

prof. zw. dr hab. Waldemar Ratajczak
Instytut Geografii Społeczno-Ekonomicznej
i Gospodarki Przestrzennej
Uniwersytet im. Adama Mickiewicza
w Poznaniu

Recenzja rozprawy doktorskiej
mgr. Wojciecha Pomianowskiego
pt. „Wpływ struktury sieci transportowej na dostępność
przestrzenną. Dynamiczne ujęcie grafowe”

Ocena dostępności wierzchołków i/lub krawędzi sieci transportowej jest ważnym elementem geograficznej analizy systemów transportowych. Jej waga uwidacznia się w ogromnej literaturze naukowej, która jest poświęcona dostępności przestrzennej, czasowej, czaso-przestrzennej, itd. Stąd wiadomo, że najsilniejsze impulsy wpływające na poprawę dostępności np. przestrzennej – są efektem zmiany struktury sieci transportowych lub zmiany własności ich wierzchołków i/lub krawędzi. Temu zagadnieniu poświęcona jest recenzowana praca. Należy dodać, że dostępność przestrzenną traktuje się niejednokrotnie jako generator procesu reorganizacji przestrzennej systemu społeczno-gospodarczego zgodnie z którym, określone miejsca adoptują ich funkcjonalne tj. społeczne, ekonomiczne i polityczne role – w rezultacie zmiany ich dostępności do systemu jako całości. Dlatego właśnie ciągle rozwijane są teoretyczne podstawy dostępności.

Dysertacja mgr. Wojciecha Pomianowskiego wzbogaca ten dorobek, poprzez stworzenie metody umożliwiającej efektywną ocenę reakcji sieci drogowej na bodźce różnego rodzaju, a w tym opracowanie dwóch koncepcji teoretycznych, tj. koncepcji wachlarza serwisowego krawędzi grafu oraz koncepcji jej profilu

dostępnościowego. Zostały one wykorzystane przez Autora w skonstruowanym przez Niego programie OGAMLab – umożliwiającym symulacyjne badanie dostępności przestrzennej wierzchołków.

Ocena rozprawy mgr. Wojciech Pomianowskiego składa się z dwóch części. Pierwsza dotyczy strony formalnej, druga natomiast strony merytorycznej.

OCENA STRONY FORMALNEJ

Praca zawiera 117 stron tekstu. W tym 47 rycin i 2 nienumerowane tabele. Spis literatury zajmuje 6 stron i obejmuje 96 pozycji, w tym 85 w językach obcych.

Praca nie zawiera załączników. Struktura pracy jest następująca: Wstęp, 14 rozdziałów oraz zakończenie.

Treść pracy odpowiada zasadniczo jej tytułowi. Potrzebny jest jednak komentarz jak poniżej.

1. W pracy Autor nie bada zmiany struktury sieci, lecz ustala zagrożenia, które mogą wpłynąć na wyłączenie z ruchu lub zmianę parametrów pewnych krawędzi istniejących sieci, i w konsekwencji na obniżenie prędkości podróży. Przez co zmienia się czasowa osiągalność niektórych węzłów sieci transportowej, a dokładniej sieci drogowej – bowiem innych sieci Autor nie bada.
2. Uściślenia wymaga pojęcie dynamiki sieci. Gdyż w ujęciu Autora odnosi się ono w większym stopniu do ruchu na sieci aniżeli do struktury sieci.

Tytuły rozdziałów są następujące:

Rozdział I. Wstęp,

Rozdział II. Wczesna postać modelu grawitacji,

Rozdział III. Rozwój modeli grawitacyjno-potencjałowych,

Rozdział IV. Ontologia dostępności,

Rozdział V. Komponenty dostępności,
Rozdział VI. Aksjomatyczne ujęcie dostępności,
Rozdział VII. Etyczny i polityczny wymiar dostępności,
Rozdział VIII. Dynamika dostępności w grafie – pole badań,
Rozdział IX. Model bazowy,
Rozdział X. Obciążenie odcinków sieci – wstęp do analizy dynamiki,
Rozdział XI. Wachlarz serwisowy odcinka,
Rozdział XII. Ryzyko jako nowy element oceny sieci transportowej,
Rozdział XIII. Profil dostępności odcinka sieci,
Rozdział XIV. Mapy wskaźników wrażliwości,
Rozdział XV. Zakończenie,
Rozdział XVI. Literatura.

Układ pracy generalnie nawiązuje do jej celów. Jednak niektóre rozdziały – jako nie wnoszące nowej wiedzy o badanych zależnościach – powinny być umieszczone w załącznikach lub usunięte. Wprowadzone do głównej części pracy, utrudniają śledzenie procesu badawczego, a także oryginalnych i ważnych wyników osiągniętych przez Autora. Dotyczy to: Rozdz. 2. Wczesna postać modelu grawitacji (8 stron tekstu), Rozdz. 3. Rozwój modeli grawitacyjno-potencjałowych (7 stron tekstu), Rozdz. 4. Ontologia dostępności (5 stron tekstu), Rozdz. 5. Komponenty dostępności (7 stron tekstu) oraz Rozdz. 7. Etyczny i polityczny wymiar dostępności (6 stron tekstu).

Pomimo że praca zawiera 96 pozycji literatury naukowej, zbiór ten nie obejmuje kilku istotnych pozycji, które ułatwiłyby Autorowi uściślenie oraz interpretację otrzymanych wyników także w przyszłości. Np. takich jak:

- **Sanchez** T.W. 2004. Connecting Mass Transit and Employment. [W:] Hensher D.A. i inni (red.). Handbook of Transport Geography and Spatial Systems. Elsevier, 111-124.

- **Immers B., Bleukx A.** 2008. On the Robustness of Transportation Network Structures. [W:] Giaoutzi M., Nijkamp P. Network Strategies in Europe. Ashgate, 37-50.
- **Regani A., Nijkamp P., Lanzi D.** 2015. Transport resilience and vulnerability: The role of connectivity. Transportation Research, Part A, 4-15.
- **Taylor M.** 2017. Vulnerability Analysis for Transportation Networks. Elsevier.
- **Li Yan-jin i inni.** 2018. Vulnerability Identification of Urban Road Network under Unexpected Congestion. Journal of Highway and Transportation Research and Development, 12(2), 88-95.
- **Calvert S.C., Snelder M.** 2018. A methodology for road traffic resilience analysis and review of related concepts. Transportmetrica A: Transport Science, 14(1-2), 130-154.

Praca została napisana zwięzłym poprawnym językiem naukowym. Jednak jak w każdej pracy występują w niej pewne uchybienia wymienione poniżej.

- Autor całkowicie pominął w pracy opis chyba najważniejszej jej części, tj. autorskiego programu OGAMLab, który jest rozwinięciem Jego wcześniejszego programu OGAM. Trudno zrozumieć tę decyzję, gdyż właśnie ten program potwierdza świetne przygotowanie Autora do rozwiązywania problemów których się podjął.
- W tekście Autor posługuje się pojęciem przestrzeni (s. 5) bez podania definiujących ją aksjomatów. Ich określenie jest ważne, ponieważ w przestrzeni realnej obowiązuje zazwyczaj metryka euklidesowa, a w przestrzeniach abstrakcyjnych, które wykorzystuje Autor – metryki nieeuklidesowe.

- W pracy brak jest definicji operacyjnych niektórych ważnych pojęć, których Autor używa zamiennie jak: dostępność (s. 9), dostępność przestrzenna (s. 6), dostępność potencjałowa (s. 9). Prowadzi to do konfuzji w trakcie analizy tekstu.

Podobnie definicji operacyjnej wymaga pojęcie efektywności metody (s. 5). Jest ono bowiem powiązane ze skutecznością. Zastosowana metoda może być skuteczna (dostarcza wyników), ale nieefektywna ze względu np. na koszt jej użycia. Dlatego konieczne jest zoperacjonalizowanie tego pojęcia.

W pracy występują także uchybienia związane z jej redakcją. I tak:

- w równaniu (4) na s. 12 brakuje znaku plus,
- przy niektórych kolejno zapisanych wzorach np. (13), (14), (15), (17), (18), (19) i innych brakuje przecinków, a przy ostatnim wzorze kończącym zdanie – kropki,
- przy żadnej spośród 47 rycin nie podano źródła ich pochodzenia,
- dwie tabele zamieszczone w pracy (s. 48 i s. 92) nie posiadają tytułów ani źródeł ich pochodzenia,
- opis map zamieszczonych w pracy nie spełnia zasad kartografii. Legendy nie zawierają precyzyjnych opisów, brak jest skali, tytuły rycin są nader oszczędne. Np. ryc. 42 jest zaopatrzona w następujący tytuł: Wierzchołki: rozproszenie ekspozycji kluczowej, efektywnej, pozytywnej. Taki tytuł w powiązaniu z jeszcze skromniej opisaną legendą, ogranicza jej wartość informacyjną. Uwaga ta dotyczy także innych rycin,
- większej staranności wymagało użycie w pracy terminów angielskich bardzo ważnych dla jej zrozumienia. I tak: **exposure** powinno być tłumaczone jako narażenie a nie ekspozycja, **vulnerability** jako zagrożenie a nie wrażliwość, natomiast **resilience** jako odporność a nie wytrzymałość.

Wynika to z kontekstu ogromnej liczby prac napisanych w języku angielskim z wykorzystaniem tych terminów.

Należy też dodać, że w literaturze przedmiotu występuje dwojaka interpretacja terminu **resilience**. Pierwotna – odnosząca się do systemów ekologicznych (trwałość, wytrzymałość) oraz wtórna jako inżynierskie rozumienie tego terminu. W recenzowanej pracy obowiązuje rzecz jasna interpretacja inżynierska, czyli resilience oznacza odporność sieci na zaburzenia z uwzględnieniem prędkości tego procesu.

OCENA MERYTORYCZNA PRACY

Recenzowana rozprawa jest oryginalnym dziełem wyróżniająco wpisującym się w problematykę metodologii – dotyczącej efektywności sieci drogowej – charakteryzowanej dostępnością jej komponentów jak i całej sieci.

Autorska koncepcja metodologiczna przedstawiona w pracy, polega na ustaleniu zależności pomiędzy dostępnością przestrzenną a prędkością podróży. Dostępność przestrzenna rośnie ze wzrostem prędkości podróży i maleje wraz z jej spadkiem. Takie podejście nie jest znane w literaturze przedmiotu, dlatego Autor według własnego pomysłu opracował dwie nowe koncepcje uzupełniające, tj. wachlarz serwisowy oraz profil odcinka.

Skonstruował także specjalną wersję programu komputerowego oznaczonego jako OGAMLab. Pozwala on na przeprowadzenie eksperymentów numerycznych dotyczących dostępności wszystkich wierzchołków badanej sieci.

W pracy wyróżnić można trzy warstwy:

- **warstwę empiryczno-poznawczą**. Jest ona efektem oceny sieci drogowej przeprowadzonej przez Autora w aspekcie jej narażenia (exposure), zagrożenia (vulnerability) i zdolności powrotu do stanu wyjściowego

(resilience). W ramach tej warstwy Autor szukał odpowiedzi na dwa pytania:

1. W jakim stopniu wierzchołki sieci drogowej tracą na dostępności w efekcie możliwych jej zaburzeń, których listę wyspecyfikował? Zawiera ona 11 pozycji i nie jest to zbiór domknięty.
2. W jakim stopniu wybrana krawędź przyczynia się do spadku dostępności?

Wyniki badań obrazuje seria 13 map na których Autor przedstawił przestrzenny rozkład zagrożeń sieci drogowej na całym obszarze Polski. Nie identyfikował jednak tylko efektów negatywnych, ale także pozytywnych, tzn. przyrost dostępności w konsekwencji np. inwestycji drogowych.

- **warstwę metodologiczną**, której istotą było opracowanie oraz oprogramowanie zasad dynamicznej analizy dostępności wierzchołków sieci drogowej. Konstruując wzorzec metodologiczny – Autor wykazał się bardzo dobrym przygotowaniem teoretycznym i na tej podstawie, według własnego pomysłu – stworzył algorytm postępowania badawczego. Jego wczesna wersja oznaczona jako OGAMToy – została w pewnym zakresie przez Autora udostępniona do wykorzystania publicznego.
- **warstwę praktyczną** – bardzo ważną, bowiem wzorzec metodologiczny opracowany przez Autora – po pewnych modyfikacjach może służyć do identyfikacji tak obszarów, jak i wręcz konkretnych węzłów sieci – szczególnie narażonych i zagrożonych utratą społecznie akceptowalnego poziomu dostępności przestrzennej. Co w skrajnym przypadku może doprowadzić do radykalnego osłabienia lub nawet zatrzymania ruchu na sieci drogowej.

Wyniki dysertacji, nawiązujące do wyróżnionych warstw, były możliwe do osiągnięcia poprzez zrealizowanie celu głównego pracy oraz jej celów szczegółowych.

Cel główny polegał na ocenie efektywności opracowanej metody, w badaniu reakcji sieci drogowej, na bodźce zmieniające dostępność jej węzłów.

Natomiast cele szczegółowe były następujące:

- „ 1. Przeprowadzenie studium analitycznego dotyczącego pojęcia i miar dostępności, w powiązaniu z modelami przestrzennego oddziaływania;
2. Opracowanie dwóch konstrukcji teoretycznych służących do analizy dynamiki sieci: wachlarza serwisowego i profilu dostępnościowego odcinka;
3. Rozszerzenie metodyki dwuaspektowej (ekspozycja i oddziaływanie) obserwacji dynamiki sieci przez zastosowanie profilu odcinka;
4. Zbudowanie narzędzia aplikacyjnego realizującego analizę dynamiki, w postaci: programu OGAMLab do masowych symulacji dostępności oraz rozszerzeń istniejącego programu OGAM;
5. Przeprowadzenie empirycznego studium dynamiki sieci na przykładzie sieci drogowej Polski i dostępności w osobowym ruchu samochodowym.”

Konsekwentna realizacja celów pracy pozwoliła Autorowi na wyprowadzenie oryginalnych wniosków odnoszących się tak do sfery teoretycznej jak i empirycznej prowadzonych badań.

Najważniejsze osiągnięcia pracy to:

1. Potwierdzenie naukowej wartości opracowanej przez Autora metody – umożliwiającej ewaluację reakcji sieci drogowej na różnego rodzaju zagrożenia,
2. Wykazanie, że dostępność w podanej w pracy postaci, może być uważana za kryterium jakości sieci drogowej,

3. Opracowanie systemu wskaźników sumarycznych oraz kluczowych, za pomocą których, można ustalić efekty zmniejszenia i/lub zwiększenia dostępności węzłów sieci.
4. Skonstruowanie programu OGAMLab umożliwiającego symulacyjne modelowanie wpływu dowolnej krawędzi sieci na globalny efekt dostępności.
5. Zbadanie sieci drogowej Polski pod kątem jej zagrożeń (vulnerability) i ustalenie, że:
 - wskaźniki zagrożenia sieci są słabo skorelowane z obecnie identyfikowalną jej dostępnością. Dalszy proces badawczy powinien dostarczyć odpowiedzi na pytanie – dlaczego tak jest?
 - funkcjonowanie sieci drogowej – jako komponentu systemu transportowego, jest w coraz większym stopniu narażone (exposure) na konkretne zagrożenia (vulnerability), wynikające między innymi z przeciążenia sieci,
 - zagrożenia bodźcami negatywnymi polskiej sieci drogowej są znacząco większe, aniżeli jej podatność (susceptibility) na bodźce pozytywne, które mają swoje źródło w ulepszeniu sieci,
 - wskaźniki zasięgu narażenia (exposure) sieci potwierdzają, że zagrożenia jej funkcjonowania są generowane przez inne jej odcinki, aniżeli odcinki zwiększające jej odporność. Innymi słowy nie są to odcinki tożsame.

Postulat krytycyzmu wymaga zwrócenia uwagi na pewne nieliczne niedociągnięcia merytoryczne zauważone w ocenianej dysertacji.

1. Przede wszystkim należy zwrócić uwagę na fakt, że wykorzystany w pracy model bazowy wyrażony równaniem:

$$A_i = m_i \exp(-\beta t) + \sum m_j \exp(-\beta t),$$

nie opisuje potencjału grawitacyjnego.

Model ten wywodzi się bowiem z termodynamiki, czyli innej wielkiej teorii fizycznej a nie z teorii grawitacji.

Równanie to można nazwać potencjałem wilsonowskim (por. Chojnicki Z., Czyż T., Ratajczak W. (red.). 2011. Model potencjału. Podstawy teoretyczne i zastosowania w badaniach przestrzenno-ekonomicznych oraz regionalnych. Bogucki Wydawnictwo Naukowe, Poznań), lub po prostu miarą dostępności przestrzennej – to w żadnym stopniu nie zmieni oryginalnej metody opracowanej przez Autora, ani osiągniętych przez Niego interesujących wyników.

2. W świetle powyższych uwag – tekst przedstawiony na str. 10-17 jest zbędny. Tytułem komentarza należy dodać, że występujące tam wzory są podane w niepełnej (wzór 5 – brak parametru K) oraz niewłaściwej postaci (wzór 6). W tym drugim przypadku, który dotyczy potencjału grawitacyjnego, wykładnik potęgowej odległości (β) powinien być zapisany jako $(\beta - 1)$ – co wynika z zasad całkowania. W nim również brak jest parametru K .
3. Ponieważ potencjał grawitacyjny (a właściwie geograficzny) i różne pochodne miary dostępności nie są zmiennymi obserwowalnymi, przeto parametry modeli, które je konkretyzują nie mogą być estymowane drogą statystyczną czy ekonometryczną. Stosuje się wówczas metody iteracyjne lub częściej metody kalibracji. Oznacza to, że pod uwagę bierze się wiele prawdopodobnych wartości np. parametru β , a nie tylko jeden i drogą np. analizy korelacyjnej poszukuje się parametru najlepszego (według przyjętego kryterium). W pracy Autor wykorzystał tylko jeden parametr β , który zaczerpnął z pracy Rosik (2012). „Dostępność lądowa przestrzeni Polski w wymiarze europejskim”, IGiPZ PAN. Dla podróży trwających

30 minut, Autor podaje wartość $\beta=0,23105$. Łatwo jest zauważyć, że właściwa wartość parametru β powinna wynosić 0,023105. Występująca niedokładność jest zapewne efektem błędu drukarskiego. Natomiast jednokrotny wybór parametru β wynika prawdopodobnie z potrzeby zweryfikowania skonstruowanej metody, a nie wszechstronnego zbadania realnej sieci drogowej pod kątem jej narażenia i zagrożenia.


Przedstawione powyżej uwagi mają bardziej charakter postulatyczny aniżeli krytyczny i nie zmieniają mojej jednoznacznej bardzo wysokiej oceny recenzowanej pracy. Są wskazówkami – jak ulepszyć pracę, gdyby doszło do jej publikacji.

KONKLUZJA KOŃCOWA

Oceniana praca doktorska jest bardzo wartościowym dziełem naukowym. Poprzez konsekwentne dążenie do osiągnięcia postawionych celów, Autor dowiódł, że posiadał umiejętności do prowadzenia pracy badawczej. Oprócz walorów merytorycznych, dysertacja jest świadectwem rzetelności naukowej, pomysłowości oraz wiedzy.

Dlatego zwracam się do Wysokiej Rady Instytutu Geografii i Przestrzennego Zagospodarowania im. Stanisława Leszczyckiego o dopuszczenie mgr. Wojciecha Pomianowskiego do dalszych etapów przewodu doktorskiego.

Ponadto wnoszę o wyróżnienie ocenianej rozprawy.


prof. zw. dr hab. Waldemar Ratajczak