

Recenzja pracy habilitacyjnej dr. Roberta Falewicza oraz ocena jego dorobku naukowego

Dr Robert Falewicz ukończył studia na Uniwersytecie Wrocławskim i uzyskał tytuł magistra astronomii w roku 1995. W następnym roku rozpoczął, pod kierunkiem prof. J. Jakimca, studia doktoranckie w Instytucie Astronomicznym Uniwersytetu Wrocławskiego. Badania rozbłysków rentgenowskich stanowiły podstawę pracy doktorskiej zatytułowanej *Analiza wybranych rozbłysków rentgenowskich*, obronionej w 2002 roku.

Od tego roku Habilitant jest pracownikiem Instytutu Astronomii UW, początkowo na stanowisku asystenta, a od 2003 roku na stanowisku adiunkta. Przez cały ten okres głównym tematem Jego zainteresowań naukowych były obserwacje rozbłysków słonecznych w zakresie fal rentgenowskich. Wynikiem tych badań jest cykl dziewięciu publikacji stanowiących podstawę rozprawy habilitacyjnej zatytułowanej *Emisja rentgenowska jako wskaźnik wydajności procesów transportu i deponowania energii w rozbłyskach słonecznych*.

Cykl tych prac został opublikowany w latach 2006-2014 w recenzowanych czasopismach, w tym dwie w *Advances in Space Research* (Impact Factor=0.86), cztery w *Astronomy and Astrophysics* (Impact Factor=4.259), dwie w *The Astrophysical Journal* (Impact Factor=6.280) oraz jedna w *The Astrophysical Journal Letters* (Impact Factor=7.364). Jedna praca jest samodzielnym dziełem Habilitanta, a pozostałe osiem prac ma współautorów. W pięciu z nich Habilitant jest pierwszym autorem, a w trzech pozostałych publikacjach jest drugim autorem (w pracach występuje niealfabetyczna kolejność autorów. Zadeklarowany udział procentowy: ponad 50% w pracach H2-H9 i 40% w pracy H1, wskazuje na wiodącą rolę Habilitanta w prowadzonych badaniach. Deklaracja ta jest potwierdzona przez dołączone oświadczenia pozostałych autorów.

Wymienione prace stanowią spójny tematycznie cykl poświęcony badaniom transportu i deponowania energii podczas rozbłysków słonecznych. Badania zostały oparte na obserwacjach w zakresie promieniowania rentgenowskiego.

Rozbłyski słoneczne są jednymi z najbardziej energetycznych zjawisk występujących w atmosferze słonecznej. Mogą one wywierać bezpośredni wpływ na naszą planetę za pomocą energetycznych cząstek (SEPs-solar energetic particles) oraz wysokoenergetycznego promieniowania. Z tego punktu widzenia prace przedstawione przez Habilitanta mają istotne znaczenie dla poznania procesów produkcji i transportu energii w atmosferze słonecznej.

Interesujące jest to, iż Pan Falewicz w swoich badaniach stara się zrozumieć pewne anomalie, które pojawiają się w przypadku niektórych rozbłysków. Tak jest między innymi w pracy H1. W tej publikacji Autorzy analizują 151 rozbłysków z silnym strumieniem twardego promieniowania rentgenowskiego i relatywnie niską emisją w miękkim promieniowaniu X. Jest to dość zaskakująca obserwacja, gdyż pierwotnym źródłem promieniowania, w obu omawianych zakresach widma promieniowania, są nietermiczne elektrony produkowane podczas impulsowej fazy rozbłysków. Autorzy pokazali, że przyczyna tej anomalii może być asymetryczna generacja nietermicznych elektronów w pętłach magnetycznych.

Potwierdzeniem powyższej tezy była analiza asymetrii strumieni HXR w stopach pętli rozbłyskowej przeprowadzona w pracy H2. W tej publikacji Autorzy dokładnie przeanalizowali zmianę w czasie asymetrii promieniowania HXR w stopach pętli magnetycznej dla silnego rozbłysku klasy X5.3. Czasowe zmiany asymetrii twardego promieniowania rentgenowskiego mogą być w tym wypadku wyjaśnione na gruncie niesymetrycznego mechanizmu wstrzykiwania nietermicznych elektronów do pętli magnetycznych. W kolejnej pracy (H3), wykorzystując obserwacje z satelity Yohkoh, zaobserwowano podobne asymetrie w promieniowaniu XRT dla czterech dość silnych rentgenowskich rozbłysków.

Praca H4 przedstawia kolejne trzy rozbłyski, wykazujące asymetrie odwrotną (non-Sakao). Dla tych rozbłysków znaleziono obserwacyjne dowody na oddziaływanie pętli magnetycznych w okolicach jaśniejszej stopy. Wykorzystując analityczny model emisji typu thin-thick (Wheatland i Melrose 1995) odtworzone zostały, w granicach błędów, obserwowane strumienie HXR z obu stóp pętli magnetycznej.

Bardzo interesujące wyniki uzyskano w pracy H5. W publikacji wykazano, że przy ustalonej energii całkowitej nietermicznych elektronów, klasa rozbłysku wyznaczona na podstawie SXT zależy od parametrów widma (nachylenia i obciążenia widma). Pokazano, że im twardsze widmo lub większa energia obciążenia widma to klasa rozbłysku tym bardziej ulega obniżeniu. Jest to spowodowane mechanizmem deponowania energii w atmosferze. Rezultaty tej pracy są bardzo

interesujące w kontekście korelacji rozbłysków z innymi energetycznymi zjawiskami obserwowanymi na Słońcu (cząstki energetyczne (SEP) oraz koronalne wyrzuty materii (CME)).

Odparowywanie rozgrzanej przez nietermiczne wiązki elektronów chromosferycznej plazmy powinno generować widmo promieniowania przesunięte w kierunku błękitu, przynajmniej podczas impulsywnej fazy wzrostu jasności rozbłysków. Jednak większość prac analizujących widmo rozbłysków pokazuje, że widma rozbłysków są zdominowane przez stacjonarną składową. Ta anomalia zaobserwowana podczas rozbłysków jest przedmiotem badań przedstawionych w pracy H6. W swoich rozważaniach Autorzy pracy biorą pod uwagę nachylenie pętli rozbłyskowej względem powierzchni Słońca. Okazuje się, że nawet bardzo szybka ekspansja plazmy do góry wzdłuż pętli rozbłyskowej może nie być obserwowana z powodu efektu projekcji. Tylko rozbłyski powstające w centrum tarczy słonecznej mogą mieć znaczącą emisję przesuniętą w kierunku błękitu.

Kolejny ciekawy problem, który dotyczy słonecznych rozbłysków, jest związany z czasową zależnością między promieniowaniem SXT oraz HXT. Tematyka ta została przedstawiona w pracy H7. Prosta analiza procesów transportu i deponowania energii podczas rozbłysków sugeruje, że emisja SXT nie powinna występować przed emisją HXT. W ponad 90% rozbłysków początek emisji SXT ma miejsce średnio 3 minuty przed wzrostem emisji HXT. Istnieje kilka rozwiązań, które zostały omówione w pracy H7, tłumaczących ten efekt. Wykorzystując Naval Research Laboratory Solar Flux Model (Mariska i in. 1982, 1989) oraz bardzo czułe obserwacje z satelity RHESSI, bez uciekania się do ad hoc założeń, Autorzy pokazali, że wcześniejsza emisja promieniowania SXT może być wyjaśniona na gruncie energii zdeponowanej w strumieniu nietermicznych elektronów oraz promieniowania HXT. Modelowanie to zostało następnie rozszerzone na fazę zaniku rozbłysków słonecznych (praca H8).

Uwieńczeniem rozprawy habilitacyjnej Pana Falewicza jest jego samodzielna praca opublikowana w *The Astrophysical Journal* (2014, H9). W pracy tej została przedstawiona analiza dwóch prostych rozbłysków zarejestrowanych przez satelity RHESSI i GOES. Bardzo istotną nowością zaprezentowanych symulacji było wprowadzenie kodu McTiermana i Petrosiana (1990), pozwalającego na ciągłe wyliczanie rozkładów przestrzennych i energetycznych elektronów nietermicznych. Dzięki temu można w funkcji czasu obliczać przestrzenny rozkład

emisji rentgenowskiej w rozbłyskach (Rys. 11) i porównywać je z rzeczywistymi obserwacjami.

Zbiór publikacji przedstawionych przez Habilitanta nie budzi zastrzeżeń ani pod względem formalnym, ani merytorycznym. Prace te stanowią istotny wkład w lepsze poznanie energetycznych zjawisk zachodzących w atmosferze Słońca i spełniają wszelkie kryteria, aby uznać je za znaczące osiągnięcie naukowe w przewodzie habilitacyjnym.

Całkowity dorobek naukowy dr. R. Falewicza obejmuje 35 publikacji. Większość z nich pochodzi z recenzowanych czasopism o zasięgu międzynarodowym. Sumaryczny Impact Factor prac wynosi 55.341, łączna liczba cytowań 169, a indeks Hirscha 7.

Habilitant uczestniczył w ośmiu konferencjach, na których wygłaszał referaty lub prezentował plakaty. Odbił również trzy krótkie staże naukowe.

Dr R. Falewicz był kierownikiem jednego projektu badawczego (w latach 2006-2009) oraz był wykonawcą w trzech innych projektach (w tym jednym europejskim).

Prócz pracy badawczej, Pan dr R. Falewicz prowadził na swojej uczelni szereg zajęć dydaktycznych oraz był opiekunem 3 prac magisterskich.

Jego działalność naukowa oraz organizacyjna została uhonorowana czterema nagrodami (Ministra Edukacji Narodowej i Sportu oraz trzema Rektora UWr.).

Dorobek naukowy i organizacyjny Pana dr. R. Falewicza dowodzi, że jest On ekspertem w dziedzinie badań nad rozbłyskami słonecznymi i wniósł znaczący wkład w poszerzenie wiedzy na ten temat. Własne publikacje oraz kierowanie grantem pokazuje, że Habilitant potrafi samodzielnie prowadzić działalność naukową.

Stwierdzam, że przedstawiony cykl publikacji dr. R. Falewicza pt. *Emisja rentgenowska jako wskaźnik wydajności procesów transportu i deponowania energii w rozbłyskach słonecznych* oraz cały jego dorobek naukowy i organizacyjny spełniają ustawowe kryteria w przypadku ubiegania się o stopień naukowy doktora habilitowanego.


Grzegorz Michałek