

Szczecin, 28.11.2022

dr hab. inż. Witold Kazimierski, prof. PM

Wydział Nawigacyjny
Politechnika Morska w Szczecinie

Recenzja rozprawy doktorskiej
mgr inż. Jakuba Wabińskiego
pt.
„Metodyka zwiększenia potencjału informacyjnego oraz półautomatycznego
wykonywania tyflomap”

Recenzję wykonano na podstawie zlecenia Dziekana Wydziału Inżynierii Lądowej i Geodezji Wojskowej Akademii Technicznej.

1. Uwagi ogólne

Rozprawa doktorska mgr inż. Jakuba Wabińskiego przedstawia zagadnienia związane z opracowaniem i produkcją tyflomap. Badania podejmują aktualny i coraz istotniejszy w kartografii temat przygotowania produktów mapowych dla osób niewidomych i słabowidzących. Jest to wciąż swego rodzaju nisza w szeroko rozumianej kartografii, jednakże wraz ze wzrostem świadomości społecznej oraz coraz szybszym starzeniem się społeczeństw, rośnie zapotrzebowanie na takie opracowania oraz na badania naukowe w tym zakresie. Mapy klasyczne, również te cyfrowe, nie nadają się do czytania przez osoby niedowidzące. Z tego powodu opracowuje się specjalny rodzaj map, które czytane są z wykorzystaniem zmysłu dotyku i/lub, w ograniczonym stopniu, wzroku – tyflomapy. Ich treść musi być silnie zgeneralizowana, a sposób prezentacji dostosowany do niepełnosprawności. W przypadku osób niewidomych treść mapy musi być wypukła, zaś w przypadku osób słabowidzących musi mieć intensywną kolorystykę. Badania w zakresie tyflokartografii podejmowane są na świecie od kilkudziesięciu lat, niemniej jednak ich zwiększoną intensywność można zaobserwować dopiero w XXI wieku. Jest to więc wciąż stosunkowo młoda gałąź kartografii, dająca ciekawe możliwości badawcze. Nie uzgodniono jak dotychczas uniwersalnej metodyki opracowania tyflomap. Proces ten jest ściśle związany zarówno z zagadnieniami redakcyjnymi, jak i z technologią wykonywania map dotykowych, która często ma na niego istotny wpływ. Przedstawione badania wpisują się w oba te aspekty proponując zarówno metodykę zwiększenia potencjału informacyjnego, poprzez zwiększenie wykorzystania haptycznych zmiennych graficznych, jak i metodykę automatyzacji wykonywania tyflomap z wykorzystaniem technologii druku 3D. Dzięki takiemu podejściu Autor w sposób kompleksowy traktuje podejmowany temat. Co więcej, weryfikacja wypracowanej metodyki przeprowadzona została za pomocą badań eksperymentalnych, w których aktywnie zaangażowani byli użytkownicy docelowi, a więc osoby niewidome i

słabowidzące. Pozwoliło to na empiryczne potwierdzenie przydatności proponowanej metodyki.

W zakresie prac związanych z treścią mapy przeprowadzono badania nad zwiększeniem wartości informacyjnej tyflomap poprzez pełniejsze wykorzystanie potencjału zmiennych haptycznych, zwłaszcza zmiennej wysokości. Zaproponowano również metodę oceny wartości informacyjnej tyflomap co pozwoliło na weryfikację produktów jeszcze przed badaniami przez użytkowników końcowych. W zakresie technologicznym zaproponowano z kolei wykorzystanie techniki druku trójwymiarowego do opracowania tyflomap, co jest bardzo wartościowym pomysłem. Zwiększyło to bowiem możliwości automatyzacji reprodukcji tego typu opracowań. Pod tym kątem zaproponowano wytyczne pozwalające na częściową standaryzację i automatyzację procesu.

Tematyka rozprawy jest zatem aktualna i mieści się w dyscyplinie, w ramach której została zgłoszona. W trakcie badań wykorzystano, w sposób prawidłowy, różne metody badawcze, począwszy od krytycznej i systematycznej analizy literatury, poprzez metodę eksperymentu i prototypowania, metodę sondażową do zebrania wyników badań empirycznych, aż po metody statystyczne, analizy i syntezy do opracowania wyników.

Warto zwrócić uwagę na użyteczny charakter przedstawionych badań. Autor opracował prototyp swojego rozwiązania oraz metodykę redagowania i reprodukcji tyflomap. Prototyp został pozytywnie zweryfikowany, a metodyka jest w zasadzie gotowa do prac wdrożeniowych.

2. Ocena merytoryczna i opis przeprowadzonych badań

Recenzowana rozprawa składa się ze streszczenia, pięciu rozdziałów merytorycznych oraz załączonych publikacji, stanowiących zasadniczą część rozprawy. Rozdział 1 pełni rolę wprowadzenia, a rozdział 5 przedstawia podsumowanie i wnioski. W rozdziale 4 przedstawiono pięć publikacji składających się na cykl monotematyczny zawierający badania będące podstawą rozprawy. Publikacje w całości wraz z oświadczeniami współautorów o udziale stanowią załączniki. Całość wydana jest w formie monografii zawierającej łącznie ze spisami 59 stron + załączone publikacje i oświadczenia.

Rozprawa rozpoczyna się od wprowadzenia w rozdziale pierwszym do problematyki tyflokartografii, przedstawiając zapotrzebowanie na rozwiązania mapowe dla osób z dysfunkcją wzroku oraz główną problematykę badawczą podejmowaną w tym zakresie. Wprowadzenie ukierunkowane jest na przedstawienie genezy tematu oraz problematyki badawczej w tym zakresie w literaturze światowej, uzasadniając podjęcie badań przedstawionych w rozprawie i zmierzając do postawienia w kolejnym rozdziale problemów badawczych.

Autor w rozdziale drugim zdefiniował dwa cele główne – „*zaproponowanie sposobu zwiększania wartości informacyjnej tyflomap, aby możliwe było przekazywanie za ich pomocą większej ilości informacji, bez negatywnego wpływu na czytelność*” oraz „*zdefiniowanie*

zasad półautomatycznego opracowania tyflomap tematycznych, w celu zapewnienia ich powtarzalności i równoważnej jakości. Realizacja tak postawionych celów zmierzała do udowodnienia tezy badawczej mówiącej, że „wykorzystanie pełnego potencjału zmiennych haptycznych oraz parametryzacja procesu opracowania tyflomap zapewnia powtarzalne generowanie tyflomap o wyższej wartości informacyjnej”. Tak ścisłe powiązanie celów głównych z tezą pracy, a także z problemami badawczymi powoduje, że rozprawa ma przejrzystą strukturę, a zaproponowana metodyka badawcza i schemat postępowania są spójne i wyczerpujące. Przy definiowaniu problemów badawczych niezbyt fortunny jest ich opis na stronie 18 z użyciem słowa „dotyczy”, co sugeruje pewną nieprecyzyjność ich określenia. Niemniej jednak w dalszej części (str. 20 i tabela na str. 22) określono jednoznacznie dwa problemy badawcze jako „niewielka ilość informacji przekazywana za pomocą tyflomap” oraz „brak powtarzalności opracowanych tyflomap”.

Mocnym punktem rozprawy jest definicja metodyki badawczej oraz schematu postępowania zawarte w rozdziale 3. Przedstawiono tu w sposób treściwy kolejne kroki metodyki, które były realizowane w trakcie prac badawczych, hipotezy badawcze dla poszczególnych etapów oraz bardzo użyteczną tabelę 1, w której ujęto powiązania pomiędzy problemami badawczymi, etapami prac eksperymentalnych, publikacjami, hipotezami i metodami badań. Zdefiniowano 3 hipotezy badawcze dla poszczególnych etapów. Pierwsza hipoteza dotyczy oceny zasobu informacyjnego tyflomapy i została zweryfikowana w publikacji nr 1. Druga hipoteza jest związana ze zwiększeniem wartości informacyjnej poprzez zróżnicowanie wysokości znaków kartograficznych i została zweryfikowana w publikacji nr 2. Trzecia hipoteza, zweryfikowana w publikacjach 3-5, mówi o możliwej automatyzacji wybranych etapów opracowywania tyflomap. Hipotezy są postawione trafnie, a ich potwierdzenie w pracach badawczych pozwoliło na realizację celów.

Cykl publikacji stanowiących zasadniczą treść rozprawy stanowi pięć współautorskich opracowań, opublikowanych w czasopismach wyróżnionych w Journal Citation Report. Są to międzynarodowe czasopisma wysokopunktowane przez MEiN, a dwa z nich mają impact factor powyżej 3 – International Journal of Geo-Information (70 pkt, IF = 3,099), The Cartographic Journal (100 pkt, IF = 1,311 – dwie publikacje), PLOS ONE (100 pkt, 3,754), Cartography and Geographic Information Science (100 pkt, IF = 2,354). Wszystkie publikacje dostępne są w ramach Open Access, a Doktorant jest większościovym autorem we wszystkich z nich. Całkowita punktacja cyklu wg listy MEiN, przy uwzględnieniu % udziału to 326 pkt, IF to 8,253 (w sumie dla cyklu 470 pkt i IF=11,884). Wskaźniki te są bardzo dobre i świadczą o wysokiej jakości prezentowanych badań. Zgodnie z oświadczeniami współautorów, Doktorant we wszystkich artykułach był odpowiedzialny za kluczowe aspekty – zaprojektowanie badania, opracowanie metodyki i wykonanie analiz. Zawsze brał udział w przygotowaniu manuskryptu, często będąc za niego odpowiedzialnym. Warto zauważyć, że niektóre publikacje już są cytowane przez autorów z całego świata (m.in. z Chin, Niemiec, Hiszpani, Australii, Algierii, Słowacji i innych). Jest więc szansa, że najnowsze publikacje również będą szeroko cytowane. Cykl jest spójny i kompletny – przedstawia w sposób całościowy badania zrealizowane zgodnie z zaproponowaną metodologią.

Rozdział 4 zawiera opis przeprowadzonych badań w odniesieniu do omawianych problemów badawczych i uzyskanych wyników, ale też w odniesieniu do poszczególnych publikacji. Dla każdej z nich przedstawiono kilkunasturowy przegląd treści ze szczególnym uwzględnieniem analizowanych zagadnień badawczych, metod oraz uzyskanych wyników. Na końcu omówienia dla każdej publikacji przedstawiono odniesienie do celu głównego i celów szczegółowych.

Celem pierwszej publikacji było zaproponowanie metody ilościowej oceny tyflomap pod kątem przekazywanej wartości informacyjnej, rozumianej jako poziom zaspokojenia potrzeb informacyjnych użytkownika. W takiej analizie literatury nie znaleziono bowiem jednoznacznych wskaźników tego typu oceny dla tyflomap. W ramach badań sprawdzono, czy miary ilościowe bazujące na, znanych w kartografii, strukturalnej mierze informacji oraz współczynniku wydajności informacyjnej są możliwe do wykorzystania przy ocenie wartości informacyjnej tyflomap. Jednocześnie wprowadzono konieczną modyfikację, polegającą na uwzględnieniu zmiennych haptycznych, oprócz zmiennych graficznych do tych wskaźników. Następnie przeprowadzono badania weryfikacyjne obu wskaźników z wykorzystaniem dwóch map – gotowego opracowania z Atlasu dla dzieci niewidomych i słabowidzących, opracowanego z użyciem metody transparentnego druku reliefowego nałożonego na barwny produkt oraz autorskiego opracowania przygotowanego z wykorzystaniem technologii FDM druku 3D. Obie mapy zostały przetestowane przez użytkowników docelowych i ocenione jako czytelne. Dokonano więc obliczeń pozwalających na ocenę wartości informacyjnej za pomocą zaproponowanych wskaźników ilościowych. Wyniki analiz potwierdziły, że możliwe jest wykorzystanie tychże wskaźników, a także, że wykorzystanie potencjału dodatkowej zmiennej haptycznej (wysokości) umożliwi zwiększenie wartości informacyjnej mapy – co znalazło odzwierciedlenie we wskaźnikach.

Druga publikacja przedstawia badania ukierunkowane na sprawdzenie, czy wynoszenie znaków na tyflomapach na różne wysokości, umożliwi redukcję odstępów poziomych bez negatywnego wpływu na czytelność mapy. Badania te zmierzały do weryfikacji hipotezy 2 oraz do zaproponowania metody zwiększenia potencjału informacyjnego tyflomap poprzez wykorzystanie zmiennych haptycznych. W ramach publikacji przedstawiono prawidłowo zrealizowany eksperyment badawczy, w którym osoby niewidzące i słabowidzące miały do zrealizowania zadania związane z mapą na 3 różnych pseudomapach przygotowanych w wariacie bez różnicowania wysokości oraz ze zróżnicowaną wysokością. Te ostatnie zostały przygotowane z wykorzystaniem technologii druku 3D. Wskaźnikami oceny przydatności mapy były statystyczne wskazania związane z czasem wykonania zadania oraz z ilością popełnionych błędów. Przeprowadzone badania udowodniły pozytywny wpływ uwzględnienia zmiennej wysokości – pozwoliło to na redukcję poziomych odstępów między znakami z 3-5 mm do 1-2 mm przy jednoczesnym kilkuprocentowym zwiększeniu wartości informacyjnej mapy.

Publikacje 3 i 4 to artykuły przeglądowe, skupiające się na badaniach literaturowych, jednakże pod ściśle określonym kątem związanym z celami rozprawy. W publikacji 3

chodziło o zidentyfikowanie etapów i parametrów związanych z opracowaniem tyflomap, które mogą być precyzyjnie określone, w celu ujednoczenia sposobu ich przygotowania. W wyniku przeglądu literatury i dobrych praktyk stwierdzono że potencjał standaryzacyjny dotyczy przede wszystkim projektowania znaków tyflokartograficznych, ich wymiarów oraz odległości pomiędzy nimi oraz niektórych, raczej ogólnych, zasad dotyczące redakcji. Jednocześnie stwierdzono, że istnieją istotne luki w dziedzinie standaryzacji, zwłaszcza w ujęciu globalnym. Stwierdzono tym samym, że literaturowe wytyczne i parametry należy traktować jako wartości sugerowane, które powinny zostać doprecyzowane eksperymentalnie dla danej techniki druku i przetestowane z udziałem osób bezpośrednio zainteresowanych.

Publikacja 4 stanowi kontynuację badań przeglądowych. Tym razem jednak analizę przeprowadzono pod kątem stosowanych w procesie redakcji tyflomap koncepcji generalizacji oraz automatyzacji procesu redakcji. Imponujący przegląd literatury obejmował ponad 500 pozycji z lat 2008-2018, z których finalnie wybrano 34 pełnotekstowe pozycje, które szczegółowo przeanalizowano. Przegląd został zrealizowany w sposób systematyczny i dokładny, pod kątem konkretnych pytań badawczych, wnosząc w rezultacie wysoką wartość merytoryczną do rozprawy. Wyniki badań potwierdziły, że nie istnieje holistyczne rozwiązanie problemu generalizacji w kartografii, istnieją natomiast pewne częściowe rozwiązania (algorytmy i modele) w tym zakresie. Podobne wnioski wysunięto w zakresie wykorzystywanych baz danych – są to zwykle rozwiązania lokalne, dedykowane dla konkretnych zastosowań. Publikacja 4 pozwoliła nie tylko na zorientowanie się w wykorzystywanych metodach, ale także na zidentyfikowanie luk w zakresie automatycznego opracowywania tyflomap. W wyniku przeprowadzonych przeglądów literatury autor zdecydował, że proponowane podejście do automatyzacji produkcji i generalizacji tyflomap powinno bazować na rozwiązaniach z klasycznej kartografii, zmodyfikowanych jednak pod kątem wymagań percepcyjnych osób niewidzących i słabowidzących.

Wyniki badań przedstawione w publikacjach 3 i 4 zostały wykorzystane do zaproponowania metodyki opracowywania tyflomap opisanej w publikacji 5, która jest w związku z tym swego rodzaju podsumowaniem prac związanych ze zdefiniowaniem zasad półautomatycznego opracowywania tyflomap tematycznych. W tej, najbardziej rozbudowanej treściowo, publikacji przedstawiono zaproponowaną metodykę, procedurę opracowania mapy, przygotowanie przykładowego prototypowego arkusza oraz jego ewaluację w badaniach empirycznych przez użytkowników docelowych. Metodyka bazuje na częściowo zautomatyzowanych krokach obejmujących wybór warstw kotwiczących, zdefiniowanie operatorów generalizacyjnych, opracowanie mapy podstawowej, dobór i generalizację treści tematycznej oraz symbolizację i etykietowanie. Proces redakcji mapy podkładowej został całkowicie zautomatyzowany i przeprowadzony w module ModelBuilder oprogramowania ArcGIS. Również generalizacja mapy tematycznej została zrealizowana w oparciu o autorski algorytm generalizacyjny. Treść dotykowa arkusza mapy i jej legendy została wydrukowana w technologii SLA druku 3D, z wykorzystaniem przezroczystej żywicy.

Opracowana mapa została poddana dwuetapowej weryfikacji. Po pierwsze oceniono potencjał informacyjny mapy, zliczając ilość zastosowanych znaków i porównując do mapy z tyfloatlasu. Po drugie przeprowadzono badania z udziałem uczniów Liceum Ogólnokształcącego dla Dzieci Niewidomych i Słabowidzących w Laskach (13 osób) – realizowano zadania symulujące pracę na lekcji geografii. Uczestnicy badania pozytywnie ocenili czytelność oraz komfort dotykowy tyflomapy, jednak zwrócili uwagę na mankamenty związane z czytelnością wariantu graficznego. Jednocześnie zaproponowali kilka możliwych do wdrożenia poprawek.

Badania przeprowadzone w ramach publikacji 5 pokazały, że zaproponowana metodyka umożliwiła półautomatyczne opracowywanie tyflomap tematycznych. Słusznie autor pisze, że sama metodyka pozwala na uzyskanie powtarzalnych wyników i „*może być w prosty sposób modyfikowana i parametryzowana do opracowywania w przyszłości map prezentujących inne zagadnienia, dla innych grup odbiorców oraz przy użyciu innych technik reprodukcji*”.

Reasumując ocenę merytoryczną przeprowadzonych badań stwierdzam, że Autor w toku badań analitycznych, eksperymentalnych, z wykorzystaniem modelowania kartograficznego oraz badań empirycznych przy udziale docelowej grupy użytkowników niewidzących i słabowidzących, udowodnił stawianą przez siebie tezę. W wyniku zrealizowanych zadań badawczych Doktorant pokazał, że wykorzystanie pełnego potencjału zmiennych haptycznych oraz parametryzacja procesu opracowania tyflomap zapewnia powtarzalne generowanie tyflomap o wyższej wartości informacyjnej. Zrealizowane prace w sposób kompleksowy odnoszą się do tematyki proponując metodykę zwiększenia wartości informacyjnej tyflomap, a jednocześnie definiując zasady półautomatycznego opracowywania tyflomap tematycznych. Obejmują one zarówno aspekt analityczny oraz metodyczny, jak i technologiczny, którego przykładem jest samodzielne wykonanie prototypu tyflomapy, zgodnie z przyjętą metodyką i w technologii druku 3D. Rozprawa przedstawia prawidłowo zaprojektowane i przeprowadzone badania, które w jednoznaczny sposób pokazały, że zaproponowane podejście daje możliwość powtarzalnego generowania tyflomap, a także pozwala uzyskać wyższą, niż dotychczas wartość informacyjną. Przykładem wymiernego zastosowania wyników badań może być eksperyment, w którym autor wykazał, że możliwe jest zmniejszenie odstępów pomiędzy elementami treści mapy do poziomu 1 mm z dotychczas rekomendowanych 3-5 mm, bez utraty czytelności, za to zwiększając potencjał informacyjny tyflomapy.

Przeprowadzone badania obejmowały swoim zakresem także rozległe analizy literaturowe pod kątem stosowanych rozwiązań metodologicznych i technologicznych. W ich wyniku zidentyfikowano luki w dotychczasowych badaniach w podejmowanym zakresie, ukierunkowując dalsze prace. W ten sposób przedstawione badania wpisują się w światowy dorobek tyflokartografii. Sama analiza literaturowa została przeprowadzona na wysokim poziomie, w sposób merytoryczny i w kluczowych momentach uzupełniona o trafne wnioski.

Wypracowana metodyka została prototypowo zaimplementowana przez Autora. Opracował on modele do półautomatycznej redakcji mapy w oprogramowaniu ArcGIS, a także samodzielnie przygotował modele 3D do wydruku treści dotykowej mapy. Silnym punktem pracy są też częste i prawidłowo przeprowadzone badania z użytkownikami docelowymi. Interakcja taka była zapoczątkowana już na etapie przygotowania pierwszych map do oceny wartości informacyjnej tyflomap, a następnie kontynuowała przy badaniach nad wykorzystaniem zmiennych haptycznych i wreszcie nad testowaniem prototypu, będącego implementacją wypracowanej metodyki. Praca stoi na wysokim poziomie merytorycznym, udanie łącząc ze sobą aspekty analityczne i empiryczne.

W dalszej części recenzji przedstawiono między innymi uwagi szczegółowe związane z treścią rozprawy oraz pytania do Autora związane z przeprowadzonymi badaniami. Stanowią one wyraz zainteresowania recenzenta podjętą tematyką i nie umniejszają wartości merytorycznej przeprowadzonych badań, choć mogą sprowokować do ciekawej dyskusji naukowej. Ocena niniejszej pracy jest jednoznacznie bardzo wysoka.

3. Elementy dysertabilne pracy

Rozprawa przedstawia szerokie podejście do analizowanej tematyki i obejmuje swym zakresem badania, które w sposób kompleksowy zmierzały do zaproponowania metodyki zwiększania potencjału informacyjnego tyflomap oraz automatyzacji procesu ich wykonywania. Nietrudno zatem wskazać elementy nowości w pracy, trudno natomiast wybrać ten najistotniejszy. Ze względu na podjęty zakres badań do nowatorskich elementów przedstawionych w pracy należy zaliczyć:

- modyfikację wskaźników oceny wartości informacyjnej map, do wykorzystania dla tyflomap;
- opracowanie koncepcji i implementację metody zwiększania wartości informacyjnej tyflomap poprzez zastosowanie haptycznej zmiennej wysokości;
- zdefiniowanie kryteriów automatyzacji redakcji kartograficznej tyflomap (uwzględniających generalizację), jak również parametrów mających wpływ na czytelność map;
- opracowanie zasad postępowania przy redagowaniu i reprodukcji tyflomap tematycznych drukowanych w technologii 3D;
- opracowanie w technologii 3D prototypowej tyflomapy, zgodnie z proponowaną metodyką, i jej weryfikacja.

4. Ocena rozprawy pod kątem redakcyjnym

Rozprawa stoi na bardzo wysokim poziomie edytorskim. Monograficzne wydanie zawiera, prócz właściwych rozdziałów, streszczenie w języku polskim i angielskim, podziękowania, spis treści, bibliografię oraz załączniki, które obejmują przedruki publikacji z cyklu oraz oświadczenia współautorów.

Stosowany w rozprawie język jest dojrzały i odpowiedni dla prac o charakterze naukowym, zachowano ciągłość i logikę wyводу. Podobnie same publikacje, które są w języku angielskim, napisane są zgodnie z dobrymi praktykami, a więc zawierają wprowadzenie, opis metodyki badań i warsztatu badawczego, przebieg eksperymentów i ich wyniki, a na końcu wnioski i podsumowanie. Same wnioski, zarówno w publikacjach, jak i w reszcie rozprawy są trafne i precyzyjne. Dowód tezy poparty jest odpowiednimi argumentami.

Praca jest napisana płynnie co powoduje, że czyta się ją dobrze. W opisowej treści rozprawy (po polsku) zastosowano w odpowiednich miejscach pogrubienia czcionki, uwypuklając szczególnie istotne zdania, a odnośniki literaturowe oznaczono kolorem czerwonym, co ułatwia odbiór pracy. Rysunki i tabele są czytelne. Pewne zamieszanie wprowadza różna kolejność artykułów w cyklu w tabeli na stronie 20 (kolejność chronologiczna) i w rozdziale 4 (kolejność tematyczna). Publikacja 1 w tabeli jest publikacją 4 w rozdziale czwartym i w załącznikach.

Rozprawa ma logiczny układ z właściwym rozłożeniem akcentów. Część wprowadzająca i opisowa w umiejętny sposób łączą ze sobą publikacje. Dzięki temu uwidoczniło się, że jest to spójny cykl powiązanych tematycznie publikacji, stanowiący jedną zamkniętą całość. Wielokrotnie w treści pojawia się odniesienie do hipotez i celów. Treści wprowadzające i podsumowanie stanowią bardzo dobre i sprawne wprowadzenie do zasadniczych treści badawczych umieszczonych w publikacjach. Przedstawione wnioski odzwierciedlają wyniki badań.

Recenzent zgłasza następujące wątpliwości redakcyjne, bez wpływu na merytoryczną wartość treści:

<i>rysunki</i>	numeracja rysunków w tekście zaczyna się od rys. 2, przez co wszystkie numery w treści przesunięte są o 1 w stosunku do rzeczywistej numeracji
<i>s. 31</i>	w tabeli 3 brak jednostki przy czasie – z treści wynika, że są to sekundy, ale powinno to być wprost napisane
<i>s. 33</i>	trzy pytania badawcze ponumerowane są 4,5,6 – powinno być 1,2,3
<i>Publikacja 1 s.6, fig 4</i>	na dolnej mapie nie ma niektórych elementów w legendzie – np. granic krajów – czy jest to celowe uproszczenie legendy?

5. Uwagi szczegółowe i pytania do Autora

W treści rozprawy można znaleźć stwierdzenia, które zdaniem recenzenta są błędne, wymagają wyjaśnienia lub uszczegółowienia. Nie mają one wpływu na ogólną, wysoką merytoryczną ocenę pracy, niemniej jedna została uwzględniona w recenzji, jako być może przydatne w dalszych pracach Autora. W poniższej tabeli przedstawiono te spostrzeżenia, ale także zwrócono uwagę na szczególnie interesujące momenty pracy.

s. 15	„Chociaż zapewnienie wysokiej czytelności tyflomap jest najważniejsze, to nie można całkowicie odchodzić od standardów kartograficznych” – to stwierdzenie nie jest wystarczająco uzasadnione – być może czytelność mapy powinna być najwyższą potrzebą?
s.19	„dzięki wykorzystaniu druku 3d (...)Możliwe jest lepsze wykorzystanie potencjału zmiennych haptycznych, w tym różnicowania wysokości znaków dotykowych;” – warto doprecyzować, czy w innych technologiach (również pozwalających na wypukły druk) nie ma możliwości różnicowania wysokości lub na ile jest ona ograniczona.
s. 26 (pub.1)	„ani stopień czytelności, ani redakcja kartograficzna nie były przedmiotem badań - skupiłem się tylko na mierzalnych parametrach ilościowych.” – parametry te zależą m.in. od ilości znaków, a to jest powiązane z redakcją mapy; czy ten czynnik miał wpływ na wynik badań? Pewne elementy wręcz usunięto, a pewne dołożono. Czy nie lepiej było nie zmieniać mapy redakcyjnie?
s. 39	W tekście zawarto odniesienia do zagranicznych standardów dot. produkcji tyflomap - warto byłoby w rozprawie dokładniej przedstawić sytuację w Polsce.
s.43	W tekście nie do końca wyjaśniono, czym są warstwy kotwiczące. Czy są to poszczególne warstwy tematyczne mapy podkładowej? Czy muszą być traktowane wspólnie jako jedna mapa podkładowa, czy też może mapa podkładowa jest budowana ad hoc z dowolnych warstw kotwiczących? Czy w docelowej mapie zawsze jest ten sam zestaw warstw kotwiczących, jako mapa podkładowa?
s.47	„Niektóre etykiety nie zostały poprawnie rozmieszczone, dlatego poprzesuwałem je ręcznie” – jest to pewna nieścisłość, skoro mówimy o automatyzacji metody. Ciekawe jaką ocenę otrzymałaby w pełni automatyczna mapa.
Publikacja 4	Bardzo dobrym pomysłem było zaproponowanie wprost pytań badawczych (RQ) w tego typu przeglądowej pracy.
Publikacja 5	Bardzo ciekawy pomysł z opracowaniem mapy tematycznej, a nie topograficznej, co zwykle ma miejsce. Wartość badań byłaby jeszcze większa, gdyby porównano opracowaną mapę z inną istniejącą tyflomapą. Jak bowiem ocenić, czy wynik 78% prawidłowego rozwiązania zadania to wynik dobry, bardzo dobry, czy może ledwie zadowalający?
Publikacja 5	Dlaczego w publikacji 5 nie zastosowano wskaźników opracowanych w publikacji 1?

W trakcie czytania rozprawy powstało też kilka pytań bardziej ogólnych. Proszę Autora o ustosunkowanie się do poniższych:

- [1] W tezie pracy i metodyce badawczej napisano o wykorzystaniu pełnego zakresu zmiennych haptycznych. Proszę o wyjaśnienie, jakie zmienne haptyczne poza wysokością analizowano w badaniach?
- [2] Dlaczego w badaniach nie uwzględniono zróżnicowania wysokości w obrębie poszczególnych typów geometrii, przykładowo różnicowanie wysokości znaków punktowych? Wydaje się, że taka mapa została przygotowana w trakcie badań do publikacji 2 - (table 1, Pilot). Czy takie zróżnicowanie mogłoby pozytywnie wpłynąć na dalsze zwiększanie wartości informacyjnej map?
- [3] Jak ocenia Pan możliwość wykorzystania map multimedialnych, również na urządzeniach mobilnych, jako produktów kartograficznych dla użytkowników niewidzących i słabowidzących? Takie rozwiązania wydają się naturalnym kierunkiem rozwoju w obecnych czasach. Czy jest to rozwiązanie konkurencyjne do tyflomap?
- [4] Proszę o informację na ile trwałe są tyflomapy wykonane techniką druku 3D w porównaniu z innymi technikami.
- [5] Czy możliwe jest, aby standardy minimalnych odstępów między znakami tyflograficznymi ze zróżnicowaną wysokością były ustalone, jako odległość mierzona w 3D, tzn. w postaci zależności funkcyjnej między różnicą wysokości między znakami, a dopuszczalną odległością poziomą?

6. Wnioski końcowe i podsumowanie

Po przestudiowaniu przedstawionej rozprawy stwierdzam, że Autor wykazał się w niej bardzo dobrą znajomością warsztatu badawczego oraz rzetelnością w realizacji badań. Artykuły przedstawione w cyklu zostały przygotowane na wysokim poziomie, zgodnie z przyjętymi zasadami i opublikowane w wysoko punktowanych i cytowanych czasopismach. W rozprawie opracowano metodykę zwiększania potencjału informacyjnego tyflomap, a także zaproponowano zasady ich półautomatycznego opracowywania z wykorzystaniem technologii druku 3D. W ramach zrealizowanych prac zaplanowano, przeprowadzono i podsumowano oryginalne badania analityczne i empiryczne z wykorzystaniem opracowanych prototypów tyflomap, do których zaproszono osoby z grupy użytkowników docelowych. Praca stanowi więc oryginalne rozwiązanie problemu naukowego. Opracowana metodyka jest uniwersalnym narzędziem, które może być wykorzystane do produkcji tyflomap.

Przedstawiony cykl publikacji jest kompletny i stanowi zbiór opublikowanych i powiązanych tematycznie artykułów naukowych.

Wyniki przedstawione w rozprawie pozwoliły na postawienie istotnych wniosków o charakterze naukowym i użytkowym dotyczących zasad przetwarzania zbiorów danych przestrzennych, redakcji oraz produkcji tyflomap. Wypracowana metodyka może być wykorzystana przez podmioty zajmujące się opracowywaniem tego typu produktów. Co więcej, wnioski z przeprowadzonych badań mogą w istotny sposób wpłynąć na standaryzację produktów w tym zakresie, w kierunku zwiększenia wykorzystania zmiennych haptycznych, a także technologii 3D. Ułatwienie produkcji opracowań tyflokartograficznych może wpłynąć pozytywnie na zwiększenie dostępności do informacji przestrzennej dla osób niewidzących i słabowidzących – np. poprzez zwiększenie ilości generowanych tyflomap tematycznych.

Przestudiowanie rozprawy utwierdziło mnie w przekonaniu, iż jej Autor wykazuje uzdolnienia do pracy naukowej oraz posiada umiejętność samodzielnego jej prowadzenia, a także ogólną wiedzę teoretyczną w dyscyplinie inżynieria lądowa i transport (od 11.11.2022 inżynieria lądowa, geodezja i transport). Warto zwrócić uwagę, że Autor samodzielnie implementował swoją metodykę, prowadząc badania począwszy od analizy literatury i genezy tematu, poprzez opracowanie prototypów, realizację badań empirycznych, aż do wniosków końcowych. Poziom pracy jest zgodny z jej przeznaczeniem. Drobne korekty i wątpliwości przedstawiłem w uwagach szczegółowych.

Reasumując powyższe stwierdzam, iż **rozprawa doktorska mgr inż. Jakuba Wabińskiego pt. „Metodyka zwiększenia potencjału informacyjnego oraz półautomatycznego wykonywania tyflomap”**, której promotorem jest dr hab. inż. Albina Mościcka, prof. WAT, spełnia warunki określone w art. 187 Ustawy z dnia 20 lipca 2018 r. – Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce (Dz. U. z. 2021 r., poz. 478 z późn. zm.) i wnioskuję o dopuszczenie jej do publicznej obrony.

