

Recenzja rozprawy doktorskiej
kpt. mgr inż. Wojciecha DAWIDA
pt. " OPRACOWANIE METODYKI WYZNACZANIA PRZEJEZDNOŚCI
TERENU PRZY UWZGLĘDNIENIU MIKRORZEŻBY"

1. Podstawa formalna

Recenzja została sporządzona na podstawie pisma z dnia 21 lutego 2024 r. od Przewodniczącego Rady Dyscypliny Naukowej „Inżynieria Lądowa, Geodezja i Transport” Wojskowej Akademii Technicznej, Pana płk. prof. dr. hab. inż. Michała Kędzierskiego i idącej w ślad za nią umowy cywilno-prawnej zawartej pomiędzy Wojskową Akademią Techniczną a recenzentem.

Zgodnie z obecnie obowiązującymi przepisami, celem recenzji w przewodach doktorskich jest szczegółowa ocena, czy rozprawa doktorska spełnia warunki opisane w art. 187 Ustawy z dnia 20 lipca 2018 roku „Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce” tj.:

1. Rozprawa doktorska prezentuje ogólną wiedzę teoretyczną kandydata w dyscyplinie albo dyscyplinach oraz umiejętność samodzielnego prowadzenia pracy naukowej lub artystycznej.
2. Przedmiotem rozprawy doktorskiej jest oryginalne rozwiązanie problemu naukowego, oryginalne rozwiązanie w zakresie zastosowania wyników własnych badań naukowych w sferze gospodarczej lub społecznej albo oryginalne dokonanie artystyczne.
3. Rozprawę doktorską może stanowić praca pisemna, w tym monografia naukowa, zbiór opublikowanych i powiązanych tematycznie artykułów naukowych, praca projektowa, konstrukcyjna, technologiczna, wdrożeniowa lub artystyczna, a także samodzielna i wyodrębniona część pracy zbiorowej.

2. Ocena istotności i aktualności tematu

Recenzowana rozprawa doktorska tematycznie wpisuje się w obszar badawczy systemów geoinformacyjnych mieszczący się w dyscyplinie naukowej „Inżynieria Lądowa, Geodezja i Transport”. Rozprawa obejmuje głównie zagadnienia analizy przestrzennej typowe dla systemów GIS (ang. geographical information systems), zagadnienia geoinformatyczne oraz elementy kartografii nawigacyjnej.

Cel pracy jest dobrze i jasno uzasadniony. Zasadniczą kwestią jaką zajmuje się Doktorant w swojej rozprawie jest problematyka modelowania przejezdności terenu na poziomie szczegółowym umożliwiającym uwzględnienie parametrów trakcyjnych pojazdów. Ta cecha wyróżnia pracę doktoranta w stosunku do innych wcześniejszych prac. Doktorant zauważa, że dotychczasowe badania nie uwzględniały wpływu mikrorzeźby i parametrów trakcyjnych pojazdów w aspekcie przestrzennym oraz nie rozwiązywały problemu wyznaczanie optymalnych tras po bezdrożach

z jednoczesnym uwzględnieniem elementów mikrorzeźby w czasie rzeczywistym. Znalezienie właściwych rozwiązań w tym zakresie, umożliwia precyzyjne nawigowanie pojazdów po bezdrożach co ma kluczowe znaczenie w działaniach związanych z akcjami ratunkowymi i militarnymi, oraz szeroko rozumianym zarządzaniem kryzysowym. Znajdowanie coraz doskonalszych rozwiązań może mieć niebagatelny wpływ na zdrowie i życie ludzkie.

Zgodnie z wykonaną analizą, ani Wojsku Polskim ani w jednostkach administracji publicznej, które są odpowiedzialne za planowanie operacji reagowania kryzysowego, nie są obecnie dostępne i wykorzystywane rozwiązania zwiększające możliwości planistyczne ruchu pojazdów kołowych po bezdrożach z uwzględnieniem szczegółowego ukształtowania terenu w postaci elementów mikrorzeźby (w tym dołów, rowów melioracyjnych, koryt, skarp, wałów). Dotychczasowe metody modelowania przejezdności terenu jedynie w sposób ogólny pozwalają na przegląd warunków przejezdności na danym obszarze.

Dlatego temat rozprawy jest z pewnością tematem istotnym i aktualnym. Poza walorami naukowymi związanym z rozwojem algorytmów geoinformatycznych, ma on znaczenie praktyczne i może być przedmiotem zainteresowania zarówno służb ratunkowych, zarządzania kryzysowego, policji i wojska. Choć Doktorant tego nie podkreśla w swojej rozprawie, to zdaniem recenzenta wyniki tego typu badań mogą być przydatne w wielu typowych „cywilnych” zastosowaniach np. do rozwoju aplikacji nawigacyjnych używanych przez indywidualne osoby, w szeroko rozumianym planowaniu przestrzennym, rolnictwie czy turystyce.

2. Ocena merytoryczna przeprowadzonych badań oraz zastosowanej metodyki badawczej

Rozprawę doktorską stanowi cykl pięciu powiązanych tematycznie następujących artykułów naukowych:

1. Dawid W. (80%), Pokonieczny K. (20%), 2020, Analysis of the possibilities of using different resolution digital elevation models in the study of microrelief on the example of terrain passability. *Remote Sensing*, 12(24):4146. DOI: 10.3390/rs12244146, (100 pkt., IF: 5,0)
2. Dawid W. (80%), Pokonieczny K. (20%), 2021, Methodology of using terrain passability maps for planning the movement of troops and navigation of unmanned ground vehicles. *Sensors*, 21(14):4682. DOI: 10.3390/s21144682, (100 pkt., IF: 3,9)
3. Dawid W. (80%), Pokonieczny K. (10 %), Wyszyński M. (10%), 2022, The methodology of determining optimum access routes to remote areas for the purposes of crisis management. *International Journal of Digital Earth*, 15(1):1905-1928. DOI: 10.1080/17538947.2022.2134936 (100 pkt, IF: 5,1)
4. Dawid W. (80%), Pokonieczny K. (10 %), Wyszyński M. (10%), 2024, Optimization of the route determination process for the purposes of military terrain passability. *Advances in Military Technology*, 19(1). przyszły DOI: 10.3849/aimt.01865 (40 pkt.)
5. Dawid W. (80%), Pokonieczny K. (10 %), Wyszyński M. (10%), 2023, The application of the methodology to define terrain passability on a detailed level in various configurations. *Aviation and Security Issues*, 3(1). DOI: 10.55676/asi.v3i1.61 (100 pkt.)

Wszystkie zostały napisane wspólnie z promotorem i promotorem pomocniczym z 80% udziałem Doktoranta. Zostały opublikowane w wysoko punktowanych czasopismach, więc tym samym zostały zweryfikowane pod względem merytorycznym przez recenzentów jako spełniające wymogi publikacji naukowych. Cykl wydaje się precyzyjnie zaplanowany jeszcze przed rozpoczęciem publikowania pierwszego artykułu. Zakres prac promotora i promotora pomocniczego ogranicza się do wkładu organizacyjnego w finansowanie badań, ogólnej koncepcji badawczej i weryfikacji oraz

redakcji końcowej treści artykułów.

Poza samą treścią artykułów rozprawę stanowi również 50 stronicowe ich omówienie, stanowiące pierwszą część rozprawy. Omówienie ma charakter autoreferatu, streszcza i porządkuje przeprowadzone i opublikowane wcześniej badania. W tej części autor jasno określa cele i tezę pracy, określa problemy badawcze, metodykę badań i syntetyzuje wyniki odnosząc się do poszczególnych artykułów z cyklu.

Podstawowa teza badawcza brzmi w następujący sposób: „**wykorzystanie wysokorozdzielczych danych wysokościowych i parametrów trakcyjnych wybranych pojazdów kołowych umożliwi opracowanie szczegółowego modelu przejezdności terenu oraz wyznaczanie tras przejazdu**”.

Aby udowodnić tę tezę, autor postawił sobie 7 zadań szczegółowych (które nazywa celami szczegółowymi), które w skrócie można przedstawić w 3 grupach następująco:

- 1) opracowanie metody modelowania przejezdności terenu i optymalizacji procesu generowania map przejezdności;
- 2) wybór optymalnego źródła i rozdzielczości danych wysokościowych na potrzeby modelowania przejezdności i generowania tras;
- 3) opracowanie metody i algorytmu do automatycznego generowania tras po bezdrożach.

Szczegółowe zestawienie stosowanych metod badawczych i sposobów rozwiązania poszczególnych celów szczegółowych Doktorant przedstawił w tabeli 3.1 w pierwszej części rozprawy. Były to: metoda analizy i krytyki literatury, modelowanie i symulacja komputerowa, metoda porównawcza, metoda syntezy, metody statystyczne, modelowanie i symulacja komputerowa, studium przypadku, metoda eksperymentu, weryfikacja terenowa.

Generalnie opisana metodyka pracy jest poprawna, we właściwy i konsekwentny sposób prowadzi do rozwiązania problemu badawczego i osiągnięcia celów pracy. Wyniki analizowane są pod względem statystycznym. Zdaniem recenzenta jej opis w pierwszej części pracy jest jednak trochę zagmatwany. Autor wprowadził zbyt rozbudowany i niejasny podział na problemy badawcze (2), główne cele badawcze (2), szczegółowe cele rozprawy (7), pytania badawcze (11). Przedstawione w rozdziale 3 poszczególne punkty ilustrują raczej opis przebiegu badań a nie samą metodykę jak sugeruje tytuł. Ta jest opisana poprawnie w innym miejscu. Następuje pewne nakładanie i powielanie się tych elementów, które wynika z nieostrości pojęć.

Przedstawione w poszczególnych artykułach cyklu badania doprowadziły w efekcie do opracowania:

- 1) Metody opracowania szczegółowych map przejezdności terenu z wykorzystaniem danych wysokościowych o różnej rozdzielczości (publikacja P1);
- 2) Metody wykorzystania map przejezdności terenu do planowania ruchu pojazdów (publikacja P2);
- 3) Metody wyznaczania optymalnych tras dotarcia do obszarów położonych z dala od sieci transportowej (publikacja P3);
- 4) Optymalizacji procesu wyznaczania tras poprzez uogólnienie numerycznego modelu terenu (publikacja P4).

Efektem ostatniej publikacji z cyklu było natomiast sprawdzenie zaproponowanych metod w różnych konfiguracjach (publikacja P5).

W dotychczasowych pracach z zakresu GIS, kartografii nawigacyjnej czy geoinformatyki tematyka

wyznaczania różnego rodzaju tras przejazdu oraz map zasięgów czasowych dojazdu pojawia się dość często. Badacze i praktycy dotychczas prawie wyłącznie koncentrowali się na wykorzystaniu do analiz sieci drogowej (za wyjątkiem prac powiązanych z nawigacją morską czy lotniczą). Gdy do danego obiektu nie ma dojazdu drogą, to najczęściej stosuje się wyliczenie odległości do tego miejsca po linii prostej od najbliższej drogi. Bardziej złożone rozwiązania stosowane były dotychczas w robotyce, a nie były widoczne w cywilnych badaniach z obszaru systemów geoinformacyjnych.

Dużą zaletą i oryginalnością ocenianej rozprawy doktorskiej jest właśnie zaproponowanie rozwiązania, które umożliwi rezygnację z tego uproszczenia i umożliwienie nie tylko wspomaganie procesu nawigowania po bezdrożach, ale także podniesienia dokładności innych badań np. związanych z tworzeniem map dostępności czasowej i map zasięgów. Istotnym założeniem przyjętym przez autora było opracowanie takiego algorytmu, który umożliwia wykorzystanie powszechnie dostępnych danych NMT poszukiwanie rozwiązania, które będzie mogło funkcjonować bez konieczności wykorzystywania uprzednio przygotowanych map dostępności. Kolejnym elementem pracy wartym podkreślenia jest też uwzględnienie w badaniach geometrii pojazdu i zaproponowanie własnego rozwiązania w tym zakresie.

Przedstawione metody i algorytmy pozwalają na konfigurowanie stworzonych w oparciu o nie aplikacji, zależnie np. od parametrów pojazdu czy dopuszczalnego poziomu trudności przejazdu.

Ważną częścią badań są także badania związane z analizą danych źródłowych. Autor wykazuje w pracy wysoką przydatność danych ze skanowania laserowego LIDAR. Na podstawie przeprowadzonych eksperymentów przedstawia propozycję sposobu generalizacji modeli terenu, która pozwoli na optymalizację obliczeń w kontekście tworzenia map przejezdności i wyznaczania tras przejazdu. Również od strony algorytmicznej tak rozwiązuje zadanie, aby uzyskać możliwie najwyższą wydajność

W pracy autor umiejętnie łączy wiedzę z zakresu danych geoprzestrzennych (w tym metod ich pozyskiwania) z wiedzą geoinformatyczną w zakresie przetwarzania danych i wykorzystania algorytmów wyznaczania tras przejazdu na podstawie grafów sieci.

Opracowane metody są wynikiem przemyślanej pracy badawczej. Rezultaty poszczególnych badań częściowych były weryfikowane. Do tego typu weryfikacji należą:

- 1) testy terenowe trzech odpowiednio dobranych pojazdów Honker, Star 266, HMMWV (Humvee) oraz KTO Rosomak,
- 2) pomiary techniką GNSS z wykorzystaniem odbiornika Leica VIVA GS15,
- 3) testy wydajności proponowanego algorytmu w środowisku komputerowym.

Kolejną ważną kwestią było opracowanie własnego, autorskiego oprogramowania na podstawie wcześniej opracowanych przez siebie kilku algorytmów, co wymagało dodatkowo umiejętności programistycznych.

Jeżeli chodzi o samą tezę pracy, to czytając ją literalnie można w pierwszym momencie wywnioskować, że do opracowania szczegółowego modelu przejezdności terenu oraz wyznaczania tras przejazdu wystarczy wykorzystanie wysokorozdzielczych danych wysokościowych i parametrów trakcyjnych wybranych pojazdów kołowych. Jednak jak wynika z opisanych badań, do uzyskania modelu i tras potrzebne są inne dane, w szczególności dane o pokryciu terenu. Wysokorozdzielcze dane wysokościowe wykorzystywane są do analiz w obszarach wcześniej wyznaczonych, dopiero po uwzględnieniu terenów całkowicie nieprzejezdnych, jak np. zabudowa, gęsty las czy rzeki. Autor jest tego świadomy, ale nie jest to wyraźnie podkreślone, co w pierwszym momencie może prowadzić do nieporozumień.

Podobnie można wywnioskować z opisu publikacji P1 gdzie autor pisze cyt. „Uzyskane wyniki pokazały, że opracowana metoda umożliwi automatyczne generowanie map przejezdności terenu jedynie na podstawie modelu wysokościowego i parametrów trakcyjnych pojazdu, co daje pozytywną odpowiedź na pierwsze pytanie badawcze (dot. automatyzacji procesu generowania szczegółowych map przejezdności terenu)”

Dopiero w opisie w artykule P3 autor podaje wyraźnie cyt. „W tym celu zaprojektowałem metodę automatycznego określania optymalnej trasy dotarcia do celu położonego na bezdrożach, uwzględniając przy tym istniejącą sieć drogową, ukształtowanie terenu i parametry trakcyjne analizowanego pojazdu”

Podsumowując, zaproponowane w rozprawie rozwiązania co do idei jest słuszne i uzyskane efekty konkretne. Praca porusza wiele wątków i zagadnień więc siłą rzeczy mogą wywoływać szereg pytań i kwestii dyskusyjnych, które mogą być istotne w kontekście kontynuacji badań i potencjalnego wdrożenia. Ich wyjaśnienie może pomóc w dalszym doskonaleniu zaproponowanych rozwiązań. Najważniejsze z punktu widzenia recenzenta zostały przedstawione poniżej.

Uwagi krytyczne i kwestie polemiczne

- 1) W rozprawie można napotkać w niektórych miejscach zbyt ogólne wnioski np.
 - „uzyskane wyniki pokazują, że redukcja punktów wysokościowych poprzez uogólnienie NMT umożliwia znaczne skrócenie czasu wyznaczania tras przy jednoczesnym zachowaniu jakości uzyskiwanych wyników”,
 - „należy zauważyć, że proces redukcji punktów wysokościowych z NMT nie ma wpływu na dokładność otrzymywanych wyników, w formie uogólnionych modeli wysokościowych oraz wyznaczonych tras przejazdu.”Te wnioski mogą być prawdziwe, tylko przy sprecyzowaniu warunków.
- 2) W rozprawie można zauważyć w niektórych miejscach nieprecyzyjne sformułowania, będące skrótami myślowymi, a także tezy cząstkowe wydające się zbyt oczywistymi. Jako przykład można podać stwierdzenie cyt. „udowodniłem również, że średni koszt przejazdu po analizowanym obszarze zależy głównie od zagęszczenia sieci drogowej”. Oczywiście nie ma w pracy mowy o liczeniu realnych kosztów, a jest to koszt rozumiany w kontekście obliczeń na grafie nawigacyjnym. W tej pracy koszt rozumiany jest w zasadzie jako czas. Oczywiście można to przełożyć łatwo także na inne koszty. Poza tym zależność łatwości przejazdu od zagęszczenia sieci drogowej wydaje się również oczywista, ale przy założeniu że mówimy o typowych dostępnych drogach a nie np. autostradach z ograniczonym dostępem (ale takich przypadków w ogóle autor nie analizuje).
Inne przykłady pytań badawczych lub tez, na które odpowiedź jest z góry znana z dużym prawdopodobieństwem (w konkretnych uwarunkowaniach tej pracy):
 - „analiza rozmieszczenia przestrzennego różnic pomiędzy NMT wykazała, że największe rozbieżności wysokości skupiają się w miejscach, gdzie występuje znaczne urozmaicenie rzeźby terenu”
 - „powierzchnia terenu nieprzejezdnego maleje wraz ze wzrostem prześwitu analizowanego pojazdu”
- 3) Zdaniem recenzenta twierdzenie na stronie 28 cyt. „Z tego względu optymalną rozdzielczością NMT do generowania terenów nieprzejezdnych jest 1 m, nie jest w pełni uzasadnione. Chodzi o opis dowodowy, a nie błędny wynik. Takie twierdzenie może być prawdziwe (i zapewne jest), ale tylko przy ściśle określonych uwarunkowaniach. Można je wywnioskować z treści rozprawy, ale także nie w pełnym zakresie. Oczekiwałbym więc

wyvodu dowodowego w szerszym kontekście np. o następującym schemacie:

- ponieważ ukształtowanie terenu w Polsce ma dla większości terenu następujące parametry ABC,
- ponieważ do akcji militarnych lub ratowniczych używa się w D% samochodów o prześwicie E cm
- ponieważ obszar na którym jednorazowo powinny być przeprowadzone obliczenia to X na Y km,
- ponieważ dopuszczalny czas oczekiwania na wynik obliczeń to Z minut to optymalna rozdzielczość NMT wynosi 1 metr.

- 3) Dyskusyjne sformułowanie: „Swoistym novum było wykonanie badań dla różnych obszarów testowych i dla różnych pojazdów, co pozwoliło na przeprowadzenie wszechstronnych analiz przejezdności w różnych warunkach, umożliwiających ocenę przydatności i uniwersalności proponowanej metodyki”.

Zdaniem recenzenta badania na różnych obszarach testowych nie są novum. Autor zdaje sobie z tego sprawę i używa prawdopodobnie dlatego dodatkowego określenia „swoistym”, co jednak pogłębia jeszcze niezręczność sformułowania w kontekście pracy naukowej.

- 4) Występują twierdzenia, które zdaniem recenzenta nie są wystarczająco udowodnione. Na przykład:

- „metodyka jest skalowalna i niezwykle podatna na zwiększenie mocy obliczeniowej”
- „jeżeli chodzi o kategorie pokrycia terenu, to najlepszą dostępnością cechuje się teren zurbanizowany”

W tym ostatnim przykładzie twierdzenie dotyczy analizowanych w pracy terenów, co nie jest wystarczająco podkreślone. Wydaje się jednak, że ta kwestia jest bardziej złożona i dyskusyjna jeżeli przanalizowalibyśmy różne miasta (np. Wenecja we Włoszech), rodzaje lasów, pojazdów i cele przejazdów (akcja gaśnicza, dojazd karetki, cele bojowe).

- 5) Autor w pracy opisuje ogólny algorytm i zasadę działania opracowanego przez siebie oprogramowania. Brak jest jednak szczegółowego opisu algorytmów i kodu oprogramowania (choćby w kluczowych aspektach), co powoduje trudność w pełnej jego ocenie.

- 6) Pewną refleksję wzbudza analiza jednego z podstawowych założeń jakie przyjął Doktorant przy opracowywaniu algorytmu wyznaczania trasy. Przyjął założenie, że należy dotrzeć jak najbliżej miejsca docelowego przy użyciu utwardzonych dróg, a następnie wyznaczyć trasę po bezdrożach na podstawie analizy mikrorzeźby terenu (pkt 2. algorytmu na blokdiagramie z rys. 2 w artykule P3).

Czy na pewno jest to optymalne podejście? Może się okazać, że przy najbliższym punkcie na drodze w odniesieniu do obiektu docelowego (w sensie odległości euklidesowej) nie ma przejezdności albo nie jest ona najlepsza. Wydaje się, że mogą być sytuację w których lepiej nie docierać drogą od miejsca położonego na drodze w linii prostej najbliższego miejsca docelowego, ale większą odległość pokonać po terenie uzyskując krótszy czas przejazdu. Przyjęte założenie przez Doktoranta jest dopuszczalnym uproszczeniem, ale ta kwestia nie została w rozprawie przedyskutowana. Algorytm w tym zakresie mógłby być bardziej zaawansowany.

- 7) Autor pokazuje działanie swojego algorytmu np. na rys. 8, 9, 10 (artykuł P3). Czy nie dotyczy to jednak sytuacji, gdy droga jest w rzeczywistości, ale nie ma jej w bazie danych (w tym przypadku Open Street Map)? Ta kwestia też nie została omówiona – wpływ jakości bazy danych na wyznaczone trasy.

- 8) Na str. 43 autor stwierdza cyt. „Wieloprocusorowość ma ogromny wpływ na wydajność narzędzia do wyznaczania tras”. Jest to jednak nieprecyzyjne sformułowanie, ponieważ to zależy od wielu warunków.

Autor nie wspomina na przykład i nie analizuje, że nie tylko sama dostępność wielu

procesorów (wątków) może przyspieszyć obliczenia (po to zresztą są), ale kluczem do sukcesu jest oprogramowanie, które musi umieć korzystać z tej możliwości. Wiele programów GIS do dzisiaj nie potrafi wykorzystywać wielu procesorów równoległe. Wiele zależy także od rodzaju danych i ich przygotowania do obliczeń.

- 9) Autor stwierdza po przeprowadzeniu badań, że cyt. „algorytm Dijkstry lepiej sprawdza się przy wyznaczaniu tras przejazdu na podstawie map przejezdności”. W innym miejscu podsumowuje cyt. „Badania w tym etapie także dowiodły, że do generowania tras lepiej nadaje się algorytm Dijkstry niż A*, ponieważ jest bardziej stabilny i szybszy”.

Autor twierdzi to oczywiście w kontekście swoich badań, ale stwierdzenia ostatecznie nie zawierają wystarczającego zastrzeżenia w tym zakresie.

Oba algorytmy, Dijkstra i A*, są popularnymi algorytmami do znajdowania najkrótszej ścieżki w grafach, ale mają nieco inne zastosowania i efektywność w różnych sytuacjach. Dijkstra jest to algorytm nie korzystający z heurystyki, więc sprawdza wszystkie możliwe ścieżki przejazdu. Jest odpowiedni, gdy nie ma pewności, jak bardzo jedna ścieżka jest lepsza od innej, a także wtedy, gdy nie ma szczególnych informacji o strukturze grafu. Algorytm A* jest wydajny w przypadkach, gdy znamy cel lub mamy jakieś wstępne przypuszczenia dotyczące tego, jak blisko jesteśmy od celu. W zależności od kontekstu, zastosowanie jednego lub drugiego może być bardziej odpowiednie. Brakuje w tej części rozprawy odniesienia się do tej kwestii. Przy pewnych dodatkowych uwarunkowaniach być może algorytm A* dałby lepsze rezultaty.

- 10) Na rys. 7 w artykule P3 bardzo dobrze zilustrowano wynik przeprowadzonych analiz.

Pokazano efekty tworzenia map przejezdności terenu. To jest bardzo dobra metoda oceny terenu i porównania terenów pod względem przejezdności. Autorzy przedstawiają ją jednak w tym miejscu w innym kontekście. Nie jest dla recenzenta jasne dlaczego porównywane są różne kraje i wyciągane wnioski szersze niż kwestia związana z algorytmiką. To miałoby większy sens, ale gdyby oceniać cały kraj lub np. całe otoczenie różnych stolic w zadanym promieniu. To byłoby porównywalne. Natomiast porównywanie wybranego subiektywnie terenu pod Warszawą, Berlinem i Kijowem ma moim zdaniem mniejszy sens. Trudno w pełni przekonująco uzasadnić dlaczego wybrano do porównania określone fragmenty przestrzeni i jaki byłyby wyniki gdyby wybrano trochę inne. Autorzy co prawda napisali, że te obszary cyt. „Pełnią one podobne funkcje we wszystkich 3 krajach (jako obszary powiązane gospodarczo i społecznie ze stolicami), mają podobną powierzchnię i strukturę pokrycia terenu, powierzchnię i strukturę pokrycia terenu”. Ale moim zdaniem nie ma żadnego dowodu na ich reprezentatywność – to tylko subiektywny wybór autora.

Podobnie uważam, że jeden z wniosków końcowych z tego samego artykułu cyt. „Analiza stopnia rozwoju tych krajów wykazała, że wartości PKB per capita i wskaźnika HDI są powiązane z jakością tamtejszych dróg. Im wyższe te wskaźniki, tym lepszy wskaźnik jakości dróg, co jest zauważalne np. na przykładzie Niemiec i Ukrainy (tabela 2), jest nieuzasadniony (nie w pełni udowodniony) z podanych powyżej powodów. Choć jest bardzo prawdopodobne, że jest prawdziwy.

Wniosek ten poprzedzony jest pytaniem badawczym cyt.:

„... w jakim stopniu rozwój gospodarczy, mierzony produktem krajowym brutto (PKB), wskaźnikiem rozwoju społecznego (HDI) i współczynnikiem jakości dróg, gwarantuje szybki dostęp do obszarów położonych poza siecią dróg, czy obszarów położonych poza siecią dróg, czy wpływa na możliwość dostępu do nich, a jeśli tak, to w jaki sposób?”

Zdaniem recenzenta nie jest to istotne pytanie w kontekście celów artykułu i celu samej rozprawy, a zaburza nieco logikę wywodu. Nie do końca jest jasne z czego ono wynika. Odpowiedz na przytoczone pytanie badawcze może być albo bardzo oczywista, albo bardzo skomplikowana i wykracza poza opisywaną tematykę badawczą. W pierwszym przypadku można byłoby przyjąć bez dowodzenia, że im lepszy rozwój się drogowej tym lepszy

dojazd. W drugim wariancie (skomplikowanym), odpowiedź na to pytanie zależy od bardzo wielu czynników, które nie są uwzględniane w tej pracy.

Natomiast nie umniejsza to jakości samej zaproponowanej metody, która może służyć do oceny i porównywania różnych obszarów. I to właśnie autorzy zrobili nawet dla trzech krajów. W tym kontekście uważam to za bardzo wartościowe.

Ze względu na cele analizowanej rozprawy, poruszone kwestie polemiczne i niejasności nie wpływają w istotny sposób na bardzo dobrą ocenę pracy Doktoranta. Powinno się jednak przed dalszym publikowaniem lub wdrożeniem zaproponowanych rozwiązań dokładnie przeanalizować zasygnalizowane pytania i wątpliwości.

Ogólna koncepcja rozwiązania problemu badawczego jest właściwa, zaproponowane przez Doktoranta propozycje są oryginalne, dobrze przedstawione i mogą mieć istotne znaczenie praktyczne.

4. Ocena rozprawy pod kątem redakcyjnym i językowym

Doktorant przedstawił wyniki swoich badań w dwóch powiązanych częściach:

- 1) syntetyczny opis badań i artykułów (50 stron),
- 2) wydruk pięciu artykułów naukowych (126 stron w formatowaniu wydawniczym).

Opublikowane artykuły, choćby z samego faktu zakwalifikowania do publikacji w wysoko punktowanych czasopismach, są starannie zredagowane i napisane poprawnym językiem. Prace są bogato ilustrowane, co w przypadku poruszanej tematyki jest niezbędne dla zrozumienia wyników. Tabele są czytelne i dobrze ilustrują badania. Artykuły mają układ typowy dla prac naukowych z opisem metodyki, opisem rezultatów i dyskusją wyników. Pierwsza część pracy stanowiąca przewodnik po artykułach jest również przygotowana starannie pod względem redakcyjnym i językowym. Bardzo przydatne jest zestawienie publikacji wraz z ich powiązaniem z celami szczegółowymi i z jednoczesnym wylistowaniem stosowanych metod badawczych w tab. 3.1 na str. 21. W przejrzysty sposób została omówiona zawartość poszczególnych publikacji stanowiących cykl publikacyjny. W wykazie literatury przedstawionym e pierwszej części rozprawy Doktorant wykazał w sumie ponad 70 pozycji literatury, a w każdym z artykułów od 30 do blisko 70. Oczywiście w części pozycje się powtarzają. Pomimo tego wykaz literatury należy uznać za bardzo obszerny.

Język rozprawy jest właściwy, bez istotnych błędów. Czasami można dostrzec pewne niezręczne stwierdzenia i sformułowania, wynikające głównie z niejasności przyjętych definicji pojęć metodyka, metoda, problem badawczy itp. Jednym z takich przykładów może być sformułowanie cyt.: „Przeprowadzone badania jednoznacznie potwierdziły, że przedstawiona metodyka stanowi kompletnie automatyczne narzędzie...”

Czasami pojawiają się również sformułowania typu „modelowanie przejezdności terenu powyżej szczebla zespołu pojazdów...” które wynikają zapewne ze sformułowań stosowanych w wojsku lub formacjach takich jak straż pożarna, natomiast w sensie językowym mogą budzić wątpliwości.

W stosunku do całego obszernego tekstu wprowadzenia i artykułów tego typu fragmenty stanowią niewielką część i nie wpływają na ogólną, wysoką ocenę rozprawy pod kątem redakcyjnym i językowym.

5. Podsumowanie i wnioski końcowe

Recenzowana praca przedstawia bardzo ciekawe, oryginalne i użyteczne badania o istotnym potencjalnym wdrożeniowym. Widoczny jest jasny cel i konsekwentnie rozłożone w czasie dążenie do jego realizacji. Cel został osiągnięty, choć nie jest powstanie w sensie praktycznym w pełni gotowe do wdrożenia rozwiązanie. Jest to jednak duży kamień milowy na drodze do uzyskania w pełni funkcjonalnej, innowacyjnej aplikacji do nawigacji po bezdrożach.

W rozprawie zawarto wiele cennych wskazówek wynikających z przeprowadzonych badań, które pozwolą na kontynuowanie tej pracy. Jakość pracy została potwierdzona także poprzez recenzentów poszczególnych publikacji z przedłożonego cyklu. Cztery publikacje po 100 pkt. zgodnie z obowiązującymi obecnie w Polsce zasadami punktacji czasopism są same w sobie potwierdzeniem właściwego poziomu naukowej rozprawy. Można mieć nadzieję, że dzięki rozprawie powstaną wkrótce konkretne aplikacje.

Pewien niedosyt może budzić fakt, że w żadnym z artykułów udział Doktoranta nie wyniósł 100%. Wydawało by się zasadne, aby taka sytuacja miała miejsce chociaż w artykule zamykającym cykl. Ale jak wspomniano wcześniej, podział ról w pisaniu artykułów był metodycznie przejrzysty i prawidłowy a dominujący, kluczowy udział Doktoranta po analizie oświadczeń współautorów dołączonych do pracy nie budzi wątpliwości.

Po zapoznaniu się z rozprawą mam podstawy stwierdzić, że kpt. mgr inż. Wojciech Dawid wykazał się umiejętnością prowadzenia badań naukowych, posiada niezbędną wiedzę teoretyczną w dyscyplinie Inżynieria Lądowa, Geodezja i Transport oraz przedstawił oryginalne rozwiązanie problemu naukowego.

W związku z powyższym uważam, że przedłożona do oceny rozprawa spełnia wymogi opisane w art. 187 Ustawy z dnia 20 lipca 2018 roku „Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce” i wnioskuję o dopuszczenie jej do publicznej obrony.

