

dr hab. inż. Jacek Kudrys

Wydział Geodezji Górniczej i Inżynierii Środowiska

Akademia Górniczo-Hutnicza im. Stanisława Staszica w Krakowie

### **Recenzja**

rozprawy doktorskiej **mgr inż. Darii Filipiak-Kowszyk** pt.:

#### **Wyznaczanie przemieszczeń pionowych w małych sieciach geodezyjnych realizowanych w niestabilnych układach odniesienia**

Rozprawa doktorska mgr inż. Darii Filipiak-Kowszyk dotyczy problematyki wyznaczania przemieszczeń pionowych obiektów, bez wykorzystywania zewnętrznych (spoza badanego obiektu) punktów referencyjnych. Zaproponowana przez Autorkę metodyka obliczeniowa ma na celu umożliwienie wyznaczenia przemieszczeń pionowych w przypadkach, w których nie można korzystać z punktów odniesienia. Autorka, w prezentowanej rozprawie doktorskiej stawia tezę, że: *można opracować algorytm obliczeń umożliwiający wyznaczenie z pewnymi ograniczeniami, przemieszczenia pionowe indywidualnych punktów kontrolowanych w niestabilnych układach odniesienia*. Tezę tą stara się udowodnić realizując kompleksowo szereg etapów badawczych, począwszy od analizy literatury, poprzez opracowanie algorytmów, określenie dokładności i statystycznej istotności uzyskiwanych rezultatów, weryfikację w warunkach symulowanych i rzeczywistych, a kończąc na określeniu ograniczeń zaproponowanej metodyki.

Recenzowana rozprawa zawiera 141 stron, na których Autorka zawarła: spis treści, wstęp, 7 rozdziałów stanowiących zasadniczą część pracy, wykaz literatury, wykaz załączników, spis tabel, rysunków i schematów a także streszczenie w języku polskim i angielskim.

W pierwszym rozdziale rozprawy Autorka krótko charakteryzuje pojęcie przemieszczenia obiektu i przemieszczenia punktu względem przyjętego układu odniesienia oraz podaje i uzasadnia cel przedstawionej pracy doktorskiej. Wyszczególnia tutaj również szereg celów pośrednich prowadzących do udowodnienia stawianej tezy.

Rozdział 2 „Wprowadzenie” stanowi przegląd literatury dotyczącej zagadnień istotnych dla realizacji założonych prac badawczych: przemieszczeń, wielkości sieci niwelacyjnych, stabilności układu odniesienia oraz metod identyfikacji punktów odniesienia.

W rozdziale 3 pt. „Estymacja przemieszczeń pionowych punktów kontrolowanych” Autorka przedstawia teoretyczne założenia wyrównania swobodnego sieci niwelacyjnej,

które jest wykorzystywane w kilku przedstawionych również w tym rozdziale metod wyznaczania przemieszczeń pionowych punktów. Z przeprowadzonych przez Autorkę badań wynika, że wyrównanie swobodne może być adekwatnym narzędziem do wyznaczania przemieszczeń pionowych w sieciach względnych (bez zewnętrznych punktów referencyjnych) w przypadku gdy liczba punktów, które uległy istotnemu przemieszczeniu nie przekracza połowy wszystkich kontrolowanych punktów. Stwierdzenie to uzasadnione zostało wynikami analiz sieci składającej się z 15 punktów w czterech wariantach, różniących się liczbą przemieszczających się punktów, kolejno: 3, 6, 9 i 12. W badaniach założono jednakowe wartości przemieszczeń dla wszystkich przemieszczających się punktów. Dla oceny istotności wyznaczonych przemieszczeń zastosowano kryterium podwójnego błędu średniego przemieszczenia. Prawidłowe - zgodne z symulowanymi - rezultaty uzyskano tylko w przypadku osiadania 3 z 15 punktów kontrolowanych. W pozostałych przypadkach metoda dawała fałszywe wyniki. W dalszej części rozdziału, Autorka, po wprowadzeniu teoretycznym, w podobny sposób z wykorzystaniem tych samych symulowanych danych, przetestowała działanie innych znanych z literatury metod wyznaczania przemieszczeń pionowych: metodę Iterative Weighted Similarity Transformation, odporne wyrównanie swobodne oraz M-split estymację. Żadna z testowanych metod nie dała zadowalających wyników, jeśli liczba przemieszczanych punktów była większa niż 50% wszystkich kontrolowanych punktów. W takich przypadkach dwie pierwsze metody dawały wyniki przeciwne od symulowanych.

Zasadniczą część rozprawy stanowią trzy kolejne rozdziały. W rozdziale 4, Autorka przedstawia metodę prof. Zbigniewa Wiśniewskiego wyznaczania przemieszczeń pionowych, która jest podstawą do opracowania autorskiego rozwiązania umożliwiającego estymację przemieszczeń pionowych punktów kontrolowanych umieszczonych na badanym obiekcie.

W rozdziale tym kolejno przedstawiona jest teoria oryginalnej metody prof. Z. Wiśniewskiego, uzupełnienie metody o analizy statystyczne służące do wyznaczania istotności uzyskanych wyników wprowadzone przez Autorkę oraz opis kompletnego algorytmu wyznaczania przemieszczeń w niestabilnych układach odniesienia. Teoretyczne rozważania dotyczące oceny istotności estymowanych parametrów należy uznać za oryginalny wkład Autorki. W opisie algorytmu zwraca Ona uwagę, że wartość odstępów powierzchni obiektu od wpasowanej płaszczyzny w punkcie początkowym przyjętego układu współrzędnych nie powinna przyjmować maksymalnej wartości spośród takich różnic policzonych dla wszystkich pozostałych punktów sieci. Postuluje także, aby w takim przypadku przenieść początek układu współrzędnych do punktu, dla którego ten odstęp jest najmniejszy i jednocześnie jest punktem skrajnym badanej sieci. Nie wyjaśnia jednak powodu tych zaleceń co w przypadku dokumentowania algorytmu wydaje się dość istotne.

Rozdział 5 zatytułowany „Badania praktyczne metody na danych symulowanych” przedstawia szczegółową weryfikację rozważań teoretycznych z poprzedniego rozdziału z wykorzystaniem symulowanych wartości przemieszczeń. Do analiz wykorzystano tutaj tę samą sieć testową, która opisana była we wcześniejszej części rozprawy. Testy przeprowadzono dla trzech zbiorów danych w kilku wariantach z założeniem równych lub różnych wartości przemieszczeń oraz dla zmiennej liczby punktów kontrolowanych. Oddzielnie przeanalizowano także przypadki gdy przemieszczony został punkt początkowy układu współrzędnych. Uzyskane rezultaty pozwalają Autorce wyciągnąć wnioski dotyczące przyjęcia wartości parametru do kryterium istotności przemieszczeń, liczby punktów kontrolowanych, które uległy przemieszczeniu.

Opracowana metoda przetestowana została także na rzeczywistym obiekcie, dla którego wartości przemieszczeń były znane na podstawie przeprowadzonych pomiarów kontrolnych w ciągu kilku lat (rozdział 6). Z wynikami metody opisanej w niniejszej pracy porównano wyniki wyrównania swobodnego oraz wyrównania sieci niwelacyjnej z przyjęciem jednego punktu na testowanym obiekcie jako punktu referencyjnego. Zestawienie wyników pokazuje, że autorska metoda doktorantki daje wyniki zbliżone co do wartości z metodą niwelacji z punktem referencyjnym. Przewagą zaproponowanej przez doktorantkę metody wyznaczania przemieszczeń pionowych, jest uzyskanie dodatkowej informacji dotyczącej możliwości przemieszczania się punktu przyjętego za referencyjny. Z drugiej strony, ciekawym eksperymentem mogło by być wyznaczenie metodą Autorki przemieszczeń tego obiektu, z przyjęciem innych punktów początkowych i porównanie ich wartości i istotności.

Podsumowując, należy stwierdzić, że w przedstawionej do recenzji pracy doktorskiej, Autorka niewątpliwie wykazała się umiejętnością samodzielnego prowadzenia badań naukowych, a praca zawiera oryginalne aspekty użytkowe w zakresie wyznaczania pionowych przemieszczeń punktów. Wątpliwości nie budzi także wykazana w pracy ogólna wiedza teoretyczna Autorki w dyscyplinie Geodezja i Kartografia.

Tym samym stwierdzam, że recenzowana przez mnie rozprawa doktorska mgr inż. Darii Filipiak-Kowszyk, przygotowana pod opieką promotora prof. dr hab. inż. Waldemara Kamińskiego, spełnia warunki określone w art. 13 ustawy z dnia 14 marca 2003 roku o stopniach i tytule naukowym oraz o stopniach i tytule w zakresie sztuki.

Jacek Kudrys