



Toruń, 2 lipca 2024

prof. dr hab. Krzysztof Goździewski  
Instytut Astronomii Uniwersytetu Mikołaja Kopernika  
Wydział Fizyki, Astronomii i Informatyki Stosowanej  
ul. Grudziądzka 5, PL-87-100 Toruń

Ocena osiągnięć naukowych dr Dągmary Oszkiewicz  
“Wyznaczenie scenariusza powstawania zróżnicowanych planetozymali  
na podstawie obserwacji planetoid bazaltowych”  
w postępowaniu habilitacyjnym

RAMY PRAWNE I FORMALNE RECENZJI

Recenzję sporządzono w oparciu o art. 219 Ustawy z dnia 20 lipca 2018 roku *Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce* z późniejszymi zmianami oraz zalecenia Rady Doskonałości Naukowej (RDN) sformułowane w dokumencie *Postępowania dotyczące nadawania stopnia doktora habilitowanego* z dn. 9. sierpnia 2023 roku, w szczególności str. 32-33. Ograniczając przepisy kontekstowo do przedłożonego wniosku, stopień doktora habilitowanego nadaje się osobie, która 1) posiada stopień doktora oraz

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

2b) 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;

3) wykazuje się istotną aktywnością naukową albo artystyczną realizowaną w więcej niż jednej uczelni, instytucji naukowej lub instytucji kultury, w szczególności zagranicznej.

Osiągnięcie, o którym mowa w ust. 1 pkt 2, może stanowić część pracy zbiorowej, jeżeli opracowanie wydzielonego zagadnienia jest indywidualnym wkładem osoby ubiegającej się o stopień doktora habilitowanego.

Jednocześnie obowiązuje art. 221, punkt 8. *Recenzenci [...] oceniają, czy osiągnięcia naukowe osoby ubiegającej się o stopień doktora habilitowanego odpowiadają wymogom określonym w art. 219 ust. 1 pkt 2.*

## FORMALNE ASPEKTY OSIĄGNIĘCIA HABILITACYJNEGO

Osiągnięcie habilitacyjne dr Dagmary Oszkiewicz, w sensie monotematycznego cyklu prac, zawiera się w sześciu artykułach: są to trzy prace (H1, H2, H6) opublikowane w *Astronomy & Astrophysics*, (A&A, *Impact Factor* IF 6.5), jedna (H4) w *Monthly Notices of the Royal Astronomical Society* (MNRAS, IF 5.3) oraz dwie prace opublikowane w *Icarus* (IF 3.4). Wszystkie pisma znajdują się wśród najlepiej ocenianych periodyków w środowisku astronomicznym. W artykułach H1-H5 dr Oszkiewicz jest pierwszą autorką (ze złamaniem kolejności alfabetycznej), w pracy H6 występuje jako trzecia z trojga autorów. Dr Oszkiewicz jest pierwszą i korespondencyjną autorką w artykułach H2-H5; w pracy H1 jest nią dr hab. Agnieszka Kryszczyńska oraz w pracy H6 dr Volodymyr Troianskyi.

Zgłoszone prace uzupełnia przejrzysty 23-stronicowy autoreferat z przewodnikiem po wynikach i opisem działalności zawodowej oraz wyczerpująca dokumentacja, m.in. oświadczenia o wkładzie do publikacji, kopie artykułów H1-H6, lista publikacji, dyplomów i decyzji grantowych.

Artykuły H1-H6 powstały po uzyskaniu przez Habilitantkę stopnia doktora na Wydziale Fizyki Uniwersytetu w Helsinkach (Finlandia) pod koniec 2012 roku, po obronie dysertacji *Asteroid astrometric and photometric studies using Markov chain Monte Carlo methods*. Promotorem był prof. Karri Muinonen.

Lektura oświadczeń współautorów prac H1-H6 oraz dołączonego szczegółowego opisu kontrybucji Habilitantki jest istotna dla oceny indywidualnego wkładu, ponieważ wszystkie prace są współautorskie. Na początek warto przywołać *oświadczenie o wkładzie do publikacji* dr Oszkiewicz: *Wszystkie artykuły zawarte w tym cyklu publikacji powstały na podstawie grantu badawczego nr 2017/26/D/ST9/00240, finansowanego przez Narodowe Centrum Nauki (Polska), którego byłam kierowniczką. Opracowałam całą koncepcję badań i nadzorowałam prace w granicie. Artykuły H2, H3 i H5 oparte są na dużej kampanii obserwacyjnej, którą zaplanowałam i prowadziłam jako główna koordynatorka. Pięcioletni projekt miał tytuł *Planetarydy typu V z wewnętrznego pasa głównego jako pozostałości zróżnicowanych planetozymali* i otrzymał niebagatelny budżet 737 kPLN. Według witryny NCN<sup>1</sup>, jego plonem jest 10 prac recenzowanych opublikowanych w A&A, MNRAS, Icarus i Nature Communications, w latach 2019-2023. We dwóch pracach zgłoszonych do rozliczenia grantu spoza listy H1-H6, dr Oszkiewicz występuje jako druga na liście autorów. Publikacje H1-H6 stanowią więc wydzieloną część monotematycznego projektu. Świadczy to o przemyślanym wyborze prac H1-H6 jako zawierających osiągnięcia indywidualne.*

Z *oświadczenia o wkładzie do publikacji* Habilitantki wynika, że opracowała ona albo gros tekstu (H1, H4) albo praktycznie jego całość (H2, H3, H5) w oparciu o badania i analizę przeprowadzone indywidualnie lub we współpracy ze współautorami. Pewnym wyjątkiem jest artykuł H6, w którym dr Oszkiewicz deklaruje stworzenie koncepcji badań, udział w analizie wyników i sformułowaniu wniosków.

Z analizy dołączonych w dokumentacji 32 oświadczeń obejmujących kontrybucję ok. 40 współautorów wynika, że w większości przypadków udostępniili oni, przygotowali lub przeprowadzili obserwacje, wykonali obliczenia, przygotowali kody instrumentalne, udzielali się na etapie dyskusji wyników i w przygotowaniu prac do publikacji. Wkład do poszczególnych artykułów H1-H6 miał indywidualnie różny zakres i charakter. Wydaje mi się, że najbardziej istotne kontrybucje w sensie "wagi" merytorycznej wnieśli: dr hab. Agnieszka Kryszczyńska (do pracy H1 w zakresie modelu kształtu i rotacji asteroidy Spartakus), dr Anna Marciniak (do prac H1, H5 w zakresie modelu kształtu i rotacji próbki asteroid), dr Hanna Klimczak (do pracy H4 w zakresie przeprowadzenia identyfikacji asteroid typu V uczeniem maszynowym), dr Ireneusz Włodarczyk (H1 w zakresie modelu orbitalnego), dr Josef Durech i dr Josef Hanus (do prac H1 i H5 w zakresie modelowania

<sup>1</sup>[https://projekty.ncn.gov.pl/index.php?projekt\\_id=384381](https://projekty.ncn.gov.pl/index.php?projekt_id=384381)

kształtu i spinu asteroid, niezależnie od wyznaczeń Habilitantki), dr Paweł Kankiewicz (do pracy H1, H6 w zakresie symulacji ruchu orbitalnego), dr Volodymyr Troyanskyi (H2, H6 w zakresie analizy rotacji wybranych prób asteroid). Zastrzegam, że lista ta nie jest szczegółowa i pozostaje jak najdalej od deprecjonowania wkładu poszczególnych współautorów publikacji, tym bardziej osób nie wymienionych na niej.

Oświadczenia współautorów są zgodne z deklaracjami dr Oszkiewicz o kontrybucji do poszczególnych artykułów. Zauważyłem, jak się wydaje, pewną rozbieżność oświadczeń w przypadku pracy H4. Dr Hanna Klimczak deklaruje swój udział poprzez stwierdzenie: *I performed the machine learning classification and described the methodology in section 3.1*, podczas gdy dr Oszkiewicz w autoreferacie pisze: *W publikacji H4 przeprowadziłam binarną klasyfikację maszynową 60,518 widm planetoid z katalogu Gaia DR3, dzieląc je na dwie grupy: typy V i pozostałe typy*. Komentarz w oświadczeniu dr Oszkiewicz zdaje się jednak wiązać oba stwierdzenia: *Przygotowałam i sformatowałam dane z katalogu Gaia DR3 oraz spektroskopię z obserwacji naziemnych. Nadzorowałam proces klasyfikacji widm. Zweryfikowałam uzyskane wyniki*.

Pomimo tej niejasności można zdecydowanie stwierdzić, że udział dr Oszkiewicz w przywołanych artykułach wieloautorskich ma charakter dominujący. Kluczem do tej oceny jest fakt, że projekt badań został zgłoszony we wniosku grantowym do NCN, co samo w sobie wskazuje na osobę będącą *spiritus movens* przedsięwzięcia. Projekt był recenzowany przez specjalistów, a po uzyskaniu finansowania dr Oszkiewicz jako PI musiała czuwać nad jego realizacją i zadbać o rozliczenie merytoryczne.

PODSUMOWANIE CZĘŚCI FORMALNEJ. Cykl prac recenzowanych H1–H6 w pismach z indeksu MNiSW, przedłożony przez dr Dagmarę Oszkiewicz jako główne osiągnięcie naukowe we wniosku habilitacyjnym, opublikowano w latach 2019–2023, po doktoracie obronionym w 2012 roku. Całościowo zawiera wiodący wkład merytoryczny i techniczny Habilitantki. Wyczerpuje to w pełni warunek sformułowany w art. 2019 Ustawy: *jako część pracy zbiorowej opracowanie wydzielonego zagadnienia jest indywidualnym wkładem osoby ubiegającej się o stopień doktora habilitowanego*.

## OCENA OSIĄGNIĘCIA HABILITACYJNEGO

### Charakterystyka przedmiotu badań i uzyskanych wyników

Osiągnięcia naukowe dr Dagmary Oszkiewicz dotyczą przekrojowych badań obserwacyjnych i teoretycznych szczególnej klasy asteroid, określanych w literaturze asteroidami typu V lub westoidami. Zgodnie z autoreferatem, *głównym naukowym celem przedstawionego zbioru publikacji było połączenie obserwacji planetoid typu V z przewidywaniami numerycznego modelu formowania się i ewolucji planetozymali zaproponowanego przez Bottke et al. (2006) i Bottke (2014) oraz ustalenie najbardziej prawdopodobnego scenariusza powstawania zróżnicowanych planetozymali*. Z punktu widzenia recenzenta tego konkretnego wniosku habilitacyjnego, ocena merytoryczna poszczególnych publikacji staje się zasadniczo kwestią formalną w świetle faktu, że projekt i jego wyniki były weryfikowane na co najmniej trzech poziomach przez niezależnych ekspertów (recenzenci NCN oraz recenzenci wysoko punktowanych czasopism). Odnosząc się do znaczenia tych wyników, ograniczę się do wyboru i ogólnego ich podsumowania.

Oprócz prac i autoreferatu dr Oszkiewicz, problematykę asteroid typu V przystępnie i niezależnie przybliży artykuł Mansour et al., *Distribution and spectrophotometric classification of basaltic asteroids* (MNRAS 491, 2020). Praca ta “przy okazji” tworzy kontekst dla artykułu H4.

Asteroidy typu V są najprawdopodobniej fragmentami powierzchniowych warstw (skorupy) większych obiektów macierzystych, które zostały zróżnicowane na jądro, płaszcz i skorupę przez topnienie i aktywność wulkaniczną we wczesnych etapach formowania się Układu Słonecznego. Ich

powierzchnie są bogate w skały magmowe, szczególnie w piroksen o wysokiej zawartości wapnia, co nadaje im charakterystyczne widmo z silnymi pasmami absorpcyjnymi w pobliżu 0.9  $\mu\text{m}$  i 2  $\mu\text{m}$ . Zazwyczaj mają wysokie albedo, co odróżnia je od większości innych typów asteroid.

Większość ze znanych asteroid typu V (obecnie ok. 16,000) ma względnie niewielkie rozmiary, często poniżej 10 km i występuje w wewnętrznej części pasa głównego. Ich elementy orbitalne (półoś wielka, mimośród i inklinacja) są zgrupowane wokół wartości dla pierwotnej planetozymali (4) Westa. Sugeruje to ich pochodzenie z tej planetoidy, jako ciała macierzystego. W połączeniu z rozkładem rozmiarów, istotną tego przesłanką są kraterzy Westy Rheasilva i Veneneia o średnicy 400-500 km i głębokości kilkunastu km, których istnienie potwierdziła sonda DAWN. Jednocześnie, według Mansour et al. (2020), *80% materiału Westy wyrzuconego przez domniemane kolizje z innymi obiektami nie zostało nadal odkryte, ponieważ zawiera się on we fragmentach o rozmiarach rzędu 1 km (czyli poniżej aktualnych progów detekcji)*. Oznacza to, że problem analizy tych asteroid pozostaje i pozostanie długo otwarty.

**IDENTYFIKACJA ASTEROID TYPU V I ICH CIAŁ MACIERZYSTYCH.** Choć wiele asteroid typu V jest powiązanych z Westą, istnieją obiekty tej klasy o jakościowo różniących się elementach orbitalnych i spektralnych, co sugeruje, że nie pochodzą one z tej planetozymali. Identyfikacja ciał macierzystych tych asteroid lub "zblakanych" westoidów, które wyewoluowały orbitalnie z ram rodziny, pozostaje nadal wyzwaniem.

Wątek identyfikacji asteroid typu V i ich własności na podstawie wieloletniej kampanii obserwacji fotometrycznych i spektroskopowych, danych archiwalnych i z misji GAIA poruszają w różnym zakresie wszystkie prace H1–H6.

Krytycznym elementem projektu było zebranie własnych danych źródłowych. Od 2013. do 2022. roku Habilitantka złożyła w tym celu wnioski o czas obserwacyjny na teleskopach fotometrycznych i spektroskopowych, a także uzyskała dostęp do instrumentów w ramach sieci współpracy lub obserwacji kontraktowych. Np. w Obserwatorium Lowella w obserwacje było zaangażowanych ok. 10 osób, jak wynika z dołączonego oświadczenia dra Moskovitza o wkładzie do publikacji. Sieć zawierała 20 instrumentów. Pozostają z nieustającym podziwem dla umiejętności i determinacji osób, które są w stanie organizować i koordynować projekty obserwacyjne w takiej skali przestrzennej i czasowej.

Wspaniałym pomysłem było wykorzystanie do identyfikacji westoidów danych spektroskopowych misji Gaia. Z pomocą nowoczesnego podejścia, uczenia maszynowego, poddano analizie ponad 60,000 widm z katalogu Gaia DR3 (H4). W badanym zbiorze dr Oszkiewicz zidentyfikowała około 2,000 nieznanych wcześniej obiektów typu V, spośród których zweryfikowała 350. Wcześniejsze prace o podobnym rozmachu katalogowym przeprowadzili Mansour (MNRAS 2020), jako kontynuację badań Licandro et al (A&A 2017). Dla porównania, ta grupa odkryła 782 asteroid typu V, więc katalog H4 poprawił statystykę nowych asteroid niemal trzykrotnie, a bezwzględnie o ok. 20%.

Odkryta w H4 zmienność widm w próbie może wskazywać na asteroidy V spoza rodziny Westy. W tym zbiorze jest ok. 40 nowych detekcji (H4 i autoreferat, tabela 4) poza wewnętrznym pasem głównym oraz w jego części wewnętrznej, pozostających taksonomicznie poza rodziną Westy. Dla porównania, Mansour et al. (2020) odkryli ok. 10 takich asteroid. Jest to z pewnością również znaczący i ważny wynik. Szczegółowej identyfikacji asteroid typu V oraz obiektów spoza rodziny Westy poświęcone są prace H1, która dotyczy genezy i ewolucji orbitalnej asteroidy (2579) Spartacus oraz H6, która wykorzystuje dane kształtu i rotacji westoidów odkrytych w pracy H5. W wewnętrznym pasie asteroid znaleziono dwa rzadkie obiekty, (3307) Athabasca i (17028) 1999 FJ5, które mogą nie być powiązane z Westą. Uzupełnianie statystyki asteroid typu V spoza rodziny Westy ma duże znaczenie dla zrozumienia genezy ciał macierzystych i ewolucji wewnętrznego Układu Słonecznego.

**EWOLUCJA ORBITALNA I MECHANIZMY DYNAMICZNE.** Oddziaływania grawitacyjne z planetami, dużymi planetoidami i efekty niegrawitacyjne spowodowały, że część asteroid typu V została

rozproszona w całym pasie głównym, a nawet w przestrzeń bliską Ziemi. Istotny jest wpływ efektów Jarkowskiego i YORP na ich ewolucję dynamiczną (ruch obrotowy i dryf orbitalny), z czym wiąże się też częstotliwość i wpływ kolizji na aktualną populację.

Wynikiem w tym zakresie spektakularnym jest uzyskanie zgodności statystyki obserwacyjnej (prace H2, H3, H5) w przedziale kilkunasto-procentowych niepewności z przewidywaniami Nesvorny et al. (2008) odnośnie populacji asteroid typu V rotujących prosto i wstecznie w tzw. komórkach I i II przestrzeni parametrów orbitalnych obejmujących zakres rodziny Westy. Oparto je o nowe wyznaczenie parametrów kształtu i ruchu obrotowego dla 101 asteroid (H5) dzięki danym zebranych w trakcie wspomnianej, trwającej niemal dekadę kampanii obserwacyjnej oraz z innych źródeł.

Wcześniej, w pracy H2 poświęconej wykryciu efektu Jarkowskiego i YORP w próbie ponad 500 asteroid, scharakteryzowano obiekty typu V w oparciu o własne obserwacje spektroskopowe i fotometryczne. Potwierdzono taksonomicznie po raz pierwszy 11 obiektów i wyznaczono okresy rotacji dla 18 asteroid. Odkryto, że asteroidy typu V spoza dynamicznej rodziny Westy wykazują nadwyżkę szybkich rotatorów, co dr Oszkiewicz powiązała z podobnymi tempami migracji orbitalnej i perturbacji YORP ruchu obrotowego.

Bardzo ważnym wynikiem prac H2 i H5 jest oszacowanie niewielkiego odsetka, rzędu kilku procent, asteroid niebędących westoidami w wewnętrznym pasie głównym. Jest to statystyka zbieżna z raportami innych autorów (np. we wspomnianej pracy Mansour et al., 2020). Oznacza to nie tylko pozytywną weryfikację hipotezy Bottke et al. (2006, 2014) ale także najnowszych prac innych autorów w dziedzinie formowania się układów planetarnych. Temu wątkowi poświęciłem niżej dodatkowy komentarz.

PROCESY FORMOWANIA I RÓŻNICOWANIA CIAŁ MACIERZYSTYCH ASTEROID TYPU V. Wiąże się z tym badania składu chemicznego asteroid typu V oraz zrozumienia jak ich powierzchnie zmieniają się pod wpływem promieniowania słonecznego i kosmicznego oraz mikrometeoroidów. Poszukiwany jest ich związek z meteorytami HED (howardytowe, eukryty i diogenit), którym przypisuje się pochodzenie z asteroid typu V. Powiązanie poszczególnych meteoroidów z konkretnymi asteroidami źródłowymi jest na ogół trudne i niepewne. Równocześnie, porównanie charakterystyk westoidów z obiektami pochodzącymi z innych ciał macierzystych w różnych obszarach dysku asteroidalnego jest istotne dla zrozumienia procesów termicznych i ewolucji wczesnego Układu Słonecznego.

Analizę morfologii powierzchni i składu chemicznego poruszają prace H3 i H4 oparte o obserwacje fotometryczne i spektroskopowe. W szczególności dr Oszkiewicz przeprowadziła badania uzyskanych przez siebie wysokiej jakości krzywych fazowych 20 asteroid typu V spoza dynamicznej rodziny Westy w pracy H3, porównując je z krzywymi fazowymi dla obiektów z tej rodziny. Kształt krzywych fazowych wiąże się z albedo i morfologią powierzchni oraz składem chemicznym. Zastosowanie trzech parametrów krzywych fazowych w H3 oraz wyniki tej pracy poszerzyły i uogólniły badania w artykule Penttilä et al. (2016).

W pracy H4 dr Oszkiewicz przeprowadziła analizę nachyleń widm oraz ich głębokości dla pasma  $0.9 \mu\text{m}$ , wykrywając anomalie przewyższające wartości dla unikalnego do tej pory obiektu (1459) Magnya, potencjalnie spoza rodziny Westy. Dane te mogą posłużyć jako cenny materiał dla dokładniejszych badań spektroskopowych i mineralogicznych, także w celu identyfikacji ciał macierzystych.

## Uwagi krytyczne

HIPOTEZA BOTTKA ET AL. (2006, 2014). Według deklaracji Habilitantki (autoreferat, rozdział 4.3.2), głównym naukowym celem łączącym publikacje H1-H6, była weryfikacja obserwacyjna hipotezy i symulacji numerycznych Bottke et al. (2006, 2014). Wykorzystane do tego obserwacje rozpoczęto w 2013 roku, a projekt nabrał kształtu w 2017 roku we wniosku grantowym do NCN.

Z natury rzeczy mógł być oparty o wcześniej opublikowane wyniki teoretyczne. Jednak w dziedzinie formowania się układów planetarnych, która bezpośrednio dotyczy Układu Słonecznego, dekada to względnie cała epoka, postęp w tej dziedzinie jest nadzwyczajny. Dr Oszkiewicz twierdzi (autoreferat, str. 13.), że uzyskane wyniki obserwacyjne potwierdzają przewidywania Bottke et al. według których zróżnicowane asteroidy powstały w wewnętrznych obszarach Układu Słonecznego. Wspomina, że późniejsza, cytowana w autoreferacie praca Morbidelli i in. (Nature 2022) traktuje o dwóch obszarach i rodzajach planetoid (lodowe i bazaltowe), które miały powstać na granicy śniegu i na granicy krzemianów (1 au). Natrafiłem też na pracę Woo i in. (Icarus 2023), którzy typują promień 1 au osi wielkiej rzędu 1 au największego pierwotnego zagęszczenia asteroid, odnosząc się do wielu wcześniejszych prac, w szczególności Drażkowska et al. (2016), Drażkowska i Alibert (A&A 2017).

W nowych pracach tej ostatniej grupy kładzie się nacisk na wiązanie modeli formowania się planet poprzez skład chemiczny (izotopowy) meteorytów i asteroid. W efekcie zmienia to jakościowo przyjmowane do tej pory paradygmaty (np. Woltke et al., A&A 2024; Hellman et al., ApJ 2023, Drażkowska & Dullemond, A&A 2023; Bonsor et al., Nature 2023; Drażkowska et al., ASPC 2023), w szczególności skali czasowej i przestrzennej formowania planet skalistych.

Z tego powodu przedmiot badań sformułowany poprzez odniesienie do hipotezy Bottke et al. (autoreferat, str. 3, cele projektu na str. 4 z celem [v], str. 8) mógłby być potraktowany szerzej, tym bardziej, że w pracy H4, na str. 2924 znajduje się następujący komentarz: *We conclude that indeed the inner main belt could be a mix of objects from various planetesimals, not just (4) Vesta. Number of identified asteroids with large 0.9  $\mu\text{m}$  band depths or band centres offset from typical vestoids is however low. The differentiated planetesimals thus could have formed in a wider orbital range [e.g. 1.3 and 7.5 au from the Sun as indicated by (Lichtenberg et al. 2021)] as opposed to a narrow terrestrial planet region proposed by Bottke et al. (2006) which would lead to increased number of those objects in the inner main belt. It is also plausible that these objects remain spectrally indistinguishable from Vesta and Vesta family members.*

Dlatego też co najmniej w autoreferacie brakuje szerszego kontekstu uzyskanych wyników i odniesienia ich do aktualnej literatury. Niektóre z najnowszych artykułów, podobnie jak wspomniana praca Batygin & Morbidelli (2023) bezpośrednio potwierdzają wnioski Habilitantki. Wyniki charakteryzowania asteroid typu V, oparte o tak bogaty materiał obserwacyjny zebrany w opisywanym projekcie, wprowadzają silne więzy modeli formowania planet. Komentarz do tych aktualnych prac tworzących tło teoretyczne mógłby jeszcze podnieść rangę wyników Habilitantki.

ANALIZA ORBITALNA I POSZUKIWANIE “VESTA-FUGITIVES”. Delisle i in. (A&A 2012) porównali dyfuzję orbitalną spowodowaną przez bliskie koniunkcje asteroid typu V z dyfuzją orbitalną indukowaną przez dryf Jarkowskiego. Stwierdzili oni, że oba efekty są równoważne w interwale 1 Gyr dla obiektów o średnicy  $40 \pm 5$  km. Dla mniejszych asteroid efekt Jarkowskiego dominuje nad ewolucją grawitacyjną. Ponieważ westoidy mają średnice rzędu 10 km, uznali oni, że głównym mechanizmem dyfuzji pól orbitalnych, który przenosi asteroidy pasa głównego do grupy NEO poprzez silne rezonanse, jest efekt Jarkowskiego. Część planetoid rodziny Westa mogła także ulec bliskim spotkaniom z największymi planetoidami, co spowodowało znaczne zmiany ich orbit. W szczególności oszacowali, że około 10 ze znanych im 13,800 znanych obiektów z rodziny Westy mogło mieć bliskie spotkanie z Westą na odległość jej średnicy i tego rodzaju zdarzenia mogły skutkować zmianą pól wielkiej rzędu 1 au. Wcześniej, Laskar et al. (A&A 2011) wykryli silny chaos indukowany przez Westę i Ceres, który oznacza nieprzewidywalność ich ruchu orbitalnego w skali zaledwie 400 tys. lat. Są to przesłanki sugerujące, że wnioski w pracy H6 byłyby lepiej udokumentowane w oparciu o analizę obszarów dyfuzji orbitalnej i jej tempa, jak zrobiono np. we wcześniejszych pracach grupy Carruba i Michtchenko, z próbą zlokalizowania w nich asteroidy Spartakus (H1) oraz innych obiektów typu V (H6). Wyniki całkowania numerycznego mogłyby być też zweryfikowane niezależną metodą całkowania numerycznego. Opieranie daleko idącej konkluzji na wynikach symulacji orbit

chaotycznego systemu jednym kodem, obejmujących interwał 2 mld lat, jest co najmniej ryzykowne. Mam przy tym świadomość, że przyjęta metoda uznawana jest w literaturze za standardową.

PRZYPADEK REZONANSU LIDOWA-KOZAI W PRACY H6. Na str. 7 znajdujemy interpretację wybranych wyników symulacji numerycznych: *For some of the objects studied here, the behaviour of eccentricity and inclination during long-term past evolution is similar to the changes accompanying the Kozai resonance. More precisely, there is a kind of periodic increase in eccentricity with a decrease in orbit inclination and vice versa in the case of (25542) Garabedian, which can be seen in Fig. 3. This asteroid has one of the largest Yarkovsky drifts (see Table 3). After passing the 4–2–1 MMR with Jupiter and Saturn at 2.4 au resonance, we observed periodic changes in the eccentricity and inclination of the orbit for this object. However, the time scale of these changes is inadequately large, so the presence of Kozai resonance, in this case, should be excluded.* Na rys. 3 w pracy H6 nie przedstawiono jednak oscylacji mimośrod i nachylenia. Rezonans Kozai jest od pewnego czasu jednym z najbardziej intensywnie badanych efektów i poświęcona mu jest bogata literatura, w tym całe monografie, jak Shevtchenko, *The Lidov-Kozai Effect - Applications in Exoplanet Research and Dynamical Astronomy*, 2017 (Springer). Powyższe wnioski mogłyby być oparte o bardziej wnikliwą i lepiej udokumentowaną analizę dynamiczną, obejmującą przede wszystkim zaprzeczenie (lub potwierdzenie) wystąpienia warunków rezonansu LK w opisywanych, intrygujących przypadkach.

#### OSIĄGNIĘCIA HABILITACYJNE W KONTEKŚCIE OGÓLNEGO DOROBKU NAUKOWEGO

Oceniając osiągnięcia habilitacyjne zawarte w cyklu prac H1-H6, należy i warto je odnieść do całkowitego dorobku publikacyjnego autorki. Tematyka artykułów zawiera się w dziedzinie asteroid ale dotyczy całego spektrum - obserwacji różnymi technikami, charakteryzacji kształtu, wyznaczenia stanu rotacji, dynamiki, ewolucji orbitalnej, własności fizycznych oraz genezy tych różnorodnie fascynujących obiektów. Według Web of Science (na datę recenzji), dr Oszkiewicz opublikowała 58 prac cytowanych 5000 (bez autocytowań) i WoS raportuje dla nich indeks Hirscha równy 17. Po obronie doktoratu, w latach 2013 do 2024 (obecnie), WoS zgłasza 49 publikacji cytowanych ok. 4900 razy i indeks Hirscha równy 15. Lista publikacji według bibliograficznej bazy Astrophysics Data System (ADS) zawiera 52 pozycje, wśród których jest 42 prac klasyfikowanych jako recenzowane. Wskaźniki te są nawet wyższe niż w autoreferacie, w którym podano statystykę dotyczącą prac recenzowanych (*peer-reviewed*).

Odszukałem również wskaźniki bibliograficzne raportowane przez globalną bazę literaturową *Google Scholar*<sup>2</sup>: 161 publikacji (wliczając doniesienia i abstrakty konferencyjne oraz wpisy w bazach danych), 7500 cytowań i indeks Hirscha 21, a od 2019 roku 5300 cytowań i indeks Hirscha 17. Należy jednak zwrócić uwagę, że w tej statystyce jest w sumie ponad 6000 cytowań do artykułów Prusti et al. *The Gaia mission* (A&A 595, 2016) oraz do trzech prac konsorcyjnych traktujących o katalogu Gaia Data Release-1 (A&A 595, 601, 605).

Wartości bibliometryczne (ilość artykułów) dowodzą, że większość ważkiego dorobku publikacyjnego dr Oszkiewicz osiągnęła po doktoracie. W świetle innych postępowań habilitacyjnych w dziedzinie astronomii, które miałem okazję obserwować w ubiegłej dekadzie, wskaźniki bibliograficzne dr Oszkiewicz są bardzo dobre w relacji do bieżącego etapu kariery naukowej, zwłaszcza biorąc pod uwagę relatywnie wyspecjalizowaną dziedzinę badań. Warto podkreślić, że oprócz artykułów H1-H6, na liście publikacji recenzowanych po doktoracie dr Oszkiewicz przywołuje szereg innych prac, w których jest pierwszą (3), drugą (5) lub trzecią (5) autorką. Dowodzi to, jak wspomniano wcześniej, że wybór artykułów H1-H6 mógł być dzięki temu nadmiarowi materiału dokonany swobodnie, według wymaganego klucza *monotematycznego cyklu publikacji* oraz dominującego wkładu.

<sup>2</sup>[https://scholar.google.com/citations?view\\_op=list\\_works&hl=en&hl=en&user=I\\_WGx\\_QAAAAJ](https://scholar.google.com/citations?view_op=list_works&hl=en&hl=en&user=I_WGx_QAAAAJ)

## Podsumowanie oceny osiągnięcia habilitacyjnego

Artykuły H1–H6, przedstawione jako osiągnięcia habilitacyjne, stanowią monotematyczny cykl prac opublikowanych w wysoko punktowanych międzynarodowych periodykach z indeksu JCR i listy ministerialnej. Poświęcone są one analizie dobrze zdefiniowanego, ważkiego i nadal otwartego problemu astrofizycznego, w ramach kompleksowo zrealizowanego projektu obejmującego zebranie obserwacji z różnych źródeł oraz ich wielowątkową interpretację poprzez mechanizmy fizyczne i dynamiczne. Prace dr Oszkiewicz wpisują się przy tym w aktualne, globalne trendy badań realizowanych przez różnych autorów i grupy na świecie. Uzyskane wyniki stanowią znaczący wkład w zrozumienie struktury pasa głównego, genezy i ewolucji Układu Słonecznego oraz w tworzenie więzów teorii formowania układów planetarnych. Skokowy przyrost ilości danych obserwacyjnych i identyfikacji oraz charakteryzacji asteroid typu V, zarówno w odniesieniu do typowych westoidów jak i obiektów, które potencjalnie mogą pochodzić z innych zróżnicowanych planetoid, ma przy tym charakter jakościowy.

Uwagi krytyczne nie umniejszają wagi przedstawionych osiągnięć, jako że poświęcone są głównie prezentacji wyników w autoreferacie i pewnych wątków poruszonych w publikacjach.

## CHARAKTERYSTYKA DOROBKU ZAWODOWEGO

Działalność naukowa i zawodowa dr Oszkiewicz dowodzi, że jest ona zdolną, zdeterminowaną i w pełni samodzielną badaczką. Całokształt dorobku zawodowego, biorący pod uwagę oprócz publikacji także inne aspekty, jak współpraca naukowa z ośrodkami na całym świecie, działalność organizatorska, dydaktyczna i popularyzatorska, jest imponujący. W szczególności punkt 3 art. 219 Ustawy, traktujący o współpracy międzynarodowej i z innymi ośrodkami poza instytucją macierzystą został wypełniony wzorowo. Dr Oszkiewicz jest rozpoznawalna w globalnym środowisku astronomicznym, wykazuje aktywność i skuteczność w pozyskiwaniu środków na badania własne oraz umiejętność organizowania i koordynowania projektów skupiających wielu uczonych.

## KONKUZJA I OCENA KOŃCOWA

Osiągnięcia naukowe dr Dagmary Oszkiewicz zawarte w monotematycznym cyklu prac H1-H6 oraz w ponad czterdziestu innych artykułach recenzowanych, w czasopiśmie indeksowanym w *Journal Citation Reports* bez wątpienia spełniają formalne i naukowe wymogi w postępowaniu o nadanie stopnia naukowego doktora habilitowanego, sformułowane w warunku 2a art. 219 Ustawy *Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce*.

Materiał przedstawiony w artykułach H1-H6 jest ewidentnie częścią bogatego dorobku naukowo-badawczego dr Oszkiewicz wypracowanego po doktoracie, jak zarysowano powyżej w oparciu o informacje ogólnodostępne w bazach bibliograficznych oraz w autoreferacie. W świetle warunków Ustawy, wniosek dr Dagmary Oszkiewicz uważam za znakomicie udokumentowany i zasadny. Z przekonaniem wnoszę o nadanie mu dalszego biegu.

Jednocześnie, mając na uwadze wysoką jakość przekrojowych badań (łączyjących obserwacje z teorią i symulacjami numerycznymi), znaczącą i jakościową kontrybucję do opisu populacji asteroid typu V oraz do zrozumienia genezy i ewolucji Układu Słonecznego i innych układów planetarnych, wnioskuję o nadanie dr Dagmarze Oszkiewicz wyróżnienia za osiągnięcie habilitacyjne.

*Krzysztof Goździewski*