

Wrocław, 17.11.2022 roku

dr hab. inż. Joanna Bac-Bronowicz, prof. PWR
Politechnika Wroclawska, Wydział Geoinżynierii, Górnictwa i Geologii
Zakład Geodezji i Geoinformatyki
Przewodnicząca Stowarzyszenia Kartografów Polskich

Recenzja rozprawy doktorskiej mgr inż. Joanny Papis

pt.

„OCENA MOŻLIWOŚCI TECHNICZNYCH PLANOWANIA INFRASTRUKTURY KOMUNALNEJ Z UŻYCIEM TECHNOLOGII GIS I SDSS”

**wykonanej na Wydziale Inżynierii Lądowej i Transportu Politechniki Poznańskiej
w Instytucie Inżynierii Lądowej**

I. Uwagi ogólne

Podstawa – pismo o numerze RD/d/22/02/2022, wystosowane na podstawie uchwały Rady Dyscypliny Inżynierii Lądowej i Transportu Politechniki Poznańskiej, w dniu 27.09.2022 r.

Recenzja rozprawy wykonana na zlecenie Pana Przewodniczącego Rady Dyscypliny Inżynierii Lądowej i Transportu prof. dr hab. inż. Jacka Pielechy – pismo z dnia 28.09.2022 r., do którego dołączono egzemplarz rozprawy doktorskiej. Przedstawiona do recenzji praca obejmuje:

- 121 stron wydruku komputerowego formatu A4, w tym 105 stron tekstu
- zasadniczego i 9 stron bibliografii
- 45 rysunków, w tekście zasadniczym podpisanych oraz ponumerowanych,
- 15 tabel w tekście zasadniczym, które są ponumerowane i opisane, bibliografię liczącą 96 pozycji krajowych i zagranicznych, w tym 1 współautorską pozycję doktorantki oraz 12 przepisów prawnych.

Promotorem przedmiotowej rozprawy jest dr hab. inż. Ireneusz Wyczałek prof. PP, a promotorem pomocniczym – dr inż. Artur Plichta.

Tematyka Rozprawy doktorskiej mgr inż. Joanny Papis koncentruje się na analizie problemu dotyczącego wykorzystania metod MCDA (*ang. Multi-Criteria Decision Analysis*) i GIS (*ang. Geographic Information System*), w planowaniu rozbudowy wodociągowej sieciowej infrastruktury komunalnej. Doktorantka zaproponowała metodykę podejmowania decyzji związanej z rozbudową tej infrastruktury. Uważam, że problem badawczy, podjęty w rozprawie przez mgr Joannę Papis, jest jak najbardziej uzasadniony, a samo sformułowanie tematu rozprawy za właściwe. Temat pracy podjęty mgr inż. Joannę Papis jest potrzebny, interesujący i aktualny, o istotnym znaczeniu dla geoinformatyków, specjalistów od inżynierii lądowej i gospodarki nieruchomościami, planistów, którzy planują, projektują i wykonują eksperckie systemy autorskie dla odpowiednich grup użytkowników.

II. Wstęp

Dynamiczny rozwój narzędzi komputerowych i ich oprogramowań spowodował gromadzenie, analizowanie oraz modelowanie dużych i wielowymiarowych, jakościowych i ilościowych, zbiorów danych. Nowoczesne narzędzia sprawiły generowanie, niemal w czasie rzeczywistym, wyselekcjonowanej graficznej i opisowej informacji geograficznej umożliwiając wielostronne poznanie rzeczywistości. Nowe postaci map stanowią o wzbogaceniu przekazu informacji otwierając inne, dotychczas nie wykorzystane właściwości postrzegania nie tylko teraźniejszej rzeczywistości, ale również

OCENA MOŻLIWOŚCI TECHNICZNYCH PLANOWANIA INFRASTRUKTURY KOMUNALNEJ Z UŻYCIEM TECHNOLOGII GIS I SDSS

przewidywania skutków perspektywicznych zmian parametrów opisujących tą przyszłość. Ciągła zmiana uwarunkowań kształtujących przestrzeń oraz wieloaspektowość procesów w planowaniu rozbudowy wodociągowej sieciowej infrastruktury komunalnej, generuje potrzeby pozyskiwania informacji o przyszłym charakterze modelowania wielu zjawisk i procesów z nią związanych. Pozyskana informacja powinna wspomagać efektywność procesów decyzyjnych, kształtujących między innymi projektowanie sieci wodociągowej i planowanie zapotrzebowania na wodę.

W zarządzaniu infrastrukturą wielokryterialne podejmowanie decyzji (MCDM) stało się narzędziem wspomagania decyzji w celu zintegrowania różnych informacji technicznych i wartości interesariuszy. Opracowano różne techniki i narzędzia MCDM. W pracy omówiono często stosowane metody: Liniowej Średniej Ważonej (WLC), Analitycznego Procesu Hierarchicznego (AHP) oraz Uporządkowanego Ważonego Uśredniania (OWA) i do praktycznego zastosowania wybrano metodę AHP-OWA.

Praca mgr inż. Joanny Papis dowodzi, że w prezentowanym zagadnieniu można użyć metod geostatystycznych, których zastosowanie uprawdopodobni prawidłowość wyboru rodzaju podejmowanych działań, na podstawie wielocechowych analiz zjawisk przestrzennych, występujących w projektowaniu infrastruktury i umożliwi prognozowanie zapotrzebowania na wodę, co w obecnych czasach jest jednym z najważniejszych zadań ekorozwoju. Koncepcja wykonania modeli symulacyjnych, uwzględniająca metody geostatystyczne i wykorzystująca informację geograficzną, jako zasadniczy element opisu zjawisk zachodzących na rynku nieruchomości, przybliży stworzenie narzędzi wspomagających prawidłowe wykorzystanie geoinformacji na temat przekształceń ilościowych i jakościowych obiektów ewidencyjnych oraz wartości transakcji, które z kolei umożliwiają przewidywanie skutków podejmowania decyzji co do nieruchomości gruntowych niezabudowanych o funkcji mieszkaniowej, zarówno przez pracowników urzędów, instytucji, firm oraz osoby prywatne.

Temat ten jest więc ważny z uwagi na potrzeby rozwoju naukowego Dziedziny nauk inżynierjno-technicznych, w dyscyplinie naukowej: Inżynieria Lądowa, Geodezja i Transport.

III. Analiza zakresu, celu i treści rozprawy

Badania podjęte przez Autorkę, dotyczące modelowania i symulacji wybranych zjawisk przestrzennych, pozwalają na sformułowanie szeregu prognoz i możliwych tendencji kształtowania się procesów w strukturze rynku nieruchomości. Jest to także wskazaniem do wykorzystania modelowania symulacyjnego i wykonania odpowiednich map, traktowanych zarówno jako przedmiot badań jak i narzędzie do postrzegania tendencji i wykorzystywania danych, dla badań rynku nieruchomości. Najcenniejszą częścią, moim zdaniem, przedmiotowej pracy jest propozycja wyznaczenia możliwych tendencji w zakresie kształtowania się aktywności przestrzennej rynku nieruchomości oraz cen nieruchomości, w kontekście topografii, lokalizacji i infrastruktury. Są to kryteria o dużym poziomie złożoności, wymagające wielowymiarowych analiz i syntez przy modelowaniu parametrów nieruchomości gruntowych.

Treść kolejnych rozdziałów powiązana jest z tytułem rozprawy oraz odpowiada przedstawionemu, celowi rozprawy.

W rozdziale 1. Autorka jako cel zaproponowała opracowanie odpowiedniej metodyki podejmowania decyzji związanej z rozbudową infrastruktury i ocena możliwości technicznych planowania wodociągowej infrastruktury komunalnej, z użyciem technologii GIS i SDSS (ang. Spatial Decision Support System).

Ponadto jako cel określiła też rozwiązanie problemu dotyczącego rozbudowy sieci wodociągowej przez poszukiwanie terenów wybieranych jako optymalne pod zabudowę mieszkaniową.

Autorka przedstawiła realizację założonego celu rozprawy za pomocą następujących metod i narzędzi badawczych:

- 1) ustalenia zestawu kryteriów i subkryteriów opisujących nieruchomości przeznaczone pod zabudowę jednorodziną,

- 2) opracowania ankiety (przeprowadzenie badań ankietowych) skierowanej do grupy respondentów zainteresowanych zakupem działki budowlanej,
- 3) opracowania map kryteriów i subkryteriów z wykorzystaniem materiałów udostępnionych na stronach internetowych: geoportal.gov.pl., mapa.um.warszawa i OpenStreetMap,
- 4) przeprowadzenia analizy AHP-OWA,
- 5) dyskusja wyników.

Poniżej, na podstawie kolejnych rozdziałów rozprawy wyszczególniono elementy, które ma zawierać rozprawa doktorska¹.

A. *Rozprawa doktorska w rozdziałach 2–4 prezentuje ogólną wiedzę teoretyczną osoby ubiegającej się o nadanie stopnia doktora w dyscyplinie Inżynieria Lądowa, Geodezja i Transport.*

2. Wielokryterialna Analiza Decyzji, MCDA i Systemy Informacji Geograficznej

W rozdziale tym Autorka przedstawiła pogląd, że problemy przestrzennego wspomaganie decyzji są wypadkową badań operacyjnych w bazie wiedzy o zarządzaniu oraz georeferencyjnych procesów panowania, projektowania i optymalnego gospodarowania środowiskiem naturalnym i antropogenicznym. Daje to możliwość włączania takich badań do procesu planowania i zarządzania przestrzenią, przy zastosowaniu Wielokryterialnej Analizy Decyzji oraz modelowania rzeczywistości obecnej (i symulacji przyszłej) w Systemach Informacji Przestrzennej. Do integracji technologii GIS i metod MCDA przyczynił się rozwój modelowania kartograficznego, w tym również algebry map. Doktorantka przedstawiła krótki przegląd historii stosowania połączonych wielokryterialnych metod programowania matematycznego z mapowaniem wspomaganym komputerowo.

3. Początki i rozwój Przestrzennych Systemów Wspomaganie Decyzji

W rozdziale znajduje się historyczne omówienie rozwiązywania procesów decyzyjnych rozwiązywanych etapowo i iteracyjnie, w wyniku czego tworzone są różne scenariusze. Powtarzalnymi etapami badań są: identyfikacja problemu, zebranie i ocena niezbędnych danych, zdefiniowanie problemu (celów, założeń i ograniczeń), znalezienie odpowiednich procedur rozwiązania problemu oraz rozwiązanie problemu. Autorka przedstawia model decyzyjny i opisuje rozwój metod podejmowania indywidualnych decyzji, przez decyzje automatyczne poparte na algorytmach matematycznych, obecnie zastępowany metodami sztucznej inteligencji. Za aspekt niezbędny procesu decyzyjnego Autorka uznała wpływ przestrzennego rozkładu danych. W przypadku problemów o charakterze przestrzennym GIS stanowi naturalne uzupełnienie metod wielokryterialnych. Częściowym rozwiązaniem tego problemu okazały się Wielokryterialne Przestrzenne Systemy Wspomaganie Decyzji (ang. Multicriteria Spatial Decision Support System, MC-SDSS). Analizując dogłębniej ten problem Autorka daje sugestie, że na poziomie podstawowym GIS-MCDA jest narzędziem, które przekształca i łączy dane geograficzne (mapy wejściowe) z preferencjami decydentów (ekspertów) w mapę decyzyjną (wyjściową) potrzebną do dalszych działań w przestrzeni.

4. Analizy wielokryterialne, podstawowe pojęcia i metody

Autorka podsumowuje stan wiedzy nt. przestrzennych systemów wspomaganie decyzji, podejmowanych w wyniku badania wielu alternatyw w świetle określonych warunków i sprzecznych celów. W rozwiązywania problemów decyzyjnych stosuje się określone procedury (reguły decyzyjne), uwzględniające trzy główne koncepcje: skalowania (standaryzacji) mapowanych wartości kryteriów, wagowania kryteriów i określania reguł kombinacji (decyzji). W rozdziale tym omówione są w porządku historycznym metody porządkownia zbiorów: jakościową metodę boolowską, metody kompensacyjne

¹ Rekomendowane przy sporządzaniu recenzji w poradniku: Recenzje w postępowaniach o awans naukowy. Rada Doskonałości Naukowej 2022 r.

pozwalające na uwzględnienie wpływu jednego kryterium na pozostałe kryteria poprzez wykorzystanie warunków logiki rozmytej: Liniową Sumę Ważoną (ang. Weighted Linear Combination, WLC) oraz Analityczny Proces Hierarchiczny (ang. Analytic Hierarchy Process, AHP) – jedną z najpopularniejszych od 20 lat wszechstronną metodę wielokryterialnej analizy decyzji. Metoda AHP została przez Autorkę dokładnie omówiona w aspektach identyfikacji kryteriów, modelu hierarchicznego, wagi kryteriów, macierz decyzji, podejścia do integracji GIS-AHP oraz przykładów zastosowań. Następnie omówiona została Metoda Uporządkowanego Ważonego Uśredniania (ang. Ordered Weighted Averaging OWA) wykorzystująca dwa zestawy wag: kryterium i wagi porządku. Przegląd wiedzy kończy się przedstawieniem literaturowym teorii zbiorów rozmytych oraz modelowania przy zastosowaniu metod sztucznej inteligencji.

B. Rozprawa doktorska w rozdz. 5 i 6 wykazuje umiejętność samodzielnego prowadzenia pracy naukowej przez mgr inż. Joannę Papis ubiegającą się o nadanie stopnia doktora.

5. Planowanie infrastruktury wodociągowej dla MPZP

W rozdziale tym omówiono warunki planowania przestrzennego infrastruktury, które powinno być wykonane w określonych: czasie i przestrzeni, przy wykorzystaniu ograniczonych środków przeznaczonych do ich realizacji. Problem przedstawiono na tle planowania infrastruktury wodociągowej.

Najpierw został przeanalizowany przeszły i obecny wpływ sytuacji prawnej na infrastruktury wodno-kanalizacyjne w Polsce. Jak słusznie stwierdza Doktorantka, infrastruktura powinna być planowana z wyprzedzeniem w stosunku do potrzeb. Obecnie jako podstawowy horyzont czasowy przyjmuje się 10 lat. Odejście od szczegółowych miejscowych planów zagospodarowania przestrzennego dla całych obszarów gmin uniemożliwia kontynuację wcześniej stosowanych metod programowania wielkości wodociągu.

Następnie została przedstawiona ogólna charakterystyka sieci wodociągowych ze szczególnym uwzględnieniem planowania sieci wodociągowej i jej przedstawiania na miejscowych planach zagospodarowania przestrzennego. Zwrócona została uwaga na oczekiwaną przez mieszkańców dostępność, jakość i pewność obsługi infrastruktury wodociągowej.

Wykorzystywane w projektowaniu sieci wodociągowych metod wielokryterialnej analizy decyzyjnej MCDA zostało przeanalizowane na podstawie modelu funkcjonalnego (Wieloatrybutowa Teoria Użyteczności (ang. Multi-Attribute Utility Theory, MAUT), Analityczny Proces Hierarchiczny (AHP), Prosta Wielo-Atrybutowa Technika Rankingowa (ang. Simple Multi-Attribute Ranking Technique, SMART) oraz Addytywna Teoria Użyteczności (ang. Utility Theory Additive, UTA)) i relacyjnego ((z rodziny ELECTRE (fr. ELimination EtChoix Traduisant la REalité): I, Is, II, III, IV, Tri; i PROMETHEE (ang. Preference Ranking Organization METHod for Enrichment): I, II)).

Analizy MCDA choć pozwalają na spójne podejmowanie decyzji, nie są stosowane powszechnie.

6. Ocena gruntów przeznaczonych pod zabudowę

Właściwa strategia podejmowania decyzji o optymalnej lokalizacji infrastruktury towarzyszącej rozbudowie osiedli, w procesie planowania, poprzedzona musi być rzetelną oceną przydatności użytkowania gruntów uwzględniającą ich ocenę ze względu na możliwe usługi ekologiczne. Niezbędne jest także określanie cenności nieruchomości gruntowych. Autorka analizuje techniki GIS-MCDA wykorzystywane w ocenie przydatności gruntów. Do rozwiązania w tym wypadku są problemy wyboru lokalizacji (ang. site selection problem) i analiza użytkowania gruntów (ang. land use/suitability analysis). Wśród najpopularniejszych metod wymienia Liniową Sumę Ważoną (WLC), metodę punktu referencyjnego (ang. ideal/reference point methods), Analityczny Proces Hierarchiczny (AHP) oraz metody oparte na relacji przewyższania (ang. outranking methods).

C. Rozprawa doktorska stanowi oryginalne rozwiązanie w zakresie zastosowania wyników własnych badań naukowych w sferze gospodarczej i społecznej.

Celem pracy jest wykazanie przydatności metod SDSS w procesie planowania rozbudowy sieci wodociągowej na terenach niezabudowanych przeznaczonych pod budownictwo jednorodzinne. Na podstawie przydatności metod i dostępności materiałów zdecydowano się na wykorzystanie metody AHP, oraz jej rozwinięcia AHP-OWA.

Celem analiz wykonanych przez Autorkę było wyznaczenie terenów, które są optymalne ze względu na potrzeby potencjalnych nabywców i tym samym powinny w pierwszej kolejności zostać wyposażone w infrastrukturę wodociągową. Badaniem objęto teren przeznaczony pod zabudowę jednorodziną, na którym ma być zaplanowany przebieg wodociągu.

Wyniki badań zastosowania modelu AHP-OWA zostały wykorzystane do zaplanowania budowy sieci wodociągowej na terenach przeznaczony pod zabudowę jednorodziną w osiedlu Mokry Ług w Warszawie.

7. Ocena przydatności metod SDSS w planowaniu i budowie sieci wodociągowej na przykładzie osiedla Mokry Ług w Warszawie

Etap pierwszy to wybór kryteriów do optymalnego, z punktu widzenia nabywców, wyselekcjonowania działek, które mogą być wykorzystane pod zabudowę jednorodziną. Wyboru kryteriów dokonano na podstawie badań literaturowych.

Zdecydowano się na następujące kryteria

1. Cechy fizyczne (powierzchnia, nachylenie i stopień regularności działek).
2. Lokalizacja (w stosunku od centrum miasta, lasu, wody oraz brak obiektów uciążliwych).
3. Stopień zagospodarowania: drogi (możliwość dojazdu do działki), transport (możliwość skorzystania ze środków komunikacji zbiorowej) i infrastruktura (możliwości przyłączenia do istniejących sieci).

W celu określenia wag kryteria zostały przedstawione ok. stu respondentom. Pytania dotyczyły ważności kryteriów. Respondenci mieli za zadanie zaznaczyć odpowiednie pole w kwestionariuszu zgodnie z własnymi odczuciami dotyczącymi wskazanych kryteriów.

Następnie oceniono, które kryterium jest bardziej preferowane i w jakim stopniu.

Etap drugi to opracowanie przestrzennej metody wspomaganie decyzji przy zastosowaniu modelu AHP-OWA dla osiedla Mokry Ług w Warszawie.

8. Przykład przestrzennej metody wspomaganie decyzji przy zastosowaniu modelu AHP-OWA dla osiedla Mokry Ług w Warszawie

Dane, uznane za znaczące w przedmiotowych badaniach, uzyskane zostały z ogólnodostępnych geoportali urzędowych i społecznościowych. Każda z tych cech była przedmiotem opracowania kartograficznego w postaci mapy subkryterium przedstawiającej rozkład przestrzenny pojedynczych cech. Wizualizacje zostały wykonane dla cech fizycznych (powierzchnia, nachylenie i stopień regularności kształtu), lokalizacji (dostępność do ośrodków miejskich, wjazdów do lasu, terenów wyłączonych z zabudowy, plaż nad wodą) i stopnia zagospodarowania (transport – dostępność komunikacji zbiorowej (przystanki) liczona po drodze dojścia, dostępność infrastruktury (możliwości przyłączenia do istniejących sieci), dostępności drogowej).

9. Przygotowanie map do analizy

Przygotowano trzy zestawy map rastrowych reprezentujących kryteria i subkryteria dla których, na podstawie badań ankietowych, zostały określone odpowiednie wagi: cechy fizyczne, lokalizacja, stopień zagospodarowania.

Cechy fizyczne: Działki 300- 1200 m² stanowią 15% analizowanego obszaru, nachylenie dla całego obszaru spełnia kryterium 0,3-2 stopni.

Nachylenie: przedstawia tereny spełniające stawiane wymagania, czyli nachylenie powierzchni nie przekraczające 2°. Obszary te łącznie stanowią 99%.

Działki ewidencyjne o preferowanym kształcie, dla których współczynnik kształtu mieści się w przedziale 7-8 to 18% powierzchni analizowanego terenu.

Lokalizacja: Zróżnicowany dostęp do centrum – 3-56 %, lasu – 1 – 58%, woda – 1-42%, brak obiektów uciążliwych 20- 80%.

Stopień zagospodarowania: 62% działek ma zapewniony dostęp do drogi natomiast 38% nie posiada zapewnionego dostępu.

Dostęp do transportu w odległości 200m jest zapewniony dla 13% obszaru. 24% ma dostęp utrudniony jest to ok. 800m do środków transportu miejskiego.

Infrastruktura: obszar z zapewnioną infrastrukturą stanowi tylko 3%.

Mapy kryteriów:

Kryterium cechy fizyczne – 60% obszaru stanowią tereny nieprzydatne.

Kryterium lokalizacja – 34% terenów jest atrakcyjnych dla respondentów.

Kryterium stopień zagospodarowania – 69% nie posiada zainwestowania związanego z infrastrukturą.

Ranking końcowy

W etapie końcowym uzyskano zestaw map od terenów spełniających wszystkie zadane kryteria (warunek AND) przez mapy pośrednie (w tym WLC) po mapę spełniającą tylko jedno kryterium (warunek OR). Wagi kryteriów nie ulegają zmianie natomiast zmienia się kolejność warstw. Przy różnych kombinacjach kolejności kryteriów i stałych wag: lokalizacja (64), cechy fizyczne (26), stopień zagospodarowania (10) uzyskano wynik od 2% do 16% powierzchni terenów spełniających stawiane wymagania.

Na podstawie wykonanych badań Autorka wyciągnęła szereg wniosków. Za najważniejsze uważam kryterium cechy fizyczne – teren będzie atrakcyjny dla nabywców, jeżeli przeprowadzone zostanie jego przygotowanie pod kątem wielkości i kształtu działek przeznaczonych do sprzedaży, teren nie powinien wymagać skomplikowanych prac związanych z wyrównaniem terenu.

Drugim ważnym kryterium jest lokalizacja, która jest istotnym atrybutem w określaniu ceny nieruchomości. Wzrost odległości od centrum miasta ma istotny wpływ na wartość gruntu jak i odległość od obiektów uciążliwych, wzrost wartości nieruchomości uzależniony od obecności obszarów zielonych.

IV. Ocena rozprawy

Podjęty w rozprawie problem jest ważny zarówno z naukowego, jak i inżynierskiego punktu widzenia. Jest bardzo ważne przy tego typu opracowaniach. Zaproponowana metoda i aplikacja wyników badań do oceny możliwości technicznych planowania infrastruktury komunalnej z użyciem technologii GIS I SDSS potwierdzają możliwości praktycznego zastosowania zaproponowanego podejścia. Cel pracy został zrealizowany.

Pani mgr inż. Joanna Papis dokładnie i wnikliwie opisała w logicznie ułożonych rozdziałach, swoje badania oraz zwizualizowała wyniki na wielu mapach zaprojektowanych w jednorodny cykl.

OCENA MOŻLIWOŚCI TECHNICZNYCH PLANOWANIA INFRASTRUKTURY KOMUNALNEJ Z UŻYCIEM TECHNOLOGII GIS I SDSS

Na podstawie przeprowadzonej analizy rozprawy uważam, iż mgr inż. Joanna Papis prezentuje ogólną wiedzę teoretyczną i zdefiniowanie problemu naukowego odpowiednie dla osoby ubiegającej się o nadanie stopnia doktora w dyscyplinie Inżynieria Lądowa, Geodezja i Transport, wykazała umiejętność samodzielnego prowadzenia pracy naukowej, interpretacji i uzasadnienia wyników.

Za główne osiągnięcie Pani mgr inż. Joanny Papis uważam:

1. Przeprowadzenie szczegółowej analizy szerokiego spektrum literatury w zakresie możliwości stosowania technologii GIS I SDSS
2. Oceny obecnie obowiązujących przepisów w zakresie budowy i utrzymania infrastruktury wodno-kanalizacyjnej.
3. Opracowanie kryteriów, ocenę możliwości pozyskania i wykorzystania danych z rejestrów państwowych do modelu AHP.
4. Budowy modelu AHP-OWA do zaplanowaniu budowy sieci wodociągowej na terenach przeznaczony pod zabudowę jednorodzinna.
5. Każda z cech była przedmiotem opracowania kartograficznego w postaci mapy subkryterium przedstawiającej rozkład przestrzenny danej cechy. Mapy wykonane starannie w przemyślanym sposobie redakcyjnym. Dla wszystkich map subkryteriów zastosowano spójny schemat kolorów, w którym gradacje kolorów wskazują na korzystne cechy z punktu widzenia analizowanego problemu badawczego.
6. Oceny przydatności wybranych kryteriów do określania atrakcyjności dla nabywców działek na wybranym obszarze badań
7. Sformułowanie wniosków co do konieczności podjęcia działań dla podniesienia atrakcyjności działek na sprzedaż w otulinie miast, cyt.: „Przy najbardziej optymistycznym założeniu ok. 50% zakwalifikowano jako tereny przydatne. Ma to związek z podziałami działek na tej części obszaru, co powinno skutkować większym zainteresowaniem nabywców. Konieczne jest jednak większe zaangażowanie gminy i tym samym uruchomienie pewnych mechanizmów przyspieszających rozwój obszaru”, gdyż obserwuje się problemy z odpowiednim uzbrojeniem terenu, zapewnieniem właściwej obsługi komunikacyjnej nie wspominając o tworzeniu i kultywowaniu życia społecznego.

V. Uwagi szczegółowe

Pomimo wszystkich zalet i dobrej oceny rozprawy pod względem zawartości merytorycznej, dysertacja ma pewne niedostatki. Nie umniejszają one jednak wartości merytorycznej pracy, a utrudniają jedynie zrozumienie jej fragmentów. Niektóre z nich przytaczam poniżej.

1. Nie omówiono zastosowania metody AI (ang. Artificial Intelligence) do rozwiązywania przedstawianego zagadnienia.
2. Stwierdzono, że analizy MCDA pozwalają na spójne podejmowanie decyzji, nie są stosowane powszechnie – stwierdzono to na podstawie nie najnowszej literatury.
3. Brak oceny jakości danych w celu określenia wielorozdzielczości dokładności wyników badań: LIDAR – rozdzielczości przestrzennej 1m i średnim błędzie wysokości 0.2 m, działki – WMS z serwisu EGiB, lokalizacja – dokładność BDOT10k, lasy, transport (drogi, przystanki) – OpenStreetMap.
4. Obszar badań – brak chociaż jednej mapy ze wskazaniem obszaru badań, współrzędnymi itp.
5. Mapa rastrowa dla subkryterium nachylenie str.77 – powinien być nierozdzielny podział na klasy 0,3 – 2: 2-7 itd. Czyli wartość 2 należy do której klasy?
6. Osiemnastokrotne powoływanie się na jedną z nowych pozycji literatury (Sugumaran & DeGroot, 2020).
7. Wg Systemu Informacji Naukowej Politechniki Poznańskiej mgr inż. Joanny Papis jest współautorem jeszcze 4 artykułów możliwych do zacytowania. Zacytowano tylko jeden współautorski.

Analiza tekstu rozprawy rodzi kilka pytań, które nasunęły się w trakcie czytania. Odpowiedzi na pytania oczekuję podczas publicznej obrony:

1. Metoda AHP pozwala na użycie dziewięciostopniowej skali werbalnej przekształconej na skalę liczbową, co z definicji powinno ułatwiać podejmowanie decyzji, jednak często prowadzi do sytuacji, w której trudno jest określić relacje między wariantami czy kryteriami ze względu na ich charakter. Obarczyło to zastosowaną metodę dużym prawdopodobieństwem pojawienia się problemu braku spójności macierzy porównań. Ocena końcowa w AHP nie dała także jednoznacznej odpowiedzi, który z analizowanych wariantów jest najkorzystniejszy. Czy przy niewielkiej zmianie preferencji decydenta (inna grupa docelowa) ranking ulegnie znaczącej zmianie, co nie daje pewności wyboru najlepszego rozwiązania. Jak zastosowanie OWA pozwala na polepszenie wyniku?

2. Czy uważa Pani, że można by zastosować inną metodę niż AHP-OWA. W aktualnej literaturze dużo jest porównań przydatności metody AHP – OWA z innymi metodami analiz wielokryterialnych – brak w pracy takiej informacji. Proszę o odniesienie się do artykułu: *Sztuczna inteligencja i zaawansowane technologie w zarządzaniu zagrożeniami i ryzykiem*. 2022. Marzieh Mokarram, Hamid Reza Pourghasemi Chapter 10 – Using OWA-AHP method to predict landslide-prone areas, <https://doi.org/10.1016/B978-0-323-89861-4.00013-> lub podobnego artykułu z ostatnich lat.

Pytania szczegółowe:

3. Proszę o wyjaśnienie, dlaczego przyjęła Pani kryterium dla działek 300- 1200 m². Działki te stanowią 15% analizowanego obszaru, proszę zaproponować optymalną wielkość.

4. Czy nie uważa Pani, że kryterium „nachylenie terenu” było potrzebne w przypadku tego konkretnego terenu badawczego?

VI. Uwagi redakcyjne

Dobra redakcja pracy jest niewątpliwą zaletą przedstawionej do recenzji dysertacji.

Jak większość z nas Doktorantka nie ustrzegła się drobnych potknięć, np.

1. Złej numeracji w rozdziale 9. Powinno być:

9. Przygotowanie map do analizy	
9.1. Cechy fizyczne	76
9.2. Lokalizacja	79
9.3. Stopień zagospodarowania	83
9.4. Analiza AHP-OWA	86
9.4.1. Mapy kryteriów.....	86
9.4.2. Wyniki analizy – ranking końcowy	89

2. W rozdziale „Podejścia do integracji GIS-AHP” w omówieniu przestrzennego szacowania wag wspomniana jest skrótowo metoda OWA, skrót rozwinięty dopiero w następnym rozdziale (str.29).

3. W rozdziale 4.2.3. (str.30) rozwinięcie polskie nazwy OWA jest pisane dużymi bądź małymi literami.

4. 9.4.2. Wyniki analizy – ranking końcowy (Str.99) i dalsze. Tytuły wykresów strukturalnych – AHP-OWA *cf_l_sz* są nazwane jak atrybuty w bazie danych (w poprzednich rozdziałach jest poprawne). Podobnie „Porównanie map kryteriów procedura AHP-OWA” str.102.

VII. Podsumowanie oceny rozprawy

Uważam, że przedstawiona do recenzji rozprawa, mimo przedstawionych powyżej uwag krytycznych które nie podważają zasadniczego dorobku Doktorantki, została wykonana na odpowiednim do rozprawy doktorskiej poziomie merytorycznym. Wyznaczony cel rozprawy przez mgr inż. Joannę Papis został osiągnięty.

Dokonując oceny całości rozprawy wyrażam opinię, iż mgr inż. Joanna Papis prezentuje ogólną wiedzę teoretyczną osoby ubiegającej się o nadanie stopnia doktora w wybranej dyscyplinie.

Rozprawa doktorska wykazuje umiejętność samodzielnego prowadzenia pracy naukowej przez mgr inż. Joannę Papis, ubiegającą się o nadanie stopnia doktora.

Rozprawa doktorska stanowi oryginalne rozwiązanie w zakresie zastosowania wyników własnych badań naukowych w sferze gospodarczej oraz społecznej.

Reasumując, stwierdzam, że rozprawa mgr inż. mgr inż. Joanne Papis pt. „Ocena możliwości technicznych planowania infrastruktury komunalnej z użyciem technologii GIS i SDSS”, spełnia wymagania ustawy z dnia 20 lipca 2018 r. Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce (dz. U. z 2020 r. poz. 85 z późniejszymi zmianami) oraz mieści się w dyscyplinie Inżynieria Lądowa, Geodezja i Transport.

Stawiam więc wniosek o przyjęcie opracowania przedstawionego do recenzji – jako rozprawy doktorskiej mgr inż. Joanny Papis na stopień doktora nauk inżynieryjno-technicznych w dyscyplinie Inżynieria Lądowa, Geodezja i Transport i dopuszczenie jej do publicznej obrony.

Joanna Bac-Bromowicz