

**Zgłoszenie zagadnienia badawczego realizowanego  
w Krakowskiej Interdyscyplinarnej Szkole Doktorskiej  
w dyscyplinie nauki fizyczne**

**w Jednostce: Instytut Fizyki Jądrowej im. Henryka Niewodniczańskiego  
Polskiej Akademii Nauk**

1	<b>Nazwisko i imię promotora,</b> tytuł/stopień naukowy, jednostka, adres e-mail	Brückman de Renstrom Paweł  dr hab., NZ14, pawel.bruckman@ifj.edu.pl
2	Nazwisko i imię promotora pomocniczego (opcjonalnie), jednostka, adres e-mail	
3	<b>Temat zagadnienia badawczego</b> + krótki (do 250 słów) opis tematyki badawczej	<p><b>Temat:</b> <i>Zastosowanie nowoczesnych metod analizy wielowymiarowej do optymalizacji poszukiwań rozszerzonego sektora skalarnego leptonami w stanie końcowym w eksperymencie ATLAS.</i></p> <p><b>Opis:</b> Odkryty w 2012 roku na akceleratorze LHC bozon Higgsa może należeć do szerszego sektora cząstek skalarnych. Przewiduje to wiele teorii rozszerzających Model Standardowy. Odkrycie dodatkowych cząstek skalarnych byłoby niezbitym dowodem na istnienie tzw. Nowej Fizyki. Rozpady w kanałach leptonowych dają szczególnie wyraźną sygnaturę, a procesy z udziałem zwłaszcza ciężkich leptonów tau w stanie końcowym są preferowane w wielu modelach. Przewidywane małe przekroje czynne produkcji poszukiwanego sygnału oraz przytłaczające tło z Modelu Standardowego wymagają optymalnych metod dyskryminacji sygnału (klasyfikacja) w szerokim zakresie poszukiwanych mas. Pokrewnym zagadnieniem jest optymalna rekonstrukcja wielkości fizycznych na podstawie dużej liczby wypadkowych wielkości mierzonych (regresja). Takie możliwości dają współczesne metody analizy wielowymiarowej opartej na uczeniu maszynowym. Zwłaszcza metody wykorzystujące</p>

		głębokie uczenie i coraz szerzej dostępną infrastrukturę klastrów GPU szybko zyskują na znaczeniu. Optymalizacja zastosowania takich metod jak również zastosowanie do konkretnych poszukiwań na danych LHC są przedmiotem proponowanej tematyki. Praca wykonywana będzie w ramach eksperymentu ATLAS, której doktorant(ka) zostaje pełnoprawnym uczestnikiem już na początkowym etapie pracy. Wyniki wypracowane w międzynarodowym zespole badawczym stanowić będą bezpośredni wkład do publikacji eksperymentu ATLAS. Praca może wymagać wyjazdów do laboratorium CERN w Genewie.
4	Wymagania w stosunku do kandydata (wykształcenie, umiejętności/kursy)	Podstawowa umiejętność programowania w językach obiektowych (preferowane: C++, Python).
5	Wskazanie możliwych źródeł i zakresu finansowania spoza subwencji, np. stypendium naukowego, kosztów badań, wyjazdów itp.	wystąpienie o grant NCN OPUS z uwzględnionym stypendium naukowego dla doktoranta

1	<b>Supervisor: name/surname,</b> degree, affiliation, e-mail address	Brückman de Renstrom Paweł  dr hab., NZ14, pawel.bruckman@ifj.edu.pl
2	Auxiliary supervisor (optional) affiliation,e-mail address	
3	<b>Research subject title</b> Short description, up to 250 words	<b>Subject:</b> Application of modern methods of multi-variate analysis to searches of an extended scalar sector with leptons in the final state in the ATLAS experiment.  <b>Description:</b> The Higgs boson discovered at LHC in 2012 can merely be a member of a larger scalar sector. This is predicted by many theories extending the Standard Model. Discovery of additional scalars would be a definite proof for so-called New Physics. Decays in leptonic channels result in particularly distinct signatures and processes notably with heavy tau leptons in final states are enhanced in many models. Expected small cross-section for the signal together with overwhelming

		<p>Standard Model backgrounds require optimal methods for signal discrimination (classification) in the wide range of sought masses. Optimal reconstruction of physics observables from large number of effectively measured quantities (regression) is a complementary analysis challenge. Both can be successfully tackled with use of modern machine learning techniques. In particular, methods using deep learning and using more and more commonly available GPU infrastructure gain on importance. Optimization of the above methods in application to concrete physics searches using LHC data is the subject of the proposed project. The work will be done within the ATLAS Collaboration. The successful applicant will become its full member already at an early stage of Ph.D. preparation. Obtained results will make a direct contribution to publications of the ATLAS experiment. The work may require occasional visits to CERN, Geneva.</p>
4	<p>Additional requirements to the candidate (education, skills / courses)</p>	<p>Basic object-oriented programming skills (preferred languages: C++, Python)</p>
5	<p>Possible sources of financing, other than subsidy, e.g., scientific scholarship, research and travel costs, etc.</p>	<p>application for the NCN OPUS grant covering also a research scholarship for the student</p>