

# Tematy praktyk

## 1. Stan końcowy w ekskluzywnej produkcji jetów.

Prowadzący: dr Maciej Trzebiński

Czas trwania: 2 lub 3 tygodnie

W typowych procesach badanych na LHC część produkowanych cząstek nie jest mierzona, ponieważ trafia w obszary, w których nie ma detektorów. Ekskluzywna produkcja to proces, w którym mierzyć można wszystkie cząstki stanu końcowego. W procesie ekskluzywnej produkcji jetów ( $pp \rightarrow p + \text{jet} + \text{jet} + p$ ) produkcja cząstek poza jetami jest silnie tłumiona. Celem projektu jest zbadanie właściwości produkcji takich cząstek. Istnieje możliwość kontynuacji tematu w ramach pracy licencjackiej, inżynierskiej lub magisterskiej.

## 2. Symulacja *halo* wiązki w akceleratorze LHC.

Prowadzący: dr Maciej Trzebiński

Czas trwania: 2 lub 3 tygodnie

W detektorach mierzących protony „do przodu” część tła pochodzi od procesów fizycznych zachodzących w punkcie oddziaływania, a część od tzw. *halo*. O ile te pierwsze są modelowane przez generatory Monte Carlo, o tyle oszacowanie tych drugich wymaga innego podejścia. Jedną z możliwości jest wygenerowanie przypadków rozpraszania elastycznego i zbadanie ich torów w strukturach magnetycznych LHC po wielokrotnym okrążeniu akceleratora, co stanowi cel projektu. Istnieje możliwość kontynuacji tematu w ramach pracy licencjackiej, inżynierskiej lub magisterskiej.

## 3. Porównanie działania różnych algorytmów rekonstruujących jety

Prowadzący: dr Maciej Trzebiński

Czas trwania: 2 lub 3 tygodnie

Jetami określa się skolimowane pęki cząstek produkowane w zderzeniach. Podczas twardego oddziaływania powstaje twarde gluon lub kwark. Ponieważ cząstka taka nie jest obiektem neutralnym kolorowo, w związku z tym hadronizuje tworząc dżet. Ze względu na naturę procesu hadronizacji, jety nie są jednoznacznie określonymi obiektami. W celu ich rekonstrukcji używa się dedykowanych algorytmów. Celem zadania jest zbadanie różnic między algorytmami dla różnych procesów produkcji jetów. Istnieje możliwość kontynuacji tematu w ramach pracy licencjackiej lub inżynierskiej.

## 4. Podstawowe charakterystyki centralnej dyfrakcji w danych zebranych przez detektor ALFA przy energii 8 TeV.

Prowadzący: dr Rafał Staszewski

Czas trwania: 2 lub 3 tygodnie

Centralna dyfrakcja w oddziaływaniu proton-proton, to proces typu  $pp \rightarrow pXp$ , w którym oba oddziałujące protony ( $p$ ) nie zostają rozbite i, dodatkowo, produkowane są inne cząstki (stan  $X$ ). Protony w takim procesie są rozpraszane pod bardzo małymi kątami i można je mierzyć przy pomocy dedykowanych detektorów (np. ALFA). Celem projektu jest analiza danych pochodzących z detektorów ALFA, wyselekcjonowanie przypadków centralnej dyfrakcji i zbadanie ich podstawowych charakterystyk. Istnieje możliwość kontynuacji tematu w ramach pracy licencjackiej, inżynierskiej lub magisterskiej.

## 5. Zastosowanie statystycznego testu Manna-Whitneya-Wilcoxona do określania pozycji detektorów ALFA względem wiązki.

Prowadzący: dr Rafał Staszewski

Czas trwania: 2 lub 3 tygodnie

Detektory ALFA służą do pomiaru protonów rozproszonych pod bardzo małymi kątami. Detektory te dokonują pomiaru w niewielkiej odległości od wiązki (kilka milimetrów) i są do niej przybliżane przy każdym pomiarze (podczas rozpędzania wiązek detektory muszą być oddalone). Powoduje to konieczność precyzyjnego ustalenia ich pozycji dla każdego okresu zbierania danych. Można to uczynić z użyciem przypadków rozpraszania elastycznego ( $pp \rightarrow pp$ ) zebranych przez ten detektor, korzystając z ich symetrii. Celem projektu jest zbadanie możliwości zastosowania testu Manna-Whitneya-Wilcoxona (dostępnego w bibliotece SciPy) do porównania rozkładów położenia protonów ponad wiązką i poniżej wiązki w celu uzyskania informacji o pozycji detektorów. Istnieje możliwość kontynuacji tematu w ramach pracy licencjackiej lub inżynierskiej.

**Wymagania:** umiejętność programowania w języku Python

6. **Porównanie dwóch metod identyfikowania procesów dyfrakcyjnych: pomiar przerwy w rapidity i pomiar rozproszonego protonu.**

Prowadzący: dr Rafał Staszewski

Czas trwania: 2 lub 3 tygodnie

Dyfrakcyjne oddziaływania proton-proton to procesy w których ładunek kolorowy nie jest przekazywany pomiędzy oddziałującymi cząstkami. Powoduje to, że oddziałujące protony mogą pozostać nietknięte w oddziaływaniu (czyli stracić energię, lecz nie zostać rozbite na inne cząstki). Dodatkowo, w około takiego nietkniętego protonu nie są produkowane inne cząstki – mamy do czynienia z tak zwaną „przerwą w rapidity”. Obie te sygnatury mogą zostać wykorzystane do rozróżnienia procesów dyfrakcyjnych od niedyfrakcyjnych. Celem projektu jest zbadanie i porównanie obu metod w oparciu o przypadki z generatora Monte-Carlo (np. Pythia). Istnieje możliwość kontynuacji tematu w ramach pracy licencjackiej lub inżynierskiej.

7. **Ogólna tematyka – uczenie maszynowe w zastosowaniu do fizyki cząstek**

Prowadzący: dr Marcin Wolter

Czas trwania: 2 tygodnie

**Poniżej podaję trzy tematy (8 – 10) ale chciałbym, aby Państwo pracowali jako zespół. Na przykład w ten sposób, aby najpierw zrobić wspólnie temat pierwszy, najbardziej podstawowy i przejść potem do następnych.**

Fizycy cząstek elementarnych coraz częściej sięgają po metody analizy wielu zmiennych. W wielu przypadkach okazują się one bardzo skuteczne, w związku z tym stają się rutynowymi metodami analizy danych. Typowymi zastosowaniami są separacja sygnału i tła (klasyfikacja) oraz znalezienie wartości parametru (regresja), gdzie fizyczna wielkość (np. energia cząstki) obliczana jest na podstawie kilku bezpośrednio obserwowanych wielkości.

Algorytmy analizy wielu zmiennych wykorzystują metody uczenia maszynowego, czyli uczą się na przykładach, nie wymagając znajomości matematycznych zależności pomiędzy obserwowanymi wielkościami, a zmienną, którą chcemy zmierzyć. Typowymi przykładami takich metod są sieci neuronowe (Neural Networks) czy wzmocnione drzewa decyzyjne (Boosted Decision Trees, BDT).

8. **Rozróżnienie sygnału od tła z użyciem pakietu TMVA**

Prowadzący: dr Marcin Wolter

Czas trwania: 2 tygodnie

TMVA (<http://tmva.sf.net>) jest powszechnie używanym przez fizyków wysokich energii pakietem do uczenia maszynowego. Jest on zintegrowany z pakietem ROOT, podstawowym narzędziem analizy w CERNie. Zadanie polega na oddzieleniu sygnału od tła za pomocą kilku wybranych metod i porównanie wyników.

9. **Rozróżnienie sygnału od tła z użyciem pakietu XGBoost**

Prowadzący: dr Marcin Wolter

Czas trwania: 2 tygodnie

W zeszłym roku odbyły się otwarte zawody dla ekspertów i pasjonatów uczenia maszynowego polegające na jak najlepszej identyfikacji bozonu Higgsa w symulowanych danych eksperymentu ATLAS (Higgs Boson Machine Learning Challenge <https://www.kaggle.com/c/higgs-boson>). Jeden z zespołów udostępnił publicznie swoje oprogramowanie, które potem było używane przez wielu uczestników (Large-scale and Distributed Gradient Boosting <https://github.com/dmlc/xgboost>) z dobrymi wynikami. Autorzy dostali nagrodę HEP meets ML Award. Proponuję, aby spróbować uruchomić program i za jego pomocą powtórzyć analizę.

10. **Dobór parametrów algorytmów uczenia maszynowego i próba ich automatyzacji**

Prowadzący: dr Marcin Wolter

Czas trwania: 2 tygodnie

Przeprowadzając uczenie maszynowe wybieramy zestaw parametrów charakteryzujących używaną metodę. Mówią one np. jak dokładnie algorytm ma dostosowywać się do danych treningowych. Dokładne podążanie za danymi odbywa się zawsze kosztem uogólnienia. Parametry muszą być odpowiednio dobrane, aby uzyskać optymalne wyniki. Można spróbować zautomatyzować ten proces, są do tego narzędzia w pakiecie TMVA, jak również inne, może bardziej nowoczesne dostępne w sieci ([http://www.cs.ubc.ca/~hutter/papers/13-BayesOpt\\_EmpiricalFouhndation.pdf](http://www.cs.ubc.ca/~hutter/papers/13-BayesOpt_EmpiricalFouhndation.pdf)).

#### 11. Monitorowanie częstotliwości sygnałów trygerowych detektora ALFA

Prowadzący: dr hab. Krzysztof Korcyl

Czas trwania: 2 tygodnie

Napisanie i uruchomienie oprogramowania monitorującego ewolucję w czasie częstotliwości 32 sygnałów trygerowych. Ponieważ moduł dokonujący pomiaru tych częstotliwości jest zainstalowany w CERN-ie sygnały te będą symulowane, a oprogramowanie ma wyprodukować 32 histogramy, gdzie na osi X będzie numer przecięcia wiązek (0-3564 z marginesami po obu stronach) a na osi Y upływający czas pomiaru (pomiar co 10 sekund). Wartość zmierzonej częstotliwości będzie zakodowana kolorem lub histogram zbudowany w formie 3D. Możliwe dodatkowe 32 histogramy z historią ostatnich 60 pomiarów.

#### 12. Analiza trygerów wybierających przypadki zderzeń pp

Prowadzący: dr hab. Krzysztof Woźniak

Czas trwania: 2 lub 3 tygodnie

Dla zarejestrowania przypadku konieczne jest zaakceptowanie ich przez system wyzwalania (trygera). W tym temacie będą analizowane charakterystyki różnych sposobów wyboru przypadków w eksperymencie ATLAS, ich wydajność i czystość. Praca będzie polegała na pisaniu kodu do odczytywania, analizy i tworzenia rozkładów w systemie ROOT.

#### 13. Analiza zrekonstruowanych śladów w danych pp 13 TeV

Prowadzący: dr hab. Krzysztof Woźniak

Czas trwania: 2 lub 3 tygodnie

W czerwcu zebrane zostały przez eksperyment ATLAS pierwsze dane ze zderzeń protonów o nowej najwyższej energii 13 TeV. W ramach tego tematu będą porównywane rozkłady śladów z danych i symulacji Monte Carlo Praca będzie polegała na pisaniu kodu do odczytywania, analizy i tworzenia rozkładów w systemie ROOT.

#### 14. Gra komputerowa lub materiały popularyzatorskie dotyczące kwarków

Prowadzący: dr hab. Krzysztof Woźniak

Czas trwania: 2 lub 3 tygodnie

Stworzenie gry komputerowej przybliżającej własności cząstek elementarnych (wymagana znajomość odpowiedniego oprogramowania) albo samo przygotowanie materiałów do zamieszczenia na stronie internetowej lub jako opis gry komputerowej.

#### 15. Przykład zastosowania systemów sterowania SCADA w detektorze promieniowania przejścia (TRT) w eksperymencie ATLAS: modyfikacja istniejących i budowa nowych graficznych interfejsów użytkownika (GUI) dla systemu kontroli i monitorowania wysokiego napięcia.

Prowadzący: mgr inż. Jolanta Olszowska

Czas trwania: 2 lub 3 tygodnie

Przemysłowe systemy sterowania SCADA (*ang.* Supervisory Control and Data Acquisition) używane głównie do nadzorowania przebiegu procesów technologicznych lub produkcyjnych, a także kontroli ruchu w przedsiębiorstwach komunikacyjnych i lotniczych są szeroko stosowane w eksperymentach fizyki wysokich energii: do kontroli i monitorowania pracy akceleratorów jak i detektorów. Główne funkcje systemu SCADA obejmują pomiar aktualnych parametrów, ich wizualizację, sterowanie pracą, systemy alarmowania oraz archiwizację danych.

W eksperymentach na zderzaczach LHC w CERN-ie wykorzystywany jest system SCADA „SIMATIC WinCC Open Architecture” firmy Siemens. **Celem praktyki będzie modyfikacja istniejących, a także budowa nowych graficznych interfejsów użytkownika dla systemu kontroli i monitorowania wysokiego napięcia w detektorze promieniowania przejścia (TRT) w eksperymencie ATLAS.**

Praca wykonywana będzie na komputerze znajdującym się w CERN-ie, w otoczeniu zdefiniowanym dla systemów kontrolnych eksperymentu ATLAS. Potrzebne umiejętności: podstawowa znajomość systemu operacyjnego Linuks oraz języka C (C++).

16. **Przykład zastosowania systemów sterowania SCADA w detektorze promieniowania przejścia (TRT) w eksperymencie ATLAS: modyfikacja graficznego interfejsu użytkownika służącego do obsługi kart zasilających elektronikę odczytu.**

Prowadzący: dr Elżbieta Banaś

Czas trwania: 2 lub 3 tygodnie

Przemysłowe systemy sterowania SCADA (*ang.* Supervisory Control and Data Acquisition) używane głównie do nadzorowania przebiegu procesów technologicznych lub produkcyjnych, a także kontroli ruchu w przedsiębiorstwach komunikacyjnych i lotniczych są szeroko stosowane w eksperymentach fizyki wysokich energii: do kontroli i monitorowania pracy akceleratorów jak i detektorów. Główne funkcje systemu SCADA obejmują pomiar aktualnych parametrów, ich wizualizację, sterowanie pracą, systemy alarmowania oraz archiwizację danych.

W eksperymentach na zderzaczach LHC w CERN-ie wykorzystywany jest system SCADA „SIMATIC WinCC Open Architecture” firmy Siemens. **Celem praktyki będzie modyfikacja istniejącego graficznego interfejsu użytkownika służącego do obsługi (wizualizacji parametrów i kontroli) karty zasilającej elektronikę detektora promieniowania przejścia (TRT) w eksperymencie ATLAS.**

Praca wykonywana będzie na komputerze znajdującym się w CERN-ie, w otoczeniu zdefiniowanym dla systemów kontrolnych eksperymentu ATLAS. Potrzebne umiejętności: podstawowa znajomość systemu operacyjnego Linux oraz języka C (C++).

17. **Przykład zastosowania systemów sterowania SCADA w detektorze AFP (Atlas Forward Proton) w eksperymencie ATLAS: zaprojektowanie i budowa graficznego interfejsu użytkownika służącego do obsługi dedykowanego zasilacza dla modułów interfejsu linku optycznego.**

Prowadzący: dr Elżbieta Banaś

Czas trwania: 2 lub 3 tygodnie

Przemysłowe systemy sterowania SCADA (*ang.* Supervisory Control and Data Acquisition) używane głównie do nadzorowania przebiegu procesów technologicznych lub produkcyjnych, a także kontroli ruchu w przedsiębiorstwach komunikacyjnych i lotniczych są szeroko stosowane w eksperymentach fizyki wysokich energii: do kontroli i monitorowania pracy akceleratorów jak i detektorów. Główne funkcje systemu SCADA obejmują pomiar aktualnych parametrów, ich wizualizację, sterowanie pracą, systemy alarmowania oraz archiwizację danych.

W eksperymentach na zderzaczach LHC w CERN-ie wykorzystywany jest system SCADA „SIMATIC WinCC Open Architecture” firmy Siemens. **Celem praktyki będzie zaprojektowanie i wykonanie graficznego interfejsu użytkownika służącego do wizualizacji parametrów i kontroli dedykowanego zasilacza dla modułów interfejsu linku optycznego w detektorze AFP (Atlas Forward Proton) w eksperymencie ATLAS**

Praca wykonywana będzie na komputerze znajdującym się w CERN-ie, w otoczeniu zdefiniowanym dla systemów kontrolnych eksperymentu ATLAS i z dostępem do sprzętu.