

# Systemy informacji geograficznej

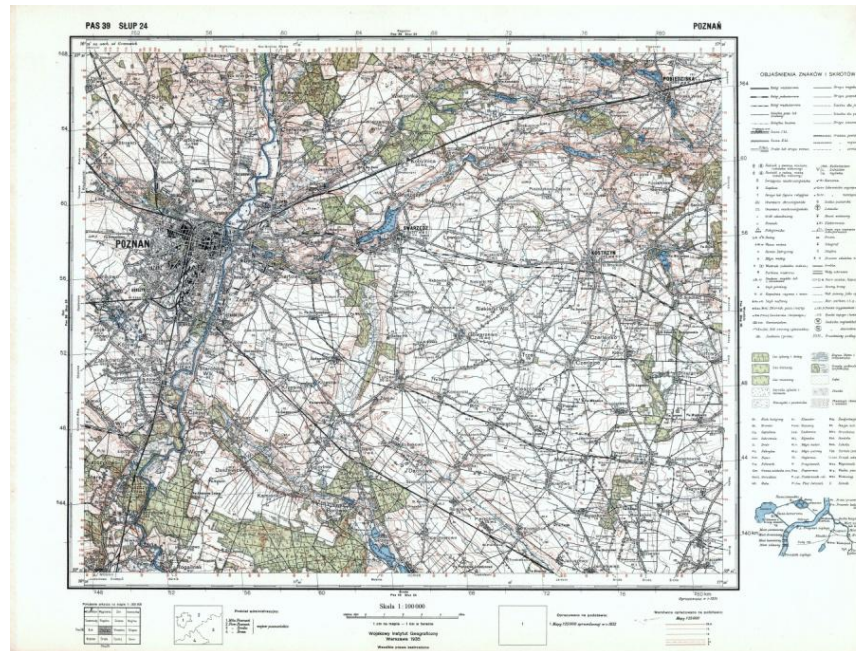
## Podstawy opracowania map i obrazowania danych przestrzennych

### Literatura

- Longley P.A., Goodchild M.F., Maguire D.J., Rhind D.W., 2006. GIS – Teoria i praktyka. PWN, Warszawa
- Pieniążek M., Zych M., 2017. Mapy statystyczne, opracowanie i prezentacja danych. GUS

# Pojęcie i znaczenie mapy

- Kartografia jest swojego rodzaju sztuką opracowania map.
- Mapy służą do obrazowania obszarów lądowych i morskich, a także danych statystycznych
- Mapy mają ogromne znaczenie jako środek przekazu informacji
- Mapy mają podstawowe znaczenie w planowaniu gospodarczym i społecznym
- Istnieją dwa rodzaje map, mapy ogólne np. topograficzne oraz mapy tematyczne, które dotyczą wybranego zagadnienia np. gleb, klimatu , demografii i in..



Mapa topograficzna Polski w skali 1: 100 000 z 1935

# Ograniczenia map

- Mogą zawierać nieprawdziwą informację lub być nieczytelne – zastosowanie niewłaściwych znaków kartograficznych może np. pogorszyć czytelność mapy i kierować uwagę użytkownika na rzeczy nieistotne.
- Przedstawiają stan chwilowy środowiska przyrodniczego, są obrazem statycznym procesów przestrzennych.
- Mogą być nieczytelne dla osób nieznających symboliki i zasad opracowania map – zbyt wiele zmiennych prezentowanych za pomocą różnych barw, tekstur i znaków graficznych.
- Niepewność dotyczy map w takim samym stopniu jak innych rodzajów informacji przestrzennej.

# Mapa analogowa i cyfrowa

- Mapa analogowa ma ustaloną skalę, której przyporządkowany jest pewien stopień generalizacji. Jeżeli interesują nas szczegóły jakiegoś obiektu, musimy sięgnąć do map w większej skali. Mapa cyfrowa pozwala w płynny sposób przechodzić do różnych skal.
- Mapa analogowa jest drukowana w postaci arkuszy, jeśli interesuje nas obszar położony w sąsiedztwie ramki musimy sięgnąć po inny arkusz. Mapa cyfrowa pozwala płynnie przeglądać zawartość całej bazy danych
- Mapy analogowe przedstawiają statyczny obraz środowiska przyrodniczego, natomiast mapy cyfrowe połączone z bazą danych dają możliwość analizowania zmian.
- Mapa analogowa jest rzutem na powierzchnię płaską w wybranym odwzorowaniu , natomiast za pomocą programów GIS możemy obrazować dane przestrzenne w dowolnym odwzorowaniu lub formie trójwymiarowej.

# Mapa analogowa i cyfrowa

- Mapa analogowa zawiera skończoną liczbę warstw tematycznych, systemy GIS pozwalają dołączyć nowe zbiory danych i selektywnie wyświetlać informację przestrzenną
- Mapa analogowa jest produktem, który powstaje w wyniku pracy redakcyjnej wydawcy. Baza danych GIS umożliwia tworzenie własnych map przez użytkownika systemu
- System geoinformacyjny pozwala na tworzenie wielu rodzajów map.

# Podstawy projektowania map

- **Cel** – należy zdefiniować przeznaczenie mapy, mapy ogólnogeograficzne – wielozadaniowe , tematyczne - o zawężonym przeznaczeniu
- **Realia** – ograniczenia związane ze specyfiką i skalą prezentowanych zjawisk np. kształt granicy państwa determinuje orientację arkusza mapy (Rosję przedstawia się równoleżnikowo, Chile południkowo)
- **Charakter danych** – rodzaj danych i ich format (raster, wektor, poligon, linia punkt) warunkuje ostateczny wygląd mapy
- **Skala mapy** – od skali zależy liczb szczegółów, jakie znajdą się na mapie, wielkość znaków kartograficznych i ich nakładanie na siebie
- **Użytkownik mapy** – odmienne oczekiwania różnych użytkowników, co przekłada się na szczegółowość i wielość prezentowanych znaków

# Podstawy projektowania map

- **Warunki użytkowania mapy** – mapa użytkowana w niekorzystnym oświetleniu musi mieć inną czytelność niż mapa atlasowa
- **Ograniczenia techniczne** – sposób reprezentacji (mapa cyfrowa lub analogowa) wpływa na proces opracowania mapy. Podobne ograniczenie powstaje przy przesyłaniu map przez Internet, gdzie narzucana jest rozdzielczość i proporcje ekranu, na jakim mapa jest wyświetlana.

# Kompozycja mapy

Poprawna kompozycja zawiera wszystkie istotne elementy rozmieszczone w taki sposób, że mapa jest wizualnie równoważna.

Na mapach wielkoskalowych wszystkie elementy mapy z wyjątkiem treści są umieszczone na marginesie arkusza.

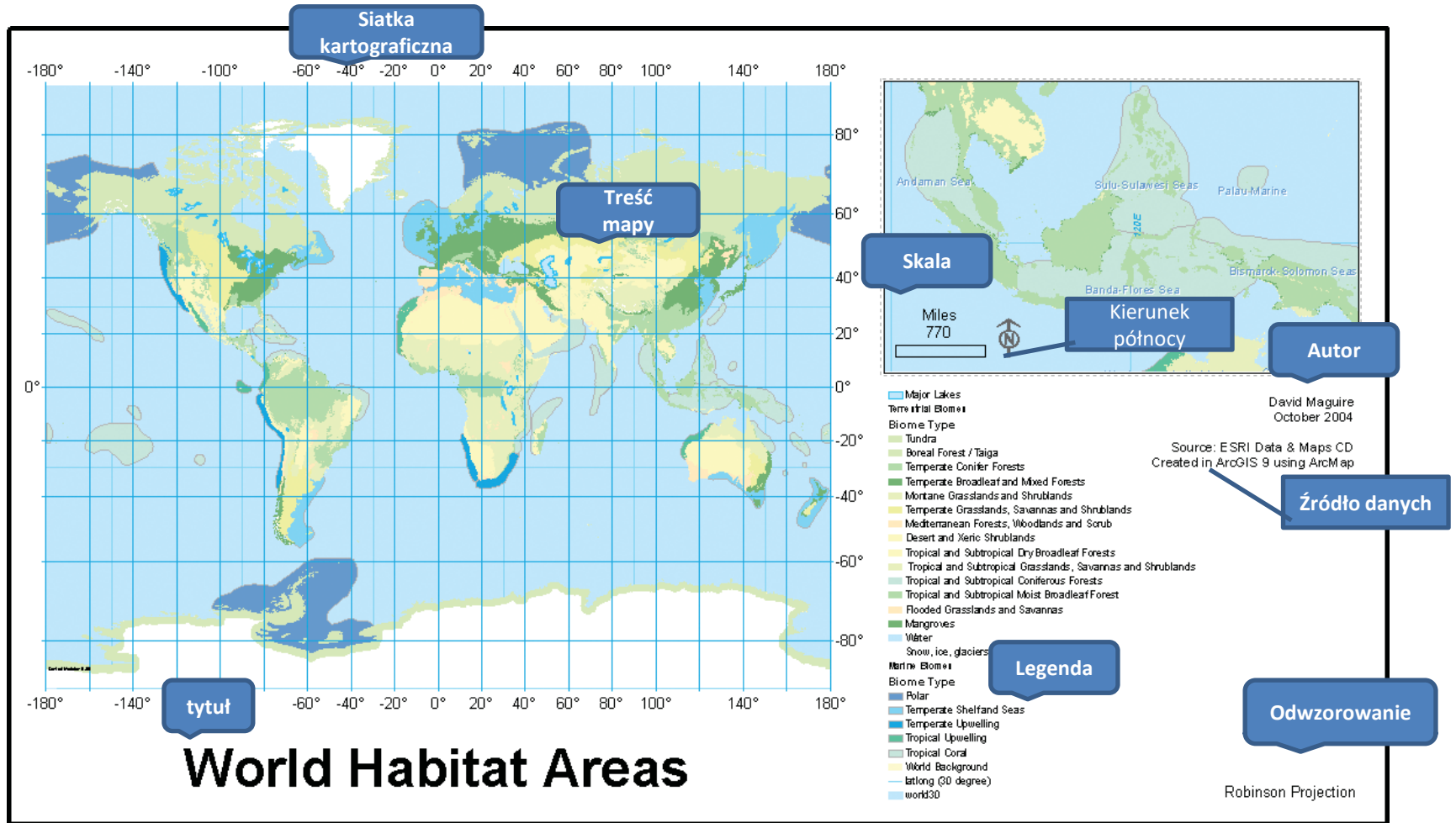
- **Treść mapy** – główne wypełnienie mapy – do prezentowanej treści dobierane są odpowiednie znaki
- **Mapa lokalizacyjna** – jest umieszczana jako mapa pomagająca zlokalizować przedstawiany obszar w szerszym kontekście przestrzennym
- **Karton** – jest powiększonym fragmentem głównej mapy, na którym pokazano więcej szczegółów
- **Tytuł** – jeden lub więcej napisów, które pomagają zidentyfikować mapę, a czytelnika informują o treści



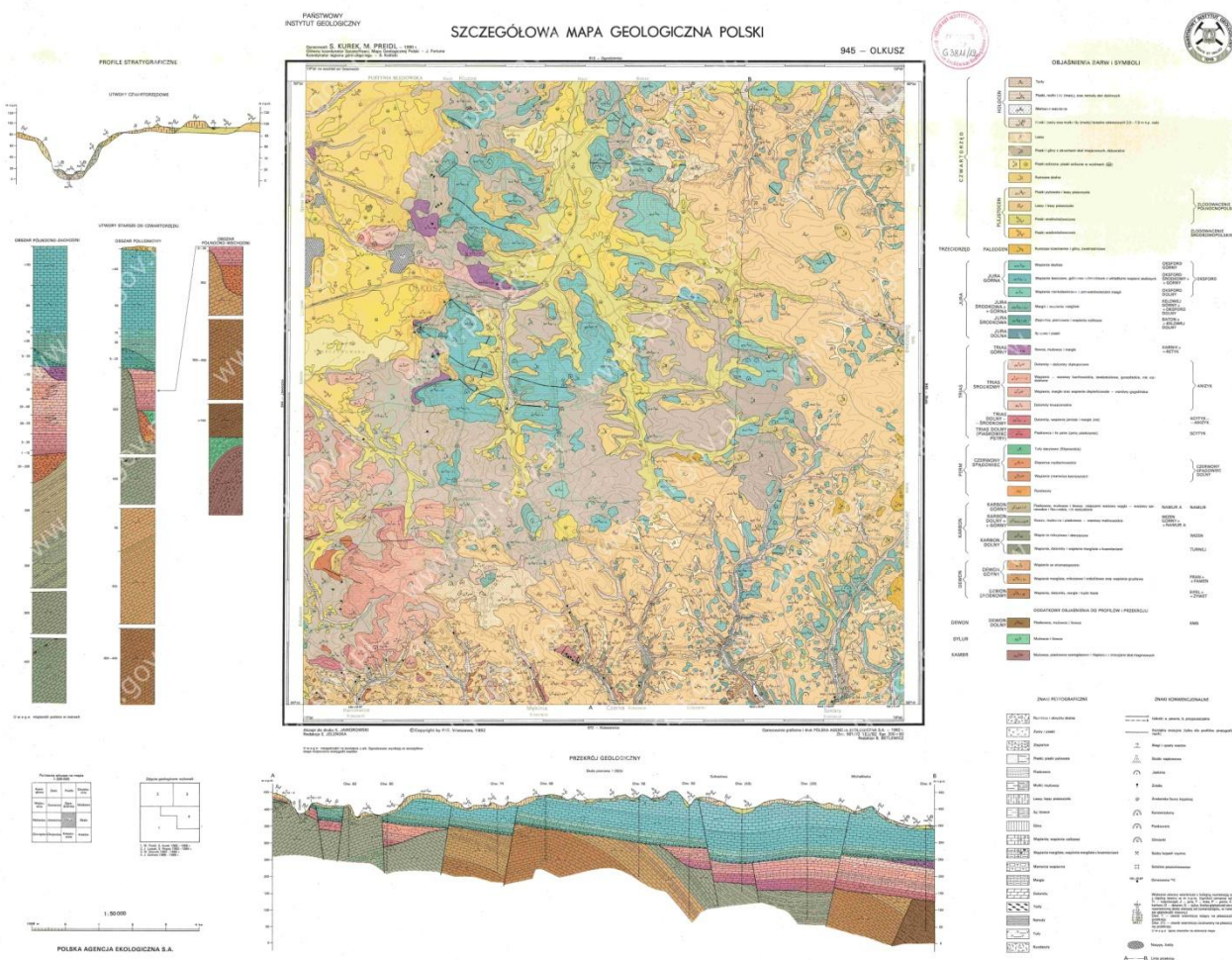
# Kompozycja mapy

- **Legenda** – jest to zestawienie obiektów pokazanych na mapie i objaśnienie przyjętej symboliki
- **Skala mapy** – pozwala określić wielkość obiektów na mapie i odległości między nimi. Na mapie analogowej skala jest stosunkiem długości odcinka na mapie do odpowiadającego mu odcinka w terenie. Skala może być przedstawiona liczbowo (w postaci ułamka np. 1:1000), w postaci graficznej (podziałka) lub opisowo (1 cm- 1km). Skala jest ułamkiem, a więc skala 1 :1000 jest większa niż 1 :10 000. Mapa w małej skali przedstawia większy obszar niż mapa w dużej skali.
- **Kierunek północy** – orientacja mapy może być pokazana za pomocą siatki kartograficznej (współrzędnych) albo strzałki wskazującej północ.
- **Dane mapy** – mapę może być uzupełniona dodatkowymi informacjami, dotyczącymi odwzorowania kartograficznego, daty opracowania, źródła danych, autora i redaktora mapy

# Kompozycja mapy



# Kompozycja mapy tematycznej



Vertical text on the right side of the page, likely a legend or list of symbols, containing various symbols and their corresponding descriptions.











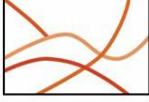
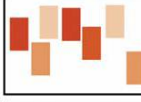




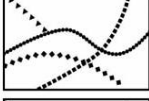

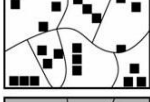

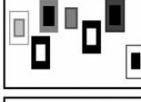


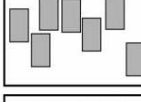



# Znaki kartograficzne

- Dane są obrazowane na mapie za pomocą znaków graficznych, zgodnie z przyjętą konwencją. Dobór znaków kartograficznych ma podstawowy wpływ na czytelność mapy.
- Zarówno na mapach analogowych jak i cyfrowych atrybuty podlegają klasyfikacji i transformacji.
- Proces obrazowania atrybutów jest obarczony niepewnością wynikająca z błędów pomiarowych i przyjętych uproszczeń.

# Obrazowanie atrybutów

- Obrazowanie atrybutów odbywa się za pomocą znaków punktowych, liniowych i powierzchniowych.
- Znaki są modyfikowane w celu przypisania im odpowiedniej informacji
- Sposób modyfikacji znaków jest przyporządkowany ich czytelności, a także przyjętej zasadzie w konkretnych pracowniach tematycznych

# Zmienne graficzne wg Bertina

	area	line	point
Rozmiar			
Wielkość			
Barwa			
Nasycenie			
Orientacja			
Kształt			
Uporządkowanie			
Tekstura			
Ostrość			

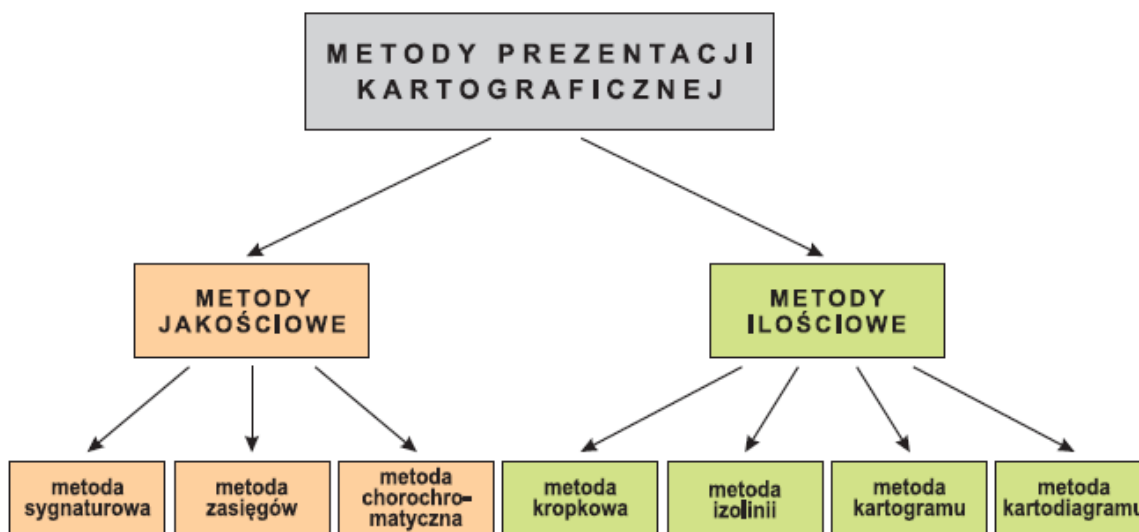
(Longley i in., 2006)

# Metody obrazowania atrybutów

	Typ atrybutu		
Typ obiektu (wymiar topologiczny)	Skala nominalna	Skala porządkowa	Skala ilościowa (ciągła i skokowa)
Punkt (0-D)	Znak (zróżnicowany sygnaturą, kształtem, orientacją) i odpowiedni opis	Hierarchia znaków lub napisów o zróżnicowanej barwie i wielkości	Stopniowo zmieniająca się barwa lub wielkość znaków
Linia (1-D)	Mapa sieci połączeń (brawa, kształt, orientacja), istnienie lub brak połączeń	Zróżnicowanie znaku liniowego (barwa i wielkość) np. klasyfikacja typów dróg	Diagram wstęgowy (zróżnicowane barwy i wielkości) np. mapa natężenia ruchu
Powierzchnia (2-D)	Jednorodne wydzielenia (barwa, kształt, orientacja, deseń) np. mapa gleb, mapa geologiczna	Powierzchnie o skokowo zmieniającym się nasyceniu barwy, np. mapa produktywności lasu	Powierzchnie o płynnie zmieniającej się barwie np. mapa izolinii
Model terenu (2.5 -D)	Jedna barwa dla każdej kategorii (barwa, kształt orientacja, deseń), np. typy rzeźby terenu	Uporządkowane barwy, reprezentujące różne typy np. różne nachylenie stoków	Mapa konturów, np. izobary, izohiety, poziomice

# Metody prezentacji informacji

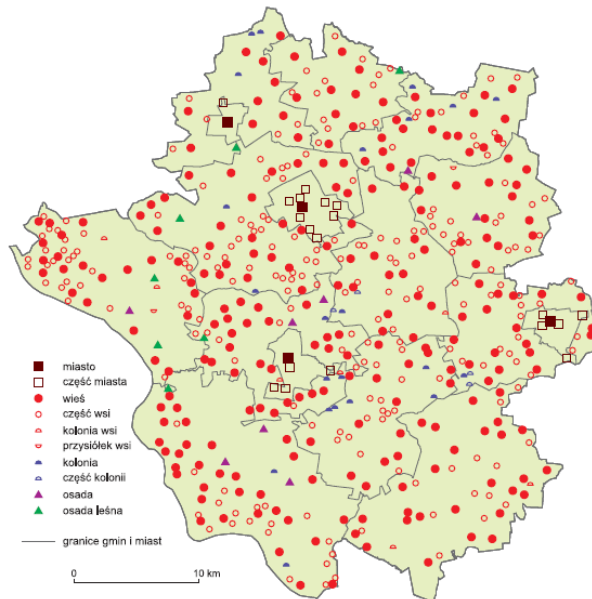
- **Metody jakościowe** są metodami, w których nacisk położony jest na rozróżnienie obiektów lub ich kategorii, a nie na wielkości tych obiektów, czy ich hierarchizację. Są to podstawowe metody stosowane w kartografii od samego początku jej istnienia. Przy zastosowaniu odpowiednich znaków pozwalają one na rozróżnienie poszczególnych obiektów (np. dwóch jezior), lub klas obiektów (np. lotnisk od portów morskich).
- **Metody ilościowe** - pozwalają na przedstawienie na mapach wartości danego zjawiska – konkretnych wartości dla danego obiektu lub też przedziału wartości, w ramach której znajduje się dany obiekt.





# Metody jakościowe

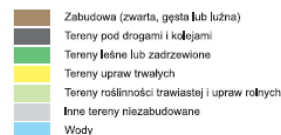
- **Metoda sygnaturowa** polega na zastosowaniu sygnatur do przedstawienia położenia obiektów lub ich grup, a także do rozróżnienia tych obiektów – na podstawie tej metody można także stwierdzić, czy dwa obiekty należą do tej samej grupy obiektów, czy do różnych.
- W zależności od elementu, do którego się odnoszą, można wyróżnić sygnatury punktowe i liniowe.



(Pieniążek, Zych 2017)

# Metody jakościowe

- **Metoda chorochromatyczna** (metoda powierzchniowa lub barwnego tła) ma odniesienie powierzchniowe. Cały prezentowany na mapie obszar przyporządkowany jest do poszczególnych obiektów powierzchniowych, ich grup lub kategorii.
- Opracowując mapę metodą chorochromatyczną należy zwrócić uwagę na odpowiedni dobór barw oraz poprawnie wykonaną generalizację kształtów.
- Mapy wykonane tą metodą mogą w miarę prosty sposób ilustrować wyniki dość skomplikowanych badań np. mapy glebowe, geologiczne, użytkowania terenu itp..



0 500 m

Mapa użytkowania terenu  
(Pieniążek, Zych 2017)

# Metody jakościowe

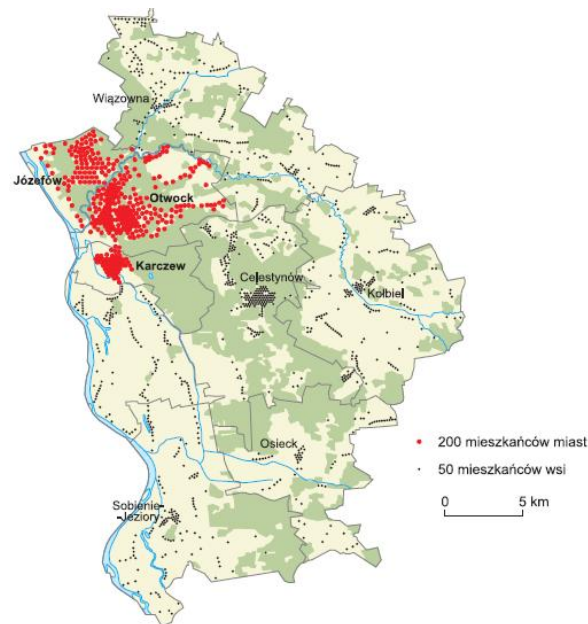
- **Metoda zasięgów** ma zastosowanie do obiektów powierzchniowych. Przedstawia się nią informacje na poziomie jakościowym.
- Stosowana jest do prezentacji na mapie obszarów, które się na siebie nakładają, bądź wybranego zjawiska powierzchniowego, nieobejmującego całego przedstawianego na mapie obszaru.



Zasięg plamowy upraw buraków cukrowych  
(Pieniążek, Zych 2017)

# Metody ilościowe

- **Metoda kropkowa** polega na prezentacji rozmieszczenia zjawiska za pomocą znaków (nazwanych umownie kropkami), którym przypisane zostały określone wartości liczbowe. Jest to metoda, która przedstawia charakterystyki ilościowe kartowanego zjawiska
- W metodzie kropkowej to nie poszczególne kropki przedstawiają wielkość i rozmieszczenie zjawiska, tylko zbiór wszystkich kropek umieszczonych na danym obszarze.
- Metoda ta jest czasochłonna i opracowywana przeważnie w sposób manualny – jest to proces słabo zautomatyzowany, wymagający żmudnych i pracochłonnych przygotowań oraz dużego udziału redaktora, przez co trudno za pomocą oprogramowania GIS opracować mapę w postaci, którą można uznać za poprawną.



# Metody ilościowe

- **Metoda izolinii** - do prezentacji zjawiska wykorzystuje się wykreślone na mapie linie łączące punkty o jednakowej wartości liczbowej tego zjawiska. Metodą tą prezentowane są zjawiska występujące w sposób ciągły na danym obszarze (ciągłość ta może być umowna), charakteryzujące się zmiennością natężenia. Można nią przedstawiać zarówno dane względne, jak i bezwzględne.
- Typy izolinii:
  - **linie izometryczne** – przedstawiają rzeczywistą wartość w danym punkcie kartowanego zjawiska np. poziomice (izohipsy) lub izobaty
  - **izarytmy rzeczywiste** – powstają w wyniku wyinterpolowania wartości zjawiska na podstawie punktów pomiarowych mających ściśle określone położenie i ilustrują zmienność zjawisk uznawanych za ciągłe przestrzennie np. mapy pogodowe: izotermy, izobary, izohiety
  - **izarytmy teoretyczne (izoplety)** - powstają w wyniku wyinterpolowania wartości zjawiska na podstawie posiadanych danych, dane prezentowane w ten sposób nie są pomierzone punktowo (w danych punktach pomiarowych), ale odnoszą się do całych pól odniesienia (np. jednostek administracyjnych, pól geometrycznych), które sprowadza się do umownych punktów odniesienia reprezentujących dane pole odniesienia przeważnie wybiera się tu środek danego pola. w przypadku izarytm teoretycznych zalecane jest stosowanie łamanego ich przebiegu, co ma podkreślać ich teoretyczny przebieg wyznaczony na podstawie jednostek powierzchniowych. Prezentuje się np., gęstość zaludnienia (izodensy), lesistość (izohyla), gęstość sieci rzecznej.
  - **izolinie odległości i ruchu** - wyliczone wartości wskazujące odległości (zarówno faktyczne, jak i np. czasowe) od danego obiektu **ekwidystanty** lub **izochrony**, czyli linie jednakowej dostępności czasowej

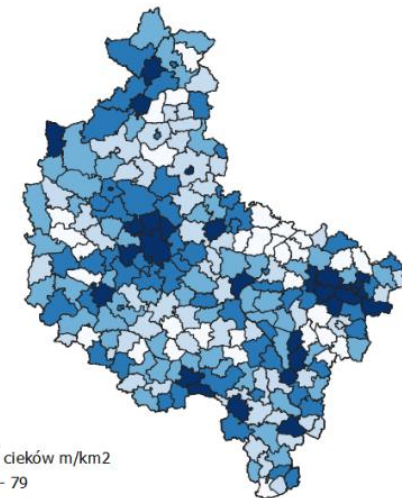
# Metody ilościowe

- **Metoda kartogramu** służy do ilościowego przedstawiania na mapie średniej intensywności określonego zjawiska w granicach przyjętych pól odniesienia. Zasadą tej metody jest przyjęcie jednolitego rozmieszczenia prezentowanego zjawiska na całym obszarze pola odniesienia. Główną funkcją kartogramu jest pokazanie przestrzennego rozmieszczenia intensywności danego zjawiska, a nie konkretnych wartości tego zjawiska w poszczególnych polach odniesienia.
- **Metodą kartodiagramu** można przedstawiać zarówno dane bezwzględne, jak i dane względne. W metodzie tej wartości zjawiska przedstawiane są za pomocą diagramów lub wykresów umiejscowionych geograficznie. Diagramy te mogą odnosić się do punktów, linii oraz powierzchni. Główną funkcją kartodiagramu jest pokazanie przestrzennego rozmieszczenia wartości danego zjawiska, a zjawisko to może zostać przedstawione w sposób ciągły lub w sposób skokowy w przedziałach klasowych.

# Kartogram

- **Kartogram** - mapa tematyczna przedstawiająca wartości wybranego atrybutu obiektów dwuwymiarowych, czyli powierzchniowych, powstających przez podział pewnego obszaru.
- Kartogram powinien prezentować wartości względne jednej zmiennej względem drugiej
- Takimi powierzchniami mogą być poligony granic administracyjnych, siatka kwadratów lub wieloboków np. hexagonów

	jpt_kod_je	jpt_nazwa_	LENGTH	COUNT
1	0411053	Piotrków Kujaw...	3524,46742	2
2	1011022	Pęczniew	640,76659	2
3	0407063	Kruszwica	0,00000	0
4	3217052	Wałcz	3444,95175	8
5	0419052	Rogowo	2049,68481	2
6	0418083	Izbica Kujawska	601,55122	2
7	0803063	Trzciel	45,32765	3
8	3062011	Konin	33530,68348	32



gęstość cieków m/km2

- 0 - 79
- 79 - 149
- 149 - 241
- 241 - 361
- 361 - 30215

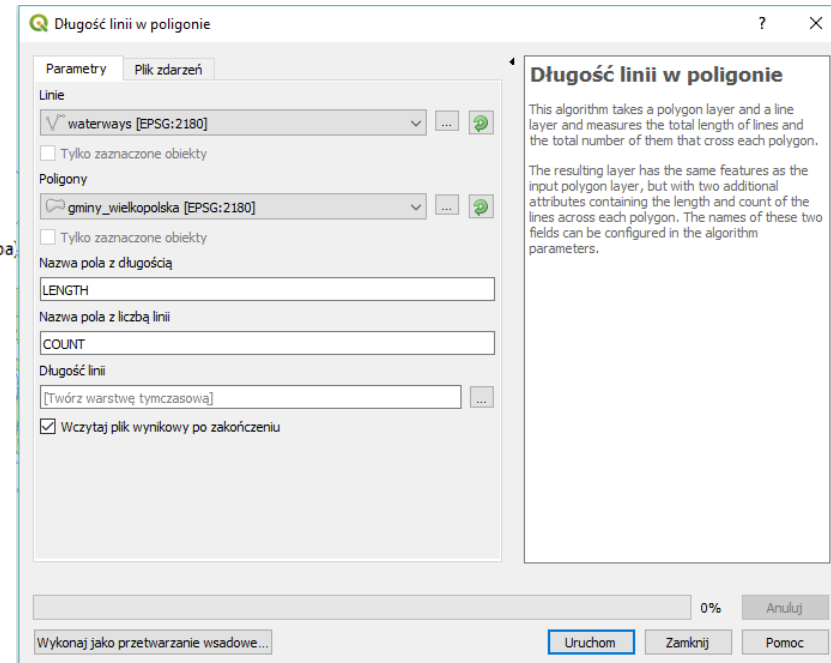
1.2 length\_km =  $\frac{(\text{LENGTH}^2)}{\$area * 1000000}$

# Obliczenia w QGIS do kartogramu

- Policzyc sumę długości linii w poligonach



- Wektor - analiza
  - Analiza najbliższego sąsiada
  - Długość linii w poligonie**
  - Grupowanie metodą DBSCAN
  - Klasy K-średnich
  - Macierz odległości
  - Odległość do najbliższego huba (linia do huba)
  - Odległość do najbliższego huba (punkty)
  - Podstawowe statystyki pól
  - Policz punkty w poligonie
  - Połącz liniami (linie huba)
  - Statystyki wg kategorii
  - Środek ciężkości
  - Wyświetl unikalne wartości



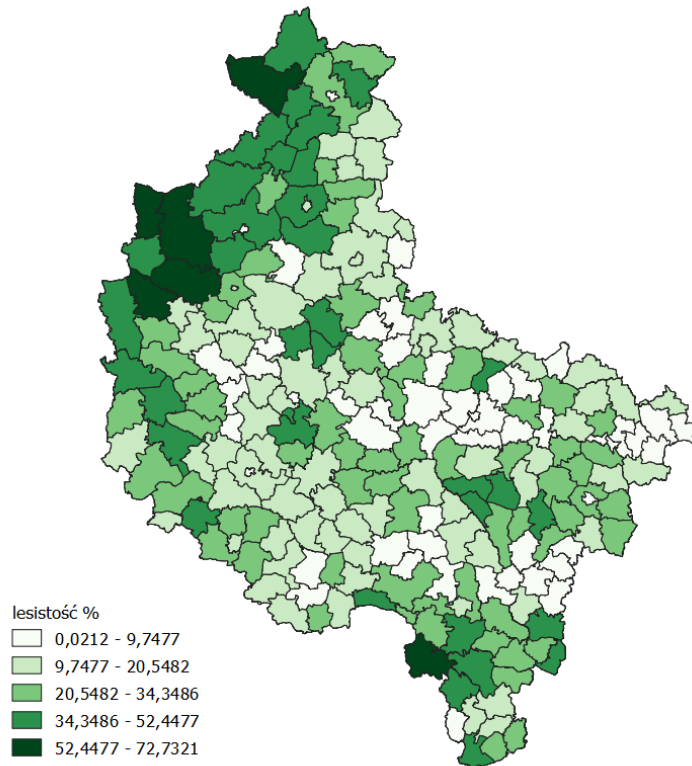


# Sposoby klasyfikacji danych

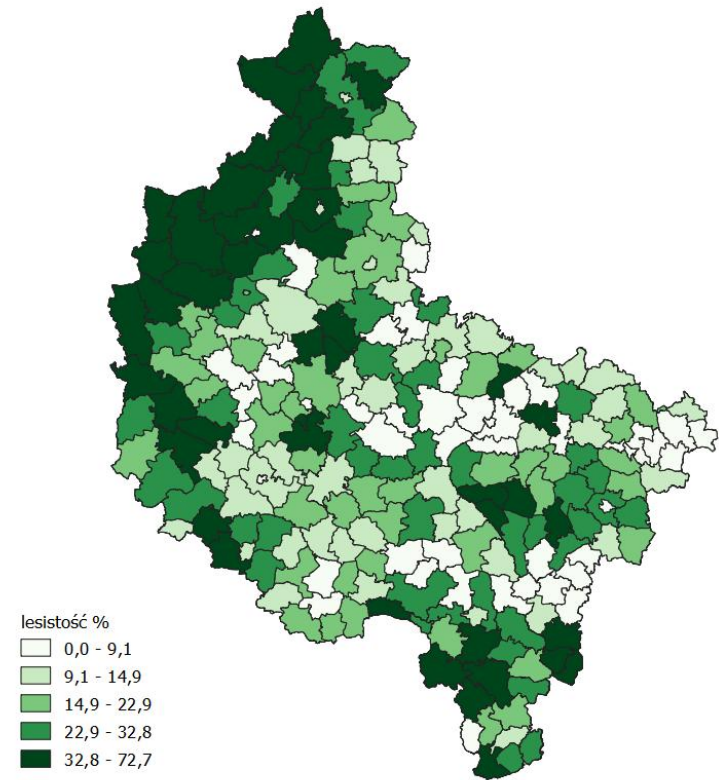
- **Naturalny** (zwana także metodą Jenksa lub metodą optymalizacyjną) – wynikający z naturalnego rozkładu zmiennej. Polega ona na pogrupowaniu wartości podobnych tak, aby granice klas dzieliły wartości różne.
- **Kwantyle** – polega na tym, aby uzyskać jednakową liczebność obserwacji w każdej klasie
- **Równe przedziały** - polega na wyznaczeniu największej i najmniejszej wartości danego zbioru, a następnie podzieleniu ich różnicy przez planowaną liczbę klas – w wyniku tego działania otrzymujemy rozpiętość klas. Aby wyznaczyć granice klas należy następnie do najmniejszej wartości danego zbioru dodawać po kolei wartość rozpiętości klas. Metoda ta sprawdza się najlepiej dla zbiorów danych o rozkładzie zbliżonym do liniowego.
- **Odchylenie standardowe** – umożliwia pokazanie odchylenia wartości od średniej arytmetycznej, program oblicza wartość średniej arytmetycznej i odchylenie standardowe, które jest przyjmowane jako granica klas. Na początku zbiór dzieli się na dwie części, wyznaczając jako granicę jego średnią arytmetyczną. Następnie wyznacza się odchylenia standardowe, na podstawie których określone są kolejne granice klas. Reprezentacja kartograficzna w dwu barwach o różnym nasyceniu pozwala przedstawić rozmieszczenie wartości leżących powyżej i poniżej średniej.

# Sposoby klasyfikacji danych

## Naturalny podział

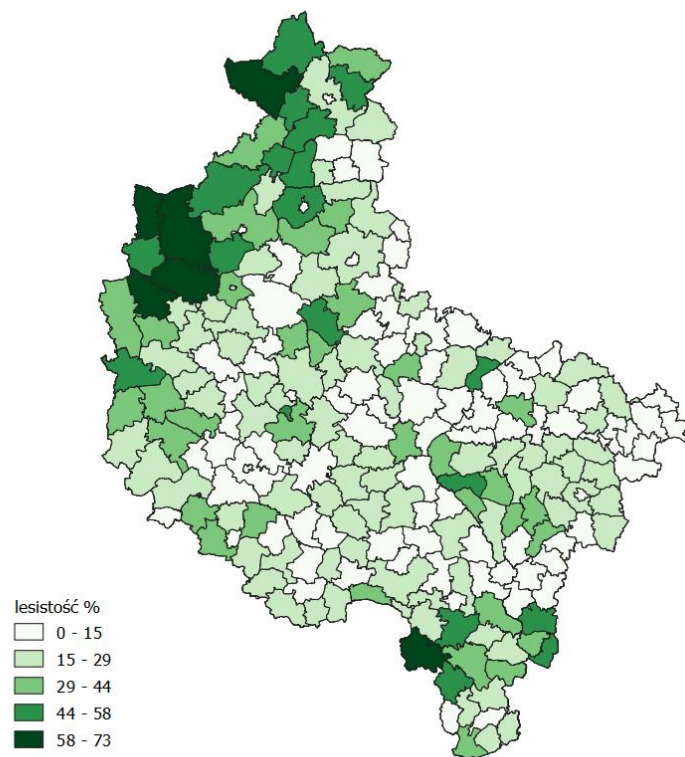


## Kwantyle

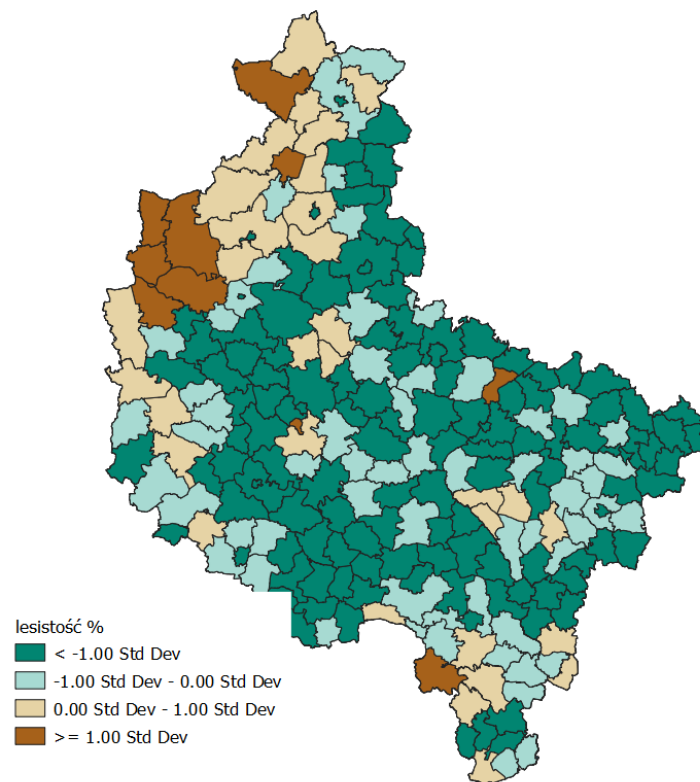


# Sposoby klasyfikacji danych

## Równy podział

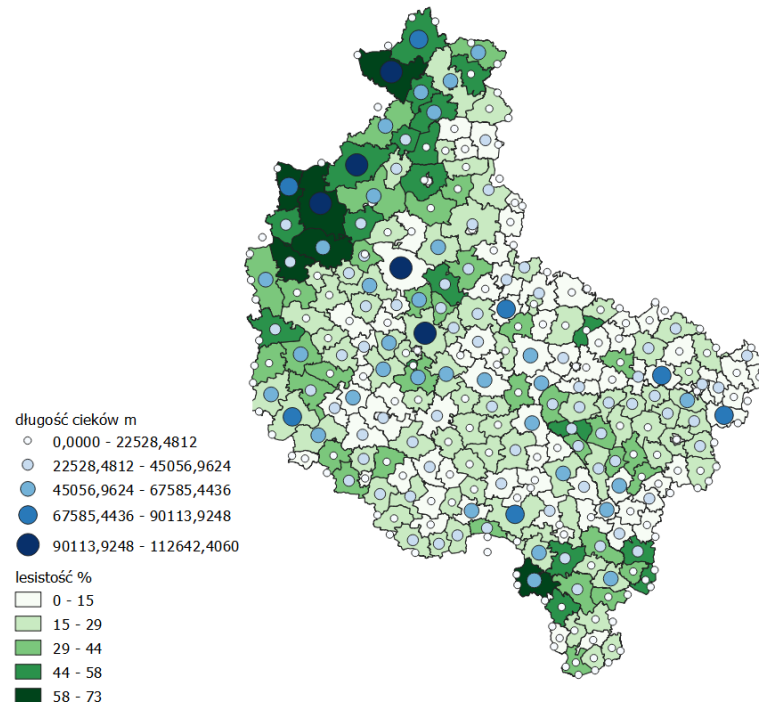


## Odchylenie standardowe



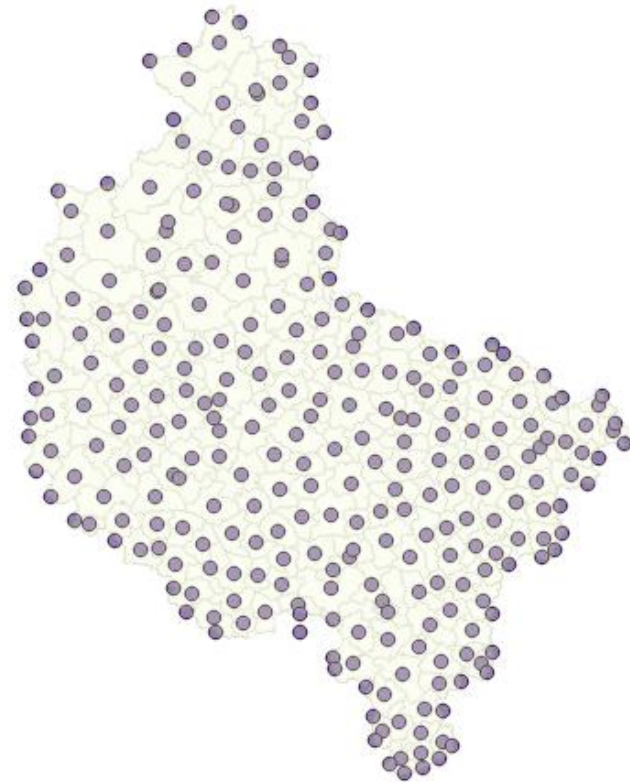
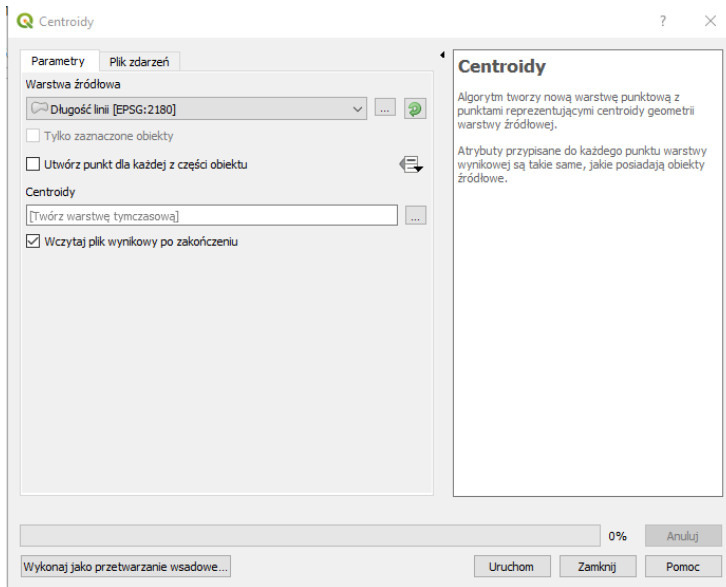
# Obrazowanie wielu zmiennych

- Mapy wielotematyczne przedstawiają dwie lub więcej zmiennych, co umożliwia ich porównanie.
- Wiele map jest kompilacją złożonych analiz przestrzennych, wyrażonych odpowiednimi wskaźnikami np. mapy klimatyczne z różnymi parametrami

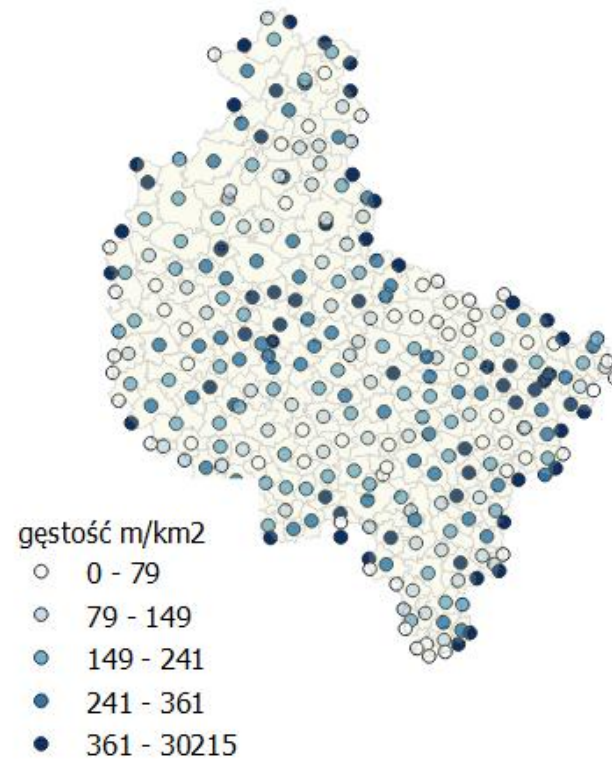


# Centroidy

- **Centroid** – punkt związany z obszarem, w szczególności z wielokątem, leżący wewnątrz niego, reprezentujący geometryczne uściślenie intuicyjnego "środka" obszaru

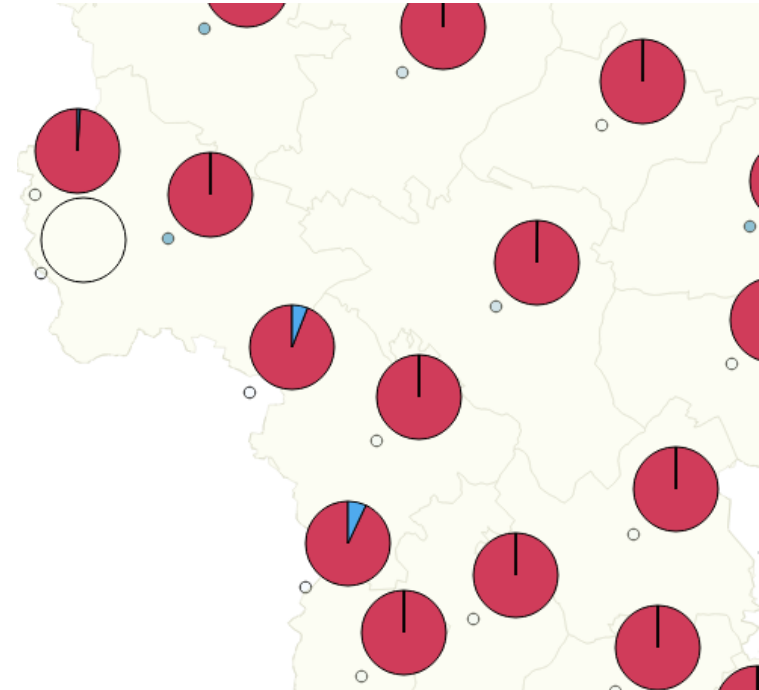
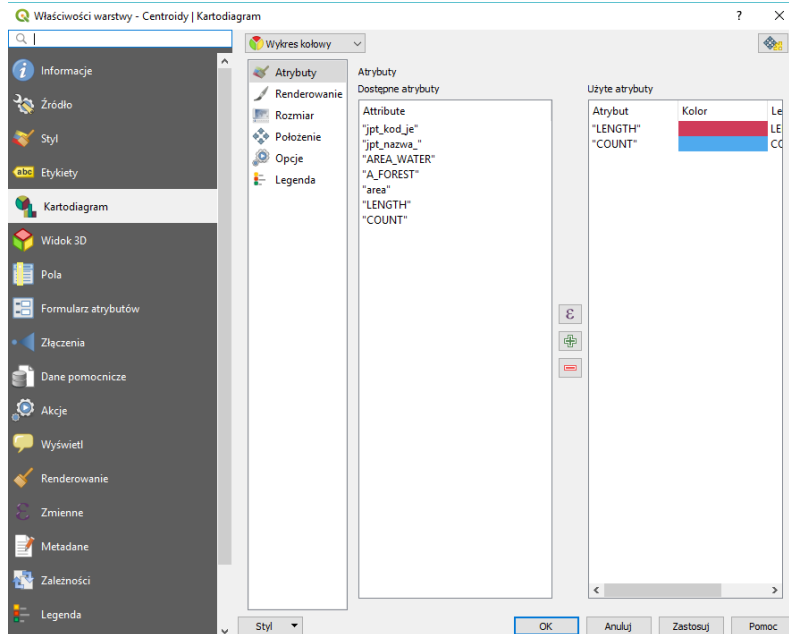


# Kartogram punktowy



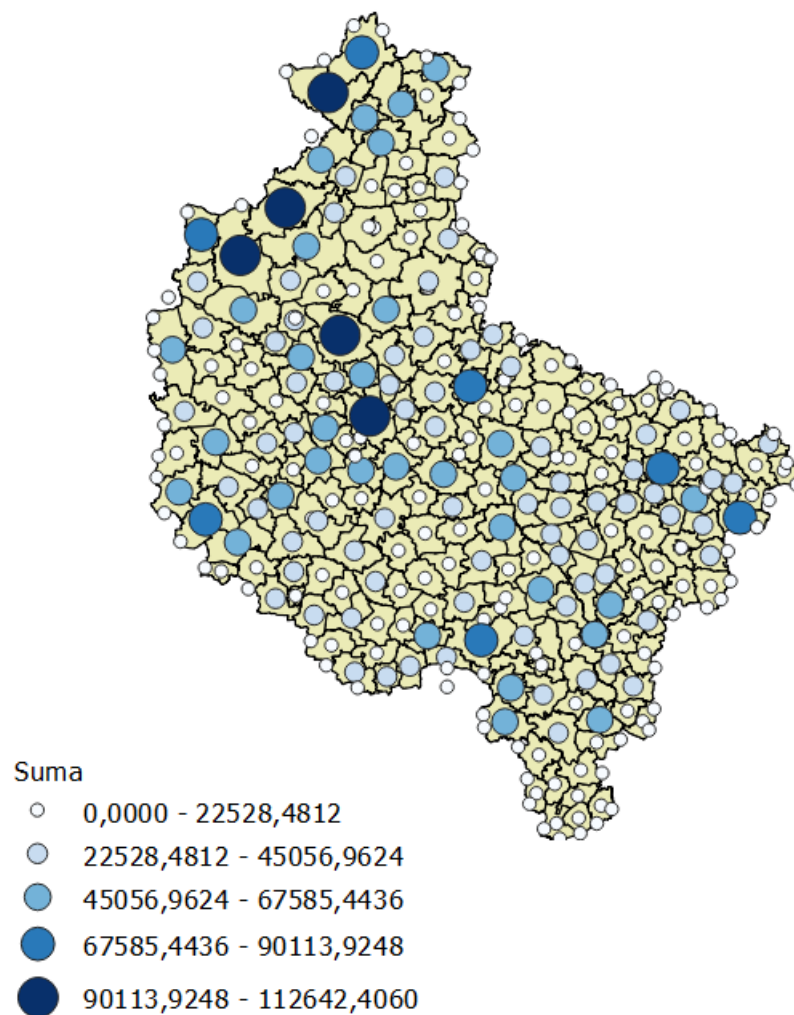
# Kartodiagram

- **Kartodiagram** - mapa tematyczna przedstawiająca zmienność wybranych atrybutów obiektów przestrzennych, czyli tematu, za pomocą wykresów, np. wykresów słupkowych lub wykresów kołowych.
- **Kartodiagram strukturalny** prezentuje wielkość kilku elementów struktury





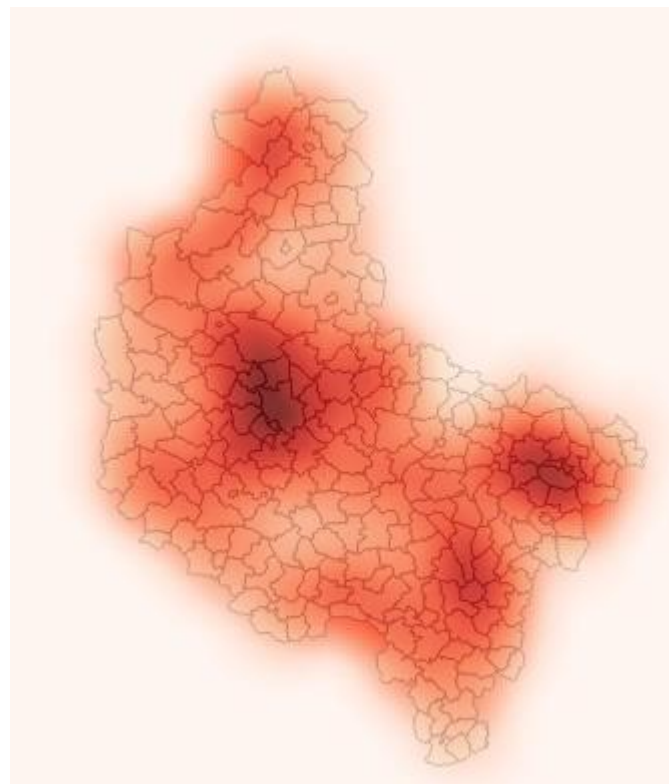
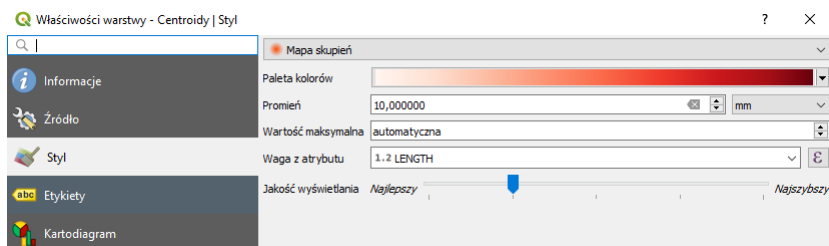
# Kartodiagram skokowy prosty





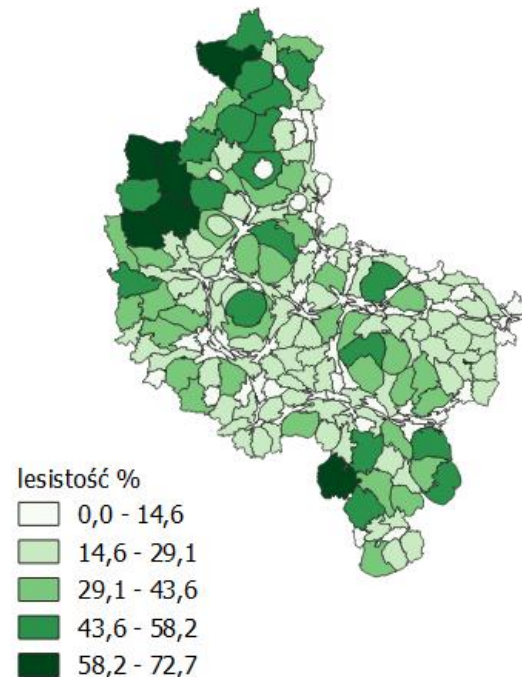
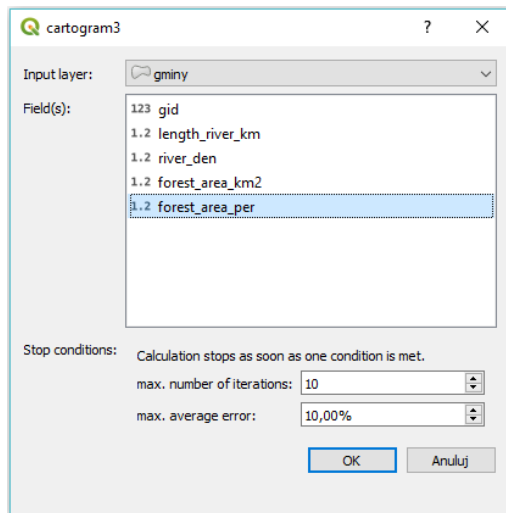
# Mapa skupień (heatmap)

- **Mapa termiczna** jest graficzną wizualizacją obrazującą poszczególne wartości w zależności od ich wielkości i stopnia skoncentrowania. Określenie **Heatmap** zostało wymyślone w 1991 roku przez Cormaca Kinney`a na potrzeby określenia dwuwymiarowych obrazów przedstawiających informacje finansowe.



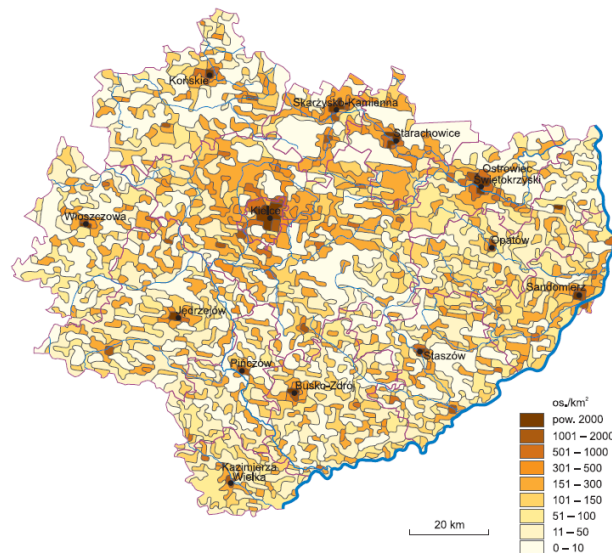
# Kartograficzne transformacje danych przestrzennych

- **Metoda anamorfozy** – przedstawia wartości danego poprzez zmianę powierzchni jednostek, do których zjawisko jest odniesione. Modyfikuje się w niej wielkość pola odniesienia tak, aby jego powierzchnia odpowiadała wartości prezentowanego zjawiska. Metoda ta jest pośrednią pomiędzy metodą kartogramu i kartodiagramu. Cel jest uzyskiwany kosztem wierności powierzchni, położenia, topologii, bardziej istotne są natomiast atrybuty obiektów przestrzennych i ich przestrzenne relacje.
- Przykładem map anamorficznych są mapy linii komunikacji miejskiej.



# Kartograficzne transformacje danych przestrzennych

- **Kartogram dazymetryczny** (metoda dazymetryczna) polega na dostosowaniu kształtu i układu pól odniesienia do zmienności przestrzennej przedstawianego zjawiska. Pozwala w związku z tym na pokazanie zjawiska bardziej zgodnie z jego faktycznym rozmieszczeniem, niż to ma miejsce w przypadku pól odniesienia będących jednostkami administracyjnymi, w których wartość zjawiska jest uśredniana dla całej jednostki, niezależnie od faktycznego rozkładu zjawiska w tej jednostce.
- Mapy dazymetryczne tworzy się na podstawie dwu zbiorów danych w celu lepszej reprezentacji rozkładu przestrzennego zjawisk.



Przykład kartogramu dazymetrycznego wykonanego na podstawie danych z siatki kwadratów o boku 1 km – gęstość zaludnienia (Pieniżek, Zych 2017)