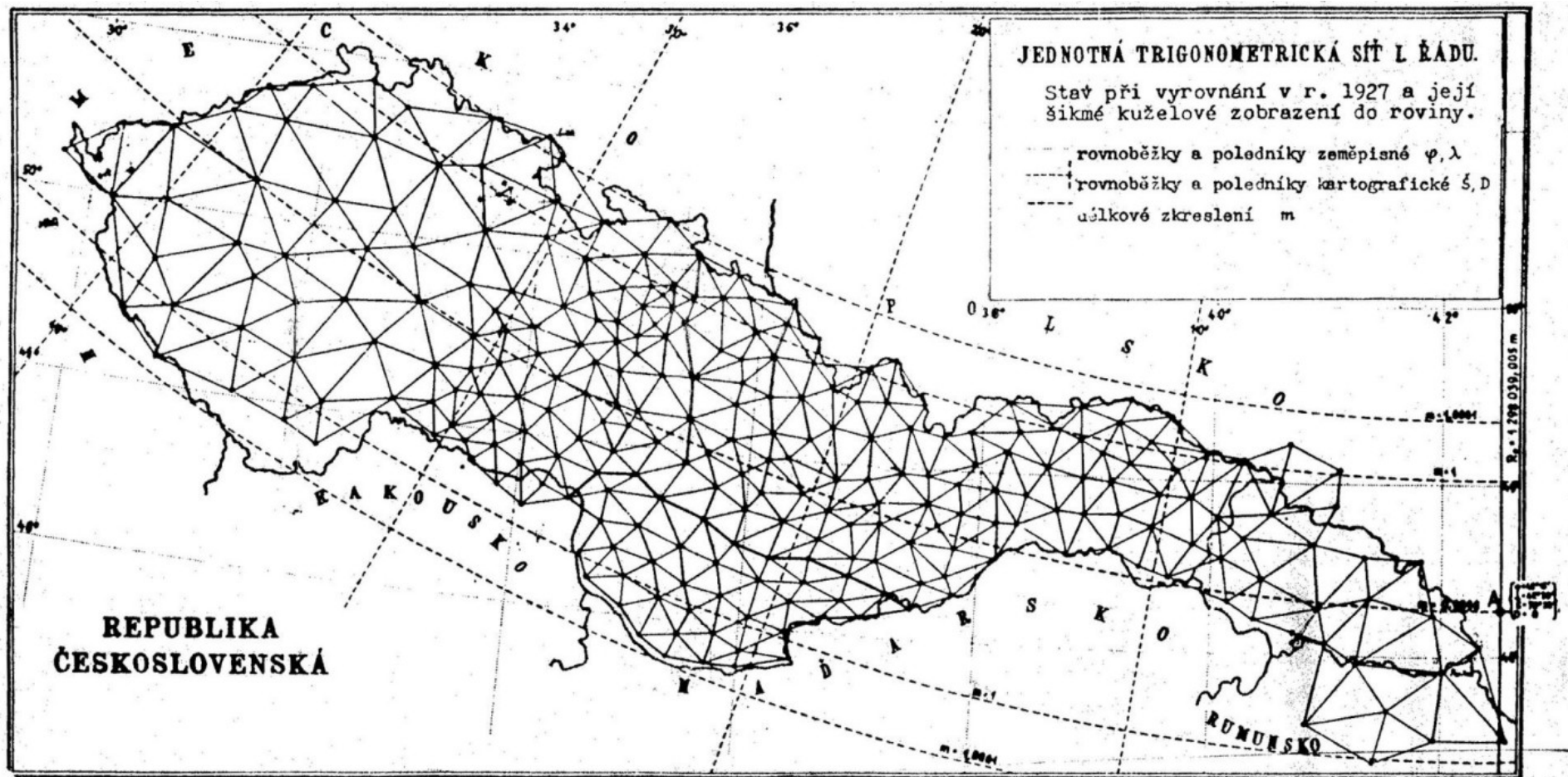
Základní operace s CRS

- Jak zjistím, jaký CRS má můj objekt? `sf::st_crs()`
- Jak změním CRS objektu?
`sf::st_transform()`

Klíčové systémy

- WGS84 / EPSG:4326
 - Zeměpisný systém (ve stupních)
 - Základ pro ukládání dat
- Inž. Křovák / EPSG:5514
 - Rovinný systém (v metrech)
 - Obecně závazný v ČR

System inž. Křováka



Klíčové body

- Souřadnicové systémy
 - zeměpisné × plošné
 - převody mezi nimi