

## LHC – początek sezonu łowieckiego

Źródłem każdego prawdziwego sukcesu jest ciężka praca. W trakcie naprawiania i poprawiania LHC po awarii sprzed półtora roku wymieniono kilkadziesiąt kilkunastometrowych zespołów magnesów, zainstalowano kilka tysięcy czujników, co wymagało położenia kilkuset kilometrów nowych kabli, opracowano metodę i za jej pomocą wyczyszczono ponad 4 km rury próżniowej, w której panuje próżnia lepsza niż w przestrzeni kosmicznej.

Jeżeli chodzi o magnesy, to kilka z nich uprzednio umieszczono w różnych eksponowanych miejscach. Jeden z nich stał na dużym rondzie tuż przed granicą francusko-szwajcarską w miejscu, które dwa razy dziennie pokonują tysiące ludzi zmierzających do pracy w Genewie. Większość sądziła, że to tylko atrapa. Tymczasem okazało się, że był to zapasowy moduł, który pewnego dnia zabrano, by stał się częścią LHC.

Zespoły badawcze eksperymentów również nie próżnowały. Zebrano setki milionów przypadków przejścia przez detektory mionów kosmicznych, których strumień, pomimo około stumetrowej warstwy ziemi i skał, wynosi kilka kiloherców na ar. Dane te zbierano, prawie nie przerywając trymowania (ang. *commissioning* – odbiór techniczny). Zbieranie danych odbywało się z nominalną częstością kilkuset herców, czyli w tempie kilkudziesięciu milionów dziennie. Dla porównania, cztery eksperymenty zainstalowane przy LEP-ie, poprzedniku LHC, w ciągu dekady zarejestrowały wspólnie raptem 10 milionów przypadków.

W końcu nadszedł listopad. Po pierwszych próbach z cyrkulacją wiązki 20 listopada osiągnięto stabilną orbitę. Przy okazji zaobserwowano coś zaskakującego. Energia wiązki minimalnie zmieniła się po włączeniu magnesu eksperymentu CMS. Może nie byłoby w tym nic dziwnego, w końcu jest to dodatkowe pole czterech tesli na odcinku kilkunastu metrów, tylko że skierowane równoległe do wiązki. Szybko jednak zdano sobie sprawę, że to tylko zbieg okoliczności. Włączanie magnesu było przypadkowo zsynchronizowane z górowaniem Księżyca, a trwało kilka godzin. Zarejestrowana zmiana była spowodowana wpływem skorupy ziemskiej deformującym akcelerator. Efekt dobrze znany od czasów LEP-u.

Trzy dni później, 23 listopada, doszło do pierwszych zderzeń proton-proton, najpierw przy energii 900 GeV, z którą wiązki są wstrzykiwane z pośredniego akceleratora SPS. Kolizje te zostały zarejestrowane, z czym związana jest następująca anegdota. Zespoły eksperymentów nie oczekiwały pierwszych zderzeń przed początkiem grudnia, więc gorączkowo pracowały, by do tego czasu zakończyć wszelkie prace nad detektorami. Jednak 23 listopada „mechanicy” poinformowali „mostek”, że mają zamiar mieć jednocześnie obie wiązki w LHC oraz że „chyba nie uda im się uniknąć zderzeń” pomimo rozkolimowania wiązki. Jeżeli więc „jakieś fragmenty detektorów są w stanie pracować przy nie do końca stabilnych wiązkach”, to można próbować coś zarejestrować. Po hasło: „wszystkie ręce na pokład” eksperymenty, łamiąc pieczęlowicze wypracowane procedury bezpieczeństwa, doprowadziły swoje detektory do gotowości i rzeczywiście zarejestrowały po około 100 przypadków. Na ten moment niektórzy pracowali prawie 30 lat...

Już po kilku dniach okazało się, że detektory identyfikują rozpady mezonów  $\pi^0$  (najlżejszych cząstek zbudowanych z kwarków) na dwa fotony, co zawsze jest traktowane jako dowód bardzo dobrego zrozumienia działania kalorymetrów elektromagnetycznych, służących do rejestracji fotonów i elektronów.

6 grudnia ogłoszono stabilne warunki pracy LHC, co umożliwiło włączenie wszystkich poddetektorów z krzemowymi detektorami śladowymi na czele. Już następnego dnia pokazano rysunki masy par naładowanych pionów, zawierające rezonansowe maksimum rozpadów kaonów (mezonów zawierających masywniejszy kwark dziwny). Zgodność parametrów takiej krzywej (szerokość i położenie maksimum) z symulacjami jest traktowana jako świadectwo poprawnego działania detektorów śladowych. Uzyskanie wyników po kilku godzinach od zebrania danych dowodzi jednocześnie bardzo dobrego opanowania szybkiej obróbki strumienia danych.

Dwa dni później LHC stało się rekordowym akceleratorem, podnosząc energię zderzeń do 2,36 TeV, czyli prześcigając działający w USA Tevatron. Do Świąt, przed którymi LHC zatrzymano na dwumiesięczną przerwę techniczną, eksperymenty zebrały po kilkaset tysięcy przypadków przy energii 900 GeV oraz kilkanaście przy 2,36 TeV.

W chwili wydawania tego numeru *Delta* LHC prawdopodobnie działa przy energii 3,5 TeV, a detektory rejestrują zderzenia z częstością kilka rzędów wielkości większą niż w grudniu ubiegłego roku. Przynajmniej tyle obiecywali specjaliści. To optymistyczne przewidywanie jest poparte niezwykle pozytywnym doświadczeniem związanym z dotychczasowym działaniem LHC. Olbrzymi przyrost świetlności (częstości zachodzenia zderzeń) zostanie osiągnięty poprzez wzrost liczby paczek protonów, wzrost liczby protonów oraz ich zagęszczenie w paczce. Nadal częstość będzie około dwa rzędy wielkości mniejsza od nominalnej, ale pozwoli każdemu z eksperymentów na zebranie do końca roku około 10 miliardów przypadków stanowiących zaledwie jedną setną wszystkich zderzeń, ale tę najbardziej interesującą. Odkryjemy na nowo model standardowy, analizując miliony rozpadów bozonów pośredniczących W i Z oraz tysiące przypadków produkcji najcięższych kwarków top (będą to pierwsze „europejskie” pary tych kwarków, bo do tej pory były obserwowane tylko w Tevatronie).

Energia będzie dwa razy mniejsza niż nominalna (być może zostanie podniesiona do 10 TeV), ale w przypadku zderzacza hadronowego, w którym „twardo” zderzają się partony niosące po ułamku energii protonu, oznacza to tylko zmniejszenie prawdopodobieństwa kreacji masywnych obiektów, niestety, aż o około rząd wielkości. Mimo to już w tym roku LHC pozwoli rozpocząć eksplorację obszaru poza modelem standardowym. Co tam znajdziemy? Nie wiadomo, i to jest najciekawsze.

Piotr ZALEWSKI