

OKREŚLENIE MOŻLIWOŚCI I OGRANICZEŃ WYKORZYSTANIA SYSTEMU DYNAGEN W PROCESIE WSPOMAGANIA AUTOMATYCZNEJ GENERALIZACJI MAŁOSKALOWYCH DANYCH PRZESTRZENNYCH*

DEFINING POSSIBILITIES AND LIMITATIONS OF THE DYNAGEN SYSTEM USE IN A SUPPORTING PROCESS OF AUTOMATED SMALL-SCALE SPATIAL DATA GENERALIZATION

Izabela Karsznia

Katedra Kartografii, Wydział Geografii i Studiów Regionalnych, Uniwersytet Warszawski

Słowa kluczowe: generalizacja danych przestrzennych, Baza Danych Ogólnogeograficznych, środowisko DynaGEN

Keywords: generalization of a spatial data, General Geographic Database, DynaGEN environment

Wstęp

Problematyka automatycznej generalizacji danych przestrzennych jest obecnie żywo dyskutowana wśród kartografów na całym świecie (Burghardt et al., 2007; Taillandier, 2007; Chaundhry, Mackaness, 2008; Burghardt et al., 2008). Prace dotyczące tej tematyki prowadzone są w wielu jednostkach naukowych (m.in w IGN we Francji, Uniwersytecie w Hanowerze, Uniwersytecie w Zurychu, Uniwersytecie w Monachium czy ITC w Holandii). Przeważająca część opracowań dotyczy jednak generalizacji map lub danych przestrzennych w skalach dużych (Bildirici, 2004; Revell, 2005; Hardy et al., 2008). Przyczyny należy upatrywać w szerokim zastosowaniu praktycznym tego typu danych. Podstawowe bazy danych przestrzennych na szczeblach krajowych utrzymywane są właśnie w skalach 1: 10 000, 1: 25 000 i 1: 50 000, stąd potrzeba ich automatycznej generalizacji. Nie opracowano dotychczas ani spójnych standardów ani ujednoczonych zasad generalizacji map małoskalowych. Problem ten jest wszakże niezwykle istotny, co dodatkowo uzmysławia nam dynamiczny postęp w dziedzinie systemów informacji geograficznej i wpływu, jaki wywierają one na współczesną kartografię. Rozwój systemów GIS spowodował istotne zmiany w sposobie redagowania i generalizacji danych przestrzennych. Z jednej strony pozwala na usprawnienie

* Praca naukowa finansowana ze środków na naukę w latach 2007–2009 jako projekt badawczy nr NN306 3005 33.

wielu czynności redakcyjnych, z drugiej skłania do *wypracowania nowego podejścia do metodologii kartografii, a więc ponownego rozwiązania problemów, które w tradycyjnej kartografii zostały już całkowicie lub w znacznym stopniu rozwiązane* (Żyszkowska, 2000, s.7). Bez wątpienia zbiór reguł dotyczący tradycyjnych metod opracowywania map stanowiący dorobek wielu pokoleń kartografów, a zawarty w formie opisowej w licznych publikacjach oraz pośrednio w samych mapach powinien zostać wykorzystany w kartografii komputerowej. Jednak wykorzystanie metodycznego dorobku kartografii tradycyjnej napotyka na wiele przeszkód. W kontekście prezentowanego w artykule problemu generalizacji małoskalowych danych przestrzennych, są to z jednej strony trudności z uściśleniem wiedzy kartograficznej w celu jej zastosowania w środowisku komputerowym, co wynika z jej intuicyjnego i kontekstowego charakteru, z drugiej zaś niedoskonałość istniejących narzędzi analiz i samych systemów wspomagających realizację procesu generalizacji komputerowej, w których w dalszym ciągu za mało jest kompleksowego i kontekstowego ujęcia problemu.

Cel i zakres opracowania

Podstawowym założeniem prezentowanych badań jest określenie możliwości i ograniczeń wykorzystania środowiska DynaGEN w zakresie generalizacji wybranych elementów Bazy Danych Ogólnogeograficznych (BDO). Opracowanie dotyczy przejścia od poziomu szczegółowości 1:250 000 do poziomów szczegółowości 1:500 000 oraz 1:1000 000 dla dwóch warstw tematycznych: dróg oraz osadnictwa na obszarach badawczych BDO obejmujących województwo dolnośląskie oraz łódzkie.

Do weryfikacji zakresu przydatności systemu posłużył zaproponowany w artykule aparat badawczy, w postaci sekwencji czynności generalizacyjnych (tzw. kroków generalizacji) oraz odpowiadających im operatorów generalizacji (dostępnych w DynaGEN), stanowiący tzw. bazę wiedzy. Tak skonstruowana, a następnie zaimplementowana w systemie DynaGEN baza wiedzy powinna pozwolić na uzyskanie danych przestrzennych uogólnionych, o założonym stopniu szczegółowości. W sytuacji idealnej zaproponowany schemat czynności generalizacyjnych powinien być na tyle standardowy, aby prowadzony na jego podstawie proces generalizacji wykonywany niezależnie przez dwóch kartografów, prowadził do tych samych rezultatów. Z uwagi jednak na kompleksowość i specyfikę procesu generalizacji w skalach przeglądowych, który w praktyce bazuje w dużej mierze na doświadczeniu i intuicji redaktora mapy, oraz konieczność uwzględnienia kontekstu mapy, jest to zadanie niezwykle skomplikowane.

Modelowanie procesu generalizacji

W odpowiedzi na problem złożoności procesu generalizacji podejmowane są próby usystematyzowania czynności generalizacyjnych w postaci modelu. Modele generalizacji ujmują proces generalizacji w sposób ogólny, wskazując na jego podstawowe elementy oraz relacje między nimi (Iwaniak, 1998). Opracowanie modelu generalizacji ma na celu rozłożenie procesu na szereg tzw. czynności generalizacyjnych, które implementowane są w postaci odpowiednich operatorów (np. operator upraszczania czy agregacji), algorytmów oraz kontrolo-

wane są przez kilka parametrów (np. minimalna powierzchnia, czy maksymalna długość). Usystematyzowanie poszczególnych czynności w postaci modelu oraz przypisanie im odpowiednich operatorów generalizacji ma na celu kontrolę procesu.

Pierwsze modelowe ujęcia pojawiły się w latach 70. i 80. XX w. (Ratajski, 1967, 1973; Morrison, 1974), gdy nie było jeszcze potrzeby ujmowania tego procesu z punktu widzenia zastosowań komputerowych. W latach 80. opracowano kilka modeli uwzględniających potrzeby systemów komputerowych (Brassel, 1985). Ich szerszy opis znajdujemy w pracy McMastera (1991).

Na przełomie lat 80. i 90. pojawiła się koncepcja podziału procesu generalizacji na dwa etapy (Grunreich, 1995):

- generalizację modelu danych (zwaną w literaturze generalizacją cyfrowego modelu krajobrazu, ang. *digital landscape model* DLM)
- oraz generalizację kartograficzną (określaną jako generalizacja cyfrowego modelu kartograficznego ang. *digital cartographic model* DCM).

Generalizację modelu danych identyfikuje się z procesem przygotowania danych (obejmujący m.in. analizy przestrzenne i atrybutowe) do właściwego etapu generalizacji kartograficznej, której efektem jest ich wizualizacja (Sarjakoski, 2007). Podobne poglądy reprezentują Bell et al. (2004). Zdaniem autorów rolą generalizacji modelu danych jest zredukowanie liczby danych (poprzez wybór klas lub podzbiorów klas obiektów) zgodnie z zakładanym stopniem szczegółowości. Do czynności generalizacyjnych, związanych z generalizacją modelu danych autorzy zaliczają:

- wybór klas lub podzbiorów klas obiektów;
- wybór pojedynczych obiektów na podstawie charakteryzujących je w bazie danych atrybutów;
- zmianę typu geometrii obiektu (zmianę jego sposobu prezentacji na mapie) np. z podwójnej na pojedynczą linię, z powierzchni (konturu) na punkt (sygnaturę);
- wybór obiektów reprezentatywnych w ramach rozważanej grupy obiektów;
- upraszczanie geometrii obiektów.

Autorzy podkreślają również, że wymienione czynności generalizacyjne wywierają na siebie wzajemny wpływ, konieczne jest więc ułożenie ich w odpowiedniej sekwencji.

Zadaniem drugiego etapu procesu generalizacji, a więc generalizacji kartograficznej, jest uzyskanie optymalnej czytelności mapy (wizualizacji) w odniesieniu do celu prezentacji i skali opracowania. Generalizacja kartograficzna obejmuje:

- zastosowanie odpowiedniej symboliki dla poszczególnych obiektów;
- modyfikację geometrii obiektów np. przemieszczanie, agregacja.

Opisywane eksperymenty badawcze dotyczą w głównej mierze pierwszego etapu procesu generalizacji, a więc generalizacji modelu danych.

Material empiryczny

Przedmiotem niniejszego opracowania jest ocena możliwości i ograniczeń automatycznej generalizacji warstwy osadnictwa oraz sieci dróg Bazy Danych Ogólnogeograficznych w skali 1:250 000 do skal mniejszych. BDO jest jednym z podstawowych elementów krajowej infrastruktury geoinformacyjnej (Baranowski, 2004). Zawiera dane przestrzenne stanowiące

odniesienie dla innych obiektów, umożliwia to identyfikację danych referencyjnych dotyczących pokrycia terenu i użytkowania ziemi (Chybicka, 2004). W skład BDO wchodzi następujące warstwy tematyczne:

- podział administracyjny,
- osadnictwo,
- hydrografia,
- rzeźba terenu,
- transport,
- pokrycie terenu,
- obszary chronione,
- nazwy geograficzne.

Opracowanie ma za cel uściślenie reguł generalizacji warstwy tematycznej osadnictwa oraz dróg, jak również analizę możliwości i ograniczeń wykorzystanych w tym celu narzędzi badawczych. Warstwa osadnictwa BDO zawiera dwie kategorie danych:

- miejscowości, przedstawione sygnaturami,
- zabudowę, przedstawioną w postaci konturów.

Atrybuty charakteryzujące miejscowości dotyczą ich statusu administracyjnego (miasto, dzielnica miasta, wieś, kolonia), siedziby władz (państwowych, wojewódzkich, powiatowych, gminnych) oraz liczby mieszkańców, ale wyłącznie dla miejscowości pokazywanych konturem. W kategorii zabudowa mamy informację o typie zabudowy (zabudowa zwarta, luźna, enklawa).

W warstwie tematycznej dróg zawarto informacje dotyczące zarządu drogi (przy pomocy tego atrybutu wyróżniono drogi krajowe, wojewódzkie, powiatowe, gminne oraz prywatne lub zakładowe), kategorii drogi (autostrada, droga ekspresowa, droga główna ruchu przyspieszonego, droga główna, drugorzędna oraz lokalne), stanu drogi (droga istniejąca, droga w budowie oraz projektowana), typu nawierzchni (twarda, stabilizowana, gruntowa), przebiegu (na powierzchni, na wiadukcie lub moście, na zaporze wodnej, w tunelu), ilości jezdni (dwujezdniowa, jednojezdniowa), numeru oraz długości drogi.

Narzędzia badawcze

Zasadniczym z wykorzystanych narzędzi badawczych, a zarazem środowiskiem programowym, w którym zaimplementowano przyjęte zasady generalizacji jest system DynaGEN. Jest to specjalistyczne, komercyjne oprogramowanie wspomagające modelowanie i kontrolę procesu generalizacji danych przestrzennych. DynaGEN jest aplikacją pracującą jako nakładka na system Dynamo, będący jednym z podstawowych produktów firmy Intergraph. Wykorzystuje środowisko graficzne, funkcje topologiczne i modele danych zdefiniowane w Dynamo (Chybicka, 2003). Program zapewnia dwa tryby operacji: tryb wsadowy (automatyczny) oraz tryb interaktywny (prowadzony pod nadzorem kartografa) (Iwaniak, 2000). Dodatkowo w DynaGEN mamy możliwość pracy dynamicznej, co oznacza, że operator może zmieniać wartości dowolnych parametrów używając suwaków i wizualnie oceniać zmieniające się wyniki generalizacji. Możliwa jest więc kontrola procesu generalizacji i dopiero świadoma akceptacja wyników generalizacji powoduje zmiany na mapie lub w bazie danych (Chybicka i in., 2004ab; Chybicka i in., 2005). Niezwykle istotnym elementem w trak-

cie wykonywania procesu generalizacji jest zachowanie relacji przestrzennych między generalizowanymi obiektami. DynaGEN zawiera funkcję pozwalającą na kontrolę procesu generalizacji przez wskazanie niedozwolonych zmian topologicznych (*Disallowable Topological Changes*). Mechanizm ten pozwala na ciągłą analizę i utrzymanie właściwych relacji przestrzennych między obiektami w trakcie procesu generalizacji, a więc zachowanie właściwej topologii mapy.

Pojęcie operatora generalizacji zostało zdefiniowane jako elementarna konwersja mapy (transformacja), co może być wyrażone jako formuła matematyczna albo jako jednoznaczny opis procedury (algorytm). Taka konwersja może być nazwana krokiem lub czynnością generalizacyjną. Proces generalizacji komputerowej może mieć postać sekwencji takich czynności i odpowiadających im operatorów, algorytmów oraz parametrów generalizacji. Sekwencja czynności generalizacyjnych i jej parametry muszą być dobrane w taki sposób, aby zapewnić poprawne relacje pomiędzy generalizowanymi obiektami. W trakcie procesu generalizacji, w zależności od rodzaju generalizowanego obiektu, użytkownik ma do dyspozycji szereg operatorów, algorytmów i parametrów (dokładna ich charakterystyka znajduje się w artykule Iwaniaka i in. 1998).

Pomocniczo w badaniach wykorzystano również system GeoMedia. Funkcjonalność tego oprogramowania pozwala na wykonywanie kompleksowych analiz przestrzennych i atrybutowych. Dodatkową zaletą tego systemu jest możliwość opracowywania dynamicznych serwisów, jak na przykład BDO wyświetlane na różnych poziomach szczegółowości.

Budowa i implementacja bazy wiedzy w systemie DynaGEN

Proces generalizacji w systemie DynaGEN polega na określeniu wszystkich elementarnych kroków (czynności generalizacyjnych), jakie mogą być wykonywane podczas generalizacji. Skonstruowana w ten sposób baza wiedzy obejmuje następujące etapy:

- wybór obiektów generalizowanych,
- przypisanie im odpowiednich operatorów generalizacji (np.: upraszczania, agregacji),
- wybór zdefiniowanych dla danego operatora algorytmów,
- dobór wartości parametrów domyślnych (np.: maksymalne, minimalne odległości między obiektami),
- wskazanie, jakie obiekty powstaną po generalizacji (zmiana bądź nie klasy obiektu, np.: po agregacji budynków powstaje obszar zabudowany).
- opis zabronionych zmian topologicznych (definicja niedozwolonych relacji przestrzennych pomiędzy generalizowanymi obiektami).

Informacje te zapisywane są w bazie MS Access, natomiast deklaracji dokonuje przy pomocy edytora danych, o nazwie DIDE.

Baza wiedzy w systemie DynaGEN składa się z dwóch zbiorów reguł. Pierwszy zawiera reguły wykonywane w trybie automatycznym i ma na celu wstępne przygotowanie danych. Drugi zbiór zawiera reguły opisujące podstawowe czynności generalizacyjne wykonywane interaktywnie i nadzorowane przez kartografa (Kazemi i Lim, 2005).

Dobór treści dla wizualizacji w poszczególnych stopniach szczegółowości wykonano na podstawie analizy istniejących map ogólnogeograficznych w skalach 1:500 000 i 1:1 000 000, wywiadów z ekspertami w zakresie generalizacji, analizy literatury dotyczącej omawianej

Tabela. Sekwencje kroków generalizacyjnych dla poziomów

Poziom szczegółowości odpowiadający skali 1:500 000					
Czynność Generalizacyjna (1)	Opis (2)	Kryterium (3)	Implementacja		Uwagi (6)
			GeoMedia (4)	DynaGEN (5)	
1	Wstępny wybór miejscowości przedstawionych za pomocą sygnatur	Pozostawiono miasta oraz miejscowości będące siedzibami władz wojewódzkich, powiatowych, gminnych	Zapytania atrybutowe	–	Czynność zaliczana do etapu generalizacji modelu danych
2	Wybór dróg	Pozostawiono drogi krajowe, wojewódzkie, powiatowe. Odrzucono ślepo-zakończone drogi gminne oraz drogi prywatne i zakładowe	Zapytania atrybutowe i przestrzenne Narzędzie spatial tools	–	Element generalizacji modelu danych
3	Dodatkowy wybór miejscowości przedstawionych za pomocą sygnatur	Uwzględnienie kryterium połączeń między drogami a zabudową	Zapytania atrybutowe i przestrzenne	–	Element generalizacji modelu danych
4	Wstępna agregacja miejscowości przedstawionych za pomocą konturu	Łączenie przylegających do siebie części miejscowości	–	Operator Area Aggregation-algorytm Adjoining	Element zaliczany do generalizacji kartograficznej
5	Dodatkowa agregacja miejscowości przedstawionych za pomocą konturu	Agregacja części miejscowości w odległości mniejszej niż 0,5 mm	–	Operator Area Aggregation algorytm Non-orthogonal	Element zaliczany do generalizacji kartograficznej
6	Wybór miejscowości prezentowanych za pomocą konturu	Przedstawiono miejscowości o powierzchni większej niż 9 mm ² oraz miasta, siedziby władz wojewódzkich i powiatowych	Obliczenie powierzchni konturu za pomocą funkcji Functional attribute; wybór obiektów – zapytanie atrybutowe	–	Element generalizacji modelu danych

tematyki oraz praktycznych doświadczeń z wcześniejszych eksperymentów prowadzonych w środowisku DynaGEN. W efekcie opracowano aparat badawczy w postaci kilku sekwencyjnie następujących po sobie kroków (czynności) generalizacyjnych (patrz tabela). Dobór treści w każdej ze skal (1: 500 000, 1: 1000 000) obejmował wykonanie odpowiednich analiz przestrzennych i atrybutowych w systemie GeoMedia. Operacje związane z agregacją obiektów wykonano w systemie DynaGEN.

Proces generalizacji sieci dróg poprzedziło wstępne przygotowanie danych. Polegało ono na łączeniu mniejszych segmentów dróg (powstałych wskutek wektoryzacji) w większe, ciągle obiekty, wykorzystywane do procesu generalizacji interaktywnej. Czynność tę wykonano w środowisku DynaGEN przy pomocy operatora łączenia (*Feature blending, merging*) obiektów w struktury sieciowe. Kryterium łączenia stanowi taka sama wartość atrybutu

szczegółowości 1:500 000 oraz 1:1000 000

Poziom szczegółowości odpowiadający skali 1:1000 000					
Czynność Generalizacyjna (7)	Opis (8)	Kryterium (9)	Implementacja		Uwagi (12)
			GeoMedia (10)	DynaGEN (11)	
1	Wybór miejscowości przedstawionych za pomocą sygnatur	Pozostawiono miasta, siedziby władz wojewódzkich i powiatowych, odrzucono siedziby gmin	Zapytania atrybutowe	–	Zmiana metody prezentacji obiektów z konturu na sygnaturę. Element generalizacji modelu danych
2	Wybór dróg	Pozostawienie dróg krajowych i wojewódzkich, odrzucenie dróg gminnych	Zapytania atrybutowe	–	Element zaliczany do generalizacji modelu danych
3	Wstępna agregacja miejscowości przedstawionych za pomocą konturu	Łączenie przylegających do siebie części miejscowości	–	Operator Area Aggregation, algorytm Adjoining	Element zaliczany do generalizacji kartograficznej
4	Dodatkowa agregacja miejscowości przedstawionych za pomocą konturu	Agregacja części miejscowości w odległości mniejszej niż 0,5 mm	–	Operator Area Aggregation, algorytm Non-orthogonal	Element zaliczany do generalizacji kartograficznej
5	Wybór miejscowości prezentowanych za pomocą konturu	Przedstawiono miejscowości o powierzchni większej niż 9 mm ²	Obliczenie powierzchni konturu za pomocą funkcji Functional attribute; wybór obiektów – zapytanie atrybutowe	–	Element generalizacji modelu danych
6	–	–	–	–	–

związanego z numerem drogi międzynarodowej lub krajowej oraz jednostki zarządzającej drogą (województwo, powiat, gmina itp). Proces wykonany został w trybie automatycznym. Kolejne kroki generalizacji dróg i kolei zostały wykonane w trybie interaktywnym.

Przy generalizacji osadnictwa nie było potrzeby wstępnego przetwarzania danych, poszczególne kroki generalizacji przeprowadzono w związku z tym wyłącznie w trybie interaktywnym. W tabeli zestawiono opracowany aparat badawczy w postaci szeregu czynności generalizacyjnych oraz sposobu ich implementacji dla obu omawianych stopni szczegółowości 1:500 000 oraz 1:1 000 000. Zaznaczono również, w którym etapie procesu generalizacji (generalizacji modelu danych lub generalizacji kartograficznej) mieści się charakteryzowana czynność generalizacyjna.

Wyniki generalizacji. Ograniczenia i problemy

Wizualizacje danych opracowanych dla poszczególnych województw i stopni szczegółowości w systemie GeoMedia przedstawiono na rysunkach 1–4.

Analiza uzyskanych wyników generalizacji pozwala wyciągnąć kilka istotnych wniosków.

- Generalizacja w skalach małych zależy w głównej mierze od doświadczenia i wiedzy operatora, w związku z subiektywnym charakterem tego procesu brak precyzyjnych instrukcji redakcji map małoskalowych, co w znacznym stopniu utrudnia opracowanie bazy wiedzy dotyczącej procesu, jego formalizację oraz implementację w systemie DynaGEN.
- Operatory generalizacji dostępne w systemie DynaGEN obejmują nie tylko geometrię obiektów, lecz również relacje topologiczne między nimi. Przykładowo, w trakcie procesu generalizacji linii (np. dróg) brana jest pod uwagę bliskość innych obiektów (np. miejscowości). Przed (lub w trakcie) procesu generalizacji istnieje możliwość deklaracji błędnych relacji przestrzennych (*Disallowable Topological Changes*). Takie podejście umożliwia ciągłą analizę i utrzymywanie relacji przestrzennych pomiędzy obiektami w trakcie procesu generalizacji. Jest to szczególnie istotne w procesie generalizacji dróg i osadnictwa, które są przedmiotem niniejszego opracowania. Ze względu na ich ścisłe powiązanie (np.: do każdej umieszczonej na mapie miejscowości musi być droga dojazdowa; miejscowości znajdujące się w ważnych węzłach komunikacyjnych powinny znaleźć się na mapie) zachowanie relacji topologicznych jest niezbędnym warunkiem uzyskania poprawnych wyników generalizacji.
- W trakcie implementacji sekwencji czynności generalizacyjnych w systemie DynaGEN napotkano na trudności związane z identyfikacją odcinków ślepo zakończonych dróg. Ten problem pojawiał się również w badaniach dotyczących generalizacji opracowań wielkoskalowych, w które autorka była zaangażowana (Chybicka i in., 2004ab). W tej sytuacji zdecydowano się na wykorzystanie dodatkowych narzędzi analiz przestrzennych z grupy *Spatial Tools* dostępnych w systemie GeoMedia. Niestety rezultaty generalizacji w tym zakresie, choć bardziej poprawne, w dalszym ciągu nie są zadowalające, przykładem są drogi prowadzące do granicy województwa błędnie zidentyfikowane przez system jako drogi ślepo zakończone czy drogi „wtórnie” ślepo zakończone, powstałe wskutek usunięcia innych dróg. Wydaje się, że rozwiązanie tego problemu mogłoby stanowić implementacja własnych narzędzi analiz przestrzennych, co jednak w systemie DynaGEN, stanowiącym środowisko zamknięte, nie jest możliwe.
- Z kartograficznego punktu widzenia zastosowane algorytmy upraszczania konturów zabudowy nie we wszystkich przypadkach dają zadowalające rezultaty. Przy agregacji niektórych fragmentów zabudowy następują zbyt duże uproszczenia kształtu, które w efekcie znacznie odbiegają od pierwotnych zarysów miejscowości. Tymczasem jedną z ważniejszych zasad generalizacji, co podkreślane jest w literaturze kartograficznej, jest zachowanie cech charakterystycznych (w tym kształtu) generalizowanego obiektu.
- Jednym z ważniejszych czynników poprawnej generalizacji jest sposób przygotowania danych. Obiekty liniowe takie jak drogi czy rzeki wektoryzowane i zapisywane są w bazach danych w postaci mniejszych odcinków. Poprawność łączenia tych ele-

mentów (w całe drogi) ma istotne znaczenie w późniejszym procesie generalizacji interaktywnej. Błędny wynik generalizacji dróg może mieć swoje źródło w niewłaściwym ich połączeniu. Przykładowo generalizacja sieci dróg wymaga skonstruowania hierarchicznego modelu danych. W celu jego opracowania wykorzystano dostępny w DynaGEN algorytm *Merge road feature hierarchies*, który pozwala na budowę hierarchicznej struktury sieci dróg, przez łączenie mniejszych odcinków ze sobą w celu stworzenia większych, ciągłych elementów. Mamy tutaj możliwość zadeklarowania warunków łączenia dróg ze względu na ich atrybuty (np. o tych samych numerach bądź należących do tej samej kategorii) i zachodzące między nimi relacje przestrzenne.

- Jako niewątpliwą zaletę systemu DynaGEN należałoby wskazać możliwość pracy dynamicznej, co oznacza, że kartograf może zmieniać wartości dowolnych parametrów używając suwaków, i wizualnie oceniać zmieniające się wyniki generalizacji. Pozwala to na odpowiedni dobór operatorów i algorytmów generalizacji dla pojedynczych obiektów lub grup obiektów w odniesieniu do symulowanych przez system wyników generalizacji. Zaletę tę podkreślają również autorzy Kazemi i Lim, (2005).
- Specyficzny charakter procesu generalizacji map małoskalowych niejednokrotnie wymaga różnych rozwiązań tego samego problemu, w zależności od otoczenia i kontekstu obiektów. W DynaGEN mamy możliwość generalizacji całych obszarów w ten sam sposób, brakuje możliwości wykonywania operacji alternatywnych, co w konsekwencji prowadzi do konieczności wykonywania generalizacji w trybie interaktywnym na niewielkich obszarach, albo w trybie automatycznym z manualną korektą przez kartografa.

Podsumowanie

W artykule opisano proces generalizacji danych przestrzennych w podziale na dwa etapy obejmujące generalizację modelu danych oraz generalizację kartograficzną. Scharakteryzowano warstwy tematyczne obejmujące sieć dróg oraz osadnictwo Bazy Danych Ogólnogeograficznych, będące przedmiotem generalizacji oraz wykorzystane narzędzia badawcze (system DynaGEN), pod kątem zastosowania do wspomagania procesu generalizacji opracowań małoskalowych. W efekcie zaproponowano aparat badawczy w postaci kilku następujących po sobie czynności generalizacyjnych oraz jego implementację w wybranym środowisku programowym.

Podsumowując przeprowadzone eksperymenty generalizacji należy stwierdzić, że system DynaGEN jest uniwersalnym i zaawansowanym narzędziem wspomagającym proces generalizacji danych przestrzennych. Mimo, że DynaGEN opracowano głównie na potrzeby generalizacji danych wielkoskalowych, to zaimplementowane w nim operatory i algorytmy generalizacji dostarczają spójnej metodologii także dla generalizacji opracowań w skalach małych. Dalsze badania z pewnością przyczynią się nie tylko do szczegółowego wskazania zakresu przydatności wykorzystanego systemu, ale i poszerzenia bazy wiedzy związanej z procesem generalizacji danych przestrzennych małoskalowych.

Literatura

- Baranowski M., 2004: Baza Danych Ogólnogeograficznych, *Biuletyn Informacyjny Głównego Geodety Kraju*, nr 2, s. 3-5.
- Bell M., Neuffer D., Woodsford P., 2004: Agent-based Generalisation an Update on Progress, *Kartographische Nachrichten*, Vol. 4, pp. 170-177.
- Burghardt D., Schmid S., Stoter J., 2007: Investigation on cartographic constraint formalisation, ICA Workshop on Generalization and Multiple Representation, Moskwa.
<http://aci.ign.fr/BDpubli/moscow2007/Burghardt-ICAWorkshop.pdf>
- Bildirici O., 2004: Building and road generalization with the change generalization software using turkish topographic base map data, *Cartography and Geographic Information Science*, Vol. 31, No 1, pp. 43-54.
- Brassel K., 1985: Strategies for data models for computer-aided generalization, *Intern. Yearb. of Cartography*, Vol. 25, pp. 11-29.
- Burghardt D., Schmid S., Duchene C., Stoter J., Baella B., Regnaud N., Touya G., 2008: Methodologies for evaluation of generalised data derived with commercial available generalisation systems, ICA Workshop on Generalization and Multiple Representation, Montpellier.
http://ica.ign.fr/montpellier2008/papers/28_Burghardt_et_al.pdf
- Chaudhry O., Mackaness W., 2008: Partitioning techniques to make manageable the generalisation of national spatial datasets, ICA Workshop on Generalization and Multiple Representation, Montpellier.
http://ica.ign.fr/montpellier2008/papers/21_Choudhry_Mackaness.pdf
- Chybicka I., 2003: Agregacja parcel i generalizacja sieci dróg na mapach topograficznych w skali 1:10 000, Praca magisterska, Uniwersytet Przyrodniczy we Wrocławiu.
- Chybicka I., 2004: O uzupełnieniu Bazy Danych Ogólnogeograficznych w celu poprawnej generalizacji osadnictwa, *Zeszyty Naukowe Akademii Rolniczej we Wrocławiu*, t. 22, nr 500, s. 89-96.
- Chybicka I., Iwaniak A., Ostrowski W., Paluszyński W., 2004a: Generalizacja danych topograficznych o szczególności 1:10 000 do skali 1:50 000. Cz. II, *Polski Przegląd Kartograficzny*, t. 36, nr 4, s. 266-273.
- Chybicka I., Iwaniak A., Ostrowski W., 2004b: Generalization of the Topographic Database to the Vector Map Level 2 – the components of the Polish National Geographic Information System, ICA Workshop on Generalization and Multiple Representation, Leicester.
<http://ica.ign.fr/Leicester/paper/Chybicka-v2-ICAWorkshop.pdf>
- Chybicka I., Iwaniak A., Ostrowski W., 2005: Narzędzia do automatycznej generalizacji, [W:] System informacji topograficznej kraju. [W:] Teoretyczne i metodyczne opracowanie koncepcyjne, pod red. prof. dr. hab. Andrzeja Makowskiego, Oficyna Wydawnicza Politechniki Warszawskiej, Warszawa, s. 376-380.
- Grunreich D., 1995: Developement of Computer-Assisted Generalization, [In:] Muller J.C., Lagrange J.P., Weibel R., (eds.), *GIS and Generalization: Methodology and Practise*, London, Taylor and Francis, pp. 47-55.
- Hardy P., Lee D., Van Smaalen J., 2008: Practical research in generalization of european national framework data from 1:10K to 1:50K , exercising and extending an industry-standard GIS, ICA Workshop on Generalization and Multiple Representation, Montpellier.
http://aci.ign.fr/montpellier2008/papers/19_Hardy_et_al.pdf
- Iwaniak A., Paluszyński W., Żyszkowska W., 1998: Generalizacja map numerycznych – koncepcje i narzędzia. *Polski Przegląd Kartograficzny*, t 30, nr 2, s. 79-88.
- Iwaniak A., 2000: Narzędzia programowe wspomagające proces generalizacji. [W:] Główne problemy współczesnej kartografii 2000. Złożoność, modelowanie, technologia. Wrocław: Uniwersytet Wrocławski, s. 25 -30.
- Kazemi, S., and Lim, S., 2005: Generalization of Road Network Using Intergraph DynaGen System. Proceedings of the SSC 2005 Spatial Intelligence, Innovation and Praxis: The National Biennial Conference of the Spatial Sciences Institute, Melbourne, Australia, pp. 1-12.

- McMaster R. B., Shea K. S., 1988: Cartographic Generalization in a Digital Environment: A Framework for Implementation in a Geographic Information System, GIS/LIS 88' Proceedings, San Antonio, Texas, pp. 240-249.
- McMaster R. B., 1991: Conceptual Frameworks for Geographical Knowledge, [In:] Buttenfield B. P. and McMaster R. B (eds.), Map Generalization: Making Rules for Knowledge Representation, London, Longman, pp. 21-39.
- Morrison J., 1974: A theoretical framework for cartographic generalization with emphasis on the process of symbolization, *Intern. Yearb. of Cartography*, Vol. 14, pp. 15-127.
- Ratajski L., 1967: Phenomenes des points de generalisation, *Intern. Yearb. of Cartography*, Vol. 7, pp. 143-151.
- Ratajski L., 1973: Rozważania o generalizacji kartograficznej, *Polski Przegląd Kartograficzny*, t. 5, nr 2, s. 103-110.
- Revell P., 2005: Seeing the Wood from the Trees: Generalising OS MasterMap Tree Coverage Polygons to Woodland At 1:50 000 Scale, ICA Workshop on Generalization and Multiple Representation, A Coruna, Hiszpania. <http://aci.ign.fr/Acoruna/Papers/Revell.pdf>
- Sarjakoski L.T., 2007: Conceptual Models of Generalisation and Multiple Representation, [W:] Mackaness W. A., Ruas A., Sarjakoski L.T., (eds.), Generalisation of geographic information: cartographic modelling and applications, Oxford, Elsevier, pp 11-35.
- Taillandier P., 2007: Automatic knowledge revision in a generalisation system, ICA Workshop on Generalization and Multiple Representation, Moskwa. http://aci.ign.fr/BDpubli/moscow2007/Taillandier_ICAWorkshop.pdf
- Żyszkowska W., 2000: Semiotyczne aspekty wizualizacji kartograficznej. *Studia Geograficzne* 63, Akta Uniwersytetu Wrocławskiego nr 2255, Wrocław, Wydawnictwo Uniwersytetu Wrocławskiego.

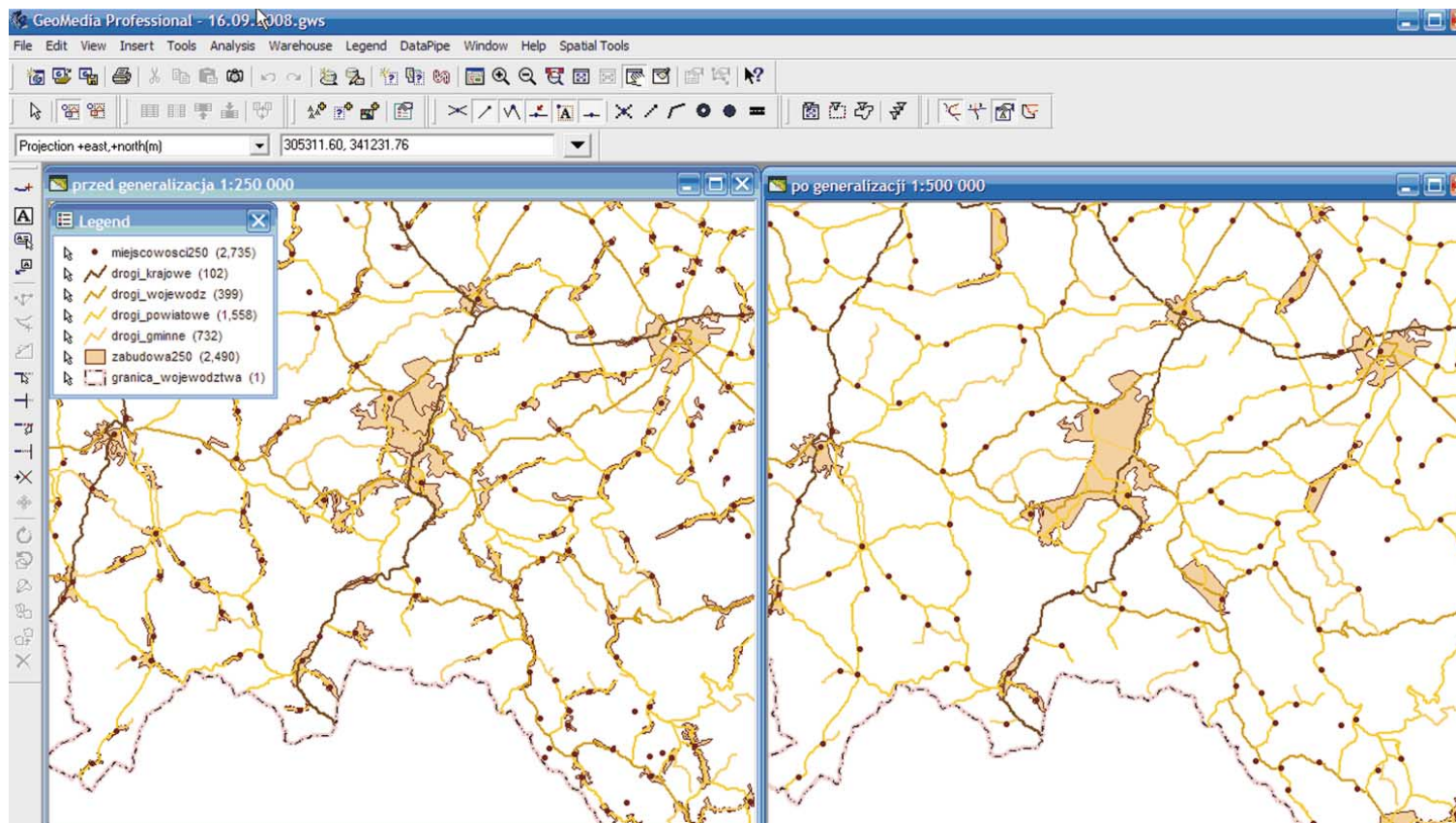
Summary

Together with dynamic development of GIS systems as well as after Poland's accession to the INSPIRE initiative the requirements concerning features and quality of geographic information increased. Potential users want to be able to place and modify geographic data in their cellular phones or palmtops. There exists a wide range of geographic information systems containing data at different levels of detail, usually coming from separate products. This allows the user to visualize data relative to a particular scale (where different regions are characterized by different generalization levels), but not simply to change the scale in a continuous and arranged way.

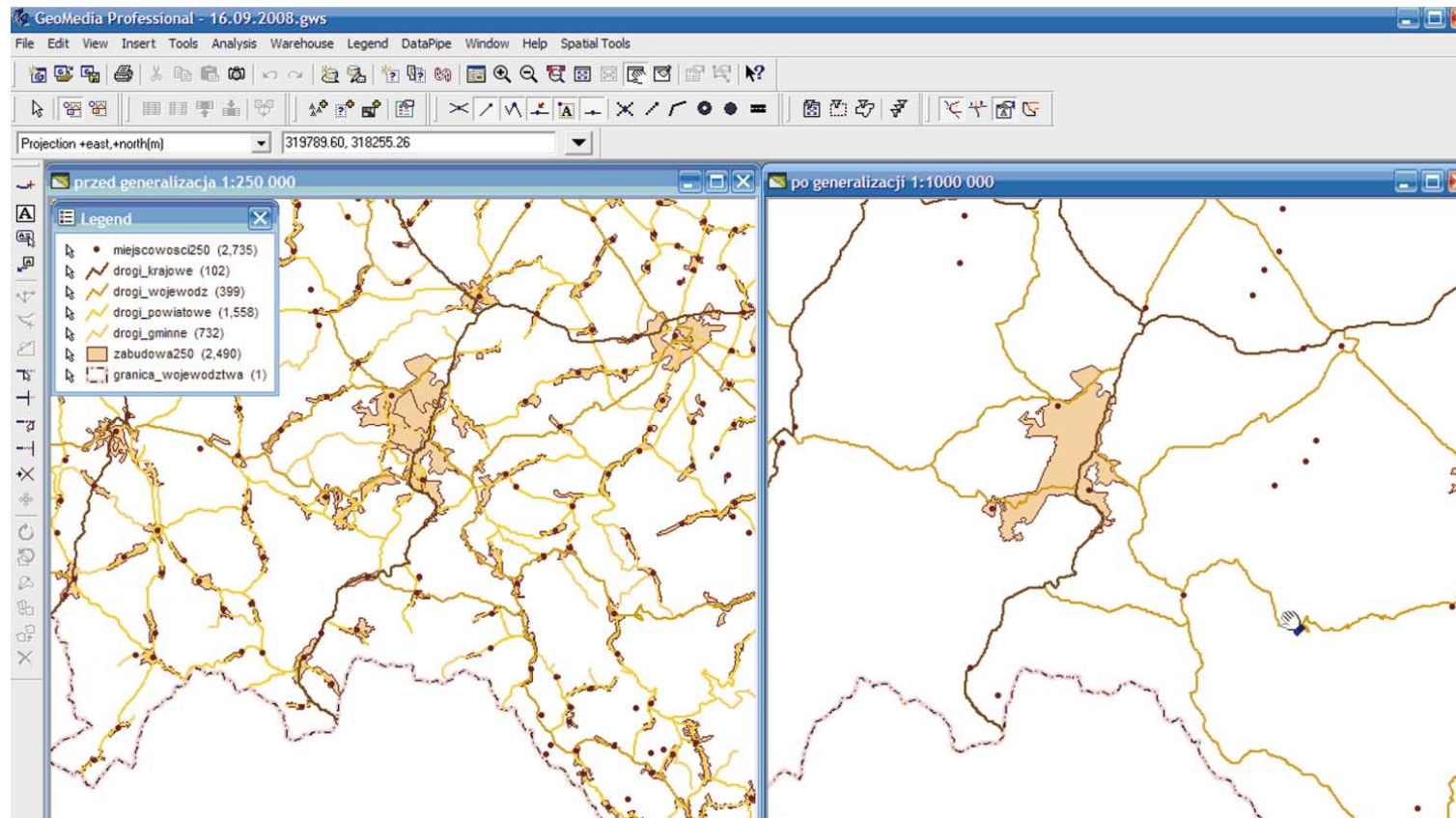
The author's intention was to examine principles, to determine and, furthermore, to formulate methodical concepts of cartographical generalization for small-scale spatial data. These considerations refer to the transfer from the level of detail 1:250000 to 1:500000 and 1:1000000 for two thematic layers of the General Geographic Database (GGD): roads and settlement areas. The basic assumption is, therefore, examination of possibilities and limitations in formalizing the generalization process by recommending a particular proceeding sequence (so called 'generalization steps') as well as proposing suitable generalization operators (contained in the specialist system DynaGEN supporting the generalization process). In the result, generalized spatial data can be obtained at the assumed level of detail. This would be an ideal situation if the proposed generalization scheme was standard enough to allow two independent cartographers following the procedure to obtain the same results. However, taking into account the complexity as well as the character of such process for overview-scales, which is practically based on the map editor's experience and intuition (with special focus on the map context) the task seems to be extremely difficult.

It the paper two investigative experiments of generalization of selected GGD elements were shown. The tests were performed for two research areas: districts of Lower Silesia (South-Western Poland) and Lodz (Central Poland). Results of these tests allowed to formulate the possibility and to determine the level of automation of selected GGD elements as well as to evaluate the use of DynaGEN for small scales. Finally, they allowed to aggregate generalization procedures in a cartographic knowledge base that would define the methodical principles of this process.

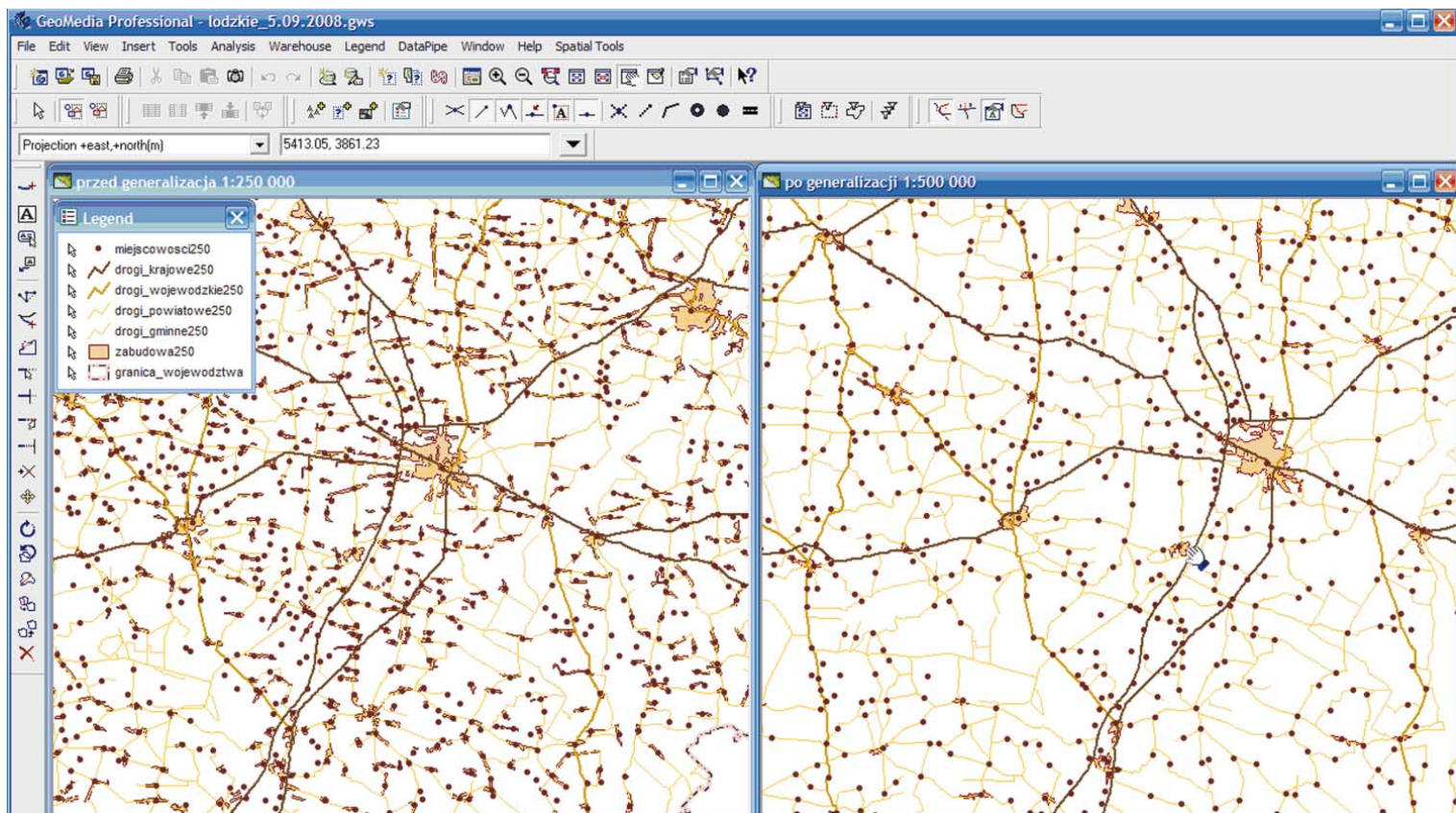
mgr inż. Izabela Karsznia
Doktorantka na Wydziale Geografii
i Studiów Regionalnych UW
i.chybicka@uw.edu.pl
tel. +48 22 552 15 11



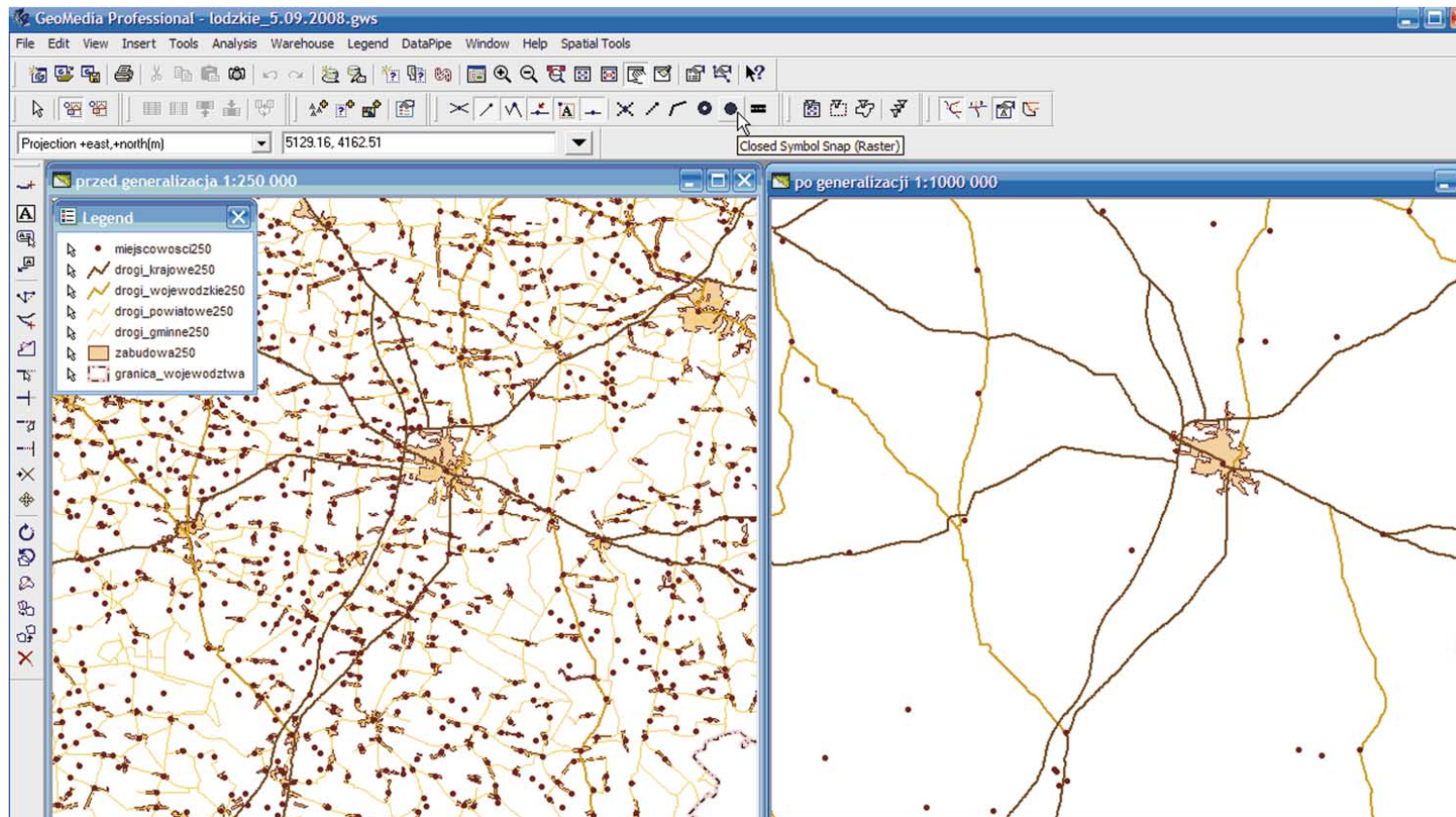
Rys. 1. Przykład generalizacji okolic Świdnicy – poziom szczegółowości odpowiadający skali 1:500 000



Rys. 2. Przykład generalizacji okolic Świdnicy – poziom szczegółowości odpowiadający skali 1:1000 000



Rys. 3. Przykład generalizacji okolic Piotrkowa Trybunalskiego – poziom szczegółowości odpowiadający skali 1:500 000



Rys. 4. Przykład generalizacji okolic Piotrkowa Trybunalskiego – poziom szczegółowości odpowiadający skali 1:1 000 000