

dr hab. Krzysztof Rolbiecki
Instytut Fizyki Teoretycznej
Uniwersytet Warszawski
krzysztof.rolbiecki@fuw.edu.pl

Warszawa, 15 lipca 2019

Ocena dorobku naukowego i rozprawy habilitacyjnej dr. Enrico Marii Sessolo

1 Uwagi wstępne

Doktor Enrico Maria Sessolo ubiegający się o stopień doktora habilitowanego przedstawił Centralnej Komisji do Spraw Stopni i Tytułów jednotematyczny cykl publikacji zatytułowany „Sygnały ciemnej materii w modelach Nowej Fizyki”. W skład cyklu wchodzi osiem prac opublikowanych w latach 2012–2018 w *Journal of High Energy Physics*, *Physical Review D*, *Advances in High Energy Physics* i *Journal of Cosmology and Astroparticle Physics*. Większość przedstawionych prac była opublikowana w czasopismach wysokiej rangi i wszystkie były wieloautorskie (od dwóch do pięciu autorów). Doktor Sessolo ocenił swój wkład w te prace na poziomie od 30 % do 90 %.

Doktor Sessolo jest absolwentem astrofizyki Uniwersytetu w Padwie (rok 2003) i absolwentem fizyki teoretycznej Uniwersytetu Kansas w Lawrence (rok 2007). Doktorat w zakresie fizyki obronił w roku 2010 na Uniwersytecie Kansas pod kierunkiem prof. Danny’ego Marfatia. Po obronie doktoratu dr Sessolo pracował krótko jako instruktor fizyki na Uniwersytecie Stanowym w Fort Hays, a w czerwcu 2011 roku rozpoczął staż podoktorski w Narodowym Centrum Badań Jądrowych (NCBJ) w Warszawie w grupie prof. Leszka Roszkowskiego. Obecnie, od 2016 roku, jest zatrudniony jako adiunkt w NCBJ w Warszawie.

Obszarem jego działalności naukowej jest zagadnienie istnienia ciemnej materii w ramach różnych teorii i modeli wychodzących poza Model Standardowy (MS) cząstek elementarnych (tzw. modeli Nowej Fizyki). Ciemna materia jest obecnie jedną z najlepiej udokumentowanych hipotez wskazujących na niezupełność MS. Jej istnienie zapostulował po raz pierwszy Fritz Zwicky w latach 30. XX wieku. Mimo to cząstki ciemnej materii ciągle wymykają się bezpośredniej obserwacji.

2 Ocena rozprawy habilitacyjnej

Rozprawa habilitacyjna oparta jest na serii ośmiu artykułów, które zostały opatrzone 22-stronicowym opisem. Wiodącym tematem tej serii jest kwestia ograniczeń na własności

ciemnej materii w świetle aktualnych wyników eksperymentalnych. Jest to obecnie jeden z głównych nurtów badań fizyki cząstek elementarnych i uważam ten wybór za bardzo trafny i aktualny. Omówienie zaczyna się od dobrze napisanego przeglądu problematyki ciemnej materii od strony teoretycznej i obserwacyjnej. Stanowi on przystępne, nawet dla niespecjalisty, wprowadzenie do tematyki prac wchodzących w skład cyklu. Poniżej omawiam najważniejsze rezultaty otrzymane w przedstawionych pracach:

- [H1] Praca dotyczy ograniczeń na wersję modelu supersymetrycznego, tzw. Constrained Minimal Supersymmetric Standard Model (CMSSM), w oparciu o wczesne wyniki z Wielkiego Zderzacza Hadronów (Large Hadron Collider – LHC) i eksperymenty detekcji ciemnej materii. Była to jedna z pionierskich prac w mocno obecnie eksploatowanym kierunku badań, w którym wykorzystuje się wyniki wielu różnych eksperymentów i obserwacji, aby przy pomocy zaawansowanych narzędzi statystycznych i probabilistycznych uzyskać jak najsilniejsze ograniczenia na wybrany model teoretyczny.
- [H2] W pracy autorzy badali implikacje płynące z odkrycia bozonu Higgsa na przestrzeń parametrów CMSSM, w szczególności na perspektywę odkrycia ciemnej materii. W świetle tych danych bardzo dobrym kandydatem na cząstkę ciemnej materii staje się higgsino – supersymetryczny partner bozonu Higgsa.
- [H3] i [H4] Kontynuując badania z poprzednich dwóch prac, zbadane zostały ograniczenia eksperymentalne na ciemną materię i perspektywy jej wykrycia (zakładając, że głównym składnikiem są neutralina) w podziemnych eksperymentach detekcji bezpośredniej, pośrednich poszukiwaniach astrofizycznych oraz w LHC. Wyniki zostały uogólnione do fenomenologicznego MSSM. Podkreślona została komplementarność różnych metod poszukiwania ciemnej materii, w szczególności potencjalna rola Cherenkov Telescope Array (CTA).
- [H5] Artykuł przeglądowy o własnościach ciemnej materii zbudowanej z higgsin.
- [H6] W pracy przedstawiona została bardzo ciekawa analiza, w jaki sposób można zrekonstruować własności ciemnej materii wykorzystując komplementarność bezpośrednich i pośrednich metod detekcji. Każda z tych metod ma swoje ograniczenia w zależności od konkretnego punktu w przestrzeni parametrów, jednak konstruując globalną funkcję wiarygodności można znacząco poprawić rekonstrukcję masy i przekroju czynnego na oddziaływanie z materią jądrową.
- [H7] Przeprowadzono analizę perspektyw detekcji i ograniczeń na ciemną materię w modelach, które łączą cechy tzw. modeli uproszczonych z jednym typem mediatora oddziaływań między ciemną materią a materią barionową oraz modeli z uzupełnieniem ultrafioletowym. Tego typu analiza pozwala wychwycić niektóre pułapki związane ze stosowaniem modeli uproszczonych, które ignorują część spektrum pełnego modelu. Jak pokazano w tej pracy, takie dodatkowe wkłady mogą skutkować negatywną interferencją różnych członów, znacząco modyfikując ograniczenia eksperymentalne.
- [H8] W pracy tej postawiono pytanie, jakie własności mają nowe cząstki, zakładając, że ta sama fizyka odpowiada za ciemną materię i odchylenie anomalnego momentu magnetycznego mionu, $(g - 2)_\mu$. Okazuje się, że w analizowanym modelu wektorowych

fermionów i skalara, wyniki eksperymentów silnie ograniczają dostępną przestrzeń parametrów. Oprócz bezpośrednich poszukiwań ciemnej materii i pomiaru $(g-2)_\mu$ uwzględniono tutaj również wyniki z LHC, reinterpretując analizy eksperymentów ATLAS i CMS.

Prace wchodzące w skład przedstawionego cyklu były cytowane 297 razy według INSPIRE. Wśród nich najczęściej cytowana była praca [H3] (74 razy), następnie [H1] (63 razy) i [H4] (51 razy). Wyniki te należy uznać za bardzo dobre, świadczące o tym, że analizy te są znane na świecie i stanowią znaczny wkład w rozwój dyscypliny naukowej.

Wszystkie prace włączone do jednotematycznego cyklu zostały opublikowane w wiodących periodykach naukowych. Jak już wcześniej wspomniałem wszystkie prace mają współautorów, co jednak nie jest wadą samo w sobie. Pewnym mankamentem wydaje się fakt, że jedynie w dwóch z tych prac procentowy wkład dr. Sessolo wynosi więcej niż 50 %. W jednej z nich deklaruje on, że sformułował główną ideę publikacji [H8]. Praca [H5], w której deklarowany udział wynosi 90 %, jest natomiast artykułem przeglądowym opublikowanym w czasopiśmie niższej rangi niż pozostałe prace. Współautorem sześciu z ośmiu prac włączonych do cyklu habilitacyjnego jest prof. Leszek Roszkowski z NCBJ. Z jednej strony jest to zrozumiałe, gdyż Habilitant był przez szereg lat członkiem grupy prof. Roszkowskiego, z drugiej jednak strony rodzi pytanie o samodzielność naukową Habilitanta. Należy tutaj jednak zauważyć, że dwie ostatnie prace powstały już bez udziału prof. Roszkowskiego, a rosnącą samodzielność Habilitanta widać również w pozostałych publikacjach.

Podsumowując, przedstawiony cykl publikacji przedstawia wyniki ciekawej i wnikliwej analizy ograniczeń na ciemną materię w świetle szerokiego spektrum wyników eksperymentalnych i obserwacyjnych. Szczególnie cenne jest podkreślenie komplementarności różnych metod detekcji i eksperymentów, w tym takich, których głównym obiektem poszukiwań nie jest sama ciemna materia. Cykl ten stanowi jednocześnie dobrą ilustrację ewolucji fenomenologii modeli ciemnej materii, w szczególności supersymetrycznej.

3 Ocena pozostałych osiągnięć naukowo-badawczych Habilitanta

Habilitant jest współautorem 26 (z tego trzy przed uzyskaniem stopnia doktora) prac opublikowanych w wiodących czasopismach naukowych takich jak Journal of High Energy Physics, Physical Review D, European Physical Journal C, Physics Letters B, Journal of Cosmology and Astroparticle Physics. Jego prace były cytowane (bez autocytowań) 539 razy według Web of Science, natomiast według INSPIRE 742 razy. Indeks Hirscha dr. Sessolo wynosi 13 wg WoS i odpowiednio 15 wg INSPIRE. Zależnie od metody liczenia i bazy danych prace są średnio cytowane 22–30 razy, co oznacza, że są zauważane przez innych naukowców. Najwięcej cytowań, 113 w WoS i ok. 160 w INSPIRE uzyskała praca

- A. Fowlie, M. Kazana, K. Kowalska, S. Munir, L. Roszkowski, E. M. Sessolo, S. Trojanowski and Y. L. S. Tsai, "The CMSSM Favoring New Territories: The Impact of New LHC Limits and a 125 GeV Higgs," Phys. Rev. D **86** (2012) 075010.

Doktor Sessolo jest obecnie kierownikiem projektu „Scenariusze nowej fizyki w świetle danych z eksperymentów zapachowych i z poszukiwań ciemnej materii”, finansowanego

przez Narodowe Centrum Nauki w ramach programu SONATA. Dodatkowo był laureatem Stypendium Humboldta.

Habilitant aktywnie uczestniczy w międzynarodowych konferencjach i workshopach poświęconych fizyce wysokich energii i astrofizyce. Wygłosił dotychczas cztery referaty plenarne, w tym na *International Conference on Particle Physics and Cosmology, COSMO 2016*. Dodatkowo wyniki swojej pracy prezentował na 19 konferencjach w sesjach równoległych. Dwukrotnie był członkiem komitetów organizacyjnych konferencji międzynarodowych: *Theory Meeting Experiment 2013* i *International Conference on Particle Physics and Cosmology 2015*.

4 Ocena dorobku dydaktycznego i popularyzatorskiego oraz współpracy międzynarodowej habilitanta

Doświadczenie dydaktyczne habilitanta jest skromne i składa się z kilku kursów ogólnej fizyki i mechaniki kwantowej na University of Kansas i Fort Hays State University. Habilitant sprawował opiekę naukową nad Sebastianem Trojanowskim (współautorem kilku prac z dorobku dr. Sessolo) w okresie jego doktoratu w NCBJ. Brak jest działalności popularyzatorskiej.

Doktor Sessolo jest recenzentem dla Journal of High Energy Physics, Journal of Cosmology and Astroparticle Physics, Physical Review D, Physics Letters B, Reports on Progress in Physics i Advances in High Energy Physics. Zgodnie z deklaracją w Załączniku 4 zrecenzował 10 manuskryptów.

Prawie cała kariera naukowa dr. Sessolo po uzyskaniu doktoratu związana była z Narodowym Centrum Badań Jądrowych w Warszawie, gdzie był zatrudniony najpierw w ramach stażu podoktorskiego, a następnie od roku 2016 jako adiunkt. W tym czasie jedynym dłuższym pobytem w innych ośrodkach akademickich było 10-miesięczne Stypendium Humboldta w niemieckim Technische Universität Dortmund.

Dorobek publikacyjny Habilitanta był zawsze związany z jego aktualnym miejscem pobytu. W czasie studiów magisterskich i doktoranckich były to publikacje z jego opiekunami naukowymi. Niestety te kontakty nie były kontynuowane, mimo że współautorami jednej z prac byli Vernon Barger i Jason Kumar. W późniejszym okresie w zasadzie wszystkie prace z wyjątkiem jednej były związane z grupą prof. Roszkowskiego w NCBJ. Jedyną pracą spoza tego schematu jest artykuł "Cornering diphoton resonance models at the LHC", M. Backović *et al*, JHEP 1608, 018. Wydaje mi się, że na tym etapie kariery naukowej takie kontakty i publikacje powinny być liczniejsze.

5 Podsumowanie

Uważam, że dr Enrico Maria Sessolo spełnia wymogi stawiane kandydatom do stopnia doktora habilitowanego zgodnie z Ustawą o stopniach naukowych i tytule naukowym z dnia 14 marca 2003 r. (Dz. U. z 2017 r. poz. 1789 w związku z Ustawą z dnia 3 lipca 2018 r., Dz. U. z 2018 r. poz. 1669). Jego osiągnięcia naukowe uzyskane po otrzymaniu stopnia doktora wykazują znaczny wkład autora w rozwój reprezentowanej przez

niego dyscypliny naukowej, a Habilitant wykazuje się istotną aktywnością naukową, chociaż skoncentrowaną wokół jednej grupy współpracowników. Doświadczenie dydaktyczne kandydata jest skromne, ale posiada on dorobek organizacyjny w postaci organizowania konferencji i recenzowania artykułów naukowych. W związku z tym wnoszę o dopuszczenie kandydata do dalszych etapów przewodu habilitacyjnego.

Il. Rokietni

