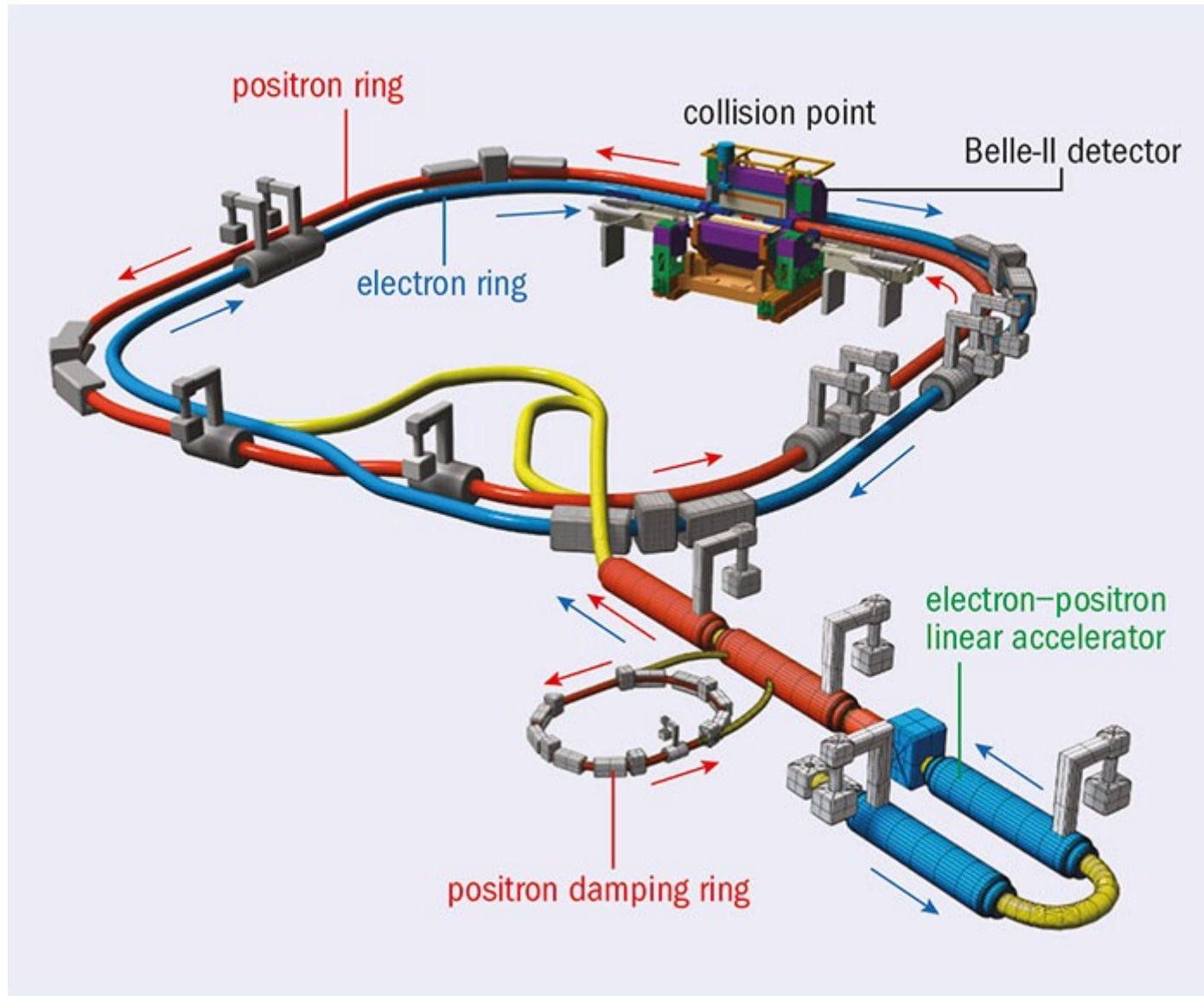


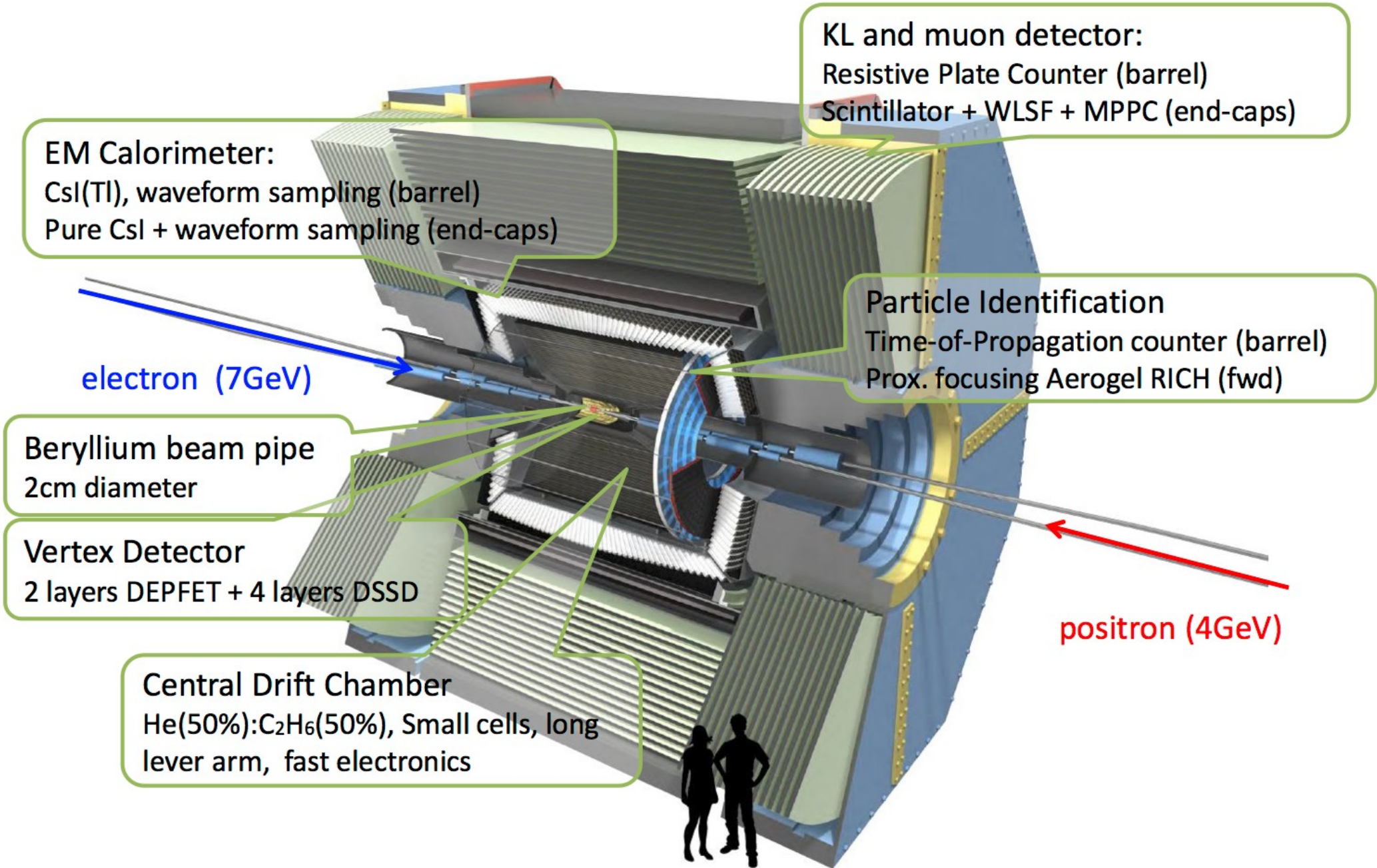
Testowanie modułu do inkluzywnej rekonstrukcji B znakującego w środowisku eksperymentu Belle II

Piotr Krasuń
Aleksander Żytko

SUPER KEKB



Belle II Detector



EM Calorimeter:
CsI(Tl), waveform sampling (barrel)
Pure CsI + waveform sampling (end-caps)

KL and muon detector:
Resistive Plate Counter (barrel)
Scintillator + WLSF + MPPC (end-caps)

Particle Identification
Time-of-Propagation counter (barrel)
Prox. focusing Aerogel RICH (fwd)

electron (7GeV)

Beryllium beam pipe
2cm diameter

Vertex Detector
2 layers DEPFET + 4 layers DSSD

Central Drift Chamber
He(50%):C₂H₆(50%), Small cells, long lever arm, fast electronics

positron (4GeV)

Produkcja par mezonów $B\bar{B}$

KEKB jest zderzaczem wiązek e^+e^- o energii zderzenia odpowiadającej formacji rezonansu $\Upsilon(4S)$ (3.5 GeV i 8 GeV).

Rozpady $\Upsilon(4S)$ są czystym źródłem par mezonów $B\bar{B}$, które powstają w procesie:

$$e^+ e^- \rightarrow \Upsilon(4S) \rightarrow B\bar{B}$$

Mezony piękne B (Beautiful) są stanami związanymi kwarku b i jednego z lekkich antykwarków (\bar{u} , \bar{d})

Czego oczekujemy od Belle II

- poszukiwanie zjawisk wykraczających poza Model Standardowy w sektorze ciężkich kwarków i leptonów
- unaocznienie różnic między materią i antymaterią
- zaobserwowanie łamania CP w rozpadach mezonów pięknych
- w celu obserwacji procesu naruszenia symetrii CP konieczna jest bardzo duża ilość par kwark - antykwark.

Zmienne kinematyczne do rekonstrukcji rozpadów B

$$E_B = E_{\text{beam}} = \sqrt{s}/2$$

$$\Delta E = E_B^{\text{rec}} - E_{\text{beam}}$$

$$M_{bc} = \sqrt{E_{\text{beam}}^2 - (\vec{p}_B^{\text{rec}})^2}$$

Dla poprawnie zrekonstruowanych rozpadów B różnica energii wyznaczonej i nominalnej, ΔE , przyjmuje wartości bliskie zera.

Rozkład M_{bc} to efektywnie rozkład masy mezonu B , gdzie w miejsce zrekonstruowanej energii B podstawiono energię wiązki

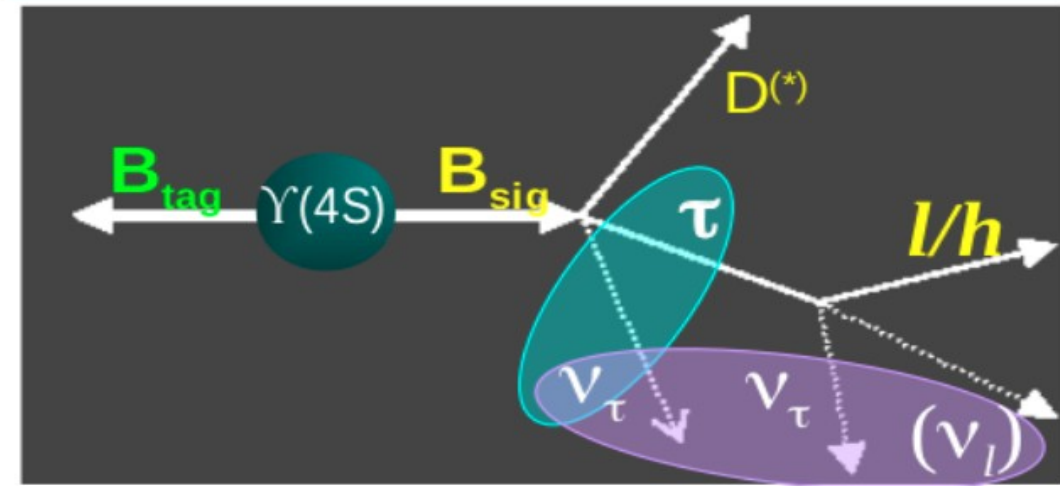
Ważna zmienna

Zmienna X_{mis} jest zdefiniowana jako:

$$X_{\text{mis}} = \frac{p_{\text{mis}} - p_{\text{vis}}}{\sqrt{E_{\text{beam}}^2 - m_B^2}}$$

Metodyka

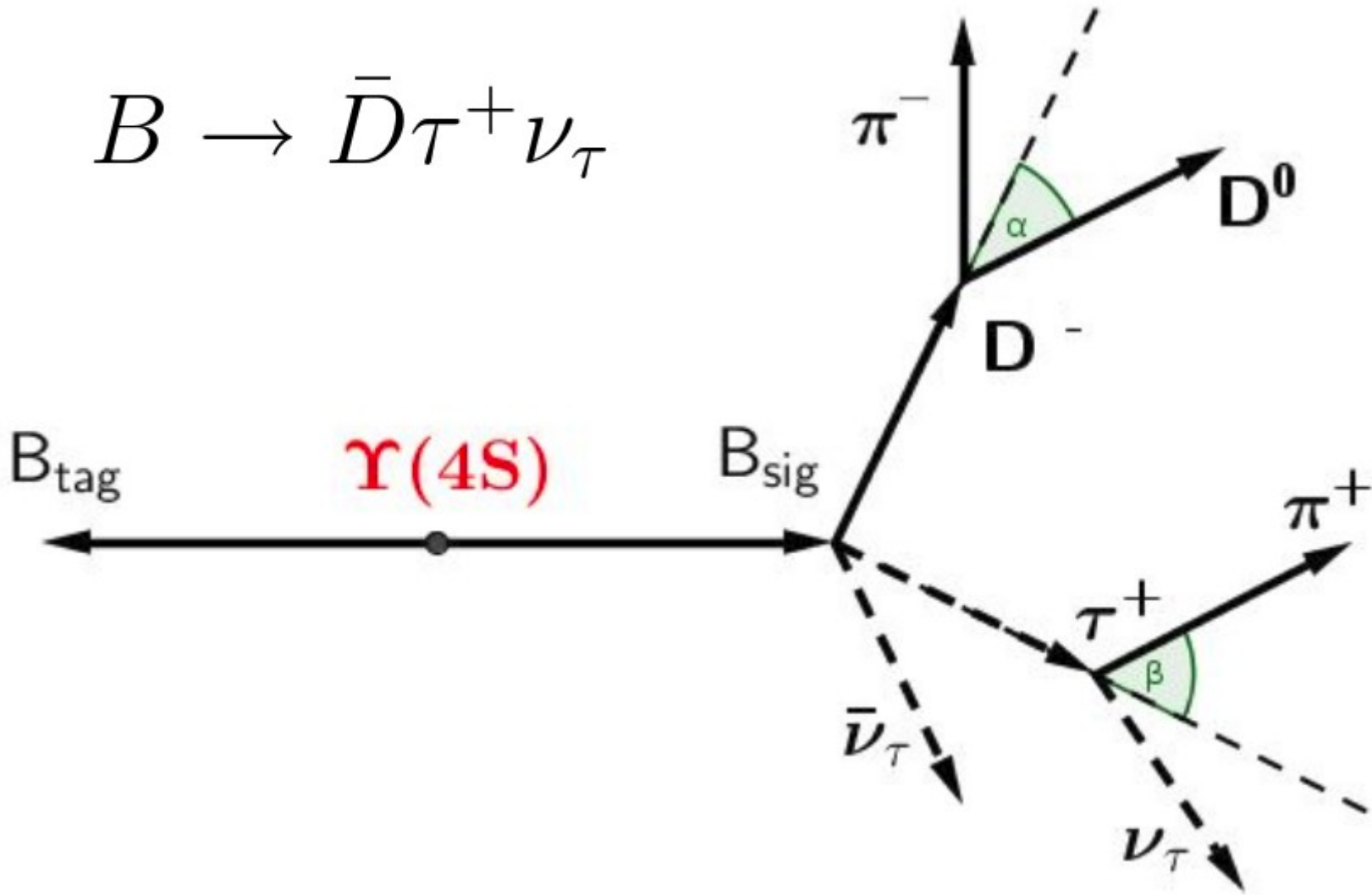
- Rekonstrukcja B_{sig} i B_{tag}
 - Wybór kanałów rozpadu



- Selekcja zmiennych
 - energia widzialna $E_{vis} > 5,5 \text{ GeV}$
 - przynajmniej jedna para ($D^* d_\tau$), dla której:
 $M_{tag} > 5,2 \text{ GeV}$ i $-0,5 < \Delta E_{tag} < 0,3 \text{ GeV}$
 - znormalizowany drugi moment Foxta-Wolframa: $R2 < 0,4$
- Separacja sygnału i tła

Interesujący nas rozpad

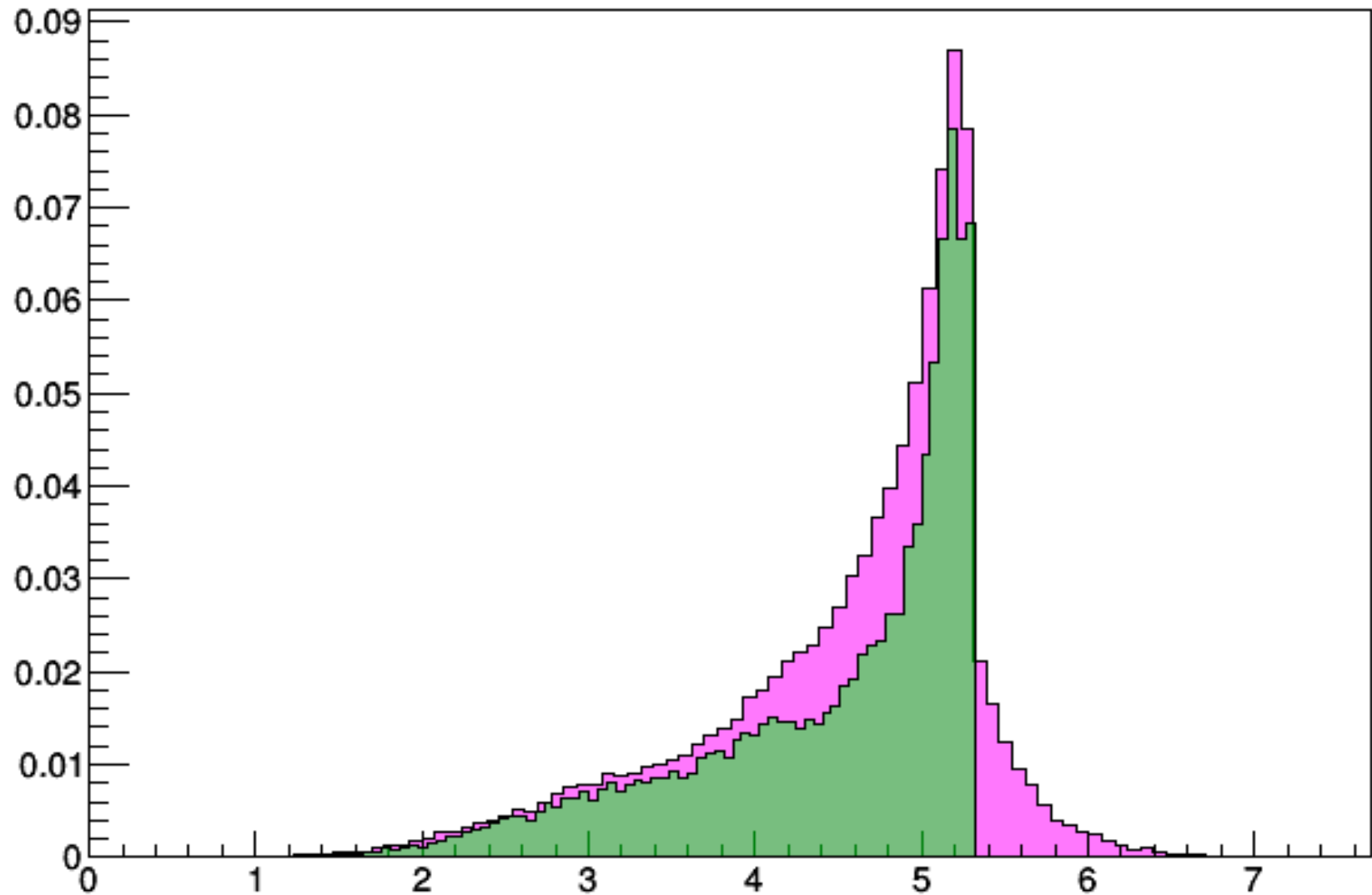
$$B \rightarrow \bar{D} \tau^+ \nu_\tau$$



Rozkłady kontrolne

M B

InvariantMass(Upsilon4S_B01_P4cms[0],Upsilon4S_B01_P4cms[1],Upsilon4S_B01_P4cms[2],Upsilon4S_B01_P4cms[3])



Zadanie

- Postawione zostało przed nami zadanie poszukania innej zmiennej (topologicznej) pozwalającej nam klasyfikować interesujących nas rozpadów od innych (my badaliśmy rozpad pół leptonowy

$$B \rightarrow \bar{D} \tau^+ \nu_\tau$$

$$\tau^+ \rightarrow e^+ \nu_e \bar{\nu}_\tau,$$

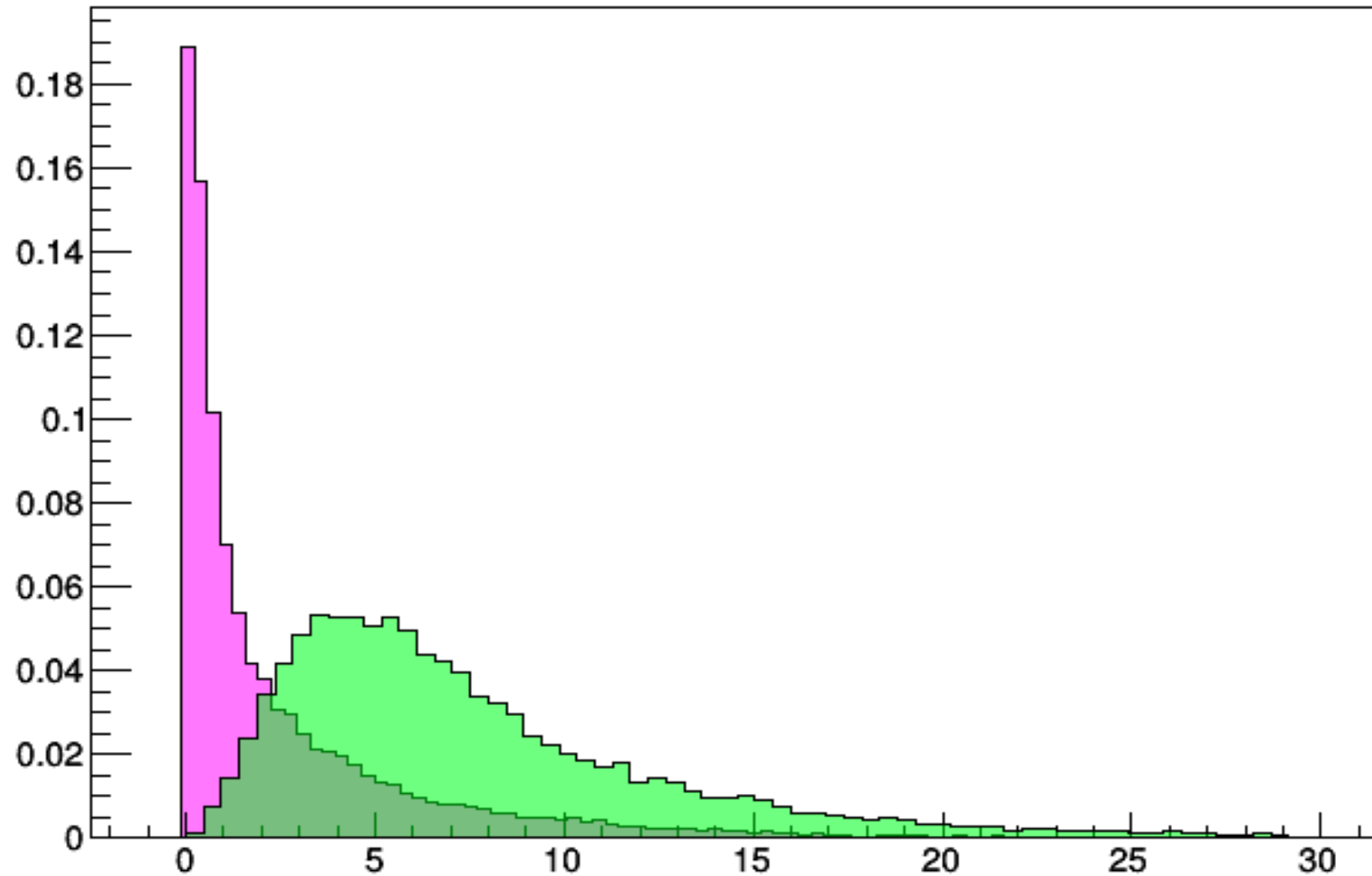
$$B \rightarrow D e^+ \nu_e$$

- Wypróbowaliśmy wiele zmiennych
- Niektóre zmienne były już dobre

Rozkłady kontrolne

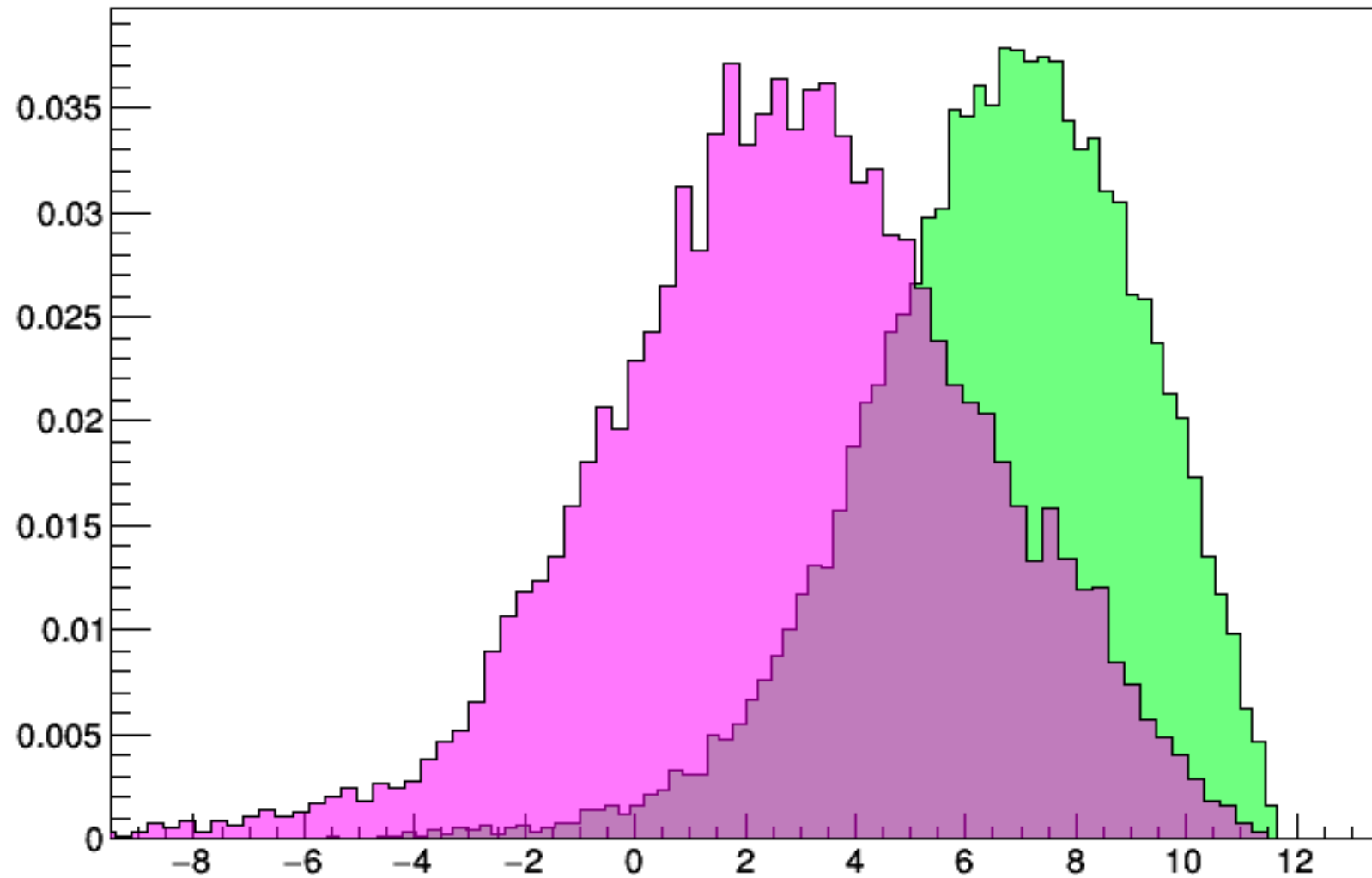
M br

`B0_mm2 (((abs(Upsilon4S_B01_mcPDG)--511)&&(Upsilon4S_B0_D_mcPDG--411))&&(abs(Upsilon4S_B0_e_mcPDG)--11))`



Rozkłady kontrolne

M w

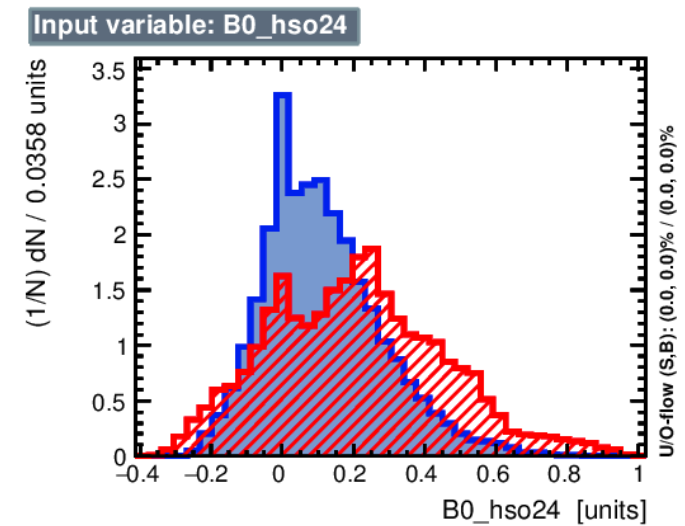
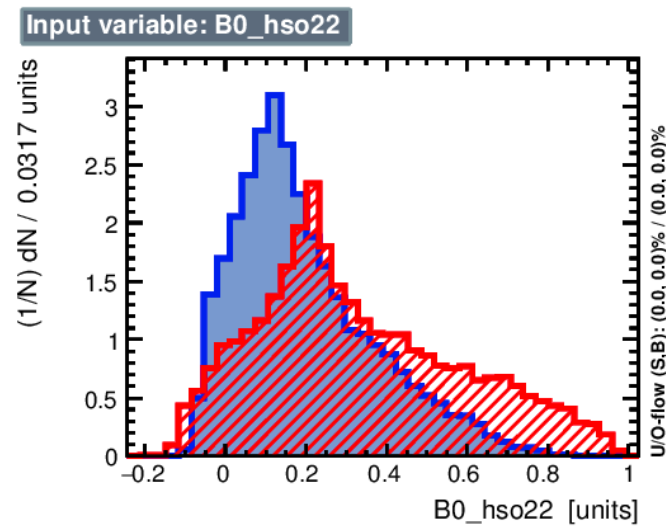
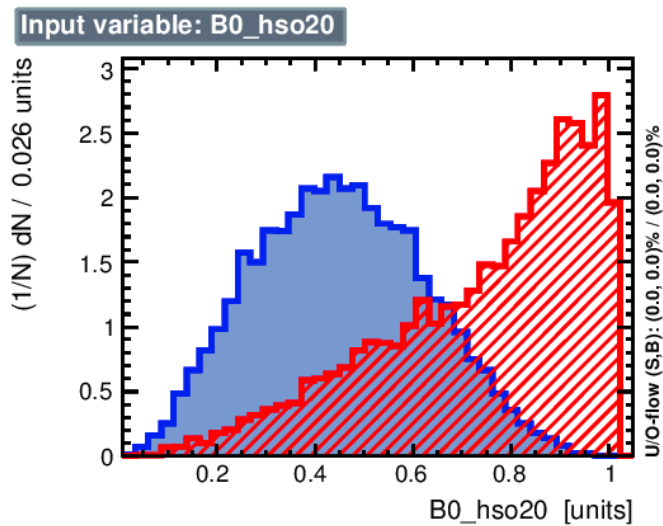
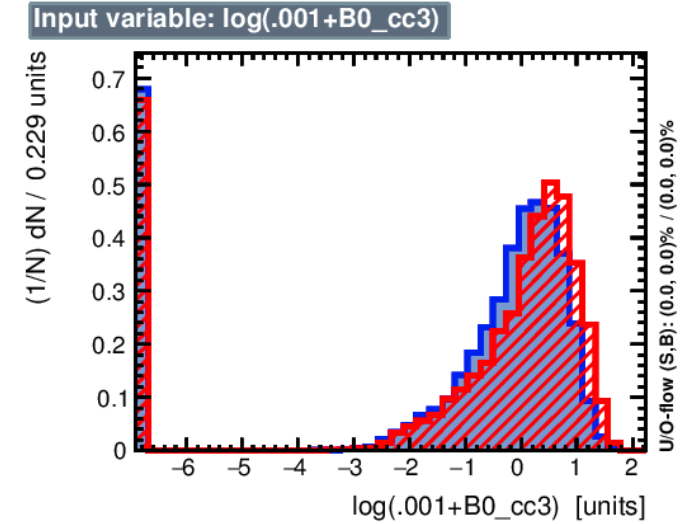
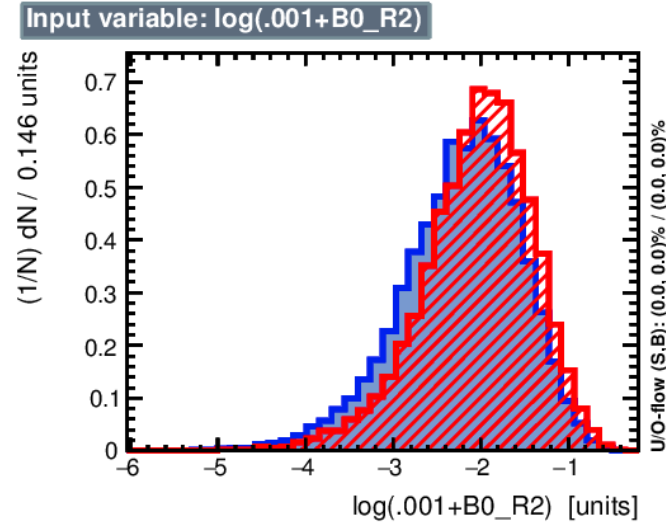
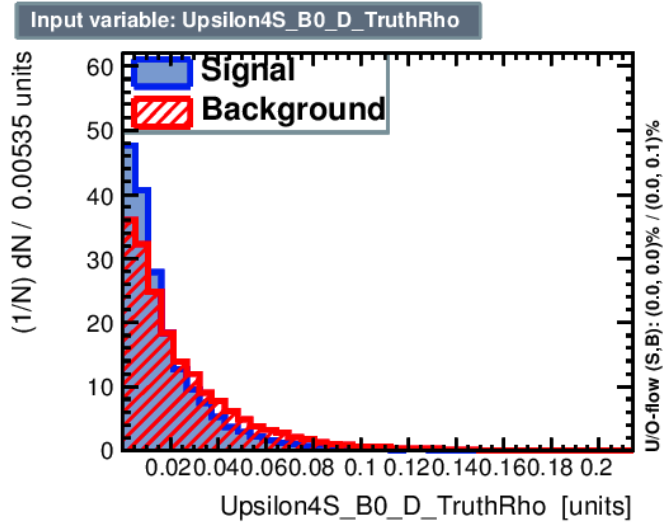


- Próbowaliśmy korzystać z różnych intuicyjnych związków geometrycznych między zmiennymi (słabe wyniki)
- Trochę zmiennych „na wariata” (słabe wyniki)
- Filtrowanie stożków (wysoki ranking TMVA BDT)
- Zmienne topologicznie są suboptymalne dla tego rodzaju rozpadu tła

Wykresiki

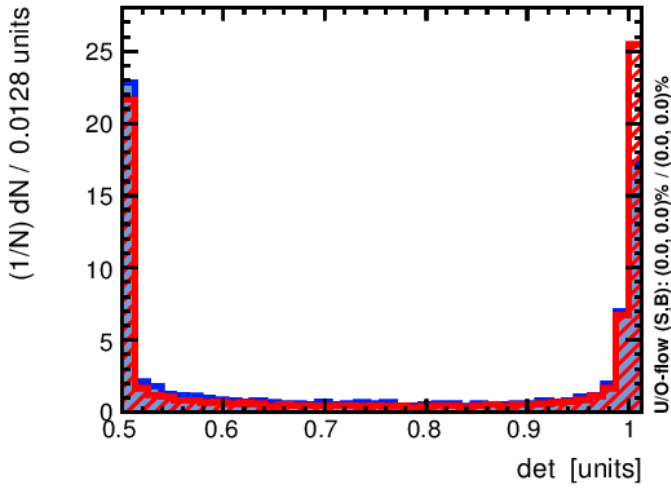
Zamieszczamy tutaj wykresy z klasyfikatora zbudowanego wyłącznie ze zmiennych topologicznych

Wykresiki

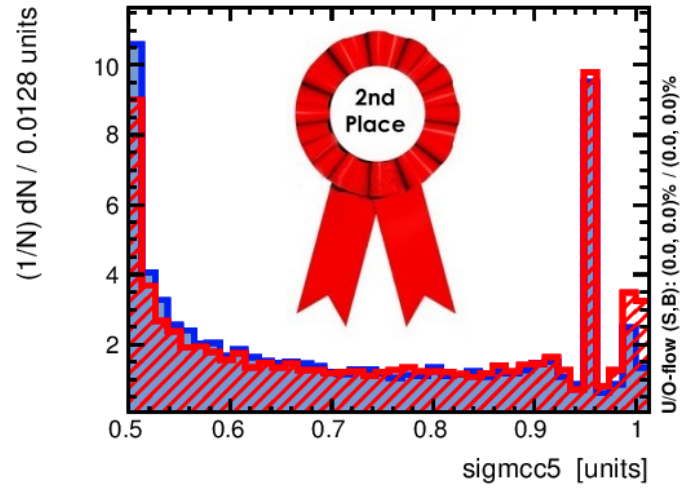


Wykresiki

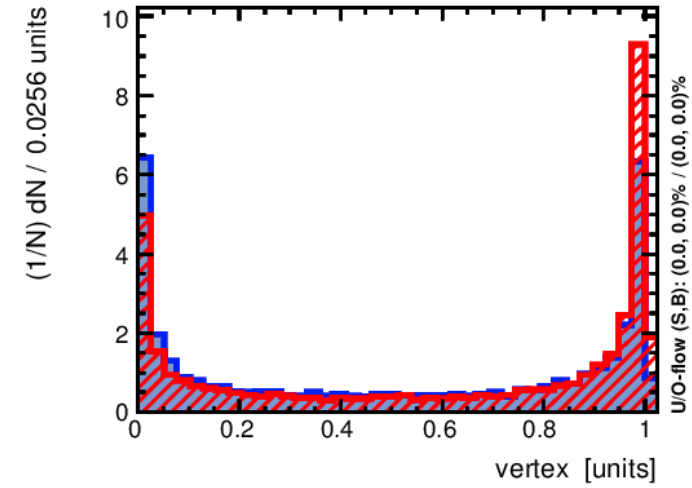
Input variable: det



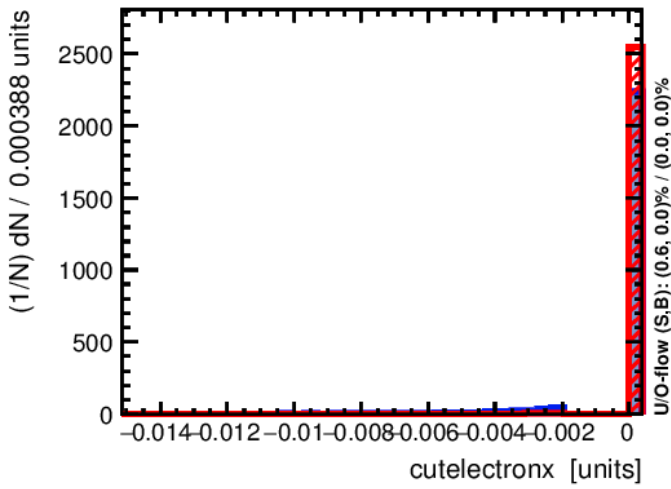
Input variable: sigmcc5



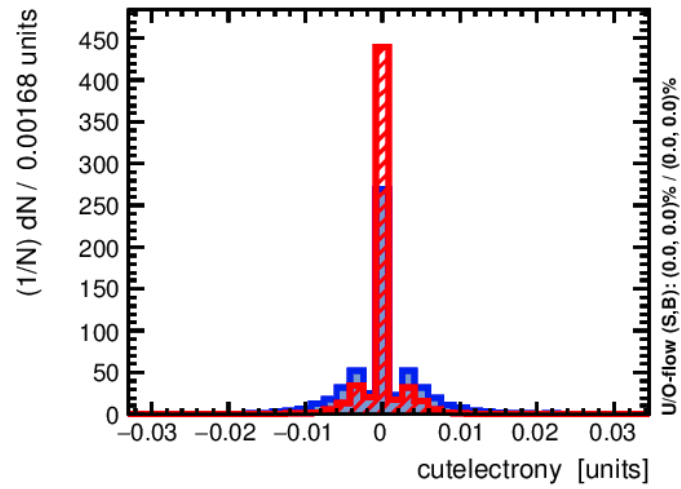
Input variable: vertex



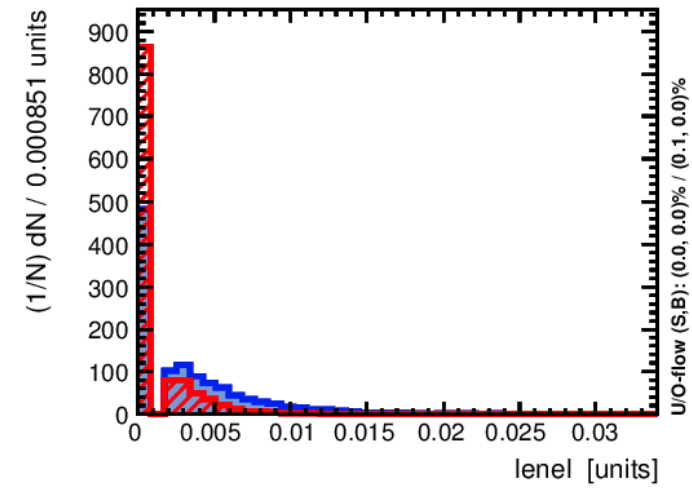
Input variable: cutelectronx



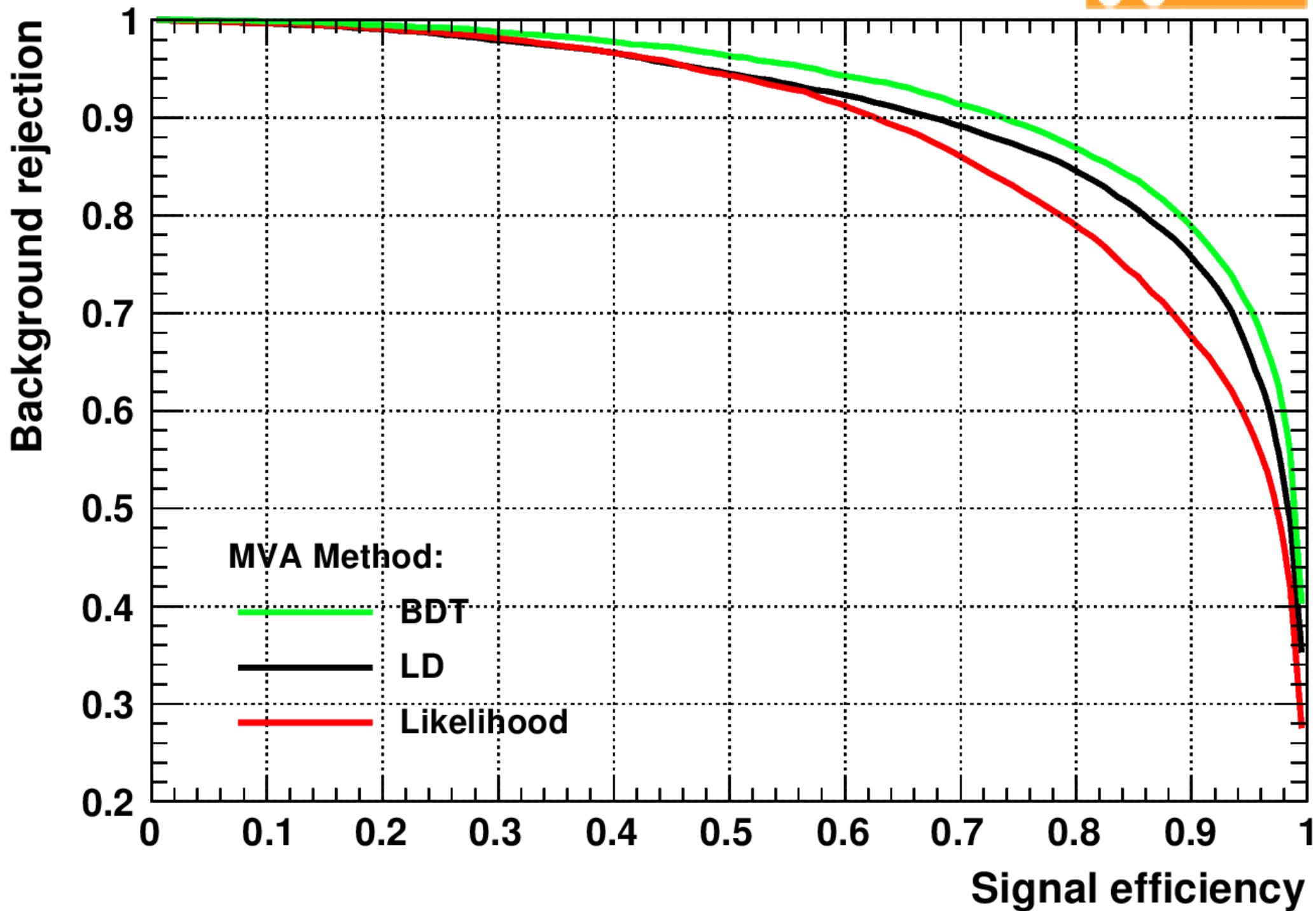
Input variable: cutelectrony

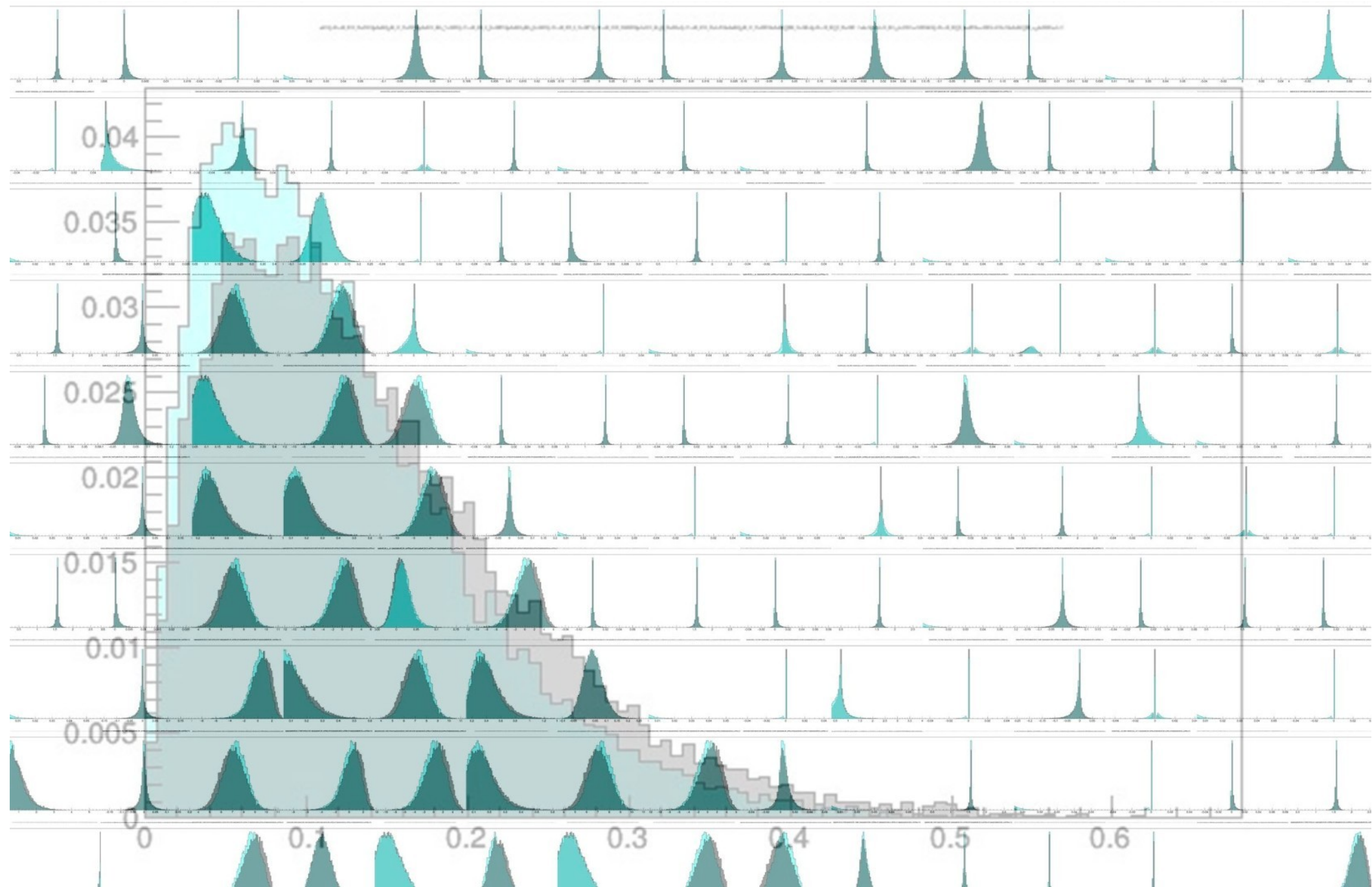


Input variable: lenel



Background rejection versus Signal efficiency





Dodatek: Python, Root i Jupyter

- Wygodniejszy niż C++
- Łatwiejsza kolaboracja
- Łatwo widoczny i skumulowany progres