

Prof. dr hab. Julian Leszek Zdunik
Centrum Astronomiczne im. Mikołaja Kopernika
Polskiej Akademii Nauk
Warszawa

Recenzja rozprawy habilitacyjnej dra Rahula Basu.

Rahul Basu obronił rozprawę doktorską w 2014 roku w Tata Institute of Fundamental Research w Pune, Indie. Tytuł jego pracy doktorskiej to: *Unravelling Off-pulse emission in outer magnetosphere of Pulsars*. Dyplom o nadaniu stopnia doktora Rahulowi Basu został uznany za równoważny z polskim stopniem doktora w dyscyplinie astronomia na podstawie Uchwały nr 13/2023 Rady Dyscypliny Astronomia Uniwersytetu Zielonogórskiego (z dnia 12.06.2023). Obecnie dr Rahul Basu jest zatrudniony na stanowisku adiunkta w Zakładzie Radioastronomii Instytutu Astronomii im. profesora Janusza Gila na Uniwersytecie Zielonogórskim.

Dr Rahul Basu przedstawił rozprawę habilitacyjną jako cykl artykułów naukowych powiązanych tematycznie. Tytułem rozprawy habilitacyjnej jest: **Wyjaśnienie okresowych modulacji emisji radiowej pulsarów**. Na osiągnięcie naukowe składa się dziesięć prac dotyczących badania modulacji okresowych w emisji pojedynczych pulsów pulsarów radiowych. Wszystkie artykuły wchodzące w skład rozprawy zostały opublikowane w renomowanych czasopismach *Monthly Notices of the Royal Astronomical Society* (6 prac) i *Astrophysical Journal* (4 artykuły). Czasopisma te znajdują się w wykazie czasopism naukowych (obydwa po 140 pkt) i spełniają warunki zawarte w art. 219 ustawy Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce.

Wszystkie publikacje wchodzące w skład rozprawy są wieloautorskie (trzy prace mają dwóch autorów, sześć trzech autorów i jedna czterech). Pierwszym autorem wszystkich publikacji jest dr Rahul Basu.

Na podstawie dołączonych oświadczeń współautorów można ocenić, że wkład habilitanta do wszystkich prac jest dominujący (powyżej 50%). Wszystkie oświadczenia poza oceną procentową wkładu własnego zawierają również opis wkładu własnego współautora. Również habilitant podaje opis swojego wkładu własnego oraz jego oszacowanie procentowe. W jednym przypadku (H.4) oszacowanie ilościowe habilitanta (65%) różni się nieznacznie od otrzymanego na podstawie oświadczeń trzech współautorów (ich wkład to: 15%, 15%, 15%).

Lista prac wchodzących w skład rozprawy habilitacyjnej, wraz z cytowaniami wg. *Web of Science* z połowy stycznia 2024 (liczba cytowań/ liczba cytowań bez uwzględnienia auto cytowań):

- H.1 Basu, R.; Mitra, D.; Melikidze, G. I.; "Meterwavelength Single-pulse Polarimetric Emission Survey. III. The Phenomenon of Nulling in Pulsars", 2017, The Astrophysical Journal, Volume 846, Issue 2, article id. 109 (2020/2021 Impact Factor : 5.521) cyt. 31/21
- H.2 Basu, R.; Mitra, D.; "Characterizing the nature of subpulse drifting in pulsars", 2018, Monthly Notices of the Royal Astronomical Society, Volume 475, Issue 4, p.5098-5107 (2020/2021 Impact Factor : 5.287) cyt. 22/8

- H.3 Basu, R.; Mitra, D.; “Subpulse drifting, nulling, and mode changing in PSR J1822–2256”, 2018, Monthly Notices of the Royal Astronomical Society, Volume 476, Issue 1, p.1345-1355 (2020/2021 Impact Factor : 5.287) cyt 29/18
- H.4 Basu, R.; Mitra, D.; Melikidze, G. I.; Skrzypczak, A.; “Classification of subpulse drifting in pulsars”, 2019, Monthly Notices of the Royal Astronomical Society, Volume 482, Issue 3, p.3757- 3788 (2020/2021 Impact Factor : 5.287) cyt 42/29
- H.5 Basu, R.; Mitra, D.; “Radio emission features in different modes of PSR J0826+2637 (B0823+26)”, 2019, Monthly Notices of the Royal Astronomical Society, Volume 487, Issue 4, p.4536-4549 (2020/2021 Impact Factor : 5.287) cyt 21/16
- H.6 Basu, R.; Mitra, D.; Melikidze, G. I.; “Periodic Modulation: Newly Emergent Emission Behavior in Pulsars”, 2020, The Astrophysical Journal, Volume 889, Issue 2, id.133, (2020/2021 Impact Factor : 5.521) cyt 22/17
- H.7 Basu, R.; Mitra, D.; Melikidze, G. I.; “A mechanism of spark motion in inner acceleration region to investigate subpulse drifting in pulsars”, 2020, Monthly Notices of the Royal Astronomical Society, Volume 496, Issue 1, pp.465-482 (2020/2021 Impact Factor : 5.287) cyt. 19/10
- H.8 Basu, R.; Lewandowski, W.; Kijak, J.; “Subpulse drifting and periodic nulling in single pulse emission of PSR B2000+40”, 2020, Monthly Notices of the Royal Astronomical Society, Volume 499, Issue 1, pp.906-913 (2020/2021 Impact Factor : 5.287) cyt. 11/9
- H.9 Basu, R.; Melikidze, G. I.; Mitra, D.; “Two-dimensional Configuration and Temporal Evolution of Spark Discharges in Pulsars”, 2022, The Astrophysical Journal, Volume 936, Issue 1, id.35, (2020/2021 Impact Factor : 5.521) cyt 5/2
- H.10 Basu, R.; Mitra, D.; Melikidze, G. I.; “Estimating the Evolution of Sparks in the Partially Screened Gap of Pulsars from Subpulse Drifting.”, 2023, The Astrophysical Journal, Volume 947, Issue 2, id.86, (2020/2021 Impact Factor : 5.521) cyt. 3/1

Dr hab Rahul Basu wyszczególnił dwa osiągnięcia, które przedstawione są w rozprawie habilitacyjnej:

- **Określenie natury okresowych modulacji w emisji pojedynczych impulsów - wyniki obserwacji** - publikacje H1,H2,H3,H4, H5, H6,H8
- **Natura dryfu subpulsów w pulsarach w oparciu o model częściowo ekranowanej przerwy uwzględniająca ograniczenia obserwacyjne** - publikacje H7,H9,H10.

Pierwszy temat ma charakter obserwacyjny a drugi jest zbiorem prac teoretycznych będącym próbą wyjaśnienia zjawisk obserwowanych w analizie pulsów związanych z wyładowaniami iskrowymi (ang. *spark*) w wewnętrznym obszarze przyspieszania plazmy (IAR).

Określenie natury okresowych modulacji w emisji pojedynczych impulsów - wyniki obserwacji

Siedem publikacji H1-H6 i H8 to prace, w których główną rolą habilitanta była analiza obserwacji pojedynczych pulsów oraz określenie cech zmienności tych pulsów. Dr Rahul Basu opracował metodę analizy serii pulsów i otrzymywanie ich z surowych danych uzyskanych z radioteleskopu

Giant Meterwave Radio Telescope (GMRT) znajdującego się w Pune w Indiach obsługiwane przez National Centre for Radio Astrophysics (NCRA), wchodzącego w skład Tata Institute of Fundamental Research.

Stosując opracowane przez siebie metody dr Rahul Basa analizował następujące zjawiska występujące w emisji radiowej sygnału pulsarów:

- zanik sygnału pulsara (ang. *nulling*)
- dryf subpulsów (ang. *subpulse drifting*)
- zmiana trybów (ang. *mode changing*)

Metody analizy tych zjawisk zostały częściowo zaadoptowane przez habilitanta na podstawie istniejących technik, jednakże w dużej mierze opracował on nowe techniki analizy danych pozwalające na dokładniejsze badanie interesujących autora zjawisk.

Do badania czasowej zmienności pulsów (dryf subpulsów, okresowe modulacje) dr Rahul Basu stworzył oprogramowanie do analizy widmowej fluktuacji. Habilitant opracował również metody analizy zaników emisji, oraz badanie okresowości tego zjawiska.

Większość prezentowanych wyników oparta jest o przegląd Meterwavelegth Single-pulse Polarimetric Emission Survey (MSPES) przeprowadzony przy użyciu radioteleskopu GMRT w 2014 roku.

Obserwacje te obejmowały 123 pulsary (105 na częstotliwości 333 MHz, 118 na 618 MHz i 100 na obydwu częstotliwościach). Wyniki te prezentowane i dyskutowane były głównie w sześciu publikacjach (pierwsza w 2016 roku w *Astrophysical Journal* 833,28 (2016), ostatnia w 2023). Współautorem wszystkich tych prac był Rahul Basu, jedna z nich (H1) jest częścią osiągnięcia przedstawionego do habilitacji.

Prace H1, H4 i H6 oparte są o duże przeglądy pulsarów, głównie o MSPES uzupełnione o nowe dane obserwacyjne i ewentualnie dane archiwalne.

W pracy H1 autorzy analizują zjawisko zaniku emisji pulsów dyskutując jego występowanie w 36 pulsarach (w tym w 17 pulsarach zaobserwowanych po raz pierwszy). Istotną konkluzją jest stwierdzenie, że zaniki pulsów nie mają charakteru losowego; w niektórych przypadkach autorzy odkryli okresowość tego zjawiska.

Publikacja H4 to klasyfikacja dryfu subpulsów oparta o przegląd MPES uzupełniony nowymi danymi obserwacyjnymi. Zjawisko dryfu opisane dla 60 pulsarów, autorzy klasyfikują rodzaje dryfu subpulsów do 4 kategorii. Praca ma dużo cytowań (42/29)

W pracy H6 autorzy badali okresowe modulacje amplitudy dla 62 pulsarów (MSPES rozszerzony o nowe dane i uzupełniony obserwacjami archiwalnymi). Praca ta jest interesującym podsumowaniem badań zmienności pulsów. Interesujące są konkluzje dotyczące okresowego zaniku pulsów i okresowej modulacji amplitudy, które zapewne mają wspólne źródło fizyczne. Za dryf subpulsów wydaje się być odpowiedzialny inny fizyczny mechanizm. Praca ta opublikowana w 2020 roku ma już 22 cytowania.

Publikacje H2, H3, H5, H8 to analiza zmienności pulsów dla kilku konkretnych źródeł.

W pracy H2 badane było zjawisko dryfu subpulsów w odniesieniu do czterech pulsarów. Duża różnorodność obserwowanych zjawisk jest trudna do wyjaśnienia za pomocą istniejących modeli, Być może przyczyną tej złożoności jest charakter magnetosfery w okolicy obszaru wewnętrznego przyspieszania (IAR).

Praca H3 poświęcona jest dyskusji zmiany trybów, dryfu subpulsów i zaniku emisji pulsów w pulsarze PSR J1822-2256, badając zależności pomiędzy tymi zmiennościami. Praca ta powstała na

podstawie obserwacji w ramach MSPES rozszerzonych o dodatkowe obserwacje radioteleskopem GMRT.

Praca H5 to analiza promieniowania pulsara J0826+2637 i dyskusja występujących zmian trybu (cichy i jasny) oraz modulacji amplitudy.

Praca H8 zawiera analizę zaniku emisji pulsów oraz dryfu subpulsów pulsara PSR B2000+40. Oparta jest ona na obserwacjach na częstotliwości 1.6 GHz przeprowadzonych na radioteleskopie w Effelsbergu. Potwierdza ona spostrzeżenia zawarte w innych pracach dr R. Basu, że oba te zjawiska powstają w oparciu o inny mechanizm fizyczny.

Prace H1-H6, H8 są znaczącym wkładem do analizy zmienności pojedynczych pulsów o czym świadczy ich wysoka cytowalność. Prace te w sumie cytowane były 178 razy (118 bez uwzględnienia autocytowań).

Natura dryfu subpulsów w pulsarach w oparciu o model częściowo ekranowanej przerwy uwzględniająca ograniczenia obserwacyjne

Na drugie osiągnięcie dr Rahula Basu przedstawione w jego rozprawie habilitacyjnej składają się trzy publikacje H7, H9 i H10.

W ramach tego tematu dr Rahul Basu stworzył model ewolucji iskier w wewnętrznym obszarze przyspieszania cząstek (IAR - *inner acceleration region*) i opóźnienia kolejnych iskier w stosunku do korotacji magnetosfery.

W pracy H7 autorzy próbują wyjaśnić własności dryfu subpulsów w oparciu o model częściowo ekranowanej przerwy (PSG - *partially screened gap*), w którym iskry pozostają w tyle w stosunku do korotacji przy polu magnetycznym znacząco odbiegającym od dipolowego. Obecne badania nie rozstrzygają, który model opisujący własności pulsów jest właściwy - niewątpliwie rozwijany przez Rahula Basu oraz współpracowników stanowi istotną alternatywę do opisu wielu zjawisk związanych z pulsami. Praca H7 mimo niedługiego okresu od publikacji (2020) doczekała się już 19 cytowań.

W publikacji H9 autorzy rozważali model dwuwymiarowego rozkładu iskrowych wyładowań w obszarze IAR, dyskutując najistotniejsze cechy tego rozkładu.

Praca H.9 nie ma jeszcze wielu cytowań, ale została wyróżniona wśród research highlights from the journal of the American Astronomical Society w listopadzie 2022.

Praca H10 to zastosowanie rozwijanych wcześniej modeli do wyjaśnienia dryfu subpulsów w dwóch konkretnych pulsarach, o bardzo różnych cechach dryfu.

Prace H7, H9 i H10 przedstawiają interesujący model opisu dryfu subpulsów w oparciu o własności ewolucji iskier w wewnętrznym obszarze przyspieszania cząstek. Prace ukazały się niedawno (2020-2023), niewątpliwie wzbudzając zainteresowanie środowiska (27 cytowań).

Ocena aktywności naukowej realizowanej w więcej niż jednej uczelni, instytucji naukowej.

Dr Rahul Basu jest autorem w sumie 38 prac, wszystkie w czasopiśmie o bardzo wysokiej renomie - *Monthly Notices of the Royal Astronomical Society*, *Astrophysical Journal* i jedna praca w *Science*. Ponadto jest współautorem 3 doniesień konferencyjnych. Wszystkie publikacje są wieloautorskie.

Prace dr Rahula Basu były cytowane 661 razy (w tym 465 bez autocytowań).

Trzy prace ukazały się po złożeniu przez dr. Rahula Basu dokumentów habilitacyjnych (jedna w *Monthly Notices of the Royal Astronomical Society*, i dwie w *Astrophysical Journal*).

Indeks H wynosi 16.

Powyższe dane pochodzą z *Web of Science* ze stycznia 2024r.

O uznaniu środowiska naukowego świadczą również częste zlecenia recenzji przez uznane czasopisma *Monthly Notices of the Royal Astronomical Society* i *Astrophysical Journal*.

Dr Rahul Basu swoje badania naukowe, polegające głównie na opracowywaniu koncepcji i przeprowadzaniu przeglądów nieba i analizie pulsów z pulsarów radiowych, prowadził w Pune w Indiach oraz w Zielonej Górze. Będąc zatrudnionym na pozycji postdoktorskiej (w ramach grantu NCN) w Instytucie Astronomii Uniwersytetu Zielonogórskiego w latach 2014-2017 dr Rahul Basu zajmował się analizą widm charakteryzujących się pikiem przy częstotliwości ok 1 GHz - tzw GPS (Gigahertz-peaked Spectrum) oraz poszukiwaniem pulsarów z tego typu widmem.

W latach 2017-2021 dr Rahul Basu odbywał staż postdoktorski w Inter-University Centre for Astronomy and Astrophysics w Indiach, pozycja ta była finansowana w ramach stypendium Vaidya-Raychaudhuri (Indie). Tematyka jego prac dotyczyła analizy promieniowania radiowego pulsarów w zakresie fal metrowych. Analizowano sygnał pulsarów obserwowany przez radioteleskop GMRT.

Dorobek dr R. Basu w zakresie prezentacji własnych wyników przedstawia się dość miernie. Niepokojący jest brak listy konferencji w których uczestniczył habilitant oraz wygłoszonych referatów (poza uczestnictwem w workshopie „LOFAR” na Uniwersytecie Jagiellońskim w 2016 roku). Prezentacje na konferencjach to istotny element oceny aktywności naukowca.

Dr Rahul Basu wygłosił dwa seminaria za granicą, we Francji i Holandii, oraz dwa wykłady na Uniwersytecie Zielonogórskim i w National Centre for Radio Astrophysics w Indiach.

Jeśli chodzi o współpracę z innymi instytucjami i wizyty zagraniczne oczywiście najczęstsze były wizyty i współpraca pomiędzy Uniwersytetem Zielonogórskim i National Centre for Radio Astrophysics w Indiach. Ponadto dr Rahul Basu był na kilkudniowych wizytach na uniwersytetach w Strasburgu i Bielefeld oraz w instytucie Netherlands Institute for Radio Astronomy ASTRON w Holandii. Nie jest to dużo, biorąc pod uwagę prawie dziesięcioletni okres po doktoracie.

Dr Rahul Basu bardzo aktywnie współpracuje z naukowcami z Uniwersytetu Zielonogórskiego, głównie dr hab. Dipanjanem Mitra i prof. dr hab. Giorgi Melikidze. Niewątpliwie stanowią oni silną grupę zajmującą się badaniem sygnałów pulsarów. Rola dr Rahula Basu jest w tej grupie kluczowa jeśli chodzi o przeprowadzanie i planowanie obserwacji i analizę danych.

Rahul Basu wielokrotnie brał udział w projektach obserwacyjnych na radioteleskopie Giant Meterwave Radio Telescope (GMRT) znajdującym się w Indiach (Pune). Było to 29 projektów, w tym 16 po doktoracie. W dwunastu z nich (pięciu po doktoracie) Rahul Basa był kierownikiem (PI - Principle Investigator). Ponadto w 2017 roku dr Rahul Basu był kierownikiem (PI) projektu obserwacyjnego realizowanego na teleskopie w Effelsbergu (Niemcy). Wyniki tych obserwacji przedstawione zostały w pracy H8.

Niemal wszystkie prace dr Rahula Basu są efektem jego dużej aktywności w dwóch ośrodkach: Zielonej Górze i Pune (Indie).

Dr Rahul Basu dwukrotnie był wykonawcą w grantach NCN (w latach 2014-2017, kierownik projektu - dr hab. Jarosław Kijak oraz obecnie 2021-2024, kierownik prof. dr hab. Giorgi Melikidze).

Dr Rahul Basu był promotorem pomocniczym w postępowaniu doktorskim Karoliny Rożko (Tytuł rozprawy: *Absorpcja termiczna w widmach pulsarów radiowych*, promotor: dr hab. Wojciech Lewandowski, obrona w 2018 roku, Uniwersytet Zielonogórski).

Aktywność naukową dr Rahula Basu należy ocenić pozytywnie, mimo pewnego niedosytu jeśli chodzi o prezentację swoich wyników na konferencjach. Podkreślić należy duże zaangażowanie w przygotowywanie i realizację projektów obserwacyjnych na radioteleskopie w Indiach. Uważam, że aktywność naukowa dr Rahula Basu spełnia wymogi zawarte w art. 219 ust. 1 pkt 3 Ustawy z dnia 20 lipca 2018 roku *Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce*.

Podsumowanie

Przedstawiony przez dr Rahula Basu jako rozprawa habilitacyjna cykl powiązanych tematycznie dziesięciu prac stanowi znaczący wkład w rozwój astronomii, a w szczególności tematyki, którą zajmuje się habilitant, tj. badania własności promieniowania radiowego pulsarów. Uważam, że rozprawa ta spełnia zwyczajowe i formalne wymagania stawiane przed pracą habilitacyjną. Stwierdzam, że osiągnięcia naukowe dr Rahula Basu odpowiadają wymaganiom określonym w art. 219 ust. 1 pkt 2 Ustawy z dnia 20 lipca 2018 roku *Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce*. Mając na uwadze powyższe wnoszę o dopuszczenie dr Rahula Basu do dalszych etapów postępowania habilitacyjnego.

Warszawa, 22.01.2024

prof. dr hab. Julian Leszek Zdunik