



Warszawa, 08/03/2024

dr hab. Katarzyna Małek, prof. NCBJ

**Ocena osiągnięcia naukowego oraz współpracy międzynarodowej przedstawionych do
postępowania habilitacyjnego dr Dorota Koziel-Wierzbowskiej**

Podstawowe informacje o kandydatce

Dr Dorota Koziel-Wierzbowska obroniła w roku 2008 na Uniwersytecie Jagiellońskim w Krakowie pracę doktorską zatytułowaną „Spektroskopia optyczna gigantycznych radiogalaktyk” napisaną pod kierunkiem prof. dr hab. Jerzego Machalskiego i otrzymała tytuł doktora nauk fizycznych w zakresie astronomii. Po otrzymaniu stopnia doktora w latach 2009-2012 pracowała jako asystent, a następnie po roku 2012 jako adiunkt z doktoratem na Wydziale Fizyki, Astronomii i Informatyki Stosowanej na Uniwersytecie Jagiellońskim. W swoim wniosku kandydatka nie wspomina o swojej pracy naukowej przed nadaniem stopnia doktora, jednak w punkcie 5.a autoreferatu wspomina o miesięcznym stażu w Max Planck Institute for Radioastronomy w Bonn w Niemczech w roku 2003 oraz serii krótkoterminowych wyjazdów do Le Laboratoire Univers et Théories (LUTH), Observatoire de Paris w Meudon we Francji, które rozpoczęły się na rok przed otrzymaniem stopnia doktora i trwały przez pięć lat. Nie ma niestety informacji jakiej aktywności naukowej dotyczyły te wyjazdy, czy prowadzone podczas nich badania zostały opublikowane zaprezentowane na konferencjach, prowadziły do nawiązania szerszej współpracy, otrzymania stopnia naukowego itp.

Charakterystyka dorobku naukowego kandydatki

Dorobek naukowy dr Koziel-Wierzbowskiej skupiony jest wokół badań nad radiogalaktykami. We wniosku kandydatka przedstawiła swój dorobek naukowy rozpoczynając od pracy doktorskiej. Zarówno autoreferat jak i dołączona lista publikacji kandydatki wskazują na dużą spójność tematyki.

Ocena osiągnięcia naukowego „Badanie własności AGN-ów aktywnych radiowo z uwzględnieniem ich morfologii”, będącego podstawą postępowania habilitacyjnego.

Dr Dorota Koziel-Wierzbowska jako swoje osiągnięcie w postępowaniu habilitacyjnym przedstawiła monotematyczny cykl pięciu publikacji dotyczących analizy wielo częstotliwościowych danych AGN-ów aktywnych radiowo.

Te prace to:

[H1] “FR II radio galaxies in the Sloan Digital Sky Survey: observational facts”, Koziel-Wierzbowska, D. i Stasińska G., MNRAS, Volume 415, 1013pp (2011)

[H2] „CGCG 292–057 – a radio galaxy with merger-modulated radio activity”, Koziel-Wierzbowska, D.; Jamrozy, M.; Zoła, S.; Stachowski, G.; Kuźmich, A., MNRAS, 422, 1546 (2012).

[H3] „What Distinguishes the Host Galaxies of Radio-loud; Radio-quiet AGNs?”, Koziel-Wierzbowska, D.; Vale Asari, N.; Stasińska, G.; Sikora, M.; Goettems, E.I.; Wójtowicz, A., ApJ, 846, 42 (2017).

[H4] „Radio Sources Associated with Optical Galaxies; Having Unresolved or Extended Morphologies (ROGUE). I. A Catalog of SDSS Galaxies with FIRST Core Identifications”, Koziel-Wierzbowska, D.; Goyal, A.; Żywucka, N., ApJSS, 247, 53 (2021) - *błąd habilitantki, ta praca ukazała się w roku 2020.*

[H5] „Identifying Radio-active Galactic Nuclei among Radio-emitting Galaxies”, Koziel-Wierzbowska, D.; Vale Asari, N.; Stasińska, G.; Herpich, F.R.; Sikora, M.; Żywucka, N.; Goyal, A., ApJ, 910, 64 (2021).

Prace H1 do H4 są wysoko cytowane (odpowiednio 35, 15, 13 i 22 cytowania), praca H5 – ostatnia z wymienionych prac, opublikowana w roku 2021 ma tylko trzy cytowania (za ADS NASA marzec 2024).

Cykl pięciu powiązanych tematycznie artykułów naukowych przedstawionych przez dr Koziel-Wierzbowską został opublikowany w czasopismach Monthly Notices of the Royal Astronomical Society oraz Astrophysical Journal oraz Astrophysical Journal Supplement Series. Są to czasopisma recenzowane, wysoko punktowane, których 5-letni impact factor wynosi kolejno 4.7, 5.2 i 7.9. Cykl ten skoncentrowany jest na analizie fizycznej AGN-ów aktywnych radiowo. Kolejne prace w cyklu opisują selekcje źródeł, statystyczne metody badań, analizę linii emisyjnych oraz analizę morfologii radiowych.

W pracy H1 z roku 2011 i cytowanej 45 razy, dr Koziel-Wierzbowska wraz z drugim autorem pracy analizowała radiogalaktyki o strukturach morfologicznych Fanaroff-Riley II. Klasyfikacja Fanaroffa-Rileya (FR) służy do rozróżniania galaktyk radiowych z aktywnymi jądrami na podstawie ich jasności radiowej lub jasności ich emisji radiowych w stosunku do środowiska, w którym się znajdują. I tak wyróżniamy dwa podstawowe typy tej klasyfikacji: FR I oraz FR II. W obiektach typu FR I większość emisji radiowej pochodzi z obszarów centralnych, natomiast w obiektach typu FR II – z gorących plam w zewnętrznych częściach radioobłoków. Obiekty typu FR II mają systematycznie wyższe jasności niż obiekty typu FR I i dlatego też są łatwiejsze w analizie. W pracy HI dr Koziel-Wierzbowska wyselekcjonowała 401 radiogalaktyk FR II przeglądu SDSS DR7 poprzez połączenie katalogów optycznych (SDSS) i radiowych i dla nich wyznaczyła strumień radiowy oraz parametry morfologiczne. Parametry fizyczne wyselekcjonowanych galaktyk zostały pobrane z innych prac.

Taka kompilacja danych posłużyła do analizy relacji pomiędzy jasnością optyczną linii emisyjnych ([O III] 5007 i H α), a jasnością w paśmie 1.4 GHz. Po pierwsze dr Koziel-Wierzbowska wykazała w tej pracy, że linia H α jest lepszym wskaźnikiem całkowitej energii wyemitowanej w liniach emisyjnych niż [O III], gdyż nie zależy od stopnia jonizacji. Habilitantka wykazała również korelację między jasnością linii emisyjnych a jasnością radiową po przeskalowaniu relacji przez szacunkową masę czarnej dziury. Jednym z wniosków pracy HI jest także stwierdzenie, że podczas gdy aktywność radiowa i optyczna są

silnie powiązane w galaktykach typu FR II, cechy aktywności optycznej w tych obiektach różnią się od radiowo-cichych AGN-ów: i tak obecność gorących plam jest związana z wyższą efektywnością radiową AGN-ów.

Praca ta pozwoliła także na wyodrębnienie trzech galaktyk z podwójnymi profilami linii w obszarze H α i [N II], które stały się punktem wyjściowym dla analizy przeprowadzonej w pracy licencjackiej, a w planach także magisterskiej, pod opieką dr Koziel-Wierzbowskiej.

W kolejnej pracy przedstawionej w cyklu habilitacyjnym, pracy H2 z 2012 roku cytowanej 15 razy, kandydatka przedstawia dogłębną analizę odkrytego przez nią radioźródła o strukturze podwójno-podwójnej (X-shape). Morfologia tej galaktyki nie może być sklasyfikowana za pomocą omawianej w pracy HI klasyfikacji FR. Z literatury wynika, że analizowana galaktyka, CGCG 292-057, jest galaktyką o typie post-merger i znajduje się na pograniczu morfologicznej klasyfikacji optycznej pomiędzy eliptyczną a spiralną. Habilitantka przeprowadziła własne obserwacje tej galaktyki na dwóch teleskopach (Obserwatorium na Suhorze i LCOGT). Analiza otrzymanych obrazów wskazuje, że galaktyka ta nie jest czystą galaktyką spiralną, lecz mergerem, najprawdopodobniej tuż po zlaniu się galaktyk lecz jeszcze przed połączeniem się czarnych dziur (podwójne profile linii emisyjnych świadczących o istnieniu dwóch supermasywnych czarnych dziur). Dokładna analiza danych dla tej galaktyki pozwoliła dr Koziel-Wierzbowskiej na wyznaczenie masy pary czarnych dziur oraz polaryzacji całej struktury.

Podobnie jak w przypadku pracy HI, praca HII stała się punktem wyjściowym pracy magisterskiej prowadzonej pod opieką habilitantki. Praca ta dotyczyła zbadania profilu jasności galaktyk-gospodarzy radioźródeł o różnych morfologiach.

W pracy H3 z roku 2017 (cytowanej 13 razy) habilitantka ponownie skupia się na morfologii radioźródeł. Badając próbkę złożoną z 376 radiowo-głośnych (RL) i ~11000 radiowo-cichych (RQ) AGN-ów typu drugiego habilitantka sprawdziła, że zarówno RL jak i RQ AGN-y typu 2 mają podobne warunki jonizacji. Próbką ta była też podstawą do potwierdzenia ścisłej korelacji pomiędzy masą gwiazdową a masą czarnej dziury. W pracy tej habilitantka badała także różnice między galaktykami-gospodarzami AGN-ów typu RL i RQ i wykazała, że galaktyki-gospodarze różnią się głównie wskaźnikiem koncentracji (CI, jest systematycznie większy dla RL AGN niż dla RQ) i typem morfologicznym (galaktyki-gospodarze źródeł RL są bardziej eliptyczne a ich eliptyczność rośnie wraz z rosnącą radiogłośnością).

W roku 2020 kandydatka opublikowała katalog radioźródeł ROUGE I (Radio sources associated with Optical Galaxies and having Unresolved or Extended morphologies) [H4]. Katalog ten zawiera 32 616 źródeł ze spektroskopowego katalogu SDSS DR7 oraz radiowych przeglądów First Images of Radio Sky at Twenty Centimetre (FIRST) survey oraz the NRAO Very Large Array Sky Survey. Skatalogowane źródła charakteryzują się centralnym komponentem obserwowanym przez FIRST w odległości nie dalszej niż 3 sekundy łuku od pozycji galaktyki w katalogu SDSS. Katalog ten był cytowany 22 razy co pokazuje wysoką użyteczność przygotowanego katalogu. Habilitantka jest kierownikiem projektu OPUS 22 NCN mającym na celu przygotowanie analizę fizyczną skatalogowanych obiektów.

Praca H4 przedstawia statyczne cechy skatalogowanych radioźródeł (typy morfologiczne), w pracy tej habilitantka zidentyfikowała serię nowych galaktyk radiowych bądź też kandydatki na nowe radiogalaktyki, obiekty o nieklasycznych morfologiach itp. Niewątpliwie

przygotowanie takiego katalogu i bardzo dokładna klasyfikacja morfologiczna wymagała od dr Koziół-Wierzbowskiej ogromnego nakładu pracy i wykazania się wysoką znajomością tematyki.

Ostatnia z prac (praca **H5** z roku 2021, cytowana 3 razy) składająca się na cykl dotyczy analizy własności fizycznych radioźródeł z katalogu ROUGE I (praca **H4**). W pracy tej dr Koziół-Wierzbowska skupiła się na metodzie podziału radioźródeł na te zasilane przez AGN i te związane z obszarami gwiazdotwórczymi. W pracy tej zostały przedstawione dwie metody: (1) MIRAD, w której wykorzystano gęstość strumienia w paśmie WISE 3 (12 μm) ze strumieniem radiowym na częstotliwości 1,4 GHz. Tak przygotowany diagram, który nie wymaga widm optycznych, a jedynie detekcję w średniej podczerwieni i radio, pozwala na podział pomiędzy galaktyki aktywnie tworzące gwiazdy i radioźródła zasilane przez AGN; (2) DLM, w której habilitantka porównała przerwę Balmera Dn(4000) ze specyficzną jasnością radiową (jasność radiowa na jednostkę masy gwiazdowej galaktyki). Podobnie jak w przypadku MIRAD, diagram ten pozwala na selekcję galaktyk aktywnych gwiazdotwórczo i radioźródeł. Ten diagram był już wcześniej używany w literaturze, jednak jedynie jako diagram wspomagający klasyfikację, a nie jako główny diagram.

Dla obu diagramów dr Koziół-Wierzbowska zaproponowała bardzo proste, liniowe metody klasyfikacji. Linie te pozwalają na poprawne klasyfikacje AGNów (99,5%) jako radiowych źródeł rozciągniętych w katalogu ROGUE I, a jako galaktyki gwiazdotwórcze (98%-99%) galaktyk zidentyfikowanych jako takie na podstawie ich współczynników linii emisyjnych w tym samym katalogu. Oba diagramy wyraźnie pokazują, że radioźródła AGN są preferencyjnie znajdowane wśród galaktyk eliptycznych i galaktyk zawierających najbardziej masywne czarne dziury. Jest to niezwykle ciekawa praca, pozwalająca, w czasach wielkich przeglądów radiowych, na uproszczoną klasyfikację.

Artykuły naukowe przedstawione w autoreferacie pojawiają się w kolejności chronologicznej, pokazują w jaki sposób habilitantka wzmacnia swoją ekspertyzę w dziedzinie radiogalaktyk, a cała seria prac stanowi znaczny wkład w rozwój badań własności AGNów aktywnych radiowo. Cykl przedstawionych prac pokazuje duże zaangażowanie dr Koziół-Wierzbowskiej w rozwój badań nad morfologią i własnościami radioźródeł. Opracowane i upublicznione przez kandydatkę katalogi są szeroko wykorzystywane w radioastronomii. Przedstawione prace, a także wysokie cytowania i zaangażowanie dr Koziół-Wierzbowskiej w projekt ROGUE i włączenie w niego zarówno studentów, doktorantów i adiunktów z Obserwatorium Astronomicznego UJ bezsprzecznie pokazuje, że osiągnięcie naukowe kandydatki jest niewątpliwie wybitne i już docenione w towarzystwie naukowym.

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

Dr. Koziół-Wierzbowska po otrzymaniu stopnia doktora pracowała jako asystent, a później jako adiunkt z doktoratem na Wydziale Fizyki, Astronomii i Informatyki Stosowanej w Instytucie Obserwatorium Astronomiczne Uniwersytetu Jagiellońskiego. W swoim autoreferacie dr Koziół-Wierzbowska wspomina o miesięcznym stażu w Instytucie Radioastronomii Maxa Plancka w Bonn, w Niemczech, a także o około półtorarocznym pobycie (uśrednione informacje z wniosku habilitantki: dwa razy w roku odbywała ona 2-6 tygodniowe wizyty) w Le Laboratoire Univers et Théories (LUTH), Observatoire de Paris w

Meudon we Francji. Habilitantka nie wspomina jakiej aktywności naukowej dotyczyły te wizyty jednak wskazują one na współpracę naukową z prof. Grażyną Stasińską – współautorką wielu prac dr Koziel-Wierzbowskiej. Dodatkowo dr Koziel-Wierzbowska wielokrotnie brała udział w obserwacjach międzynarodowej sieci astronomów The Whole Earth Telescope.

Na terenie kraju dr Koziel-Wierzbowska współpracowała z Centrum Astronomicznym Mikołaja Kopernika w Warszawie (w ramach grantu NCN OPUS), w latach 1999-2013 współpracowała z Obserwatorium Suhora Uniwersytetu Pedagogicznego w Krakowie. Habilitantka jest bardzo aktywna na polu dydaktyki i popularyzacji. Zasiadała w jury Międzynarodowej Olimpiady Astronomii i Astrofizyki a także w jury dwóch Ogólnopolskich Młodzieżowych Seminariów Astronomicznych. Prowadziła opiekę nad trzema pracami licencjackimi oraz trzema pracami magisterskimi.

Podsumowanie

Przedstawione mi do recenzji osiągnięcie naukowe w przewodzie habilitacyjnym dr Doroty Koziel-Wierzbowskiej – cykl pięciu publikacji „Badanie własności AGN-ów aktywnych radiowo z uwzględnieniem ich morfologii” stanowi znaczący wkład w rozwój astrofizyki oraz spełnia ustawowe wymagania określone w art. 219 ust. 1 pkt 2 ustawy o Prawie o szkolnictwie wyższym i nauce. Podsumowuję, że ubieganie się przez dr Koziel-Wierzbowską o stopień doktora habilitowanego w dziedzinie astronomii jest uzasadnione. Wnioskuje o dopuszczenie dr Koziel-Wierzbowskiej do dalszych etapów postępowania habilitacyjnego.

Z poważaniem

dr hab. Katarzyna Małek