



ul. Bartycka 18, 00-716 Warszawa
tel: (22) 841 00 41, (22) 3296 100
fax: (22) 841 00 46
email: camk@camk.edu.pl
<http://www.camk.edu.pl>

CENTRUM ASTRONOMICZNE IM. MIKOŁAJA KOPERNIKA PAN

Warszawa, 1.06.2016

Recenzja rozprawy habilitacyjnej oraz ocena dorobku naukowego i dydaktycznego dr Magdaleny Kunert-Bajraszewskiej.

Pani dr Magdalena Kunert-Bajraszewska obroniła pracę doktorską w 2006 r. na Uniwersytecie Mikołaja Kopernika w Toruniu i tam pracuje do dziś na Wydziale Fizyki, Astronomii i Informatyki Stosowanej. Jednakże od początku swojej kariery naukowej intensywnie rozwija współpracę międzynarodową, co jest wręcz konieczne, gdy chcemy zgromadzić szerokopasmowe dane całej populacji specyficznych obiektów, jakimi są młode aktywne galaktyki. Każdy wysokiej klasy instrument działający w innym paśmie ma swoją specyfikę i wymaga dogłębnego zapoznania się z jego kalibracją i możliwościami obserwacyjnymi. Dodatkowo, połączenie danych z kilku instrumentów wymaga znajomości metod obserwacyjnych na najwyższym poziomie. Taka właśnie jest rozprawa habilitacyjna pani dr Magdaleny Kunert-Bajraszewskiej, w której zajęła się bardzo szczególną grupą młodych aktywnych galaktyk (z ang. AGN), wykazujących strome widmo radiowe ze stosunkowo małego obszaru (<15 kpc) (w rozprawie oznaczone jako CSS).

Rozprawa habilitacyjna pt.: *Dychotomia w populacji młodych AGN-ów: własności w zakresie widzialnym, radiowym oraz rentgenowskim promieniowania elektromagnetycznego*, pani dr Magdaleny Kunert-Bajraszewskiej, składa się z następujących pięciu prac współautorskich (mała liczba autorów, dwie prace dwu-autorskie), przy czym dr Kunert-Bajraszewska jest zawsze pierwszą autorką:

1. Kunert-Bajraszewska, M. et al.: *A survey of low-luminosity compact sources and its implication for the evolution of radio-loud active galactic nuclei – I. Radio data*, 2010, MNRAS, 408, 2261, [P1]
2. 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, MNRAS, 408, 2279, [P2]
3. Kunert-Bajraszewska, M. & Janiuk, A.: *Discovery of the Disturbed Radio Morphology in the Interacting Binary Quasar FIRST J164311.3+315618*, 2011, ApJ, 736,125, [P3]
4. Kunert-Bajraszewska, M. et al.: *An X-ray Cooling core Cluster Surrounding a Low-power Compact Steep Spectrum Radio Source 1321+045*, 2013, ApJL, 772, L7, [P4]

5. Kunert-Bajraszewska, M. et al.: *First X-ray observations of Low-Power Compact Steep Spectrum Sources*, 2014, MNRAS, 437, 3063, [P5]

Wszystkie wyżej wymienione artykuły zostały opublikowane w recenzowanych czasopismach z listy filadelfijskiej o najwyższym współczynniku „impact factor” (>5.1). Współautorzy jednoznacznie uznali, że wkład pracy dr Magdaleny Kunert-Bajraszewskiej w pozyskiwaniu wyników i pisaniu tych artykułów był dominujący. Przedstawione prace zostały wzbogacone w obszerny wstęp w j. polskim, w którym autorka przedstawia podstawowe definicje dotyczące badanych przez nią obiektów, opisuje swoje najważniejsze wyniki i przedstawia plany naukowe na przyszłość.

Młode, rozważane przez autorkę, AGN-y rozważane są dobrze określoną grupą obiektów, które wykazują emisję radiową o maksimum w okolicy 1 GHz (GPS). Emisja ta pochodzi ze zwartego obszaru i ma kształt promieniowania synchrotronowego. Badanie statystyczne próbek kilkudziesięciu zwartych AGN-ów pozwoliło autorce wyznaczyć jak zmienia się moc tego promieniowania oraz morfologia emitujących obszarów. Autorka wybrała tylko obiekty o jasności $< 10^{26.5}$ W/Hz, tak zwane LLC (z ang.: low luminosity compact objects). Poziom ich promieniowania radiowego świadczy o młodym wieku wyselekcjonowanych źródeł. Wyniki pomiarów przy użyciu radiowej sieci interferometrycznej MERLIN, zostały zgromadzone i opisane w pracy [P1]. Autorka przedstawiła tam samodzielnie opracowane dwie ewentualne ścieżki ewolucyjne, którymi mogą podążać te źródła w zależności od rozmiaru obszaru, z którego pochodzi emisja radiowa. Pokazała, że te jaśniejsze zmieniają się w obiekty typu FR II, a te słabsze w obiekty typu FR II lub FR I (FR II i FR I to wielkoskalowe radioźródła o morfologicznie różnej budowie). Niektóre źródła gasną i rozbłyskują kilkakrotnie zanim zmienią się w rozległe radiowo-głośne AGN-y.

Praca z obserwacjami radiowymi zaowocowała publikacjami [P3] i [P4], w których autorka przedstawiła dwa nietypowe, odkryte przez nią, źródła. W pierwszym przypadku jest to układ podwójny kwazara FIRST J164311.3+315618. Jego morfologia wskazuje, iż mamy do czynienia z fuzją dwóch galaktyk. Do chwili obecnej znane są tylko cztery takie obiekty z potwierdzoną emisją radiową (w tym obserwowany przez autorkę). W drugim przypadku [P4], autorka skorelowała obserwacje radiowe z danymi z rentgenowskiego z teleskopu *Chandra*, co zaowocowało odkryciem obiektu LLC w środku tak zwanej gromady chłodzonej gorącym gazem wypływającym z jej centrum i obserwowanym w dziedzinie rentgenowskiej (z ang.: *cooling clusters* lub *cooling flows*). Taki gaz o temperaturach rzędu 10^{6-7} K znajduje się w centralnych obszarach wielu gromad galaktyk. Gaz ten nieustannie oddziałuje z obszarem międzygalaktycznym, a ogólny bilans materii i energii takich gromad jest przedmiotem intensywnych badań w astrofizyce rentgenowskiej. Wykrycie obecności młodego radioźródła w takiej gromadzie jest niewątpliwie bardzo ciekawe, dlatego praca ukazała się w formie listu do *Astrophysical Journal*. W obydwu przypadkach [P3] i [P4], najważniejszym osiągnięciem autorki była detekcja nowych obiektów przy pomocy najlepszych instrumentów obserwacyjnych.

Pani dr Magdalena Kunert-Bajraszewska uznała za ważne rozszerzenie bazy danych obserwacyjnych rozważanych obiektów o inne zakresy widmowe. W pierwszej kolejności skorzystała z danych optycznych przeglądu SDSS (Sloan Digital Sky Survey), stanowiącego najdokładniejszą bazę danych, największej ilości AGN-ów. Autorka skupiła się na posumowaniu jasności linii emisyjnej [OIII] i jej zależności od liniowego rozmiaru obszaru emisji radiowej rozważanych obiektów. Analiza linii wymagała zapoznania się z programami do obróbki danych optycznych, które nie do końca okazały się użyteczne. Większość

dopasowań autorka musiała wykonać „ręcznie”. Wyniki pracy, zawarte w publikacji [P2] pokazały, że niektóre obiekty mają jasność linii tlenu znacznie większą od jasności linii wodoru, co oznacza, że emitujący gaz jest o wysokim poziomie wzbudzenia. Obiekty te już wcześniej sklasyfikowano jako HEG (High Excitation Galaxies). Alternatywnie LEG, wykazują emisję w linii tlenu porównywalną do tej w linii wodoru. Pani dr Magdalena Kunert-Bajraszewska dokonała klasyfikacji rozważanej próbki obiektów na te typu HEG i LEG oraz zbadała zależność jasności linii [OIII] od ich mocy radiowej. Jako wynik otrzymała korelację jasności radiowej z jonizacją ośrodka, gdyż źródła LEG okazały się słabsze radiowo. Autorka podjęła próbę omówienia swoich wyników w kontekście związku dżetów z dyskami akrecyjnymi wokół centralnych czarnych dziur, aczkolwiek jak sama zaznacza, wyniki nie są jednoznaczne.

W badaniu powiązania dżetów z procesem akrecji na czarną dziurę pomagają obserwacje w rentgenowskim zakresie widmowym. Liczne dotychczas opublikowane korelacje pomiędzy emisją radiową i rentgenowską pozwoliły naukowcom ocenić jak dysk akrecyjny może napędzać dżet. Wprawdzie samo-uzgodniony, hydrodynamiczny model fizyczny połączenia tych dwóch struktur ciągle nie istnieje, ale uproszczone modele takich oddziaływań pasują do obserwacji kwazarów i mikro-kwazarów. Pani dr Magdalena Kunert-Bajraszewska sięgnęła również po dane, rozważanych przez nią obiektów, z zakresu rentgenowskiego. Było to odważne posunięcie, gdyż całe oprogramowanie i sposób redukcji danych satelitarnych różni się od tych pozyskiwanych przez teleskopy naziemne. Na pewno autorka musiała tego wszystkiego się nauczyć i tu podkreślam, że nie znam zbyt wiele osób z mojego otoczenia, które pracują w trzech tak różnych dziedzinach widmowych. Pragnę zauważyć, gdyż młode AGN-y będące przedmiotem rozprawy habilitacyjnej, nie posiadały dotychczas detekcji w zakresie rentgenowskim. Pani dr Magdalena Kunert-Bajraszewska napisała wniosek obserwacyjny na satelitę *Chandra*, z sukcesem przeszła cały proces konkursowy, oraz dokonała pierwszego pomiaru emisji rentgenowskiej z siedmiu obiektów typu CSS. W pracy z danymi rentgenowskimi kluczową rolę odgrywa kalibracja instrumentu i policzenie tak zwanej macierzy odpowiedzi (response matrix) instrumentu na obserwowany sygnał. W tej kwestii autorka skorzystała z konsultacji bezpośrednio z ekspertami: prof. A. Siemiginowską, pracującą w zespole operacyjnym satelity *Chandra* w Bostonie, oraz dr M. Guainazz, z zespołu operacyjnego satelity *XMM-Newton* w Madrycie. To był doskonały wybór. Dane zaprezentowane w pracy [P5] same w sobie są istotnym osiągnięciem naukowym. Ponadto okazało się, że korelacja jasności rentgenowskiej z radiową dzieli rozważane źródła na dwie grupy. Silne CSS i GPS są jasne w obu tych zakresach, natomiast radiowo słabe CSS-y, są również słabe w promieniowaniu X. Powstałe mapy promieniowania w obu tych zakresach dla indywidualnych obiektów stanowią dużą wartość poznawczą pracy. Dodatkowo okazało się, że rozważane obiekty separują się na dwie grupy ze względu na mod wzbudzenia HEG i LEG. Pragnę zauważyć, że analiza danych rentgenowskich wymaga założenia modelu emisji, co w konsekwencji oznacza, że pani dr Magdalena Kunert-Bajraszewska musiała zapoznać się i zrozumieć dlaczego wybrane przez nią modele są prawidłowe.

Rezultaty osiągnięte przez panią dr Magdalenę Kunert-Bajraszewską niewątpliwie stanowią istotny wkład w zrozumienie ewolucji młodych radioźródeł, które niejednokrotnie są obserwowane po raz pierwszy. Przypuszczenia co do ich drogi ewolucyjnej autorka poczyniła w oparciu o dane z najdokładniejszych instrumentów dostępnymi środowisku astronomicznemu (MERLIN, SDSS, *Chandra*). Było to możliwe tylko we współpracy międzynarodowej, dzięki której autorka zdobyła wiedzę na temat kalibracji i obróbki danych z instrumentów o różnych zakresach widmowych. Jest to szalenie przydatna umiejętność i

doskonale wpisuje się w obecny nurt pozyskiwania szerokopasmowych danych obiektów w celu pełnego zrozumienia zachodzących w nich procesów fizycznych.

Wszystkie naukowe osiągnięcia pani dr Magdalena Kunert-Bajraszewska opisuje z dużą starannością zwracając uwagę na to, że jej interpretacja wyników nie musi być ostateczna. Autorka podkreśla skomplikowaną budowę obiektów CSS i związek emisji radiowej z procesem akrecji materii na czarną dziurę. Próbuje powiązać wypływy materii obserwowane radiowo z procesami niestabilności dysków akrecyjnych i wypływami z górnych warstw atmosfery dysków. Ma świadomość, że jej wnioski wymagają wciąż obserwacyjnego i teoretycznego potwierdzenia. Uważam, że najważniejszym wynikiem pracy pani dr Magdaleny Kunert-Bajraszewskiej jest szerokopasmowa, kompletna analiza CSS-ów, co pozwoliło jej zrozumieć ścieżki ewolucyjne tych obiektów, związek dżetów z ośrodkiem jonizacyjnym, oraz przewidzieć, pośrednio obserwacyjnie, powtarzalność aktywności radiowej obiektów LLC.

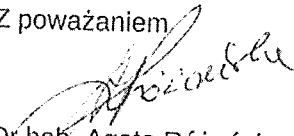
Mam dwie uwagi krytyczne do rozprawy habilitacyjnej pani dr Magdaleny Kunert-Bajraszewskiej. Pierwsza bardzo niewielka dotyczy jednostek jasności. Zgrabniej by było, gdyby autorka używała tych samych jednostek w swoim autoreferacie. Przedstawianie jasności radiowych w W/Hz, a jasności w linii optycznych i obserwacji rentgenowskich w erg/s nie pozwala na proste porównanie poziomu emisji w tych trzech zakresach widmowych. Druga bardziej merytoryczna uwaga dotyczy wyznaczania gęstości kolumnowej w oparciu o dane rentgenowskie (praca [P5]). Z tabeli 1 w tej pracy wynika, że z siedmiu obserwowanych źródeł, tylko w dwóch przypadkach udało się wyznaczyć gęstość kolumnową związaną z radioźródłem, z czego w jednym przypadku jest to wyznaczenie, a w drugim tylko górny limit. W takim razie, w pozostałych pięciu obiektach, obserwowana gęstość kolumnowa jest związana z absorpcją w naszej Galaktyce (taka absorpcja jest zawsze zakładana w analizie danych rentgenowskich). Idąc dalej, według mnie, konkluzja autorki, że źródła młode GPS cechuje większa gęstość kolumnowa niż bardziej rozciągle obiekty CSS nie może być postawiona, gdyż dotyczy ona tylko gęstości kolumnowej w naszej Galaktyce, a nie tej związanej z obserwowanymi źródłami, której autorka nie mogła wyznaczyć, gdyż nie pozwoliła jej na to jakość zgromadzonych danych rentgenowskich. Myślę, że ta sprawa wymaga wyjaśnienia.

Pani dr Magdalena Kunert-Bajraszewska aktywnie uczestniczy w kampaniach obserwacyjnych AGN-ów. Pisze własne wnioski obserwacyjne, redukuje pozyskane dane oraz uczestniczy w panelach oceniających wnioski o czas obserwacyjny. Prowadzi aktywną współpracę międzynarodową z naukowcami z Obserwatorium Jodrell Bank (Wielka Brytania), z Harvard-Smithsonian Center for Astrophysics (USA), oraz z ASTRON (Holandia). W ośrodkach tych odbyła staże zagraniczne. Kieruje międzynarodowymi i krajowymi projektami badawczymi finansowanymi przez UMK, NCN, EU oraz Chandra X-ray Observatory. Wygłasza referaty na konferencjach międzynarodowych. Jest autorką dwudziestu ośmiu recenzowanych publikacji naukowych, z czego szesnastu po doktoracie, oraz osiemnastu doniesień konferencyjnych. Jej h-index według ADS wynosi 12. Zgodnie z powyższymi stwierdzeniami, rozprawa dr Magdaleny Kunert-Bajraszewskiej spełnia formalne kryteria stawiane rozprawom habilitacyjnym. Jako ekspertka w swojej dziedzinie pani dr Magdalena Kunert-Bajraszewska zapraszana jest do programów międzynarodowych, w tym COST, oraz grup roboczych definiujących naukowe wymagania obecnie działających i przyszłych instrumentów pomiarowych, na przykład LOFAR, VLBI, EVN.

Zatrudniona na Uniwersytecie pani dr Magdalena Kunert-Bajraszewska prowadzi aktywną działalność dydaktyczną, głównie w zakresie astrofizyki obserwacyjnej ale nie tylko. Uczy studentów podstaw teorii sygnałów oraz współczesnych technik obserwacji. W tym temacie niewątpliwie jest ekspertką na skalę międzynarodową. Wypromowała czerech magistrantów, a obecnie jest promotorką dwóch doktorantów. Jej studenci prezentują prace badawcze na konferencjach międzynarodowych. Jej działalność na uczelni została wyróżniona licznymi nagrodami Rektora Uniwersytetu Mikołaja Kopernika oraz MNiSW.

Podsumowując, uważam, że pani dr. Magdalena Kunert-Bajraszewska jest dojrzałym pracownikiem naukowym. Ma duże doświadczenie i umiejętność samodzielnego definiowania i rozwiązywania problemów naukowych. Aktywnie uczestniczy w obserwacyjnych projektach badawczych, krajowych i międzynarodowych. Angażuje się w prace paneli recenzujących wnioski obserwacyjne i grantowe. W ramach obowiązków dydaktycznych na uczelni prowadzi zajęcia ze studentami. Wszystkie te cechy w pełni uzasadniają jej starania o pozycję samodzielnego pracownika naukowego. Toteż wnioskuję o przyznanie dr Magdaleny Kunert-Bajraszewskiej stopnia doktora habilitowanego.

Z poważaniem


Dr hab. Agata Różańska

