

# Giganty nauki

## – wielkie kolaboracje eksperymentalnej Fizyki Cząstek Elementarnych

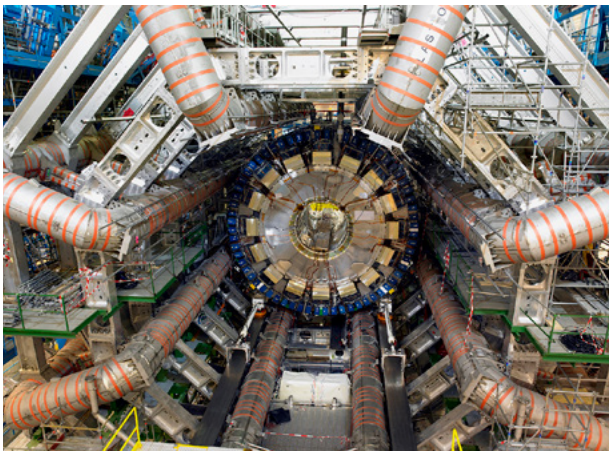
**PAWEŁ BRÜCKMAN DE RENSTROM**

Praca naukowa niejednemu z nas kojarzy się z niemal samotnym dociekaniem *Istoty Rzeczy*, intelektualnym zmaganiem, w którym zbrojni w wiedzę i doświadczenia poprzedników próbujemy samodzielnie, lub też w kilkucosobowym zespole, poczynić kolejny krok w dziedzinie poznania. Tak ma się rzecz w wielu dziedzinach nauki, w szczególności w obszarze teorii. Są jednak dziedziny, nawet w zakresie badań podstawowych, które wymagają skoordynowanej współpracy bardzo wielu ludzi.

*Par excellence* taką dziedziną jest fizyka cząstek elementarnych, zwana też fizyką wysokich energii. Na obecnym etapie poznania eksperymenty fizyki cząstek elementarnych wymagają niezwykle kosztownej i skomplikowanej infrastruktury badawczej. Składa się na nią kompleks akceleratorowy – zdolny do nadania przeciwbieżnym wiązkom cząstek o dużej intensywności (zazwyczaj elektronom lub protonom, niekiedy ciężkim jonom) ogromnej energii, a następnie do ich zderzenia w ściśle określonych punktach przecięcia – oraz instalacje detektorowe (spektrometry), zdolne z ogromną prędkością i precyzją rejestrować produkty takich wysokoenergetycznych kolizji. Są to przedsięwzięcia swoim stopniem złożoności porównywalne jedynie z programami lotów kosmicznych czy też fuzji termojądrowej, tzw. tokamakami. Problem w tym, że w przeciwieństwie do tych pozostałych, fizyka cząstek to dziedzina badań podstawowych, niemająca bezpośredniego przełożenia na natychmiastowe korzyści cywilizacyjne.

Skala komplikacji z jednej strony, a koszty z drugiej powodują, że największe instalacje eksperymentalne skupiają ogromną liczbę fizyków i inżynierów z całego świata. Tak jest też w przypadku największego, niemającego konkurencji na świecie, Wielkiego Zderzacza Hadronów (LHC) w Europejskim Ośrodku Badań Jądrowych CERN pod Genewą. Akcelerator przyspieszający protony lub ciężkie jądra ołowiu realizuje zderzenia dla czterech eksperymentów. Dwa największe z nich to ATLAS i CMS, każdy skupiający paręset instytucji z całego świata i około trzech tysięcy uczonych. To mniej więcej liczba pracowników Huty im. Tadeusza Sendzimira w Krakowie i prawie połowa liczby wszystkich zatrudnionych przez Uniwersytet Jagielloński!

Wielki eksperyment to nie luźne stowarzyszenie entuzjastów, lecz dobrze funkcjonujący organizm, zapewniający wypełnienie wszystkich niezbędnych zadań: od zaprojektowania, wykonania, uruchomienia i obsługi licznych podsystemów detektora, poprzez infrastrukturę obliczeniową i programistyczną, aż do grup prowadzących analizy danych pod kątem konkretnych pomiarów fizycznych. O strukturze organizacyjnej i sposobie pracy eksperymentu ATLAS pisała na łamach numeru 185 „PAUzy Akademickiej” prof. Barbara Wosiek. Struktura ta jest dobrze zdefiniowana, niemniej zadziwiająco płaska. Brak tu reżimu przemysłowego; studenta dzieli od szefa kolaboracji jedynie kierownik jego grupy fizycznej, a przydzielanie zadań odbywa się na zasadzie pełnej dobrowolności. ▶



Widok kalorymetru (w końcowym położeniu w szybie ATLAS-a) otoczonego ośmioma toroidami  
fot. Maximilien Brice; Bitzarro Michel, 08.11.2005



Przenoszenie kalorymetru na stronę A w szybie detektora ATLAS  
fot. Claudia Marcelloni, 17.01.2011

► Rok 2012 był trzecim z kolei rokiem zbierania danych z LHC, a liczba opublikowanych wyników fizycznych każdego z eksperymentów zbliża się do dwustu, wliczając w to ogłoszenie obserwacji nowej cząstki, będącej prawdopodobnie poszukiwanym od nieomal półwiecza bozonem Higgsa. Widać więc, że taki model organizacyjny sprawdza się wyśmienicie. Kluczem do sukcesu jest entuzjazm wszystkich uczestników, ale przede wszystkim właśnie owa swoboda wyboru własnej działalności i wynikające stąd poczucie odpowiedzialności za podjęte zobowiązania.

Na co dzień praca w wielkiej kolaboracji, takiej jak eksperyment ATLAS, to osobliwa mieszanka wielkiej skali „korporacyjnej” z małą skalą grona najbliższych współpracowników. Z tymi ostatnimi pracuje się w ścisłym kontakcie, czasem wręcz ramię w ramię, nad rozwiązywaniem jakiegoś szczegółowego problemu. Duża skala odnosi się do śledzenia pracy i jakości danych z eksperymentu oraz nadążania za rozwojem narzędzi, których dostarczają liczni dalsi współpracownicy. Wszystkich nie sposób nawet poznać osobiście. Większość nas dzieli czas



CERN-EX-0911189-01

Reakcja na pierwszą wiązkę w detektorze ATLAS po powtórny uruchomieniu LHC w listopadzie 2009 r.

foto. Claudia Marcelloni, 20.11.2009

między pracą na rzecz eksperymentu (tzw. Service Work) oraz analizę fizyczną danych eksperymentalnych. Ta pierwsza często pochłania lwią część czasu, jednak stanowi istotny przyczynek do sukcesu eksperymentu jako całości. Z natury rzeczy bowiem praca w wielkiej kolaboracji polega na synergii pomiędzy zasobami, z których korzystasz, a tym, co oferujesz w zamian. Taka współzależność wymusza swoistą metodę pracy, której trzon stanowi najogólniej pojęta komunikacja. To jakby stan permanentnej konferencji, w której trzeba wybierać pomiędzy różnymi interesującymi sesjami równoległymi. Nie sama umiejętność skupienia na badanym problemie, lecz podzielność uwagi, multimedialność i zdolności komunikacji oraz szybkiego przyswajania dużej ilości informacji są najbardziej potrzebnymi umiejętnościami. A czas na pracę? No cóż, pomiędzy spotkaniami lub, co staje się powszechną praktyką, w czasie ich trwania. Ich większość odbywa się dzięki współczesnym serwisom audiowizualnym, umożliwiającym regularne spotkania współpracownikom mieszkającym nierzadko na różnych kontynentach. Jak zawsze jednak, nie do przecenienia są spotkania osobiste i nieformalne dyskusje przy kawie.

Naturalnie trudno uniknąć konkurencji pomiędzy ludźmi pracującymi nad podobną tematyką. Jest ona zresztą bardzo motywująca. Szczególnie wyraźnie jest widoczna pomiędzy grupami z różnych instytucji. Na szczęście wielkie eksperymenty stosują się do ścisłych zasad upubliczniania wyników, co polega na zatwierdzeniu i sygnowaniu każdej publikacji przez wszystkich członków kolaboracji. To powoduje, że dążenie do osiągnięcia najlepszego wyniku zawsze zwycięża nad personalnym współzawodnictwem. W ostatecznym rozrachunku bowiem rezultaty liczą się dla wszystkich w tym samym stopniu, a istotne jest jedynie, by były najwyższej próby. Taka polityka jest ważna z jeszcze innego powodu. Spora część uczestników eksperymentu specjalizuje się w konkretnych aspektach pracy eksperymentu, zbierania danych czy też ich komputerowej rekonstrukcji, a tylko niektórzy „produkują” ostateczne rezultaty fizyczne. Trudno w takiej sytuacji rozważać wkład poszczególnych członków kolaboracji w osiągnięcie konkretnego wyniku.

Przyjęte zasady publikowania wyników mają decydujący wpływ na charakter dorobku naukowego uczestników wielkich eksperymentów. Żadne wyniki oparte na danych z eksperymentu, ani nawet jego symulacji komputerowej, nie mogą być publikowane indywidualnie. Wyjątek stanowią publikacje pokonferencyjne, podpisane nazwiskiem prezentera, jednak z zaznaczeniem, że występuje on w imieniu całej kolaboracji. I tutaj zasady też są dosyć rygorystyczne. Prezentacje konferencyjne są przyznawane członkom kolaboracji przez specjalnie do tego powołany komitet. Wybór spośród 3000 kandydatów nie jest łatwy i opiera się na kompetencjach kandydata oraz zasadzie możliwie równego rozdziału prezentacji w gronie wszystkich uprawnionych uczestników.

Konkurencja pomiędzy grupami z różnych ośrodków na świecie ma jeszcze inny wymiar. Chodzi o obsadzanie kluczowych funkcji w eksperymentach, a to nierzadko związane jest z ich wkładem finansowym i osobowym. To tutaj konkurencyjność grup z mniej zamożnych instytucji i krajów może być problemem. Mniejsza liczba studentów, w szczególności tych pracujących na miejscu przy eksperymencie, oraz ograniczony wkład finansowy do eksperymentu mogą przesłonić zasługi poszczególnych ludzi. Na przykład w polskich warunkach istotne trudności sprawia system finansowania nauki. Długa skala czasowa eksperymentu wymaga finansowania zagwarantowanego na wiele lat, którego nie zapewnia niestety istniejący u nas system grantów. W wielu krajach uczestnictwa w tego typu długofalowych przedsięwzięciach finansowane są z osobnego źródła. Udział w eksperymencie wymaga bowiem kontrybucji finansowej do budżetu operacyjnego oraz wypełniania zadeklarowanych zadań, co nierzadko wiąże się z koniecznością pracy na miejscu, przy eksperymencie. Ten problem jest obcy wielu innym dziedzinom badań naukowych.

Nie do przecenienia jest jeszcze jeden aspekt. To międzynarodowość i wielokulturowość wielkich eksperymentów, skupiających instytucje i uczonych dosłownie z całego świata. Na co dzień nie zwracamy uwagi na to, że blisko współpracujemy z osobami odległymi od nas nie tylko geograficznie, ale i kulturowo. To wielka wartość dodana naszej pracy, która pozwala nam rozszerzać horyzonty w wymiarze ludzkim, a nie tylko naukowym.

PAWEŁ BRÜCKMAN DE RENSTROM

Instytut Fizyki Jądrowej im. H. Niewodniczańskiego PAN w Krakowie