

**Ocena osiągnięcia naukowego, dorobku naukowego, dydaktycznego i popularyzatorskiego w związku z postępowaniem habilitacyjnym dr Przemysława Bartczaka w dziedzinie nauk ścisłych i przyrodniczych w dyscyplinie astronomia.**

Dr Przemysław Bartczak ukończył studia magisterskie na Wydziale Fizyki Uniwersytetu im. Adama Mickiewicza w Poznaniu, na kierunku fizyka, specjalność astronomia w 1999 roku. Następnie kontynuował studia doktoranckie na tym samym wydziale i ukończył je uzyskując stopień doktora w 2005 r. na podstawie rozprawy pt. Potencjał grawitacyjny układu odcinków materialnych i jego zastosowania w badaniach planetoid podwójnych. W latach 2006-2009 przebywał na staż naukowym w Institut d'Astrophysique et de Géophysique Université de Liège, w Belgii. Od roku 2009 pracuje na stanowisku adiunkta w Instytucie Obserwatorium Astronomiczne, UAM.

**Ocena osiągnięcia naukowego**

Osiągnięcie naukowe dr P. Bartczaka zatytułowane „Modelowanie kształtu i parametrów rotacji planetoid w oparciu o dane fotometryczne” stanowi cykl pięciu artykułów H1-H5 opublikowanych w latach 2014-2019 w renomowanym czasopiśmie Monthly Notices of the Royal Astronomical Society. Wszystkie artykuły są współautorskie i z wyjątkiem jednego dr P. Bartczak jest pierwszym autorem. Przedłożone deklaracje współautorów jednoznacznie wskazują wiodący udział habilitanta w powstaniu wszystkich prac składających się na osiągnięcie naukowe. Cykl artykułów uzupełniony jest autoreferatem stanowiącym przewodnik po wynikach i stosowanych metodach badań.

Prace H1-H5 poświęcone są badaniom różnych problemów związanych z wyznaczaniem kształtu oraz parametrów rotacji planetoid (habilitant używa skrótu PKR na to określenie) z obserwacji fotometrycznych, radarowych i optycznych. Jest wiele powodów, dla których badania tego typu są ważne. Badania planetoid dostarczają informacji o powstaniu i ewolucji Układu Słonecznego. Wyznaczenia osi obrotu, okresu rotacji i kształtu planetoid pozwalają prawidłowo uwzględnić efekty Jarkowskiego i YORP (Yarkovsky-O'Keefe-Radzievskii-Paddack), które w istotny sposób

wpływają na ewolucję orbitalną planetoid. Uwzględnienie tych efektów jest szczególnie ważne dla planetoid zbliżających się do Ziemi gdyż pozwala poprawnie oszacować prawdopodobieństwo kolizji.

Habilitant wyróżnia 3 problemy naukowe, którym poświęcone są prace H1-H5.

Pierwszy z nich dotyczy wskazania ograniczeń jakie nakłada na wyznaczenia PKR liczba i rodzaj obserwacji. Najliczniejsze są fotometryczne obserwacje planetoid z powierzchni Ziemi. Jednakże dostarczają one jedynie informacji o zmianach jasności w czasie. Jasności absolutne planetoid uzyskiwane są dzięki fotometrycznym przeglądom nieba wykonywanym z powierzchni Ziemi lub przez misje kosmiczne.

W pracy H1 był zbadany wpływ ilości i jakości obserwacji na wyznaczenia PKR. Badanie te polegały na analizie wysymulowanych obserwacji fotometrycznych (modelowanych dla misji Gaia) dla ponad 10000 losowych modeli kształtów i losowych położeni osi obrotu hipotetycznych planetoid. Dopasowania parametrów PKR przeprowadzono metodą inwersji i przy wykorzystaniu genetycznego algorytmu dopasowania.

Uzyskane wartości parametrów porównano z założonymi przy symulacjach. Wyniki pracy H1 nie są zaskakujące: na rekonstrukcję PKR z obserwacji fotometrycznych znaczący wpływ mają geometria układu Słońce-planetoida-Ziemia, kierunek osi obrotu modelowanego ciała, jego kształt oraz jakość punktów pomiarowych. Wpływ pierwszego z tych czynników można zmniejszyć planując odpowiednio kampanie obserwacyjne. Habilitant zaproponował uzupełnienie obserwacji satelitarnych naziemnymi obserwacjami fotometrycznymi. Dzięki uzyskanemu przez niego finansowaniu z Europejskiej Agencji Kosmicznej (ESA) powstał serwis internetowy GaiaGOSA, który umożliwia synchronizację obserwacji naziemnych z satelitarnymi.

Bardzo ważnym wynikiem uzyskanym w pracy H1 jest wniosek, że metoda inwersji oparta na danych fotometrycznych wprowadza systematyczne błędy w PKR i w efekcie uzyskane wyniki mogą być błędnie interpretowane.

Drugi problem naukowy postawiony przez habilitanta to opracowanie algorytmów wyznaczenia parametrów fizycznych planetoid metodą inwersji niewypukłej. W pracy H2 metodzie tej nadano akronim SAGE (ang. Shaping Asteroids with Genetic Evolution). Metoda ta polega na zastosowaniu algorytmu genetycznego dla modeli, w których kształt planetoidy jest również dopasowywany bez ograniczenia wypukłości jej powierzchni. Opracowano ją w dwóch wersjach: dla planetoid pojedynczych i podwójnych. W pracy H2, za pomocą SAGE wyznaczono PKR układu

podwójnego 90 Antiope. Uzyskane wyniki zmieniły wcześniejsze wyznaczenia, a obserwacje zakryć gwiazdy przez planetoidę potwierdziły poprawność modelu i umożliwiły wyznaczenie rozmiaru i gęstości układu.

Z kolei w pracy H3 metoda SAGE pozwoliła wyznaczyć PKR planetoidy 809 Lundia. Wersja SAGE dla pojedynczych planetoid została wykorzystana w pracy H4, w której wyznaczono PKR planetoid 9 Metis i 433 Eros. W przypadku pierwszej z tych planetoid potwierdzono poprawność uzyskanych wyników porównując je z obserwacjami optycznymi uzyskanymi przy pomocy teleskopów wyposażonych w optykę adaptacyjną. Wyniki uzyskane dla planetoidy 433 Eros porównano z modelem dostarczonym przez misję NEAR Shoemaker.

Metoda SAGE była wykorzystana do wyznaczeń PKR jeszcze kilkunastu planetoid jednakże wyniki te zostały opublikowane w pracach nie wchodzących do cyklu osiągnięcia naukowego.

Habilitant stworzył serwis internetowy ISAM (Interactive Service of Asteroid Models), który umożliwia obrazowanie i generowanie krzywych zmian jasności dostępnych modeli planetoid na dowolny moment czasu. Warto podkreślić, że na badania związane z SAGE habilitant uzyskał grant Ministerstwa Nauki i Szkolnictwa Wyższego pod tytułem „Modele kształtów niesymetrycznych planetoid wykorzystywanych do badań efektów YORP i Jarkowskiego” [N 203 404139].

Trzeci z problemów naukowych zawarty w cyklu prac H1-H5 dotyczy określenia niepewności PKR planetoid uzyskanych z analizy danych fotometrycznych. Zagadnienie dotyczy zarówno inwersji wypukłej jak i niewypukłej. Opracowane rozwiązanie przedstawiono w pracy H5. Polega ono na przeprowadzeniu symulacji typu Monte-Carlo. Nominalne wartości parametrów są zaburzane w sposób losowy. Zaburzenie są akceptowane gdy błąd dopasowania zaburzonego modelu nie przekracza określonej granicy. Powtarzając wielokrotnie takie obliczenia można wyznaczyć poprawnie granice wiarygodności nominalnych parametrów.

Habilitant zastosował swoją metodę do wyznaczenia niepewności PKR planetoid 21 Lutetia, 433 Eros, 89 Julia, 243 Ida i 162173 Ryugu. Uzyskane oszacowania porównał z danymi dostarczonymi przez misje kosmiczne. W ten sposób zademonstrował, że opracowana przez niego metoda poprawnie wyznacza wartości niepewności PKR poszczególnych planetoid.

Ważnym wynikiem pracy H5 jest szczegółowa analiza potencjalnego wykorzystania dostępnych danych fotometrycznych do wyznaczania niepewności PKR modelu z uwzględnieniem ograniczeń związanych z jakością obserwacji, ilością punktów pomiarowych oraz wpływem geometrii obserwacji. Analiza ta pokazała, że wyznaczane niepewności PKR planetoid zależą głównie od warunków obserwacji i wartości PKR, co uniemożliwia stworzenie prostego uniwersalnego systemu opisującego „jakość” badanego modelu.

### **Ocena aktywności naukowej i współpracy międzynarodowej**

Dr P. Bartczak jest współautorem 29 publikacji z bazy Journal Citation Reports (JCR), z których 27 ukazało się po uzyskaniu przez niego stopnia naukowego doktora. Jest on również autorem lub współautorem 42 innych publikacji. Łączna liczba wszystkich cytowań wg. Web of Science wynosi 259, natomiast wg. ADS wynosi 329. Liczba cytowań bez auto-cytowań wynosi odpowiednio 227 i 292. Sumaryczny impact factor wszystkich publikacji według listy Journal Citation Reports (JCR) zgodnie z rokiem opublikowania wynosi 154.402.

Index Hirscha Dr P. Bartczaka wynosi wg. Web of Science  $h=10$ , a według ADS  $h=11$ .

Habilitant brał udział w 13 projektach:

- 7 projektów naukowych, które finansowane były przez: KBN, NCN, ESA, 7PR UE, H2020 UE, PAN-FNRS,
- 6 projektów we współpracy z przedsiębiorcami, które finansowane były przez ESA.

W trzech projektach pełnił on funkcję kierownika.

Dr P. Bartczak należy do 4 konsorcjów badawczych:

- 4m International Liquid Mirror Telescope,
- Gaia Research for European Astronomy Training -ITN (zakończony w 2015 roku),
- ESO/VLT/SPHERE,
- Small Bodies Near and Far.

Dr P. Bartczak brał udział w 18 konferencjach, w których uczestniczył jako autor lub współautor 19 referatów i 16 plakatów. Odbył 9 staży naukowych w ośrodkach badawczych: ULG Liege (Belgia), SETI Institute (USA), ESTEC ESA (Holandia) i PARP (Polska).

Jest on członkiem Polskiego Towarzystwa Astronomicznego i Międzynarodowej Unii Astronomicznej.

Powyżej pozwoliłem sobie praktycznie zacytować „Podsumowanie dorobku naukowego” z autoreferatu habilitanta. Na ten dorobek składa się oczywiście osiągnięcie naukowe w postaci cyklu prac H1-H5. Mój szczerzy podziw i uznanie znalazł materiał przedstawiony w rozdziale „Omówienie pozostałych osiągnięć naukowo-badawczych”. Habilitant udokumentował w nim swoją naukową wszechstronność. Zajmował się budowaniem aparatury badawczej, pisaniem wyspecjalizowanego oprogramowania, opracowaniem naukowych serwisów internetowych oraz różnymi zagadnieniami naukowymi mechaniki nieba. Uzupełnić to należy bardzo bogatą międzynarodową współpracą naukową.

### **Ocena dorobku dydaktycznego, popularyzatorskiego i organizacyjnego**

Dr P. Bartczak prowadził 8 wykładów kursowych, 2 zajęcia laboratoryjne i 2 ćwiczenia dla studentów astronomii, fizyki i geografii. Aktualnie jest opiekunem dwóch prac licencjackich i trzech magisterskich. Jest również promotorem pomocniczym w dwóch przewodach doktorskich. Dr P. Bartczak wygłosił 7 wykładów popularnonaukowych.

Jego działalność naukowa i organizacyjna została wyróżniona czterema zespołowymi nagrodami Rektora Uniwersytetu im. Adama Mickiewicza.

### **Wniosek końcowy**

Przedstawione osiągnięcie naukowe stanowi znaczący wkład habilitanta do badań planetoid. Kandydat wykazuje dużą aktywność naukową oraz bardzo bogate doświadczenie we współpracy międzynarodowej. Posiada również dobre kwalifikacje dydaktyczne i doświadczenie popularyzatorskie. W moim przekonaniu spełnia on z nadmiarem wszystkie ustawowe i zwyczajowe wymagania stawiane kandydatom do stopnia doktora habilitowanego i wnoszę o dopuszczenie go do dalszych etapów postępowania habilitacyjnego.

*Andrzej J. Marciński*

