

ADAM IWANIAK
Katedra Geodezji i Fotogrametrii Akademii Rolniczej we Wrocławiu
WIESŁAW OSTROWSKI
Katedra Kartografii Uniwersytetu Warszawskiego
WITOLD PALUSZYŃSKI
Instytut Cybernetyki Technicznej Politechniki Wrocławskiej

Generalizacja danych topograficznych o szczegółowości 1:10 000 do skali 1:50 000¹

Część I

Zarys treści. W pierwszej części artykułu opisano i zilustrowano reguły generalizacji sieci drogowej i zabudowy przy opracowywaniu mapy topograficznej 1:50 000 na podstawie mapy 1:10 000. W drugiej części artykułu zostanie zaprezentowana implementacja bazy wiedzy na podstawie zdefiniowanych reguł w środowisku programowym Dynagen oraz przykłady praktycznego wykorzystania tej implementacji do generalizacji Bazy Danych Topograficznych.

Słowa kluczowe: bazy danych topograficznych, mapa topograficzna, generalizacja kartograficzna.

1. Bazy danych geograficznych a potrzeba generalizacji treści mapy

W krajach wysoko rozwiniętych już ponad 70% decyzji w administracji publicznej podejmowanych jest na podstawie danych mających odniesienie do powierzchni Ziemi (danych przestrzennych). Dzieje się tak głównie za sprawą systemów informacji geograficznej, których gwałtowny rozwój stał się możliwy dzięki automatyzacji pozyskiwania danych. Dla tego samego obszaru powstają bazy danych przestrzennych zawierające dane o różnym poziomie szczegółowości, najczęściej odpowiadającym szeregom skalowym map topograficznych w skalach 1:10 000, 1:25 000, 1:50 000, 1:100 000 itd. Utrzymanie tych baz w aktualności jest złożonym zadaniem

organizacyjnym i finansowym. Nasuwa się zatem pytanie, czy istnieje możliwość utrzymania jednej bazy danych o najwyższym poziomie szczegółowości i automatycznego uzyskiwania map w różnych skalach? Czy możliwa jest automatyczna generalizacja danych przestrzennych, a w szczególności baz danych topograficznych?

Odpowiedzi na zadane pytania poszukiwane są już od ponad dwudziestu lat. W literaturze polskiej A. Iwaniak, W. Paluszyński i W. Żyskowska (1998) opisali podstawowe modele generalizacji oraz praktyczne możliwości generalizowania map cyfrowych, wynikające z możliwości technologicznych dostępnego w tym czasie oprogramowania GIS.

Warto zauważyć, że w roku 1998 twierdząca odpowiedź na postawione wyżej pytania nie miała istotnego znaczenia, bowiem w tym czasie nie istniały w Polsce jednorodne zbiory danych topograficznych, które mogłyby być podane generalizacji. Dzisiaj sytuacja jest zgoła odmienna. Wdrażany jest Krajowy System Informacji Geograficznej (KSIG), którego głównymi komponentami są:

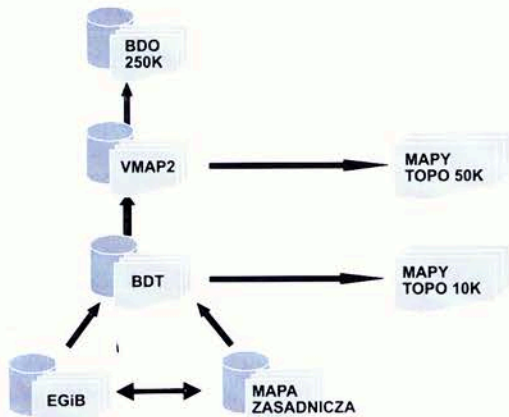
- Baza Danych Topograficznych,
- Mapa wektorowa poziomu 2,
- Baza Danych Ogólnogeograficznych,
- Ewidencja Gruntów i Budyneków i mapa zasadnicza (J. Albin 2003).

Baza Danych Topograficznych (BDT) jest systemem gromadzenia, zarządzania i udostępniania danych topograficznych

¹ Artykuł stanowi rezultat pierwszej części prac prowadzonych w ramach projektu badawczego KBN 8T 12E06121 „Automatyzacja procesu generalizacji map topograficznych ze skali 1:10 000 do skali 1:50 000”.

o szczegółowości odpowiadającej skali 1:10 000. W zasobie danych BDT wyróżnić można dwie wyraźne składowe:

- zasób podstawowy,
- zasób kartograficzny,



Ryc. 1. Model generalizacji danych dla poszczególnych komponentów KSIG: BDO – Baza Danych Ogólnogeograficznych, BDT – Baza Danych topograficznych, EGiB – Ewidencja Gruntów i Budynków, VMAP2 – mapa wektorowa poziomu drugiego

Fig. 1. A model of data generalization for various National Geographic Information System components

Zasób podstawowy BDT stanowią trzy główne bazy składowe:

- „ciągła” przestrzennie wektorowa baza danych topograficznych stworzona z wykorzystaniem technologii GIS (komponent TOPO),
- zapisana w podziale sekcyjnym baza numerycznego modelu rzeźby terenu (komponent NMT),
- zapisana w podziale sekcyjnym baza ortofotom (komponent ORTOFOTO).

Zasób kartograficzny jest zorganizowany zgodnie z kartograficznym modelem danych, będącym wynikiem przekształceń zasobu podstawowego i służącym opracowaniu wysokiej jakości prezentacji kartograficznych (w szczególności map topograficznych), zarówno w ramach BDT jak i w zewnętrznych systemach produkcji map.

BDT ma docelowo powstać na terenach zurbanizowanych i pokryć około 30% powierzchni kraju. Do końca 2004 powinna być dostępna na obszarze odpowiadającym około 500 arkuszom mapy topograficznej w skali 1:10 000.

Mapa wektorowa poziomu 2 (VMAP2) opracowywana jest przez Zarząd Geografii Wojskowej Sztabu Generalnego Wojska Polskiego w ramach inicjatyw narodowych.

Jej szczegółowość odpowiada skali 1:50 000. Jej treść obejmuje 110 klas obiektów zgrupowanych w dziewięciu użytkowych warstwach tematycznych. Mapa wektorowa poziomu 2 oprócz produktu kartograficznego obejmuje również bazę danych topograficznych opracowaną w standardzie DIGEST.

Baza Danych Ogólnogeograficznych (BDO) jest bazą danych przestrzennych o stopniu szczegółowości odpowiadającym skali 1:250 000 lub mniejszej. Strukturę informacyjną BDO wyznacza podział na następujące tematy:

- podział administracyjny,
- osadnictwo i wybrane obiekty antropogeniczne,
- wody powierzchniowe,
- rzeźba terenu,
- transport,
- pokrycie terenu i użytkowanie ziemi,
- obszary chronione i zamknięte,
- nazwy geograficzne.

Podstawowym założeniem związanym z budową wymienionych komponentów była idea wysunięta w 1990 r. przez D. Grünreicha, polegająca na oddzieleniu baz danych przestrzennych od opracowań kartograficznych. Konsekwencją takiego podejścia jest powstanie dwóch zasobów BDT: podstawowego i kartograficznego. Dane podstawowe (komponent TOPO) nie podlegały procesowi graficznej redakcji mapy i dobrze nadają się do generalizacji.

Zgodnie z założeniami KSIG docelowo pomiędzy poszczególnymi komponentami występuje proces zasilania, który jest realizowany poprzez proces generalizacji, co przedstawiono na rycinie 1.

W krajach Europy Zachodniej jednorodne bazy danych przestrzennych pokrywające powierzchnię całego kraju powstają od wielu lat. Na przykład baza ATKIS w Niemczech ma już ponad dwudziestoletnią historię. W krajach tych prowadzone są prace nad nowymi technologiami generalizacji automatycznej. Organizacja MAGNET (Mapping Agencies Generalisation Network), zrzeszająca europejskie krajowe agencje kartograficzne, powstała w celu konsolidacji prac nad opracowaniem wspólnych wymagań i technologii generalizacji. Głównymi ośrodkami badawczymi prowadzącymi prace nad generalizacją w Europie są: francuski IGN (Institut Géographique National), politechniki w Zurychu i Hanowerze, a także uniwersytet w Edynburgu, University of Glamorgan (Wielka Brytania) oraz uniwersytet w Bonn. W ramach projektu badawczego AGENT (Automated Generalisation New Technology), realizowanego

przez wielonarodowe konsorcjum i sponsorowanego przez Unię Europejską w ramach programu ESPRIT, wypracowano nową strategię generalizacji i doprowadzono do powstania systemu LAMPS2 Generaliser opartego na oprogramowaniu firmy Laser-Scan.

Pomimo tak intensywnych wysiłków badawczych prowadzonych w wielu krajach, opracowania wielu modeli teoretycznych i praktycznych systemów generalizacji, wykorzystanie tych technologii ogranicza się na razie tylko do małej części procesu produkcji map. Już w latach osiemdziesiątych w Niemczech prowadzony był w Hanowerze program generalizacji automatycznej CHANGE. Pomimo dużych możliwości tego programu, w procesie produkcyjnym wytwarzania map topograficznych w skali 1:50 000 wykorzystywany jest tylko pojedynczy moduł agregacji budynków i planowane jest wdrożenie modułu odsuwania od dróg. W Belgii służba geodezyjno-kartograficzna wdrożyła system firmy Laser-Scan, pozwalający wykonać generalizację map topograficznych ze skali 1:100 000 do skali 1:200 000. Jednak generalizacja w tym zakresie jest bardzo uboga i polega raczej na resymbolizacji mapy, a mimo to proces wymaga drobnych poprawek redakcyjnych. W Hiszpanii Kataloński Instytut Kartograficzny realizuje generalizację topograficznej bazy danych ze skali 1:5000 do skali 1:25 000 za pomocą zestawu własnego oprogramowania i niemieckiego systemu CHANGE, ponieważ nie udało się uzyskać zadowalających wyników przy użyciu komercyjnego oprogramowania Intergraph (DynaGEN) ani Laser-Scan (LAMPS2).

Proces generalizacji pozostaje zatem nadal zagadnieniem otwartym, choć coraz lepiej zrozumieliśmy. Wnioski z prowadzonych badań można sformułować w postaci następującego zestawu wymagań dla sprawnego systemu generalizacji automatycznej:

- kontekstowa analiza danych: nie można generalizować obiektów w oderwaniu od ich otoczenia oraz innych obiektów tego samego rodzaju;
- wybór algorytmu generalizacji i jego parametrów musi być dokonywany indywidualnie dla poszczególnych obiektów, nawet tego samego typu;
- sprawne posługiwanie się ograniczeniami (constraints): jedno ograniczenie określa wymagania procesu generalizacji, inne ograniczenia wymuszają zachowanie obiektów i ich cech mimo procesu generalizacji; szczególne znaczenie odgrywają tu ograniczenia topologiczne definiujące związki przestrzenne między obiektami;
- zdolność iteracyjnego poprawiania: nawet najstarszym wykonany krok generalizacji może

okazać się niepoprawny po dalszej analizie, i może być konieczne jego wycofanie i ponowne wykonanie, z wykorzystaniem dodatkowej informacji;

- coraz większego znaczenia nabiera zdolność pracy systemu generalizacji z bazami danych wieloskalowych (Multi-Scale Data Bases);

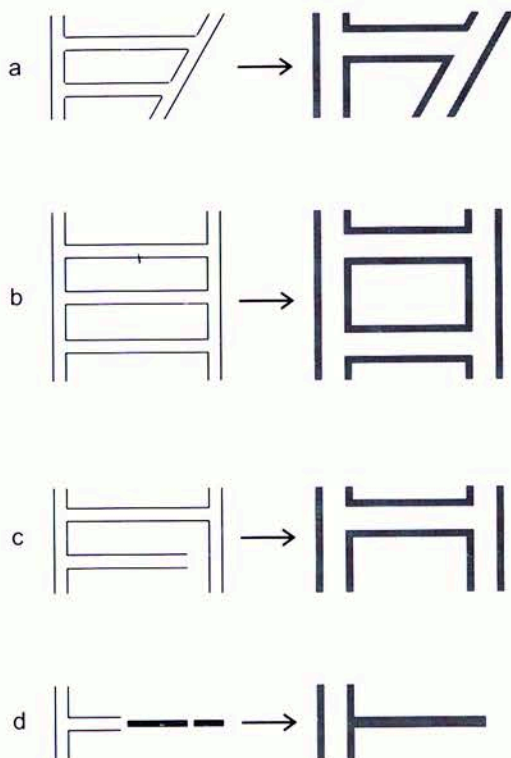
- niezbędne są poprawne geometrycznie i topologicznie dane wraz ze spójnym modelem danych (np. cechy o odmiennych własnościach powinny należeć do różnych klas).

Postulaty opracowania oprogramowania do generalizacji automatycznej zgodnego z tymi wymaganiami i zgromadzonym doświadczeniem oraz zapotrzebowanie na szybkie opracowanie nowych aktualnych produktów kartograficznych, prowadzą do wniosku, że będą powstawały coraz bardziej skuteczne systemy generalizacji. Trzeba jednak pamiętać, że wraz z rozwojem tych technologii zmienia się również sama istota generalizacji, staje się ona mniej precyzyjna i mapy wykonane z zastosowaniem tych procesów nigdy już nie będą takie jak mapy generalizowane ręcznie. Można się o tym przekonać oglądając przykłady map tworzonych w technologii cyfrowej i generalizowanych automatycznie oraz porównując je z mapami, które zostały wykonane ręcznie technologią tradycyjną.

Prace w zakresie generalizacji prowadzone były również od szeregu lat w Katedrze Geodezji i Fotogrametrii Akademii Rolniczej we Wrocławiu przy współpracy z Instytutem Cybernetyki Technicznej Politechniki Wrocławskiej, Zakładem Kartografii Uniwersytetu Wrocławskiego i Katedrą Kartografii Uniwersytetu Warszawskiego. Początkowo koncentrowały się na wykorzystaniu sztucznej inteligencji do zbudowania systemu ekspertowego kontrolującego proces generalizacji z wykorzystaniem operatorów generalizacji (A. Iwaniak, W. Paluszyński 1998).

Prace te związane były z wykorzystaniem komercyjnego systemu MGE Map Generalizer. Teoretyczne podstawy modelu generalizacji, na którym ten system był oparty i inne koncepcje generalizacji opisane zostały w pracy A. Iwaniaka, W. Paluszyńskiego i W. Żyszkowskiej (1998). Późniejsze prace koncentrowały się na praktycznych aspektach generalizacji map topograficznych w skali 1:10 000 i wykorzystaniu najnowszych narzędzi, takich jak obiektowo zorientowany system DynaGEN. Poza praktycznymi aspektami generalizacji map (A. Iwaniak, W. Paluszyński 2003) wymiernym wynikiem tych prac jest lepsze zrozumienie procesu generalizacji map topograficznych od skali 1:10 000 do skali 1:50 000 (W. Ostrowski 2003).

Innym nurtem badań w zakresie generalizacji automatycznej są próby zastosowania wielu nowych technologii obliczeniowych, takich jak np. sieci neuronowe. W pracy A. Iwaniaka i W. Paluszyńskiego (2001) przedstawiono metodologię generalizacji obiektów powierzchniowych



Ryc. 2. Przykłady selekcji ulic
Fig. 2. Examples of street selection

na mapach rastrowych z wykorzystaniem sztucznych sieci neuronowych.

Prace prezentowane w artykule są realizowane od 2001 r. w ramach projektu badawczego KBN. W momencie rozpoczęcia prac nie były jeszcze w Polsce opracowane standardy przygotowania Bazy Danych Topograficznych (opublikowane dopiero w marcu 2003 r.) i dlatego dalsze rozważania dotyczą generalizacji danych topograficznych pozyskiwanych z map 1:10 000. Opracowywana obecnie koncepcja mapy topograficznej w standardzie BDT opiera się na koncepcji dotychczas wydawanej mapy 1:10 000 (W. Ostrowski 2000). Stąd też większość omawianych przykładów i reguł generalizacji zachowuje aktualność również w odniesieniu do generalizacji Bazy Danych Topograficznych.

Druga część artykułu będzie zawierała przykłady praktycznego wykorzystania w procesie generalizacji omówionych niżej reguł oraz ich implementację w oprogramowaniu firmy Intergraph-Dynagen.

2. Reguły generalizacji sieci dróg i zabudowy ze skali 1:10 000 do skali 1:50 000

Podstawą opracowania uściślonych i w miarę możliwości jednoznacznych reguł generalizacji była przede wszystkim instrukcja techniczna *Zasady redakcji mapy topograficznej w skali 1:50 000. Katalog znaków* (1998). Reguły generalizacji zawarte w tej instrukcji zostały sformułowane w wyniku wielu analiz i dyskusji, które przeprowadzono przy opracowywaniu koncepcji mapy 1:50 000. Dotychczas obowiązujące w polskiej kartografii topograficznej zasady zostały w znacznym stopniu zmodyfikowane. Uwzględniono przy tym:

- rozwiązania stosowane na mapach topograficznych w innych krajach,
- opinie i uwagi użytkowników oraz wykonawców map,
- wnioski wynikające z korekty i analizy opracowanych różnych wersji graficznych i redakcyjnych, a także arkuszy wdrożeniowych.

Podane w instrukcji zasady generalizacji zostały tu uściślone i znacznie uzupełnione, a niektóre z nich dostosowane do specyfiki generalizacji przeprowadzanej z wykorzystaniem Bazy Danych Topograficznych (np. zastąpienie odległości od znaku ulicy odległością od osi tej ulicy).

2.1. Zasady generalizacji sieci drogowej

Na mapie 1:50 000 generalizacja sieci drogowej polega przede wszystkim na eliminacji niektórych ulic oraz na selekcji dróg najniższych kategorii: gruntowych polnych i leśnych, alejek oraz ścieżek. Przy wyborze ulic i dróg stosowane są głównie cztery kryteria: dwa ilościowe – gęstość i długość oraz dwa jakościowe – kryterium wzajemnych relacji przestrzennych oraz funkcjonalne. Poza tym stosowane są również kryteria mieszane (W. Ostrowski 2003).

Selekcja ulic oparta na kryterium gęstości ma miejsce w wypadku dużego zagęszczenia ulic równoległych. Najmniejszą odległość między nimi limituje konieczność zmniejszenia znaków obiektów znajdujących się między ulicami. Pomijają się niektóre ulice, jeżeli odległości między ich osiami są na obszarze zabudowy gęstej mniejsze niż 55 m, na obszarze zabudowy luźnej mniejsze niż 50 m (szerokość sygnatu-

ry ulicy plus minimalna szerokość lub wielkość znaku między ulicami), a przy braku zabudowy mniejsze niż 35 m (szerokość sygnatury ulicy plus minimalna odległość między znakami ulic). W takich wypadkach z reguły pozostawia się co drugą ulicę, stosując następujące zasady:

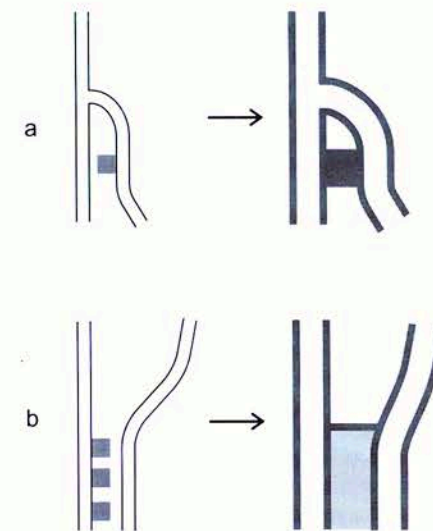
- przy zróżnicowaniu długości ulic usuwa się ulice krótsze (ryc. 2a)²;
- jeśli ich liczba jest nieparzysta, pozostawia się ulice zewnętrzne (ryc. 2b);
- jeśli niektóre z ulic są ślepo zakończone, to w pierwszej kolejności usuwa się te właśnie ulice (ryc. 2c);
- pozostawia się ulice, które są istotne dla zachowania układu przestrzennego sieci ulic;
- w wypadku, gdy powinny być pokazane obie ulice, biegnące blisko siebie, wtedy konieczne jest przesunięcie ulicy (ryc. 3).

Niezależnie od stopnia zagęszczenia ulic usuwa się ulice ślepo zakończone, jeśli ich długość jest mniejsza niż 75 m, a w przypadku, gdy taka ulica ma przedłużenie w drodze gruntowej, przedstawionej na mapie 1:50 000, oznacza się ją jako drogę gruntową (ryc. 2d).

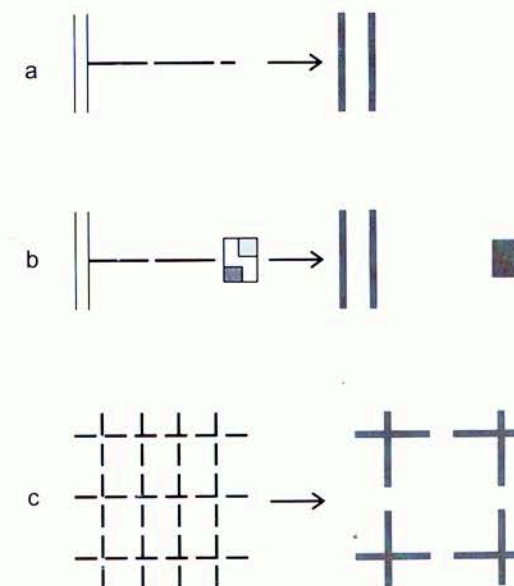
Znacznie większej generalizacji podlegają drogi gruntowe polne i leśne oraz alejki i ścieżki:

- usuwa się drogi ślepo zakończone, jeśli nie prowadzą do żadnego obiektu przedstawianego na mapie, a ich długość jest mniejsza niż 250 m (ryc. 4a);
- drogi prowadzące do zagród lub budynków pomijają się, jeśli ich długość jest mniejsza niż 125 m (ryc. 4b);
- w wypadku zagęszczenia dróg równoległych pomijają się niektóre z nich tak, aby odległości między nimi nie były mniejsze niż 200 m, przy czym w pierwszej kolejności usuwa się drogi ślepo zakończone;
- przy gęstej sieci alejek (w parkach, ogródkach działkowych, na cmentarzach) liczbę alejek redukuje się tak, aby odległości między nimi nie były mniejsze niż 75 m (ryc. 4c);
- ścieżki pozostawia się wtedy, gdy stanowią jedyne połączenie między oznaczanymi na mapie obiektami lub połączenie takie znacznie (ponad 1,5 raza) skracają oraz wtedy, gdy biegną nimi szlaki turystyczne.

Parkingi przy drogach przedstawia się, jeśli ich długość jest większa niż 50 m. Pomijają się parkingi miejskie, których powierzchnia jest mniejsza niż 2500 m² lub szerokość mniejsza niż 20 m.



Ryc. 3. Przykłady konieczności przesunięcia ulicy
Fig. 3. Examples of a necessary change of street location

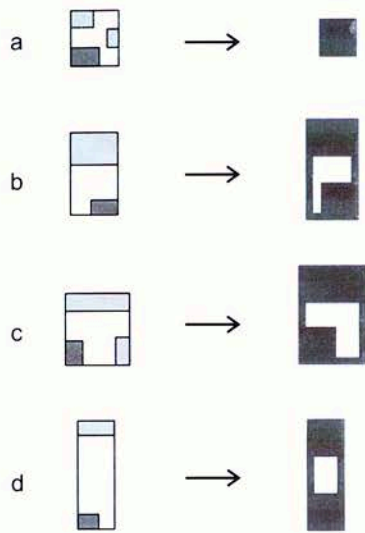


Ryc. 4. Selekcja dróg gruntowych polnych i leśnych
Fig. 4. Selection of dirt roads and forest trails

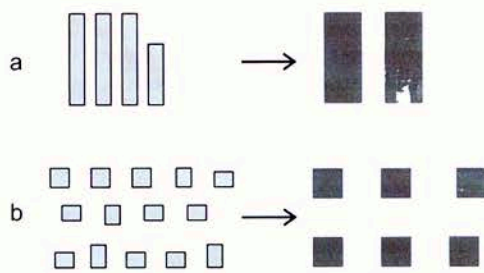
2.2. Zasady generalizacji zabudowy

Generalizacja zabudowy jest znacznie bardziej złożona niż generalizacja dróg i ulic. Na mapie 1:10 000 zabudowa przedstawiana jest w postaci znaków budynków (przeważnie w skali, a najmniejsze za pomocą sygnatur). Jej generalizacja

² Wszystkie przykłady generalizacji na rycinach od 2 do 12 przedstawiono w skali 1:5000. Po lewej stronie każdego rysunku umieszczono wybrane elementy treści mapy 1:10 000, a po prawej te same elementy po zgeneralizowaniu na mapie 1:50 000.



Ryc. 5. Generalizacja zagród
Fig. 5. Generalization of farm buildings



Ryc. 6. Przykłady wyboru budynków
Fig. 6. Examples of a choice of buildings

do skali 1:50 000 odbywa się dwiema odrębnymi drogami:

- Zostają zachowane znaki budynków, przeważnie w postaci sygnatur, a tylko duże budynki są reprezentowane przez znaki skalowe lub częściowo skalowe. Tego rodzaju generalizacji podlegają budynki mieszkalne oddalone od siebie o więcej niż 30 m, budynki przemysłowe, budynki użyteczności publicznej oraz zgrupowania innych budynków niemieszkalnych (w tym domków kempingowych i letniskowych).

- Znaki budynków są zastępowane zbiorczym znakiem obszarów zabudowanych. Tego rodzaju agregacji dokonuje się poprzez połączenie przynajmniej trzech budynków mieszkalnych, jeśli odległości między nimi są mniejsze niż 30 m (wyjątki od tej reguły zostaną omówione niżej). Do obszaru zabudowanego włącza się również budynki gospodarcze w obrębie zagród i posesji.

2.2.1. Generalizacja z zachowaniem znaków zabudowy

Prezentacja budynków na mapie 1:50 000 jest wynikiem siedmiu procedur składających się na proces generalizacji lub mających związek z tym procesem. Są to:

- uogólnienie charakterystyk jakościowych,
- zastępowanie oznaczeń odrębnych obiektów oznaczeniami łącznymi,
- wybór (selekcja) budynków,
- zastępowanie konturów budynków sygnaturami,
- upraszczanie konturów budynków,
- łączenie (agregacja) budynków,
- zmiana położenia budynków.

- Uogólnienie charakterystyk jakościowych dotyczy wyróżnianych na mapie 1:10 000 budynków mieszkalnych wielorodzinnych, mieszkalnych jednorodzinnych oraz budynków niemieszkalnych. Wszystkie te budynki na mapie 1:50 000 przedstawia się jednakowym znakiem budynku.

- Zastąpienie znaków odrębnych budynków oznaczeniem łącznym ma miejsce w przypadku generalizacji zagród (ryc. 5). Zagroda przedstawiana na mapie 1:10 000 znakami budynku mieszkalnego i budynków gospodarczych w obrębie konturu zagrody, na mapie 1:50 000 reprezentowana jest przez pojedynczą sygnaturę budynku w wypadku, gdy nie jest przedstawiany żaden budynek gospodarczy (ryc. 5a). Budynek gospodarczy na terenie zagrody przedstawia się, gdy powierzchnia tego budynku przekracza 400 m² (ryc. 5b) lub jego długość jest większa niż 25 m (ryc. 5c). Mniejszy budynek gospodarczy jest pokazywany tylko wtedy, gdy jego odległość od budynku mieszkalnego w obrębie zagrody jest większa niż 45 m (ryc. 5d).

- Wyboru lub eliminacji budynków dokonuje się na podstawie różnych kryteriów po uwzględnieniu zarówno funkcji budynków, ich wielkości, jak i odległości między nimi.

Na mapie 1:50 000 przedstawia się wszystkie budynki mieszkalne, które nie zostały włączone do obszarów zabudowanych (odległości między nimi są z reguły większe niż 30 m).

Buildunki przemysłowe i inne niemieszkalne przedstawia się, jeśli ich powierzchnia jest większa niż 200 m², a z mniejszych te, które mają znaczenie orientacyjne i są oddalone od innych budynków o ponad 45 m. Przy dużym zagęszczeniu tych budynków redukuje się ich liczbę tak, aby odległości między tymi budynkami nie były mniejsze niż 0,3 mm (ryc. 6a), a w wypadku domków letniskowych lub kempingowych nie mniejsze niż 0,5 mm (ryc. 6b). Zachowuje się przy

tym przede wszystkim budynki znajdujące się na skraju obszaru zabudowanego. Przy selekcji budynków na terenie zakładu przemysłowego zachowuje się w pierwszym rzędzie budynki produkcyjne i administracyjne.

Wybór budynków użyteczności publicznej opiera się na różnych kryteriach: bierze się pod uwagę ich znaczenie (przedstawia się na przykład szkoły, a pomija przedszkola i żłobki), wielkość (pomija się budynki o powierzchni mniejszej niż 100 m²) oraz relacje w stosunku do innych budynków (pokazuje się przede wszystkim budynki oddzielnie stojące).

- Na mapie 1:50 000 budynki przedstawiane są znakami skalowymi (powierzchniowymi), częściowo skalowymi (liniowymi) lub pozaskalowymi (punktowymi).

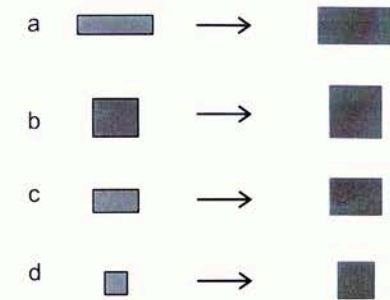
Znakami skalowymi (konturem) przedstawia się budynki, których oba wymiary (długość i szerokość) przekraczają 35 m.

Znaki częściowo skalowe stosuje się dla budynków, których długość przekracza 35 m, a szerokość jest równa lub mniejsza od 35 m (ryc. 7a). Szerokość znaku wynosi 0,5 mm dla budynków o szerokości poniżej 20 m lub 0,7 mm dla budynków o szerokości 20–30 m.

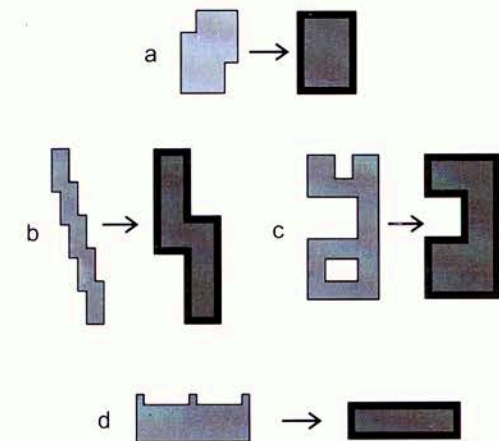
Stosuje się cztery wielkości znaków pozaskalowych (sygnatur):

- o wymiarach 0,7×0,7 mm dla budynków, których oba wymiary mieszczą się w granicach od 20 do 35 m (ryc. 7b),
- o wymiarach 0,5×0,7 mm dla budynków, których jeden wymiar ma poniżej 20 m, a drugi od 20 do 35 m (ryc. 7c),
- o wymiarach 0,5×0,5 mm dla budynków, których każdy z boków ma mniej niż 20 m (ryc. 7d),
- o wymiarach 0,4×0,4 mm wyłącznie dla domków letniskowych lub kempingowych.

- Proces upraszczania konturów budynków ma miejsce przede wszystkim w odniesieniu do budynków przedstawianych znakami skalowymi, a w pewnym stopniu również znakami częściowo skalowymi. Usuwane są załamania o długości mniejszej niż 20 m (ryc. 8a). Jeżeli kontur budynku składa się z kilku następujących po sobie mniejszych załamania, a suma ich długości jest większa niż 20 m, wtedy załamania te komasuje się zachowując kierunek linii (ryc. 8b). Uproszczenie polega również na likwidacji wąskich wnęk i dziedzińców o szerokości mniejszej niż 20 m (ryc. 8c). Upraszczając kontur budynku z reguły powiększa się jego powierzchnię poprzez likwidację wnęk z wyjątkiem przypadków, gdy obcina się niewielkie występy, których sumaryczna szerokość jest mniejsza niż jedna czwarta szerokości wnęk (ryc. 8d).



Ryc. 7. Zastępowanie konturów budynków sygnaturami
Fig. 7. Replacement of building outlines with symbols

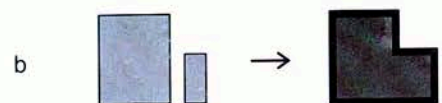
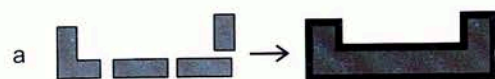


Ryc. 8. Upraszczanie konturów budynków
Fig. 8. Simplification of building outlines

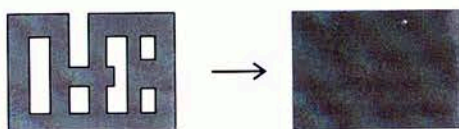
- Łączone mogą być jedynie położone blisko siebie budynki wielorodzinne oraz budynki przemysłowe. Wydłużone budynki wielorodzinne (bloki) łączy się krótszymi bokami, jeśli odległość między tymi bokami jest mniejsza niż 15 m z wyjątkiem sytuacji, gdy między budynkami przebiega ciąg komunikacyjny (ryc. 9a). Budynki przemysłowe są łączone, jeśli odległość między nimi jest mniejsza niż 10 m (ryc. 9b). Wszystkie budynki przylegające do siebie przedstawia się jako jeden budynek (ryc. 9c).

- Przesunięciu ulegają najczęściej budynki przylegające do drogi lub ulicy, a także niektóre budynki, których odległość od krawędzi drogi lub ulicy jest mniejsza niż 15 m (sygnatury tych budynków przylegają do ulicy i drogi oznaczonej podwójną linią). Najmniejsza odległość znaków budynków od osi dróg i ulic wynosi odpowiednio:

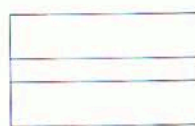
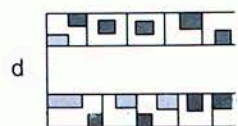
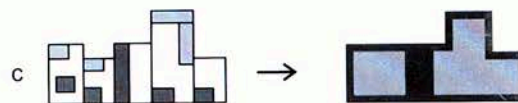
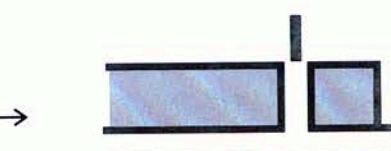
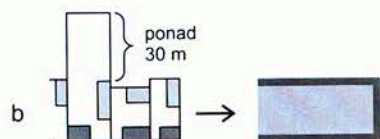
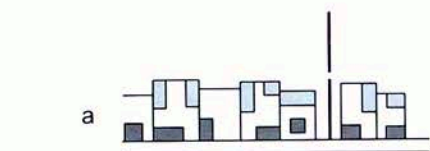
- autostrada – 35 m,
- droga szybkiego ruchu – 30 m,



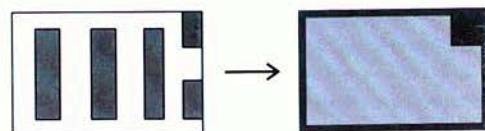
Ryc. 9. Łączenie budynków
Fig. 9. Combination of buildings



Ryc. 10. Zabudowa zwarta wielorodzinna
Fig. 10. Compact multi-family dwellings



Ryc. 12. Zabudowa gęsta jednorodzinna
Fig.12. Dense single family dwellings



Ryc. 11. Zabudowa gęsta wielorodzinna
Fig. 11. Dense multi-family dwellings

- droga o nawierzchni twardej i szerokości powyżej 7 m – 23 m,
- droga o nawierzchni twardej i szerokości od 3 do 7 m – 18 m,
- droga o nawierzchni utwardzonej – 15 m,
- ulica o szerokości powyżej 20 m (oznaczona sygnaturą liniową) – 13 m,
- droga gruntowa wiejska – 16 m,
- droga gruntowa polna lub leśna – 14 m.

2.2.2. Generalizacja przez zastąpienie znaków budynków znakiem zabudowy

Na mapie 1:50 000 wyróżnia się trzy rodzaje obszarów zabudowanych: zabudowę zwartą wielorodzinną, zabudowę gęstą wielorodzinną oraz zabudowę gęstą jednorodzinną. Prezentacja każdego z tych typów zabudowy jest wynikiem uogólnienia z zastosowaniem różnych procedur generalizacyjnych.

• Obszar zabudowy zwartej wielorodzinnej powstaje poprzez agregację i uproszczenie konturów przylegających do siebie budynków wielorodzinnych, jeśli powierzchnia zagregowanych budynków stanowi co najmniej 70% wydzielonego obszaru zabudowy. Uproszczenie konturu tego obszaru polega przede wszystkim na eliminacji małych i wąskich dziedzińców i wnęk o powierzchni mniejszej niż 1000 m², a ponadto o szerokości mniejszej niż 20 m (ryc. 10).

• Obszar zabudowy gęstej wielorodzinnej jest wynikiem agregacji przynajmniej trzech oddzielnie stojących budynków wielorodzinnych, jeśli odległości między narożnikami lub dłuższymi bokami budynków są mniejsze niż 30 m. Zabudowa wielorodzinna obok budynków mieszkalnych obejmuje również znajdujące się między budynkami mieszkalnymi, nie przedstawione na mapie 1:50 000 budynki użyteczności publicznej (np. niewielkie pawilony handlowe), a także inne budynki niemieszkalne (np. garaże). Na tle powierzchniowego znaku zabudowy gęstej wielorodzinnej przedstawia się wybrane do prezentacji budynki użyteczności publicznej oraz budynki przemysłowe stojące między budynkami mieszkalnymi w odległości od nich mniejszej niż 30 m (ryc. 11).

• Zabudowa gęsta jednorodzinna obejmuje obszary z zagęszczoną zabudową zagrodową lub miejską zabudową jednorodziną. Budynki łączy się w obszar zabudowy jednorodzinnej, jeśli odległości między budynkami mieszkalnymi są mniejsze niż 30 m, a działki (zagrody, posesje) przylegają do siebie. Przylegające do siebie działki włącza się do obszaru zabudowanego również w wypadku, gdy odległości między

budynkami mieszkalnymi są większe niż 30 m, ale mniejsze niż 50 m, jeśli na terenie działek znajdują się zabudowania gospodarcze, których ogólna powierzchnia jest co najmniej dwukrotnie większa od powierzchni budynku mieszkalnego.

Obszar zabudowy gęstej jednorodzinnej obejmuje minimum 3 zagrody lub budynki mieszkalne. Dwie zagrody można zagregować i przedstawić jako obszar zabudowy w wypadku, gdy zagrody te są częścią ciągu zabudowy oddzielonego drogą biegnącą w poprzek tego ciągu (ryc. 12a).

Zasięg obszaru zabudowy gęstej jednorodzinnej wyznaczają przeważnie kontury zagrod lub zabudowanych posesji. Z obszaru zabudowy wyklucza się jednak niezabudowany fragment działki, jeśli szerokość tego fragmentu jest większa niż 30 m (ryc. 12b). Po takim wyznaczeniu konturu zabudowy w wypadku skomplikowanego przebiegu tego konturu upraszcza się go tak, aby załamania linii nie były mniejsze niż 20 m (ryc. 12c). Zbyt wąskie kontury rozszerza się tak, aby najmniejsza szerokość pasma zabudowy nie była mniejsza niż 30 m. Jeśli dwa obszary zabudowy jednorodzinnej znajdują się w odległości mniejszej niż 20 m (także po rozszerzeniu), wówczas łączy się je razem (ryc. 12d).

Podobnie jak na obszarze zabudowy gęstej wielorodzinnej, także na obszarze zabudowy jednorodzinnej oznacza się wybrane budynki użyteczności publicznej oraz budynki przemysłowe. Ponadto oznacza się również pojedyncze większe budynki mieszkalne o długości ponad 35 m (wymiar ten na mapie 1:50 000 przedstawiony jest w skali, ryc. 12c).

Literatura

- Albin J., 2003, *Krajowy System Informacji Geograficznej*. „Biul. Inform. Głównego Geodety Kraju” nr 3, s. 4–11.
- Iwaniak A., Paluszyński W., Żyszkowska W., 1998, *Generalizacja map numerycznych – koncepcje i narzędzia*. „Polski Przegl. Kartogr.” T. 30, cz. I – nr 2, s. 79–88; cz. II – nr 3, s. 163–172.
- Iwaniak A., Paluszyński W., 1998, *AAI – An expert system to control map generalization*. GISRUk '98, Edinburgh.
- Iwaniak A., Paluszyński W., 2001, *Generalizing satellite maps with neural networks*. W: Proceedings of the 20th Intern. Cartographic Conference. ICC 2001 Beijing, China, Vol. 3, s. 2063–2070.
- Iwaniak A., Paluszyński W., 2003, *Implementation of a knowledge data base for the generalization of topographic maps in GIS systems*. W: 21st Intern.

- Cartographic Conference, Durban. Abstract of Papers, s. 70.
- Ostrowski W., 2000, *Koncepcja Mapy topograficznej Polski w skali 1:10 000*. „Polski Przegl. Kartogr.” T. 32, nr 3, s. 188–198.
- Ostrowski W., 2002, *Koncepcja Mapy topograficznej Polski w skali 1:50 000*. „Polski Przegl. Kartogr.” T. 34, nr 4, s. 261–272.
- Ostrowski W., 2003, *Rodzaje generalizacji treści map topograficznych na przykładzie mapy 1:50 000*. „Polski Przegl. Kartogr.” T. 35, nr 4, 251–258.
- Zasady redakcji mapy topograficznej w skali 1:50 000. Katalog znaków. Instrukcja techniczna*, 1998. Główny Geodeta Kraju. Warszawa: Główny Urząd Geodezji i Kartografii.

Recenzował dr Andrzej Czerny

Generalization of topographic data from 1:10 000 into 1:50 000

Part I

Summary

Due to the development of geographic information systems, in the developed countries more than 70% of decisions in public administrations are taken basing on spatial data. Particular regions have their own databases with various levels of detail, usually corresponding to standard topographic scales (1:10 000, 1:25 000, 1:50 000 etc.). The question is whether it would be possible to keep just one, detailed topographic database and generate cartographic presentations in different scales from it, using automatic generalization of spatial data. This problem is particularly vital in Poland, because the National Geographic Information System (KSIG), which is being implemented at the moment, consists of, among other units, a Topographic Database (BDT) with the level of detail corresponding to the map in 1:10 000 and a Level 2 Vector Map (VMAP 2) with the level of detail corresponding to the scale of 1:50 000.

Since 2002 the Faculty of Environmental Engineering and Geodesy of Agricultural University of Wrocław together with the Warsaw University Chair of Cartography have been working on a research project „Automatization of the process of generalization of topographic maps from the scale of 1:10 000 into

1:50 000”. In the first stage of the research attempts were made to elaborate a system of automatic generalization of road network and buildings with the use of DynaGen software.

In the first part of the article the rules of generalization of these two components are presented and illustrated. Criteria and rules for the choice of streets and lower road categories are established (criteria of density, length, functionality and spatial relations). Generalization of buildings presented in the scale of 1:10 000 can be conducted in two ways: either with symbols of separate buildings or by replacing them with a symbol of a built-up area. In the first case we are dealing with the following types of generalizations: generalization of qualitative features, substitution of a collective symbol for separate symbols, choice of buildings, replacement of building outlines with symbols, building simplification, combining and changing of building location. In the second case separate objects (buildings) are replaced with a collective symbol (built-up area), the shape of which is further simplified, extended and combined.

Translated by M. Horodyski

Генерализация топографических данных с подробностью 1:10 000 к масштабу 1:50 000

Часть I

Резюме

Благодаря развитию геоинформационных систем в высокоразвитых странах уже свыше 70% решений в общественной администрации принимается на основе пространственных данных. Для отдельных территорий создаются базы пространственных данных с разным уровнем подробности, чаще всего соответствующим стандартным масштабным рядам топографических карт (1:10 000, 1:25 000, 1:100 000 и т.д.). Остаётся вопрос, существует ли возможность ведения одной подробной базы топографических данных и генерирования картографических продуктов в разных масштабах путём автоматической генерализации пространственных данных. Эта проблема является в Польше особенно актуальной, т.к. внедряется Национальная Система Географической Информации (KSIG), в состав которой входит, между прочим, База Топографических Данных (BDT) с подробностью, отвечающей масштабу 1:10 000, и Векторная Карта уровня 2 (VMAP 2), подробность которой соответствует масштабу 1:50 000.

С 2002 г. на Факультете инженерии формирования окружающей среды и геодезии Сельскохозяйственной академии в Вроцлаве в сотрудничестве с Кафедрой картографии Факультета географии и региональных исследований Варшавского университета разрабатывается исследовательский проект „Автоматизация процесса генерализации топографических карт с

масштаба 1:10 000 к масштабу 1:50 000”. На первом этапе работ была сделана попытка разработки системы автоматической генерализации с использованием программы DynaGen относительно двух элементов содержания топографической карты – дорожной сети и застройки.

В первой части статьи описаны и иллюстрированы правила генерализации этих двух элементов содержания. Определены критерия и принципы выбора улиц и наименьших категорий дорог (критерия густоты, длины, функциональности и пространственных реляций). Генерализация зданий, изображенных в масштабе 1:10 000 осуществляется двумя отдельными путями: или путём сохранения знаков строений, или путём замены этих знаков совокупным знаком застройки. В первом случае мы имеем дело со следующими видами генерализации: обобщением качественных характеристик, заменой обозначений отдельных объектов общим обозначением, отбором строений, заменой контуров зданий значками, упрощением контуров строений, соединением и изменением положения зданий. Во втором случае наступает замена обозначений отдельных объектов (здания) общим обозначением (застройка), а также упрощение, расширение и объединение контуров определённых территорий застройки.

Перевод Р. Толстикова