

Badanie łamania symetrii C i CP przy rozpadzie

$$\eta \rightarrow \pi^0 \pi^0$$

Tomasz Bednarski

pod kierownictwem prof. Pawła Moskala
Jülich

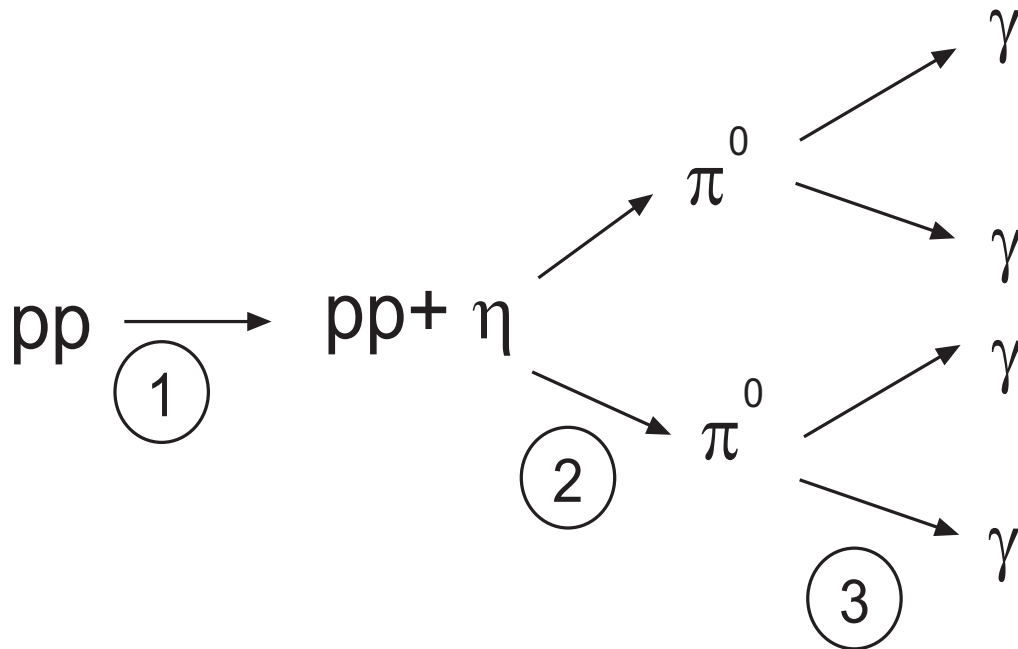
2 września 2009

1 Wstęp

W moim projekcie zajmowałem się badaniem łamania symetrii przy rozpadzie mezonu η na dwa piony π^0 . Projekt ten dokładnie polegał na napisaniu w języku FORTRAN programu do symulacji Monte Carlo, która sprawdza możliwości zaobserwowania w detektorze WASA-at-COSY produktów rozpadu mezonu η .

2 Trochę teorii (dla teoretyków)

W projekcie zajmowałem się wielokrotnym rozpadem ukazany na rysunku (1)



Rysunek 1: Schemat reakcji wytworzenia się i rozpadu mezonu η

W synchrotronie COSY można wytwarzać mezon η przy zderzeniach typu wiązka-tarcza, gdzie zarówno wiązką i tarczą są protony.

Aby móc wysymulować zachowanie się cząstek w rozpadzie, w moim programie używałem programu GENBOD, który losował jednorodnie rozkład pędów i energii cząstek. W związku z tym, że losowane wartości miały rozkład

jednorodny, aby móc zobaczyć ilość cząstek, których parametry odpowiadają tym mierzonym w WASA-at-COSY, musiałem przetransformować ich pędy i energie do układu laboratoryjnego. Dokonałem tego przy pomocy wzoru na transformację Lorentza pędu i energii (1) w układzie jednostek $c = 1$

$$\begin{aligned}\vec{p}_{LAB} &= \vec{p}' + \vec{\beta}\gamma \left(\frac{\gamma}{\gamma + 1} \vec{\beta} \cdot \vec{p}' + E' \right) \\ E_{LAB} &= E' + \gamma(E' + \vec{\beta} \cdot \vec{p}')\end{aligned}\quad (1)$$

Dla wytworzenia mezonu η , występujące we wzorze (1) β i γ przedstawiały się następującymi wzorami (numeracja odpowiada tej z rysunku (1)):

1.

$$\begin{aligned}\vec{\beta}_1 &= \frac{\vec{p}}{E} = \frac{\vec{p}_B}{E_b + m_t} \\ \gamma_1 &= \frac{E}{M} = \frac{E_b + m_t}{\sqrt{(E_b + m_t)^2 - |\vec{p}_b|^2}}\end{aligned}\quad (2)$$

,gdzie indeks b oznacza wiązkę, natomiast t oznacza tarczę

2.

$$\begin{aligned}\vec{\beta}_2 &= \frac{\vec{p}_\eta^{LAB}}{E_\eta^{LAB}} \\ \gamma_2 &= \frac{E_\eta^{LAB}}{\sqrt{(E_\eta^{LAB})^2 - |\vec{p}_\eta^{LAB}|^2}}\end{aligned}\quad (3)$$

3.

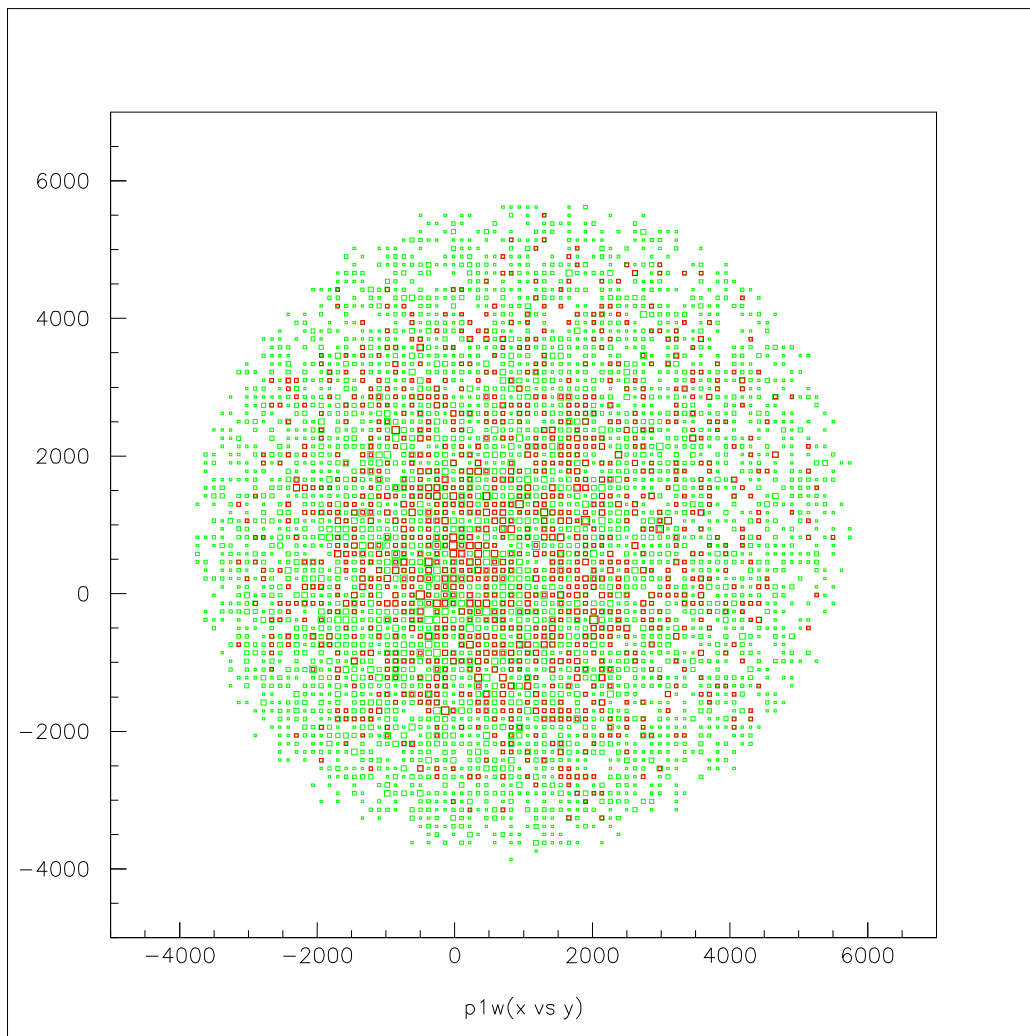
$$\begin{aligned}\vec{\beta}_3 &= \frac{\vec{p}_{\pi^0}^{LAB}}{E_{\pi^0}^{LAB}} \\ \gamma_3 &= \frac{E_{\pi^0}^{LAB}}{\sqrt{(E_{\pi^0}^{LAB})^2 - |\vec{p}_{\pi^0}^{LAB}|^2}}\end{aligned}\quad (4)$$

3 Część praktyczna (dla pozostałych)

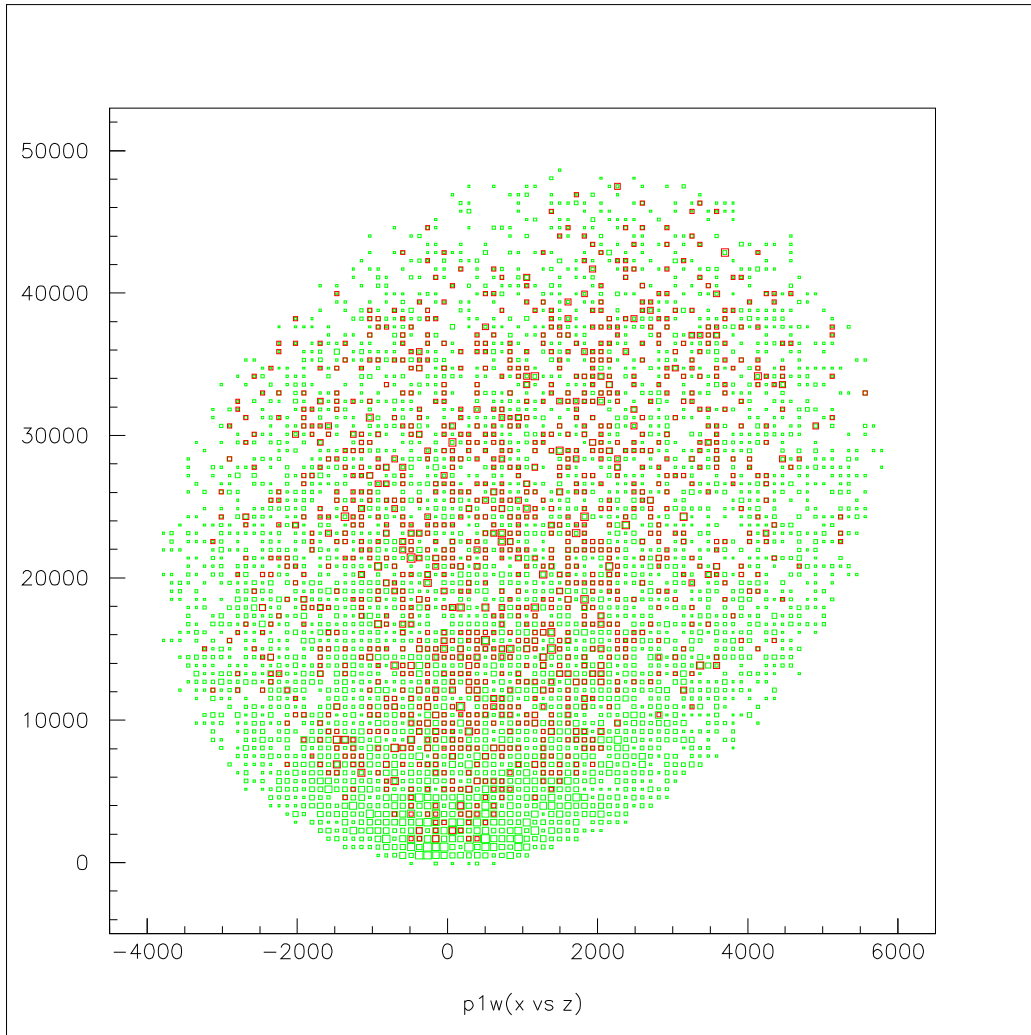
WASA-at-COSY z przyczyn oczywistych nie może być w całej przestrzeni obłożona detektorami. Również fizyczna realizacja zderzeń typu wiązka - tarcza narzuca pewne ograniczenia. Są to:

1. lecący proton wiązki i proton tarczy po zderzeniu muszą wylecieć z detektora pod kątem nie większym niż 18° w stosunku do płaszczyzny wiązki (oś z)
2. kwanty γ muszą wpaść w detektory rozmieszczone pomiędzy kątami $20^\circ - 169^\circ$ w stosunku do płaszczyzny wiązki (oś z)

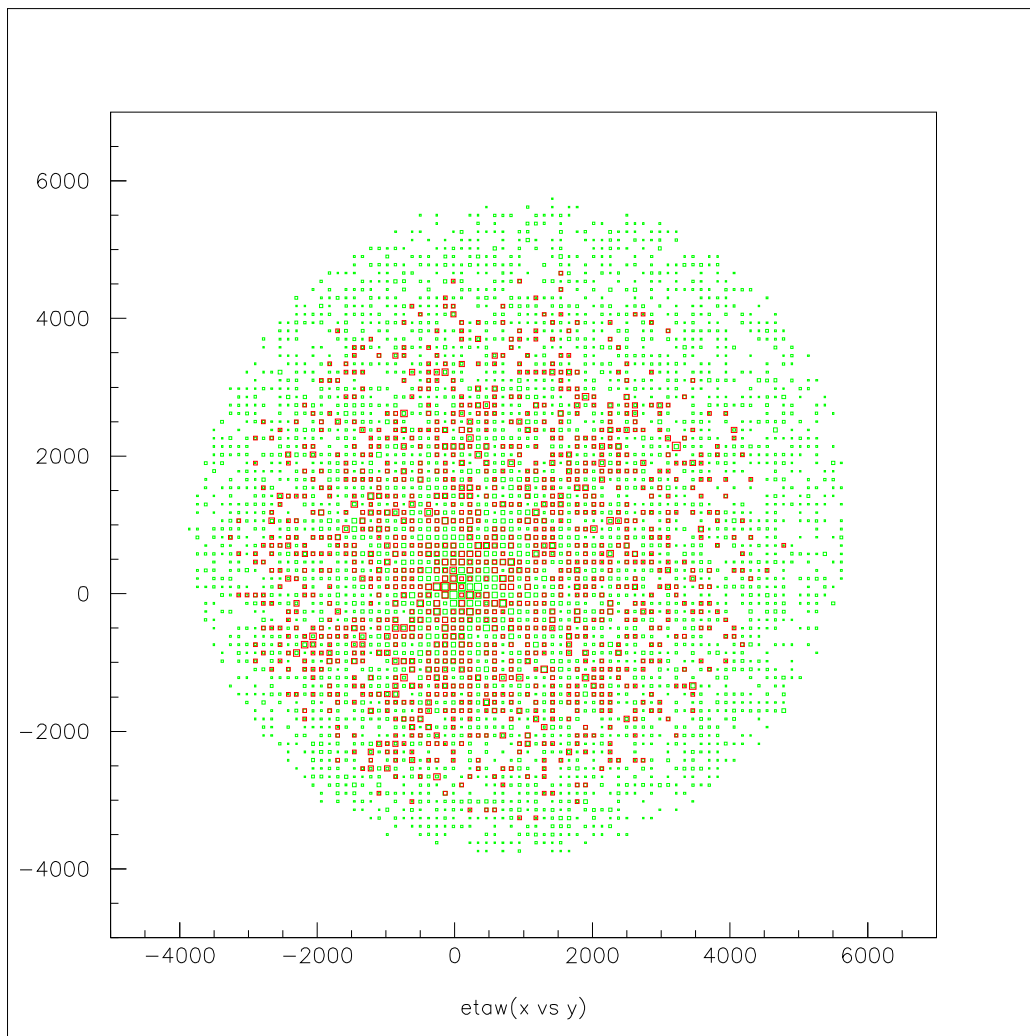
Rezultaty wykonanej symulacji dla poszczególnych cząstek przy pędzie wiązki $\vec{p}_b = (2, 2, 50)$ [GeV/c] oraz 10^4 losowanych rozkładach pędów umieszczam na histogramach. Kolor zielony oznacza wszystkie cząstki, natomiast czerwony cząstki, które można zmierzyć na WASA-at-COSY.



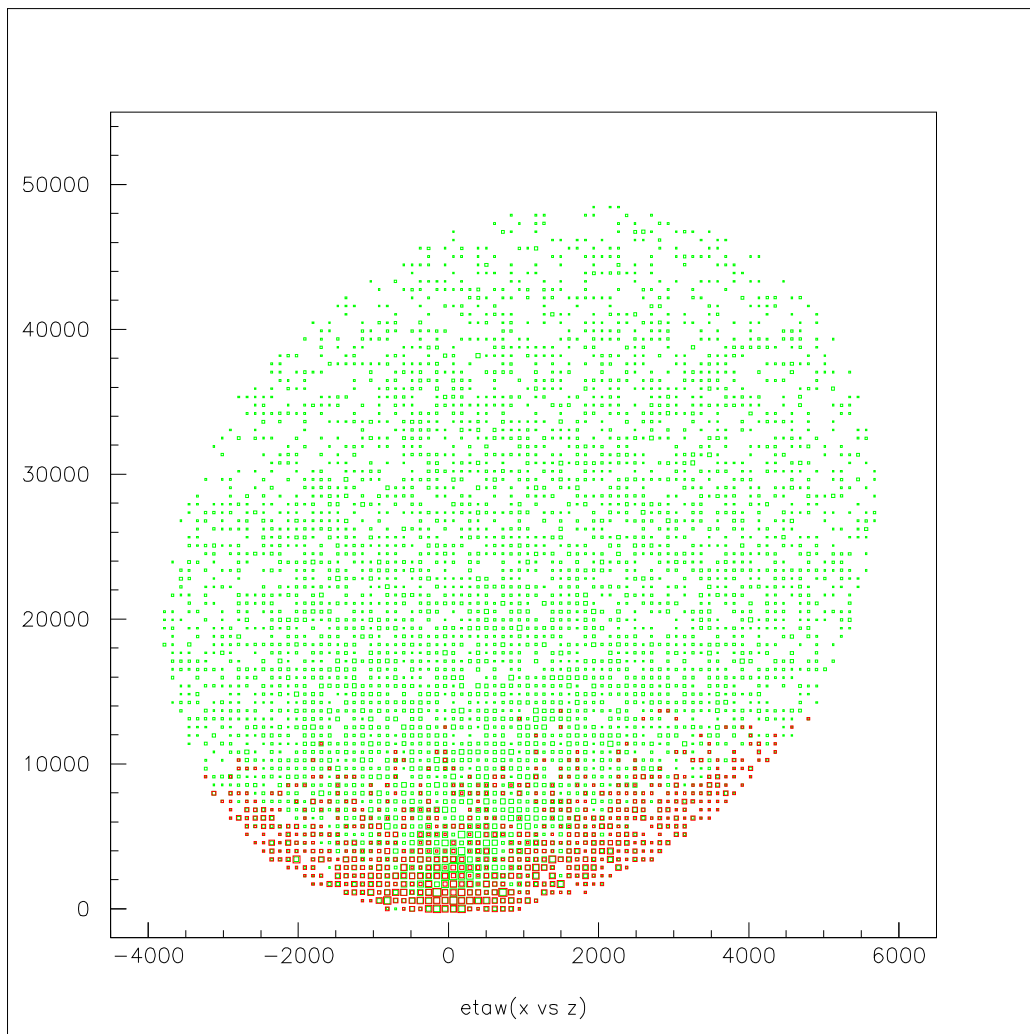
Rysunek 2: Pędy protonu1 $y(x)$. Kolor zielony oznacza wszystkie uzyskane cząstki, czerwony cząstki, które można zmierzyć na WASA-at-COSY (14, 5%)



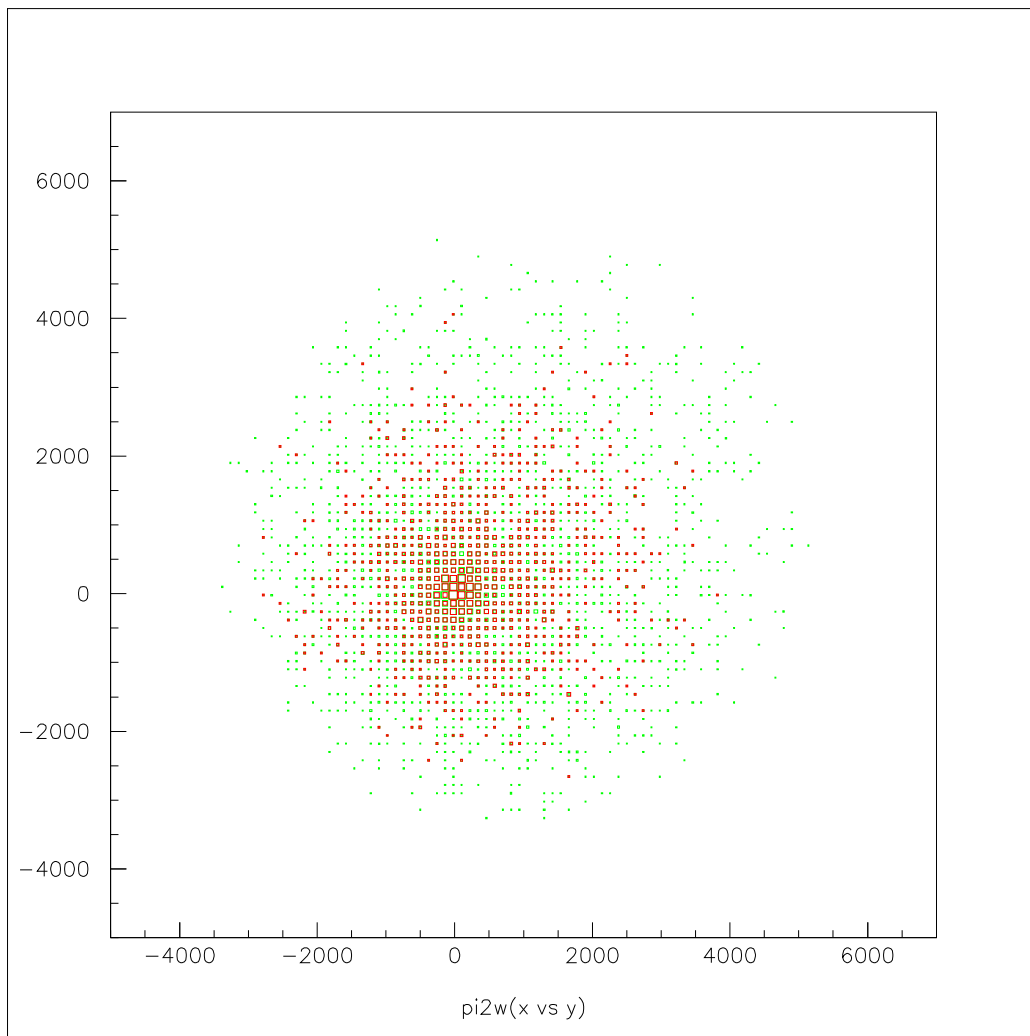
Rysunek 3: Pędy protonu $z(x)$. Kolor zielony oznacza wszystkie cząstki, czerwony cząstki, które można zmierzyć na WASA-at-COSY (14,5%)



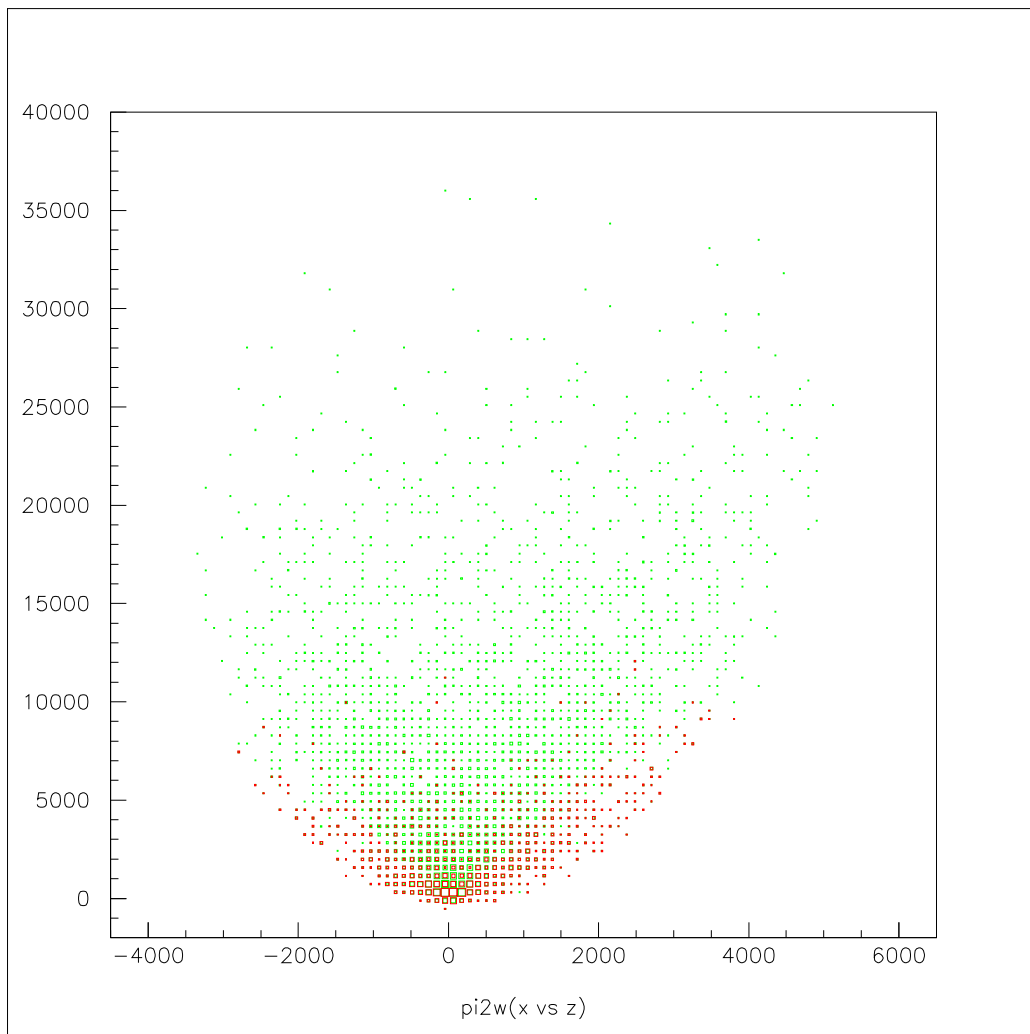
Rysunek 4: Pędy η $y(x)$. Kolor zielony oznacza wszystkie cząstki, czerwony cząstki, które można zmierzyć na WASA-at-COSY (14,5%)



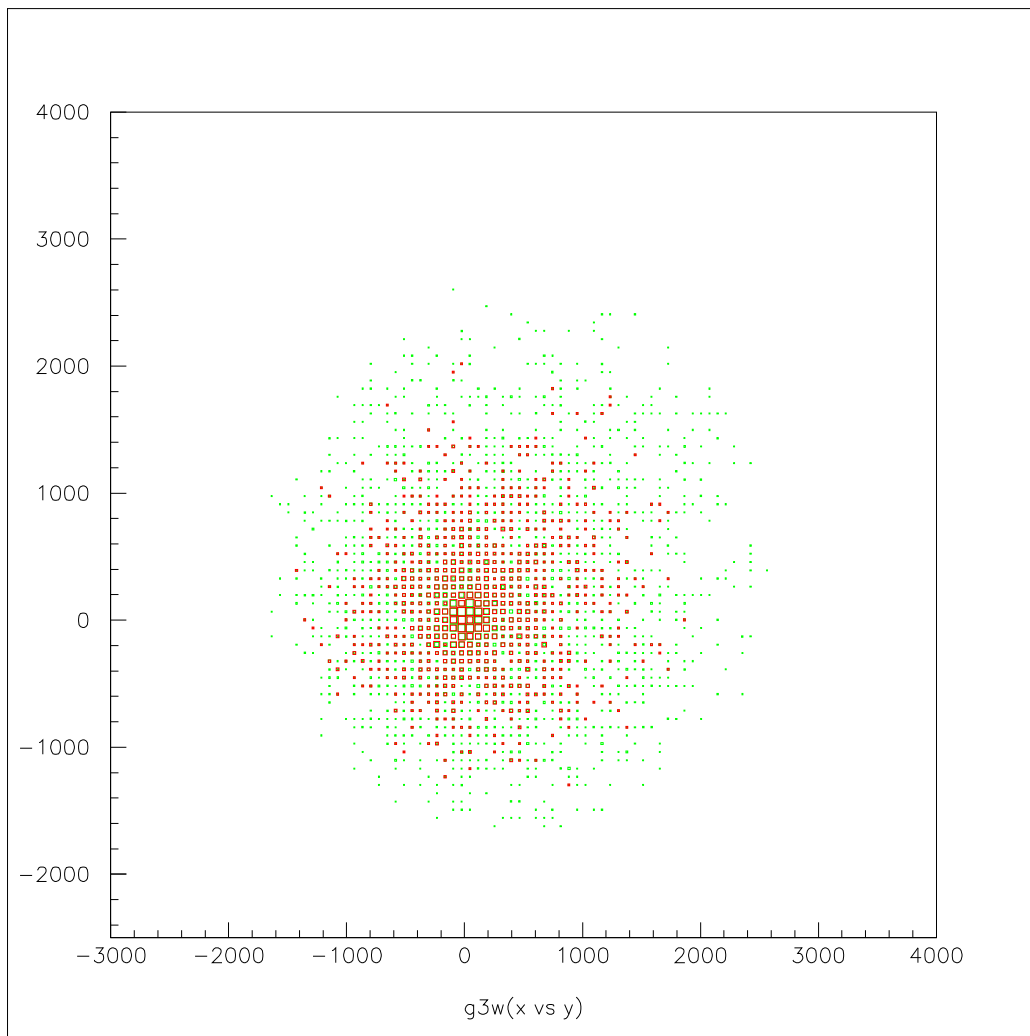
Rysunek 5: Pędy η $z(x)$. Kolor zielony oznacza wszystkie cząstki, czerwony cząstki, które można zmierzyć na WASA-at-COSY (14, 5%)



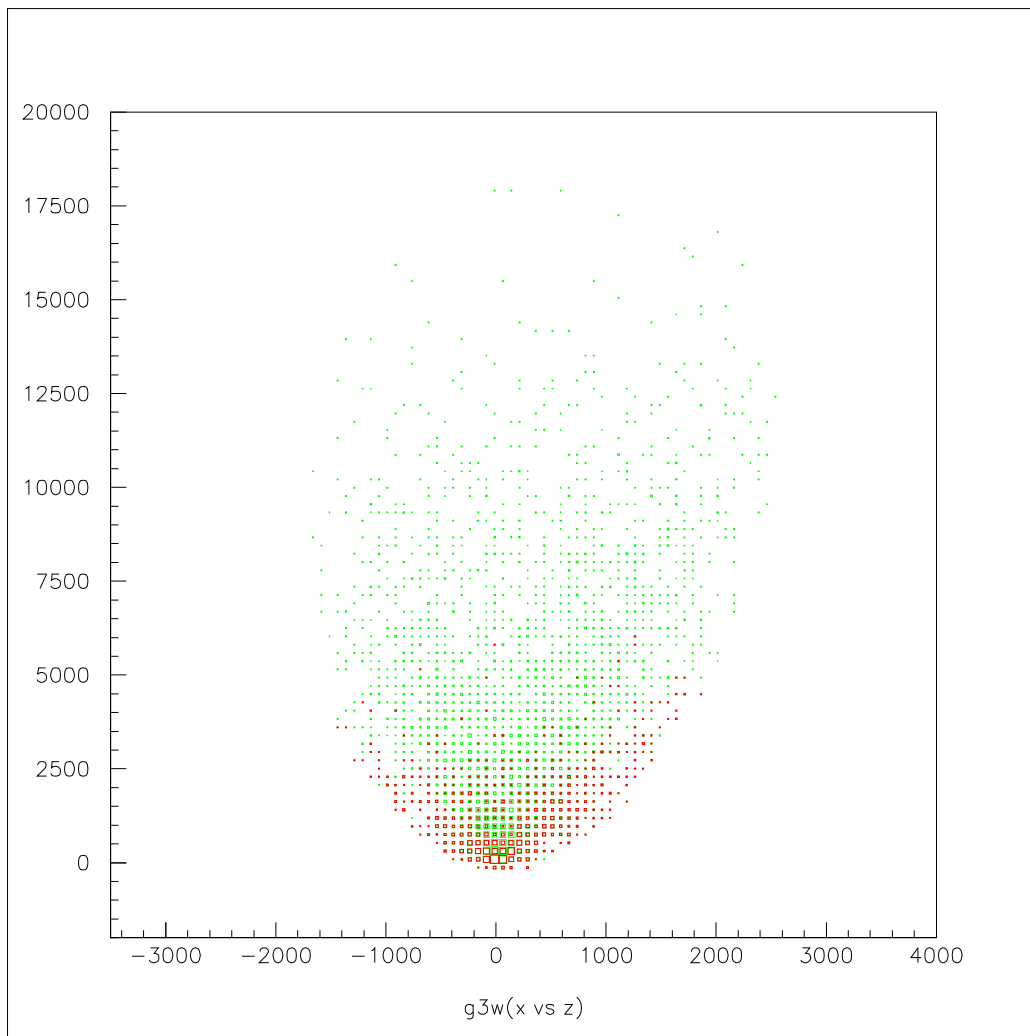
Rysunek 6: Pędy π_2^0 $y(x)$. Kolor zielony oznacza wszystkie cząstki, czerwony cząstki, które można zmierzyć na WASA-at-COSY (14, 5%)



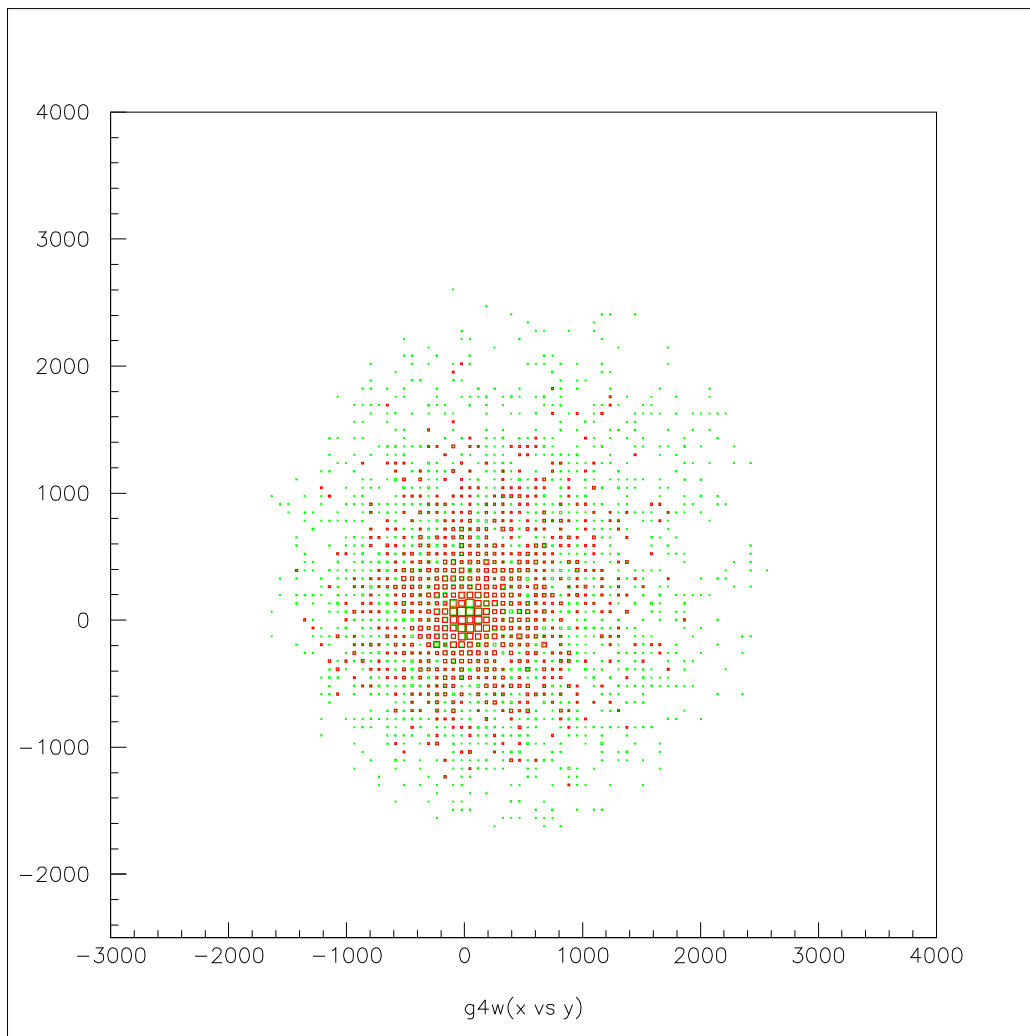
Rysunek 7: Pędy $\pi_2^0 z(x)$. Kolor zielony oznacza wszystkie cząstki, czerwony cząstki, które można zmierzyć na WASA-at-COSY (14,5%)



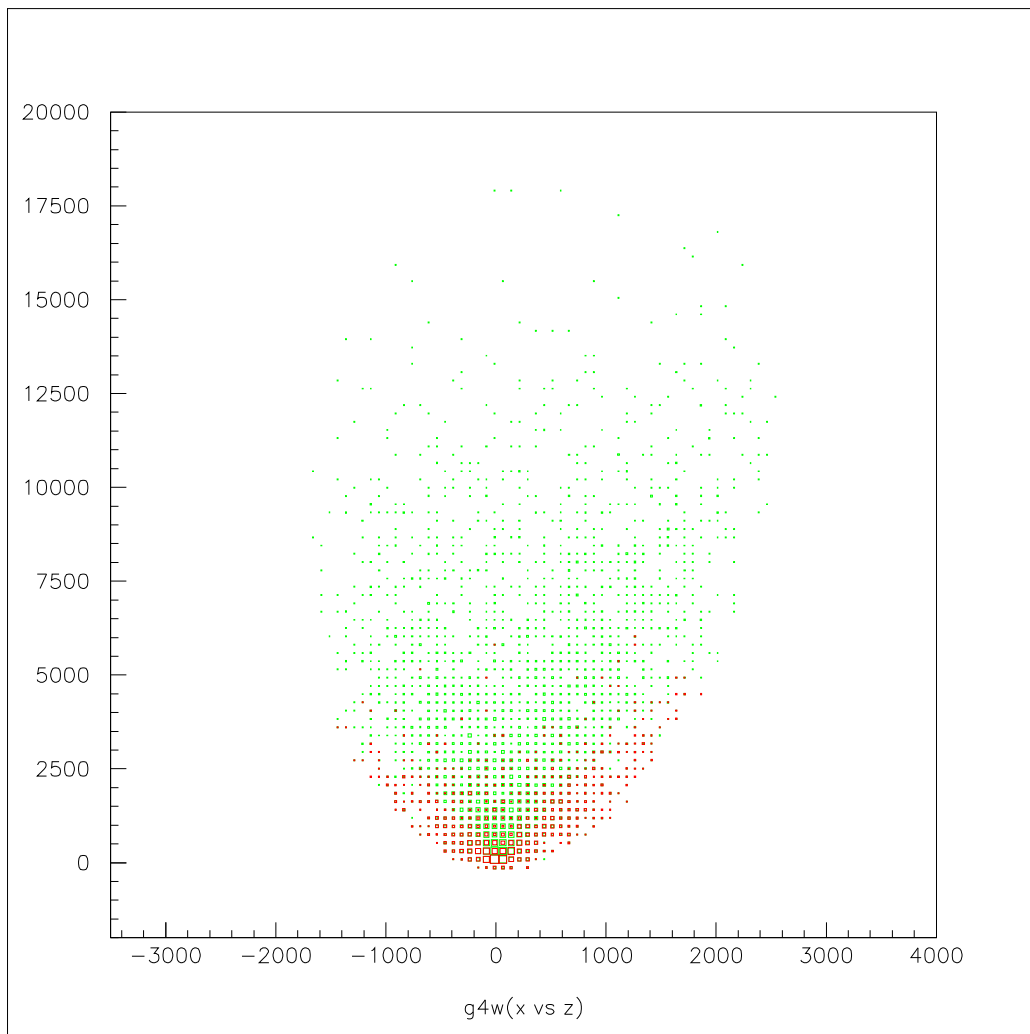
Rysunek 8: Pędy kwantu γ_3 $y(x)$. Kolor zielony oznacza wszystkie cząstki, czerwony cząstki, które można zmierzyć na WASA-at-COSY (14,5%)



Rysunek 9: Pędy kwantu $\gamma_3 z(x)$. Kolor zielony oznacza wszystkie cząstki, czerwony cząstki, które można zmierzyć na WASA-at-COSY (14,5%)



Rysunek 10: Pędy kwantu γ_4 $y(x)$. Kolor zielony oznacza wszystkie cząstki, czerwony cząstki, które można zmierzyć na WASA-at-COSY (14,5%)



Rysunek 11: Pędy kwantu $\gamma_4 z(x)$. Kolor zielony oznacza wszystkie cząstki, czerwony cząstki, które można zmierzyć na WASA-at-COSY (14,5%)