Dr hab. inż. Ryszard Staroszczyk
Instytut Budownictwa Wodnego PAN
ul. Kościerska 7
80-328 Gdańsk

Gdańsk, 5 stycznia 2015.

Ocena dorobku i osiągnięcia naukowego dr Agnieszki Herman ubiegającej się o nadanie stopnia doktora habilitowanego

Niniejsza ocena została przygotowana na zlecenie Rady Wydziału Oceanografii i Geografii Uniwersytetu Gdańskiego, na postawie materiałów przygotowanych przez Habilitantkę, zawierających: autoreferat (w językach polskim i angielskim), wykaz dorobku naukowego wraz ze stosownymi danymi bibliometrycznymi, pełne teksty pięciu artykułów wchodzących w skład osiągnięcia habilitacyjnego pt. *Analiza i modelowanie dynamiki lodu morskiego z wykorzystaniem metod fizyki materiałów ziarnistych*, oraz informacje dodatkowe dotyczące osiągnięć dydaktycznych, współpracy naukowej, oraz działalności organizacyjnej i popularyzatorskiej.

1. Przebieg kariery zawodowej

Dr Agnieszka Herman ukończyła studia na Wydziale Biologii, Geografii i Oceanologii Uniwersytetu Gdańskiego, uzyskując tytuł magistra oceanografii w roku 1999. W latach 1999–2003 była zatrudniona na stanowisku asystenta w Instytucie Oceanografii ww. Wydziału. W roku 2003 Habilitantka uzyskała, również na Wydziale Biologii, Geografii i Oceanologii Uniwersytetu Gdańskiego, stopień doktora nauk o Ziemi w zakresie oceanologii, nadany na postawie rozprawy pt. *Efekty dyfrakcyjne w modelowaniu falowania wiatrowego*. W okresie 2003–2006 pracowała w Coastal Research Station, Lower Saxony Water Management, Costal Defence and Nature Conservation Agency (NLWKN) w Norderney, Niemcy. Od powrotu do kraju w roku 2006 pracuje na stanowisku adiunkta w Instytucie Oceanografii Wydziału Oceanografii i Geografii UG.

2. Ocena dorobku naukowego po uzyskaniu doktoratu

W okresie po uzyskaniu doktoratu, czyli w latach 2003–2014, dr Agnieszka Herman opublikowała 16 artykułów w recenzowanych czasopismach z bazy *Journal Citation Reports* (JCR), z których pięć zostało włączonych do monotematycznego cyklu publikacji stanowiącego osiągnięcie habilitacyjne. W przypadku ośmiu z tych artykułów Habilitantka jest jedynym autorem. Sumaryczny Impact Factor (IF) czasopism, w których opublikowano tych 16 artykułów, wynosi 31,587 (wyliczony przez Kandydatkę na podstawie wartości IF dla lat odpowiadających publikacji poszczególnych artykułów; sumaryczny IF wyznaczony według wartości z roku 2012 wynosi 32,264). Prace te były cytowane (do dnia 30.12.2014) 148 razy, a bez autocytowań – 125 razy. 90 z tych cytowań przypada na jeden artykuł,

opublikowany w roku 2003, w którym Kandydatka jest jednym z trzech współautorów, a Jej wkład w powstanie tego artykułu został oszacowany przez Habilitantkę na 35%. Indeks Hirscha (h-index) dla dr Agnieszki Herman, wyznaczony na dzień 30.12.2014 według danych z bazy Web of Science (WoS) wynosił 5. Według bazy Scopus indeks ten miał wartość 6, a bez uwzględnienia autocytowań – wartość 4.

Ze względu na podjętą tematykę badawczą, powyższe prace można podzielić na dwie grupy. Pierwsza z nich obejmuje siedem artykułów poświęconych modelowaniu i analizie zachowania dynamicznego lodu morskiego. Pięć z tych prac wchodzi w skład osiągnięcia habilitacyjnego i zostanie szczegółowo omówionych w dalszej części niniejszej opinii. Pozostałe dwie prace z tej grupy, opublikowane w latach 2011 i 2012, poświęcone były numerycznemu modelowaniu pokrywy lodu morskiego na Bałtyku oraz analizie prędkości deformacji pokrywy lodu w Arktyce w zależności od prędkości wiatru. Druga grupa prac z bazy JCR, licząca osiem artykułów, prezentuje wyniki badań nad zjawiskami falowymi w morzu. W szczególności, trzy artykuły dotyczą modelowania procesów dynamicznych w morzu przy zastosowaniu modeli sieci neuronowych i metod analizy przestrzennej, a dwa artykuły są poświęcone analizie mechanizmów wymiany wód w systemie połączonych basenów pływowych. Ponadto, jeden artykuł opisuje wyniki analizy strumieni pędu w trakcie propagacji falowania w wodzie o zmiennej głębokości, jeden artykuł dotyczy wyników badań zmian sezonowych temperatury wód powierzchniowych w Bałtyku, oraz jeden artykuł jest poświęcony mechanizmowi dyfrakcji falowania wiatrowego w strefie brzegowej morza. Na koniec, jedna publikacja z bazy JCR (nieprzypisana przez ze mnie do żadnej z powyższych dwóch grup) poświęcona jest analizie granulometrycznej osadów, z których zbudowana jest plaża, przy zastosowaniu metody analizy obrazów.

Powyższe zestawienie świadczy o bardzo szerokich zainteresowaniach naukowych Kandydatki, obejmujących kilka dyscyplin naukowych (dynamikę lodu morskiego, hydrodynamikę procesów falowania w morzu, mechanikę ośrodków ziarnistych, metody numeryczne, fizykę statystyczną). Bez wątpienia, liczba 16 artykułów opublikowanych w latach 2003–2013 w renomowanych czasopismach z bazy JCR, o średnim współczynniku IF równym 2,0, oraz liczba ponad stu cytowań prac Habilitantki, zasługują na uznanie. Zarówno ranga czasopism, jak i liczba cytowań świadczą o wysokiej jakości dorobku naukowego Kandydatki oraz zainteresowaniu wynikami Jej pracy badawczej.

Oprócz 16 artykułów wydrukowanych w czasopismach z bazy JCR, Kandydatka opublikowała również 12 innych prac, z tego 5 po uzyskaniu doktoratu w roku 2003. W większości są to prace, które ukazały się w materiałach konferencyjnych (typu conference proceedings).

3. Ocena prac składających się na osiągnięcie habilitacyjne

W skład jednotematycznego cyklu publikacji stanowiących osiągnięcie naukowe pt. *Analiza i modelowanie dynamiki lodu morskiego z wykorzystaniem metod fizyki materiałów ziarnistych* wchodzi pięć artykułów opublikowanych w latach 2010–2013. Cztery z nich zostały opublikowane w czasopismach z dziedziny fizyki (w tym jeden z nich w systemie Open Access), a jeden artykuł ukazał się w periodyku poświęconym glacjologii. Na

uwagę zasługuje fakt, że wszystkie pięć prac jest wynikiem samodzielnej pracy badawczej dr Agnieszki Herman, która jest ich jedyną autorką. Zgodnie z informacjami zawartymi w autoreferacie, sumaryczny Impact Factor czasopism, w których ukazały się wspomniane publikacje, wynosi 8,748, co daje średnią 2,15 na czasopismo. Łączna wartość punktowa tych pięciu artykułów, według punktacji MNiSW z roku 2013, wynosi 145, czyli średnio 29 na jeden artykuł.

Pierwsza z prac wchodzących w skład osiągnięcia habilitacyjnego poświęcona jest zagadnieniu wyznaczania funkcji rozkładu wielkości kier (FSD, *floe-size distribution*), czyli w istocie funkcji gęstości prawdopodobieństwa, na postawie dostępnych z literatury danych empirycznych, otrzymanych z analizy zdjęć lotniczych pokrywy lodu morskiego u wybrzeży Antarktydy (na Morzu Weddella). Autorka zaproponowała modyfikację standardowo używanej do tej pory prostej funkcji potęgowej, poprzez zastąpienie jej rozkładem Pareto. Na podstawie analizy statystycznej wykazała, że zaproponowana postać funkcji FSD dobrze przybliża dane rzeczywiste dla bardzo szerokiego (obejmującego trzy rzędy wielkości) zakresu średnic kier lodu. Wyniki uzyskane w tej pracy są istotne dla dokładności odwzorowania charakterystyk lodu w modelach numerycznych, którym poświęcone są następne cztery prace cyklu jednotematycznego. Z tekstu pracy nie jest dla mnie jasne, czy analiza statystyczna, której wyniki przedstawiono w Tablicy 2 artykułu, i która dla przypadku oznaczonego *Flight 10* obejmowała zbiór ponad 300 tysięcy kier, została wykonana przez Habilitantkę, czy też przez autorów jednej z prac zacytowanych w artykule. Intrygujące jest też, dlaczego w późniejszych swoich pracach Habilitantka stosuje jednak standardową postać potęgową funkcji FSD, a nie tę uznaną za lepszą przez samą siebie.

Przedmiotem prac drugiej i trzeciej osiągnięcia habilitacyjnego jest modelowanie numeryczne dynamicznego zachowania zwartej pokrywy lodu pływającego pod działaniem wiatru i prądów morskich. Model skonstruowany przez Habilitantkę jest oparty na założeniu, że poszczególne kry lodu są cylindrami o przekroju kołowym w płaszczyźnie poziomej i mają stałą grubość (choć może się ona różnić pomiędzy krami). Kry są traktowane jako obiekty nieodkształcalne, a ich wzajemny kontakt, o zerowym czasie zderzenia, ma charakter punktowy. Modelowane zjawisko jest więc w istocie zagadnieniem sztywnego kontaktu (*hard contact*) układu o skończonej liczbie elementów składowych, i należy do grupy tzw. procesów sterownych zdarzeniami (*event-driven processes*). Istotnym elementem zagadnienia jest zależność prędkości dryfu swobodnego pojedynczej kry od jej rozmiaru, co wynika z bilansu sił działających na poziome i boczne powierzchnie kry (większe kry osiągają większe prędkości poziome). Zjawisko to powoduje tworzenie się skupisk (klastrów) kier w trakcie ich ruchu i kolizji z sąsiadami. Model numeryczny opracowany przez Habilitantkę został zastosowany do symulacji dynamiki paku lodowego w jego strefie marginalnej. Otrzymane wyniki symulacji ilustrują mechanizm tworzenia się skupisk kier oraz ich transformację pod wpływem sił wywołanych działaniem wiatru.

Metodę numeryczną, którą zastosowano w powyższych dwóch pracach (a także w następnych dwóch omówionych poniżej), Habilitantka nazywa metodą dynamiki molekularnej (MD, *molecular dynamics*) – z pewnością nie jest to metoda elementów skończonych ani też metoda różnic skończonych (obie są metodami siatkowymi w ich standardowych

wersjach), co błędnie stwierdzono w autoreferacie oraz w ostatniej z prac cyklu jednotematycznego. Moim zadaniem, zastosowana została metoda elementów dyskretnych (DEM, *discrete element method*). Wprawdzie metody MD i DEM mają wiele cech wspólnych i wykazują szereg podobieństw (m.in. obie są metodami bezsiatkowymi, w obu konieczne jest wyznaczanie dla każdej cząstki dyskretnej aktualnej listy sąsiadów w każdym kroku czasowym), jednak jest między nimi istotna różnica. W metodzie MD z reguły nie dochodzi do kolizji cząstek, a oddziaływania pomiędzy nimi są wyznaczane za pomocą funkcji potencjału oddziaływania. Nie uwzględniane są również obroty cząstek w przestrzeni. Natomiast w metodzie DEM oddziaływania pomiędzy cząstkami odbywają się zwykle poprzez ich bezpośredni kontakt lub zderzenia, możliwe jest także uwzględnienie obrotów cząstek. Z opisów przedstawionych w pracach wynika, że w przypadku analizowanego zagadnienia dynamicznego współoddziaływania układu kier lodu mamy do czynienia z tym drugim przypadkiem, czyli że zastosowano metodologię DEM, a nie MD.

Prace (4) i (5) wchodzące w skład cyklu jednotematycznego są rozwinięciem prac (2) i (3). Istotnym nowym elementem jest przyjęcie założenia o odkształcalności kier lodu w trakcie ich wzajemnego kontaktu. Rozpatruje się zatem zagadnienie tzw. miękkiego kontaktu (*soft contact*) układu kier cylindrycznych o przekroju kołowym. W tym celu zastosowano klasyczny model Hertza, oparty na założeniu o sprężystym zachowaniu materiału, w którym siły oddziaływania pomiędzy cząstkami podczas ich kontaktu zależą od głębokości penetracji stykających się kier oraz od parametrów materiałowych ośrodka. Tak ulepszony model dużo lepiej oddaje fizykę zjawiska kontaktu kier i znaczenie poprawia stabilność algorytmu numerycznego w porównaniu z wcześniejszym modelem sztywnego kontaktu zastosowanym w pracach (2) i (3). Niestety, Autorka zupełnie pomija w obu pracach szczegóły zastosowanych rozwiązań analitycznych opisujących pola przemieszczeń i naprężeń w płaszczyźnie kontaktu kier, co stanowi kwintesencję zaproponowanego modelu. Szkoda, bo utrudni to czytelnikom tych prac podjęcie prób zastosowania tego modelu we własnych badaniach. Symulacje komputerowe przeprowadzono na infrastrukturze pozwalającej na wykonywanie tzw. obliczeń równoległych. Przedmiotem symulacji był mechanizm wielkoskalowej ewolucji paku lodowego od jego stanu relatywnie luźnego (*unjammed*), do stanu w pełni zablokowanego (*jammed*), w warunkach otwartego morza (brak oddziaływań z brzegiem akwenu) oraz w strefie marginalnej paku – w tym ostatnim przypadku błędnie podano, że deformacja lodu zachodziła w warunkach czystego ścinania (*pure shear*), podczas gdy w istocie były to warunki prostego ścinania (*simple shear*). Wyniki obliczeń zaprezentowane w obu pracach ilustrują proces tworzenia się skupisk kier (ich klastrów) i pokazują proces tworzenia się i późniejszej reorganizacji tzw. sieci sił kontaktowych w paku lodowym, w miarę wzrostu koncentracji powierzchniowej lodu. Z przedstawionych wyników wynika m.in., że dla typowych rozkładów wielkości kier tylko około 30% kier, przy dominującej roli kilku procent tych największych w paku, bierze aktywny udział w przenoszeniu naprężeń w lodzie w skali makroskopowej, a pozostałe kry uczestniczą w tym tylko sporadycznie. Wyniki uzyskane w obu artykułach, w połączeniu z ich szczegółową analizą statystyczną, są z pewnością nowe w mechanice lodu, i stanowią dobrą podstawę do dalszych badań w zakresie modelowania reologii lodu morskiego.

Wszystkie artykuły wchodzące w skład pracy habilitacyjnej napisane są doskonałym językiem angielskim. Niestety, w autoreferacie część anglojęzycznych terminów została przetłumaczona na język polski nieprawidłowo. Przykładowo, *elastic* to sprężysty (a nie elastyczny), podobnie *semi-elastic* to pół-sprężysty (a nie semi-elastyczny), *strain-rate* to prędkość odkształcenia (a nie tempo deformacji), *ice cover convergence* to raczej zbieżność, niż konwergencja, pokrywy lodu. (Nie odnoszę się szczegółowo do miejsc w tekście autoreferatu, w którym dostrzegłem powyższe usterki, gdyż tekst ten nie ma ponumerowanych stron.)

Wyniki uzyskane w pięciu pracach stanowiących osiągnięcie habilitacyjne mają dużą wartość poznawczą w dziedzinie mechaniki lodu morskiego, gdyż pozwalają na wyjaśnienie podstawowych mechanizmów rządzących dynamicznym zachowaniem zwartej pokrywy lodu morskiego w skali całych akwenów. Habilitantka zastosowała nowoczesną metodologię badawczą, w której własności makroskopowe paku lodowego są wyznaczane z zachowania lodu na poziomie pojedynczych kier. Większość z zastosowanych metod i otrzymanych wyników jakościowych ma również znaczenie dla innych dyscyplin, np. dla modelowania materiałów ziarnistych i rozdrobnionych, w tym gruntów niespoistych.

Nie wiem, jaki jest długofalowy cel badań prowadzonych przez dr Agnieszkę Herman, tzn. czy jest on czysto poznawczy, czy też obejmuje on również aspekty bardziej praktyczne. Moim zdaniem, w kontekście modelowania lodu morskiego jako elementu globalnych modeli klimatycznych, tym celem mogłoby być skonstruowanie makroskopowych związków konstytutywnych, wiążących makroskopowe odkształcenia i prędkości odkształcenia pokrywy lodu z makroskopowymi naprężeniami. Oczywiście związki takie, w postaci równań tensorowych, sformułowane powinny być na podstawie praw rządzących zachowaniem lodu na poziome pojedynczych kier, stosując znane z mechaniki ośrodków ciągłych metody homogenizacji. Skonstruowanie modelu dyskretnego, w którym możliwe byłoby śledzenie zachowania wszystkich kier lodu na danym akwenie morskim, pomimo szybkiego wzrostu mocy obliczeniowych komputerów, wydaje się nierealistyczne i numerycznie niecelowe. Na obecnym etapie model opracowany przez Habilitantkę jest wciąż dość daleki od osiągnięcia wspomnianego wyżej celu, gdyż zawiera zbyt dużo uproszczeń i idealizacji. W pierwszej kolejności, dotyczy to przyjętego modelu konstytutywnego dla lodu, czyli liniowej sprężystości przy założeniu małych odkształceń. W warunkach naturalnych, w trakcie wzajemnego kontaktu kier, lód zachowuje się jak ośrodek kruchy. Wobec tego, do opisu jego zachowania niezbędne jest zastosowanie (dość złożonego) aparatu formalnego mechaniki zniszczenia oraz założenie dużych odkształceń materiału.

Ostatnia uwaga jest jedynie komentarzem i w jakikolwiek sposób nie ma wpływu na moją ocenę przedłożonej pracy habilitacyjnej, która jest wysoka.

4. Działalność dydaktyczna, organizacyjna i popularyzatorska

Zgodnie z przedstawionymi materiałami, Habilitantka realizowała zajęcia dydaktyczne, zarówno wykłady jak i ćwiczenia, ze studentami kierunku Oceanografia w zakresie czterech przedmiotów: Podstawy meteorologii, Meteorologia morska, Oceanografia fizyczna i Dynamika morza. Opracowała programy autorskie do tych zajęć i wydała skrypt pt.

"Podstawy Meteorologii". Wydała również książkę popularnonaukową pt. *"Zagadki z Przeszłości – o pierwszych etapach ewolucji człowieka"* (Prószyński i S-ka, 2009). Kandydatka była opiekunką sześciu prac magisterskich ukończonych do roku 2012, oraz pięciu innych będących w trakcie realizacji w chwili składania dokumentacji habilitacyjnej.

Od chwili uzyskania stopnia doktora Habilitantka uczestniczyła w realizacji siedmiu projektów badawczych. Kierowała jednym z tych projektów, w pozostałych była wykonawcą lub głównym wykonawcą. Jeden z projektów był finansowany ze środków UE w ramach 6. Programu Ramowego, dwa były finansowane ze środków niemieckich (Dolnej Saksonii), a pozostałe cztery ze środków krajowych (MNiSW, NCN oraz jeden ze środków Programu Operacyjnego Innowacyjna Gospodarka). Ponadto, Habilitantka uzyskała dwa granty z Uniwersytetu Gdańskiego na prowadzenie badań własnych.

Habilitantka wykazała się dużą aktywnością, jeśli chodzi o uczestnictwo w konferencjach: po uzyskaniu doktoratu wygłosiła referaty na 15 konferencjach zagranicznych, z reguły organizowanych przez prestiżowe organizacje o zasięgu międzynarodowym.

Dr Agnieszka Herman była recenzentką 11 artykułów do czasopism o zasięgu międzynarodowym, w tym 10 od roku 2010, co wskazuje na szybko rosnącą pozycję i uznanie Jej kwalifikacji w środowisku międzynarodowym. Kandydatka jest członkiem trzech towarzystw naukowych, w tym dwóch międzynarodowych (American Geophysical Union i European Geosciences Union).

5. Podsumowanie

Po zapoznaniu się z całością dorobku naukowego dr Agnieszki Herman, a w szczególności z pracami wchodzącymi w skład osiągnięcia habilitacyjnego, mogę z pełnym przekonaniem stwierdzić, że dorobek ten wyraźnie przewyższa wymagania stawiane kandydatom ubiegającym się o stopień doktora habilitowanego. Od chwili uzyskania stopnia doktora w roku 2003, Kandydatka znacznie poszerzyła zakres swoich zainteresowań naukowych i istotnie rozwinęła warsztat badawczy, o czym świadczy różnorodność podejmowanej tematyki badawczej oraz jej interdyscyplinarny charakter. Na szczególne wyróżnienie zasługuje duża samodzielność naukowa Habilitantki – połowa z 16 publikacji z bazy JCR jest wynikiem wyłącznie Jej pracy. Widoczne jest, że Habilitantka posiadła umiejętność definiowania własnej strategii badawczej, którą potrafi konsekwentnie i systematycznie realizować. Dobrze to rokuje na przyszłość, na kolejnych etapach Jej kariery naukowej i zawodowej.

Uważam, że przedłożona rozprawa habilitacyjna w postaci cyklu publikacji monotematycznych pt. *Analiza i modelowanie dynamiki lodu morskiego z wykorzystaniem metod fizyki materiałów ziarnistych* oraz pozostały dorobek naukowy dr Agnieszki Herman po uzyskaniu doktoratu stanowią Jej znaczący wkład w rozwój dwóch dyscyplin naukowych: mechaniki lodu morskiego oraz mechaniki procesów falowania w strefie brzegowej morza. Część z wyników uzyskanych przez Habilitantkę ma również znaczenie dla mechaniki ośrodków o strukturze ziarnistej. Powyższy dorobek naukowy w pełni uzasadnia nadanie Kandydatce stopnia naukowego doktora habilitowanego Nauk o Ziemi w dyscyplinie Oceanologia. Moim zdaniem, osiągnięcia naukowe Habilitantki, w powiązaniu z

Jej dużą aktywnością naukową oraz dokonaniami na polach międzynarodowej współpracy naukowej, dydaktyki i działalności organizacyjnej, spełniają warunki określone w *Ustawie o stopniach naukowych i tytule naukowym* z dnia 14 marca 2003 (*Dz. U.* z r. 2003, nr 65, poz. 595), z późniejszymi zmianami określonymi w Ustawie z dnia 18 marca 2011 (*Dz. U.* z r. 2011, nr 84, poz. 455).

6. Wniosek końcowy

W nawiązaniu do mojej pozytywnej oceny dorobku naukowego i rozprawy habilitacyjnej przedstawionej powyżej, składam wniosek do Wysokiej Rady Wydziału Oceanografii i Geografii Uniwersytetu Gdańskiego o dopuszczenie dr Agnieszki Herman do dalszych etapów postępowania habilitacyjnego w celu nadania Jej stopnia doktora habilitowanego Nauk o Ziemi w dyscyplinie Oceanologia.

Ryszard Stowarzyk