

Poznań, dnia 12.12. 2014 r.

**Recenzja dorobku naukowego**  
**dr inż. Zbigniewa Łubniewskiego**

**Osiągnięcie naukowe**

Osiągnięcie naukowe, będące przedmiotem postępowania habilitacyjnego dr inż. Zbigniewa Łubniewskiego, stanowi zestaw 17 prac dotyczących *metody klasyfikacji i obrazowania dna morskiego, opartej na obserwacji akustycznej, zintegrowanej z przetwarzaniem innych danych pomiarowych*. Artykuł 17 ustawy z dnia 14 marca 2003 o stopniach naukowych i tytule naukowym mówi, że osiągnięcie takie powinno być znacznym wkładem w rozwój określonej dyscypliny naukowej. Stwierdzam, że warunek ten jest spełniony. A oto uzasadnienie.

Dno morskie jest istotnym składnikiem ekosystemu mórz i oceanów. Wiedza o nim jest niezbędna zarówno w zastosowaniach związanych z globalnym zarządzaniem, wykorzystywaniem i ochroną ekosystemów morskich, jak i szeregiem działań człowieka na morzu: np. poszukiwaniem złóż, monitoringiem i utrzymaniem szlaków żeglugowych. Informacja o dnie morskim jest pozyskiwana poprzez bezpośrednie pobieranie i analizę próbek osadów dennych, jak również poprzez bezpośrednią obserwację i zdjęcia kamerami podwodnymi, w bezpośredniej bliskości dna. Niestety, techniki te są bardzo kosztowne, a ich szybkość niewielka. Alternatywą są metody akustyczne, pozwalające na zdalny pomiar właściwości dna za pomocą urządzeń hydroakustycznych (echosondy jednowiązkowe bądź wielowiązkowe, sonary boczne, itp.). Szybkość pozyskiwania informacji w takim przypadku jest dużo większa, a koszt dużo mniejszy. Możliwa jest także automatyzacja procedury zbierania danych oraz ich analizy i wizualizacji. Pomimo upływu wielu lat, metody akustyczne nie wypełniają w pełni wymogu uniwersalności. Mało tego: nie zostały one w pełni zweryfikowane. Powodem trudności weryfikacji jest złożoność zjawiska rozpraszania dźwięku od dna, zakłócenia przy pomiarach (szумы i rewerberacje), a także zmienność warunków

propagacji fal akustycznych. W świetle tych uwag staje się jasne, że rozwiązania proponowane przez habilitanta są bardzo istotne.

Dr inż. Łubniewski opracował i zweryfikował swoją własną metodę opisu, klasyfikacji oraz wizualizacji dna morskiego. Metoda ta opiera się trzech „filarach”.

1. Zintegrowanym przetwarzaniu i klasyfikacji kilku rodzajów danych pomiarowych, uzyskanych z wielowiązkowego sondowania dna (prace [6], [7], [8], [9], [14], [15] z listy „habilitacyjnej”).
2. Adaptacji metod przetwarzania sygnałów z echosondy jednowiązkowej dla sonaru wielowiązkowego, z wykorzystaniem informacji o dnie zawartej w parametrach echa (prace [6], [7], [8], [9], [11], [14], [15], [16] z listy „habilitacyjnej”).
3. Zastosowaniu:
  - analizy fraktalnej wyników sondowania jednowiązkowego i wielowiązkowego (prace [5], [6], [7], [8], [9], [12], [13], [14], [15], [16] z listy „habilitacyjnej”),
  - techniki *Shape From Shading* (SFS) zastosowanej do opisu powierzchni dna i obiektów podwodnych w trzech wymiarach (prace [1], [10], [11], [17] z listy „habilitacyjnej”),
  - kanonicznej analizy dyskryminacyjnej (*canonical discriminant analysis* - CDA), do redukcji wymiaru przestrzeni cech sygnałów echa i obrazów dna (prace [6], [7] z listy „habilitacyjnej”).

Ponadto dr inż. Łubniewski opracował metodę kompresji danych hydroakustycznych, rejestrowanych sonarem wielowiązkowym, która poprawia efektywność ich przesyłania i archiwizacji (praca [2] z listy „habilitacyjnej”). Zmodyfikowana przez niego procedura Huffmana działa szybciej niż w przypadku standardowym, ale bez istotnego zmniejszenia stopnia kompresji.

Jakie są korzyści zastosowania metody dr inż. Łubniewskiego?

Zwiększa ona efektywność pozyskiwania informacji o dnie morskim oraz zwiększa jej wiarygodność. Owocami metody Łubniewskiego są:

- 1) możliwość bieżącej klasyfikacji dna morskiego podczas pomiarów sonarem wielowiązkowym, co znacznie zwiększa efektywność i możliwy obszar badań (prace [6], [7], [8], [9], [11], [14], [15], [16] z listy „habilitacyjnej”),



- 2) możliwość obrazowania w trzech wymiarach rzeźby dna i obiektów podwodnych, np. wraków (prace [1], [7], [10], [11], [17] z listy „habilitacyjnej”),
- 3) możliwość tworzenia na bieżąco wielowymiarowych modeli elementów podwodnych oraz przetwarzania informacji i jej wizualizacja w systemach informacji przestrzennej – GIS (prace [1], [7], [10], [11], [17] z listy „habilitacyjnej”),
- 4) poprawa efektywności przetwarzania informacji poprzez zwiększoną kompresję danych z sonarów wielowiązkowych (praca [2] z listy „habilitacyjnej”).

### **Aktywność naukowa**

Artykuł 16 ustawy z dnia 14 marca 2003 o stopniach naukowych i tytule naukowym stwierdza, że do postępowania habilitacyjnego może zostać dopuszczona osoba, której aktywność naukowa zaowocowała znacznym wkładem w rozwój określonej dyscypliny naukowej. Podobnie jak osiągnięcie naukowe (patrz wyżej), aktywność naukowa dr inż. Łubniewskiego ten warunek spełnia. W pierwszym rzędzie mam na uwadze prace związane z „osiągnięciem naukowym”, ale nie będące jej częścią : [D2], [D3], [D4], [D5], [E2], [K1], [K2], [K3], [K4], [K5], [K9] z listy niehabilitacyjnej – wykaz w części II w załączniku 4 do wniosku habilitacyjnego. Bez wątplenia o aktywności naukowej habilitanta świadczą jego badania dotyczące:

- infrastruktur krytycznych w kontekście bezpieczeństwa obszarów miejskich (prace [A1], [A2], [E3], [E6] z listy niehabilitacyjnej),
- satelitarnego obrazowania Ziemi (prace [A2], [D1], [E3] z listy niehabilitacyjnej),
- zanieczyszczeń i innych składników ekosystemów morskich (prace [D6], [D7], [E5], [K6], [K8] z listy niehabilitacyjnej),
- wspomagania nawigacji osób niewidomych (praca [E4] z listy niehabilitacyjnej),
- modeli rzeźby dna morskiego z użyciem pomiarów sonarem wielowiązkowym (praca [D10] z listy niehabilitacyjnej),
- rozpraszania sygnału z sonaru bocznego na dnie morskim (prace [D9], [K7], [K10] z listy niehabilitacyjnej),
- ech z echosondy jednowiązkowej (prace [D8], [D11], [K11], [K12], [K14] z listy niehabilitacyjnej),

- filtracji odwrotnej sygnałów ech od dna morskiego (prace [K13], [K15], K16] z listy niehabilitacyjnej).
- 

Indeks Hirscha prac habilitanta, według zapisów w bazach danych Web of Science, wynosi  $h = 2$ . Natomiast według Google Scholar, przy uwzględnieniu wszystkich cytowań oraz cytowań obcych, jest on równy odpowiednio,  $h = 7$  i  $h = 3$ .

W każdym przypadku liczba cytowań nie jest w pełni adekwatną miarą osiągnięć i dorobku naukowego. Sednem i istotą oceny jest waga – znaczenie rozwiązywanych problemów.

Dla przykładu weźmy samodzielną pracę dr. Łubniewskiego (*Comparison of backscattered sea bottom echo modelling in the acoustic pressure domain and in the intensity domain*, Acta Acustica united with Acustica, 88(5), 627-629, 2002). Niestety do tej pory nie była ona cytowana, chociaż jej wartość nie budzi wątpliwości.

A oto analiza jej treści.

Podjęty problemem dotyczy rozpoznawania i klasyfikacji dna morskiego. Praca nie jest fenomenologicznym opisem dna morskiego, lecz uwzględnia prawa rządzące powstawaniem echa. Jest ona punktem wyjścia dla bardziej efektywnych metod klasyfikacji dna morskiego. W literaturze przedmiotu można zauważyć dwa zasadniczo różne sposoby modelowania echa:

- 1) złożone numerycznie modelowanie w dziedzinie ciśnienia akustycznego, uwzględniające dokładną, wysokorozdzielczą „realizację” dna morskiego (i warunków propagacji sygnału), dokładny przebieg sygnału nadawanego (najczęściej wąskopasmowego. Modelowanie takie prowadzi do syntezy pełnego sygnału echa (z uwzględnieniem informacji fazowej).
- 2) modelowanie w dziedzinie natężenia sygnału akustycznego, uwzględniające opis geometrii dna w dużej skali. Modelowanie to daje obwiednię wąskopasmowego sygnału echa, wykorzystując przy tym kątową zależność współczynnika rozpraszania wstecznego od cech rzeźby dna w małej skali.

Istotne jest, że do tej pory nie było próby porównania wyników tych dwóch sposobów modelowania. W analizowanej tu pracy, autor wypełnia tę lukę. Dobiera przy tym odpowiednio warunki eksperymentu, tak aby spełnione były wszystkie założenia dla obu sposobów modelowania. Najpierw, w odniesieniu do rzeźby powierzchni dna, stosuje model



„composite roughness”. Następnie pokazuje warunki, w których obie metody dają zgodne wyniki.

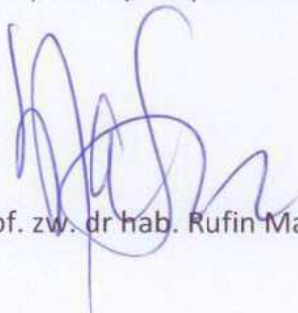
Co daje omawiana praca? Umożliwia poprawę efektywności modelowania numerycznego rozpraszania sygnału akustycznego na dnie morskim i umożliwia poprawę jakości klasyfikacji dna morskiego.

---

Choć ustawa tego nie wymaga, warto odnotować aktywny udział dr inż. Łubniewskiego w bardzo wielu konferencjach krajowych i zagranicznych, m. in. w wielu edycjach prestiżowej European Conference on Underwater Acoustics (1998 – 2012, Rzym, Lyon, Gdańsk, Delft - Holandia, Carvoeiro – Portugalia, Paryż, Stambuł, Edynburg), a także w kilku światowych kongresach z dziedziny akustyki. Nie bez znaczenia jest także wielkie zaangażowanie kandydata w działalność dydaktyczną i organizacyjną – m. in. autorstwo programów nowatorskich specjalności dla studentów, organizowanie i uczestniczenie we współpracy dydaktycznej między uczelniami, działalność w Polskim Towarzystwie Akustycznym.

### **Podsumowanie**

Biorąc pod uwagę wyżej sformułowane przesłanki stwierdzam, że „osiągnięcie naukowe” oraz „aktywność naukowa” dr inż. Zbigniewa Łubniewskiego spełniają wymogi zawarte w ustawie z dnia 14 marca 2003 o stopniach i tytule naukowym. W związku z tym proszę wysoką Radę Naukową Instytutu Oceanologii PAN w Sopocie o dopuszczenie kandydata do dalszych etapów przewodu.



Prof. zw. dr hab. Rufin Makarewicz