

Recenzja rozprawy doktorskiej mgr inż. Dariusza Tanajewskiego

pt. „Badanie przydatności zintegrowanych pomiarów georadarowych i GNSS do geodezyjnej inwentaryzacji obiektów i struktur powierzchniowych”.

1. Przedmiot pracy

Temat rozprawy doktorskiej podjęty przez doktoranta dotyczy problematyki oceny przydatności stosowania zintegrowanych pomiarów georadarowych (GPR) i pomiarów satelitarnych GNSS w zagadnieniach geodezyjnych. Doktorant przeprowadził szeroką analizę literatury i szczegółowo przedstawił metodykę prowadzenia pomiarów georadarowych z jednoczesnym wyznaczeniem pozycji w globalnym, geodezyjnym, systemie odniesienia. Dyplomant w ramach pracy przeprowadził szereg eksperymentów - pomiarów wykonanych wybranymi urządzeniami na różnych powierzchniach: z poziomu gruntu modelował warstwy podpowierzchniowe oraz z poziomu wody modelował dno zbiornika wodnego i inwentaryzował obiekty zalegających na dnie. Celem pracy doktoranta było określenie dokładności wykrycia, identyfikacji i wyznaczenia lokalizacji obiektów za pomocą zintegrowanej techniki pomiarów GPR/GNSS oraz identyfikacji czynników wpływających na tą dokładność. Autor do realizacji zadania przeprowadził szereg eksperymentów badawczych z użyciem georadaru. Badał przy tym jak różne konfiguracje usprzętowania georadaru oraz jego uzbrojenie w inne systemy np. GNSS wpływają na rejestrowane radarogramy. Badał wpływ anten i różnych typów odbiorników GPS/GNSS na wyniki pomiarów. Ponieważ jego zamiarem była integracja danych GPR oraz GNSS badał także wpływ pracy georadaru na wyznaczenia pozycji metodami GNSS. Autor postawił przy tym tezę, że zintegrowane pomiary georadarowe i pomiary satelitarne, przy zastosowaniu właściwych procedur pomiaru oraz z uwzględnieniem wzajemnych ograniczeń, mogą stanowić wiarygodne źródło danych przestrzennych na temat obiektów i warstw podpowierzchniowych. Autor w drodze eksperymentów i analizy uzyskanych wyników dochodzi do wniosków, iż jednoczesne pomiary georadarowe i GNSS nie są zależne. Stwierdził, brak występowania istotnych zakłóceń pochodzących od stosowanych odbiorników GNSS. Z kolei przy analizie wyników pomiarów sygnałów satelitarnych obserwowanych przez odbiornik nie stwierdził negatywnego wpływu pracującej jednocześnie aparatury georadarowej. Autor zwraca uwagę jednakże na trudności integracji danych z pomiarów georadarowych oraz GNSS, zwraca uwagę na możliwość występowania błędów grubych w płaszczyźnie wertykalnej przy wyznaczaniu położenia w globalnym systemie odniesienia, zwraca uwagę na potencjalną nieznajomość ośrodka pomiarowego (przebiegu warstw osadów) oraz obiektów wykrywanych, co stwarza trudności we właściwej kalibracji urządzeń georadarowych. W przypadku pomiarów batymetrycznych za pomocą techniki GPR/GNSS zwraca uwagę na fakt, iż z dużym prawdopodobieństwem można określić przebieg położenia warstw osadów dennych. W tym przypadku może występować na

wodach śródlądowych jednorodne środowisko pomiarowe, co sprzyja kalibracji urządzeń. Daje to podstawę do opracowania wiarygodnych modeli numerycznych powierzchni dna.

Doktorant uzyskał wiarygodne wyniki prowadzonych eksperymentów. Dokonał analizy porównawczej z danymi uzyskanymi w drodze geodezyjnych pomiarów bezpośrednich oraz spostrzeżeń z prac geotechnicznych – rzeczywistych odwiertów – wykonanych na poligonie pomiarowym. Na tej podstawie doktorant dochodzi do wniosku, iż pomiary georadarowe uzupełnione o pomiary technikami GNSS mogą służyć do wiarygodnych pomiarów wykrywania i lokalizacji obiektów podpowierzchniowych. Technika ta może być użyteczna w geodezyjnej inwentaryzacji obiektów i struktur podpowierzchniowych przy uwzględnieniu ograniczeń na które doktorant wskazuje w rozprawie.

2. Układ pracy i treść pracy

Praca składa się z wprowadzenia, siedmiu rozdziałów, wniosków, spisu literatury, spisu rysunków i tabel, streszczeń w języku polskim i angielskim. Praca liczy ogółem 187 stron.

Treść pracy odpowiada podjętemu przez doktoranta tematowi.

Czterostronicowe wprowadzenie obejmuje wprowadzenie do pracy i jej krótki przegląd. We wprowadzeniu autor przedstawia istotę pomiarów georadarowych, źródła zapotrzebowania na nie oraz potencjalne wykorzystanie. Autor zdefiniował tezę pracy, która brzmi następująco: „zintegrowane pomiary georadarowe i pomiary satelitarne, przy zastosowaniu właściwych procedur pomiaru oraz z uwzględnieniem wzajemnych ograniczeń, mogą stanowić wiarygodne źródło danych przestrzennych na temat obiektów i warstw podpowierzchniowych”.

Rozdział pierwszy „fizyczne zasady metody georadarowej” jest rozdziałem studyjnym. Autor przedstawia w nim podstawy teoretyczne i prawa realizacji pomiarów georadarowych, w tym: zasady propagacji fal elektromagnetycznych, właściwości ośrodków, zjawiska: tłumienia, odbicia oraz załamania fal. Rozdział liczy 23 strony.

Rozdział drugi „Budowa i zasada działania aparatury georadarowej” jest rozdziałem studyjnym. Rozdział zawiera opis budowy systemu georadarowego, zasadę działania georadaru, podstawowe parametry charakteryzujące pomiary georadarowe. Rozdział liczy 14 stron.

Rozdział trzeci „Metodyka pomiarów i opracowywania danych” jest rozdziałem analityczno-studyjnym. Autor przedstawia w nim metody, rodzaje i zakresy parametrów podlegających pomiarom, zasady postępowania z uzyskiwanymi danymi pomiarowymi, a także metody integracji pomiarów georadarowych i pomiarów satelitarnych oraz ich implementacji do środowiska GIS. Rozdział liczy 40 stron.

Rozdział czwarty „Ocena wpływu aparatury georadarowej na pomiary satelitarne oraz odbiornika sygnału GNSS na pomiar georadarowy” zawiera opis przeprowadzonych przez autora eksperymentów badawczych prowadzących do określenia wpływu anteny i odbiornika geodezyjnego GPS/GNSS na wyniki pomiarów georadarowych. Autor przeprowadził badania

rzeczywiste przy zastosowaniu ośmiu różnych kombinacji sprzętowych. Rozdział zawiera krytyczną analizę uzyskanych wyników. Dodatkowo w rozdziale tym znajduje się ocena wpływu pracy georadaru na odbiór sygnałów GNSS. Autor przeprowadził w tym celu serie pomiarów na zaplanowanych, różnych profilach pomiarowych. Rozdział liczy 33 strony.

Rozdział piąty „ocena zastosowania zintegrowanego systemu GPR/GNSS do modelowania warstw podpowierzchniowych” podobnie jak poprzedni, czwarty rozdział, zawiera opis przeprowadzonych kolejnych eksperymentów – rzeczywistych pomiarów terenowych, których celem była identyfikacja warstw materiałów ziemnych znajdujących się pod powierzchnią terenu. Rozdział ten zawiera informację o pomiarach geotechnicznych przeprowadzonych na tym samym terenie – odcinku pasa startowego na lotnisku Olsztyn-Dajtki. Autor wykorzystał ten materiał, jako odniesienia, materiał porównawczy do którego porównał wyniki własnych pomiarów georadarowych i przeprowadził dyskusję uzyskanych wyników. Rozdział liczy 45 stron.

Rozdział szósty „ocena zastosowania zintegrowanego systemu GPR/GNSS do modelowania powierzchni dna zbiornika wodnego i inwentaryzacji obiektów podwodnych” jest również rozdziałem przedstawiającym realizację oraz uzyskane wyniki eksperymentów pomiarów rzeczywistych. Eksperymenty miały na celu wykorzystanie georadaru do modelowania dna zbiornika wodnego oraz do oceny skuteczności wykrycia obiektów zalegających na dnie tego zbiornika. Autor dokonuje analizy krytycznej uzyskanych wyników. Wykorzystuje przy tym doświadczenia prac badawczych innych autorów, dostępnych w literaturze, celem wykorzystania ich poprawy realizacji własnych eksperymentów. Rozdział liczy 22 strony.

Wnioski liczą 4 strony. Autor przedstawia w nich najważniejsze spostrzeżenia, którym najważniejszym jest następujące „technika pomiarów GPR/GNSS może być użyteczna w geodezyjnej inwentaryzacji obiektów i struktur podpowierzchniowych, jednak z całą pewnością nie w każdej sytuacji i nie do każdego zadania. Proces integracji danych satelitarnych z danymi georadarowymi nie jest doskonały i wymaga od operatora wzmożonej czujności oraz dodatkowej kontroli jakości wyznaczenia współrzędnych poszczególnych śladów georadarowych”.

3. Literatura

Literatura liczy 56 pozycji z czego aż 38 stanowią pozycje zagraniczne (angielskojęzyczne). Literatura jest aktualna, przy czym nawet starsza pozycja z lat 70 XX wieku nie utracił swej aktualności ponieważ dotyczy twierdzeń fizycznych. W treści pracy znajdują się odniesienia do wszystkich pozycji wskazanych w literaturze. Autor wykazał tylko jedną publikację, której jest współautorem (Tanajewski D, Bakula M. 2016 Application of Ground Penetrating Radar Surveys and GPS Surveys for Monitoring the Condition of Levees and Dyks). Pozycja ta jest tematycznie ściśle związana z tematem rozprawy doktorskiej. W spisie literatury nie występują pozycje autorstwa promotora pracy, co jest zaskakujące zważywszy, że jego aktywność naukowa jest związana z zakresem pracy podjętej przez autora rozprawy.

4. Ocena formalnej strony pracy

4.1. Poprawność języka

Praca jest dobrze sformatowana i poprawna w swej formie. Jest to dobra strona pracy. Autor popełnił błędy językowe i inne, które na etapie składania pracy powinny zostać wyeliminowane. Jako przykłady recenzent może podać:

- a) używanie terminu „ilość” do rzeczowników policzalnych np.
 - str. 22 „ilości warstw składowych”,
 - str. 47 „ilość złożzeń sygnału...”
 - str. 82 „wraz z ilością wykonywanych pomiarów...”
- b) Niepoprawny styl lub błędy w zdaniach i opisach:
 - str. 22 „istotną rolę odgrywa...”,
 - str. 33 „Ze wzoru 2.7 można wywnioskować, że rozdzielczość pionowa metody georadarowej zależy odwrotnie proporcjonalnie ...”,
 - str. 41 – „w inny przypadku ..”,
 - str. 43 – „rozstaw anten jest odpowiedni duży”,
 - str. 51. „podczas procesu opracowania danych wskazane są systematyczność i konsekwencja”,
 - str. 80 - „Rysunek 4.4. Analiza wpływu pomiarów georadarowych na pomiar GNSS – wykorzystany sprzęt...”,
 - str. 100 – „aby stanowiły one użyteczną i czytelną informację dla każdej osoby”.
- c) W pracy popełniono kilka błędów formalnych/merytorycznych:
 - str. 19, autor zapisał „Zmiany przenikalności elektrycznej przewodności w czystej wodzie ...”. Zwrot dotyczący czystej wody jest niezrozumiały dla recenzenta,
 - str. 20 „część energii jest odbita, a część przekazana w dół ...” – wg recenzenta zwrot „przekazana w dół” jest raczej stwierdzeniem potocznym, które nie powinno być zawarte w pracy naukowej,
 - str. 87 w tytule tabeli 4.4. przedstawia „wykaz uśrednionych wartości maksymalnych, minimalnych i odchyłek standardowych dla przetworzonych danych GPR”. Z tego opisu nie wynika dla jakich zmiennych określono odchylenia standardowe,
 - str. 93. „... układ satelitów na niebie ...” – jest stwierdzeniem potocznym,
 - str. 100 „zwiększenie długości fali powoduje zwiększenie rozdzielczości pionowej...” nie jest prawdziwe,
 - str. 148 „Metoda ta oparta jest na korelacji matematycznego modelu obrazu podpowierzchniowego z jego rzeczywistym obrazem na radargramie” – autor używa terminu „korelacja” w innym znaczeniu niż określa jego definicja.
- d) W pracy wskazano błędne odniesienie na stronie 22 do rysunku 1.1c zamiast 1.2c.

4.2. Technika pisania prac

Poziom techniczny pracy jest dobry. Recenzent wnosi spostrzeżenie, iż autor przy składzie pracy popełnił błędy świadczące o pośpiechu i braku staranności np. w pracy znajdują się duplikaty strony 20 (z rysunkiem 1.2. i bez niego) oraz strony 60 (z rysunkiem nr 3.6 i bez niego). Literatura nie jest ponumerowana, co zwykle jest sugerowane. Dołączony do pracy nośnik danych elektronicznych nie zawiera pracy. Stosowany przez autora sposób omawiania uzyskiwanych wyników, w kilku przypadkach, nie jest praktyczny. Dotyczy to sytuacji omawiania wyników zamieszczonych na rysunkach, które nie znajdują się w miejscu omawiania lecz w kilka stron dalej. Dla przykładu rysunek 4.5 omawiany jest na stronie 81, natomiast rysunek zamieszczony został na stronie 85. Rysunek 4.6 umieszczony jest na stronie 86 stronie, a jego opis znajduje się na stronie 83. Rysunki 4.11, 4.12, 4.14 omawiane są 2-3 strony wcześniej. Nie jest zasadnym umieszczanie w pracy serii kolejnych rysunków np. 4.7-4.10. rysunki, rysunki 4.11-4.14, rysunki 5.7-5.11, rysunki 5.15-5.21, czy też rysunki 5.27-5.31. Także nie wszystkie rysunki posiadają podane opisy wszystkich osi i jednostki np. 5.15, 5.16, 5.17.

Podział objętościowy pracy jest bardzo dobrze wyważony.

4.3. Kompletność pracy

Praca składa się z spisu treści, wprowadzenia wstępu, sześciu rozdziałów, wniosków, literatury, spisu rysunków i tabel, streszczenia w języku polskim, streszczenia w języku angielskim. Liczbę rozdziałów można byłby ograniczyć np. do 4. Praca ma dobry podział objętościowy. Praca jest kompletna. Występuje bardzo dobra ciągłość myśli, dobra kolejność rozdziałów i bardzo dobra struktura pracy.

Zaleceniem, które może wskazać recenzent powinno być wyraźne i jednoznaczne wskazanie części głównej pracy jej celu. Właściwie cel jednoznacznie zdefiniowany pracy można odnaleźć dopiero w streszczeniu pracy.

Rozprawa doktorska została opatrzona krótkim streszczeniem w języku angielskim, co jest zgodne z brzmieniem Art. 13. 6. ustawy o stopniach naukowych i tytule naukowym oraz o stopniach i tytule w zakresie sztuki (Dz. U. Nr 65, poz. 595, z późn. zm).

5. Ocena merytorycznej wartości pracy

Merytoryczna strona pracy jest dobra. Praca ma charakter badawczy, a uzyskane wyniki zastosowanie praktyczne. Autor dochodzi do wniosków na podstawie przeprowadzonych eksperymentów - pomiarów georadarowych. Autor przeprowadził szerokie prace studyjne, zamieszczone w rozdziałach 1, 2, 3, przygotowujące go przeprowadzenia tychże eksperymentów. Autor udowadnia, że jest możliwe skuteczne prowadzenie jednoczesnych pomiarów georadarowych i satelitarnych przy pomocy zestawów urządzeń GPR/GNSS, a uzyskane wyniki można integrować w zestawy danych geoinformacyjnych. Informacje te mogą być przydatne do inwentaryzacji obiektów i struktur podpowierzchniowych. Autor wskazuje

jednakże, że metoda nie może być stosowana w każdej sytuacji, głównie przez niepewność w określaniu prędkości fali w badanym ośrodku. Także proces integracji danych pomiarów satelitarnych z danymi georadarowymi nie może być w pełni zautomatyzowany i wymaga dodatkowej kontroli jakości danych. Możliwym ograniczeniem jakości uzyskanych wyników pracy, nad którym autor nie przeprowadza głębszej refleksji, jest jego oczywiste ograniczenie eksperymentów (pomiarów) do aparatury, do której autor uzyskał dostęp. Urządzenia posiadają specyficzne właściwości, które mogą w pewnym zakresie determinować ograniczenia pomiarów techniką GPR/GNSS. Doktorant dochodzi do dobrych wniosków, uzyskuje potwierdzenie postawionej tezy.

6. Podsumowanie

Podjęty przez Doktoranta temat pracy jest bardzo istotny z punktu widzenia praktycznego zastosowania w geodezji i kartografii. Jest przykładem badań prowadzących do wykorzystania istniejących technik obszaru nauk technicznych do ich integracji w realizacji zadań geodezyjnych. W przypadku pracy objętej recenzją, do inwentaryzacji obiektów zalegających pod powierzchnią gruntu lub na dnie zbiornika wodnego. Możliwość realizacji tych prac przy pomocy nieinwazyjnych pomiarów geofizycznych zintegrowanych z geodezyjnymi technikami wyznaczania pozycji może proces znacząco przyspieszyć. Dodatkowo możliwa jest automatyzacja procesu przygotowania danych i ich implementacji do środowiska GIS. Doktorant wskazał w pracy na taką możliwość z jednoczesnym wyjaśnieniem występujących ograniczeń zastosowań takich metod.

Recenzent w uzupełnieniu do przedłożonej rozprawy doktorskiej, w dniu publicznej obrony pracy, prosi doktoranta o:

- a) ogólną refleksję na temat komentarzy recenzenta w tym wskazanie na czym polega metoda korelacji matematycznego modelu obrazu podpowierzchniowego z jego rzeczywistym obrazem na radargramie,
- b) refleksję i nad stwierdzeniem zawartym na stronie 51 pracy – „jeśli coś nie jest widoczne na danych surowych, to czy naprawdę tam jest?”
- c) przedstawienie potencjalnego wpływu na metodę i wyniki pomiarów batymetrycznych 6 stopni swobody platformy pływającej na której umieszczono georadar.

Rekapitulując stwierdzam, że przedstawiona rozprawa doktorska o temacie „Badanie przydatności zintegrowanych pomiarów georadarowych i GNSS do geodezyjnej inwentaryzacji obiektów i struktur powierzchniowych” autorstwa mgr inż. Dariusza Tanajewskiego spełnia wymagania Art. 13.1 Ustawy o stopniach naukowych i tytule naukowym oraz o stopniach i tytule w zakresie sztuki (Dz. U. Nr 65, poz. 595, z późn. zm). Praca stanowi rozwiązanie problemu naukowego, potwierdza posiadanie przez doktoranta dobrej ogólnej wiedzy teoretycznej w dyscyplinie naukowej geodezja i kartografia oraz umiejętności samodzielnego prowadzenia prac naukowych. Wnoszę o dopuszczenie rozprawy do publicznej obrony.

