

Ostatnie tradycyjne łowy w lasach ser Petera Higgsa z Edynburga?

Jak uwolnić okolicę od smoka? Sporym problemem jest samo osaczenie mitycznej bestii. Pewną szansą byłoby zaangażowanie matematyka, który by nieistnienie smoka udowodnił. Koszty byłyby jednak horrendalne. Ścisłe udowodnienie nieistnienia wymaga dokładnego zdefiniowania smoka, co nie byłoby możliwe bez szczegółowego opisanego jego samego, o zwyczajach i interakcji ze środowiskiem nie wspominając. Do tego potrzebna by była cała rzesza biologów, socjologów etc. Koszta można by było ograniczyć, wynajmując informatyka, który smoka mógłby wysymulować (wiedza, jak smok wygląda, nie byłaby mu do niczego potrzebna), a następnie unicestwić. Niestety, nie byłoby to rozwiązanie ostateczne, bo raz powołane do elektronicznego życia smoki odradzają się w nieskończoność (stąd zresztą wziął się mitologiczny aspekt odrastających głów).

Z takim problemem musi się zmierzyć fizyk cząstek, bez oglądania się na pomoc uczonych kolegów, bo odgłosy wydobywające się z pierwotnej puszczy (początków Wszechświata) wymagają wyjaśnienia ich przyczyny. Rodzajów poszukiwanej zwierzyny jest dużo, choć wiadomo, że zdecydowana większość z nich w Przyrodzie na pewno nie występuje, bo musiałyby zamieszkiwać te same niepodzielne nisze. Jest jednak nadzieja, bo coś w tych lasach przecież żyć musi. Wśród hipotetycznej fauny poczesne miejsce zajmuje tradycyjny smok, o którym wiemy praktycznie wszystko. Nazywany jest standardowym bozonem Higgsa. Jest on jedynym nieodłownym reliktem tzw. Modelu Standardowego (królestwa) oddziaływań elementarnych, artefaktem minimalnej wersji spontanicznego naruszenia równowagi (symetrii) elektroslabej. Legenda ta wyjaśnia niezerowe masy cząstek poprzez oddziaływanie z polem ser Higgsa. Wiemy, jak smok powstaje, jak oddziałuje i jak się rozpada. Jedyne nieokreśloną przez teorię wielkością jest jego masa, ale i ona jest ograniczona od dołu poprzez dotychczasowe poszukiwania, a po dodaniu żądania konsystencji teorii również od góry.

W tak ograniczonym mateczniku (w nadziei na rękę królowy) polują już tylko dwaj najlepiej uzbrojeni rycerze: doświadczony kilkoma odwrotnymi femtobarnami Tevatron (tuż przed przejściem w stan spoczynku) oraz młody LHC. Tevatron przetrzebił nie tak dawno okolice wodopoju w środku matecznika (czyli obszar, w którym zwierzynę najłatwiej, co nie znaczy łatwo, znaleźć). Doświadczenie LHC jest jeszcze małe (około 50 odwrotnych pikobarnów pod koniec zeszłego roku, czyli dwa rzędy wielkości mniejsze niż Tevatronu), ale siła ramion większa: masa zderzającego się układu proton-proton w LHC jest prawie cztery razy większa niż układu proton-antypoton w Tevatronie. Dzięki tej sile LHC już depcze po piętach Tevatronowi, a w tym roku jego doświadczenie ma wzrosnąć kilkadziesiąt razy, podczas gdy Tevatronu najwyżej dwukrotnie przed jego odwołaniem ze służby po skończonym sezonie.

Miarą rosnącego doświadczenia jest po prostu liczba zapisanych przez skrybę przypadków. Polowanie jest

bezkrwawe: rycerze szukają śladów smoka, a te są różne. Dokumentacja każdego rodzaju śladów jest zbierana oddzielnie. Pojedyncza pozostałość, wyglądająca jak ślad obecności smoka, nie ma decydującego znaczenia, bo jest wiele zwykłych zwierząt, które mogą zostawić podobne tropy. Dopiero nagromadzenie śladów w jednym miejscu można uważać za dowód.

Jak duże musi być takie nagromadzenie? Jeżeli w obszarze, odpowiadającym wielkością legowisku smoka, po ℓ polowaniach oczekuje się $n = x \cdot \ell$ przypadkowych śladów, to za legowisko uznane zostanie miejsce, w którym takich śladów będzie o $5\sigma = 5\sqrt{n}$ więcej, a jeżeli spodziewamy się, że smok powinien zostawić 2σ śladów ponad oczekiwane tło, a nie widzimy żadnej nadwyżki, to takie miejsce uznaje się za wykluczone (na poziomie ufności 95%). Wielkość $\sigma = \sqrt{n}$, używana jako miara, jest po prostu odchyleniem standardowym oczekiwanej liczby zliczeń n .

O powodzeniu polowania decyduje więc liczba ℓ wypraw do lasu oraz selektywność metody, czyli stosunek spodziewanej liczby śladów smoka do liczby śladów przypadkowych. Jak łatwo sprawdzić przy pomocy znajomego statysty, dla ustalonej selektywności zdolność do wykluczenia skaluje się z doświadczeniem rycerza jak $\sqrt{\ell}$. Przed tegorocznym sezonem łowieckim LHC, w najmniej dostępnym miejscu, wykluczał egzotyczne smoki o kilkanaście razy silniejszym niż tradycyjny feromonie. Do wykluczenia standardowego smoka wystarczy zatem wzrost liczby polowań o dwa rzędy wielkości. A tego właśnie oczekujemy najdalej do końca przyszłorocznego sezonu!

Jak widać, łowy wchodzą w decydującą fazę. Zdając sobie sprawę, że, tak jak średniowieczny rycerz był (typowo) jednostką bojową złożoną z rycerza właściwego, giermka, dwóch pachołków, koni i uzbrojenia, tak nasi rycerze są hybrydami sprzętu, oprogramowania i wielo-tysiąc-głowego czynnika ludzkiego, trudno oczekiwać bezwzględnej przestrzegania etosu rycerskiego. Wypadek przy pracy zdarzył się niedawno Atlasowi, jednemu z dwóch tytanów LHC. Wyciekły wewnętrzne, niedopracowane informacje o świecących (kanał foton-foton) bobkach wyjątkowo silnie (około 30 razy za silnie) pachnącego smoka, natychmiast rozpuszczone przez truwerów. Incydent został napiętnowany, a kolejne wycieczki do lasu pokazały [1], że kumulujący się przez pewien czas sygnałopodobny zarodek był fluktuacją tła.

W każdym razie zbliża się moment, w którym albo zobaczymy głowę tradycyjnego smoka, albo okaże się, że królowa (Model Standardowy) jest bez ręki lub tych rąk ma za dużo, czyli (w zgodzie z powszechną nadzieją) nie jest bez skazy.

Piotr ZALEWSKI

[1] **Atlas Collaboration**, *Update of Background Studies in the Search for the Higgs Boson in the Diphoton Channel with the ATLAS detector at $\sqrt{s} = 7$ TeV*, ATLAS-CONF-2011-071, 8 maja 2011.