

Dr hab. inż. Remigiusz Augusiak  
Centrum Fizyki Teoretycznej PAN  
Aleja Lotników 32/46  
02-668 Warszawa

Uniwersytet Warszawa, 02.02.2022		
Wydział Fizyki i Astronomii		
DZIEKANAT		
Wpłynęło do WFA	10-02-2022	Zal.
Nr z rej. biulet. wpływających		
wpl. do jedn. org.	data	symbol

**Recenzja osiągnięcia naukowego oraz dorobku naukowego**  
**dr. inż. Artura Barasińskiego**  
**w związku z postępowaniem o nadanie stopnia doktora habilitowanego**

### Sylwetka Kandydata

Dr Barasiński otrzymał stopień naukowy doktora w 2010 na podstawie rozprawy pt. „*Modelowanie własności magnetycznych związków metaloorganicznych o strukturze łańcuchowej*” przygotowanej pod kierunkiem prof. dr hab. Andrzeja Drzewińskiego na Uniwersytecie Zielonogórskim. Po obronie, w latach 2010-2018 pozostawał zatrudniony na tym samym uniwersytecie jako adiunkt, po czym w 2019 roku zmienił miejsce zatrudnienia na Uniwersytet Wrocławski, gdzie pracuje do dzisiaj. Jednocześnie od 2017 jest pracownikiem naukowym Uniwersytetu w Ołomuńcu w Czechach, na którym w latach 2017–2019 odbył również staż podoktorski.

### Osiągnięcia habilitacyjne

Osiągnięcia habilitacyjne pt. „*Charakterystyka nieklasycznych własności stanów kwantowych: wykrywanie, klasyfikacja i zastosowanie korelacji kwantowych*” przedstawione przez dr. inż. Barasińskiego to pokazny cykl aż dziesięciu artykułów naukowych, które powstały na przestrzeni ostatnich pięciu lat. Wszystkie prace ukazały się w czasopiśmie o zasięgu międzynarodowym, przy czym aż siedem w dobrym *Physical Review A* (6 prac), dwie w bardzo dobrych *Quantum* (1 praca) oraz *Physical Review Letters* (1 praca). Pozostałe dwa artykuły ukazały się w *Scientific Reports*. Jedna praca jest samodzielna, a pozostałe dziewięć to prace wieloautorskie, przy czym liczba współautorów zmienia się od jednego do pięciu. Z oświadczeń dr. inż. Barasińskiego i jego współautorów wynika, że miał on bardzo duży wkład w ich powstanie. We wszystkich pracach wieloautorskich wkład Habilitanta przewyższa wkłady pozostałych autorów, a przypadku trzech pierwszych publikacji [H1-H3] jest on nawet dominujący. Uważam, że osiągnięcia habilitacyjne świadczą o dużej samodzielności naukowej dr. Barasińskiego.

Ogólnym celem cyklu prac składających się na osiągnięcia habilitacyjne jest charakteryzacja i detekcja splątania i nielokalności, które są pewnymi formami korelacji charakteryzujących dwu i wielociałowe układy kwantowe. Istnienie korelacji tego typu jest z pewnością jedną z tych cech teorii kwantów, które odróżniają ją od fizyki klasycznej. Co więcej, są one również zasobami dla wielu interesujących zastosowań, które nie mają klasycznego odpowiednika, takich jak badana przez Habilitanta teleportacja kwantowa czy kryptografia kwantowa. Z obu względów splątanie jak i nielokalność są już od wielu lat obiektem intensywnych badań, choć wydaje się, że w ostatnich większą uwagę środowiska przyciąga nielokalność ze względu na swoją rolę w kwantowym przetwarzaniu informacji w wersji niezależnej od urządzeń (ang. *device-independent*). W swoich badaniach Habilitant stara się dołączyć do tego nurtu, o czym świadczy przedstawiony cykl prac. Można z niego wydzielić trzy podzbiory: pierwszy składa się z dwóch prac [H1,H2] i dotyczy charakteryzacji splątania w dwuciałowych stanach kwantowych o pewnych symetriach; drugi to prace [H5-H7] poświęcone zastosowaniu splątania jako zasobu w teleportacji kwantowej; trzeci, najobszerniejszy

RA

składa się z pięciu prac [H3,H4,H8,H9,H10] i dotyczy nielokalności oraz jej związku ze splątaniem. Poniżej opiszę w skrócie wyniki uzyskane w każdej prac zachowując powyższy podział.

1. Prace [H1] oraz [H2] dotyczą bodaj jednego z najbardziej podstawowych zagadnień dotyczących nieklasyczności teorii kwantów jakim jest charakteryzacja splątania kwantowego w układach dwuciałowych. Stwierdzenie czy macierz gęstości o dowolnym wymiarze lokalnym reprezentuje stan splątany jest zadaniem niezmiernie trudnym. Jednym ze sposobów pozwalających ten problem znacząco uprościć jest nałożenie pewnych więzów na badane stany kwantowe. W artykułach [H1,H2] Autorzy podążają tym tropem i, inspirować się niedawną pracą [Eltchka13], wprowadzają pięcioparametrową rodzinę dwukubitowych macierzy gęstości, które są niezmiennicze na pewne symetrie. Rodzina ta w szczególności zawiera dobrze znane w dziedzinie stany izotropowe wprowadzone przez Horodeckich. Narzucone symetrie pozwalają na wyznaczenie zakresów parametrów, dla których splątanie tych stanów wykrywane jest przez transpozycję częściową, a także na obliczenie ujemności, która jest jedną z podstawowych miar splątania. Wyznaczenie ujemności pozwala z kolei, w oparciu o pracę [Eltchka13] na wyznaczenie dolnych ograniczeń na liczbę Schmidta dla tej rodziny stanów. Ważnym aspektem pracy [H2] jest próba (niestety nieudana) rozstrzygnięcia, przy użyciu jednak dość standardowych narzędzi, czy rozważana rodzina zawiera stany splątane o dodatnio pół-określonej transpozycji częściowej. Udowodnienie, że takie macierze nie istnieją domknęłoby charakteryzacje tych stanów; tzn. warunki (3a-3d) stawałyby się warunkami koniecznymi i dostatecznymi na to, aby dany stan był splątany lub nie. Myślę, że Autorzy mogli większą uwagę poświęcić temu zagadnieniu. Dodatkowo w pracy [H1] udowodniono, że stany czyste z tej rodziny pozwalają wyznaczyć ekstremalne wartości ujemności dla zadanej wartości zbieżności (ang. *concurrence*), innej miary splątania, co jest dodatkowym argumentem, że warto macierze gęstości tego typu badać.

Zabrakło mi jednak w pracach [H1,H2], a w szczególności w pracy [H2] odniesienia do całej serii prac fizyków polskich, w których badano dwuciałowe stany kwantowe o pewnych symetriach takich jak np.:

1. D. Chruściński and A. Kossakowski, *Class of positive partial transposition states*, Phys. Rev. A **74**, 022308 (2006).
2. D. Chruściński and A. Kossakowski, *On the symmetry of the seminal Horodecki state*, Phys. Lett. A **375**, 434 (2011).
3. D. Chruściński and A. Kossakowski, *Circulant states with positive partial transpose*, Phys. Rev. A **76**, 032308 (2007).

W szczególności praca nr 2 dotyczy stanów kwantowych, które są symetryczne ze względu na bilateralne działanie podgrup abelowych grupy  $U(d)$ . Klasa ta zawiera więc stany kwantowe badane w [H1,H2]. Myślę, że w tych pracach leży również odpowiedź na pytanie czy w rozważanych stanach można znaleźć splątane stany PPT.

2. Prace [H5-H7] dotyczą aplikacyjnej strony splątania kwantowego. Badano w nich splątanie jako zasób dla kontrolowanej teleportacji kwantowej, która jest pewnym rozszerzeniem standardowej teleportacji wprowadzonej przez Bennetta i współpracowników na przypadek trzech obserwatorów, przy czym dodatkowa osoba pełni rolę kontrolera, który ma wpływ na to, czy teleportacja pomiędzy pozostałymi obserwatorami będzie przeprowadzona z sukcesem czy nie. W pracy [H5] pokazano, że prawdziwe splątanie trzyciałowe nie jest niezbędnym zasobem do przeprowadzenia takiego protokołu z sukcesem. Co więcej, podano w niej przykład stanu biseparowalnego, w którym korelacje z pozostałymi obserwatorami są jedynie klasyczne, a który pozwala osiągnąć maksymalną wierność stanu teleportowanego, a jednocześnie pozwala kontrolerowi w pełni kontrolować proces teleportacji. Wreszcie pokazano, że tzw. splątanie lokalizowalne (ang. *localizable entanglement*) jest głównym zasobem decydującym o tym, czy dany wielociałowy stan kwantowy może być użyteczny w kontrolowanej teleportacji. W ramach pracy [H7] przeprowadzono eksperyment w laboratorium optycznym na Uniwersytecie w Ołomuńcu, w którym zrealizowano proces kontrolowanej teleportacji na wybranych stanach będących mieszaniną stanów typu GHZ, przy czym rolę Habilitanta było opracowanie eksperymentu od strony teoretycznej. Eksperyment ten pozwolił zweryfikować niektóre z wyników teoretycznych uzyskanych w [H5]. Stanowił on także inspirację dla pracy [H6], w której

badano wierność stanu po teleportacji w przypadku, gdy teleportacja odbywa się z sukcesem oraz minimalną moc kontroli, która ilościowo określa skuteczność kontrolera w funkcji dwóch, znanych z literatury miar splątania (jak np. *tangle*), przy czym jedna z tych miar opisuje prawdziwe splątanie trzyciałowe. Wyznaczono ekstremalne wartości wierności teleportacji oraz mocy kontroli oraz stany kwantowe osiągające te wielkości w funkcji miar splątania. W przypadku miary *tangle* otrzymane wyniki pozwalają na wyprowadzenie analitycznych ograniczeń na wierność teleportacji. Ograniczenia te można z kolei wykorzystywać do eksperymentalnego oszacowania miary splątania stanu kwantowego poprzez wyznaczenie wierności teleportacji.

3. Pozostałe prace są poświęcone badaniu nielokalności oraz jej związku ze splątaniem kwantowym. Celem pracy [H3], która skupia się na układach dwuciałowych, jest analiza pewnej miary nielokalności zaproponowanej wcześniej w literaturze, wedle której stopień nielokalności stanu kwantowego jest określony jako prawdopodobieństwo łamania pewnej, ustalonej nierówności Bella dla losowo wybranych obserwabli lokalnych. W pracy [H3] skupiono się na nierówności Bella wyprowadzonej w pracy [Collins2002], zwanej dalej nierównością CGLMP, która jest jedną z najbardziej znanych nierówności Bella i, co ważne, definiuje ona ścianę odpowiedniego wielościanu Bella. Najważniejszym wynikiem artykułu jest udowodnienie, używając metod numerycznych typu Monte Carlo do wyznaczania owych prawdopodobieństw, że hipoteza, którą można sformułować na podstawie wyników pracy [Fonseca2015] jest nieprawdziwa. Hipoteza ta mówi, że niezależnie od wymiaru podukładu wedle powyższej miary nielokalności stany maksymalnie splątane są bardziej nielocalne niż tzw. stany optymalne, które łamią nierówność CGLMP w sposób maksymalny, ale ich splątanie nie osiąga wartości maksymalnych. Podobne eksperymenty numeryczne przeprowadzono również dla dowolnych stanów czystych dwukubitowych i pokazano, że stanem o największym prawdopodobieństwie łamania nierówności CGLMP, a więc najbardziej nielokalnym w tym sensie, jest stan maksymalnie splątany. Obserwacje te są wartościowe dla zrozumienia wspomnianej już relacji pomiędzy nielokalnością i splątaniem, ale jednocześnie pokazują, że relacja ta jest bardzo skomplikowana. Mam małą uwagę odnośnie sformułowania „Istnienie takiej anomalii było nieoczekiwanym wynikiem, ponieważ długo uważano, że MES muszą być również stanami maksymalnie łamiącymi nierówność CGLMP, ...”. Obie prace, tzn. ta wprowadzająca nierówność CGLMP oraz ta pokazująca, że jej maksymalne łamanie dla stanów trzykubitowych jest osiągane przez stan niemaksymalnie splątany ukazały się w 2002 roku, zatem trudno się zgodzić z wyrażeniem „długo uważano”.

Badanie związku splątania i nielokalności jest kontynuowane w pracach [H4] i [H8]. Tym razem obiektem badań są układy kwantowe składające się z trzech kubitów. W pracy [H4], w której dr inż. Barasiński jest jedynym autorem, w pierw porównano dwie znane z literatury miary splątania dla stanów trzykubitowych, w tym wspomnianą już miarę *tangle*. Przy użyciu metod analitycznych i numerycznych, wyznaczono zakres wartości, a w szczególności wartości ekstremalne drugiej z miar dla ustalonej wartości *tangle*; wartości maksymalne osiągane są przez stany tetraedryczne, a minimalne przez stany GHZ. Następnie przebadano siłę korelacji nielokalnych stanów trzykubitowych przy ustalonej wartości miary *tangle*, przy czym jako miarę siły korelacji nielokalnych użyto rodziny nierówności Bella wprowadzonej przez Żukowskiego i Bruknera oraz nierówności Svetlichny'ego, która pozwala wykrywać prawdziwą nielokalność trzyciałową. W oparciu o eksperymenty numeryczne pokazano, że w obu przypadkach maksymalną siłą korelacji wykazują się wspomniane wyżej stany tetraedryczne. Wreszcie, otrzymane wyniki zostały przekute w łatwy do sprawdzenia warunek dostateczny łamania nierówności Żukowski-Brukner.

Mam małą uwagę odnośnie warunku (21): nie jest tak jak pisze Autor, że jest on warunkiem koniecznym istnienia opisu lokalnego. Jest on warunkiem koniecznym tego, że nierówności Żukowski-Brukner są spełnione i w tym sensie warunek (21) gwarantuje, że istnieje lokalny realistyczny opis funkcji korelacji, które występują w owych nierównościach. Nie są to jednak najbardziej ogólne nierówności Bella jakie można skonstruować w tym scenariuszu.

W pracy [H8] w pierw pokazano, używając nierówności Svetlichny'ego oraz nierówności wprowadzonych w pracy [Bancal2013] dla pewnych trzyciałowych modeli lokalno-nielokalnych, że stany typu GHZ pozwalają na wytworzenie prawdziwie trzyciałowej nielokalności dla dowolnej ilości splątania. Następnie wyznaczono minimalne widzialności krytyczne, tzn. maksymalną ilość szumu reprezentowanego przez stan maksymalnie zmieszany, który można dodać do stanu zachowując prawdziwie trzyciałową nielokalność. Aby

zweryfikować przewidywania teoretyczne przeprowadzono serię eksperymentów w laboratorium optycznym na Uniwersytecie w Ołomuńcu z wykorzystaniem skorelowanych par fotonów, przy czym jeden stopień swobody zakodowany jest w modzie przestrzennym jednego z fotonów, a dwa pozostałe stopnie w polaryzacjach obu fotonów. Jak zaprezentowano na Rysunku 9 w autoreferacie, dane eksperymentalne potwierdzają otrzymane wyniki teoretyczne.

W pracach [H9] oraz [H10], będących poniekąd kontynuacją artykułu [H3], badano statystyczne własności nielokalności wielokubitowych układów kwantowych dla losowo wybranych pomiarów lokalnych. Jedną z inspiracji do takiej działalności jest obserwacja poczyniona w pracach innych autorów, która mówi, że dla pewnych stanów splątanych takich jak np. stan GHZ wraz ze wzrostem liczby kubitów prawdopodobieństwo wytworzenia korelacji nielokalnych przy użyciu losowo wybranych pomiarów rośnie do jeden. Fakt ten oznacza, że aby zweryfikować eksperymentalnie, czy dostatecznie „duży” stan jest splątany można w zasadzie używać dowolnych pomiarów na każdym z podukładów. W pracy [H9] Autorzy koncentrują się na stanach trzykubitowych i wyznaczają prawdopodobieństwo wytworzenia trzyciałowej nielokalności (dla różnych modeli korelacji lokalno-nielokalnych), dla czystego i zaszumionego stanu GHZ oraz porównują je z prawdopodobieństwem łamania dowolnych nierówności Bella. Na tej podstawie formułują szereg obserwacji jak np. tę, że w przypadku prawdziwej wielociałowej nielokalności otrzymane prawdopodobieństwa są o wiele mniejsze od tych otrzymanych dla standardowego modelu lokalnego oraz tę, że „na średnio” niektóre nierówności Bella dużo lepiej radzą sobie z detekcją nielokalności. W [H9] badano również zależność prawdopodobieństwa łamania dla stanu GHZ z białym szumem od wielkości splątania tego stanu mierzonej przez miarę opartą na wspomnianej już zbieżności; w szczególności uzyskany bardzo prosty wzór opisujący w przybliżony sposób tę relację. Jest to interesujący wynik ponieważ w ilościowy sposób wiąże ze sobą splątanie i nielokalność, choć tylko dla ograniczonej klasy stanów czystych.

Wątek statystycznej istotności nierówności Bella w wykrywaniu korelacji nielokalnych był rozwijany w pracy [H10], przy czym badano stany kwantowe o większej liczbie kubitów. Głównym rezultatem pracy jest pokazanie, przy pomocy metod numerycznych, że dla pomiarów losowych pewna klasa nierówności Bella skonstruowana z dwuciałowej nierówności CHSH dla wybranych czystych stanów kwantowych (stany grafowe czy stany Dicke) radzi sobie z wykrywaniem korelacji nieklasycznych prawie tak dobrze jak wszystkie nierówności w danym scenariuszu. Podobne eksperymenty numeryczne przeprowadzono również dla losowo wybranych stanów czystych o liczbie kubitów od trzy do pięć. Otrzymane wyniki zebrane w tabeli 6 w autoreferacie pokazują, że uśrednione po wylosowanych stanach prawdopodobieństwo detekcji nieklasyczności przy pomocy nierówności (45) zbliża się do uśrednionego prawdopodobieństwa wyznaczonego przy użyciu programowania liniowego, a co więcej, wraz ze wzrostem liczby pomiarów bardzo szybko zbiega do jedności. Jest to z pewnością wartościowa obserwacja ponieważ pokazuje, że z dużym prawdopodobieństwem zaproponowana nierówność będzie w stanie wykryć nielokalność w zasadzie dowolnego stanu czystego co, uwzględniając fakt, że zawiera ona minimalną liczbę obserwacji, którą należy zmierzyć, może mieć duże znaczenie dla eksperymentalnej detekcji splątania. Nie jest ona jednak aż tak zaskakująca biorąc pod uwagę fakt, że czyste stany wielociałowe są typowo wielocząstkowo splątane.

Za najbardziej wartościowe z całego cyklu uważam prace dotyczące detekcji i charakteryzacji nielokalności [H3,H9,H10] oraz prace dotyczące kontrolowanej teleportacji kwantowej [H5-H7]. Przedstawiono w nich szereg istotnych wyników takich jak np.: charakteryzacja prawdopodobieństwa łamania nierówności Bella jako miary nielokalności oraz jej związku ze splątaniem kwantowym czy dogłębna charakteryzacja splątania wielociałowego jako zasobu dla teleportacji kwantowej oraz jej eksperymentalna realizacja, która pozwoliła potwierdzić przewidywania teoretyczne. Prace dotyczące teleportacji zostały już zresztą dostrzeżone przez środowisko o czym poniekąd świadczy liczba cytowań, jaką dotychczas zgromadziły. Nawiasem mówiąc fakt, że habilitant łączy w swojej działalności naukowej badania teoretyczne z eksperymentem jest bardzo pozytywnym aspektem Jego dorobku. Widać, że w optymalny sposób wykorzystał on pobyt na Uniwersytecie w Ołomuńcu. Z drugiej strony, za najmniej „udane” uważam prace dotyczące stanów symetrycznych [H1,H2]. Otrzymane w nich wyniki nie są zbyt nowatorskie. Ponadto, mimo że powstały najwcześniej z całego cyklu to nie są praktycznie wcale cytowane, co po części można tłumaczyć tym, że podobne badania były już prowadzone dużo wcześniej.

Niemniej jednak przedstawione osiągnięcie jako całość stanowi w mojej ocenie znaczny wkład w rozwój kwantowej teorii informacji oraz podstaw teorii kwantów. Biorąc dodatkowo pod uwagę fakt, że Habilitant odegrał ogromną rolę w powstaniu tego osiągnięcia uważam, że spełnia ono wymogi habilitacyjne.

### **Całkowity dorobek naukowo-badawczy oraz dydaktyczno-popularyzatorski**

Całkowity dorobek publikacyjny dr. inż. Barasińskiego jest spory bo obejmuje 28 artykułów naukowych opublikowanych w czasopismach z listy JCR, z czego 20 powstało po uzyskaniu stopnia naukowego doktora; wliczam tutaj artykuł, który we wniosku wymieniony jest jako preprint, a który w międzyczasie ukazał się w *Physical Review Applied* i został wyróżniony przez edytorów tego czasopisma. Prace te ukazały się w całym spektrum czasopism naukowych, co zapewne spowodowane jest faktem, że Habilitant wielokrotnie zmieniał swoje zainteresowania naukowe. Nie ma sensu wymieniać tutaj wszystkich tytułów, wspomnę tylko, że spośród prac niewchodzących do osiągnięcia kilka ukazało się w bardzo dobrych czasopismach *Physical Review B/E*, *Computer Physics Communications* czy też wspomniane wyżej *Physical Review Applied*. Habilitant jest jeszcze współautorem dwóch prac opublikowanych w czasopismach spoza listy JCR. Warto zwrócić uwagę na fakt, że wraz z wiekiem naukowym „jakość” czasopism, w których publikuje Habilitant wzrosła, co można poniekąd tłumaczyć faktem, że w ostatnich latach specjalizuje się on w kwantowej teorii informacji; tak czy inaczej, owa poprawa jakości powinna przełożyć się na większą rozpoznawalność badań prowadzonych przez Habilitanta.

Tematyka prac, które powstały po doktoracie i nie wchodzą do osiągnięcia jest różnorodna i składają się na nią w szczególności teoria przejść fazowych i zjawisk krytycznych oraz nanomagnetyki molekularne, przy czym oba tematy stanowią kontynuację badań prowadzonych przed otrzymaniem stopnia doktora. Ponadto, Habilitant zajmował się inżynierią kwantową; tutaj warto wymienić pracą dotyczącą nietrywialnych dynamik oddziałujących atomów w sieciach optycznych czy też pracą badającą splątanie w układzie trzech oscylatorów nieliniowych, która swoją drogą jest najbardziej cytowaną pracą w dorobku Habilitanta (35 cytowań). Ponadto, prowadził on również badania z pogranicza optyki i informatyki kwantowej, w ramach których wraz ze współpracownikami z Uniwersytetu w Ołomuńcu badał on możliwość zastosowania funkcji Wignera do opisu układów hybrydowych składających się z podukładów o skończonym i nieskończonym wymiarze; pokazano w szczególności, że ujemność tej funkcji może służyć jako świadek splątania w układach hybrydowych tego typu.

Od strony naukometrycznej artykuły Habilitanta zebrały dotychczas około 150 cytowań, co przełożyło się na h-indeks równy 9. Liczby te dowodzą, że działalność naukowa Habilitanta jest dostrzegana przez innych fizyków, choć nie są one bardzo wysokie.

Biorąc to wszystko pod uwagę, a także opisane powyżej osiągnięcie habilitacyjne uważam, że przedstawiony we wniosku dorobek naukowy spełnia jeden z wymogów ustawowych stawianych kandydatom do stopnia doktora habilitowanego, tzn. „posiadanie w dorobku osiągnięć naukowych albo artystycznych stanowiących znaczny wkład w rozwój określonej dyscypliny”. Uważam ponadto, że jednocześnie spełniony jest również drugi wymóg ustawowy, który mówi, że habilitant „wykazuje się istotną aktywnością naukową albo artystyczną realizowaną w więcej niż jednej uczelni, instytucji naukowej lub instytucji kultury, w szczególności zagranicznej”. Jeśli dobrze policzyłem to aż 11 prac z dorobku powstało w czasie kiedy dr inż. Barasiński był zatrudniony oraz odbywał staż podoktorski na Uniwersytecie w Ołomuńcu w Czechach.

Poniżej opiszę jeszcze pokrótce pozostałe elementy dorobku Habilitanta.

Dr inż. Barasiński jest całkiem aktywny jeśli chodzi o rozpowszechnianie swoich wyników naukowych. Wygłosił On bowiem 11 wykładów oraz zaprezentował taką samą liczbę plakatów na konferencjach naukowych oraz wygłosił 10 seminariów w różnych ośrodkach naukowych. Szkoda jednak, że większość tych odczytów miała miejsce w Polsce. Myślę, że Habilitant powinien poprawić ten aspekt swojego dorobku naukowego. Z całą pewnością pomogłoby mu to w dotarciu do szerszego grona odbiorców ze swoimi badaniami naukowymi. Rozumiem jednak, że przeszkodą może być tutaj brak funduszy.

Dr inż. Barasiński był kierownikiem jednego projektu badawczego finansowanego przez MNiSW w ramach programu Iuventus Plus oraz był wykonawcą w wielu innych projektach, w tym tych w ramach których jest on zatrudniony na Uniwersytecie w Ołomuńcu. Niestety po otrzymaniu stopnia doktora Habilitant nie był kierownikiem żadnego grantu.

Jeśli chodzi o dorobek dydaktyczny to jest on spory. Jako pracownik Uniwersytetu Zielonogórskiego oraz Uniwersytetu Wrocławskiego dr inż. Barasiński prowadził laboratoria, ćwiczenia, czy wykłady dotyczących różnych dziedzin fizyki, począwszy od fizyki środowiska, a skończywszy na fizyce statystycznej. Prowadził on również cały szereg zajęć komputerowych. Pozytywny aspektem dorobku dydaktycznego Habilitanta to fakt, że prowadził on również wykład specjalistyczny dotyczący kwantowej teorii informacji, a więc dziedziny, w której się specjalizuje od kilku lat, a także to, że regularnie prowadzi on zajęcia w języku angielskim. Ponadto, Habilitant był promotorem trzech prac magisterskich, a także pełnił rolę opiekuna naukowego w jednym, pomyślnie zakończonym przewodzie doktorskim.

Dorobek popularyzatorski dr inż. Barasińskiego jest również niemały. Regularnie brał on udział w wydarzeniach mających na celu popularyzację wiedzy. Ponadto w latach 2016-2018 pełnił on rolę opiekuna koła naukowego studentów fizyki na Uniwersytecie Zielonogórskim, a od 2020 jest opiekunem koła naukowego „programistów” na Uniwersytecie Wrocławskim.

### **Konkluzja**

Podsumowując, uważam, że niniejszy wniosek spełnia wszystkie wymogi ustawowe i zwyczajowe stawiane kandydatom do stopnia doktora habilitowanego. Habilitant jest już samodzielnym naukowcem o solidnym dorobku naukowym oraz dydaktycznym, którego działalność badawcza przekłada się w znaczący sposób na rozwój kwantowej informacji a zarazem teorii kwantów. Ponadto, istotna część jego dorobku naukowego powstała w czasie kiedy był on zatrudniony w ośrodku zagranicznym. Dlatego też z pełnym przekonaniem rekomenduję nadanie stopnia doktora habilitowanego dr. inż. A. Barasińskiemu.

Remigiusz Auguś