

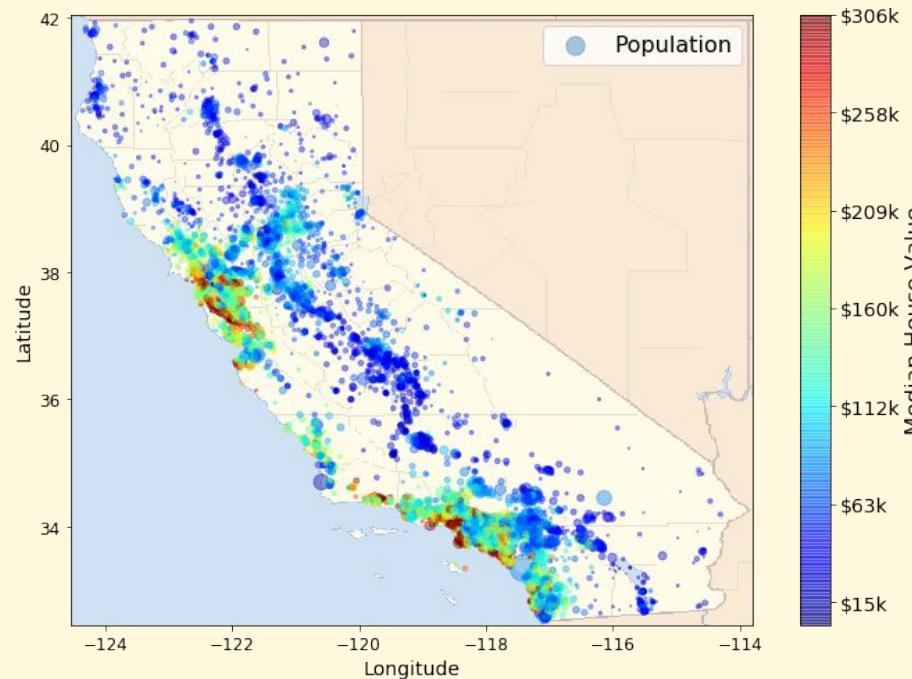
# Wstęp do Eksploracji Danych

Politechnika Warszawska  
Anna Kozak

Mapy - czy to aż tak skomplikowane?

# Motywacja

Mapy są świetnym sposobem do reprezentacji danych przestrzennych.



# Historia

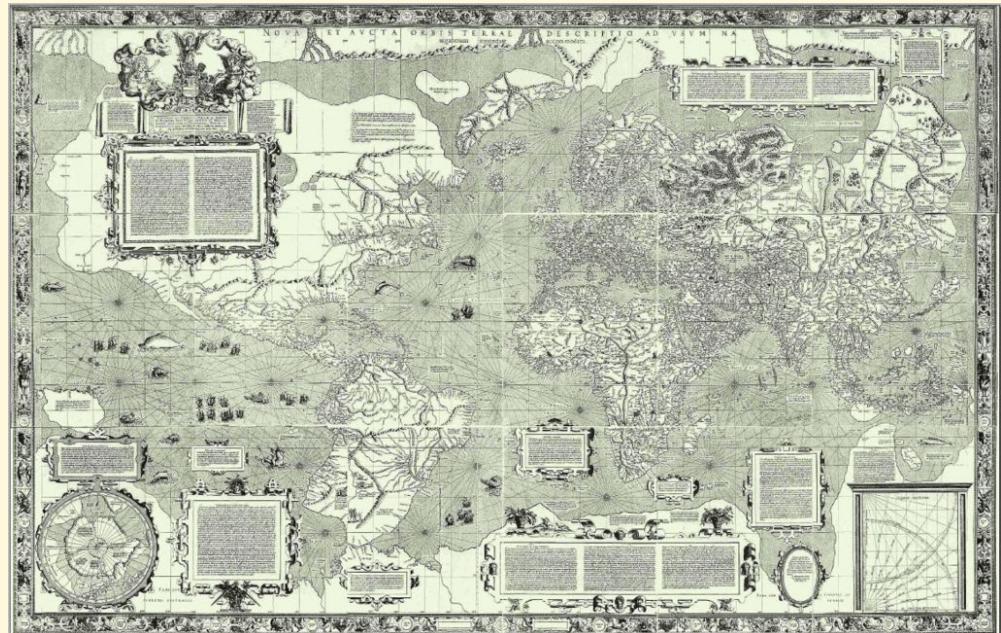
- Jedne z pierwszych tworzonych przez ludzi wizualizacji to wizualizacje kartograficzne - mapy.
- Tworzone je dla różnych potrzeb:
  - nawigacja
  - planowanie rozwoju miasta
  - planowanie sadzenia upraw



babilońska mapa świata  
(VI wiek p.n.e.)

# Jeszcze trochę o historii

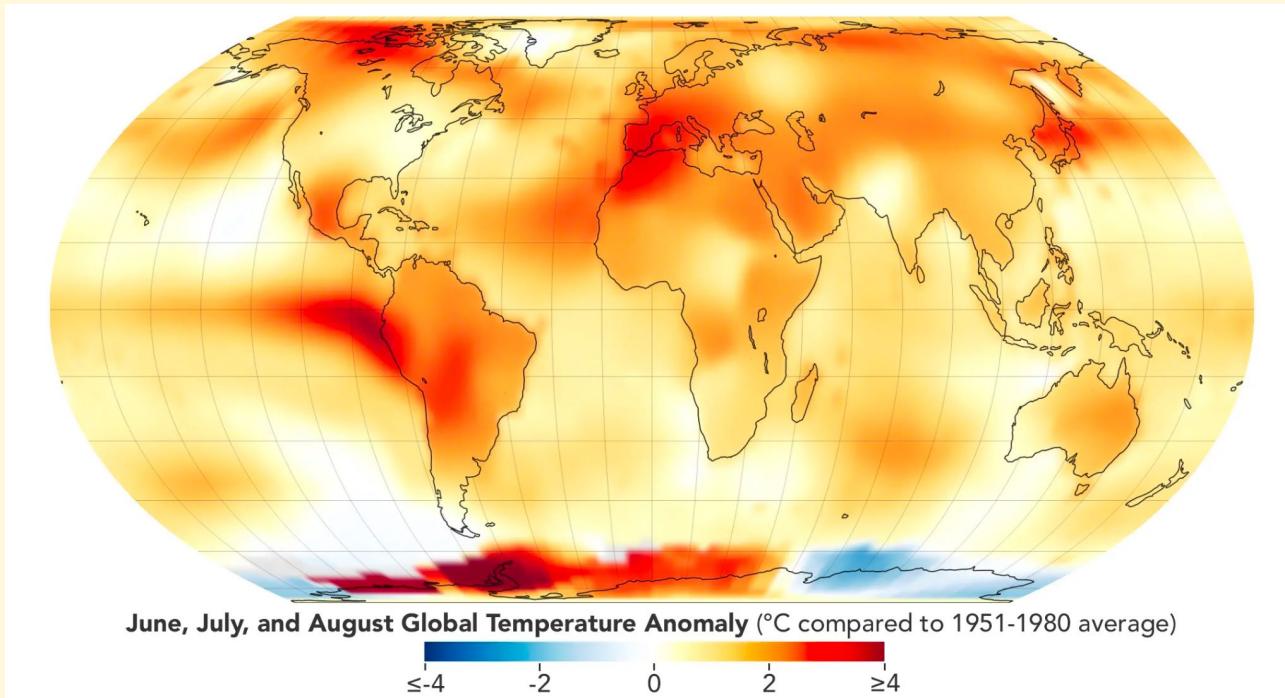
- Do XVII wieku nie tworzono map tematycznych, tylko **ogólnogeograficzne** - przedstawiano państwa, miasta, drogi, rzeki itd.
- Kluczowymi zadaniami były:
  - odzwierciedlenie **trójwymiarowej** powierzchni Ziemi na **dwuwymiarowej** płaszczyźnie - szukanie odpowiedniej projekcji
  - poprawa dokładności i prawdziwości map



mapa świata Mercatora  
(1569)

# Zastosowania geowizualizacji

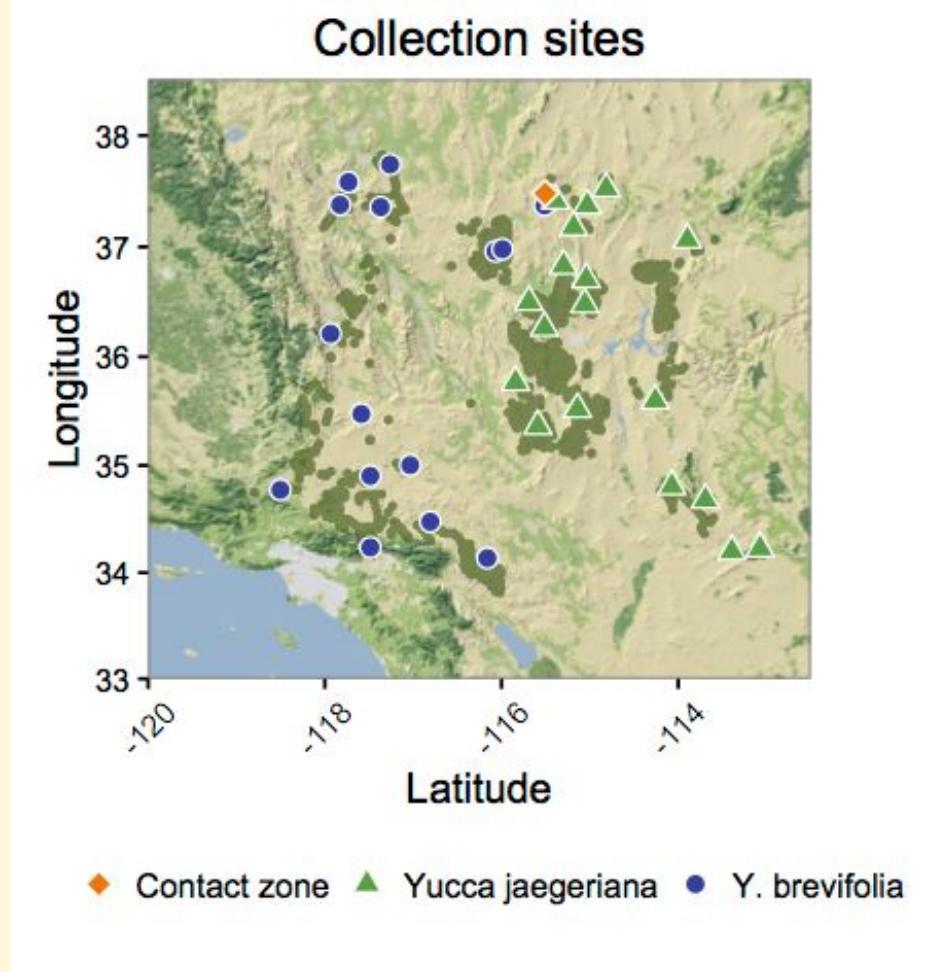
- klimatologia
- ekologia
- demografia
- ekonomia
- dziennikarstwo
- polityka
- transport
- historia



# Teraźniejszość

## Zastosowania geowizualizacji:

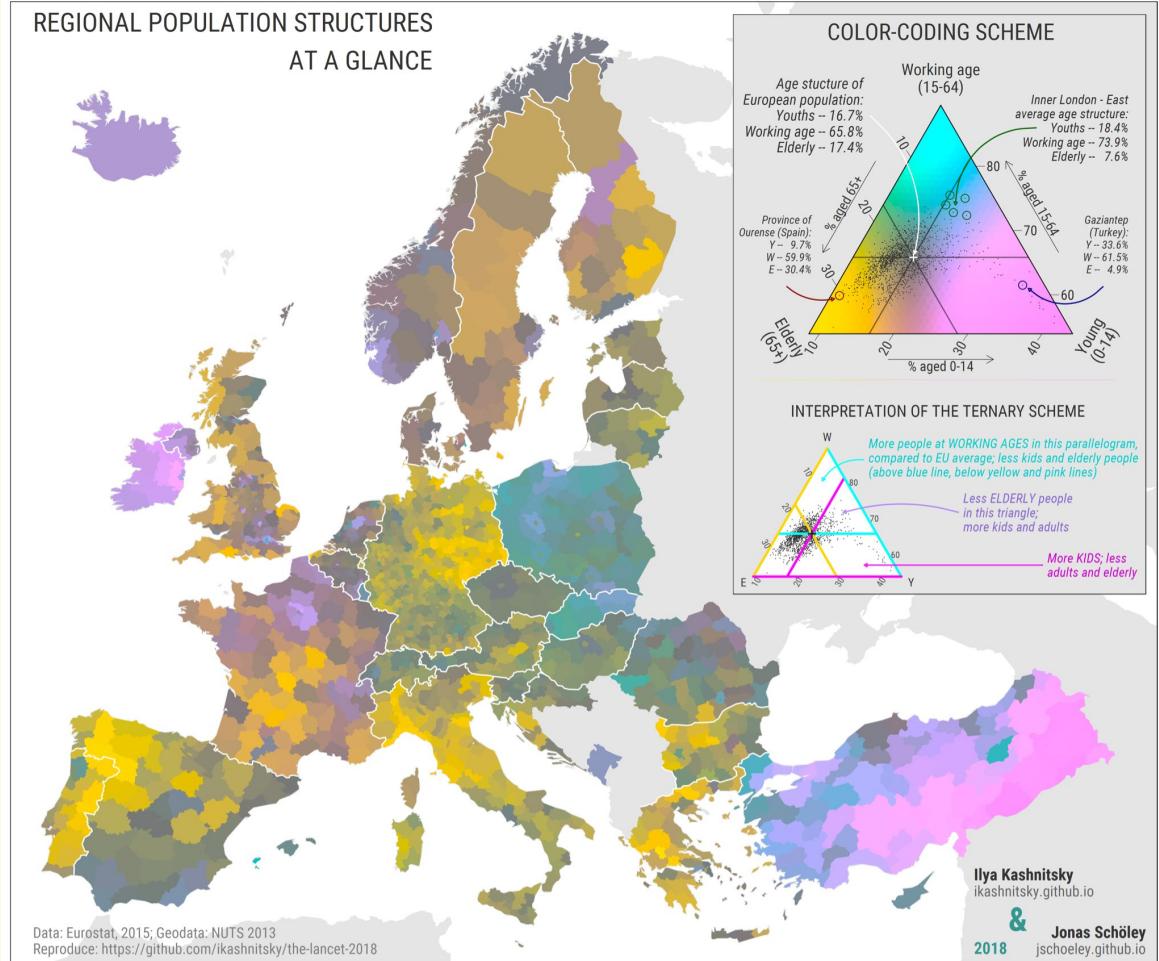
- klimatologia
- **ekologia**
- demografia
- ekonomia
- dziennikarstwo
- polityka
- transport
- historia



# Teraźniejszość

## Zastosowania geowizualizacji:

- klimatologia
- ekologia
- **demografia**
- ekonomia
- dziennikarstwo
- polityka
- transport
- historia

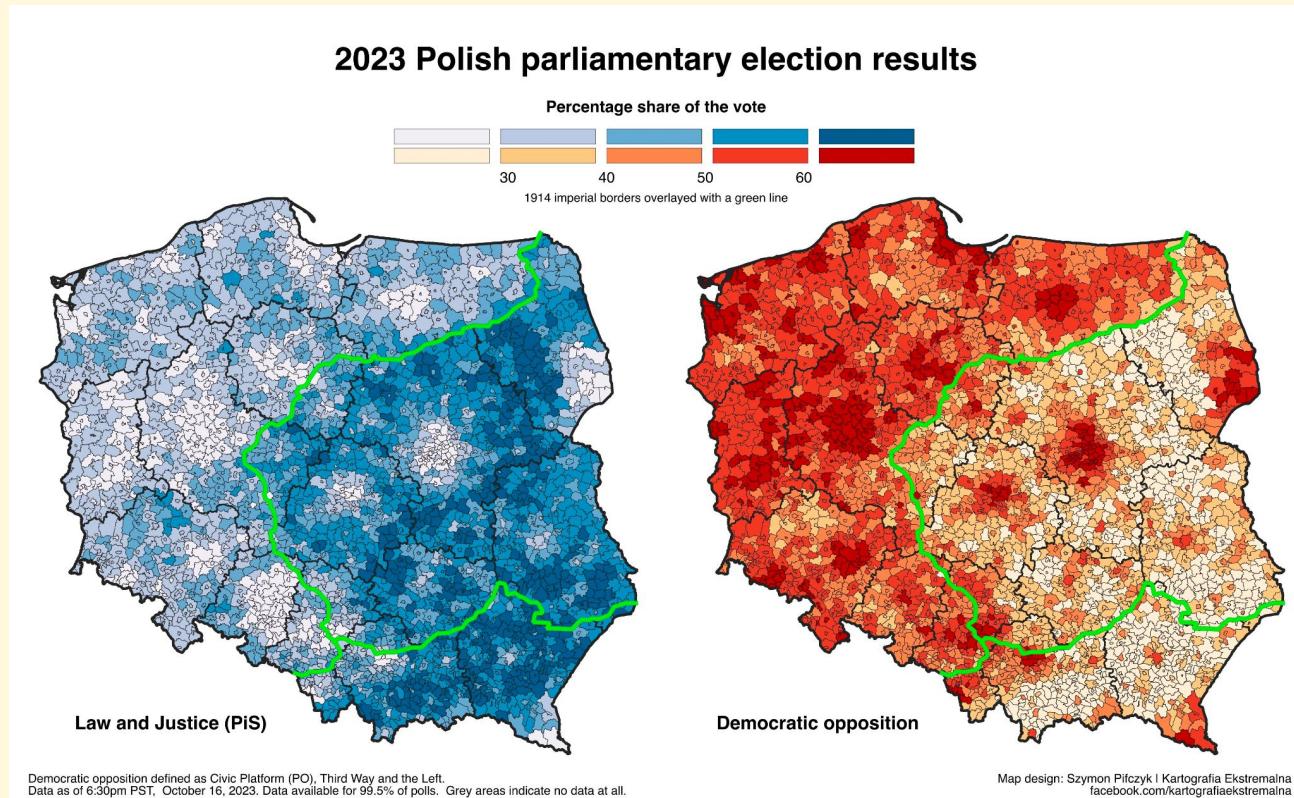


Kashnitsky, I., Schöley, J. Regional population structures at a glance.  
*The Lancet*, 392(10143), 209–210 (2018).

# Teraźniejszość

## Zastosowania geowizualizacji:

- klimatologia
- ekologia
- demografia
- ekonomia
- dziennikarstwo
- **polityka**
- transport
- historia



# Teraźniejszość

## Zastosowania geowizualizacji:

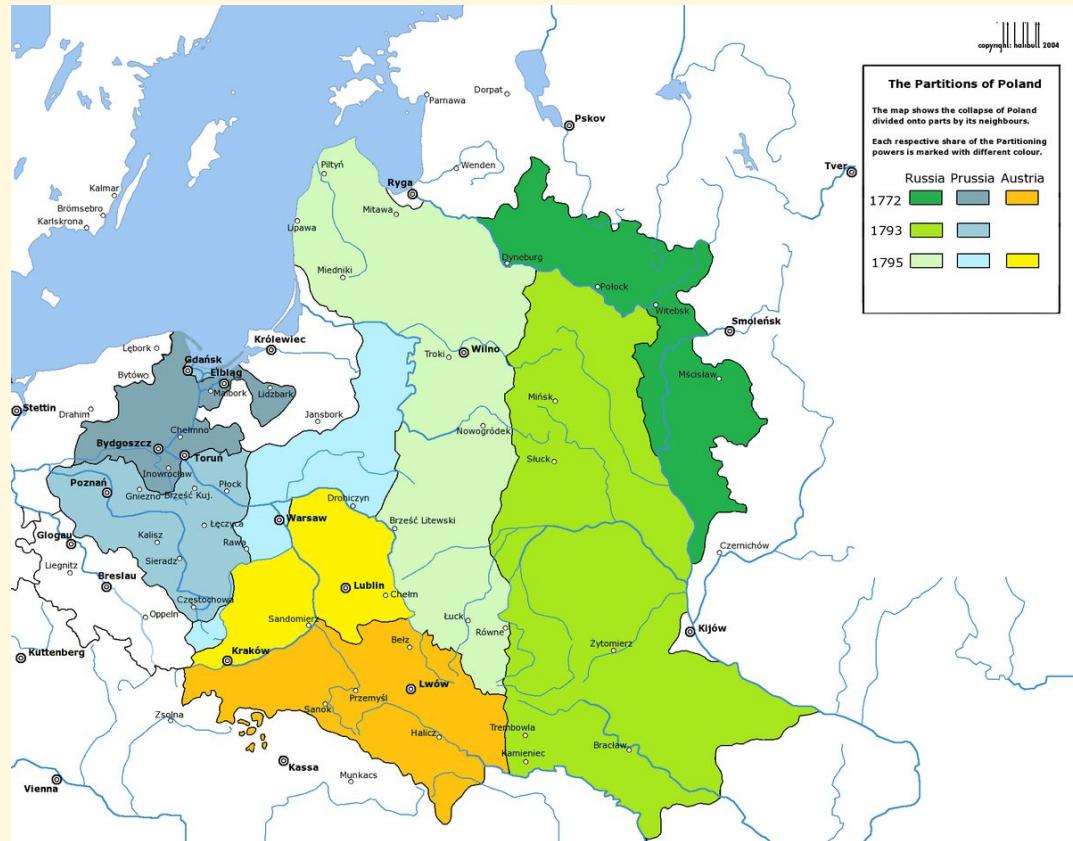
- klimatologia
- ekologia
- demografia
- ekonomia
- dziennikarstwo
- polityka
- **transport**
- historia



# Teraźniejszość

## Zastosowania geowizualizacji:

- klimatologia
- ekologia
- demografia
- ekonomia
- dziennikarstwo
- polityka
- transport
- historia



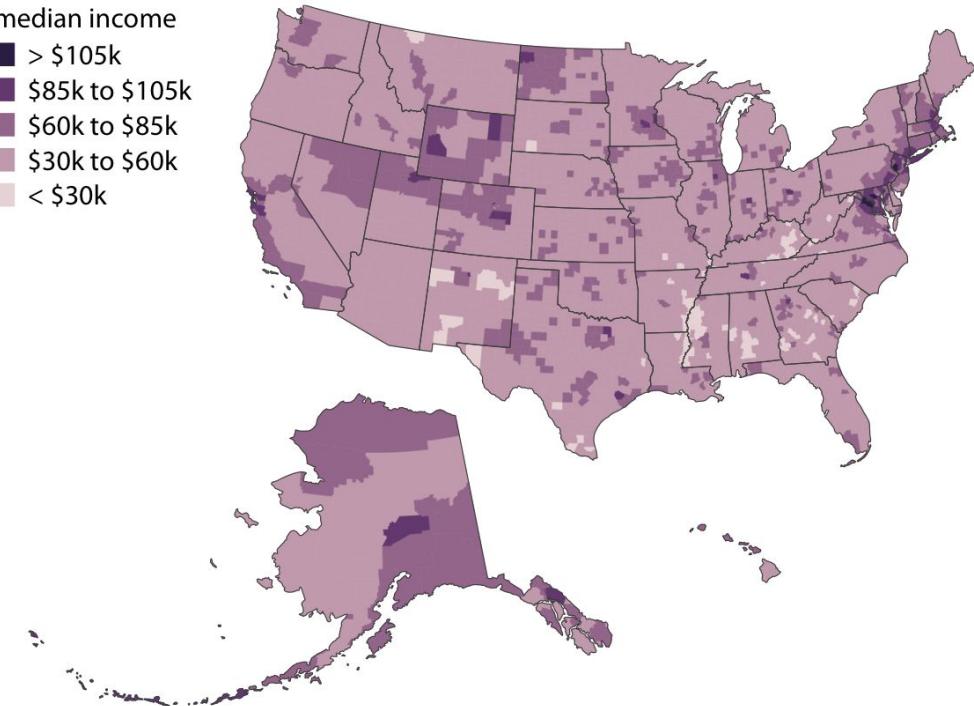
# Metody prezentacji danych na mapach

## KARTOGRAM (choropleth)

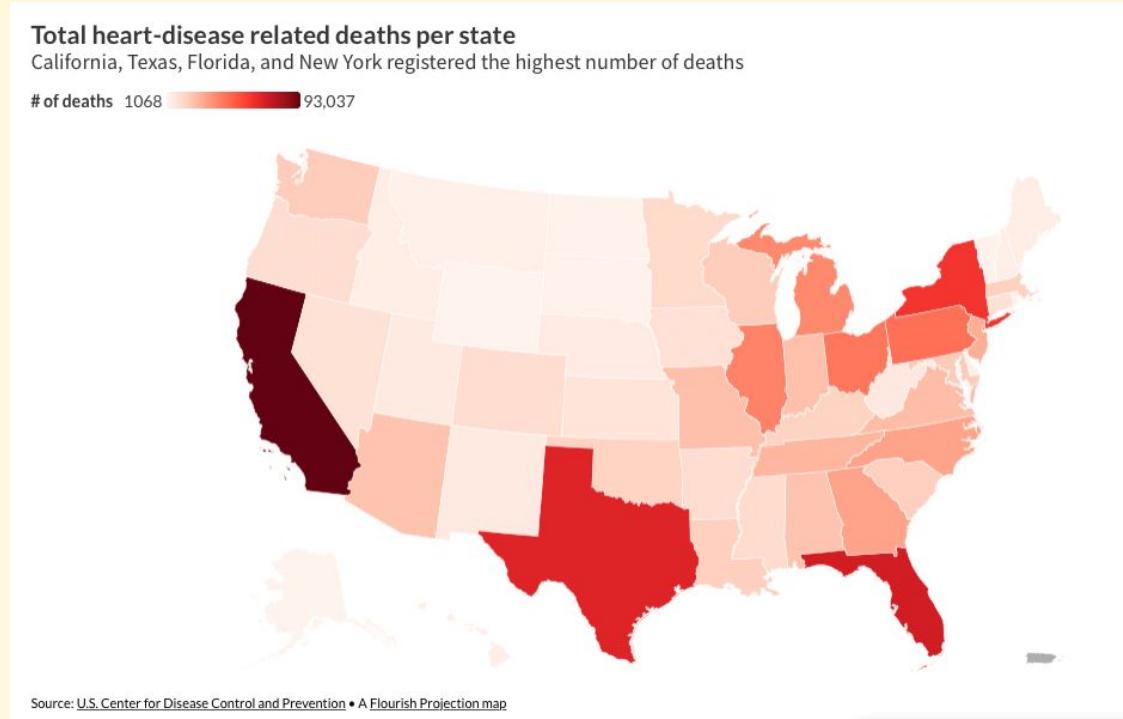
- wypełnienie kolorami powierzchni
- kolory kodują wartości (kategoryczne lub numeryczne)
- większe powierzchnie przykuwają większą uwagę, mniejsze powierzchnie mogą być niezauważalne
- często warto grupować zmienną ciągłą w dyskretne grupy (przedziały)
- kluczowa jest normalizacja - warto przedstawić gęstości, wskaźniki, względne wartości, należy unikać bezwzględnych wartości

median income

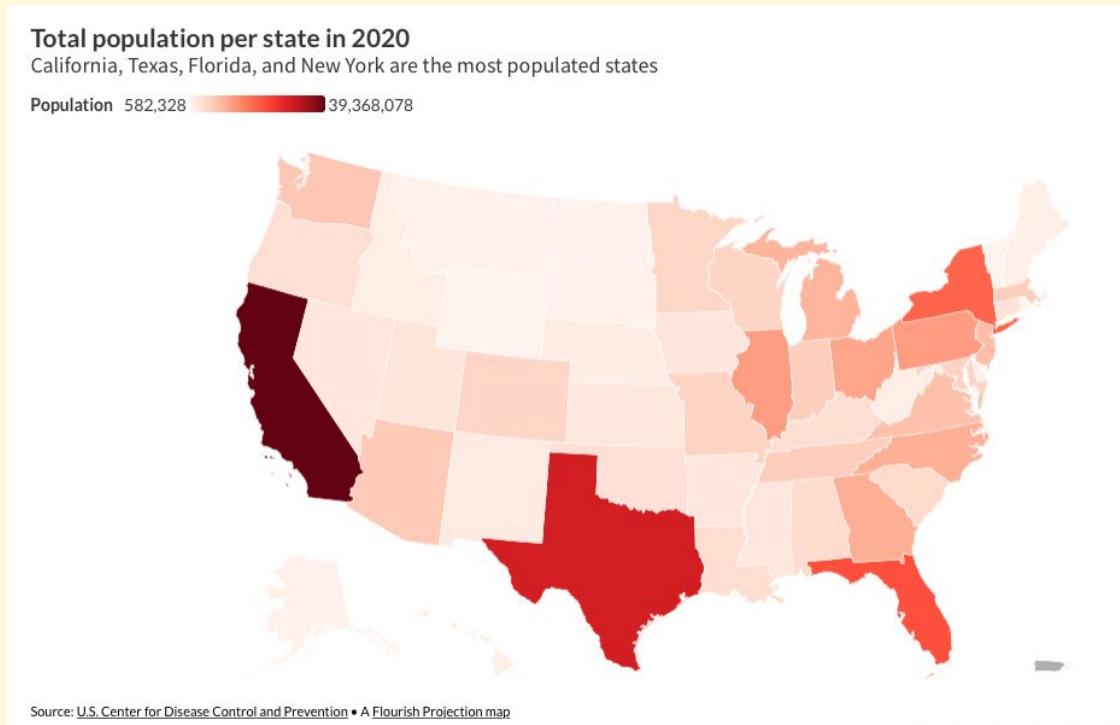
- > \$105k
- \$85k to \$105k
- \$60k to \$85k
- \$30k to \$60k
- < \$30k



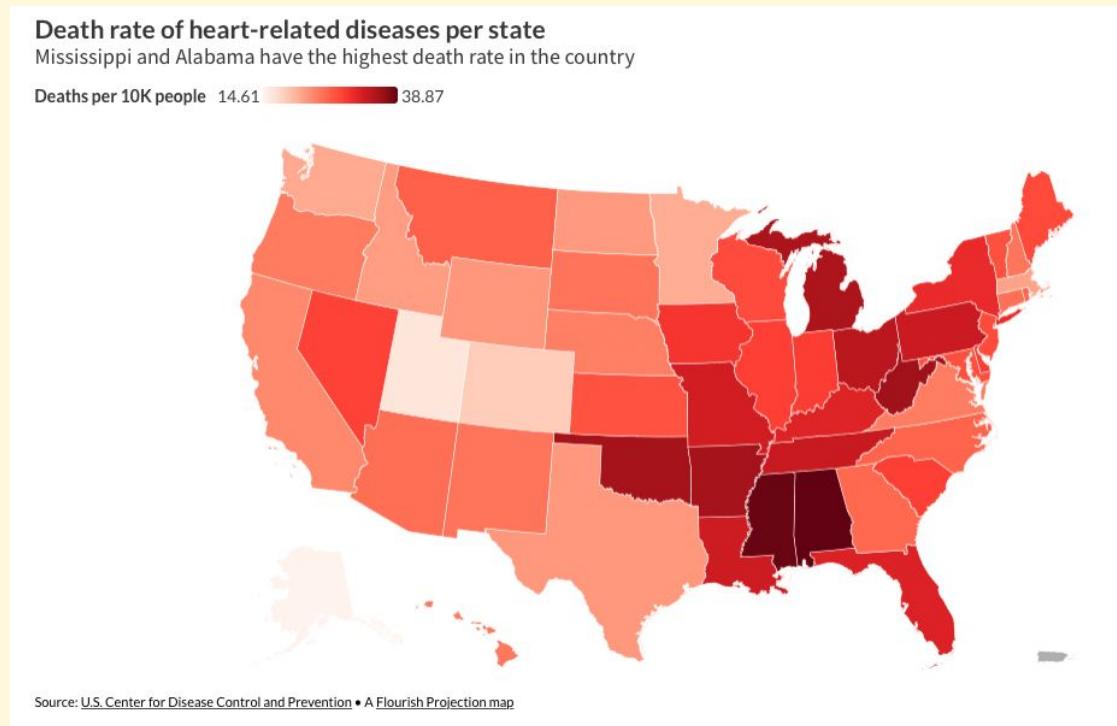
# Metody prezentacji danych na mapach



# Metody prezentacji danych na mapach



# Metody prezentacji danych na mapach

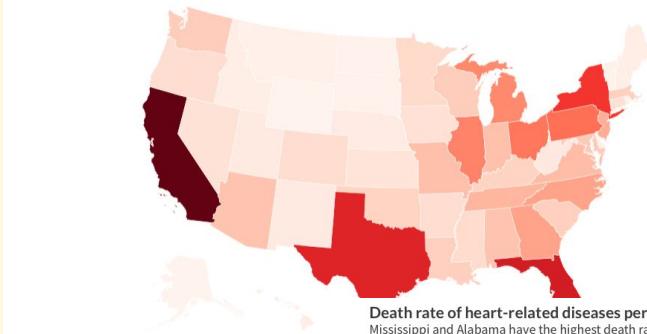


# Metody prezentacji danych na mapach

Total heart-disease related deaths per state

California, Texas, Florida, and New York registered the highest number of deaths

# of deaths 1068 — 93,037

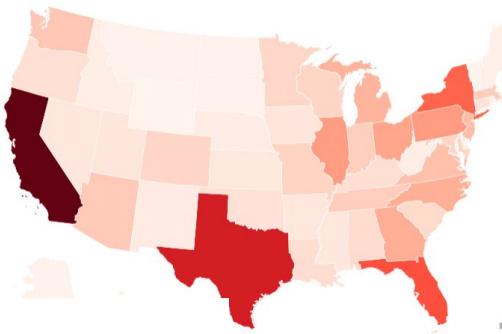


Source: U.S. Center for Disease Control and Prevention • A Flourish Projection map

Total population per state in 2020

California, Texas, Florida, and New York are the most populated states

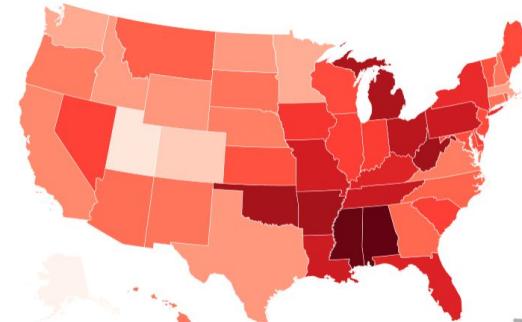
Population 582,328 — 39,368,078



Death rate of heart-related diseases per state

Mississippi and Alabama have the highest death rate in the country

Deaths per 10K people 14.61 — 38.87

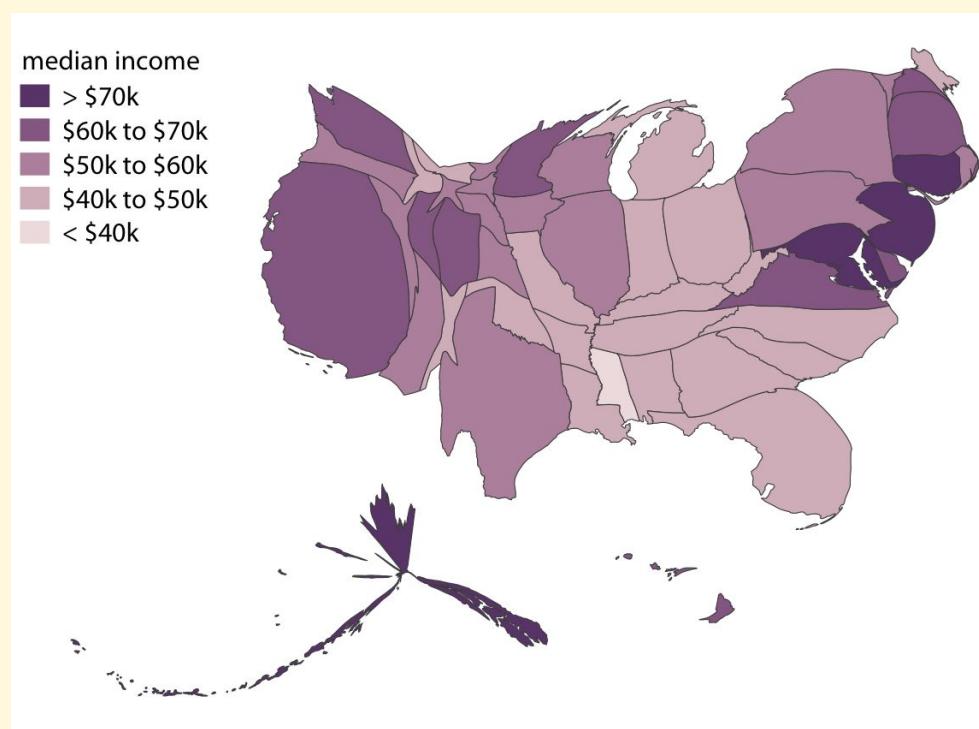


Source: U.S. Center for Disease Control and Prevention • A Flourish Projection map

# Metody prezentacji danych na mapach

## KARTOGRAM ANAMORFICZNY (cartogram)

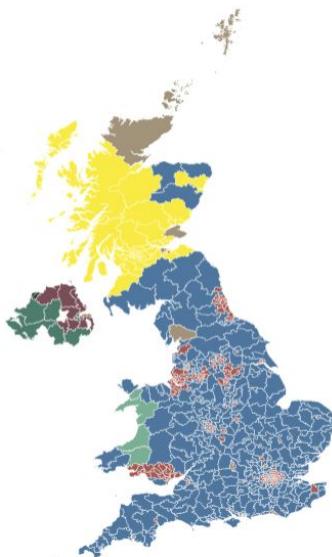
- zmiana geometrii regionów w celu reprezentacji danych, rozkładu zmiennej
- wypaczona przestrzeń geograficzna
- specjalny rodzaj – zgeometryzowane (wszystkie regiony o tym samym kształcie i rozmiarze)
- niwelują niektóre wady kartogramów typu choropleth



# Metody prezentacji danych na mapach

Results of the 2019 UK General Election

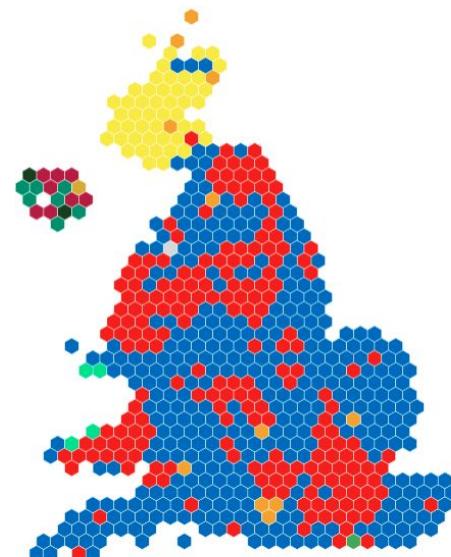
■ Con ■ Lab ■ LD ■ SNP ■ Green ■ PC ■ DUP ■ SF ■ SDLP ■ Alliance ■ Spk



Source: [ONS Geography Portal](#) and [OpenDataNI](#), House of Commons Library • A Flourish 3D map

Results of the 2019 UK General Election

■ Con ■ Lab ■ LD ■ SNP ■ Green ■ PC ■ DUP ■ SF ■ SDLP ■ Alliance ■ Spk

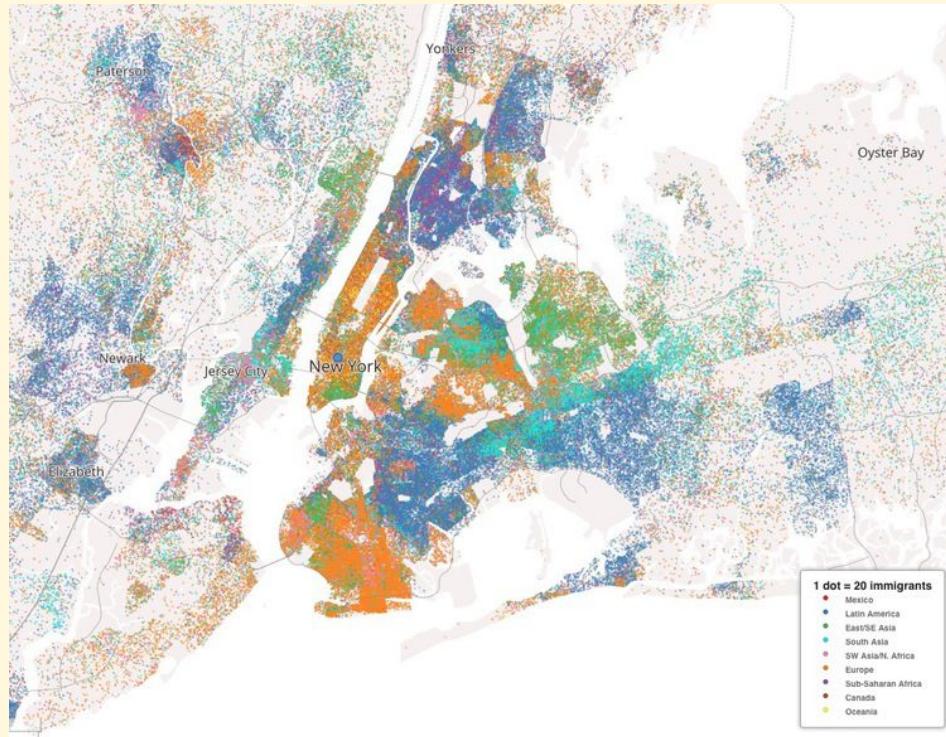


Source: [ODI Leeds](#), House of Commons Library • A Flourish 3D map

# Metody prezentacji danych na mapach

## MAPA KROPKOWA

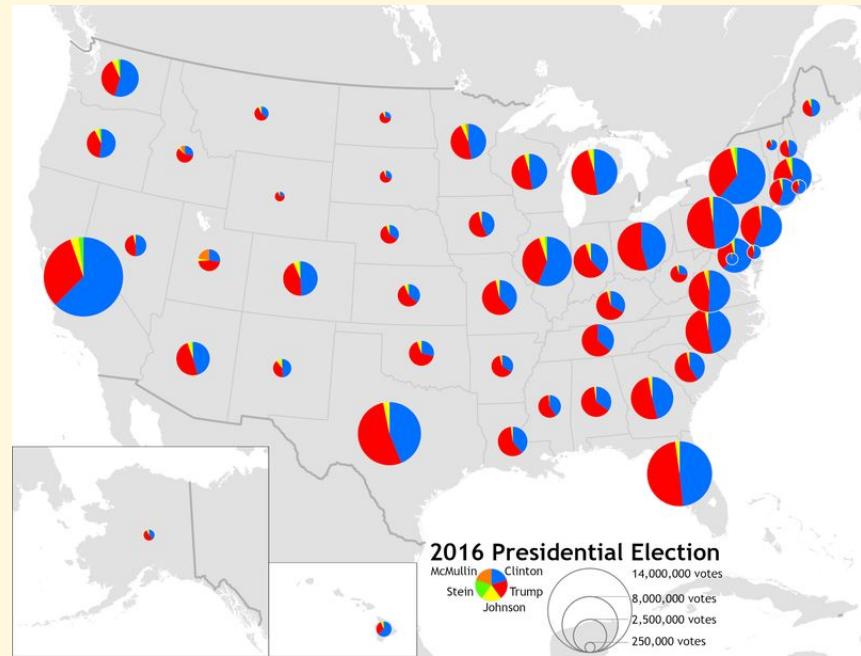
- informacja - umieszczenie znaków w odpowiednim miejscu na mapie
- jeden znak (kropka) - pewna liczba obiektów (niekoniecznie jeden)
- jedynie dane bezwzględne
- waga danego zjawiska, różna liczliwość obiektów → rozmiar znaku
- więcej niż jedno zjawisko, typ obiektu → kolor/typ znaków
- manipulując wielkością znaków, trzeba pamiętać, że ludzkie oko nie jest dobre w odróżnianiu powierzchni



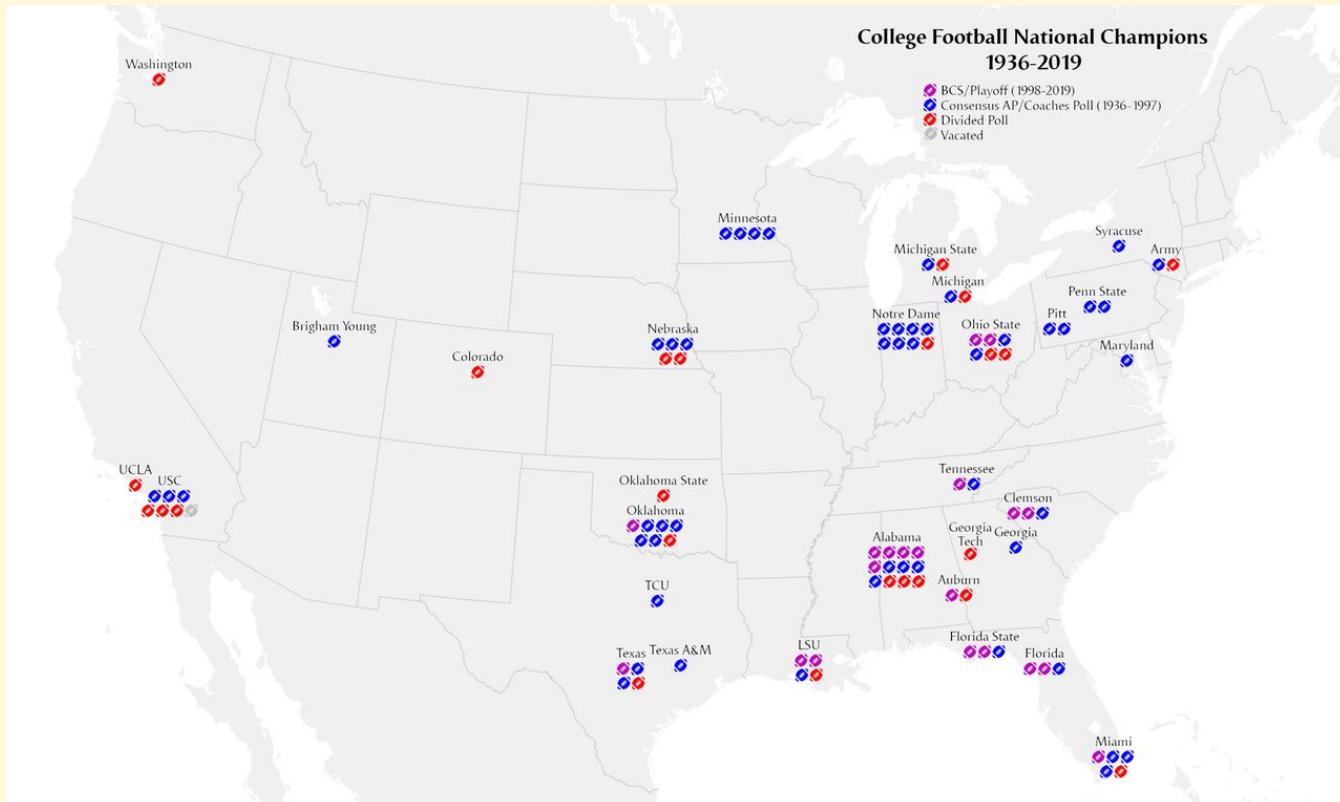
# Metody prezentacji danych na mapach

## KARTODIAGRAM

- umieszczenie diagramów lub wykresów w obrębie obiektów przestrzennych, których dotyczą (chart maps)  
**UWAGA!** często pojawiają się wykresy kołowe!
- inny typ: umieszczenie symboli/piktogramów w obrębie odpowiednich miejscach na mapie (isotype map)

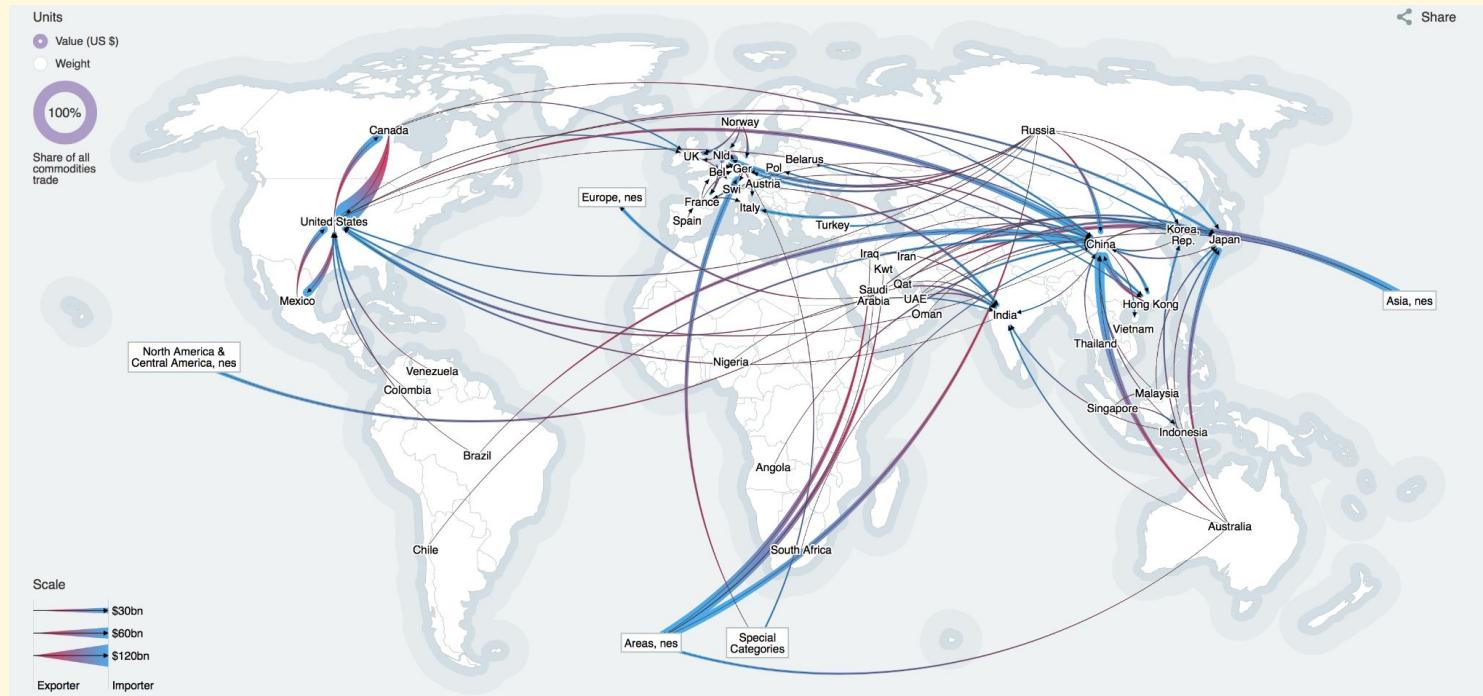


# Metody prezentacji danych na mapach



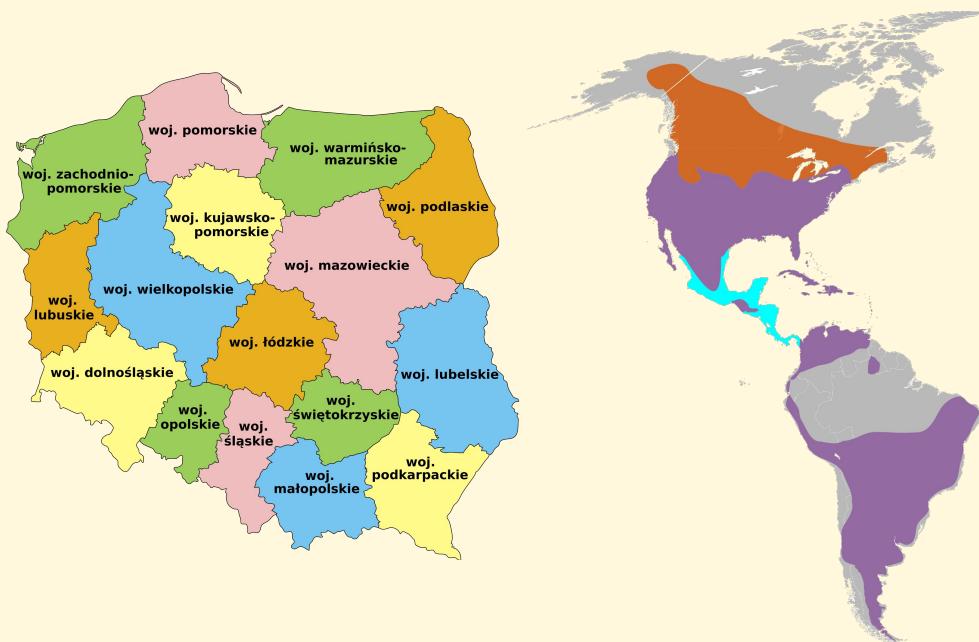
# Metody prezentacji danych na mapach

## MAPA PRZEPŁYWU

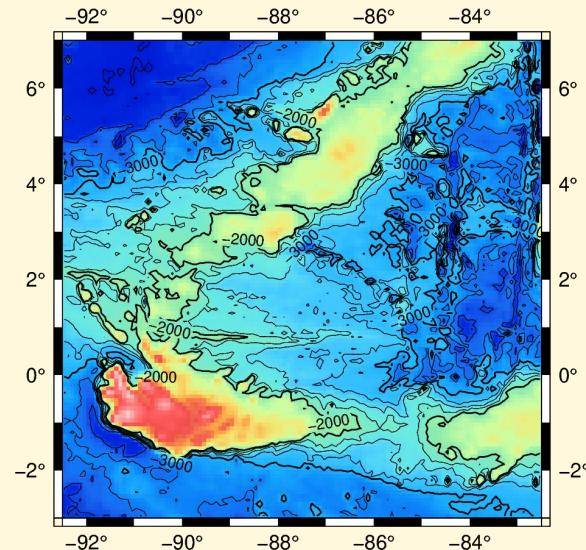


# Metody prezentacji danych na mapach

MAPA CHOROCHROMATYCZNA/ZASIĘGÓW



MAPA IZOLINIOWA + MAPA CIEPŁA



# Odwzorowania

Własności do zachowania:

- kąty
- powierzchnie
- (odległości)

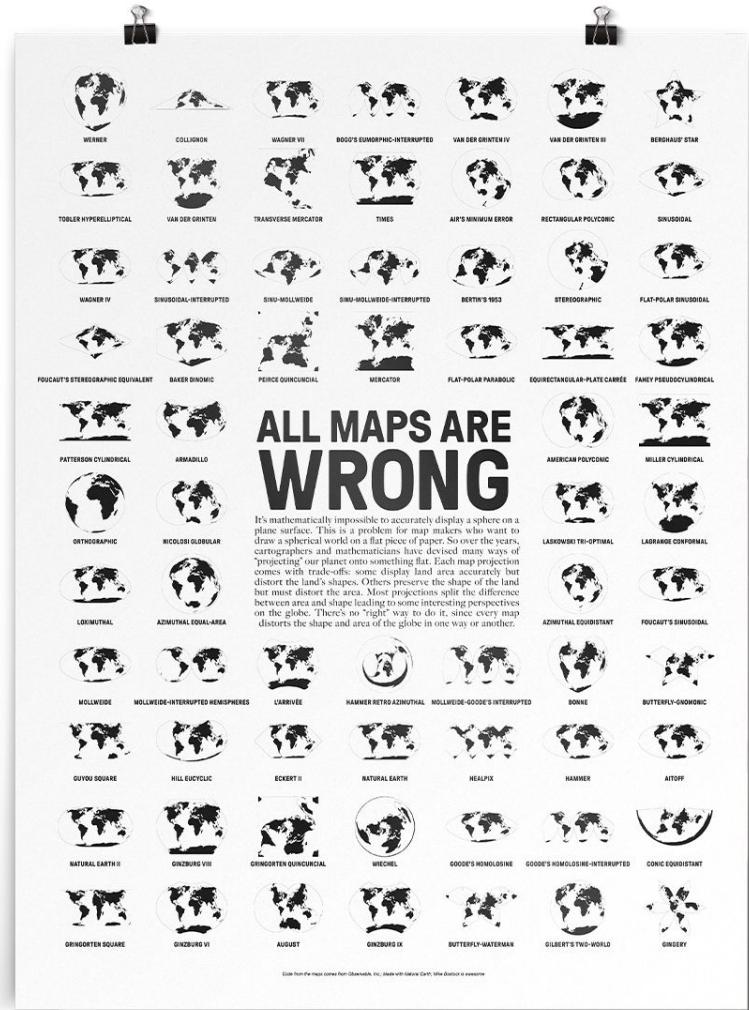
**Problem:** powierzchnia Ziemi nie jest izometryczna z płaszczyzną!

Nie jest możliwe zachowanie **więcej niż jednej własności** równocześnie.

**Inna opcja:** kompromis – pogodzenie się ze zniekształceniami różnego typu.

Johnny Harris

<https://store.dftba.com/products/all-maps-are-wrong-poster>



# Odwzorowania



# Koordynaty/systemy odniesienia

**Cel:** systematyzacja, monitorowanie różnych odwzorowań

**Ważne przykłady:**

- WGS84 (EPSG:4326) – układ jednolity dla całego świata wykorzystywany w GPS
- EPSG:3857 – układ stosowany w mapach internetowych

“Dziwne” błędy w wizualizacjach są zazwyczaj spowodowane brakiem ujednolicenia systemów odniesienia.

# Odwzorowania

## ODWZOROWANIE MERKATORA

- jedno z pierwszych (XVI wiek)
- wiernie zachowuje kąty
- używane w mapach nawigacyjnych
- zmodyfikowana wersja używana w mapach Google
- zniekształcenia tym większe, im dalej od równika

### Kiedy stosować?

- gdy potrzeba zoomowania do lokalnych map
- mapy mniejszych państw
- kiedy rozmiar nie ma takiego znaczenia jak ogólne przedstawienie



# Odwzorowania

## ODWZOROWANIE MOLLWEIDEGO

- wiernie zachowuje powierzchnię
- biegunki są punktami

## Kiedy stosować?

- dla dobrze rozpoznawalnej mapy świata (często w atlasach)
- mając dane na obu półkulach, dalej od równika
- kiedy najważniejsza jest powierzchnia, nie kształt



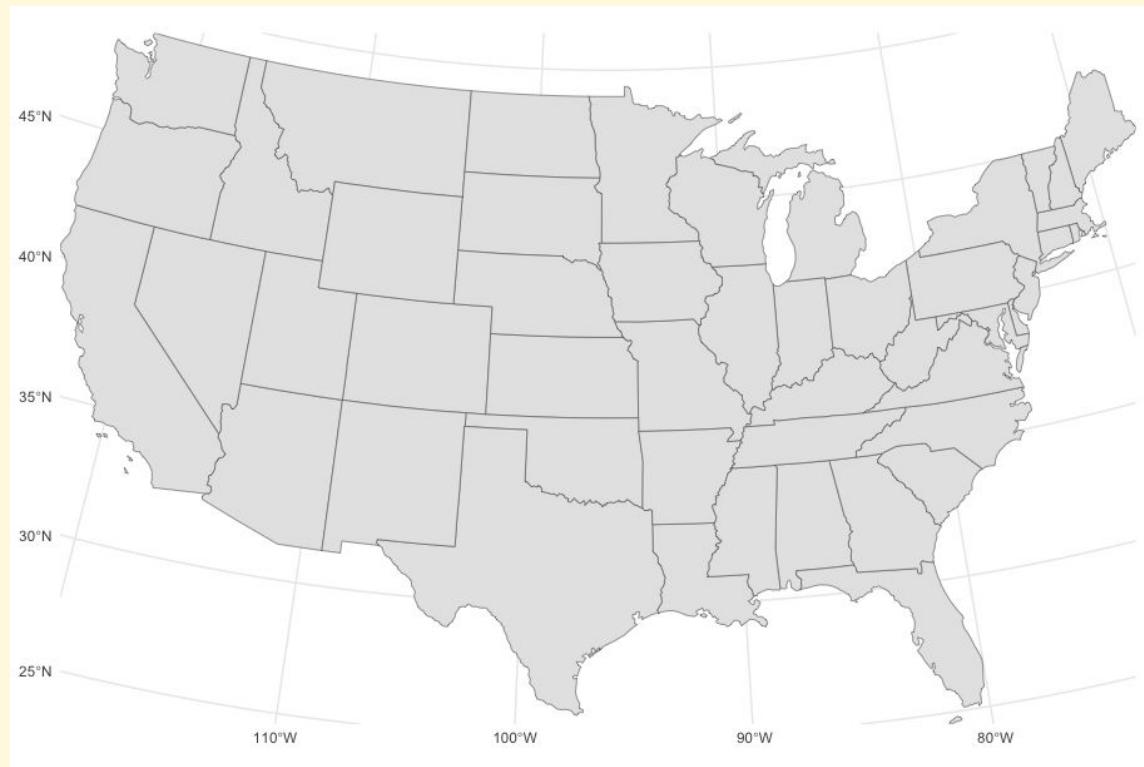
# Odwzorowania

## ODWZOROWANIA STOŽKOWE (NP. ALBERSA, LAMBERTA)

- wszystkie zniekształcenia są niewielkie pomiędzy dwoma wyróżnionymi równoleżnikami

### Kiedy stosować?

- dla przedstawienia obszarów o dużej rozciągłości równoleżnikowej (wschód-zachód)
- USA, Kanada (oficjalne odwzorowania)



# Odwzorowania

## ODWZOROWANIA AZYMUTALNE (NP. RÓWNODLEGŁOŚCIOWE)

- zachowuje kierunki i odległości od wybranego centralnego punktu
- "symuluje" widok na Ziemię z kosmosu
- znajduje się na fladze ONZ (odwzorowanie scentrowane na biegunie północnym)

### Kiedy stosować?

- do pokazania trasy samolotu
- do pokazania dystansu od epicentrum trzęsienia ziemi
- do pokazania zasięgu łączności radiowej





# Jakie odwzorowanie wybrać?

- Nie istnieje jedno odwzorowanie, które pasowałoby do wszystkich celów.
- Każde odwzorowanie powoduje zniekształcenia, w szczególności w obszarach poza “centrum zainteresowania”.
- Wybór może zależeć od przeznaczenia, tematu mapy, np.:
  - kartogramy, w szczególności wykresy gęstości → zachowanie powierzchni
  - nawigacja → zachowanie kątów
  - zasięgi obiektów, zjawisk, loty → zachowanie odległości

# Tworzenie map w R

## Sposób 1. (łatwy/średni)

użycie istniejących pakietów:

- statyczne wizualizacje: ggplot2 + maps (na laboratoriach), tmap, ggmap
- interaktywne wizualizacje: leaflet
- pobieranie danych przestrzennych: naturalearth, rnaturalearthdata
- klasy przestrzenne: sf, terra

## Sposób 2. (trudny)

wykorzystanie plików shape (*shapefiles*):

- pliki grafiki wektorowej dla danych geoprzestrzennych
- daje dużo większą swobodę i możliwości
- przydatne źródło: <https://github.com/Robinlovelace/Creating-maps-in-R>

# Więcej informacji

- <https://view.e.economist.com/?qs=f23f9794d30266884e9b9ef47429adf7cbe494594408510d45e193cdf3db52ac131bba428f03fa15eca8ebbe7f5e5d3955f1606c004bb72fc9f007f81a7ca1b6b5fb854d3cdca924755652b0fa24bffc>
- <https://help.flourish.studio/article/258-when-to-use-which-map-projection>
- <https://bookdown.org/mcwimberly/qdswr-book/mapping-with-ggplot2.html>
- <https://geocompr.robinlovelace.net/adv-map.html>

WHAT YOUR FAVORITE

# MAP PROJECTION SAYS ABOUT YOU

MERCATOR



YOU'RE NOT REALLY INTO MAPS.

ROBINSON



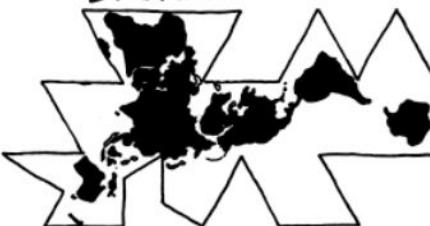
YOU HAVE A COMFORTABLE PAIR OF RUNNING SHOES THAT YOU WEAR EVERYWHERE. YOU LIKE COFFEE AND ENJOY THE BEATLES. YOU THINK THE ROBINSON IS THE BEST-LOOKING PROJECTION, HANDS DOWN.

VAN DER GRIJNEN



YOU'RE NOT A COMPLICATED PERSON. YOU LOVE THE MERCATOR PROJECTION; YOU JUST WISH IT WEREN'T SQUARE. THE EARTH'S NOT A SQUARE, IT'S A CIRCLE. YOU LIKE CIRCLES. TODAY IS GONNA BE A GOOD DAY!

Dymaxion



YOU LIKE ISAAC ASIMOV, XML, AND SHOES WITH TOES. YOU THINK THE SEGWAY GOT A BAD RAP. YOU OWN 3D GOGGLES, WHICH YOU USE TO VIEW ROTATING MODELS OF BETTER 3D GOGGLES. YOU TYPE IN DVORAK.

WINKEL-TRIPÉL



NATIONAL GEOGRAPHIC ADOPTED THE WINKEL-TRIPÉL IN 1998, BUT YOU'VE BEEN A WT FAN SINCE LONG BEFORE "NAT GED" SHOWED UP. YOU'RE WORRIED IT'S GETTING PLAYED OUT, AND ARE THINKING OF SWITCHING TO THE KAVRAYSKY. YOU ONCE LEFT A PARTY IN DISGUST WHEN A GUEST SHOWED UP WEARING SHOES WITH TOES. YOUR FAVORITE MUSICAL GENRE IS "POST-".

GOODE HOMOLOSIONE



THEY SAY MAPPING THE EARTH ON A 2D SURFACE IS LIKE FLATTENING AN ORANGE PEEL, WHICH SEEMS EASY ENOUGH TO YOU. YOU LIKE EASY SOLUTIONS. YOU THINK WE WOULDN'T HAVE SO MANY PROBLEMS IF WE'D JUST ELECT NORMAL PEOPLE TO CONGRESS INSTEAD OF POLITICIANS. YOU THINK AIRLINES SHOULD JUST BUY FOOD FROM THE RESTAURANTS NEAR THE GATES AND SERVE THAT ON BOARD. YOU CHANGE YOUR CAR'S OIL, BUT SECRETLY WONDER IF YOU REALLY NEED TO.

HOBÓ-DYER



YOU WANT TO AVOID CULTURAL IMPERIALISM, BUT YOU'VE HEARD BAD THINGS ABOUT GALL-PETERS. YOU'RE CONFLICT-AVERSE AND BUY ORGANIC. YOU USE A RECENTLY-INVENTED SET OF GENDER-NEUTRAL PRONOUNS AND THINK THAT WHAT THE WORLD NEEDS IS A REVOLUTION IN CONSCIOUSNESS.

PLATE CARRÉE  
(EQUIRECTANGULAR)



YOU THINK THIS ONE IS FINE. YOU LIKE HOW X AND Y MAP TO LATITUDE AND LONGITUDE. THE OTHER PROJECTIONS OVERCOMPLICATE THINGS. YOU WANT ME TO STOP ASKING ABOUT MAPS SO YOU CAN ENJOY DINNER.

A GLOBE!



YES, YOU'RE VERY CLEVER.

PEIRCE QUINCUNCIAL



YOU THINK THAT WHEN WE LOOK AT A MAP, WHAT WE  
REALLY SEE IS OURSELVES. AFTER YOU FIRST SAW  
*INCEPTION*, YOU SAT SILENT IN THE THEATER FOR  
SIX HOURS. IT FREAKS YOU OUT TO REALIZE THAT  
EVERYONE AROUND YOU HAS A SKELETON INSIDE THEM.  
YOU HAVE REALLY LOOKED AT YOUR HANDS.

WATERMAN BUTTERFLY



REALLY? YOU KNOW THE WATERMAN? HAVE YOU SEEN  
THE 1909 CAHILL MAP IT'S BASED— ... YOU HAVE A FRAMED  
REPRODUCTION AT HOME?! WHOA. ... LISTEN, FORGET  
THESE QUESTIONS. ARE YOU DOING ANYTHING TONIGHT?

GALL-PETERS



I HATE YOU.