

dr hab. inż. Piotr Wężyk, prof. URK
Katedra Zarządzania Zasobami Leśnymi
Wydział Leśny
Uniwersytet Rolniczy im Hugona Kołłątaja w Krakowie

Kraków, dn. 08.09.2025 r.

RECENZJA

osiągnięć naukowych oraz aktywności naukowej **dr. Łukasza Janowskiego** w związku z postępowaniem o nadanie mu stopnia naukowego doktora habilitowanego w dziedzinie nauk ścisłych i przyrodniczych, w dyscyplinie Nauk o Ziemi i środowisku.

Podstawa formalna i prawna oceny

Ocenę dorobku sporządzono w odpowiedzi na pismo Przewodniczącego Rady Naukowej Instytutu Morskiego (Uniwersytet Morski w Gdyni) Pana prof. dr hab. inż. Krzysztofa Czaplewskiego (pismo sygn. DN 88 25) z dnia 23.06.2025 roku – informującego o powołaniu mojej osoby przez RDN na Recenzenta Komisji Habilitacyjnej (uchwała RD ILGiT 1023/2024) w postępowaniu w sprawie nadania stopnia doktora habilitowanego w dziedzinie nauk ścisłych i przyrodniczych, w dyscyplinie Nauk o Ziemi i środowisku Pana dr Łukasza Janowskiego.

Opinię wykonano na podstawie dostarczonych przez Uniwersytet Morski w Gdyni w wersji analogowej oraz elektronicznej plików dokumentów zawierających:

- Wniosek przewodni Kandydata z dn. 20.03.2025 o przeprowadzenie postępowania habilitacyjnego na Uniwersytecie Morskim w Gdyni,
- Dane wnioskodawcy,
- Kopię Uchwały 7/RDNZ/2019 z 17.01.2020 roku o nadaniu mgr. Łukaszowi Janowskiemu stopnia doktora w dziedzinie nauk ścisłych i przyrodniczych w dyscyplinie nauki o Ziemi i środowisku,
- Autoreferat,
- Wykaz osiągnięć naukowych stanowiących znaczny wkład w rozwój określonej dyscypliny,
- Oświadczeń współautorów prac dokumentujących osiągnięcie,
- Kopie publikacji stanowiących osiągnięcia naukowe oraz staże zagraniczne.

Przedłożona recenzja opiera się na kryteriach określonych w art. 219 ust. 1 ustawy z dnia 20 lipca 2018 r. Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce (tekst jedn. Dz. U. z 2023 r., poz. 742 z późn. zm.). Zgodnie z tym przepisem stopień doktora habilitowanego nadaje się osobie, która:

- 1) posiada stopień doktora;
- 2) posiada w dorobku osiągnięcia naukowe albo artystyczne, stanowiące znaczny wkład w rozwój określonej dyscypliny, w tym co najmniej:

- a) 1 monografię naukową wydaną przez wydawnictwo, które w roku opublikowania monografii w ostatecznej formie było ujęte w wykazie sporządzonym zgodnie z przepisami wydanymi na podstawie art. 267 ust. 2 pkt 2 lit. a, lub
 - b) 1 cykl powiązanych tematycznie artykułów naukowych opublikowanych w czasopiśmie naukowym lub w recenzowanych materiałach z konferencji międzynarodowych, które w roku opublikowania artykułu w ostatecznej formie były ujęte w wykazie sporządzonym zgodnie z przepisami wydanymi na podstawie art. 267 ust. 2 pkt 2 lit. b, lub
 - c) 1 zrealizowane oryginalne osiągnięcie projektowe, konstrukcyjne, technologiczne lub artystyczne;
- 3) wykazuje się istotną aktywnością naukową albo artystyczną realizowaną w więcej niż jednej uczelni, instytucji naukowej lub instytucji kultury, w szczególności zagranicznej.

Przedstawiona **dokumentacja spełnia wymogi i pozwala na wykonanie recenzji**, zgodnie z art. 221 ust. 10 ustawy z dnia 20 lipca 2018 r. Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce (Dz. U. z 2021 r. poz. 478 zm.). Recenzja została napisana w oparciu o katalog przesłanek warunkujących nadanie stopnia doktora habilitowanego, które mają charakter zamknięty.

Sylwetka Habilitanta

Rozwój naukowy i zawodowy

Dotychczasowy rozwój naukowy Habilitanta związany był z Uniwersytetem Gdańskim, na którym w 2013 roku kończy studia na kierunku Oceanografia (specjalność geologia morza). Tam uzyskuje tytuł magistra broniąc pracę dyplomową „Warunki sedymentacyjne formacji błędzikowskiej w oparciu o stanowisko Mrzezino, północna Polska”.

W roku 2020 nadany mu zostaje na Uniwersytecie Gdańskim tytuł doktora w dziedzinie nauk ścisłych i przyrodniczych, w dyscyplinie nauki o Ziemi i środowisku, po przyjęciu przez RD rozprawy doktorskiej pt.: „*Mapowanie habitatów dennych Laguny Weneckiej na podstawie badań echosondą wielowieżkową*”.

W okresie przed uzyskaniem stopnia doktora, Pan mgr Łukasz Janowski przez 7 lat miał otwarty przewód doktorski i był zatrudniony najpierw jako starszy referent techniczny (2013-2015) a potem jako Specjalista w dziedzinie akustyki podwodnej (2019-2020). W tym samym w zasadzie okresie zostaje też asystentem na Uniwersytecie Morskim w Gdyni (2019-2020), po czym, po otrzymaniu tytułu doktora zostaje tam adiunktem (do chwili obecnej).

W latach 2013 oraz 2019 odbywa 2 bardzo ważne w jego rozwoju staże naukowe w CNR-ISMAR w Wenecji (Włochy).

Po otrzymaniu stopnia doktora w 2022 roku odbywa też inny 3-miesięczny staż naukowy w Cyprus University of Technology w Photogrammetric Vision Lab o czym świadczy załączone potwierdzenie pobytu wraz referencjami (brak jednak wzmianki w pkt. 3 Autoreferatu).

Zainteresowania badawcze Kandydata

Zainteresowania badawcze Pana dr Łukasza Janowskiego od samego początku jego kariery jako badacza skupiają się głównie wokół zagadnień dotyczących bezinwazyjnych pomiarów teledetekcyjnych dna zbiorników wodnych, w tym przede wszystkim: laguny (Wencja), płytkich mórz, jezior i rzek (kanał Odry). Celem implementacji różnych technologii obrazowania było poszukiwanie innowacyjnych metod kartowania o wysokim stopniu automatyzacji i obiektywizmu z wykorzystaniem zaawansowanych technologii analiz GIS (analizy geomorfometryczne), analizy segmentowanych obrazów (GEOBIA) i finalnym wykorzystaniem algorytmów z zakresu szeroko określanego jako sztuczna inteligencja (ang. AI). Stopniowo habilitant poszerzał swój warsztat narzędziowy od technologii hydroakustycznych o takie sensory jak echosondy wielowiązkowe, jednak dostrzegając potencjał i efektywność batymetrycznego skanowania laserowego (ang. Airborne Laser Bathymetry; ALB LiDAR) zainteresował się zakresem optycznym teledetekcji dla celów kartowania dna płytkich mórz. Dodatkowo na swojej ścieżce naukowej analizował potencjał fotogrametrii cyfrowej, oferującej w ostatnich dekadach nowe rozwiązania w zakresie generowania modeli 3D w oparciu o tzw. gęste dopasowanie obrazu (ang. *dense matching*) i tworzeniu fotogrametrycznych chmur punktów (ang. *IPC*) dla celów uzupełniania kompletności geodanych, w miejscach, w których poszczególne technologie są bezradne bądź nieefektywne (np. kosztochłonne, niedokładne, niemożliwe do użycia). Ostatnie publikacje habilitanta (nie stanowiące już cyklu) rozszerzane są na wysokorozdzielcze ortoobrazy BSP i dotyczą już nie tylko dna morskiego ale narażonych na erozję klifów. Niewątpliwie zwieńczeniem większości publikacji jest wykorzystanie narzędzi sztucznej inteligencji w celu predykcji (klasyfikacji) przedmiotów badań począwszy od habitatów bentosowych, przez formy naturalne i antropogeniczne dna morza po detekcję artefaktów archeologicznych.

Dorobek naukowy

Podstawę przedłożonej do recenzji rozprawy habilitacyjnej stanowi spójny cykl powiązanych ze sobą tematycznie publikacji naukowych, o jakich mowa w art. 219 ust. 1. pkt 2b Ustawy z dnia 20 lipca 2018 r. Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce (Tab. 1).

Habilitant do swojego dorobku publikacyjnego, notowanych w JCR przed osiągnięciem doktoratu, zaliczyć może współautorstwo aż w 6 publikacjach przy czym w 2 z nich był pierwszym autorem. Po doktoracie opublikował samodzielnie lub ze współautorami aż 17 prac z czego 8 z nich stanowi powiązany tematycznie cykl.

L.p.	Publikacja	IF czasopisma	Liczba punktów wg listy MNiSW
1	Janowski, L., Wroblewski, R., Dworniczak, J., Kolakowski, M., Rogowska, K., Wojcik, M., i Gajewski, J. (2021). Offshore benthic habitat mapping based on object-based image analysis and geomorphometric approach. A case study from the Slupsk Bank, Southern Baltic Sea. Science of The Total Environment, 801, 149712. https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2021.149712	10,753	200
2	Janowski, L., Kubacka, M., Pydyn, A., Popek, M., i Gajewski, L. (2021). From acoustics to underwater archaeology: Deep investigation of a shallow lake using high-resolution hydroacoustics - The case of Lake Lednica, Poland. Archaeometry, 63(5), 1059-1080. https://doi.org/10.1111/arcm.12663	1,82	200
3	Janowski, L., Wroblewski, R., Rucinska, M., Kubowicz-Grajewska, A., i Tysiac, P. (2022). Automatic classification and mapping of the seabed using airborne LiDAR bathymetry. Engineering Geology, 301. https://doi.org/10.1016/j.enggeo.2022.106615	2,0	200
4	Janowski, Ł., Skarlatos, D., Agrafiotis, P., Tysiąc, P., Pydyn, A., Popek, M., Kotarba-Morley, A. M., Mandlbürger, G., Gajewski, Ł., Kołakowski, M., Papadaki, A., i Gajewski, J. (2024). High resolution optical and acoustic remote sensing datasets of the Puck Lagoon. Scientific Data, 11(1), 360. https://doi.org/10.1038/s41597-024-03199-y	6,9	140
5	Janowski, Ł., Pydyn, A., Popek, M., i Tysiąc, P. (2024). Non-invasive investigation of a submerged medieval harbour, a case study from Puck Lagoon. Journal of Archaeological Science: Reports, 58, 104717. https://doi.org/10.1016/j.jasrep.2024.104717	2,9	140
6	Janowski, Ł., i Wróblewski, R. (2024). Application and Evaluation of the AI-Powered Segment Anything Model (SAM) in Seafloor Mapping: A Case Study from Puck Lagoon, Poland. Remote Sensing, 16(14), 2638. https://doi.org/10.3390/rs16142638	4,1	100
7	Janowski, Ł. (2025). Advancing Seabed Bedform Mapping in the Kuźnica Deep: Leveraging Multibeam Echosounders and Machine Learning for Enhanced Underwater Landscape Analysis. Remote Sensing, 17(3), 373. https://doi.org/10.3390/rs17030373	7,0	100

8	Janowski, Ł., Pydyn, A., Popek, M., Gajewski, J., i Gmińska-Nowak, B. (2025). Towards better differentiation of archaeological objects based on geomorphometric features of a digital elevation model, the case of the Old Oder Canal. <i>Archaeological Prospection</i> 32(1), 47-58. https://doi.org/10.1002/arp.1927	1,9	140
RAZEM		37,373	1220

Łącznie dorobek naukowy habilitanta stanowią 23 recenzowane prace, w tym 6 z nich opublikowano przed doktoratem a 17 po jego uzyskaniu. Skumulowany IF dla wszystkich prac wynosi 82,309. Istotnym faktem jest iż w ponad połowie publikacji z jego udziałem, jest on pierwszym autorem. Bardzo wysokie indeksy naukometryczne wskazują na fakt, iż publikacje habilitanta są bardzo często cytowane. Aż 67% prac znajduje się w Q1 (w Pierwszym Kwartylu; 25%) najczęściej cytowanych prac, a 80% z nich zostało opublikowanych Q1 czasopism.

Na dzień 05.09.2025 baza Scopus wykazuje już 29 prac recenzowanych, 550 cytowań i indeks Hirscha = 13.

Na dzień 05.09.2025 baza Scopus wykazuje już aż 29 prac recenzowanych, 550 cytowań a indeks Hirscha osiąga 13.

Cały dorobek naukowy habilitanta zarówno przed jak i po doktoracie, ten zaliczony do cyklu i poza nim - oceniam bardzo pozytywnie.

Ocena osiągnięcia naukowego będącego podstawą postępowania habilitacyjnego

Przedłożone do oceny **osiągnięcie naukowe składa się z 8 publikacji stanowiących powiązany ze sobą cykl**. Poniżej recenzent omawia każdą z nich, pomimo, iż zostały opublikowane w punktowanych wydawnictwach i przeszły niełatwy zapewne proces recenzji. W obecnych uwarunkowaniach recenzowania habilitacji jako cyklu publikacji, trudno mieć uwagi do pojedynczych już opublikowanych artykułów stąd często, jedynie Autoreferat, będący częścią integralną postępowania, staje się przedmiotem oceny. Habilitant zdecydował się na przedstawienie w Autoreferacie 3 typów zagadnień jakie rozwiązywał, czyli najpierw przedstawił swoje osiągnięcie naukowe od strony:

- a) **wykorzystania danych batymetrycznych o wysokiej rozdzielczości przestrzennej** - rozpoznanie batymetrii bardzo płytkiego dna morskiego Zalewu Puckiego w wysokiej rozdzielczości przy użyciu innowacyjnych technologii teledetekcyjnych), następnie
- b) **kartowania cech geomorfologicznych i dennych** oraz poruszył – opracowanie zautomatyzowanych metod klasyfikacji i delimitacji cech geomorfologicznych i siedlisk bentosowych – i na koniec

c) aplikacyjność osiągnięcia w zagadnieniach archeologii podwodnej i dziedzictwie kulturowym – identyfikacja i rozwój automatycznych metod wykrywania obiektów archeologicznych oraz dziedzictwa kulturowego.

Oczywiście habilitant mógł zastosować takie podejście prezentując osiągnięcie, jednak habilitant wprowadza lekki chaos z numeracją publikacji tworzących cykl, co utrudnia trochę recenzentowi ich znajdowanie ze względu na mylącą przytaczaną kolejność i brak jednoznacznych oznaczeń w Autoreferacie w rozdz. 4 (na nośniku cyfrowym brak numeracji publikacji). Może jest to typowe „czepialstwo” ze strony recenzenta, ale porządek numeracji jest ważny a numery publikacji nie są przytaczane w rozdz. 4.4.2. i 4.4.3, podobnie jak ich autorzy czy daty publikacji. Nagłówki akapitów np. 4.4.2. sugerują że omawiane będą kolejno publikacje 1, 3, 6 oraz 7 a w rzeczywistości kolejność w tekście Autoreferatu jest następująca: 1, 7, 3 oraz 6. Podobnie w rozdziale 4.4.3. kolejność publikacji jest inna niż wymieniona. Oczywiście treści publikacji pozostają niezmiennie ale sam tekst Autoreferatu ma trochę powtórzeń i mógłby być lepiej przygotowany bez zbytniego pośpiechu skutkującego lekkim zamieszaniem. W rozdziale 4.3.1. habilitant mógł na przykład szerzej wprowadzić czytelników w zagadnienia technologii hydroakustycznych czy nawet LiDAR albo GEOBIA. Podobnie warto było poświęcić trochę miejsca algorytmom uczenia maszynowego (ML) jako części AI, która stała się niejako częścią tego cyklu.

Poniżej przedstawiam charakterystykę publikacji tworzących tematycznie powiązany cykl w porządku przygotowanym na str. 2 oraz 3 Autoreferatu, jak zakładałam posortowanych datą wydania publikacji. Myślę, że publikacje można było omawiać biorąc pod uwagę ścieżkę czasu rozwoju naukowego kandydata, który rozpoczynał publikacje cyklu od wykorzystania technologii MBES, włączając w analizy narzędzia GEOBIA a potem konsekwentnie algorytmy ML czy AI (SAM) i technologie ALB oraz modelowania batymetrycznego na bazie obrazów wielospektralnych SPOT-6.

Publikacja nr 1

Prezentuje zaawansowane metody badań hydroakustycznych o wysokiej rozdzielczości obszaru Natura 2000 „Ławica Słupska” niezmiennie cennego z punktu widzenia bioróżnorodności ekosystemu na południowym Bałtyku. Celem pracy było skuteczne kartowanie siedlisk (habitatów) bentosowych z wykorzystaniem danych batymetrycznych generowanych na podstawie echosondy wielowiązkowej MBES (SeaBatT20-P; Teledyne Reson) i sonaru bocznego w ośmiu badanych lokalizacjach na terenie Ławicy Słupskiej. W artykule oceniono poddano różne zmienne predykcyjne, użyto czterech klasyfikatorów nadzorowanych (Classification and Regression Trees - CART; K-Nearest Neighbor – KNN; Support Vector Machine - SVM oraz Random Forest RF) oraz dodano podejście uogólniające, poprawiające dokładność opracowanego modelu statystycznego. Wyniki wskazały na bardzo duże znaczenie dla skuteczności klasyfikatorów wybranych cech geomorfometrycznych, które wcześniej nie były wykorzystywane w metodykach kartowania siedlisk bentosowych. Były to m.in. zmienne pochodne wygenerowane na bazie danych pomiarowych takie

jak: Fuzzy Landform Element Classification, Multiresolution Index of the Valley Bottom Flatness czy Multiresolution Index of the Ridge Top Flatness. Łącznie było to 38 zmiennych wyjaśniających przy czym 27 stanowiły pochodne a 8 pochodziło z segmentacji obrazu (GEOBIA; eCognition). Dane referencyjne pochodziły z manualnej interpretacji danych batymetrycznych. Porównanie otrzymanych wyników klasyfikacji do danych referencyjnych wykazało, że algorytm Random Forest (RF) miał najwyższą skuteczność detekcji habitatów spośród czterech testowanych klasyfikatorów nadzorowanych. Publikacja wykazała wysoką przydatność zaawansowanych metod zarówno analizy obrazu jak i modelowania predykcyjnego w kartowaniu habitatów morskich ważnych jako obszary chronione ze względu na ich pierwszorzędne znaczenie dla wielu procesów środowiskowych. Prawdopodobnie była to pierwsza demonstracja użycia fuzji metod GEOBIA oraz ML w kartografii dna morskiego Morza Bałtyckiego co jest istotną przesłanką do potwierdzenia osiągnięcia naukowego.

Publikacja nr 2

Jest istotną pracą badawczą cyklu w zakresie implementacji metod predykcji ML w archeologii podwodnej w bardzo trudnych warunkach jeziornych z występującą w nich zawiesiną. Badania dotyczyły wykorzystania danych hydroakustycznych uzupełnionych podwodnymi prospekcjami dokonywanymi przez nurków, pozyskanych w celu walidacji działania predykcji. Wykorzystano technologię MBES do rejestracji precyzyjnych danych batymetrycznych jeziora Lednica, co pozwoliło na wygenerowanie numerycznego modelu dna jeziora (GSD10 cm). Łącznie wyróżniono dziewięć kategorii obiektów w większości archeologicznych. Dokładny NMT dna jeziora umożliwił stworzenie na jego podstawie 13 pochodnych zmiennych, w tym cech geomorfometrycznych i obiektowych. Zastosowana analiza obrazu (GEOBIA) oparta na logice rozmytej (oprogramowanie eCognition; MR Segmentation) pozwoliła na osiągnięcie dobrych wyników na poziomie 86% skuteczności. O ile stosowanie analizy obrazu poprzez segmentację i klasyfikację znane było już od co najmniej dwóch dekad to w przypadku archeologii podwodnej opartej na batymetrii było rzadkością. Nowatorskie podejście do detekcji obiektów umożliwia skuteczną klasyfikację podwodnych struktur i artefaktów, które zwykle są bardzo trudne do identyfikacji podczas prac podwodnych. Walidacja wyników klasyfikacji GEOBIA dokonana przez nurków potwierdziła wiarygodność zastosowanych metod wskazując słuszny kierunek wykorzystania metod logiki rozmytej w tego typu badaniach.

Publikacja 3

Praca przenosi czytelnika z powrotem na obszar Morza Bałtyckiego i prezentuje pierwsze wyniki wykorzystania batymetrycznego skanowania laserowego (ang. ALB) w kartowaniu dna morskiego na odcinku 48 km podlegającego pod Urząd Morski w Gdyni. Metodykę z wykorzystaniem analizy GEOBIA oraz ML (algorytm K-najbliższych sąsiadów - KNN, maszyny wektorów nośnych - SVM, drzewa klasyfikacyjne i regresyjne - CART oraz algorytm losowego lasu – RF) sprawdzano na sześciu obszarach testowych rozmieszczonych na tym odcinku wybrzeża. Dane ALB pozyskano skanerem RIEGL VQ-1560i-DW i poddano procesowi zaawansowanego przetwarzania a następnie klasyfikacji chmur punktów w ramach monitoringu wybrzeża przez Opegięka.

Otrzymany od wykonawcy nalotu model NMT nie był jednak dostatecznie „oczyszczony” z artefaktów, stąd istniała potrzeba usunięcia efektów triangulacji (najczęściej efekt braku danych). Podczas tworzenia danych referencyjnych (uczących) wyróżniono łącznie dziewięć klas geomorfologicznych form dna morskiego oraz trzy klasy struktur antropogenicznych. Badanie podkreśliło ważność cech geomorfometrycznych MRRTF, które powinny być w przyszłości stosowane do automatycznego wyznaczania grzbietów reu przybrzeżnych, ważnych z punktu widzenia ochrony wybrzeża. Spośród czterech testowanych algorytmów ML, podobnie (jak w publikacji nr 1) – klasyfikator lasów losowych (RF) uzyskał najwyższą skuteczność i dokładność na poziomie 75% do 91%.

Publikacja 4

Artykuł będący efektem badań prowadzonych w ramach grantu NCN prezentuje bardzo innowacyjne podejście polegające na integracji wielu technologii teledetekcyjnych w tym lotniczych (zarówno ALB jak i cyfrowej fotogrametrii – SfM, MVS), zobrażeń satelitarnych (SPOT 6) oraz echosondy wielowiązkowej – w badaniach nad numerycznym modelem wysokościowym (NMT) dna Zalewu Puckiego. Wykorzystana aparatura (MBES; Teledyne Reson T50-P or T20-P) na platformie pływającej pozwoliła na uzyskanie danych batymetrycznych z rozdzielczością przestrzenną 20 cm GSD. Autorzy bardzo precyzyjnie opisują metodyki pozyskiwania wszystkich analizowanych źródeł danych dla potencjalnych zainteresowanych. W tych bardzo szeroko zaplanowanych badaniach wykorzystano m.in. skaner batymetryczny RIEGL VQ-880-GII (GISPRO) oraz zaawansowane metody filtracji chmur punktów ALB (Airborne Laser Bathymetry) w poszukiwaniu reprezentacji gruntu (dna). Do predykcji danych batymetrycznych metodą wykorzystania optycznych kanałów SPOT 6 w zakresie widzialnym RGB (GSD 6.0 m), wykorzystano klasyfikatory RF. Dane treningowe pochodziły z fuzji NMT generowanego na bazie lotniczego skanowania laserowego ALB oraz echosondy wielowiązkowej (te zestawy po ich integracji wciąż posiadały szereg braków wynikających z głębokości wody lub problemów z refrakcją albo niemożliwością orientacji zdjęć ze względu na amorficzność obrazu. Publikacja ma charakter bardzo szczegółowego opisu danych źródłowych i metodyk ich przetwarzania i ma charakter ściśle techniczny. Jest ważna w rozumieniu technicznego uzupełnienia osiągnięcia.

Publikacja 5

Artykuł jest jakby nawiązaniem do poprzedniego już omawianego artykułu gdyż prawdopodobnie bazuje na tym samym zestawie danych ALB pozyskanych w 2022 (GISPRO) jednak jego celem jest wskazanie aplikacyjności innowacyjnych rozwiązań skaningowych w porównaniu do znanych już metod hydroakustycznych (MBES). Te ostatnie mają swoje ograniczenia w bardzo płytkich wodach, w których z kolei przy dobrych warunkach pogodowych (brak wiatru i falowania) i odpowiedniej czystości wody (brak np. wodorostów i zawiesiny) techniki ALB stosujące światło zielone zyskują przewagę. Artykuł dokumentuje synergii dwóch zestawów danych tj. MBES z 2018 roku oraz ALB z 2022 roku. Celem badań opisanych w artykule była demonstracja wykorzystania ALB w ochronie podwodnego dziedzictwa kulturowego jakim są zachowane

fragmenty średniowiecznego portu w Pucku. Autorzy udowodnili bardzo wysoką korelację pomiędzy modelami NMT dna uzyskanymi z MBES oraz ALB ($R^2 = 0.9853$) podkreślając fakt, iż mogli uzupełnić braki danych MBES w płytkiej strefie przy brzegu (do -0,5 m). Autorzy zauważają w artykule przewagę ALB w szybkości pozyskiwania danych choć nie opisują precyzyjnie ile czasu zajęło ich przetwarzanie i skomplikowana filtracja i w efekcie klasyfikacja dna morskiego i innych obiektów. Nie opisano procedur klasyfikacyjnych a wymieniono jedynie oprogramowanie Terrasolid. Ważne, iż Autorzy dostrzegają sporo ograniczeń dla technologii ALB, która w przypadku Morza Bałtyckiego niekoniecznie zawsze musi dać dobre albo lepsze wyniki niż znacznie dłużej trwające pomiary hydroakustyczne. Istota sprawy polega na użyciu obu tych technologii w zależności od obiektów i praktyczne ich wykorzystanie jako narzędzia w detekcji i monitorowaniu podwodnego dziedzictwa kulturowego.

Publikacja 6

Habilitation we wcześniej omawianych pracach udowodnił, że od dłuższego czasu korzysta z innowacyjnych rozwiązań analizy obrazu znanych pod nazwą GEOBIA. Wskazuje on nawet, iż obecny paradygmat kartowania dna morskiego wykorzystujący pomiary teledetekcyjne o wysokiej rozdzielczości polega właśnie na stosowaniu segmentacji i klasyfikacji GEOBIA. Autorzy sięgnęli po bardzo ciekawy pomysł, wykorzystania algorytmu segmentacji opartego na sztucznej inteligencji, jakim jest Segment Anything Model (SAM) stworzony przez firmę META AI do kartowania 21 form dna morskiego Zatoki Puckiej. Wykorzystali w tym celu zestawy NMT dna Bałtyku pochodzące z pomiarów: MBES, ALB, IPC - fotogrametrii lotniczej i na bazie modelowania zobrazowania satelitarnego SPOT6. Wydajność algorytmu określana jako czas pracy była oceniana z wykorzystaniem stacji roboczej z kratą NVIDIA z architekturą CUDA. Autorzy byli zainteresowani przetestowaniem SAM oraz kombinacji fuzji SAM + segmentów z Multi-Resolution (GEOBIA; eGotnition; Trimble) dla detekcji form dna morskiego. Interesowała ich sytuacja czy rozwiązania AI wyprą stosowane do tej pory rozwiązania „state-of-the-art” za jakie uznawano GEOBIA.

Bardzo ciekawie zaplanowano architekturę testów różnych kombinacji danych i typów modeli na jakich bazuje SAM (META AI). Algorytm ten wytrenowano na niewiarygodnie obszernym zestawie obrazów ale wciąż jak widać istnieją luki co prawdopodobnie szybko wychwycili Autorzy. To niewątpliwie dobry pomysł by przetestować ten algorytm do tego typu prac kartograficznych. Odchodząc na moment od recenzji, zastanawiam się jak długo będziemy stosować manualnie („oko i mózg” + ręka) pozyskiwane dane przez eksperta jako dane do treningu czy walidacji wyników analizy obrazu. Jak wykazują inne dziedziny nauki, tego typu algorytmu AI mogą być nawet dokładniejsze w przypadku wychwycenia obiektu jaki ekspert akurat pominął.

Wracając do recenzji, habilitant (ze współautorem) wykazał niewątpliwie możliwości użycia nowatorskiego algorytmu SAM w detekcji form dna Bałtyku, wskazując iż na wydajność tego klasyfikatora znaczący wpływ ma rozdzielczość przestrzenna segmentowanych danych oraz wybrany typ modelu. Obiekty o większej powierzchni lub znacznej długości i ciągłości zostały skutecznie wykryte przez SAM, ale mniejsze elementy o mniej wyraźnych granicach niestety nie. Fakt ten wskazywać może na konieczność stosowania zestawów danych o wysokiej rozdzielczości przestrzennej w celu kartowania wszystkich struktur co pociągnie jednak za sobą konieczność

zwiększenia mocy obliczeniowych komputera. Stwierdzono też, iż samodzielnie działający algorytm SAM (META AI), jak również fuzja SAM + MRS (eCognition; Trimble) mają zarówno mocne jak i słabe strony w zakresie wyznaczania form morfometrycznych dna morskiego. Algorytm SAM generował w większości zbliżone do siebie rezultaty, a podejście SAM + MRS dało lepsze, bardziej szczegółowe wyniki. Większa złożoność tego podejścia, SAM + MRS, spowodowała jednak wydłużenie czasu obliczeń.

Stosowanie wyłącznie MRS na wszystkich typach NMT umożliwiło wygenerowanie segmentów dla całego obszaru badań, sugerując skuteczność kartowania dna morskiego na dużą skalę. Autorzy zauważają, że na skuteczność algorytmu SAM w wykrywaniu form dna morskiego znaczący wpływ ma rozmiar piksela NMT oraz rodzaj zastosowanego modelu.

Publikacja 7

Przedstawiona jednoautorska publikacja prezentuje bardzo ważne wyniki badań Głębi Kuźnickiej w Zatoce Puckiej prezentując szczegółową metodologię automatycznego kartowania dna morskiego Bałtyku przy wykorzystaniu modeli numerycznych generowanych na pomiarach echosondą wielowiązkową (MBES) oraz implementacji algorytmów ML. Badania prowadzone były w celu precyzyjnego kartowania podwodnych krajobrazów Głębi Kuźnickiej ze szczególnym uwzględnieniem składu osadów, intensywności rozpraszania wstecznego oraz cech geomorfometrycznych wydzielanych 6 klas obiektów. Autor w tej publikacji wraca na ścieżkę demonstracji wykorzystania procesu segmentacji (GEOBIA) oraz klasyfikatorów ML (CARTS, SVM, RF, Bayes oraz KNN) w kartowaniu mało zbadanych do tej pory krajobrazów podwodnych. Celem było także wskazanie odpowiedniego zestawu najistotniejszych zmiennych opisujących predykcję wybranych 6 klas przy ich minimalizacji. Dane batymetryczne pochodziły z echosondy wielowiązkowej T20_P podobnie jak w innych projektach autora. Bardzo szczegółowo habilitant opisuje pozyskanie danych MBES i ich przetwarzanie specjalistycznym oprogramowaniem co ma oczywiście znaczenie w uzyskaniu poprawnego modelu. Opisane jest również przetwarzanie danych wstecznego rozpraszania. Finalny NMT dna Głębi Kuźnickiej miał niezmiernie wysoką rozdzielczość przestrzenną (20 cm GSD) i posłużył do wygenerowania pochodnych zmiennych wyjaśniających. Łącznie habilitant użył 25 zmiennych (w tym spadek, ekspozycję, krzywizny, MRVBF, MRRTF, szorstkość dna- VRM, geomorfony i inne), które mają kluczowe znaczenie dla rozróżnienia rozmaitych typów dna. Do segmentacji obrazu wykorzystano oprogramowanie eCognition. W 7 lokalizacjach pobrano też próby i wykonano nagrania wideo (GoPro). Dane walidacyjne pochodziły z wcześniej omawianego artykułu z wykorzystaniem segmentacji SAM. Badanie wykazało, że modele ML z mniejszą liczbą starannie wybranych zmiennych (cech geomorfometrycznych) wykazywały skuteczniejszą klasyfikację, zmniejszając nadmierne dopasowanie i złożoność obliczeniową. Wyniki wykazały, iż poza podstawowymi zmiennymi (dane batymetryczne) najistotniejsze były 2 cechy geomorfometryczne i 9 cech teksturalnych spośród analizowanych 25 łącznie. Mozaika rozpraszania wstecznego MBES była jedną z podstawowych cech o dużym znaczeniu dla charakterystyki dna morskiego. Uchwyciła ona specyficzne zmiany właściwości dna, które miały

kluczowe znaczenie dla procesów segmentacji i klasyfikacji w zadaniach OBIA i uczenia maszynowego. Rozproszenie MBES zostało uznane za cechę o najwyższej wartości spośród wszystkich cech, znacznie przewyższając inne cechy drugorzędne. Wskazywało to na fakt, że pomiary intensywności rozproszenia były kluczowe dla rozróżnienia różnych typów dna morskiego, pomagając w ten sposób w dokładnym mapowaniu struktur dna morskiego. Najważniejsze cechy geomorfometryczne obejmowały geomorfony, ekspozycję, MRVBF, spadek, MRRTF i szorstkość VRM. Cechy te, wraz z mozaiką rozpraszania wstecznego MBES i batymetrią MBES, utworzyły klastry w oparciu o ich wagę i wniosły znaczący wkład w zadania klasyfikacyjne.

Autor dowiódł iż GEOBIA i uczenie maszynowe poprawiły analizę danych geoprzestrzennych, umożliwiając szczegółową segmentację i klasyfikację cech dna morskiego. Zastosowanie algorytmów segmentacji wielo-rozdzielczej (MRS) i nadzorowanych zadań klasyfikacyjnych pozwoliło na lepsze zrozumienie i mapowanie podwodnego krajobrazu. Modele uczenia maszynowego, takie jak KNN, RF i SVM, wykazały się wysoką skutecznością w klasyfikacji cech dna morskiego. Zastosowanie różnych podejść i zmodyfikowanych ustawień poprawiło dokładność i wiarygodność wyników klasyfikacji.

Publikacja 8

W ostatnim artykule cyklu habilitant z zespołem prezentuje kolejne zastosowanie wykorzystania danych z echosondy wielowiązkowej (MBES) w trudnym środowisku jakim jest rzeka Odra (jej stary kanał w Krośnie Odrzańskim). Mętne wody rzeki z występującą zawiesiną nie pozwalają na wykorzystanie ALB w celu poszukiwania obiektów archeologicznych. Metody oparte na hydroakustyce w takim przypadku są szczególnie przydatne dostarczając danych o niezmiernie wysokiej rozdzielczości przestrzennej (w tym badaniu 10cm GSD). Historyczne uwarunkowania Krosna Odrzańskiego były przesłanką podjęcia badań hydroakustycznych dna rzeki. Analiza danych MBES pozwoliła na przeprowadzenie prac terenowych i pobranie 2 próbek do analiz dendrochronologicznych (wykazały pochodzenie kłód na około XIV-XVI w.). Wysoka rozdzielczość przestrzenna modelu NMT dna rzeki pozwoliła na detekcję miejsc ze zmianami koryta sugerującymi występowanie potencjalnych obiektów archeologicznych zaburzających nurt rzeki w tym miejscu. Na podstawie szczegółowego modelu NMT wygenerowano podstawowe atrybuty topograficzne (spadek, ekspozycja, krzywizna) oraz wtórne (pozostałe 8 z łącznie 11 wybranych). Posłużyły one jako zmienne wyjaśniające w zastosowanym podejściu z użyciem klasyfikatora RF oraz algorytmu Boruta, który identyfikował i wybierał wszystkie istotne cechy z zestawu zmiennych. Wszystkie zinterpretowane stanowiska z obiektami archeologicznymi i innymi (jak opony) zostały zakwalifikowane do 10 klas. Największą istotność w modelu predykcyjnym RF wykazały: ekspozycja, VRM, MRVBF, profile curvature, Fuzzy Landform Element Classification oraz MRRTF. Po usunięciu z modelu cech silnie skorelowanych trzy z sześciu cech pozostawały wciąż istotne. Były to: spadek, profile curvature i MRVBF, co daje w przyszłości przesłanki ich stosowania w podobnych warunkach zbiorników

wodnych (rzeki). Badania nad predykcją występowania nieodkrytych wciąż artefaktów i obiektów archeologii podwodnej pozwoliły na przeprowadzenie bezpieczniejszych i bardziej efektywnych badań z wykorzystaniem nurków poprzez wskazanie potencjalnych lokalizacji do nurkowania i poboru materiału. Niewątpliwie tego typu technologie są przełomowe zarówno w archeologii ale także w innych zakresach jak choćby: kryminalistyka, ratownictwo czy bezpieczeństwo i ochrona środowiska. Sprawne posługiwanie się urządzeniami (echosonda NORBIT WBMS – Geo Ingenieurservice Ltd.) oraz oprogramowaniem do przetwarzania danych hydroakustycznych nie gwarantuje jeszcze sukcesu detekcji obiektów podwodnych a szczególnie złożonej interpretacji. Zaproponowanie nowatorskiego rozwiązania polegającego na wykorzystaniu algorytmów ML (RF) otwiera całkiem nowe możliwości ułatwiające realizację dalszych prac np. archeologicznych.

Uwagi o charakterze edytorskim i merytorycznym do cyklu publikacji oraz Autoreferatu

Moje uwagi jako recenzenta nie wpływają na ocenę całego cyklu publikacji, ale Autoreferat jest pewnego rodzaju wizytówką i kompendium dokumentacji, przeglądem zagadnień rozwijanych na linii czasu rozwoju badawczego i kilku ważnych szczegółów wydaje się trochę zabrakło.

Uwagi i pytania do publikacji:

- a. nr 5 - ciekawość recenzenta dotyczy stosowania przez autorów pojęcia wysokorozdzielczych danych ALB. O ile w przypadku wykorzystania topograficznych systemów ALS LiDAR w różnych projektach w Polsce czy w świecie mniej więcej wiadomo gdzie znajduje się granica pomiędzy standardową gęstością czy rozdzielczością obrazu to w przypadku tego artykułu nie bardzo wiadomo jaka byłaby minimalna liczba impulsów LiDAR na m² by powstał odpowiedniej jakości NMT dna morskiego oraz jaka jest dokładność pomiarowa dla rzędnych płaskich (XY) i rzędnej wysokościowej (Z) w batymetrii. Być może te dane są znane Autorom z innych eksperymentów (np. Tysiąc 2020) ale bardzo chętnie recenzent chciałby posłuchać odpowiedzi na takie pytanie podczas kolokwium, jak generalnie można dokonywać walidacji pomiarów batymetrycznych na różnych głębokościach (np. głębszych niż 4.0 m).
- b. nr 6 - w metodyce (rozdział 2.2.) autorzy opisują rozdzielczości danych przekraczające 6000 Mpix. Tu recenzent ma pytanie czy dobrze rozumie autorów. Rozdzielczość (np. przestrzenna inaczej terenowa czy IVOF) zwykle dotyczy GSD lub matrycy kamery. Czy Autorom a tym samym habilitantowi nie chodziło czasem o całkowitą liczbę komórek (oczek) rastra numerycznych modeli batymetrycznych pochodzących z różnych systemów? Prosiłbym o odpowiedź podczas kolokwium habilitacyjnego.
- c. nr 8 – w rozdziale 1.2. State of the art – autorzy odnoszą się do projektu ISOK (GUGiK) określając wykorzystywane w projekcie skanery lotnicze, cytuję „penetracja wody przez zwykłe urządzenie z czerwonym laserem jest bardzo ograniczona (Tysiąc, 2020). Niestety w tej pracy nie znajduje opisów skanerów

wykorzystujących światło czerwone. Może chodziło raczej o bliska podczerwień (NIR)?

Generalne uwagi edytorskie:

- stosowanie pojęcia DEM (Digital Elevation Model). Jako niespecjalista w zakresie badań dna mórz czy jezior i rzek trochę, wyrażam zdziwienie, iż w grupie ekspertów w Polsce nie wypracowano jeszcze odpowiedniego pojęcia w języku polskim. Ja w recenzji postanowiłem używać akronimu NMT (Numeryczny Model Terenu).

- kalki językowe z angielskiego:

- przy zestawieniu publikacji używane pojęcie „figury” zamiast grafiki czy ryciny;
- „mapowanie” – proponuję zastąpić kartowaniem;

- inne niezręczne stylistycznie wadliwe:

- „ręczna digitalizacja ukształtowania terenu” (str. 4) - czy chodziło o wektoryzację skanów map batymetrycznych czy innych materiałów kartograficznych?;
- połączenie lotniczych pomiarów laserem – zamiast połączenie technologii pomiarowych ALB;
- w tytule 4.4.1. brakuje podmiotu w zdaniu: np. „w czym”? „w jakim celu?”
- „jednym z kluczowych wkładów tego artykułu” - ale w co? (str. 8);
- „zdjęć satelitarnych bazujących na zdjęciu satelitarnym SPOT-6” – powtórzenia i lepiej używać słowa zobrazowanie satelitarne (str. 8);
- opisy rycin mają inne czcionki niż podpisy (wielkości liter; np. Rysunek 1.);
- „pionierska integracja” – jak można udowodnić takie stwierdzenie? Zrozumiałym i godnym pochwały byłby i tak zapis - „... w warunkach Polski pierwszy przykład integracji zaawansowanych metod teledetekcji”.
- „ręczna interpretacja” (str.13) – może lepiej wzrokowa?
- „.. w ramach jednego przepływu pracy” (str. 13) – niezrozumiałe dla recenzenta;

Ocena współpracy krajowej i międzynarodowej

Współpracę międzynarodową habilitant zaczął tworzyć podczas swojego pierwszego stażu zagranicznego we Włoszech (CNR_ISMAR) w roku 2013 i kontynuował poprzez kolejne wyjazdy do tej organizacji oraz na Cypr na Politechnikę Cypryjską. Współpraca miała nie tylko charakter wspólnych publikacji i uczestnictwa w projektach strony zapraszającej ale jeden z włoskich mentorów stał się nawet promotorem pomocniczym w postępowaniu o tytuł doktora Pana Łukasza Janowskiego. Dalszy rozwój współpracy obserwujemy w zakresie publikacyjnym szczególnie z ośrodkami archeologii (np. w Toruniu) czy specjalistami z zakresu oceanografii (np. Uniwersytet Gdański), pomiarów (np. Politechnika Gdańska) czy z podmiotami prywatnymi. Stanowisko pracy habilitanta w ostatnich 5 latach powoduje, iż realizuje on projekty naukowe własne lub współpracowników, ale także zadania statutowe Instytutu zlecane przez administrację publiczną lub podmioty (np. PGE). W naturalny więc sposób dobrze rozwija współpracę z różnymi organizacjami i podmiotami. W zakresie współpracy międzynarodowej habilitant uczestniczył w licznych projektach badawczych i akcjach (np. COST; WG3).

Ocena aktywności naukowej Kandydata realizowanej w więcej niż jednej uczelni lub instytucji naukowej, w szczególności zagranicznej.

Habilitant, już jako pracownik naukowy, w okresie od września 2022 r. do listopada 2022 r. odbył staż naukowy na Wydziale Inżynierii Lądowej i Geomatyki na Politechnice Cypryjskiej, pod kierunkiem prof. Dimitrios Skarlatosa, zdobywając cenne umiejętności w zakresie gęstego dopasowania zdjęć lotniczych oraz batymetrii satelitarnej a także oraz zasad funkcjonowania ALS LiDAR w zakresie batymetrii (Riegl VQ-880-G-II).

Przed doktoratem habilitant był trzykrotnie stażystą w CNR-ISMAR w Wenecji (Włochy) co niewątpliwie umożliwiło mu dynamiczny rozwój naukowy i zawarcie cennych kontaktów personalnych będących ważnym fundamentem budowania zespołów naukowych w przyszłości.

Opinia o osiągnięciach dydaktycznych, organizacyjnych oraz popularyzujących naukę.

W zakresie osiągnięć dydaktycznych, ocena habilitanta nie jest wprost możliwa, gdyż specyfika jego pracy na Uniwersytecie Morskim w Gdyni ma charakter wyłącznie badawczy. Jednak godnym uwagi faktem była informacja o prowadzeniu przez niego 4 kursów dla studentów podczas studiów doktoranckich w okresie 2013 – 2017. Niewątpliwie szkoda, iż nie jest mentorem studentów czy doktorantów przekazując im swą bogatą wiedzę, ale niewątpliwie dobrze wykorzystuje czas na liczne publikacje.

Habilitant popularyzował naukę poprzez pełnienie funkcji edukatora (2017- 2018 r.) w centrum edukacyjnym WS IDEA, prowadząc interdyscyplinarne nauczanie uczniów szkół podstawowych ze słabiej rozwiniętych regionów województwa pomorskiego. Był także nauczycielem na II Szkole Letniej BONUS-185 ECOMAP (2019 r.) w zakresie GEONIA i klasyfikacji siedlisk dennych. Do tych działań habilitant zalicza udział w konferencji GeoHab, choć zdaniem recenzenta taka aktywność raczej odpowiada zakresowi naukowemu ale z pewnością udział w konferencjach naukowych pozwala szerzej dzielić się swymi osiągnięciami. Inne formy aktywności w zakresie popularyzatorskim dotyczyły udzielanych wywiadów czy też sporządzania notatek służących publikacji na stronach NCN. Dwa przekrojowe popularyzatorskie artykuły na temat batymetrycznego skanowania laserowego habilitant wraz z zespołem opublikował na stronach czasopisma HYDRO International.

W zakresie działalności organizacyjnej habilitant wymienia aktywny udział w organizacji warsztatów sedimentologicznych (2014) oraz prace przy organizacji konferencji jednego z projektów badawczych (2015).

Habilitant pełnił rolę redaktora pomocniczego i tematycznego (3 wydawnictwa) oraz gościnnego (2 czasopisma) a także od 2024 roku jest członkiem kolegium Redakcyjnego Scientific Data.

Praca organizacyjna na Uczelni dotyczyła funkcji Sekretarza Rady Naukowej Instytutu Morskiego, pracy w komisji senackiej, grupie ds. ewaluacji dyscypliny oraz działań w Komisji ds. Badań Naukowych Instytutu Morskiego.

Inne ważne informacje dotyczące kariery zawodowej

W zakresie projektów naukowych habilitant był Kierownikiem 2 grantów NCN, 1 z funduszy COST i jednego finansowanego przez podmiot prywatny. Jako wykonawca pracował w krótkim stosunkowo czasie swej kariery w aż 7 projektach naukowych jak i przy realizacji raportów wykonywanych na zlecenie innych podmiotów, co świadczy o wdrażaniu wyników prac badawczych i metodyk do praktyki.

Habilitant wymienia w swoim Autoreferacie wystąpienia na konferencjach międzynarodowych m.in. we Włoszech, w Rosji, Grecji, Wielkiej Brytanii czy Brazylii.

Działalność publikacyjna habilitanta została wielokrotnie doceniona przez władze Uczelni o czym świadczą nagrody za osiąganie najwyższych wartości indeksów Hirscha czy wysoko punktowane artykuły. Był też laureatem konkursu MEiN otrzymując stypendium Ministra dla Wybitnych Młodych Naukowców i otrzymał nagrodę im. Prof. Haliny Piekarek-Jankowskiej dla wybitnych młodych naukowców w dziedzinie geologii i oceanografii.

Na podkreślenie zasługuje działalność Habilitanta w roli recenzenta w czasopismach naukowych, który w tak stosunkowo krótkim okresie po doktoracie wykonał aż 197 recenzji dla 27 czasopism. Najczęściej wykonywał on recenzje dla czasopisma Remote Sensing.

W dokumentacji wykonanej przez habilitanta znajdują się także informacje o jego uczestnictwie jak wykonawcy w 2 innych wcześniej niewymienionych w dorobku projektach badawczych, w tym jednego finansowanego przez podmiot komercyjny (pracownia archeologiczna ABP THOR).

Podsumowanie

Cały dorobek naukowy (zarówno cykl publikacji jak i pozostałe) Pana dr Łukasza Janowskiego **oceniam bardzo pozytywnie**. Stanowi on **istotny wkład w dziedzinę nauk ścisłych i przyrodniczych, w dyscyplinie Nauk o Ziemi i środowisku** szczególnie w zakresie wykorzystania innowacyjnych technologii teledetekcyjnych (w zakresie danych optycznych: lotniczych i satelitarnych) oraz hydroakustycznych na drodze automatyzacji ich przetworzeń (segmentacji i modelowania/klasyfikacji) w celu poszukiwania wydajnych metod kartowania dna mórz i innych zbiorników wodnych pod kątem zarówno cech morfometrycznych jak i siedlisk dennych. Kandydat jest niewątpliwie bardzo dojrzałym naukowcem o jasno sprecyzowanych zainteresowaniach naukowych już od samego początku swej kariery badawczej i znaczących dokonaniach w swojej dyscyplinie, posiadającym autorski warsztat badawczy i bezsprzecznie rokuje dalszy rozwój naukowy, zarówno w obszarze krajowym jak i międzynarodowym.

Na podstawie przeprowadzonych przez Kandydata licznych badań zaprezentowanych w przedłożonym cyklu tematycznie powiązanych ze sobą publikacji - można jednoznacznie stwierdzić, iż jego **osiągnięciem naukowym** były: implementacja **batymetrycznego lotniczego skanowania laserowego - ALB** w badaniach dna przybrzeżnych stref Morza Bałtyckiego, fuzja wysokorozdzielczych hydroakustycznych **danych batymetrycznych (MBES)** z danymi **ALB** oraz **wynikami gęstego dopasowania zdjęć lotniczych (SfM)** i **modelowania zobrazowań satelitarnych**, a także wykorzystanie algorytmów zaliczanych do obiektowej analizy obrazu

(GEOBIA) oraz **sztucznej inteligencji** (algorytmy RF/ ML oraz SAM) dla celów efektywnego kartowania struktur podwodnych i siedlisk bentosowych oraz automatycznej detekcji artefaktów archeologicznych.

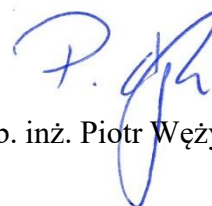
Konkluzja

Stwierdzam jednoznacznie, iż **dorobek naukowy i działalność naukowa Pana dr Łukasza Janowskiego stanowi niezmiernie wartościowy oraz istotny wkład w dziedzinę nauk ścisłych i przyrodniczych, w dyscyplinie Nauk o Ziemi i środowisku.**

Habilitant, konsekwentnie, krok po kroku zdobywał doświadczenie badacza w zakresie swoich sprecyzowanych zainteresowań naukowych dotyczących przede wszystkim znalezienia autorskich rozwiązań mających na celu **uzupełnienie braków wiedzy i rozwiązań technicznych** skutecznie integrujących **wielo-źródłowe i wielo-rozdzielcze geodane** dla celów zarówno **podwodnej archeologii** jak i **efektywnego kartowania podwodnych habitatów bentosowych i morfometrii dna morskiego**. Prowadzone przez habilitanta badania miały na celu rozwiązanie **problemu integracji (fuzji) danych** określając metodami ML/AI **ważność poszczególnych zmiennych** jakimi są zarówno same dane teledetekcyjne (batymetryczne) jak i produkty ich przetworzeń w wyniku analiz geomorfometrycznych, dopasowania obrazu (ang. matching) czy też analizy obiektowej obrazu (GEOBIA).

Kandydat potwierdził **bezsprzecznie dojrzałość w swojej pracy naukowej i zaprezentował gotowość do samodzielnej pracy naukowej i budowania własnych zespołów badawczych** o czym świadczy bardzo duża liczba współautorskich publikacji.

Na podstawie pozytywnej oceny osiągnięcia naukowego i całego pozostałego dorobku naukowego Habilitanta, stwierdzam jednoznacznie, iż Pan **dr Łukasz Janowski spełnia ustawowe wymogi stawiane kandydatom do stopnia doktora habilitowanego** (art. 219 ust. 1, pkt 2 Ustawy z dnia 20 lipca 2018 r., Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce), w tym również wymogu związanego z istotnością jego aktywności naukowej realizowanej w więcej niż jednej uczelni, instytucji naukowej lub instytucji kultury, w szczególności zagranicznej. W związku powyższym stwierdzam, iż **wniosek o nadanie dr Łukaszowi Janowskiemu stopnia doktora habilitowanego w dziedzinie nauk ścisłych i przyrodniczych, w dyscyplinie Nauk o Ziemi i środowisku - jest w pełni zasadny, stąd wnoszę o dopuszczenie Kandydata do dalszego procedowania postępowania zgodnie z obowiązującą Ustawą.**



dr hab. inż. Piotr Wężyk, prof. URK