

**KONCEPCJA ARCHITEKTURY SYSTEMU
GENERALIZACJI OBIEKTÓW PRZESTRZENNYCH
NA PRZYKŁADZIE ZABUDOWY***

**A CONCEPT OF SYSTEM ARCHITECTURE
FOR GENERALIZATION OF SPATIAL OBJECTS
ON THE EXAMPLE OF BUILDINGS**

Tadeusz Chrobak¹, Krystian Koziol¹, Artur Krawczyk¹, Michał Lupa²

¹ Wydział Geodezji Górniczej i Inżynierii Środowiska

² Wydział Geologii, Geofizyki i Ochrony Środowiska

Akademia Górniczo-Hutnicza im. Stanisława Staszica w Krakowie

Słowa kluczowe: generalizacja zabudowy, geoportal, system automatycznej generalizacji
Keywords: generalization of buildings, geoportal, automation generalization system

Wstęp

Zadaniem współczesnej generalizacji kartograficznej jest nie tylko zmniejszenie złożoności i liczby obiektów na mapie, ale również modelowanie danych (Brassel, Weibl, 1988) dla wielorodzielczych/wieloreprezentacyjnych baz danych przestrzennych. W procesie cyfrowej generalizacji celem głównym jest korzystanie z danych baz źródłowych do tworzenia widoków w skalach mniejszych w taki sposób, aby obiekty były rozpoznawalne, zgodnie z normą rozpoznawalności¹, a przekaz informacji – jednoznaczny. Redukcja obrazu wynikająca ze zmiany skali prowadzi do konfrontacji pomiędzy obiektami a „przestrzenią do wizualizacji”. Zmniejszenie skali powoduje zmniejszenie ilości miejsca, jednocześnie czytelność i rozpoznawalność wymaga często uwypuklenia wybranych cech obiektów w celu zachowania relacji między obiektami i ich czytelnością. Występuje konflikt wynikający z relacji pomiędzy „przestrzenią do wizualizacji” a obiektami posiadającymi swoją reprezentację w wy-

* Praca zrealizowana w ramach grantu naukowego NCN – N N526 064340 pt. „Automatyzacja zasilania i aktualizacji danych o budynkach w Wielorodzielczej Bazie Danych Topograficznych (WBDD) wraz z generalizacją danych”.

¹ Normę rozpoznawalności ustalił Chrobak (1999; 2010) dla trójkąta elementarnego o szerokości linii rysunku 0,1mm. i zdefiniowanych minimalnych wymiarach: krótszego ramienia oraz podstawy. W ustaleniu tych miar uwzględniono minimalne wymiary rysunku podane przez Saliszczewa (1998).

branej skali, który może być rozwiązany przy użyciu algorytmu uwzględniającego elementy abstrahowania i upraszczania (Weibel, Dutton, 1999).

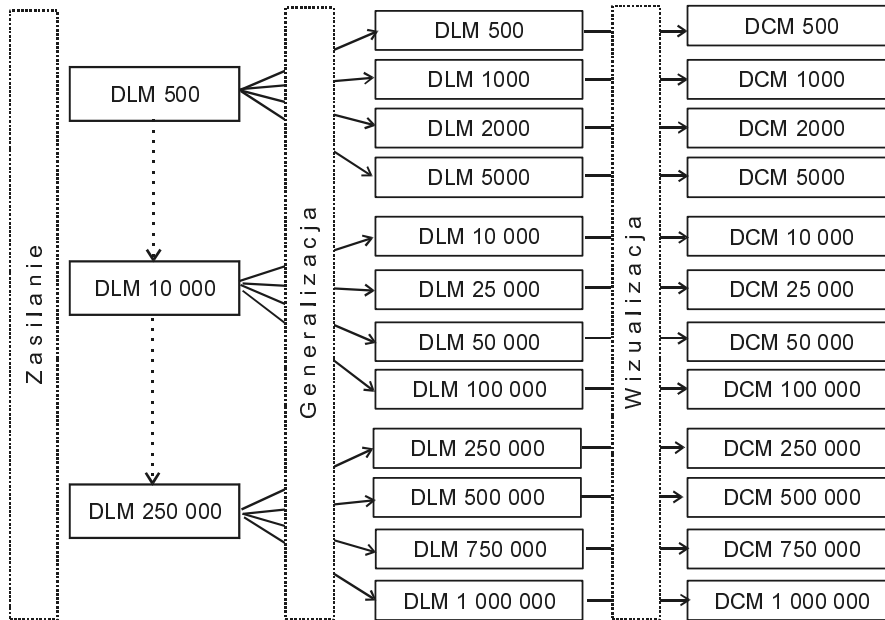
Warstwa budynków to dominująca treść map topograficznych, a zmiana kształtu i lokalizacji budynków w procesie uogólnienia może być prowadzona tylko przy zachowaniu cech geometrycznych oraz topologicznych, co znacząco ogranicza liczbę możliwych rozwiązań w procesie generalizacji kartograficznej. W wyniku działania procesu generalizacji, kształty budynków zazwyczaj podlegają znaczącym zamianom (zamiana istniejącego kształtu w prostokąt lub kwadrat, eliminacja, grupowanie lub połączenie). Na mapach topograficznych w skalach od 1:10 000 do 1:50 000, geometria poszczególnych budynków jest zachowana (Regnauld et al., 1999), a budynki są niekiedy powiększone ze względu na cel i zakres funkcji mapy topograficznej (orientacja, informacja).

Müller (1990a; 1990b) przeprowadził analizę niemieckich map. Jego badania wykazały kontekstowy charakter uogólnienia kartograficznego z uwzględnieniem zmian w obszarach o różnej gęstości zabudowy. Cechy te muszą zostać zachowane, także w projektowanych procesach generalizacji dla systemów opartych na technologii wielorozdzielczych baz danych. Tworzenie systemu wielorozdzielczej bazy danych obiektów topograficznych (GBDOT) musi być zgodne także ze standardami wypracowanymi przez ISO (*International Organization for Standardization*) i OGC (*Open Geospatial Consortium*). Standardy te dotyczą wymiany informacji, struktury metadanych, wykorzystywanych usług sieciowych tj.: WCS (*Web Coverage Service*), WMS (*Web Map Service*), WFS (*Web Feature Service*), WPS (*Web Processing Service*), WGS (*Web Generalization Service*) i innych elementów systemu. W projektowanym systemie opracowane algorytmy automatycznej generalizacji cyfrowej będą odpowiedzialne nie tylko za proces tworzenia obiektów w bazie danych, w określonej skali, ale także będą odgrywać jedną z głównych ról przy zasilaniu i aktualizacji bazy GBDOT z baz EGIB, MZ o wyższej szczegółowości i dokładności.

Założenia systemu generalizacji obiektów topograficznych dla warstwy zabudowy

Ustawa o infrastrukturze informacji przestrzennej (Ustawa, 2010) zakłada harmonizację systemów działających na różnych poziomach szczegółowości, co oznacza, że obiekty o większej szczegółowości będą stanowić źródło danych dla baz o mniejszej szczegółowości. System zasilania w dane uogólnione musi w prawidłowy sposób doprowadzić je do odpowiedniego poziomu szczegółowości, co jest zadaniem procesu generalizacji. W zaprezentowanym modelu (rys. 1) proces zasilania danymi z użyciem generalizacji został przedstawiony linią przerywaną. Zadanie polega na dynamicznym tworzeniu odpowiednich, chwilowych (do momentu kolejnej aktualizacji) cyfrowych modeli krajobrazu (*Digital Landscape Model* – DML), z odpowiednim poziomem abstrahowania wynikającym ze skali widoku opracowania lub na życzenie użytkownika. W celu utworzenia cyfrowych modeli kartograficznych (*Digital Cartography Model* – DCM) proces generalizacji będzie odpowiedzialny za tworzenie odpowiednich – w skali docelowej – widoków chwilowych bazy danych (widok bazy – mechanizm prezentacji obiektów bazy w zależności od kontekstu użytej metody jej przeglądania).

Procedury algorytmu do zasilania GBDOT z baz danych o wyższej dokładności danych (odpowiadającej skalom 1:500 – 1:5000) dla warstwy zabudowy, przy założeniu braku „osnowy



Rys. 1. Model harmonizacji baz danych różnodokładnych

kartograficznej” (niezmiennych punktów budynku w procesie uproszczenia), można przedstawić w następujących etapach (Chrobak, Kozioł, 2009):

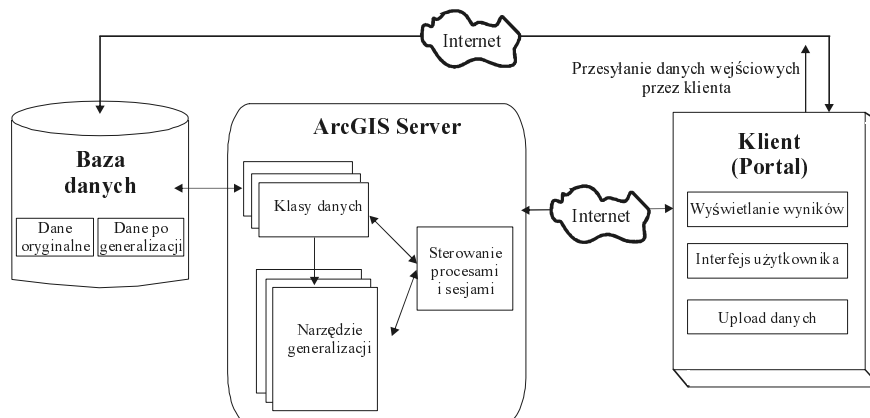
- 1) zachowanie branżowej normy dokładnościowej wierzchołków budynków,
- 2) zapis danych wektorowych o budynkach w modelu topologicznym krawędziowo-węzłowym, wraz z wyznaczeniem w budynkach środków geometrycznych,
 - utworzenie tabeli węzłów i wierzchołków,
 - utworzenie tabeli krawędzi,
 - dla krawędzi posiadających wewnątrz budynku tylko po jednej stronie ustalenie kierunku tak, aby budynek zawsze znalazł się po lewej stronie,
 - utworzenie tabeli poligonów,
- 3) ustalenie hierarchii wierzchołków budynku,
- 4) wyznaczenie niezmienników – wierzchołków każdego obiektu,
- 5) usunięcie tych wierzchołków budynków, które podlegają eliminacji, (odległości rzędnych od linii ściany budynku są mniejsze lub równe ϵ_{03}),
- 6) prostokątowanie obiektów przy zachowaniu maksymalnego przesunięcia punktu nie większego niż wartości ϵ_{03} ,
- 7) buforowanie, szukanie obiektów znajdujących się w polu bufora w odległości mniejszej niż ϵ_{03} – miara rozpoznawalności rysunku,
- 8) łączenie budynków wskazanych w punkcie 7,
- 9) eliminacja obiektów nie spełniających normy rozpoznawalności,
- 10) tworzenie obszarów zabudowy.

Wymienione etapy można potraktować jako oddzielne algorytmy (operatory) generalizacji i udostępnić ich implementacje w postaci usług WGS. Dzięki takiemu rozwiązaniu możliwe stanie się ich zdalne uruchamianie przez użytkowników aplikacji typu desktop, pełniących rolę klientów usług WGS.

Dla sprawnego działania systemu niezbędne jest uzupełnienie zasobu danych o warstwę infrastruktury drogowej i komunikacyjnej oraz sieci rzecznej. Obiekty te stanowią podstawę do budowania obszarów zabudowy (regionów) oraz odgrywają podstawową rolę w klasyfikacji budynków (Kozioł, 2006).

Koncepcja systemu generalizacji

W wyniku prac badawczych mających na celu zweryfikowanie normy, uporządkowanie danych i ujednoczenie procesu cyfrowej generalizacji kartograficznej dla obiektów topograficznych, podjęto decyzję o budowie systemu o architekturze zorientowanej na usługi, z warstwą danych, warstwą logiki biznesowej oraz warstwą prezentacji, odpowiadającej typowym rozwiązaniom określanym mianem geoportal. Zaletą takiego podejścia jest niewątpliwie możliwość skorzystania z dostarczanych przez system funkcji przez wielu użytkowników z poziomu posiadanych przez nich przeglądarek internetowych. Zarys architektury tego systemu przedstawiono na rysunku 2. Wyróżnione na rysunku elementy realizują opisane poniżej zadania.



Rys. 2. Schemat ideowy systemu generalizacji

Baza danych przestrzennych jest odpowiedzialna za:

- zasilanie i walidację danych wejściowych,
- kontrolę kompletności i poprawności danych,
- obsługiwanie danych użytkownika, przesłanych poprzez interfejs klienta (Web serwis),
- składowanie i udostępnianie danych otrzymanych w wyniku generalizacji po stronie serwera (prezentacja *online* oraz możliwość pobrania przez klienta).

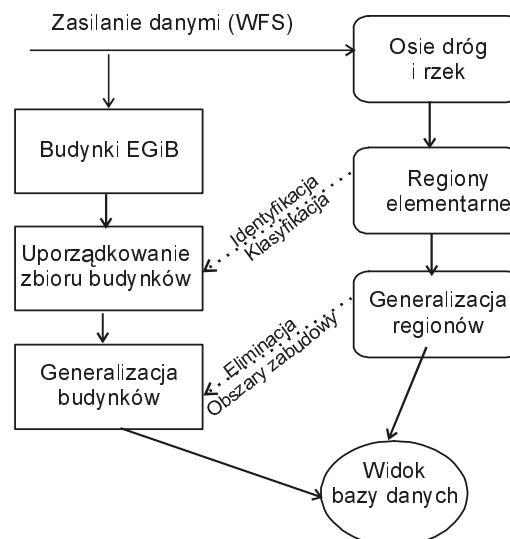
Oprogramowanie ArcGIS Server stanowi podstawę systemu generalizacji danych przestrzennych:

- generalizacja danych wejściowych za pomocą wybranych narzędzi,
- udostępnianie użytkownikowi narzędzi w menu Web serwisu przeznaczonych do generalizacji jego danych.

Portal będzie odpowiedzialny za interakcje systemu z użytkownikami oraz realizację części logiki biznesowej. Będzie to aplikacja sieciowa, udostępniająca graficzny interfejs w oknach przeglądarki użytkownikom systemu, pełniąc rolę klienta usług oferowanych przez ArcGIS server (pośredni dostęp do warstwy danych) oraz klienta bazy danych (bezpośredni dostęp do warstwy danych). W szczególności Portal ma umożliwiać:

- wyświetlanie danych wejściowych,
- udostępnianie interfejsu pozwalającego wybrać dany algorytm generalizacji,
- udostępnienie interfejsu pozwalającego użytkownikowi przesłać własne dane,
- wyświetlanie wyników generalizacji.

Rys. 3. Schemat przetwarzania danych przez usługi generalizacji z zastosowaniem operatorów identyfikacji (budynków w regionie), klasyfikacji obiektów z uwzględnieniem eliminacji regionów i tworzenia obszarów zabudowy



System zostanie wyposażony w możliwość zasilania danymi zewnętrznymi, co będzie się odbywać poprzez przesyłanie danych w formacie *.shp lub w późniejszym okresie za pomocą usługi WFS (rys. 3). Usługa WFS pozwala na wymianę danych przestrzennych w języku GML (i jego profilach).

System wyposażony w usługę WFS należy uznać za otwarty pod względem wymiany danych, a konieczność współpracy systemu GBDOT wydaje się być bezsporna. Jako przykład niech posłużą dane EGiB, których zasób jest aktualizowany w sposób ciągły, w związku z tym metadane warstw zawierają informację o ostatniej aktualizacji. Jest to informacja niezbędna aby systemy mogły dokonać wymiany danych. Zasilanie bazy danych GBDOT ma miejsce tylko w regionach objętych zmianami, a pozostałe obiekty pozostają bez zmian. Na obecnym etapie projektu przewidywane są trzy poziomy użytkowników: administrator, zaawansowany użytkownik (tylko wewnątrz sieci AGH) i gość. Przewiduje się prowadzenie rejestracji użytkowników, którzy dostaną przydział miejsca na serwerze i po zalogowaniu uzyskają dostęp do narzędzi generalizacyjnych, a następnie będą mogli pobrać wynik generalizacji.

Rozwiązania techniczne zastosowane w systemie

Na rynku informatycznym istnieje wiele technologii pozwalających na budowę geoportali. Decydujące znaczenie przy dokonywaniu wyboru miały następujące czynniki:

- doświadczenie członków zespołu w zakresie tworzenia i administrowania systemami informatycznymi,
- umiejętności w zakresie programowania,
- koszty utworzenia systemu w relacji do możliwości uzyskania wsparcia.

W warstwie systemu operacyjnego zdecydowano się na rozwiązania bazujące na systemie Windows 2008 Serwer R2. Serwer internetowy został uruchomiony na bazie oprogramowania Microsoft IIS 7.0. Do budowy geoportalu zostało wykorzystane oprogramowanie ArcGIS Server współpracujące z bazą danych PostGIS 2.0.1. Oprogramowanie systemu generalizacji zostanie wytworzone w środowisku Microsoft Visual Studio 2010, w oparciu o język C#, z wykorzystaniem ADF ArcGIS (ADF – *Application Developer Framework*) dla Microsoft .NET Framework.

Wytwarzanie oprogramowania odbywa się w trzech fazach:

- 1) prototypowanie,
- 2) wdrożenie algorytmów,
- 3) opracowanie i wdrożenie serwisu internetowego.

Wiele opracowanych algorytmów generalizacji zaimplementowano w języku skrypcyjnym Python, z wykorzystaniem pakietu funkcji geoprzetwarzania ArcPy. Algorytmy te po zakończeniu testów zostaną przeniesione do środowiska geoportalu. Będą one stanowić uzupełnienie narzędzi utworzonych za pomocą Model Builder, które następnie udostępnione zostaną w warstwie klienckiej jako pasek narzędzi generalizacji (ang. *Toolbox*). Składowanie oraz zasilanie narzędzi (serwera) geometrycznymi danymi wejściowymi odbywać się będzie poprzez komponent ArcSDE (SDE – *Spatial Data Exchange*), pozwalający na wymianę danych z wybraną bazą danych przestrzennych.

Kolejnym etapem będzie zaprojektowanie struktury fizycznej i logicznej bazy danych przestrzennych, przechowującej obiekty poddawane procesom generalizacji. Do realizacji tej części projektu wykorzystana zostanie wolnodostępna baza danych PostgreSQL 9.1.4 wraz z przestrzennym rozszerzeniem PostGIS 2.0.1.

Warstwę kliencką stanowić będzie portal Web Map Service, utworzony w oparciu o ArcGIS Web Application Developer Framework (ADF) oraz ASP.NET. Główną zaletą portalu, oprócz wyboru dostępnych metod generalizacji, będzie możliwość przesłania wybranej klasy danych (np. budynki) do serwera. Algorytmy generalizacyjne pozwolą na prezentację danych geometrycznych w żądanej skali. W przypadku osiągnięcia zadowalających rezultatów użytkownik będzie mógł pobrać utworzone dane i zapisać je na swoim komputerze.

Podsumowanie

Przedstawiona koncepcja systemu stanowi jedną z wielu realizacji zautomatyzowanego systemu do generalizacji kartograficznej. Przyjęcie możliwości zdalnego jej wykorzystania, przez publiczny dostęp dla użytkownika, w znaczący sposób wpływa na powszechność opracowanego rozwiązania. Oczekuje się, że powszechność zastosowania tego systemu pozwoli na wychwycenie jego niedoskonałości, co w przyszłości pozwoli na usunięcie błędów.

dów lub bardziej optymalne dopasowanie parametrów stosowanych w algorytmach, a to w konsekwencji doprowadzi do podniesienia jakości usługi generalizacji. Poniżej przedstawiono najistotniejsze wnioski:

1. W operatorach generalizacji kartograficznej systemu uwzględniona jest interoperacyjność – norma rozpoznawalności rysunku do przetwarzania danych dla procesów: upraszczania, prostokątowania, agregowania, eliminowania, ustalania progów generalizacji, ustalania regionów, ustalania niezmienników obiektów, usuwania konfliktów oraz zapadania.
2. Rozwiązania uzyskiwane operatorami generalizacji są: jednoznaczne z dokładnością wynikającą z normy rozpoznawalności rysunku oraz niezależne od użytkownika.
3. Rozwiązania operatorami generalizacji dotychczas stosowanymi są weryfikowane w sposób wymierny obiektywną metodą.
4. Operator upraszczania w systemie, umożliwi ciągłą aktualizację danych o budynkach w bazie BDOT przez ich przetworzenie z bazy EGiB, przy zachowaniu ustalonej przez GUGiK dokładności kształtu budynku.

Literatura

- Brassel K., Weibel R., 1988: A review and conceptual framework of automated map generalization, *International Journal of Geographical Information Systems*, 2 (3).
- Chrobak T., 1999: Badanie przydatności trójkąta elementarnego w komputerowej generalizacji kartograficznej. Kraków, AGH; Uczelniane Wydawnictwa Naukowo-Dydaktyczne.
- Chrobak T., 2010: The role of least image dimensions in generalization of object in spatial databases, *Geodesy and Cartography* vol. 59, no 2: 99-120.
- Chrobak T., Kozioł K., 2009: Digital cartographic generalization of buildings layer in creating data of the topographical database. *Archives of Photogrammetry, Cartography and Remote Sensing*, vol. 19: 59-69.
- Kozioł K., 2006: Eliminacja obiektów liniowych z zastosowaniem regionów strukturalnych na przykładzie sieci drogowej. *Roczniki Geomatyki*, t. 4, z. 3: 109-117, PTIP, Warszawa.
- Müller, J. C., 1990a: Rule Based Generalization: Potentials and Impediments. [In:] Proceedings of 4th International Symposium on Spatial Data Handling, vol. 1: 317-334.
- Müller, J. C., 1990b: The Removal of Spatial Conflicts in Line Generalization. *Cartography and Geographic Information Systems* 17(2): 141-149.
- Regnauld, N., Edwardes, A., Barrault, M., 1999: Strategies in Building Generalization: Modelling the Sequence, Constraining the Choice. 3rd ICA Workshop on Progress in Automated Map Generalization, Ottawa.
- Saliszczew K. A., 1998: Kartografia ogólna. Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa.
- Ustawa o infrastrukturze informacji przestrzennej z dnia 4 marca 2010 r. Dz.U. 2010 nr 76 poz. 489.
- Weibel, R., Dutton, G., 1999: Generalizing Spatial Data and Dealing with Multiple Representations. [In:] Longley, P., Goodchild M.F., Maguire D.J., Rhind D.W. (eds.) *Geographical Information Systems: Principles, Techniques, Management and Applications*, 2nd Edition, vol.1, Cambridge: GeoInformation International: 125-155.

Abstract

The paper presents a computer based system architecture for generalization of buildings. Obtaining and updating georeferenced data is the highest cost item in building and maintenance of any GIS system. In these systems, data on buildings are featured with the highest dynamics of changes, which requires constant updating and translates into significant costs of the system maintenance. A software to automate the process of acquiring and updating the data base of buildings and their generalization, is the main objective of the proposed system.

As a result of an analysis, it was decided to use a system architecture based on a geo-portal software. The technical solutions are based on Windows 2008 R2 server and the Web server runs on Microsoft IIS 7.0. ArcGIS Server database with PostGIS 2.0.1. will be used to build the software of the geoportal. The software for the generalization of the system will be made in Microsoft Visual Studio 2010 in C # using ArcGIS Application Framework Developer for Microsoft .NET Framework.

prof. dr hab. inż. Tadeusz Chrobak
chrobak@agh.edu.pl

dr inż. Krystian Koziol
krystian.koziol@agh.edu.pl
home.agh.edu.pl/koziol

dr inż. Artur Krawczyk
artkraw@agh.edu.pl
home.agh.edu.pl/artkraw

mgr inż. Michał Lupa
mlupa@geol.agh.edu.pl