

dr hab. inż. Sławomir Mikrut
Akademia Górniczo-Hutnicza im. S. Staszica w Krakowie
Wydział Geodezji Górniczej i Inżynierii Środowiska
Katedra Geoinformacji, Fotogrametrii i Teledetekcji Środowiska
Al. Mickiewicza 30
30-059 Kraków

Kraków, 10.04.2017 r.

RECENZJA

rozprawy doktorskiej mgr inż. Pelagii Gawronek

na temat :

*„Metodyka badań stabilności obiektów mostowych
z zastosowaniem naziemnego skaningu laserowego”*

1. Podstawa formalna opracowania recenzji

Podstawą formalną opracowania recenzji jest uchwała Rady Wydziału Inżynierii Środowiska i Geodezji Uniwersytetu Rolniczego w Krakowie nr 19/2016 oraz pismo Dziekana Wydziału, Pana prof. dr hab. inż. Krzysztofa Gawrońskiego nr DI-520-4/2015-2017 z dnia 22.02.2017 r.

2. Ocena istotności i aktualności tematu

Rozwój nowoczesnych geodezyjnych technik pomiarowych nie ominął również pomiarów przemieszczeń i odkształceń obiektów inżynierskich, w tym obiektów mostowych.

Od kilkunastu lat jedną z popularniejszych metod pomiarowych staje się skaningu laserowy i jest wykorzystywany praktycznie do rozwiązywania większości prac pomiarowych związanych z budownictwem (inwentaryzacje, wizualizacje, itp). W kolejnictwie również, metoda skaningu laserowego została zaproponowana jako element wyposażenia systemu do inwentaryzacji infrastruktury skrajni linii kolejowych.

Celowe wydaje się więc zatem wykorzystanie skaningu do badania stabilności obiektów mostowych.

Metoda ta pozwala na wyznaczenie przemieszczeń i odkształceń obiektów wynikających ze stanu technicznego konstrukcji stalowej jak i spowodowanych szybko zmieniającymi się czynnikami zewnętrznymi.

Aby mieć gwarancje jakości wykonywanych pomiarów tą techniką konieczne jest weryfikowanie uzyskanych wyników dzięki sprawdzonym klasycznym metodom geodezyjnym (tachimetrii precyzyjnej oraz niwelacji precyzyjnej) lub innym nowym

technologiom takich jak interferometria radarowa, bardzo dynamicznie rozwijająca się w ostatnich latach.

Recenzowana rozprawa dotyczy metodyki badań stabilności obiektów mostowych z zastosowaniem naziemnego skaningu laserowego.

Zadanie to stawia szereg problemów badawczych, wymagających rozwiązania, ma również oczywisty sens i wykorzystanie praktyczne.

Podjęty w rozprawie problem jest ważny i aktualny, a także mocno osadzony w realiach.

3. Cel i teza rozprawy doktorskiej

Cel i teza pracy podana jest w rozdziale 4 rozprawy doktorskiej (str. 29-30).

Celem badawczym przedstawionej rozprawy doktorskiej jest ocena możliwości zastosowania naziemnego skaningu laserowego w określeniu przemieszczeń budowli mostowych w warunkach statycznych oraz w warunkach obciążenia po wyciszeniu drgań konstrukcji (wymuszone warunki statyczne).

Realizacja celu badawczego zmierzała do opracowania najbardziej uzasadnionej pod względem technicznym i ekonomicznym metodyki pomiaru konstrukcji mostowych .

Postawiono zatem następującą tezę badawczą:

"Ścisłe opracowana metodyka pomiaru i opracowania wyników obserwacji naziemnym skanerem laserowym, wsparta tradycyjnymi technikami pomiarów geodezyjnych, pozwala na wyznaczenie przemieszczeń obiektów mostowych".

W mojej opinii postawiona w rozprawie teza jest tezą naukową, a wykazanie jej słuszności ma znaczenie poznawcze i duże znaczenie praktyczne.

4. Układ i treść rozprawy

Rozprawa doktorska obejmuje łącznie 155 stron maszynopisu. Do rozprawy dołączono załącznik składający się z 4 tabel (pt."Etapy filtracji chmury punktów", w poszczególnych okresach pomiarowych).

W pracy znajduje się 74 rysunki, 120 tabel i 28 wzorów.

Rozprawa składa się z 12 rozdziałów oraz na końcu Bibliografii, obejmującej wykaz:

- publikacji (204 pozycje),
- aktów normatywnych (22 pozycje),
- netografii (6 pozycji).

Rozdział pierwszy zawiera wprowadzenie do tematyki rozprawy, jak również opis zagadnień związanych z badaniem stabilności obiektów mostowych, zwracając uwagę na konieczność weryfikacji stanu konstrukcji wiekowych stalowych obiektów mostowych.

W rozdziale drugim podano badania literaturowe dotyczące kontroli i bezpieczeństwa eksploatacji kolejowych obiektów inżynierskich z uwzględnieniem obowiązujących przepisów prawa oraz zaprezentowano klasyczne metody badania stabilności mostów kolejowych.

W rozdziale trzecim opisano teoretyczne i praktyczne zagadnienia związane z technologią naziemnego skaningu laserowego oraz badaniami z zakresu dokładności wykorzystywanych instrumentów. Podano też problemy wykorzystania naziemnego skaningu laserowego w geodezji inżynierskiej.

W rozdziale czwartym dokonano dekompozycji problematyki badania stabilności obiektów mostowych. Podano uzasadnienie wyboru metody badawczej, zdefiniowano cel rozprawy doktorskiej oraz przedstawiono główną tezę badawczą.

W rozdziale piątym scharakteryzowano przedmiot badań tj. most kolejowy w ciągu linii kolejowej Sucha Beskidzka – Chabówka, na którym zostały wykonane pomiary mające na celu wyznaczenie przemieszczeń pionowych punktów kontrolowanych. Dokonano również analizy projektowej i diagnostycznej dokumentacji mostu kolejowego.

Rozdział szósty to opis koncepcji pomiaru mostu kolejowego, determinanty, warunki i założenia, warianty pomiarów stabilności obiektu, metody pomiaru oraz okresowe pomiary kontrolne.

W rozdziale siódmym omówiono prace projektowe i przygotowawcze badań terenowych dotyczące projektu i stabilizacji sieci kontrolnej założonej na obiekcie oraz sposób stabilizacji punktów charakterystycznych sieci.

Rozdział ósmy przedstawia wyniki klasycznych pomiarów stabilności sieci kontrolnej metodami geodezyjnymi oraz stabilności mostu kolejowego.

Rozdział dziewiąty prezentuje autorską koncepcję metodyki opracowania danych TLS na potrzeby badania stabilności obiektów mostowych.

W rozdziale dziesiątym zaprezentowano metodykę opracowania danych pozyskanych w technologii naziemnego skaningu laserowego, pomiar i rejestrację chmur punktów, algorytmy filtracji danych i algorytmy generowania modeli powierzchniowych.

Rozdział jedenasty zawiera wyniki badania stabilności kolejowego obiektu mostowego z zastosowaniem naziemnego skaningu laserowego oraz statystykę zgodności z referencją.

Rozdział dwunasty to podsumowanie wyników badań a także końcowa propozycja metodyki badania stabilności obiektów mostowych.

5. Uwagi do pracy

5.1. Uwagi merytoryczne:

5.1.1. Ocena wartości naukowej rozprawy

Wynikiem rozprawy jest:

opracowanie określonej metodyki pomiaru i opracowania obserwacji dla technologii naziemnego skaningu laserowego, wspartego tradycyjnymi technikami pomiarów geodezyjnych, która ma pozwolić na wyznaczenie przemieszczeń obiektów mostowych.

Niewątpliwie do oryginalnych osiągnięć naukowych Autorki zaliczyć należy:

1. Analizę literatury polskiej i zagranicznej w zakresie praktycznie dwóch niezależnych zagadnień takich jak:
 - badanie stabilności obiektów mostowych (rozdział 2),
 - teoretyczne i praktyczne zagadnienia z zakresu naziemnego skanowania laserowego (rozdział 3).Wykonana analiza pozwoliła na przygotowanie własnego, oryginalnego programu badawczego uwzględniającego najnowocześniejsze techniki pomiarowe.
2. Dekompozycję problematyki badania stabilności obiektów mostowych z zastosowaniem skaningu laserowego (rozdział 4), co pozwoliło na precyzyjne zdefiniowanie poszczególnych etapów rozwiązania problemu badawczego i w efekcie końcowym na sformułowanie celu i tezy pracy.
3. Oryginalne i autorskie zaprojektowanie sesji pomiarów terenowych mających na celu wyznaczenie przemieszczeń i deformacji obiektów mostowych w warunkach statycznych oraz w warunkach obciążenia, po wyciszeniu drgań konstrukcji (rozdział 6).
4. Zaproponowanie koncepcji metodyki opracowania danych TLS na potrzeby badania stabilności obiektów mostowych poprzez:
 - pomiary sieci obserwacyjnej punktów charakterystycznych ,
 - weryfikacja chmury punktów
 - generowanie modeli powierzchniowych chmur punktów (rozdział 9, tabela 9.1 - str. 74).
5. Opracowanie optymalnej metodyki badań stabilności obiektów mostowych z zastosowaniem skaningu laserowego, a także sam proces opracowania i przydatności danych (filtracja) z chmury punktów (rozdział 12, tabela 12.1 - str. 154)

5.1.2 Uwagi krytyczne

1. Tytuł pracy

"*Metodyka badania stabilności obiektów mostowych z zastosowaniem naziemnego skaningu laserowego*" sugeruje wykonanie badań co najmniej dla kilku obiektów mostowych lub opracowanie pewnej ogólnej metodyki, która może być później w praktyce realizowana dla różnych obiektów. Praca zawiera jednak wyraźnie badania na jednym obiekcie i bez podania warunków jak radzić sobie w przypadku uogólnienia problemu (projektowanie pomiarów dla różnych mostów, opracowanie wyników itp.). Autorka wyraźnie koncentruje się na tym konkretnym obiekcie i wszystkie problemy naukowe (metodyka, narzędzia, opracowanie itp) sprowadza tylko do tego jednego obiektu, co uniemożliwiło szerszy opis zaproponowanej metodyki na przypadek ogólny. Nie jest to błąd, aczkolwiek być może tytuł pracy powinien to precyzyjniej definiować.

Szkoda, że Autorka nie zapoznała się z recenzją podobnej pracy broniącej w AGH w 2015 roku (dr inż. Anna Gawin), gdzie recenzent Prof. Z. Kurczyński (PW) wyraźnie wskazywał na problem lokalności badań w rozprawach doktorskich.

2. Układ pracy

Z reguły rozprawa doktorska składa się z części teoretycznej i praktycznej. Autorka postąpiła tutaj podobnie, aczkolwiek rozdział 10 zawierający podstawy naziemnego skaningu laserowego został umieszczony pod koniec rozprawy, a nie jak nakazywała intuicja na końcu rozdziału 3, którego tytuł by to sugerował "Teoretyczne i praktyczne zagadnienia z zakresu naziemnego skanowania laserowego".

3. Streszczenie

Zgodnie z art. 13 ust. 6 ustawy z dnia 14.03.2013 r. o stopniach naukowych i tytule naukowym oraz o stopniach i tytule w zakresie sztuki rozprawa doktorska powinna być opatrzona streszczeniem w języku angielskim. W otrzymanym prze mnie egzemplarzu rozprawy streszczenia w języku angielskim brak.

4. Podsumowanie dotychczasowych metod

W pracy w części teoretycznej zdecydowanie brakuje szczegółowej analizy dostępnych do tej pory metod pomiarowych z analizą dokładności zależną od metod. W takich wypadkach najlepszym rozwiązaniem jest na końcu rozdziału umieszczenie tabeli z dotychczasowymi metodami w zestawieniu z otrzymanymi dokładnościami. Byłaby to dobre podsumowanie rozdziału 2.3 (klasyczne metody badania stabilności mostów kolejowych).

5. Interferometria radarowa

W ostatnich latach bardzo rozwija się technologia interferometrii radarowej. Jak sama Autorka wspomina system IBIS jest jednym z najpopularniejszych na świecie. Literatura światowa dość dobrze opisuje wady i zalety tej technologii. Wydaje się, że metoda ta została bardzo lakonicznie potraktowana w rozprawie mimo swojej popularności i bliskiej

dostępności (AGH). Jest to metoda konkurencyjna do skaningu. Niewykluczone, że dokładniejsza.

6. Pomiar przemieszczeń i odkształceń

W tytule pracy Autorka podaje metodykę badania stabilności obiektów mostowych, natomiast w treści pracy często używa zamiennie pojęć: przemieszczeń i odkształceń. Jak należy rozumieć zatem pojęcie stabilności ?

7. Weryfikacja hipotez

Weryfikacja hipotez na str. 109 podana jest jako porównanie hipotez F_1 (Tach) i F_2 (TLS), natomiast w tekście jest opis metody niwelacji precyzyjnej (NIW). Czy należy rozumieć, że to jest pomyłka w opisie ?

8. Rejestracja chmur punktów

Rejestracja chmury punktów jest kluczowym zagadnieniem w skaningu laserowym w procesie wyrównania. Autorka na str. 77 w rozdziale 10 podaje wzór 10.1. Wzór jest dla prostego przypadku zestawu dwóch chmur punktów. Jednak w praktyce rzadko wyrównuje się dwie chmury punktów, stąd celowym wydawało się podanie tutaj objaśnienia (wzoru) dla przypadku szerszego i omówienia tego problemu dla przypadku ogólnego. Proponuję to zrobić podczas obrony rozprawy.

9. Automatyzacja na chmurze punktów

W pracy brakuje informacji o możliwości podnoszenia dokładności pomiaru na chmurze punktów metodami automatycznymi w oparciu o wybrane algorytmy krawędziujące. Istnieje możliwość podnoszenia dokładności np. definiowania krawędzi obiektu poprzez stosowanie algorytmów automatycznej detekcji. Może mieć to zastosowanie w tym przypadku poprzez kontrolowanie przemieszczeń dzięki rejestracji zmian krawędzi mostu. Proponuję rozwinąć temat w przyszłości.

5.2 Uwagi edytorskie, językowe i redakcyjne

Mimo, iż rozprawa napisana jest dobrym językiem, a układ i struktura pracy jest prawidłowa jak również bardzo dobrze przygotowana od strony edycyjnej, to autorka nie ustrzegła się kilku błędów:

1. Str. 17. W opisie rysunku nr 2.6 brak informacji co jest na rysunku jako - a) a co jako - b).
2. Str. 18 i 19 zawiera dwa różne rysunki o tej samej numeracji 2.7
3. Str. 25 zawiera odwołanie w tekście do tabeli 3.2, a na dole strony jest tabela nr 3.1. Tabeli 3.2 nie ma w rozprawie.
4. Prawdziwy geodeta powinien wiedzieć, że jak umieszcza plan sytuacyjny, to powinien on być czytelny oraz zawierać jakąś orientację (strzałka północy czy ukł. współrzędnych). Tutaj tego brak - str. 31.

5. Str. 37. Nie do końca zrozumiałe jest odwołanie do literatury [Instrukcja geodezyjna..., 1976]. Jeśli autorka chciała skrócić odwołanie, to robi się to poprzez wprowadzenie zastępczej krótkiej nazwy.
6. Str. 51. Pojawia się zwrot "... nie wykazała punktów mobilnych". W rozprawie nie ma definicji co to jest punkt mobilny.
7. Str. 66 - Opis tabeli 8.21 sugeruje epokę 2a-3, a w opisie tabeli (nagłówek, jest 1-2a).
8. Str. 109 - Dwa różne wzory mają ten sam nr 11.11
9. Str. 128-129 zawiera dwa razy ten sam nr tabeli 11.38, a są to dwie różne tabele.
10. W treści rozprawy brakuje odwołań do kilku pozycji, podanych w końcowym wykazie Bibliograficznym (są w wykazie, nie ma w treści). Są to: Abellan i in., 2009; Arayici, 2007; Chow i in., 2012; Dyr, Wełnic, 2006; Girardeau-Montaut i in., 2005; Gottwald, 2008; Lichti, 2007; Owerko i in., 2012; Silva i in., 2003.
11. W tekście znajduje się kilka sformułowań potocznych (np. str. 15 jest sformułowanie - "... według trywialnych zależności...", str.16 "...nikły odsetek..."), które moim zdaniem w pracy naukowej powinny przypominać język bardziej techniczny.
12. W tekście znajduje się kilkanaście literówek, co jak na dokument, który prawdopodobnie był czytany przez kilka osób (Autorka, Promotor, Promotor pomocniczy), wydaje się być zaskoczeniem. Większość z nich została zaznaczona w pracy i sugeruje poprawić przed ewentualną publikacją rozprawy.

6. Wniosek końcowy

Oceniana rozprawa doktorska mgr inż. Pelagii Gawronek mieści się w dziedzinie nauk technicznych w dyscyplinie: geodezja i kartografia.

Ocena merytoryczna pracy jest bardzo pozytywna i upoważnia do stwierdzenia, że Autorka wykazała się odpowiednią wiedzą teoretyczną oraz posiadała umiejętność samodzielnego prowadzenia eksperymentu naukowego i prawidłowego interpretowania wyników.

Przedstawione powyżej uwagi krytyczne i dyskusyjne nie obniżają wartości pracy.

Stwierdzam, że na podstawie przeprowadzonych eksperymentów oraz wyników badań potwierdzona została słuszność postawionej na wstępie pracy **tezy** twierdzącej iż:

"Ścisłe opracowana metodyka pomiaru i opracowania wyników obserwacji naziemnym skanerem laserowym, wsparta tradycyjnymi technikami pomiarów geodezyjnych, pozwala na wyznaczenie przemieszczeń obiektów mostowych".

Autorka udowadniając tezę rozwiązała problem badawczy polegający na autorskim opracowaniu procedury postępowania podczas definiowania najkorzystniejszej metodyki badań stabilności stalowych obiektów mostowych biorąc pod uwagę dokładność wyznaczenia przemieszczeń, czasochłonność i kosztochłonność.


Wykazała się przy tym bardzo dobrym przygotowaniem inżynierskim, o czym świadczy liczba wykonanych wariantów pomiarowych, znajomości obsługi wykorzystanego sprzętu, szerokiego zakresu obliczeń i wykorzystania programów komputerowych, szczególnie dobra znajomość programów do obróbki chmury punktów.

Wykazała się także dobrym warsztatem naukowym, dobierając odpowiednie metody badawcze, udowodniła, że potrafi analizować i oceniać uzyskane rezultaty oraz formułować poprawne wnioski.

Pozytywna cecha młodego naukowca została potwierdzona w ostatnim rozdziale, gdzie Autorka wskazuje również na dalszy kierunek swoich badań, co jest szczególnie cenne, bo podkreśla "niedosyt" badawczy, co jest dobrą cechą każdego dobrego naukowca.

Stwierdzam zatem, że recenzowana rozprawa doktorska Pani mgr inż. Pelagii Gawronek pt. „*Metodyka badań stabilności obiektów mostowych z zastosowaniem naziemnego skaningu laserowego*” spełnia wymagania zawarte w ustawie z dnia 14 marca 2003 roku "O stopniach naukowych i tytule naukowym oraz stopniach i tytule w zakresie sztuki (Dz.U. Nr 65, poz. 595)".

Stawiam zatem wniosek o przyjęcie przedłożonej rozprawy doktorskiej i dopuszczenie mgr inż. Pelagii Gawronek do publicznej obrony.



dr hab. inż. Sławomir Mikrut

Kraków, 10 kwietnia 2017 r.