

**Ocena osiągnięcia naukowego dr Magdaleny Kunert-Bajraszewskiej zatytułowanego „Dychotomia w populacji młodych AGN-ów: własności w zakresie widzialnym, radiowym oraz rentgenowskim promieniowania elektromagnetycznego”**

Przedstawione do oceny osiągnięcie naukowe dr Magdaleny Kunert-Bajraszewskiej składa się z cyklu pięciu oryginalnych artykułów naukowych opublikowanych w recenzowanych czasopiśmie znajdujących się w bazie Journal Citation Reports (JCR) oraz z autoreferatu stanowiącego przewodnik po opublikowanych pracach:

- [P1]. Kunert-Bajraszewska, M.; Gawroński, M. P.; Labiano, A.; Siemiginowska, A., „A survey of low-luminosity compact sources and its implication for the evolution of radio-loud active galactic nuclei - I. Radio data”, 2010, Monthly Notices of the Royal Astronomical Society, 408, 2261
- [P2]. Kunert-Bajraszewska, M.; Labiano, A., „A survey of low-luminosity compact sources and its implication for the evolution of radio-loud active galactic nuclei - II. Optical analysis”, 2010, Monthly Notices of the Royal Astronomical Society, 408, 2279
- [P3]. Kunert-Bajraszewska, M., Janiuk, A., „Discovery of the Disturbed Radio Morphology in the Interacting Binary Quasar FIRST J164311.3+315618”, 2011, Astrophysical Journal, 736, 125
- [P4]. Kunert-Bajraszewska, M., Siemiginowska, A., Labiano, A., „An X-Ray Cooling-core Cluster Surrounding a Low-power Compact Steep Spectrum Radio Source 1321+045”, 2013, Astrophysical Journal Letters, 772, L7
- [P5]. Kunert-Bajraszewska, M., Labiano, A., Siemiginowska, A., Guainazzi, M., „First X-ray observations of Low-Power Compact Steep Spectrum Sources”, 2014, Monthly Notices of the Royal Astronomical Society, 437, 3063

Wymienione publikacje dotyczą badań ścieżek ewolucyjnych aktywnych jąder galaktyk (AGN). Prace koncentrują się na początkowych etapach ewolucji tych obiektów, w szczególności na badaniu własności zwartych źródeł typu Compact Steep Spectrum (CSS) oraz Gigahertz Peak Spectrum (GPS). Publikacje te tworzą spójny monotematyczny cykl publikacji i opisują oryginalne badania, obserwacje oraz wyniki analiz dla próbki kilkudziesięciu obiektów w szerokim zakresie widma elektromagnetycznego. Obserwacje zostały wykonane z pomocą różnorodnych instrumentów: sieci interferometrycznej MERLIN, teleskopu Chandra, na których habilitantka uzyskała czas obserwacyjny poprzez wygranie szeregu

konkursów. Habilitantka korzystała ponadto z danych archiwalnych z teleskopu Hubble'a oraz z innych danych dostępnych w literaturze astronomicznej.

Habilitantka jest pierwszą i główną autorką wszystkich pięciu publikacji. Dominujący wkład habilitantki w powstanie poszczególnych publikacji obejmuje: oryginalny pomysł badań i obserwacji, zaplanowanie obserwacji w zakresach radiowym i rentgenowskim, udział w redukcji danych, wykonanie części analizy wyników (w tym map emisji radiowej i rentgenowskiej, wykresy i analizy korelacji), dominującą rolę w interpretacji wyników oraz samodzielne przygotowanie artykułów. Habilitantka oceniła swój wkład procentowy w poszczególne prace, zgodnie z oświadczeniami współautorów, na poziomie 85% w pracy P1, 70% w pracy P2, 80% w pracy P3, 75% w pracy P4 oraz 75% w pracy P5.

Prace wchodzące w skład osiągnięcia naukowego zawierają analizę własności próbki kilkudziesięciu zwartych AGN-ów w zakresie radiowym, widzialnym oraz rentgenowskim promieniowania elektromagnetycznego, niebadanych do tej pory. Oryginalny pomysł badań habilitantki polegał na znalezieniu oraz analizie źródeł, które leżą poniżej głównego ciągu ewolucyjnego silnych AGN-ów. Obszar ten zawiera dużą populację obiektów, których nie powinno się pomijać w rozważaniach ewolucyjnych. W szczególności znajdują się tu właśnie obiekty, które prawdopodobnie nigdy nie będą w stanie rozwinąć wielkoskalowej struktury radiowej, a których cechy radiowe, optyczne i rentgenowskie znacznie różnią się od cech znanych do tej pory silnych źródeł radiowych.

W pracy [P1] przedstawiona została analiza obserwacji radiowych kilkudziesięciu zwartych źródeł radiowych typu CSS. Próbka tych obiektów została wyselekcjonowana z przeglądu FIRST a następnie zaobserwowana angielską siecią radioteleskopów MERLIN na częstotliwościach 1.6 oraz 5 GHz. W wyborze próbki szczególnie ważne było założenie granicznej dzielności promieniowania radiowego  $L_{1.4\text{GHz}} < 10^{26.5} \text{ W Hz}^{-1}$  mniejszej niż dla znanych do tej pory obiekty tej klasy. Obiekty te zostały nazwane przez habilitantkę mianem „Low Luminosity Compact (LLC) objects”. Efektem pracy jest propozycja modyfikacji modelu ewolucyjnego radiowo-głośnych AGN-ów. Autorka twierdzi, że niektóre obiekty LLC wygasną już na wczesnym etapie ewolucji, a ponadto takie krótkie epizody aktywności radiowej mogą się zdarzyć wiele razy zanim radioźródła staną się obiektami typu FRI lub FRII. Analiza właściwości radiowych źródeł LLC przedstawiona w pracy [P1] oraz analiza ich właściwości spektroskopowych wskazuje, że większość źródeł LLC będzie ewoluować ostatecznie do źródeł FRII. Autorka sugeruje, że istnieje znacznie większa populacja krótkożyjących zwartych obiektów, wśród których należy prawdopodobnie szukać prekursorów źródeł FRI .

Praca [P2] stanowi kontynuację badań próbki zwartych obiektów LLC opartą na przeglądzie Sloan Digital Sky Survey (SDSS). Głównym celem były pomiary jasności linii emisyjnych widocznych w widmie. W oparciu o te pomiary dokonano podziału źródeł na obiekty o wysokim i niskim wzbudzeniu (High and Low Excitation Galaxies: HEG and LEG) gazu znajdującego się w najbliższym otoczeniu aktywnego jądra. W konsekwencji ujawniły się dwie ścieżki ewolucyjne w populacji radiowo-głośnych AGN-ów, oddzielne dla źródeł typu HEG i LEG, a mianowicie: GPSLEG → CSSLEG → FRI/FRIILEG oraz GPSHEG → CSSHEG → FRIIHEG. Autorka sugeruje, że krótko-żyjące młode AGN-y będą ostatecznie ewoluować w kierunku słabszych radiowo źródeł FRI, które w zdecydowanej większości należą do typu LEG.

Praca [P5] oparta jest częściowo na obserwacjach wykonanych z pomocą teleskopu rentgenowskiego Chandra. Wniosek obserwacyjny habilitantki dotyczył 7 różnorodnych obiektów typu LLC. Celem opisanych obserwacji było poznanie własności rentgenowskich młodych słabych radiowo AGN-ów. Autorka badała zależności pomiędzy cechami radiowymi, właściwościami promieniowania X oraz modami wzbudzenia HEG i LEG dla różnych grup obiektów radiowych: GPS, CSS i wielkoskalowych FRI i FRII. Habilitantka odkryła, że źródła HEG i LEG zajmują oddzielne obszary na wykresie „jasność radiowa – jasność X” niezależnie od wieku oraz że źródła HEG są jaśniejsze niż LEG zarówno w zakresie radiowym, jak i rentgenowskim.

Pozostałe dwie prace dotyczą obserwacji indywidualnych obiektów. W pracy [P4] zbadany został jeden z siedmiu obiektów LLC, obserwowanych teleskopem Chandra, znajdujący się w centrum gromady galaktyk z gwiazdozbioru Panny. Jest to druga odkryta gromada emitująca promieniowanie X, w centrum której znajduje się źródło typu CSS. Ale jednocześnie pierwsza, której centralne źródło to słaby obiekt radiowy o niskim modzie wzbudzenia LEG. Autorka oszacowała ciśnienie magnetyczne w płatach radiowych obiektu oraz ciśnienie termiczne gorącego gazu znajdującego się w gromadzie i pokazała, że centralne źródło radiowe jest tak słabe, że ciśnienie termiczne gorącego ośrodka może stać się poważną przeszkodą w dalszym rozwoju obiektu, sugerując, że źródło to nie będzie miało szansy rozwinąć wielkoskalowej struktury i jest obecnie w fazie wygasania. Analiza oparta na równoczesnych obserwacjach rentgenowskich i radiowych jednego ze źródeł LLC pokazała, że źródła sklasyfikowane jako LEG prawdopodobnie stanowią odmienną populację, której ewolucja jest bardziej skomplikowana i trudniejsza niż w przypadku silnych radiowo-głośnych AGN-ów.

W pracy [P3] przedstawione zostały wyniki analizy obserwacji uzyskanych w zakresie radiowych i widzialnym bardzo rzadkiego obiektu znalezionej wśród źródeł LLC - podwójnego kwazara FIRST J1643+3156. Znane są tylko cztery systemy O<sup>2</sup>R, w których jeden z

kwazarów jest również radiowo-głośny. Jednym z tych systemów jest obserwowany przez habilitantkę obiekt. Układ FIRST J1643+3156 jest rzadkim przypadkiem dwóch oddziałujących ze sobą kwazarów. Habilitantka odnajduje w tym układzie złożoną strukturę radiową, świadczącą o zmianie kierunku propagacji dżetów, sugerując, że obiekt jest obserwowany w krótkim przedziale czasu w życiu młodego źródła, w którym widoczne są równocześnie stare oraz nowe obszary emisji radiowej.

Po uzyskaniu stopnia doktora dr. Kunert-Bajraszewska opublikowała 11 recenzowanych artykułów w wysoko punktowanych międzynarodowych czasopismach astrofizycznych, które łącznie z 9 recenzowanymi publikacjami przed doktoratem dają łącznie 20 publikacji recenzowanych. Publikacje habilitantki były cytowane dotychczas ponad 220 razy zgodnie z Bazą danych Web of Science ponad 360 razy zgodnie z bazą danych ADS, a jej indeks Hirsha wynosi odpowiednio 10 (WoS) i 12 (ADS). Oprócz tego habilitantka posiada w swoim dorobku 20 publikacji konferencyjnych, w tym 17 po doktoracie.

Habilitantka jest laureatką konkursu o stypendium naukowe MNiSW dla wybitnego młodego naukowca, przyznanego na lata 2012-2015 oraz dwóch nagród przyznanych przez Rektora UMK: zespołowej III stopnia oraz indywidualnej II stopnia za osiągnięcia naukowe.

W latach 2008-2014 dr Kunert-Bajraszewska kierowała dwoma krajowymi projektami KBN/NCN, jednym zagranicznym grantem obserwacyjnym związanym z realizacją badań z pomocą rentgenowskiego satelity Chandra oraz uczestniczyła w trzech innych projektach międzynarodowych w charakterze wykonawcy i członka zespołu naukowego z dostępem do danych (sieć LOFAR, sieć VLBI z udziałem radioteleskopu orbitalnego - RadioAstron).

W latach 2009-2011 redagowała elektroniczne czasopismo sieci radioteleskopów EVN „EVN Newsletter”, pełniąc funkcję redaktora z uprawnieniami do decydowania o przyjmowaniu prac do publikacji, oprócz tego do jej zadań należało opracowanie graficzne i edytorskie wydania.

Dr. Magdalena Kunert-Bajraszewska jest członkiem Międzynarodowej Unii Astronomicznej, oraz członkiem zespołów naukowych międzynarodowych projektów: „LOFAR Surveys Key Project”, RadioNet 3 i RadioNet 4. W latach 2009-2014 reprezentowała Centrum Astronomii UMK w EVN Board od Directors.

Uczestniczyła w popularyzacji nauki poprzez udział w Toruńskim Festiwalu Nauki i Sztuki, wykłady dla uczestników warsztatów naukowych Krajowego Funduszu na Rzecz Dzieci w Centrum Astronomii UMK, brała udział w akcji „Dziewczyny do Ścisłych” oraz poprzez przygotowanie strony internetowej na obchody Międzynarodowego Roku Astronomii.

Sprawowała opiekę nad dwiema pracami magisterskimi oraz stażami naukowymi studentki z Francji oraz doktoranta z Japonii. Ponadto sprawowała opiekę w charakterze promotora pomocniczego doktoranta Macieja Cegłowskiego (obrona pracy doktorskiej pt. „To understand

the complex nature of BAL quasars: new high resolution radio observations” nastąpi latem 2016 roku) oraz nieformalnie opiekowała się dwójką doktorantów zaangażowanych w badania AGN-ów z pomocą instrumentu LOFAR.

Odbyła 6 miesięczny staż naukowy w obserwatorium Jodrell Bank oraz trzy inne krótkie staże związane z nauką redukcji danych interferometrycznych w sieciach EVN oraz MERLIN.

Począwszy od 2011 roku recenzuje artykuły naukowe dla redakcji międzynarodowych czasopism: Astrophysical Journal, Astronomy and Astrophysics, Astronomical Notes. Była recenzentem oceniającym projekty obserwacyjne obserwatorium orbitalnego Chandra oraz projektu sieci e-Merlin. Była ponadto czterokrotnie członkiem Zespołu Ekspertów Narodowego Centrum Nauki oceniających projekty grantowe w roku 2013 (dwukrotnie) oraz w latach 2014 i 2015.

#### **Wniosek końcowy**

Dr. Magdalena Kunert-Bajraszewska jest wysokiej klasy specjalistką w zakresie obserwacji i interpretacji danych pochodzących z obserwacji aktywnych jąder galaktyk w różnych zakresach widma promieniowania elektromagnetycznego, poczynając od zakresu radiowego do zakresu rentgenowskiego.

Stwierdzam, że zaprezentowane osiągnięcie naukowe dr Magdaleny Kunert-Bajraszewskiej stanowią istotny wkład w rozwój dyscypliny naukowej reprezentowanej przez habilitantkę. Jej dorobek naukowy w całości oraz dorobek dydaktyczny i organizacyjny spełniają wymagania określone przez art. 16 Ustawy z dnia 14 marca 2013 r. o stopniach naukowych i tytułach naukowych oraz o stopniach i tytułach w zakresie sztuki, z późniejszymi zmianami oraz przez rozporządzenie Ministra Nauki i Szkolnictwa Wyższego z dnia 1 września 2011 roku. Wnoszę zatem o dopuszczenie dr. Magdaleny Kunert-Bajraszewskiej do dalszych etapów przewodu habilitacyjnego.

