

Warszawa, 8.04.2026 r.

Dr hab. inż. Albina Mościcka, prof. WAT  
Wojskowa Akademia Techniczna im. Jarosława Dąbrowskiego  
Wydział Inżynierii Lądowej i Geodezji  
Ul. Gen. S. Kaliskiego 2  
00-908 Warszawa

## **RECENZJA**

### **rozprawy doktorskiej mgra Krzysztofa Zagaty pod tytułem**

### **„Efektywność nawigacyjna mini-mapy w wirtualnej przestrzeni topograficznej”**

#### **1. Podstawa formalna**

Formalną podstawą recenzji jest uchwała nr 16-2025/2026 Rady naukowej dyscypliny nauki o Ziemi i środowisku Uniwersytetu im. Adama Mickiewicza w Poznaniu z dnia 24.02.2026 r. oraz pismo prof. dr hab. Grzegorza Rachlewicza, Przewodniczącego Rady naukowej dyscypliny nauki o Ziemi i środowisku Uniwersytetu im. Adama Mickiewicza w Poznaniu z dnia 25 lutego 2026 r.

#### **2. Charakterystyka i ocena struktury i formy rozprawy**

Przedłożona do oceny rozprawa doktorska mgra Krzysztofa Zagaty pt. „Efektywność nawigacyjna mini-mapy w wirtualnej przestrzeni topograficznej” została przygotowana na Uniwersytecie im. Adama Mickiewicza w Poznaniu w dyscyplinie naukowej nauki o Ziemi i środowisku pod kierunkiem prof. dr hab. Beaty Medyńskiej-Gulij.

Treść pracy liczy 133 strony i obejmuje pięć rozdziałów. Rozdział pierwszy przedstawia cele i tezy rozprawy, pytania badawcze oraz metody i przedmiot badań. W rozdziale drugim zaprezentowano przegląd literatury dotyczący roli i znaczenia mini-mapy jako elementu wspomagającego nawigację w wirtualnej przestrzeni topograficznej, natomiast rozdział trzeci poświęcony jest problematyce projektowania wirtualnej przestrzeni topograficznej na podstawie Bazy Danych Obiektów Topograficznych.

Rozdział czwarty – najobszerniejszy i kluczowy w rozprawie – zawiera opis badań własnych nad efektywnością nawigacyjną mini-mapy w wirtualnej przestrzeni topograficznej. Obejmuje on etap koncepcyjny, projektowy, empiryczny oraz analizę

i wizualizację wyników. Rozdział piąty stanowi podsumowanie rozprawy wraz z wnioskami i rekomendacjami dotyczącymi projektowania mini-map. Pracę zamyka wykaz literatury oraz spis rycin.

Struktura rozprawy jest prawidłowa, zgodna z etapami prowadzonych badań oraz przyjętym sposobem prezentacji prac badawczych. Moje zastrzeżenie budzi jedynie tytuł rozdziału 3.3.1 „Przeprowadzenie kwestionariusza badawczego”. Jest to określenie niepoprawne językowo – kwestionariusz stanowi narzędzie, natomiast „przeprowadzanie” odnosi się do czynności (procesu). W tym kontekście kwestionariusz można jedynie zastosować lub wypełnić. Trafniejsze byłoby zatem sformułowanie: „zastosowanie/wypełnienie kwestionariusza” lub „zebranie danych z wykorzystaniem kwestionariusza”.

### **3. Ocena merytoryczna rozprawy**

#### **3.1. Zasadność podjęcia badań na tle dotychczasowego stanu wiedzy**

Autor w swojej rozprawie podjął badania nad wpływem mini-mapy na efektywność nawigacyjną w wirtualnej przestrzeni topograficznej. Doktorant zwrócił uwagę na powszechne obecnie wykorzystywanie wiernych reprezentacji rzeczywistego terenu w środowiskach wirtualnych, w szczególności w grach komputerowych. Orientacja w takich przestrzeniach wymaga korzystania z mini-map, czyli niewielkich map kontekstowych wkomponowanych w interfejs, które ułatwiają orientację i poruszanie się poprzez prezentowanie położenia użytkownika na tle całego obszaru.

Projektowanie mini-map bazuje obecnie głównie na intuicji, doświadczeniu, a niekiedy nawet fantazji projektanta, zamiast na przesłankach merytorycznych uwzględniających sposób percepcji zarówno interfejsu, jak i terenu. Wynika to z braku standaryzacji w zakresie komunikacji użytkownika z wizualizowaną przestrzenią, w tym z wykorzystaniem mini-map, co może prowadzić do błędów nawigacyjnych i dezorientacji. W tym kontekście badania podjęte przez Doktoranta należy uznać za aktualne i bardzo wartościowe, gdyż mają one istotne znaczenie zarówno praktyczne, jak i badawcze.

Znaczenie praktyczne przejawia się przede wszystkim w możliwości bezpośredniego wykorzystania wyników do optymalizacji interfejsów użytkownika. Przyczynia się to do zwiększenia czytelności informacji, zmniejszenia obciążenia poznawczego oraz ułatwienia poruszania się i podejmowania decyzji. W konsekwencji sprzyja to projektowaniu gier bardziej przyjaznych użytkownikowi, co może przekładać się na wymierne korzyści finansowe dla ich producentów.

Znaczenie badawcze niniejszej pracy wynika przede wszystkim z rozwoju nowych koncepcji. Badanie rozwiązań wirtualnych wymaga łączenia różnych perspektyw naukowych, co sprzyja poszerzaniu wiedzy. W analizie dotychczasowego stanu badań

Autor wykazał, że obecnie brakuje rozwiązań metodycznych dotyczących projektowania mini-map i ich wpływu na poruszanie się w wirtualnym terenie. Wynika to m.in. z faktu, że opracowania metodyczne w obszarze rozwiązań cyfrowych nie nadążają za ich rozwojem. Badania w tym zakresie wymagają bowiem zarówno zaawansowanej znajomości środowisk wirtualnych i narzędzi badawczych, jak i wiedzy metodycznej z zakresu kartografii. Autor, łącząc te kompetencje, niewątpliwie wypełnia istniejącą lukę badawczą.

Doktorant przedstawił szczegółowe uzasadnienie problematyki badań w świetle istniejącej literatury. Powołał się na 138 pozycji związanych z przedmiotem badań, wśród których jedynie 21 stanowią publikacje polskojęzyczne, co świadczy o dobrym osadzeniu tematyki pracy w międzynarodowym piśmiennictwie. Co więcej, dominują prace najnowsze, z ostatnich lat, co jest szczególnie istotne w kontekście dynamicznego rozwoju środowisk komputerowych wykorzystujących wirtualne przestrzenie. Autor odwołuje się również do publikacji starszych, głównie dotyczących metodycznych podstaw kartografii, które stanowią punkt odniesienia dla rozwiązań projektowych i wizualizacyjnych. Na tej podstawie mogę stwierdzić, że Doktorant wykazał się solidną wiedzą teoretyczną w zakresie podejmowanej problematyki badawczej i bardzo dobrze uzasadnił potrzebę podjęcia swoich badań na tle dotychczasowego stanu wiedzy.

### **3.2. Ocena celów, tez i pytań badawczych**

Autor na wstępie swojej rozprawy przyjął bardzo rozbudowane założenia, określone szeregiem celów, tez i pytań badawczych.

Jako główny cel rozprawy przyjął *„określenie efektywności nawigacyjnej mini-mapy w wirtualnej przestrzeni topograficznej opracowanej na podstawie urzędowej bazy topograficznej BDOT10k według jej cech: położenia, kształtu oraz orientacji”*. Cel jest jasny i nawiązuje bezpośrednio do tytułu pracy, wymaga też jasnego zdefiniowania pojęcia efektywności nawigacyjnej, co Autor uczynił we wstępie (str. 5) pisząc, że *„efektywność nawigacyjna w niniejszej rozprawie doktorskiej jest rozumiana jako najszybsze czasowo i najkrótsze odległościowo przejście trasy w wirtualnej przestrzeni topograficznej przy użyciu odpowiednio zaprojektowanej mini-mapy”*. Definicja ta określa istotę badanego zjawiska jako relację między osiągniętymi efektami (przejście trasy najkrótszej odległościowo) a poniesionymi nakładami (najkrótszym czasem), oznaczającą realizację celów przy jak najmniejszym zużyciu zasobów.

Oprócz celu głównego Autor przyjął także cel metodyczny, sformułowany jako:

*„sprawdzenie słuszności komplementarnego zastosowania analizy statystycznej (testy statystyczne: ANOVA Kruskal-Wallisa oraz U Manna-Whitneya) oraz ilościowej wizualizacji kartograficznej (kartodiagram wstęgowy oraz mapa ciepła) do wskazania efektywności nawigacyjnej wymiernej (czasu przejścia, odległości przejścia oraz czasu patrzenia na mini-mapę) oraz przestrzennej (natężenie ruchu i strategię wyboru dróg)”*,

a także cel pragmatyczny, jako:

*„sformułowanie rekomendacji do projektowania efektywnej mini-mapy do skutecznej nawigacji w przestrzeni wirtualnej konstruowanej z BDOT10k, a zatem dostępnej dla każdego projektującego”.*

Cel pragmatyczny jest w mojej ocenie nie tylko jasny i poprawny, ale także bardzo wartościowy w kontekście potencjalnego zastosowania wyników niniejszej pracy w praktyce. Cel metodyczny budzi jednak moje wątpliwości. Autor nie zawarł w pracy ani mierników, ani wyników badań „słuszności” zastosowanego podejścia. O ile samo komplementarne podejście przyjęte przez Autora jest wartościowe i metodycznie poprawne, zarówno w zakresie doboru metod analizy statystycznej, jak i metod wizualizacji wyników, o tyle jest to raczej autorska propozycja sposobu postępowania niż sprawdzenie słuszności takiego podejścia.

Doktorant sformułował w pracy także dwie tezy, brzmiące następująco:

Teza 1: *„Typy mini-mapy według położenia, kształtu i orientacji (zaprojektowanej według gier) wykazują zróżnicowanie wymiennych charakterystyk nawigacyjnych: odległość i czas przejścia oraz czas patrzenia na mini-mapę w skalowalnej wirtualnej przestrzeni topograficznej”.*

Teza 2: *„Ilościowe wizualizacje kartograficzne (kartodiagram wstęgowy i mapa ciepła) ujawniają wpływ typu mini-mapy na cechy przestrzenne nawigacji (natężenie i strategia wyboru ulic do przejścia) w wirtualnej przestrzeni topograficznej”.*

Pierwsza z tez nawiązuje bezpośrednio do tematu pracy oraz postawionego celu głównego rozprawy i dotyczy kwestii wpływu cech mini-mapy na czas i pokonywaną odległość. Jest ona w mojej ocenie poprawna i zasadna, gdyż nawiązuje do przyjętej definicji badanego zjawiska oraz obejmuje wyjaśnienie przyczyn i mechanizmów badanych zależności. Jednak sam sposób sformułowania tezy jest dość zawity, mogłaby ona być zapisana dużo prościej.

Druga teza nie ma w mojej ocenie charakteru stricte naukowego. Jest to raczej stwierdzenie, które mogłoby być co najwyżej przedmiotem wniosku. Wynik tak przyjętego sformułowania można bowiem z góry przewidzieć, gdyż wynika on z definicji przyjętych metod prezentacji i nie wymaga szczegółowego dowodzenia. Istotą mapy ciepła jest bowiem pokazanie natężenia zjawiska, a kartodiagramu wstęgowego pokazanie przepływów ilościowych między miejscami. Zatem ich zastosowanie z założenia pokaże wpływ mini-map na sposoby pokonywania tras.

Ukierunkowując swoje badania, Autor sformułował także pięć pytań badawczych, mających na celu uszczegółowienie charakteru badanych zależności pomiędzy cechami projektowymi mini-mapy a przebiegiem procesu nawigacji. Brzmiały one następująco:

1. „W jakim stopniu poszczególne cechy projektowe mini-mapy (kształt, położenie, orientacja) oddziałują na siebie wzajemnie oraz na wymierne charakterystyki nawigacyjne użytkowników?”
2. „Jakie konfiguracje cech projektowych mini-mapy prowadzą do największych i statystycznie istotnych różnic w efektywności nawigacyjnej, w szczególności w zakresie całkowitego dystansu i struktur wyborów przestrzennych?”
3. „Które z ośmiu wariantów mini-mapy charakteryzują się najwyższą i najniższą efektywnością czasową i odległościową?”
4. „Które warianty mini-mapy charakteryzują się najlepszą i najgorszą strategią nawigacyjną?”
5. „W jaki sposób złożoność struktury przestrzennej poszczególnych tras modyfikuje wpływ cech i wariantów mini-mapy na przebieg nawigacji oraz efektywność wyboru tras?”

Tak liczne pytania badawcze, w połączeniu z dość zawiłym językiem, którym postępuje się Autor, budzą moje następujące wątpliwości:

- W odniesieniu do pytania 1 – o ile zasadność sprawdzenia wpływu cech mini-mapy na wyniki nawigacji uzyskiwane przez użytkowników jest dla mnie jasna, o tyle w mojej ocenie Autor nie przedstawił badań dotyczących wzajemnego oddziaływania na siebie cech mini-mapy.
- W pytaniu 2 – jeśli efektywność nawigacyjna została zdefiniowana jako relacja czasu i odległości, to na jakiej podstawie analiza różnic w efektywności miałaby obejmować „w szczególności” struktury wyborów przestrzennych? Z przyjętej definicji wynika, że struktura nie stanowi bezpośredniego wyznacznika efektywności. Może ona wpływać na poszczególne zmienne, lecz nie musi przekładać się na końcowy poziom efektywności.
- W pytaniu 3 – zgodnie z przyjętą definicją efektywności nawigacyjnej, jest ona zależnością między zmiennymi opisującymi rezultat oraz nakład potrzebny do jego osiągnięcia. W związku z tym pojawia się pytanie, co w tym ujęciu stanowi nakład, a co koszt w ramach „efektywności czasowej” i „efektywności odległościowej”.
- W pytaniu 4 – zasadne byłoby doprecyzowanie, w jaki sposób definiowane są „najlepsze” i „najgorsze” strategie; w obecnym ujęciu są to pojęcia niemierzalne.
- W pytaniu 5 – nienaturalne przypisanie sprawczości pojęciu abstrakcyjnemu („struktura modyfikuje”) oraz nadmierne użycie rzeczowników odczasownikowych (np. „wpływ”, „przebieg” zamiast „wpływa”, „przebiega”) sprawiają, że zdanie jest stylistycznie niepoprawne.

### **3.3. Ocena sposobu realizacji procesu badawczego i wykorzystanych metod**

Doktorant zaproponował autorski schemat postępowania badawczego obejmujący cztery etapy: etap koncepcyjny, opracowanie aplikacji desktopowej stanowiącej środowisko eksperymentalne, badania empiryczne z udziałem użytkowników oraz analizę i wizualizację wyników wraz z formułowaniem wniosków.

Autor zaplanował oryginalne rozwiązanie problemu wpływu mini-mapy na efektywność nawigacyjną użytkowników. Opracował różne wersje mini-map, zróżnicowane pod względem kształtu, lokalizacji i orientacji, a następnie zbadał ich wpływ na czas, długość trasy oraz ścieżki patrzenia użytkowników podczas poruszania się w wirtualnej przestrzeni topograficznej. Na etapie koncepcyjnym kompleksowo zdefiniował założenia całego procesu badawczego: określił przedmiot badań, środowisko eksperymentalne, uczestników badania, sposób przeprowadzenia eksperymentu i pomiaru parametrów, a także metody analizy i wizualizacji danych. W mojej ocenie zarówno zakres zdefiniowanego procesu badawczego, jak i rodzaj oraz szczegółowość przyjętych założeń, a także dobór metod, są poprawne. Tworzą one logiczny i spójny ciąg badawczy.

Realizując przyjęte założenia, Autor opracował aplikację desktopową stanowiącą środowisko eksperymentalne. Wirtualna przestrzeń, przygotowana z wykorzystaniem danych BDOT10k, została zaimplementowana w silniku gier komputerowych. Należy uznać, że był to jeden z trudniejszych etapów pracy. Wymagał on zarówno biegłości w budowie środowisk wirtualnych, co samo w sobie jest zadaniem złożonym, jak i wysokiej świadomości metodycznej, umożliwiającej implementację wszystkich wcześniej przyjętych założeń badawczych. Dobór danych oraz sposób ich przetworzenia należy ocenić jako poprawny; nie budzi również zastrzeżeń sposób budowy środowiska eksperymentalnego oraz wyboru tras do nawigacji.

Na szczególną uwagę zasługuje przeprowadzenie badań z użytkownikami we własnym środowisku eksperymentalnym. Badania tego typu charakteryzują się wysokim poziomem trudności ze względu na konieczność uwzględnienia czynników ludzkich (takich jak nieprzewidywalność) przy jednoczesnym zachowaniu rygoru metodycznego i organizacyjnego. W tym przypadku udział użytkowników ma dodatkowe znaczenie, ponieważ nie są oni jedynie odbiorcami danych, lecz także aktywnymi uczestnikami interakcji w wirtualnej przestrzeni. Kluczowe było zatem dostosowanie wizualizacji oraz metod interakcji w autorskim środowisku badawczym do możliwości poznawczych użytkowników. Ponadto, na końcowy efekt wpływała nie tylko jakość opracowanej przestrzeni wirtualnej i samego procesu badawczego, lecz także sprawność i niezawodność działania środowiska podczas testów z kilkusetosobową grupą uczestników. Doktorant nie raportował istotnych trudności i pozyskał niezbędne dane, co dowodzi poprawności i profesjonalizmu w przygotowaniu środowiska. Ta część pracy zasługuje na szczególne uznanie.

Autor przeprowadził bardzo szczegółową analizę uzyskanych wyników w odniesieniu do cech ośmiu zaprojektowanych mini-map oraz ich wpływu na czas, długość pokonywanej trasy i ścieżki patrzenia użytkowników. Analizy wykonał zarówno dla całego badania, jak i dla poszczególnych tras. Zestawy pomierzonych parametrów poddał analizie z wykorzystaniem metod statystycznych. Autor prawidłowo dobrał metody analizy, stosując nieparametryczne testy ANOVA Kruskala–Wallisa oraz test U Manna–Whitneya. Trafnie dobrał również metody wizualizacji danych – kartodiagram wstęgowy do przedstawienia przepływu ruchu oraz mapę ciepła dla wyników badań eye-trackingowych. Prezentacja wyników przestrzennych na mapach ilościowych umożliwiła przeprowadzenie pogłębionych analiz, obejmujących identyfikację sposobów pokonywania przez użytkowników poszczególnych fragmentów tras, a w konsekwencji ocenę stosowanych strategii. Wszystkie wyniki, zależności oraz wynikające z nich wnioski zostały bardzo szczegółowo opisane i bogato zilustrowane wykresami oraz mapami.

Reasumując, Doktorant wykazał się umiejętnością prowadzenia badań naukowych, opracowywania ich wyników oraz formułowania poprawnych wniosków na podstawie uzyskanych danych, a także ich krytycznej interpretacji. Autor prawidłowo określił etapy procedury badawczej i dobrał odpowiednie metody. Obejmują one wszystkie niezbędne elementy i są zasadne, co świadczy o dojrzałości badawczej oraz wysokiej świadomości zakresu i znaczenia prowadzonych prac na każdym etapie.

Istotnym walorem metodycznym pracy jest zaprojektowanie własnego środowiska eksperymentalnego oraz przeprowadzenie badań z udziałem użytkowników końcowych. Zaproponowane rozwiązania metodyczne w zakresie budowy środowiska eksperymentalnego i organizacji badań mają charakter uniwersalny i mogą być wykorzystane również do analizy innych aspektów korzystania z wirtualnej przestrzeni.

#### **4. Zastrzeżenia i uwagi krytyczne**

Mimo ogólnie pozytywnej oceny zakresu i sposobu przeprowadzenia badań, kilka kwestii budzi moje wątpliwości lub zastrzeżenia. W większości dotyczą one sposobu przedstawienia poszczególnych zagadnień, a nie samych badań.

1. Największe zastrzeżenia budzi język pracy, a w szczególności brak konsekwencji i precyzji w stosowaniu pojęć. Autor postępuje się miejscami nadmiernie zawitym językiem, ujmując stosunkowo proste kwestie w sposób niepotrzebnie skomplikowany. Problem stanowi również dość swobodne używanie pojęć, które nie są ani równoważne, ani komplementarne.

Wyjaśniając definicję efektywności nawigacyjnej, Autor stwierdza, że „*efektywność nawigacyjna może być zatem ujmowana poprzez dwa podstawowe, wzajemnie uzupełniające się wymiary, jakimi są efektywność czasowa oraz efektywność odległościowa, traktowane jako kluczowe wskaźniki w procesie poruszania się pieszego w przestrzeni*”. Takie ujęcie prowadzi jednak do definiowania pojęcia

„efektywności” poprzez użycie tego samego terminu, co stanowi błąd logiczny i nie spełnia funkcji definicji, której głównym celem jest ekwiwalencja, która ma prowadzić do wyjaśnienia trudnych pojęć prostszymi. Ponadto czas i odległość są pojedynczymi miarami, podczas gdy efektywność – zgodnie z definicją – jest relacją nakładu i efektu, a więc nie może być definiowana wyłącznie poprzez pojedyncze wskaźniki.

Dodatkowo, np. na str. 38, pojawiają się pojęcia skuteczności i wydajności nawigacji, analizowane w kontekście pomiaru czasu i odległości. Zamienne stosowanie tych pojęć jest niepoprawne merytorycznie.

- Praca została zasadniczo podzielona na część metodyczną i eksperymentalną, jednak część metodyczna nie obejmuje wszystkich zagadnień, które pojawiają się w analizie wyników. Na przykład, w założeniach koncepcyjnych uwzględniono jedynie pomiar czasu, odległości oraz rozkładu uwagi wzrokowej, podczas gdy w analizie wyników – słusznie – pojawia się także szczegółowa analiza przebiegu poszczególnych odcinków tras oraz strategii nawigacyjnych.

Ponadto, w części metodycznej Autor wskazuje wykorzystanie testów nieparametrycznych (ANOVA Kruskala–Wallisa oraz testu U Manna–Whitneya), natomiast w części wynikowej przedstawia również wcześniejszą weryfikację normalności rozkładu danych z wykorzystaniem testów Shapiro–Wilka, Kołmogorowa–Smirnowa oraz D’Agostino–Pearsona. Dopiero na tej podstawie zastosowano testy nieparametryczne. W metodyce brakuje również informacji o wykorzystaniu korelacji rang Spearmana.

Sam sposób analizy danych przedstawiony w wynikach jest poprawny i podnosi wartość metodyczną pracy, świadcząc o dobrej znajomości metod statystycznych. Niemniej jednak powinien on zostać w pełni odzwierciedlony również w części metodycznej. Zachowanie spójności między tymi częściami poprawiłoby ogólny odbiór pracy.

- Pewien niedosyt budzi także sposób przedstawienia końcowych wyników. Autor zaprezentował bardzo szczegółowe analizy poszczególnych parametrów, jednak brakuje syntetycznego ujęcia kluczowej kategorii, jaką jest efektywność nawigacyjna. Oddzielna analiza czasu i odległości jest zasadna, jednak dopiero ich łączne rozpatrzenie pozwala ocenić efektywność. Możliwa jest bowiem sytuacja, w której czas pokonania trasy jest krótki, natomiast jej długość – relatywnie duża. Brakuje zatem jednoznacznej odpowiedzi na pytanie, czy takie rozwiązanie można uznać za efektywne nawigacyjnie.
- W badaniach z udziałem użytkowników wskazana byłaby analiza zależności między cechami uczestników a uzyskiwanymi wynikami. Autor określa badaną grupę jako „jednorodną”, o zbliżonym poziomie doświadczenia w korzystaniu z map interaktywnych. Jednocześnie wskazuje, że są to studenci różnych kierunków i roczników. Nie podano jednak informacji, czy wśród uczestników znajdują się

np. studenci kierunków geograficznych, którzy z natury rzeczy częściej korzystają z map. Również zróżnicowanie wieku i etapu studiów może wpływać na poziom wiedzy i umiejętności pracy z mapami. Analiza zależności wyników od cech uczestników umożliwiłaby zweryfikowanie założenia o jednorodności grupy i potwierdzenie, że uzyskane wyniki wynikają przede wszystkim z cech mini-map, a nie z doświadczenia użytkowników.

5. Kartodiagramy wstępowe przedstawione na rycinach 34–42 zawierają niefortunne oznaczenie najkrótszej trasy. Zastosowanie szerokiej, grubej linii sprawia, że sposób prezentacji przypomina kartodiagram strukturalny. Z kolei na rycinach 39 i 42 bardziej zasadne byłoby zastosowanie kartodiagramu wstęgowego strukturalnego. W obecnej formie mapy te nie spełniają założeń kartodiagramu wstęgowego, ponieważ grubość linii nie jest proporcjonalna do wartości zjawiska, tj. liczby użytkowników wybierających daną trasę. W rezultacie wizualizacja ma raczej charakter jakościowy (rozdzielenie przebiegu tras) niż ilościowy (natężenie ruchu na poszczególnych trasach).

#### **5. Kwestie wymagające wyjaśnienia podczas obrony**

Podczas obrony poproszę Doktoranta o ustosunkowanie się do następujących kwestii:

1. Zgodnie z przytoczoną we wstępie rozprawy definicją efektywności, obejmuje ona zależność między zmiennymi określającymi zysk i nakład. Co zatem stanowi nakład, a co koszt w przypadku efektywności czasowej i efektywności odległościowej?
2. Na stronie 38 Doktorant posługuje się pojęciami wydajności i skuteczności nawigacji. Proszę o ich wyjaśnienie, zwłaszcza w kontekście przyjętej definicji efektywności nawigacyjnej.
3. Na stronie 40 Autor wskazuje, że każdy z ośmiu wariantów mini-map był testowany przez 28 użytkowników, co oznacza, że każdy z 224 uczestników testował tylko jedną wersję mini-mapy. Proszę o wyjaśnienie przestanek takiego podejścia. Dlaczego nie zastosowano rozwiązania, w którym ci sami użytkownicy testują różne warianty mini-map, co umożliwiłoby porównanie ich reakcji na odmienne cechy mini-mapy?
4. Rozdział 4.2.1 zatytułowano „Wybór reprezentatywnej przestrzeni topograficznej”. Na czym polegała reprezentatywność przestrzeni opracowanej na podstawie BDOT?
5. Która z analizowanych mini-map okazała się ostatecznie najbardziej efektywna nawigacyjnie w świetle przyjętej definicji?
6. Na stronie 32 Doktorant wskazuje, że „sposób przygotowania danych źródłowych, ich przekształceń kartograficznych oraz decyzje projektowe podejmowane

na etapie implementacji mają bezpośredni wpływ na przebieg i wyniki badań empirycznych...”. Poproszę o doprecyzowanie, jakie konkretnie elementy i w jaki sposób mogą wpływać na wyniki oraz jak można ten wpływ wyeliminować lub przynajmniej zminimalizować.

## 6. Wnioski końcowe

Przedstawione wyżej uwagi krytyczne nie wpływają negatywnie na moją pozytywną ocenę przedstawionej do recenzji rozprawy, wynikającą głównie z aktualności i znaczenia podjętego tematu, poprawnego zaplanowania i przeprowadzenia autorskich badań z wykorzystaniem właściwych metod oraz logicznego wnioskowania. Po zapoznaniu się z rozprawą doktorską mgra Krzysztofa Zagaty stwierdzam na jej podstawie, że:

1. Rozprawa dowodzi, że Autor posiada ogólną wiedzę teoretyczną w dyscyplinie nauki o Ziemi i środowisku, w szczególności w zakresie kartografii i geomatyki, co umożliwia mu prowadzenie badań naukowych w tym obszarze;
2. Wykazał się umiejętnością samodzielnego prowadzenia pracy naukowej, czego potwierdzeniem jest zdefiniowanie aktualnego problemu badawczego, a następnie zaplanowanie i przeprowadzenie badań zgodnie z postawioną tezą, sformułowanym celem badań i postawionymi pytaniami badawczymi oraz realizacją procesu badawczego zgodnie z przyjętymi założeniami i poprawnie przyjętymi metodami badawczymi;
3. Rozprawa przedstawia oryginalne rozwiązanie problemu naukowego w postaci określenia wpływu cech mini-mapy na efektywność nawigacyjną w wirtualnej przestrzeni topograficznej.

W związku z powyższym uważam, że przedstawiona do recenzji rozprawa doktorska mgra Krzysztofa Zagaty pt. „Efektywność nawigacyjna mini-mapy w wirtualnej przestrzeni topograficznej” spełnia wymagania stawiane rozprawom doktorskim, zawarte w art. 187 Ustawy z dnia 20 lipca 2018 r. Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce (Dz. U. z 2024 r. poz. 1571) oraz wnioskuję o dopuszczenie rozprawy doktorskiej do publicznej obrony.

Z poważaniem  
Albina Mościcka