



Rozprawa doktorska

**WPŁYW STRUKTURY SIECI
TRANSPORTOWEJ NA DOSTĘPNOŚĆ
PRZESTRZENNA**

DYNAMICZNE UJĘCIE GRAFOWE

Wojciech Pomianowski

STRESZCZENIE

promotor: Prof. Tomasz Komornicki

Polska Akademia Nauk

Instytut Geografii i Przestrzennego Zagospodarowania
im. Stanisława Leszczyckiego

czerwiec 2018

Tematem pracy są pozytywne i negatywne skutki modyfikacji sieci transportowej, które są następstwem celowych ulepszeń, wewnętrznych procesów (kongestia, wypadki) lub zdarzeń losowych, np. katastrof żywiołowych. Głównym celem pracy jest ocena efektywności metody, jaką jest analiza dostępności przestrzennej w badaniu tej dynamiki.

Pozytywne zmiany dostępności były wcześniej obserwowane jako wynik inwestycji infrastrukturalnych. Dotychczasowe badania miały przeważnie charakter studium przypadku lub polegały na symulacji określonych jednostkowych stanów sieci, dyktowanych przede wszystkim prędkością możliwą do osiągnięcia na pewnych fragmentach sieci. W większości prac zastosowanie teorii grafów sprowadzało się do znajdowania najkrótszych ścieżek, służących do obliczania czasu przejazdu między parami o-d (*origin-destination*). Potencjał teorii grafów nie był dobrze wykorzystany. Nie powstał aparat metodologiczny pozwalający na wyciągnięcie bardziej ogólnych wniosków dotyczących funkcjonowania całości sieci. Badania negatywnych skutków zaburzeń sieci miały często podobny, jednostkowy charakter, ale 1) były oparte na teorii ryzyka i 2) przyniosły również poważniejsze osiągnięcia teoretyczne.

Tytułowe „dynamiczne ujęcie grafowe” polega na analizie pozytywnych i negatywnych skutków zmian przy pomocy ujednoczonego aparatu pojęciowego i matematycznego, opartego o teorię grafów. W pracy rozpatruje się dynamikę sieci na dwa sposoby. Po pierwsze – jako zmiany układu ścieżek podróży będące wynikiem zachowań potencjalnych użytkowników sieci. Po drugie – jako parę powiązanych zjawisk: 1) bodźca, w postaci zmiany zdolności przenoszenia ruchu przez pewien fragment sieci i 2) odpowiedzi, w postaci zmian dostępności potencjałowej typu Hansena. Pierwsze spojrzenie określa jako jakościowy, drugie – ilościowy wymiar dynamiki.

Na treść pracy składa się:

1. przegląd **modeli grawitacji i potencjału**, ilustrujący ich rozwój i wykształcenie się pojęcia dostępności;
2. analizę dostępności pod kątem **zakresu podmiotowego** w powiązaniu z horyzontem czasowym badania;
3. omówienie **komponentów** dostępności, ujętych w autorski podział na 3 sfery, ze szczególnym uwzględnieniem czynników behawioralnych;
4. przedstawienie grupy **aksjomatów** prowadzących do prawidłowego formułowania miar dostępności;
5. analizę **etycznego i politycznego** wymiaru mobilności i dostępności;
6. omówienie pojęcia i algorytmu **obciążenia ścieżkami** – miary odzwierciedlającej ważność odcinków sieci w prowadzeniu ruchu między parami o-d, oraz przedstawienie empirycznych wyników dotyczących krajowej sieci drogowej;
7. omówienie modelu bazowego i **autorskiego oprogramowania** użytego w pracy (OGAM, OGAMLab);
8. prezentację **wachlarza serwisowego** – nowego pojęcia służącego do jakościowej (topologicznej) analizy dynamiki sieci transportowej – wraz z formalnymi właściwościami i algorytmami;
9. omówienie zastosowań wachlarza serwisowego do
 - o ulepszania algorytmów,

- wyznaczania obszarów sieci transportowej powiązanych z odcinkiem,
 - badania relacji między odcinkami i regionalizacji sieci;
10. przegląd podstaw teoretycznych analizy ryzyka oraz osiągnięć w badaniach **wrażliwości** (*vulnerability*) sieci transportowej;
 11. prezentację **profilu dostępnościowego** – nowego ilościowego narzędzia analizy dynamiki sieci transportowej;
 12. prezentację zestawu **wskaźników wrażliwości** wywodzących się z profilu dostępnościowego, w podziale na tzw. aspekt wierzchołkowy i krawędziowy;
 13. **empiryczne studium** wrażliwości sieci drogowej Polski z wykorzystaniem w.w. wskaźników (13 map).

W części empirycznej wykorzystano bazę danych sieciowych IGiPZ, składającą się z 2321 rejonów komunikacyjnych (zbliżonych do gmin) i 14402 odcinków sieci drogowej. Przy użyciu autorskiego oprogramowania obliczono metodą symulacyjną profile dostępnościowe dla wszystkich odcinków sieci pod kątem dostępności każdego rejonu komunikacyjnego. Opracowano kilka parametrów syntetyzujących informacje z profilu w taki sposób, aby z przeszło 33 mln. profili uzyskać zmienne odnoszące się bądź to do odcinków (aspekt krawędziowy), bądź do gmin (aspekt wierzchołkowy). Pierwszy zestaw miar wrażliwości został nazwany *oddziaływaniem odcinka*, drugi – *ekspozycją wierzchołka*. W ramach każdego zestawu uzyskano szereg lustrzanych wskaźników opisujących 1) nasilenie, 2) stopień rozproszenia (liczbę istotnych obiektów) i 3) zasięg terytorialny wrażliwości.

Głównym osiągnięciem teoretycznym pracy było wykazanie, że pozytywne i negatywne skutki zmian zachodzących w sieci transportowej, ujmowane dotychczas osobno i z zastosowaniem różnych podejść metodologicznych mogą być obserwowane i wyjaśniane w ujednoliconym systemie, składającym się z trzech pojęć i konstrukcji matematycznych:

- **wachlarza serwisowego**, czyli części grafu transportowego powiązanej funkcjonalnie z jednym odcinkiem i domkniętej pod względem interakcji i dostępności;
- **profilu dostępnościowego**, czyli funkcji opisującej reakcję sieci transportowej na zmiany prędkości na pewnym odcinku tej sieci;
- **profilu zdarzeń** wachlarza serwisowego, czyli struktury danych, dzięki której można zbudować wachlarz dla aktualnego lub symulowanego stanu odcinka.