

**Recenzja rozprawy doktorskiej  
mgr. Jana Burdzieja**

**pt. "Dostępność przestrzenna wybranych usług na terenie Torunia.**

**Studium problemu z wykorzystaniem analiz sieciowych i technologii GIS"**

(Recenzja została opracowana na zlecenie Wydziału Nauk o Ziemi Uniwersytetu Mikołaja Kopernika w Toruniu)

## **1. Ocena istotności i aktualności tematu**

Złożone analizy dostępności przestrzennej prowadzone są już od końca dziewiętnastego wieku. W Polsce mapy dostępności czasowej opracowano w okresie międzywojennym m.in. dla Krakowa, Warszawy, Lwowa, Wilna. Obecnie dzięki nowym technologiom oraz zmianom cywilizacyjnym, analizy tego typu odgrywają jeszcze bardziej istotną rolę i są w obszarze zainteresowania prawie każdego człowieka. Problem dostępności przestrzennej jest jednym z ważnych czynników, które determinują wiele zachowań ludzkich m.in. wybór miejsca zamieszkania, wybór miejsca pracy, sposób organizacji działalności biznesowej. Z drugiej strony zapewnienie wymaganego poziomu dostępności czasowej do określonych miejsc jest jednym z kluczowych wyzwań współczesnego planowania przestrzennego. Z wielu powodów oczekiwania w zakresie analiz przestrzennych są coraz wyższe – oczekujemy ich większej dokładności i wiarygodności. Umożliwiają nam to dojrzałe już technologie (w tym GIS) oraz bardzo bogate zasoby danych o przestrzeni, które często udostępniane są bezpłatnie. W praktyce krajowej, analizy te nie są jednak powszechne i nie zawsze są wykonywane z należytą starannością.

Podjęte w analizowanej rozprawie zadanie udoskonalenia metod analizy i prezentacji informacji o dostępności przestrzennej jest więc zadaniem aktualnym i mającym charakter użyteczny. Autor decyduje się na sprawdzenie proponowanych przez siebie rozwiązań na rzeczywistym polu testowym – obszarze miasta Toruń. Wybór ten jest trafny ze względu na wielkość miasta, jego charakter, a także ze względu na brak dotychczas wykonanych tego typu dokładnych i kompleksowych analiz. Wyniki analiz mogą więc być przydatne zarówno mieszkańcom jak i władzom Torunia. To również potwierdza zasadność wyboru tematu i jego zakresu.

## **2. Ocena merytoryczna przeprowadzonych badań oraz zastosowanej metodyki badawczej**

Podstawowym problemem badawczym recenzowanej pracy było (zgodnie z deklaracją autora) „opracowanie metody zastosowania analiz sieciowych do oceny zróżnicowania dostępności na całym obszarze”.

Autor rozprawy definiuje trzy cele, a w zasadzie trzy aspekty celu głównego pracy: metodologiczny, poznawczy i aplikacyjny.

Pierwszy prowadzi do porównania i oceny metod obliczania oraz prezentacji dostępności przestrzennej, drugi do oceny miasta Torunia pod względem dostępności przestrzennej, a trzeci do udostępnienia użytkownikom aplikacji w której samodzielnie, z uwzględnieniem swoich preferencji będą mogli wykonywać stosowne analizy.

W efekcie ocenie podlegać mogą trzy „produkty” Doktoranta:

- 1) zestaw reguł (opis procesu) wykonywania analiz dostępności przestrzennej,
- 2) zestaw map dostępności przestrzennej Torunia,
- 3) aplikacja internetowa.

Cele te sformułowane zostały w jasny sposób. Przy czym weryfikacja dwóch pierwszych efektów jest w pełni możliwa w oparciu o przedstawioną rozprawę doktorską, natomiast celu trzeciego tylko w ograniczonym zakresie tj. na poziomie koncepcji systemu (ze względu na brak dostępu do opracowanego prototypu).

Pewne zastrzeżenia może budzić dwuczłonowy temat pracy. Po analizie rozprawy wydaje się, że można by go sformułować nieco inaczej. Po pierwsze w skrócony sposób, a po drugie z większym naciskiem na aspekt udoskonalania metod i procedur, a nie samej analizy dostępności przestrzennej Torunia.

Opis przeprowadzonych przez Doktoranta badań można podzielić na 4 następujące części:

- 1) Opis problematyki i metod wyznaczania oraz wizualizowania dostępności przestrzennej (rozdz. 2, 3 na 44 stronach),
- 2) Opis zastosowanej metody wyznaczania dostępności przestrzennej (rozdz. 4 na 61 stronach),
- 3) Opis wyników analizy dostępności wybranych usług w Toruniu
- 4) (rozdz. 5 na 49 stronach),
- 5) Opis opracowanego prototypu systemu umożliwiającego wyznaczenie dostępności przestrzennej w oparciu o zaproponowane w wyniku przeprowadzonych badań reguły (rozdz. 6 na 10 stronach).

Doktorant projektując procedurę postępowania prowadzącą do wyznaczenia dostępności przestrzennej przyjął dwa podstawowe założenia. Pierwsze dotyczyło sposobu podziału przestrzeni na pola odniesienia (nazywane przez autora polami testowymi), drugie natomiast sposobu obliczania odległości lub czasu pomiędzy wyznaczonymi miejscami w tej przestrzeni. Jak stwierdza sam autor, *kluczowym była zmiana odniesienia przestrzennego z punktowego (wyznaczenie dostępności pomiędzy dwoma punktami) na powierzchniowy (wyznaczenie dostępności dla całego badanego obszaru)*. W wielu pracach i badaniach stosuje się albo liczenie odległości po linii prostej, albo przyjęcie za pole odniesienia jednostek administracyjnych, albo przyjęcie elementarnego pola odniesienia w kształcie kwadratu. Autor rozprawy przyjął natomiast rozwiązanie oparte o pole o kształcie sześcioboku. Jest to pierwsze główne założenie proponowanego przez autora zestawu reguł postępowania w procesie tworzenia map dostępności przestrzennej. Dla tego rodzaju analiz jest to bardzo dobry wybór, co zresztą w jasny sposób zostało przez Doktoranta w rozprawie uzasadnione. Zaprezentowane rozwiązanie nie jest nowe, ale nie jest powszechnie stosowane ze względu na większą złożoność.

Drugim ważnym założeniem, było przeprowadzenie obliczeń z użyciem dokładnych i sprawdzonych algorytmów wyznaczających tras przejazdu po sieci drogowej, z uwzględnieniem ograniczeń wynikających z przepisów ruchu drogowego. Autor podjął decyzję o obliczaniu tras w środowisku, które jest w pełni sterowalne i parametryzowalne przez użytkownika. Aby jednak nie popełnić błędów, w metodyczny sposób podjął próbę porównania i oceny wybranego środowiska

narzędziowego (ArcGIS Network Analyst) z innymi, powszechnie użytkowanymi i sprawdzonymi aplikacjami do obliczeń tras przejazdu (Google Maps Bing Maps, Open Source Routing Machine). Decyzję tę należy ocenić wysoko zarówno pod względem metodycznym jak i inżynierskim. Doktorant nie przyjął bezkrytycznie obliczeń wykonanych przez dostępne oprogramowanie. Zwrócił uwagę na różnice w algorytmach wyznaczania tras i wykorzystywanych danych, w tym na problemy w rzutowaniu punktów startowych oraz końcowych tras na sieć drogową i wynikające z tego negatywne skutki. Poparł to bardzo ciekawymi ilustracjami. Analizował i dociekał przyczyn występujących różnic i rozbieżności (nawet w niektórych przypadkach dokonując weryfikacji terenowej), szukał alternatywnych rozwiązań i wyciągał wnioski, które następnie uwzględnił podczas opracowania ostatecznych map dostępności. Podejście to poświadcza predyspozycje i dobre przygotowanie Doktoranta do pracy naukowej.

Autor dokonał też analizy kilku źródeł danych o sieci drogowej tj. krajowe bazy BDOO, BDOT, VMap i społecznościowy Open Street Map (OSM). Zdecydował się na wykorzystanie danych „otwartych” OSM, wymieniając ich zalety. Wybór ten jest jednak do pewnego stopnia dyskusyjny. Co prawda na chwilę obecną jest to jedyny tak dokładny i dostępny bezpłatnie zbiór danych umożliwiający wykonanie tego typu analiz, ale nie pozbawiony wad, jakie poza zaletami na każdy produkt społecznościowy. W przypadku Torunia dane w OSM są dość wysokiej jakości i autor mógł je szybko poprawić w niezbędnym zakresie, ale dokładność tych danych może być w niektórych innych miastach zbyt niska. Poza tym prowadzenie wiarygodnych urzędowych analiz, powinno być oparte o zasoby urzędowe i uwzględniać zalecenia Dyrektywy INSPIRE oraz Ustawy o Infrastrukturze Informacji Przestrzennej. Być może optymalnym byłoby zaproponowanie metody i technologii integracji danych OSM (dane dotyczące organizacji ruchu) i BDOT10k (dane topograficzne). Autor jednak nie odnosi się do tej kwestii i nie wskazał na ryzyko wynikające ze stosowania danych OSM.

W oparciu o opisane powyżej założenia, Doktorant wykonał ocenę dostępności wybranych usług dla miasta Torunia. W celu realizacji zadania wygenerowana została siatka pokrywająca cały obszar w granicach administracyjnych miasta, składająca się 4693 sześcioboków foremnych o boku 100 m. Dobór wielkości wieloboków został przez autora poprawnie uzasadniony (rozdz. 4.3). Analiza dotyczyła dojazdu do 16 kategorii obiektów użyteczności publicznej takich jak szkoły, przychodnie, kościoły, sklepy, przystanki komunikacji miejskiej. Analizie poddano dojazd do 1990 tego typu obiektów. Biorąc pod uwagę liczbę pól odniesienia, konieczne było obliczenie ponad 9 milionów tras przejazdu. Uświadamia to oczywiście złożoność zagadnienia.

Przedstawione metoda i opracowane mapy dostępności Torunia mają jednak swoje ograniczenia. Autor zwraca na nie uwagę wskazując m.in. na konieczność uwzględnienia w przyszłości waloryzacji obiektów do których obliczane są dojazdy (np. wielkość sklepu, ranking szkół), uwzględnienia dojazdu do miejsc pracy, uwzględnienia informacji o natężeniu ruchu w różnych godzinach, a także niekompletność danych o niektórych kategoriach obiektów publicznych.

Należy przy tym pamiętać, że autor koncentruje się wyłącznie na analizie dostępności przestrzennej z wykorzystaniem sieci dróg kołowych. Informacja o tym fakcie pojawia się w wielu miejscach pracy (także w streszczeniu), ale nie zostało to nigdzie wyraźnie wyartykułowane jako założenie podstawowe. W rozprawie autor używa cały czas określenia „dostępność przestrzenna”. Takie sformułowanie znalazło się także w samym tytule pracy, tak też podpisane są mapy wynikowe. Ale de facto mamy przecież do czynienia z ograniczoną analizą dostępności przestrzennej (tylko do ruchu samochodowego). W przypadku szerszej publikacji map należałoby zmienić te podpisy, tak aby uniknąć ewentualnej pomyłki w ich interpretacji przez mniej zorientowanych w tematyce użytkowników.

O ile autor odnosi się w pracy do kwestii możliwości i potrzeb obliczania dostępności czasowej z użyciem komunikacji miejskiej (ze względu na ograniczenia pracy rezygnuje z tego typu analiz), to pomija kwestię dostępności pieszej i rowerowej (choć jest świadomy tego problemu

co sygnalizuje na str. 156). Szkoda, bo dla kompleksowego przedstawienia zagadnienia, warto by nieco szerzej przedstawić problematykę definiowania przestrzennej dostępności czasowej dla ruchu pieszego (nawet, gdy nie ma wystarczających danych do testów praktycznych).

W tej sytuacji powinno się ostrożnie używać określenia „wykonano analizy dostępności przestrzennej miasta Torunia”, szczególnie w przypadku udostępnienia tych wyników szerszemu gronu odbiorców.

Przedstawione przez autora mapy wynikowe są starannie przygotowane. Choć ich praktyczne wykorzystanie wymagałoby jednak zmiany skali i nieznacznego poszerzenia treści (np. nazwy osiedli i głównych ulic, numery głównych dróg). Mapy zamieszczone w tej postaci można traktować jedynie jako poglądowe. Dyskusyjna jest zastosowana skala barwna. Najmniejszym wartościom czasu przejazdu przypisano najmocniej oddziałujące na człowieka barwy czerwone, a największym - niebieskie. Człowiek intuicyjnie postrzega w pierwszej chwili zaznaczone w ten sposób czerwoną barwą obszary jako obszary o ograniczonej (najsłabszej) dostępności czasowej. Dlatego lepszym podejściem wydaje się odwrócenie zastosowanego szeregu barw w legendzie. Choć trzeba przyznać, że można znaleźć wiele map w kraju i na świecie wykonanych w podobny sposób do tego, jaki zastosował Doktorant.

Również dyskusyjna jest liczba wyodrębnionych w legendzie przedziałów czasowych. Autor wyznaczył ich siedemnaście, stosując zmianę barwy co jedną minutę (1.1 min. do 2 min., 2.1 min. do 3 min., 3.1 min. do 4 min itd.). Warto postawić następujące pytanie: czy naprawdę na decyzję człowieka dotyczącą wyboru lokalizacji wpływa zmiana dostępności czasowej o wartości 1 minuty i czy przeprowadzone analizy mają rzeczywiście taką dokładność? Ograniczenie liczby wyznaczanych przedziałów do około siedmiu, powinno dać nieco inny obraz końcowy i ułatwić interpretację wygenerowanej mapy. Choć należy zauważyć, że zastosowane podejście ma też pewne zalety – udało się odwzorować ciągłość zjawiska dostępności przestrzennej.

Za bardzo interesujące i wartościowe można uznać mapy przedstawiające:

- średnią dostępność przestrzenną do wszystkich kategorii obiektów użyteczności publicznej (rys. 149),
  - liczbę kategorii obiektów użyteczności publicznej dostępnych w 5 minut (ryc. 150, 151, 152).
- To tego typu mapy mogą być bardzo pomocne w podejmowania decyzji przez zwykłych mieszkańców.

Warto zwrócić uwagę na zastosowane przez Doktoranta ciekawe, autorskie rozwiązanie problemu określenia dostępności terenów zielonych. Wygenerował On na poligonach (obiektach powierzchniowych) reprezentujących te tereny, regularnie rozmieszczone punkty (co 100 m), a następnie potraktował je analogicznie do innych punktów docelowych wykorzystywanych w analizie.

Na pozytywną oceną w zaproponowanym podejściu do analiz dostępności przestrzennej zasługują m.in. uwzględnienie estymowanego czasu dojścia z punktów startowych i końcowych obliczanych tras do odpowiednich odcinków dróg. Takie kwestie są często w praktyce zaniebywane, co może prowadzić do zbyt dużych uogólnień, a czasami do podejmowania błędnych decyzji.

Z kolei jako niedopatrzenie można uznać podawanie czasu dojazdu w minutach z dwoma miejscami po przecinku (rozdz. 5). Taka dokładność w przypadku tych analiz nie ma sensu.

Kwestią dyskusyjną natury terminologicznej, jest nazywanie podstawowych pól odniesienia (wynikających z podziału obszaru opracowania na sześcioboki foremne) „polami testowymi”. Warto byłoby, aby Doktorant przedstawił argumentację stosowania takiej nazwy, w szczególności z podaniem stosowanego nazewnictwa w podobnych opracowaniach naukowych.

Zaproponowana w rozdziale 6 koncepcja „Internetowego Systemu Wspomagania Decyzji Przestrzennych” jest właściwa w kontekście celów zdefiniowanych na początku rozprawy doktorskiej. Budowa takiego systemu jest niezbędna w celu rzeczywistego wykorzystania zaprezentowanego potencjału analiz dostępności przestrzennej. Podobne rozwiązania funkcjonują

już na świecie, na co wskazał w tekście pracy Doktorant (np. serwis TravelTime w Wielkiej Brytanii). Zaproponowane w rozprawie rozwiązanie jest oryginalne, między innymi z powodu zastosowanej metody prezentacji danych oraz metody obliczeń. Tytuł rozdziału 6 i nazwa samego systemu są jednak dyskusyjne. Autor określa swój system jako „Internetowy System Wspomagania Decyzji Przestrzennych”. W rzeczywistości jest to system wspomagania, ale jedynie decyzji dotyczących lokalizacji. A cytując samego Doktoranta jest to system, który *pozwoiliły porównywać pod względem dostępności przestrzennej wybrane obszary miasta...* (str. 175, akapit 3.). Na dodatek system jest przygotowany do działania wyłącznie na obszarze Torunia. Oczywiście ten system mógłby być po odpowiednim przygotowaniu dostosowany na potrzeby innego miasta. Ale wymaga to zaawansowanych umiejętności inżynierskich, a zgodnie z przedstawioną w rozprawie koncepcją jest to system dedykowany zwykłym użytkownikom.

Podsumowując mogę z przekonaniem stwierdzić, że zaproponowane przez Doktoranta podejście do procesu oceny dostępności przestrzennej obiektów użyteczności publicznej daje cały szereg ciekawych możliwości wnioskowania, z których autor ze względu na ograniczenia wielkości rozprawy przedstawił tylko najważniejsze. Doktorant w realizację pracy włożył bardzo duży wysiłek i wykazał się dużym przywiązaniem uwagi nie tylko do zasad ogólnych, ale również do kwestii szczegółowych.

Przygotowanie do badań poprzedzone zostało wnikliwą analizą literatury (rozdział 2.2.) Sposób prowadzenia i opisywania badań należy uznać za skrupulatny i solidny. Przyjęta metodyka badawcza jest przemyślana i poprawnie uargumentowana.

#### **4. Ocena rozprawy pod kątem redakcyjnym i językowym**

Recenzowana praca jest bardzo obszerna – liczy aż 203 strony. Doktorant przedstawił wyniki swoich badań i prac na 188 stronach, pozostałą część stanowi spis treści, bibliografia, spis rysunków i tabel. Układ pracy jest przejrzysty i logiczny. Jedyne rozdział 6 rozpoczyna się od dość rozbudowanego wprowadzenia, które bardziej pasowałoby jako element wprowadzenia do całej pracy, a nie do rozdziału. Brak jest jasnego powiązania tego rozdziału (w tekście) z poprzednimi częściami pracy i całą zaproponowaną metodyką.

Praca napisana jest bardzo starannie pod względem redakcyjnym i językowym. Cytowania literatury nie wzbudzają zastrzeżeń. Język jest właściwy dla prac naukowych, co pokazuje przygotowanie autora do pracy naukowej i tworzenia publikacji naukowych.

Tekst rozprawy został przygotowany starannie, można jednak znaleźć (jak w każdej pracy) drobne i nieliczne usterki np.:

- sformułowanie „w zależności od przyjętego aspektu” (str. 20),
- sformułowania „dwukrotnie dłuższy” zamiast „dwukrotnie krótszy” (na stronie 97),
- nieprzetłumaczone (dosłowne cytowanie) teksty na temat OSRM na stronie 92,
- brak tłumaczenia na język polski i szerszego komentarza do ryc. 86,
- brak opisów osi wykresów przedstawiających liczbę pól testowych przypadających na tzw. obszary obsługi danej kategorii punktu docelowego trasy (np. ryc. 100, 103, 112).

Wymienione usterki nie podważają wysokiej oceny pracy pod względem językowym i redakcyjnym.

## 5. Podsumowanie i wnioski końcowe

Postawione przez Doktoranta we wstępie pracy cele zostały osiągnięte. Choć zastosowane i opisane w rozprawie metody i technologie, w zasadzie były znane już wcześniej, to przeprowadzoną ich ocenę w kontekście zdefiniowanego celu, oraz „konfigurację” i „kalibrację” całego procesu analizy dostępności przestrzennej należy uznać za oryginalną i wartościową. W szczególności istotą recenzowanej pracy było zidentyfikowanie metodycznych i praktycznych problemów w tego typu analizach, a następnie zaproponowanie sposobów ich rozwiązania. Na podkreślenie zasługuje duża dbałość Doktoranta o szczegóły procesu, unikanie rozwiązań uproszczonych lub wyboru drogi „na skróty”. Często w podobnych analizach nie przywiązuje się wagi do pozornych drobiazgów, które jak wykazał Doktorant mogą mieć kluczowe znaczenie dla wyniku wykonanej analizy przestrzennej. W tym zakresie trzeba również zwrócić uwagę na dydaktyczny charakter wykonanej pracy. Podlegająca ocenie rozprawa doktorska stanowi gotową instrukcję postępowania dla osób, które będą zainteresowane wykonywaniem analiz dostępności przestrzennej.

Dodatkowo dla wielu odbiorców może być bardzo istotnym, że opisane analizy można wykonywać z wykorzystaniem tzw. „otwartego” oprogramowania i danych, co zostało udowodnione przez Doktoranta. Jednocześnie wykazał się On nie tylko znajomością metodyki geoinformacyjnej i kartograficznej, ale również wykazał się dobrym warształem geoinformatycznym.

Po zapoznaniu się z rozprawą mgr. Jana Burdzieja mam podstawy stwierdzić, że wykazał się On umiejętnością samodzielnego prowadzenia badań naukowych.

**Ponieważ zgodnie z art 13 pkt. 1 "Ustawy o stopniach naukowych i tytule naukowym oraz o stopniach i tytule w zakresie sztuki" z dnia 14 marca 2003 roku Dz.U. z 2003 r. nr 65 poz. 595 z późniejszymi zmianami) recenzowana praca stanowi oryginalne rozwiązanie zagadnienia naukowego, stwierdzam, że spełnia ona wymogi stawiane rozprawom doktorskim. Tym samym wnioskuję o dopuszczenie rozprawy do publicznej obrony.**

