



Warszawa, 16.08.2018

dr hab. Agnieszka Pollo

## **Ocena osiągnięcia naukowego przedstawionego do postępowania habilitacyjnego oraz dorobku naukowego, dydaktycznego i organizacyjnego dr. Vincenza Salzano**

### **Podstawowe informacje o kandydacie**

Dr Vincenzo Salzano ukończył studia magisterskie na Wydziale Fizyki Uniwersytetu Salerno w 2005 roku. W roku 2008 ukończył z wyróżnieniem studia doktoranckie i otrzymał stopień naukowy doktora w dziedzinie fizyki podstawowej i stosowanej na Uniwersytecie w Neapolu na podstawie rozprawy, poświęconej testowaniu rozszerzonych teorii grawitacji, napisanej pod kierunkiem prof. Salvatore'a Capozziello. Po uzyskaniu stopnia doktora dr Salzano odbył trzy staże podoktorskie: w Norwegii, w Hiszpanii i wreszcie od 2014 w Instytucie Fizyki Wydziału Matematyczno-Fizycznego na Uniwersytecie Szczecińskim, gdzie pracuje do dziś.

### **Charakterystyka dorobku naukowego kandydata**

Praktycznie cała praca naukowa dr. Salzano związana jest z problematyką obserwacyjnego testowania alternatywnych teorii grawitacji. W ostatnich latach zajmował się w szczególności projektowaniem testów obserwacyjnych modeli, opartych na potencjalnej zmienności stałych fizycznych. Prace, oprócz wyprowadzeń teoretycznych, zawierają również solidne analizy, oparte na materiale obserwacyjnym. I nawet jeśli z punktu widzenia kosmologii obserwacyjnej analizy te grzeszą momentami pewną naiwnością i nie uwzględniają wszystkich prawdopodobnych źródeł niepewności, to i tak badania te stanowią cenny wkład do naszego zrozumienia fizyki w największych kosmicznych skalach i wydaje się niemal pewne, że posłużą w przyszłości jako baza do realnych testów kosmologicznych. Prowadzone przez dr. Salzano badania zaowocowały 32 publikacjami wymienionymi w autoreferacie (baza WoS podaje obecnie wartość 36), z czego znakomita większość – 30 artykułów – została opublikowana po doktoracie. Jego aktualny indeks Hirsha wynosi – wg bazy WoS – 10 (w autoreferacie autor podaje wartość 9). Większość publikacji to prace opublikowane z niewielkimi zespołami współautorów, ze znaczącym wkładem ze strony habilitanta. Sumaryczny impact factor wszystkich publikacji po 2008 roku wynosi 30,24. Łączna liczba cytowań prac Autora przekracza 400 (459, z czego 425 bez autocytowań). Warto zaznaczyć, że cytowania wykazują tendencję silnie rosnącą od roku 2015, co wskazuje na rosnące w ostatnim okresie uznanie dla dokonań naukowych habilitanta na forum międzynarodowym, a zapewne też na pozytywną rolę szczecińskiej grupy kosmologicznej w jego rozwoju naukowym. Spośród tych wszystkich publikacji sześć weszło w skład osiągnięcia habilitacyjnego.

Dr Salzano wymienia 11 wygłoszonych przez siebie wystąpień konferencyjnych i seminariów, w tym jeden referat zaproszony na Zjeździe Fizyków Polskich. Jak na okres 10 lat po doktoracie liczba ta wydaje się stosunkowo skromna, tym bardziej, że większość wymienionych konferencji ma charakter lokalny. Widać jednak wzmożoną aktywność habilitanta na tym polu od roku 2014, kiedy to rozpoczął pracę w Szczecinie.

Dr Salzano jest obecnie członkiem Komitetu Sterującego i kierownikiem grupy roboczej w europejskim projekcie COST CANTATA. W przeszłości był członkiem finansowanego przez hiszpańskie Ministerstwo Nauki i Innowacji projektu EPI. Na szczególne uznanie zasługuje fakt, że został zaproszony do grupy teoretycznej działającej w ramach powstającego właśnie projektu J-PAS, co otwiera szerokie możliwości pracy z danymi z tego projektu w przyszłości. Dr Salzano w roku 2017 otrzymał nagrodę "Zachodniopomorski Nobel 2016", przyznaną przez Zachodniopomorski Klub Liderów Nauki.

Powyższe podsumowanie pozwala ocenić dorobek doktora Salzano jako znaczny, wielostronny, doceniany na arenie lokalnej i międzynarodowej i w pełni uzasadniający wniosek o rozpoczęcie postępowania habilitacyjnego.

### **Ocena osiągnięcia naukowego „Standardowe i niestandardowe testy alternatywnych teorii grawitacji”, będącego podstawą postępowania habilitacyjnego**

Dr Vincenzo Salzano jako swoje osiągnięcie w postępowaniu habilitacyjnym przedstawił monotematyczny cykl sześciu publikacji, poświęconych testom obserwacyjnym alternatywnych teorii grawitacji, a w szczególności a) zmiennej prędkości światła i b) testom modeli galileonowych w skali gromad galaktyk. We pięciu spośród tych publikacji habilitant jest pierwszym autorem z niewielką liczbą współautorów (w jednej publikacji jest jedynym autorem), a jego wkład oceniono na przekraczający 70%. Jego wiodąca rola we wszystkich tych publikacjach jest zatem niekwestionowana. W przypadku szóstej jest jednym z równorzędnych trzech autorów. Prace omówione są w obszernym autoreferacie napisanym zarówno w języku polskim, jak i angielskim.

Tematyka pracy habilitacyjnej dra Salzano obejmuje testy obserwacyjne dwóch różnych aspektów alternatywnych teorii grawitacji. Pierwszy z nich, któremu poświęcone są cztery publikacje i który wyraźnie coraz bardziej autora fascynuje, to zmienność prędkości światła. Drugi, któremu poświęcone są dwie publikacje, to wykorzystanie modelu pól galileonowych do modelowania dynamiki gromad galaktyk. Problematyka, podejmowana przez habilitanta, zyskuje obecnie coraz bardziej na istotności. Jak wiadomo, najlepiej pasującym obecnie jednocześnie do wszystkich głównych pomiarów kosmologicznych jest tzw. model LambdaCDM, oparty na "standardowej" ogólnej teorii względności model Wszechświata jednorodnego i izotropowego, wypełnionego przez zimną ciemną materię i przyspieszającego ekspansję pod wpływem ciemnej energii. Model ten ma jednak swoje słabe strony: drobne, ale coraz silniej wybijające się niezgodności pomiędzy różnymi kategoriami testów obserwacyjnych oraz fakt, że przypisuje on wiodącą rolę "ciemnym" składnikom Wszechświata - ciemnej materii i energii, których natury jak dotąd nie znamy. Stąd coraz większy nacisk na poszukiwanie alternatywnych modeli. Większość poświęconych im prac ma jednak poważny mankament: ograniczone możliwości testów obserwacyjnych, pozwalających na skuteczne różnicowanie ich ze "standardowym" modelem LambdaCDM albo zgodność wyłącznie z jedną kategorią obserwacji kosmologicznych. Mocnym punktem prac dr. Salzano jest proponowanie bardzo konkretnych, przemyślanych i przetestowanych numerycznie testów obserwacyjnych, co skutkuje konkretnymi ograniczeniami obserwacyjnymi i pozwoli w przyszłości na pomiary jeszcze znacznie dokładniejsze przy pomocy planowanych i przygotowywanych obecnie wielkich przeglądów nieba.

Prace SA1, SA2, SA5, SA6 poświęcone są problematyce alternatywnych teorii ze zmienną prędkością światła. W pracach SA5, SA6 i SA2 przedstawiona i przeanalizowana została metoda, oparta na wykorzystaniu pomiaru radialnych i poprzecznych modów barionowych oscylacji akustycznych (BAO) do wyznaczenia przesunięcia ku czerwieni, dla którego rozmiary kątowe osiągają wartość minimalną, a stąd - przy znanej stałej Hubble'a - do wyznaczenia prędkości światła. Jest to więc w znacznej mierze odwrócenie jednej ze znanych proponowanych metod na wyznaczenie stałej Hubble'a przy zakładanej stałej prędkości światła. Pewną trudność stanowi tu jest wymóg pozyskania wiarygodnych pomiarów stałej Hubble'a z innych źródeł. Proponowana przez habilitanta metoda, oparta na wykorzystaniu galaktyk wczesnych typów w roli "kosmicznych chronometrów", jakkolwiek już zdomowiona w literaturze, obciążona jest niepewnościami pomiarowymi związanymi z modelowaniem historii aktywności gwiazdotwórczej tych galaktyk, stanowi jednak jedno z możliwych rozwiązań. Jednocześnie tego rodzaju odwrócenie problemu pozwala na spojrzenie na kwestię wyznaczania podstawowych parametrów kosmicznych pod innym kątem. Szczegółowa i bardzo starannie przeprowadzona analiza numeryczna obecnych i symulowanych przyszłych (SKA, Euclid, a w pracy SA2 - także WFIRST, BOSS, DESI) danych obserwacyjnych pozwala na podanie limitów na zmienność prędkości światła i nie mam wątpliwości, że zastosowanie jej na danych z przyszłych wielkich przeglądów może przynieść ciekawe i być może niespodziewane wyniki.

Praca SA1 poświęcona jest dalszemu wykorzystaniu modelu ze zmienną prędkością światła, a w szczególności badaniu możliwości, że może być on źródłem niejednorodności rozkładu materii we Wszechświecie. Znalezienie modelu, który równie dobrze jak model LambdaCDM daje się dopasować do danych obserwacyjnych, daje dodatkową motywację do przeprowadzenia pomiarów, proponowanych w pracach SA2, SA5 i SA6.

Jak wspomniano już wyżej, drugą kategorią modeli, testowaną w cyklu habilitacyjnym dr. Salzano są tzw. teorie galileonowe i badanie, czy przewidywany przez nie mechanizm ekranowania może przewidzieć dynamikę gromad galaktyk bez uciekania się do koncepcji ciemnej energii i/lub ciemnej materii. Tematyce tej poświęcone są prace SA3 i SA4. W pracy SA3 rozważany jest koncept pola Galileonu działającego w skali kosmologicznej jako zamiennik ciemnej energii, w pracy SA4 rozszerzono model pola Galileonu tak, żeby zastępował również ciemną materię w skali odpowiadającej gromadom galaktyk. Model został przetestowany na danych obserwacyjnych dla 20 gromad, dzięki czemu wykazano, że teoria galileonowa pozwala modelować dynamikę gromad równie dobrze jak przewidywania oparte na "standardowej" teorii grawitacji. Trzeba tu oczywiście zauważyć, że praca opiera się na szeregu uproszczeń (gładki profil NFW rozkładu gęstości halo; pominięcie wpływu centralnych galaktyk cDn a rozkład masy itp.). Otwarty pozostaje też problem zgodności z innymi obserwacyjnymi przesłankami, wskazującymi na istnienie ciemnej materii i energii. Prace wskazują jednak kolejny ciekawy kierunek badań, który być może zostanie w przyszłości rozwinięty.

Nie ma wątpliwości, że dr Salzano jest już całkowicie dojrzałym i samodzielnym uczonym, wytyczającym nowe kierunki badań i mającym własne dobrze sprecyzowane zainteresowania naukowe. Zaproszenie do współpracy J-PAS dowodzi, że jego osiągnięcia są doceniane na świecie, a proponowane przez niego testy obserwacyjne niestandardowych modeli budzą zainteresowanie światowej społeczności kosmologicznej. W opinii recenzenta prace, wchodzące w skład zaprezentowanej serii, z czasem będą coraz bardziej cytowane i wykorzystywane, jako że problem poszukiwania teorii alternatywnych dla modelu LambdaCDM jest aktualny i istotny, a prace habilitanta wnoszą znaczący wkład do tej tematyki.

**W mojej ocenie przedstawiony przed dr. Vincenza Salzano monotematyczny cykl publikacji w zupełności spełnia wymogi ustawowe, stawiane osiągnięciu habilitacyjnemu.**

#### **Pozostałe prace habilitanta**

Dr Salzano jest także autorem i współautorem szeregu prac, nie wchodzących w skład osiągnięcia habilitacyjnego. Także wśród tych prac znajdują się ważne publikacje, w których wkład habilitanta był znaczący (70% i więcej) – jak np. praca SB10 (bliska tematycznie pracom SA3 i SA4, poświęcona modelowaniu gromad galaktyk w przypadku teorii z nieco innym mechanizmem ekranowania - nieco dziwi, czemu ta praca nie weszła do cyklu habilitacyjnego), SB11, SB12 i in.

Warto tu jeszcze raz podkreślić, że w większości swoich prac dr Salzano bardzo zręcznie łączy pracę nad modelami teoretycznymi z kompetentną (choć nieraz z konieczności uproszczoną) analizą danych obserwacyjnych. Jeśli habilitant zdecyduje się kontynuować swoją karierę naukową w Polsce, tego rodzaju kompetencje są cenne także z punktu widzenia polskiej społeczności astronomicznej, zwiększając atrakcyjność Polski jako partnera w wielkich światowych przeglądach nieba prowadzonych dla celów kosmologicznych.

#### **Charakterystyka dorobku dydaktycznego i organizacyjnego kandydata oraz zaangażowania we współpracę międzynarodową**

Habilitant jako post-doc nie miał wielu okazji do prowadzenia regularnych zajęć dydaktycznych. Tym niemniej w trakcie pobytu w Hiszpani prowadził corocznie różnej długości kursy z kosmologii dla studentów fizyki i był wówczas współpromotorem jednej pracy licencjackiej. Później, w trakcie pracy na Uniwersytecie Szczecińskim był promotorem pomocniczym w przewodzie doktorskim dra Hussaina Gohara (obrona w 2017 roku), a obecnie jest współpromotorem dwojga doktorantów.

#### **W kontekście możliwości habilitanta, zatrudnianego na różnych pozycjach typu post-doc w różnych krajach, należy uznać jego dorobek dydaktyczny za znaczący.**

Habilitant w ciągu swojej kariery naukowej pracował w czterech krajach, lista współautorów jego publikacji w różnych konfiguracjach w oczywisty sposób świadczy o kontynuacji nawiązanej dzięki temu międzynarodowej współpracy. Udział w roli lidera grupy roboczej w europejskim projekcie CANTATA (który, jako project COST, nastawiony jest właśnie na wspieranie współpracy i mobilności) stanowi dodatkowy dowód na jego aktywną i rozwijającą się współpracę międzynarodową. Także zaproszenie do projektu J-PAS dowodzi, że dr Salzano zawodowo funkcjonuje na arenie międzynarodowej, która stanowi naturalne środowisko jego aktywności.

Rola lidera grupy roboczej i członka komitetu sterującego w projekcie CANTATA i udział w organizacji dwóch konferencji stanowią dowód **na doświadczenie organizacyjne habilitanta.**

Prace dr. Salzano były też przedmiotem artykułów popularnych - m.in. napisanego na zaproszenie artykułu w New Scientist, co stanowi duże wyróżnienie.

#### **Podsumowanie**

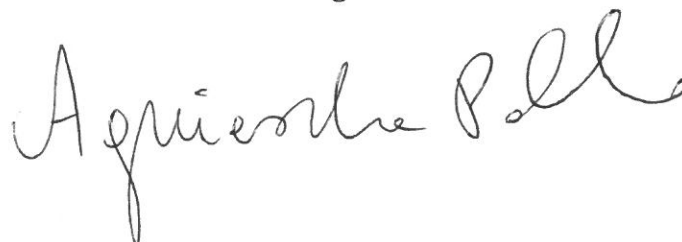
Podsumowując, stwierdzam, że dr Salzano wniósł znaczący wkład w rozwój metod testowania obserwacyjnego alternatywnych modeli grawitacji. Na uwagę zasługuje niestandardowe podejście do testowania modeli ze zmienną prędkością światła. Szczegółowe i staranne przygotowanie testów z myślą o przyszłych wielkich projektach obserwacyjnych

może stanowić punkt odniesienia dla innych badaczy i stwarza realną możliwość pomiarów kosmologicznych w przyszłości.

Uważam, że przedstawione mi do recenzji osiągnięcie naukowe w przewodzie habilitacyjnym dr. Vincenza Salzano – monotematyczny cykl publikacji „Standardowe i niestandardowe testy alternatywnych teorii grawitacji” spełnia ustawowe i zwyczajowe wymogi, stawiane osiągnięciu habilitacyjnemu, zarówno pod względem merytorycznym, jak i formalnym. W zestawieniu z całym dorobkiem naukowym habilitanta, jego szeroko zakrojoną współpracą międzynarodową, działalnością dydaktyczną, organizacyjną i popularyzatorską, wg mnie w pełni uzasadnia ubieganie się przez dr. Vincenza Salzano o stopień doktora habilitowanego nauk fizycznych w dziedzinie astronomii. Wnioskuje o dopuszczenie dr. Vincenza Salzano o do dalszych etapów przewodu habilitacyjnego.

Z poważaniem,

dr hab. Agnieszka Pollo

A handwritten signature in black ink, reading "Agnieszka Pollo". The signature is written in a cursive, flowing style with a large initial 'A' and a long, sweeping tail.

