

Prof. dr hab. inż. Andrzej Felski
Akademia Marynarki Wojennej
Wydział Nawigacji i Uzbrojenia Okrętowego
Katedra Nawigacji i Hydrografii Morskiej
81-127 Gdynia, ul. Śmidowicza 69
tel. 506170172,
e-mail: a.felski@amw.gdynia.pl

Recenzja rozprawy doktorskiej
mgr inż. Izabeli Bodus-Olkowskiej
pt. Klasyfikacja obiektów podwodnych na podstawie
mapy anomalii magnetycznych

1. Podstawa formalna:

Uchwała nr 5/2023 Senatu Politechniki Morskiej w Szczecinie z dnia 15 marca 2023r.

2. Geneza tematu, przedmiot badań i problem badawczy

Jednym z trudniejszych zagadnień hydrografii jest interpretacja pomiarów wykonanych z użyciem magnetometrów. Przyrządy te okazują się bardzo przydatne w pracach nakierowanych na poszukiwanie zalegających na dnie lub pod dnem obiektów antropogenicznych wykazujących cechy ferromagnetyczne, jednak ciągle występują problemy z interpretacją takich wyników. Oczywiście można w pewnym zakresie interpretować wyniki na podstawie amplitudy i rozległości obszaru występowania anomalii magnetycznej. Przecież jest oczywistym, że wrak będzie wykrywany na większym obszarze niż kotwica, z racji swych rozmiarów. Również amplituda wykrytej anomalii stanowi wskazówkę odnośnie masy obiektu, jednak oczekiwania w obszarze kategoryzacji obiektów wykrywanych w ten sposób są zdecydowanie większe. W tym kontekście podjęte przez Doktorantkę badania wpisują się w bieżącą problematykę naukową i bez wątpienia ich rozwiązanie należy traktować jako rozwiązanie istotnego problemu naukowego.

W szczególności obecnie dostępne techniki interpretowania danych uzyskanych drogą morskich pomiarów magnetometrycznych tak w kategoriach ilościowej jak i jakościowej ciągle nie są satysfakcjonujące. Najistotniejszym problemem są niewielkie możliwości kategoryzowania obiektów wykrywanych w ten sposób, a to jest istotnym ograniczeniem dla dalszych prac, związanych w szczególności z ewentualnym ich usuwaniem lub neutralizowaniem.

Problem badawczy, którego podjęła się pani mgr inż. Bodus-Olkowska można więc sprowadzić do próby zdiagnozowania cech charakterystycznych dla najczęściej występujących obiektów dennych, tak w kontekście wartości, biegunowości, rozkładu jak i przebiegu zmian mierzonego pola magnetycznego generowanego przez rozważane obiekty antropogeniczne zalegające na dnie. Autorka poprawnie założyła, że należy

przeanalizować własności pomiarowe przyrządów pomiarowych, które mogą być zastosowane do takich badań, a także znane i dostępne metody przetwarzania takich zbiorów danych, potencjalnie przydatnych i dostatecznie efektywnych dla jednoznacznego odróżniania wybranych, typowych znalezisk. W swojej rozprawie postawiła hipotezę, że możliwe jest dokonanie poprawnej klasyfikacji wykrytego obiektu ferromagnetycznego na podstawie automatycznej analizy posiadanych danych w odniesieniu do katalogu wzorców takich obiektów.

3. Charakterystyka i ocena osiągnięcia naukowego stanowiącego rozprawę doktorską

3.1. Ogólny opis osiągnięcia naukowego doktorantki, cel i charakter rozprawy

Przedstawiona do oceny rozprawa doktorska składa się z czterech rozdziałów, nie licząc części formalnych opracowania. Dysertacja liczy 127 stron oraz 4 załączniki na 40 stronach i ma charakter tak analityczny jak i koncepcyjny. Skuteczność proponowanej metody przetwarzania danych Doktorantka potwierdza wynikami eksperymentów. Jej istota (cel doktorantki) sprowadza się do opracowania w miarę możliwości zautomatyzowanej metody kategoryzowania obiektów dennych wykrytych w trakcie pomiarów hydrograficznych wspomaganych użyciem magnetometru.

Syntetyzując przedstawioną pracę można powiedzieć, że Doktorantka przedstawia stan techniki w obszarze pomiarów pola magnetycznego i interpretacji takich pomiarów. Następnie, na podstawie analizy tego materiału, a także analizy logicznej zagadnienia proponuje własną, oryginalną metodę przetwarzania tego rodzaju danych. Stanowi ją kompilacja eksperymentalnie wyselekcjonowanych narzędzi informatycznych z pakietów przeznaczonych do opracowywania pomiarów hydrograficznych oraz pakietu Matlab dostosowanych do przetwarzania obrazów.

3.2. Odniesienie do stanu techniki

Obiekty zalegające na dnie akwenu w oczywisty sposób stanowią zagrożenie dla żeglugi, ale również w trakcie prac pogłębiarskich lub podobnej aktywności inżynierskiej na szelfie. Dlatego ich wykrycie i lokalizacja jest jednym z zasadniczych zadań hydrografii. Najpowszechniej do tych badań stosuje się techniki hydroakustyczne, jednak często obiekty takie są zagrzebane w osadach dennych i mogą nie zostać wykryte metodami hydroakustycznymi. Wówczas atrakcyjne wydają się metody magnetometryczne, ponieważ zazwyczaj obiekty zalegające na dnie mają pochodzenie antropogeniczne i zawierają elementy ferromagnetyczne. Jednak w przeciwieństwie do współczesnych technik hydroakustycznych techniki magnetometryczne stwarzają trudności interpretacyjne, w szczególności trudno jest klasyfikować wykryte obiekty na podstawie takich pomiarów. O ile doskonale się sprawdzają na etapie przygotowania prac pogłębiarskich zapewniając dużą efektywność wykrywania obecności wszelkich obiektów o cechach ferromagnetycznych, to pożądane jest, aby obiekty takie można było również łatwo i skutecznie klasyfikować. Szczególnie istotną w tym przypadku wydaje się możliwość odróżniania wykrytych obiektów w kontekście potencjalnego zagrożenia pochodzącego od licznie zalegających w naszych wodach niewybuchów.

Szersze zastosowanie pomiarów magnetyzmu w nauce i technice w istocie datuje się od lat trzydziestych XX wieku. Burzliwy rozwój ich doprowadził do sytuacji, gdy współcześnie ludzkość wykorzystuje szerokie spektrum takich przyrządów, poza inżynierią znajdują one zastosowanie naukowe poczynając od geofizyki poprzez archeologię po medycynę. Oczywiście również w hydrografii. Autorka odnosi się do tych technik omawiając specyfikę pomiarów na lądzie, w powietrzu i kosmosie oraz w kontekście pomiarów na wodach morskich i śródlądowych. Dowodzi tym samym znajomości tak stanu techniki, badanego zagadnienia jak i literatury z tego zakresu.

Przedmiotem szczególnego zainteresowań doktorantki jest klasyfikacja wykrytych obiektów ferromagnetycznych więc w rozdziale pierwszym odnosi się Ona również do znanych metod dających się potencjalnie zastosować w kontekście rozważanych zagadnień. W związku z tym przedstawia omówienie literatury z tego zakresu wykazując się również dogłębną znajomością i tego zagadnienia. W efekcie przedstawia propozycje wykorzystania części rozwiązań lub wzoruje się na podejściu innych autorów, dochodząc do wniosku, że złożoność problemu wymaga sporządzenia obszernej, wieloetapowej procedury uwzględniającej zarówno przetwarzanie bezpośrednio mierzonych wielkości jak i interpretację mapy obrazującej ich przestrzenne rozmieszczenie.

3.3. Ocena osiągnięcia naukowego doktorantki

W ocenianej rozprawie pani mgr inż. Bodus-Olkowska proponuje rozbudowaną procedurę przetwarzania, a w konsekwencji kategoryzacji wyników badań obiektów dennych prowadzonych z użyciem magnetometrów morskich. W tym celu proponuje oryginalne podejście polegające na skategoryzowaniu typowych cech różnych grup odnajdywanych na dnie obiektów antropogenicznych. Uzyskany przez Doktorantkę obszerny katalog wykrytych obiektów jest oparty na bazie samodzielnie zebranych danych w trakcie prac hydrograficznych, a także, co chciałbym podkreślić, w wyniku wymiany z innymi ośrodkami naukowymi. Pozwolił on wydzielić charakterystyczne cechy trzech grup: wraków, kotwic oraz niewybuchów. Uważam, że stworzenie tego rodzaju wzorców, poprzez opracowanie statystyczne wartości wielu wielkości charakterystycznych dla takich obiektów jest już osiągnięciem naukowym. Niewątpliwie dla celów praktycznych pożądanym byłoby rozszerzenie takiego katalogu, jednak celem Autorki było wykazanie, że podobny katalog może służyć do kategoryzowania obiektów dennych i miał stanowić tylko element zaproponowanej metody. W tym kontekście nie uważam, aby ograniczona liczba wzorców tego katalogu dyskwalifikowała go.

W kolejnym etapie Doktorantka pogłębiła swe badania podejmując próbę weryfikacji sugerowanej metody, która ostatecznie sprowadza się do takiego przetworzenia materiału mapowego zawierającego zapisy z mierników magnetycznych, aby można je było skorelować ze wzorcami i automatycznie lub półautomatycznie dokonać klasyfikacji znalezisk. Wymagało to przygotowania całego ciągu technologicznego niezbędnego do przetworzenia materiału zebranego w trakcie pomiarów. Ten ciąg opiera się na optymalnym wykorzystaniu możliwości oprogramowania przeznaczonego do badań hydrograficznych oraz pakietu Matlab i ostatecznie prowadzi do poprawnego klasyfikowania znalezisk z prawdopodobieństwem powyżej 80%. Bez wątplenia tę wartość można zwiększyć w drodze doskonalenia zaproponowanej metody, jednak nie może to

stanowić podstawy do kwestionowania jej. Jest to wyłącznie kwestią dalszych eksperymentów i swoistej regulacji parametrów przyjmowanych w procesie wnioskowania.

Uważam, że opisane w rozprawie zagadnienia, wnioski, a zwłaszcza zaproponowane i przetestowane algorytmy są oryginalne i efektywne, dowodzą doskonałej znajomości problemów poruszanych w rozprawie i okazały się użyteczne dla procesu klasyfikacji obiektów podwodnych wykrytych na podstawie pomiarów anomalii magnetycznych. Dowodzą również dogłębnego zrozumienia zagadnienia podjętego przez Doktorantkę, a także Jej inwencji oraz przygotowania do rozwiązywania skomplikowanych wyzwań naukowych.

Autorka rozprawy przyjęła właściwe założenia, precyzyjnie zdefiniowała cel, jakim było opracowanie metodyki przetwarzania danych pozyskanych metodami magnetometrycznymi, wykazała się biegłością w posługiwaniu się wyspecjalizowanymi pakietami informatycznymi z zakresu hydrografii oraz pakietem Matlab proponując w efekcie rozwiązanie, którego poziom oceniam jako adekwatny do stanu techniki na świecie.

Pragnę także bardzo podkreślić aplikacyjność zaproponowanych procedur, które znalazły potwierdzenie w procesie interpretacji przeprowadzonego przez Doktorantkę szerokiego spektrum wyników eksperymentów pomiarowych. Osiągnięcie swe Doktorantka przedstawia w bardzo klarowny sposób, posługując się zasadniczo poprawną terminologią, potwierdzając swoje osiągnięcia wynikami praktycznych eksperymentów pomiarowych i ilustrując czytelnymi i jednoznacznymi wykresami.

W swoich badaniach pani mgr Bodus-Olkowska wykazała się nie tylko rozległą i pogłębioną wiedzą z zakresu dyscypliny, ale również doskonałym opanowaniem warsztatu badawczego, praktycznymi umiejętnościami niezbędnymi w pracy naukowej w dyscyplinie inżynieria lądowa, geodezja i transport, co upoważnia Ją do samodzielnego prowadzenia badań. Natomiast efekty badań przedstawione w recenzowanym opracowaniu wnoszą bez wątpienia istotne wartości w rozwój dyscypliny.

4. Uwagi krytyczne

Odnosząc się do warstwy merytorycznej rozprawy pragnę podkreślić, że wysoko oceniam całą pracę, a zwłaszcza wyniki badań Autorki. Odnoszę to zarówno do koncepcji jak i zastosowanych metod badawczych oraz wyników. W istocie nie zgłaszam żadnych zastrzeżeń do zaproponowanego rozwiązania rozumiejąc, że istotą jest kompletna procedura postępowania w trakcie przetwarzania zebranych danych pomiarowych. Niepełna skuteczność uzyskiwana na obecnym etapie jest wyłącznie kwestią dalszego doskonalenia metody zaproponowanej przez Doktorantkę.

Nie zmienia to faktu, że dostrzegam w rozprawie kilka aspektów, które niepotrzebnie obniżają tę wysoką ocenę. Sprowadzają się one do warstwy edycyjnej i z pewnością można było ich uniknąć, albowiem nie sądzę, żeby były powodowane brakiem wiedzy. Odnoszę to, na przykład, do notorycznego traktowania masy (wielkość fizyczna) jako synonimu wagi (przyrząd pomiarowy) lub ciężaru (siła, efekt oddziaływania grawitacji na masę). Są to fundamenty fizyki, a magnetyzm jest przeciwieństwem fragmentem fizyki, więc takie potknięcia w pracy o takiej tematyce nie powinny się pojawić. Dlatego również nie mogę pominąć faktu, że Doktorantka traktuje termin wielkość jako synonim terminu wartość.

Podobnej rangi błąd to dwojaki traktowanie satelity (w sensie formy gramatycznej) na przemian jako rodzaj żeński (tej satelity) i męski (dwa z satelitów). Kuriozalnym przypadkiem jest jednak „każda z satelitów” (str. 25w3d). Kłopot z formą gramatyczną słowa „satelita” jest dość powszechny wśród naszych rodaków, zwłaszcza w odniesieniu do sztucznych satelitów Ziemi (Księżycy nikt nie potraktuje jako rodzaj żeński), jednak w rozprawie doktorskiej nie powinien się zdarzyć.

Na str. 17 Autorka stwierdza, że lądowe i morskie pomiary magnetyczne są pomiarami lokalnymi i odnoszą się do małych obszarów. Jednak w drugim rozdziale, chyba nieświadomie kwestionuje ten pogląd opisując funkcjonowanie sieci lądowych obserwatoriów magnetycznych oraz lądowych punktów osnowy magnetycznej w kontekście badań globalnych magnetyzmu Ziemi oraz sporządzania modeli magnetyzmu ziemskiego. Pomijam tu fakt, że użyto tu wyrażenia „dedykowane”, którego to słowa Autorka (nie jest wyjątkiem) używa notorycznie i niepoprawnie zamiast terminu „przeznaczone”. Słownik języka polskiego mówi, że dedykować można, na przykład komuś dzieło (inaczej mówiąc poświęcić komuś coś) jednak to nie oznacza przeznaczenie czegoś do specyficznych zadań. Podobnym błędem językowym jest użyty na str. 58 (w7g.) zwrot „...powinno być minimalnie 2.5-3 ...”. Przecież zwrot „minimalnie” lub „minimum” (pojawia się na tejże stronie u dołu) nie oznacza „co najmniej”.

Na stronie 53 znajduje się nieprawdziwa informacja, jakoby wynalazcą sondy strumieniowej (fluxgate) był Vincent Vacquier. Autorami tego wynalazku są Niemcy Aschenbrenner i Goubau, którzy w roku 1936 zaproponowali taki sensor jako element zapalnika miny magnetycznej. Vacquier zmodyfikował go dla zastosowań geofizycznych, a następnie w roku 1941 dostosował do wykrywania okrętów podwodnych z pokładów samolotów. Na marginesie wspomnijmy, że taki sensor poleciał w roku 1958 w kosmos na pokładzie Sputnika 3 inicjując pomiary ziemskiego pola magnetycznego z kosmosu.

Z grupy błędów edycyjnych mniejszej rangi wskażę tylko wybrane.

- Uważam za niewłaściwą manierę numerowanie stron parzystych po wewnętrznej (grzbietowej) stronie.

- Poczynając od rozdziału drugiego (str. 44) numeracja rysunków przytaczanych w tekście nie odpowiada stanowi faktycznemu, a na stronie 28 znajduje się niewłaściwy opis zmiennych odnoszących się do zależności (10).

- Nie jest dla mnie jasny zapis na str. 53 u dołu. Podano tam, że w magnetometrze optycznym stosuje się falę światłą o częstotliwości 30kHz ($3 \cdot 10^4 \text{Hz}$). Przecież nawet długie fale radiowe mają wyższą częstotliwość! Chyba potęga powinna być -14.

- Z kolei na str. 54 pomyłono termin „precesja” z terminem „precyzja” tak w wersji polskiej jak i angielskiej. Istotą magnetometru protonowego jest wprowadzenie atomów wodoru w rezonans, co jest również obserwowane jako precesja spinu tego atomu wokół średniego położenia osi wirowania. To samo zjawisko występuje w medycznej technice obrazowania polegającej na wprowadzeniu w drgania atomów wodoru występujących w wodzie wypełniającej komórki organizmu człowieka stąd nazwa Rezonans Magnetyczny.

Tego rodzaju potknięcia traktuję jako drugorzędne, niekiedy utrudniające, jednak nie stanowiące przeszkody w zrozumieniu wyводу Doktorantki. Niemniej uważam, że wyjaśnienia ze strony Autorki wymaga termin „geoklasyfikacja”, który pojawia się już na pierwszej stronie i powtarza się wielokrotnie. Nie znam tego terminu, nie został on zdefiniowany w pracy więc poproszę o jego wyjaśnienie, zwłaszcza o wyjaśnienie czym różni się „geoklasyfikacja” od powszechnie znanego terminu „klasyfikacja”.

W podrozdziale 3.3.3 Doktorantka porusza zagadnienie rozmiarów pikseli, które w istocie są przedmiotem analizy, skoro sens metody można sprowadzić do analizy obrazu. Nasuwa się zatem pytanie, w jaki sposób mogą być ze sobą powiązane takie aspekty jak rozmiary obiektu dennego, prędkość poruszania się statku i dokładność wyznaczania pozycji tegoż? Poproszę o ustosunkowanie się do tej kwestii w trakcie obrony pracy.

Zaintrygowała mnie również informacja, iż wśród niewybuchów dominuje obraz magnetyczny o charakterze monopolu. Z tekstu rozprawy wynika, że jednak część niewybuchów miała charakter dipoli, co w przypadku obiektów posiadających pole magnetyczne wydaje się naturalnym. Wobec tego nasuwa się pytanie, czy można wskazać ewentualny związek cechy dipol/monopol z kształtem lub charakterem takiego obiektu?

5. Podsumowanie

Podsumowując stwierdzam, że recenzowana rozprawa doktorska pani mgr inż. Izaabeli Bodus-Olkowskiej pod tytułem „Klasyfikacja obiektów podwodnych na podstawie mapy anomalii magnetycznych” stanowi oryginalne rozwiązanie zagadnienia naukowego w rozumieniu ustawy z dnia 14 marca 2003 roku „O stopniach naukowych i tytule naukowym oraz o stopniach i tytule w zakresie sztuki” (tekst jednolity Dz.U. z 2017 r. poz. 1789). Nie mam wątpliwości co do tego, że Doktorantka wykazała się:

- doskonałą znajomością zagadnienia, posiada ogólną wiedzę teoretyczną w dyscyplinie inżynieria lądowa, geodezja i transport; dowiodła znajomości zagadnienia, umiejętności prowadzenia badań, w szczególności o charakterze hydrograficznym, umiejętności analizy i interpretacji materiału badawczego;
- przedstawiona rozprawa doktorska dowodzi, że autorka posiada umiejętności prowadzenia badań naukowych, formułowania celów, hipotez i dobierania adekwatnych metod badawczych w dyscyplinie inżynieria lądowa, geodezja i transport;
- w przedstawionej rozprawie podała oryginalne rozwiązanie problemu naukowego, jakim było opracowanie nowej metody klasyfikacji obiektów podwodnych na podstawie mapy anomalii magnetycznych.

W związku z powyższym wnoszę o dopuszczenie jej do publicznej obrony.

