



# Techniki Wizualizacji Danych

Politechnika Warszawska

Mateusz Krzyziński

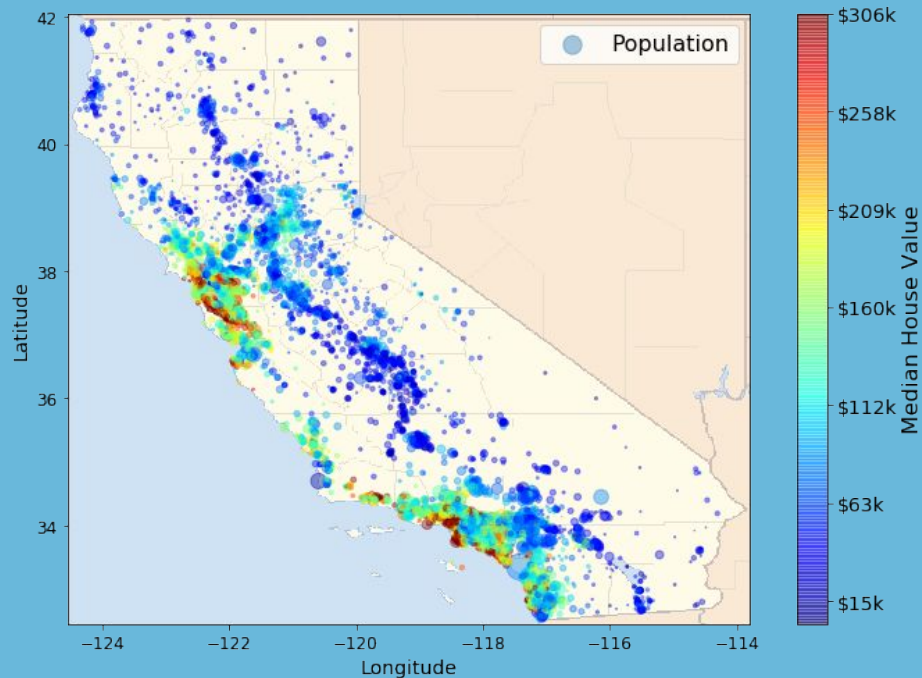
Anna Kozak



**Mapy - czy to aż tak  
skomplikowane?**

# Motywacja

Mapy są świetnym sposobem do reprezentacji danych przestrzennych.



# Historia

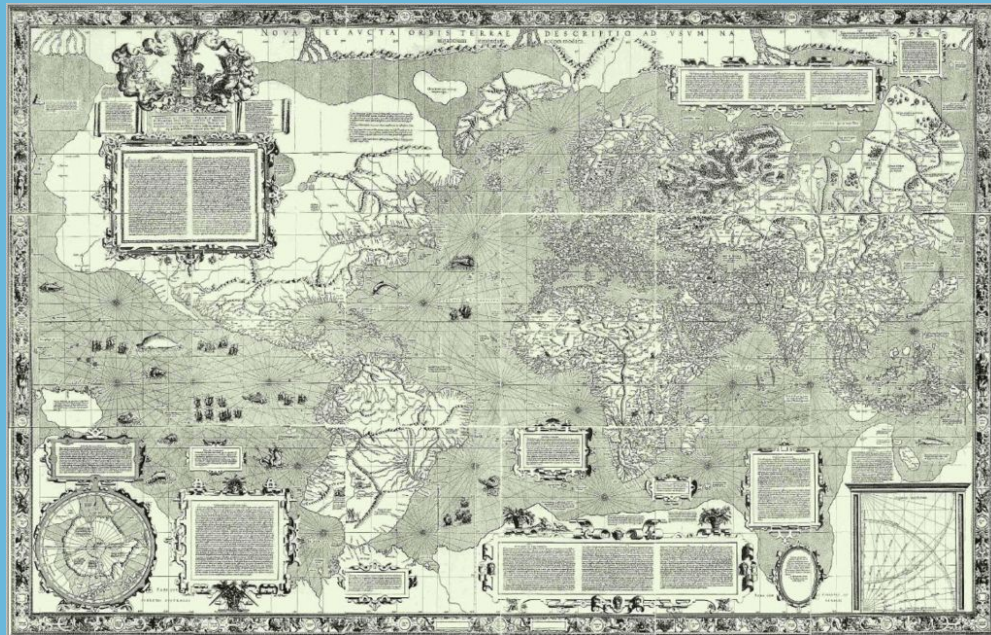
- Jedne z pierwszych tworzonych przez ludzi wizualizacji to wizualizacje kartograficzne - mapy.
- Tworzono je dla różnych potrzeb:
  - nawigacja
  - planowanie rozwoju miasta
  - planowanie sadzenia upraw



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

# Jeszcze trochę o historii

- Do XVII wieku nie tworzone 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 Merkatora  
(1569)

# Teraźniejszość

- **Geowizualizacja** - dziedzina, która narodziła się wraz z przejściem kartografii w erę cyfrową; związana z narzędziami i technikami umożliwiającymi przedstawianie informacji geograficznych
- **GIS (geographic information system)** - system informacji geograficznej

*The relationship between GIS and cartography has been quite ambivalent in recent years.*

*In a special panel discussion on “**Has GIS killed cartography?**”, (...) cartographers answered this question by saying*

*“No, GIS has not killed cartography; cartography committed suicide instead”.*

*The answer provided by GIS practitioners was*

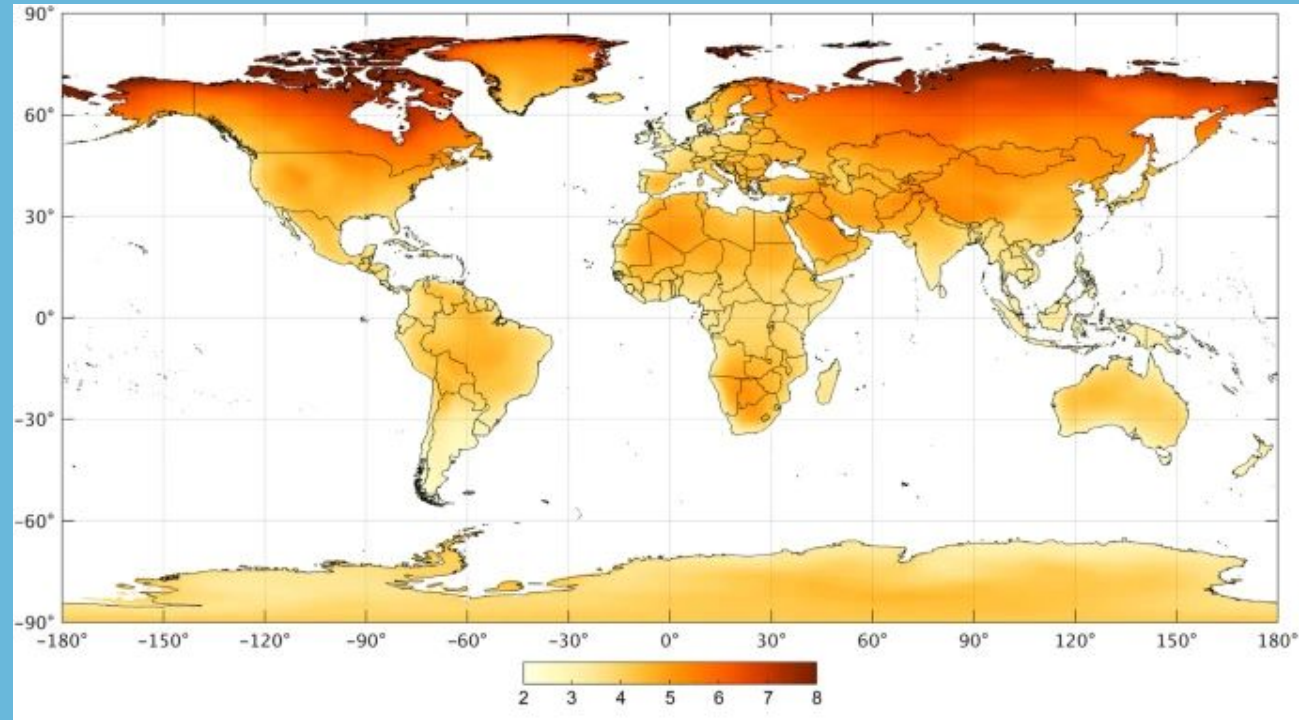
*“No, GIS has not killed cartography; they got married”.*



# Teraźniejszość

## Zastosowania geowizualizacji:

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

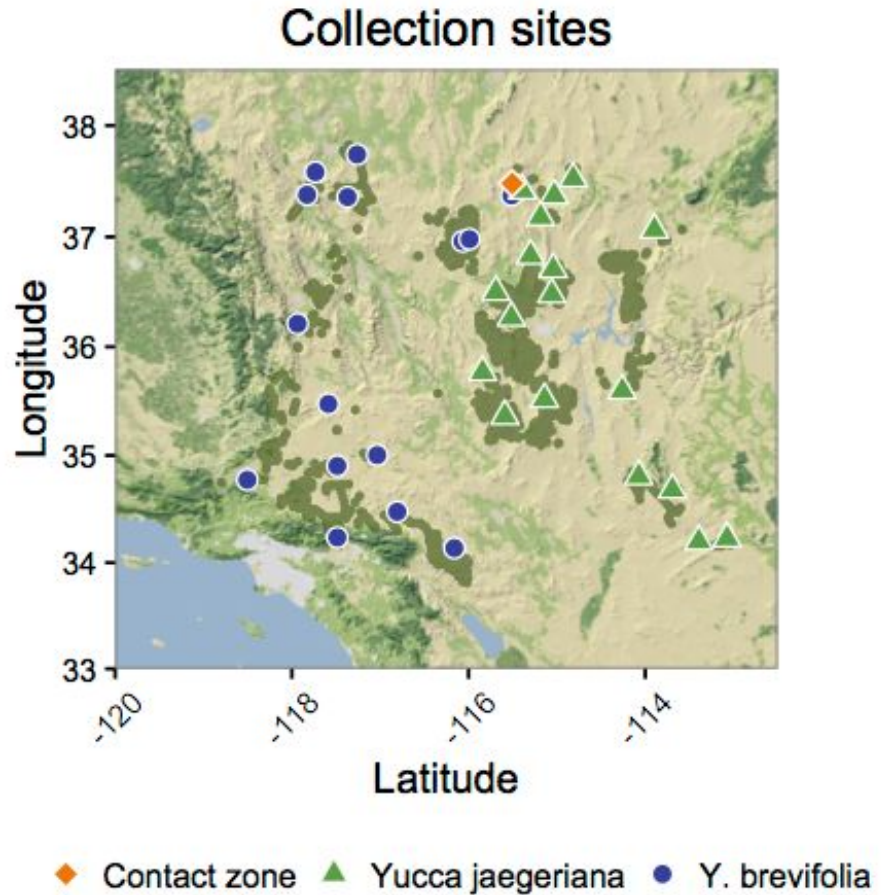


Beck, H., Zimmermann, N., McVicar, T. et al. Present and future Köppen-Geiger climate classification maps at 1-km resolution. *Scientific Data*, 5, 180214 (2018).

# Teraźniejszość

## Zastosowania geowizualizacji:

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

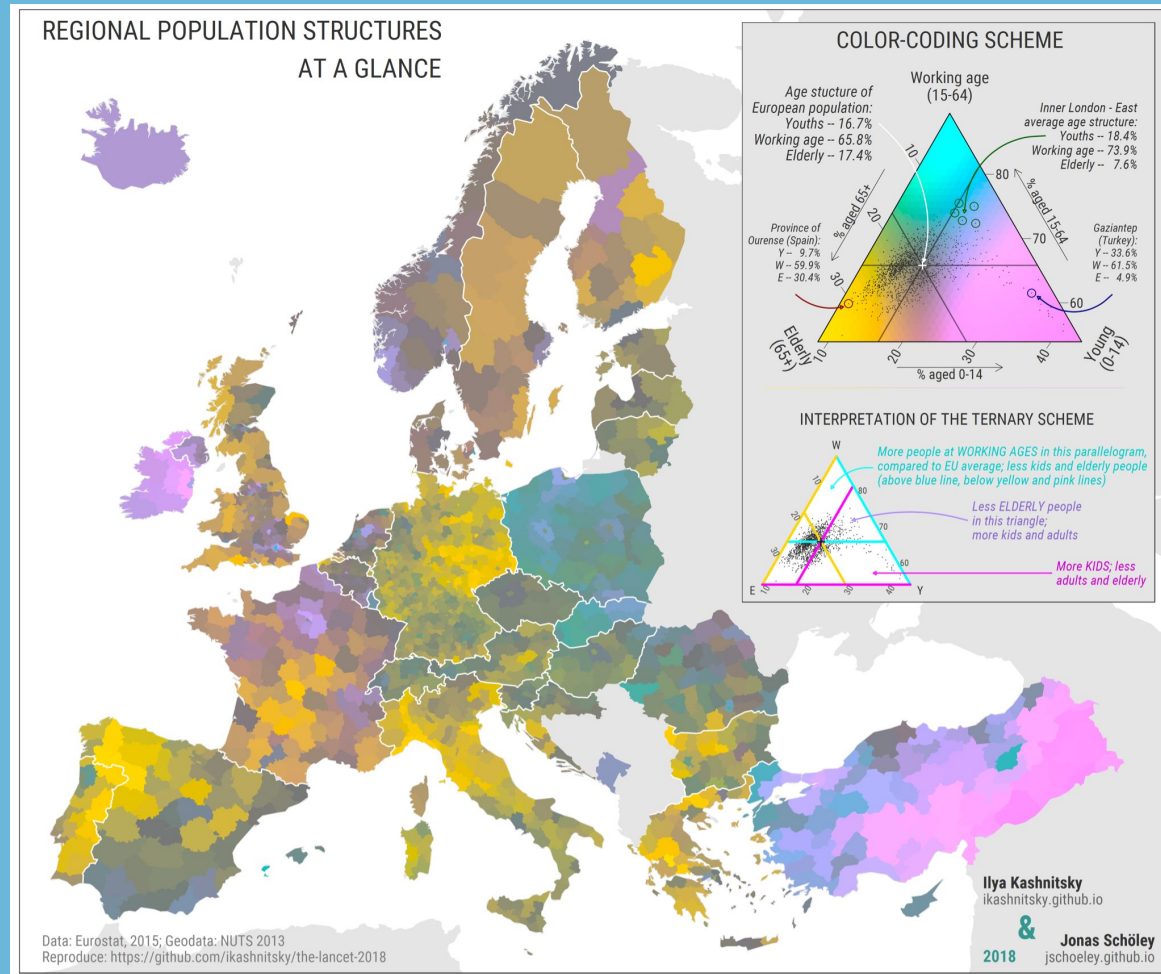




# Teraźniejszość

## 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:

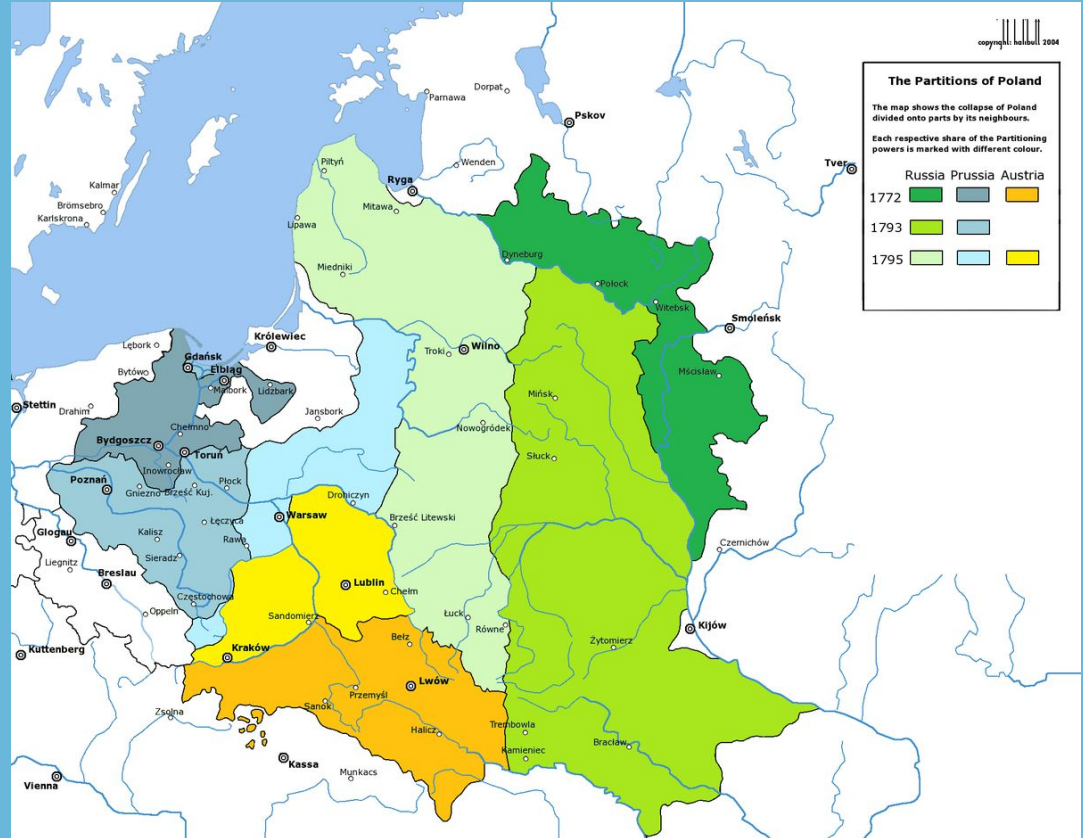
- klimatologia
- ekologia
- demografia
- ekonomia
- dziennikarstwo
- polityka
- transport
- historia



# Teraźniejszość

## Zastosowania geowizualizacji:

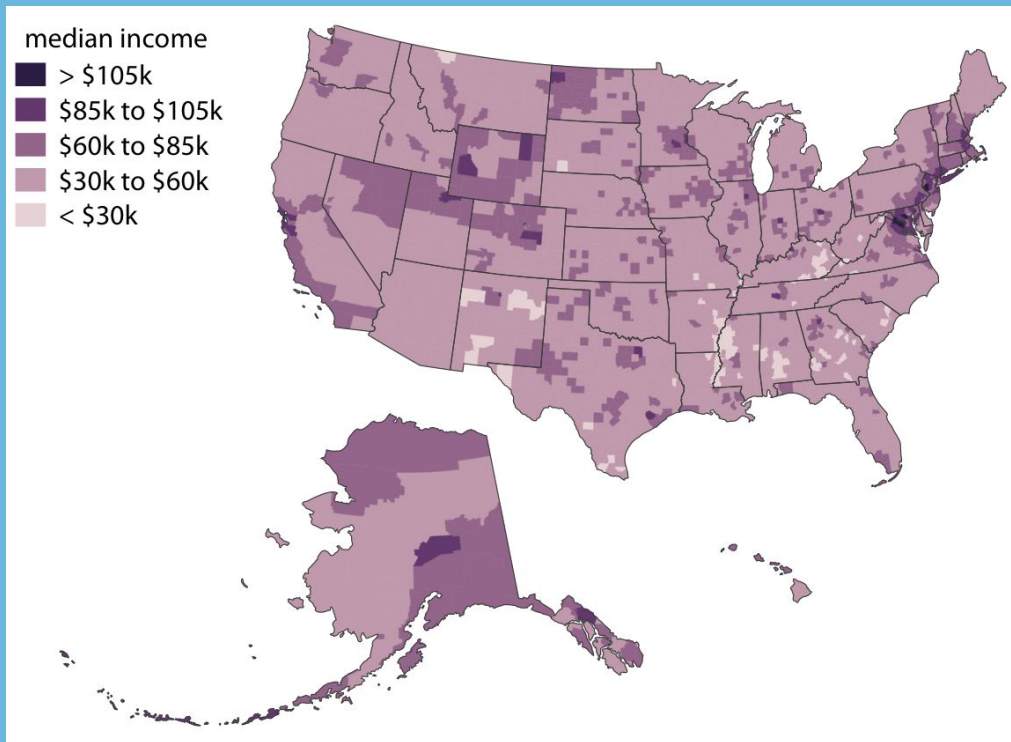
- klimatologia
- ekologia
- demografia
- ekonomia
- dziennikarstwo
- polityka
- transport
- historia



# Metody prezentacji danych na mapach

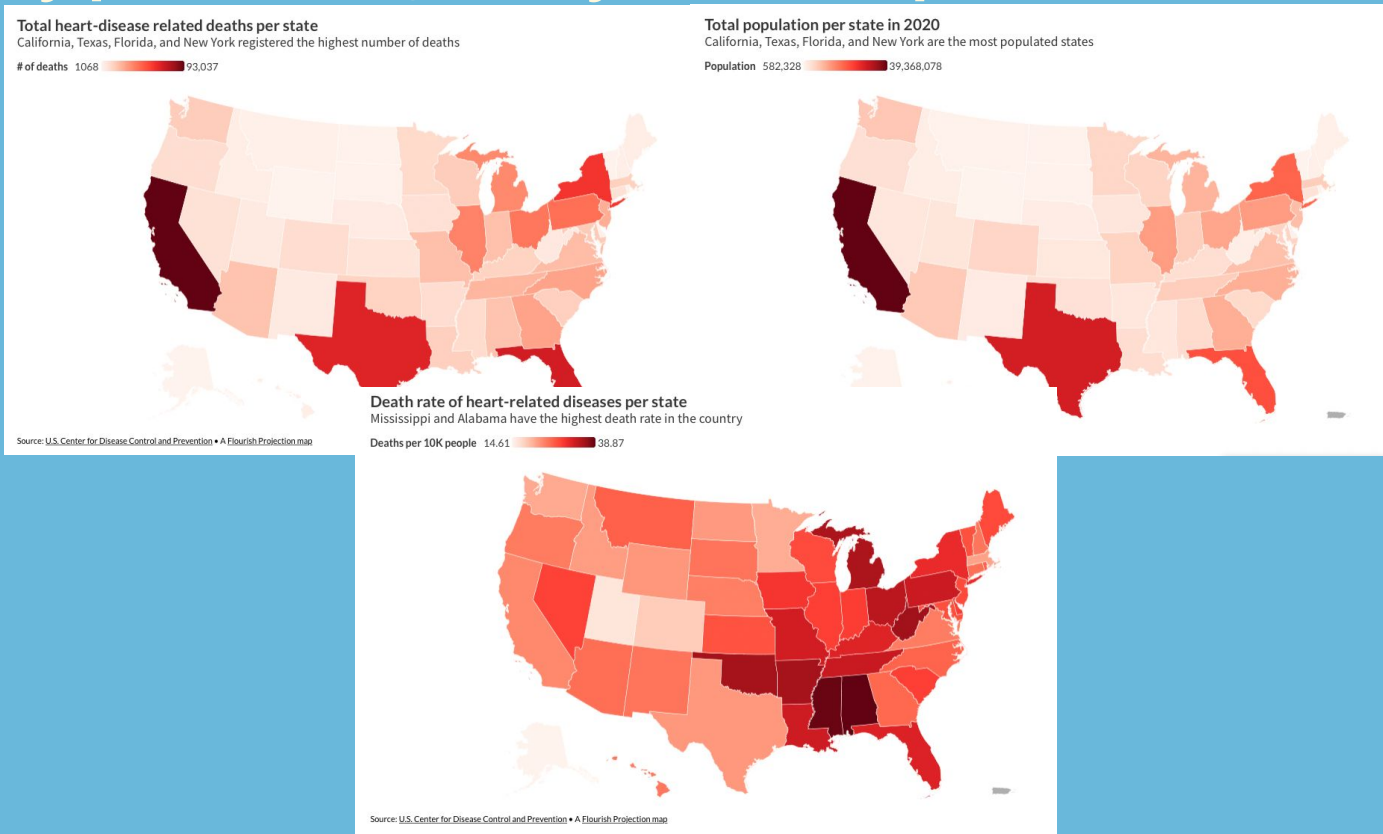
## KARTOGRAM (choropleth)

- 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 przedstawiać gęstości, wskaźniki, względne wartości, należy unikać bezwzględnych wartości



Wilke, C. O. Fundamentals of data visualization: a primer on making informative and compelling figures. O'Reilly Media (2019).

# Metody prezentacji danych na mapach

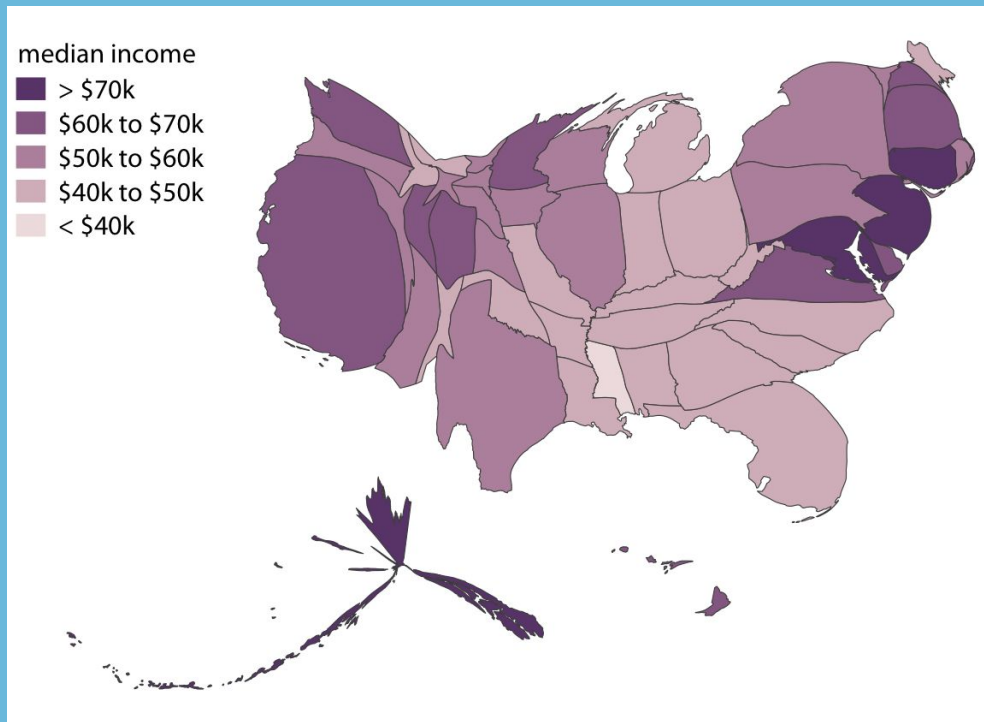




# Metody prezentacji danych na mapach

## 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

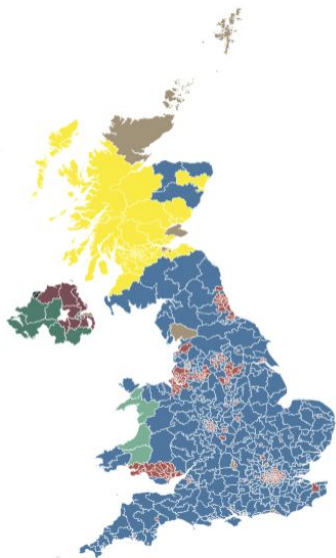


Wilke, C. O. Fundamentals of data visualization: a primer on making informative and compelling figures. O'Reilly Media (2019).

# Metody prezentacji danych na mapach

Results of the 2019 UK General Election

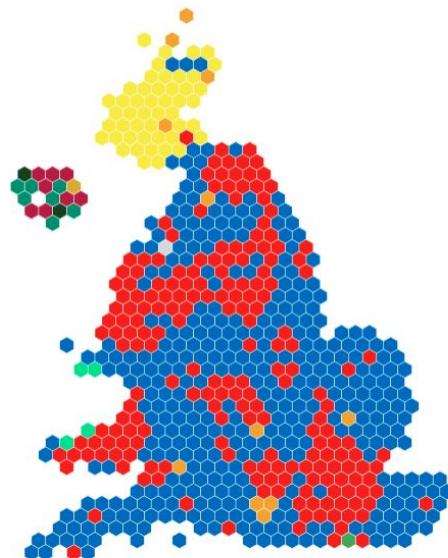
■ Con ■ Lab ■ LD ■ SNP ■ Green ■ PC ■ DUP ■ SF ■ SDLP ■ Alliance ■ Spk



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

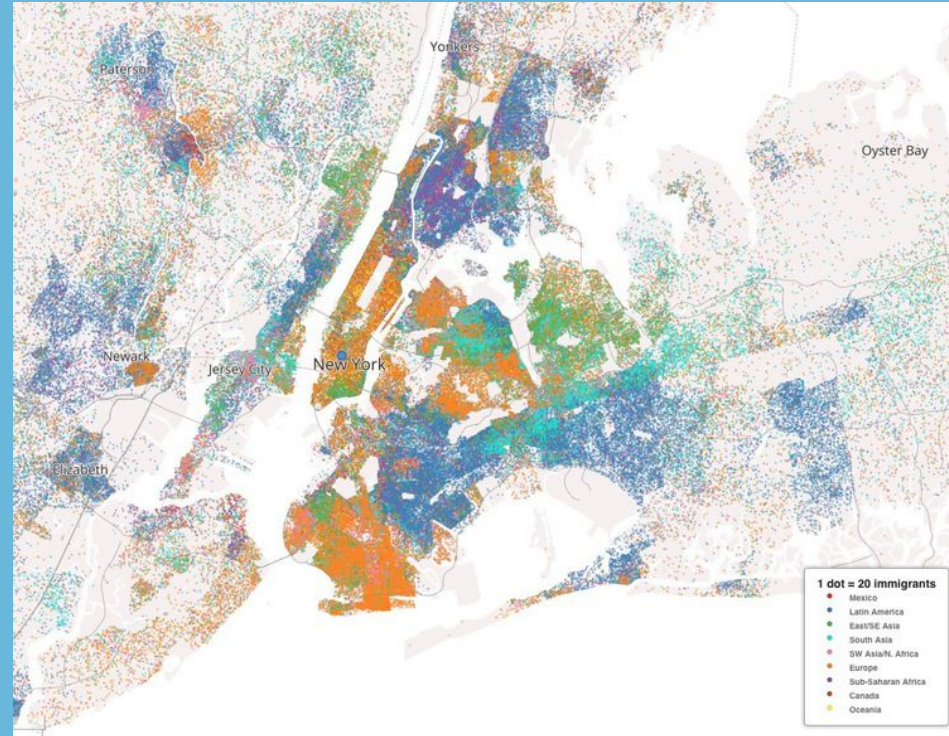


Source: ODI Leeds, House of Commons Library • A Flourish 3D map

# 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 liczebność 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

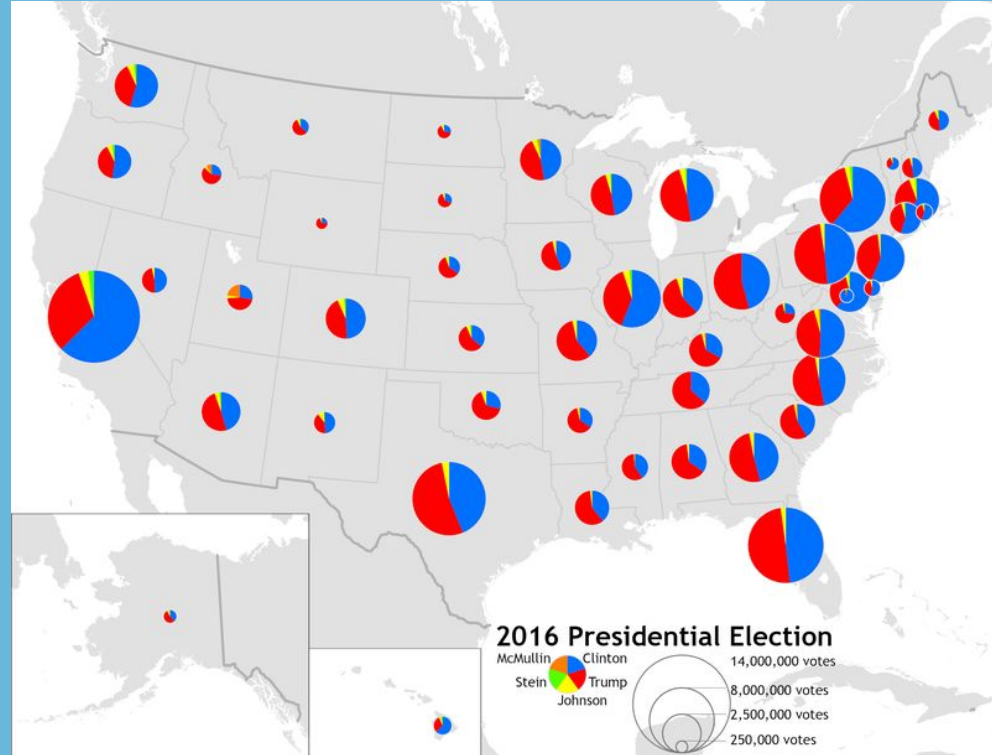


<https://viewing.nyc/mapping-immigrant-america-a-colorful-interactive-map-shows-new-york-citys-cultural-makeup/>

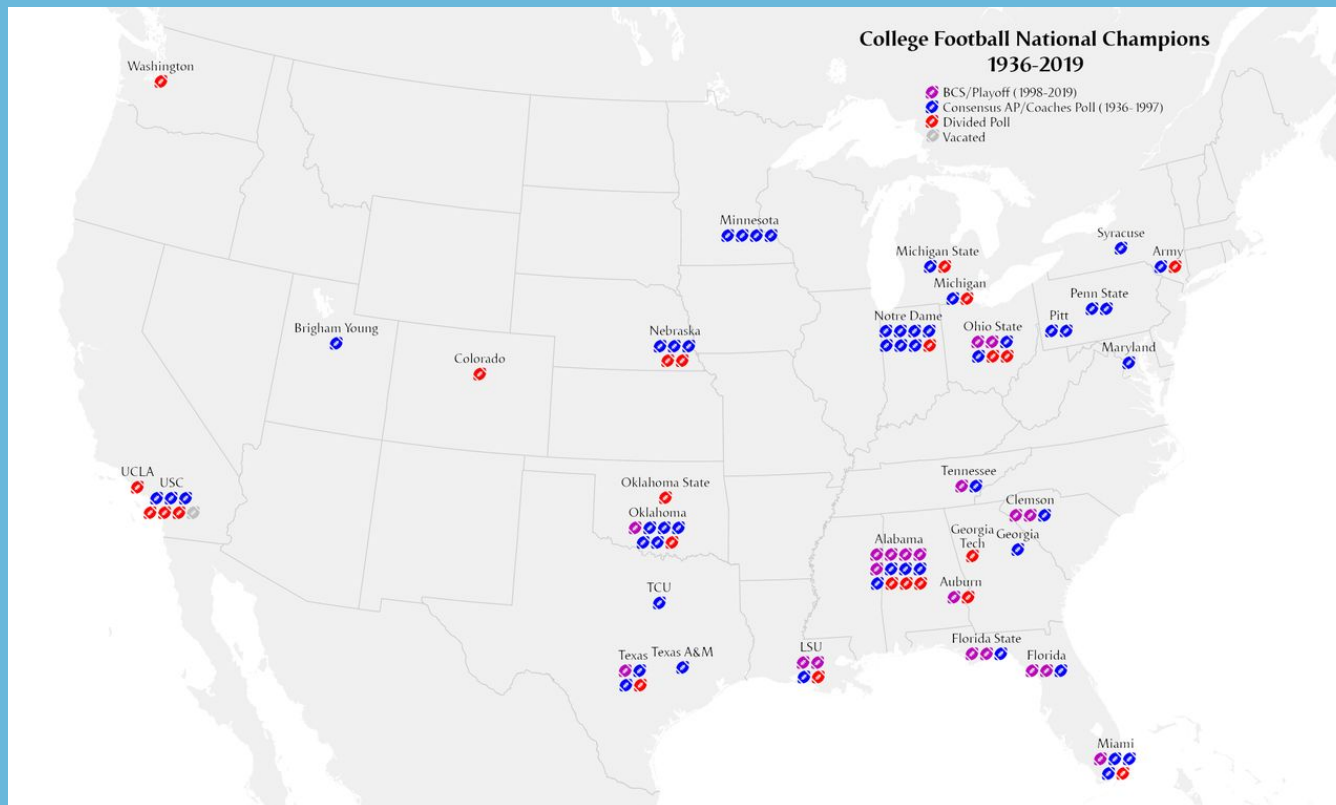
# Metody prezentacji danych na mapach

## 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)



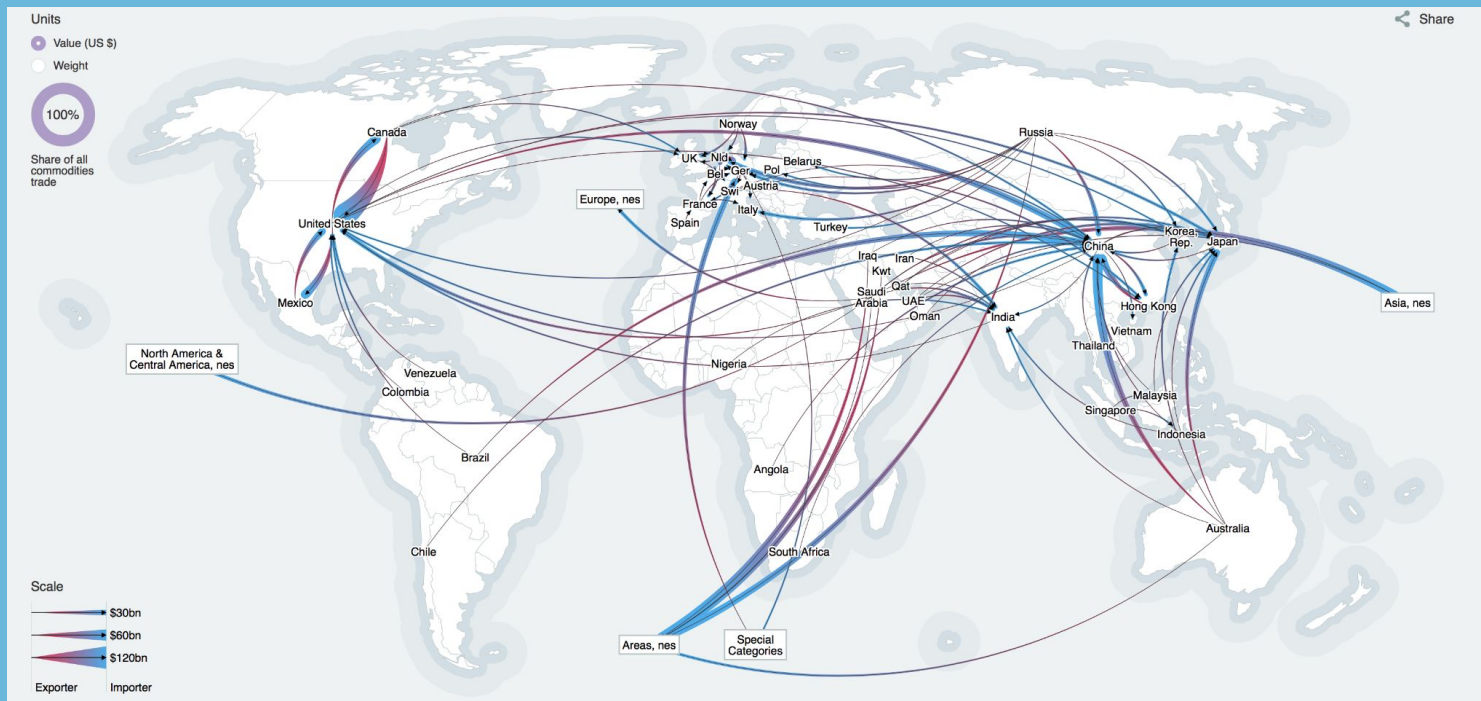
# Metody prezentacji danych na mapach





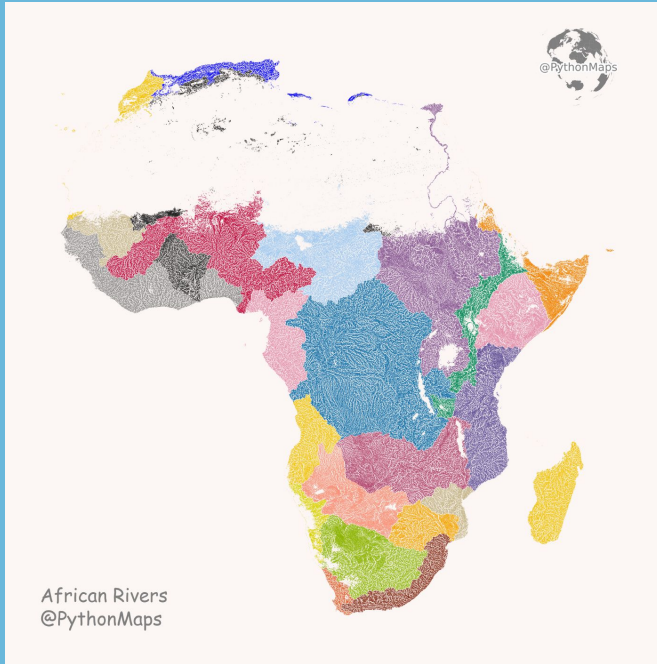
# Metody prezentacji danych na mapach

## MAPA PRZEPŁYWU



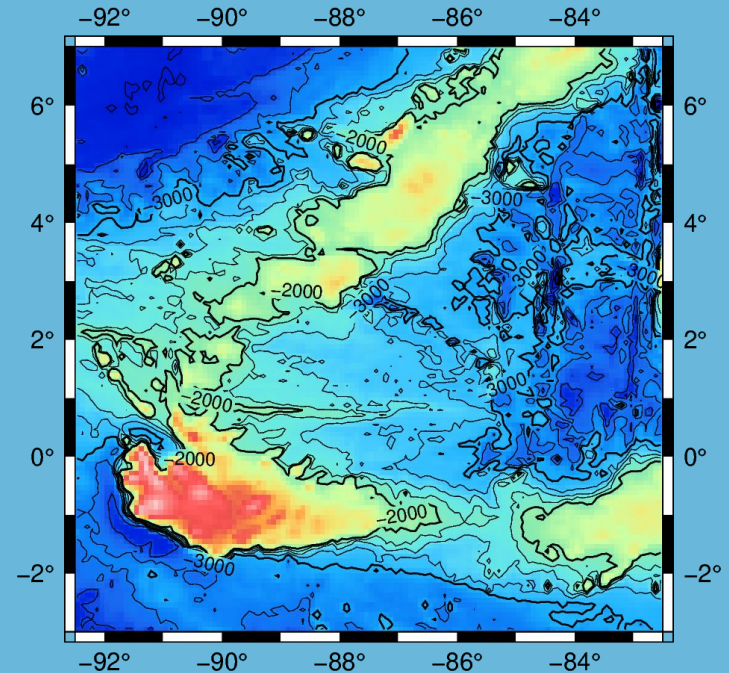
# Metody prezentacji danych na mapach

## MAPA CHOROCHROMATYCZNA



<https://towardsdatascience.com/creating-beautiful-river-map-with-python-37c9b5f5b74c>

## MAPA IZOLINIOWA + MAPA CIEPŁA



<https://www.pygmt.org/v0.3.0/tutorials/contour-map.html>

# Koordynaty

- CRS = coordinate reference system
- **Dlaczego nie jeden układ?**
  - Ziemia – geoida
  - minimalizacja błędów i przekłamań
  - zależność od skali

## Ważne przykłady:

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

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

# Odwzorowania



# Odwzorowania

Właściwości do zachowania:

- kształty
- odległości
- kąty
- powierzchnie

Nie jest możliwe osiągnięcie **więcej niż jednej**  
z powyższych właściwości równocześnie!

Cel i typ mapy może przekładać się na wybór odpowiedniego odwzorowania.



# Odwzorowania

## ODWZOROWANIE MERKATORA

- wiernie zachowuje kąty
- używane w mapach nawigacyjnych
- używane w mapach Google
- zniekształcenia tym większe, im dalej od równika

### Kiedy stosować?

- dla dobrze rozpoznawalnej mapy świata
- kiedy rozmiar nie ma takiego znaczenia jak ogóle przedstawienie



# Odwzorowania

## ODWZOROWANIE ROBINSONA I MOLLWEIDEGO

- wiernie zachowują powierzchnie (problemy przy biegunach)

### Kiedy stosować?

- dla dobrze rozpoznawalnej mapy świata
- kiedy rozmiar obiektów jest istotny, ważniejsza jest powierzchnia niż kształt



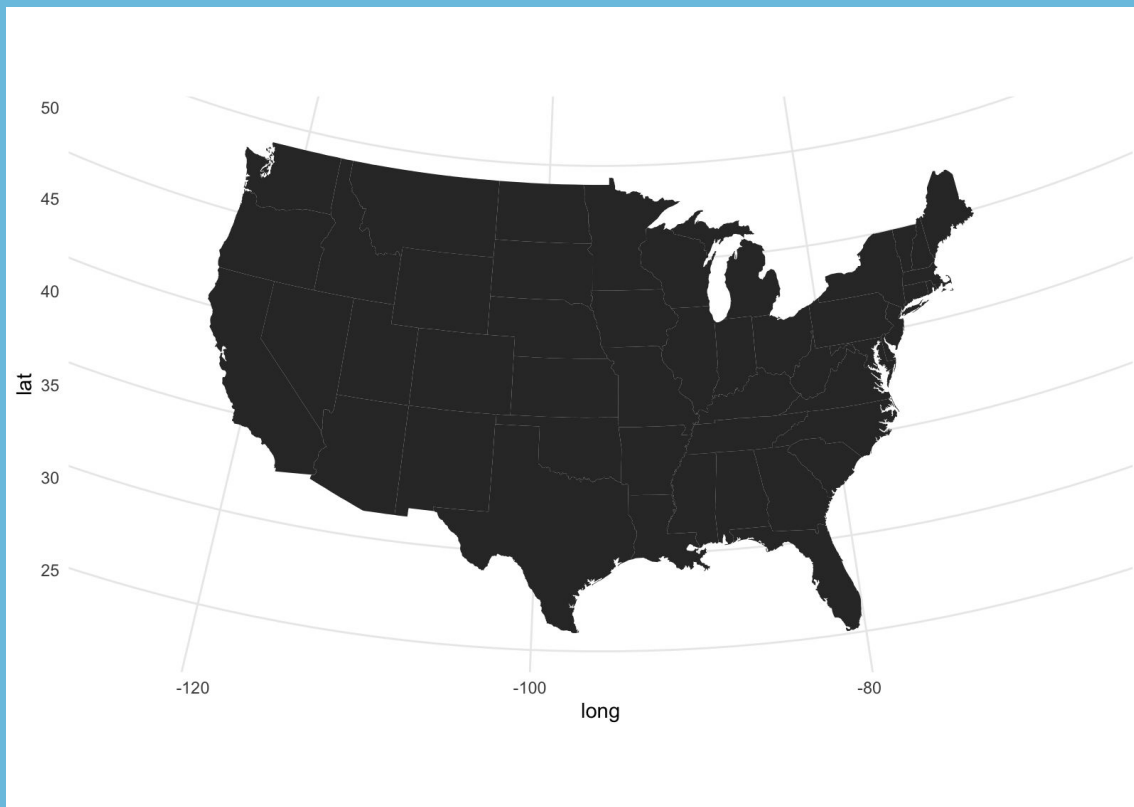
# Odwzorowania

## ODWZOROWANIA STOŻKOWE (NP. ALBERSA)

- wszystkie zniekształcenia są niewielkie pomiędzy dwoma wyróżnionymi równoleżnikami

### Kiedy stosować?

- dla przedstawienia obszarów o dużej rozciągłości równoleżnikowej (tzn. rozciągłości zachód-wschód)



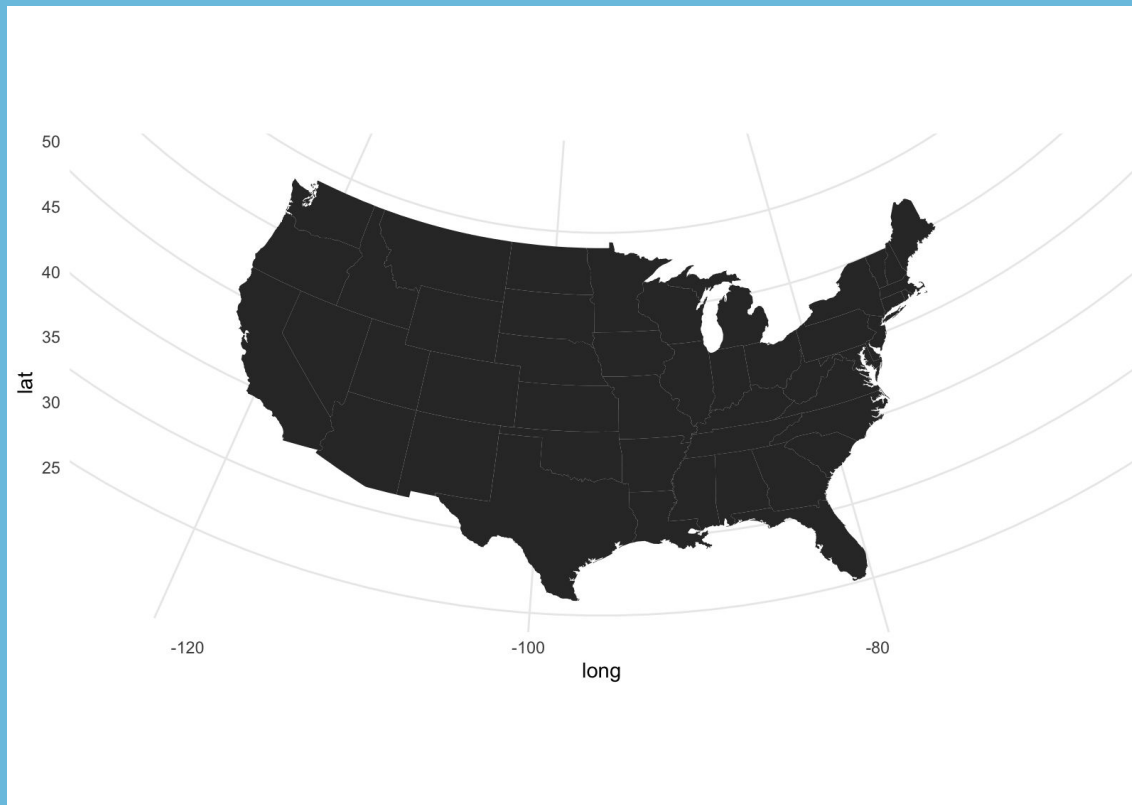
# Odwzorowania

## ODWZOROWANIA AZYMUTALNE

- zachowuje kierunki i odległości od centralnego punktu
- "symuluje" widok na Ziemię z kosmosu

### Kiedy stosować?

- na przykład do pokazania trasy samolotu



# 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=f23f9794d30266884e9b9ef47429adf7cbe494594408510d45e193cdf3db52ac131bba428f03fa15eca8ebee7f5e5d3955f1606c004bb72fc9f007f81a7ca1b6b5fb854d3cdca924755652b0fa24bffc>
- <https://help.flourish.studio/article/258-when-to-use-which-map-projection>
- <https://bookdown.org/mcwimberly/gdswr-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 GRINTEN



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-TRIEPEL



NATIONAL GEOGRAPHIC ADOPTED THE WINKEL-TRIEPEL IN 1998, BUT YOU'VE BEEN A WT FAN SINCE LONG BEFORE "NAT GEO" SHOWED UP. YOU'RE WORRIED IT'S GETTING PLAYED OUT, AND ARE THINKING OF SWITCHING TO THE KAVRAYSKIY. 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.

### HOB0-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.