



# UNIwersytet MIKOŁAJA KOPERNIKA CENTRUM ASTRONOMII

Adres do korespondencji: ul. Gagarina 11, 87-100 TORUŃ

tel.: (+56) 611 30 02, 611 30 03, 611 30 05  
fax: (+56) 611 30 08, 611 30 09

e-mail: [tcfa@astro.umk.pl](mailto:tcfa@astro.umk.pl)  
[www.astrumk.pl](http://www.astrumk.pl)

**Dr hab. Krzysztof Katarzyński**  
Centrum Astronomii, WFAiIS,  
Uniwersytet Mikołaja Kopernika  
w Toruniu

8 listopada 2016 r.

Recenzja w przewodzie habilitacyjnym **dr. Wojciecha Lewandowskiego** przygotowana na podstawie osiągnięcia naukowego pt.

**Ograniczenia obserwacyjne na modele zjonizowanego ośrodka międzygwiazdowego uzyskane za pomocą badań sygnału pulsarów radiowych.**

Osiągnięcie naukowe dr. Wojciecha Lewandowskiego składa się z praktycznie monotematycznego cyklu sześciu artykułów naukowych. Wszystkie te prace opublikowane zostały w renomowanych, recenzowanych czasopismach astronomicznych, o zasięgu międzynarodowym. Artykuły te napisane zostały głównie w ramach współpracy prowadzonej w lokalnej grupie badawczej w Instytucie Astronomii Uniwersytetu Zielonogórskiego. Wkład autorów zagranicznych z Indii oraz Wielkiej Brytanii, zgodnie z załączonymi oświadczeniami, wynosił od kilku do kilkunastu procent w zaledwie dwóch pracach. Z drugiej strony wkład dr. Lewandowskiego we wspomnianych publikacjach był bezdyskusyjnie dominujący, w pięciu artykułach jest on pierwszym autorem, natomiast w pracy Daszuta et al. z 2013 roku jest on drugim autorem, jednak jego zaangażowanie oszacowane zostało na takim samym poziomie jak pierwszego autora. Mając na uwadze fakt, że przedstawione prace badawcze stanowią spójny tematycznie materiał oraz to, że powstały one głównie jako rezultat pracy dr. Lewandowskiego, można stwierdzić, że dwa zwyczajowe warunki stawiane tego typu osiągnięciom naukowym zostały spełnione. Pozwala to zatem przejść do merytorycznej oceny przedstawionego materiału.

Pierwsza z przedstawionych prac pt. **Diffraction and refractive timescales at 4.8 GHz in PSR B0329+54** prezentuje analizę archiwalnych danych obserwacyjnych, uzyskanych przy pomocy 32-metrowego radioteleskopu Centrum-Astronomii Uniwersytetu Mikołaja Kopernika w Toruniu. Autor podkreśla unikatowy charakter analizowanych obserwacji, który polega głównie na ilości uzyskanych danych. W pracy wykorzystano obserwacje pulsara PSR B0329+54, które wykonane zostały w okresie trzech lat (2002-2005) i w sumie trwały przeszło 24 dni. Najdłuższa pojedyncza sesja obserwacyjna trwała około 5 dni. Stanowi to świetny materiał badawczy, rzeczywiście unikatowy w tego rodzaju badaniach. Jednym z głównych rezultatów tej pracy było wyznaczenie charakterystycznych

skal czasowych dla scyntytacji dyfrakcyjnych i refrakcyjnych, co pozwoliło uzyskać szereg istotny parametrów takich jak moc rozpraszania czy skala Fresnela. Intrygującym rezultatem tej pracy było wyznaczenie indeksu skalowania pasma dekorelacji. W przypadku modelu tzw. cienkiego ekranu przy założeniu, że widmo turbulencji ośrodka opisane jest widmem Kołmogorowa, wartość tego parametru powinna wynosić 4.4. Wyznaczona w tej pracy wartość indeksu skalowania pasma dekorelacji wniosła 3.68. Może być to związane z samym mechanizmem promieniowania pulsara, specyficzną strukturą ośrodka, przez który musi się propagować promieniowanie tego akurat obiektu albo innym charakterem widma turbulencji. Autorzy pracy w swojej dyskusji wskazują to trzecie wyjaśnienie, sugerując że w tym przypadku turbulencja lepiej daje się opisać przy pomocy tzw. widma krytycznego. Bez względu na to, czy jest to trafne wyjaśnienie, solidne dane obserwacyjne oraz ich szczegółowa analiza, która nie potwierdza ogólnie przyjętych rozwiązań i teorii, są szczególnie istotne z naukowego punktu widzenia.

Druga z prac przedstawionych w recenzowanym osiągnięciu naukowym zatytułowana **Scintillation observations of PSR B0823+26** jest bardzo podobna do pracy pierwszej. Zasadnicza różnica pomiędzy obydwoma artykułami polega na tym, że w drugiej pracy badana była emisja innego obiektu oraz że analizowane były obserwacje uzyskane na częstotliwości 1.7 GHz. Również w tym przypadku autorzy posłużyli się obszernym archiwalnym materiałem obserwacyjnym, na który składało się przeszło 50 sesji obserwacyjnych, o średniej długości około 10 godzin każda. Dane te uzyskane zostały przez 32-m radioteleskop Centrum Astronomii UMK. W artykule wyznaczono charakterystyczne skale czasowe dla scyntytacji dyfrakcyjnych i refrakcyjnych w kierunku do pulsara PSR B0823+26, których wartości są zgodne z dokładnością co do rzędu wielkości z liczbami uzyskanymi dla PSR B0329+54. Dodatkowo w pracy tej, w odróżnieniu od pracy pierwszej, udało się uzyskać tzw. mapy dynamiczne, co pozwoliło niezależnie wyznaczyć skalę czasową scyntytacji dyfrakcyjnych. Podobnie jak w pracy pierwszej uzyskana wartość indeksu skalowania pasma dekorelacji była mniejsza niż 4. Tym razem autorzy sugerują jednak, że odpowiedzialna jest za to skomplikowana struktura ośrodka międzygwiazdowego. Podsumowując zawartość tego artykułu, należy zauważyć, że pomimo tego, że dr Lewandowski nie jest pierwszym autorem tej pracy, to jest ona w znacznym stopniu wzorowana na pierwszym artykule. Co za tym idzie, jego deklarowany udział na poziomie 45% jest jak najbardziej przekonujący.

Trzecia praca wchodząca w skład osiągnięcia, pt. **Pulse broadening analysis for several new pulsars and anomalous scattering** przedstawia analizę profilów pulsów dla wybranej grupy 25 obiektów. Dane obserwacyjne do tych badań pozyskane zostały przy użyciu interferometru GMRT oraz 100-m radioteleskopu w Niemczech. Dodatkowo posłużono się profilami pulsów z baz danych EPN oraz ATNF. Przeanalizowano obserwacje dla siedmiu różnych zakresów częstotliwości od 325 MHz do 8.35 GHz. Jednak dla żadnego z pulsarów nie udało się uzyskać danych we wszystkich siedmiu zakresach, a w kilku przypadkach analiza bazowała na pomiarach wykonanych jedynie na dwóch częstotliwościach. Ta dość niekompletna próbka obserwacyjna jest prawdopodobnie przyczyną dużych rozbieżności w wyznaczonych wartościach indeksu skalowania pasma dekorelacji, od wartości  $\sim 1.4$  w przypadku pulsara B1823-13 do  $\sim 10$  dla pulsara B1834-04. Teoretycznie parametr ten (oznaczany zwykle literą alfa) powinien zawierać się w zakresie od 4 do 4.4. Autorzy przedstawili prawdopodobne przyczyny dużych rozbieżności dla konkretnych skrajnych przypadków i wykluczyli takie wyniki z dalszej analizy. Dodatkowo

dla kilku pulsarów porównano uzyskane wyniki, z wartościami uzyskanymi wcześniej przez innych badaczy, tłumacząc ewentualne różnice. Generalnie duży rozrzut uzyskanych wartości zdaje się potwierdzać wyniki uzyskane wcześniej przez innych autorów, które sugerują, że dla pulsarów o stosunkowo dużych miarach dyspersji ( $DM > 200 \text{ pc/cm}^3$ ) obserwowane wartości parametru alfa zaczynają znacząco odbiegać od przewidywań teorii Kołmogorowa. Ciekawym elementem tej pracy było przedstawienie uzyskanych wartości parametru alfa we współrzędnych galaktycznych. Nie pozwoliło to jednak wykryć jakichś charakterystycznych trendów. Podsumowując wyniki uzyskane w omawianej pracy, można powiedzieć, że z jednej strony znacznie powiększyła ona próbkę przebadanych obiektów, ale z drugiej strony jedynie potwierdziła znane wcześniej fakty.

Kolejny artykuł przedstawiony w tym osiągnięciu naukowym, zatytułowany **The analysis of the largest sample of multifrequency pulsar scatter time estimates**, to kontynuacja albo właściwie druga część poprzedniej pracy. Różnica pomiędzy tymi artykułami polega głównie na analizie dwóch różnych próbek źródeł. W pierwszej pracy przeanalizowano emisję 25 pulsarów, natomiast w drugim artykule poddano identycznej analizie zbiór 33 obiektów. Jedyna różnica w przyjętej metodologii badań polegała na założeniu, że w drugiej pracy analizowane będą jedynie te źródła, dla których dostępne są obserwacje na co najmniej trzech częstotliwościach. Dodatkowo połączono wyniki uzyskane w obu pracach oraz dostępne dane literaturowe, tworząc próbkę aż 60 źródeł, co zostało odpowiednio odnotowane w tytule omawianej pracy. W drugiej pracy z tego cyklu przeanalizowano głównie obiekty o mierze dyspersji znaczenie mniejszej od  $200 \text{ pc/cm}^3$ . Dla większości tych źródeł indeks skalowania pasma dekoracji plasuje się poniżej wartości 4. Z drugiej strony uśrednienie wszystkich dostępnych danych, prowadzi do wniosku, że parametr ten raczej oscyluje wokół wartości 4 w szerokim zakresie miary dyspersji. Relatywnie duża próbka źródeł zgromadzonych w omawianej pracy, pozwoliła na wykonanie kilku dodatkowych analiz, z których najciekawszą była próba wyznaczenia stałej  $C_1$ . Teoretycznie parametr ten powinien przyjmować wartość bliską jedności, jednak wyniki pomiarów uzyskane przez dr. Lewandowskiego i jego współpracowników wskazują, że stała  $C_1$  powinna wynosić około 5, co jest zupełnie niezgodne z przewidywaniami teoretycznymi. Autorzy pracy zaznaczają jednak, że wartość 5 uzyskana została jedynie na podstawie analizy emisji dwóch pulsarów oraz że charakterystyczny czas rozpraszania i pomiary scyntylacji nie były wykonane równocześnie. W pracy podobnie jak w pierwszym artykule, przedstawiono wyniki wyznaczeń parametru alfa we współrzędnych galaktycznych. Podobnie jak w poprzedniej publikacji nie dało się tu jednak uchwycić jakichś prawidłowości. Podsumowując, można stwierdzić, że artykuł ten przez to, że zawiera sumaryczną analizę znacznie większej grupy pulsarów stanowi bardzo ciekawe studium zjawisk rozpraszania i scyntylacji promieniowania pulsarów. Należy też podkreślić, że uzyskane wyniki podważają w pewnym zakresie rezultaty przewidywań teoretycznych.

Kolejna praca pt. **The study of multi-frequency scattering of 10 radio pulsars** stanowi rozszerzenie badań przedstawionych w poprzednich dwóch artykułach. Tym razem jednak analiza opierała się na danych uzyskanych w ramach dedykowanego projektu obserwacyjnego, przygotowanego na interferometr GMRT. Obserwacje wykonane zostały w pięciu zakresach częstotliwości (przedział od 150 MHz do 1 GHz) dla 10 pulsarów. Nie we wszystkich zakresach udało się uzyskać detekcję sygnału, z tego względu współczynnik alfa wyznaczony został jedynie dla ośmiu źródeł. W pracy wprowadzono drobne usprawnienia do metody analizy profilów pulsarów, przybliżając te kształty przy pomocy kombinacji

liniowej funkcji Gaussa zamiast pojedynczej zależności tego typu. Natomiast wartości parametru alfa wyznaczano przy pomocy mapowania płaszczyzny  $\chi^2$  oraz poprzez symulacje Monte-Carlo. Poszerzenie wcześniej przebadanej próbki liczącej 60 obiektów o zaledwie 8 źródeł, nie przyniosło zasadniczych zmian do wniosków uzyskanych w poprzednich publikacjach. Z jednej strony można ocenić, że przygotowany projekt obserwacyjny skończył się sukcesem. Z drugiej strony trudno jednak oprzeć się wrażeniu, że znaczące zmiany do wniosków, jakie płyną z omawianych prac, mogą przynieść jedynie nowe obserwacje dużej liczby pulsarów, wykonane przez instrumenty o lepszej czułości niż np. wykorzystany w tym projekcie GMRT.

Ostatnia z przedstawionych prac pt. **Thermal absorption as the cause of gigahertz-peaked spectra in pulsars and magnetars** jest dość luźno powiązana z pięcioma pierwszymi publikacjami. Wspólnym mianownikiem jest tu analiza wpływu ośrodka międzygwiazdowego (w szczególności bliskiego otoczenia pulsara) na propagację emisji radiowej pulsarów. Autorzy pracy skupili się na analizie zjawiska przełamania się widma niektórych pulsarów poniżej częstotliwości kilku GHz. Wykorzystali oni w tym celu model absorpcji typu free-free w jednorodnym ośrodku. Zwykle gęstość materii w otoczeniu pulsarów jest zbyt mała, aby zjawisko takie mogło efektywnie zmienić widmo promieniowania. Jedynie w szczególnych przypadkach gdy pulsar „zanurzony” jest np.: w wietrze gwiazdowym towarzyszącej mu gwiazdy, w pozostałości po supernowej lub w mgławicy wiatru pulsarowego, zjawisko takie może efektywnie zachodzić. Model absorpcji promieniowania radiowego przyjęty w pracy został zastosowany do opisu zmian widma emisji magnetara SGR J1745-2900. W rozważaniach tych przyjęto, że absorberem jest plazma wyrzucona w trakcie rozbłysku rentgenowskiego. Pozwoliło to wyznaczyć parametry fizyczne takiego ośrodka. Podsumowując ten artykuł, można powiedzieć, że podejmuje on ważny i aktualny problem astrofizyczny. Analizowana jest emisja obiektu, który został odkryty zaledwie dwa lata przed publikacją tej pracy. Z drugiej strony materiał obserwacyjny jest stosunkowo ubogi – nie pozwala on na przykład na jednoznaczne określenie pozycji maksimum w widmie radiowym. Dodatkowo zastosowany model absorpcji jest bardzo prosty, chyba właściwie nie da się bardziej uprościć opisu tego zjawiska. Z tego też względu oszacowane wartości temperatury i koncentracji elektronów dla absorbującego ośrodka należy traktować z dużą ostrożnością.

W podsumowaniu oceny merytorycznej przedstawionych artykułów warto podkreślić, że są to wszystko prace opublikowane w recenzowanych czasopismach naukowych. Wszystkie te artykuły zostały zatem już wcześniej ocenione przez kompetentnych recenzentów. Dwie pierwsze prace są bardzo podobne, różnica pomiędzy nimi polega jedynie na analizowanych źródłach. Kolejne trzy publikacje to właściwie cykl artykułów, który mógłby zostać opublikowany pod wspólnym tytułem. Natomiast, ostatnia z prac odstaje tematyką o reszty artykułów i właściwie mogłaby zostać pominięta w tym osiągnięciu. Wszystkie omawiane artykuły opublikowane zostały w ciągu ostatnich 5 lat, co za tym idzie, każdy z nich był cytowany dopiero jedynie od kilku do kilkunastu razy. W autoreferacie autor osiągnięcia zapewnia jednak, że „...w najbliższym czasie staną się [one] podstawowymi źródłami informacji...”. Miejmy nadzieję, że tak się stanie, w tej chwili jednak trudno jest jednoznacznie ocenić, jak omawiany cykl artykułów zostanie odebrany przez międzynarodowe środowisko naukowe. Z drugiej strony należy podkreślić, że przed ukazaniem się tych prac, analiza wpływu ośrodka międzygwiazdowego na promieniowanie pulsarów została przeprowadzona jedynie dla 27 obiektów. Ta praca rozszerza zakres tych

badań do 68 źródeł. Co ważniejsze uzyskane wyniki zdają się potwierdzać, że opis turbulencji ośrodka przy pomocy widma Kolmogorowa nie jest najlepszym rozwiązaniem. Można zatem ocenić, że praca dostarcza wyniki naukowe bardzo istotne dla omawianego zakresu badań. Spełnia zatem kolejny warunek stawiany zwyczajowo w przewodach habilitacyjnych.

W dalszej części recenzji skupię się na innych aspektach pracy habilitanta, które podlegają ocenie. Pierwszy z tych aspektów to ogólny dorobek badawczy, który ilustrują głównie pozostałe publikacje naukowe. Poza sześcioma artykułami przedstawionymi w osiągnięciu, dr Lewandowski jest dodatkowo współautorem jedenastu recenzowanych artykułów naukowych (opublikowanych po doktoracie). W mojej ocenie jest to wynik zupełnie przyzwoity w przypadku dorobku habilitacyjnego, należy jednak zauważyć, że w żadnej z tych prac nie jest on pierwszym autorem. Dr Lewandowski jest również współautorem 16 doniesień konferencyjnych, znowu należy jednak podkreślić, że tylko w jednej z tych publikacji był pierwszym autorem. Wszystkie artykuły, których habilitant był autorem lub współautorem, były cytowane przeszło dwieście razy. Nie jest to rezultat wyróżniający się, ale też nie jest to wynik słaby. Należy tu zauważyć, że większość prac recenzowanych, które zwykle mają największy wkład do puli cytowań, powstało w kilku ostatnich latach. Może to tłumaczyć przeciętną liczbę cytowań oraz indeks Hirscha = 9. Podsumowując, w mojej ocenie pozostały dorobek naukowy, który nie wchodzi bezpośrednio w skład osiągnięcia, jest na dobrym poziomie.

Kolejny istotny punkt w ocenie dorobku habilitanta to aktywność w środowisku naukowym. Po doktoracie dr Lewandowski uczestniczył w 10 międzynarodowych konferencjach naukowych, na których wygłaszał referaty oraz prezentował plakaty. To dość przeciętna aktywność – wychodzi średnio mniej niż jedna konferencja rocznie w okresie pracy nad habilitacją. Z drugiej strony należy zauważyć, że dr Lewandowski obciążony był dużymi obciążeniami dydaktycznymi, które zwykle skutecznie utrudniają wyjazdy zagraniczne. Do aktywności w środowisku naukowym można też zaliczyć referaty wygłoszone na zaproszenie innych ośrodków. Tych referatów habilitant w swym dorobku ma siedem, większości w ośrodkach krajowych. Ponadto dr Lewandowski był zaangażowany w realizację czterech dużych grantów naukowych (MNiSW oraz NCN). Brał też udział w imponującej liczbie projektów obserwacyjnych, kierując niektórymi z nich. Recenzował prace dla dwóch wiodących międzynarodowych czasopism astronomicznych (A&A oraz ApJ). Angażował się w pracę Polskiego Konsorcjum Projektu LOFAR, które zakończyły się pełnym sukcesem, czyli wybudowaniem trzech nowych stacji obserwacyjnych w Polsce. Brał też udział w przedsięwzięciu o nazwie „Narodowe Centrum Radioastronomii i Inżynierii Kosmicznej”, które dla odmiany nie dostarczyło dotychczas żadnych rezultatów w postaci nowych instrumentów czy chociażby opracowań naukowych. W ramach obserwacji prowadzonych przy pomocy interferometru GMRT, dr Lewandowski odbył kilka staży zagranicznych w Narodowym Centrum Radioastronomicznym w Indiach, spędzając tam łącznie przeszło pół roku. Nie był to jednak klasyczny dwuletni lub trzyletni staż doktorski zwyczajowo rekomendowany po zakończeniu doktoratu. Biorąc pod uwagę wszystkie powyższe osiągnięcia, oceniam zaangażowanie habilitanta w prace badawcze prowadzone przez astronomiczne środowisko naukowe jako ponadprzeciętne.

Ostatnim punktem oceny jest działalność dydaktyczna i popularyzatorska habilitanta. Jeżeli chodzi o dydaktykę, to muszę stwierdzić, że jestem pod ogromnym wrażeniem różnorodności i ilości przeprowadzonych ćwiczeń i wykładów. W ciągu ostatnich 9 lat dr

Lewandowski przygotował 8 wykładów kursowych z ćwiczeniami i jeden wykład monograficzny. W swym dorobku ma również zajęcia typu: ćwiczenia, seminaria, laboratoria, w sumie 11 różnych rodzajów. Z jednej strony liczba przygotowanych zajęć jest godna podziwu, natomiast z drugiej strony jestem zdumiony, że niesamodzielnemu pracownikowi naukowemu powierzono do przygotowania tak dużą liczbę wykładów kursowych. Duże obciążenia dydaktyczne skutecznie przeszkadzają w prowadzeniu prac badawczych i tu należy pochwalić dr. Lewandowskiego za to, że w tej sytuacji w ogóle udało mu się przygotować to osiągnięcie naukowe. Ponadto habilitant był opiekunem 6 prac magisterskich oraz był promotorem pomocniczym w 5 przewodach doktorskich. Co również należy uznać za spore osiągnięcie dydaktyczne. Jeżeli chodzi o działalność popularyzatorską, to wygłosił on siedem wykładów, głównie w macierzystej jednostce oraz w Planetarium Olsztyńskim. Podsumowując tę część recenzji, muszę jeszcze raz napisać, że bardzo wysoko oceniam działalność dydaktyczną habilitanta, natomiast jego zaangażowanie popularyzatorskie uznaje jako poprawne.

Podsumowanie recenzji przedstawiam w skrótovej formie, w kilku punktach, w których przypominam kryteria oceny oraz moją subiektywną ocenę:

- Czy praca stanowi spójny cykl publikacji naukowych? – Tak.
- Czy habilitant był głównym wykonawcą przedstawionych badań? – Tak.
- Czy praca wnosi wyniki istotne dla poruszanej tematyki badań? - Tak.
- Jak oceniam dodatkowy dorobek badawczy habilitanta? - Jako dobry.
- Jak było jego zaangażowanie w środowisku naukowym? - Ponadprzeciętne.
- Jak oceniam pracę dydaktyczną habilitanta? – Bardzo wysoko.
- Jak było jego zaangażowanie w działalność popularyzatorską? – Poprawne.

Mając na uwadze wszystkie powyższe kryteria oraz ich ocenę stwierdzam, że osiągnięcie naukowe **dr. Wojciecha Lewandowskiego** spełnia wszystkie formalne i zwyczajowe wymogi stawiane w przewodach habilitacyjnych. Wnoszę zatem o dopuszczenie dr. Lewandowskiego do dalszych etapów procedury habilitacyjnej.



**Dr hab. Krzysztof Katarzyński**  
Uniwersytet Mikołaja Kopernika  
w Toruniu – 8 listopada 2016 r.