

Souřadnice & operace

Kde jsme / kam jdeme?

Agenda

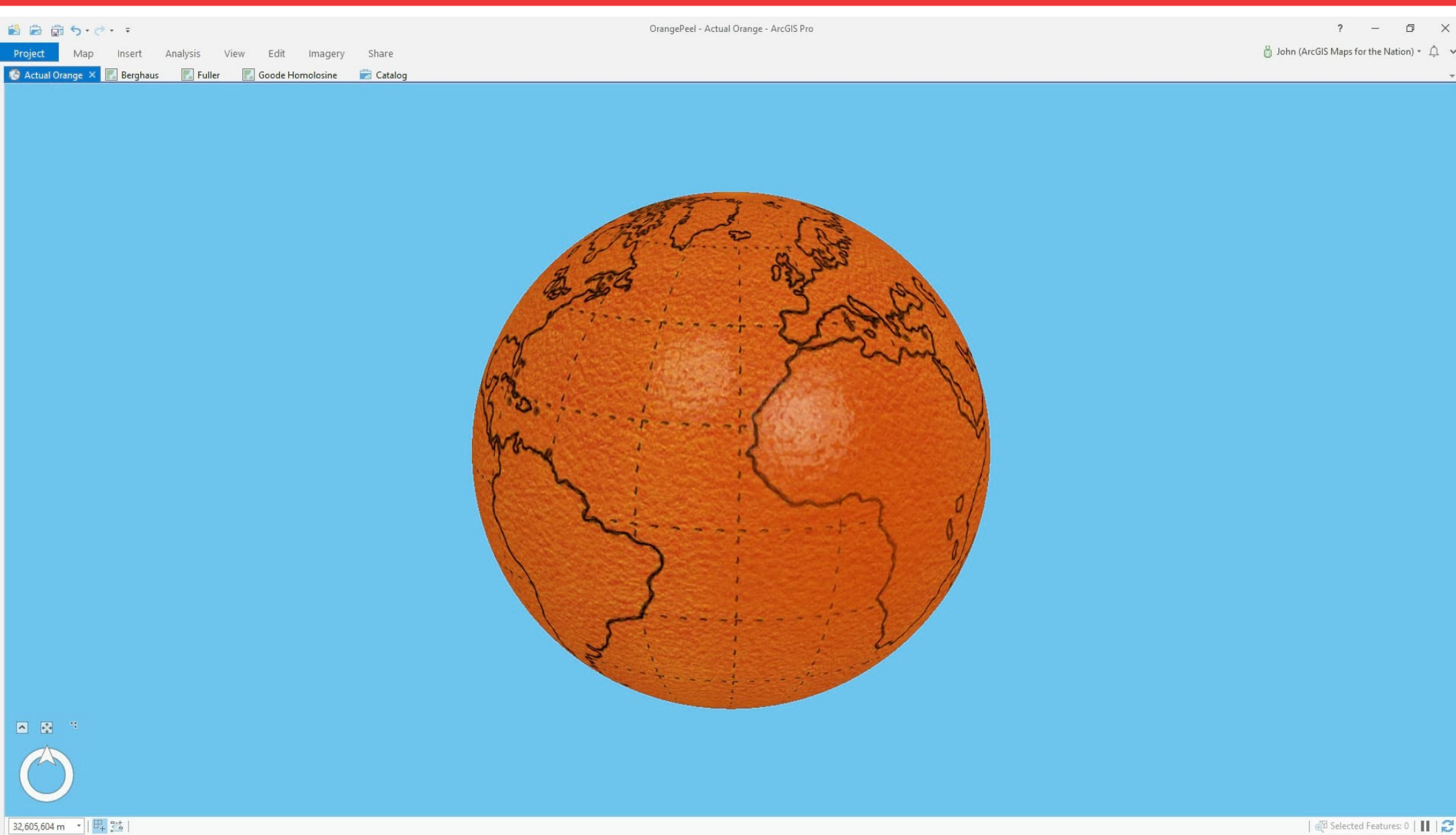
- 1) Základní problém zeměpisu
- 2) Zeměpisné × rovinné systémy
- 3) Operace s geometriemi
- 4) Prostorové propojení

Základní problém

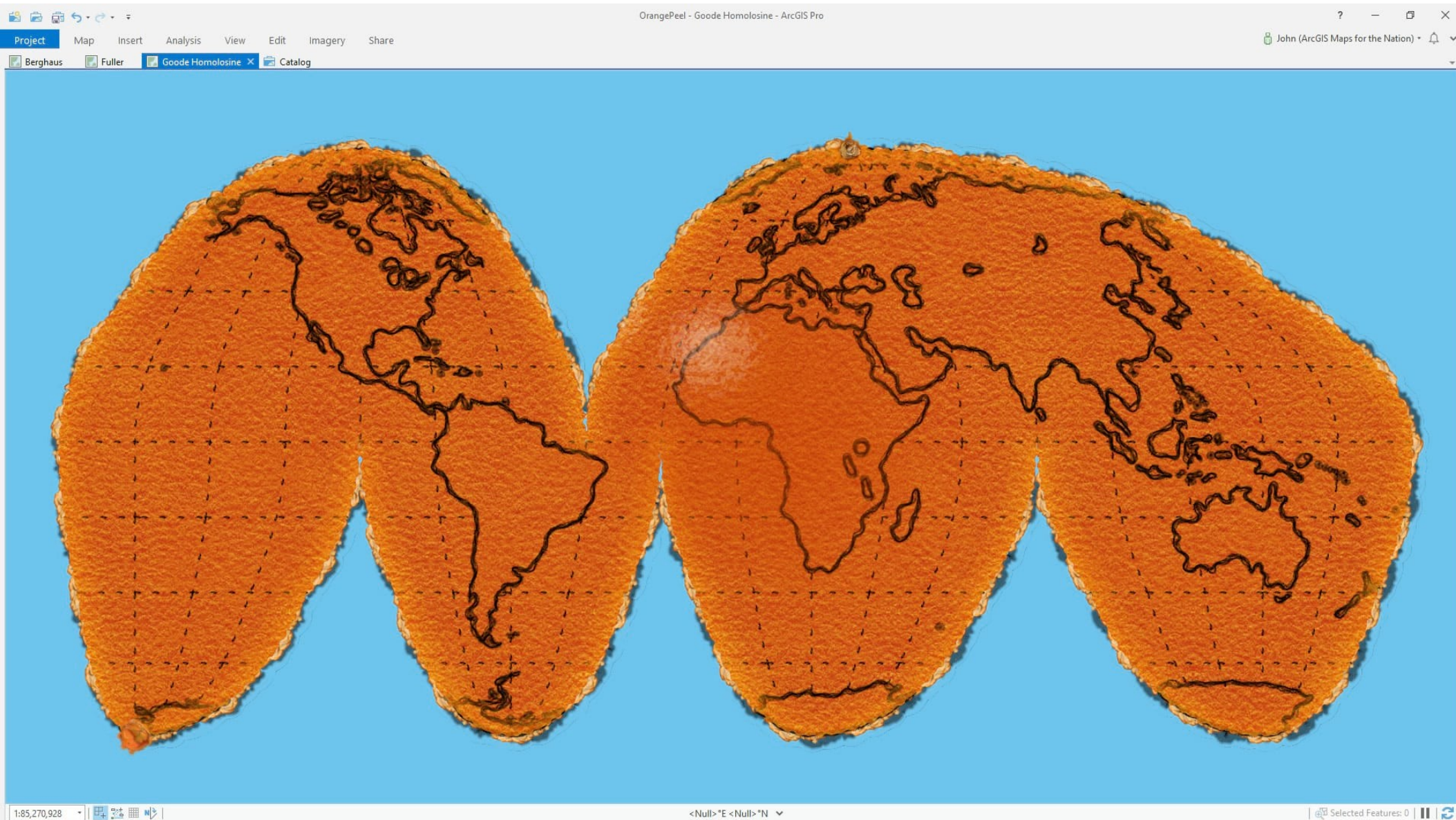


- Země je kulatá
- Mapa je placatá
- Rozvinout kouli do plochy nejde (bez zkreslení)

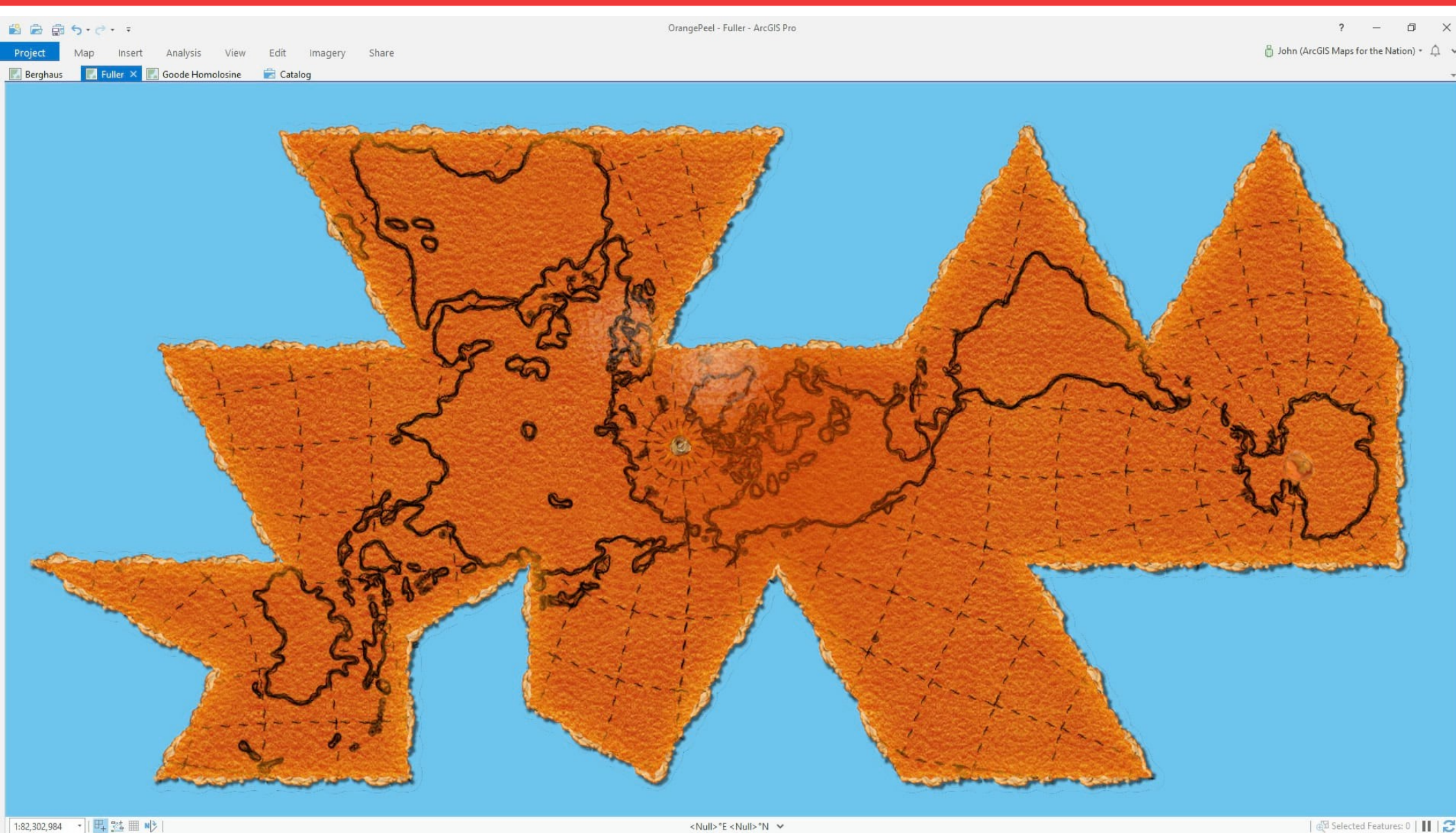
Pomeranč



Slupka z pomeranče...



Slupka z pomeranče...



Zeměpisné souřadnice



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

Rovinné souřadnice

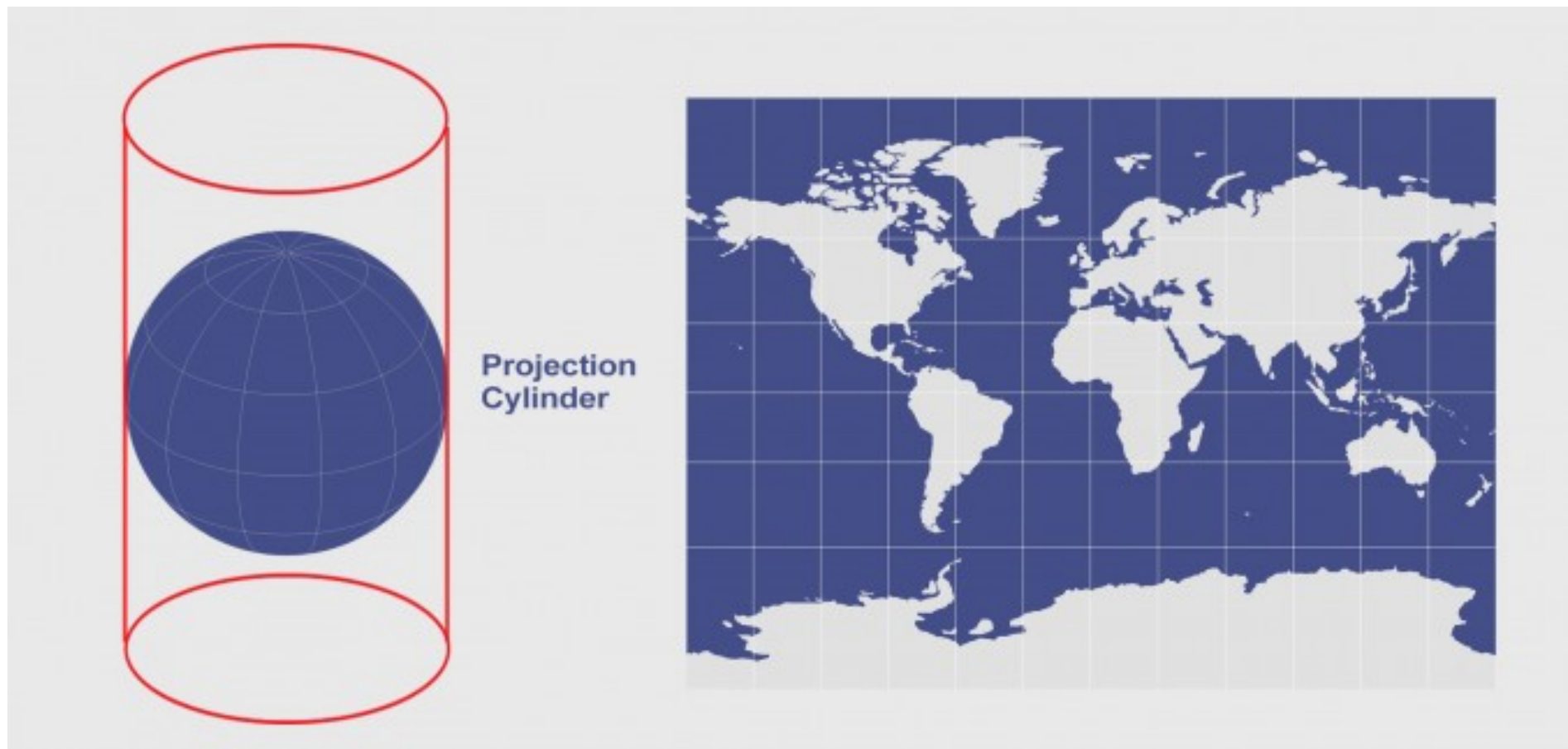


- Body na ploše
- Hodnoty jsou v délkových mírách (metry, stopy...)
- Výpočty
 - Jsou zkreslené
 - Jsou snadné

Základní projekce

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

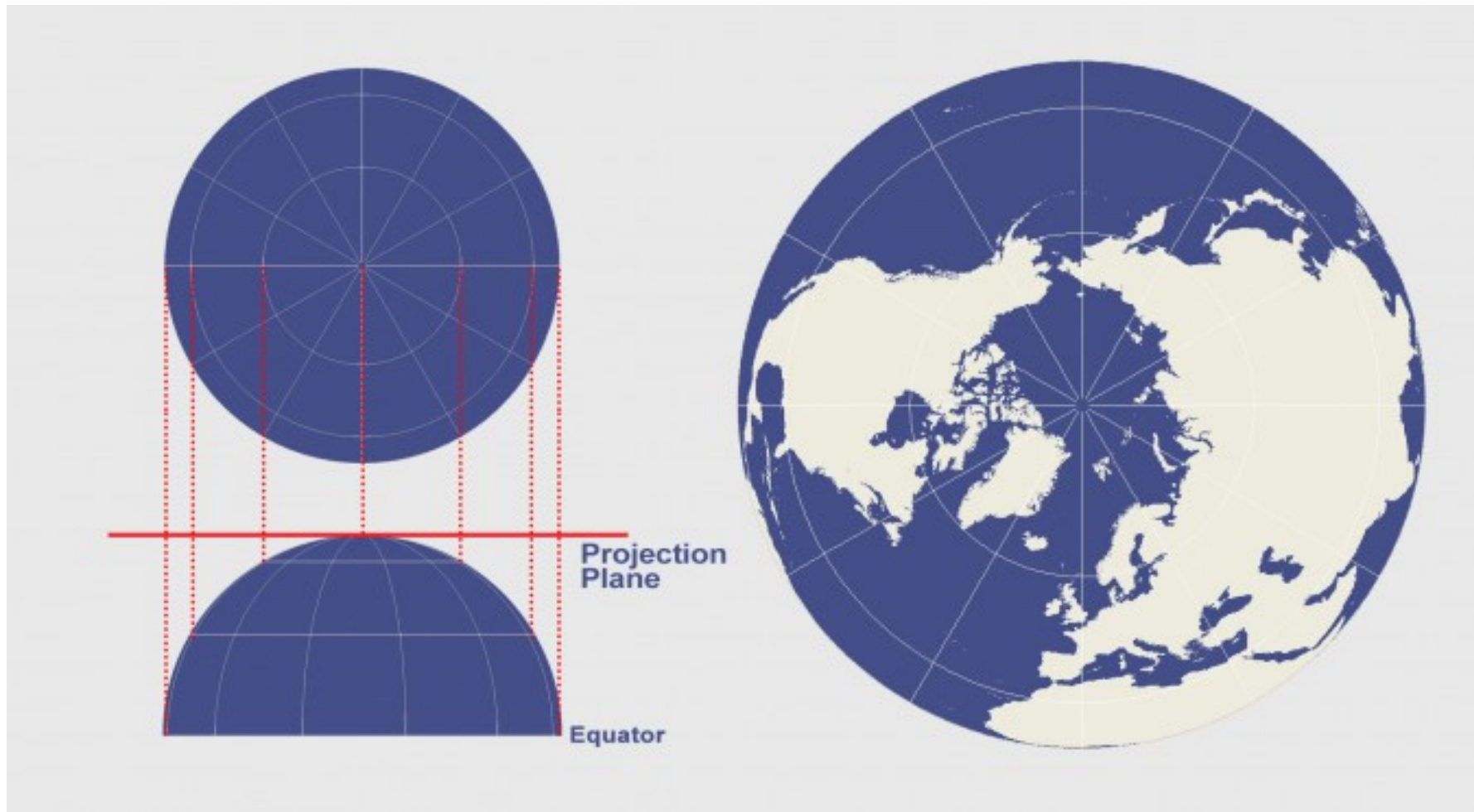
Válcová projekce



Kuželová projekce



Azimutální projekce



Výhody projekcí

- **Válcová:** **loxodroma** (mořeplavci) + vede kolem dokola zeměkoule (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",24.83333333333333],  
  PARAMETER["azimuth",30.28813972222222],  
  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

Klíčové operace

V kontextu $\{sf\}$

Podle typu geometrie

- Bod: *souřadnice* – zeměpisné i rovinné
`sf :: st_coordinates(x)`
- Čára: *délka* – vždy v délkových mírách
`sf :: st_length(x)`
- Polygon: *plocha* – v plošných mírách
`sf :: st_area(x)`
- Všechny typy: vzdálenost – v délkových mírách
`sf :: st_distance(x, y)`

Řešený příklad

2-tři-kameny.R

Řešený příklad

2-dopady-projekce.R

Prostorové propojení

- Sloučení datové složky ze dvou prostorových objektů

```
sf::st_join(x, y, left = T)
```

- Pozor na "strannost" propojení:
default = left join; pro inner join třeba změnit `left = F`

Řešený příklad

2-bod+polygon.R

Testy geometrie

- Test průsečíku

```
sf::st_intersects(x, y)
```

- Test dotyku

```
sf::st_touches(x, y)
```

- Test bodu v polygonu

```
sf::st_contains(x, y)
```

Index nebo vektor?

- `sparse = TRUE` (default) vrací řídký index – pořadí prvků, které splňují podmínku
- `sparse = FALSE` vrací logický vektor stejné délky jako vstup
- Osobně preferuji práci s vektory

Příklad: Sousedi Francie

- Seřadit sousedy Francie podle délky hranice
- Problém:
 - Získat země světa, vybrat Francii
 - Získat sousedy Francie
 - Získat společnou hranici
 - Zjistit délku, podat zprávu

Řešený příklad

2-sousedí-francie.R

Příklad: WC v Praze

- Zjistit počet veřejných záchodků po částech Prahy
- Problém:
 - Získat záchody jako body
 - Získat čtvrti jako polygony
 - Prostorově spojit data (point in polygon)
 - Podat zprávu

Řešený příklad

2-wc-v-praze.R

Šerý dávnověk: {sp}

- Než přišel balíček {sf} (2017), používal se balíček {sp}
- Stejní autoři, jiný koncept
- Občas se hodí převod:
 - `sp 2 sf = sf :: st_as_sf(x)`
 - `sf 2 sp = as(x, "Spatial")`

Klíčové body

- Souřadnicové systémy
 - zeměpisné × plošné
 - převody mezi nimi
- Testy dvou geometrií
 - Průnik, dotek, blízkost
- Prostorové propojení 2 objektů