

## **Automatyzacja procesu generalizacji danych przestrzennych jako realizacja zapisów dyrektywy INSPIRE**

Automation of the spatial data generalization process  
as implementation of provisions of the INSPIRE directive

**Karolina Sielicka, Izabela Karsznia**

Uniwersytet Warszawski, Wydział Geografii i Studiów Regionalnych

**Słowa kluczowe: generalizacja danych przestrzennych, INSPIRE, infrastruktura informacji przestrzennej**

Keywords: spatial data generalization, INSPIRE, spatial information infrastructure

### **Wstęp**

Geoinformacja znajduje coraz szersze zastosowanie w zarządzaniu – zarówno w sektorze prywatnym, jak i administracji państwowej. Wciąż rośnie zapotrzebowanie na wiarygodne, aktualne, odpowiednio szczegółowe i obejmujące zasięgiem pożądany obszar dane przestrzenne. Odpowiedzią na to zapotrzebowanie była dyrektywa INSPIRE (Dyrektywa PE, 2007), której przyjęcie rozpoczęło prace nad budową infrastruktury informacji przestrzennej w Europie. Wdrażanie przepisów dyrektywy INSPIRE wiąże się z koniecznością opracowania odpowiednich rozwiązań technicznych i metodycznych. Jednym z nich jest efektywny proces generalizacji danych przestrzennych, którego zastosowanie przynosi wiele korzyści i pozwala na osiągnięcie harmonizacji danych.

W artykule przedstawiono potencjalne obszary zastosowań automatycznej generalizacji w harmonizacji i uspojnieniu infrastruktury informacji przestrzennej.

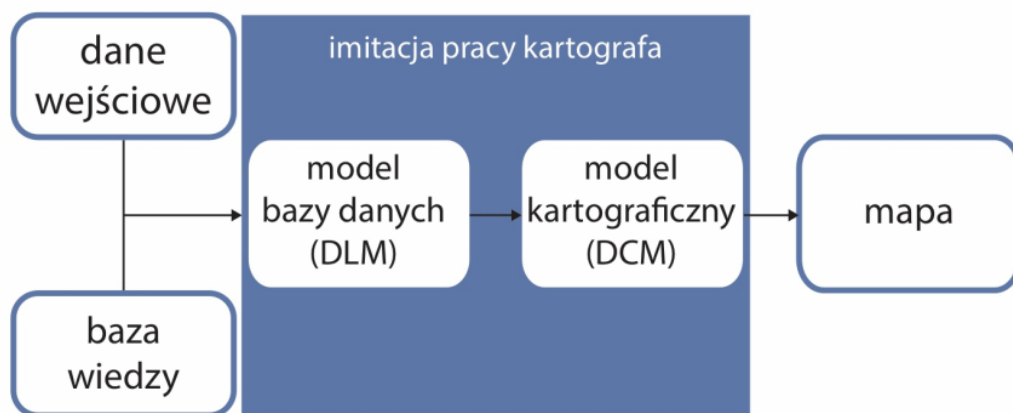
### **Generalizacja danych przestrzennych**

Generalizacja danych przestrzennych związana jest z zamierzoną utratą części informacji w celu zachowania czytelności i podkreślenia elementów charakterystycznych. Wiąże się to ze zmianą skali, tematem opracowania oraz wyborem nośnika wizualizacji. Baza danych przestrzennych stanowi uproszczenie rzeczywistości – świata realnego – a generalizacja pozwala na tworzenie kolejnych uogólnień, z zachowaniem istniejących relacji i najważniej-

szych informacji przestrzennych (Mackness i in., 2007). To właśnie konieczność zachowania pewnych cech, które nie wynikają z obecności pojedynczych obiektów ale zależności między nimi, czyni generalizację tak trudną do automatyzacji. Już w XIX wieku została ona nazwana przez Sydowa (1866) jedną z trzech raf kartografii.

Do przeprowadzenia automatycznej generalizacji poza bazą danych, która zostanie zgeneralizowana, niezbędny jest zbiór zasad (baza wiedzy), który będzie ten proces regulować. Baza wiedzy pozwala w znacznej części odtworzyć proces decyzyjny kartografa. Procesy przeprowadzane automatycznie powinny w możliwie wierny sposób naśladować jego pracę, ponieważ pomimo rozwoju technologii modelowanie kartograficzne i jego podstawy metodyczne pozostają niezmiennie (Andrzejewska i in., 2011).

W ogólnym modelu generalizacji można wydzielić dwa etapy – generalizację modelu danych (*Digital Landscape Model*) i generalizację kartograficzną (*Digital Cartographic Model*; rys. 1). Pierwszy z nich obejmuje opracowanie nowej, uproszczonej bazy danych. Niektóre warstwy tematyczne mogą zostać pominięte, uproszczone lub połączone z innymi. Etap drugi, związany z grafiką, obejmuje nadawanie obiektom wyglądanego kształtu i odpowiadającej skali symboliki oraz rozwiązywanie konfliktów graficznych. Z tak przygotowanej bazy redagowana jest mapa (Głazewski, 2006).



**Rysunek 1.** Schemat metodyki automatycznego opracowywania map

W wielu instytucjach naukowych, agencjach kartograficznych oraz firmach komercyjnych podejmowane są próby automatyzacji poszczególnych etapów procesu generalizacji. Obejmują one: przygotowanie danych wejściowych (na przykład wzbogacenie danych źródłowych), formalizację wiedzy kartograficznej w postaci zasad generalizacji, ocenę i kontrolę procesu generalizacji. Formalizowanie wiedzy ekspertów jest szczególnie dużym wyzwaniem, jednak raz zebrana wiedza może posłużyć do opracowania kolejnych modeli generalizacyjnych. Wiedza ekspercka obejmuje na przykład informacje o wyjątkach jakie należy uwzględnić w procesie generalizacji. Jest to zatem wiedza subiektywna i intuicyjna, która często wynika z doświadczenia redaktora i wykracza poza podstawowe własności obiektów i prawidłowości oraz zasady redakcji map. Tego typu wiedzę formalizuje ekspert osobiście lub inna osoba na podstawie wywiadu z ekspertem.

## **Założenia dyrektywy INSPIRE a procesy automatycznej generalizacji danych przestrzennych**

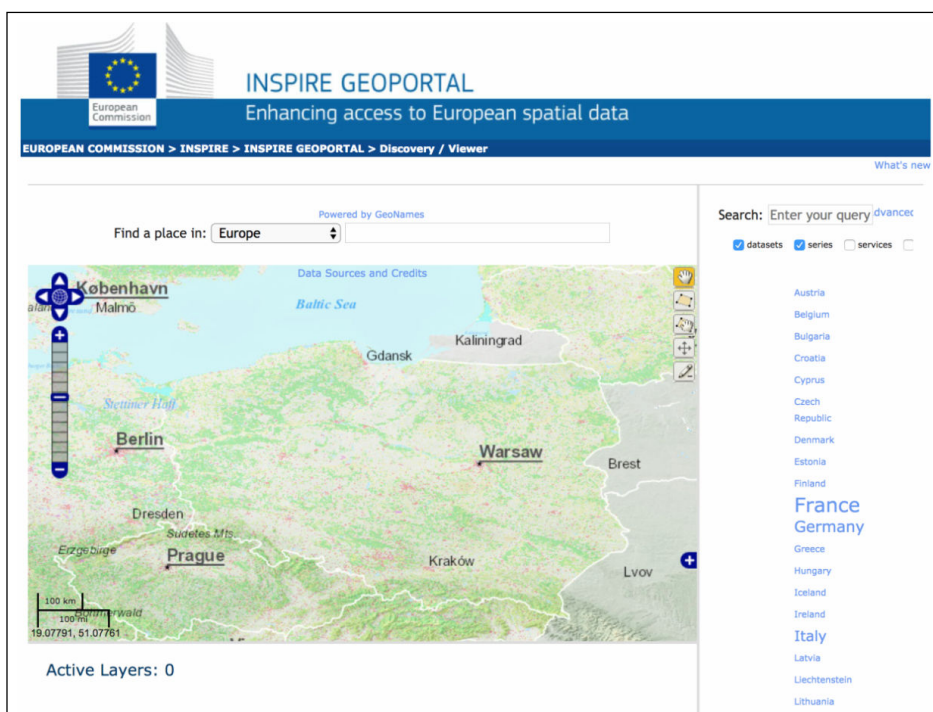
Dyrektywa INSPIRE została przyjęta przez Parlament Europejski 14 marca 2007 roku (Dyrektywa PE, 2007). Jej celem, który muszą osiągnąć wszystkie państwa Unii Europejskiej, jest zapewnienie powszechnej dostępności do informacji przestrzennej dla wszystkich użytkowników. Sposobem realizacji tego celu była budowa infrastruktury informacji przestrzennej w Europie, która opiera się na infrastrukturach krajowych – tworzonych i utrzymywanych przez państwa członkowskie.

Motywacją do podjęcia działań w zakresie wymiany danych była potrzeba efektywnego zarządzania środowiskiem i jego ochroną oraz realizacja założeń zrównoważonego rozwoju w ramach Unii Europejskiej. W celu podjęcia odpowiednich decyzji i działań niezbędne jest przeprowadzenie analiz i zebranie informacji. Pozyskiwanie i opracowywanie tych samych informacji w różnych ośrodkach do różnych celów pochłaniało czas i pieniądze. Zapewnienie wolnego dostępu do geoportali, w celu poszukiwania istniejących danych przestrzennych, ma pozytywne konsekwencje ekonomiczne i znacząco wpływa na jakość i efektywność pracy.

Dyrektywa określa jedynie ogólne kierunki działań i listę tematów danych, które należy opracowywać na poziomie krajowym. Dane są zbierane i przetwarzane do wymaganego formatu stopniowo. Priorytetowo do infrastruktury włączane są te dane, które uznano za bardziej przydatne w prowadzeniu polityki wspólnotowej UE i państw członkowskich. Istotne jest, iż wykorzystywane są dane, którymi państwa dysponują. Nie pozyskuje się żadnych dodatkowych danych, a jedynie modyfikuje i harmonizuje istniejące zbiory do formatu ustalonego zapisami dyrektywy. Sposób osiągnięcia celów dyrektywy określają poszczególne kraje za pośrednictwem swoich własnych aktów prawnych. Z dyrektywą INSPIRE na poziomie europejskim powiązane są liczne dokumenty, między innymi: 15 decyzji, rozporządzeń i dyrektyw; 34 specyfikacje danych dla poszczególnych tematów; inne dokumenty implementacyjne oraz bogata dokumentacja standaryzacyjna. Zawierają one zapisy dotyczące zakresu metadanych oraz wytyczne służące interoperacyjności oraz jeśli to możliwe, harmonizacji zbiorów danych. Rozporządzeniami Komisji UE (Rozporządzenie, 2010; Rozporządzenie, 2011) określono wymagania techniczne zbiorów danych oraz ich zakres tematyczny, w tym atrybuty. Pozwala to na zapewnienie interoperacyjności zbiorów danych prowadzonych przez poszczególne kraje. Podczas gdy dokładnie określono atrybuty oraz ich możliwe wartości, część geometryczna może być przedstawiona w dowolnej szczegółowości, której rozdzielczość określona jest jako jeden z atrybutów. Zbierane dane szczegółowością odpowiadają więc różnym skalom, zazwyczaj jednak prowadzone są bazy na poziomach szczegółowości odpowiadających skalom dużym 1:10 000 lub 1:5000 i skali średniej – około 1:250 000. W celu łączenia geometrii pochodzących z różnych źródeł konieczne jest doprowadzenie ich do jednego poziomu szczegółowości. Wymaga to opracowania efektywnych procedur generalizacji danych przestrzennych, które umożliwiają generowanie baz danych topograficznych i ogólnogeograficznych w różnych skalach – nie tylko na poziomie poszczególnych krajów, ale także na poziomie paneuropejskim (Streilein i in., 2016). Automatyzacja procesu generalizacji oraz jego standaryzacja na poziomie krajowym i europejskim stanowi więc istotny element realizacji założeń dyrektywy INSPIRE, gdyż przyczynia się do: harmonizacji, łatwej wymiany, szybkiej aktualizacji, szerszego wykorzystania oraz ograni-

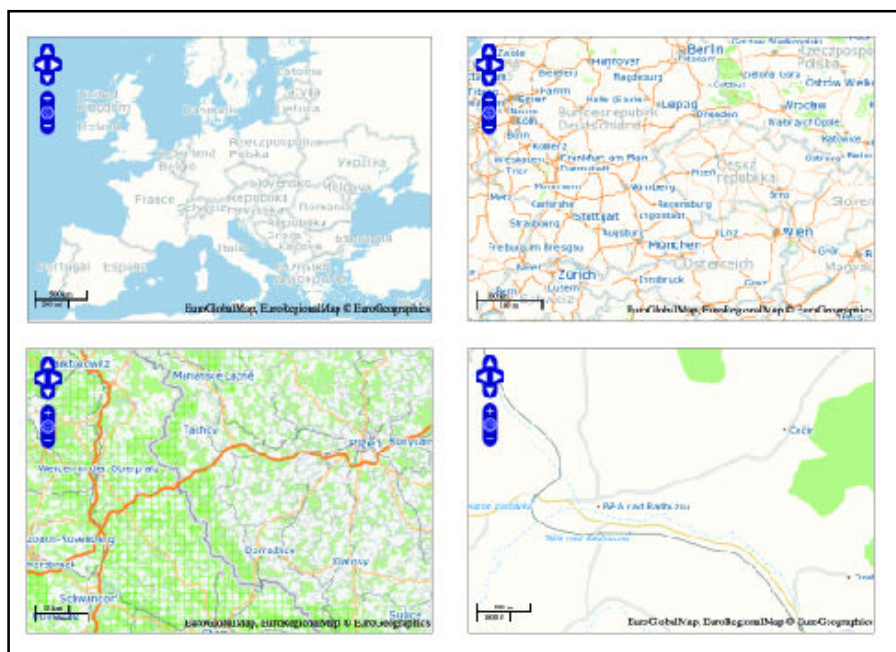
czenia redundancji na rzecz efektywnej wymiany danych. Zgeneralizowane dane mogą zasilać bazy danych o mniejszej szczegółowości lub o określonej tematyce. Innym powodem generalizacji danych może być chęć ich wizualizacji. Poprawne, proste i czytelne przedstawienie danych jest ważne szczególnie dla niewykwalifikowanych odbiorców. Możliwość szybkiego otrzymywania czytelnych map w różnych skalach i o różnej treści znacznie poprawia odbiór informacji, które niosą zebrane w INSPIRE dane. Niewątpliwie sposób przedstawienia danych przestrzennych znacząco wpływa na możliwość ich interpretacji i analizowania.

W ramach realizacji założeń dyrektywy INSPIRE stworzono geoportal <http://inspire-geoportal.ec.europa.eu/> (rys. 2) umożliwiający przeglądanie dostępnych zasobów oraz ich metadanych. Zapewnia on dostęp do informacji zbieranych w ramach realizacji zapisów dyrektywy, ale również dodatkowych danych przestrzennych, udostępnianych przez państwa członkowskie. Początkowo główną przeszkodą dla pełnego wykorzystania dostępnych danych była czasochłonność i kosztowność poszukiwania istniejących danych przestrzennych lub sprawdzanie, czy mogą one być użyte w konkretny cel (Dyrektywa PE, 2007). Obecnie, ze względu na łatwy dostęp do danych przestrzennych, poszukiwanie danych nie stanowi już tak dużego problemu. Często dane przestrzenne są nie tylko dostępne, ale również odpowiednio przetworzone i stanowią gotową informację. Przykładem jest Geographical information system of the Commission (GISCO, 2017), prezentujący dane Eurostatu na mapach i udostępniające je w postaci bazy danych przestrzennych.



**Rysunek 2.** Okno geoportalu INSPIRE, umożliwiającego wyszukiwanie danych przestrzennych, <http://inspire-geoportal.ec.europa.eu/>

W ramach europejskiej inicjatywy rozwoju infrastruktury danych przestrzennych działają organizacje wspierające harmonizację i efektywne zarządzanie zbiorami danych, metadanymi oraz usługami danych przestrzennych. Jest to między innymi stowarzyszenie EuroSDR (European Spatial Data Research) i asocjacja EuroGeographics. Głównym celem EuroSDR jest rozwój i wdrażanie technologii w zakresie optymalizacji, przetwarzania, przechowywania, upowszechniania w formie usług i wykorzystania referencyjnej informacji geoprzestrzennej. Asocjacja EuroGeographics jest organizacją członkowską zrzeszającą 63 europejskie agencje kartograficzne, biura katastru i urzędy ewidencji gruntów z 46 państw. Jej zadaniem jest organizacja wymiany wiedzy, doświadczeń i współpracy w zakresie opracowywania nowych rozwiązań. Dotychczas opracowano 4 produkty o zasięgu paneuropejskim – numeryczny model terenu EuroDEM, bazę danych granic administracyjnych EuroBoundaryMap oraz produkty ważne w kontekście generalizacji, bazy danych EuroRegionalMap i EuroGlobalMap (rys. 3), o poziomach szczegółowości odpowiadających skalom 1: 250 000 i 1:1 000 000. EuroRegionalMap powstała dzięki połączeniu danych o szczegółowości odpowiadającej VMap poziomu 1 lub zbliżonej, pozyskanym od krajów członkowskich zrzeszonych w EuroGeographic. Obejmuje 7 tematów danych przestrzennych, w tym: granice administracyjne, pokrycie terenu i obiekty topograficzne. Zasięgiem obejmuje 36 państw. EuroGlobalMap jest efektem automatycznej generalizacji EuroRegionalMap, uzupełnionej o dane małoskalowe pozyskane bezpośrednio od państw członkowskich. Baza zawiera 5 warstw tematycznych dotyczących granic, pokrycia terenu i różnego rodzaju obiektów, wraz z ich nazwami. Produkt ten zasięgiem obejmuje terytoria 45 państw. Dzięki ciągłości danych obu baz i ich jednolitemu poziomowi szczegółowości są one niezwykle przydatne do analiz geograficznych. Pełna treść obu baz danych jest dostępna nieodpłatnie, dla wszystkich użytkowników.



**Rysunek 3.** Dane EuroGlobalMap i EuroRegionalMap wizualizowane na różnych poziomach szczegółowości, <http://www.eurogeographics.org/products-and-services>

## Infrastruktura informacji przestrzennej na poziomie krajowym a procesy automatycznej generalizacji

Dane gromadzone w ramach dyrektywy INSPIRE swoim zasięgiem mają obejmować wszystkie państwa członkowskie Unii Europejskiej i być sumą zbiorów danych krajowych. Budowa krajowych infrastruktur informacji przestrzennej wymaga: norm, zaplecza technicznego, danych, a także ludzi, środków, regulacji prawnych i zaangażowania instytucji. Ich organizacja, budowa i utrzymanie leżą w gestii państw członkowskich, które mają stopniowo zbierać, dostosowywać i włączać do infrastruktur dane dotyczące różnych tematów, wymienionych w dyrektywie INSPIRE. Priorytetowo do infrastruktury włączane są dane uznane za bardziej przydatne w prowadzeniu polityki wspólnotowej UE i państw członkowskich. Istotne jest, iż zbierane są dane, którymi państwa już dysponują. Nie pozyskuje się żadnych dodatkowych danych, a jedynie doprowadza istniejące zbiory do formatu ustalonego przez dyrektywę. Aktualizacja odbywa się, gdy organy odpowiedzialne za dostarczanie są w posiadaniu nowszych danych. W przypadku Polski dane w infrastrukturze i Geoportalu, zgodnie z rozporządzeniem Komisji UE (2010) są aktualizowane nie później niż 6 miesięcy po aktualizacji bazy danych źródłowych.

Zasygnalizowanie istnienia pewnych zbiorów danych jest ważne, jednak możliwość ich zestawiania i porównywania ze sobą jest kluczowe i niezbędne do przeprowadzania analiz, a co za tym idzie otrzymywania wiarygodnych informacji. Udostępniane zbiory danych mają różny stopień szczegółowości. Ujednolicenie ich i możliwość swobodnego integrowania baz pozwoliłoby na przeprowadzania analiz oraz pokrycie danymi pożądanego obszaru. Należy jednak podkreślić, iż ujednolicanie nie zawsze jest możliwe i potrzebne. Transformacja danych do jednego poziomu szczegółowości polega na generalizacji zbiorów. Jest to istotne, gdy analizy przeprowadzane są na obszarach transgranicznych, a więc konieczne jest połączenie i uspołnienie informacji pochodzącej z kilku źródeł.

Infrastruktura informacji przestrzennej (IIP) stanowiąca polską część INSPIRE tworzona jest przez 12 organów wiodących we współpracy z jednostkami samorządu terytorialnego i instytucjami kształcenia (na poziomie średnim i wyższym; GUGiK, 2016). Podstawą działania w zakresie krajowej infrastruktury danych przestrzennych i transpozycją dyrektywy INSPIRE (Dyrektywa PE, 2007) do prawodawstwa polskiego jest ustawa o *infrastrukturze informacji przestrzennej* z 4 marca 2010 roku (Ustawa, 2010). Prace nad jej realizacją są koordynowane przez Radę Infrastruktury Informacji Przestrzennej. Centralnym punktem dostępowym do zbiorów i usług IIP jest Geoportal (<http://www.geoportal.gov.pl/>). Służy on wyszukiwaniu żądanych informacji i przeglądaniu dostępnych danych. Obecnie (stan na grudzień 2017 roku) w Geoportalu dostępne są dane przestrzenne z 5 tematów pierwszej grupy tematycznej dyrektywy INSPIRE. Pozostałe tematy należące do tej grupy udostępniane są w geoportalach tematycznych:

- [zabytek.pl](http://zabytek.pl), zawiera informacje o polskich zabytkach,
- [geo.stat.gov.pl](http://geo.stat.gov.pl), gdzie przeglądać można dane statystyczne,
- [geoserwis.gdos.gov.pl](http://geoserwis.gdos.gov.pl), obejmujący dane o ochronie środowiska,
- [inspire.gios.gov.pl](http://inspire.gios.gov.pl), zawierający informacje o urządzeniach do monitorowania środowiska,
- [ekoportal.gov.pl](http://ekoportal.gov.pl), przedstawia informacje o środowisku i jego ochronie.



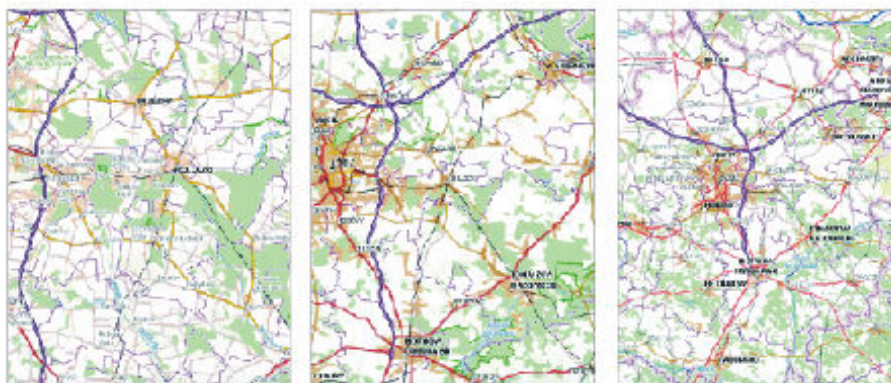
O rosnącym zainteresowaniu i zastosowaniu informacji przestrzennych świadczy powstawanie kolejnych geoportali tworzonych nie tylko przez organy rządowe i samorządowe, ale również instytucje i przedsiębiorstwa. Wzrasta też liczba użytkowników geoportali (Gaździcki, 2017).

Podstawą krajowej infrastruktury danych przestrzennych jest Baza Danych Obiektów Topograficznych (BDOT10k), opracowana w latach 2012-2013 w ramach projektu *Georeferencyjna Baza Danych Obiektów Topograficznych (GBDOT)* z inicjatywy Głównego Urzędu Geodezji i Kartografii (Olszewski, Gotlib, Bielawski, 2013).

W ramach rozwoju krajowej infrastruktury w roku 2014 w zakresie prac związanych z automatyzacją generalizacji danych przestrzennych z inicjatywy GUGiK opracowana została Baza Danych Obiektów Ogólnogeograficznych (BDOO) o poziomie szczegółowości odpowiadającym skali 1:250 000. Baza ta została opracowana w trybie półautomatycznej generalizacji z bazy BDOT10k z wykorzystaniem programu FME (oprogramowanie typu ETL; GUGiK, 2015). BDOO ma spójny pojęciowo model konceptualny z bazą BDOT10k, co jest zgodne z koncepcją harmonizacji i ujednoczenia baz danych wchodzących w skład krajowej infrastruktury informacji przestrzennej.

Obecnie w GUGiK realizowany jest projekt Centrum Analiz Przestrzennych Administracji Publicznej (CAPAP). Jedne z jego kluczowych założeń dotyczą pełnej automatyzacji procesu generalizacji BDOT10k do BDOO oraz opracowania procedur w pełni automatycznej generalizacji obu baz, pozwalającej na uzyskanie map topograficznych i map ogólnogeograficznych.

Ponadto, w celu realizacji powszechnego dostępu do danych przestrzennych, jako jeden z kierunków działań podejmowanych w ramach realizacji założeń dyrektywy INSPIRE Główny Geodeta Kraju wskazuje zmiany w Geoportalu – rozwój jego funkcjonalności i poprawę użyteczności. Jednym z kierunków poprawy powinno być opracowanie metod wizualizacji zbiorów danych w sposób czytelny, umożliwiający przeglądanie danych i wyciąganie na ich podstawie wniosków (GUGiK, 2016). Obecnie na geoportalu użytkownicy mają możliwość przeglądania Bazy Danych Obiektów Ogólnogeograficznych (BDOO), która jest wizualizowana w szczegółowości odpowiadającej skalom 1: 100 000, 1: 250 000, 1: 500 000, 1:1 000 000 i 1:2 000 000. Wykorzystane do wizualizacji narzędzia zapewniają efektywną selekcję obiektów, jednak tworzone na żądanie wizualizacje zawierają konflikty graficzne, między innymi nachodzące na siebie etykiety miejscowości (rys. 4). Konieczny jest zatem dalszy rozwój



**Rysunek 4.** Wizualizacja BDOO w skalach: 1: 250 000, 1: 500 000 i 1:1 000 000

narzędzi generalizacji, zapewniający w pełni poprawną, pozbawioną konfliktów graficznych wizualizację danych.

W przypadku geoportalu to użytkownik decyduje o doborze wyświetlanych warstw tematycznych, ich priorytecie i skali. W celu zapewnienia maksymalnej czytelności celowe jest przetwarzanie danych w czasie rzeczywistym i generowanie ich tymczasowej wizualizacji (Weibel, Burghardt, 2008). Selekcja niektórych elementów i uproszczenie ich kształtu, zastosowanie symbolizacji odpowiedniej do skali i treści oraz rozwiązanie konfliktów przestrzennych pozwalają na otrzymywanie czytelnych i poprawnych kartograficznie wizualizacji danych przestrzennych, które mogą być efektywnie analizowane przez zwykłą obserwację, nawet przez niedoświadczonego użytkownika. W ramach realizowanego obecnie w GUGiK projektu CAPAP powstaje platforma analityczna oraz system automatycznej generalizacji danych, których celem jest upowszechnienie informacji przestrzennej i jej udostępnienie szerokiemu gronu odbiorców.

Kraje Unii Europejskiej wprowadzają zapisy dyrektywy INSPIRE korzystając z różnych narzędzi i metod. Prace nad automatyzacją generalizacji danych przestrzennych od lat prowadzone są w licznych jednostkach naukowych, między innymi: we francuskim Narodowym Instytucie Geograficznym (IGN), brytyjskim Ordnance Survey, Norweskiej Agencji Kartograficznej Kartverket oraz Holenderskiej Agencji Kartograficznej Kadaster. Niektóre z krajowych agencji kartograficznych opracowały już modele pozwalające na całkowitą automatyzację procesu generalizacji na wybranych poziomach szczegółowości, przy każdorazowej aktualizacji danych. W pełni zautomatyzowany proces generalizacji wprowadziły między innymi: Wielka Brytania, Norwegia, Holandia, Dania, Katalonia, Niemcy i Szwajcaria (Stoter i in., 2014). Ponieważ większość agencji opracowywała własne metody generalizacji powstałe materiały nie mogą posłużyć do opracowania map ponadkrajowych, gdyż różnią się skalą, zakresem treści, prezentacją kartograficzną i aktualnością, a także programami, w których zostały zaimplementowane.

Francuski IGN opracowuje mapy topograficzne poprzez generalizację źródłowej bazy danych przestrzennych do kartograficznej bazy danych, która stanowi poprawną kartograficznie i pozbawioną konfliktów graficznych wizualizację obiektów. Aktualizacje treści są wprowadzane tylko w cyfrowym modelu kartograficznym, dzięki czemu proces opracowywania map jest krótszy i tańszy (Lecordix, Lemarieë, 2007).

Holenderska Agencja Kartograficzna Kadaster dysponuje algorytmami, dzięki którym możliwe jest całkowicie automatycznie otrzymywanie map topograficznych. Przyspieszenie i ograniczenie kosztów procesu odbyło się jednak kosztem jakości map. Jednocześnie przeprowadzone badania dowodzą, że czytelność i szczegółowość automatycznie zgeneralizowanych danych jest wystarczająca i akceptowalna dla użytkowników, między innymi dla wojska (Stoter i in., 2014).

Brytyjski Ordnance Survey korzysta z wielorozdzielczej bazy danych, której kolejne poziomy szczegółowości otrzymywane są w wyniku procesu generalizacji. Niektóre z produktów, między innymi OS VectorMap District są generalizowane w podziale na sektory o wymiarach  $10 \times 10$  km, dzięki czemu przy aktualizacji możliwe jest wymienianie konkretnych sektorów, bez konieczności tworzenia nowej bazy dla obszaru całego kraju (Revell i in., 2011).

Problematyka generalizacji jest coraz częściej podejmowana również przez polskich naukowców, którzy prezentują różne podejścia do tego tematu. Badania nad generalizacją map numerycznych zapoczątkowali: Iwaniak, Paluszyński i Żyszkowska już w latach 90. XX wieku (1998). Obecnie prowadzone badania dotyczą między innymi generalizacji wybranych



elementów BDOO z zastosowaniem metod uczenia maszynowego (Karsznia, 2015; Karsznia, Weibel, 2018) oraz kontekstowej generalizacji kształtów zabudowy z wykorzystaniem narzędzi morfologii matematycznej (Karsznia, Leszczuk 2017). Temat budowy reguł generalizacji z wykorzystaniem wybranych algorytmów inteligencji obliczeniowej poruszają także Olszewski (2009) oraz Fiedukowicz (2013).

## Wnioski

Powstające infrastruktury informacji przestrzennej mają za zadanie zapewnić dostęp do informacji o zasobach wszystkim użytkownikom. Automatyczna generalizacja danych jest narzędziem, które pozwoli zapewnić harmonizację danych pochodzących z różnych źródeł i o różnych poziomach szczegółowości.

Uogólnienie danych przestrzennych jest niezbędne do tworzenia czytelnych wizualizacji w różnych wariantach tematycznych, w czasie rzeczywistym oraz na żądanie użytkownika. W przypadku geoportali wprowadzenie takiej funkcjonalności w znacznym stopniu poprawiłoby odbiór danych i zwiększyłoby ich informacyjność.

Zastosowanie automatycznej generalizacji skraca również czas opracowania nowych danych lub ich aktualizacji. Dane, które zasilają zbiór mogą być przetwarzane w pełni automatycznie lub z niewielkim udziałem specjalistów, którzy decydują o parametrach generalizacji lub oceniają efekty przeprowadzanych przekształceń. Ograniczenie liczby osób oraz skrócenie czasu całego procesu ma wymiar ekonomiczny i odpowiada na rosnące zapotrzebowanie na dane aktualne.

Harmonizacja, jednolita szczegółowość, czytelność, obniżenie kosztów oraz aktualność danych są wartością dodaną procesu generalizacji i mają znaczący udział w realizacji zapisów dyrektywy INSPIRE.

**Podziękowania.** Autorki dziękują za cenne uwagi recenzentom niniejszej pracy oraz dyskutantom podczas referatu wygłoszonego w ramach XXVII Konferencji Polskiego Towarzystwa Informacji Przestrzennej.

**Finansowanie.** Badanie to uzyskało wsparcie Ministerstwa Nauki i Szkolnictwa Wyższego RP w formie dotacji na badania naukowe lub prace rozwojowe oraz zadania z nimi związane służące rozwojowi młodych naukowców oraz uczestników studiów doktoranckich (numer finansowy 501-D119-86-0115500-15).

## Literatura (References)

- Andrzejewska Maria, Bielawski Bartłomiej, Głazewski Andrzej, Gotlib Dariusz, Kowalski Paweł, Olszewski Robert, Ostrowski Wiesław, 2011: Opis procesu modelowania kartograficznego w urzędowych bazach danych referencyjnych (Description of the cartographic modeling process in official reference data bases in Poland). *Roczniki Geomatyki* 9 (1): 19-32. Warszawa, PTIP.  
<http://rg.ptip.org.pl/index.php/rg/article/view/RG2011-1-Andrzejewska-inni/1350>
- Dyrektywa PE: Dyrektywa 2007/2/WE Parlamentu Europejskiego i Rady z dnia 14 marca 2007 roku ustanawiająca infrastrukturę informacji przestrzennej we Wspólnocie Europejskiej (INSPIRE), (Directive 2007/2/EC of the European Parliament and of the Council of 14 March 2007 establishing an Infrastructure for

- Spatial Information in the European Community (INSPIRE)). Dziennik Urzędowy UE L108/1 z 25.4.2007 r. [http://www.radaip.gov.pl/\\_\\_data/assets/pdf\\_file/0008/29609/Dyrektywa\\_INSPIRE\\_pl.pdf](http://www.radaip.gov.pl/__data/assets/pdf_file/0008/29609/Dyrektywa_INSPIRE_pl.pdf)
- EuroGeographics. <http://www.eurogeographics.org/products-and-services>
- Fiedukowicz A., 2013: Wykorzystanie zbiorów przybliżonych do pozyskiwania wiedzy i budowy reguł systemu generalizacji informacji geograficznej (Implementation of rough sets theory for knowledge acquisition and construction of knowledge base for generalization of geographic information). *Roczniki Geomatyki* 11 (2): 33-46. Warszawa, PTIP. <http://rg.ptip.org.pl/index.php/rg/article/view/RG2013-2-Fiedukowicz/1502>
- Gaździcki J., 2017: Informacja geoprzestrzenna w Polsce: rozwój i nowe wyzwania (Geospatial information in Poland: development and new challenges). *Roczniki Geomatyki* 15 (2): 139-145. Warszawa, PTIP. <http://rg.ptip.org.pl/index.php/rg/article/view/RG2017-2-Gazdzicki/1676>
- Geographical information system of the Commission, 01.12.2017. [http://ec.europa.eu/eurostat/statistics-explained/index.php/Glossary:Geographical\\_information\\_system\\_of\\_the\\_Commission\\_\(GISCO\)](http://ec.europa.eu/eurostat/statistics-explained/index.php/Glossary:Geographical_information_system_of_the_Commission_(GISCO))
- Geoportal INSPIRE, 01.12.2017. <http://inspire-geoportal.ec.europa.eu/>
- Głazewski Andrzej, 2006: Modele rzeczywistości geograficznej a modele danych przestrzennych. (Models of geographic reality in relation to the models of spatial data). *Polski Przegląd Kartograficzny* 38 (3): 217-225. Warszawa.
- GUGiK, 2016: Program budowy infrastruktury informacji przestrzennej (IIP) w etapie obejmującym lata 2016-2017 (The Programme for Development of the Spatial Information Infrastructures (SII) for the period 2016-2017). Warszawa, Główny Urząd Geodezji i Kartografii. [http://www.radaip.gov.pl/\\_\\_data/assets/pdf\\_file/0015/34602/ProgramBudowyIIPv1\\_0.pdf](http://www.radaip.gov.pl/__data/assets/pdf_file/0015/34602/ProgramBudowyIIPv1_0.pdf)
- GUGiK, 2015: Cartographic Activities in Poland 2011–2014, National Report. Warszawa, GUGiK.
- Iwaniak Adam, Paluszyński Witold, Żyszkowska Wiesława, 1998: Generalizacja map numerycznych – koncepcje i narzędzia. Cz. 1 (Generalization of digital maps – concepts and tools. Part 1). *Polski Przegląd Kartograficzny* 30 (3): 79-88.
- Karsznia Izabela, 2015: Metodyka automatyzacji generalizacji wybranych elementów Bazy Danych Ogólnogeograficznych (Methodology of automation of generalisation of selected elements of the General Geographic Database). Warszawa, Wydawnictwo Uniwersytetu Warszawskiego, ISBN: 978-83-63245-06-1.
- Karsznia Izabela, Weibel Robert, 2018: Improving settlement selection for small-scale maps using data enrichment and machine learning. *Cartography and Geographic Information Science* 45(2): 111-127. DOI: 10.1080/15230406.2016.1274237.
- Lecordix Francois, Lemarieč Cečile, 2007: Managing Generalisation Updates in IGN Map Production. [In:] Generalisation of geographic information: cartographic modelling and application. Amsterdam, Oxford: 285-300.
- Leszczuk Marta, Karsznia Izabela, 2017: Kontekstowa generalizacja konturów zabudowy z wykorzystaniem narzędzi morfologii matematycznej (Context-dependent buildings generalisation based on mathematical morphology operations). *Roczniki Geomatyki* 15 (2): 187-200. Warszawa, PTIP.
- Mackaness William, Ruas Anne, Sarjakoski L. Tina., 2007: Generalisation of geographic information: cartographic modelling and application. Amsterdam, Oxford.
- Olszewski Robert, 2009: Kartograficzne modelowanie rzeźby terenu metodami inteligencji obliczeniowej (Cartographic modelling of terrain relief with the use of computational intelligence methods). *Prace Naukowe Politechniki Warszawskiej, Geodezja z. 46: 3-224*. Warszawa, Oficyna Wydawnicza Politechniki Warszawskiej.
- Olszewski Robert, Gotlib Dariusz, Bielawski Bartłomiej, 2013: Rola bazy danych obiektów topograficznych w tworzeniu infrastruktury informacji przestrzennej w Polsce (The role of the topographic objects database in development of the Spatial Information Infrastructure in Poland). Warszawa, GUGiK.
- Revell P., Regnaud N., Bulbrooke G., 2011: Os VectorMap District: Automated Generalisation, Text Placement And Conflation In Support Of Making Pubic Data Public, 25th International Cartographic Conference, July 2011, Paris, France. [https://icaci.org/files/documents/ICC\\_proceedings/ICC2011/Oral%20Presentations%20PDF/D3-Generalisation/CO-358.pdf](https://icaci.org/files/documents/ICC_proceedings/ICC2011/Oral%20Presentations%20PDF/D3-Generalisation/CO-358.pdf)

- Rozporządzenie Komisji (UE) nr 1089/2010 z dnia 23 listopada 2010 r. w sprawie wykonania dyrektywy 2007/2/WE Parlamentu Europejskiego i Rady w zakresie interoperacyjności zbiorów i usług danych przestrzennych (Commission Regulation (EU) No 1089/2010 of 23 November 2010 implementing Directive 2007/2/EC of the European Parliament and of the Council as regards interoperability of spatial data sets and services).
- Rozporządzenie Komisji (UE) nr 102/2011 z dnia 4 lutego 2011 r. zmieniające rozporządzenie (UE) nr 1089/2010 w sprawie wykonania dyrektywy 2007/2/WE Parlamentu Europejskiego i Rady w zakresie interoperacyjności zbiorów i usług danych przestrzennych (Commission Regulation (EU) No 102/2011 of 4 February 2011 amending Regulation (EU) No 1089/2010 implementing Directive 2007/2/EC of the European Parliament and of the Council as regards interoperability of spatial data sets and services).
- Stoter Jantien, Post Marc, van Altena Vincent, Nijhuis Ron, Bruns Ben, 2014: Fully automated generalization of a 1:50k map from 1:10k data. *Cartography and Geographic Information Science* 41(1): 1-13.
- Streilein Andre, Remondino Fabio, Pfeifer Norbert, Trollvik Jon Arne, Stoter Jantien, Crompvoets Joep, Potůčková Markéta, 2016: EuroSDR – the pan-european network for mapping agencies and academia. XXIII ISPRS Congress, 12-19 July, Prague, Czech Republic. The International Archives of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences vol. XLI-B4.  
<https://www.int-arch-photogramm-remote-sens-spatial-inf-sci.net/XLI-B4/661/2016/isprs-archives-XLI-B4-661-2016.pdf>
- Ustawa, 2010: Ustawa z dnia 4 marca 2010 r. o infrastrukturze informacji przestrzennej (The Act of March 4, 2010 on the spatial information infrastructure). Dz.U. 2010 nr 76 poz. 489.  
<http://prawo.sejm.gov.pl/isap.nsf/download.xsp/WDU20100760489/O/D20100489.pdf>
- Weibel Robert, Burghardt Dirk, 2008: Generalization, On-the-Fly. [In:] Shekhar S., Xiong H., Zhou X. (eds), *Encyclopedia of GIS*. Boston, Springer.

### **Streszczenie**

*Artykuł prezentuje założenia budowy infrastruktury informacji przestrzennej w Europie oraz na poziomie krajowym. Opisano w nim organizację oraz regulacje prawne dotyczące infrastruktur danych przestrzennych. Autorki wskazują automatyczną generalizację danych jako narzędzie, które znajduje szerokie zastosowanie w infrastrukturze informacji przestrzennej i przynosi szereg korzyści. Scharakteryzowano proces generalizacji i zaprezentowano jego podstawowe założenia. Wymieniono trzy główne obszary zastosowania generalizacji w infrastrukturach informacji przestrzennej:*

- o przekształcanie baz danych do ustalonej szczegółowości, w celu harmonizacji danych,*
- o tworzenie baz danych i opracowań kartograficznych w całym szeregu skalowym na podstawie jednej, wielkoskalowej źródłowej bazy danych,*
- o selekcja obiektów do wizualizacji kartograficznej danych przestrzennych.*

*Przykładem pomyślnego wykorzystania generalizacji w celu otrzymywania danych przestrzennych w skalach małych są produkty EuroGeographic. Automatyczne procesy dające oczekiwane rezultaty dają nadzieję na szersze wykorzystanie generalizacji w celu usprawnienia opracowywania informacji przestrzennych.*

### **Abstract**

*The paper presents the assumptions for the development of the Spatial Information Infrastructure in Europe and at the national level. It describes organization and regulations regarding infrastructure. The authors indicate automatic data generalization as a tool that can be widely used in the Spatial Information Infrastructure and brings a number of benefits. In the paper the generalization process was characterized and its basic assumptions were presented.*

*Three main areas of application of generalization were mentioned:*

- o transformation of databases to the specific detail level, to harmonize data,*
- o creation of databases and maps updates across a wide range of scales, based on one large-scale source database,*
- o selection of objects for cartographic visualization of spatial data.*

*An example of successful use of generalization in order to obtain spatial data at small scales are EuroGeographic products. Automatic processes leading to expected results give hope for wider use of generalization supporting improvements of the development of spatial information.*

Dane autorów / Authors details:

mgr inż. Karolina Sielicka  
<https://orcid.org/0000-0003-2330-2426>  
[k.sielicka@uw.edu.pl](mailto:k.sielicka@uw.edu.pl)

dr inż. Izabela Karsznia  
<https://orcid.org/0000-0001-5510-8770>  
[i.karsznia@uw.edu.pl](mailto:i.karsznia@uw.edu.pl)

Przesłano / Received 31.12.2017

Zaakceptowano / Accepted 3.04.2018

Opublikowano / Published 15.05.2018