

*Jacek Derwisz, Mariusz Zygmunt*

## **IMPLEMENTACJA ALGORYTMU KOREKTY DANYCH WEKTOROWYCH**

---

### ***IMPLEMENTATION OF ALGORITHM OF VECTOR DATA CORRECTION***

#### **Streszczenie**

Mapy numeryczne utworzone w procesie skanowania, kalibracji i wektoryzacji materiałów kartograficznych, zawierają bardzo dużą liczbę błędów topologicznych. Źródłami błędów są: metoda przetwarzania oraz błędy operatora. Brak poprawności topologicznej uniemożliwia wykorzystanie takich modeli w systemach przetwarzania danych geoprzestrzennych. Szczególnym przypadkiem są błędy topologii granic działek i użytków. W artykule autorzy opisują algorytm automatycznej korekty topologii mapy wektorowej, poprzez wykrywanie i eliminowanie błędów w strefach buforowych odcinków linii granicznych. Program opracowany przez autorów okazał się niezwykle skuteczny i wydajny.

**Słowa kluczowe:** topologia, mapa numeryczna, model wektorowy

#### ***Summary***

*Digital maps created in the process of digitising of cartographic materials contain a lot of topological errors. The sources of these errors are: the qualities of the digitising method and the operator's mistakes. Digital maps which are not correct in terms of topology cannot be used in the vector data processing systems. The special case of topological errors of digital maps is the disagreement of the course of plot boundaries and the functional grounds boundaries. The authors have created and implemented an algorithm which corrects such errors and which is based on the correction of the course of functional grounds boundaries in the area surrounding a given segment of the plot boundary. The program which uses the above algorithm is highly efficient.*

**Key words:** topology, digital map, vector model

## WSTĘP

Najprostszy sposób zapisu modelu wektorowego, polega na niezależnym zapisaniu informacji o współrzędnych punktów konstrukcyjnych każdego obiektu geometrycznego tworzącego model. Punkty wspólne obiektów, zapisywane są osobno dla każdego elementu, co znacznie utrudnia aktualizację danych, jest przyczyną poważnych błędów w interpretacji zależności przestrzennych i utrudnia a czasem uniemożliwia wykonanie automatycznych analiz. Również wzrost wielkości pliku będący wynikiem redundancji ma niekorzystne znaczenie dla procesu przetwarzania danych, wydłużając czas analizy i angażując większe zasoby sprzętu, na którym analiza jest wykonywana. Modele wektorowe, które powstają w procesie digitalizacji materiałów kartograficznych, polegającym na skanowaniu, kalibracji i wektoryzacji, są przykładem takiego typu modelu. Ich topologia jest dodatkowo obciążona bardzo licznymi błędami operatora. Proces ręcznego poszukiwania i korygowania błędów topologicznych jest trudny i bardzo czasochłonny, stąd liczne rozwiązania automatyzujące ten proces. Opisany w artykule algorytm oraz napisany na jego podstawie program komputerowy automatycznej korekty wybranych błędów topologii mapy numerycznej, opracowany został podczas konsultowania większego projektu informatycznego związanego ze wspomaganiami zadań LPIS.

## BŁĘDY TOPOLOGII MAPY NUMERYCZNEJ

Materiał badawczy stanowiły mapy numeryczne, pozyskane w procesie digitalizacji mapy ewidencyjnej oraz opracowania fotogrametrycznego. Informacje zapisane były na dwóch warstwach: warstwie działek ewidencyjnych oraz warstwie użytków. Analizowany obiekt zawierał 2425 działek ewidencyjnych. Obie warstwy zawierały niewielką ilość prostych do zlokalizowania i usunięcia błędów bagnetów i przecięć. Badanie topologii nałożonych na siebie warstw ujawniło bardzo liczne błędy topologiczne, głównie współliniowości oraz przecinania granic działek i użytków. Przykłady takich błędów przedstawione zostały na ilustracji numer 1 (kolor zielony – użytki, kolor czarny – granice działek ewidencyjnych). Odległości pomiędzy punktami załamania granic wahała się od kilku milimetrów do kilkunastu centymetrów, była więc pomijalna w przypadku wydruków ale istotna, na przykład w przypadku automatycznego rozliczenia użytków w działkach. Doskonałą ilustrację skutków tego typu błędów stanowi jedna z działek o powierzchni 10ha, zawierająca 9999,97 m<sup>2</sup> użytku „rola” oraz 0,03m<sup>2</sup> użytku „droga”. Oczywiście znaczenie takich „mikro użytków” w rozliczeniu całego kompleksu, nawet przy ich relatywnie wysokiej liczbie, jest znikome, jednak ujawnienie w rozliczeniu użytku o powierzchni 0,03m wygląda niezbyt profesjonalnie.



**Rysunek 1.** Przykład błędu braku współliniowości granicy działki i użytku

### ALGORYTM AUTOMATYCZNEJ KOREKTY TOPOLOGII

Po zbadaniu topologii nałożonych na siebie warstw działek i użytków oraz analizie przyczyn powstawania błędów, opracowano algorytm automatycznego ich korygowania. Przyjęte zostały następujące założenia:

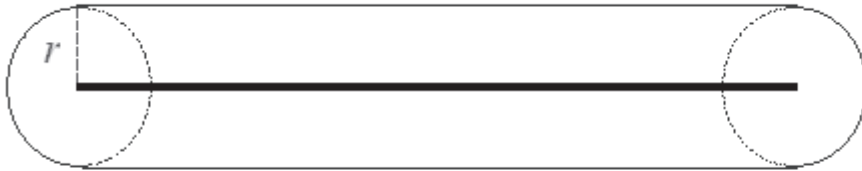
1. przebieg granic działek ewidencyjnych nie może ulec zmianie,
2. można dodawać punkty na granicach działek, ale wyłącznie na linii,
3. przebieg granic użytków może być modyfikowany w zadanych granicach,
4. modyfikacja granicy użytku może polegać wyłącznie na dosunięciu do granicy działki.

Modyfikacja przebiegu granicy użytku składa się z dwóch etapów. Etap pierwszy polega na przeszukaniu obszaru o zadanym promieniu, wokół początku i wokół końca odcinka granicy działki, w poszukiwaniu punktów granicznych użytków. Jeżeli punkty takie zostaną odnalezione, to są one przesuwane tak, aby pokryły się z punktami granicznymi działek. Dzięki temu uzyskuje się znaczącą redukcję ilości błędów „mikro użytków”.



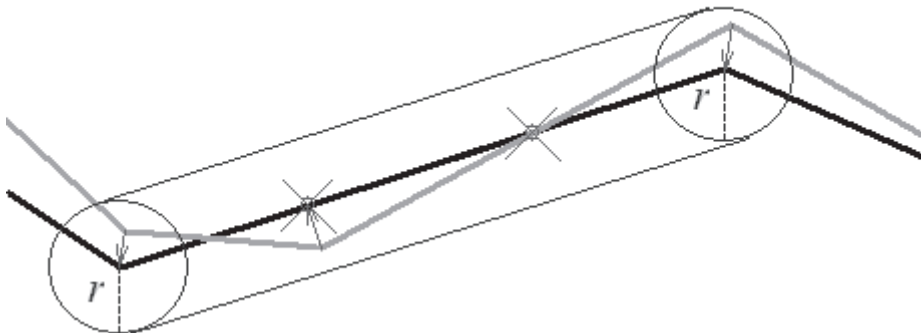
**Rysunek 2.** Etap I - korekta położenia punktów granicznych użytków.

Etap drugi, polega na przeszukaniu strefy buforowej wokół odcinka granicy działki, w poszukiwaniu punktów granicznych użytkowników. Strefa buforowa, jest obszarem składającym się z okręgów wokół początku i końca linii oraz prostokątnego obszaru po obu jej stronach (ilustracja poniżej). Promień okręgów, a tym samym szerokość pasa wzdłuż linii, jest zadawana przez operatora. Podczas badań przyjmowano promień 10cm.



**Rysunek 3.** Strefa buforowa odcinka granicy.

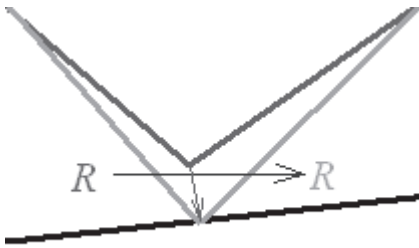
Dla punktów granicy użytkowników, które zostaną odnalezione w strefie buforowej, wyznacza się punkt rzutowania na granicy działki, a następnie przesuwają punkt granicy użytkownika na wyznaczony punkt na granicy działki. Po przeprowadzeniu testów, w czasie których korekty przebiegu granic użytkowników wykonywane były przez operatora, nie wystąpiły opisywane wcześniej błędy. Również analiza zmian w rozliczeniu użytkowników w działkach, dla działek, wykazała różnice znacznie poniżej zadanej dokładności obliczeń pól powierzchni co zadecydowało o podjęciu próby implementacji algorytmu w programie komputerowym.



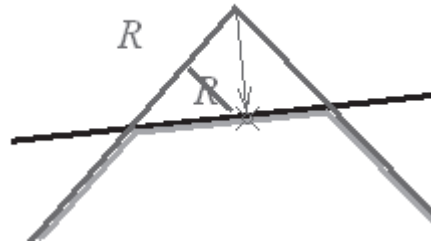
**Rysunek 4.** Etap II. Rzutowanie punktów granicy użytkownika na granicę działki i usuwanie ich

## IMPLEMENTACJA ALGORYTMU AUTOMATYCZNEJ KOREKTY TOPOLOGII

Testy przeprowadzone przy pomocy programu komputerowego opracowanego w oparciu o opisany wcześniej algorytm, dały zadowalające wyniki, ujawniły jednak nowy problem topologiczny, związany z likwidowaniem opisanych wcześniej niewielkich użytków w działkach a także powstawaniem nowych. W przypadku likwidacji „mikro użytku” poprzez nasunięcie jego granicy na granicę działki, na rysunku pozostaje jego opis, co powoduje powstanie błędu topologicznego polegającego na istnieniu dwóch, najczęściej różnych opisów użytku (ilustracja 4). W przypadku takiego przesunięcia granicy użytków, które powoduje powstanie nowego obszaru, błąd związany jest z brakiem opisu dla nowego obszaru (ilustracja 5A oraz 5B). Problem ten wykryty podczas automatycznej kontroli topologii skorygowanej mapy, spowodował konieczność wprowadzenia do programu zmian, dzięki którym miejsca pojawienia się błędów byłyby sygnalizowane i przygotowywane do ręcznej korekty.



**Rysunek 5A.** Błędy wtórne  
– brak opisu



**Rysunek 5B.** Błędy wtórne  
– nadmiarowy opis

### PODSUMOWANIE

Opisany algorytm został zaimplementowany w programie wspomagającym realizację zadań LPIS. Testy skuteczności algorytmu automatycznej korekty topologii prowadzone były na obiekcie, który zawierał 12800 działek zbudowanych z 53936 odcinków granicy oraz około 10000 użytków zbudowanych z 134987 odcinków. Program badania topologii wykrył na tym obiekcie 25000 błędów, głównie błędów braku współliniowości granic działek i użytków. Kontrola topologii, przeprowadzona po automatycznej korekcie, ujawniła 10 błędów, które nie mieściły się w zadanym buforze lub z innych powodów nie mogły być automatycznie skorygowane (3 bagnety, 5 bliskich, 2 duplikaty) oraz około 100 błędów wtórnych (braki opisów i opisy nadmiarowe). Czas pracy

programu korygującego topologię wyniósł dla tego obiektu około 5 sekund a czas potrzebny na skorygowanie pozostałych błędów oraz błędów wtórnych nie przekroczył godziny. Oczywiście czas pracy procedury automatycznej zależy od mocy obliczeniowej komputera i może znacząco różnić się od podanej wartości. Również czas potrzebny na skorygowanie błędów pozostałych i wtórnych zależy od wielu czynników, takich jak: sprawność operatora, wielkość i złożoność zbioru danych itp., jednak nie ulega wątpliwości, że jest on wielokrotnie krótszy od czasu niezbędnego do ręcznego skorygowania 25000 błędów. Założony przy opracowaniu algorytmu cel – redukcja czasu niezbędnego na doprowadzenie mapy wektorowej do stanu poprawności topologicznej – został osiągnięty.

Dr inż. Mariusz Zygmunt  
Uniwersytet Rolniczy w Krakowie  
Wydział Inżynierii Środowiska i Geodezji  
Katedra Geodezji.  
e-mail: m.zygmunt@op.pl

Dr inż. Jacek Derwisz  
Wyższa Szkoła Inżynierjino Ekonomiczna w Rzeszowie  
Katedra Geodezji i Obrotu Nieruchomościami.  
e-mail: j.derwisz@geodezy.com.pl

Recenzent: *Prof. dr hab. inż. Ryszard Hycner*