



## Dr inż. Agnieszka Ogrodnik

**Rozmowa z autorką pracy:**

**„Pomiary procesów wywołanych przez fotony w zderzeniach ciężkich jonów w detektorze ATLAS”**

*Studia na AGH były dla Pani trampoliną do współpracy z naukowcami na szczeblu międzynarodowym...*

To prawda. Zagadnienia z dziedziny fizyki cząstek elementarnych – nauki starającej się odpowiedzieć na podstawowe pytania dotyczące tego, jak powstał i jak zbudowany jest nasz świat – zaciękały mnie jeszcze w liceum. Studiowałam na kierunku Fizyka Techniczna, gdzie po trzecim roku studiów możliwy był wyjazd na zagraniczny staż. Otrzymałam propozycję wyjazdu na 7 tygodni do Europejskiej Organizacji Badań Jądrowych CERN i stałam się członkiem Współpracy ATLAS. W czasie stażu zajęłam się projektem, który przerodził się w temat mojej pracy inżynierskiej. Współpraca z moją promotorką, prof. dr inż. Iwoną Grabowską-Bołd układała się bardzo dobrze, dlatego kontynuowałam ją na studiach magisterskich, a później doktoranckich. Miałam możliwość pracy w międzynarodowej grupie. Ekscytujące jest to, że dokładam małą cegiełkę do lepszego zrozumienia świata, który nas otacza.

*Już na wstępie zostało wspomniane, że zajmuje się Pani fizyką cząstek elementarnych. A o czym konkretnie traktuje Pani rozprawa doktorska?*

W mojej pracy doktorskiej zajmowałam się procesami, których teoretyczny opis znany jest od wielu lat. Jeden z nich nie był dotąd bezpośrednio zaobserwowany w eksperymencie. Drugi z kolei, nie był wcześniej tak dokładnie zmierzony w zadanym zakresie energetycznym. Badania fizyki cząstek elementarnych przeprowadza się często wykorzystując ogromne akceleratory cząstek. Obecnie największym akceleratorem jest Wielki Zderzacz Hadronów usytuowany w CERN, umożliwiający zderzenia protonów oraz jąder ołowiu. Co ciekawe, jonom, które poruszają się niemalże z prędkością światła, towarzyszy pole elektromagnetyczne, które można również interpretować jako wiązkę fotonów. Dzięki temu, poza silnym oddziaływaniem protonów i neutronów obserwuje się też oddziaływania wywołane przez fotony. Te ostatnie stają się dominujące w zderzeniach ultraperyferycznych, gdy odległość między oddziałującymi jądrami jest większa niż suma promieni tych jąder.

Jak już wcześniej wspomniałam, w mojej pracy analizowałam dwa procesy, a dokładniej: rozpraszanie foton-foton oraz główne źródło tła dla tego procesu, czyli ekskluzywna produkcja par elektron-pozyton. Proces rozpraszania foton-foton to interesujący i bardzo rzadki efekt elektrodynamiki kwantowej. Może on też stanowić tło dla procesów wykraczających poza Model Standardowy. Ekskluzywna produkcja par elektron-pozyton również stanowi jeden z podstawowych procesów elektrodynamiki kwantowej. Jej pomiar jest istotny dla weryfikacji poprawności modelowania procesów wywołanych przez fotony oraz jako pomiar referencyjny do wielu analiz wykorzystujących dane ze zderzeń ultraperyferycznych. Porównanie z pomiarem referencyjnym umożliwia poprawę precyzji przez zmniejszenie wpływu niepewności systematycznych.

Praca skupiona była na opisie analizy procesu ekskluzywnej produkcji par elektron-pozyton. Analizowane były dane ze zderzeń ołów-ołów zebrane przez detektor ATLAS na LHC. Wyzwanie pomiarowe stanowiła niska energia cząstek w stanie końcowym, będąca na granicy szumu elektroniki detektora. Częścią pracy była optymalizacja selekcji używanej w czasie rzeczywistym do zapisania zderzeń z jednym z sygnałowych procesów. Wysoka wydajność tej selekcji pozwoliła na uzyskanie dużej liczby przypadków, co przekłada się na zmniejszenie niepewności statystycznej. Wąskie gardło stanowiła niska wydajność rekonstrukcji i identyfikacji cząstek w zakresie energii rzędu kilku GeV. Uzyskane rezultaty okazały się zgodne w granicach

niepewności pomiarowych z kilkoma przewidywaniami teoretycznymi opartymi na Modelu Standardowym. Niewielkie zaobserwowane odstępstwa są motywacją do ulepszania modelowania procesów wywołanych przez fotony.

*Duże zbiory danych wymagają „dużych” komputerów...*

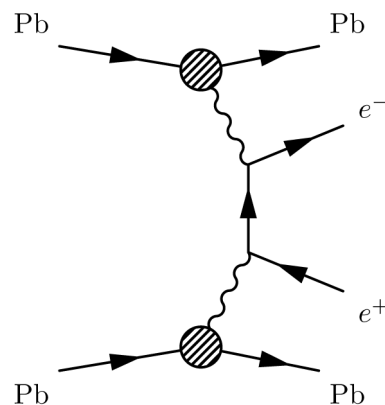
Zdecydowanie! Korzystałam z dwóch superkomputerów Cyfronetu: Zeusa oraz Prometheusa. Ponadto, niezbędne było oprogramowanie eksperymentu ATLAS. Miałam również potrzebę skorzystania z nowego oprogramowania do symulacji przypadków. Na moją prośbę, zostało ono bardzo szybko zainstalowane przez eksperta Helpdesku Cyfronetu. Prowadzenie badań w fizyce cząstek elementarnych wymaga analizy, często wielokrotnej, dużych zbiorów danych. Choć jest możliwość korzystania z ogólnoświatowej sieci GRID, to bezpośredni dostęp do maszyn obliczeniowych znacznie przyspiesza pracę. Doświadczenie z wykorzystaniem systemu kolejkowego przydaje się również w pracy na superkomputerach w instytutach na całym świecie.

*Jak wspomina Pani studia doktoranckie?*

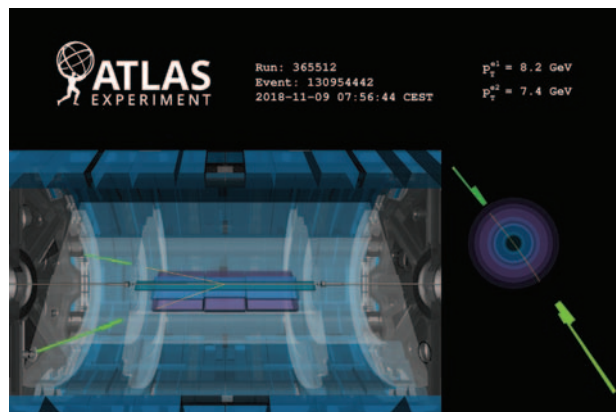
Bardzo miło wspominać pracę z zespołem naukowym. Dużo się nauczyłam. Nie tylko w rozumieniu naukowym, ale również organizacji pracy, zarządzania czasem. Mam dwóch małych synów, dlatego częste wyjazdy stanowiły dla mnie (i mojej rodziny!) duże wyzwanie. Nie porzuciłam swoich zainteresowań. Obecnie pracuję na Uniwersytecie Karola w Pradze, gdzie kontynuuję badania w grupie ciężkich jonów. Jestem też zaangażowana w przygotowania systemu wyzwiania przypadków dla zbierania danych ze zderzeń ołów-ołów, które odbędzie się jesienią tego roku.

Jeżeli ktoś rozważa studia doktoranckie czy nawet magisterskie, to myślę, że warto zastanowić się nad tematem badań i spróbować poznać osoby, z którymi przyjdzie nam współpracować. Kilka lat pracy nad jednym tematem to sporo. Siłą rzeczy w tym czasie pojawiają się chwile zniechęcenia. Myślę, że nie ma jednego sposobu jak takie momenty przetrwać, chociaż zawsze warto próbować się skupić na tym, co do tej pory udało nam się osiągnąć. Próbować wyznaczyć drogę do celu małymi krokami, dzięki czemu zauważamy nasze, choćby niewielkie sukcesy.

*Dziękujemy za rozmowę.*



*Diagram procesu ekskluzywnej produkcji par elektron-pozyton. Fotony (falowane linie) pochodzące od jonów ołowiu, reagują ze sobą tworząc parę elektron-pozyton (proste linie). Jony pozostają nienaruszone*



*Wizualizacja przypadku ekskluzywnej produkcji pary elektron-pozyton w ultraperferycznym zderzeniu jąder ołowiu w detektorze ATLAS. Żółte linie, to ślady jakie pozostawiają elektron i pozyton w detektorze śladowym. Na zielono oznaczono elementy kalorymetru, gdzie te cząstki są zatrzymywane, a ich energia zostaje zmierzona.*  
[<https://cds.cern.ch/record/2646921>]