

Dr hab. Krzysztof Cichy, prof. UAM
Wydział Fizyki
Uniwersytet im. Adama Mickiewicza

Poznań, 23 stycznia 2024 r.

Recenzja w postępowaniu habilitacyjnym Dr. Pawła Sznajdera

Pan Dr Paweł Sznajder ukończył w 2009 roku studia z zakresu fizyki technicznej na Politechnice Warszawskiej, uzyskując stopień magistra inżyniera na podstawie pracy wykonanej we współpracy z Instytutem Problemów Jądrowych im. Sołtana (obecne Narodowe Centrum Badań Jądrowych (NCBJ)). Już na tym etapie jego tematyka badawcza dotyczyła fizyki cząstek elementarnych, konkretnie ekskluzywnej produkcji mezonów wektorowych. Tematyka ta była kontynuowana w ramach doktoratu w NCBJ, pod kierunkiem naukowym Prof. Andrzeja Sandacza. Stopień doktora uzyskany został w 2015 roku. Po doktoracie, Dr Sznajder został zatrudniony na stanowisku adiunkta w NCBJ, który rozpoczął 14-miesięcznym stażem podoktorskim w prestiżowym instytucie fizyki jądrowej w Orsay. Po powrocie z Francji, Habilitant kontynuował zatrudnienie w NCBJ.

W przebiegu kariery naukowej Dr. Sznajdera zwraca uwagę bardzo dobre osadzenie w międzynarodowym środowisku badawczym. Już w trakcie studiów magisterskich, Dr Sznajder stał się członkiem kolaboracji COMPASS, co zaowocowało dotychczas ok. 50 publikacjami. Jednocześnie jednak, Habilitant nawiązał współpracę międzynarodową i krajową w ramach węższych kolaboracji. Znaczące wyniki uzyskane w tych zespołach stały się podstawą osiągnięcia habilitacyjnego. Warto zauważyć, że badania te zdają się naturalnie wynikać z pobytu na stażu w Orsay – oznacza to, że podstawowy cel takiego stażu, będącego ważnym elementem podoktorskiego rozwoju każdego naukowca, został zrealizowany i pozwolił Habilitantowi na znalezienie odpowiedniego nurtu badawczego. Nurt ten, związany z badaniem trójwymiarowej (3D) struktury nukleonu, w szczególności jej kwantyfikacja za pomocą uogólnionych funkcji rozkładu (ang. *generalized parton distributions* (GPDs)), jest jednym z najważniejszych nurtów współczesnej fizyki wysokich energii. Podkreślić należy, że zrozumienie 3D struktury nukleonu jest kluczowym celem m.in. budowanego w USA Zderzacza Elektronowo-Jonowego (ang. *Electron-Ion Collider* (EIC)), jednego z największych przedsięwzięć amerykańskiej i światowej fizyki i nauki w ogóle. Badania Habilitanta są niezwykle istotne z punktu widzenia fizyki EIC i należy go zaliczyć do jednego z liderów tego nurtu badawczego. Uzyskanie takiego statusu w tak młodym wieku jest niewątpliwie ponadprzeciętnym osiągnięciem i należy je ocenić niezwykle wysoko.

1 Ocena osiągnięcia naukowego

Osiągnięciem naukowym Dr. Sznajdera, w myśl obowiązujących przepisów prawnych, jest spójny cykl 15 publikacji pod tytułem „*Badanie trójwymiarowej struktury hadronów w erze nowych eksperymentów*”. Trójwymiarowa struktura określona jest przez dwa rodzaje funkcji – wspomniane już GPDs, a także funkcje rozkładu zależne od pędu poprzecznego (ang. *transverse-momentum-dependent parton distributions* (TMDs)). Prace tworzące osiągnięcie habilitacyjne dotyczą nurtu GPDs i obejmują szerokie spektrum zagadnień, dając kompleksowy obraz fizyki wnętrza nukleonu. Należy podkreślić, że nasze rozumienie GPDs oraz ich wyznaczenie dla nukleonu jest niezwykle trudnym przedsięwzięciem, które nadal jest raczej na początku drogi do celu. Tym bardziej badania Habilitanta i jego współpracowników są cenne i bardzo istotne dla dalszego rozwoju tej trudnej dziedziny.

Przejdę teraz do krótkiego omówienia prac tworzących osiągnięcie naukowe. Wszystkie publikacje są wieloautorskie i można je podzielić na dwie grupy. Do pierwszej grupy zaliczają się prace koncentrujące się na pewnym zagadnieniu fizycznym, związanym z fizyką eksperymentów czułych na trójwymiarową strukturę, takich jak głęboko wirtualne rozpraszanie Comptona (ang. *deeply virtual Compton scattering* (DVCS)) czy fotoprodukcja par fotonów. Jest to dominujący rodzaj prac Habilitanta (P2, P3, P4, P6, P9, P10, P11, P12, P13, P15). Druga grupa prac obejmuje opisy narzędzi obliczeniowych (P1 i P14) oraz wieloautorskie (100-400 autorów) analizy związane z konkretnymi planowanymi programami eksperymentalnymi takimi jak EIC (P5, P7, P8). Wszystkie prace opublikowane są w bardzo dobrych czasopismach branżowych, najwięcej z nich w *European Physical Journal C* (7 prac) i *Physical Review D* (4 prace). Liczba piętnastu prac w osiągnięciu habilitacyjnym jest stosunkowo wysoka, ale uzasadniona złożonością i specyfiką dziedziny, charakteryzującą się bliską współpracą pomiędzy środowiskiem teoretycznym, fenomenologicznym i doświadczalnym. Habilitant wykazuje dominujący lub jeden z dominujących wkładów w 9 z tych 15 prac, w pozostałych jego wkład jest drugorzędny lub ograniczony do wybranych aspektów, co jest oczywiste w kompleksowych wieloaspektowych pracach związanych np. z EIC (np. P8 – ok. 900 stron i 400 autorów). Ponownie, jest to bardzo naturalne w tej dziedzinie i pokazuje m.in. silną pozycję Dr. Sznajdera w branży i fakt, że jego ekspertyza jest bardzo istotna dla sukcesu najważniejszych przedsięwzięć eksperymentalnych i całego programu badania 3D struktury hadronów. Bardziej szczegółowe omówienie prac rozpocznę od 9 prac, w których wkład Habilitanta jest dominujący lub jeden z dominujących, zgodnie z Jego deklaracjami i w zgodzie z deklaracjami współautorów, dołączonymi do dokumentów procedury habilitacyjnej.

Praca P1 jest opisem platformy obliczeniowej PARTONS, będącej *open-source*'owym projektem wspomagającym analizę i modelowanie GPDs, zawierającym różne użyteczne implementacje: modeli GPDs, równań ewolucji, obserwabli związanych z procesami ekskluzywnymi i

ich części perturbacyjnych itp. Platforma PARTONS była wykorzystana w niemal wszystkich innych pracach cyklu habilitacyjnego, ułatwiając zadanie powiązania obliczeń teoretycznych z procesami doświadczalnymi typu DVCS. Należy podkreślić, że Dr Sznajder jest jednym z głównych motorów rozwoju PARTONS, odpowiedzialnych zarówno za wiele aspektów fizycznych (np. implementacja modeli GPDs), jak i za stronę programistyczną i utrzymanie kodu. Platforma PARTONS ułatwia pracę samemu Habilitantowi i jego współpracownikom, ale jej znaczenie jest znacznie szersze dla całego środowiska GPDs. Można to więc uważać za przykład ważnego wkładu Dr. Sznajdera typu *community service*.

Jednym z kluczowych wątków w pracy Habilitanta jest wyznaczenie GPDs z globalnych fitów do danych doświadczalnych. Głównym problemem takiego programu jest fakt, że podstawowymi obiektami, które można jednoznacznie wyciągnąć z eksperymentu są tzw. *Compton form factors* (CFFs), tj. konwolucje GPDs z twardą częścią procesu doświadczalnego. Wyznaczenie samych GPDs jest więc wysoce nietrywialne i podstawowy ekskluzywny proces doświadczalny, DVCS, pozwala jedynie na dostęp do linii $x = \xi$, gdzie x jest ułamkiem pędu podłużnego partonu, a ξ (skośność, ang. *skewness*) jest związane z transferem pędu w kierunku podłużnym. W pracy P2 zaproponowano nową parametryzację funkcji granicznej, opisującej właśnie linię $x = \xi$, a także funkcji skośności wiążącej funkcję graniczną z linią zerowej skośności (zerowego transferu pędu w kierunku podłużnym). Parametryzacje te powiązano z CFFs w wiodącym rzędzie rachunku zaburzeń i rozwinięcia twistowego, z uwzględnieniem ograniczeń teoretycznych. Następnie, wykonano fitowanie do szerokiego zakresu danych eksperymentalnych DVCS (z pewnymi ograniczeniami kinematycznymi) i dotyczących elastycznych *form factors* (EFFs), przy uwzględnieniu znanej parametryzacji niespolaryzowanych PDFów (NNPDF), będących granicą jednego typu GPDs przy zerowym transferze pędu. Uzyskano bardzo dobry opis wejściowego zestawu danych, z pełną propagacją błędów doświadczalnych. Oprócz parametryzacji samych CFFs, wyznaczono też stałą odjęcia w relacji dyspersji łączącej części rzeczywiste i urojone CFFs, powiązaną bezpośrednio z tensorem energii-pędu. Jednym z bardziej efektownych wyników tej pracy były obrazy „tomograficzne” wnętrza nukleonu, pokazujące rozkład kwarków i ich polaryzacji w zależności od zmiennej x .

Rozszerzeniem pracy P2 jest praca P3, w której podjęto próbę redukcji niepewności modelowych przez wykorzystanie technik sztucznych sieci neuronowych (ang. *artificial neural networks* (ANNs)). Nowatorskie wykorzystanie ANNs jest jednym z ważnych wątków przewijających się przez prace Habilitanta. Zastosowanie ANNs jest wysoce nietrywialne i ważnym wkładem tej pracy jest pokazanie, że ANNs mogą być bardzo użyteczne w badaniach GPDs, podobnie do globalnych analiz PDFów, gdzie stały się jednym z najważniejszych narzędzi. Wymagało to rozwiązania wielu praktycznych problemów, szczegółowo opisanych w pracy. Jeśli chodzi o wnioski fizyczne, pokazano, w oparciu o zbliżony zestaw danych doświadczalnych, że parametryzacje

takie jak zastosowane w pracy P2 powodują sztuczne zaniżenie niepewności dla $x \neq \xi$. Takie zaniżone niepewności wyrażają założenia modelowe, których unika się stosując ANNs. Pokazuje to też, że dostęp do kinematyki $x \neq \xi$ wymaga innych procesów doświadczalnych, co motywowało inne prace Habilitanta, np. P15.

Komplementarnym procesem do DVCS jest też czasopodobne rozpraszanie Comptona (TCS), choć nie daje ono dostępu do $x \neq \xi$. W wiodącym rzędzie rachunku zaburzeń, CFF dla TCS jest taki sam jak dla DVCS, z dokładnością do znaku części urojonej, ale w kolejnym rzędzie pojawia się modyfikacja związana z zależnością CFF_{DVCS} od wirtualności fotonu. W pracy P4 wykorzystano parametryzację CFF_{DVCS} z pracy P3 (wykorzystujące ANNs) do przewidywania amplitud dla procesu TCS, dostarczając predykcji dla eksperymentów. Pokazano, że pomiary TCS dają ważne komplementarne informacje w stosunku do DVCS. Pomiary obu z nich pozwolą na lepsze ograniczenie GPDs, a także na przetestowanie ich uniwersalności, w związku ze znanymi relacjami między CFF dla obu tych procesów.

Kolejną pracą dotyczącą DVCS i powiązaną z P2-P4 jest artykuł P6. Autorzy skoncentrowali się w nim na własnościach mechanicznych protonu wyrażonych przez wspomnianą wyżej stałą odjęcia wiążącą części rzeczywiste i urojone CFF. Stałą tą (a właściwie zmienną zależną od transferu pędu t) można wyrazić przez szereg tzw. współczynników d_i . Rozpatrzono konsekwencje modelowania zależności funkcyjnej tych współczynników od t w porównaniu z niezależnym od założeń modelowych wyznaczaniem ich w oparciu o ANNs. Podobnie jak w pracy P3, pokazano, że wybór modelu, np. tzw. rozwinięcia multipolowego, sztucznie zaniża niepewności ostatecznych wyników. Prawdziwie ograniczony przez dane eksperymentalne jest jedynie stosunkowo wąski zakres transferów pędu. Mimo że analizy przeprowadzone w pracy P6 są dalekie od precyzyjnego wyznaczenia współczynników d_i ze względu na niedostatek danych doświadczalnych, wartość tej pracy jest znacząca – ustala bowiem metodologię przyszłych analiz i zwraca uwagę na znaczenie unikania założeń modelowych. Warto podkreślić, że przy obecnym statusie eksperymentalnym wyznaczania GPDs, prace tego typu są kluczowe dla przyszłego sukcesu całego programu badawczego – pozwalają m.in. na wskazanie kierunku badań doświadczalnych poprzez wskazywanie procesów eksperymentalnych, a ich ramach szczególnie ważnych obserwabli lub też zakresu kinematycznego w którym dane mają szczególną moc determinowania interesujących wielkości.

W pracy P12 po raz pierwszy rozważono zastosowanie ANNs do wyznaczania GPDs. ANNs zostały użyte do określania CFFs w artykule P3, ale ostatecznym celem są pełne GPDs, których wyznaczenie jest znacznie większym wyzwaniem niż CFFs. Podobnie jak w P3, ważnym celem jest prawidłowe oszacowanie niepewności ostatecznego wyniku, bez sztucznego ich zaniżenia przez założenia modelowe. Oprócz danych eksperymentalnych, procedura determinacji GPDs powinna mieć możliwość uwzględniania również danych wejściowych z obliczeń w ra-

mach chromodynamiki kwantowej na sieci, które mogą pełnić ważną komplementarną rolę dla doświadczeń. Zagadnienie wykorzystania ANNs jest złożone, m.in. ze względu na konieczność narzucenia odpowiednich wymagań teoretycznych, takich jak dodatniość, wielomianowość czy prawidłowe granice zerowego transferu pędu. Autorzy, z dominującym wkładem Habilitanta, zaproponowali elastyczną metodę spełniającą wszystkie więzy teoretyczne. Wykorzystano formalizm tzw. podwójnych rozkładów w przestrzeni powiązanej z tradycyjną przestrzenią pędową przez transformatę Radona. Wobec braku odpowiedniej ilości danych doświadczalnych, wiele zagadnień zilustrowanych zostało w analizach pseudodanych wygenerowanych z modelu Goloskokova-Krolla. Pozwoliło to nakreślić wiele praktycznych aspektów modelowania za pomocą ANNs i pokazać, że *framework* do analiz jest przygotowany i gotowy do analiz przyszłych danych eksperymentalnych, z perspektywą otrzymania przełomowych wyników kwantyfikujących 3D strukturę nukleonu.

Praca P13 poświęcona jest analizie kolejnego procesu doświadczalnego potencjalnie ważnego z punktu widzenia wyznaczania GPDs. Trwające od wielu lat analizy znacznie prostszych jednowymiarowych PDFów pokazały, że niezwykle istotne jest posiadanie bogactwa danych eksperymentalnych pochodzących z możliwie dużej liczby procesów. W przypadku GPDs, informacje otrzymane z DVCS, TCS czy DVMP mogą być uzupełnione np. przez ekskluzywną produkcję par fotonów, czułą na nieparzystą kombinację ładunkową, w przeciwieństwie do parzystej kombinacji w DVCS/TCS, oraz posiadającą pewne dodatkowe zalety, jak brak „zanieczyszczenia” przez gluonowe GPDs (znane, oczywiście, jeszcze gorzej niż kwarkowe). W pracy P13 wykorzystano znane modele GPDs do oszacowania odpowiednich przekrojów czynnych, celując w oszacowanie realistycznej mierzalności procesu, a zatem jego praktycznej użyteczności dla przyszłych analiz.

Artykuł P14 jest kolejnym ważnym wkładem Habilitanta w „narzędziowe” aspekty GPDs – opisuje on związany z platformą PARTONS generator Monte Carlo EpIC. Generator ten jest dedykowany procesom ekskluzywnym, kluczowym dla GPDs. Już w obecnym kształcie pozwala na generację danych dla wielu procesów doświadczalnych, takich jak DVCS i jego wersja „podwójna”, TCS, produkcja par fotonów lub ekskluzywna produkcja pionów. Projekt EpIC jest, podobnie jak PARTONS, *open-source*’owy – pozwala więc środowisku GPDs na wykorzystanie pracy Habilitanta i jego współpracowników do wspomżenia dalszego rozwoju całej dziedziny.

Generator EpIC został m.in. wykorzystany do analizy „podwójnego” DVCS (DDVCS) w pracy P15. DDVCS wydaje się być najbardziej obiecującym sposobem obejścia kinematycznego ograniczenia $x = \xi$ w dostępie do GPDs w „klasycznym” DVCS. Eksperymentalnie, DDVCS jest bardzo trudny, stąd kluczowe są analizy realistyczności jego uzyskania. Praca P15 systematyzuje opis tego procesu, przedstawiając m.in. nowe równania dla jego części twardej, z

uwzględnieniem interferencji z procesem Bethego-Heitlera, a także porównując z DVCS/TCS w przypadkach granicznych. Wydaje się, że dowody na użyteczność DDVCS są silne i powinny skłonić decydentów eksperymentalnych do intensywnej pracy nad pozyskaniem odpowiednich danych doświadczalnych, co oczywiście wymaga rozwiązania szeregu problemów.

Opisane powyżej 9 prac charakteryzuje się dominującym wkładem Dr. Sznajdera lub wkładem będącym jednym z głównych. Oprócz tego, w skład osiągnięcia naukowego wchodzi 6 kolejnych prac, które krótko omówię poniżej. Praca P5 wykazuje ponad 200 autorów i poświęcona jest eksperymentalnemu programowi w laboratorium Jeffersona (JLab) w amerykańskiej Wirginii. Szerszy opis wkładu grupy Habilitanta w te analizy przedstawiony został w P10, gdzie wykorzystano m.in. parametryzacje CFFów z artykułu P3 do wykazania użyteczności maszyny opartej na wiązce pozytronów do badania GPDs. Praca P7 jest tzw. *white paper* poświęconym motywacjom budowy chińskiej wersji zderzacza elektronowo-jonowego (EicC), dla którego analizy Habilitanta i jego współpracowników również będą istotną częścią programu naukowego. Artykuł P8, z kolei, jest tzw. *yellow paper* dla EIC. Na ok. 900 stronach napisanych przez ok. 400 autorów szczegółowo omówiono w nim wiele aspektów fizyki EIC. Wkład Habilitanta w tej pracy można z pewnością ocenić na znacznie większy niż średni wkład autora tego raportu, jako że był on odpowiedzialny za bardzo ważną część związaną z ocenami perspektyw mierzalności procesów DVCS i ekskluzywnej produkcji neutralnych pionów, prototypowe procesy związane z wyznaczaniem GPDs. Na potrzeby tych analiz powstał dedykowany generator Monte Carlo, który później stał się podstawą do rozwinięcia go w EpIC (praca P14 powyżej). Praktyczne wykorzystanie takich analiz jest niezwykle istotne – posłużyły m.in. do optymalizacji konstrukcji detektorów. W pracy P9 rozważono tzw. *shadow* GPDs, addytywne części rozkładów, które nie dają jednakże wkładu do obserwabli. Problem istnienia takiej części nie ma dotychczas jednoznacznego rozwiązania i dalszy postęp w tej dziedzinie jest kluczowy dla fenomenologii GPDs. Ostatnia z prac, P11, poświęcona jest teoretycznemu opisowi ekskluzywnej produkcji par fotonów, stanowi więc podstawę analiz fenomenologicznych w pracy P13 opisanej powyżej.

Przejdę teraz do podsumowania i konkluzji dotyczących osiągnięcia habilitacyjnego Dr. Sznajdera. W 9 z 15 wchodzących w jego skład prac, Habilitant jest głównym lub jednym z głównych autorów. Podkreślić należy, że są to prace bardzo istotne dla fenomenologii GPDs, z punktu widzenia wielu aspektów. W wielu analizach wykorzystano praktycznie wszystkie dostępne dane doświadczalne i pokazano ich implikacje dla kwantyfikacji CFFs i samych GPDs. Wymagało to także rozwoju nowych technik, które w przyszłości pozwolą na analizy niezależne od założeń modelowych. Szczególnie obiecujące wydają się techniki sztucznych sieci neuronowych. Techniki takie pokazały swoją użyteczność w niezliczonych zagadnieniach naukowych, w tym m.in. w analizach ukierunkowanych na wyznaczanie PDFów, które można uznać za (znacznie) prostszą wersję problemu wyznaczania GPDs. Głęboko niezadowolający status do-

świadczalny fizyki GPDs skłonił Habilitanta do pracy nad analizami wskazującymi co należy ulepszyć w eksperymentach, aby wyznaczenie GPDs stało się realne. Dotyczy to zarówno procesów tradycyjnie wskazywanych jako źródło informacji o GPDs (np. DVCS), ale także nowych procesów, które dałyby potencjalnie kluczowe nowe informacje, takie jak ekskluzywna produkcja par fotonów czy „podwójny” DVCS. Warto podkreślić, że wspomniany status eksperymentu, a także w wielu miejscach teorii, powoduje, że program badawczy Habilitanta należy z pewnością do trudnych. Zaryzykować można stwierdzenie, że w wielu aspektach może być on wręcz frustrujący, kiedy zastosowanie najlepszych możliwych technik, dodatkowo rozwiniętych i dostosowanych do specyfiki problemu naukowego, prowadzi ostatecznie do konkluzji, że po prostu mamy zbyt mało danych doświadczalnych żeby odpowiedzieć na pewne pytania. Tym bardziej pracę Dr. Sznajdera należy docenić i podziwiać. Należy też zwrócić uwagę, że w ciągu kilku lat pracy w tej dziedzinie wyrósł on już na jednego z jej liderów. Przedstawione osiągnięcie habilitacyjne dowodzi, że potrafi on odgrywać główną rolę w wielu złożonych analizach, współpracując z rzeszą bardzo dobrych współpracowników. Szczególnie owocna jest z pewnością współpraca z Prof. Wagnerem z NCBJ. Warto podkreślić, że środowisko GPDs w Polsce jest bardzo wąskie (mimo kluczowego znaczenia fizyki GPDs na świecie i jej powiązania z najważniejszymi i najdroższymi eksperymentami naukowymi) i Dr Sznajder oraz Prof. Wagner są praktycznie jedynymi ze swojego pokolenia polskimi fizykami GPDs liczącymi się na świecie. Dodatkowo, Habilitant posiada wielu międzynarodowych współpracowników, szczególnie z Francji i USA. Jego rola w środowisku podkreślona jest też udziałem w wieloautorskich pracach typu *white/yellow paper*, w których pełni odpowiedzialne role. Jeszcze raz warto przytoczyć też fakt jego przyczynków narzędziowych do warsztatu całego środowiska, w postaci ważnej roli w rozwoju platformy PARTONS czy generatora EpIC.

Podsumowując, osiągnięcie naukowe Dr. Sznajdera w procedurze habilitacyjnej oceniam ponadprzeciętnie wysoko i uważam je za zdecydowanie wyróżniające, z nadlatkiem spełniające wymagania stawiane takim osiągnięciom.

2 Ocena istotnej aktywności naukowej

Oprócz prac wchodzących w skład osiągnięcia naukowego, Dr Sznajder wykazuje się dużą inną aktywnością naukową. Jeśli chodzi o aktywność publikacyjną, łącznie opublikował już 65 prac w recenzowanych czasopismach (stan na dzień złożenia dokumentów habilitacyjnych), a łącznie z publikacjami pokonferencyjnymi, pracami wysłanymi do recenzji itp. jest autorem 82 prac. Baza HEP-Inspire wykazuje niemal 4000 cytowań i indeks Hirscha na poziomie 35. Już przed doktoratem były to 22 publikacje, a po doktoracie kolejne 27, bez tych wchodzących w skład osiągnięcia habilitacyjnego. Liczby te z pewnością są ponadprzeciętnie wysokie, ale w pewnej

mierze tłumaczy je fakt, że wszystkie powstały w ramach dużej kolaboracji doświadczalnej COMPASS, w której Habilitant stawiał swoje pierwsze kroki naukowe już przed kilkunastu laty, podczas studiów magisterskich. Z oczywistych przyczyn nie jestem w stanie ocenić wkładu Dr. Sznajdera w te prace, ani nie są one przedmiotem tej recenzji, ale znana mi praktyka udziału w pracach dużych kolaboracji doświadczalnych sugeruje, że działalność Habilitanta w ramach COMPASS jest znacząca. Warto też zwrócić uwagę, że tematyka prac COMPASS z udziałem Dr. Sznajdera wykazuje pewne punkty wspólne z tematyką osiągnięcia habilitacyjnego i z pewnością wpłynęła na ukształtowanie jego wiedzy i metodyki, wpływając w ten sposób na poziom badań związanych z GPDs.

Oprócz działalności publikacyjnej, Dr Sznajder jest też aktywnym uczestnikiem konferencji i warsztatów międzynarodowych i krajowych oraz seminariów. O jego pozycji świadczy fakt, że od kilku lat dominuje jego udział zaproszony. Łącznie jest to już ok. 50 wystąpień. Dr Sznajder jest też sprawnym organizatorem konferencji i ta jego aktywność nabrała rozpędu w ostatnich dwóch-trzech latach. Był on członkiem kilku komitetów organizacyjnych, a także pełnił prestiżowe funkcje *convener* na znaczących konferencjach międzynarodowych, np. dużej konferencji SPIN 2023 w amerykańskim Durham.

Szczególnie wysoko należy ocenić działalność grantową Habilitanta. Obecnie realizuje badania m.in. w ramach prestiżowego stypendium ministra dla wybitnych młodych naukowców. Był kierownikiem grantu SONATA Narodowego Centrum Nauki (NCN), otrzymał także stypendium rządu francuskiego oraz finansowanie współpracy z JLab w ramach CRADA. Był też wykonawcą w czterech grantach HARMONIA NCN, europejskim grantie w ramach STRONG2020, projekcie realizowanym we współpracy z amerykańskim Brookhaven National Laboratory oraz ministerialnym projekcie Polonium.

Dr Sznajder jest też członkiem kilku komitetów i towarzystw, m.in. Polskiego Towarzystwa Fizycznego czy ECFA Early Career Researchers Panel, a także grup związanych z EIC, tzw. EIC Users Group oraz polskiego środowiska użytkowników EIC. Od kilkunastu lat ma też status użytkownika CERN.

Obrazu jego bogatej aktywności dopełnia uczestnictwo w procesach recenzyjnych, w tym dla ciała doradczego JLab oraz amerykańskiego Departamentu Energii. Był też recenzentem jednego doktoratu (na hiszpańskim University of Huelva) i egzaminatorem w przewodzie doktorskim (we francuskim CEA Saclay).

Działalność dydaktyczna Dr. Sznajdera jest dość ograniczona z racji zatrudnienia w instytucie badawczym, a nie na uczelni wyższej. Prowadził jednak dwukrotnie kurs metod statystycznych i numerycznych (jak przypuszczam dla doktorantów NCBJ), a także opiekował się postdokiem z Brookhaven oraz studentami UW w ramach stażu wakacyjnego oraz laboratorium fizyki. Szczególnie to ostatnie było bardzo owocne – student Oskar Grocholski (obecnie dokto-

rant w DESY w Hamburgu) jest bowiem współautorem 4 z 15 publikacji w ramach osiągnięcia habilitacyjnego. Dr Sznajder pełni też, wspólnie z Prof. Wagnerem, rolę współpromotora w doktoracie Victora Martinez-Fernandeza w NCBJ.

3 Podsumowanie

Osiągnięcie naukowe Dr. Sznajdera, jak i jego pozostały dorobek naukowy oraz organizatorski i dydaktyczny, uważam za zdecydowanie wyróżniające i spełniające z naddatkiem wymogi formalne i zwyczajowe stawiane w postępowaniach habilitacyjnych. W związku z tym, z pełnym przekonaniem rekomenduję Radzie Naukowej Narodowego Centrum Badania Jądrowych nadanie Dr. Sznajderowi stopnia doktora habilitowanego nauk fizycznych.

.....
Krzysztof Cichy