



dr inż. Klaudia Maj

Rozmowa z autorką pracy:

“Measurement of the azimuthal anisotropy in Pb+Pb collisions at $\sqrt{s_{NN}} = 5.02$ TeV with the ATLAS detector at the LHC”

Co miało najsilniejszy wpływ na Pani decyzję, by badać zderzenia ciężkich jonów i zająć się analizą plazmy kwarkowo-gluonowej?

Badając produkty zderzeń ciężkich jonów możemy poznać odpowiedzi na wiele pytań dotyczących warunków początkowych Wszechświata. Z pojęciem plazmy kwarkowo-gluonowej zetknęłam się już podczas pisania pracy inżynierskiej. Plazma jest niezwykle gorącą i bardzo gęstą materią jądrową, która zachowuje się bardziej jak ciecz o właściwościach nadciekłych (tj. m.in. ciecz o bardzo małej lepkości) niż jak plazmowy gaz. Oczekuje się, że Wszechświat był wypełniony taką materią w pierwszych ułamkach sekund swojego istnienia. Na temat pracy magisterskiej wybrałam fizykę wysokich energii i zderzenia ciężkich jonów, jako że w Krakowie jest dość duża grupa fizyków zaangażowanych w tę dziedzinę. W trakcie studiów dołączyłam do eksperymentu ATLAS i poprowadziłam swoją pierwszą analizę z tematyki zderzeń ciężkich jonów w oparciu o dane zebrane na LHC. Badałam wtedy anizotropowy przepływ cząstek produkowanych w zderzeniach ołów-ołów. Temat tak mnie wciągnął, że postanowiłam kontynuować badania w ramach pracy doktorskiej.

Badania prowadziła Pani z użyciem detektora ATLAS w Wielkim Zderzaczu Hadronów w Cernie. Jak wygląda praca w tak dużym, międzynarodowym eksperymencie?

Praca w tak dużej Współpracy to satysfakcjonujące, ale często pełne wyzwania doświadczenie. Każdy członek eksperymentu ma przypisane swoje zadania, które później tworzą piękną całość w postaci sprawnie działającego detektora i wysokiej jakości publikowanych treści. Świadomość, że w jakimś stopniu ma się wpływ na działanie całej współpracy, jest bardzo budująca. Jednocześnie w tak dużym eksperymencie nie można zamknąć się jedynie na swoje badania. Bardzo ważna jest współpraca z innymi. Sama analiza danych to proces wieloetapowy, nad jednym zagadnieniem pracuje kilkusobowy zespół, a postępy są regularnie przedstawiane na forum większej grupy roboczej. Eksperyment ATLAS ma również zaawansowaną politykę prywatności, z której wynika, że przed publikacją wyniki badań przechodzą przez wieloetapowy proces wewnętrznej recenzji, aby wyeliminować wszelkie możliwe błędy merytoryczne lub edytorskie. To konieczność, gdyż autorem są wszyscy, a nie tylko osoby bezpośrednio zaangażowane w daną analizę. W ten sposób cała Współpraca bierze odpowiedzialność za publikowane treści.

Co w Pani pracy stanowiło największe wyzwanie?

Dla mnie najtrudniejszą częścią pracy są wystąpienia publiczne. A podczas pracy w eksperymencie ATLAS takich wystąpień jest bardzo dużo: od prezentacji wyników pracy na forum grup roboczych, do wystąpień na międzynarodowych konferencjach. Natomiast na drodze uzyskiwania wyników pomiarów stoją głównie ograniczenia sprzętowe. Zderzanie ze sobą jąder cięższych atomów, takich

jak np. ołowiu, wiąże się z ogromną ilością zderzeń występujących w niewielkich odstępach czasu. Fizycznie niemożliwe jest, aby zapisać dokładnie każdy przypadek zaobserwowany w detektorze. W związku z tym dla każdej analizy tworzone są systemy filtrujące dane doświadczalne, które selekcionują i zapisują na dyskach tylko interesujące przypadki. Pomimo tego, ilość danych do przetworzenia w ramach jednej analizy jest rzędu terabajtów. Do tego dochodzi jeszcze produkcja symulacji Monte Carlo, stanowiących istotny element każdej analizy, zwłaszcza do porównania, czy teoria właściwie przewiduje to, co widzimy w eksperymencie.

W jaki sposób badania zderzeń jonów ciężkich mogą mieć wpływ na całe społeczeństwo?

Badania produktów ze zderzeń ciężkich jonów nie generują bezpośredniego, widocznego „gołym okiem”, wpływu na nasze codzienne życie. Jednak, tak jak każde badania podstawowe, mają skutki długoterminowe. Oczywiście zaletą ich prowadzenia jest poznawanie otaczającego nas świata i zasad, jakie nim rządzą. Cała nauka, czy wszystkie rzeczy, którymi posługujemy się na co dzień, miały kiedyś swój początek w teorii. Dodatkowo, badania zderzeń protonów czy cięższych jonów wymagają specjalistycznego sprzętu. Wobec tego rozwijają się nowe technologie – np. elektronika używana w detektorach musi być coraz dokładniejsza, bardziej wydajna i zajmować mniej miejsca. Często przy takich eksperymentach powstają patenty czy pomysły, które później transformowane są do przemysłu i użytku codziennego. Myślę, że tego typu badania korzystnie wpływają na wszystkie dziedziny nauki.

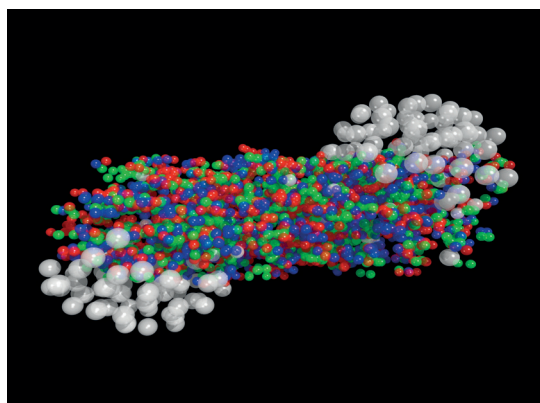
W jaki sposób zasoby Cyfronetu wsparły Pani pracę?

Eksperyment ATLAS dostarcza tak dużą ilość danych doświadczalnych, że może być ona przeanalizowana tylko za pomocą rozproszonych mocy obliczeniowych, w tym przypadku w sieci The Worldwide LHC Computing Grid (WLCG), do której należy również ACK Cyfronet AGH. Dodatkowo krakowska grupa eksperymentu przeprowadza analizy fizyczne lokalnie na superkomputerze Zeus, co znacząco przyspiesza prowadzenie badań. Analiza zaprezentowana w mojej pracy doktorskiej wymagała przetworzenia terabajtów danych doświadczalnych. Do uzyskania satysfakcjonujących wyników należało „przejrzeć” miliony zderzeń ołów-ołów zapisanych na dyskach eksperymentu ATLAS. Dzięki przechowywaniu danych w Cyfronecie możliwe było przeprowadzanie szybkich testów i wyeliminowanie błędów na wczesnym etapie analizy.

Czy może się Pani podzielić poradami z osobami, które dopiero rozpoczęły lub planują rozpocząć studia doktoranckie?

Według mnie, najważniejsze to wybrać właściwego promotora, a jeśli nie ma porozumienia na linii doktorant-promotor, nie bać się go zmienić. Można powiedzieć, że to promotor początkowo steruje karierą swojego studenta. Dobry promotor działa jak partner, z którym zawsze można przedyskutować kolejne etapy pracy i który stara się na bieżąco rozwiązywać wszelkie problemy.

Na pewno dobrze jest korzystać ze wszystkich dostępnych wyjazdów na kursy, konferencje czy szkolenia. Rozmowy z pracownikami ośrodków naukowych z całego świata pozwalają nie tylko podszlifować język, ale też poznać zupełnie inny punkt widzenia na dane zagadnienie, czy nawiązać kontakty, które zaowocują w przyszłości współpracą.



*Symulacja zderzenia dwóch jonów.
Autorstwo: CERN, Henning Weber*