

Igły na sośnie

Współczesne eksperymenty fizyki cząstek elementarnych prowadzone są w ramach szerokich Współprac międzynarodowych (*Collaborations*), w których biorą udział liczne instytucje naukowe rozproszone po całym świecie. Przykładem takiej współpracy jest ATLAS – eksperyment pracujący przy Wielkim Zderzaczu Hadronów (*Large Hadron Collider* – LHC) w CERN-ie. Jest to jeden z dwóch eksperymentów, które ostatnio odkryły przysłowiową igłę w stogu siana, czyli ciężki bozon – być może poszukiwany od 50 lat bozon Higgsa.

Współpraca ATLAS obejmuje 174 instytucje badawcze i placówki uniwersyteckie z 38 państw. Ogółem uczestniczy w niej ok. 3000 fizyków, inżynierów i studentów. Współpraca stanowi więc swego rodzaju skupisko narodów zjednoczonych naukowo, które współpracują ze sobą w celu poznania i wyjaśnienia zagadek mikro- i makroświata. Niedawno ATLAS świętował 20 lat swojego istnienia. Te 20 lat pozwoliły na wypracowanie i wdrożenie efektywnego modelu działania eksperymentu, opierającego się na zasadach demokracji i rozdzielenia organów ustalających kierunki badań od organów odpowiedzialnych za ich realizację oraz zakładającego kadencyjność wszystkich stanowisk zajmowanych przez osoby wyznaczone do koordynowania pracy eksperymentu.

Organem ustalającym program badawczy i *modus operandi* eksperymentu jest Rada Współpracy, w skład której wchodzi przedstawiciele wszystkich instytucji naukowych. Rada Współpracy uchwała swoistą konstytucję eksperymentu, definiuje schemat organizacyjny oraz podejmuje decyzje dotyczące strategii badań. Za realizację decyzji Rady Współpracy odpowiedzialne jest Kierownictwo eksperymentu oraz Rada Wykonawcza.

Kierownictwo to: kierownik eksperymentu (*spokesperson*), dwóch jego/jej zastępców ds. naukowych, koordynator techniczny oraz koordynator finansów. W skład Rady Wykonawczej wchodzi m.in. osoby odpowiedzialne za poszczególne systemy detekcyjne aparatury doświadczalnej, filtrację, selekcję i jakość danych, obliczenia komputerowe i badania fizyczne. Skład ten wynika ze schematu organizacyjnego eksperymentu. Jest to rozbudowana struktura o charakterze drzewiastym. Główne 'konary', oprócz dwutrzonowego pnia (Kierownictwo plus Rada Wykonawcza i Rada Współpracy), można nazwać: Detektor, Sieć Obliczeniowa, Dane, Rekonstrukcja i Fizyka. Z każdego z tych konarów wyrasta szereg gałęzi, na końcu których są owe tytułowe „igły” – tzn. fizycy i inni członkowie Współpracy, których codzienna praca gwarantuje efektywne działanie eksperymentu. Jest nas tak wielu, gdyż stopień złożoności zarówno aparatury pomiarowej, jak i prowadzonych analiz fizycznych jest niebotycznie wysoki. Ponadto koszt utrzymania w ruchu eksperymentu jest także znaczny i może być pokryty tylko poprzez współfinansowanie przez wiele jednostek badawczych.

Aparatura pomiarowa eksperymentu ATLAS, rozmiarów pięćdziesięciometrowej kamienicy, rejestruje ponad 100 milionów sygnałów elektronicznych dla każdego zderzenia wiązek z akceleratora LHC. Za poprawność jej działania

odpowiedzialna jest gałąź Detektora. Należy nadmienić, że dotychczas ponad 95% ścieżek rejestrujących sygnały działało poprawnie. Sygnały zarejestrowane przez aparaturę trzeba zapisać na trwałych nośnikach pamięci. I tutaj do akcji wkraczają gałęzie: Sieć Obliczeniowa i Dane. Sieć Obliczeniowa odpowiedzialna jest za dystrybucję danych w ramach rozproszonego układu (siatki) komputerów, WLCG (*Worldwide LHC Computing Grid*), umożliwiającego przechowywanie danych i obliczenia. Liczba zbieranych danych należy w pierwszej kolejności zredukować do akceptowalnego poziomu. Służą do tego systemy filtracji danych, które selekcjonują tylko interesujące zdarzenia i zapisują w zasobach Sieci Obliczeniowej – bagatela: równoważność ok. 30 płytek kompaktowych na minutę. Następnie sprawdzana jest jakość danych i ich przydatność do dalszych analiz. Dla jakościowo dobrych danych trzeba z zarejestrowanych sygnałów zrekonstruować wielkości fizyczne (wstępna rekonstrukcja jest już przeprowadzana przed sprawdzeniem jakości danych), takie jak np. masy i energie produkowanych w zderzeniach cząstek. To te wielkości fizyczne są przedmiotem analiz prowadzonych przez różne grupy należące do gałęzi Fizyka, wykorzystujące skomplikowane algorytmy komputerowe. Szeroki program badań fizycznych ATLAS-a jest prowadzony w 7 grupach analiz fizycznych, które dodatkowo dzielą się na wyspecjalizowane podgrupy. To w tych grupach osiąga się ostateczny cel badań, czyli wyniki fizyczne, które następnie są dyskutowane i zatwierdzane przez Współpracę, i – w końcu przekazane – całemu światu.

Jak wygląda codzienna praca eksperymentu? Otóż każdy z członków współpracy wykonuje zadania, za które jest odpowiedzialny. Zadania te zwykle są realizowane w ramach kilku grup roboczych, rozrzuconych po różnych konarach struktury organizacyjnej eksperymentu. Wymiana informacji następuje poprzez spotkania grup roboczych, organizowane w formie wideokonferencji, w których biorą udział fizycy z różnych instytucji, pracujący w różnych strefach czasowych. Codziennie w ramach eksperymentu ATLAS przeprowadzanych jest kilkadziesiąt takich konferencji. Możliwe to jest dzięki pajęczej sieci WWW, pozwalającej współpracownikom w odległych miejscach globu na wymianę pomysłów, dogłębną analizę wszystkich aspektów prowadzonych prac.

Na koniec odpowiedź na pytanie, które może zainteresować Czytelników. Kto stoi za sukcesem odkrycia ciężkiego bozonu? Odpowiedź jest oczywista – cała Współpraca, czyli wysiłek kilku tysięcy 'igieł'. Tylko dzięki ścisłej, harmonijnej i pełnej pasji współpracy wszystkich członków eksperymentu możliwe jest osiągnięcie tak fundamentalnych i efektownych naukowych rezultatów.

BARBARA WOSIEK

Instytut Fizyki Jądrowej im. H. Niewodniczańskiego PAN
w Krakowie