

# Graficzna prezentacja danych statystycznych

## Wykresy, mapy, GIS





GŁÓWNY URZĄD STATYSTYCZNY

# **Graficzna prezentacja danych statystycznych**

## **Wykresy, mapy, GIS**



**polska pomoc**  
[www.polskapomoc.gov.pl](http://www.polskapomoc.gov.pl)

WARSZAWA 2014

Opracowanie publikacji

Główny Urząd Statystyczny  
Departament Badań Regionalnych i Środowiska

Zespół

Marek Pieniążek (Departament Badań Regionalnych i Środowiska)  
Barbara Szejgiec (Departament Badań Regionalnych i Środowiska)  
Maciej Zych (Departament Badań Regionalnych i Środowiska)  
Agnieszka Ajdyn (Urząd Statystyczny w Warszawie)  
Gabriela Nowakowska (Urząd Statystyczny w Warszawie)

Publikacja powstała w ramach projektu pt. „Wsparcie rozwoju systemu statystyki publicznej Gruzji w obszarze statystyki regionalnej. Transfer wiedzy potrzebnej do prowadzenia analiz rozwoju regionalnego oraz zestawiania rachunków regionalnych”.

Projekt współfinansowany w ramach programu polskiej współpracy rozwojowej  
Ministerstwa Spraw Zagranicznych RP.

Publikacja wyraża wyłącznie poglądy autora i nie może być utożsamiana z oficjalnym stanowiskiem  
Ministerstwa Spraw Zagranicznych RP.

Publikacja dostępna jest w Internecie – <http://www.stat.gov.pl>

Publikacja udostępniona jest na licencji *Creative Commons Uznanie autorstwa 3.0 Polska*  
(CC BY 3.0 PL)



## Spis treści

1. Wprowadzenie – sposoby prezentacji danych statystycznych (Zespół) .....	3
2. Wykresy w statystyce regionalnej (B. Szejgiec).....	6
2.1. Znaczenie wykresów.....	7
2.2. Rodzaje wykresów .....	8
2.3. Typy wykresów w statystyce regionalnej .....	9
2.3.1. Wykresy opracowane dla różnych podziałów przestrzeni .....	10
2.3.2. Wykresy opracowane na potrzeby porównań międzyregionalnych przy małej liczbie jednostek.....	13
2.3.3. Wykresy opracowane na potrzeby porównań międzyregionalnych przy dużej liczbie jednostek.....	17
2.3.4. Wykresy przedstawiające wartości średnich i różnic od średniej .....	17
2.4. Zasady opracowywania wykresów .....	21
3. Zastosowanie GIS w statystyce publicznej na przykładzie systemu statystycznego w Polsce (B. Szejgiec).....	25
3.1. Udostępnianie danych.....	26
3.2. Analiza danych .....	29
3.3. Projektowanie badań i pozyskiwanie danych.....	31
3.4. Przetwarzanie danych.....	34
4. Prezentacja danych na mapach (M. Zych).....	36
4.1. Mapy statystyczne – wprowadzenie .....	36
4.2. Metody i formy prezentacji danych na mapach.....	36
4.2.1. Definicje .....	36
4.2.2. Podział na jakościowe i ilościowe metody prezentacji kartograficznej.....	37
4.2.3. Metoda sygnaturowa.....	38
4.2.4. Metoda chorochromatyczna .....	41
4.2.5. Metoda zasięgów.....	42
4.2.6. Metoda kropkowa.....	43
4.2.7. Metoda izolinii .....	45
4.2.8. Metoda kartogramu.....	50
4.2.8.1. Pole odniesienia .....	52
4.2.8.2. Wyznaczenie klas kartogramu .....	59
4.2.8.3. Skale graficzne w kartogramie .....	69
4.2.8.4. Inne rodzaje kartogramów.....	72
4.2.9. Metoda kartodiagramu.....	77
4.2.9.1. Kartodiagramy odniesione do powierzchni i punktu.....	77
4.2.9.2. Kartodiagramy liniowe .....	88
4.2.10. Łączenie metod na mapach statystycznych.....	91
4.3. Legenda map statystycznych.....	93
4.3.1. Legenda map kropkowej.....	94
4.3.2. Legenda mapy izoliniowej.....	94
4.3.3. Legenda kartogramu.....	95
4.3.4. Legenda kartodiagramu .....	96
4.3.5. Skala i podziałka .....	98
4.4. Napisy na mapach.....	99

5. Zastosowanie GIS w prezentacji danych (M. Pieniążek) .....	105
5.1. Środowisko GIS .....	105
5.1.1. Zbiory danych.....	105
5.1.2. Sprzęt .....	106
5.1.3. Oprogramowanie .....	106
5.2. Wykonanie mapy statystycznej .....	107
5.2.1. Przygotowanie danych liczbowych.....	107
5.2.2. Podstawowe operacje analityczne .....	108
5.2.3. Wizualizacja danych .....	111
5.2.4. Przygotowanie mapy do publikacji .....	112

## **1. Wprowadzenie – sposoby prezentacji danych statystycznych**

Niniejsza publikacja jest podręcznikiem dobrych praktyk w zakresie udostępniania danych statystycznych przeznaczonym w głównej mierze dla statystyków zajmujących się przygotowywaniem danych do publikacji – zarówno w formie publikacji tradycyjnych (książek drukowanych lub, co ma miejsce obecnie coraz częściej, zamieszczanych w formie cyfrowej na stronie internetowej), jak i w formie różnych cyfrowych wizualizacji, często interaktywnych, dostępnych na stronie internetowej urzędu statystycznego. Opracowana została dla statystyków Krajowego Urzędu Statystycznego Gruzji w ramach współpracy rozwojowej realizowanej w zakresie statystyki przez Główny Urząd Statystyczny (publikacja została opracowana również w gruzińskiej wersji językowej\*). Niemniej zakres omawianych w niej zagadnień użyteczny będzie dla każdego, kto zechce w sposób graficzny prezentować dane statystyczne.

Podstawową formą publikowania danych statystycznych są tablice (tabele). To z nich można odczytać konkretne wartości danego zjawiska, wartości wskaźników wybranych do przedstawiania określonych zagadnień. Mogą to być wartości bezwzględne lub wartości względne, wśród których istotne miejsce zajmują wartości procentowe (odsetki, udziały). W tablicach mogą być podane także wartości dla podziału strukturalnego zjawiska. W przypadku statystyki regionalnej dochodzi, kluczowy z tego punktu widzenia, podział na jednostki terytorialne, którymi są głównie jednostki podziału administracyjnego i statystycznego. Zasadniczą różnicą prezentowania danych regionalnych w postaci tablic jest podanie każdej z przedstawianych danych dla wszystkich prezentowanych jednostek terytorialnych. Pozwala to na porównywanie wartości pomiędzy poszczególnymi jednostkami.

Przedstawianie danych statystycznych w postaci tablicy nie jest jedynym sposobem prezentowania – można je także przedstawić w sposób graficzny. Zwłaszcza dane w układach terytorialnych predysponowane są do graficznej prezentacji – zarówno w postaci wykresów statystycznych, jak i w postaci map statystycznych, a obecnie także za pomocą systemów informacji geograficznej (GIS), gdzie pojawiają się szerokie możliwości prezentowania i analizowania danych w dowolnych przekrojach terytorialnych, nie tylko administracyjnych, ale także np. dla obszarów funkcjonalnych niezmiernie istotnych z punktu widzenia współczesnej statystyki, gdzie odchodzi się od granic formalnych i analizuje się dane w odniesieniu geograficznym.

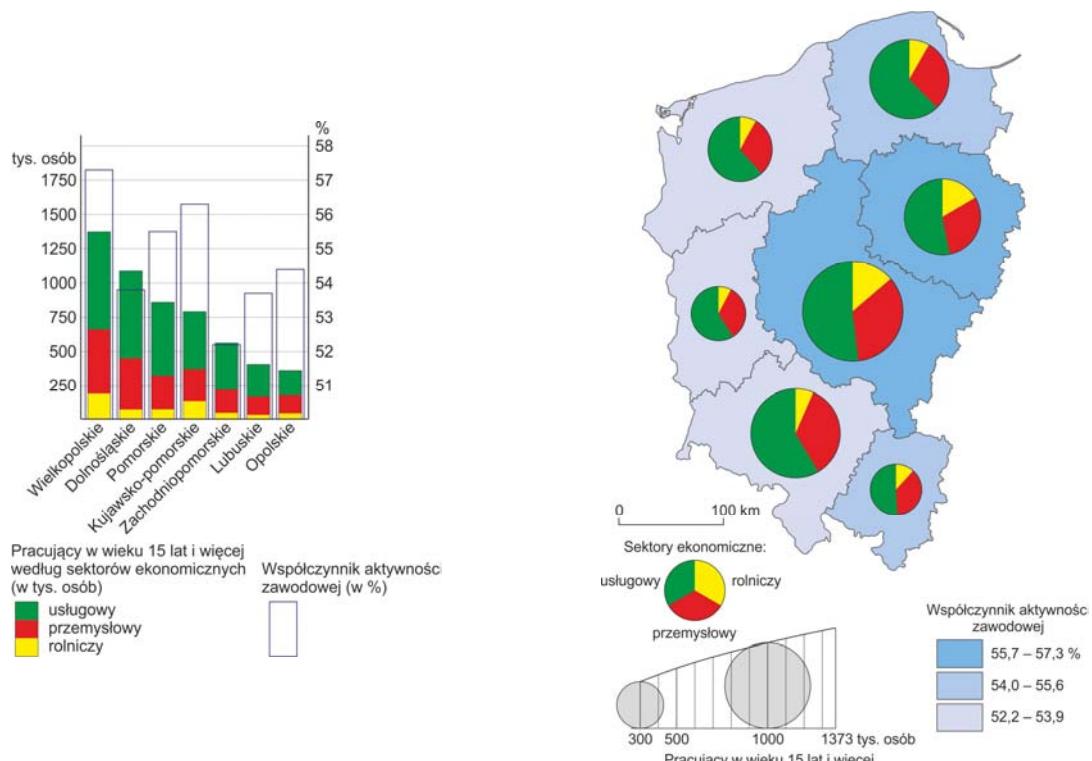
Wykresy i mapy statystyczne nie zastąpią tablicy statystycznej i nie jest to ich zadaniem. Jako komplementarne do tablic, służą do logicznego upraszczania prezentowanych danych statystycznych oraz do łatwiejszego przyswajania informacji prezentowanej przez te dane. Analiza przekonwertowanych w postać wykresu lub mapy danych liczbowych jest znacznie łatwiejsza niż samych liczb przedstawionych tradycyjnie w formie tabelarycznej. Wynika to bezpośrednio z możliwości ludzkiej percepcji, z odbioru bodźców przez ludzkie oko – dane przedstawione w sposób graficzny są przyswajane niemal natychmiast zarówno całościowo, jak i na poziomie poszczególnych jego elementów. Rejestrowane są także związki pomiędzy poszczególnymi elementami obrazu niedostrzegalne w zestawieniu tabelarycznym. Graficzna prezentacja danych jest w związku z tym zdecydowanie bardziej efektywna niż ich przedstawianie tabelaryczne. Wybierając zatem, w jaki sposób przedstawić dane statystyczne – w tablicy, na wykresie, czy na mapie – należy ustalić co chcemy przedstawić, kto

---

\* სტატისტიკური მონაცემების გრაფიკული პრეზენტაცია. გრაფიკები, რუკები, გეოინფორმაციული სისტემები. ვარშავა: სტატისტიკის მთავარი სამართველო [Statistikuri monacemebis grapikuli prezentacia. Grapikebi, rukebi, geoinformaciuli sistemebi. Warszawa: Statistikis Mtawari Sammartwelo].

będzie odbiorcą danych, jaki ich sposób prezentacji będzie dla niego najbardziej przydatny. Często optymalnym rozwiązaniem okazuje się łączenie metod, gdzie obok danych tabelarycznych zamieszczany jest wykres i mapa. Porównanie prezentacji danych statystycznych w formie tablicy, wykresu i mapy przedstawiono na ryc. 1.1.

WOJEWÓDZTWA	Współczynnik aktywności zawodowej	Pracujący w wieku 15 lat i więcej			
		ogółem	według sektorów ekonomicznych		
			rolniczy	przemysłowy	ustugowy
w %		w tys.			
Dolnośląskie	53,8	1088	71	379	637
Kujawsko-pomorskie	56,3	791	131	240	420
Lubuskie	53,7	406	31	135	240
Opolskie	54,4	361	42	134	184
Pomorskie	55,5	859	71	253	536
Wielkopolskie	57,3	1373	188	473	712
Zachodniopomorskie	52,2	562	46	169	346



Ryc. 1.1. Dane statystyczne przedstawione w formie tabeli, wykresu i mapy – współczynnik aktywności zawodowej oraz zatrudnieni według sektorów ekonomicznych w wybranych województwach w 2012 r.

W kolejnych rozdziałach niniejszej publikacji przybliżono sposoby graficznej prezentacji danych statystycznych, ze szczególnym uwzględnieniem prezentacji danych na poziomach regionalnych. Omówiono tu sposoby przedstawiania danych na wykresach statystycznych, zasady przedstawiania danych na mapach statystycznych oraz zarysowano problematykę systemów informacji geograficznej (GIS).

Wykresy statystyczne omówione zostały w rozdziale 2. Przedstawiono je tu z punktu widzenia statystyki regionalnej, gdzie istotna jest prezentacja zróżnicowania przestrzennego zjawisk. W rozdziale tym skupiono się zatem na prezentacji w postaci wykresów tylko jednego z rodzajów szeregów statystycznych – szeregu geograficznego (przestrzennego). Przybliżono tu istniejące rodzaje wykresów szerzej omawiając te z nich, które są najczęściej stosowane na potrzeby statystyki regionalnej – wykresy liniowe, słupkowe, powierzchniowe,

punktowe i złożone. Omówiono także najważniejsze zasady i dobre praktyki w zakresie opracowywania wykresów statystycznych.

W rozdziale 3 przybliżono zastosowanie GIS w statystyce publicznej na przykładzie systemu statystycznego w Polsce. Omówiono tu projektowanie badań i pozyskiwanie danych, udostępnianie danych statystycznych, zwłaszcza danych na poziomie regionalnym i lokalnym, analizowanie danych oraz przetwarzanie danych.

Najobszerniejszy rozdział poświęcony został prezentacji danych statystycznych na mapach. Omówiono w nim podstawowe metody prezentacji kartograficznej, skupiając się na tych, które są najpowszechniej wykorzystywane na mapach statystycznych, czyli metodzie kartogramu i metodzie kartodiagramu. Omawiane metody są bogato ilustrowane mapami prezentującymi przykłady wykorzystywania tych metod. W przypadku map statystycznych prezentowany jest tu głównie obszar Polski i Gruzji. Jako uzupełnienie informacji o metodach prezentacji danych na mapach omówiono zasady konstrukcji legendy do map statystycznych oraz przedstawiono podstawowe zasady rozmieszczenia nazw na mapach.

Ostatni, piąty, rozdział został poświęcony praktycznemu zastosowaniu GIS w prezentacji danych statystycznych. Przybliżono tu środowisko GIS, czyli elementy niezbędne do opracowania mapy: zbiory danych, sprzęt i oprogramowanie. Następnie omówiono etapy wykonania prostej mapy statystycznej z zastosowaniem oprogramowania GIS i wybrane operacje analityczne możliwe do wykonania w tym oprogramowaniu.

Na końcu każdego z rozdziałów zamieszczono wykaz literatury – są to zarówno publikacje, z których korzystano przy opracowaniu danego rozdziału, jak również wybrane inne publikacje, polecane jako uzupełnienie omawianego tematu.

## **2. Wykresy w statystyce regionalnej**

W statystyce publicznej najbardziej popularną, klasyczną, formą prezentacji danych statystycznych są tabele statystyczne. Równocześnie wzrasta znaczenie wizualizacji danych statystycznych jako istotnej części każdej analizy danych. Prezentowanie danych za pomocą grafiki odbywa się głównie poprzez wykresy i mapy statystyczne. W ostatnich latach rozwija się także trend związany z opracowywaniem infografik, choć nadal są one domeną publikacji popularnonaukowych i publicystycznych.

Jest wiele publikacji i artykułów poświęconych graficznej prezentacji danych, wśród nich warto wymienić *Handbook of Data Visualisation* z 2007 r. (pod redakcją: Chun-hou Chen, Wolfgang Härdle oraz Antony Unwin) oraz artykuły zawierające liczne przykłady a także zalecenia w zakresie graficznej prezentacji danych, opracowywane często przez praktyków związanych ze statystyką publiczną w różnych krajach. Ogromna różnorodność stosowanych rozwiązań i sposobów przedstawiania danych statystycznych w postaci wykresów, sprawia że w niniejszej publikacji skupiono się wyłącznie na tych, których zastosowanie pozwala na prezentację zróżnicowania przestrzennego zjawisk. Przedmiotem zainteresowania jest więc jeden z rodzajów szeregów statystycznych, tj. szereg geograficzny (przestrzenny).

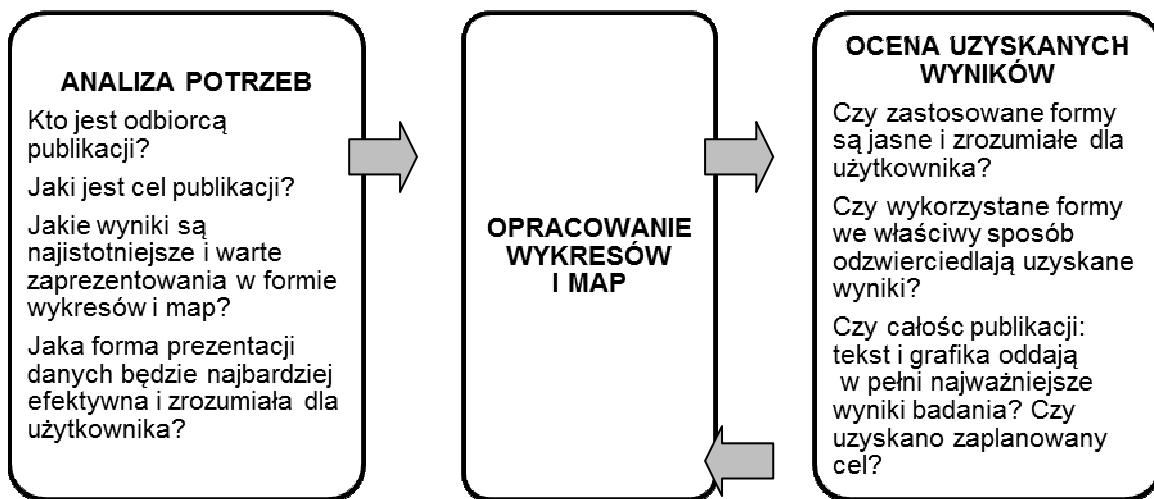
Wykresy statystyczne stanowią jedną z metod prezentacji danych statystycznych, za pomocą obrazu graficznego, którego kształt, wielkość lub barwa uwypuklają informacje liczbowe. Stanowią bardziej ogólną formę prezentacji danych niż tablice statystyczne. Wykresy mogą być stosowane do celów stricte publikacyjnych (popularyzacja wyników), jak również dla potrzeb analizy danych (rozkład, poszukiwanie prawidłowości w przebiegu zjawisk). A ich doskonałe uzupełnienie w przypadku statystyki regionalnej stanowią mapy statystyczne. Wykres statystyczny można zdefiniować jako graficzne przedstawienie zależności pomiędzy danymi wielkościami statystycznymi.

Wykres składa się z tytułu, pola wykresu oraz części opisowej. Tytuł powinien w sposób zwięzły opisywać badaną zbiorowość pod względem rzecznym, przestrzennym i czasowym. Najważniejszą częścią wykresu jest pole wykresu, które stanowi graficzny obraz szeregu statystycznego. Część opisowa stanowi legendę wykresu, wyjaśniającą znaczenie poszczególnych znaków graficznych zastosowanych na wykresie. Na tę legendę składają się: opis skali, objaśnienie użytych symboli, barw i sposobów kreskowania, ewentualne wyjaśnienia metodologiczne i źródło danych. Wyszczególnianie źródła danych w publikacjach statystycznych statystyki publicznej najczęściej nie występuje, o ile są to dane opracowywane przez dany urząd, a nie spoza resortu statystyki. Pewnym wyjątkiem są opracowania Eurostatu każdorazowo wskazujące źródło danych w postaci kodu odpowiedniej tablicy statystycznej z bazy danych, co ułatwia czytelnikowi identyfikację danych.

Współczesne oprogramowanie stwarza wiele możliwości w zakresie graficznej prezentacji danych. Do tworzenia wykresów można wykorzystać z arkusza kalkulacyjnego MS Excel oraz licznych programów statystycznych, np. STATISTICA (oprogramowanie komercyjne), R (oprogramowanie typu freeware). Oprócz dostępnego oprogramowania, na potrzeby zaprojektowania i utworzenia niestandardowych wykresów można wykorzystać oprogramowanie stricte graficzne np. CorelDRAW (oprogramowanie komercyjne), Inkscape (oprogramowanie typu freeware). Zaprezentowane w niniejszym rozdziale wykresy zostały w całości wykonane za pomocą arkusza kalkulacyjnego MS Excel jako najpowszechniej wykorzystawanego oprogramowania do tworzenia wykresów.

Rozwój technologii informatycznych doprowadził do upowszechnienia wielu różnych możliwości prezentacji graficznej. Przy wyborze formy prezentacji danych kluczowe są jednak cele wynikające z przeprowadzanej analizy, grupa docelowa, jak i pomysłowość autora grafiki

(ryc. 2.1). Właściwy wybór metody prezentacji zjawiska, w zależności od przeznaczenia wykresu oraz rodzaju prezentowanego szeregu statystycznego charakteryzującego określone zjawisko, decyduje o wartości wykresu i ułatwia proces interpretacji danych. Ważna jest umiejętność przedstawienia wielowymiarowego zjawiska w prosty i przejrzysty sposób.



Ryc. 2.1. Etapy prac nad graficzną prezentacją danych statystycznych na potrzeby publikacji statystycznych (opracowanie własne na podstawie: Minter E., Michaud M. *Using Graphics to Report Evaluation Results*).

## 2.1. Znaczenie wykresów

Jednym z celów statystyki publicznej jest prezentacja danych w zrozumiałą sposób. Z punktu widzenia użytkownika interpretacja danych w postaci długiej listy danych przedstawionych w formie tabeli jest zdecydowanie utrudniona. W porównaniu z prezentacją tabularną wykresy statystyczne są mniej precyzyjne. Przedstawiając materiał statystyczny w formie graficznej pozwalają jednak wyrazić najważniejsze prawidłowości i tendencje zmian danego zjawiska.

Chociaż w statystyce regionalnej wykresy nie są najbardziej naturalną formą prezentacji zjawiska (w przeciwieństwie do map), ich zastosowanie wzmacnia i uatrakcyjnienia przekaz. W niektórych przypadkach ułatwia też interpretację skomplikowanych zjawisk.

Do głównych cech i zalet stosowania wykresów w publikacjach statystycznych można zaliczyć następujące:

- prezentują zjawisko bardziej przejrzystie niż wyłącznie liczby;
- pozwalają zorientować się w ogólnej charakterystyce zjawiska;
- starannie opracowane są interesujące dla użytkownika;
- atrakcyjny sposób prezentacji danych przyciąga uwagę użytkownika;
- są bardziej efektywne, ponieważ percepcja wzrokowa jest szybsza niż odczytywanie wielu liczb i tabel;
- dają możliwość przekazania w prosty sposób złożonych informacji;
- są bardzo przydatne w porównaniach i pomocne w interpretacji zjawisk;
- pomagają w zapamiętaniu informacji o zjawiskach;
- stanowią narzędzie uniwersalne (ze względu na język stosowany w różnych dziedzinach);

- są zrozumiałe nawet dla przeciętnego odbiorcy.

## 2.2. Rodzaje wykresów

Typ danych determinuje formę graficzną przedstawiania ich w postaci wykresu. W opracowaniach dotyczących wykresów statystycznych najczęściej stosuje się podział wykresów według kształtu na osiem rodzajów.

**Wykresy liniowe** – przedstawiają szeregi liczbowe za pomocą linii w układzie współrzędnych prostokątnych. Są stosowane do prezentacji szeregów czasowych oraz rozdzielczych przedziałowych i punktowych.

**Wykresy słupkowe** – są odpowiednikiem wykresów liniowych, a różnią się od nich przede wszystkim formą graficzną. Składają się ze słupków (poziomych lub pionowych, tzw. kolumnowej), a miarą wartości jest wysokość słupka lub jego części; ich szerokość jest jednakowa, bowiem nie przedstawia żadnej wartości.

**Wykresy powierzchniowe i przestrzenne** – przedstawiają dane w postaci figur geometrycznych/rzutów brył foremnych na płaszczyznę (najczęściej prostokątów, kwadratów lub kół/sześciianów, kul), gdzie miarą wartości jest powierzchnia figury/objętość bryły geometrycznej. Prezentują one wielkości i strukturę badanych zbiorowości, a używane są do przedstawiania różnego rodzaju szeregów.

**Wykresy biegunowe** (centryczne, tzw. pajęczki) – wyrażają zależność dwóch zmiennych. Ze względu na to, że koło jest zamkniętą figurą, w mierze kątowej odznacza się zazwyczaj cykl czasowy, a wzdłuż promieni wartość liczbową.

**Wykresy punktowe** (kropkowe, również tzw. bąbelkowe) – przedstawiają zależności zachodzące pomiędzy wielkościami statystycznymi w postaci punktów rozmieszczonych w układzie współrzędnych prostokątnych. Każdy z punktów wykresu reprezentuje jednostkę zbiorowości lub grupę jednostek, które mają tę samą wartość cechy ilościowej. Stanowi graficzną prezentację szeregów szczegółowych oraz rozdzielczych punktowych.

**Wykresy obrazkowe i symboliczne** – w sposób logiczny i poglądowy nawiązują swym wyglądem do przedstawianych przedmiotów lub zjawisk. Przedstawiają rozmiary badanej zbiorowości lub zjawisk za pomocą symboli (obrazków), różniących się wielkością lub liczbą. Stosowane są głównie do prezentacji danych przedstawionych w szeregach strukturalnych.

**Wykresy segmentowe** (zwane wiedeńskimi) – przedstawiają wielkości statystyczne w postaci szeregu ułożonych obok siebie segmentów – obrazków lub symboli – o jednakowej wielkości. Są często stosowane w publikacjach popularnonaukowych i prasie.

**Wykresy złożone** – występują w różnych postaciach łączących w sobie odmienne formy graficzne wykresów, np. liniowe i powierzchniowe. Służą do przedstawiania wielko-wymiarowości zjawisk i prezentacji pewnych zależności między różnymi zmiennymi.

## **2.3. Typy wykresów w statystyce regionalnej**

Przedstawiony w podrozdziale 2.2 podział na typy wykresów jest najczęściej wykorzystywany w publikacjach zajmujących się problematyką prezentacji danych statystycznych. Jednak z uwagi na cel, w niniejszym rozdziale zastosowano odmienne podejście. Strona teoretyczna prawidłowego opracowywania wykresów, szeroko omawiana w innych publikacjach o podobnym charakterze, jest tu mniej znacząca; stronę praktyczną podporządkowano natomiast potrzebom badań regionalnych – zarówno w postaci publikacji analitycznych zbiorczych, jak i tematycznych uwzględniających region jako jednostkę badawczą.

Przedstawione w dalszej części wykresy zostały zaprezentowanie według celu i zakresu przestrzennego analiz regionalnych. Układ został dostosowany do najczęściej występujących w statystyce publicznej celów prezentacji danych i analiz regionalnych. W opracowaniu pominięto niektóre typy wykresów, nie mające szczególnego zastosowania w statystyce regionalnej. Na potrzeby statystyki regionalnej najczęściej stosowane są wykresy liniowe, słupkowe, powierzchniowe, punktowe i złożone. Te typy wykresów będą przedmiotem dalszych rozważań.

Biorąc pod uwagę przedmiot analizy, w badaniach regionalnych można wyróżnić sześć rodzajów wykresów prezentujących odniesienia przestrzenne. Podział ten został opracowany na podstawie doświadczeń polskiej statystyki publicznej i ma charakter umowny.

**Wykresy opracowane dla danego regionu** – celem analizy jest zbadanie różnych cech regionu traktowanego jako odrębna jednostka administracyjna lub społeczno-gospodarcza. Stosowane są dla różnych poziomów agregacji przestrzennej, często dla stworzenia portretu większych jednostek administracyjnych (w Polsce – województwa).

**Wykresy opracowane dla różnych podziałów przestrzeni**, np. typu miasto-wieś – stosowane są w szczególności w przypadku danych, dla których brak jest informacji na niższych poziomach agregacji przestrzennej, możliwe są do uzyskania natomiast agregaty dla całego kraju w podziale na typy jednostek przestrzennych (w Polsce – podział miasto-wieś, według klasifikacji DEGURBA).

**Wykresy opracowane na potrzeby porównania danego regionu na tle kraju** – dotyczą analiz zjawisk w danym regionie w stosunku do wartości średniej krajowej lub w przypadku jednostek administracyjnych niższego rzędu – również średniej regionalnej, a także analiz skali odchyleń zjawiska od średniej (w Polsce – porównanie województwo-średnia krajowa lub średnia dla krajów UE; powiat/gmina-średnia wojewódzka).

**Wykresy opracowane na potrzeby porównania danego regionu z pozostałym terytorium kraju** – stosowane są, gdy punkt odniesienia stanowi nie średnia krajowa a podział typu dany region-pozostała część kraju z wyłączeniem tego regionu, w zakresie wykresów zbliżony charakterem do wykresów opracowanych dla różnych podziałów przestrzeni (w Polsce np. stolica kraju-pozostała część kraju, główne miasto wojewódzkie/powiatowe-pozostałe jednostki administracyjne w województwie/powiecie).

**Wykresy opracowane na potrzeby porównania międzyregionalnych przy małej liczbie jednostek** (stosowane dla jednostek o większej powierzchni, w liczbie nie przekraczającej zazwyczaj 30 jednostek) – wykorzystywane do analiz zróżnicowania wewnętrznego prze-

strzeni kraju (w Polsce analizy na poziomie regionów, województw lub powiatów w ramach województwa).

**Wykresy opracowane na potrzeby porównań międzyregionalnych przy dużej liczbie jednostek** (stosowane dla jednostek o mniejszej powierzchni, w liczbie przekraczającej około 30 jednostek) – wykorzystywane do analiz zróżnicowania wewnętrznego przestrzeni kraju bez identyfikacji poszczególnych jednostek, dla zobrazowania ogólnego rozkładu zjawiska (w Polsce analizy na poziomie podregionów, powiatów i gmin dla całego kraju).

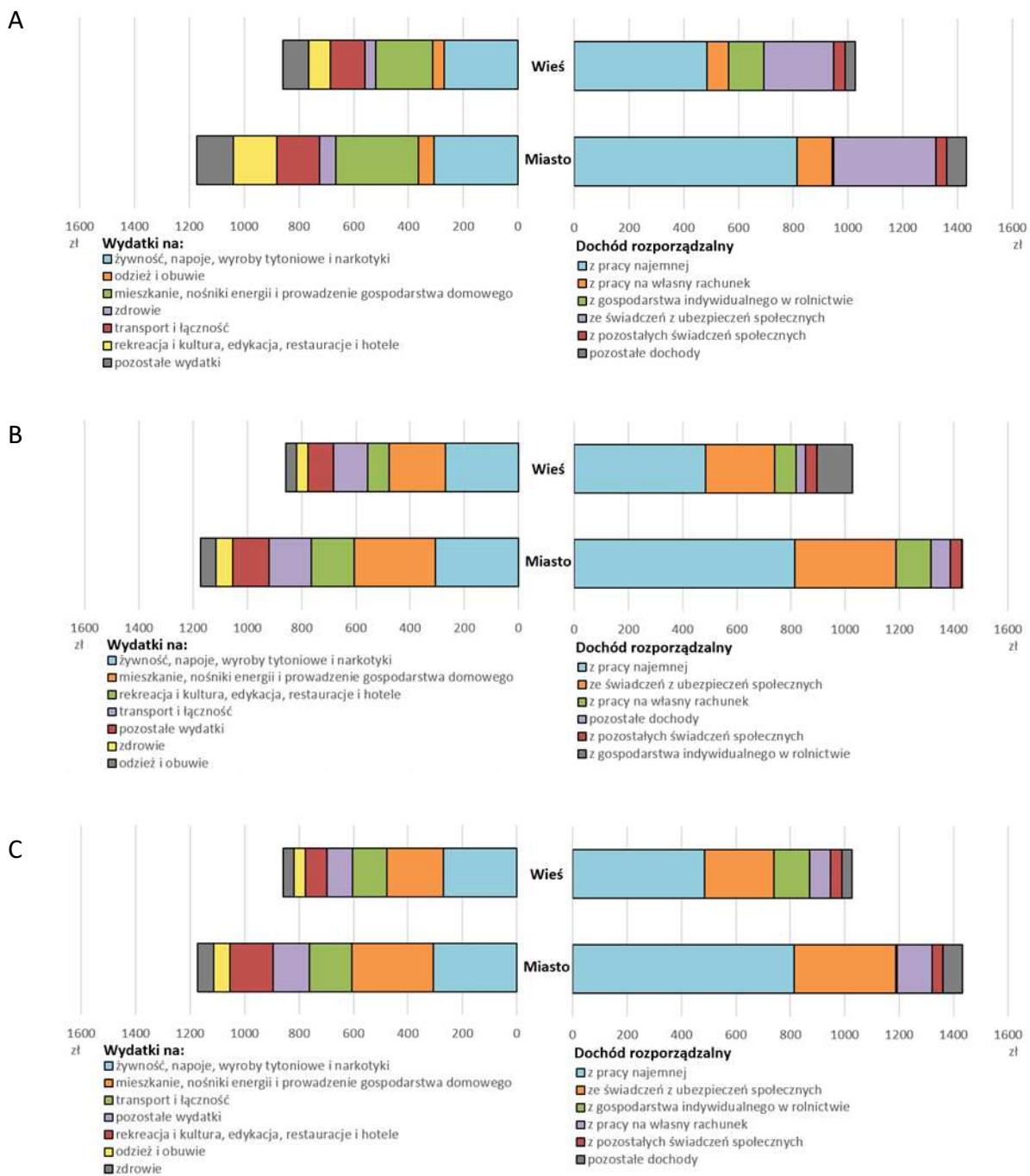
Zamieszczone w rozdziale ilustracje sporządzone zostały na podstawie danych liczbowych pochodzących ze źródeł statystycznych polskiej statystyki publicznej dla Polski ogółem oraz w podziale miasto-wieś, województw, podregionów, powiatów i gmin; każdorazowo zamieszczono źródło danych. Z uwagi na charakter publikacji pominięto uwagi metodyczne, a niektóre dane pogrupowane zostały w sposób zmieniony w stosunku do podziałów stosowanych w statystyce. Wynika to z faktu, że główną uwagę skupiono na formie graficznej prezentacji danych i odniesieniu zastosowanych form do celu potencjalnych analiz regionalnych. Kolorystyka wykresów nie została szczegółowo omówiona w tym rozdziale, ogólne zasady stosowania barwy, nasycenia i tekstuury na wykresach są zbliżone do tych wykorzystywanych dla map statystycznych (zob. rozdział 4).

Wykresy opracowane wyłącznie dla danego regionu nie są przedmiotem zainteresowania niniejszego rozdziału z uwagi na zbieżność możliwych do zastosowania typów wykresów dla jednego regionu z tymi adekwatnymi dla kraju ogółem.

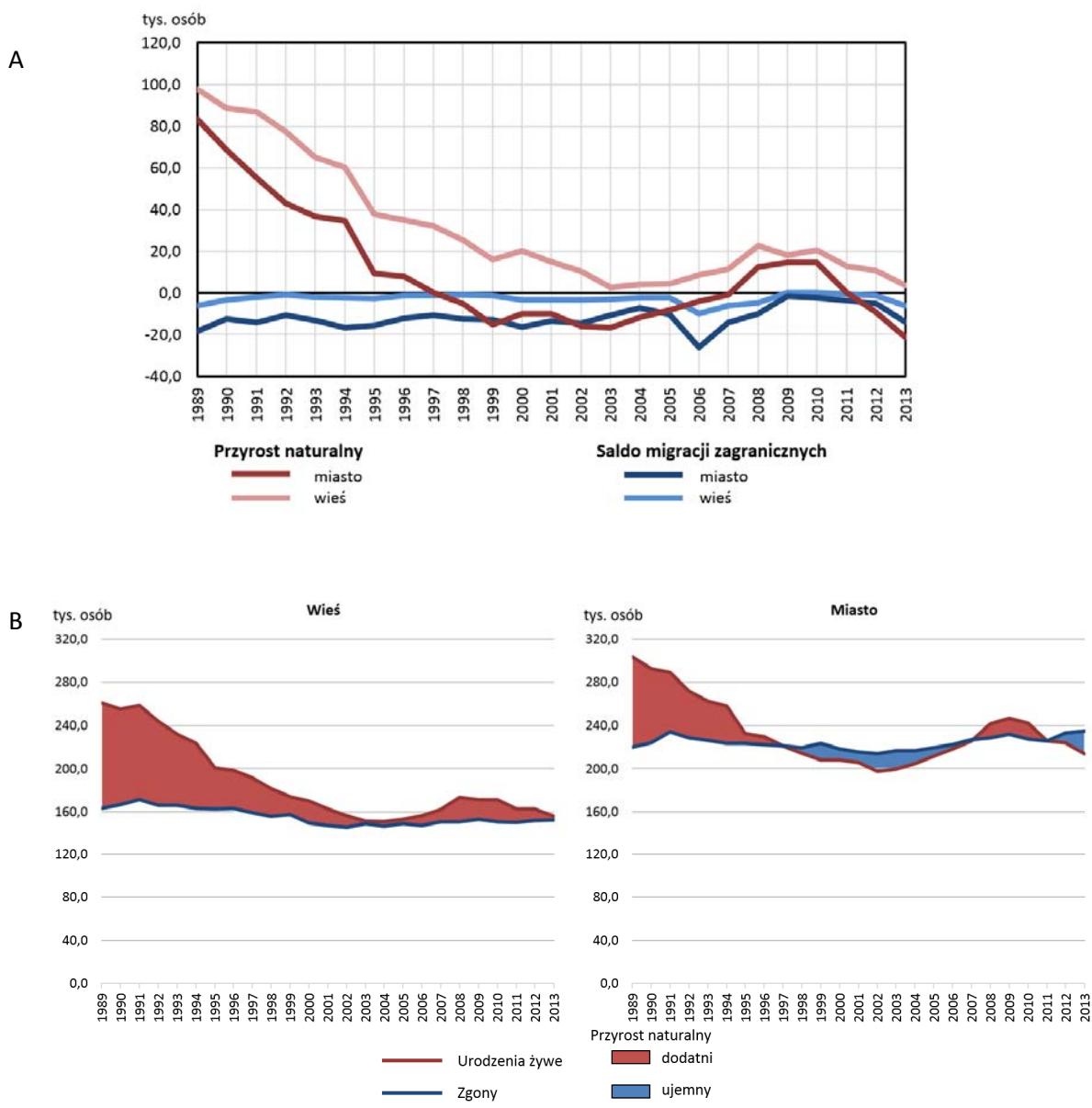
### **2.3.1. Wykresy opracowane dla różnych podziałów przestrzeni**

W pierwszej kolejności omówione zostały wykresy stosowane do przedstawienia podziałów przestrzeni kraju na kilka typów (zob. ryc. 2.2-2.4). Ryc. 2.2. przedstawia na wykresie słupkowym strukturę dochodów i wydatków gospodarstw domowych w dydaktycznym podziale miasto-wieś. W tym przypadku możliwe do zobrazowania byłyby również zjawiska takie jak: powierzchnia i liczba ludności, liczba miejsc noclegowych według typu i liczba udzielonych noclegów według kraju pochodzenia.

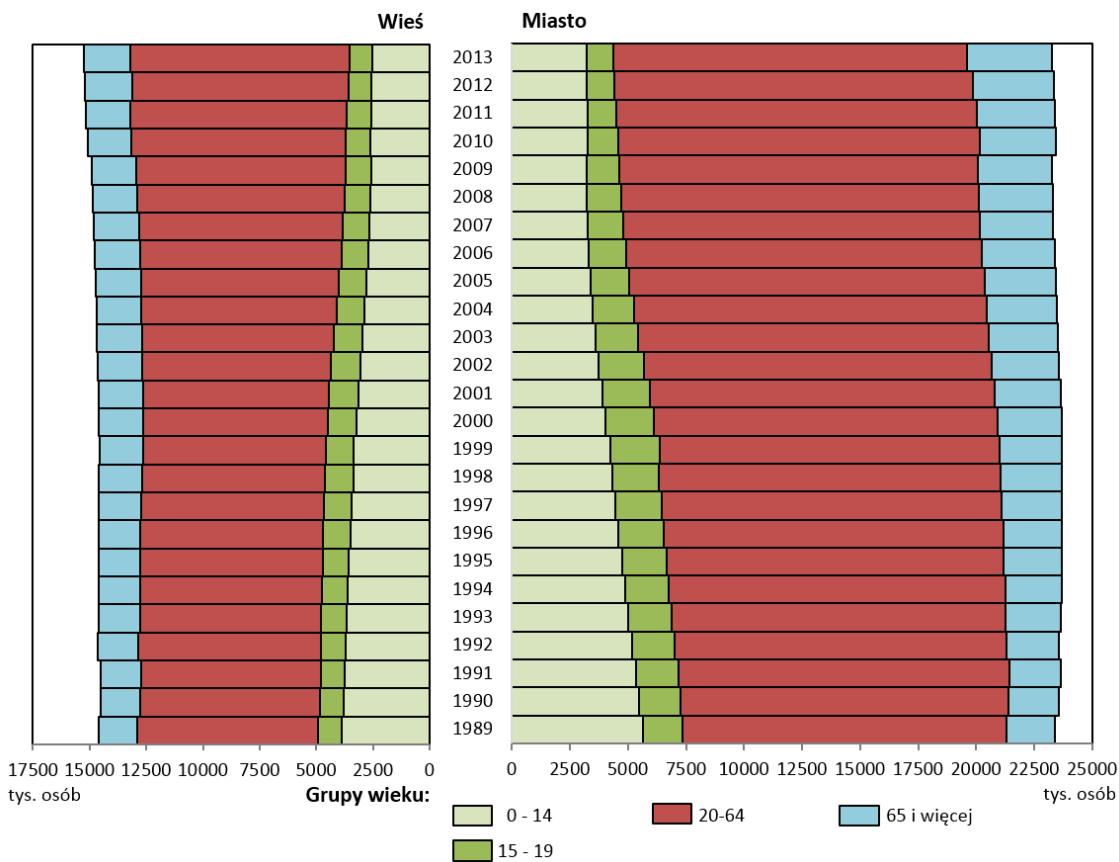
Rycina 2.3 i 2.4 przedstawiają również podział miasto-wieś dla zobrazowania sytuacji demograficznej. Wykres 2.3 reprezentuje typ wykresu liniowego przedstawiającego tendencje związane ze zmianą liczby ludności na podstawie zmian w przyroście naturalnym i migracjach zagranicznych. Wykresy opisujące zmiany zjawiska o charakterze przepływów mogą być prezentowane dodatkowe z uwzględnieniem salda zmian (ryc. 2.3 B); oprócz sytuacji demograficznej mogą opisywać przyjęcia do pracy i zwolnienia z pracy, napływ do bezrobocia i odpływ liczby bezrobotnych. Z kolei ryc. 2.4 stanowi przykład wykresu słupkowego strukturalnego.



Ryc. 2.2. Struktura przeciętnego miesięcznego dochodu rozporządzalnego oraz wydatków na 1 osobę w gospodarstwach domowych w 2012 r.: A – kolejność zgodnie z przyjętymi kategoriami dochodów i wydatków; B – sortowanie według wartości dochodów i wydatków w miastach; C – sortowanie według wartości dochodów i wydatków na wsi (opracowanie własne na podstawie *Budżety gospodarstw domowych w 2012 r. Informacje i opracowania statystyczne*, Główny Urząd Statystyczny, Warszawa 2013).



Ryc. 2.3. Ruch naturalny i migracje zagraniczne ludności w latach 1989-2013 A – wykres liniowy; B – wykres liniowy z zaznaczonym saldem (opracowanie własne na podstawie danych GUS: *Struktura ludności do 2013 r.*; <http://stat.gov.pl/obszary-tematyczne/ludnosc/ludnosc/struktura-ludnosci-do-2013-r-,16,1.html>).

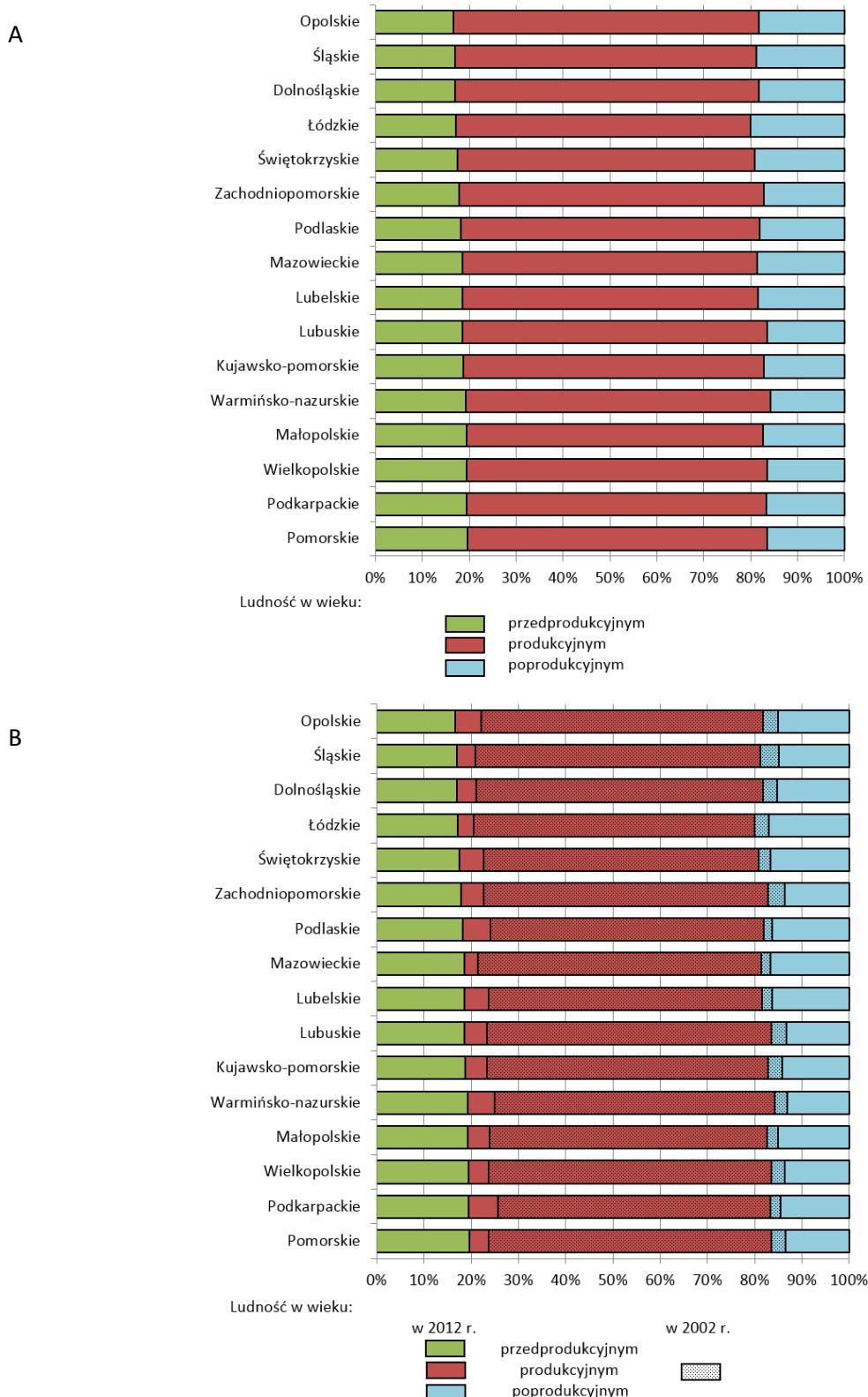


Ryc. 2.4. Zmiany struktury wiekowej ludności w latach 1989-2013 (opracowanie własne na podstawie danych GUS: *Struktura ludności do 2013 r.*; <http://stat.gov.pl/obszary-tematyczne/ludnosc/ludnosc/struktura-ludnosci-do-2013-r-,16,1.html>).

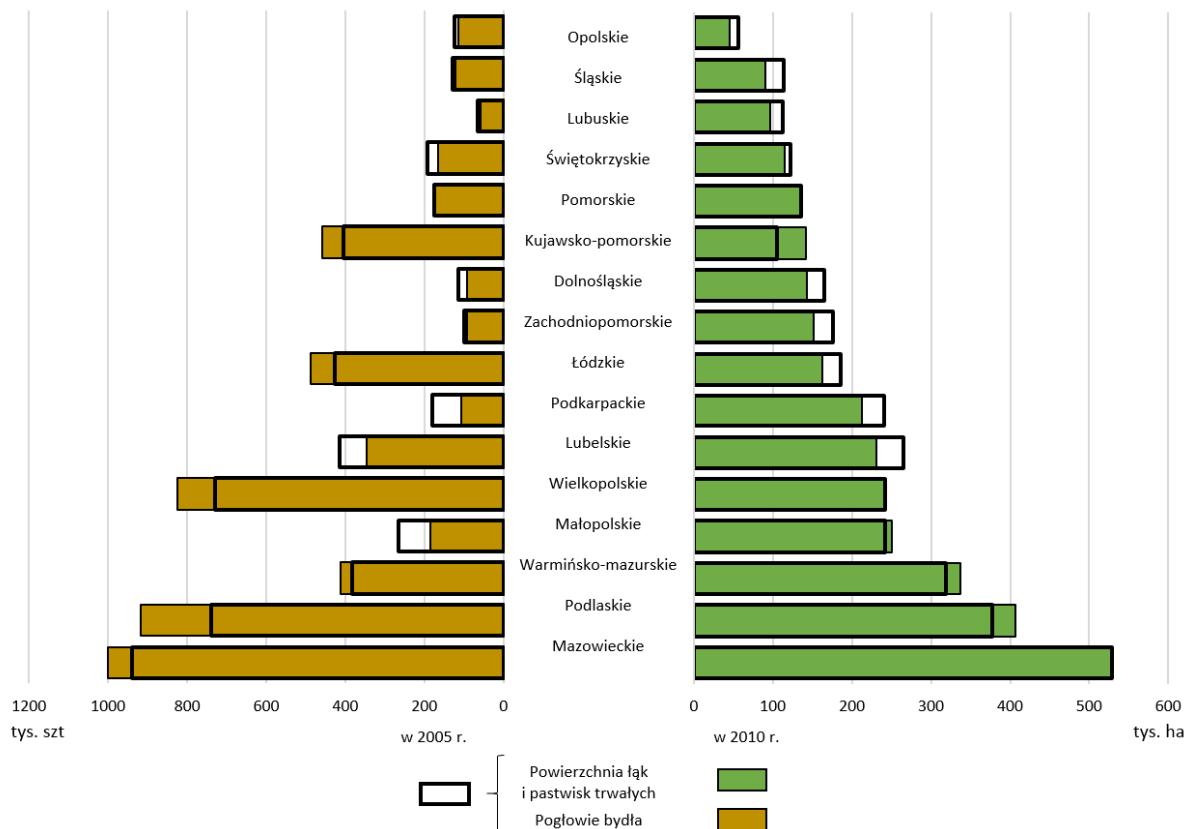
### 2.3.2. Wykresy opracowane na potrzeby porównań międzyregionalnych przy małej liczbie jednostek

Wykresy opracowane na potrzeby porównań międzyregionalnych, jak wskazano wcześniej, stosowane są dla jednostek przestrzennych w liczbie nie przekraczającej zazwyczaj 30 jednostek. Wynika to konieczności zachowania przejrzystości wykresu (ryc. 2.5-2.9). Wykresy te mogą być zastosowane do rankingowania poszczególnych regionów. Zastosowano tu wykresy słupkowe, powierzchniowe oraz odmianę wykresów punktowych, tj. wykresy bąbelkowe.

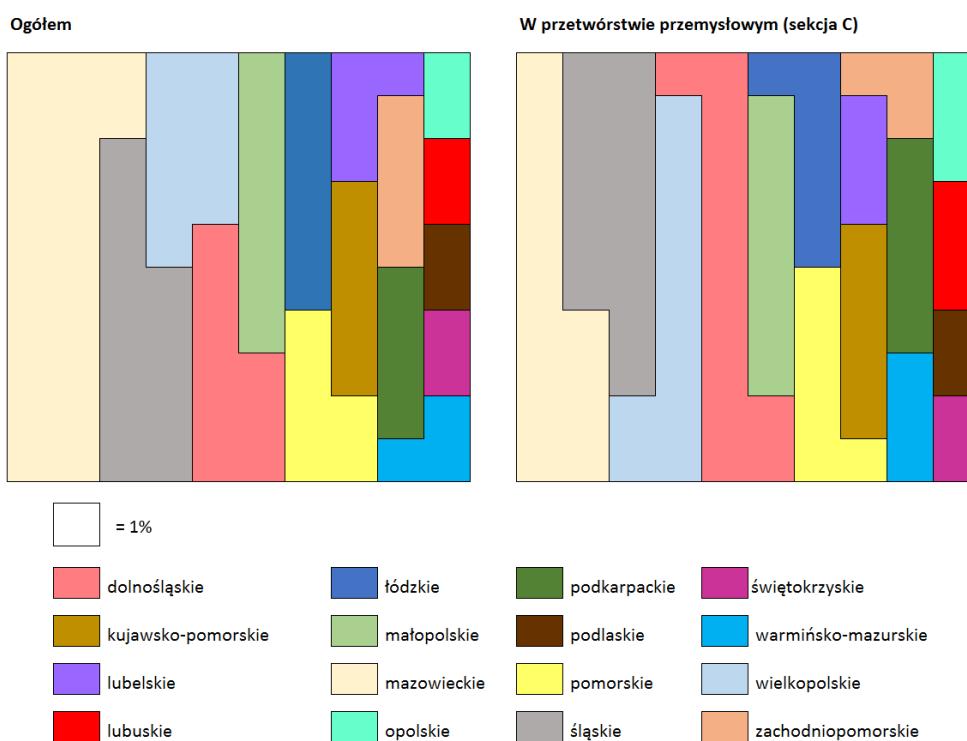
Wykres słupkowy zastosowany na rycinie 2.6 pozwala na zaprezentowanie dwóch zjawisk, jednego odnoszącego się do liczebności, a drugiego – do powierzchni, co pośrednio pozwala na określenie stopnia zagęszczenia zjawiska. Wykresy bąbelkowe są istotne z uwagi na możliwość przedstawienia trzech wymiarów jednego zjawiska, zarówno w ujęciu statycznym jak i dynamicznym (ryc. 2.8 i 2.9). Ryc. 2.7 może być wykorzystywana do określania roli poszczególnych regionów w kształtowaniu danego zjawiska, czyli porównania struktur powstały na bazie szeregów geograficznych (struktura pionowa).



Ryc. 2.5. Struktura ludności według grup wieku A – w układzie statycznym w 2012 r. B – w układzie dynamicznym w 2002 i 2012 r. (opracowanie własne na podstawie danych z Banku Danych Lokalnych GUS: stan ludności i prognozy w województwach).

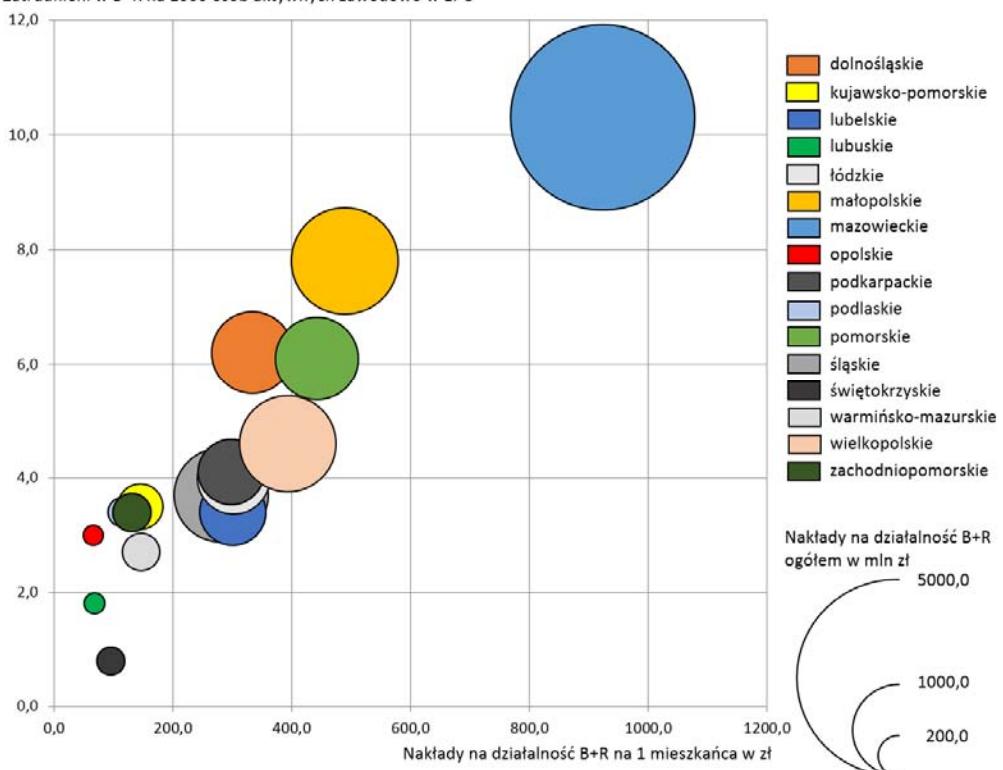


Ryc. 2.6. Pogłowie bydła oraz powierzchnia łąk i pastwisk trwałych w 2005 i 2010 r. (opracowanie własne na podstawie danych z Banku Danych Lokalnych GUS: użytkowanie gruntów w województwach oraz pogłowie zwierząt w województwach).



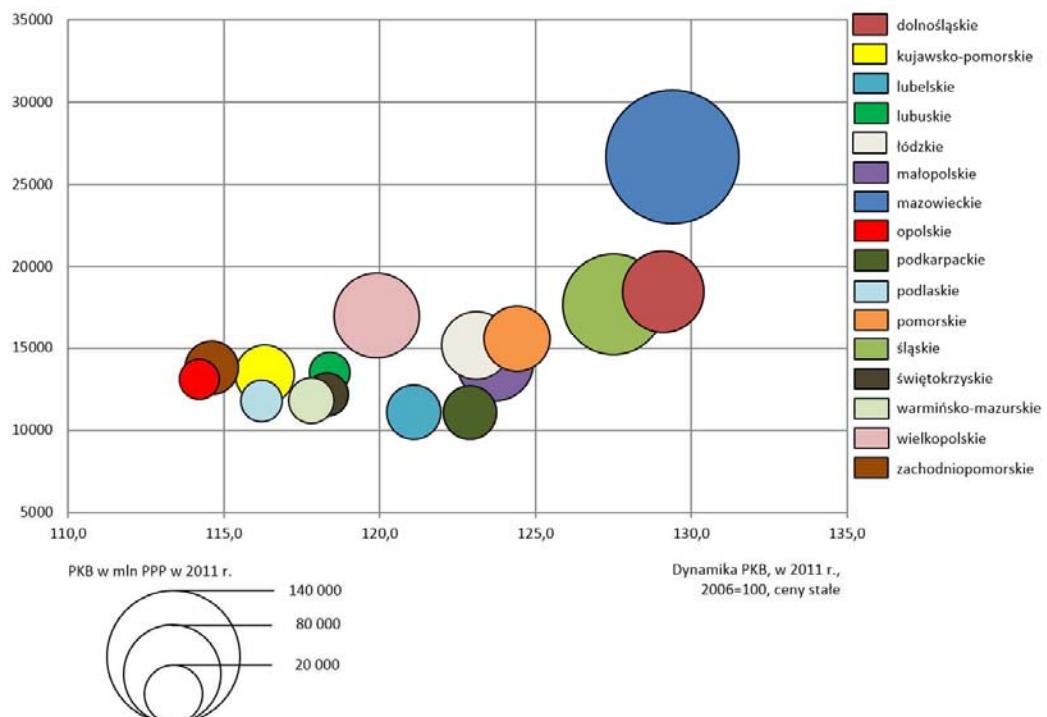
Ryc. 2.7. Udział województw w tworzeniu wartości dodanej brutto w 2011 r. (opracowanie własne na podstawie danych z Banku Danych Lokalnych GUS: wartość dodana brutto (ceny bieżące) – PKD 2007 w województwach).

Zatrudnieni w B+R na 1000 osób aktywnych zawodowo w EPC



Ryc. 2.8. Działalność badawczo-rozwojowa w województwach w 2012 r.  
(opracowanie własne na podstawie danych z Banku Danych Lokalnych GUS:  
działalność badawczo-rozwojowa w województwach).

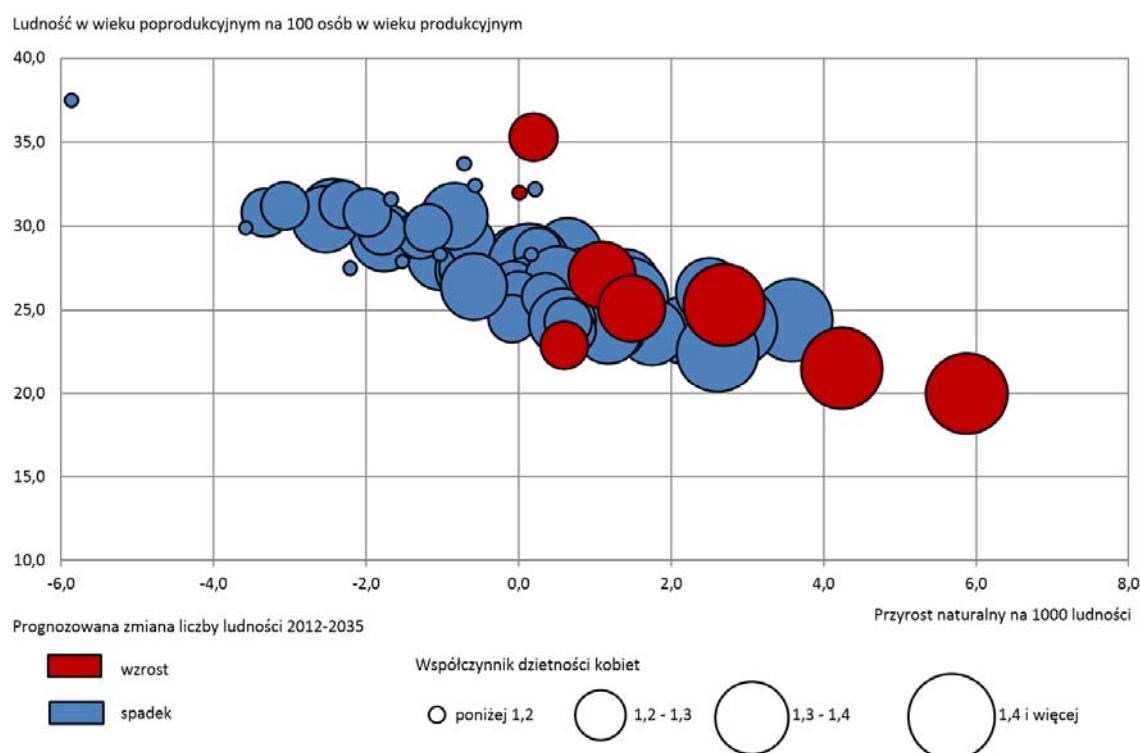
PKB na 1 mieszkańca  
w 2011 r., PPP



Ryc. 2.9. Produkt krajowy brutto w 2011 r.  
(pracowanie własne na podstawie danych Eurostatu).

### **2.3.3. Wykresy opracowane na potrzeby porównań międzyregionalnych przy dużej liczbie jednostek**

Wykresy opracowane na potrzeby porównań międzyregionalnych przy dużej liczbie jednostek wykorzystywane są często do zobrazowania rozkładu danego zjawiska i wyodrębnienia pewnych prawidłowości zgodnie z wykorzystanymi podziałami dla różnych struktur (ryc. 2.10-2.11). Wykresy takie mogą być pomocne w samej analizie danych regionalnych, niekoniecznie wykorzystywane są w celach publikacyjnych.



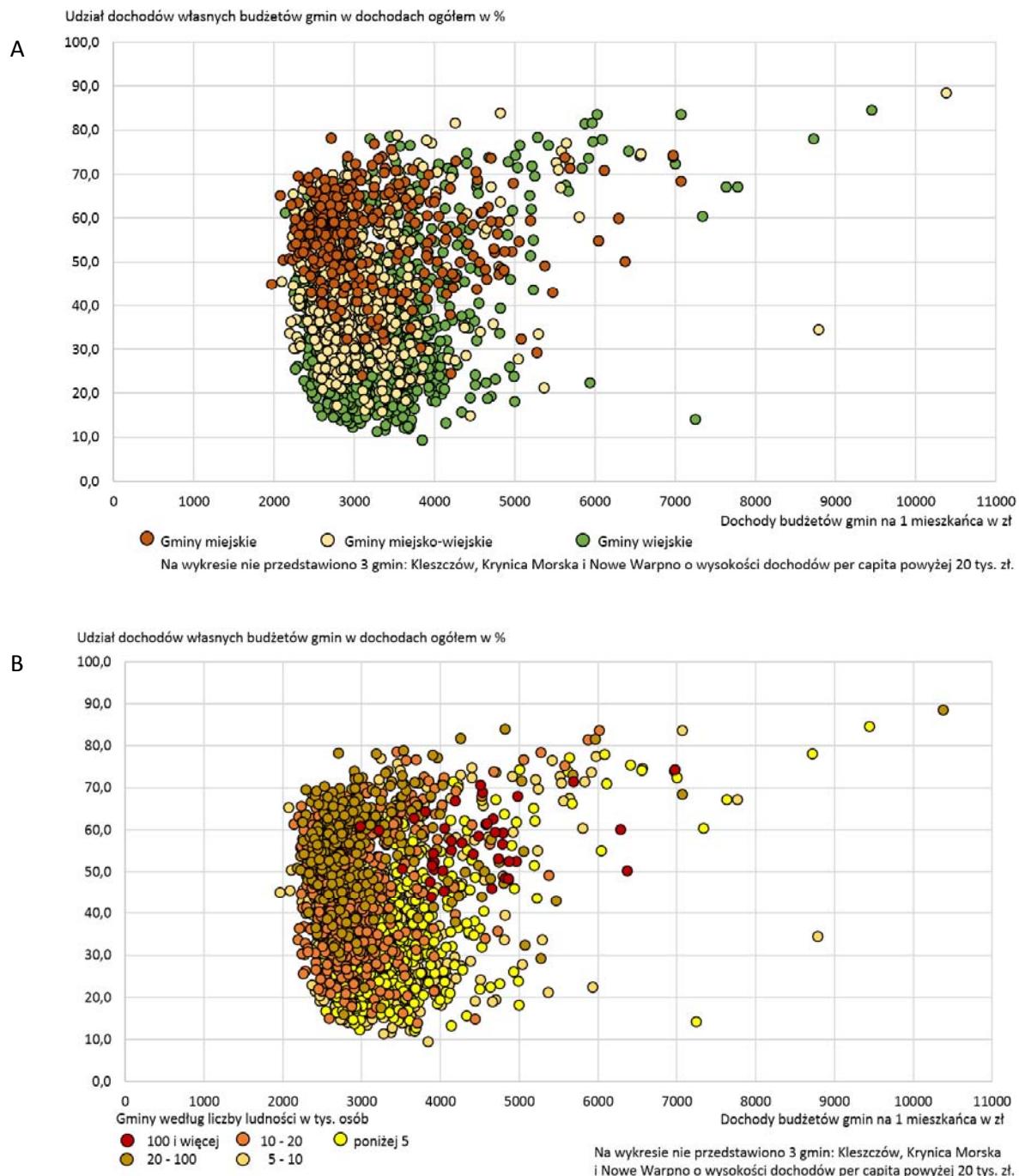
Ryc. 2.10. Sytuacja demograficzna w podregionach w 2012 r.  
(opracowanie własne na podstawie danych z Banku Danych Lokalnych GUS:  
stan ludności i prognozy oraz urodzenia i zgony).

### **2.3.4. Wykresy przedstawiające wartości średnich i różnic od średniej**

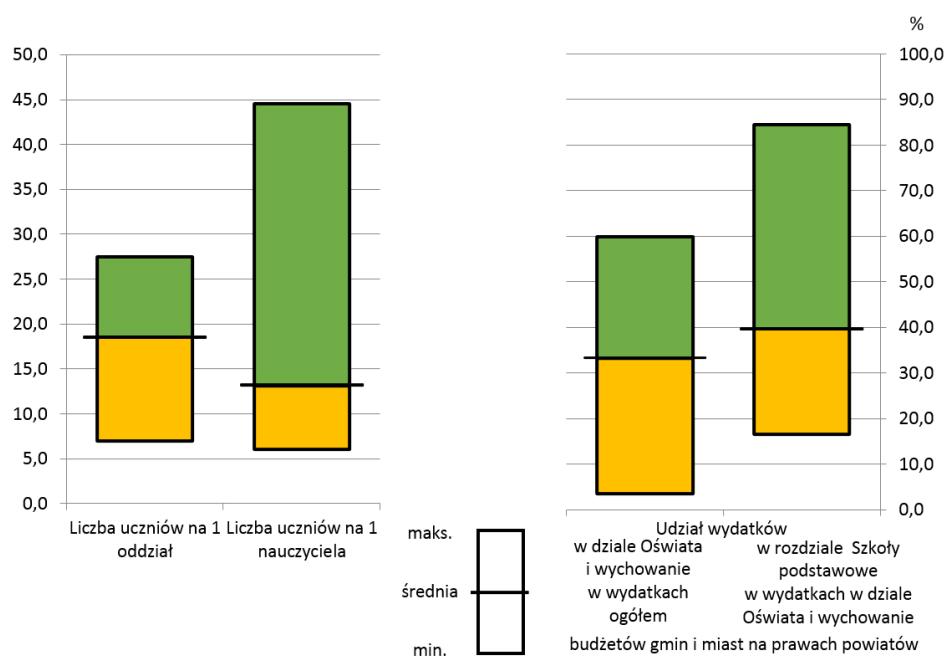
Wykresy przedstawiające wartości średnich i różnic od średniej mogą stanowić dodatkowy element wykresów strukturalnych, liniowych, jak i punktowych, uzupełniających podstawowe informacje charakteryzujące zbiorowość (np. ryc. 2.16). Zaznaczając wartość przeciętną w postaci linii przecinającej wykres, uzyskujemy obraz stopnia rozproszenia poszczególnych wielkości zbiorowości oraz informację o tym, które z wartości są niższe, a które wyższe od średniej.

Wykresy tego typu mogą też być oddzielnymi wykresami przedstawiającymi różnice między wartościami indywidualnymi a wartością przeciętną zbioru, dzięki którym użytkownik otrzymuje informacje o rozkładzie zjawiska, wartości przeciętnej oraz o wartościach ekstremalnych (ryc. 2.12 i 2.13). Doskonałym uzupełnieniem tego typu wykresów będzie mapa statystyczna.

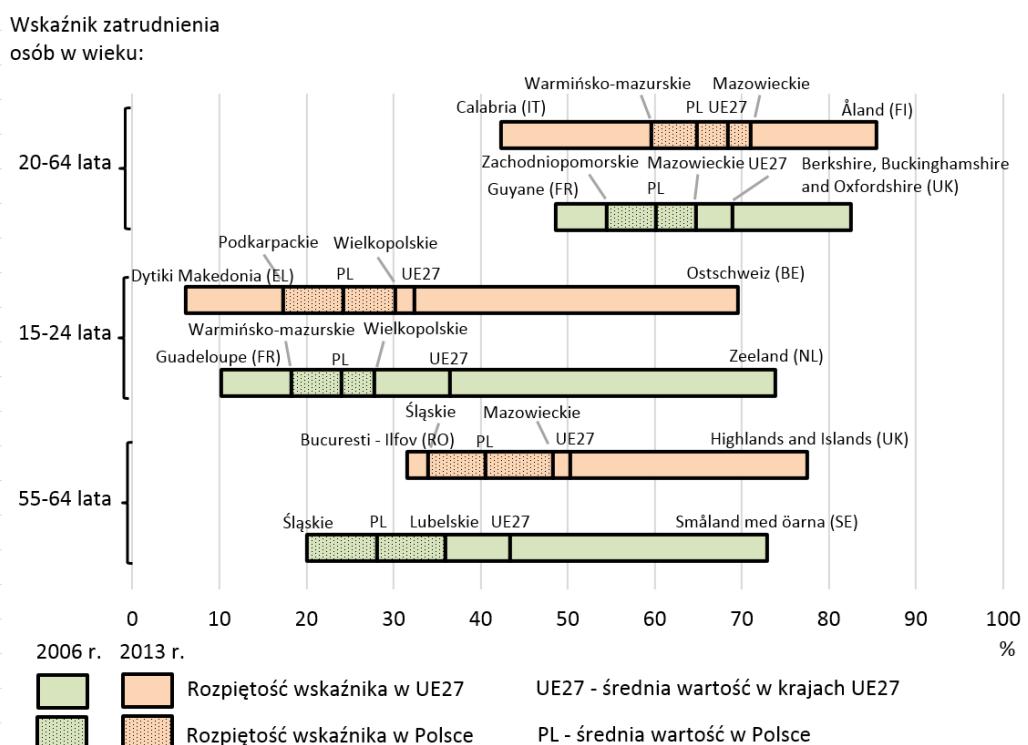
W przypadku gdy głównym punktem analizy jest porównanie wartości konkretnego regionu na tle kraju użyteczne w tym zakresie będą wykresy obejmujące szeregi dynamiczne i strukturalne, przedstawione na rycinach 2.14 i 2.15. Na tych wykresach wartości dla danego regionu i regionu stanowiącego punkt odniesienia zaznaczane są odrębnymi kolorami.



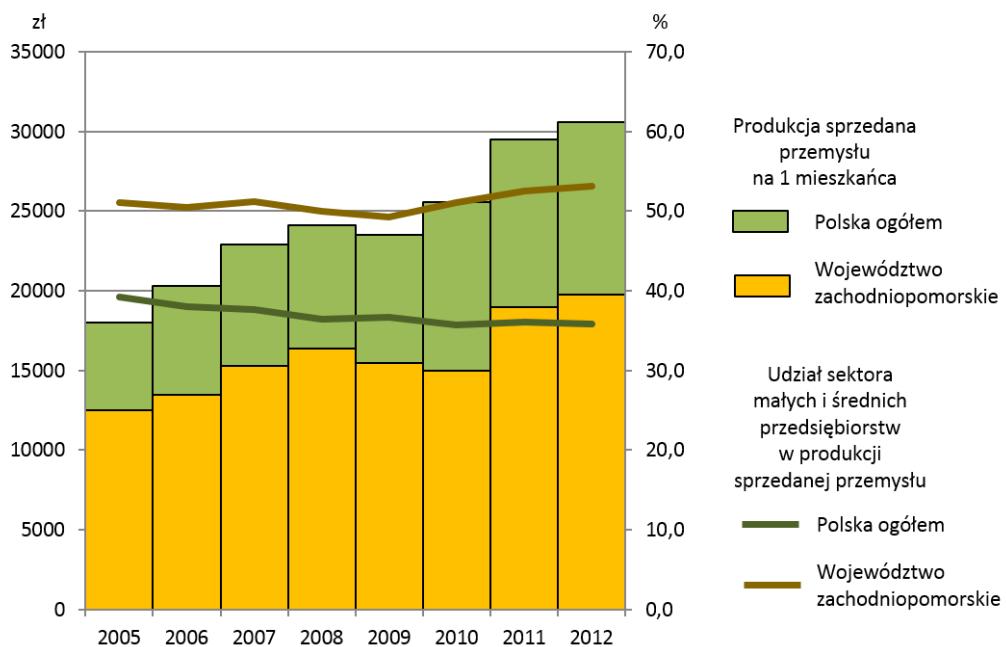
Ryc. 2.11. Dochody budżetów gmin w 2012 r. (opracowanie własne na podstawie danych z Banku Danych Lokalnych GUS: dochody budżetów gmin i miast na prawach powiatu).



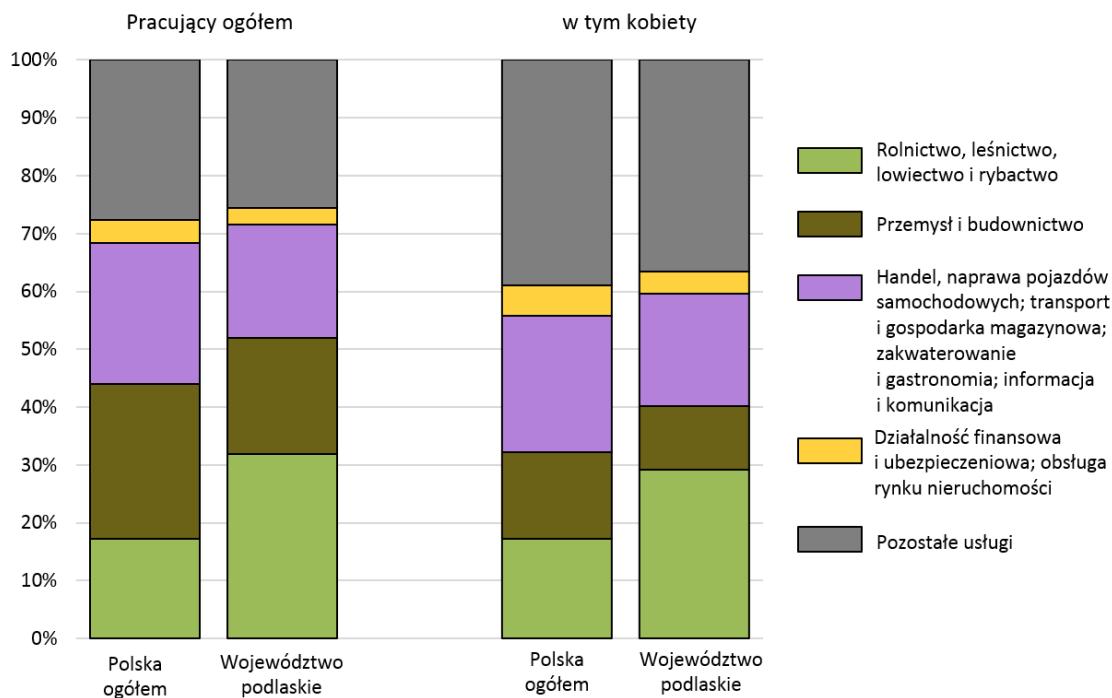
Ryc. 2.12. Wybrane charakterystyki szkolnictwa podstawowego w 2012 r.  
(opracowanie własne na podstawie danych z Banku Danych Lokalnych GUS:  
szkolnictwo podstawowe oraz wydatki budżetów gmin i miast na prawach powiatu).



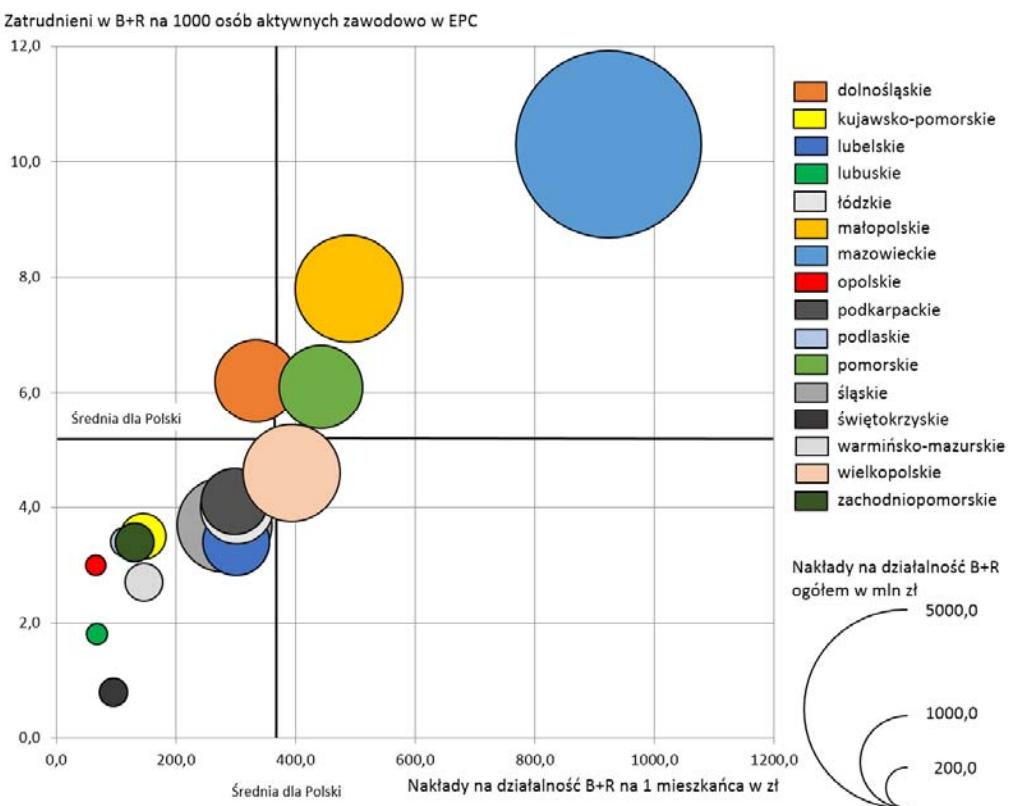
Ryc. 2.13. Zróżnicowanie wskaźnika zatrudnienia w krajach Unii Europejskiej w 2006 i 2013 r.  
(opracowanie własne na podstawie danych Eurostatu).



Ryc. 2.14. Produkcja sprzedana przemysłu w latach 2005-2012  
(opracowanie własne na podstawie danych z Banku Danych Lokalnych GUS:  
przemysł i budownictwo – produkcja sprzedana).



Ryc. 2.15. Struktura pracujących według grup sekcji w 2012 r.  
(opracowanie własne na podstawie danych z Banku Danych Lokalnych GUS:  
pracujący, zatrudnieni i przeciętne zatrudnienie według PKD 2007).



Ryc. 2.16. Działalność badawczo-rozwojowa w województwach w 2012 r. (opracowanie własne na podstawie danych z Banku Danych Lokalnych GUS: działalność badawczo-rozwojowa).

#### 2.4. Zasady opracowywania wykresów

Nie można objąć sztuki tworzenia wykresów pełnym spisem zasad ich tworzenia i wykorzystania. Można jednak podjąć próbę usystematyzowania uniwersalnych dobrych praktyk w zakresie opracowywania wykresów, przeznaczonych do wizualizacji danych regionalnych i nie tylko. Najważniejsze zasady i dobre praktyki w zakresie opracowywania wykresów statystycznych zostały przedstawione w tab. 2.1.

Tab. 2.1 Wybrane zasady tworzenia wykresów statystycznych.

Zasady ogólne
<ul style="list-style-type: none"> <li>• wykresy powinny charakteryzować się prostą budową, atrakcyjną formą i zwięzłym, czytelnym opisem;</li> <li>• wykresy powinny współgrać z pozostałą treścią publikacji, tekstem i mapami, uzupełniać ją, a nie powielać;</li> <li>• wykresy powinny przedstawiać informacje jasno i precyzyjnie; nie wprowadzając w błąd użytkownika danych.</li> </ul>

### Zasady dotyczące treści

- osie powinny zawierać opis jednostki prezentacji;
- tytuł wykresu powinien w sposób jednoznaczny definiować przedmiot wykresu, w przypadku wykresów złożonych tytuł może mieć charakter ogólny, przy czym opis poszczególnych osi powinien uzupełniać właściwą treść;
- naniesienie treści wykresu bezpośrednio na obszar wykresu (np. na wykresie liniowym) pozwala na minimalizację zawartości legendy.

### Zasady dotyczące formy

- należy odpowiednio dobrać formę wykresu do przedstawianego szeregu statystycznego, np. wykresy liniowe stosowane są do prezentacji przebiegu zjawiska w czasie;
- nie zaleca się stosowania wykresów trójwymiarowych;
- liczba elementów przy prezentowaniu struktury nie może być zbyt wielka; liczebność struktury powinna być ograniczona czytelnością przekazu; zaleca się wyodrębnienie 5-7 elementów struktury; próg widoczności można rozszerzać poprzez wprowadzenie dodatkowego podziału części wykresu w skali większej od skali wykresu głównego;
- w przypadku braku kompletności zestawu danych dla następujących po sobie momentów i okresów, tworzących lukę w szeregu, okresy te zaznaczamy przerywana linią, obowiązuje zasada proporcjonalnego podziału osi czasu na wykresach dynamicznych, aby przebieg linii dynamiki odpowiadał rzeczywistym zmianom wartości;
- wykresy biegunowe stosowane są do przedstawienia zmian wartości zjawiska w zamkniętym cyklu czasu, aby podkreślić jego cykliczność (miesięczną, kwartalną, roczną), dla przedstawienia różnicowań regionalnych są niezalecane;
- ze względu na czytelność wykresu nie zaleca się stosowania na jednym wykresie więcej niż 3 szeregów słupków dla wykresów dynamicznych.

### Zasady dotyczące kolorystyki

- nie zaleca się używania zbyt wielu kolorów lub typów szrafów;
- nie zaleca się stosowania automatycznej kolorystyki dostępnej w MS Excel, pomocą w zakresie doboru barw może służyć portal [www.colorbrewer2.org](http://www.colorbrewer2.org).

### Pozostałe zasady

- można wyróżnić jeden z elementów wykresu (np. poprzez zmianę barwy lub tekstu), na który chcemy zwrócić uwagę czytelnika;
- jeśli szereg oparty jest na cechach niemierzalnych należy przyjąć zasady porządkowania kolejności elementów zbiorowości (najczęściej zgodnie z klasyfikacją), zapewnia to jednolitość ujęcia danych we wszystkich publikacjach statystycznych; niekiedy stosuje się porządkowanie części składowych wykresów pod względem liczebności elementów zbiorowości, od największego do najmniejszego, według wielkości jednego z szeregów, aby ułatwić porównywanie danych.

Przedstawione metody prezentacji danych w postaci wykresów nie wyczerpują wszystkich metod, stanowią wybór najczęściej stosowanych i najbardziej użytecznych w badaniach regionalnych. Przykłady wykresów zostały opracowane z myślą o ich publikowaniu

w formie papierowej lub elektronicznej. Obecnie zaznacza się tendencja odchodzenia od statycznych wizualizacji danych w kierunku dynamicznych. Mogą być one interaktywne (gdzie użytkownik może zmieniać grafikę według własnego pomysłu) lub dynamiczne (pokazujące zmiany w czasie). Jednak tradycyjne ujęcie graficznej prezentacji danych wciąż jest ważnym elementem prac w statystyce publicznej, ponieważ wielu użytkowników przedkłada gotowe publikacje nad internetowe formy prezentacji danych.

Zamierzeniem niniejszego rozdziału było zainspirowanie do eksperymentowania z wykresami, ich formą, treścią i barwą w ramach dostępnego oprogramowania w celu urozmaicenia oferty statystyki regionalnej, przy zachowaniu wszelkich zasad poprawności budowy wykresów, ich przejrzystości i jasności przekazu. Jednocześnie, w przypadku braku odpowiedniego wykresu z dostępnych obecnie opcji, należy zachęcić do tworzenia nowych form przekazu graficznego danych; z zastrzeżeniem, że w niektórych sytuacjach tradycyjne i utrwalone formy przekazu są bardziej odpowiednie, z uwagi na możliwości ich odbioru przez użytkownika.

Podsumowując, do przygotowania wysokiej jakości publikacji regionalnych potrzebne jest harmonijne współistnienie zarówno tekstu, tabel, jak i graficznych form prezentacji danych, w tym wykresów. Wykresy w statystyce regionalnej stanowią jedynie istotne wzbogacenie publikacji analitycznych; a ich prostota przekazu jest rzetelnym źródłem informacji, jak i użytecznym narzędziem do podejmowania decyzji w zarządzaniu regionami na poziomie krajowym, regionalnym, jak i lokalnym.

#### **Literatura:**

Chen Ch., Härdle W., Unwin A. (red.) (2007): *Handbook of Data Visualisation*. Springer Handbooks of Computational Statistics. Berlin, Heidelberg: Springer-Verlag.

Friendly M. (2008): *The Golden Age of Statistical Graphics*. Statistical Science, vol. 23, no. 4, s. 502-535.

Friendly M., Sigal M., Harnanansingh D. (2013): *The Milestone Project: A Database for the History of Data Visualization*. <http://datavis.ca/papers/MilestonesProject.pdf>.

Górcka M. (2006): *Statystyka dla studentów geografii. Wybrane zagadnienia*. Słupsk: Pomorska Akademia Pedagogiczna w Słupsku.

*History of Graphic Design*. [www.historygraphicdesign.com](http://www.historygraphicdesign.com).

Kennedy D. (2007): *Research Paper: Data Visualisation*. Belconnen: Australian Bureau of Statistics.

Kocimowski K., Kwiatek J. (1977): *Wykresy i mapy statystyczne*. Warszawa: Główny Urząd Statystyczny.

Kończak G. (2014): *Rola graficznych prezentacji danych w popularyzacji statystyki*. Wiadomości statystyczne, 2014, nr 7, s. 49-60.

Makać W., Urbanek-Krzysztofiak D. (1995): *Metody opisu statystycznego*. Gdańsk: Wydawnictwo Uniwersytetu Gdańskiego.

*Making Data Meaningful. Part 2: A guide to presenting statistics* (2009). Geneva: United Nations Economic Commission for Europe,  
[http://www.unece.org/fileadmin/DAM/stats/documents/writing/MDM\\_Part2\\_English.pdf](http://www.unece.org/fileadmin/DAM/stats/documents/writing/MDM_Part2_English.pdf).

Minter E., Michaud M. (2003): *Using Graphics to Report Evaluation Results*. University of Wisconsin-Extension, <http://learningstore.uwex.edu/Assets/pdfs/G3658-13.pdf>.

Ratajski L. (1989): *Metodyka kartografii społeczno-gospodarczej*. Warszawa: Państwowe Przedsiębiorstwo Wydawnictw Kartograficznych im. Eugeniusza Romera.

*Using Graphs and Charts to Illustrate Quantitative Data* (2008) Evaluation Briefs, July 2008, no. 12, s. 1-2, <http://www.cdc.gov/healthyyouth/evaluation/pdf/brief12.pdf>.

### **3. Zastosowanie GIS w statystyce publicznej na przykładzie systemu statystycznego w Polsce**

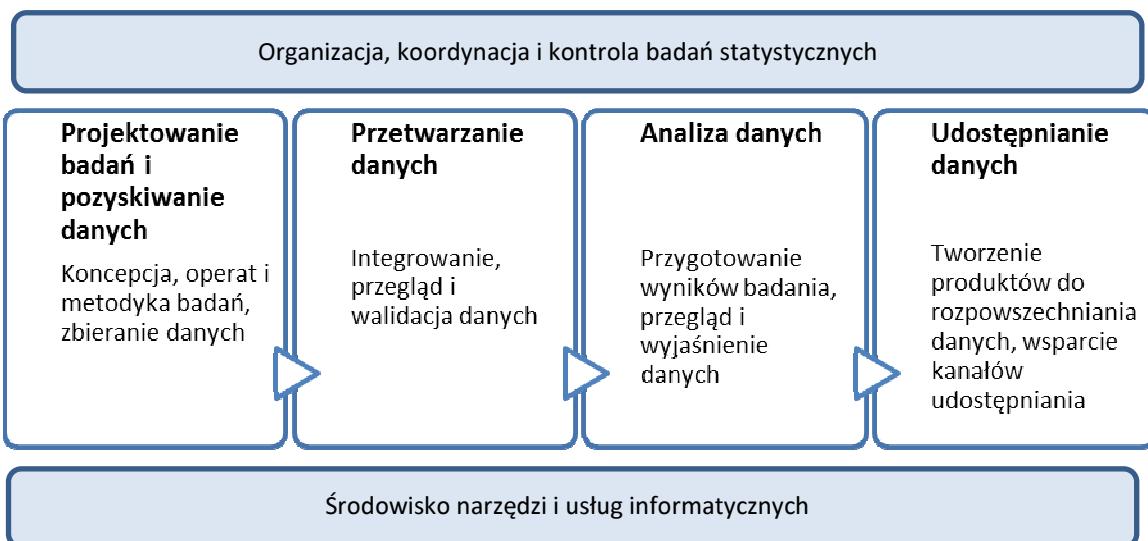
Rozwój w sferze społecznej, przestrzennej i gospodarczej kształtuje się w Polsce na 3 poziomach zarządzania – krajowym, regionalnym (16 województw) oraz lokalnym (379 powiatów i 2479 gmin). Kluczowym aspektem w zarządzeniu rozwojem regionalnym oraz lokalnym jest dostęp do informacji, w szczególności na poziomach pozwalających na analizy zróżnicowań międzyregionalnych. Jednocześnie, w celu gromadzenia danych na poziomie regionalnym, wykorzystanie Geograficznych Systemów Informacyjnych (GIS, Geographic Information Systems) w statystyce publicznej jest kluczowym czynnikiem zapewniającym optymalizację nakładów do uzyskania wymaganych efektów w postaci wysokiej jakości danych na szczegółowych poziomach terytorialnych, w miarę możliwości o szerokim zakresie tematycznym.

Pojawienie się technologii informatycznych i upowszechnienie technologii GIS stworzyło zupełnie nową jakość dostępu do informacji przestrzennej i zarządzania zasobami przestrzeni. Najistotniejszymi walorami tych systemów jest łatwość w gromadzeniu, aktualizowaniu, przetwarzaniu i udostępnianiu informacji przestrzennej oraz wzajemne powiązanie wielu typów informacji (graficznej i opisowej) w jednym środowisku pracy. Technologie te są obecnie szeroko rozpowszechnione na świecie, a w Europie ich znaczenie zostało podniesione dodatkowo przez podjęcie szeroko zakrojonych działań pod auspicjami Komisji Europejskiej (m.in. ustanowienie Dyrektywy INSPIRE) oraz służb statystycznych Eurostatu (np. działania grupy GISCO).

Specyfika systemów GIS, tj. połączenie zasobów informacji w postaci baz danych o obiektach i zjawiskach i możliwość ich przetwarzania za pomocą określonego oprogramowania, z wizualizacją przestrzennej lokalizacji obiektów, powoduje coraz powszechniejsze wykorzystanie narzędzi informatycznych w zarządzaniu zasobami przestrzeni geograficznej. W Polsce upowszechnienie systemów GIS w administracji publicznej w pierwszej fazie nastąpiło w obszarze geodezji i kartografii; z głównym produktem udostępnianym użytkownikom zewnętrznym on-line w postaci geoportalu ([geoportal.gov.pl](http://geoportal.gov.pl) w polskiej i angielskiej wersji językowej). Następnie w działaniach związanych z planowaniem przestrzennym i zarządzaniem zasobami środowiska (np. portal [geoserwis.gdos.gov.pl](http://geoserwis.gdos.gov.pl) w polskiej wersji językowej). Dane przestrzenne udostępniane są przede wszystkim za pośrednictwem tzw. geoportali (urzędowych lub komercyjnych) i obejmują poza metadanymi, w zależności od typu geoportalu i zakresu tematycznego m.in. ortofotomapy, mapy topograficzne i dane tematyczne.

Zastosowanie GIS i informacji geoprzestrzennej w statystyce publicznej staje się w ostatnim dziesięcioleciu kamieniem milowym w rozwoju szeroko rozumianej statystyki regionalnej. Wykorzystanie nowoczesnych technologii informatycznych pozwala na wyeliminowanie czasochłonnych działań związanych z przypisaniem danej jednostki sprawozdawczej lub osoby do konkretnego regionu na podstawie adresu, na rzecz zastosowania współrzędnych geograficznych x,y do identyfikacji lokalizacji podmiotu badania. Zmniejsza to pracochłonność działań związanych z aktualizacją podziałów terytorialnych (w szczególności administracyjnych) oraz pozwala na zachowanie elastyczności w wykorzystaniu tzw. podziałów wtórnych przyjętych przez użytkownika. Skorzystanie ze wszystkich zalet płynących z informacji przestrzennej wymaga dostosowania systemu badań statystycznych, zarówno w warstwie organizacyjnej, merytorycznej, jak i informatycznej; co jest długotrwałym i złożonym procesem. Problematyka związana z systemami GIS została szczegółowo omówiona w rozdziale 5.

Stawianie coraz większych wymagań informacyjnych przed statystyką publiczną zarówno pod względem ilościowym, jak i jakościowym, wymusiło w ostatnich latach konieczność zwiększenia efektywności procesu produkcji statystycznej oraz towarzyszących mu procesów organizacyjnych i koordynacyjnych. Możliwości stosowania nowoczesnych narzędzi GIS w statystyce publicznej można przeanalizować na wszystkich etapach procesu badania w oparciu o Zintegrowany Model Realizacji Badań Statystycznych (GSBPM, Generic Statistical Business Process Model): począwszy od jego planowania poprzez gromadzenie, przetwarzanie, opracowywanie i analizowanie danych oraz udostępnianie wyników (ryc. 3.1).



Ryc. 3.1. Zintegrowany Model Realizacji Badań Statystycznych  
(opracowanie własne na podstawie: *Generic Statistical Business Process Model*).

Metody i formy zastosowania GIS w statystyce publicznej zostały przeanalizowane na przykładzie polskiej statystyki publicznej dla poszczególnych etapów prowadzenia badań statystycznych, w kolejności od tych, dla których wdrożenie technologii GIS jest zazwyczaj konsekwencją wprowadzenia odpowiedniego oprogramowania do organizacji, nawet do jednostkowych stanowisk pracy; do zakresu form wymagających zaangażowania i modyfikacji wielu współzależnych elementów systemu statystycznego.

### 3.1. Udostępnianie danych

Można przyjąć, że pierwszym i najprostszym sposobem zastosowania GIS, wraz z rozwojem systemów geoinformacyjnych oraz technik cyfrowych, jest wizualizacja przestrzenna danych statystycznych, czyli udostępnianie danych w postaci map (najczęściej kartogramów i kartodiagramów). Tradycyjnie rolą map w statystyce publicznej sprowadzała się dotąd do prezentacji w poszczególnych publikacjach zagregowanych danych statystycznych w postaci mapy tematycznej przedstawiającej informacje dotyczące wybranego tematu. Szczegółowo problematyka map statystycznych została omówiona w rozdziale 4.

Rozwój technologii GIS pozwolił na tworzenie baz danych i interaktywne prezentowanie wyników badań statystycznych w układzie geograficznym, gdzie dane statystyczne są prezentowane na mapie jako atrybuty przyporządkowane do geograficznych jednostek. Portale statystyczne stanowią nowoczesne rozwiązania do prezentacji danych statystycznych

w ujęciu przestrzennym, dostępne ze strony internetowej. Pełnią one funkcje gromadzenia, prezentowania oraz udostępniania informacji w formie przyjętej przez użytkownika z uwzględnieniem dostępnych funkcjonalności systemu.

W Polsce w statystyce publicznej funkcjonują obecnie dwa portale prezentujące dane w układach przestrzennych dostępne on-line dla użytkowników, tj. Portal Geostatystyczny ([geo.stat.gov.pl](http://geo.stat.gov.pl) w polskiej wersji językowej, w trakcie rozbudowa o angielską wersję językową) oraz System Monitorowania Rozwoju STRATEG ([strateg.stat.gov.pl](http://strateg.stat.gov.pl) w polskiej wersji językowej, planowane rozszerzenie o angielską wersję językową), o zróżnicowanych cechach, zakresie tematycznym i pełnionych funkcjach.

Portal Geostatystyczny to narzędzie do interaktywnej prezentacji kartograficznej i publikacji danych pozyskanych w spisach powszechnych edycji 2010/2011 (pierwotne zastosowanie) oraz prezentacji wszelkich danych regionalnych i lokalnych zgromadzonych w podstawowej bazie statystyki regionalnej, tj. Banku Danych Lokalnych (ryc. 3.2). Użytkownicy portalu mają możliwość wyboru zjawiska tematycznego z rozwijalnej listy bądź odnalezienia tematu poprzez wyszukiwarkę. Dane prezentowane są przy użyciu takich metod prezentacji kartograficznej jak kartogramy i różnego rodzaju kartodiagramy. Istnieje również możliwość ustawienia własnych parametrów wizualizacji zjawiska tematycznego dla kartogramu, takich jak: miara, poziom agregacji (jednostka podziału terytorialnego), liczba przedziałów, metoda klasyfikacji, skala barw, przezroczystość oraz widoczność granic jednostek podziału terytorialnego oraz ich etykiet. Dla wybranego zjawiska tematycznego dostępne są także statystyki w postaci tabeli i histogramu. Dodatkowo użytkownik ma dostęp do podstawowych narzędzi, takich jak: identyfikacja obiektów, selekcja obiektów na mapie, wyszukiwarka miejscowości, wyszukiwarka adresów (dostępna dla użytkowników wewnętrznych) oraz wyszukiwarka atrybutowo-przestrzenna. Portal umożliwia drukowanie wybranego obszaru mapy oraz eksport do wybranego formatu. Z uwagi na zakres prezentowanych informacji, narzędzie jest skierowane w pierwszej kolejności do użytkowników zainteresowanych analizą zjawisk badanych podczas spisu rolnego oraz spisu ludności i mieszkańców oraz, jako uzupełnienie prezentacji tabelarycznej, dla użytkowników korzystających z ogółu danych regionalnych z Banku Danych Lokalnych.

Z kolei STRATEG stanowi nowoczesne narzędzie statystyczne, powstałe w 2013 r., służące systemowi zarządzania rozwojem regionalnym w kraju, jak i w poszczególnych regionach. Zgromadzono w nim wskaźniki wykorzystywane do monitorowania realizacji strategii obowiązujących w Polsce (na poziomie krajowym, ponadregionalnym i wojewódzkim) oraz w Unii Europejskiej (strategia Europa 2020). Dodatkowo system udostępnia dane statystyczne istotne dla realizacji polityki spójności. Jednym z elementów bazy są funkcjonalności związane z tworzeniem map tematycznych, funkcjonalności te są zbliżone do Portalu Geostatystycznego. Portal umożliwia drukowanie wybranego obszaru mapy oraz eksport raportu do wybranego formatu.

Przydatność systemu dla potrzeb monitorowania była przedmiotem konsultacji z przedstawicielami odpowiednich jednostek zarządzających rozwojem regionalnym (w szczególności ministerstwa odpowiedzialnego za rozwój regionalny jako głównego użytkownika bazy). Narzędzie jest skierowane również do innych użytkowników zainteresowanych rozwojem regionalnym, jednostek samorządu terytorialnego, przedstawicieli środowiska naukowego oraz mediów.

Jako system monitorowania na poziomie regionalnym pozwalający na utrzymanie określonej jakości zarządzania regionalnego i efektywności działań, STRATEG wymagał spełnienia następujących warunków (na podstawie: *Monitoring rozwoju regionalnego. Aspekty metodologiczne i implementacyjne* pod redakcją J.T. Czoańskiego, s. 59):

A

B

C

Ryc. 3.2. Wygląd stron startowych głównych baz danych w polskiej statystyce publicznej:  
A – Bank Danych Lokalnych, B – Portal Geostatystyczny, C – System Monitorowania Rozwoju  
STRATEG (źródło: <http://www.stat.gov.pl>).

1. Udostępnienia informacji o początkowej diagnozie rozwoju (tzw. poziomu zerowego) służącej jako podstawa oceny zachodzących zmian;
2. Określenia wyznaczenia horyzontu czasowego realizacji zadań i monitoringu ścieżki osiągania wyznaczonych celów;
3. Prezentowania zdefiniowanych przedmiotów monitoringu, zasad ich działania oraz wskaźników i mierników opisujących monitorowane zjawiska;
4. Udostępniania możliwości sprawdzania efektów i skuteczności działań po zakończeniu realizacji programu czy strategii w określonej perspektywie czasu.

Zgromadzone w bazie zasoby informacyjne oraz przygotowane funkcjonalności tworzą fundamenty systemu monitorowania rozwoju w Polsce, stanowiące wsparcie dla jednostek administracji publicznej odpowiedzialnych za projektowanie i programowanie polityk publicznych oraz „jedno miejsce”, którym każdy obywatel może przeanalizować efekty realizacji krajowych, ponadregionalnych i regionalnych polityk publicznych bez przeszukiwania obszernych zasobów informacyjnych poszczególnych ministerstw i urzędów regionalnych.

W statystyce polskiej w przypadku danych regionalnych podstawową bazę danych stanowi Bank Danych Lokalnych (BDL), który powstał w latach 90-tych XX wieku, czyli dużo wcześniej niż wymienione poprzednio portale statystyczne. BDL (dostępny online [stat.gov.pl/bdl](http://stat.gov.pl/bdl) w polskiej i angielskiej wersji językowej) to największa i najbardziej szczegółowa baza danych statystycznych dostępna bezpłatnie w kraju. Zawiera statystyki udostępnione na podstawowych poziomach terytorialnych, od regionalnych (NUTS 1-NUTS 3), przez lokalne (LAU 1-LAU 2) do miejscowości o tematyce demograficznej, społecznej, gospodarczej i środowiskowej. Pierwotnie BDL pełnił wyłącznie funkcje bazy danych; od 2014 r., dzięki rozwiązaniom informatycznym zastosowanym przy Portalu Geostatystycznym, uruchomiono możliwość prezentacji zasobów zgromadzonych w BDL również na mapach tematycznych.

### **3.2. Analiza danych**

W systemie statystyki publicznej można wyróżnić cztery główne podziały przestrzeni kraju (zmodyfikowana klasyfikacja na podstawie: W. Kawalec *Statystyka regionalna na tle systemu statystyki państowej*). Są to jednostki terytorialne:

- pierwotne – najczęściej wykorzystywane w statystyce, odpowiadające podziałowi administracyjnemu kraju lub podziałowi statystycznemu jednostek terytorialnych (w statystyce polskiej np. województwa, podregiony, powiaty, gminy, rejony statystyczne i obwody spisowe, miejscowości statystyczne);
- naturalne – dotyczące obiektów naturalnych, np. zlewni rzek, dolin górskich, jednostek fizycznogeograficznych (w statystyce polskiej dotychczas wykorzystywane w niewielkim stopniu);
- specjalistyczne – wykorzystywane przez inne niż statystyka publiczna działy administracji publicznej, np. w ochronie środowiska, sądownictwie czy leśnictwie (w statystyce polskiej np. obszary chronione);
- wtórne – wydzielane na potrzeby konkretnych analiz lub badań w oparciu o granice administracyjne lub, przeciwnie, np. jako strefa buforowa wokół określonego obiektu (w statystyce polskiej dotychczas wydzielenia miast i stref wokółmiejskich w granicach administracyjnych jednostek, w badaniach eksperymentalnych wykorzystywanie kilometrowej siatki kwadratów, obszary wzdłuż granicy Unii Europejskiej).

Dotychczas w polskiej statystyce regionalnej analiza danych uwzględniała najczęściej, a w niektórych przypadkach wyłącznie, pierwotne podziały terytorialne. Wynikało to głównie

z dużej pracochłonności opracowywania danych na poziomach regionalnych, w szczególności na niższych poziomach agregacji przestrzennej przy dużej liczbie jednostek terytorialnych. Również sposób prowadzenia badań statystycznych z wykorzystaniem słowników terytorialnych dla jednostek administracyjnych lub statystycznych wpływał na niską elastyczność form opracowywania uzyskiwanych wyników. Ponieważ sam proces naliczania danych dla innych niż powszechnie i oficjalnie stosowane jednostek terytorialnych, wychodzących poza granice administracyjne, wymagał dużego nakładu prac; analizy zróżnicowań międzyregionalnych miały dosyć uniwersalny charakter. W przypadku pozyskiwania danych ze źródeł zewnętrznych, dostępne były one dla podziałów specjalistycznych stosowanych przez te jednostki, bez zapewnienia porównywalności z podziałami pierwotnymi, o ile jednostki te ich nie stosowały. Dodatkowo, jedynie w wyjątkowych przypadkach, związanych ze wzrostem zapotrzebowania na analizy konkretnego obszaru terytorialnego w wyniku zaistnienia istotnych zjawisk społeczno-gospodarczych o znaczeniu ogólnokrajowym lub co najmniej regionalnym, służby statystyki publicznej przystępowały do opracowania danych w układach innych niż pierwotne podziały terytorialne. Przyjęta strategia zapewniała racjonalne dysponowanie zasobami przy zachowaniu wysokiego poziomu dopasowania regionalnej oferty informacyjnej do potrzeb użytkowników, nie wykluczając przy tym zapewnienia możliwości naliczeń danych na indywidualne zapotrzebowanie użytkownika danych.

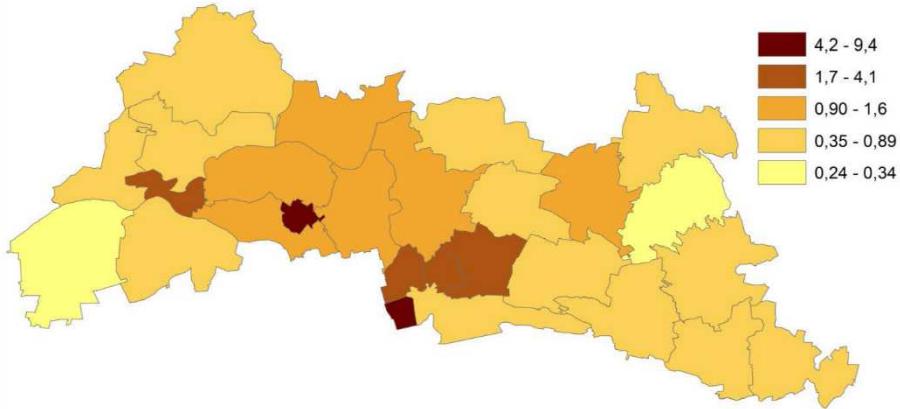
Wzbogacenie jednostkowych danych statystycznych o współrzędne geograficzne umożliwia prowadzenie analiz przestrzennych w szerszym niż w przypadku tradycyjnej statystyki regionalnej zakresie. Rozwój możliwości analitycznych w statystyce publicznej może być rozpatrywany w trzech aspektach:

- przestrzennym, rozumianym jako rozszerzenie analiz statystycznych o nowe podziały terytorialne, np. wykorzystanie agregatów danych nie tylko dla podziałów pierwotnych, ale też dla dowolnie delimitowanych obszarów (większa elastyczność przy opracowywaniu wyników badań w układach regionalnych);

- tematycznym, rozumianym jako pogłębienie dotychczas analizowanych obszarów tematycznych i mocniejsze akcentowanie problematyki przestrzeni (w tym charakteru i nie-regularności granic) w badaniach statystycznych, np. badania w skali lokalnej: prowadzenie analiz odległości od miejsca zamieszkania/pracy do przystanku/szkoły/obiektu użyteczności publicznej; badania w skali regionalnej i krajowej: badanie zmian gęstości zaludnienia w zależności od odległości od centrum miasta, delimitacja regionalna obszarów o określonym charakterze;

- metodycznym, obejmującym rozwój metod badawczych o te związane stricte z analizami przestrzennymi, np. zastosowanie analizy korelacji przestrzennej, analizy sąsiedztwa, dynamiczne analizy układów przestrzennych, rozmieszczenie przestrzenne zjawisk w siatce geometrycznej itp.

W ostatnich latach w polskiej statystyce publicznej prowadzone były prace koncepcyjne nad wypracowaniem metodologii tworzenia agregatów dla podziałów innych niż administracyjne lub statystyczne. Prace te były możliwe dzięki uprzestrzenieniu wartości jednostkowych. Pozwoliło to na pierwsze zastosowanie i udostępnienie danych dla kilometrowej siatki kwadratów m.in. na przykładzie wskaźnika gęstości zabudowy. Wyniki prac potwierdziły zasadność udostępniania danych na niższych niż dotychczas poziomach agregacji przestrzennej, przy zachowaniu tajemnicy statystycznej, dając znacznie dokładniejszy obraz i ukazując zróżnicowanie wewnętrz jednostek administracyjnych (ryc. 3.3).



A. Poziom gmin.



B. Zastosowanie kilometrowej siatki kwadratów (1x1 km).

Ryc. 3.3. Zróżnicowanie wyników analiz w zależności od skali badania na przykładzie wskaźnika gęstości zabudowy w % (A – B) (źródło: Końcowy raport techniczny z działań zrealizowanych w ramach umowy o dotację Eurostatu nr 50502.2012.001-2012.519 Łączenie danych statystycznych z informacją geoprzestrzenną w państwach członkowskich. Główny Urząd Statystyczny, Warszawa 2014, s. 40).

### 3.3. Projektowanie badań i pozyskiwanie danych

Z organizacyjno-technicznego punktu widzenia, istotnym czynnikiem rozwojowym dla statystyki publicznej (głównie regionalnej) jest integracja operatów statystycznych, a tym samym danych statystycznych z systemem GIS. Połączenie zasobów informacyjnych, przestrzennej lokalizacji informacji obiektoowej (np. budynki mieszkalne, siedziby przedsiębiorstw, siedziby gospodarstw rolnych, obiekty użyteczności publicznej, obszary ochrony przyrody) tworzy nową jakość systemów statystycznych.

W polskiej statystyce publicznej technologia GIS została po raz pierwszy na szeroką skalę wykorzystana w tym obszarze na potrzeby przygotowania materiałów przedspisowych, tj. Powszechnego Spisu Rolnego 2010 i Narodowego Spisu Powszechnego Ludności i Mieszkań 2011. Utworzono elektroniczny wykaz adresowo-mieszkaniowy, przygotowany w oparciu o Krajowy Rejestr Urzędowy Podziału Terytorialnego Kraju - TERYT z wykorzystaniem da-

nych pochodzących z innych źródeł. Na mapach cyfrowych zostały uwzględnione obwody spisowe i rejony statystyczne\* wraz z zaznaczonymi budynkami i punktami adresowymi.

Przygotowanie map cyfrowych wiązało się z pozyskaniem, dotąd w statystyce niewykorzystywanych, warstw tematycznych pochodzących z różnych systemów informatycznych. Danymi wykorzystanymi do spisów powszechnych (ryc. 3.4), posiadającymi odniesienie przestrzenne, były dane pozyskane z Państwowego Zasobu Geodezyjnego i Kartograficznego: ortofotomapa dla terenu całej Polski, Państwowy rejestr granic i powierzchni jednostek podziału terytorialnego kraju (PRG), Państwowy Rejestr Nazw Geograficznych (PRNG), Baza Danych Obiektów Topograficznych (BDOT), Ewidencja gruntów i budynków (EGiB). Pierwsze trzy warstwy stanowiły podkład dla przestrzennych baz adresowych. Dwie kolejne zostały wykorzystane do tworzenia samych punktów adresowych. Kolejnym etapem prac było uzupełnienie zestawu identyfikatorów adresowych budynków o współrzędne x, y budynków. Zadanie to było bardzo trudne ze względu na niejednolitość materiałów. Oprócz danych z zasobów zewnętrznych wykorzystano również mapy statystyczne stanowiące część kartograficzną rejestru TERYT (prowadzonego przez statystykę publiczną), które po zeskanowaniu i wektoryzacji granic przekształcono do postaci cyfrowej. Dodatkowo wykorzystano szkice sytuacyjne (również z zasobów statystyki), na których odzwierciedlony był przebieg ulic oraz położenie budynków. Opisane materiały stanowiły bazę do przygotowania operatów do spisów zawierających punkty adresowe wraz ze współrzędnymi x, y.

Prace nad przejściem od map papierowych do map cyfrowych w statystyce publicznej było przesłanką do zmiany metody pozyskiwania danych w ostatnich spisach powszechnych w Polsce. Zostały po raz pierwszy wykorzystane przez rachmistrzów spisowych w formie aplikacji zainstalowanych na przenośnych urządzeniach elektronicznych (terminale mobilne). Na mapach cyfrowych zostały zaznaczone obwody spisowe z budynkami i punktami adresowymi. Mapa cyfrowa była sprzęgnięta z elektronicznym, opisanym wyżej wykazem adresowo-mieszkańcownym zawierającym adresy budynków i mieszkań. Aplikacja w przypadku stwierdzenia przez rachmistrza, że w terenie znajduje się nieujęty w operacie spisowym i nienaniesiony na mapie cyfrowej punkt adresowy, umożliwiała wprowadzenie tego punktu na mapę cyfrową za pomocą urządzenia GPS, zainstalowanego na terminalu, oraz dopisanie do operatu brakującego mieszkania, czy innego obiektu. Z kolei dla osób zarządzających spisem, wykorzystanie terminali mobilnych i bezpośrednich łączy z centrum spisowym, dało możliwość weryfikacji postępu spisu oraz marszruty lub położenia rachmistrza spisowego.

Utworzenie, utrzymanie i aktualizacja operatów statystycznych w ujęciu geoprzestrzennym oraz zapewnienie zbierania danych statystycznych z odniesieniem przestrzennym stanowi istotne wyzwanie rozwojowe statystyki regionalnej. Może stanowić też środek do istotnej zmiany w zakresie zastosowanych w statystyce publicznej metod badawczych uwzględniających wykorzystanie nadajników GPS w badaniach mobilności przestrzennej, np. dojazdów do pracy lub szkoły.

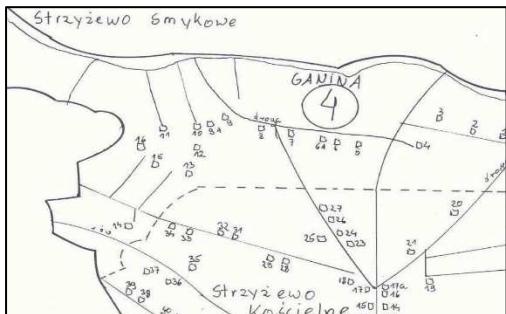
---

\* Obwód spisowy to podstawowa jednostka przestrzenna wyodrębniona głównie dla potrzeb prowadzenia spisów, obejmuje do 200 mieszkań i 500 osób. Rejon statystyczny stanowi jednostkę o szerszym zakresie przestrzennym, najczęściej składa się z kilku obwodów spisowych, obejmuje do 999 mieszkań i 2700 osób.

## MATERIAŁY ŹRÓDŁOWE

## DANE GEOPRZESTRZENNE

### Szkice sytuacyjne



### Ewidencja Gruntów i Budynków



### Ortofotomapa



### Inne źródła danych:

- Państwowy Rejestr Granic (PRG)
- Land Parcel Identification System (LPIS)
- Baza Danych Obiektów Topograficznych (BDOT)

### Statystyczne punkty adresowe



### Granice podziału statystycznego (rejony i obwody)



Ryc. 3.4. Schemat budowy bazy danych przestrzennych w polskiej statystyce publicznej  
(opracowanie własne na podstawie: J. Dygaszewicz, *GIS w statystyce publicznej*.  
Archiwum Fotogrametrii, Kartografii i Teledetekcji, vol. 17a, 2007, s. 189-197).

### **3.4. Przetwarzanie danych**

Na etapie przetwarzania danych, GIS może być również zastosowany w procesie walidacji danych, w szczególności na niskich poziomach agregacji przestrzennej. Aby to było możliwe, konieczne jest wdrożenie w statystyce, opisanych powyżej, zmian na etapie projektowania badań i pozyskiwania danych. Wykorzystanie statystyk przestrzennych może być atutem przy zapewnianiu spójności danych i kontroli ich poprawności.

W warunkach dużej liczby zmiennych i rekordów do przetworzenia, zależności przestrzenne powinny również zostać objęte analizą poprawności danych, np. poprzez ocenę rozkładu przestrzennego zjawisk i podobieństwa wartości wynikającego z sąsiedztwa. Proces wypracowania procedur kontrolnych poprawności danych wymaga wypracowania i przetestowania różnych metod. W przypadku polskiej statystyki publicznej w tej fazie nie prowadzono dotychczas prac koncepcyjnych z wykorzystaniem danych przestrzennych.

Podsumowując, rola GIS w statystyce publicznej jest nie do przecenienia. Podejście przestrzenne, poza jednoznaczny wskazaniem miejsca zachodzenia określonych zjawisk, potrafi dodatkowo wskazać, w przestrzeni geograficznej lub administracyjnej, współzależne elementy i zagadnienia, które mogą ujścia uwadze, podczas gdy ich przestrzenna wizualizacja potrafi je ujawnić. Wymiar przestrzenny jest niezbędny do monitoringu rozwoju regionalnego, stanowiąc podstawę oceny zmienności zagospodarowania i cech przestrzeni z uwzględnieniem zmian społeczno-gospodarczych. Zastosowanie informacji przestrzennej otwiera nowe możliwości analityczne, badawcze i w zakresie rozpowszechniania danych. Region i przestrzeń stają się przedmiotem pogłębiających się badań regionalnych w nauce i praktyce (monitoring przestrzenny), równolegle badania regionalne w statystyce poszerzają swój zakres badawczy i warsztat metodyczny wykorzystując technologię GIS. Obecnie szybki i sprawny rozwój statystyki regionalnej, jej zakresu tematycznego, przedmiotowego, jak i metodycznego, nie jest możliwy bez GIS.

#### **Literatura:**

Czołański J.T. (red.) (2013): *Monitoring rozwoju regionalnego. Aspekty metodologiczne i implementacyjne*. Studia KPZK PAN, T. CXLIX.

Dygaszewicz J. (2007): *GIS w statystyce publicznej*. Archiwum Fotogrametrii, Kartografii i Teledetekcji, vol. 17a, s. 189-197.

Dygaszewicz J. (2011): *Współpraca statystyki publicznej ze sztabami zarządzania kryzysowego w regionach, GUS* (prezentacja z ogólnopolskiej konferencji „Statystyka publiczna w służbie samorządu terytorialnego, wersja elektroniczna” [http://old.stat.gov.pl/cps/rde/xbr/wroc/ASSETS\\_wspolpraca\\_statystyki\\_publicznej\\_ze\\_sztabami\\_zarzadzania\\_kryzysowego\\_w\\_regionach.pdf](http://old.stat.gov.pl/cps/rde/xbr/wroc/ASSETS_wspolpraca_statystyki_publicznej_ze_sztabami_zarzadzania_kryzysowego_w_regionach.pdf)).

Dygaszewicz J. (2012): *Spisy powszechnne jako źródło danych do analiz geoprzestrzennych*. Archiwum Fotogrametrii, Kartografii i Teledetekcji, vol. 23, 2012, s. 91–100.

*Generic Statistical Business Process Model* (2009). Geneva: UNECE Secretariat, <http://www1.unece.org/stat/platform/download/attachments/8683538/GSBPM+Final.pdf>.

Kawalec W. (1970): *Statystyka regionalna na tle systemu statystyki państowej*. Warszawa: Państwowe Wydawnictwo Ekonomiczne.

*Kierunki rozwoju polskiej statystyki publicznej do 2017 r.* (2012). Warszawa: Główny Urząd Statystyczny.

*Końcowy raport techniczny z działań zrealizowanych w ramach umowy o dotację Eurostatu nr 50502.2012.001-2012.519 Łączenie danych statystycznych z informacją geoprzestrzenią w państwach członkowskich* (2014). Warszawa: Główny Urząd Statystyczny ss. 52, [http://geo.stat.gov.pl/documents/10179/68497/Ko%C5%84cowy+raport+techniczny\\_2012.519.pdf/85855770-c3f6-47af-9cf6-189d0e77073c](http://geo.stat.gov.pl/documents/10179/68497/Ko%C5%84cowy+raport+techniczny_2012.519.pdf/85855770-c3f6-47af-9cf6-189d0e77073c).

*Narodowy Spis Powszechny Ludności i Mieszkań 2011. Raport z wyników* (2012). Warszawa: Główny Urząd Statystyczny.

## **4. Prezentacja danych na mapach**

### **4.1. Mapy statystyczne – wprowadzenie**

Prezentowanie danych statystycznych w postaci map jest dość częste. Mapy, na których prezentowane są takie dane nazywa się „mapami statystycznymi”. Ich podstawowym zadaniem jest prezentowanie geograficznego rozkładu wielkości statystycznych. Główną cechą tego rodzaju map, rozróżniającą je od innych tematycznych opracowań kartograficznych, jest przeznaczenie i rodzaj wykorzystanych materiałów źródłowych.

**Mapę statystyczną** można zatem zdefiniować, jako „rodzaj mapy tematycznej, dla której materiałem źródłowym są statystyczne zestawienia liczbowe, odnoszące się do konkretnych obiektów punktowych, liniowych i powierzchniowych, występujących na powierzchni ziemi, a główną cechą wyróżniającą ten rodzaj map są sposoby graficzne prezentowania danych statystycznych” (cytat za: K. Kocimowski, J. Kwiatek *Wykresy i mapy statystyczne*, s. 78).

Mapy statystyczne, w odróżnieniu od tabel statystycznych, czy wykresów statystycznych, pozwalają na jednoczesne zaprezentowanie przestrzennego rozmieszczenia opisywanego zjawiska (jego występowania) i jego wartości. Ich zadaniem nie jest pokazywanie precyzyjnej wartości zjawiska dla danego obiektu (choć jest to często możliwe do odczytania z mapy), tylko jego przybliżonej wartości wraz z relacjami przestrzennymi pomiędzy poszczególnymi obiekttami.

Mapy statystyczne pozwalają na szybkie analizy, szybką orientację w ogólnym rozkładzie przedstawianych danych i ich wartościami. Pozwalają na przedstawianie danych odniesionych przestrzennie w sposób bardziej zrozumiały, interesujący i efektywny od zestawień tabelarycznych, czy wykresów. Z tych względów często stanowią podstawę do podejmowania decyzji, w tym poważnych decyzji ekonomicznych, czy politycznych przez decydentów szczebli centralnych i lokalnych. Biorąc pod uwagę, że odbiorcy (w tym decydenci) często nie mają podstawowego nawet przygotowania metodologicznego, które uświadadamiały im wszelkie ograniczenia związane z daną metodą prezentacji kartograficznej, którą zastosowano do przedstawienia danych statystycznych, to na wykonawcy mapy statystycznej spoczywa obowiązek takiego jej opracowania i wykonania, żeby wyeliminować jak najwięcej ewentualnych niedomówień i możliwości błędnych interpretacji. Mapy te, poza formalnie poprawnym wykonaniem, wynikającym z zasad metodyki kartograficznej, powinny również w taki sposób prezentować treść, aby niejako sugerować odbiorcy to, co autor mapy chciał za jej pomocą przekazać.

### **4.2. Metody i formy prezentacji danych na mapach**

#### **4.2.1. Definicje**

W kartografii, na przestrzeni lat, upowszechniły się pewne metody rejestracji danych i odnoszenia ich do przestrzeni. Powoduje to, że każda mapa opracowywana jest w pewnej konwencji łączącej treść, którą ma przekazać, z formą graficzną, która została na niej zastosowana. Konwencję taką określa się jako metody prezentacji kartograficznej i formy prezentacji kartograficznej.

**Metoda prezentacji kartograficznej** to cały tryb postępowania prowadzący do przedstawienia na mapie założonej treści (informacji) w sposób możliwy do poprawnego odczytu

przez odbiorcę mapy (użytkownika). Obejmuje ona całościowe opracowanie informacji – od jej pozyskania w postaci danych wyjściowych (np. danych statystycznych), poprzez analizę i przetworzenie do postaci użytecznej przy opracowywaniu mapy, po przedstawienie ich (zwizualizowanie) na mapie w określonej postaci (zob. ryc. 4.1).



Ryc. 4.1. Schemat kartograficznych metod prezentacji (na podstawie: J. Korycka-Skorupa, *Od danych do mapy. Część I*, s. 92).

**Forma prezentacji kartograficznej** to graficzny wynik powyższego działania, czyli opracowana mapa (a precyzyjniej: znaki na mapie prezentujące przypisane im treści). Obecnie formę (gotową mapę) nazywa się często tak samo (lub podobnie) jak metodę, którą wykorzystano do jej opracowania, np. kartodiagram, mapa kropkowa – metoda kropkowa. Do każdej formy prezentacji kartograficznej prowadzi metoda prezentacji kartograficznej.

#### 4.2.2. Podział na jakościowe i ilościowe metody prezentacji kartograficznej

Metody prezentacji kartograficznej, pomimo że są powszechnie stosowane, nie doczekały się jednolitej klasyfikacji. Jednym z częściej stosowanych podziałów jest dzielący metody prezentacji kartograficznej na dwie grupy, a w ich ramach na poszczególne metody. Te dwie podstawowe grupy to metody jakościowe i metody ilościowe.

**Metody jakościowe** są metodami, w których nacisk położony jest na rozróżnienie obiektów lub ich kategorii, a nie na ich wielkości, czy 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 je-

zior), lub grup obiektów (np. lotnisk od portów morskich). W metodach tych ważne jest wskazanie i rozróżnienie konkretnych obiektów, a nie ich charakterystyk ilościowych (np. wielkości). Do metod tych zaliczane są przeważnie: metoda sygnaturowa, metoda chromatyczna, metoda zasięgów. W metodach tych mogą być jednak, pod pewnymi warunkami, uwzględniane charakterystyki ilościowe prezentowanych zjawisk.

Drugą grupę metod prezentacji kartograficznej stanowią **metody ilościowe**. W metodach tych wyrażona jest relacja pomiędzy zmiennością w przestrzeni, a zmiennością natężenia kartowanego zjawiska, przeważnie mierzonego liczbowo. Metody te pozwalają na przedstawienie na mapach wartości danego zjawiska – zarówno wartości liczbowych, jak i tylko wartości porządkowych (np. „mały”, „średni”, „duży”). Podstawowymi z metod ilościowych są: metoda kropkowa, metoda izolinii, metoda kartogramu, metoda kartodiagramu.

W mapach statystycznych przeważnie wykorzystywane są metody ilościowe, którymi można przedstawić na mapie konkretne dane statystyczne. Niemniej metody jakościowe są także wykorzystywane, m.in. do przedstawiania na mapie informacji uzupełniających (np. treści podkładowej).

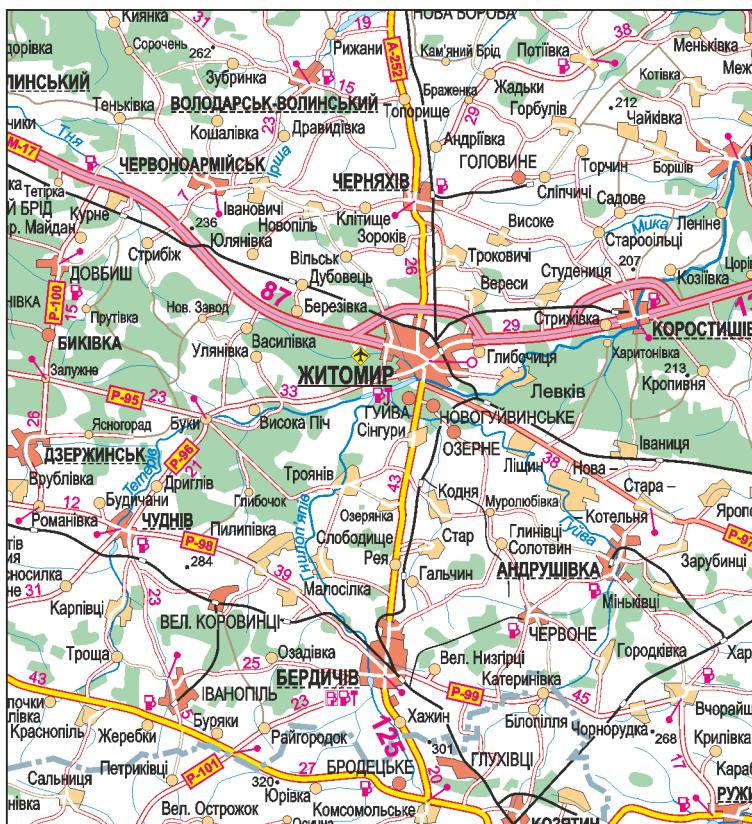
W dalszej części rozdziału omówione zostaną podstawowe metody prezentacji kartograficznej. Większość metod zostanie przedstawiona w miarę skrótnie, szerzej przedstawione zostaną zaś dwie metody najpowszechniej stosowane na mapach statystycznych opracowywanych na podstawie danych dostarczanych przez statystykę publiczną – metoda kartogramu i metoda kartodiagramu. To szczególnie zasady poprawnego wykonywania map tymi dwoma metodami powinny zostać przybliżone statystykom, którzy, pomimo że przeważnie nie mieli możliwości odbycia odpowiedniego kursu z kartografią, w zakresie swoich obowiązków mają opracowywanie map statystycznych.

#### 4.2.3. Metoda sygnaturowa

Jedną z najstarszych i zarazem najbardziej rozpowszechnioną metodą jest metoda sygnaturowa. Polega ona na zastosowaniu sygnatur do przedstawienia położenia poszczególnych obiektów lub ich grup. W metodzie tej poszczególne sygnatury umieszczone na mapie odpowiadają geograficznemu położeniu przedstawianych obiektów (w zależności od skali opracowania sygnatura może wskazywać dokładne położenie danego obiektu lub tylko jego położenie przybliżone), zaś wygląd graficzny samych sygnatur rozróżniony jest ze względu na charakterystykę jakościową tych obiektów (ryc. 4.2).

Sygnatury są to stosowane na mapie znaki, które symbolizują poszczególne obiekty, ich grupy, bądź kategorie. W zależności od elementu, do którego odnoszą się, wyróżniamy sygnatury punktowe i liniowe.

**Sygnatury punktowe** stosowane są przeważnie w odniesieniu do niewielkich obiektów powierzchniowych, których wielkość w skali mapy jest z reguły mniejsza od wielkości sygnatury. Mówimy w takim przypadku o odniesieniu punktowym sygnatury. Sygnatury punktowe mogą mieć najprzeróżniejsze kształty. Przeważnie grupuje się je w: sygnatury geometryczne, najbardziej uproszczone, mające postać figur geometrycznych; sygnatury symboliczne, mające kształt symboli kojarzących się z przedstawianym zagadnieniem; sygnatury obrazkowe nawiązujące kształtem do wyglądu reprezentowanego obiektu; sygnatury literowe, kiedy dany obiekt przedstawia się na mapie samą literą lub literą w połączeniu z prostą figurą geometryczną (ryc. 4.3).



Ryc. 4.2. Fragment mapy samochodowej jako przykład zastosowania metody sygnaturowej (opracowanie własne na podstawie: Україна. Карта автомобільних шляхів 1:1 000 000, Головне Управління Геодезії, Картографії та Кадастру при Кабінеті Міністрів України, Київ 1993).

sygnatury geometryczne		kopalnia węgla
sygnatury symboliczne		lotnisko
sygnatury obrazkowe		fabryka
sygnatury literowe		parking

Ryc. 4.3. Rodzaje sygnatur punktowych.

**Sygnatury liniowe** stosowane są w odniesieniu do obiektów linowych, takich jak rzeki, drogi, kolejki, granice, linie energetyczne, itp. Przebieg sygnatury liniowej powinien odpowiadać przebiegowi obiektu przedstawianego tą sygnaturą. Pomimo że, sygnatury liniowe można ze względu na ich kształt pogrupować analogicznie jak sygnatury punktowe, to w praktyce stosowane są niemal wyłącznie sygnatury geometryczne i symboliczne (ryc. 4.4).

### sygnatury geometryczne

	linia kolejowa dwutorowa
	ścieżka
	rzeka
	granica administracyjna

### sygnatury symboliczne

	linia kolejowa
	droga szybkiego ruchu
	kanał
	granica państwa

Ryc. 4.4. Przykłady sygnatur liniowych.

Metoda sygnaturowa zaliczana jest przeważnie do jakościowych metod prezentacji kartograficznej, czyli umożliwiającej jedynie rozróżnianie obiektów, bez podawania ich charakterystyk ilościowych innych niż bezpośrednio możliwe do odczytania z położenia sygnatur (np. obliczona długość drogi na podstawie jej sygnatury, czy liczba miejscowości na danym obszarze na podstawie zliczenia ich sygnatur). Jednak metoda ta pozwala także na prezentację zjawisk ilościowych. Służą temu **sygnatury ilościowe**, w których, wykorzystując np. wagę optyczną poszczególnych znaków (tj. ich wielkość, zróżnicowanie graficzne, kolorystykę), można poszczególnym sygnaturom przyporządkować określone wartości liczbowe (jednak tylko w skali skokowej, tj. w przedziałach). Powszechnie tego typu sygnatury wykorzystywane są przy prezentowaniu miejscowości – poszczególne klasy wielkości miast i wsi oznaczane

### szeregowanie ilościowe (przedziały wartości)

miasta:

- powyżej 1 000 000 mieszkańców
- od 500 000 do 1 000 000 mieszk.
- od 100 000 do 500 000 mieszk.
- od 50 000 do 100 000 mieszk.
- od 10 000 do 50 000 mieszk.
- poniżej 10 000 mieszk.

### szeregowanie porządkowe

- 
- porty duże
- 
- porty średnie
- 
- porty małe

Ryc. 4.5. Przykłady sygnatur ilościowych.

są osobnymi sygnaturami, stanowiącymi pewien logiczny ciąg graficzny, który można uszeregować od reprezentującego najmniejsze wartości do reprezentującego wartości największe. Sygnatury ilościowe mogą być także użyte do rozróżnienia obiektów bez podania dla nich wartości liczbowych – porządkując jednak ich wielkość, np. „porty małe”, „porty średnie”, „porty duże” przedstawione odpowiednimi trzema wielkościami sygnatury o tym samym kształcie (ryc. 4.5). W odróżnieniu od diagramów skokowych, także stosowanych na mapach (zob. rozdział 4.2.9.1), wielkość sygnatur ilościowych nie jest proporcjonalna do wartości statystycznej przedstawianej tą sygnaturą.

#### 4.2.4. Metoda chorochromatyczna

Dość często spotykana na mapach jest metoda chorochromatyczna, nazywana także **metodą powierzchniową** lub **metodą barwnego tła**. Ma ona odniesienie powierzchniowe, a przedstawić nią można tylko informacje na poziomie jakościowym, czyli jedynie stwierdzić różnicę lub podobieństwo między przedstawionymi obszarami. W metodzie tej cały prezentowany obszar przyporządkowany jest do poszczególnych obiektów, ich grup lub kategorii. Przeważnie nie ma tu obszarów zachodzących na siebie (stosowana jest zasada rozłączności), ani obszarów nigdzie nieprzyporządkowanych (ryc. 4.6) – każdy obszar przedstawiony na mapie ma nadaną mu jedną cechę zgodną z przyjętą klasyfikacją. Granice tych obszarów zależne są od rozmieszczenia kartowanego zjawiska.



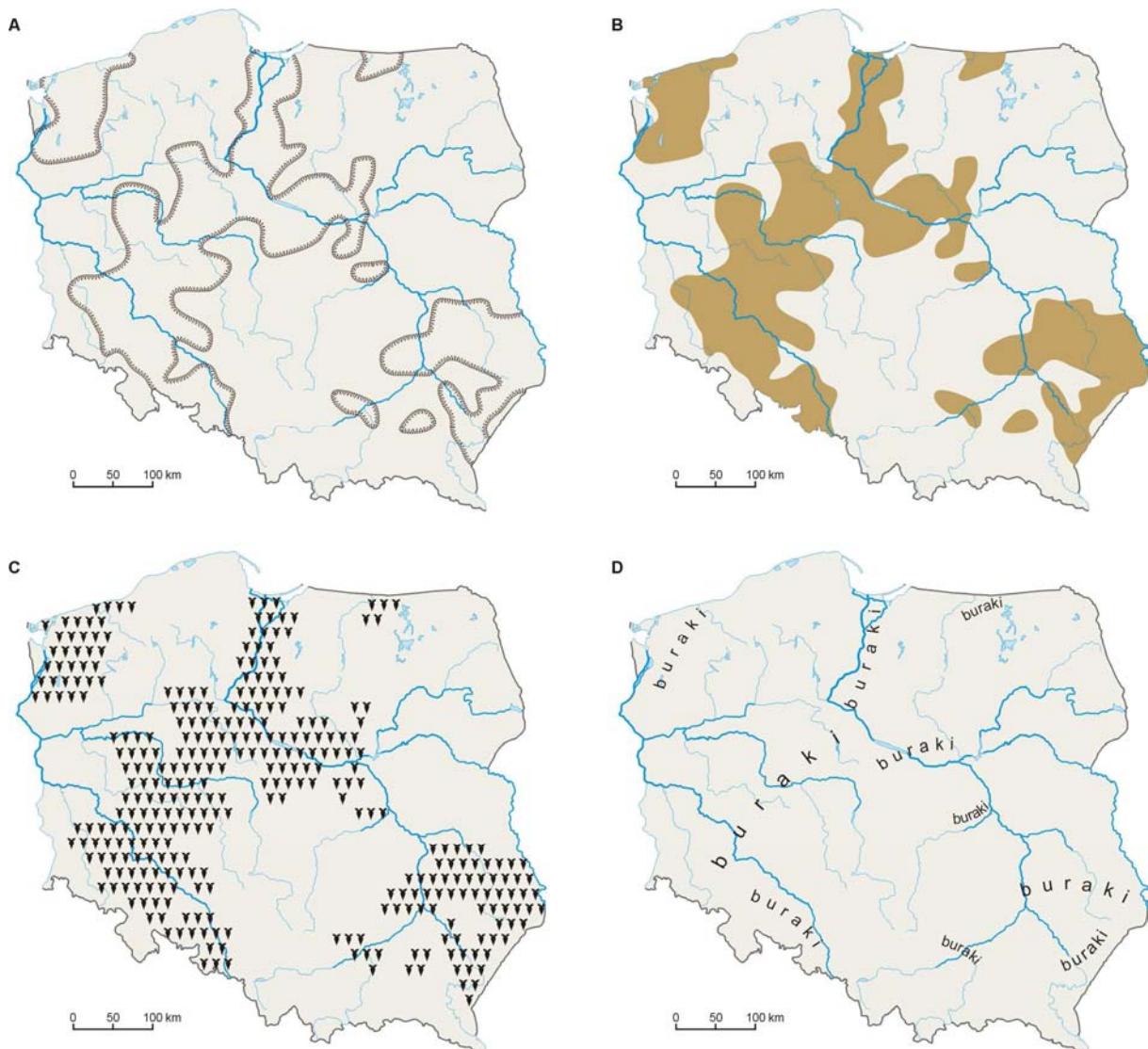
Ryc. 4.6. Mapa administracyjna jako przykład zastosowania metody chorochromatycznej (opracowanie własne na podstawie map załączonych do publikacji *Demographic Situation in Georgia. Statistical Abstract*. National Statistics Office of Georgia, Tbilisi 2012).

Przykładami map w całości wykonanych tą metodą są mapy geologiczne, geomorfologiczne, glebowe, roślinności, użytkowania terenu oraz, powszechnie spotykane w najprzecieżniejszych publikacjach, mapy polityczne i administracyjne. Często metoda chorochromatyczna wykorzystywana jest, jako tło dla metody sygnaturowej.

W metodzie tej do rozróżnienia poszczególnych obszarów najczęściej wykorzystuje się barwę (kolor, jasność i nasycenie). Możliwy jest tu do zastosowania również deseń (szraf). W przypadku bardziej skomplikowanych wydzielień łączy się oba sposoby.

#### 4.2.5. Metoda zasięgów

Modyfikacją metody chorochromatycznej jest metoda zasięgów, która także ma odniesienie do powierzchni i także służy do przedstawiania informacji tylko na poziomie jakościowym. Polega ona na oznaczaniu na mapie obszaru występowania danego zjawiska. Metoda ta stosowana jest do prezentacji na mapie obszarów, które się na siebie nakładają, bądź

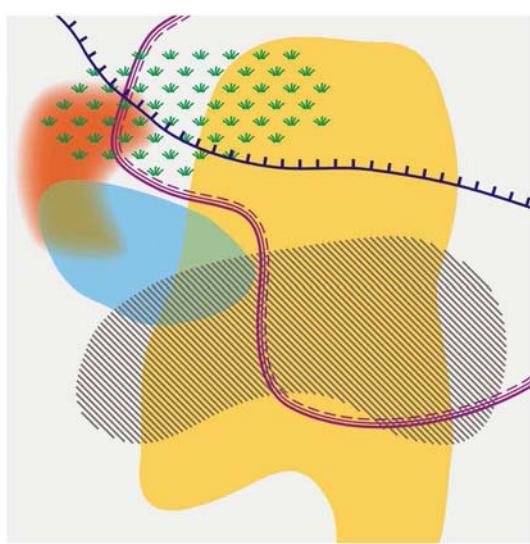


Ryc. 4.7. Obszar upraw buraków cukrowych w Polsce w 2010 roku  
– przykłady zastosowania różnych rozwiązań graficznych do przedstawienia zasięgu:  
A – zasięg liniowy, B – zasięg plamowy, C – zasięg sygnaturowy, D – zasięg opisowy  
(opracowanie własne na podstawie danych z Powszechnego Spisu Rolnego 2010  
zamieszczonych na Portalu Geostatystycznego GUS: udział powierzchni zasiewów  
buraków cukrowych w powierzchni zasiewów ogółem w gminach).

wybranego zjawiska (lub zjawisk) powierzchniowego, nieobejmującego całego przedstawianego na mapie obszaru (np. zasięg występowania określonego gatunku zwierząt).

Zjawisko tą metodą można przedstawić poprzez zaznaczenie konturu jego występowania (zasięg liniowy), zaznaczenie jego powierzchni występowania barwą lub deseniem (zasięg plamowy), oznaczenie sygnaturami punktowymi powierzchni występowania zjawiska (zasięg sygnaturowy) lub stosując opis informujący o występowaniu na danym obszarze danego zjawiska (zasięg opisowy) (ryc. 4.7).

Zróżnicowana graficznie możliwość przedstawiania zasięgów jest użyteczna w przypadku prezentowania na mapie zasięgów większej liczby wzajemnie na siebie zachodzących zjawisk. Można wtedy część zasięgów oznaczyć liniowo, część powierzchniowo (jedne barwą innego deseniem), kolejne sygnaturami, a jeszcze inne opisem (ryc. 4.8).

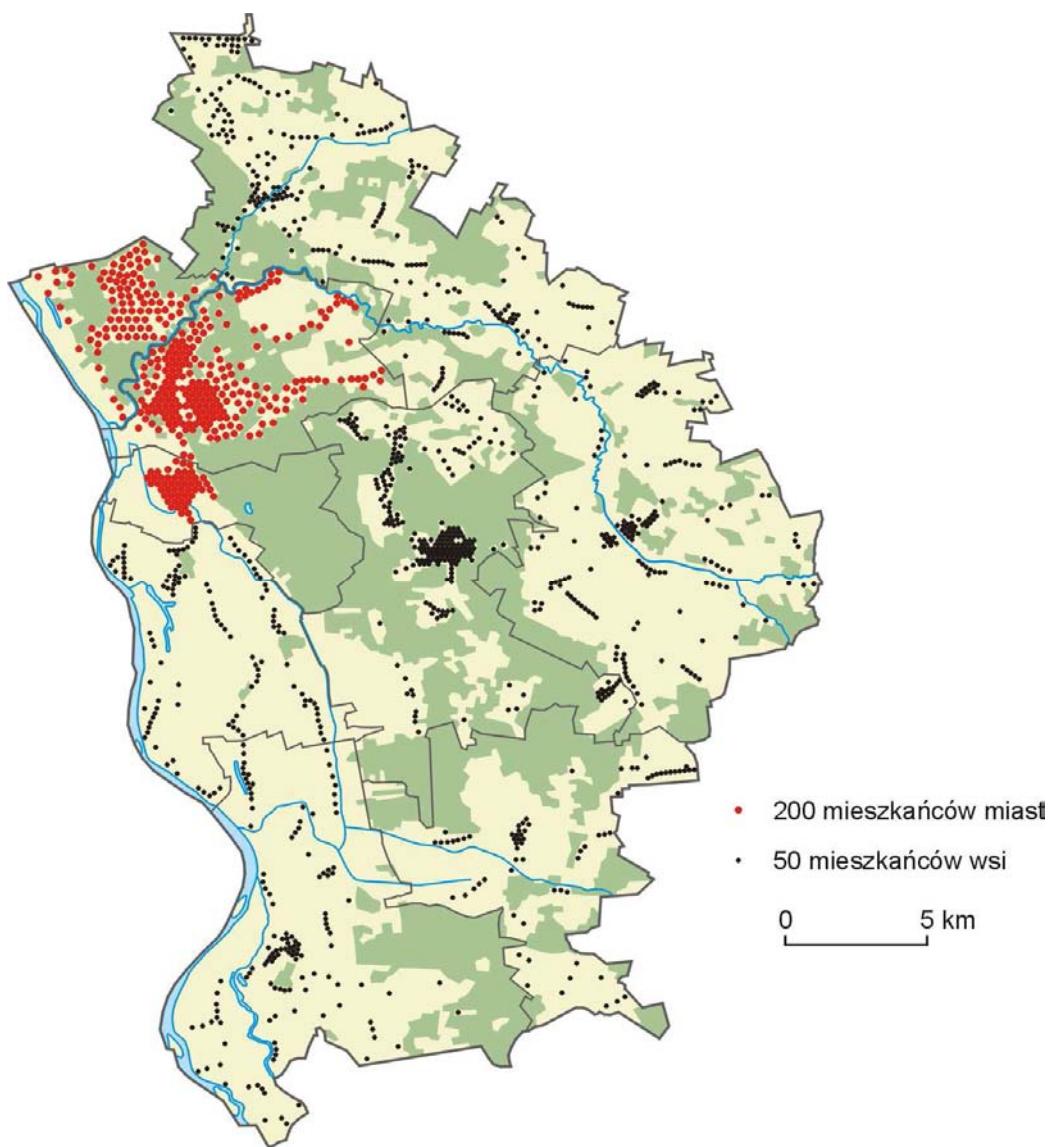


Ryc. 4.8. Przykład zastosowania zasięgów zróżnicowanych graficznie.

#### 4.2.6. Metoda kropkowa

Metoda kropkowa jest w pewnym sensie modyfikacją metody sygnaturowej punktowej. W metodzie sygnaturowej sygnatura punktowa określa jeden obiekt (miasto, wieś, drogę), zaś w metodzie kropkowej jeden znak odpowiada pewnej liczbie obiektów lub określonej wartości zjawiska, np. 50 domów, 100 osób, 200 ha upraw. Jest to zatem metoda, która przedstawia charakterystyki ilościowe kartowanego zjawiska – można nią przedstawić jedynie dane bezwzględne. Nazwa metody nawiązuje do tego, że przeważnie stosuje się w niej znaki w postaci kropek (małych kółek). Jednak kropka, jako znak graficzny jest tu pojęciem umownym i można stosować także znaki o innych kształtach (ryc. 4.9).

Wartość statystyczną symbolizowaną przez jedną kropkę nazywa się wagą kropki. Na mapie kropkowej można stosować dla wybranego zjawiska kropki jednej wagi (np. 200 osób), jak również kropki o różnej wadze (np. 200 osób, 1000 osób, 5000 osób). W tym drugim przypadku należy stosować odpowiednie zróżnicowanie wielkość kropek (im większa waga, tym większa kropka). Istnieje również możliwość przedstawiania na jednej mapie więcej niż jednego zjawiska. Tak przedstawione zjawiska powinny być logicznie ze sobą powiązane. W takim przypadku kropki przedstawiające poszczególne zjawiska należy zróżnicować kształtem lub barwą (albo oboma tymi zmiennymi graficznymi jednocześnie). Przedstawianie



Ryc. 4.9. Przykład zastosowania metody kropkowej wielowagowej – mapa rozmieszczenia ludności powiatu otwockiego w 2011 roku (opracowanie własne na podstawie danych z Banku Danych Lokalnych GUS: Narodowy Spis Powszechny 2011 – ludność w miejscowościach statystycznych oraz map topograficznych w skali 1:50 000 wydanych przez Głównego Geodetę Kraju).

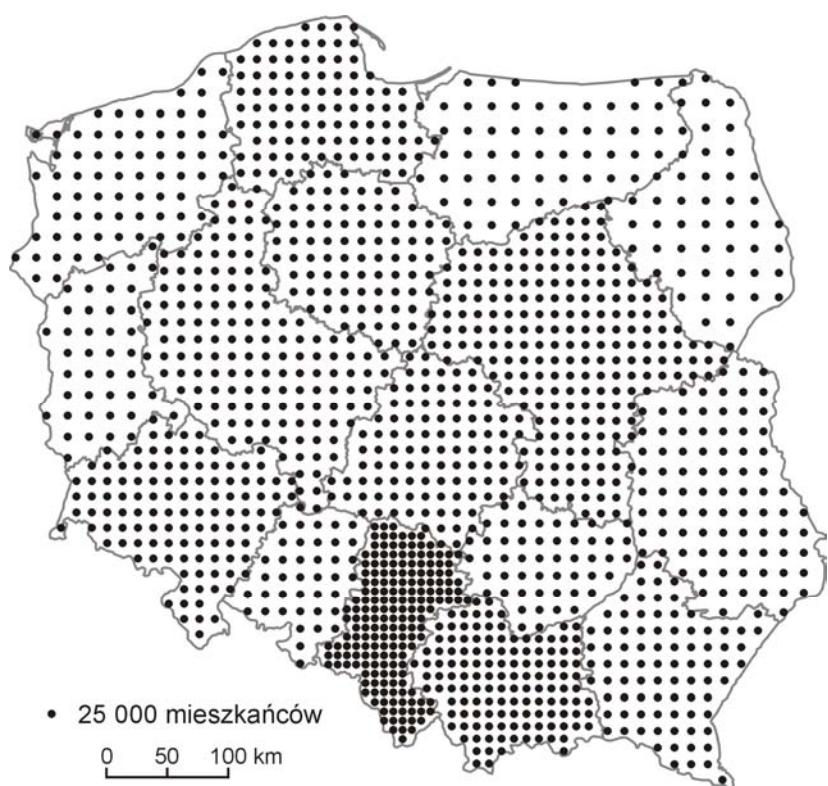
więcej niż jednego zjawiska metodą kropkową zmniejsza jednak możliwość poprawnego odczytania zróżnicowania natężenia tych zjawisk. W związku z tym, nie zaleca się stosowania takiej prezentacji dla zjawisk wzajemnie równomiernie rozłożonych na prezentowanym obszarze, ograniczając tę możliwość prezentacji jedynie do zjawisk, których rozmieszczenie pozwala na wydzielenie charakterystycznych regionów z przewagą poszczególnego z tych zjawisk.

W zależności od prezentowanego zjawiska i skali opracowywanej mapy kropki mogą być umieszczone w miejscu występowania kartowanego zjawiska (wskazywać w miarę precyjnie jego lokalizację), jak również mogą być tylko symbolem występowania zjawiska na danym obszarze, a nie wskazaniem ścisłej jego lokalizacji.

W metodzie tej ważne jest odpowiednie nadanie wagi kropce. Zbyt mała waga powoduje, że na mapie jest tak dużo kropek, że może stać się ona nieczytelna (kropki powinny być

tak umieszczone, żeby była zachowana możliwość ich rozróżnienia i zliczenia). Z kolei nadanie kropce zbyt dużej wagi może skutkować tym, że na mapie będzie zbyt mała liczba kropek, aby można było poprawnie oddać rozmieszczenie zjawiska. Istotne tu jest takie umiejscowienie kropek, aby pokazywały zmienność natężenia lub rozproszenia przedstawianego zjawiska na kartowanym obszarze, a także by oddawały jego geograficzne rozmieszczenie. Należy także pamiętać, że w metodzie kropkowej to nie poszczególne kropki przedstawiają wielkość i rozmieszczenie zjawiska, tylko zbiór wszystkich kropek umieszczonych na danym obszarze.

Modyfikacją metody kropkowej, w której kropki są rozmieszczane w miarę możliwości topograficznie jest kartogramiczny sposób rozmieszczania kropek. Polega on na równomiernym rozmieszczeniu w granicach danej jednostki terytorialnej kropek, których liczba odpowiada wielkości zjawiska w danej jednostce (ryc. 4.10). Istotne jest tu równomierne rozmieszczenie kropek w ramach danej jednostki terytorialnej – spotykane w niektórych programach GIS losowe rozmieszczenie kropek na obszarze jednostki jest rozwiązaniem metodycznie błędny.



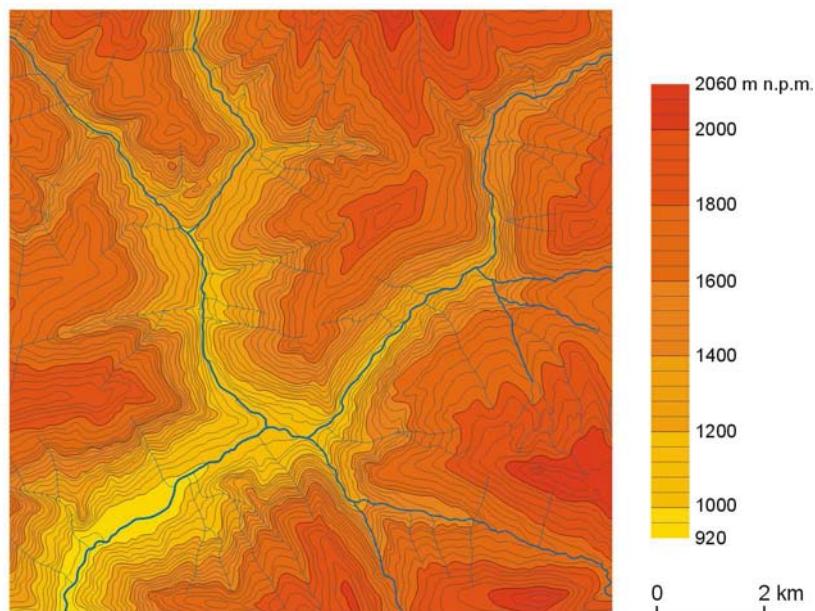
Ryc. 4.10. Przykład metody kropkowej z zastosowanym kartogramicznym sposobem rozmieszczenia kropek – mapa rozmieszczenia ludności Polski w 2013 roku (opracowanie własne na podstawie danych z Banku Danych Lokalnych GUS: ludność według grup wieku i płci w województwach).

#### 4.2.7. Metoda izolinii

Metoda ta wykorzystuje izolinie do prezentacji zjawiska. Izolinie to linie wykreślone na mapie, które łączą punkty o jednakowej wartości liczbowej prezentowanego zjawiska. Metodą tą prezentowane są zjawiska występujące w sposób ciągły na danym obszarze, przy czym ciągłość ta może być wyłącznie umowna (jak np. gęstość zaludnienia). Metoda ta wyko-

rzystywana jest zarówno do przedstawiania wartości fizycznych (np. wysokość nad poziomem morza, temperatura powietrza, ciśnienie atmosferyczne), jak i wartości teoretycznych, które zostały wyinterpretowane jako ciągłe dla danego obszaru (np. gęstości zaludnienia, wielkość plonów, dostępność czasowa).

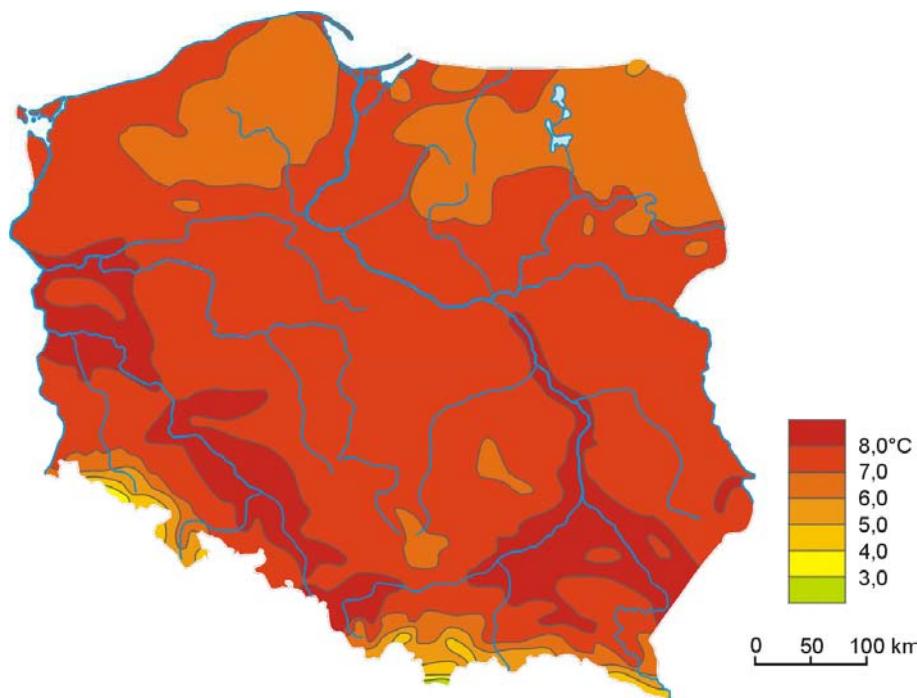
Izolinie stosowane na mapach można podzielić na cztery główne grupy. Do pierwszej zaliczamy **linie izometryczne**. Przedstawiają one rzeczywistą wartość w danym punkcie kartowanego zjawiska – położenie każdego punktu takiej linii na mapie bezpośrednio odpowiada wartości, którą można zaobserwować w rzeczywistości. Najbardziej znanym wykorzystaniem tej metody jest przedstawianie na mapie izohips poziomic (ryc. 4.11).



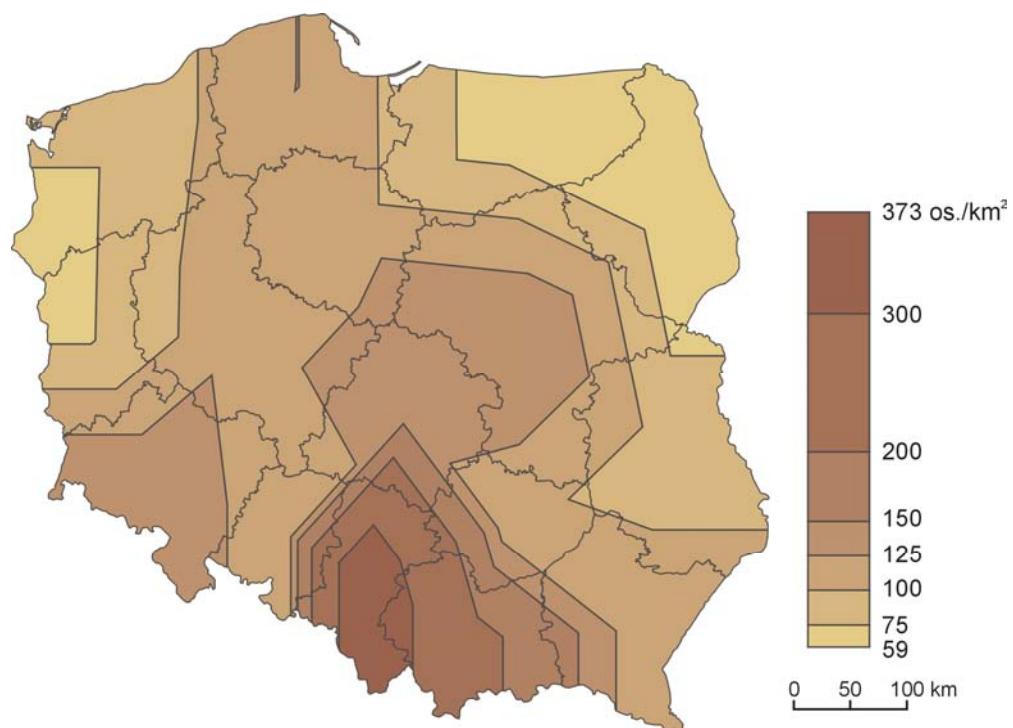
Ryc. 4.11. Przykład metody izolinii z zastosowaniem linii izometrycznych (poziomic) – mapa rzeźby terenu fragmentu Andory (opracowanie własne na podstawie St.-Gaudens, Andorre. Serie verte. 71 1:100 000. Institut Géographique National, Paris 1995).

Drugim rodzajem izolinii są **izarytmy rzeczywiste**. Powstają one w wyniku wyinterpolowania wartości zjawiska na podstawie punktów pomiarowych, ilustrują zmienność zjawisk uznanych za ciągłe przestrzennie. Oznacza to, że przebieg linii na mapie i jej wartość nie może być, w odróżnieniu od linii izometrycznych, identyfikowana w terenie. Izarytmy rzeczywiste są najczęściej spotykane na mapach pogodowych, gdzie na podstawie danych ze stacji meteorologicznych opracowywane są dla całego obszaru mapy rozkładu temperatur, ciśnień atmosferycznego, czy sumy opadów atmosferycznych (ryc. 4.12).

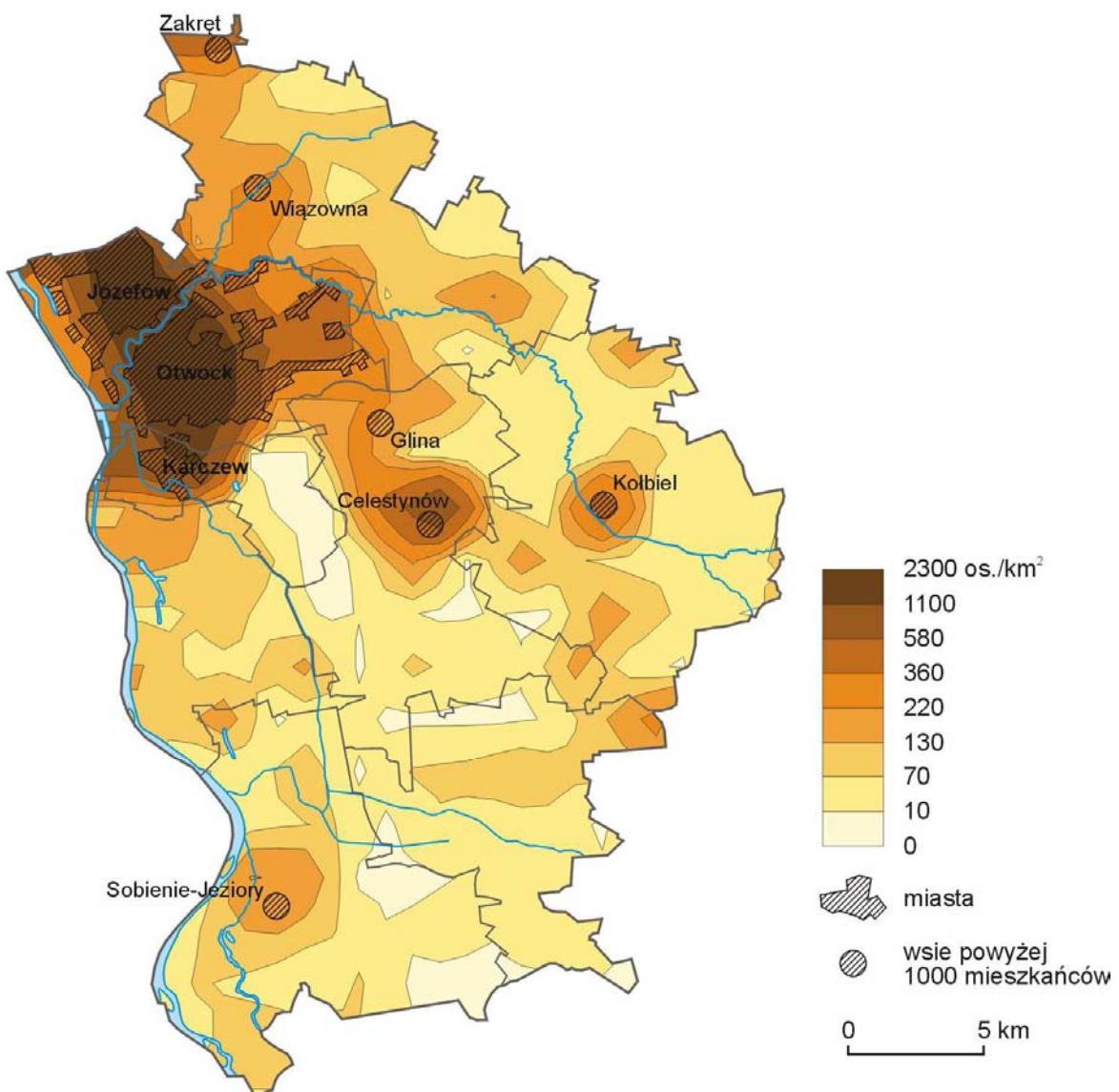
Kolejnym rodzajem izolinii są **izoplety**, czyli **izarytmy teoretyczne**. Podobnie jak izarytmy rzeczywiste powstają w wyniku wyinterpolowania wartości zjawiska na podstawie posiadanych danych. Jednak dane prezentowane w ten sposób nie są pomierzone punktowo, ale odnoszą się do całych pól odniesienia (np. jednostek administracyjnych, pól geometrycznych), które sprowadza się do umownych punktów odniesienia reprezentujących dane pole (przeważnie wybiera się tu środek danego pola). Przedstawiają one ogólny rozkład natężenia kartowanego zjawiska (ryc. 4.13 i 4.14). Izopletami można przedstawić np. gęstość zaludnienia, wielkość plonów, lesistość, gęstość sieci rzecznej.



Ryc. 4.12. Przykład metody izolinii z zastosowaniem izarytm rzeczywistych – mapa średnich temperatur powietrza w 2010 roku (opracowanie własne na podstawie: *Mały rocznik statystyczny Polski 2011*. Główny Urząd Statystyczny, Warszawa 2011).

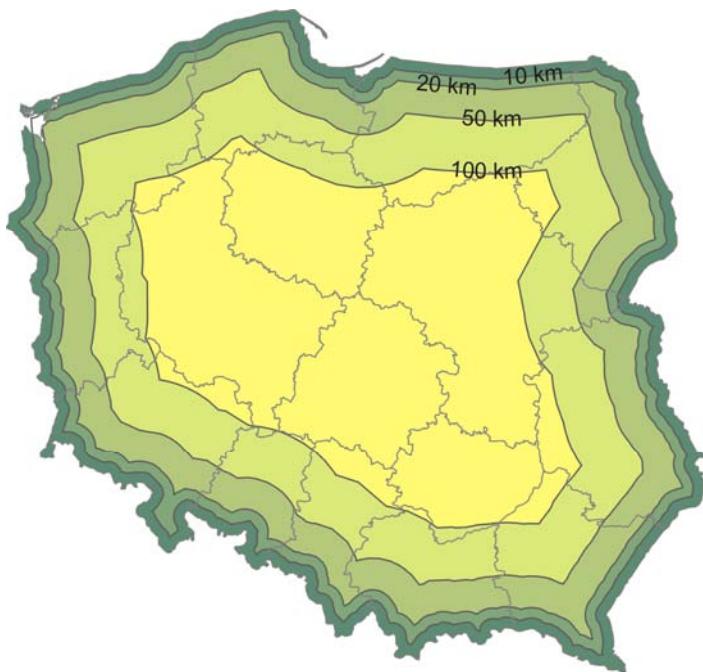


Ryc. 4.13. Przykład metody izolinii z zastosowaniem izopletów wykreślonych na podstawie danych dla jednostek administracyjnych – mapa gęstości zaludnienia Polski w 2013 roku, izoplety wykreślone na podstawie danych dla województw (opracowanie własne na podstawie danych z Banku Danych Lokalnych GUS: ludność według grup wieku i płci w województwach, powierzchnia województw).

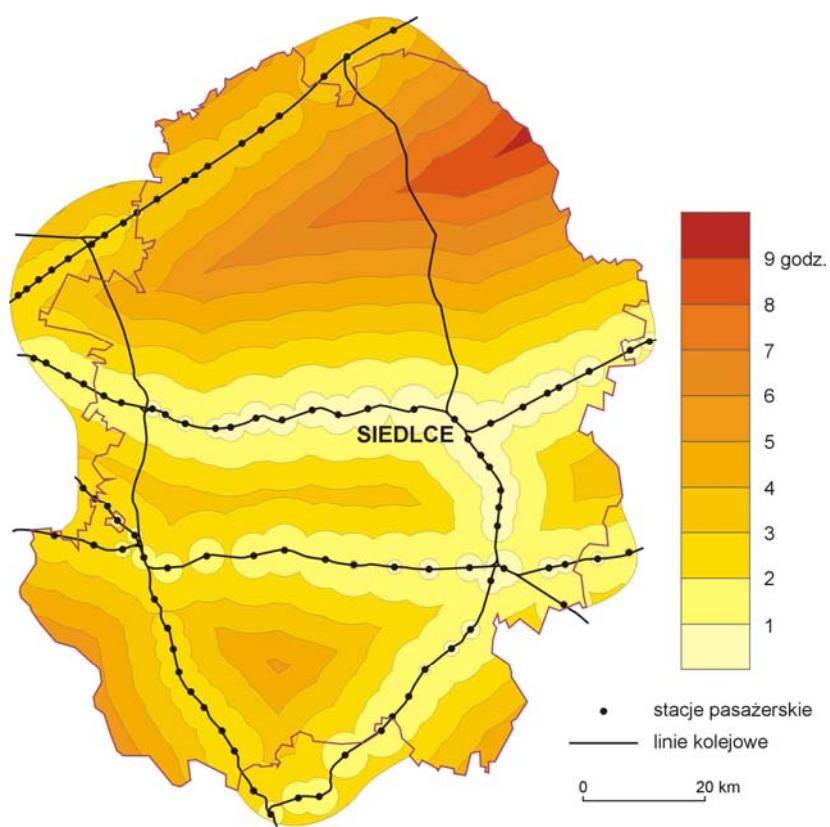


Ryc. 4.14. Przykład metody izolinii z zastosowaniem izoplek wykreślonych na podstawie danych dla pól geometrycznych – mapa gęstości zaludnienia powiatu otwockiego w 2011 roku; izoplety wykreślone na podstawie danych dla siatki kwadratów o boku 2 km (opracowanie własne na podstawie mapy zamieszczonej w ryc. 4.9).

Ostatnią grupę stanowią **izolinie odległości i ruchu**. Są to wyliczone wartości wskazujące odległości (zarówno faktyczne, jak i np. czasowe) od danego obiektu. Najbardziej znane są tu ekwidystanty, czyli linie jednakowej odległości (ryc. 4.15), izochrony, czyli linie jednakowej dostępności czasowej (ryc. 4.16) oraz izodaty, czyli linie jednakowej daty pojawienia się (zasięgu) zjawiska na danym obszarze.



Ryc. 4.15. Przykład metody izolinii z zastosowaniem ekwidystant – mapa odległości od granicy Polski (opracowanie własne).

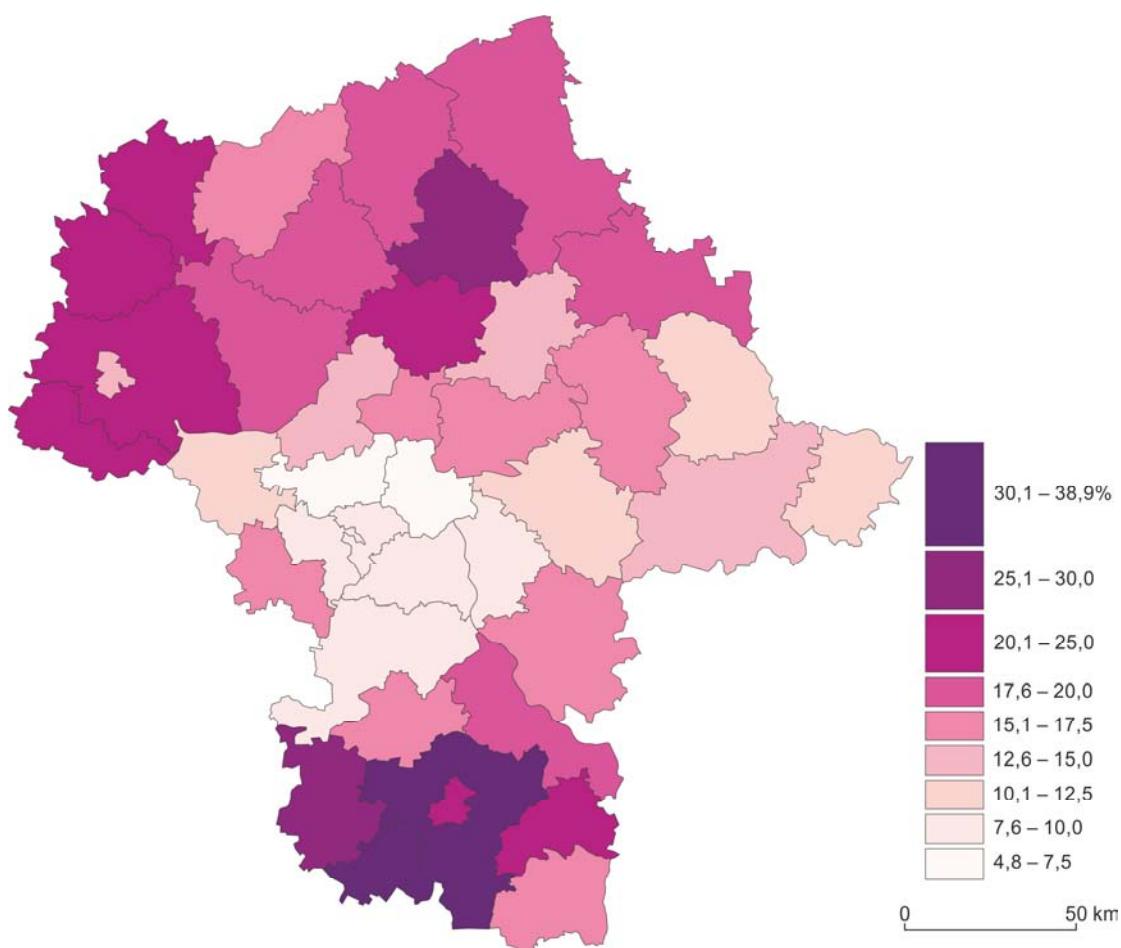


Ryc. 4.16. Przykład metody izolinii z zastosowaniem izochron – czas najkrótszych pasażerskich przejazdów kolejowych z Siedlec w obrębie województwa siedleckiego w dniu powszednim w 1997 roku (opracowanie własne na podstawie: Komputerowy rozkład jazdy PKP i LOT. Edycja 5a. Zespół Obsługi Informacyjnej INFOINDEX Gdańsk, Północna DOKP w Gdańsku; Mapa przeglądowa Polski 1:500 000. Arkusz: 84 Warszawa - Lublin. Główny Geodeta Kraju, Warszawa 1992).

Na mapach wykonanych metodą izolinii często powierzchnię znajdującą się między izoliniami pokrywa się odpowiednią barwą lub deseniem, co zwiększa przejrzystość mapy, uwypukla przedstawione wartości i ułatwia dokonywania analiz przestrzennych (por. zamieszczone w tym podrozdziale przykłady map).

#### 4.2.8. Metoda kartogramu

Metoda kartogramu jest, obok metody kartodiagramu, najczęściej wykorzystywana przy prezentowaniu danych statystycznych. Wiąże się to z pozorną łatwością wykonania tego rodzaju prezentacji (mapa wykonana tą metodą nazywana jest **kartogramem**\*). Jednak łatwość wykonania kartogramu jest silnie związana z tym, że łatwo przy jego opracowaniu popełnić istotne błędy.



Ryc. 4.17. Przykład zastosowania metody kartogramu – mapa stopy bezrobocia rejestrowanego w powiatach województwa mazowieckiego w 2013 roku (opracowanie własne na podstawie danych z Banku Danych Lokalnych GUS: stopa bezrobocia rejestrowanego w powiatach).

Metoda ta służy do ilościowego przedstawiania na mapie średniej intensywności określonego zjawiska w granicach przyjętych pól odniesienia. Zasadą tej metody jest przyję-

\* W języku angielskim kartogram nazywany jest *choropleth map* i nie należy go mylić z metodą nazwaną *cartogram*, która odnosi się do map anamorficznych.

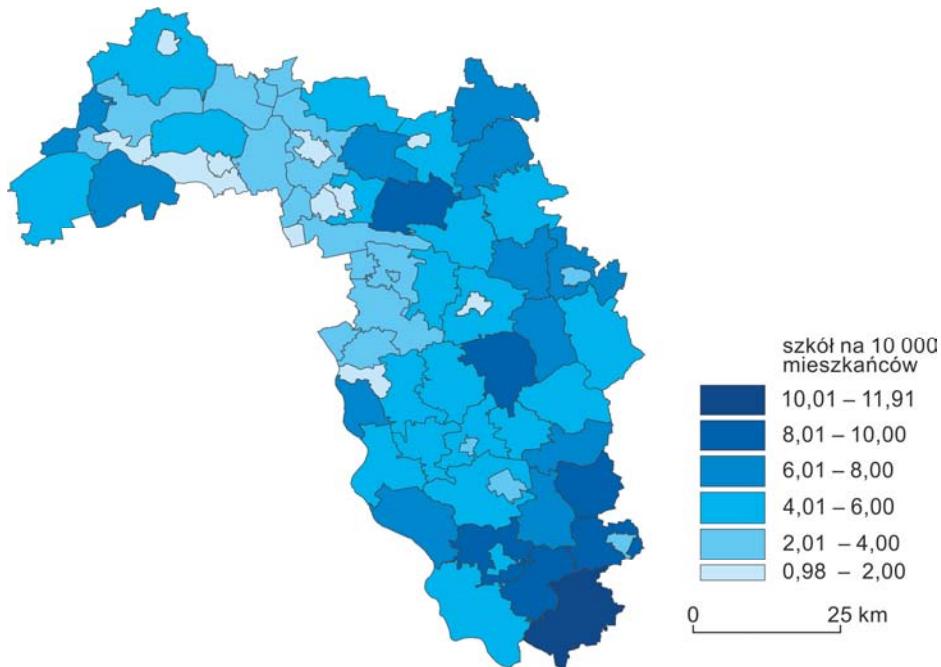
cie jednolitego rozmieszczenia prezentowanego zjawiska na całym obszarze pola odniesienia. Główną funkcją kartogramu jest pokazanie przestrzennego rozmieszczenia intensywności danego zjawiska, a nie konkretnych wartości tego zjawiska w poszczególnych polach odniesienia (ryc. 4.17). Opracowanie kartogramu polega zatem na odpowiednim pogrupowaniu danych dla poszczególnych pól odniesienia w klasy. Klasom tym nadaje się odpowiednią barwę (lub deseń), w taki sposób, aby otrzymać skalę pozwalającą na łatwe odczytanie zmienności przestrzennej przedstawianego zagadnienia.

Istotne w metodzie kartogramu jest to, jakie dane mogą być nią przedstawiane. W teorii kartografii od lat dominuje pogląd, że metodą tą można przedstawiać wyłącznie **dane względne** (inaczej: relatywne), tzn. dane polegające na relacji dwóch zjawisk. Do relacji zaliczamy m.in. natężenie, gęstość, odchylenie od średniej, udział w całości itp. Przykładami danych względnych są: gęstość zaludnienia (ludność/powierzchnia), przyrost naturalny (urodzenia/100000 mieszkańców), stopa bezrobocia (bezrobotni/ludność wieku produkcyjnym – w %). Przedstawianie danych bezwzględnych (np. liczba ludności, powierzchnia zasiewów) metodą kartogramu uznawane jest za błędne. Ponadto metodą tą nie należy przedstawiać wartości względnych prezentujących udział danej jednostki w całej zbiorowości, np. procentowy udział województw w produkcje krajowym brutto kraju – pomimo wartości względnych ich wzajemne porównanie jest identyczne z porównywaniem wartości bezwzględnych. Przykłady danych względnych, które można przedstawić metodą kartogramu, i danych bezwzględnych, których tą metodą nie należy przedstawać, zestawione zostały w tabl. 4.1.

Tabl. 4.1. Przykłady danych względnych i bezwzględnych.

Dane względne	Dane bezwzględne
gęstość zaludnienia	liczba ludności
lesistość	powierzchnia lasów
zgony niemowląt na 1000 urodzeń żywych	liczba zgonów niemowląt
odsetek ludności w wieku produkcyjnym	liczba ludności w wieku produkcyjnym
stopa bezrobocia	liczba bezrobotnych
przeciętne miesięczne spożycie mięsa na osobę	spożycie mięsa
odsetek mieszkań podłączonych do sieci wodociągowej	długość cieci wodociągowej
gęstość sieci kolejowej	długość linii kolejowych
produkt krajowy brutto na mieszkańca	produkt krajowy brutto
średnia powierzchnia gospodarstwa rolnego	powierzchnia gospodarstw rolnych
bydło na jedno gospodarstwo rolne	liczba bydła w gospodarstwach rolnych

Opracowując kartogram należy także zwrócić uwagę na dobór danych – nie wszystkie wartości poprawne statystycznie przedstawione na mapie dadzą logicznie poprawny obraz. Przykładowo mapa liczby szkół w gminach na 10 000 mieszkańców pokaże największe wartości dla słabo zaludnionych gmin wiejskich, zaś najmniejsze dla miast (ryc. 4.18).



Ryc. 4.18. Przykład niepoprawnego opracowania kartogramu, gdzie poprawne dane statystyczne nie przedstawiają poprawnie tematu – mapa liczby szkół podstawowych na 10 000 mieszkańców w gminach podregionu warszawskiego wschodniego w 2012 roku: obszary miast mają najniższe wartości wskaźnika, przez co mapa wprowadza zfałszowanie obrazu dostępności do szkoły – wydaje się być ona mniejsza (mniejsza liczba szkół przypadająca na mieszkańców) w gminach miejskich, w których faktyczna dostępność do szkół jest lepsza niż w gminach wiejskich (opracowanie własne na podstawie danych z Banku Danych Lokalnych GUS: szkoły podstawowe ogółem w gminach, ludność według grup wieku i płci w gminach).

#### 4.2.8.1. Pole odniesienia

Pole odniesienia (pole podstawowe, jednostka odniesienia, jednostka statystyczna) jest kluczowym elementem kartogramu pozwalającym zarówno na jego opracowanie, jak i decydującym o szczegółowości prezentowanych danych. Jako pole odniesienia w tej metodzie najczęściej przyjmuje się jednostki administracyjne (lub polityczne), co jest związane z łatwością dostępu do danych statystycznych. Spotykane są także geometryczne pola podstawowe, np. kwadraty, sześciokąty – ich wykorzystanie jest możliwe wyłącznie wtedy, gdy dysponujemy danymi odniesionymi do tych geometrycznych pól. Zastosowanie pól geometrycznych, które są jednakowego kształtu i wielkości, pozwala na uzyskanie pełnej porównalności przedstawionych na mapie obszarów. Zdarza się także, że pola podstawowe są wydzielane w inny sposób – mogą być nimi np. dorzecza, jednostki podziału na regiony fizycznogeograficzne.

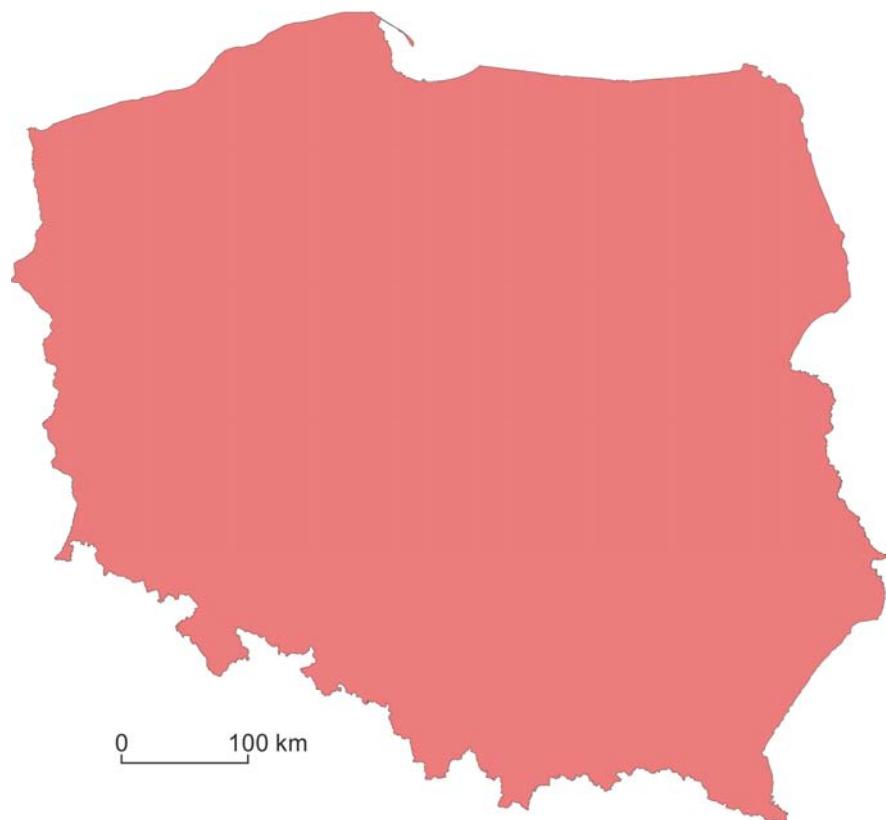
Istotne jest tu, że dane statystyczne dotyczące jednego zjawiska można przedstawić w różnych polach odniesienia, otrzymując mapy przedstawiające w odmienny sposób to samo zjawisko. Przykładowo obraz gęstości zaludnienia kraju przedstawiony na kartogramie, którego polem odniesienia są jednostki administracyjne najbliższego rzędu (np. gminy), będzie znaczowo odbiegał od obrazu tejże gęstości zaludnienia przedstawionej na kartogramie, którego polem odniesienia są jednostki administracyjne wyższego rzędu (np. prowincje). Takie dwa różne obrazy jednego zjawiska są poprawne – będą jednak przedstawiać to zjawi-

sko z różną szczegółowością (w różnym stopniu agregacji). Przyjęcie pól o określonej wielkości powoduje, że wnioski wynikające z analizy otrzymanej mapy słuszne są tylko dla takiego poziomu agregacji danych – zmiana wielkości pól odniesienia (np. z powiatów na województwa) oznacza zmianę stopnia szczegółowości mapy, a co za tym idzie i zmianę szczegółowości wniosków, które można wyciągnąć z analizowanej mapy.

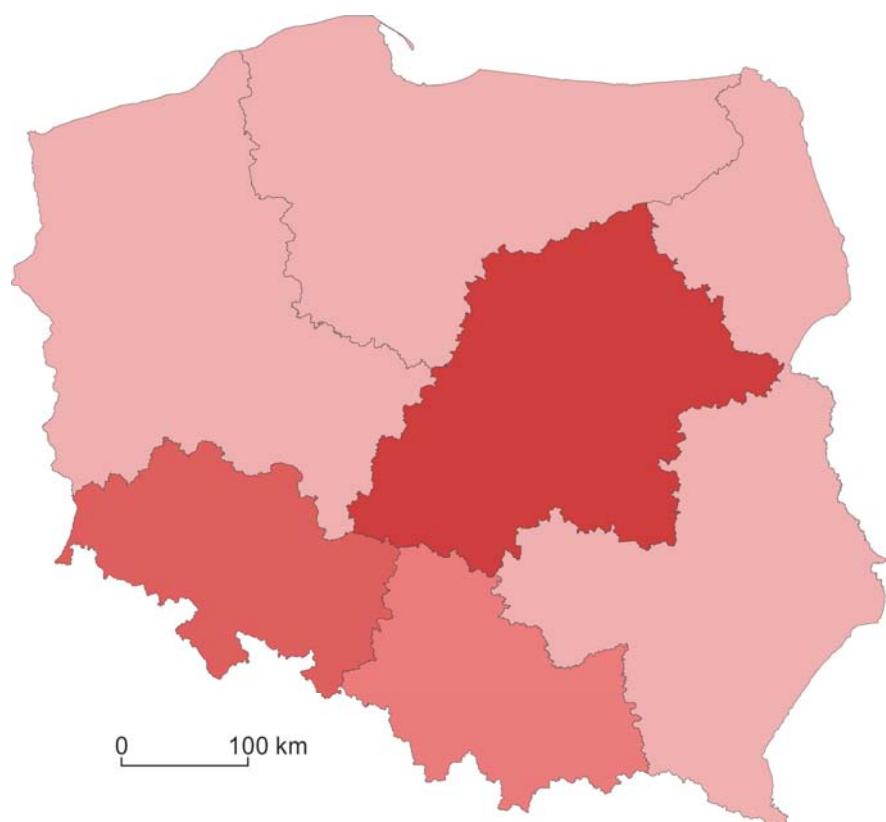
Ze względu na to, że pole odniesienia jest istotnym elementem kartogramu, wpływającym na obraz przestrzennej zmienności zjawisk prezentowanych na mapie, powinno być ono zawsze na mapie oznaczone. Granic pól odniesienia nie należy opuszczać nawet wówczas, gdy sąsiadujące ze sobą pola należą do jednej klasy, niezależnie, czy polami tymi są jednostki administracyjne, geometryczne, czy inne.

Wybór pola odniesienia dla danego zjawiska uzależniony jest tym, na jaki aspekt tego zjawiska chcemy położyć nacisk – czy jego w miarę dokładne wartości i wskazanie zróżnicowania przestrzennego na obszarze całego kraju, jak ma to miejsce przy zastosowaniu szczegółowych pól odniesienia, czy też na jego uogólnienie do poziomu regionalnego, ponadregionalnego, czy też poziomu całego kraju.

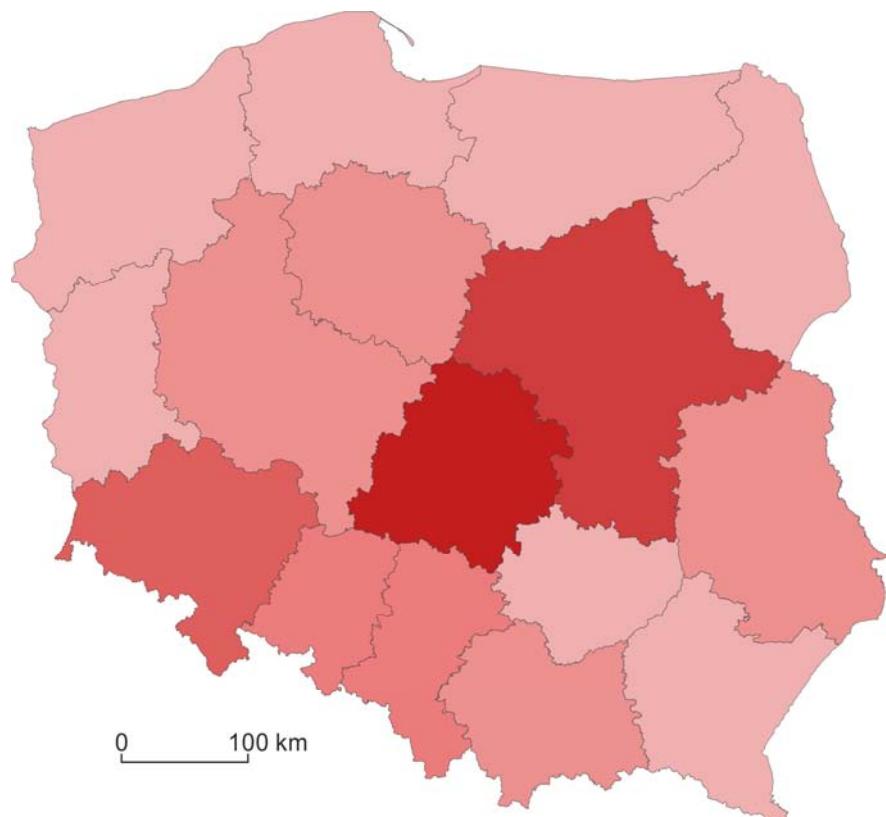
Jak wybór pola podstawowego wpływa na prezentację zjawiska można zaobserwować na przykładzie ryc. 4.19. Na siedmiu kolejnych kartogramach, wykonanych w tej samej skali liniowej, przedstawiono liczbę kobiet przypadających na 100 mężczyzn w Polsce w 2012 roku. Dla wszystkich kartogramów zastosowano jednakowe granice klas. Uzyskano w ten sposób siedem prezentacji tego zagadnienia dla obszaru Polski, znaczco różniących się pomiędzy sobą, jednak przedstawiających we właściwy sposób poprawne dane statystyczne. Z pierwszych map widać wyraźnie, że w Polsce jest więcej kobiet niż mężczyzn. Z kartogramu dla całej Polski (A) można odczytać, że jest to wartość średnia dla całego kraju z przedziału 106,1-107,0. W kartogramie prezentującym regiony statystyczne (B) można zauważyć już pewne zróżnicowanie regionalne. Kartogram, którego polami podstawowymi są województwa (C), pokazuje z jednej strony jeszcze większe zróżnicowanie na terenie całego kraju, z drugiej strony pokazuje wartości tego wskaźnika dla poszczególnych województw, dzięki czemu można w prosty sposób porównać województwa między sobą. Kartogram wykonany dla podregionów (D) pozwala na uszczegółowienie zróżnicowania wskaźnika zarówno dla całego kraju, jak i w ramach poszczególnych województw. Również na tym poziomie widać, że kobiet jest wszędzie więcej niż mężczyzn. Jednak przyjęcie kolejnego poziomu szczegółowości, czyli powiatów (E), pokazuje, że sytuacja nie jest tak jednoznaczna – w niektórych powiatach to jednak mężczyźni stanowią większość. Z mapy wykonanej na tym poziomie szczegółowości nie możemy odczytać informacji ogólnych, np. dla województwa, czy kraju, jednak w zamian dobrze odczytamy zróżnicowanie w skali całego kraju, czy województw. Przechodząc na poziom lokalny otrzymujemy kartogram, którego polem podstawowym są gminy (F). Szczegółowość przedstawionej informacji jest tu znacznie większa; widać także, że obszarów, gdzie mężczyźni stanowią większość jest całkiem sporo. Na ostatnim kartogramie, gdzie dodatkowo wydzielono obszary wiejskie z gmin miejsko-wiejskich (G), widać, że mężczyźni stanowią większość na ponad połowie powierzchni kraju.



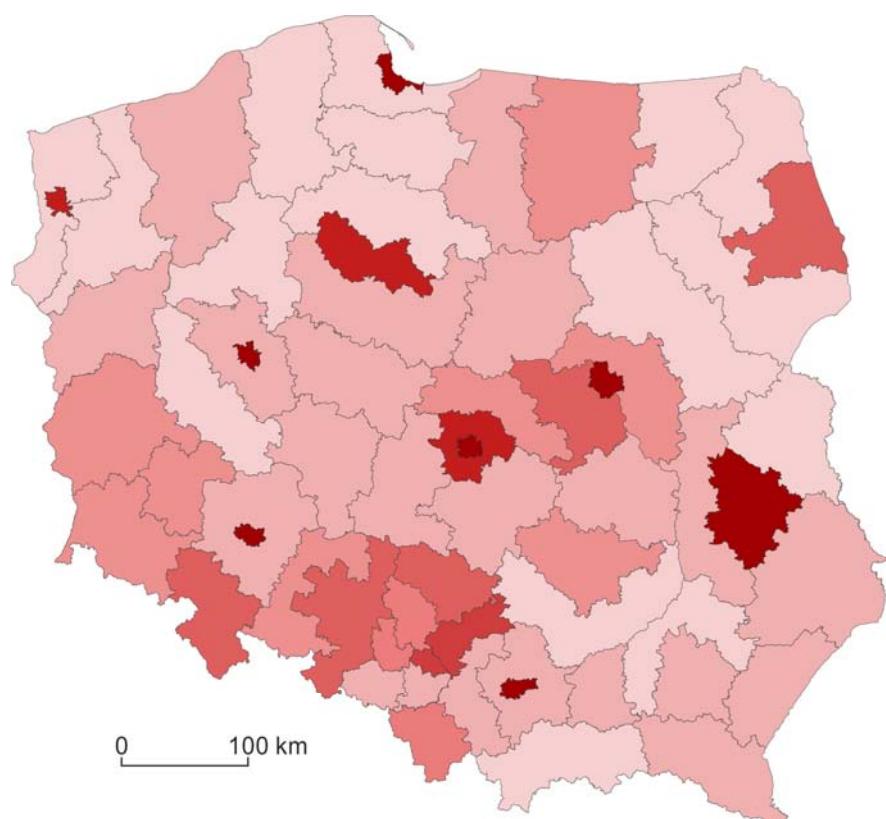
A. Pole odniesienia – cały kraj.



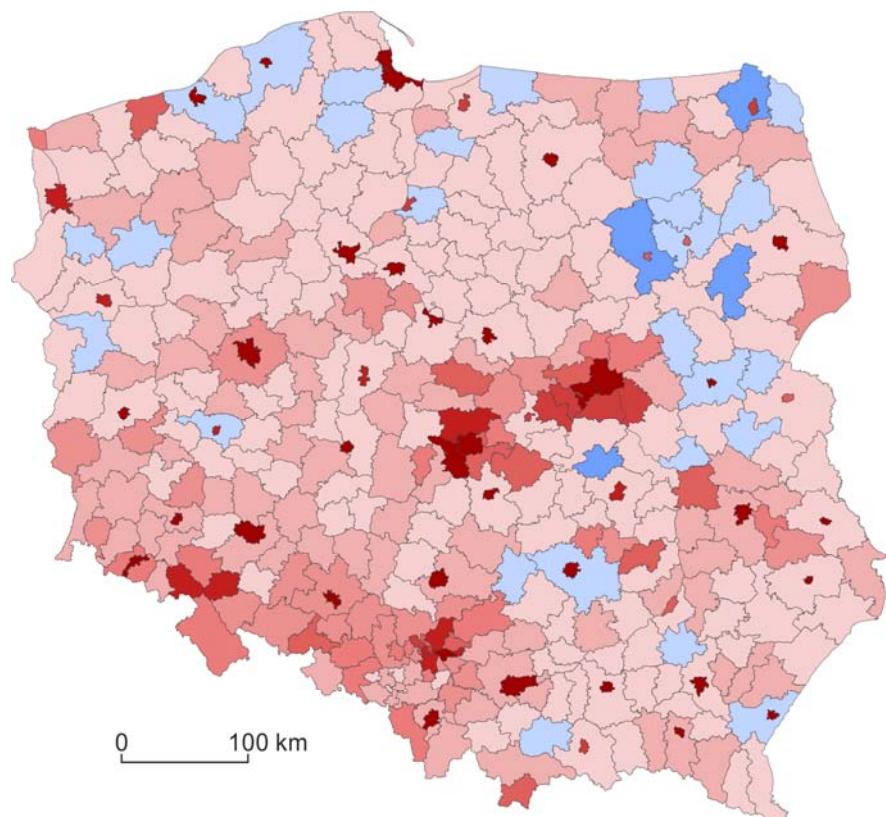
B. Pole odniesienia – regiony statystyczne.



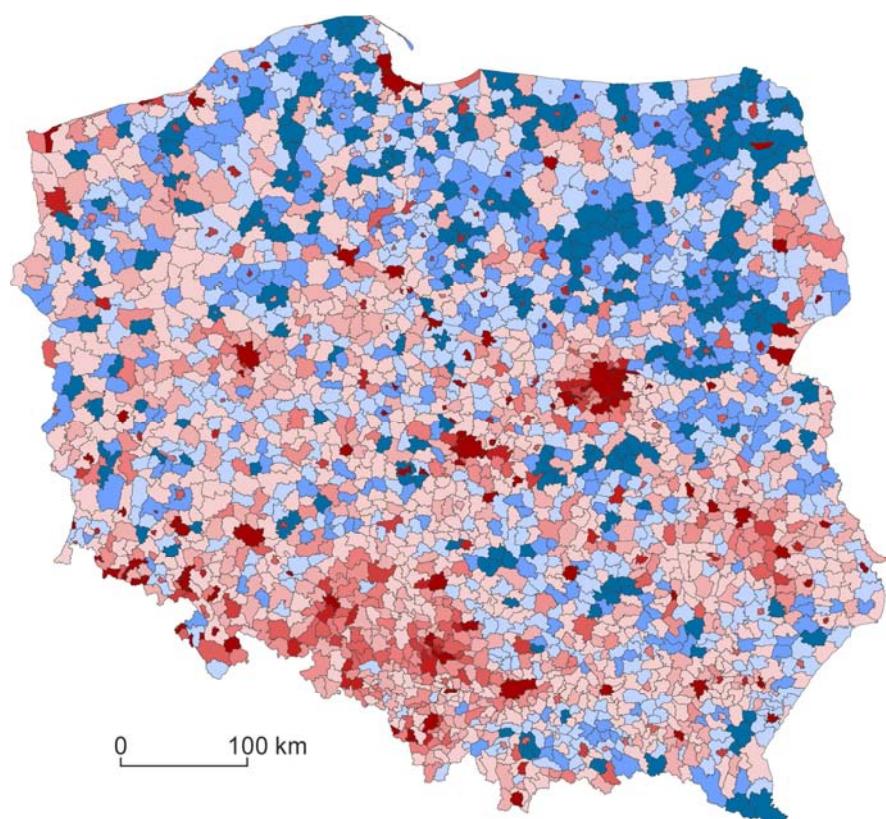
C. Pole odniesienia – województwa.



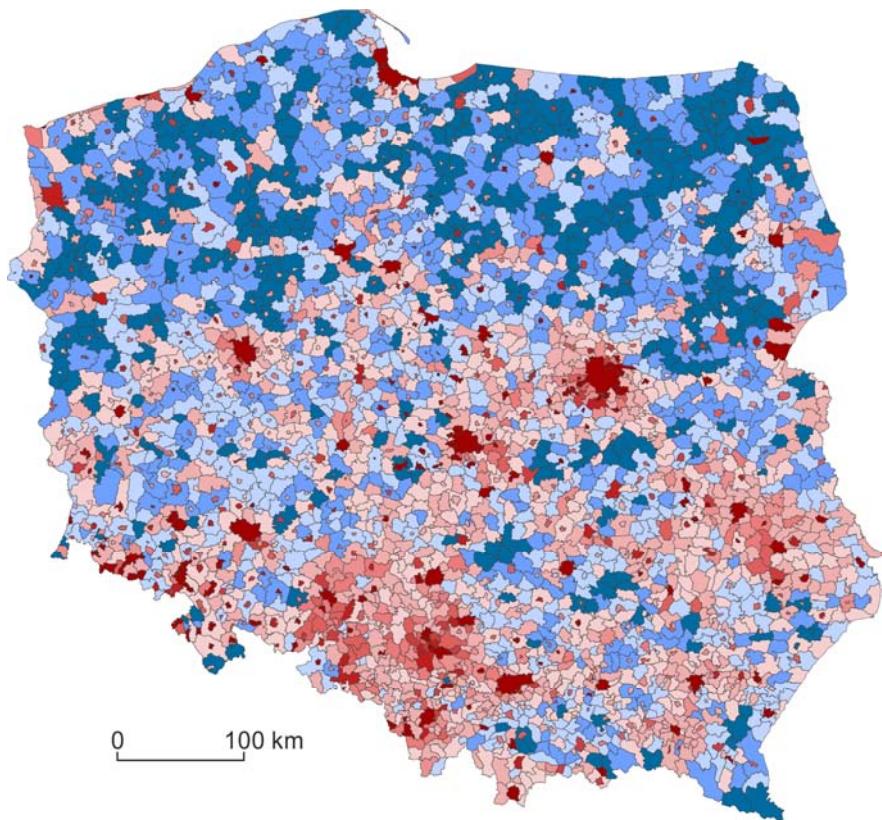
D. Pole odniesienia – podregiony statystyczne.



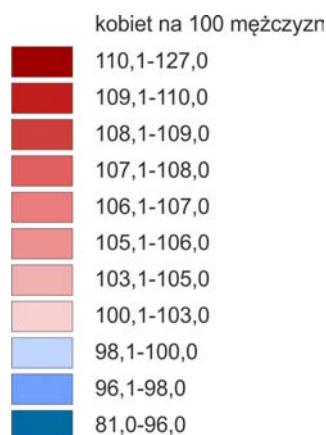
E. Pole odniesienia – powiaty.



F. Pole odniesienia – gminy.

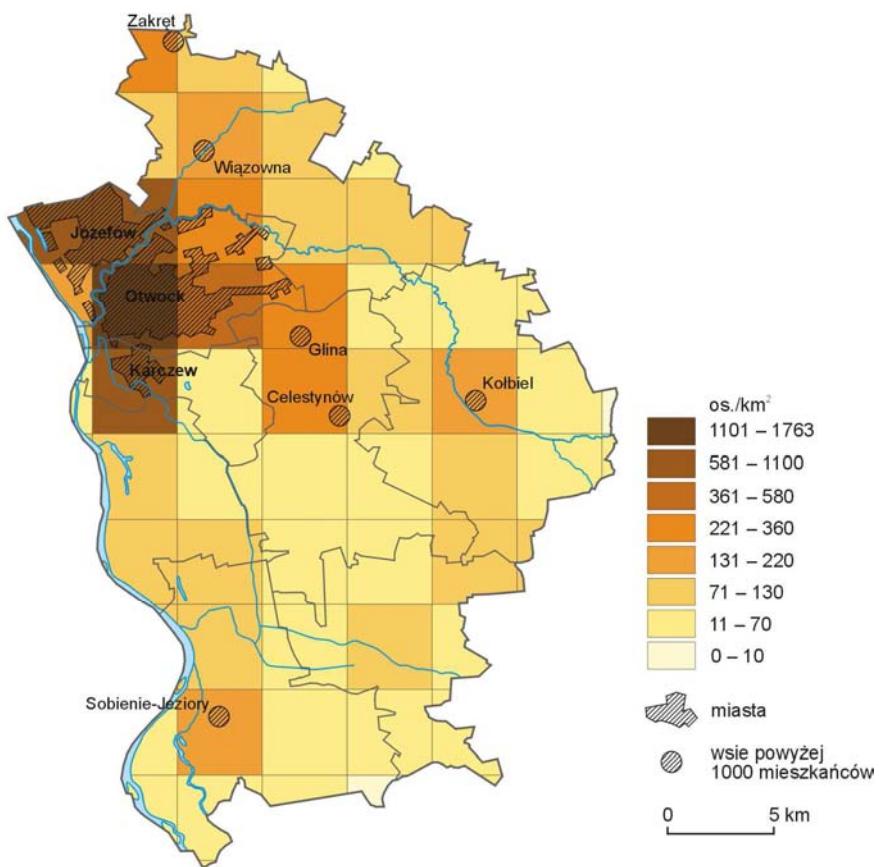


G. Pole odniesienia – gminy z podziałem gmin miejsko-wiejskich na część miejską i wiejską.

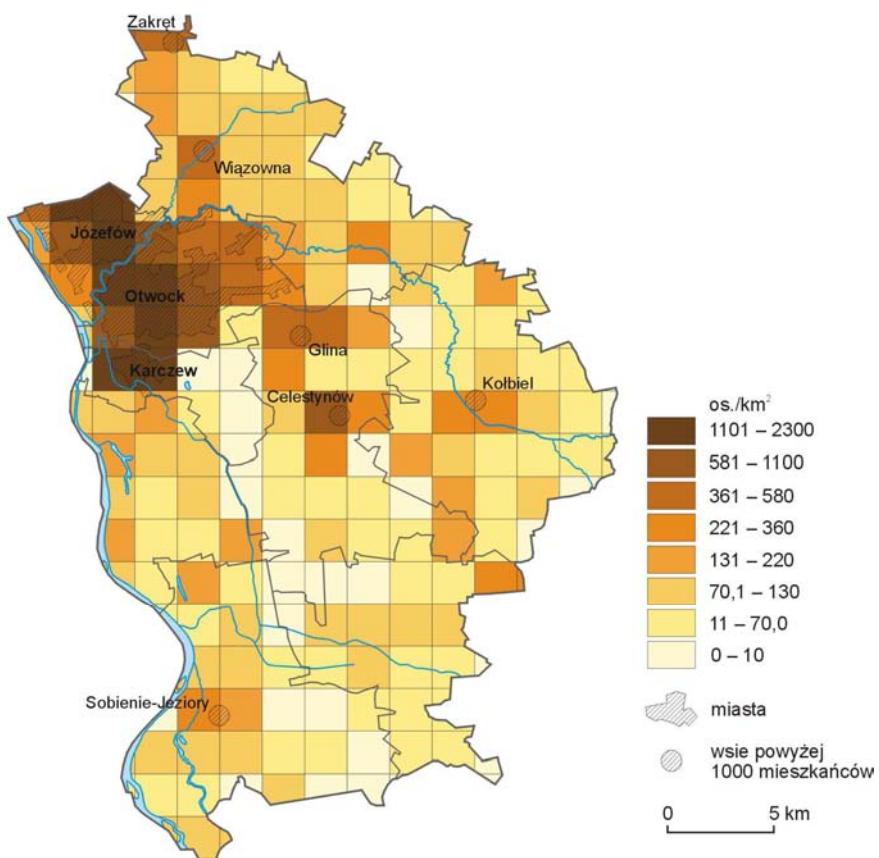


Ryc. 4.19. Przykład kartogramów skonstruowanych na podstawie różnych pól odniesienia będących jednostkami administracyjnymi (A-G) – liczba kobiet przypadających na 100 mężczyzn w Polsce w 2012 roku (opracowanie własne na podstawie danych z Banku Danych Lokalnych GUS: kobiety na 100 mężczyzn).

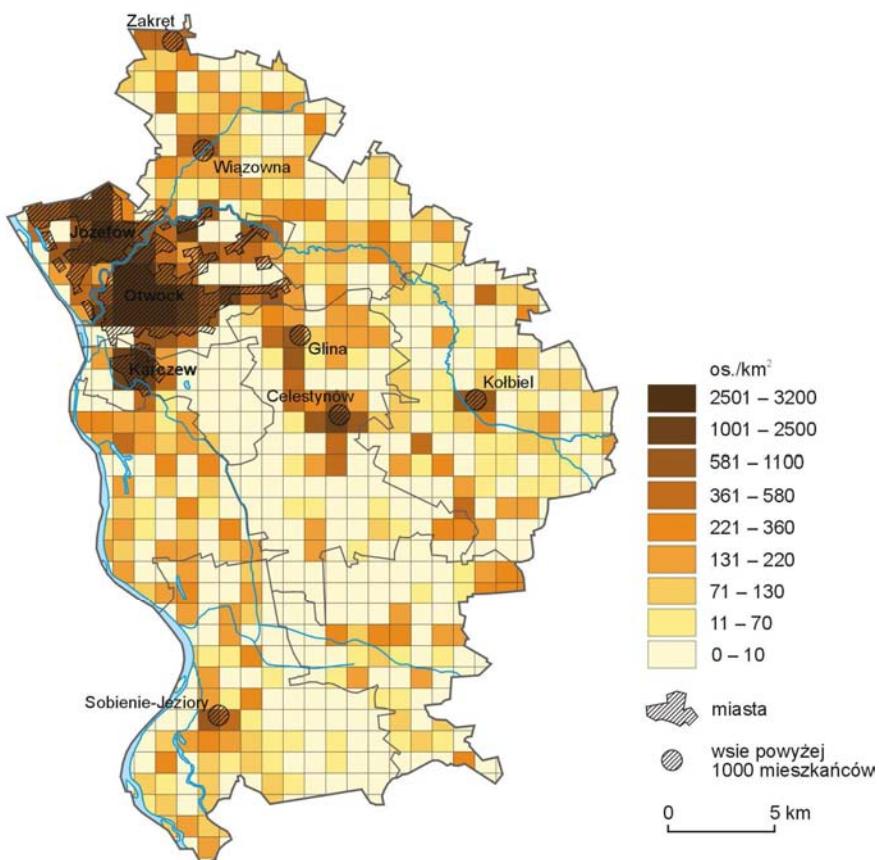
Analogiczna porównanie jak dla pól odniesienia będących jednostkami administracyjnymi można zrobić także dla kartogramów z geometrycznymi polami odniesienia, tzw. kartogramu geometrycznego (ryc. 4.20).



A. Pole odniesienia – kwadrat o boku 4 km.



B. Pole odniesienia – kwadrat o boku 2 km.



C. Pole odniesienia – kwadrat o boku 1 km.

Ryc. 4.20. Przykład kartogramów skonstruowanych na podstawie różnych pól odniesienia będących polami geometrycznymi (A-C) – mapa gęstości zaludnienia powiatu otwockiego w 2011 roku (opracowanie własne na podstawie mapy zamieszczonej w ryc. 4.9).

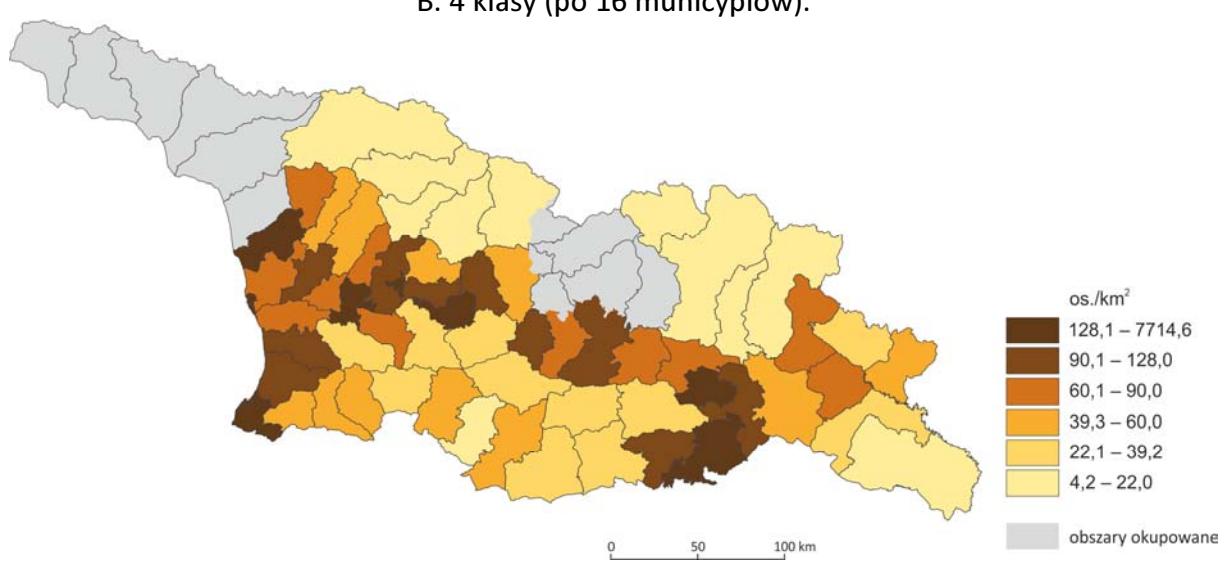
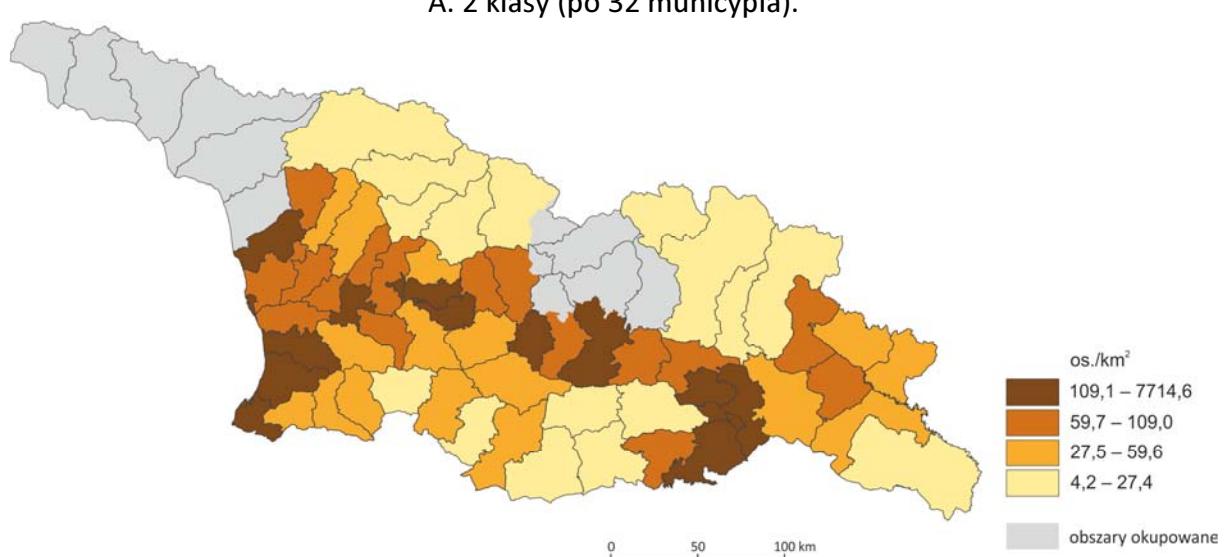
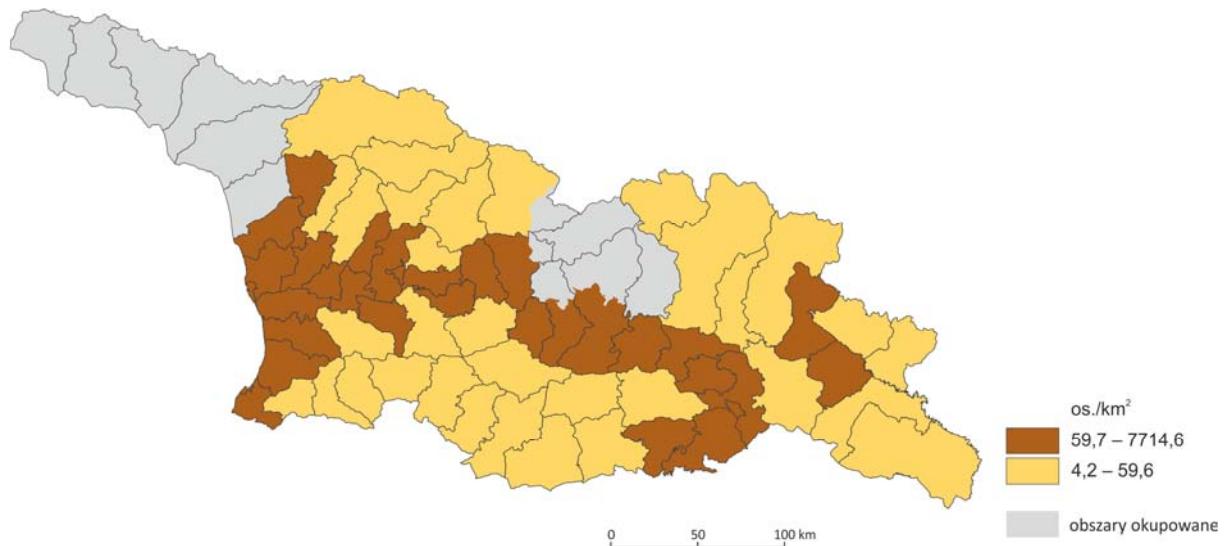
Powyższe przykłady pokazują także, że większe pola odniesienia w większy sposób uśredniają przedstawiane dane statystyczne – rozpiętości prezentowanych danych przy większych polach odniesienia są znacznie mniejsze niż przy polach mniejszych.

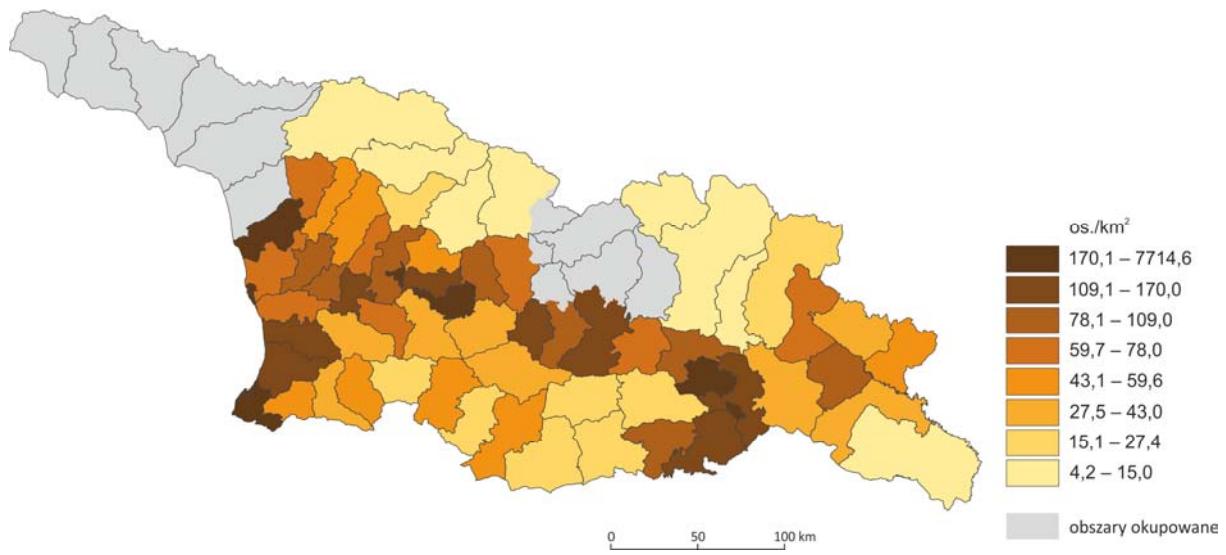
#### 4.2.8.2. Wyznaczenie klas kartogramu

Kolejnym zagadnieniem istotnym dla poprawnego opracowania kartogramu jest wyznaczenie jego klas. To właśnie dzięki odpowiedniemu uporządkowaniu wartości liczbowych prezentowanego zjawiska w przedziały klasowe, mapa wykonana metodą kartogramu przedstawia rozmieszczenie zjawiska w sposób uogólniony. Tak opracowany kartogram nazywamy kartogramem właściwym.

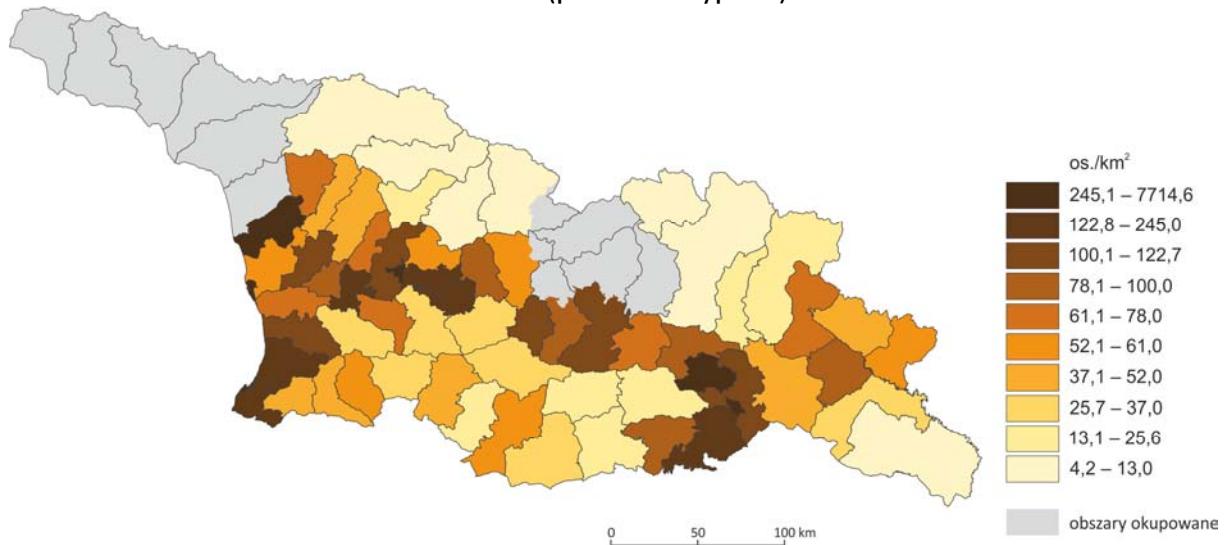
Wyznaczenie (dobór) przedziałów klasowych kartogramu polega na grupowaniu całej kartowanej zbiorowości (np. wartości dla poszczególnych gmin) w odpowiednie rozdzielcze (tzn. niemające części wspólnej) klasy. Wyznaczając klasy kartogramu należy określić ich liczbę i granice. Większa liczba przedziałów klasowych powoduje, że kartogram jest bardziej szczegółowy, mniejsza, że bardziej ogólny. Najprostsze kartogramy mają tylko dwie klasy, najczęściej zaleca się stosowanie się 5-8 klas, natomiast rzadko spotykane są kartogramy mające ponad 10 klas, gdyż przy tak dużej ich liczbie utrudnione jest poprawne przyporządkowanie danych pól podstawowych do konkretnej klasy ze względu na niewielkie różnice w barwie lub deseniu, jakie można zastosować pomiędzy kolejnymi klasami.

Na poniższej ilustracji (ryc. 4.21) pokazano jak różni się obraz kartogramu przy zastosowaniu różnej liczby klas dla tych samych danych i tej samej metody wyznaczania klas.





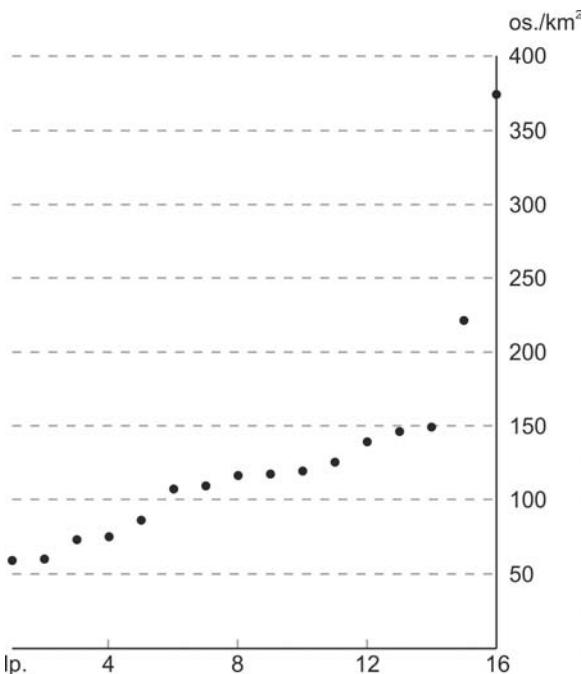
D. 8 klas (po 8 municipiów).



E. 10 klas (4 po 7 municipiów i 6 po 6 municipiów).

Ryc. 4.21. Różnica w prezentacji tych samych danych przy różnym wyznaczeniu liczby klas kartogramu na przykładzie gęstości zaludnienia w municipiach Gruzji w 2012 roku (A-E); zastosowano klasy równoliczebne (opracowanie własne na podstawie: liczba ludności – *Demographic Situation in Georgia. Statistical Abstract. National Statistics Office of Georgia, Tbilisi 2012, tabl. Number of population by municipalities*; powierzchnia municipiów: wyliczona w oprogramowaniu GIS na podstawie map z granicami municipiów zamieszczonych w aneksie do ww. publikacji).

Przyjęty sposób wyznaczania klas kartogramu powinien być uzależniony od statystycznego rozkładu kartowanego zbioru, a liczliwość i rozpiętość klas to dwie cechy, które należy zawsze brać pod uwagę. Aby zbadać rozkład statystyczny dobrze jest graficznie zilustrować dane statystyczne. W tym celu korzystnie jest sporządzić wykres wartości. Powstaje on w wyniku odłożenia na osi pionowej wartości kartowanego zjawiska, a na osi poziomej poszczególnych pól podstawowych według wzrastającej lub malejącej wartości zjawiska (ryc. 4.22). Wykres taki jest ilustracją pozwalającą na zorientowanie się w rozkładzie statystycznym prezentowanego zjawiska, przez co pomocną przy wyborze metody wyznaczenie klas kartogramu.



Ryc. 4.22. Przykład wykresu wartości – gęstość zaludnienia w województwach Polski w 2012 roku (opracowanie własne na podstawie danych z Banku Danych Lokalnych GUS: gęstość zaludnienia w województwach).

Istnieje wiele metod wyznaczania klas kartogramu. Podzielić je można ogólnie na metody sformalizowane (matematyczno-statystyczne) oraz metody niesformalizowane. Poniżej omówiono najpopularniejsze z nich.

**Metoda kwantylowa** (równych liczebności) polega na podziale uporządkowanych danych dla poszczególnych pól odniesienia na klasy o równej liczbie pól odniesienia (np. 4-4-4-4). Jeżeli liczba elementów jest niepodzielna przez założoną liczbę klas, to wtedy należy tak wyznaczyć granice klas, aby zawierały one jak najbardziej podobną liczbę elementów (np. 4-4-4-5, 3-3-4-4).

**Metoda równych rozpiętości** wartości w klasach polega na wyznaczeniu największej i najmniejszej wartości danego zbioru, a następnie podzieleniu ich różnicą 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 podziału sumy zbioru** polega na zsumowaniu wartości wszystkich elementów, a następnie podziałowi na planowaną liczbę klas. W kolejnym etapie sumuje się wartości poczynając od najmniejszej aż osiągnie się wartość o założonej rozpiętości przedziału, następnie krok ten powtarza się dla kolejnych przedziałów. W wyniku tego działania otrzymujemy podział na klasy, w obrębie których skumulowane wartości elementów są sobie równe.

**Metoda średniej arytmetycznej** stosowana jest dla zbioru danych mających rozkład normalny. Zbiór dzieli się na dwie części wyznaczając jako granicę jego średnią arytmetyczną.

Procedurę powtarza się dla obu otrzymanych zbiorów i ewentualnie dla kolejnych. W tej metodzie można uzyskać podział wyłącznie na 2, 4 lub 8 klas.

Analogicznie postępuje się w przypadku **metody odchylenia standardowego** – po wyznaczeniu średniej arytmetycznej, przyjmowanej za granicę klas, wyznacza się pierwsze odchylenie standardowe (kartogram 4-klasowy), drugie odchylenie standardowe (kartogram 6-klasowy) i trzecie odchylenie standardowe (kartogram 8-klasowy). Metodę tę można stosować tylko dla zbioru danych mających rozkład normalny, zastosowanie jej przy zbiorach mających rozkład skośny jest metodycznie niepoprawne.

W **metodzie postępu arytmetycznego** stosuje się stałą różnicę rozpiętości między kolejnymi klasami, np. dla klas o granicach 3-6-11-18-27-38, rozpiętości kolejnych klas wynoszą 3-5-7-9-11, co oznacza, że każdy przedział jest większy o 2 od poprzedniego.

W **metodzie postępu geometrycznego** stosuje się stały stosunek między rozpiętościami klas, np. dla klas o granicach 6-8-12-20-36-68, rozpiętości kolejnych klas wynoszą 2-4-8-16-32, co oznacza, że każdy przedział jest dwa razy większy od poprzedniego. Metoda ta przydatna jest do wyznaczania klas zbiorów o rozkładzie bardzo skośnym.

**Metoda proporcjonalności odwrotnej** jest przydatna do wyznaczania klas zbiorów o rozkładzie bardzo skośnym. Polega ona na wyliczeniu różnicy z odwrotności wartości największej i najmniejszej danego zbioru i podzieleniu jej przez planowaną liczbę klas. Następnie tak otrzymaną wartość A odejmuję się od odwrotności wartości najmniejszej zbioru – w wyniku otrzymujemy odwrotność wartości granicy pierwszego przedziału B. Wyliczamy odwrotność wartości B, dzięki czemu otrzymujemy granicę pierwszego przedziału. Aby otrzymać granice kolejnych klas należy powtórzyć to działanie odejmując od odwrotności wartości najmniejszej zbioru podwojoną, potrojoną, itd. wyliczoną w pierwszym kroku wartość A.

Często stosowaną metodą jest **metoda przedziałów naturalnych** (zwana także metodą Jenksa lub metodą optymalizacyjną), która polega na pogrupowaniu wartości podobnych, tak aby granice klas dzieliły wartości różne. W programach GIS wyznaczanie klas w tej metodzie następuje na podstawie odpowiednich algorytmów. Jednak analogiczne rezultaty można otrzymać poprzez analizę wykresu wartości i wskazywaniu na nim „naturalnych luk”, w których znajdują się granice klas.

**Metoda przedziałów normatywnych** polega na zastosowaniu jako granic przedziałów klasowych wartości uznanych za istotne lub charakterystyczne dla danego tematu.

Niektóre metody można ze sobą łączyć – np. wyznaczyć średnią arytmetyczną zbioru, będącą jednocześnie granicą klas, i następnie oba podzbiory podzielić na klasy o równej liczebności lub rozpiętości; podobnie zbiór można podzielić na dwie klasy wyznaczone normatywnie, a podzbiory podzielić metodami matematyczno-statystycznymi, itp.

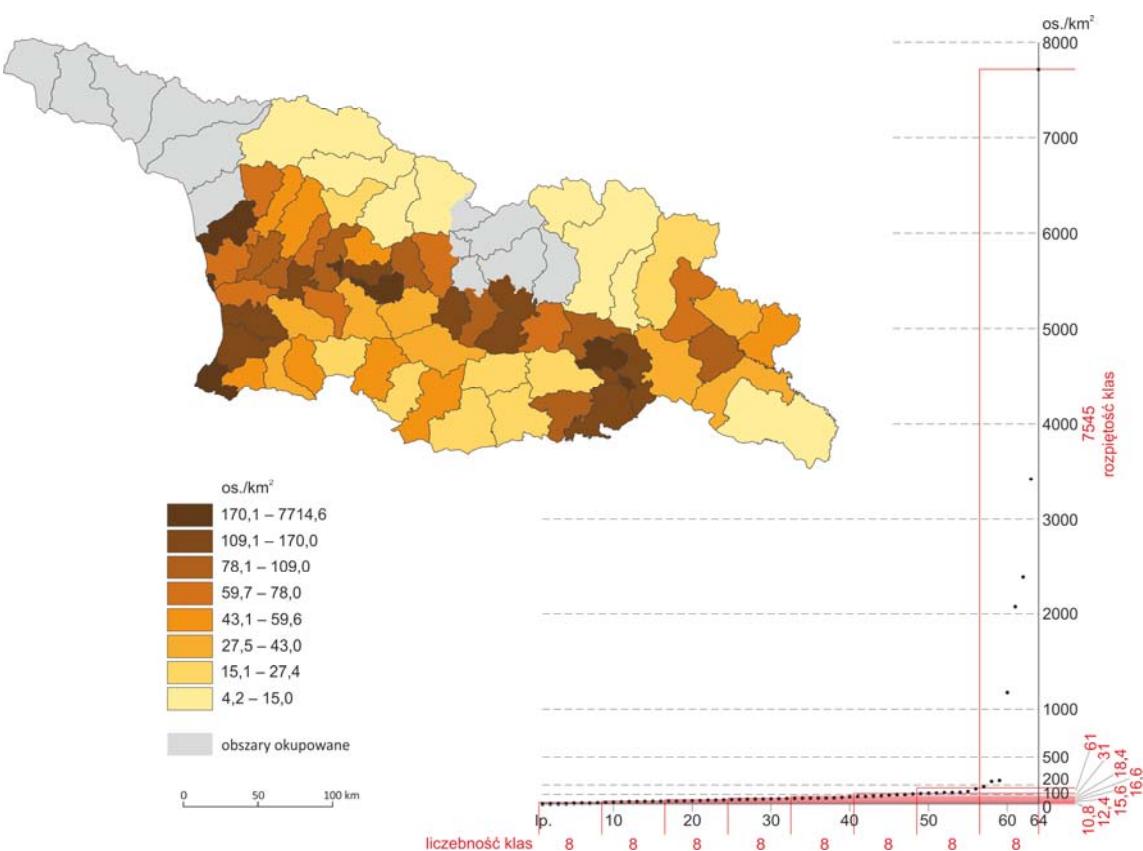
Ponadto należy wymienić takie metody niesformalizowane jak stosowanie przedziałów tradycyjnych, czyli powtarzanie granic przyjętych we wcześniejszych opracowaniach, czy przyjmowanie przedziałów o w miarę okrągłych wartościach, zdecydowanie łatwiejszych percepcyjnie dla odbiorcy wykonanej mapy, np. 10, 20, 50, 100, 200, 500, 1000. Mogą być wprowadzane również inne rozwiązania, zależne od przeznaczenia kartogramu – jeżeli np. na mapie ma być zwrócona uwaga na jednostki o największej gęstości zaludnienia, to dla tych

jednostek wprowadza się więcej przedziałów, by dokładniej pokazać ich zróżnicowanie, zaś pozostałe grupuje się w mniejszą liczbę przedziałów niż wynikłoby to z tradycyjnych metod ich wyznaczania.

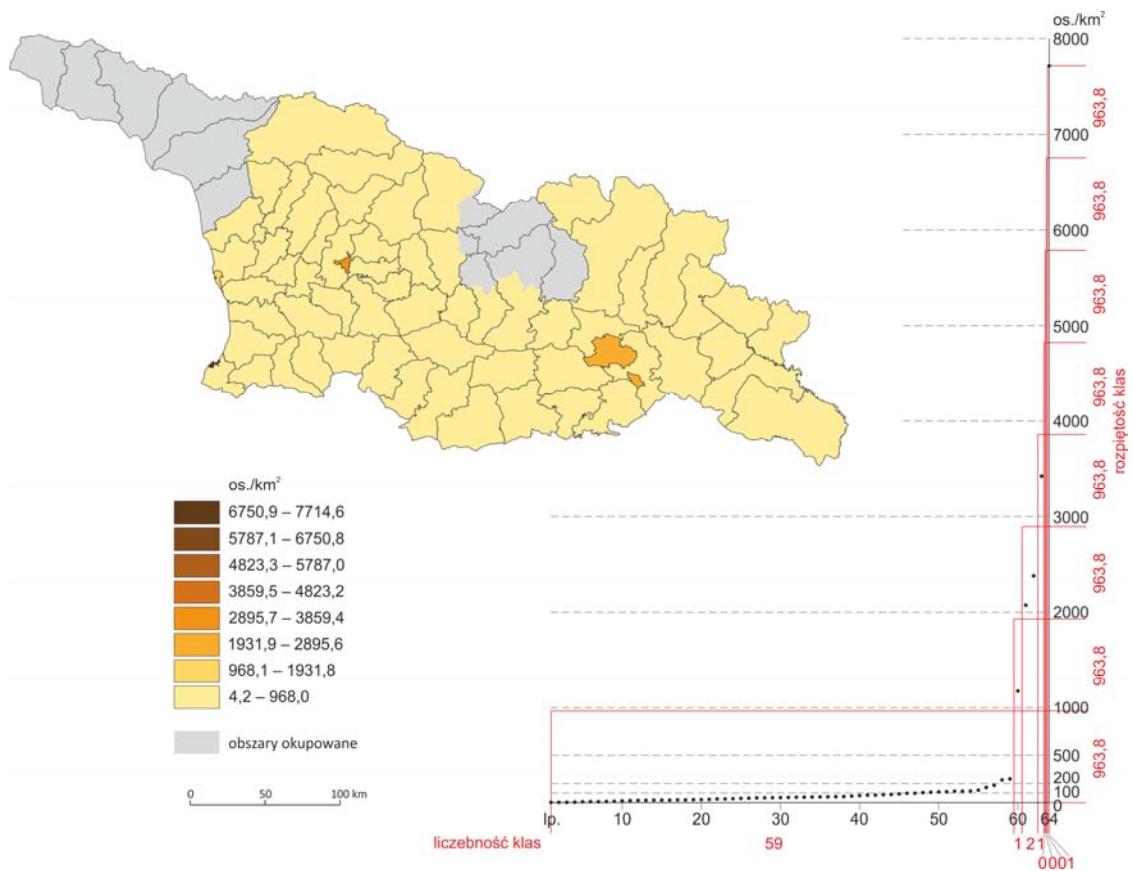
Wyznaczanie klas może być uwarunkowane innymi danymi niż te przedstawione na kartogramie, np. granice klas kartogramu prezentującego średnie dochody gmin można tak przyjąć, aby w każdej klasie znajdowały się gminy liczące łącznie 20% mieszkańców kraju.

Wyznaczając granice klas kartogramu należy pamiętać, aby nie powstały klasy nie zawierające ani jednego elementu – tak wyznaczone klasy uznawane są za błędne.

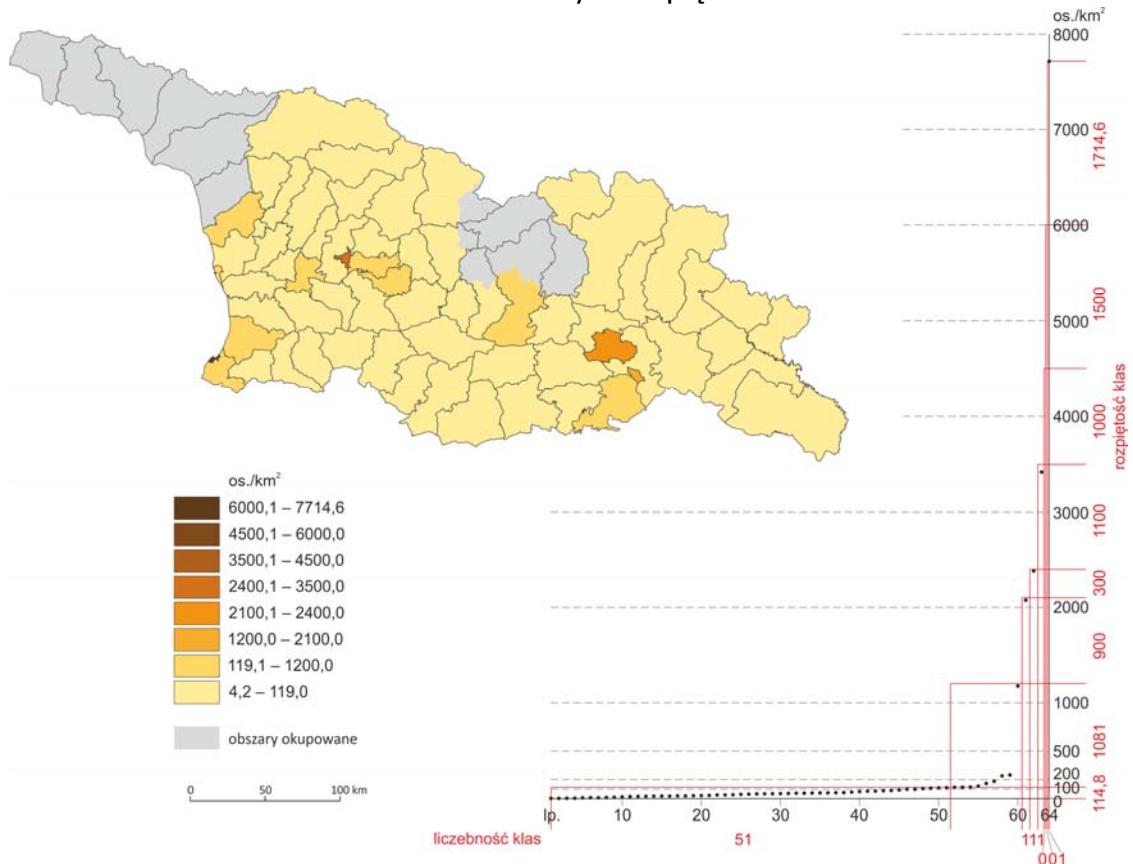
Na poniżej ilustracji (ryc. 4.23) pokazano jak różni się obraz kartogramu przy zastosowaniu różnych sposobów wyznaczania jego klas przy zachowaniu tych samych danych i tej samej liczby klas. Jak można zauważyć, ze względu na mocno skośny rozkład prezentowanych danych nie wszystkie sposoby wyznaczania klas są w tym przypadku akceptowalne – przedstawiono je jednak w celach informacyjnych. Oczywiście przy danych o innym rozkładzie inne metody wyznaczenia klas będą uznane za optymalne.



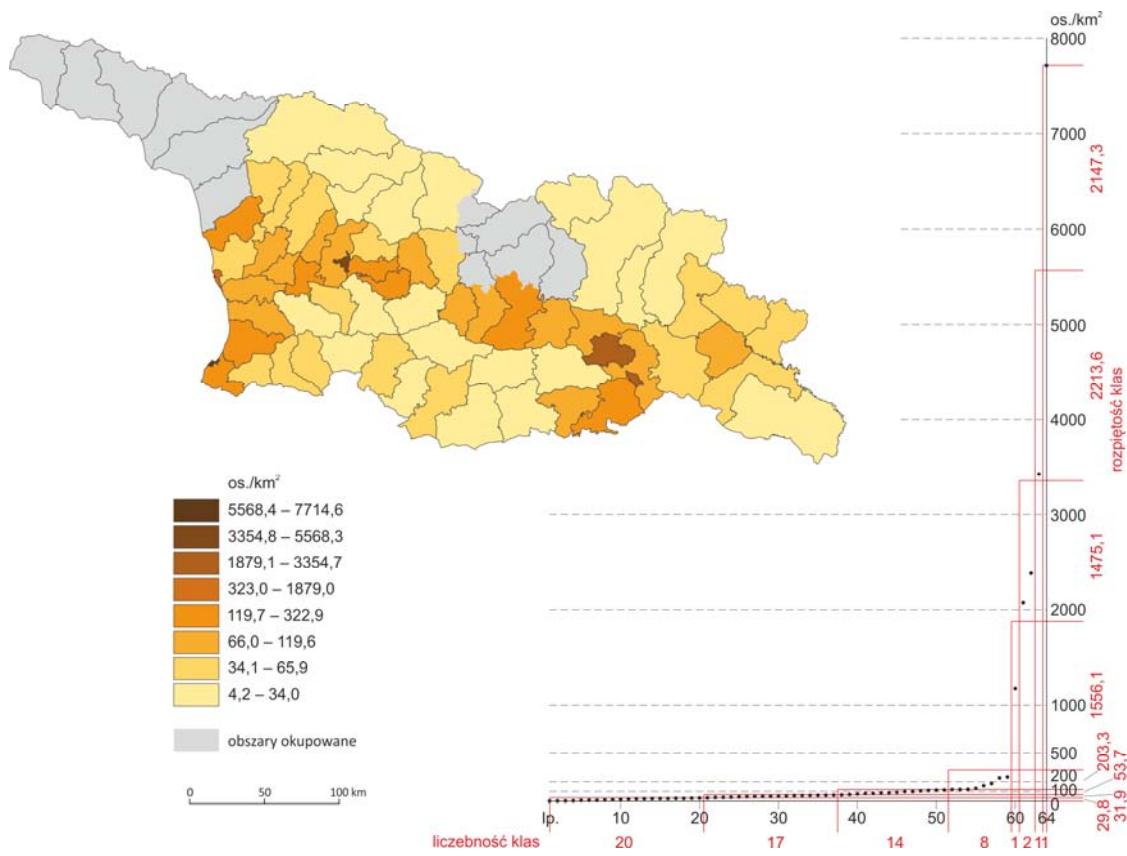
A. Metoda kwantylowa (równych liczebności).



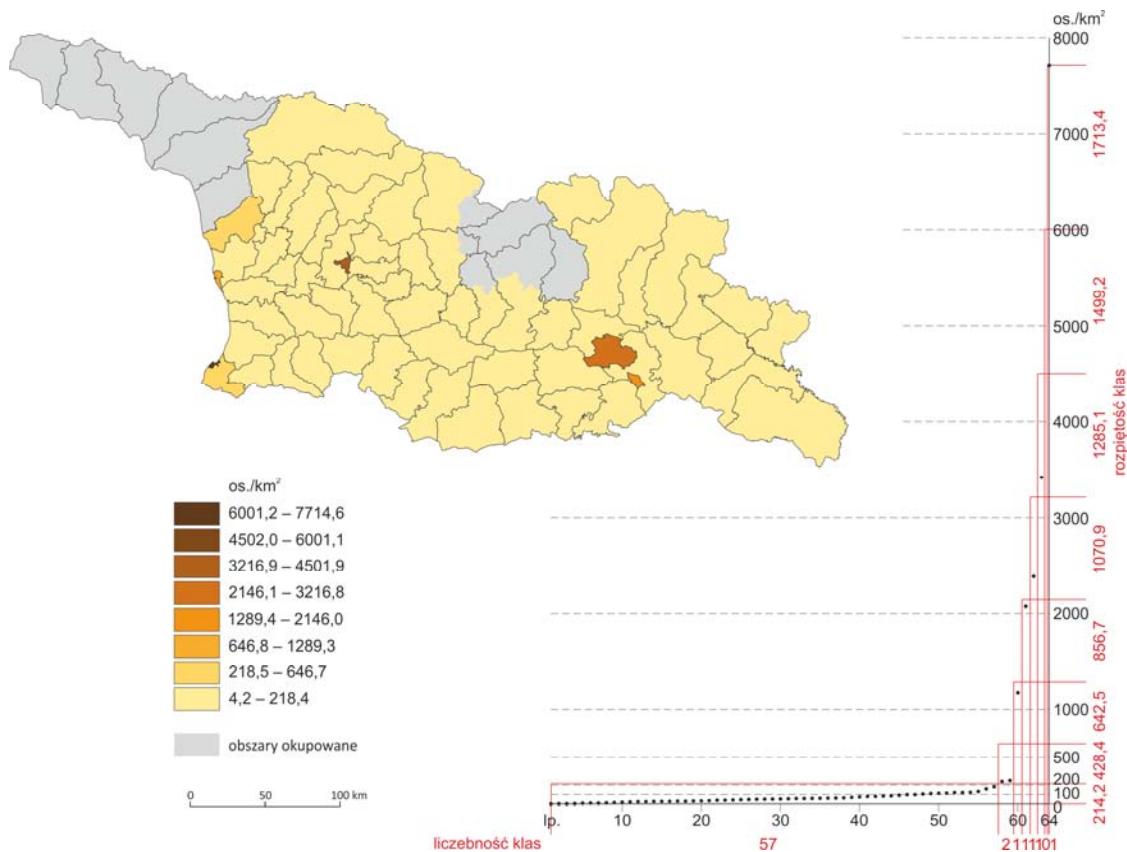
B. Metoda równych rozpiętości.



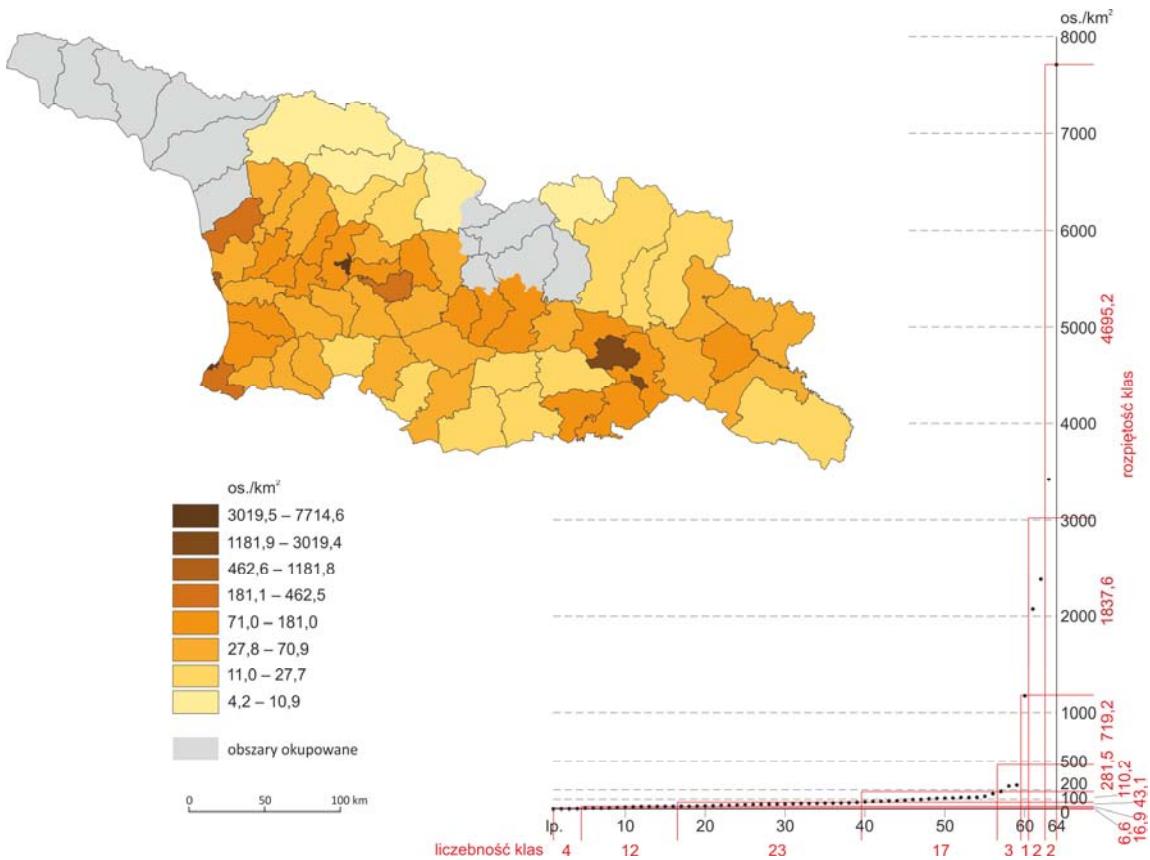
C. Metoda podziału sumy zbioru.



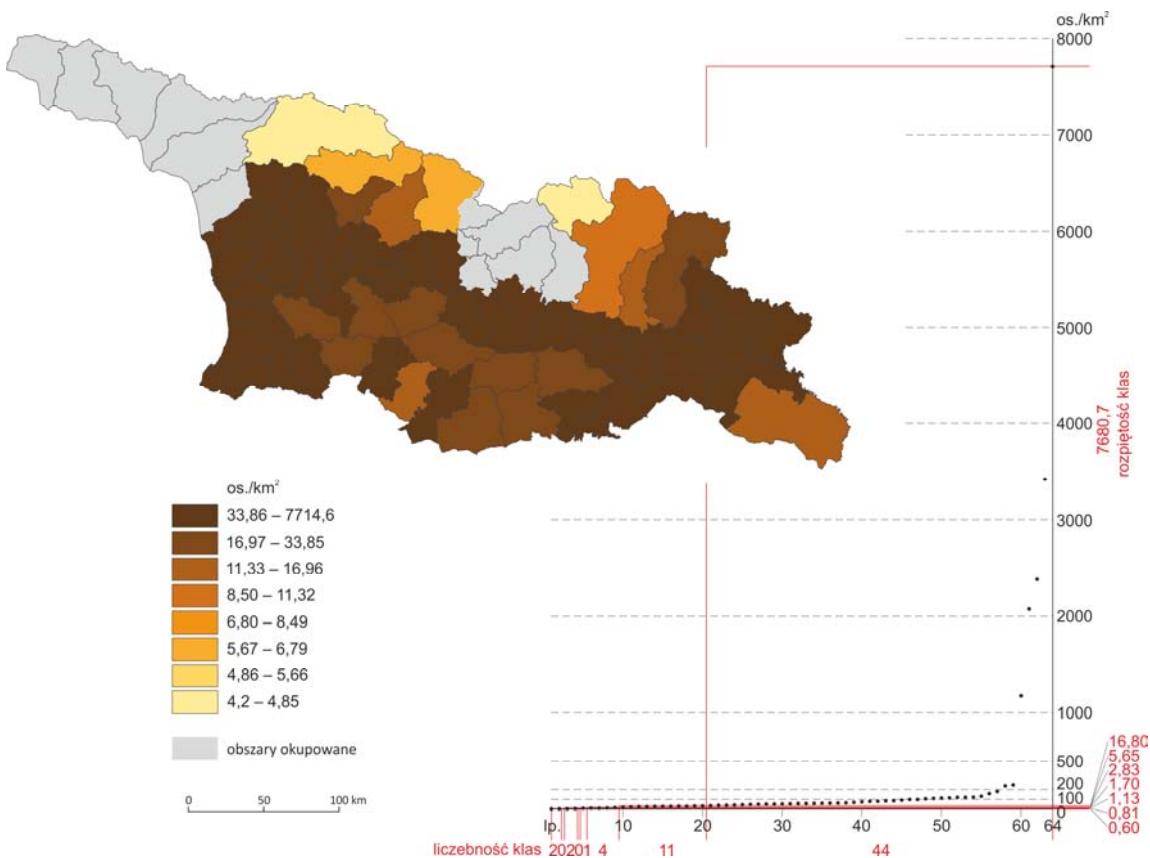
D. Metoda średniej arytmetycznej.



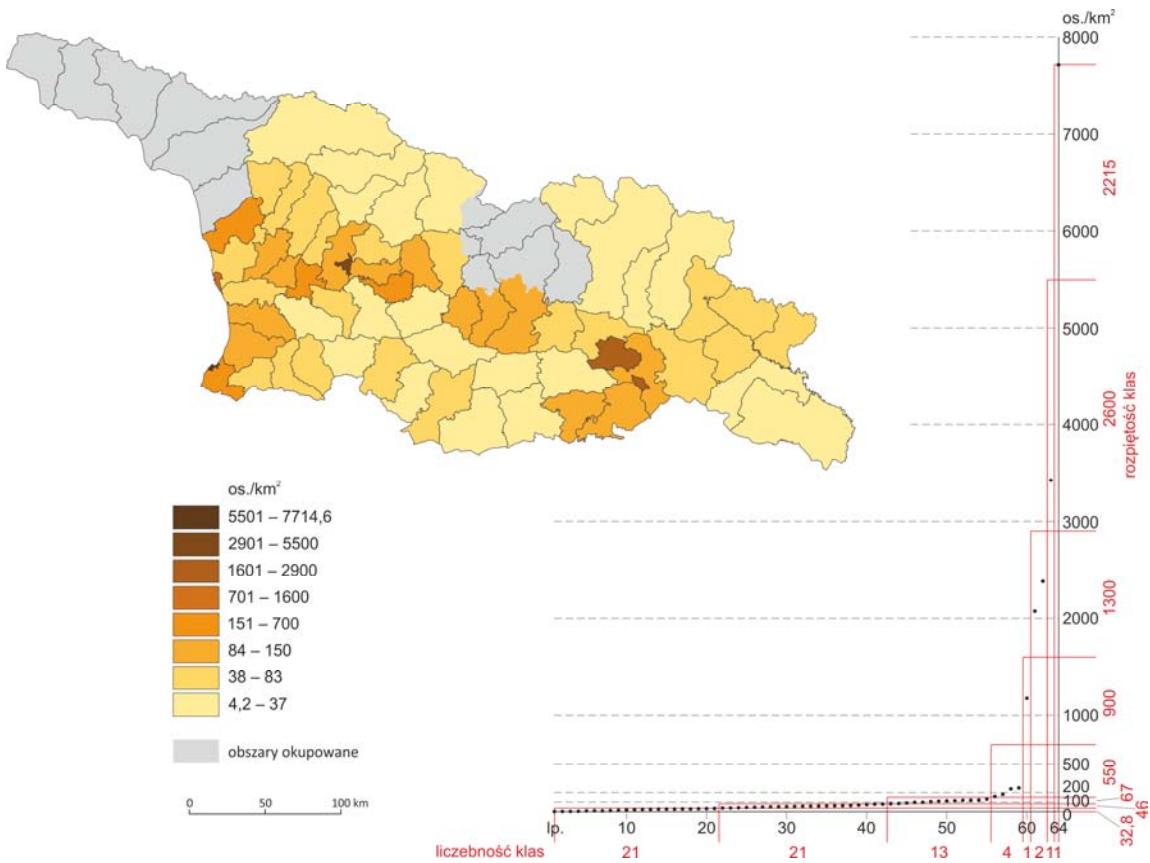
E. Metoda postępu arytmetycznego.



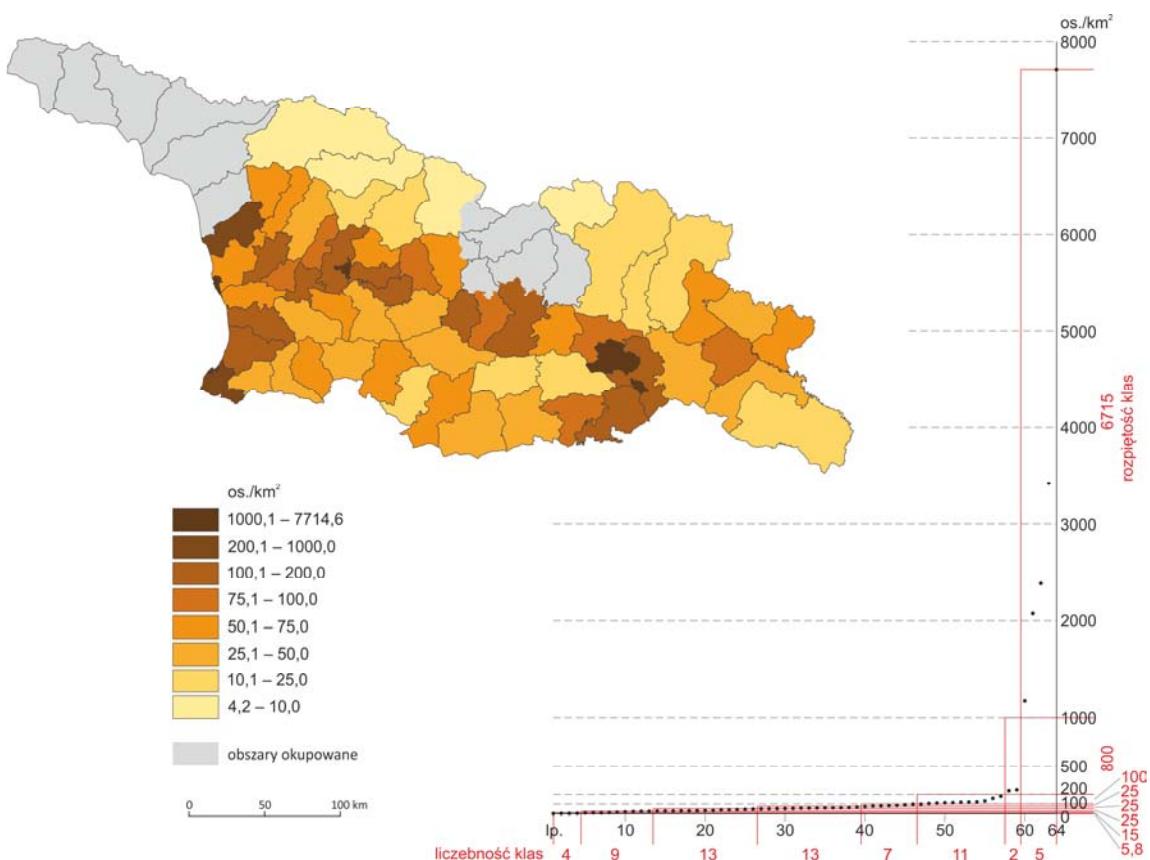
F. Metoda postępu geometrycznego.



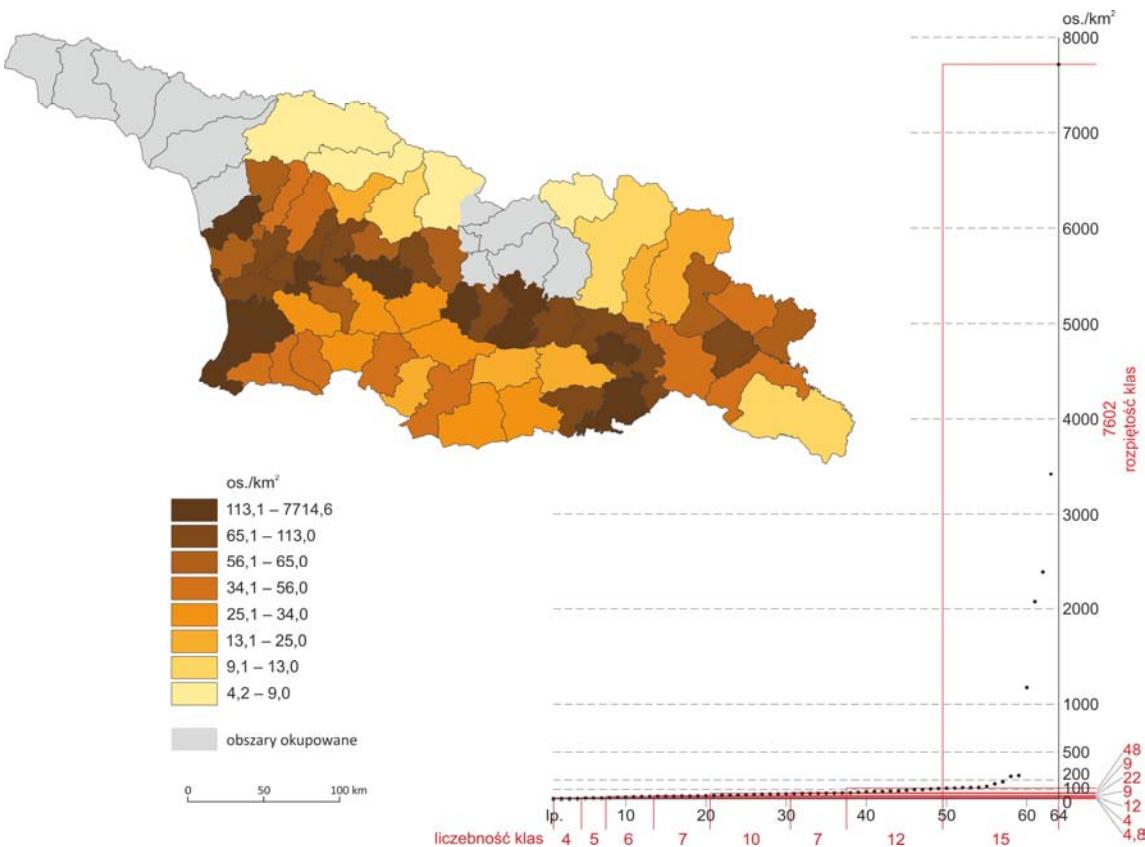
G. Metoda proporcjonalności odwrotnej.



H. Metoda przedziałów naturalnych (Jenksa).



I. Metoda przedziałów niesformalizowanych  
(przyjęto jako granice klas wartości: 10, 25, 50, 75, 100, 200, 1000).



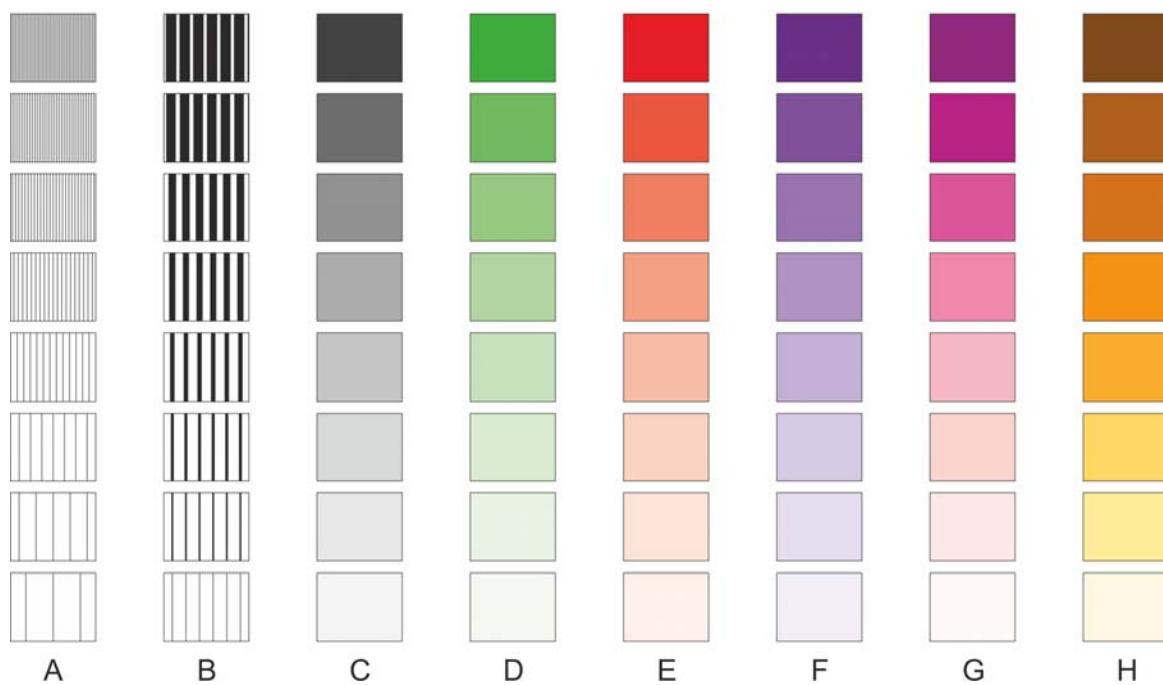
J. Metoda przedziałów przyjętych na podstawie dodatkowych wskaźników (wyznaczone klasy mają równą powierzchnię – obejmują jednostki liczące po 12,5% całkowitej powierzchni pól podstawowych).

Ryc. 4.23. Różnica w prezentacji tych samych danych przy różnym sposobie wyznaczenia klas kartogramu (A-J), zastosowano jednolity podział na 8 klas – gęstości zaludnienia w municipiach Gruzji w 2012 roku (opracowanie własne na podstawie: liczba ludności – *Demographic Situation in Georgia. Statistical Abstract. National Statistics Office of Georgia, Tbilisi 2012, tabl. Number of population by municipalities*; powierzchnia municipiów: wyliczona w oprogramowaniu GIS na podstawie map z granicami municipiów zamieszczonych w aneksie do ww. publikacji)

#### 4.2.8.3. Skale graficzne w kartogramie

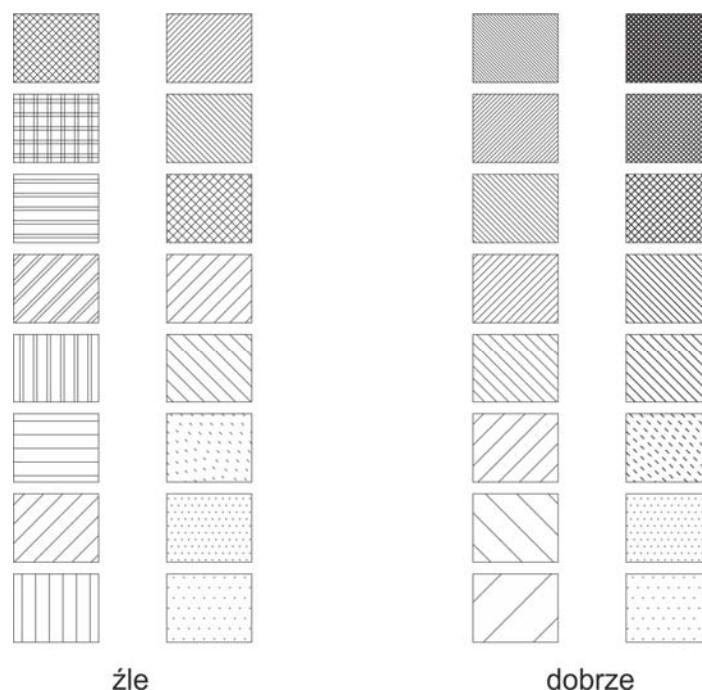
Warunkiem poprawnego odczytania kartogramu jest odpowiednia sekwencja zastosowanych barw, szarości lub desenia odpowiadających poszczególnym przedziałom klasowym. Przy doborze tych sekwencji zasadniczym elementem jest jasność. Klasy szeregu rozdzielczego mają ściśle określoną kolejność, w związku z tym skala opracowana dla kartogramu powinna tak operować jasnością, aby odzwierciedlać tę kolejność – zmienność jasności poszczególnych stopni skali musi odpowiadać kierunkowi zmiany natężenia kartowanego zjawiska. Oznacza to, że wraz ze wzrostem wartości zjawiska skala powinna być coraz ciemniejsza, zaś wraz z jego spadkiem – coraz jaśniejsza (ryc. 4.24). Niezachowanie tej zasady może utrudnić poprawne odczytanie kartogramu, lub wręcz je uniemożliwić. Jedynie wyjątkowo można zastosować odwróconą skalę (tzn. wraz ze wzrostem wartości zjawiska następuje roz-

jaśnienie skali) – ma to miejsce wtedy, gdy chcemy podkreślić właśnie najmniejsze wartości kartogramu (np. tytułując mapę „Gminy o najmniejszej gęstości zaludnienia”).



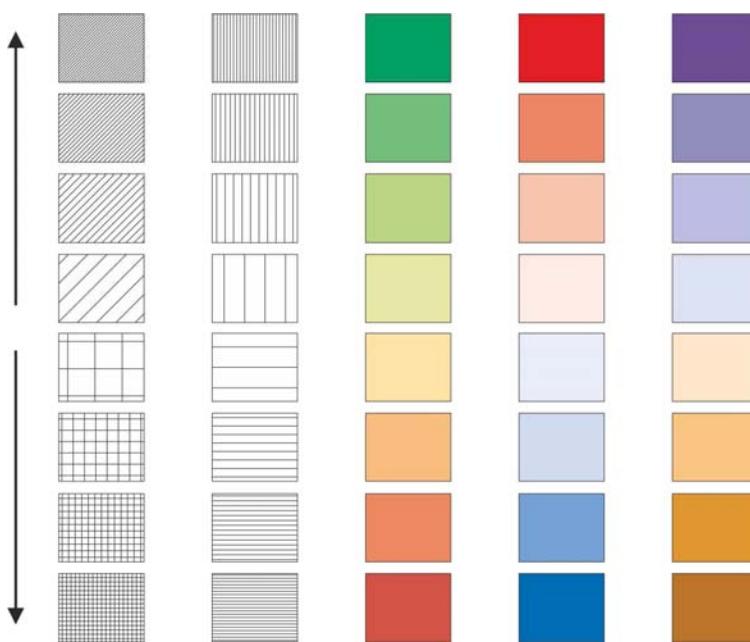
Ryc. 4.24. Przykłady skal graficznych – deseniowych (A, B), w odcieniach szarości (C), jednotonalnych (D, E, F) oraz wielotonalnych (G, H).

W przypadku wykonywania skali deseniowej należy pamiętać, że nie można操作ać tylko samą zmianą kierunku lub kształtu znaku – stosunek czerni do bieli w kolejnych elementach skali zawsze musi wzrastać (ryc. 4.25).

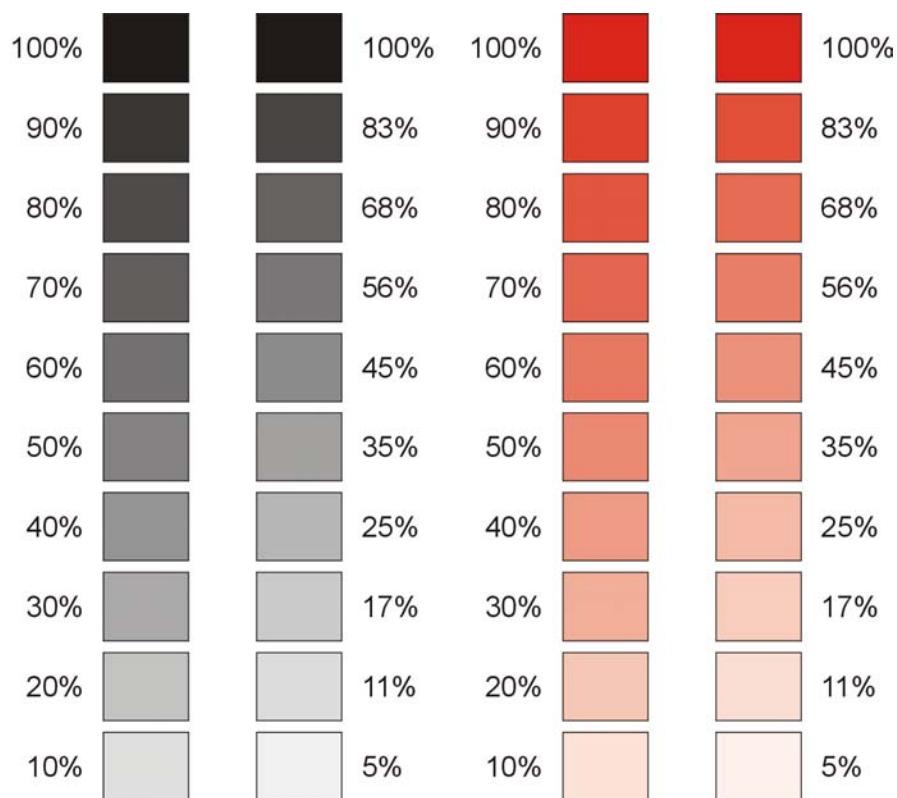


Ryc. 4.25. Skale deseniowe – wykonanie niepoprawne i poprawne.

Czasami opracowując kartogram należy przyjąć skalę rozbieżną. Stosuje się ją wtedy, gdy chcemy wskazać na pewną wartość w środku szeregu i zmiany zachodzące względem tej wartości. Często taką wartością jest 0 (np. przyrost naturalny), może to być też np. wartość 50% (np. na mapach ilustrujących wyniki wyborów tak często zaznacza się wyniki dwóch głównych partii, czy kandydatów na prezydenta) lub odchylenie od średniej. Konstrukcja skali rozbieżnej polega na zmianie wartości na zewnątrz od wskazanej wartości. Skalę taką można



Ryc. 4.26. Przykłady skal rozbieżnych.



Ryc. 4.27. Wizualny odbiór skali szarości i barwnej.

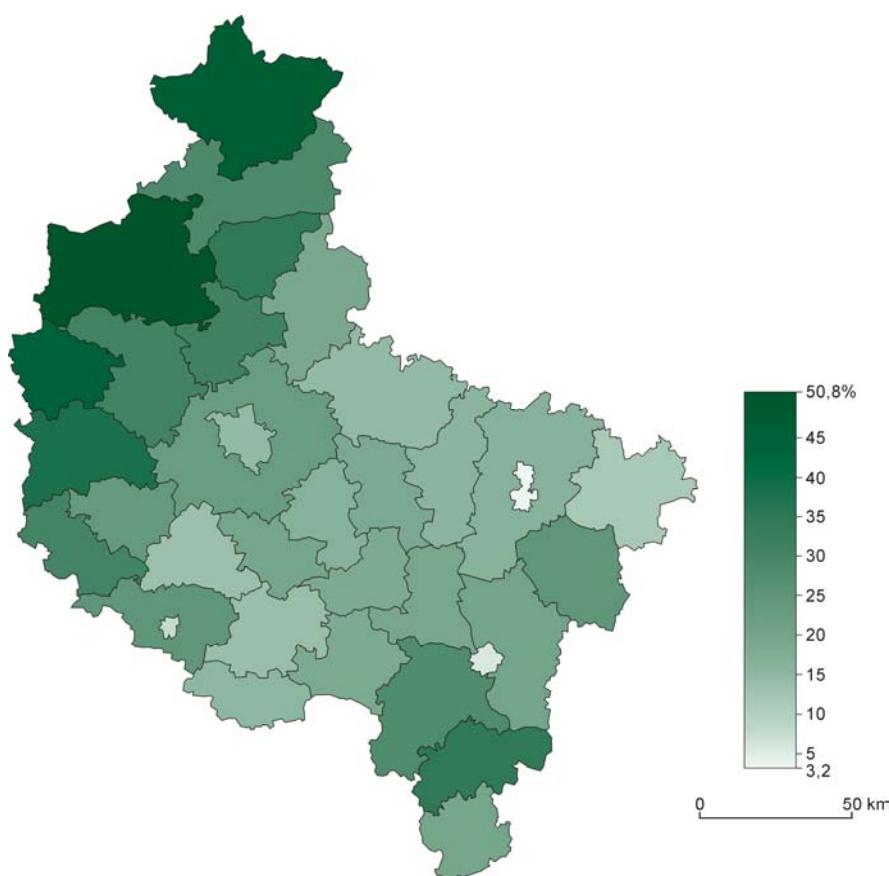
wykonać deseniem (desenie dla obu przeciwnych wartości powinny mieć różnych kształt) lub barwą (należy zastosować dwie różne, najlepiej kontrastowe, barwy), nie można jej wykonać zaś w skali szarości (ryc. 4.26).

Konstruując skalę dla kartogramu należy pamiętać, że zmienianie jasności o dany procent nie da w efekcie skali o proporcjonalnej zmianie jasności. Wiąże się to z ludzką percepcją, gdzie wyraźniej widzimy różnice w odcieniach jasnych, niż w odcieniach ciemnych – np. różnica pomiędzy szarościami 5 i 10% jest dla oka wyraźna, zaś różnica pomiędzy szarościami 90 i 95% może być w ogóle niezauważalna (ryc. 4.27).

Stosując skale barwne należy również pamiętać, aby nie popełnić, niestety dość częstego, błędu polegającego na stosowaniu skali wielobarwnych, gdzie wewnątrz skali kilkukrotnie zachodzą zmiany jasności. Przykładem takiego błędu jest stosowanie w kartogramach skali hipsometrycznej.

#### 4.2.8.4. Inne rodzaje kartogramów

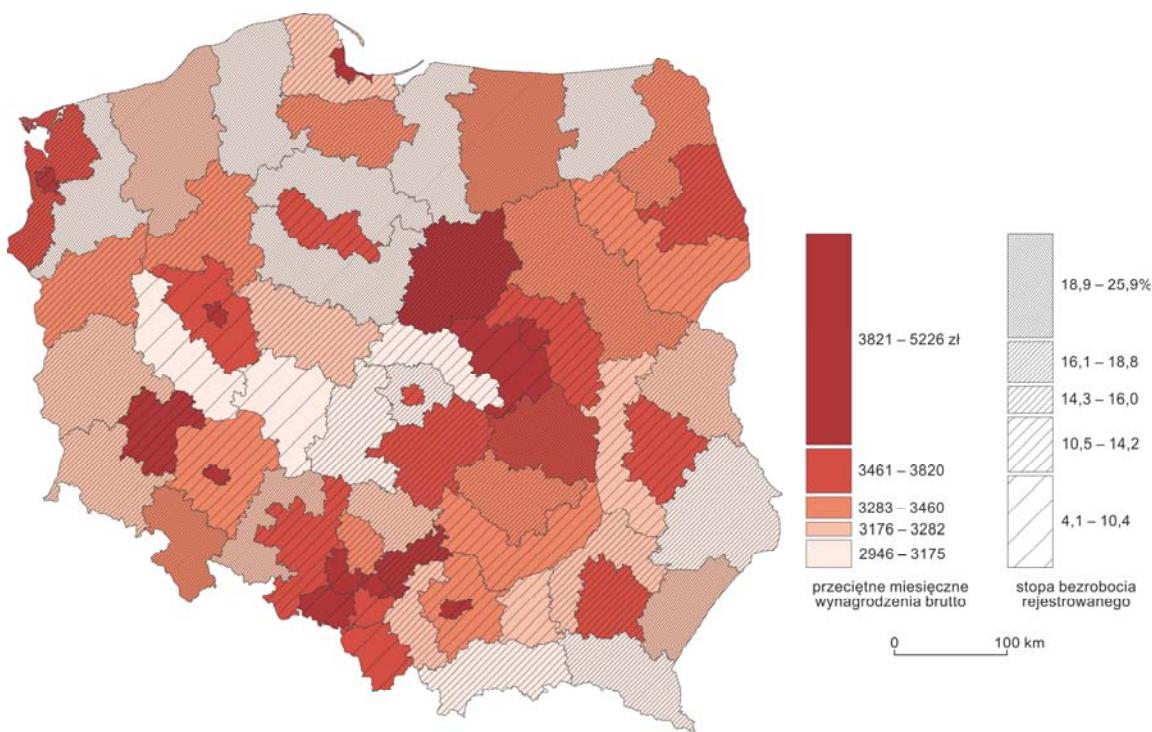
Oprócz podstawowego rodzaju kartogramów, czyli omówionego powyżej kartogramu właściwego prostego, stosowane są jego różne modyfikacje, a także formy prezentacji dworzone na odmiennych zasadach, lecz także zaliczane do kartogramów. Poniżej wymieniono te z nich, które są częściej spotykane w mapach statystycznych.



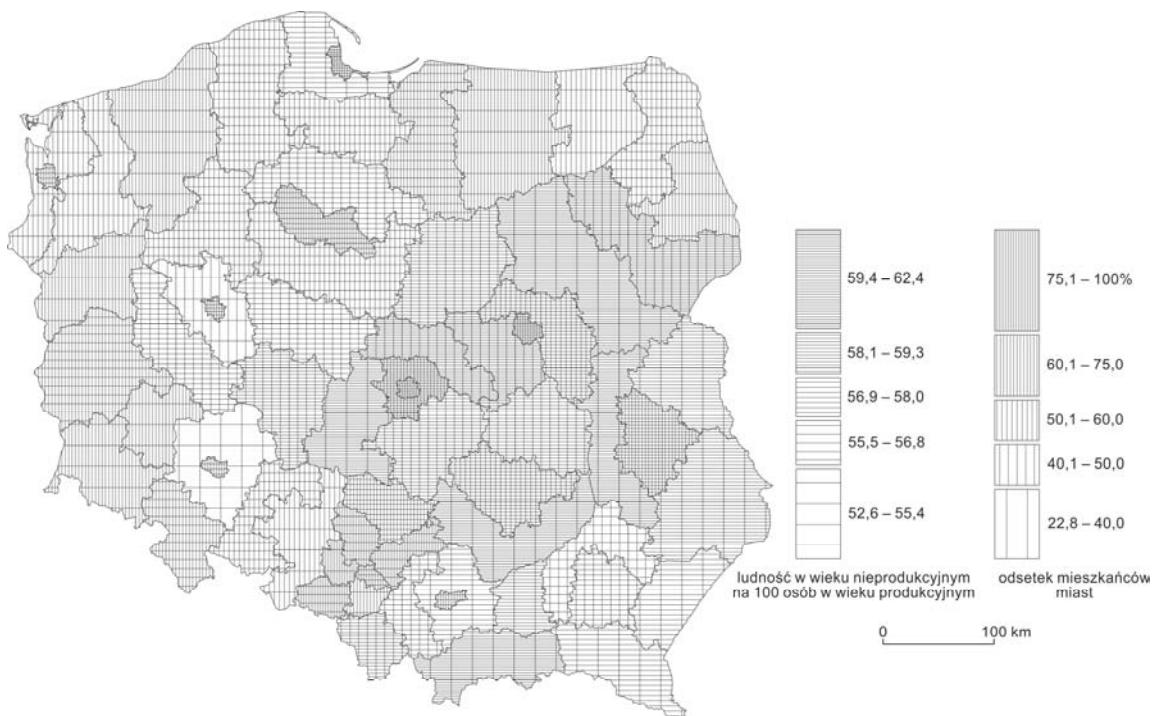
Ryc. 4.28. Przykład kartogramu ciągłego – mapa lesistości w powiatach województwa wielkopolskiego w 2013 roku (opracowanie własne na podstawie danych z Banku Danych Lokalnych GUS: powierzchnia lasów w powiatach, powierzchnia powiatów).

**Kartogram ciągły** charakteryzuje się tym, że nie dokonuje się tu podziału zbioru prezentowanych danych na ciągi rozdzielcze, tylko stosuje się jedną, ciągłą skalę dla wszystkich wartości, czyli każdemu polu podstawowemu nadaje się inną barwę zależną od wartości przypisanej danemu polu podstawowemu (ryc. 4.28). Ze względu na zastosowanie w skali graficznej bardzo wielu poziomów jasności i ograniczenia percepcyjne oka ludzkiego, dane dla poszczególnych pól podstawowych jedynie się szacuje, a nie odczytuje ich konkretną wartość.

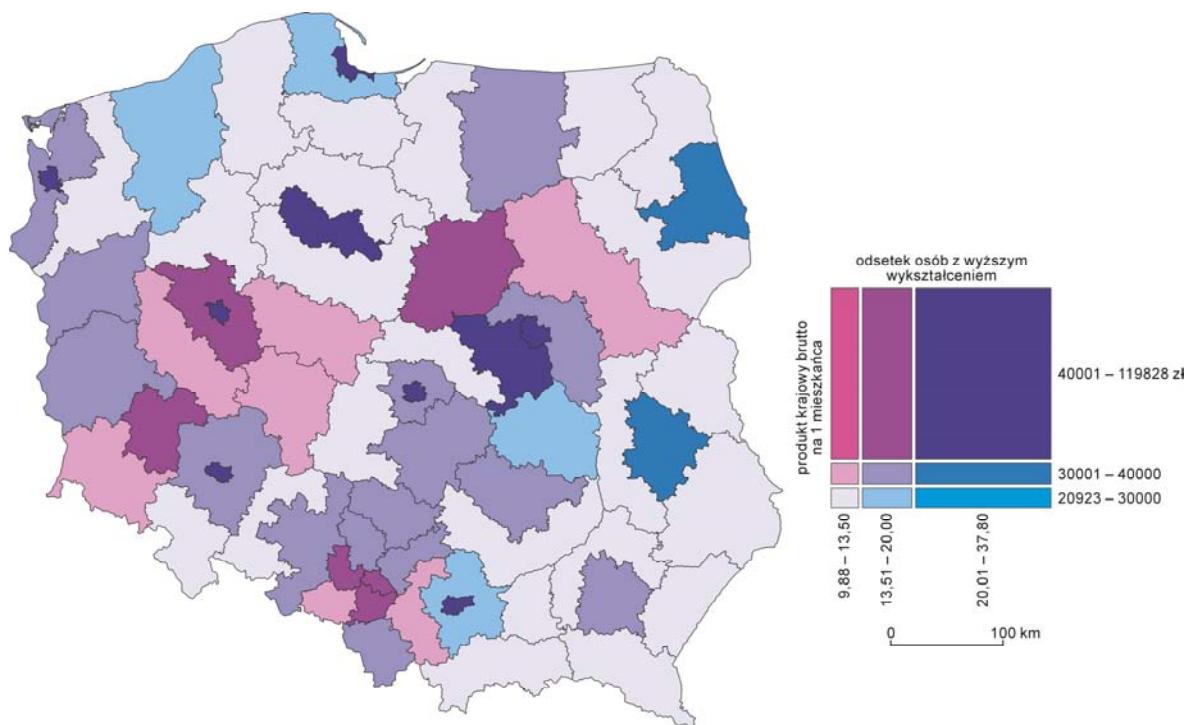
**Kartogram złożony** powstaje poprzez nałożenie na siebie kartogramów prostych. Ze względu na czytelność uzyskanej mapy, metoda ta najlepiej się sprawdza przy dwóch kartogramach. Uzyskanie czytelności wartości z obu kartogramów uzyskuje się poprzez zastosowanie „przezroczystości” w kartogramie nałożonym na drugi. Najprościej ten efekt uzyskuje się stosując w kartogramie nakładanym skalę graficzną w postaci desenia, zaś w drugim skalę barwną (ryc. 4.29), niemniej nałożenie dwóch kartogramów ze skalą deseniową także może dać czytelny obraz (ryc. 4.30). Istnieje także możliwość opracowania kartogramu złożonego składającego się z dwóch kartogramów ze skalą barwną. Kartogramy użyte do takiego złożenia powinny mieć tylko po 3 klasy, gdyż w efekcie nałożenia ich na siebie otrzymujemy kartogram złożony 9-klasowy (ryc. 4.31).



Ryc. 4.29. Przykład kartogramu powstałego poprzez nałożenie na kartogram ze skalą barwną kartogramu ze skalą deseniową – przeciętne miesięczne wynagrodzenia brutto i stopa bezrobocia rejestrowanego w podregionach w 2013 roku (opracowanie własne na podstawie danych z Banku Danych Lokalnych GUS: przeciętne miesięczne wynagrodzenia brutto w podregionach, stopa bezrobocia rejestrowanego w podregionach).



Ryc. 4.30. Przykład kartogramu powstałego poprzez nałożenie dwóch kartogramów ze skalą deseniową – wskaźnik obciążenia demograficznego i współczynnik urbanizacji w podregionach w 2013 roku (opracowanie własne na podstawie danych z Banku Danych Lokalnych GUS: wskaźnik obciążenia demograficznego w podregionach, ludność według grup wieku i płci w podregionach).



Ryc. 4.31. Przykład kartogramu powstałego poprzez nałożenie dwóch kartogramów ze skalą barwną – odsetek osób z wyższym wykształceniem i PKB na mieszkańca w podregionach w 2011 roku (opracowanie własne na podstawie danych z Banku Danych Lokalnych GUS: Narodowy Spis Powszechny 2011 – ludność według grup wieku i poziomu wykształcenia w podregionach, produkt krajowy brutto na 1 mieszkańca w podregionach).

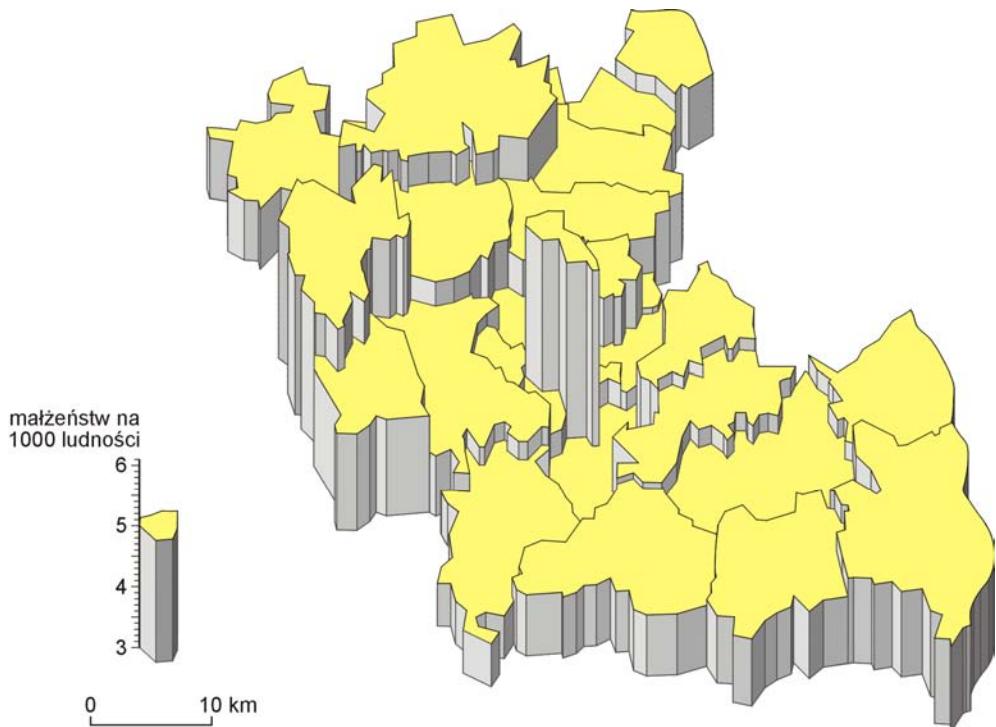
**Kartogram strukturalny** polega na podziale każdego pola odniesienia w stosunku odpowiadającym strukturze zjawiska. Najczęściej stosuje się tu pasy równej szerokości (odpowiadające 100% zjawiska), na które dzieli się całą mapę, zaś w obrębie poszczególnych pól odniesienia szerokość tych pasów dzieli się proporcjonalnie do przedstawianej struktury zjawiska (ryc. 4.32). W metodzie tej barwa służy jedynie do rozróżnienia poszczególnych elementów struktury, nie niesie zaś ze sobą, jak to ma miejsce we wcześniej opisanych kartogramach, żadnej informacji ilościowej.



Ryc. 4.32. Przykład kartogramu strukturalnego – odsetek pracujących według grup sekcji PKD2007 w powiatach województwa podlaskiego w 2012 roku (opracowanie własne na podstawie danych z Banku Danych Lokalnych GUS: pracujący, zatrudnieni i przeciętne zatrudnienie według PKD2007 – pracujący według grup sekcji i płci w powiatach).

**Kartogram bryłowy** polega na przedstawieniu każdego pola odniesienia w postaci trójwymiarowej bryły zbudowanej podobnie do blokdiagramu, jednak bez zniekształceń per-

spektywicznych. Wartość przypisaną do danego pola oddaje się wysokością bryły (ryc. 4.33). Można stosować tu skalę ciągłą, jak i grupowanie wartości w przedziały rozdzielcze. Metoda ta jest dość efektowna, jednak występują w niej spore ograniczenia w poprawnym odczytywaniu wartości, zwłaszcza jednostek znajdujących się w środku opracowanej mapy.



Ryc. 4.33. Przykład kartogramu bryłowego ciągłego – małżeństwa na 1000 ludności w gminach czterech powiatów województwa mazowieckiego w 2013 roku (opracowanie własne na podstawie danych z Banku Danych Lokalnych GUS: małżeństwa na 1000 ludności w gminach).

**Kartogram dazymetryczny** polega na dostosowaniu kształtu i układu pól odniesienia do z góry założonych wartości przedziałów. Powstaje on w wyniku zanalizowania przestrzennego rozkładu zjawiska i wydzielenia odpowiednich obszarów, gdzie średnie natężenie tego zjawiska ma wartości odpowiadające przyjętym klasom. Metodę tę dość często wykorzystuje się w atlasach szkolnych przy przedstawianiu rozmieszczenia ludności.

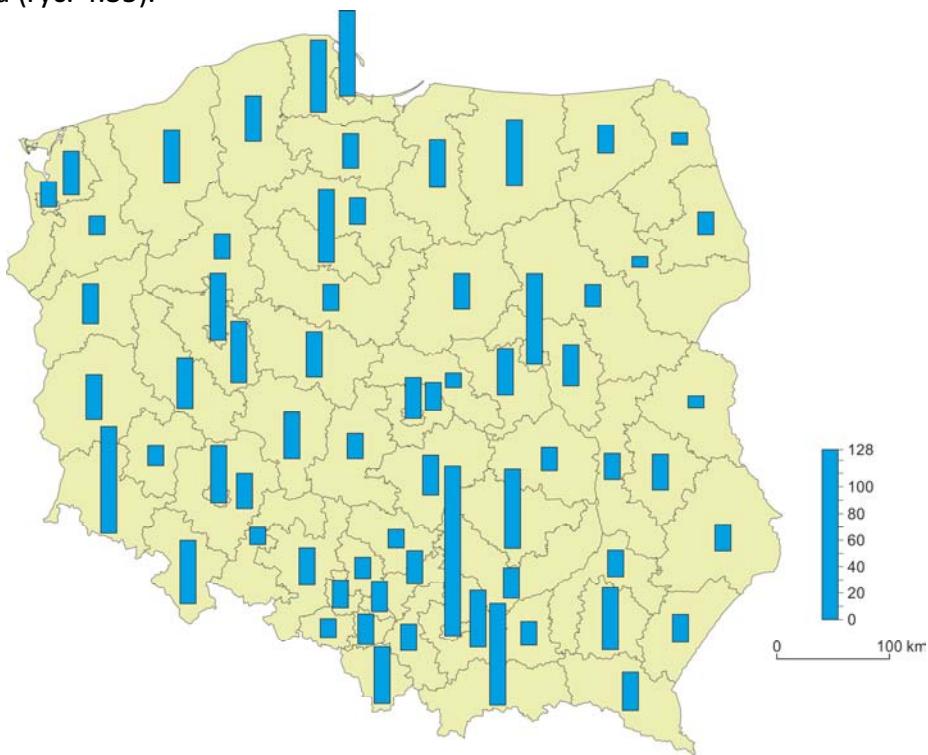
**Kartogram anamorficzny** (mapa anamorficzna) powstaje poprzez odwrócenie zasady kartogramu – modyfikuje się w niej wielkość pola podstawowego tak, aby jego powierzchnia odpowiadała powierzchni prezentowanego zjawiska. Stosując jako pola podstawowe jednostki administracyjno-polityczne uzyskuje się bardzo efektowne mapy, na których poszczególne jednostki są rozdęte lub skurzone. Jednak poza efektywnym wyglądem, mapy te nie mają zalet – w praktyce nie ma możliwości odczytania wielkości zniekształconych pól podstawowych, a więc i wartości im przypisanych, a znaczne wielkości zniekształceń niejednokrotnie uniemożliwiają nawet szacunkowe określenie, która jednostka ma wartości większe względem innej jednostki. Modyfikacją tej metody jest zastosowanie prostych figur geometrycznych (np. prostokątów) jako pól podstawowych – taka modyfikacja nazywana jest czasem kartodiagramem anamorficznym.

#### 4.2.9. Metoda kartodiagramu

Drugą z metod najczęściej wykorzystywanych przy prezentowaniu danych statystycznych jest **metoda kartodiagramu**. W odróżnieniu od metody kartogramu w kartodiagramie można przedstawiać dane bezwzględne. W metodzie tej wartości zjawiska przedstawiane są za pomocą diagramów (czasami też wykresów) umiejscowionych geograficznie. Diagramy te mogą się odnosić do punktu (np. wielkość ośrodków przemysłowych), linii (np. natężenie ruchu na drogach) oraz powierzchni (np. liczba ludności w województwach).

##### 4.2.9.1. Kartodiagramy odniesione do powierzchni i punktu

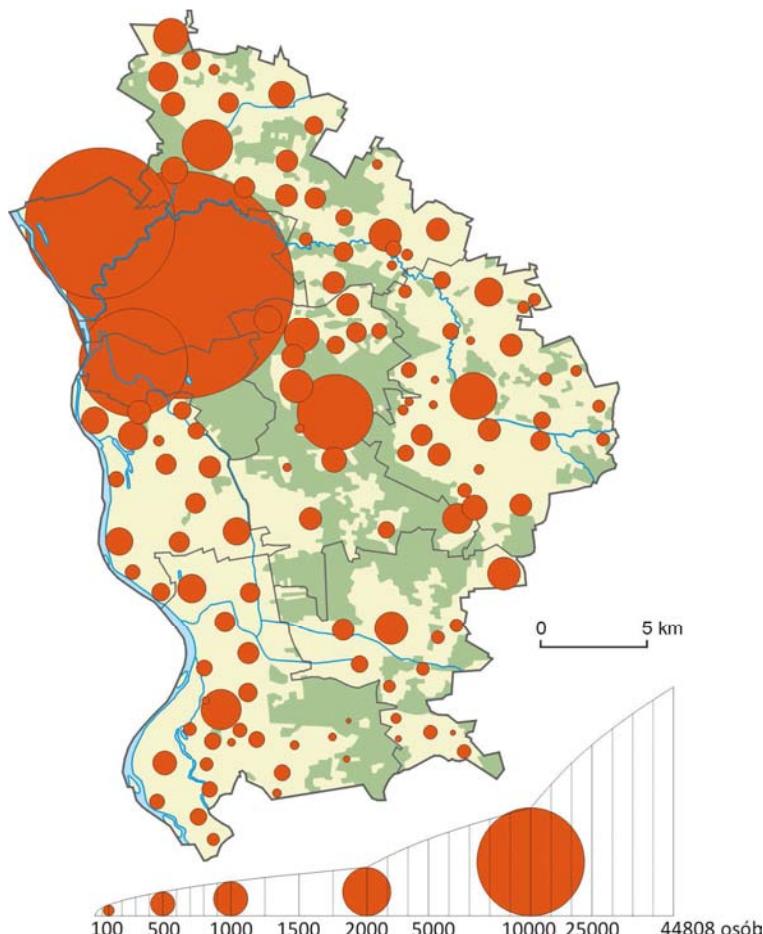
Kartodiagramy odniesione do powierzchni są najczęściej spotykane – podobnie jak w przypadku kartogramu mamy tu do czynienia z polem odniesienia, którym najczęściej są jednostki administracyjne (ryc. 4.34). Zasady opracowania i wygląd kartodiagramów o odniesieniu punktowym są analogiczne jak dla kartodiagramów o odniesieniu powierzchniowym, jedyną różnicą jest to, że diagramy tu odnoszą się do obiektów punktowych, a nie do pól odniesienia (ryc. 4.35).



Ryc. 4.34. Przykład kartodiagramu o odniesieniu powierzchniowym – liczba hoteli w podregionach w 2013 roku (opracowanie własne na podstawie danych z Banku Danych Lokalnych GUS: hotele, motele i pensjonaty według kategorii w podregionach).

Metodą tą można przedstawić zarówno wielkość jednego zjawiska (**kartodiagram prosty**), jak i kilku zjawisk (**kartodiagram złożony**), a także samą strukturę zjawiska (**kartodiagram strukturalny**) lub strukturę połączoną z wielkością zjawiska (**kartodiagram strukturalny sumaryczny**) (ryc. 4.36). W kartodiagramie złożonym można przedstawać zarówno różne zjawiska, jak i elementy składowe struktury jednego zjawiska, przy czym, w odróżnieniu od kartodiagramu strukturalnego, elementy tej struktury nie muszą się sumować do

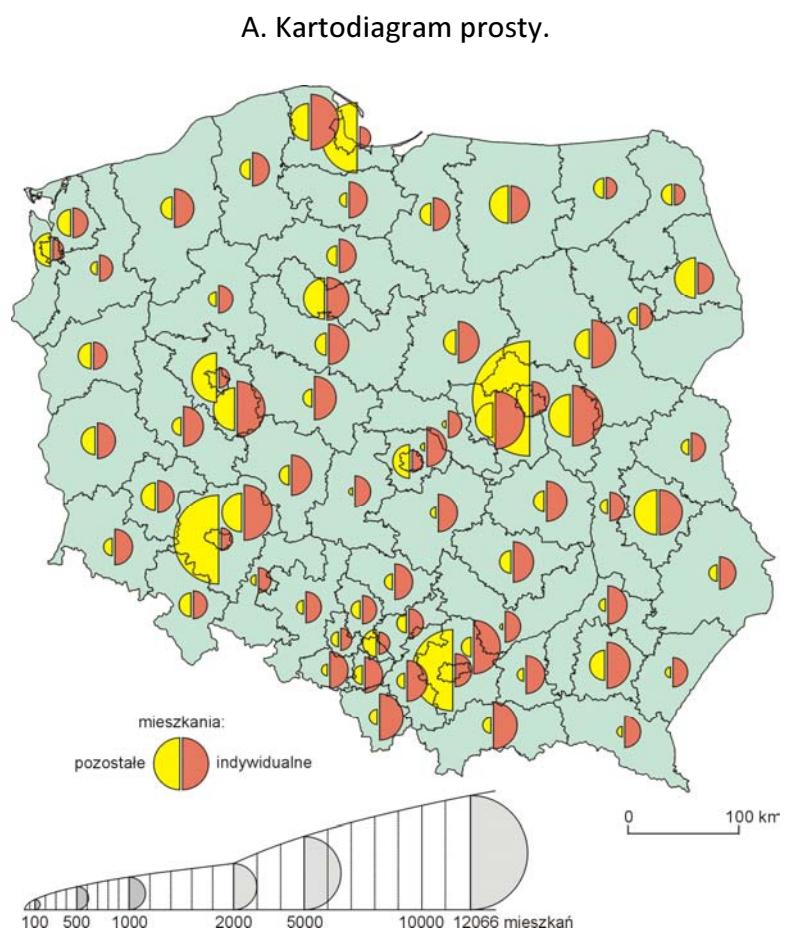
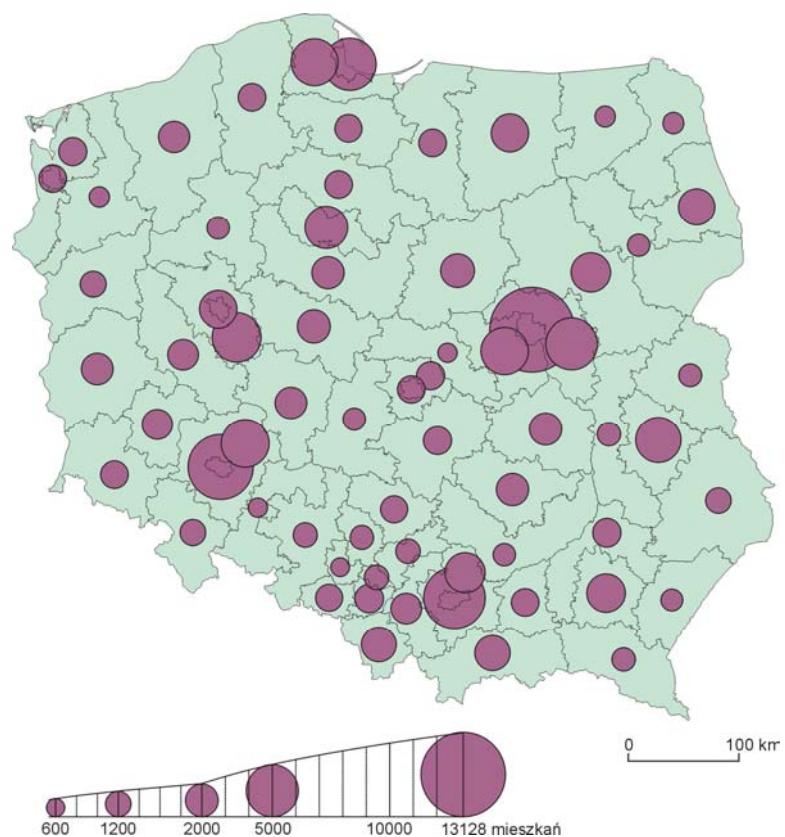
100%. Modyfikacją kartodiagramu złożonego jest kartodiagram ilustrujący dynamikę zjawiska. W tym przypadku złożenie dwóch diagramów służy nie porównaniu dwóch (lub więcej) różnych zjawisk, jak to ma miejsce w kartogramie złożonym, tylko porównaniu jednego zjawiska w różnych okresach (np. zmian w ciągu dziesięciolecia).



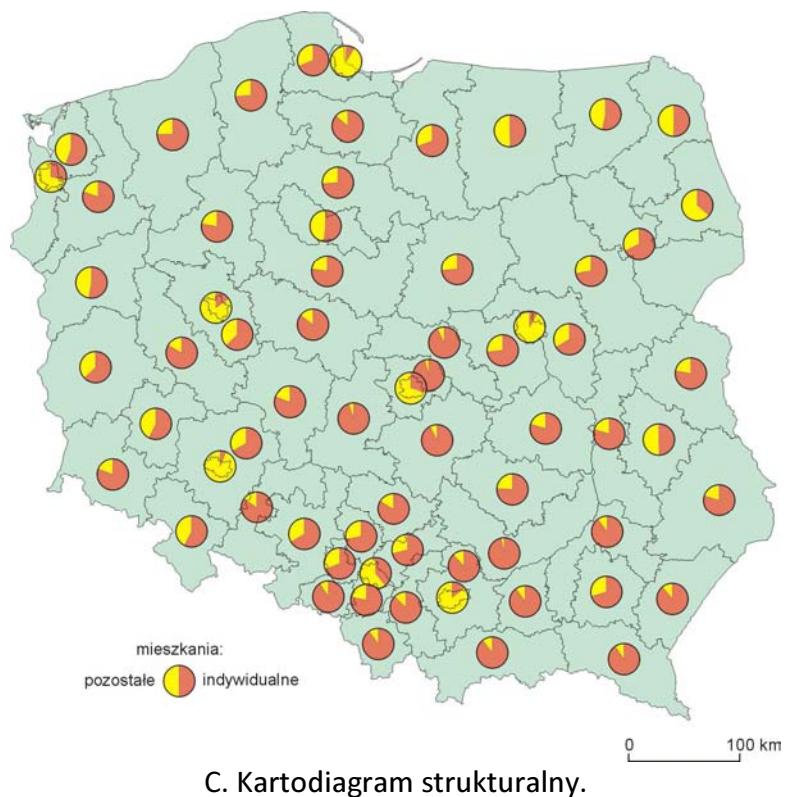
Ryc. 4.35. Przykład kartodiagramu o odniesieniu punktowych – mapa ludności miejscowości statystycznych w powiecie otwockim w 2011 roku (opracowanie własne na podstawie danych z Banku Danych Lokalnych GUS: Narodowy Spis Powszechny 2011 – ludność w miejscowościach statystycznych).

Istotą tej metody jest odpowiednie dobranie wielkości diagramów tak, aby możliwe było przedstawienie (i rozróżnianie) zarówno wartości największych, jak i najmniejszych. W zależności od rozpiętości zjawisk można wykorzystać diagramy liniowe, powierzchniowe lub bryłowe (ryc. 4.37).

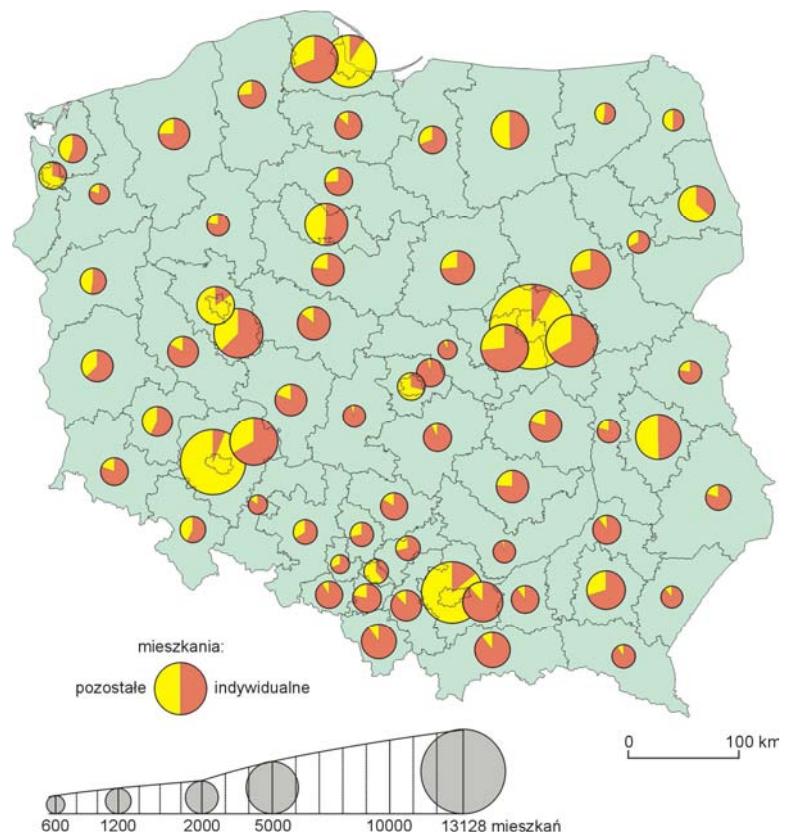
W przypadku diagramów liniowych (wykorzystywane są tu głównie słupki) wielkość zjawiska oddawana jest przez proporcjonalnie dobraną wysokość diagramu. Słupki stosowane są dla zjawisk o małej różnicy pomiędzy wartościami maksymalną i minimalną. Przy diagramach powierzchniowych wartość zjawiska odpowiada powierzchni diagramu. Najczęściej wykorzystywane są tu diagramy w kształcie koła i kwadratu, jako najprostsze w interpretacji. Diagramy te wykorzystywane są dla zjawisk o dużej różnicy pomiędzy wartościami maksymalną i minimalną. Diagramy bryłowe są najrzadziej spotykane, wykorzystywane są tylko dla zjawisk o bardzo dużej różnicy pomiędzy wartościami maksymalną i minimalną. Wartość zjawiska odpowiada objętości diagramu, a najczęściej wykorzystywane są tu diagramy o kształcie kuli lub sześcianu (ryc. 4.38). Należy podkreślić, że wielkość diagramu (jego wysokość, powierzchnia lub objętość) musi zawsze odpowiadać danym, które przedstawia. Stosowanie innej zmiany wielkości diagramu niż wynikającej z przeliczeń jego wielkości (np. liniowa zmiana wielkości dla diagramu kołowego) jest błędne metodycznie.



B. Kartodiagram złożony.

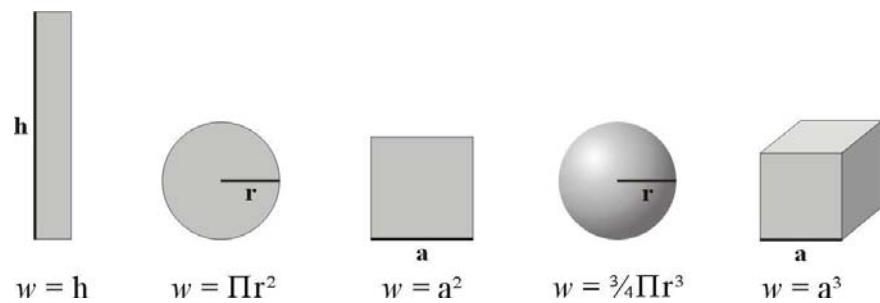


C. Kartodiagram strukturalny.

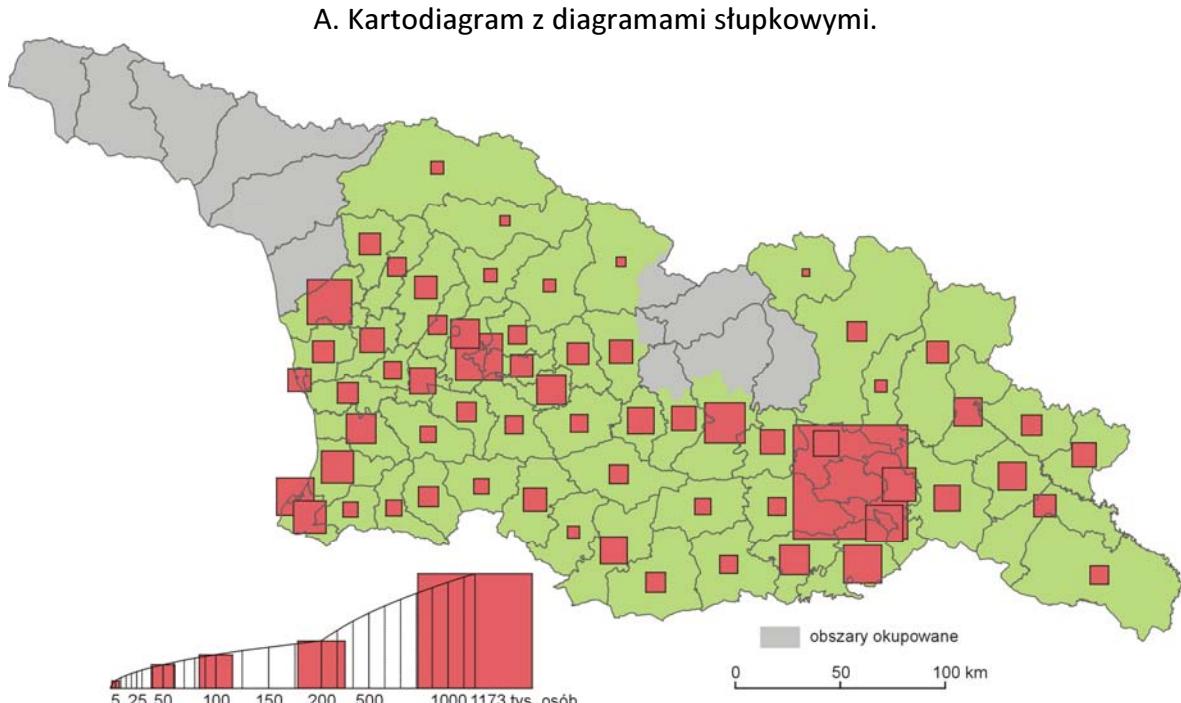
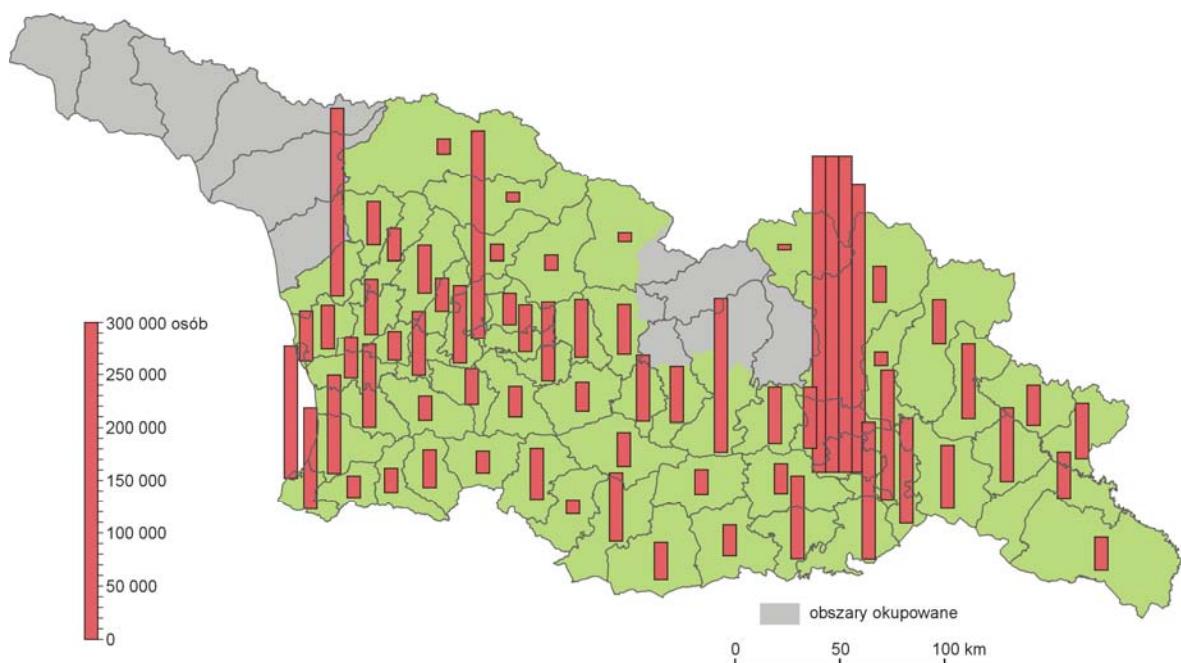


D. Kartodiagram strukturalny sumaryczny.

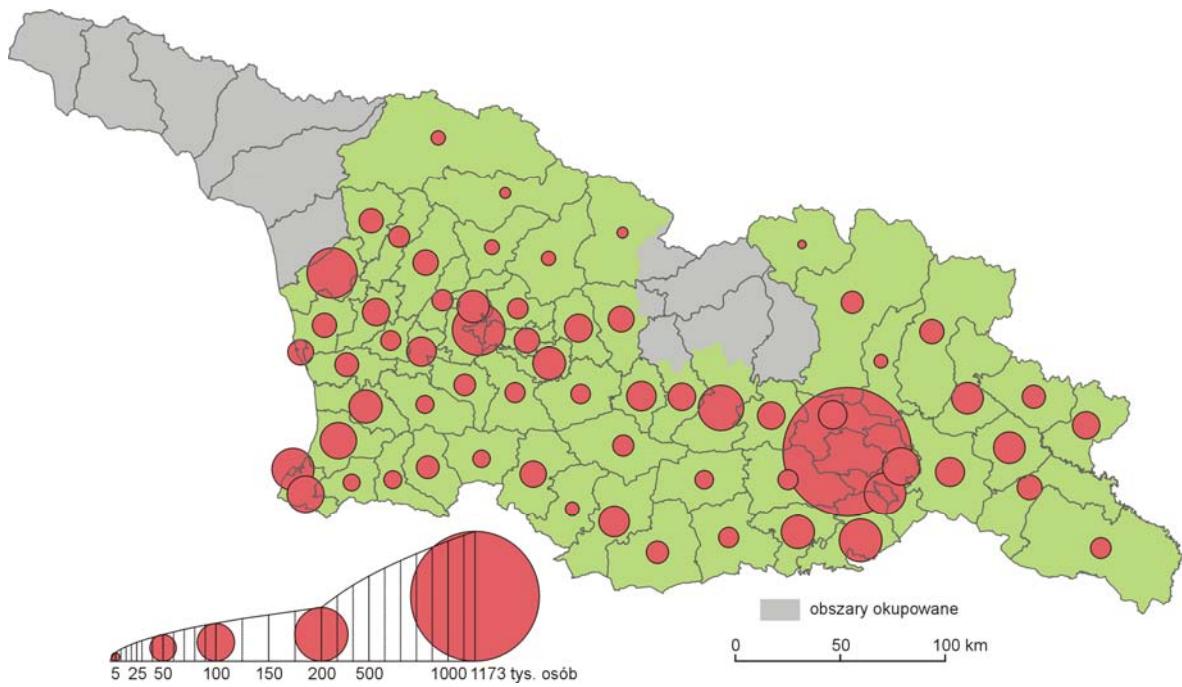
Ryc. 4.36. Różnica w prezentacji danych różnymi rodzajami kartodiagramów (A-D) – liczba mieszkań oddanych do użytkowania, w tym z podziałem na mieszkania indywidualne i pozostałe (tj. przeznaczone na sprzedaż lub wynajem, spółdzielcze, zakładowe, komunalne, społeczne czynszowe), w podregionach w 2013 roku (opracowanie własne na podstawie danych z Banku Danych Lokalnych GUS: mieszkania oddane do użytkowania w podregionach).



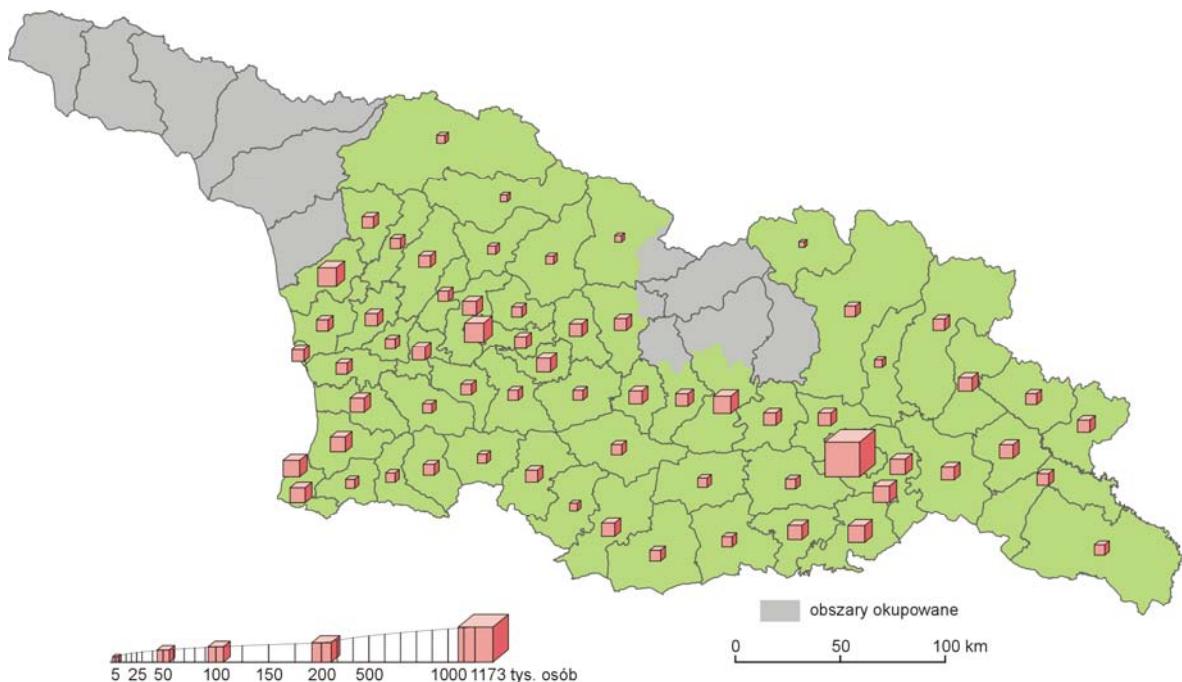
Ryc. 4.37. Wielkość zjawiska odpowiada wysokości w diagramie słupkowym, powierzchni w diagramie kwadratowym i kołowym oraz objętości w diagramie o kształcie sześcianu i kuli.



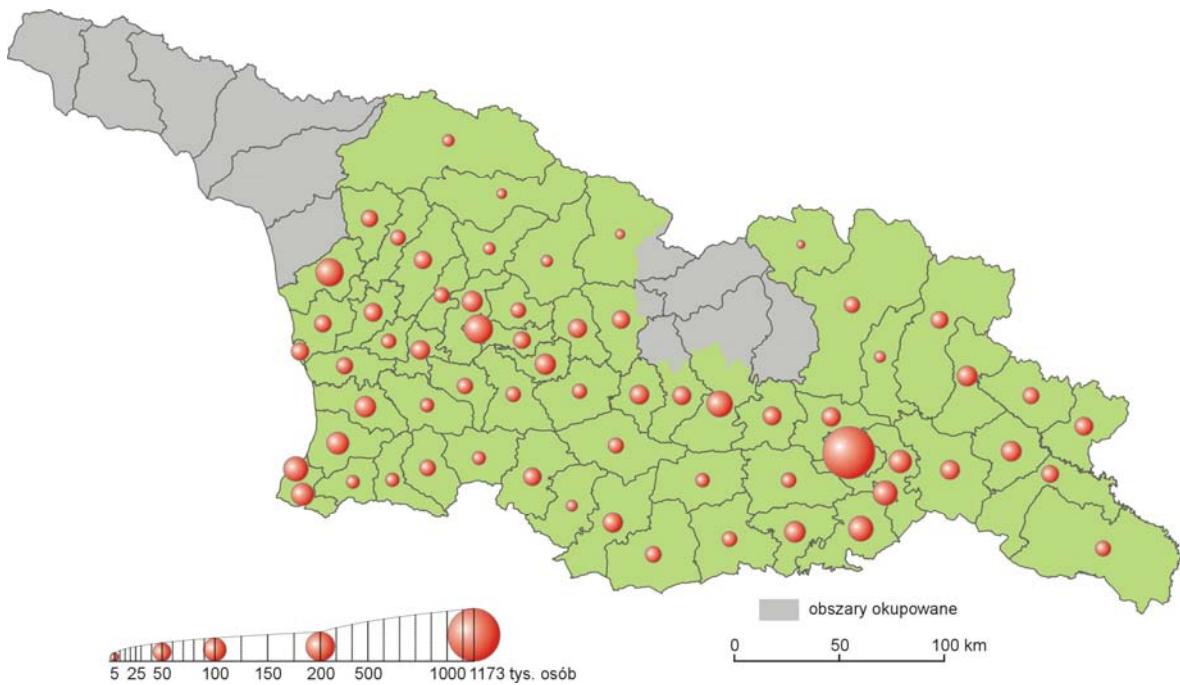
B. Kartodiagram z diagramami w kształcie kwadratów.



C. Kartodiagram z diagramami w kształcie kół.



D. Kartodiagram z diagramami w kształcie sześciianów.

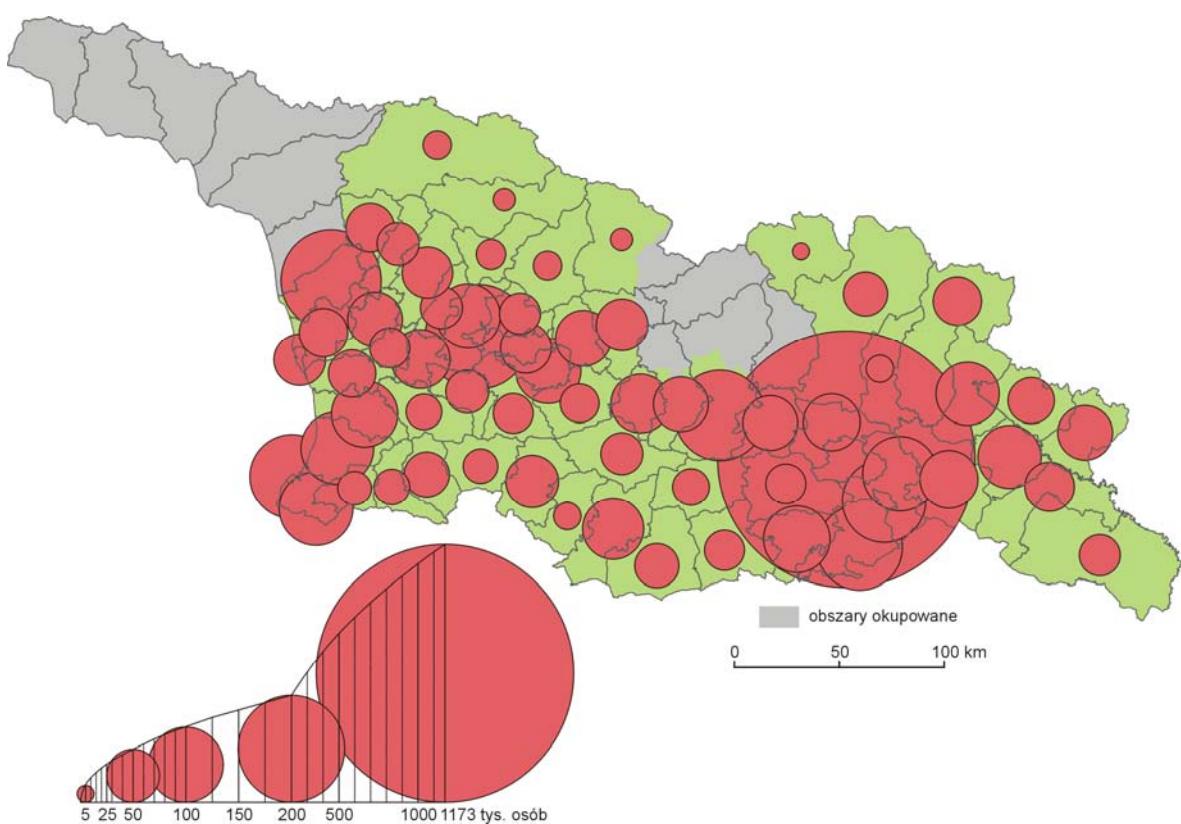
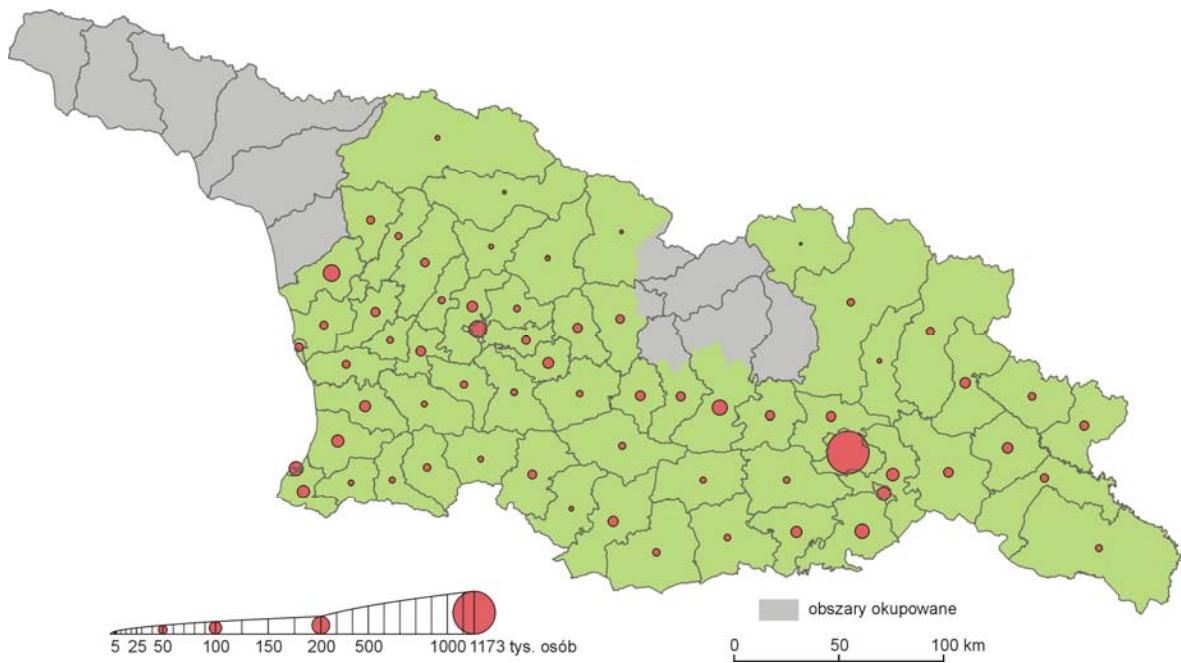


E. Kartodiagram z diagramami w kształcie kul.

Ryc. 4.38. Różnica w prezentacji danych przy zastosowaniu różnych form diagramu (A-E) – liczba ludności oraz udział ludności miejskiej i wiejskiej w municipiach Gruzji w 2012 r. (opracowanie własne na podstawie: *Demographic Situation in Georgia. Statistical Abstract. National Statistics Office of Georgia, Tbilisi 2012, tabl. Number of population by municipalities*).

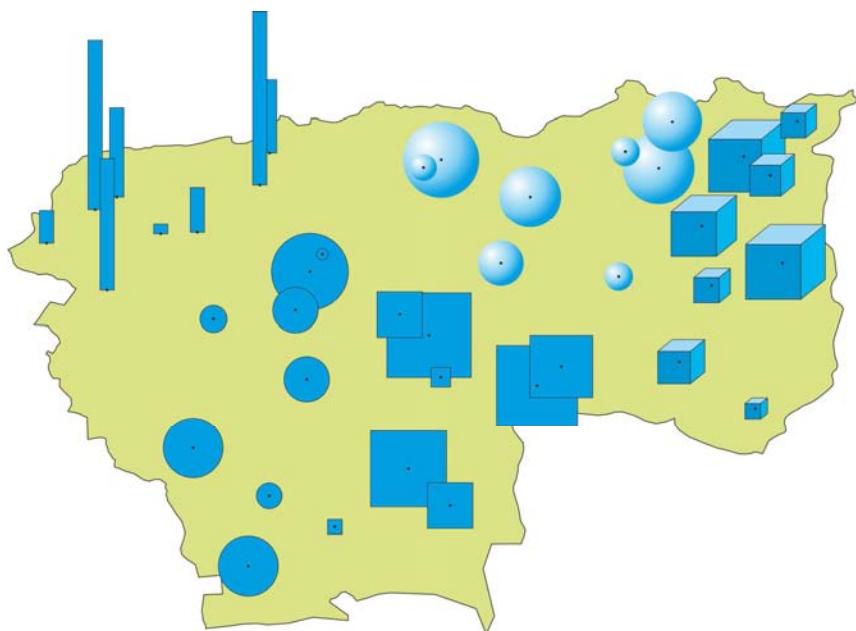
Dobór wielkości diagramów jednego kształtu uzależniony jest od rozpiętości zjawiska. Należy wielkości te dobrać tak, aby ogólny obraz mapy był czytelny – diagramy nie mogą zajmować na niej zbyt dużej powierzchni, ponadto same diagramy muszą być rozróżnialne – w zbyt małych diagramach różnice ich wielkości są słabo widoczne (ryc. 4.39). Wielkości diagramów modyfikuje się wprowadzając stały parametr  $m$ , a zmodyfikowane wzory na wielkości przykładowych diagramów przyjmują postaci ( $w$  – wartość zjawiska przedstawianego danym diagramem>):

diagram słupkowy ( $h$ – wysokość słupka): diagram kwadratowy ( $a$ – bok kwadratu): diagram kołowy ( $r$ – promień koła): diagram w kształcie sześcianu ( $a$ – bok sześciianu): diagram w kształcie kuli ( $r$ – promień kuli):	$a = m \times h$ $a = m \times \sqrt{w}$ $r = m \times \sqrt{\frac{w}{\pi}}$ $a = m \times \sqrt[3]{w}$ $r = m \times \sqrt[3]{\frac{4w}{3\pi}}$
---	--



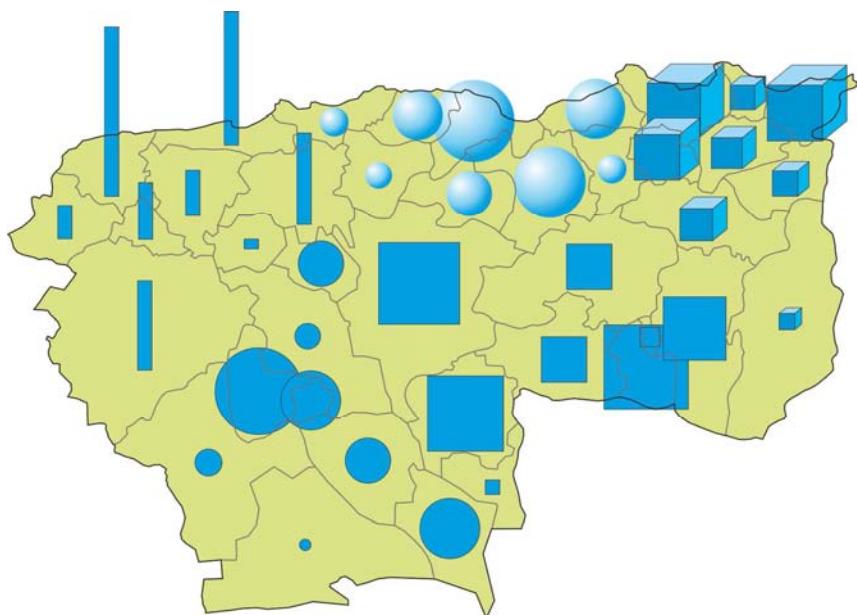
Ryc. 4.39. Przykłady zastosowania złych wielkości diagramów (A – za małe, B – za duże; poprawna wielkość zob. ryc. 4.38C) – liczba ludności oraz udział ludności miejskiej i wiejskiej w municipiach Gruzji w 2012 r. (opracowanie własne na podstawie: *Demographic Situation in Georgia. Statistical Abstract*. National Statistics Office of Georgia, Tbilisi 2012, tabl. *Number of population by municipalities*).

Istotne jest także poprawne rozmieszczenia diagramów – ich umiejscowienie na mapie, a także kolejność nakładania się. W przypadku diagramów o odniesieniu punktowym każdy diagram powinien być zlokalizowany bezpośrednio na danym punkcie – dla diagramów powierzchniowych i bryłowych punkt ten powinien pokrywać się ze środkiem diagramu, dla diagramów słupkowych ze środkiem jego podstawy (ryc. 4.40). W przypadku diagramów o odniesieniu powierzchniowym diagram powinien być tak umieszczony, aby znajdował się w środku optycznym danego pola odniesienia (np. jednostki administracyjnej). Dla diagramów powierzchniowych i bryłowych należy w tym celu określić środek optyczny pola podstawowego i diagramy umieścić tak, aby ich środek pokrył się z tym środkiem optycznym. Odmienne wygląda sytuacja w przypadku diagramów słupkowych. Jeżeli cały słupek mieści się w obrębie pola odniesienia, to należy go umieścić tak, aby środek wysokości diagramu znalazł się w środku optycznym pola odniesienia. Jeżeli zaś słupki są wyże i wykraczają poza obrys pola odniesienia, to należy je umieszczać tak, aby ich podstawy były umieszczone w danym polu odniesienia, blisko jego dolnej granicy (ryc. 4.41). Ze względu na różne nieregularne kształty naturalnych pól odniesienia, często należy modyfikować te ogólne zasady rozmieszczenia diagramów, tak aby ogólny obraz mapy był jak najbardziej korzystny, a poszczególne diagramy jak najmniej ze sobą kolidowały.



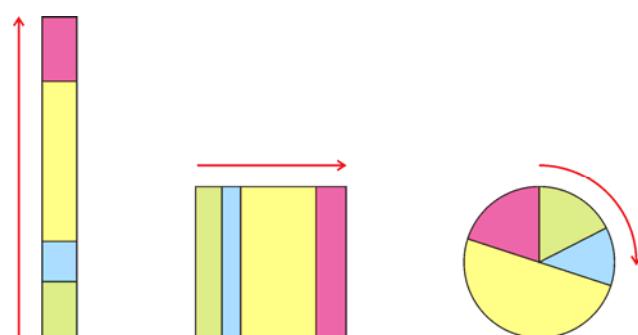
Ryc. 4.40. Przykłady rozmieszczenia różnego typu diagramów o odniesieniu punktowym.

W wielu przypadkach okazuje się, że nie da się tak rozmieścić diagramów, aby nie nacząły na siebie. W takich sytuacjach obowiązuje zasada, że diagramy większe umieszcza się pod diagramami mniejszymi (por. ryc. 4.38C – okolice Tbilisi) – przesłaniając diagramy należy jednak uważać, aby zachować możliwość odczytania jego średnicy niezbędnej do określenia wartości prezentowanej przez diagram. Jeżeli występuje duże zagęszczenie diagramów, to stosuje się także niewielkie ich rozsunięcia. Największe diagramy odnoszące się do pól odniesienia często swoją wielkością przesłaniają granice tych pól, można wtedy granice te nanieść na sam diagram (por. ryc. 4.38C – zwłaszcza diagramy dla Tbilisi, Rustawi, Kutaisi).



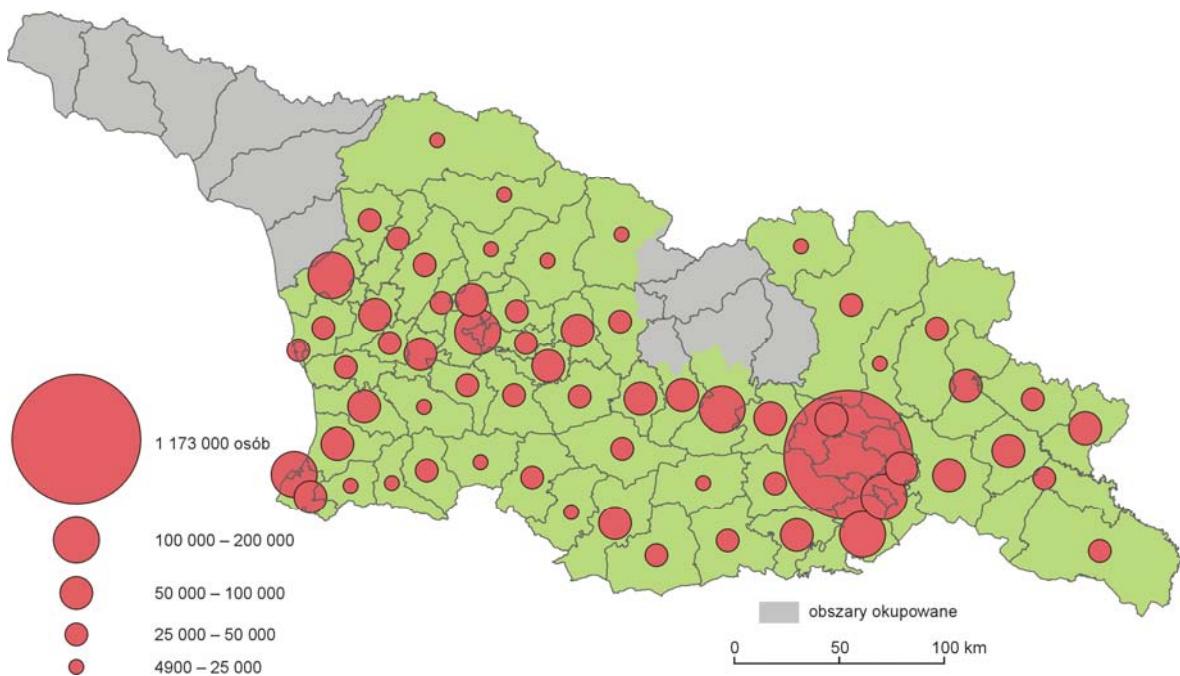
Ryc. 4.41. Przykłady rozmieszczenia różnego typu diagramów o odniesieniu powierzchniowym.

W przypadku diagramów strukturalnych poszczególne składowe odkłada się w zawsze w tej samej kolejności, traktując je jako odsetek całej wartości. Istotny jest kierunek odkładania struktury odmienny w przypadku diagramów o różnych kształtach (ryc. 4.42). Poszczególne składowe struktury powinny być wyraźnie rozróżnione, najlepiej kontrastowymi barwami. Nie powinno się także, ze względu na czytelność, stosować więcej niż 6-7 elementów struktury.

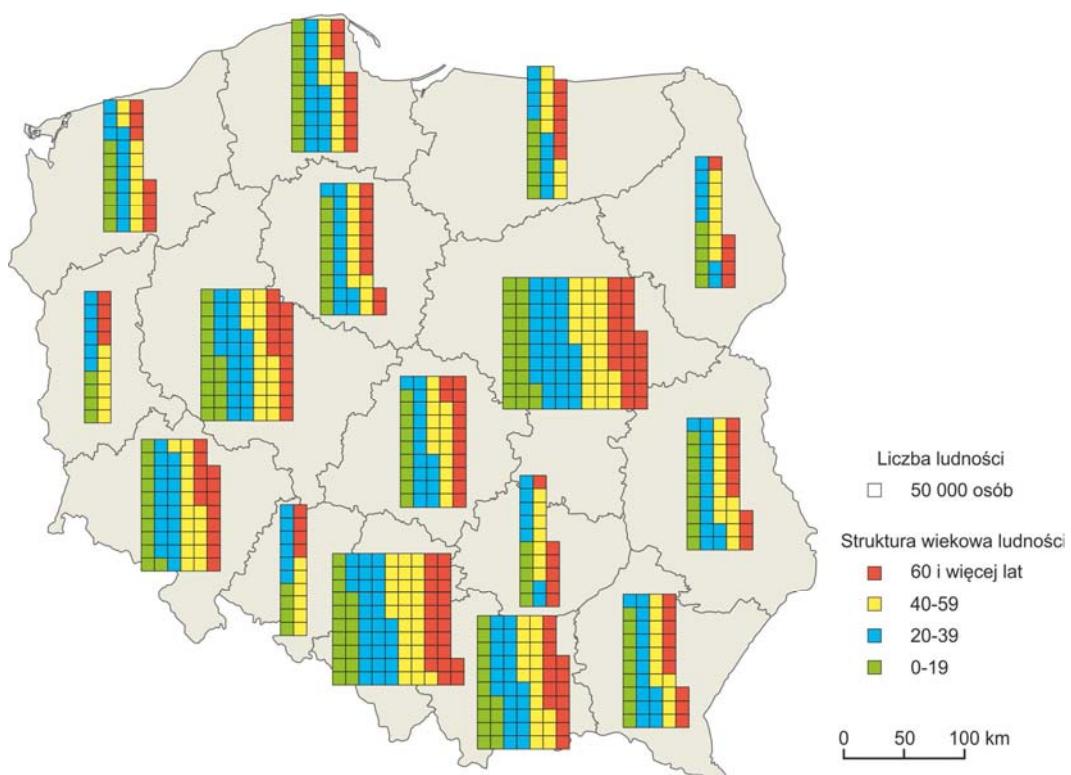


Ryc. 4.42. Sposób odkładania struktury w różnych rodzajach diagramów:  
od dołu w diagramach słupkowych, od lewej strony w diagramach kwadratowych,  
od godz. 12 zgodnie z ruchem wskazówek zegara w diagramach kołowych.

Omówione powyżej diagramy najczęściej zamieszczają się na mapie jako **diagramy ciągłe**. Istnieje także możliwość pogrupowania diagramów w klasy, a diagramy z każdej klasy będą miały identyczną wielkość. Uzyskane w ten sposób diagramy nazywane są **diagramami skokowymi** (ryc. 4.43). Istotne w diagramach skokowych jest to, że ich wielkość powinna odpowiadać średniej wartości przedziału, któremu odpowiada. Przy określaniu tej wielkości zachowane są zasady określania wielkości w diagramach ciągłych. Różnicą pomiędzy diagramem skokowym a sygnaturami ilościowymi (zob. rozdział 4.2.3) jest zatem to, że wielkość sygnatur nie jest proporcjonalna do wartości statystycznych nimi przedstawianych.



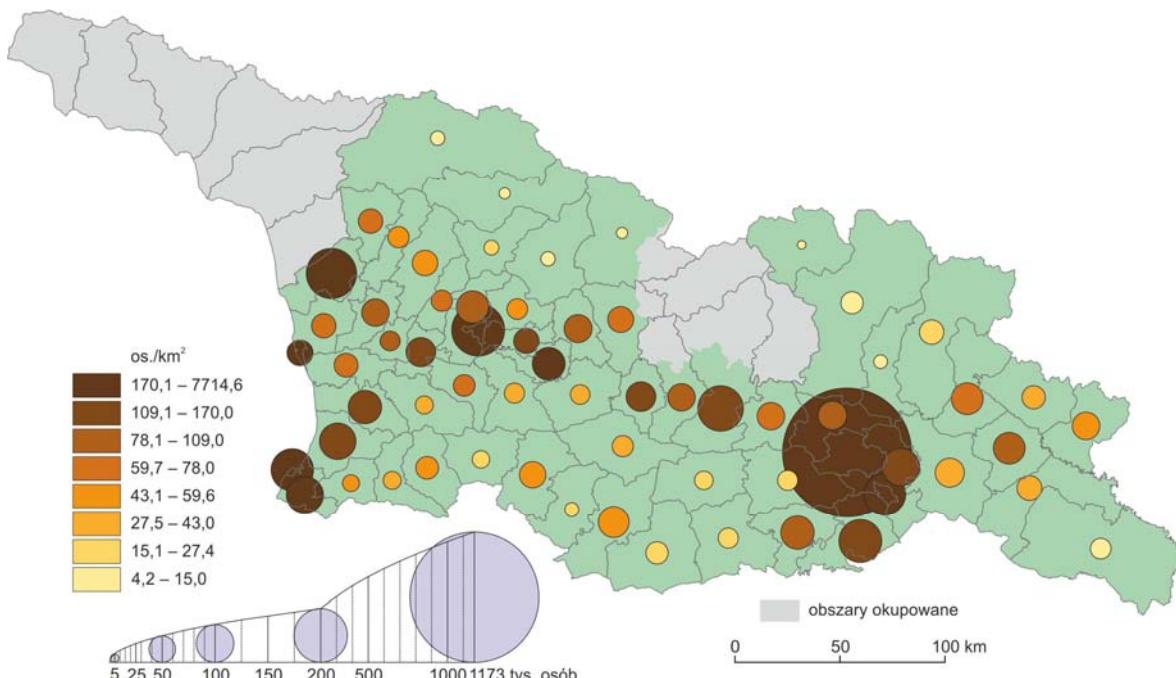
Ryc. 4.43. Przykład zastosowania na mapie diagramów skokowych – liczba ludności oraz udział ludności miejskiej i wiejskiej w municipiach Gruzji w 2012 r. (opracowanie własne na podstawie: *Demographic Situation in Georgia. Statistical Abstract. National Statistics Office of Georgia, Tbilisi 2012, tabl. Number of population by municipalities*).



Ryc. 4.44. Przykład zastosowania na mapie diagramów segmentowych strukturalnych – liczba ludności województw według grup wieku w 2013 roku (opracowanie własne na podstawie danych z Banku Danych Lokalnych GUS: ludność według grup wieku i płci w województwach).

Innym rodzajem diagramów spotykanym dość często na mapach są **diagramy segmentowe**. Polegają one na przyjęciu segmentu o konkretnej wartości zjawiska i składaniu takich segmentów, tak aby otrzymać wartość (z dokładnością do jednego segmentu) zjawiska dla danej jednostki administracyjnej. W diagramach tych można jednocześnie przedstawić strukturę zjawiska (ryc. 4.44).

Diagramy mogą być wypełnione nie tylko strukturą. Można je wypełnić również w sposób kartogramiczny. Wtedy rozkolorowanie diagramów będzie przedstawiało dodatkowe dane względne, które powinny być powiązane tematycznie z przedstawionymi wielkością diagramów danymi bezwzględnymi (ryc. 4.45).



Ryc. 4.45. Przykład mapy z diagramami wypełnionymi kartogramicznie – liczba ludności oraz gęstość zaludnienia w municypiach Gruzji w 2012 r. (opracowanie własne na podstawie: *Demographic Situation in Georgia. Statistical Abstract. National Statistics Office of Georgia, Tbilisi 2012, tabl. Number of population by municipalities*).

#### 4.2.9.2. Kartodiagramy liniowe

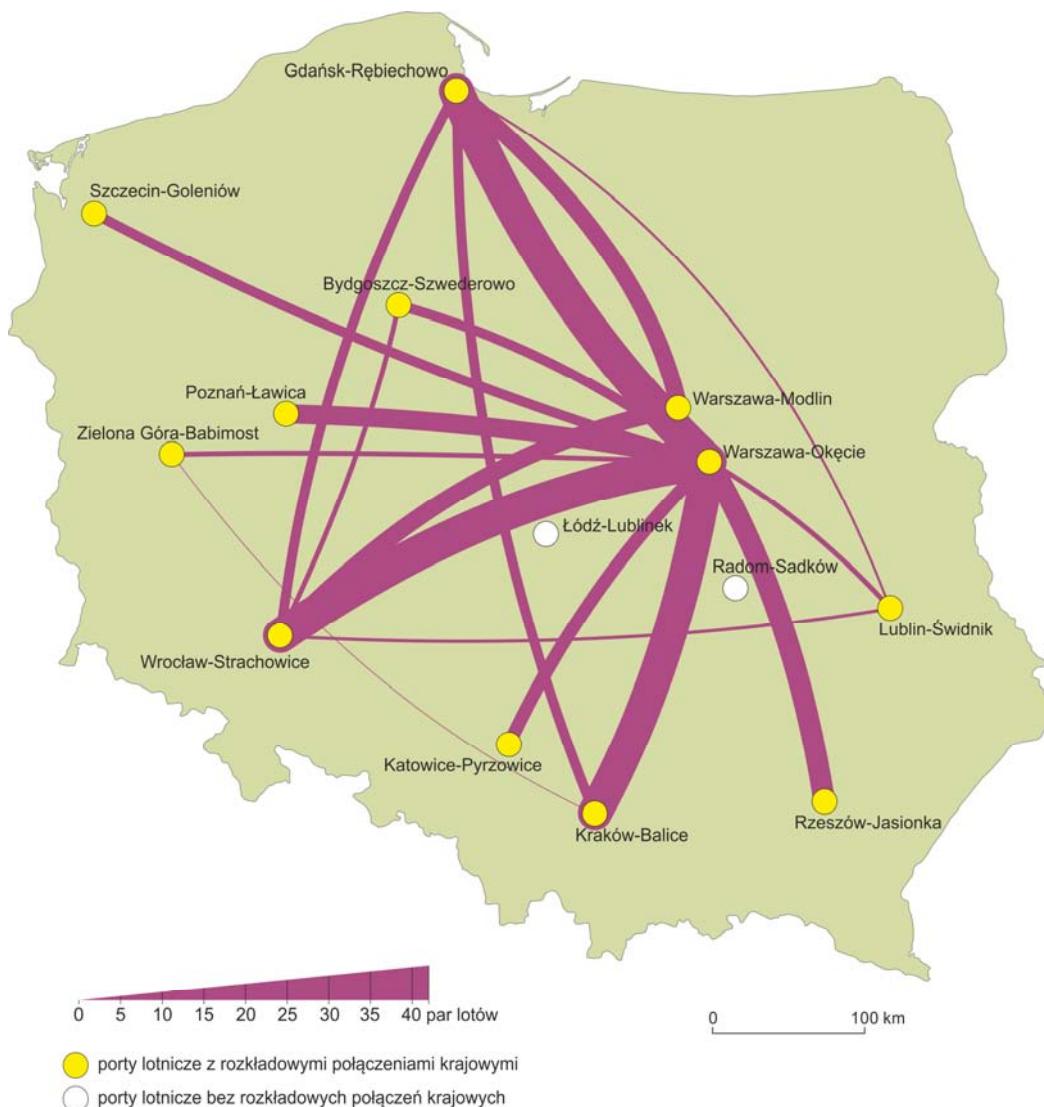
Kartodiagramy liniowe charakteryzują się odmiennymi zasadami opracowania i wyglądem od kartodiagramów o odniesieniu powierzchniowym i punktowym. Metodę tę stosuje się do zilustrowania wielkości i zmienności zjawiska wzdłuż obiektów liniowych, a także powiązań pomiędzy punktami lub obszarami oraz natężenia tych powiązań. Kartodiagramy liniowe mają kształt linii łączących punkty lub obszary. Szerokość tych linii uzależniona jest od wielkości przedstawianego zjawiska, zaś ich długości nie jest przypisywana jakakolwiek wartość statystyczna. Sam przebieg linii może oddawać jej topograficzny przebieg – jest to **kartodiagram liniowy wstępowy** (ryc. 4.46). Można także zastosować linię wskazującą jedynie sam fakt powiązania pomiędzy punktami lub obszarami – jest to **kartodiagram liniowy wektorowy** (ryc. 4.47).



Ryc. 4.46. Przykład kartodiagramu liniowego wstęgowego – liczba par połączeń kolejowych typu InterCity i EuroCity w ciągu tygodnia we wrześniu 2014 r. (opracowanie własne na podstawie: Portal rozkład-pkp.pl, Polskie Koleje Państwowe S.A., TK Telekom Spółka z o.o.; zliczono połączenia w ciągu tygodnia 22-28.09.2014).

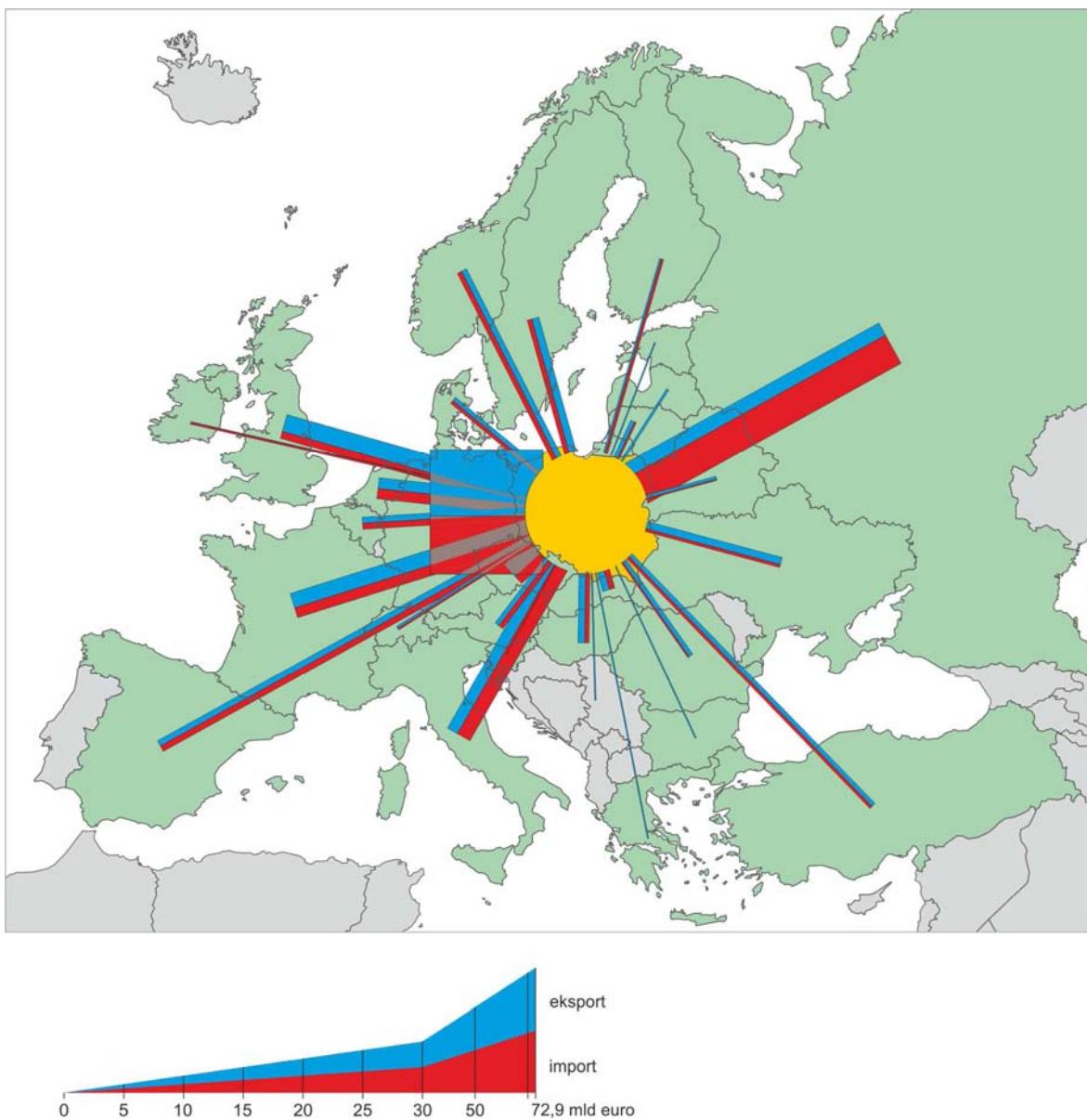
Przeważnie stosowane są **kartodiagramy wstępowe proste**, kiedy odnotowany jest jedynie fakt występowania zjawiska i jego nasilenie (np. średnia dobowa liczba połączeń kolejowych między miastami). Modyfikacją ich są **kartodiagramy wstępowe dwukierunkowe**, kiedy to zaznacza się osobne wartości dla dwóch kierunków zjawiska (np. wartość importu i eksportu pomiędzy krajami) (ryc. 4.48).

Ponadto można zastosować kartodiagramy wstępowe strukturalne – w szerokości wstęgi zaznaczana jest struktura zjawiska (np. połączenia kolejowe pomiędzy miastami z podziałem na liczbę połączeń osobowych, pośpiesznych i ekspresowych). Mogą to być, tak jak w diagramach o odniesieniu punktowym i powierzchniowym, zarówno same diagramy liniowe strukturalne, na których oznaczona jest tylko struktura, zaś szerokość wszystkich diagramów jest stała, jak i diagramy liniowe strukturalne sumaryczne, gdzie zachowana jest zmiana szerokości diagramu zależna od wielkości zjawiska.



Ryc. 4.47. Przykład kartodiagramu liniowego wektorowego – liczba par krajowych rozkładowych połączeń lotniczych w ciągu tygodnia w okresie wrzesień-listopad 2014 r. (opracowanie własne na podstawie rozkładów lotów ze stron internetowych portów lotniczych i przewoźników lotniczych).

Kartodiagramy liniowe mogą być zarówno ciągłe, jak i skokowe. W tym drugim przypadku poszczególne zjawiska przedstawiane diagramami grupujemy w klasy, a diagramy z każdej klasy będą miały identyczną szerokość.



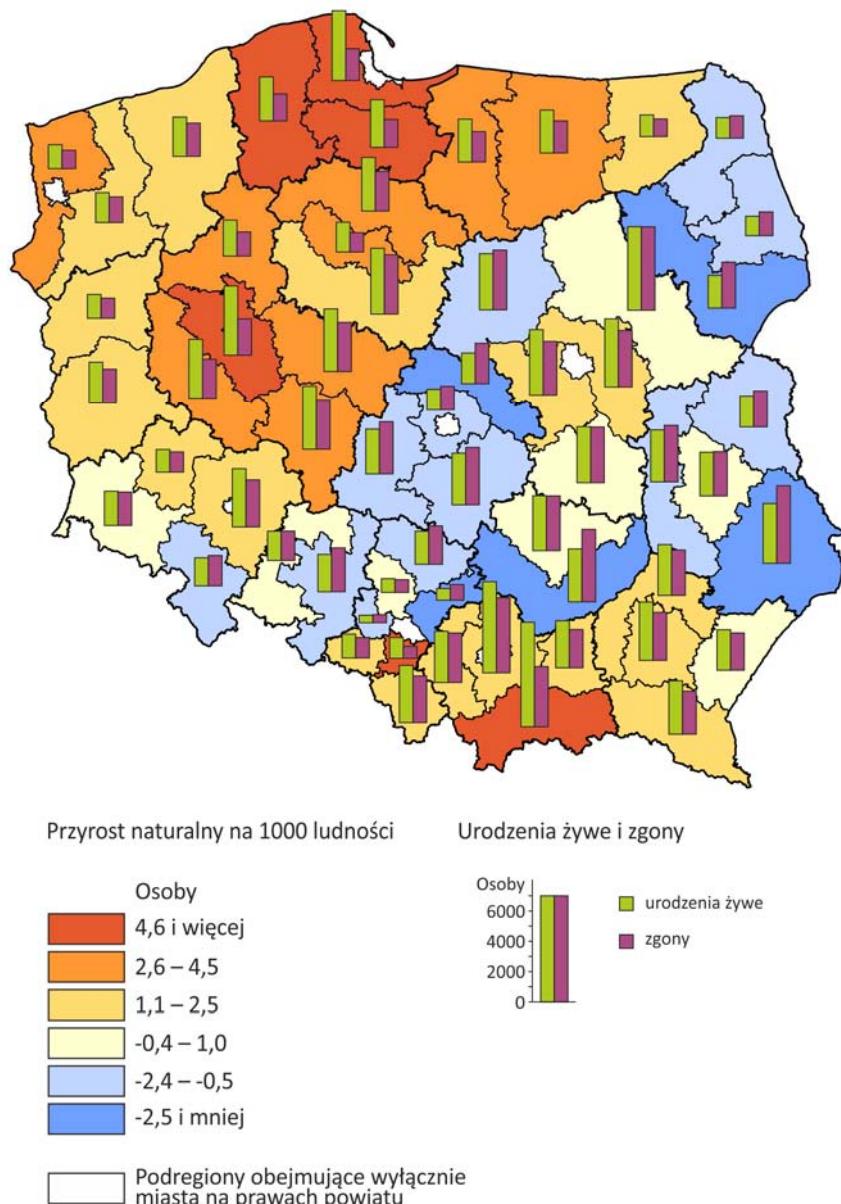
Ryc. 4.48. Przykład kartodiagramu wektorowego dwukierunkowego – obroty handlu zagranicznego Polski z wybranymi krajami Europy (do których eksport lub z których import przekroczył 0,5 mld euro) w 2013 roku (opracowanie własne na podstawie: *Handel zagraniczny. Styczeń-Grudzień 2013 r.* Główny Urząd Statystyczny, Warszawa 2014, tabl. *Obroty handlu zagranicznego według ważniejszych krajów i według kontynentów w tys. euro*).

#### 4.2.10. Łączenie metod na mapach statystycznych

W przypadku metod ilościowych stosowanie tylko jednej metody jest dość rozpo-wszeczone, zwłaszcza przy najpopularniejszej z nich, czyli kartogramie. Jednak w mapach statystycznych łączenie metod może być użyteczne.

Najczęściej spotykanym takim połączeniem jest zastosowanie na jednej mapie metody kartogramu i kartodiagramu. Jednostki administracyjne lub inne pola odniesienia rozkolorowane są jako kartogram przedstawiający dane względne (np. gęstość zaludnienia), zaś diagramami przedstawiane są dane bezwzględne (np. liczba ludności). Należy tu podkreślić, że

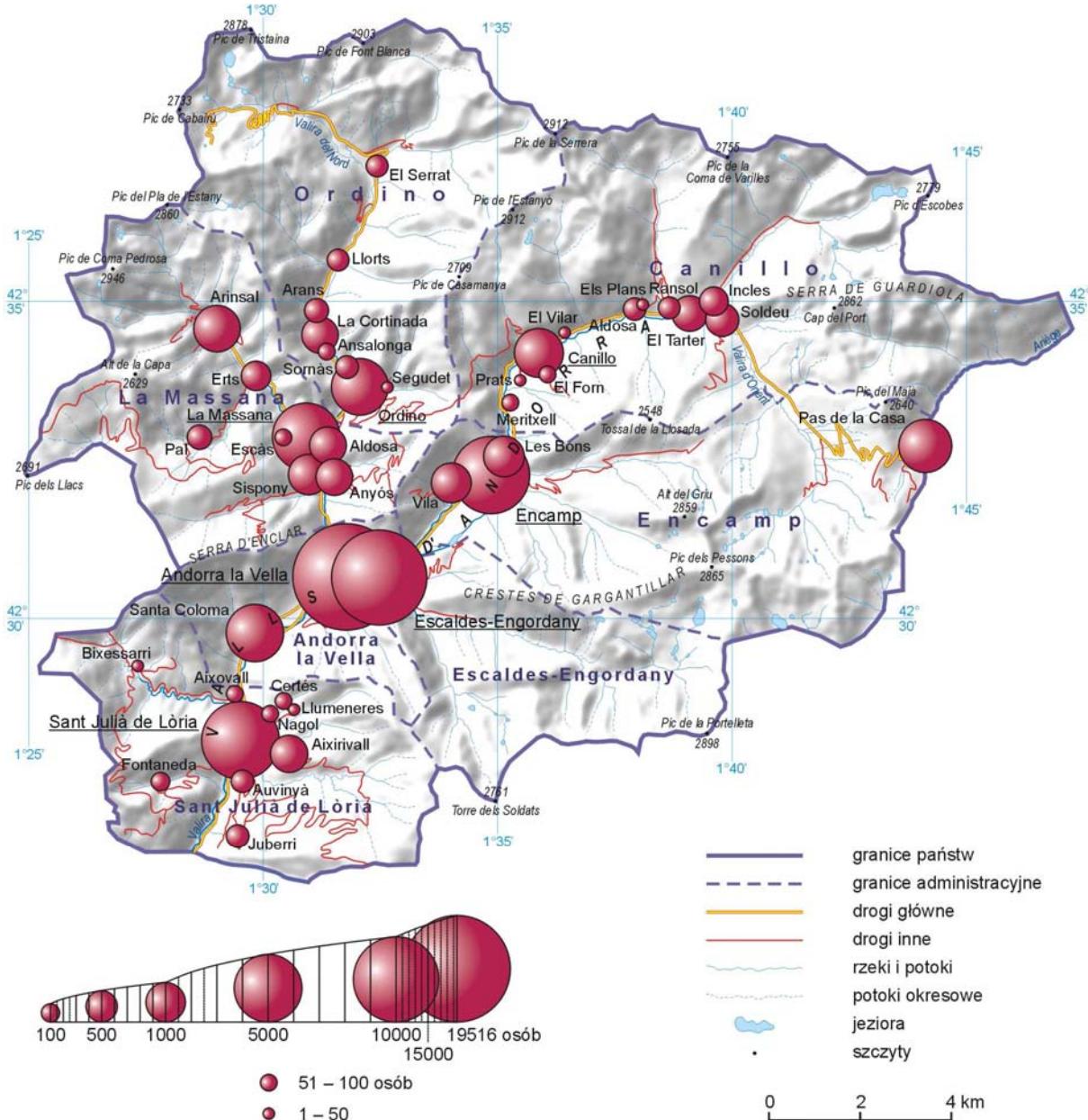
dane przedstawione oboma metodami powinny być ze sobą powiązane tematycznie tak, aby mapa tworzyła logiczną całość tematyczną (ryc. 4.49).



Ryc. 4.49. Przykład mapy, na której połączono metodę kartogramu oraz kartodiagramu – ruch naturalny ludności na obszarach wiejskich według podregionów w 2010 roku

(źródło: *Obszary wiejskie. Powszechny Spis Rolny 2010*, Główny Urząd Statystyczny, Urząd Statystyczny w Olsztynie Warszawa, Olsztyn 2013, s. 153).

Dosyć częstym połączeniem jest dodanie do mapy statystycznej treści podkładowej, pozwalającej na precyzyjniejszą lokalizację obiektów. Treść taka przedstawiana jest metodą sygnaturową, ewentualnie dodatkowo powierzchniową lub zasięgów. Jednocześnie taka treść podkładowa pozwala na przedstawienie szerszego kontekstu geograficznego prezentowanego zjawiska (ryc. 4.50). W przypadku metody kropkowej jest wręcz wymagane, aby uwzględnić na mapie te dodatkowe elementy, które mają wpływ na rozmieszczenie zjawiska.



Ryc. 4.50. Przykład mapy, na której połączono metodę kartodiagramu oraz metody jakościowe – liczba ludności w miejscowościach Andory w 2013 roku  
 (opracowanie własne na podstawie: liczba ludności – Data bank: Subject: demographics and population, Sub-category: population, Divisions: population by town. Govern d'Andorra Departament d'Estadística; mapa podkładowa – St.-Gaudens, Andorre. Serie verte. 71 1:100 000. Institut Géographique National, Paris 1995).

#### 4.3. Legenda map statystycznych

Legenda jest nieodzownym elementem każdej poprawnie wykonanej mapy. Legenda map statystycznych jest nie tylko objaśnieniem znaków, lecz również wskazuje na przyjętą klasifikację. W legendzie do takich map położony jest nacisk na poprawne opisanie wzorca wartości przedstawianego zjawiska, tak aby można było z mapy odczytać (oszacować) wartości tego zjawiska. Dla poszczególnych z czterech podstawowych metod ilościowych obowiązują nieco inne zasady konstrukcji legendy. W legendach map statystycznych mogą być obja-

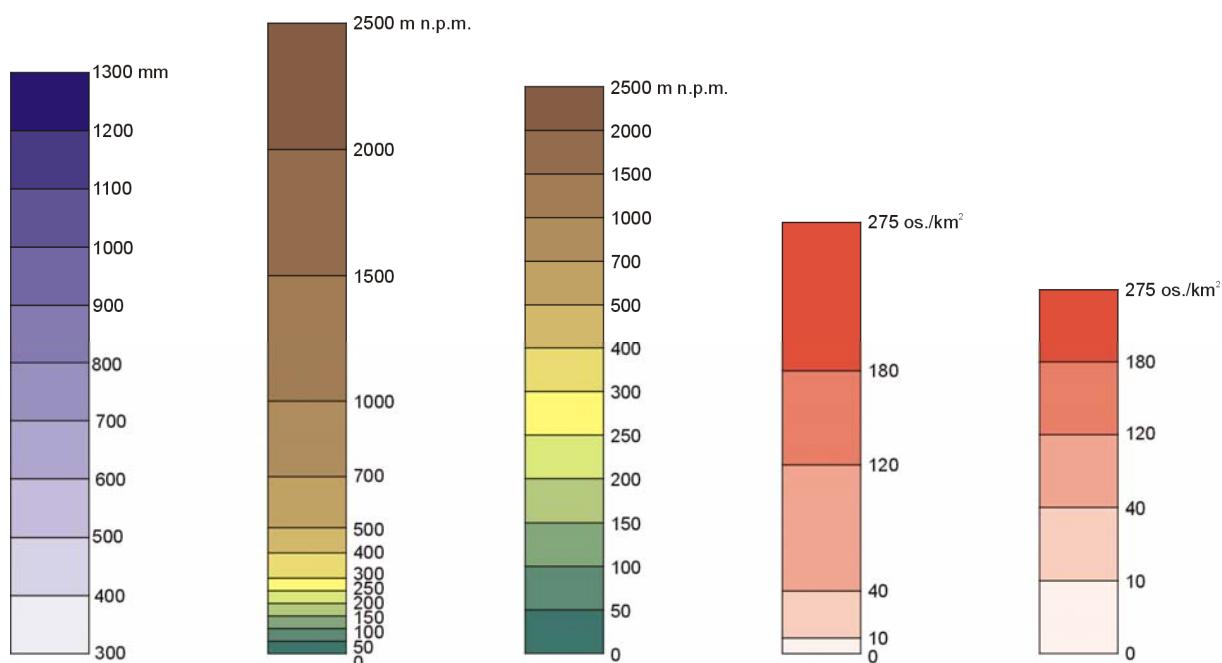
śnione dodatkowo zamieszczone na mapie elementy uzupełniające, takie jak drogi, miasta, granice.

#### 4.3.1. Legenda map kropkowej

Najprostsza legenda występuje w przypadku mapy kropkowej. Sprowadza się ona do podania znaku kropki oraz opisanie jakiej wartości liczbowej odpowiada. Jeżeli na mapie zastosowano kropki wielowagowe lub kropkami przedstawiono więcej niż jedno zagadnienie, to w legendzie należy zawrzeć każdy użyty na mapie wzór kropki z jego odpowiednim opisem (por. legenda na ryc. 4.9).

#### 4.3.2. Legenda mapy izoliniowej

Legenda do mapy opracowanej metodą izolinii przedstawia przede wszystkim wartości tych izolinii. Przedstawia się je opracowując odpowiednią skalę. Skala ta ma postać słupka z zaznaczonym podziałem wewnętrznym odpowiadającym poszczególnym wartościom izolinii. Schemat odczytu izolinii powinien mieć kształt słupka pionowego z opisami od najwyższej wartości na dole po najwyższą wartość na górze. W schemacie tym powinny być opisane wartości izolinii. Dobrym rozwiązaniem jest zachowanie proporcji odległości kolejnych izolinii, tak aby wskazać zmienną rozpiętość pomiędzy izoliniami (ryc. 4.51). Powierzchnie pomiędzy wartościami izolinii powinny być rozkolorowane analogicznie jak na mapie. Niezalecane jest umieszczanie słupka poziomo – takie ułożenie dopuszczalne jest jedynie w przypadku, gdy brak miejsca uniemożliwia zastosowanie słupka pionowego. W takim przypadku wartości izolinii należy opisywać od lewej (wartości najmniejsze) do prawej (wartości największe).

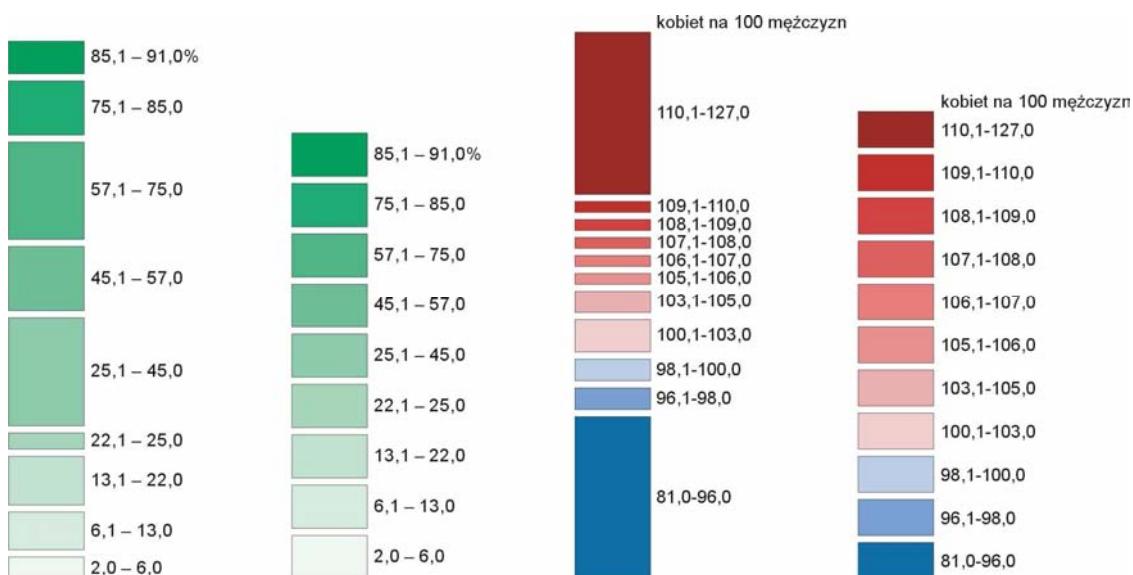


Ryc. 4.51. Przykłady konstrukcji legendy do mapy wykonanej metodą izolinii.

#### 4.3.3. Legenda kartogramu

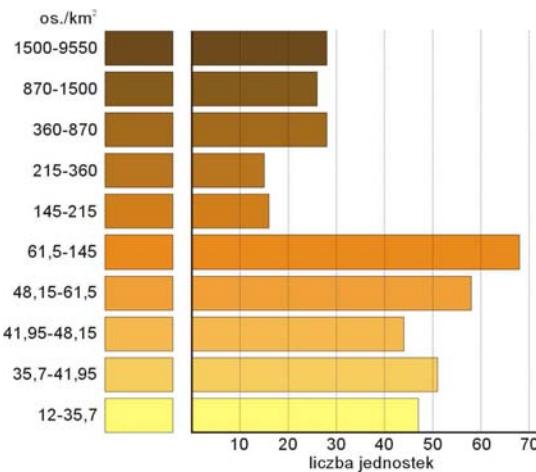
Schemat przedstawiający wartości przedstawionego na mapie zjawiska powinien mieć postać pionowo usytuowanych oddzielnych prostokątów (bloczków). Każdy z tych prostokątów odpowiada przyjętej klasie wartości i powinien być opisany w sposób wskazujący na pogrupowanie wartości w przedziałach „od-do”, informujący o granicach tej klasy. Wartości graniczne następujących po sobie przedziałów można powtórzyć, o ile w zbiorze prezentowanych danych nie występuje ta wartość graniczna (np. 0-10, 10-40). Zdecydowanie częściej stosuje się jednak niewielkie przesunięcie wartości granicy kolejnego przedziału (np. 0,0-10,0; 10,1-40,0), przy czym należy uważać, aby w przerwie pomiędzy górną granicą jednego przedziału a dolną kolejnego nie znalazła się żadna wartość ze zbioru.

Podobnie jak w przypadku mapy izoliniowej, obowiązuje tu opis od wartości najniższych na dole po wartości najwyższe na górze (zgodnie z zasadą – im wyżej tym większe wartości statystyczne). Dobrym rozwiązaniem jest zachowanie proporcji wysokości kolejnych prostokątów, tak aby wskazać zmienną rozpiętość poszczególnych klas kartogramu (ryc. 4.52), jednak przy dużej różnicy rozpiętości poszczególnych klas może to być niemożliwe. Stosowanie w schemacie oddzielnych prostokątów wskazuje, że wartości na mapie nie muszą ze sobą sąsiadować (w odróżnieniu od schematu do mapy izoliniowej, gdzie brak odstępów pomiędzy poszczególnymi przedziałami wskazuje na jedyne możliwe następstwo wartości na mapie). Niezalecane jest umieszczanie prostokątów poziomo – takie ułożenie dopuszczalne jest jedynie w przypadku, gdy brak miejsca uniemożliwia zastosowanie układu pionowego. W takim przypadku wartości poszczególnych klas należy opisywać od lewej (wartości najmniejsze) do prawej (wartości największe).



Ryc. 4.52. Przykłady konstrukcji legendy do mapy wykonanej metodą kartogramu.

Treść legendy kartogramu można rozbudować o dodatkowe informacje. Najczęściej taką dodatkową informacją jest liczebność klas. Może być ona opisana w nawiasie po opisie wartości klas. Można też przedstawić ją w sposób graficzny, jako rozbudowę schematu do postaci wykresu słupkowego poziomego (ryc. 4.53).



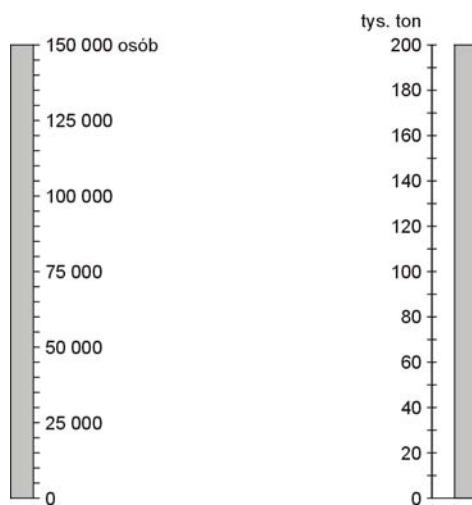
Ryc. 4.53. Przykład konstrukcji legendy do kartogramu z zaznaczoną liczebnością klas.

Omówiona wyżej legenda dotyczy najczęściej stosowanego kartogramu właściwego prostego. W przypadku innych rodzajów kartogramu będzie miała ona odmienną postać (por. legende na ryc.: 4.28 – dla kartogramu ciągłego, 4.29 i 4.31 – dla kartogramu złożonego, 4.32 – dla kartogramu strukturalnego, 4.33 – dla kartogramu brylowego ciągłego).

#### 4.3.4. Legenda kartodiagramu

Legenda mapy opracowanej metodą kartodiagramu odniesionego do powierzchni lub punktu ma kształt zastosowanych na tej mapie diagramów. Prawidłowy rysunek skali diagramów ułatwia odczytanie ich wartości.

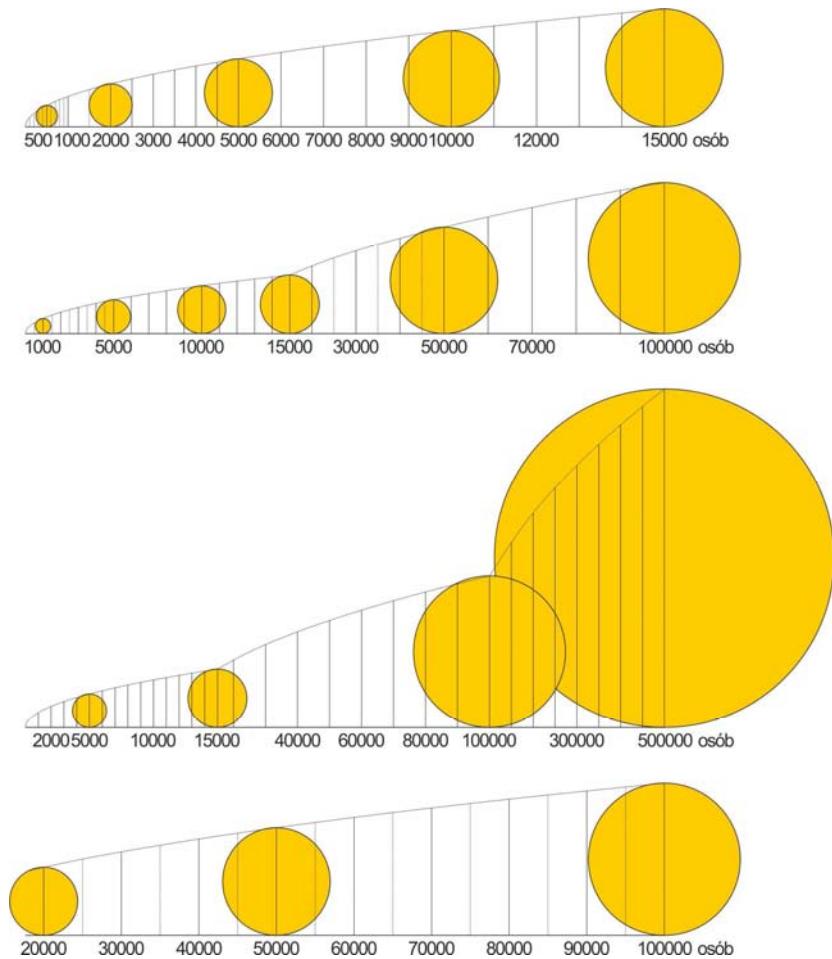
W przypadku kartodiagramów ciągłych, objaśnienia w legendzie powinny umożliwiać odczytanie wartości każdego diagramu, niezależnie od jego kształtu. Dla kartodiagramu ciągłego słupkowego objaśnienia wielkości diagramów podaje się w postaci słupka, na którego boku znajduje się podziałka z opisem wartości zjawiska (ryc. 4.54).



Ryc. 4.54. Przykłady konstrukcji legendy do kartodiagramu ciągłego słupkowego.

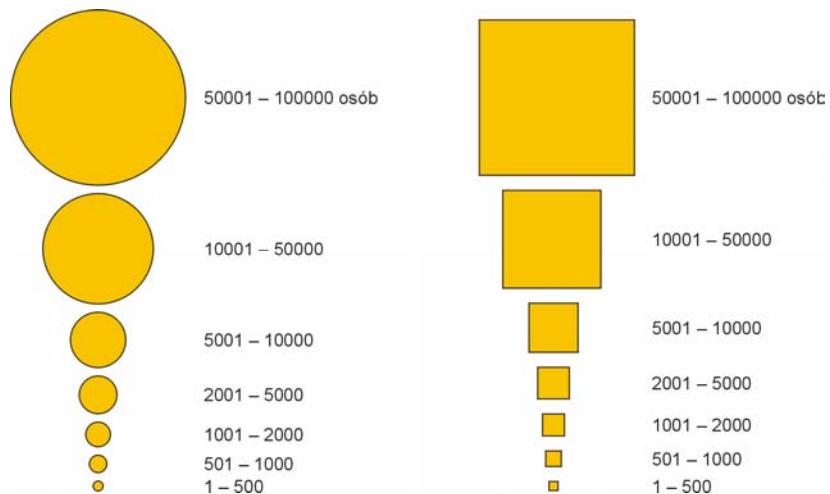
Dla kartodiagramu ciągłego powierzchniowego (np. koło, kwadrat) lub brylowego (np. kula, sześcian) objaśnienia wielkości diagramów podaje się w postaci specjalnie skonstruo-

wanego wykresu (nomogramu). Przedstawia się nim średnice koła (lub kuli w kartodiagramie bryłowym) lub boki kwadratu (lub sześciadanu) zmieniające się odpowiednio do wartości statystycznych przedstawianego na mapie zjawiska. Średnice te odkłada się na osi poziomej; w przypadku dużej rozpiętości wartości można stosować tu 2-3 różne skale na osi poziomej, przez co otrzymamy skokowe skrócenie wykresu. Na wykresie tym powinny znaleźć się także przykładowe diagramy. Wyskalowanie osi poziomej powinno być na tyle gęste, żeby można było bez trudu odczytać wartości diagramów z mapy, a opis wartości zjawiska powinien być w miarę okrągły (ryc. 4.55). W przypadku diagramów ciągłych powierzchniowych i brylowych nie należy stosować legendy, na której zamieszczonych jest wyłącznie kilka przykładowych diagramów bez wykresu. Taka uproszczona legenda, spotykana powszechnie w programach GIS, jest uznawana za niepoprawną.



Ryc. 4.55. Przykłady konstrukcji legendy do kartodiagramu ciągłego powierzchniowego.

W przypadku kartodiagramów skokowych objaśnienia w legendzie powinny być skonstruowane odmiennie. Niezależnie od kształtu diagramu, należy przedstawić wszystkie zastosowane na mapie ich wielkości, odpowiadające przyjętym przedziałom wartości zjawiska. Każdy z tych diagramów powinien mieć obok podane wartości skrajne przedziału do jakiego się odnosi. Opis tu zastosowany jest analogiczny do opisów przedziałów klasowych w legendzie kartogramu. Same diagramy należy umieścić pionowo, od najmniejszego na dole do największego na górze (nie dotyczy diagramów słupkowych) lub poziomo od najmniejszego z lewej strony, do największego z prawej (ryc. 4.56).



Ryc. 4.56. Przykłady konstrukcji legendy do kartodiagramu skokowego powierzchniowego.

W legendach diagramów ciągłych i skokowych należy unikać nakładania się wzorcowych diagramów, a także prezentowania tylko części diagramu wzorcowego.

Modyfikacje kartodiagramu prostego wymagają podania w legendzie dodatkowych informacji. W przypadku diagramu strukturalnego w legendzie należy, poza objaśnieniem wielkości diagramów, podać także wzorce barwne z opisem jakiego zjawiska dotyczą (por. legenda na ryc. 4.36D). Podobne wzorce barwne należy zastosować także do objaśnień w kartodiagramie złożonym (por. legenda na ryc. 4.36B). W legendzie kartodiagramu segmentowego wystarczające jest zaś umieszczenie jedynie elementu jednostkowego z podaniem jego wartości liczbowej i miana, a w celu objaśnienia struktury diagramu określenie co oznaczają użyte barwy (por. legenda na ryc. 4.44).

Legenda go kartodiagramów liniowych powinna objaśniać szerokość zastosowanej wstęgi lub wektora (por. legenda na ryc. 4.46 i 4.47), z ewentualnymi dodatkowymi wzorcami barwnymi ich struktury.

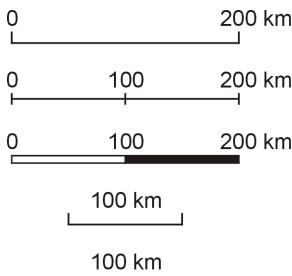
Legenda go kartodiagramów liniowych powinna objaśniać szerokość zastosowanej wstęgi lub wektora – w przypadku kartodiagramów liniowych ciągłych objaśnienie to powinno mieć postać odpowiedniego wykresu (por. legenda na ryc. 4.46, 4.47 i 4.48), zaś w przypadku kartodiagramów liniowych skokowych powinny być przedstawione wszystkie występujące na mapie szerokości wstęgi (wektora). W razie konieczności legenda taka powinna zawierać dodatkowo wzorce barwne dla struktury wstęgi (wektora).

#### 4.3.5. Skala i podziałka

Istotnym elementem każdej mapy jest jej skala, czyli miara pomniejszenia przedstawianego obszaru i związanych z nim obiektów względem wielkości rzeczywistej. Skalę można przedstawić w postaci zapisu (np. 1:1 000 000) lub w sposób graficzny, jako podziałkę liniową.

W odróżnieniu od map topograficznych, ogólnogeograficznych i wielu innych, mapy statystyczne przeważnie nie są przeznaczone do wykonywania na nich pomiarów odległości lub powierzchni. Skala na takich mapach służy jedynie do orientacyjnego zaznaczenia stopnia pomniejszenia mapy, a także do porównania wielkości dwóch różnych map. W legendzie map statystycznych skala nie musi być podana w rozbudowanej formie (jak to ma miejsce np. na mapach topograficznych), wystarczy zastosowanie opisu lub bardzo prostej podziałki

liniowej, z zaznaczoną długością jednego odcinka, ewentualne z podstawowym jego podziałem (ryc. 4.57).



Ryc. 4.57. Przykłady prostych podziałek liniowych wykorzystywanych w legendach map statystycznych.

Jeżeli na mapie statystycznej przedstawiany jest obszar, który, jak można założyć, jest znany odbiorcy (np. podział kraju na podstawowe jednostki administracyjne), dopuszczone jest w ogóle zrezygnowanie z podania w legendzie takiej mapy informacji o jej skali.

Należy ponadto zwrócić uwagę, czy opracowana mapa będzie zreprodukowana w identycznej wielkości co jej robocza wersja. Jeżeli na późniejszych etapach istnieje możliwość zmniejszenia lub powiększenia mapy (np. przy składzie publikacji), w legendzie należy raczej zastosować podziałkę liniową, a nie skalę liczbową – w przypadku zmiany wielkości mapy wielkość podziałki ulegnie proporcjonalnej zmianie, zatem nadal będzie poprawnie wskazywać wielkość. Użyta w analogicznym przypadku skala liczbowa, po zmianie wielkości mapy, nie będzie już podawała poprawnej wartości.

#### 4.4. Napisy na mapach

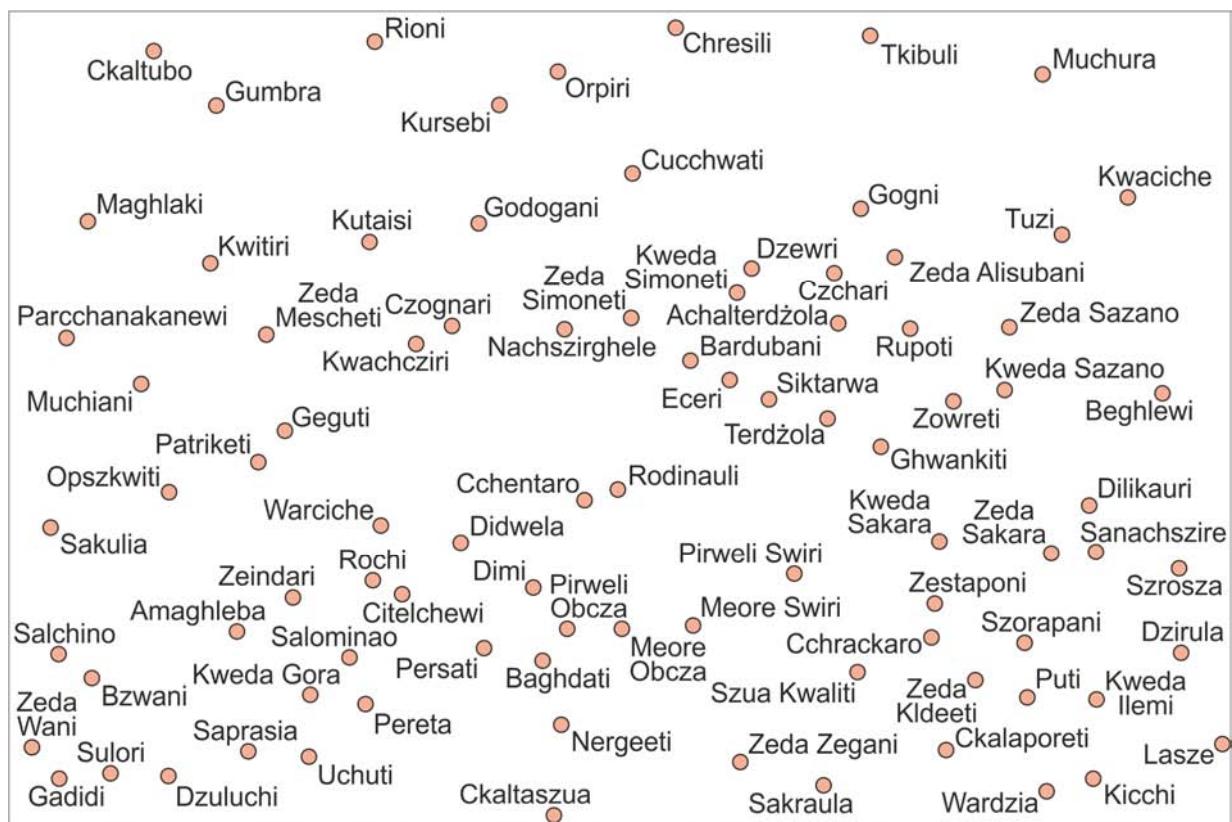
Napisy stanowią istotny element informacyjny każdej mapy. Na mapie można wyróżnić dwie główne grupy napisów: opisy poza treścią mapy i opisy na treści mapy. Do opisów poza treścią mapy należą m.in. tytuł mapy i legenda. Na opisy na treści mapy składają się sygnatury literowe, napisy (w tym skróty) objaśniające, liczby oraz nazwy własne obiektów geograficznych.

W przypadku map statystycznych opisów na samych mapach może w ogóle nie być – klasyczny kartogram, czy kartodiagram nie zawiera jakichkolwiek nazw. Jednak czasami na mapie statystycznej takie napisy są zamieszczane. Opisane mogą być np. ośrodki, dla których zamieszczane są diagramy o odniesieniu punktowym, główne miasta na mapie izolinoowej lub kropkowej, czy również opisy odnoszące się do treści dodatkowej (podkładowej) zamieszczonej na mapach. Nazwy na mapie powinny być łatwo czytelne i łatwe do wyodrębnienia. Powinny jednoznacznie wskazywać obiekt, do którego się odnoszą.

Nazwy odnoszące się do **znaków punktowych** powinny być umieszczane równolegle do dolnej ramki, a jeżeli na mapie zaznaczona jest siatka geograficzna, to równolegle do równoleżników. Nazwy te nie powinny być rozspacjonowane. Nazwa może być umieszczona pod, nad i obok znaku. Opis powinien być optycznie ściśle powiązany ze znakiem, tak aby jednoznacznie wskazywał na obiekt, którego dotyczy – nie może być zarówno zbyt blisko znaku, jak i zbyt daleko. Napis powinien jak najmniej kolidować z innymi elementami treści, w przypadku dużego nagromadzenia opisów niezbędne jest zastosowanie odpowiednich rozsunięć nazw. Przy nazwach długich dobrym rozwiązaniem jest zapisanie ich w dwóch wierszach, zamiast w jednym (ryc. 4.58 i 4.59).

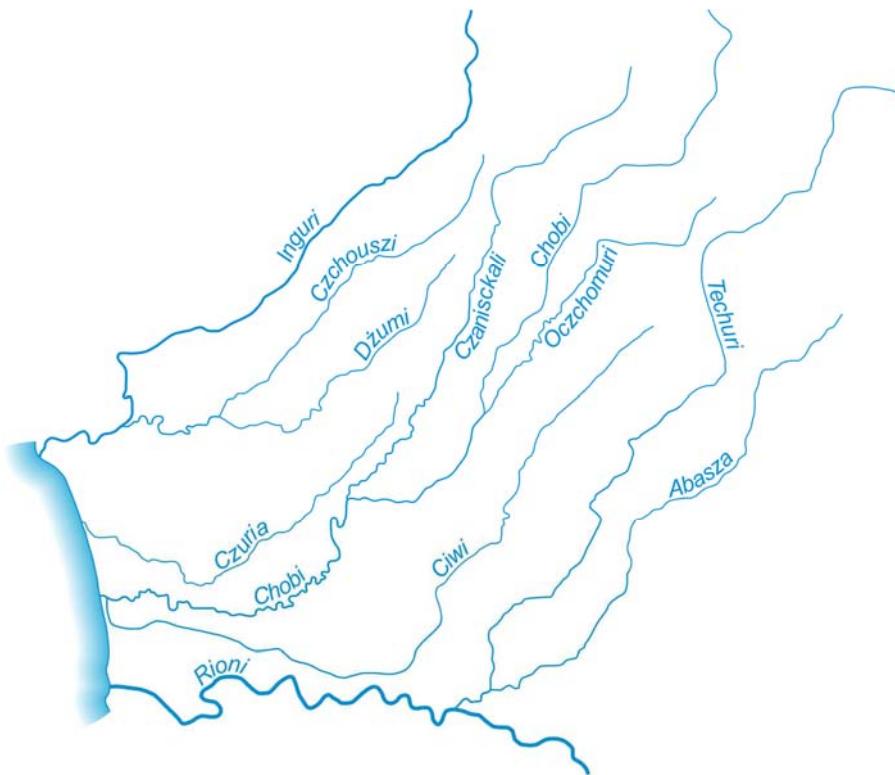


Ryc. 4.58. Przykład różnych sposobów rozmieszczenia opisów względem znaku punktowego.

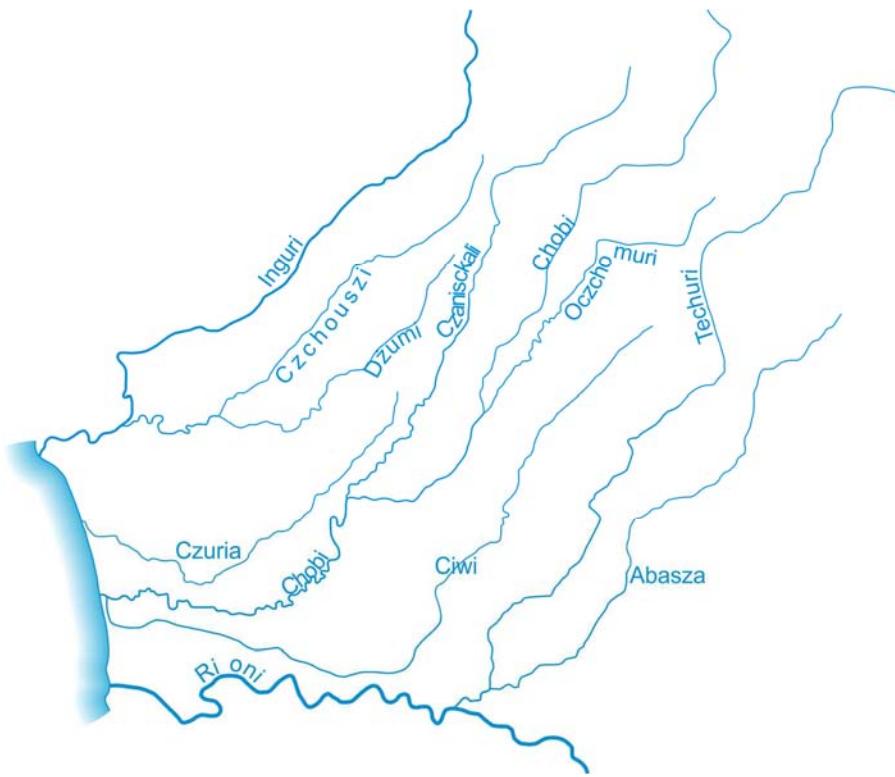


Ryc. 4.59. Przykład rozmieszczenia opisów dla znaków punktowych przy ich większym zagęszczeniu.

Nazwy odnoszące się do **znaków liniowych** powinny mieć przebieg zgodny z przebiegiem linii i być z nią współkształtne. Znaki te umieszcza się nad (zalecane położenie) lub pod linią (ryc. 4.60). Nazwa powinna być umieszczona w miejscu, w którym linia ma jak najbardziej łagodny przebieg – napisów nie należy umieszczać w miejscach złożonych wygięć linii. Napisy nie powinny dotykać linii, ani jej przecinać. W przypadku opisów zbliżonych do pionu niedopuszczalne jest umieszczanie ich „do góry nogami”. Opisy znaków linowych są często wygięte współkształtnie do ogólnego przebiegu linii – należy pamiętać, że w takich przypadkach niedopuszczalne jest załamywanie napisu (ryc. 4.61).



Ryc. 4.60. Przykład poprawnego rozmieszczenia opisów dla znaków liniowych.



Ryc. 4.61. Przykład złego rozmieszczenia opisów dla znaków liniowych.

Nazwy odnoszące się do **obiektów powierzchniowych** przeważnie powinny być umieszczone w całości w konturach danego obiektu. Dla wydłużonych obiektów nazwy należy umieszczać wzdłuż dłuższej osi tego obiektu, natomiast w przypadku obiektów o kształcie

zbliżonym do koła nazwy powinny być umieszczane w jego środku, równolegle do dolnej ramki mapy lub równoleżników. Podobnie postępuje się przy umieszczaniu nazw obiektów o nieregularnym kształcie, w których nie można wyraźnie wyznaczyć osi podłużnej.

Nazwy umieszczane wewnątrz obiektu powierzchniowego nie powinny być rozmieszczone na całej jego długości – warto przed nazwą i po niej pozostawić wolną przestrzeń. Napisy skośne nigdy nie powinny być ustawiane w linii prostej – zawsze powinny być wygięte w łuk. Podobnie niedopuszczalne jest załamywanie napisu. W przypadku nazw wieloczłonowych możliwy jest opis w dwóch wierszach – w takim przypadku przenosić należy całe wyrazy, a obydwie części nazwy powinny być tak samo spacjowane. Odległość pomiędzy członami nazwy wieloczłonowej nie powinna być zbyt duża, tak aby zachowana była optyczna spójność całej nazwy (ryc. 4.62 i 4.63). Gdy nazwa nie mieści się w znaku powierzchniowym lub jej umieszczenie w nim byłoby niewskazane z powodów graficznych, umieszcza się ją zgodnie z zasadami stosowanymi dla znaków punktowych.



Ryc. 4.62. Przykład poprawnego rozmieszczenia opisów dla obiektów powierzchniowych.



Ryc. 4.63. Przykład złego rozmieszczenia opisów dla obiektów powierzchniowych.

Nazwy jednostek administracyjnych i politycznych, które są najczęściej pojawiającymi się na mapach statystycznych nazwami obiektów powierzchniowych, przeważnie rozmieszcza się poziomo (równolegle do dolnej ramki mapy lub równoleżników), niezależnie od kształtu, jaki przyjmuje dana jednostka (por. rozmieszczenie nazw na ryc. 4.6).

Na licznych opublikowanych mapach statystycznych można odnaleźć liczby, którymi dodatkowo opisane są zjawiska przedstawione jedną z ilościowych metod prezentacji. Jednak mapa statystyczna nie jest tablicą statystyczną i nie jest jej zadaniem podawanie wartości liczbowych dla przedstawianych zjawisk. Warto zatem unikać podawania na kartogramie wartości dla danego pola odniesienia (jednostki administracyjnej), na kartodiagramie dokładnej wartości przedstawionej diagramem, zaś na mapie wykonanej metodą kropkową wartości dla danego obszaru. Jedynie w przypadku map wykonanych metodą izoliniową utarło się, że wartości poszczególnych linii można opisać na mapie, zamiast zawierać tę informację w legendzie (por. ryc. 4.15).

#### Literatura:

*Atlas metod kartograficznych.* Wydział Geografii i Studiów Regionalnych, Uniwersytet Warszawski, <http://www.educarto.pl>.

Czerny A. (2003): *Konstrukcja skal wartości w legendach map.* Polski Przegląd Kartograficzny, T. 35, nr 2, s. 87-99.

Kocimowski K., Kwiatek J. (1977): *Wykresy i mapy statystyczne.* Warszawa: Główny Urząd Statystyczny.

Korycka-Skorupa J. (2002): *Od danych do mapy. Część I.* Polski Przegląd Kartograficzny, T. 34, nr 2, s. 91-102.

Korycka-Skorupa J. (2002): *Od danych do mapy. Część II.* Polski Przegląd Kartograficzny, T. 34, nr 3, s. 175-188.

Kraak M.-J., Ormeling F. (1998): *Kartografia. Wizualizacja danych przestrzennych.* Warszawa: Wydawnictwo Naukowe PWN.

Leonowicz A. (2002): *Prezentacja złożoności zjawisk metodą kartogramu złożonego.* Polski Przegląd Kartograficzny, T. 34, nr 4, s. 273-285.

Mościbroda J. (1999): *Mapy statystyczne jako nośnik informacji ilościowej.* Lublin: Wydawnictwo Uniwersytetu Marii Curie-Skłodowskiej.

Ostrowski W., Kowalski P. (2004): *Zbieranie i opracowanie nazw geograficznych. Przewodnik toponimyczny. Część III: Stosowanie i rozmieszczanie napisów na mapach.* Warszawa: Główny Urząd Geodezji i Kartografii.

Pasławski J. (1988): *Jak opracować kartogram.* Warszawa: Wydział Geografii i Studiów Regionalnych, Uniwersytet Warszawski.

Pasławski J. (2005): *Uwagi o klasyfikacji ilościowych form prezentacji kartograficznej.* Polski Przegląd Kartograficzny, T. 37, nr 2, s. 95-100.

- Pasławski J. (2005): *Wybrane problemy opracowania legendy ilościowych form prezentacji*. [W:] Pawlak W., Spallek W. (red.), *Projektowanie i redakcja map*. Wrocław: Pracownia Atlasu Dolnego Śląska, Zakład Kartografii Instytutu Geografii i Rozwoju Regionalnego, s. 140-146.
- Pasławski J. (red.) (2006): *Wprowadzenie do kartografii i topografii*. Wrocław: Wydawnictwo Nowa Era.
- Pasławski J. (2008): *Z problematyki map kropkowych*. Polski Przegląd Kartograficzny, T. 40, nr 4, s. 349-361.
- Ratajski L. (1989): *Metodyka kartografii społeczno-gospodarczej*. Warszawa: Państwowe Przedsiębiorstwo Wydawnictw Kartograficznych im. Eugeniusza Romera.
- Robinson A., Sale R., Morrison J. (1988): *Podstawy kartografii*. Warszawa: Państwowe Wydawnictwo Naukowe.
- Saliszczew K.A. (1998): *Kartografia ogólna*. Warszawa: Wydawnictwo Naukowe PWN.
- Tomaszewska M. (2009): *Sposoby ujęcia danych a poprawność map opracowanych metodą kartogramu*. Polski Przegląd Kartograficzny, T. 41, nr 3, s. 209-220.

## **5. Zastosowanie GIS w prezentacji danych**

Tradycyjnie uznaje się, że systemy informacji geograficznej (GIS) znajdują zastosowanie w gromadzeniu danych, ich przetwarzaniu i prezentacji. W codziennej praktyce w statystyce publicznej oprogramowanie GIS służy przede wszystkim do prezentacji danych w postaci graficznej. Stanowi wygodne narzędzie do pobierania danych z istniejących baz i umożliwia stosunkowo szybkie wykonanie map statystycznych oraz ich późniejszą aktualizację. W ostatnim czasie coraz większą rolę odgrywają jednak zastosowania analityczne tych systemów. Dzięki wykonaniu stosunkowo prostych operacji możliwe jest uzyskanie nowych informacji, dotyczących na przykład innych, niż dotychczas stosowane, skal przestrzennych. Możliwe jest także obliczanie wskaźników odnoszących się do powierzchni jednostek lub liczby ludności bezpośrednio na etapie wykonania mapy. O różnych formach zastosowania GIS napisano szerzej w rozdziale 3. Niniejszy rozdział jest natomiast poświęcony praktycznym sposobom wykonania mapy.

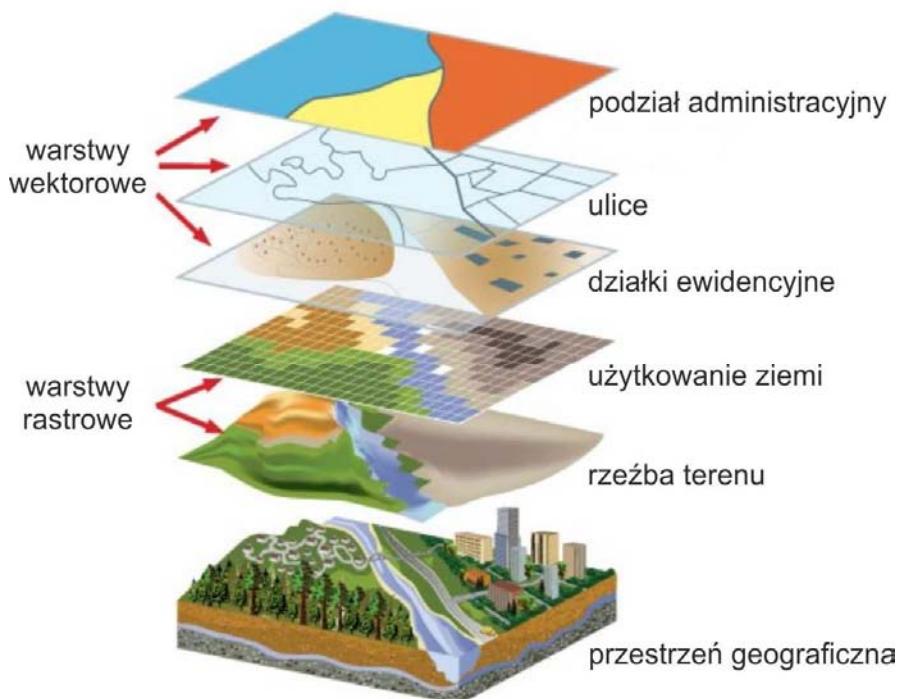
### **5.1. Środowisko GIS**

Systemy informacji geograficznej są zbiorem narzędzi informatycznych oraz baz danych, które dzięki odpowiednio przeszkolonej kadrze i sprzętowi informatycznemu umożliwiają gromadzenie i przetwarzanie informacji mających odniesienie przestrzenne. Środowisko GIS składa się z kilku elementów, które są niezbędne do pracy. Najważniejszymi elementami są odpowiednio przeszkoleni ludzie i sprzęt komputerowy. Poza tym aby używać GIS konieczne jest posiadanie zbiorów danych w postaci cyfrowej, w tym zbiorów map, oraz odpowiedniego oprogramowania.

#### **5.1.1. Zbiory danych**

Na zbiory danych składają się bazy danych liczbowych oraz powiązane z nimi bazy danych przestrzennych, które zawierają informacje niezbędne do wyświetlania map. Mogą one występować w dwóch formatach: wektorowym i rastrowym. Zasadnicza różnica pomiędzy formatami jest związana ze sposobem gromadzenia danych. Elementy mapy wektorowej składają się z punktów, linii i powierzchni, zaś mapa rastrowa składa się z pól geometrycznych, którym przypisane są takie parametry obrazu jak barwa, jasność itd. podobnie jak to ma miejsce w przypadku cyfrowego zdjęcia. Mapa może składać się z wielu warstw, z których każda może zawierać inne informacje (ryc. 5.1). Do wykonania map statystycznych używa się przede wszystkim warstw wektorowych. Są to właściwie bazy danych topograficznych, które dzięki odpowiedniemu oprogramowaniu mogą posłużyć do wykonania map. Obecnie służby geodezyjne wielu państw przygotowują bazy granic jednostek administracyjnych i punktów adresowych, do których może być przypisana informacja statystyczna. Możliwe jest także samodzielne przygotowanie takiej bazy do celów prezentacji danych.

Istotnym zagadnieniem jest format przechowywanych danych. Współczesne oprogramowanie GIS umożliwia użycie danych zapisanych w postaci powszechnie przyjętych formatach plików (.xls, .dbf itd.). Możliwy jest także import danych do formatów natywnych (wykorzystywanych w konkretnym oprogramowaniu). Przykładem takiego formatu mogą być pliki shapefile (.shp) używane przez oprogramowanie firmy ESRI.



Ryc. 5.1. Warstwy wektorowe i rastrowe mapy (źródło: National Oceanic and Atmospheric Administration/National Weather Service web site: <http://www.srh.noaa.gov/bmx/?n=gis>, udostępnione w domenie publicznej).

### 5.1.2. Sprzęt

Podstawowe stanowisko komputerowe do pracy z oprogramowaniem GIS może mieć formę zwykłego komputera osobistego o odpowiedniej wydajności, z pojemnym dyskiem twardym. Proste mapy wektorowe można wykonywać przy użyciu komputerów ze stosunkowo mało wydajnymi procesorami. Przy doborze sprzętu należy się jednak kierować zaleceniami producentów oprogramowania, przy czym należy mieć na uwadze, że programy komercyjne wymagają zwykle bardziej wydajnego sprzętu – wyposażonego przynajmniej w procesor core i3 lub równoważny.

### 5.1.3. Oprogramowanie

Obecnie dostępne jest oprogramowanie GIS zarówno w wersjach komercyjnych jak i darmowych. Wybór określonego rozwiązania wiąże się jednak z określonymi wadami i zaletami tych rozwiązań. Oprogramowanie GIS w wersji komercyjnej jest zwykle sprzedawane w pakiecie z usługami pomocy technicznej, a na stronach producenta udostępniane są aktualnienia, pomagające naprawićauważone błędy w funkcjonowaniu programów. Wadą tego rozwiązania jest zwykle stosunkowo wysoka cena, stanowiąca pięcio- dziesięciokrotność kosztu zakupu dedykowanego komputera. Przykładem programów komercyjnych, spośród wielu dostępnych są: ArcGIS\* i MapInfo\*\*.

\* <http://www.esri.com/products>

\*\* <http://www.mapinfo.com/>

W ostatnich latach bardzo szybko rozwijają się projekty budowy darmowego oprogramowania GIS. Programy takie, udostępniane na licencji otwartej posiadają obecnie wystarczającą funkcjonalność do wykonywania map statystycznych. Ich zaletą jest ograniczenie wstępnych kosztów wprowadzenia GIS, natomiast wadą jest brak regularnego wsparcia technicznego. Spośród szerokiej gamy takich rozwiązań można wymienić: Quantum GIS (QGIS)\*, gvSIG\*\* itd.

## 5.2. Wykonanie mapy statystycznej

Mapa statystyczna składa się z kilku elementów. Pierwszym jest obraz kartograficzny, zwykle ukazuje on grupę jednostek administracyjnych, do których odnoszą się prezentowane dane. Elementem niezbędnym jest legenda, umożliwiająca odczytanie wartości zaprezentowanych w formie barw lub symboli. Często na mapie umieszczane są elementy dodatkowe, takie jak podziałka liniowa, umożliwiająca określenie skali prezentowanych jednostek. Zanim jednak nastąpi etap właściwej redakcji mapy, czyli wizualizacji wartości danych liczbowych konieczne jest przygotowanie danych, nadanie im odniesienia przestrzennego, czyli połączenie z informacją graficzną oraz wykonanie prac analitycznych.

### 5.2.1. Przygotowanie danych liczbowych

Pierwszym etapem przygotowania danych jest zaprojektowanie arkusza, do którego będą wprowadzane dane. Poszczególne zmienne umieszczane są w kolumnach, a rekordy w wierszach. Jeśli dane są pobierane z zewnętrznego źródła danych konieczna jest weryfikacja poprawności konstrukcji arkusza. Niedopuszczalne jest scalanie jego komórek lub umieszczanie dodatkowych komentarzy w komórkach przeznaczonych dla danych. Konieczne jest także określenie formatu gromadzonych danych – odróżnienia zmiennych liczbowych, które będą w dalszej kolejności używane do wykonania obliczeń, od zmiennych tekstowych. Przykład arkusza bazy danych przedstawia ryc. 5.2.

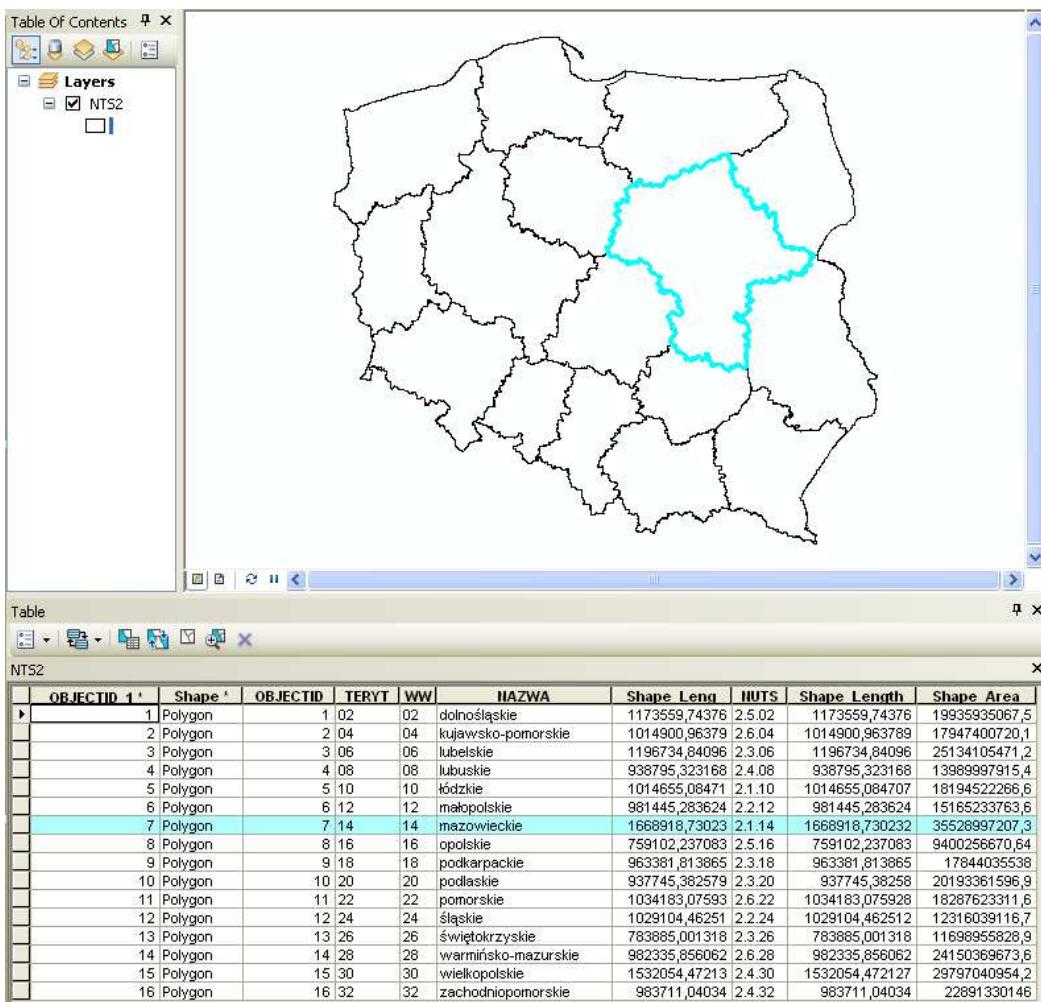
Ponieważ najważniejszą cechą GIS jest możliwość bezpośredniego powiązania źródła danych z odpowiadającą mu informacją graficzną (mapą), to konieczne jest odpowiednie ustanowienie takiego powiązania. Jest to możliwe dzięki użyciu unikalnych identyfikatorów. Każdy obiekt na mapie ma swój rekord w tabeli danych. Jedną z najważniejszych zmiennych w tym rekordzie jest właśnie unikalny identyfikator terytorialny. Analogiczne identyfikatory powinny znaleźć się w projektowanym arkuszu danych. Wskazanie programowi tych identyfikatorów umożliwia dołączenie do tabeli danych mapy arkusza danych zewnętrznych. Dopiero wtedy każda operacja na bazie danych będzie wywoływała skutek na mapie i odwrotnie. Ryc. 5.2.w dolnej części przedstawia połączone tabele mapy (cztery kolumny od lewej) i arkusza danych (kolumny 5. i kolejne). W kolumnach „TERYT” i „WW” znajdują się unikalne identyfikatory umożliwiające łączenie rekordów danych.

W zależności od rozwiązań przyjętych przez twórców oprogramowania dane są importowane bezpośrednio do arkusza programu GIS lub są używane jako oddzielny plik w formacie .xls, .csv, .dbf. Szczegółowe instrukcje dotyczące tego procesu znajdują się w instrukcji obsługi oprogramowania.

---

\* <http://www.qgis.org/en/site/>

\*\* <http://www.gvsig.org/web>



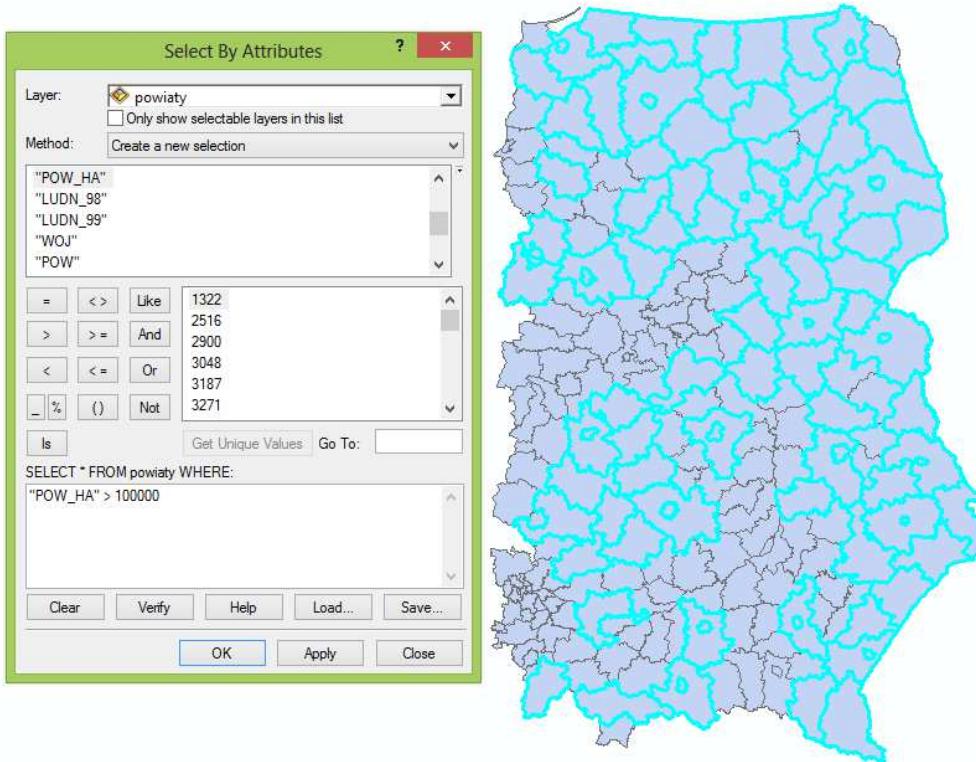
Ryc. 5.2. Powiązanie danych liczbowych z informacją graficzną.

### 5.2.2. Podstawowe operacje analityczne

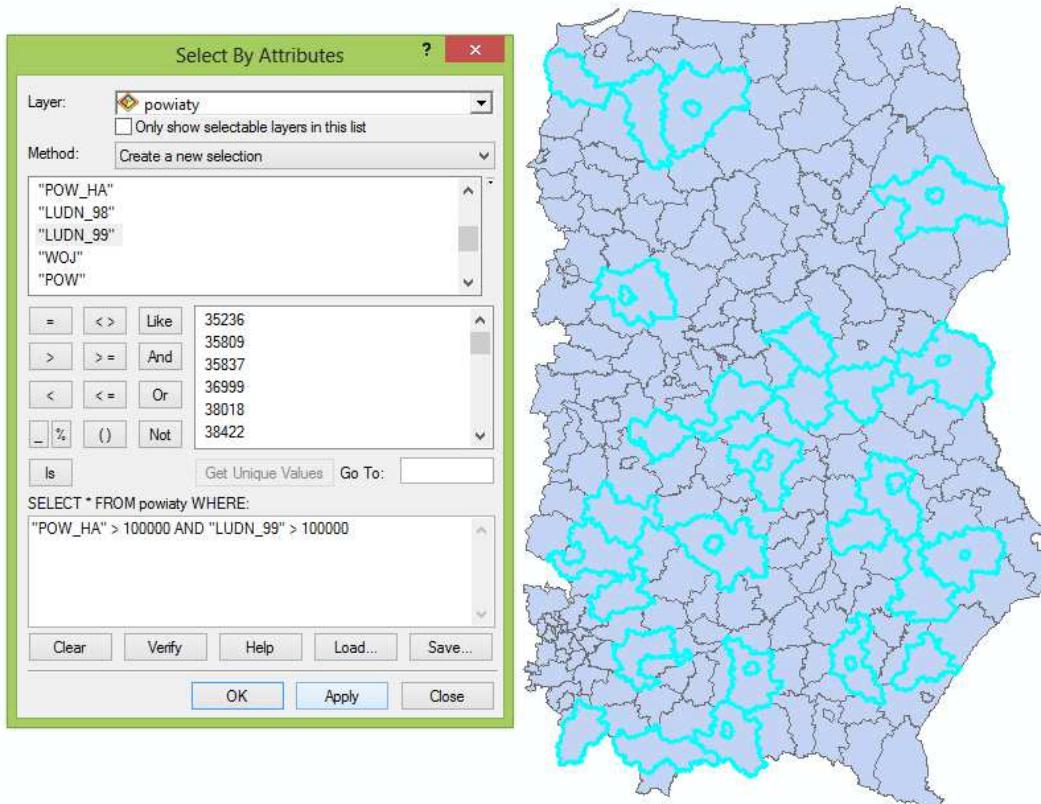
Wśród podstawowych operacji wykonywanych z użyciem oprogramowania GIS można wyróżnić: przeglądanie danych, ich edycję, transformację, tworzenie zapytań, analizę przestrzenną. W przypadku zastosowań w statystyce publicznej redakcja map jest najczęściej poprzedzona operacjami analizy, które mają pozwolić na udzielenie odpowiedzi na pytania:

- Które jednostki posiadają cechy preferowane?
- Które jednostki należą do grup najsłabszych lub najsilniejszych?
- Jaki jest rozkład statystyczny zmiennej i jak wygląda jego reprezentacja przestrzenna?

Uzyskanie takich informacji jest możliwe dzięki modułowi zapytań (SQL). Wykonywanie zapytań odbywa się poprzez wpisanie równania logicznego w module SQL. Ryc. 5.3. przedstawia przykład prostego zapytania. W tym przypadku wybrano jednostki o powierzchni większej niż 100 000 hektarów („POW\_HA”>100000). Granice wybranych jednostek zostały zaznaczone niebieską linią.



Ryc. 5.3. Przykład prostego zapytania.

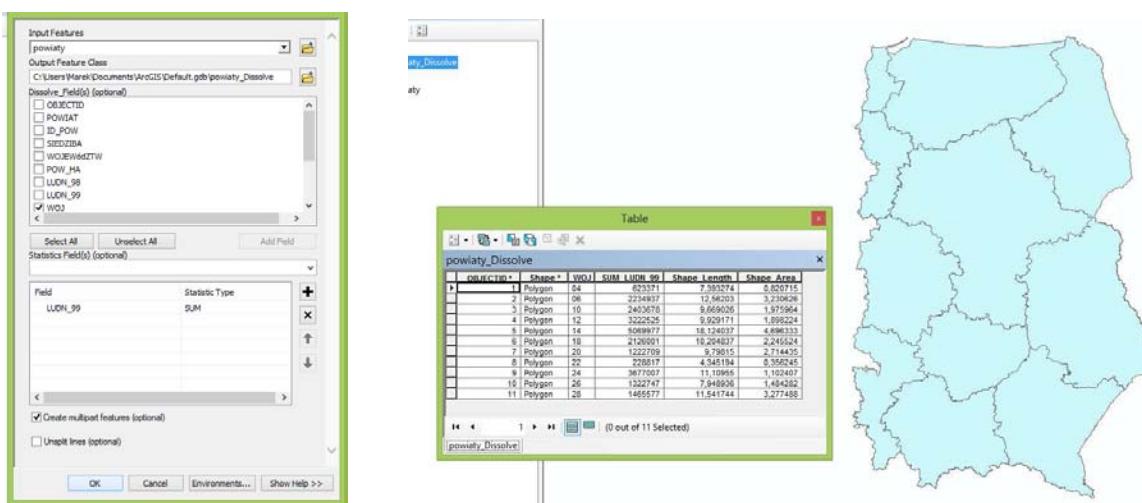


Ryc. 5.4. Przykład złożonego zapytania.

Możliwe jest także formułowanie zapytań złożonych. Przykład takiego zapytania dla tego samego obszaru przedstawia ryc. 5.4. W tym przypadku warunek został wzbogacony o kryterium liczby ludności ("POW\_HA" > 100000 AND "LUDN\_99" > 100000). Wybrane zo-

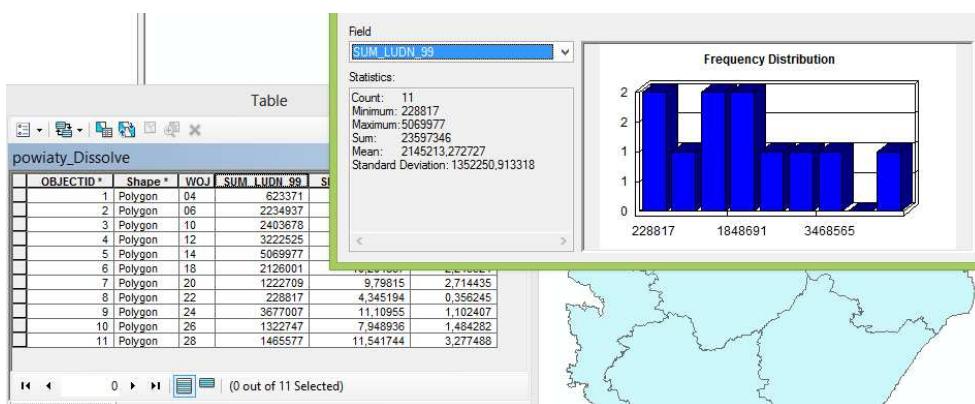
stały jednostki o powierzchni większej niż 100 tys. hektarów i liczbie ludności większej od 100 tys. mieszkańców.

GIS umożliwia także szybką transformację danych poprzez agregację informacji np. sumowanie wartości dla jednostek niższego rzędu w obrębie jednostek rzędu wyższego. Przykład takiego działania przedstawia ryc. 5.5. W jej lewej części znajduje się przykładowe okno wyboru, w którym wskazano parametry agregacji: jednostki niższego rzędu (LAU 1) zostały zagregowane do jednostek wyższego rzędu (NUTS 2). Jednocześnie wykonane zostało zsumowanie liczby ludności jednostek niższego rzędu w jednostkach rzędu wyższego. Wyniki sumowania zostały przedstawione w tabeli. Po prawej stronie pokazano mapę z przebiegiem granic zagregowanych jednostek.



Ryc. 5.5. Agregacja danych.

Wiele programów jest wyposażonych w funkcje obliczania statystyk warstwy. W zależności od stopnia zaawansowania programu mogą to być mniej lub bardziej rozszerzone zestawy. Ryc. 5.6. prezentuje podstawowy zestaw statystyk (liczebność, minimum, maksimum, sumę, średnią i odchylenie standardowe) dotyczących liczby ludności badanych jednostek.



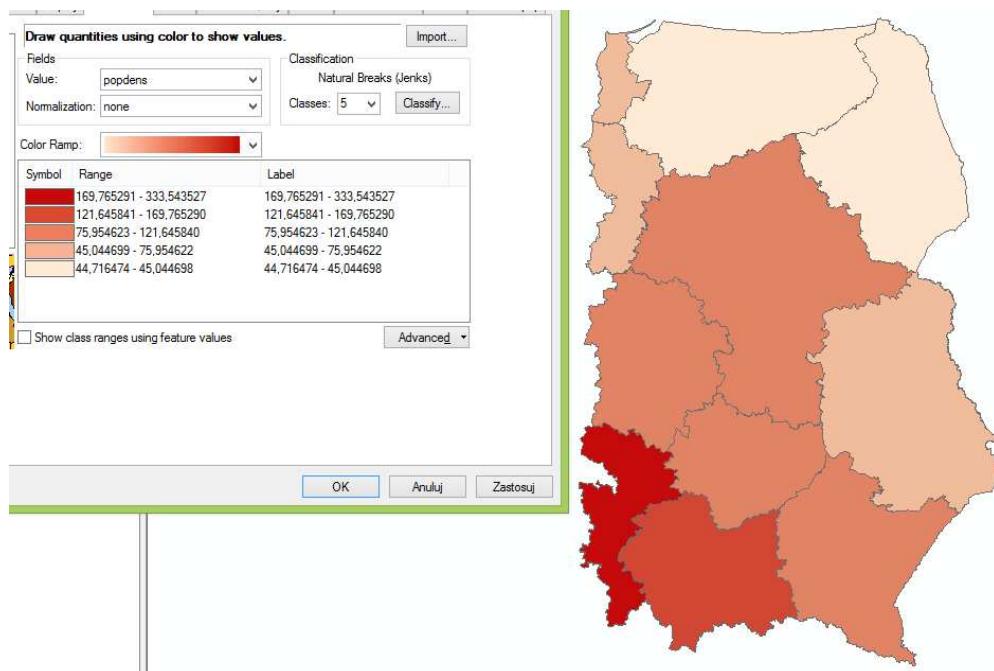
Ryc. 5.6. Prosty zestaw statystyk warstwy.

### 5.2.3. Wizualizacja danych

W zależności od wersji oprogramowania GIS, możliwe jest wykonanie map statystycznych z zastosowaniem różnych metod prezentacji kartograficznej. Warto przy tym pamiętać, że nazwy tych metod użyte przez autorów oprogramowania zwykle nie pokrywają się z ich właściwymi nazwami używanymi w literaturze kartograficznej. Właściwie we wszystkich programach możliwe jest wykonanie map z zastosowaniem metod: kartogramu, kartodagramu, chorochromatycznej i sygnaturowej. Różne są natomiast możliwości dostosowania poszczególnych parametrów, takich jak na przykład rozpiętość klas. Autorzy oprogramowania różnie podchodzą także do kwestii możliwości graficznych programów. W wielu przypadkach, aby nadać mapie ostateczny, poprawny i profesjonalny wygląd konieczna jest jej wtórna obróbka graficzna z użyciem oddzielnego oprogramowania graficznego.

Wiele metod prezentacji, pokazanych w tym podręczniku, niestety nie jest dostępnych w podstawowych pakietach oprogramowania. Przykładem może być metoda izolinii, która w pakietach komercyjnych jest oferowana w postaci specjalnych rozszerzeń do programu. Dla odmiany w niektórych programach darmowych moduł do kreślenia izolinii znajduje się w pakiecie programu.

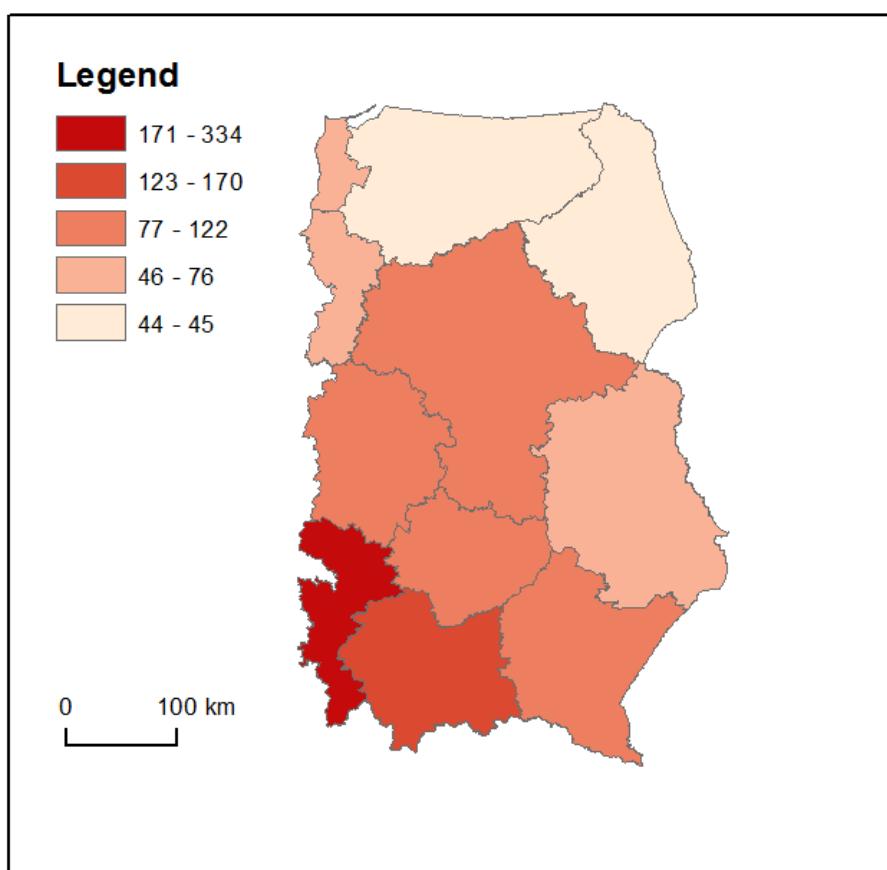
Przed przystąpieniem do wizualizacji danych należy wybrać metodę prezentacji kierując się m.in. celem prezentacji, rodzajem danych itd. Zagadnienie doboru metody zostało szerzej omówione w rozdziale 4. Jeśli wybrana metoda wymaga użycia danych względnych, to przed przystąpieniem do redakcji mapy można dokonać odpowiednich obliczeń przy użyciu programu GIS. Następnie w interfejsie mapy tematycznej dokonuje się kolejno wyboru kolumny zawierającej dane do wizualizacji, określa się parametry metody np. liczbę klas i metodę klasyfikacji, a następnie parametry legendy – formę wizualizacji klas (barwa, kreśkowanie), sposób wyświetlenia legendy, format opisu legendy itd. Przykład kartogramu wykonanego dla wyżej opisanego obszaru przedstawia ryc. 5.7.



Ryc. 5.7. Wybór parametrów kartogramu.

#### 5.2.4. Przygotowanie mapy do publikacji

Ostatecznej redakcji mapy dokonuje się w widoku rozkładu/wydruku (layout). Na tym etapie można dodać do obrazu mapy legendę, podziałkę i inne elementy, takie jak np. strzałkę z oznaczeniem kierunku północnego. Ostatnim etapem redakcji mapy jest eksport goto-wego obrazu do pliku graficznego (ryc. 5.8). Większość programów umożliwia eksportowanie map do plików w formacie .jpg, .bmp, .png oraz .pdf. Ważnym parametrem do ustawienia jest rozdzielcość obrazu wynikowego. W przypadku obrazów drukowanych nie może być ona mniejsza niż 300 dpi, a w przypadku obrazów do prezentacji multimedialnej wartość ta nie powinna być mniejsza od 96 dpi.



Ryc. 5.8. Ukończona mapa statystyczna.

#### Literatura:

Bajer A., Korycka-Skorupa J. (2008): *Kartodiagram w wybranych programach komputerowych*. Polski Przegląd Kartograficzny, T. 40, nr 3, s. 247-266.

Blachowski J. (2012): *Wprowadzenie do systemów GIS w środowisku ArcGIS ESRI (Zadania i materiały pomocnicze do ćwiczeń laboratoryjnych)*. Część I: *Praca z ArcCatalog i ArcMap*. Wrocław: Politechnika Wrocławska.

Dębowska A., Korycka-Skorupa J. (2013): *Możliwości opracowania kartogramów i kartodiagramów w programie MapInfo Professional 10.5*. Polski Przegląd Kartograficzny, T. 45, nr 3, s. 201-217.

Dębowska A., Korycka-Skorupa J. (2013): *Możliwości opracowania map w programie MapInfo Professional 10.5 z wykorzystaniem wybranych metod prezentacji kartograficznej*. Polski Przegląd Kartograficzny, T. 45, nr 4, s. 317-333.

Hiller A. (2011): *Manual for working with ArcGIS*. University of Pennsylvania,  
[10http://works.bepress.com/cgi/viewcontent.cgi?article=1023&context=amy\\_hillier](http://works.bepress.com/cgi/viewcontent.cgi?article=1023&context=amy_hillier).

*Introduction to GIS Using ArcGIS Desktop 10* (2012). University of Maryland,  
<http://www.lib.umd.edu/binaries/content/assets/public/gov-info-gis/research-and-instruction/introduction-to-gis-workbook.pdf>.

*MapInfo Professional 10.5 USER GUIDE* (2010). Nowy Jork: Pitney Bowes Software Inc.,  
[http://reference.mapinfo.com/software/mapinfo\\_pro/english/10.5/MapInfoProfessionalUserGuide.pdf](http://reference.mapinfo.com/software/mapinfo_pro/english/10.5/MapInfoProfessionalUserGuide.pdf).

Pomianowski W. (2005): *Metafory warstwy, mapy i stylu graficznego w ArcGIS, MapInfo i Aviso*. Polski Przegląd Kartograficzny, T. 37, nr 3, s. 185-195.

*Pomoc ArcGIS*, <https://www.arcgis.com/home/support.html>.

Szczepanek R. (2013): *Systemy informacji przestrzennej z Quantum GIS*. Kraków: Politechnika Krakowska, [http://suw.biblos.pk.edu.pl/resources/i3/i9/i4/i1/i1/r39411/SzczepanekR\\_SystemyInformacji.pdf](http://suw.biblos.pk.edu.pl/resources/i3/i9/i4/i1/i1/r39411/SzczepanekR_SystemyInformacji.pdf).

