

Marta Chmielewska, Elżbieta Majchrowska

ZASTOSOWANIE NARZĘDZI GIS DO ANALIZY PLANU MIASTA W MORFOLOGII MIAST

W artykule w sposób praktyczny przedstawiono możliwości zastosowania narzędzi GIS podczas przeprowadzania analizy planu miasta pod kątem morfologicznym. Krok po kroku scharakteryzowano poszczególne etapy takiej analizy, wskazując na korzyści, jakie niesie za sobą wykorzystanie tychże narzędzi. Zwrócono również uwagę na mogące pojawić się trudności i pokazano sposoby minimalizowania ich wpływu na przebieg badań.

Słowa kluczowe: *GIS, ArcGIS, morfologia miast w ujęciu Conzena, analiza planu miasta*

1. Wprowadzenie

Morfologia miast, zwana również urbomorfologią, jest dyscypliną badawczą z pogranicza geografii miast, historii miast i urbanistyki. Jest to nauka o budowie zewnętrznej (tj. kształcie i fizjonomii zabudowy) i budowie wewnętrznej (tj. rozplanowaniu) miasta oraz o genezie i ewolucji składających się na to miasto części (ich morfogenezie). Przedmiotem badań urbomorfologii jest miasto, ale jego analizę morfologiczną można przeprowadzać w różnej skali: od pojedynczych elementów morfologicznych miasta (do których zalicza się ulice, działki i place), poprzez jego jednostki morfologiczne (zbiór jednorodnych elementów morfologicznych tworzących np. blok urbanistyczny), osiedla, dzielnice, aż po miasto jako całość, zespół miast czy sieć osadniczą (Koter 1994; Kulesza 2001).

Spośród wielu szkół badawczych wyodrębnionych wraz z rozwojem morfologii miast jako nauki (zob. Whitehand 1987; Larkham 1991) na szczególną uwagę zasługują dwie: szkoła włoska i szkoła conzenowska. Pierwsza, której twórcą był S. Muratori (1959, 1963), bada przestrzeń miejską z punktu widzenia architekta i jest najbardziej rozpowszechnionym ujęciem morfologii miast na świecie. Druga, stworzona przez M.R.G. Conzena (1960, 1962, 1966, 1968), prezentuje podejście geograficzne i wywarła największy wpływ na badania morfologiczne miast w Polsce. Polscy badacze nawiązywali zarówno do metody

analizy planu miasta zaproponowanej przez Conzena, jak i jego koncepcji cyklu przemian działki miejskiej (m.in. Golachowski 1956; Koter 1969, 1974; Miszevska 1971, 1979; Zagożdżon 1971), a ostatnio także do najmniej poznanej w Polsce teorii „urban fringe belt” (Baranowska 2007, 2009).

Zgodnie z podejściem conzenowskim, badania morfologiczne przeprowadza się poprzez analizę elementów krajobrazu dostępnych do bezpośredniej obserwacji, do których należą: plan miasta, typ zabudowy i formy użytkowania przestrzeni miejskiej, w ściślejszej korelacji z przekazami pośrednimi, jak literatura czy archiwalia. Podstawowym źródłem informacji są materiały kartograficzne, a najważniejszą metodą badawczą – analiza planu miasta, polegająca na obserwacji przemian w przestrzeni miejskiej na podstawie chronologicznie zestawionych planów badanego obszaru. Można ją przeprowadzać w ujęciu ewolucyjnym – od formy pierwotnej do postaci współczesnej, albo w ujęciu retrospektywnym – od formy współczesnej do pierwotnej (Koter 1969; Moudon 1997; Koter, Kulesza 2008).

Niezależnie od kierunku przeprowadzania analizy planu miasta jej celem jest prześledzenie przeszłości rozwojowej badanego ośrodka miejskiego lub jego fragmentu, a następnie udzielenie odpowiedzi na jedno bądź kilka z następujących pytań:

- Jakie etapy rozwoju morfologicznego można wyróżnić dla obszaru badań?
- Jaka jest geneza powstania jego poszczególnych części?
- Jaka była fizjonomia i rozplanowanie obszaru badań w kolejnych etapach rozwoju?
- Jakie przemiany morfologiczne zachodziły w jego przestrzeni miejskiej?
- Jakie były ich przyczyny?
- Jak obszar badawczy będzie się rozwijał w przyszłości?

Zbadanie przeszłości miasta pozwala zatem zrozumieć obecny kształt i fizjonomię jego przestrzeni miejskiej, a także wysunąć prognozy dotyczące przyszłych kierunków jej rozwoju.

Współcześnie w badaniach morfologicznych we wszystkich ujęciach wprowadzane są różnego rodzaju metody komputerowe. Znacznie ułatwiają one badania retrospektywne, a także badania przemian zachodzących w przestrzeni miejskiej. Poprzez możliwość wykonania np. komputerowej wizualizacji ewolucji krajobrazu miejskiego, nadają badaniom bardziej dynamiczny charakter (Koster 1998; Larkham 2006). Ponadto tworzone są np. trójwymiarowe modele budynków czy fragmentów miast (Maltret, Zoller 1996), a także prowadzone są badania morfologiczne z wykorzystaniem zdjęć satelitarnych (Huang, Lu, Sellers 2007) i narzędzi GIS (Moudon 1998; Koster 2001; Schütz 2008; Pinho, Oliveira 2009).

W artykule w sposób praktyczny przedstawiono schemat postępowania badawczego podczas przeprowadzania analizy planu miasta pod kątem morfologicznym z wykorzystaniem narzędzi GIS. Krok po kroku scharakteryzowano poszczególne etapy takiej analizy, wskazując na korzyści, jakie niesie za sobą

wykorzystanie tychże narzędzi. Zwrócono również uwagę na mogące pojawić się trudności i pokazano sposoby minimalizowania ich wpływu na przebieg badań. Artykuł ma charakter metodyczny, prezentowany schemat badawczy został wypracowany na podstawie przeprowadzanej w pracy doktorskiej pt. „Morfologiczne przekształcenia przestrzeni miejskiej Katowic” (Chmielewska 2012b) wieloetapowej analizy morfologicznej planu miasta Katowice, z użyciem programu ArcGIS firmy ESRI.

2. Analiza planu miasta w ujęciu morfologicznym krok po kroku

Schemat postępowania badawczego podczas przeprowadzania analizy planu miasta w ujęciu morfologicznym zasadniczo można podzielić na 3 etapy: 1) etap przygotowawczy, 2) etap analityczny i 3) etap podsumowujący, z których każdy jest równie istotny.

Etap przygotowawczy polega na zebraniu niezbędnych do dalszych badań materiałów źródłowych. Na tym etapie następuje przede wszystkim zapoznanie z przeszłością rozwojową badanego ośrodka poprzez kwerendę literatury historycznej i geograficznej dotyczącej miejscowości. W przypadku braku publikowanych opracowań dotyczących przeszłości analizowanego miasta lub gdy dostępne opracowania są zbyt mało dokładne, niezbędne jest zapoznanie się z dokumentami udostępnianymi w archiwach. Jednocześnie na tym etapie postępowania badawczego zbiera się materiały kartograficzne, które posłużą do analizy planu miasta oraz dokonuje ich selekcji. Na podstawie źródeł historycznych wskazane jest wstępne rozróżnienie odmiennych okresów w rozwoju miasta wg subiektywnie przyjętego kryterium. Wykonuje się też rekonstrukcje planów dla brakujących okresów czasowych.

Etap analityczny obejmuje właściwą analizę planu miasta, która polega na obserwacji przemian w przestrzeni miejskiej na podstawie chronologicznie zestawionych planów badanego obszaru. Jak zauważono we wstępie, analizę tą można przeprowadzać w dwojaki sposób: w ujęciu ewolucyjnym lub w ujęciu retrospektywnym. Ujęcie ewolucyjne stosuje się mając do dyspozycji odpowiednią liczbę planów miasta reprezentatywnych dla uprzednio wyróżnionych okresów w rozwoju danego ośrodka. Pozwala ona prześledzić przebieg ewolucji przestrzeni miejskiej od początku jej kształtowania aż po współczesność, uwzględniając wszelkie formy pośrednie i przeobrażenia, jakie w niej zaistniały. Ujęcie retrospektywne nadaje się z kolei do analizy miast o ubogiej dokumentacji kartograficznej, dla których pewne plany miasta trzeba odtworzyć metodą rekonstrukcji. Rekonstrukcja taka polega na „cofaniu się w czasie” od młodszego znanego planu miasta, poprzez „zdejmwowanie” elementów morfologicznych powstałych w późniejszym okresie. W ten sposób, znając dobrze historię poszczególnych elementów morfologicznych miasta, można odtworzyć plan dla dowolnego momentu w czasie (Koter 1969, 1994; Whitehand 2001).

Dalsze postępowanie badawcze zależy od przyjętych celów opracowania. Przykładowo, jeżeli celem jest zbadanie struktury morfogenetycznej miasta, obserwacje prowadzi się pod kątem zróżnicowania przestrzeni miejskiej ze względu na genezę i czas powstania poszczególnych jego fragmentów. Jeżeli zaś celem jest analiza jego struktury morfologicznej, należy wziąć pod uwagę, oprócz genezy i czasu powstania, jeszcze rozplanowanie i fizjonomię poszczególnych części badanego obszaru. Badania morfologiczne mogą zmierzać również do charakterystyki przemian zachodzących w przestrzeni miejskiej, wtedy to na ich identyfikację kładzie się największy nacisk w trakcie analizy porównawczej. Oprócz przemian morfologicznych można równocześnie obserwować zmiany funkcji przestrzeni miejskiej, najczęściej w morfologii rozumiane jako formy użytkowania przestrzeni, co jest zgodne z postulatem przyjętym w morfologii miast za M.R.G. Conzenem (1960), że przemiany morfologiczne i funkcjonalne są ze sobą w ścisłej korelacji i należy je rozpatrywać łącznie (Miszewska 2000; Chmielewska 2010). Warto pamiętać, że analizę planu miasta przeprowadza się w ścisłej korelacji ze źródłami pisаныmi, które pozwalają zweryfikować informacje odczytane z mapy. Natomiast współczesny obraz miasta najlepiej poznawać w oparciu o szczegółowe badania terenowe.

Etap podsumowujący to miejsce na syntetyczne zestawienie wyników przeprowadzonych analiz oraz wyciągnięcie wniosków, a także odniesienie uzyskanych rezultatów do innych, wcześniej przeprowadzanych tego typu badań.

W dalszej części artykułu omówiono szczegółowo kolejne kroki, które należy podjąć, aby wykonać analizę morfologiczną planu miasta wykorzystując narzędzia GIS.

3. Rejestracja archiwalnych materiałów kartograficznych

Aby móc wykorzystać narzędzia GIS do analizy materiałów kartograficznych, materiały te muszą być w postaci cyfrowej (jeśli nie są, należy je zeskanować). Postać cyfrowa umożliwia otwarcie danej mapy w programie GIS-owym jako raster, pozwala również wykorzystać ją jako podkład do dalszej analizy. Dopóki jednak mapa ta nie zostanie zarejestrowana (zrektyfikowana), tzn. nie zostanie jej nadany układ odniesienia (georeferencje), wszelkie przeprowadzane na niej analizy nie będą mierzalne (ze względu na brak przypisanej skali odwzorowania). Dlatego pierwszym krokiem, który należy wykonać jest rektyfikacja wszystkich materiałów kartograficznych, które potencjalnie zostaną wykorzystane jako podkłady mapowe do dalszych opracowań.

Rektyfikacja polega na wpisaniu rastra (arkusza mapy) w układ współrzędnych geograficznych za pomocą narzędzia georeferencji (rys. 1). Przeprowadzając analizę porównawczą sekwencji map z różnych okresów czasowych, należy pamiętać, że na przestrzeni dziejów mapy wykonywano w różnych

rzystaniem narzędzi GIS. Po drugie, znacznie ułatwiają porównywanie między sobą map z poszczególnych okresów czasowych. W wyniku rektyfikacji następuje ujednoczenie skali wszystkich map poprzez sprowadzenie ich do jednego układu współrzędnych, w konsekwencji zaś możliwe jest dowolne nakładanie jednego podkładu mapowego na drugi.

4. Selekcja kartograficznych materiałów źródłowych

Po przeprowadzeniu rektyfikacji wszystkich podkładów kartograficznych możliwa jest ich wstępna selekcja pod względem przydatności do dalszych badań. Warto zwrócić uwagę na kilka elementów: dokładność i czytelność mapy, reprezentatywność dla wybranych okresów badawczych (wyróżnionych w oparciu o wcześniejsze studia historyczne) oraz pokrycie obszaru badań. To ostatnie łatwo sprawdzić poprzez utworzenie w programie GIS warstwy wektorowej, obrazującej granice badanego obszaru i nakładanie tych granic kolejno na poszczególne podkłady kartograficzne.

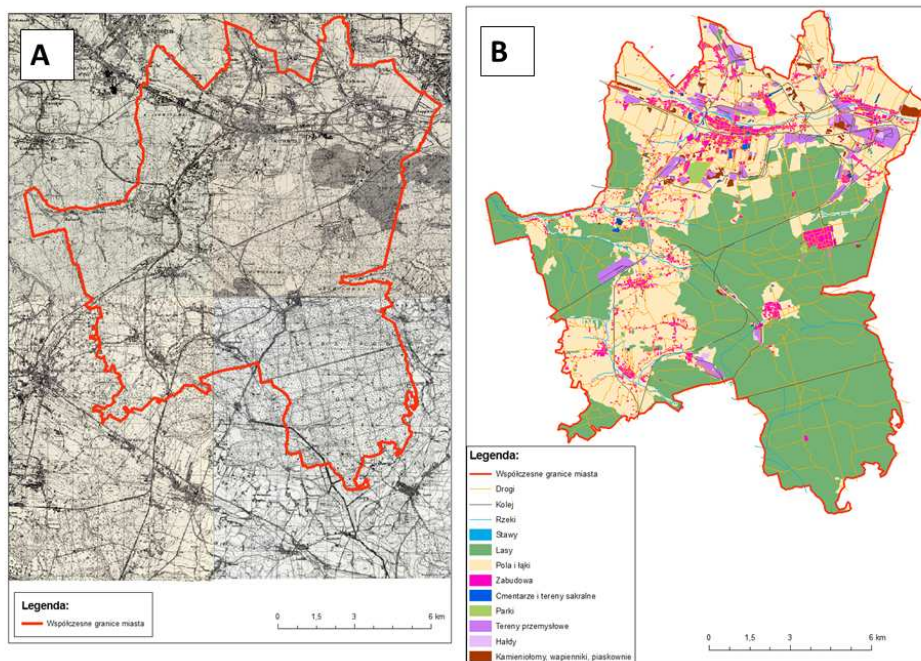
Digitalizacja podkładów kartograficznych

Po dokonaniu wyboru podkładów do dalszych analiz, następuje żmudny etap ich digitalizacji. Polega on na przerysowywaniu informacji zawartych na mapie i tworzenie z nich warstw wektorowych (punktowych, liniowych i powierzchniowych). Przeprowadza się zatem zamianę podkładu kartograficznego – rastra (zbudowanego z pikseli) na mapę cyfrową – model wektorowy (rys. 2).

Przewagą modelu wektorowego nad rastrowym jest możliwość bardziej precyzyjnego odzwierciedlenia rzeczywistości, poprzez zapewnienie lepszej dokładności danych i pełniejszej informacji opisowej w procesie kodowania (każdej warstwie wektorowej przyporządkowana jest bowiem tabela atrybutów, w której można umieścić wszelkie opisowe informacje dotyczące poszczególnych elementów składających się na tę warstwę) (Urbański 1997; Longley 2006). Nie bez znaczenia jest również fakt, że elementy warstw wektorowych są mierzalne, możliwy jest pomiar długości każdej linii (drogi, rzeki, itp.) oraz powierzchni każdego poligonu (obszaru pokrytego lasem, zajętego przez zakłady przemysłowe itp.).

Podczas dokonywania digitalizacji warto zwrócić uwagę na stosowane sygnatury i nazewnictwo. Mimo, iż każdą mapę wektoryzuje się osobno, warto na wszystkich zastosować takie same oznaczenia i nazwy dla tych samych elementów przestrzeni miejskiej. Takie ujednoczenie ułatwia dalsze analizy porównawcze.

Na etapie digitalizacji możliwe jest również wykonanie rekonstrukcji brakujących podkładów kartograficznych. Na podstawie już zwektoryzowanego młodszego podkładu można „zdejmować” poszczególne warstwy i uzupełniać je elementami charakterystycznymi dla okresu rekonstruowanego – na podstawie źródeł pisanych.



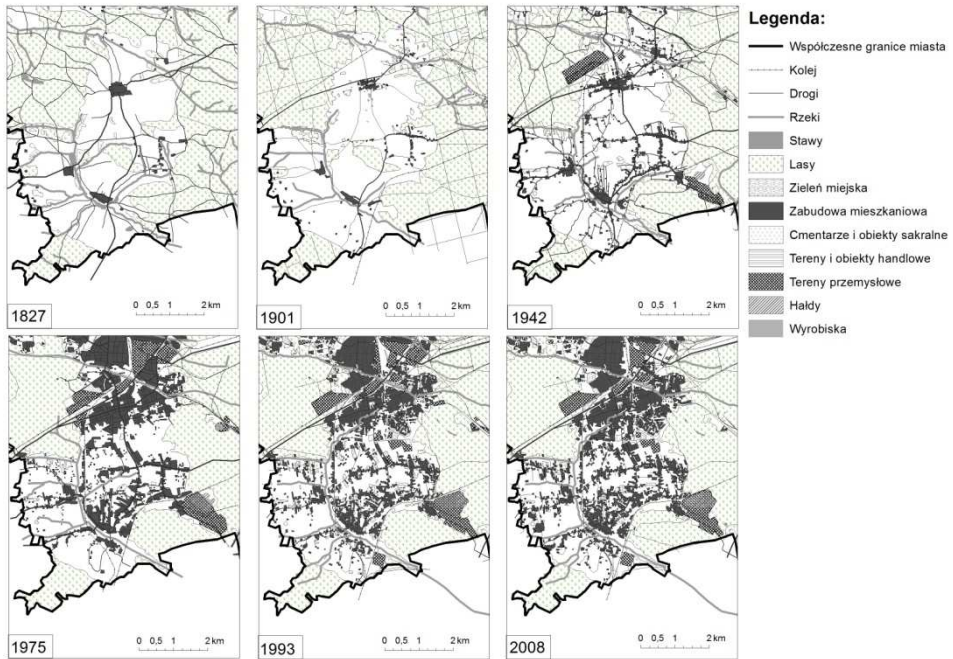
Rys. 2. Podkład kartograficzny (A) i rekonstrukcja mapy (B) obszaru współczesnych Katowic z 1942 r.

Źródło: opracowanie własne na podstawie arkuszy zdjęcia stolikowego tzw. Messtischblatt z 1942 r. pozyskanych w Archiwum Państwowym w Katowicach

Na digitalizacji kończy się etap przygotowawczy wykonywany za pomocą GIS.

Analiza planu miasta

Po digitalizacji kartograficznych materiałów źródłowych i zrekonstruowaniu niezbędnych brakujących planów, można przystąpić do przeprowadzenia właściwej analizy porównawczej chronologicznie zestawionych planów miasta. Narzędzia GIS umożliwiają zestawienie w jednym oknie kilku arkuszy mapy, co pozwala na obejrzenie tego samego fragmentu przestrzeni w różnych okresach czasowych jednocześnie (rys. 3). Analizując w ten sposób miasto fragment po fragmencie, weryfikując odczytane z map informacje ze źródłami pisanimi, można prześledzić przeszłość rozwojową całego obszaru badawczego. Równocześnie można obserwować zmiany morfologiczne oraz zmiany funkcjonalne, kierunki rozwoju przestrzennego miasta, zmiany w jego rozplanowaniu oraz doszukiwać się genezy poszczególnych jego części.



Rys. 3. Sekwencja chronologicznie zestawionych planów południowo-zachodniej części współczesnych Katowic

Źródło: opracowanie własne

Narzędzia GIS pozwalają ponadto przeprowadzać analizy porównawcze dla poszczególnych warstw tematycznych, które da się na siebie dowolnie nakładać. Można w ten sposób zobaczyć, np. jak narastała sieć osadnicza w obrębie badanego obszaru, jak rozwijały się tereny przemysłowe, jak zmniejszały tereny zajmowane przez rolnictwo, czy też jak rozrastała się sieć drogowa. Co więcej, można również obserwować sukcesję morfologiczno-funkcjonalną w przestrzeni miejskiej – nakładanie warstw pozwala zobaczyć, jak nowe obiekty wkraczają na tereny uprzednio użytkowane w inny sposób, np. jak zakłady przemysłowe wkraczały na wcześniejsze tereny rolnicze, albo zabudowa miejska wkraczała na obszar wcześniej zajmowany przez przemysł, czy też jak zabudowa wiejska została wyparta przez zabudowę miejską (bardziej szczegółowo zob. Chmielewska 2012ab).

Zastosowanie narzędzi GIS pozwala wyjść poza standardową analizę planu miasta i wykonać dodatkowe, bardziej zaawansowane badania przestrzenne, poprzez operacje na warstwach wektorowych i tabelach atrybutów. Do najprostszych w zastosowaniu należy dokonywanie selekcji elementów danej warstwy na podstawie danych atrybutowych, np. z warstwy zabudowy mieszkaniowej można wyselekcjonować budynki jednorodzinne, czy też spośród obiektów handlowych wybrać te powstałe po 2000 r. Na podstawie tabeli atrybutów

można również wykonywać kartogramy czy kartodiagramy, dostarczające dodatkowych informacji o zróżnicowaniu przestrzeni miejskiej.

Interesującą funkcją jest możliwość buforowania, a więc tworzenia tzw. stref buforowych, wyodrębnianych z przestrzeni w oparciu o wybrane cechy. Bufory mogą być tworzone zarówno dla punktów, jak i linii, czy poligonów (obiektów powierzchniowych), mogą być skalowane w zależności od wartości atrybutów poszczególnych obiektów, tworzone wewnątrz lub na zewnątrz poligonów (Urbański 1997; Longley 2006). Buforowanie jest szczególnie przydatne w prognozowaniu, np. gdzie powinien być zlokalizowany jakiś kluczowy obiekt. Przykładowo, przy poszukiwaniu miejsca do lokalizacji stadionu, można utworzyć strefy buforowe w oparciu o odległość od szlaków komunikacyjnych, odległość od dworca czy lotniska oraz dostępność bazy noclegowej i gastronomicznej itp.

Ze względu na ograniczoność miejsca, w artykule nie przedstawiono wszystkich możliwych do zastosowania analiz wektorowych.

GIS jako narzędzie kartograficzne

Jedną z wielu funkcji programów GIS-owych jest możliwość tworzenia opracowań kartograficznych. Do każdego zestawienia warstw wektorowych i/lub rastrów można dodać elementy charakterystyczne dla mapy tj.: ramkę, siatkę, skalę czy legendę. Dużym ułatwieniem jest automatyczne dopasowywanie się tych elementów mapy do zmian wprowadzanych na niej przed zakończeniem jej komponowania, np. przy zmianie rozmiaru opracowania skala przelicza się automatycznie, a przy dodawaniu bądź usuwaniu warstw do projektu odpowiadające im sygnatury pojawiają się lub usuwają się z legendy. Po zakończeniu obróbki gotową rycinę eksportuje się do formatu odpowiedniego dla grafiki (np. TIFF, BMP, JPG).

Oprócz prostych opracowań kartograficznych można tworzyć bardziej rozbudowane ryciny, skomponowane z kilku odrębnych map. Możliwe jest również generowanie kartogramów czy kartodiagramów (na podstawie tabeli atrybutów, bądź ręcznie) oraz przedstawianie danych przestrzennych innymi metodami kartograficznymi: metodą zasięgów, metodą sygnaturową, metodą kropkową, metodą izolinii itd. Programy GIS nadają się zatem do tworzenia wszelkiego typu map czy planów.

5. Wnioski

Narzędzia GIS znajdują zastosowanie w analizie morfologicznej planu miasta na wszystkich etapach postępowania badawczego: od momentu doboru materiałów źródłowych, poprzez rekonstrukcję brakujących planów miasta, aż po właściwe analizy morfologiczne czy morfogenetyczne i prezentacje wyników tych analiz.

Najbardziej kłopotliwa okazuje się rektyfikacja archiwalnych map. Im starsza mapa, tym trudniej jest odczytać odwzorowanie, zgodnie z którym została sporządzona i tym trudniej jest ją zarejestrować. Inną niedogodnością jest konieczność wykonania żmudnej digitalizacji wszystkich archiwalnych map. Przewyciężenie tych trudności otwiera drogę do pełnego wykorzystania możliwości GIS.

Największą korzyścią płynącą z przeprowadzania analizy planu miasta przy pomocy narzędzi GIS jest znaczne ułatwienie porównywania między sobą map tego samego obszaru z różnych okresów czasu. Nadanie georeferencji archiwalnym i współczesnym mapom oraz sprowadzenie ich do jednego układu współrzędnych przyczynia się do ujednoczenia ich skali, a w konsekwencji pozwala na dowolne nakładanie na siebie arkuszy z poszczególnych lat. Z kolei digitalizacja tych map umożliwia wprowadzenie jednolitych oznaczeń i jednolitego nazewnictwa wektorowych warstw tematycznych dla map z wszystkich analizowanych okresów czasu, co usprawnia prześledzenie ewolucji planu miasta.

Do pozostałych korzyści zastosowania GIS zaliczyć należy możliwość szybkiego tworzenia syntetycznych opracowań kartograficznych obrazujących np. rozkład przestrzenny przemian przestrzeni miejskiej, natężenie i kierunki zmian, zróżnicowanie morfologiczne i morfogenetyczne miasta oraz wiele innych. Programy GIS pozwalają również na przeprowadzanie zaawansowanych analiz przestrzennych, np. wyznaczanie stref buforowych oraz dokonywanie pomiarów poszczególnych elementów tworzących warstwy, z kolei operacje na tabeli atrybutów przypisanych elementom umożliwiają ich dowolną klasyfikację.

LITERATURA

- Baranowska M., 2007, *Koncepcja zjawiska Fringe Belt*, [w:] Jażdżewska I. (red.), *Polska geografia osadnictwa, dotychczasowy dorobek, program badań*, XX Konwersatorium Wiedzy o Mieście, Wydawnictwo Uniwersytetu Łódzkiego, Łódź, s. 177–183.
- Baranowska M., 2009, *Fringe belt – geneza zjawiska i rozwój koncepcji w literaturze badawczej*, [w:] Kulesza M. (red.), *Geografia historyczna jako determinanta rozwoju nauk humanistycznych*, Legnica–Łódź, s. 255–266.
- Chmielewska M., 2010, *Koncepcje M.R.G. Conzena w badaniach przekształceń przestrzeni miejskiej miasta przemysłowego*, [w:] Sitek S. (red.), „*Stare i nowe*” problemy badawcze w geografii społeczno-ekonomicznej, z. 1, PTG Oddział Katowicki, UŚ WNoZ, Sosnowiec, s. 15–21.
- Chmielewska M., 2012a, *Current changes in morphology of the city center of Katowice*, [w:] „*Acta Geographica Silesiana*”, 11, WNoZ UŚ–ZPKWŚ, Sosnowiec–Będzin, s. 5–14.
- Chmielewska M., 2012b, *Morfologiczne przekształcenia przestrzeni miejskiej Katowic*, maszynopis pracy doktorskiej.

- Conzen M.R.G., 1960, *Alnwick, Northumberland. A Study in Townplan Analysis*, The Institute of British Geographers, 27, London.
- Conzen M.R.G., 1962, *The Plan Analysis of an English City Center (Newcastle upon Tyne)*, [w:] Proceedings of the International Geographical Union Symposium in Urban Geography, „Lund Studies in Geography”, 24, Lund, s. 383–414.
- Conzen M.R.G., 1966, *Historical townscapes in Britain: a problem in applied geography*, [w:] House J.W. (red.), *Northern geographical essays in honour of G.H.J. Daysh*, s. 56–78.
- Conzen M.R.G., 1968, *The Use of Town Plans in the Study of Urban History*, [w:] Doys H.J. (red.), *The Study of Urban History*, London, s. 127–130.
- Golachowski S., 1956, *Głos w dyskusji nad genezą rozplanowania średniowiecznego Wrocławia*, [w:] „Kwartalnik Architektury i Urbanistyki”, t. 1.
- Huang J., Lu X.X., Sellers J.M., 2007, *A global comparative analysis of urban form: Applying spatial metrics and remote sensing*, „Landscape and Urban Planning”, 82, s. 184–197.
- Koster E., 1998, *Urban morphology and computers*, „Urban Morphology”, 2, ISUF, s. 3–7.
- Koster E., 2001, *Urban Morphology. A Taste of a Form-oriented Approach to the History of Urban Development*, PhD thesis, Gröningen University, Gröningen.
- Koter M., 1969, *Geneza układu przestrzennego Łodzi przemysłowej*, PWN, Warszawa.
- Koter M., 1974, *Fizjonomia, morfologia i morfogeneza miasta. Przegląd rozwoju oraz próba uściślenia pojęć*, [w:] „Zeszyty Naukowe Uniwersytetu Łódzkiego”, seria II, z. 55.
- Koter M., 1994, *Od fizjonomii do morfogenezy i morfologii porównawczej. Podstawowe zagadnienia teoretyczne morfologii miast*, [w:] Koter M., Tkocz J. (red.), *Zagadnienia geografii historycznej osadnictwa w Polsce*, Materiały konferencyjne, Uniwersytet Mikołaja Kopernika, Uniwersytet Łódzki, Toruń–Łódź, s. 23–32.
- Koter M., Kulesza M., 2008, *Zastosowanie metod conzenowskich w polskich badaniach morfologii miast*, [w:] Kulesza M. (red.), *Czas i przestrzeń w naukach geograficznych. Wybrane problemy geografii historycznej*, Wydawnictwo UŁ, Łódź, s. 257–272.
- Kulesza M., 2001, *Morfogeneza miast na obszarze Polski Środkowej w okresie przed-rozbiorowym. Dawne województwa łęczyckie i sieradzkie*, Wydawnictwo UŁ, Łódź.
- Larkham P.J., 1991, *Urban Form, Urban Morphology and Urban Historical Geography*, [w:] Larkham P.J., Jones A.N. (red.), *A Glossary of Urban Form*, „Historical Geography Research”, 26, Birmingham.
- Larkham P.J., 2006, *The study of urban form in Great Britain*, „Urban Morphology”, 10(2), s. 117–141.
- Longley P.A. i in., 2006, *GIS. Teoria i praktyka*, PWN, Warszawa.
- Maltret J.-L., Zoller J., 1996, *Simulation of Architectural and Urban Morphology*, [w:] OEEPE Workshop on 3D-city models, Bonn.
- Miszewska B., 1971, *Analiza morfologiczna Opola*, [w:] „Studia Społeczno-Ekonomiczne”, 2.
- Miszewska B., 1979, *Elementy struktury morfologicznej Wrocławia*, [w:] „Prace Instytutu Geograficznego Uniwersytetu Wrocławskiego”, ser. B, t. 3.

- Miszewska B., 2000, *Rodzaje sukcesji funkcjonalnej w mieście na przykładzie Wrocławia*, [w:] Słodczyk J. (red.), *Społeczne, gospodarcze i przestrzenne przeobrażenia miast*, Opole, s. 293–305.
- Moudon A.V., 1997, *Urban morphology as an emerging interdisciplinary Fidel*, „Urban Morphology”, 1, ISUF, s. 3–10.
- Moudon A.V., 1998, *The changing morphology of suburban neighbourhoods*, [w:] Petruccioli E. (red.), *Typological Process and Design Theory*, Cambridge, s. 141–157.
- Muratori S., 1959, *Studi per una operante storia Urbana di Venezia*, Istituto Poligrafico dello Stato, Roma.
- Muratori S., 1963, *Architettura e civiltà in crisi. Centro Studi di Storia Urbanistica*, Roma.
- Pinho P., Oliveira V., 2009, *Cartographic analysis in urban morphology*, [w:] „Environment and Planning B: Planning and Design”, 36, s. 107–127.
- Schütz F.X., 2008, *Zum Regensburger und Kölner Stadtgrundriss. Ein GIS-gestützte Unetrsuchung*, „Regensburger Studien”, 14, Regensburg.
- Szczepańska J. i in., 2002, *Zaczarowany świat kartografii*, cz. I, Bractwo Gospodarcze Związku Górnośląskiego, Pszczyna.
- Urbański J., 1997, *Zrozumieć GIS. Analiza informacji przestrzennej*, PWN, Warszawa.
- Whitehand J.W.R., 1987, *Urban Morphology*, [w:] Pacione M. (red.), *Historical Geography. Progress and Prospect*, London.
- Whitehand J.W.R., 2001, *British urban morphology: the Conzenian tradition*, [w:] „Urban Morphology”, 5(2), ISUF, s. 103–109.
- Zagożdżon A., 1971, *Morfologia osiedli woj. opolskiego*, [w:] *Struktury i procesy osadnicze*, PWN, Wrocław–Opole, s. 331–372.

APPLICATION OF GIS TOOLS TO THE TOWN PLAN ANALYSIS IN URBAN MORPHOLOGY

Urban morphology is a scientific discipline which studies the external structure (i.e. shape and physiognomy of buildings) and the internal structure (i.e. layout) of the town, as well as the genesis and evolution of its various parts (their morphogenesis). The main research method in urban morphology is the town plan analysis. It is based on observation of changes in the urban space of the study area by comparing chronologically listed town plans.

GIS tools may be applied in urban morphology at all stages of town plan analysis: from the selection of source materials (especially archival town plans), through a proper analysis of morphology and morphogenesis of the study area, to the presentation of the results of these analyses. The paper shows the possibilities of using these tools. It also identifies a number of advantages and benefits related with the introduction of GIS to urban morphology. Attention is also paid to difficulties which may arise at each stage of research.

It seems that rectification of archival town plans is the most troublesome task. The older a plan is, the harder it is to register. Another disadvantage is the necessity of arduous digitization of all archival maps. Overcoming these difficulties opens the way to all advantages of GIS.

The greatest advantage of applying GIS to the town plan analysis is the improvement of comparison of town plans from the same area but from different periods of time. Adding georeferences to archival maps, and converting them to one coordinate system, facilitates unification of the scale of all town plans, and allows overlapping of one town plan with another. In turn, the digitization of archival maps enables the introduction of uniform signs and uniform naming for thematic vector layers in all analysed periods of time, which facilitates tracing the evolution of the town plan.

Key words: *GIS, ArcGIS, morphology of the cities in the Conzens's theory perspective, analysis of the city plans*

Dr Marta Chmielewska
Katedra Geografii Ekonomicznej
Wydział Nauk o Ziemi, Uniwersytet Śląski

Mgr Elżbieta Majchrowska
Katedra Geomorfologii
Wydział Nauk o Ziemi, Uniwersytet Śląski