

Elżbieta Lewandowicz, Alicja Packa, Szymon Kondratowicz

PRZEKSZTAŁCANIE DANYCH TOPOLOGICZNYCH, GEOMETRYCZNYCH I ATRYBUTOWYCH GIS DO MODELI ANALITYCZNYCH

Artykuł prezentuje przekształcanie danych GIS w celu otrzymania modeli analitycznych. Modele te opierają się głównie na topologii, a są wizualizowane w postaci grafów. Na podstawie fragmentu mapy katastralnej zaprezentowano budowę modelu sieci drogowej i dostępności z pasa drogowego do parcel. Uzyskane modele mogą być wykorzystywane w analizach sieciowych. Wizualizacje modeli w formie grafów uwidaczniają struktury katastralne. Fragmenty grafów w formie gwiazdистой wskazują na uporządkowaną strukturę.

Słowa kluczowe: *kataster, model struktur katastralnych*

1. Wstęp

Przekształcania danych w GIS na potrzeby analiz przestrzennych wiążą się z budową modeli analitycznych (Molenaar 1998, Sullivan, Unwin 2002). Mogą one przyjmować różne postacie, ale najczęściej są to modele oparte na strukturach grafowych (Theobald 2001, Lee, Yunus 2003). Przedstawiają one powiązania obiektów geograficznych (Lee, Zlatanova 2008), zwykle w formie sieci (Ahuja, Magnanti, Orlin 1993, Zhan 1998). Budowane są na bazie podstawowych elementów zbioru danych GIS: geometrii, atrybutów, topologii, relacji.

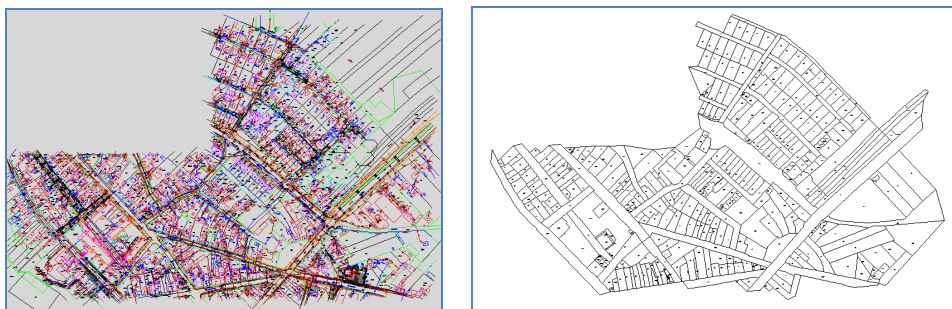
Topologia odgrywa w tych przekształceniach bardzo istotne znaczenie. Znamy ją z literatury (Longley i in. 2010), a w formie tabelarycznej jest prezentowana w każdym podręczniku GIS. Wiąże się ona z informacją o sąsiedztwie obiektów geometrycznych. Matematycy topologię powszechnie zapisują w formie grafów (Kulikowski 1986). Modele analityczne w GIS także są budowane jako modele grafowe (Zhao, Zhou 1999, Bera, Claramunt 2003). Na tych modelach stosuje się głównie algorytmy sieciowe (Loudon 1999).

We wcześniejszych publikacjach (Lewandowicz 2009, 2011, 2012) przedstawiono zapis topologii w postaciach macierzowych. Ta forma była podstawą badań, sprzyjała algebraicznemu przetwarzaniu danych. Obecnie przygotowano prezentację obrazującą inną metodykę przekształceń. Podstawą ich są dane opisowe, topologiczne i geometryczne, zapisane w tabelach atrybutowych. Głównie

nym celem artykułu jest uzyskanie różnych modeli danych katastralnych. Realizacja przyjętego celu wiązała się z wykorzystaniem wcześniejszych doświadczeń z przekształceń algebraicznych i ich implementacji w dostępnych aplikacjach GIS.

2. Dane wyjściowe

Do realizacji pracy wykorzystano fragmenty danych katastralnych terenów miejskich. Pozyskano je z PODGiK z programu EWMAPA w formie plików dxf. Otrzymany zbiór danych wektorowych był w topologicznym modelu spaghetti w formie niezależnych linii granicznych i tekstów informujących o numerze działki ewidencyjnej. Ze zbioru danych należało wybrać obiekty, które stanowiłyby obszar ograniczony liniami granicznymi opisującymi zwarty obszar opracowania (rys. 1). Dysponując przedstawionymi danymi, zdecydowano się na przekształcenie ich do formy topologicznej z zapisem danych opisowych w tabelach atrybutowych. Ta forma pozwala na przekształcenia danych CAD do formy klas obiektów, która jest bardziej przyjazna do pracy w narzędziach GIS.



Rys. 1. Dane źródłowe i wybrane do opracowania
Źródło: opracowanie własne na podstawie danych PODGIK

Realizując cel pracy, wykorzystano systemy GIS: AutoCad Map, ArcGIS. Są to oprogramowania, które mają podobne, ale i uzupełniające się funkcje. W AutoCad Map są dostępne dla użytkowników podstawowe modele topologiczne: punktowy, sieciowy i obszarowy. W ArcGis mamy możliwość budowania własnych modeli topologicznych z dostępnych narzędzi, za pomocą reguł. W AutoCad Map jest dostęp do danych topologicznych, w ArcGis jest on utrudniony.

3. Budowa topologii obszarowej na podstawie geometrycznych danych katastralnych

Pozyskane geometryczne zbiory danych katastralnych stanowiły zbiór linii granicznych. Wiadomo, że wizualizują one działki ewidencyjne, które powinny być określone w topologicznym modelu obszarowym. Topologię należało zbudować, stosując dostępne narzędzia. Jak powszechnie wiadomo, w topologii nie mówi się o punktach, lecz o węzłach. Podobnie linie graniczne to krawędzie, a powierzchnie działek to obszary lub regiony. Na rysunku 2 przedstawiono wizualizację utworzonych danych topologicznych po wyeksportowaniu do plików zapisanych w różnych formach. Przedstawione dane topologiczne odpowiadają klasycznym zapisom znanym z literatury (Longley i in. 2010). Działki katastralne są identyfikowane centroidą (id regionu). Linie graniczne opisane są za pomocą id łamanej (krawędzi), a dodatkowo za pomocą id węzłów (początkowego i końcowego). Każda krawędź (linia graniczna) w topologii ma przypisany lewy i prawy region (sąsiadujące działki).

Topologia:Działki		id_krawedzi; id_wezla_pocz; id_wezla_kon; lewy_region; prawy_region				
Typ	Łamana regionu	1730; 668; 670; 1103; 842				
Identyfikator	2088	1729; 616; 628; 842; 840				
Węzeł początkowy	103	1728; 628; 632; 841; 840				
Węzeł końcowy	88	1727; 609; 632; 840; 839				
Kierunek przepływu	Dwukierunkowa	1726; 602; 609; 1101; 839				
Opór zgodny	18.4769	1725; 602; 638; 839; 838				
Opór przeciwny	18.4769	1724; 588; 602; 1101; 838				
Lewy region	1043	1723; 632; 673; 841; 837				
Prawy region	1006	1722; 638; 632; 839; 837				
		1721; 638; 677; 837; 836				
		1720; 643; 682; 836; 835				

Topologia:Działki		id_krawedzi; id_wezla_pocz; id_wezla_kon; lewy_region; prawy_region				
Typ	Centroida regionu					
Identyfikator	1021					
Obszar	784.2891					
Obwód	114.9723					
Połączenia	5					

id_krawedzi	id_wezla_pocz	id_wezla_kon	lewy_region	prawy_region
1730	668	670	1103	842
1729	616	628	842	840
1728	628	632	841	840
1727	609	632	840	839
1726	602	609	1101	839
1725	602	638	839	838
1724	588	602	1101	838
1723	632	673	841	837
1722	638	632	839	837
1721	638	677	837	836
1720	643	682	836	835

Rys. 2. Dane topologiczne w topologii obszarowej zapisane w różnych formatach

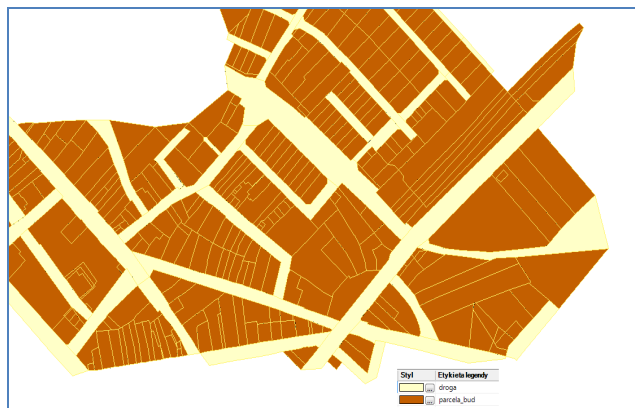
Źródło: opracowanie własne

Dostępność do plików opisujących dane topologiczne, geometryczne i atrybutowe stwarza możliwości przetwarzania danych i tworzenia nowych modeli, które mogą być wykorzystane do nowych zadań analitycznych. We wcześniejszych opracowaniach (Lewandowicz 2009, 2011) przedstawiano przekształcenia topologii na podstawie zapisów w formie algebraicznej. Pokazywano przekształcenia algebraiczne i wizualizowano je grafami geometrycznymi. Obecnie podobne przekształcenia wykonano na podstawie powiązań danych topologicznych, geometrycznych i atrybutowych, zapisanych w tabelach atrybutowych.

4. Opracowania tematyczne na podstawie topologii, geometrii i atrybutów

Dane topologiczne uzupełniają dane geometryczne i atrybutowe. Zbiory tych danych są wykorzystywane w przetwarzaniu (Lee, Yunus 2003). Najczęściej są

stosowane w narzędziach do przekształceń zbiorów (Zhao, Zhou 1999) z formy topologicznej do obiektowej, zwykle z formy CAD do klas obiektów (SDF, SHP).



Rys. 3. Mapa ewidencyjna po przekształceniach z dxf (rys. 1) do SDF z wyróżnieniem działek pasa drogowego
Źródło: opracowanie własne

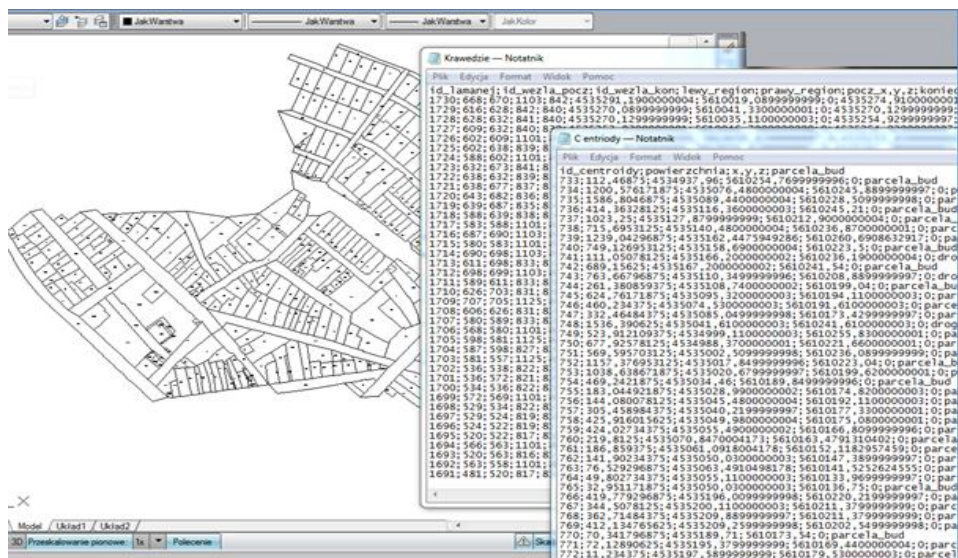
Rysunek 3 pokazuje efekty takich przekształceń. Na podstawie atrybutów wykonano prezentację tematyczną, obrazującą wyróżnienie działek pasa drogowego. Takie przekształcenia wykorzystujące topologię są najczęściej stosowane.

4.1. Eksport danych topologicznych, geometrycznych i atrybutowych

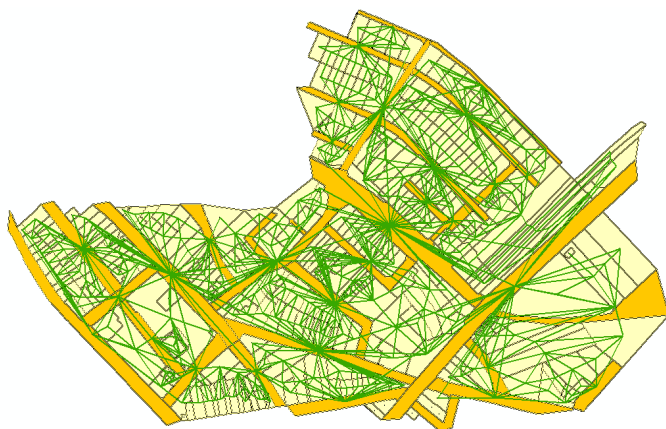
W oprogramowaniu GIS, poprzez zapytania SQL, można uzyskać raport z wybranymi danymi, np. odnoszącymi się do obiektów katastralnych. Na rysunku 4 zaprezentowano raporty łączące dane topologiczne, geometryczne oraz atrybutowe, zapisane w notatniku. Pliki z tymi danymi można niezależnie przetwarzać w wybranych narzędziach, np. w tych prostych Excel, Access, za pomocą procedur (python), a nawet w ArcGIS.

4.2. Model sąsiedztwa parcel

Dane zapisane w tabelach topologicznych wykorzystywano do budowy modelu sąsiedztwa działek ewidencyjnych. Podstawą takiego modelu jest informacja o lewym i prawym poligonie przylegającym do krawędzi. Po połączeniu centroidów działek leżących przy jednej linii granicznej (krawędzi) otrzymano model wizualizowany (rys. 5). Utworzono go na podstawie danych topologicznych przypisanych krawędziom i danych geometrycznych przypisanych centroidom działek.



Rys. 4. Dane topologiczne, geometryczne i atrybutowe wyeksportowane z systemu CAD
Źródło: opracowanie własne na podstawie danych z rysunku 1



Rys. 5. Model sąsiedztwa parcel uzyskany z danych topologicznych
Źródło: opracowanie własne

Prezentowane przetworzenie można opisać matematycznie. Przyjmijmy, że zbiór centroidów (działek ewidencyjnych) jest opisany jako C , $C = \{c_1, c_2, \dots, c_m\}$, a krawędzie (obrazujące linie graniczne) przyjmijmy jako zbiór K , gdzie $K = \{k_1, k_2, \dots, k_r\}$. W topologii każdej krawędzi przypisany jest lewy (lR) oraz prawy region (pR), czyli można przekształcić zbiór K i utworzyć zbiór K^{LP} (1) opisany parami regionów (2), a także parami centroidów regionów, przypisanych każdej krawędzi (3):

$$K = \{k_1, k_2, \dots, k_r\} \rightarrow K^{LP}. \quad (1)$$

$$K^{LP} = \{(lR, pR)_{k_1}, (lR, pR)_{k_2}, \dots, (lR, pR)_{k_r}\}. \quad (2)$$

$$C^{kr} = \{(c_{i_{k_1}}, c_{j_{k_1}})_{k_1}, (c_{i_{k_2}}, c_{j_{k_2}})_{k_2}, \dots, (c_{i_{k_r}}, c_{j_{k_r}})_{k_r}\}. \quad (3)$$

Zbiór K^{LP} jest podzbiorem iloczynu kartezjańskiego $C \times C$ (4,5,6).

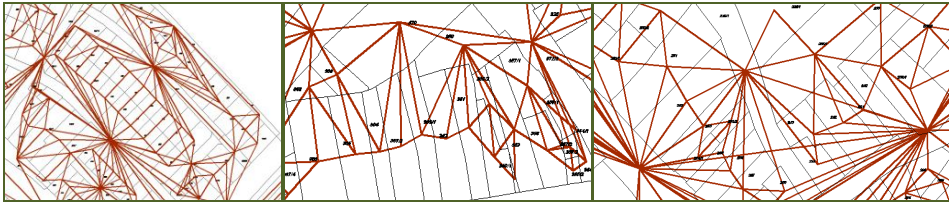
$$C^{kr} \subset (C \times C), \quad (4)$$

gdzie:

$$C^{kr} = \{(c_{i_{kr}}, c_{j_{kr}}) : c_{i_{kr}} \in C, c_{j_{kr}} \in C\}, r \in \{1, 2, \dots, r\}, \quad (5)$$

$$\wedge_{kn}(c_{i_{kr}}, c_{j_{kr}}) = \begin{cases} c_{i_{kr}} = \text{centroid lewego poligonu}_{kr} \\ c_{j_{kr}} = \text{centroid prawego poligonu}_{kr} \end{cases}. \quad (6)$$

C^{kn} zawiera wybrane pary centroidów obszarów (działek ewidencyjnych) leżących po lewej i prawej stronie krawędzi k_n .



Rys. 6. Zróżnicowany charakter struktur geometrycznych danych katastralnych
Źródło: opracowanie własne

Łącząc linią pary centroidów ze zbioru C^{kn} , otrzymujemy model sąsiedztwa działek ewidencyjnych (rys. 5). Wydłużona struktura działek pasa drogowego wpływa na kształt tego modelu. Należy zauważyć, że w strukturach regularnych podziałów katastralnych model sąsiedztwa jest geometrycznie uporządkowany w formie gwiaździstej (rys. 5). W strukturze nieregularnych podziałów, model geometryczny jest chaotyczny, co szczególnie widać na załączonych, wybranych fragmentach prezentacji graficznych, przedstawionych na rysunku 6.

5. Budowa modelu sieci drogowej na podstawie modelu sąsiedztwa z wykorzystaniem danych atrybutowych

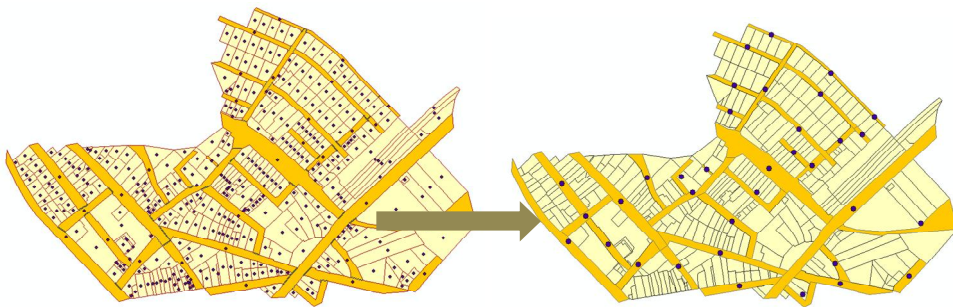
W przedstawionym modelu sąsiedztwa wykorzystano dane topologiczne i geometryczne. Dane atrybutowe zawierają dodatkowe informacje i zostały wykorzystane do utworzonego modelu tematycznego. Autorzy dysponowali tylko danymi związanymi z podziałem działek ze względu na formę zagospo-

darowania związaną z wyróżnieniem działek pasa drogowego. Z tego względu podjęto się utworzenia modelu np. sieci drogowej. We wcześniejszej publikacji (Lewandowicz 2009) przedstawiano taki model oparty tylko na centroidach działek pasa drogowego, obecnie go rozbudowano.

W pierwszym etapie wyselekcjonowano dane (rys. 8) związane z siecią drogową, to znaczy, że ze zbioru opisującego centroidy C wybrano tylko te, które są związane z parcelą pasa drogowego C_{dr} (7, 8).

$$C_{dr} \subset C \quad (7)$$

$$C_{dr} = \{c_{dr_1}, c_{dr_2}, \dots, c_{dr_i}\}, \text{ gdzie użytkowanie } c_{dr_i} = \text{droga} \quad (8)$$



Rys. 7. Selekcja centroid działek pasa drogowego

Źródło: opracowanie własne

Ze zbioru krawędzi K , $K = \{k_1, k_2, \dots, k_n\}$ wybrano podzbiór K_{dr} zawierający tylko krawędzie (rys. 5), które po prawej i lewej stronie mają działki pasa drogowego (9, 10).

$$K_{dr} \subset K. \quad (9)$$

$$K_{dr} = \{k_{dr_1}, k_{dr_2}, \dots, k_{dr_j}\}, \quad (10)$$

gdzie:

$$\bigwedge_{drj} k_{drj} = \begin{cases} \text{użytkowanie lewego poligonu} = \text{droga} \\ \text{użytkowanie prawego poligonu} = \text{droga}. \end{cases}$$

Dla każdej wybranej krawędzi określono punkt środkowy $C_{kr_{dr}}$, $X_{ckr_{dr-i}}$, $Y_{ckr_{dr-i}}$ (11) na podstawie danych geometrycznych – współrzędne X i Y , węzła początkowego oraz końcowego. Wyliczono współrzędne węzłów $C_{kr_{dr}}$ (12, 13) i przypisano im atrybuty odpowiadające krawędziom (rys. 8).

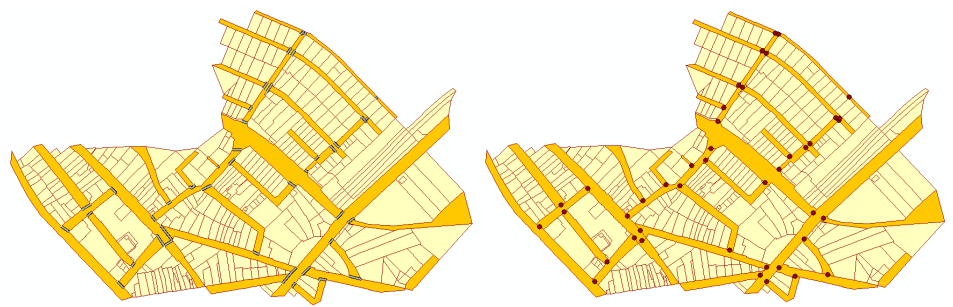
$$K_{dr} \rightarrow C_{kr_{dr}} \quad (11)$$

$$X_{c_{kr_{dr_i}}} = \frac{X_{wezła_pocz\ k_{kr_{dr_i}}} + X_{wezła_konc\ k_{kr_{dr_i}}}{2},$$

(12)

$$Y_{c_{kr_{dr_i}}} = \frac{Y_{wezła_pocz\ k_{kr_{dr_i}}} + Y_{wezła_konc\ k_{kr_{dr_i}}}{2}.$$

(13)



Rys. 8. Selekcja krawędzi związanych z pasem drogowym,
utworzenie zbioru punktów środkowych $C_{kr_{dr}}$
Źródło: opracowanie własne

Wynik przedstawionych przekształceń zapisano w tabelach atrybutowych przedstawionych na rysunku 9.

ID	LEFT_POLYG	RIGHT_POLY	uzytkowani	x cent-krawedz	Y-cent-krawedzi	ID-centoidy-dr	uzytkowani	Nr_dzialki	X_cent	Y_cent
2223	950	1126	droga	4535346,15	5610027,48	1126	droga	1/3	4535456,15	5610155,16
2226	1101	1126	droga	4535322,75	5610028,70	1125	droga	372/2	4535115,12	5610042,74
2225	1103	1126	droga	4535309,68	5610013,61	1124	droga	372/1	4535002,57	5610170,46
1169	1084	1124	droga	4534982,46	5610179,20	1123	droga	173/8	4534887,37	5610204,36
2246	1125	1124	droga	4535085,72	5610079,60	1118	droga	263	4535142,50	5610188,46
1303	920	1118	droga	4535206,08	5610233,64	1116	droga	208/2	4535588,46	5610127,93
2245	1124	1118	droga	4535058,14	5610126,70	1111	droga	169/4	4535420,94	5610048,29
1138	1126	1116	droga	4535430,59	5610122,54	1106	droga	186/78	4535291,34	5610234,81
2240	1126	1111	droga	4535393,53	5610082,98	1103	droga	340/2	4535233,51	5610003,02
1877	920	1106	droga	4535319,21	5610191,13	1101	droga	322/2	4535196,42	5610070,14
1147	1118	1106	droga	4535216,72	5610255,97	1095	droga	414/3	4534899,59	5610091,86
1149	1126	1106	droga	4535410,69	5610133,09	1091	droga	278	4535375,79	5610240,72
2234	1124	1101	droga	4535081,94	5610099,24	1084	droga	374/3	4534933,77	5610141,05
2220	1106	1091	droga	4535346,21	5610216,36	1074	droga	373/13	4534977,40	5610086,16
1166	1095	1084	droga	4534890,55	5610106,71					
2204	1123	1084	droga	4534931,22	5610148,37					

Rys. 9. Widok danych topologicznych, geometrycznych i atrybutowych
przygotowanych do budowy modeli sieci drogowej
Źródło: opracowanie własne

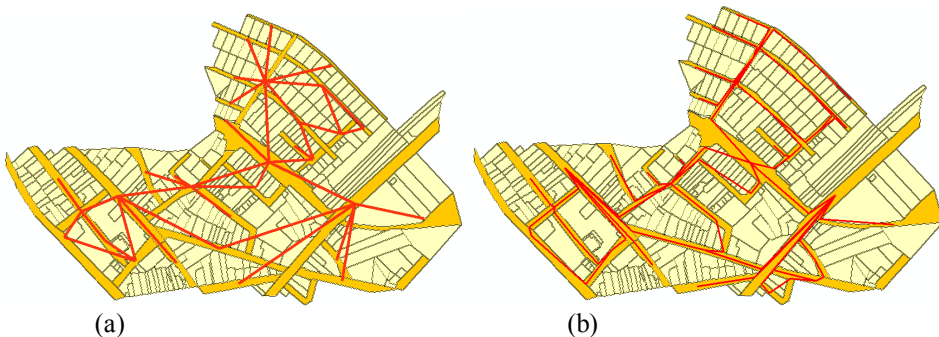
Na podstawie wyselekcjonowanych zbiorów C_{dr} i $C_{kr_{dr}}$ otrzymano punkty będące podstawą budowy modeli sieci drogowych (rys. 10).



Rys. 10. Punkty charakterystyczne związane z siecią drogową: centroidy działek pasa drogowego i krawędzi będących w sąsiedztwie dwóch działek pasa drogowego

Źródło: opracowanie własne

Na rysunku 11a przedstawiono model utworzony na zbiorze punktów opisanych zbiorem C_{dr} , a na rysunku 11b model utworzony na bazie sumy zbiorów C_{dr} i $C_{kr_{dr}}$. Utworzono je za pomocą powiązania zbiorów centroidów krawędziami na podstawie danych topologicznych.



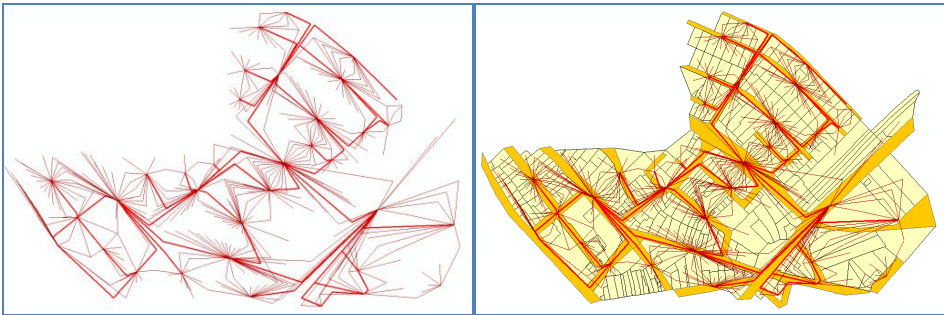
Rys. 11. Dwa modele sieci drogowej zbudowane na podstawie danych geometrycznych, topologicznych i atrybutowych danych katastralnych; lewy (a) zbudowany na centroidzie działek pasa drogowego, prawy (b) uzupełniony o punkty identyfikujące krawędzie pasa drogowego

Źródło: opracowanie własne

Uzyskane modele w różny sposób prezentują sieć drogową. Nie są one rozwiązaniami w pełni satysfakcjonującymi, ale w przypadku braku modeli profesjonalnych mogą odgrywać istotną rolę w analizach przestrzennych. Są uzyskane poprzez przekształcenia danych katastralnych, za pomocą dostępnych narzędzi w oprogramowaniu GIS.

6. Model dostępności do działek z pasa drogowego

Modele dostępności do działek z pasa drogowego zbudowano, opierając się na zdefiniowanych relacjach topologicznych i atrybutach zapisanych w zbiorze C^{kn} . Wykonano selekcję w celu otrzymania podzbiorów opisanych parami atrybutów; droga-parceta lub parcella-droga. Na podstawie tych podzbiorów utworzono model prezentowany na rysunku 12. Jest on uproszczoną formą zapisu dostępności, wynikającą z geometrii i topologii. Realna dostępność wynika z formy zagospodarowania działek, zabudowy granic, służebności. Te dane powinny być brane pod uwagę w profesjonalnych rozwiązaniach. W niniejszym artykule, z powodu braku szczegółowych danych atrybutowych, ograniczono się do prezentowanego rozwiązania.



Rys. 12. Model dostępności do działek ewidencyjnych
pokazany niezależnie i na mapie podkładowej
Źródło: opracowanie własne

W przedstawionym modelu można analizować struktury katastralne. Należy zauważyć, że forma gwiazdista jest optymalnym rozwiązaniem, gdy dojazd do parcel jest jednostronny. Forma figur zamkniętych wskazuje na rozbudowaną sieć drogową, często w nieuporządkowanej strukturze. Możliwy dojazd do parcel z dwóch stron wydaje się być nie zawsze ekonomicznym rozwiązaniem.

7. Wnioski końcowe

W artykule przedstawiono wizualizacje przekształceń danych w GIS z wykorzystaniem topologii, geometrii i atrybutów, zapisanych w tabelach tekstowych. Szczególną rolę w tych przekształceniach miały narzędzia GIS związane z budową topologii, selekcją, relacjami, eksportem i importem danych. Ta forma przekształceń jest bardziej zrozumiała, powinna zachęcić do wykorzystywania tych możliwości do innych zastosowań.

Zbudowane modele mogą posłużyć nie tylko do analiz sieciowych, ale także do oceny struktur przestrzennych. Zaprezentowana metodyka przekształceń, z wykorzystaniem narzędzi GIS, może być stosowana do innych zbiorów przestrzennych (Lee, Zlatanova 2008).

Literatura

- Ahuja P.K., Magnanti T.L., Orlin J.B., 1993, *Network flows, theory, algorithms and applications*, Prentice Hall, Englewood Cliffs.
- Bera R., Claramunt Ch., 2003, *Topology-based proximities in spatial systems*, „Journal of Geographical Systems Springer-Verlag”, 5, s. 353–379.
- Kulikowski J.L., 1986, *Zarys teorii grafów*, Państwowe Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa.
- Lee J., Yunus H., 2003, *3DCadastre system using the node-relation structure in GIS*, [w:] *Proceeding of 24th Annual ESRI International User Conference*, San Diego.
- Lee J., Zlatanova S., 2008, *A 3D data model and topological analyses for emergency response in urban areas*, [w:] Zlatanova S., Lee J. (red.), *Geo-Information technology for emergency response*, Taylor & Francis, London, s. 143–168.
- Lewandowicz E., 2009, *Dane katastralne jako baza do rozbudowy modelu sieci drogowej*, „Roczniki Geomatyki”, 7/5 (35), s. 97–102.
- Lewandowicz E., 2011, *Algebraic transformations of cadastral topological data*, „Journal of Applied Geodesy”, 5 (3–4), s. 117–185.
- Lewandowicz E., 2012, *Topological structure of cadastral space*, [w:] *Geodezja i kartografia. Pozyskiwanie i przetwarzanie informacji w geodezji i kartografii*, SAN Łódź, Akademicka Oficyna Wydawnicza EXIT, Warszawa, s. 46–55.
- Longley P.A., Goodchild M.F., Maguire D.J., Rhind D.W., 2010, *Geographic information systems and science*, Jon Wiley & Sons, Chichester.
- Loudon K., 1999, *Mastering algorithms with C*, O'Reilly Media.
- Molenaar M., 1998, *An introduction to the theory of spatial object modeling for GIS*, Taylor & Francis, London.
- Sullivan D., Unwin D., 2002, *Geographic information analysis*, Jon Wiley & Sons, Chichester.
- Theobald D.M., 2001, *Topology revisited: Representing spatial relations*, „International Journal of Geographical Information Science”, 15 (8), s. 689–705.
- Zhan F.B., 1998, *Representing Networks*. NCGIA Core Curriculum in GIScience: <http://www.ncgia.ucsb.edu/giscc/units/u064/u064.html>, created November 5, 1998.
- Zhao J., Zhou Y., 1999, *The methods of topology building and parcel updating in land information system*, Towards Digital Earth, Proceedings of the International Symposium on Digital Earth Science Press, s. 807–811.

CONVERSION TOPOLOGICAL GEOMETRIC AND ATTRIBUTE GIS DATA TO ANALYTICAL MODELS

This paper presents methods of GIS data transformations in order to acquire analytics models. These models are mainly based on topology rules and are visualized as graphs. Using cadastral maps model of road network datasets and parcel accessibility was developed. It may be applied in network analysis. When they are visualized as graphs, cadastral structures are exposed. Parts of graphs with stellate shape indicates regular structure of plots.

Keywords: *cadastral, cadastral structure model*

Dr hab. inż. Elżbieta Lewandowicz
UWM w Olsztynie, Katedra Geodezji Szczegółowej
SAN w Łodzi
e-mail: lella@uwm.edu.pl

Mgr inż. Alicja Packa
Warszawskie Przedsiębiorstwo Geodezyjne
e-mail: alicjapacka@gmail.com

Mgr inż. Szymon Kondratowicz
UWM w Olsztynie, Katedra Geodezji Szczegółowej
e-mail: szymonkondratowicz@gmail.com