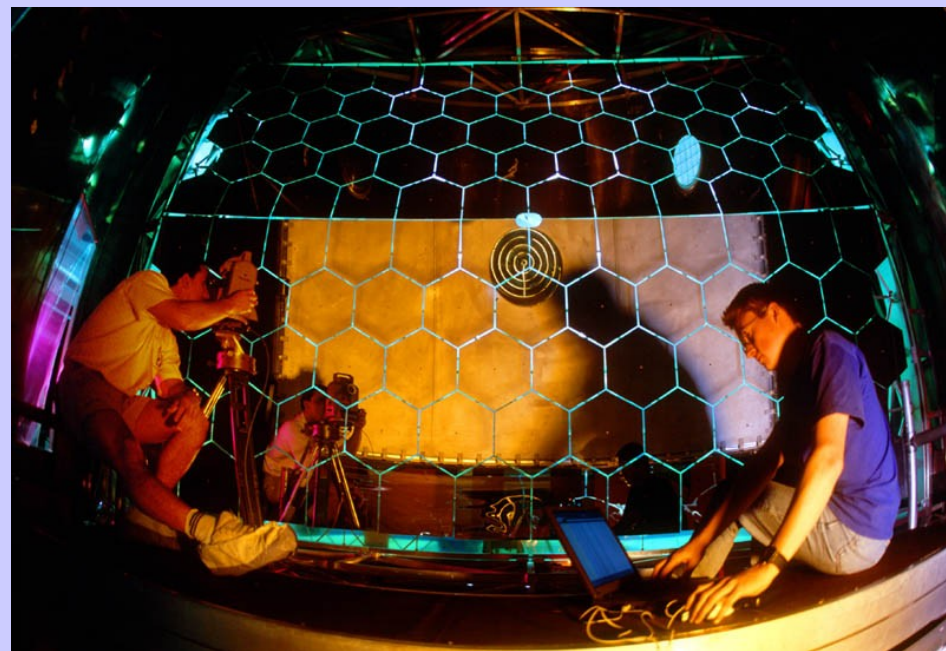


Pomiar polaryzacji gluonów w nukleonie przeprowadzony w kanale mezonów powabnych w eksperymencie COMPASS

Grzegorz Brona
Uniwersytet Warszawski

Plan:

1. Wstęp
2. Detektor COMPASS.
3. Podstawa pomiaru.
4. Metoda pomiaru w kanale D^0 .
5. Wyniki.
6. Pomiar w kanale hadronów o dużym pędzie poprzecznym.
7. Podsumowanie.



*Seminarium Fizyki Wielkich Energii
8 czerwiec 2007*

Wstęp

$$\frac{1}{2} = \frac{1}{2}\Delta\Sigma + \Delta G + J$$

$$\Delta u + \Delta d + \Delta s$$

gluony

orbitalne momenty
pędu q i g

$$\Delta q = \int \Delta q(x) dx$$

$$\Delta G = \int \Delta G(x) dx$$

COMPASS, HERMES, JLAB

$$\uparrow$$
$$q^+(x) - q^-(x)$$

HERMES, SMC, COMPASS, RHIC

$$\Delta\Sigma(Q^2 = 3 \text{ GeV}^2) = 0.30 \pm 0.01 (\text{stat.}) \pm 0.02 (\text{evol.})$$

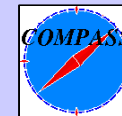
z pomiarów łamania skalowania g_1

SMC, HERMES, COMPASS, SLAC...

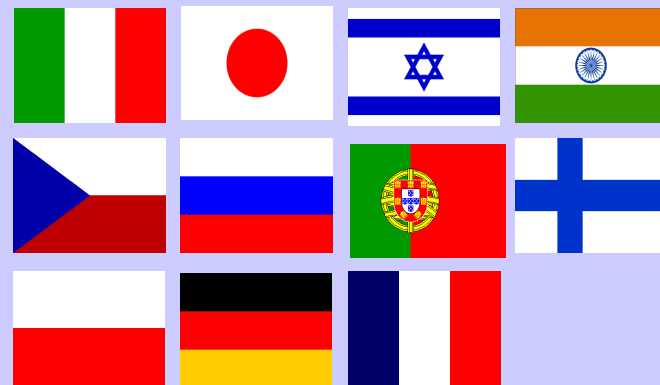
rozpraszanie lepton-nucleon
proton-proton (RHIC)



Eksperyment COMPASS



COmmon **M**uon and **P**roton **A**pparatus for **S**tructure and **S**pectroscopy

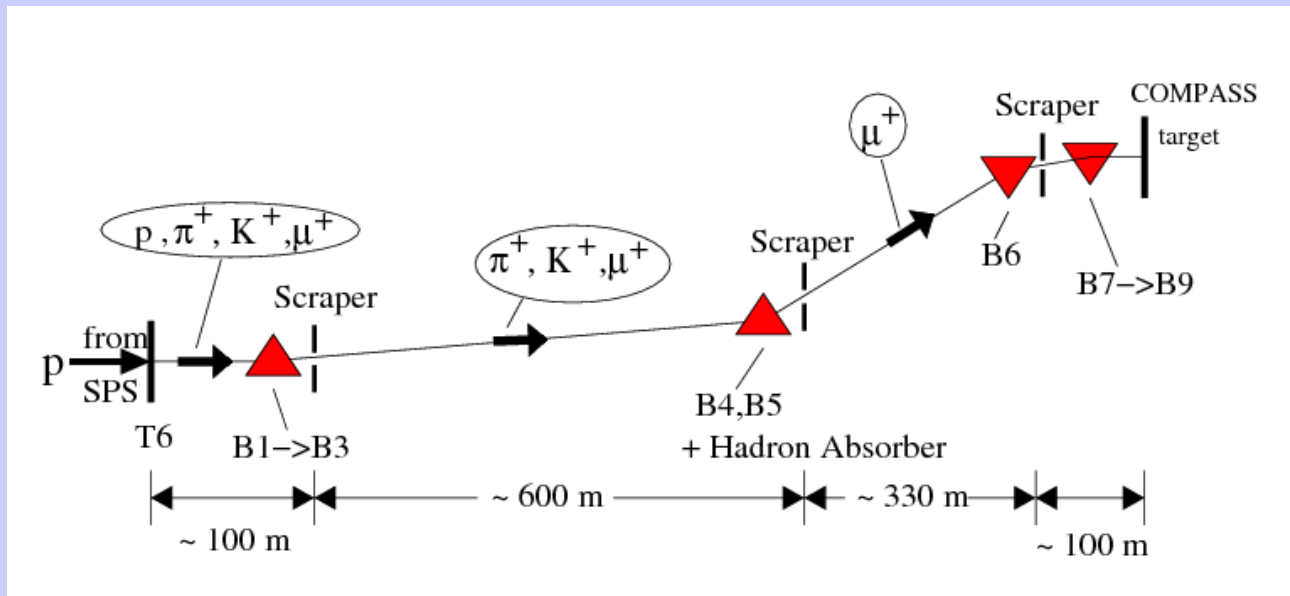


~250 fizyków, 30 instytutów (m.in. UW, PW, IPJ)

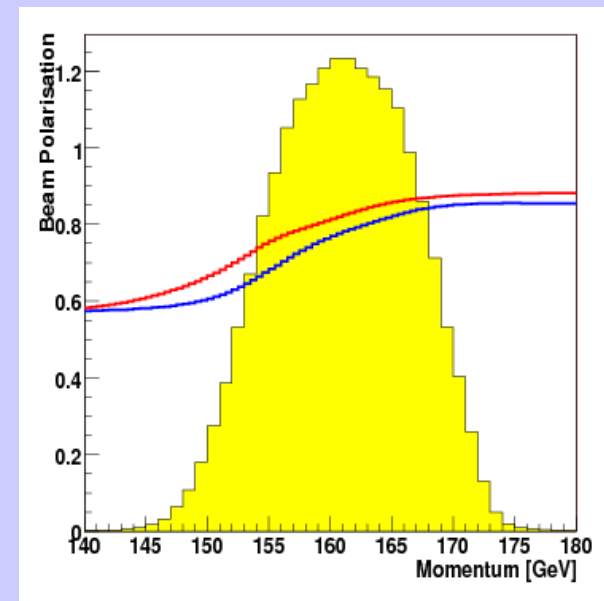
1998 – zatwierdzenie eksperymentu
2002 – pierwsze zbieranie fizycznych danych

Wyniki dla danych z 2002, 2003, 2004
Trwa analiza danych z 2006

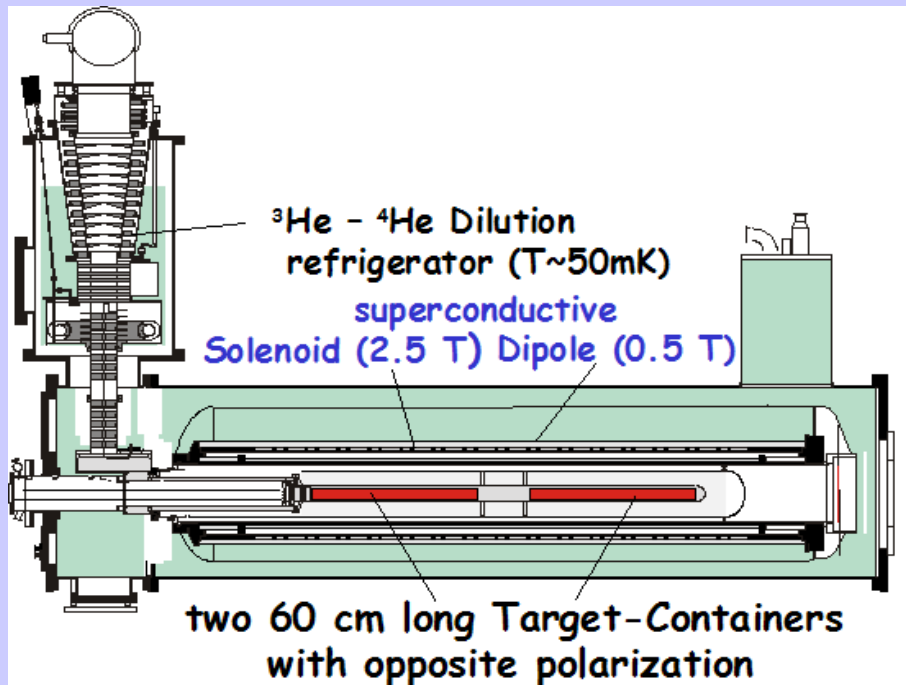
Spolaryzowana wiązka



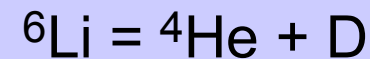
- Wiązka μ^+
- Energia 160 GeV
- 2×10^8 μ /paczka (4.8/16.8 s)
- Polaryzacja wiązki: -0.76 (2002, 2003)
-0.81 (2004)



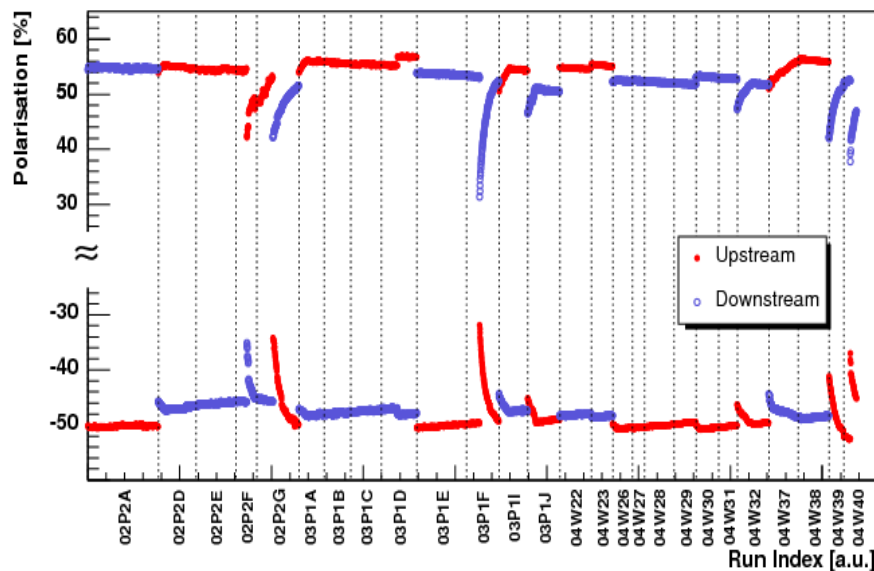
Spolaryzowana tarcza



- dwie połówki – każda 60 cm
- materiał – deuterok litu ^6LiD

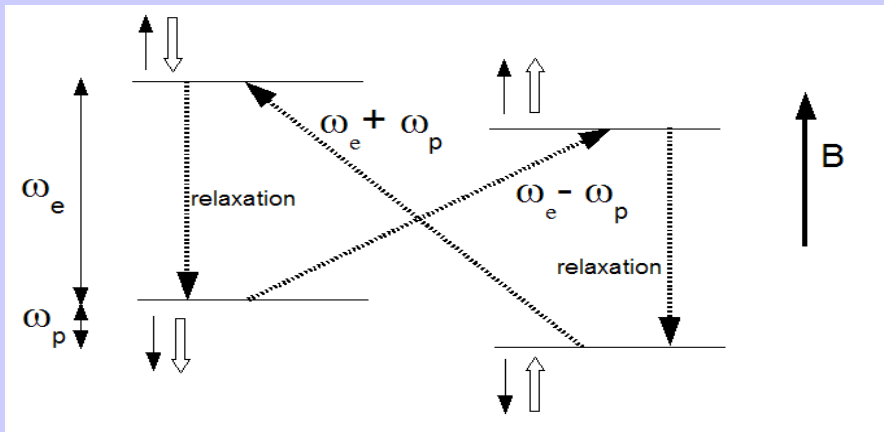


- czynnik rozcieńczenia: $f = 0.4$
- przeciwnie spolaryzowane: $P_T = 50\%$
- ten sam strumień mionów
- odwracanie polaryzacji co 8 godzin
- system chłodzenia: 50 mK
- akceptacja: ± 70 mrad $\rightarrow \pm 180$ mrad

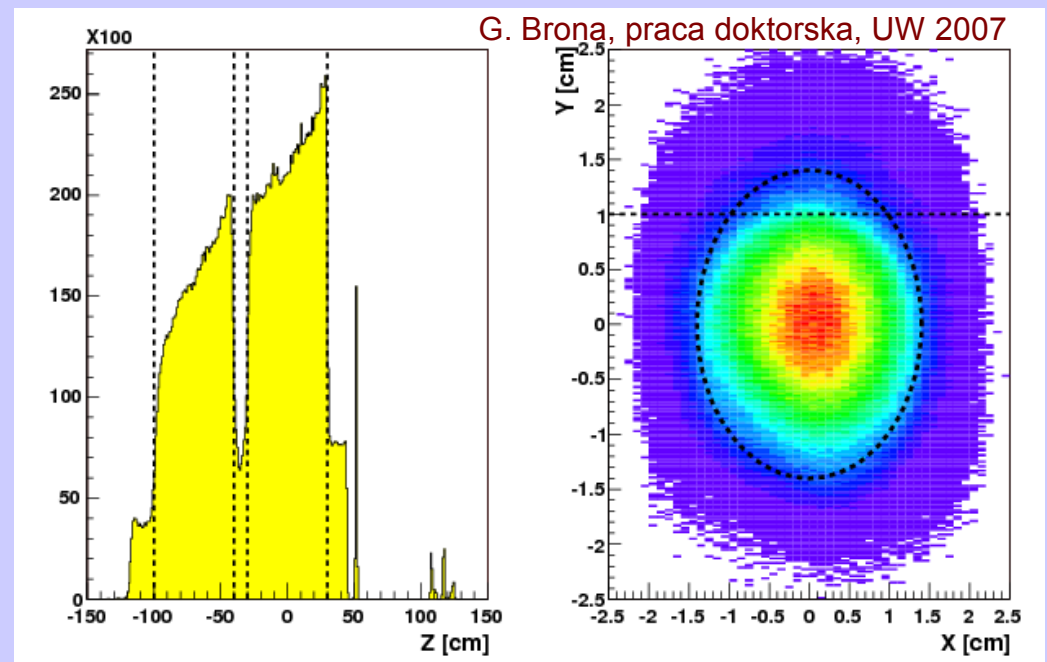


Dynamiczna polaryzacja jąder

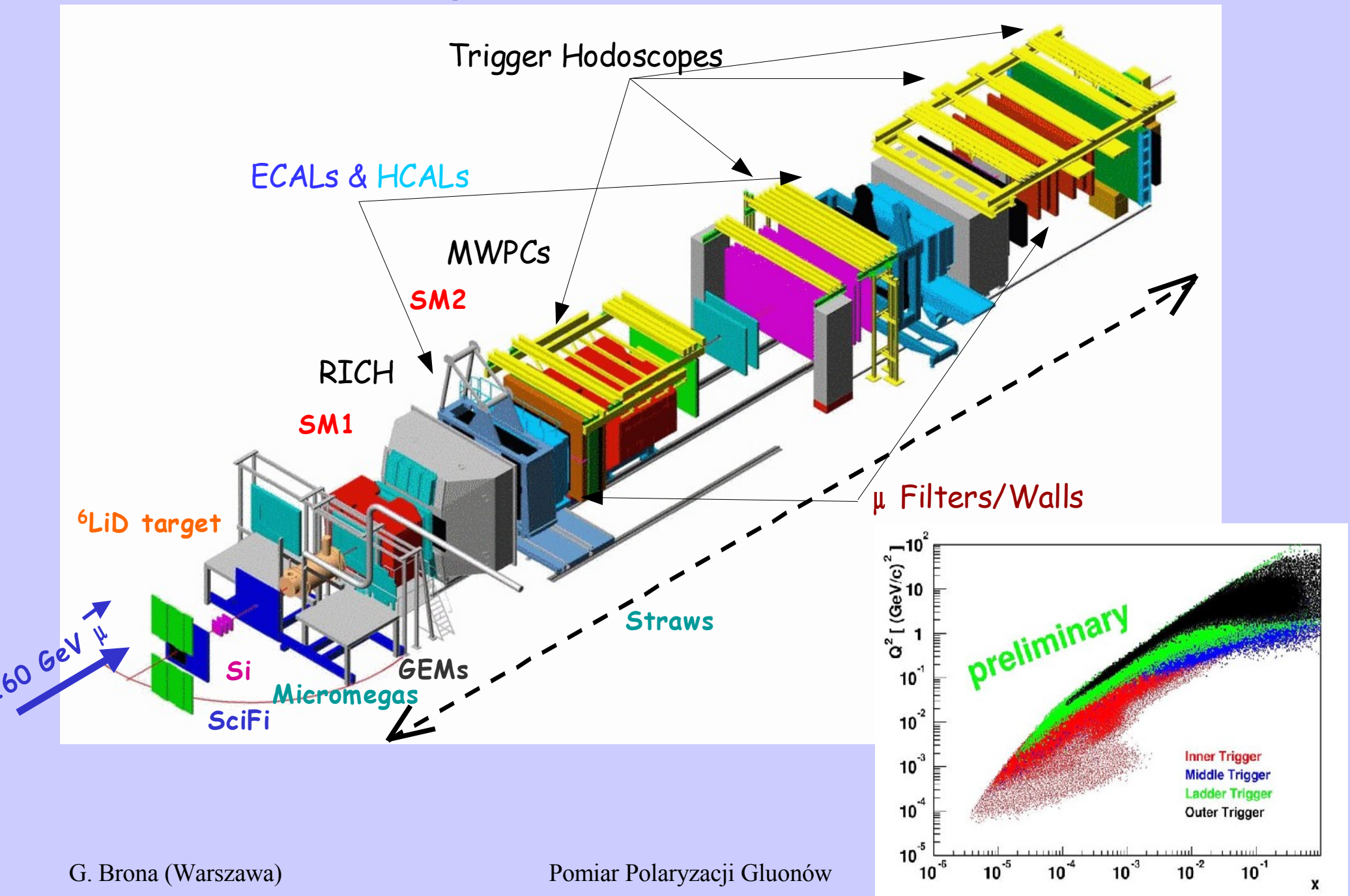
- Materiał tarczy chłodzony do 0.4 K i utrzymywany w silnym polu magnetycznym \longrightarrow wysoka polaryzacja elektronów.
- Naświetlanie tarczy promieniowaniem mikrofalowym o częstotliwości, która jednocześnie obraca spiny jąder i elektronów.
- Elektron w ciągu milisekund wraca do pierwotnego stanu.
- Oddzielne systemy mikrofalowe.



Zamrożenie polaryzacji w 50 mK
Obrót polaryzacji – prostopadłe pole magnetyczne



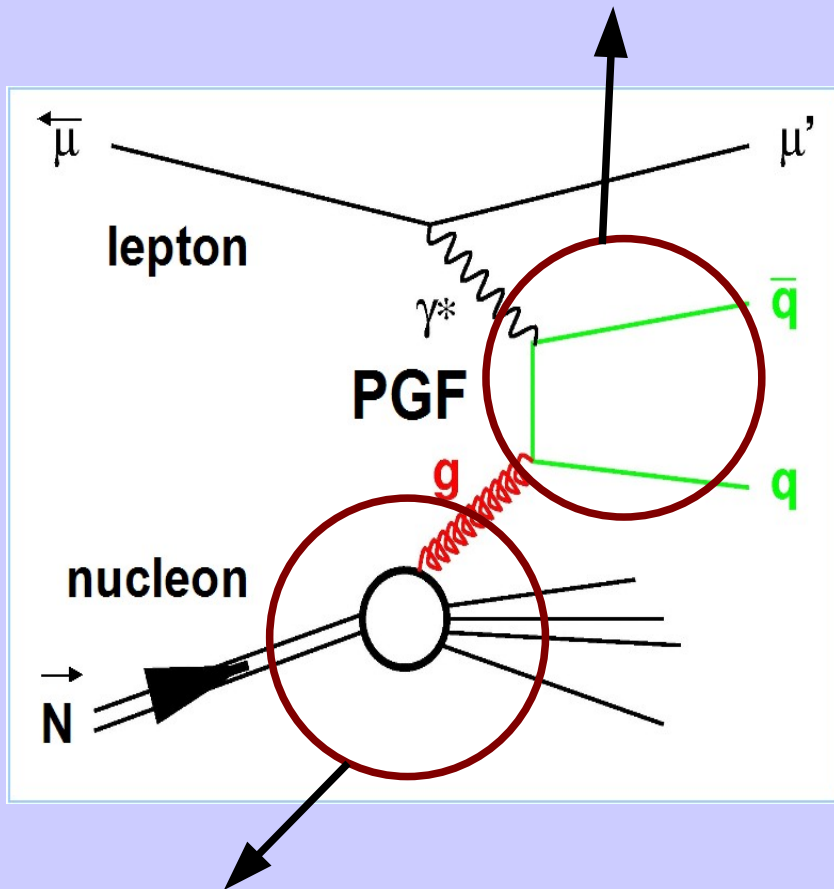
Spektrometr COMPASS



Pomiar ΔG

Fuzja Fotonowo Gluonowa (PGF)

asymetria na poziomie partonowym: a_{LL}



Funkcja struktury: $\Delta G/G$

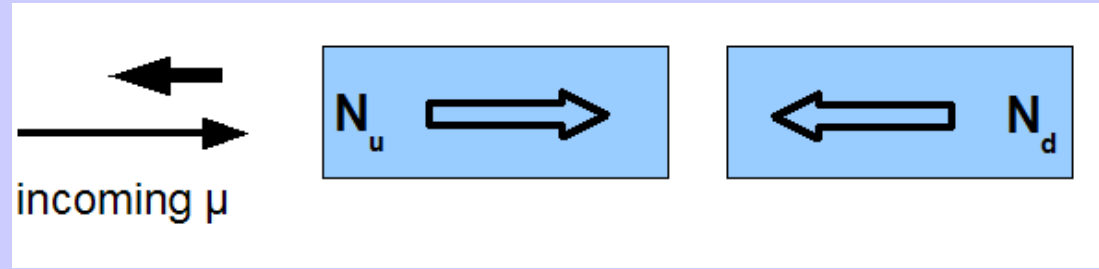
Metoda mezonów powabnych

- produkcja pary $c\bar{c}$
 - zawartosc w nukleonie mała
 - zaniedbywalna produkcja we fragmentacji
- średnio 1.2 D^0 na parę $c\bar{c}$
- skala ustalona przez m_c^2
- rozpad w złotym kanale πK

Dwa hadrony o dużym p_T

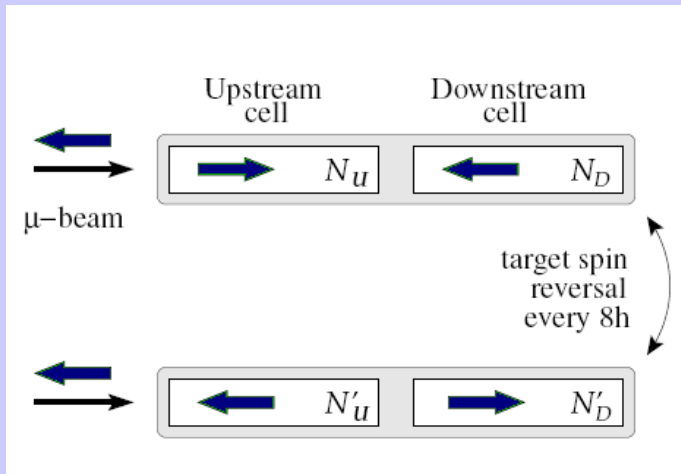
- znacznie większa statystyka (pary lekkich kwarków)
- silna zależność od Monte Carlo
- dwie próbki
 - $Q^2 > 1 \text{ GeV}^2$ – procesy *resolved photon* zaniedbywalne
 - $Q^2 < 1 \text{ GeV}^2$ – procesy *resolved photon* 50%

Pomiar w eksperymencie



Obserwabla dostępna w eksperymencie:
$$A_{\text{exp}} = \frac{N_u^{D^0} - N_d^{D^0}}{N_u^{D^0} + N_d^{D^0}}$$

Aby uniezależnić się od różnic w akceptacji spektrometru:



$$A_{\text{exp}} = 1/2 \left(\frac{N_u^{D^0} - N_d^{D^0}}{N_u^{D^0} + N_d^{D^0}} + \frac{N_d^{D^0'} - N_u^{D^0'}}{N_d^{D^0'} + N_u^{D^0'}} \right)$$

Asymetria w oddziaływaniu IN :

$$A_{IN} = \frac{1}{P_T P_B f} A_{\text{exp}}$$

P_T – polaryzacja tarczy (~50%), $\pm 5\%$

P_B – polaryzacja wiązki (~76%, 81%), $\pm 5\%$

f – czynnik rozcieńczenia (~40%) $\pm 5\%$

Pomiar w eksperymencie (II)

Asymetria w oddziaływaniu γN : $A_{\gamma N} = \frac{1}{D} A_{lN} = \frac{1}{P_T P_B f D} A_{\text{exp}}$

Rzeczywisty pomiar – obok sygnału (S) obecność tła (B), oraz możliwa asymetria tła:

$$A_{\gamma N} = \frac{1}{P_T P_B f D} \frac{S}{S+B} A_{\text{exp}} - A_{BG}$$

Zaniedbywalne dla kanału D^0

Ze strony teoretycznej

Granice całkowania:

- energia progowa na produkcję $c\bar{c}$
- całkowita energia dostępna w oddziaływaniu (ν – energia γ)

$$A_{\gamma N}(x_g) = \frac{\int_{4m_c^2}^{2M\nu} ds \Delta\sigma^{\gamma g \rightarrow c\bar{c}}(s) \Delta G(x_g, s)}{\int_{4m_c^2}^{2M\nu} ds \sigma^{\gamma g \rightarrow c\bar{c}}(s) G(x_g, s)}$$

Masa niezmiennicza γg

część pędu nukleonu niesiona przez gluon

$$x_g = x(s/Q^2 + 1)$$

$\Delta\sigma^{\gamma g \rightarrow c\bar{c}}(s), \sigma^{\gamma g \rightarrow c\bar{c}}(s)$ - przekrój czynny zależny od helicity i niezależny (LO)

$\Delta G(x_g, s), G(x_g, s)$ - rozkład gluonów w nukleonie

$\Delta G/G$

Po uśrednieniu po x_g :

$$A_{yN} = \langle a_{LL} \rangle \left\langle \frac{\Delta G}{G} \right\rangle \quad a_{LL} = \frac{\Delta \sigma^{\gamma g \rightarrow c \bar{c}}}{\sigma^{\gamma g \rightarrow c \bar{c}}}$$

$$\left\langle \frac{\Delta G}{G} \right\rangle = \frac{1}{P_T P_B f D \frac{S}{S+B} \langle a_{LL} \rangle} A_{\text{exp}}$$

Co należy zmierzyć:

- P_T – stały monitoring (przynajmniej raz na 15 minut, NMR)
- P_B – pomiar pędu mionu oddziałującego, $P_B(p_\mu)$
- f – wyznaczone na początku zbierania danych
- D – w LO funkcja mierzonych zmiennych kinematycznych
- S, B – optymalny wybór sygnału (następne transparencje)
- a_{LL} – nie odtwarzamy kinematyki na poziomie partonowym (mierzone jedno D^0)
symulacja Monte Carlo w LO (AROMA)
- A_{exp}

Wybór sygnału

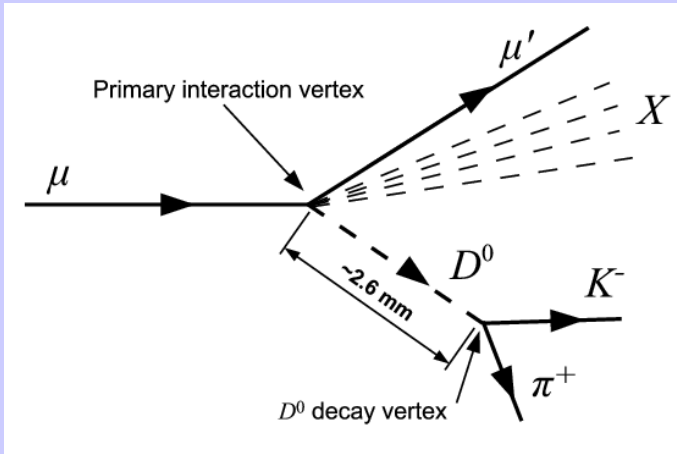
Wielokrotne rozpraszanie w tarczy, brak detektora wierzchołka



Brak rozróżnienia wierzchołków



Metoda kombinatoryczna, wysokie tło



Rozkłady:

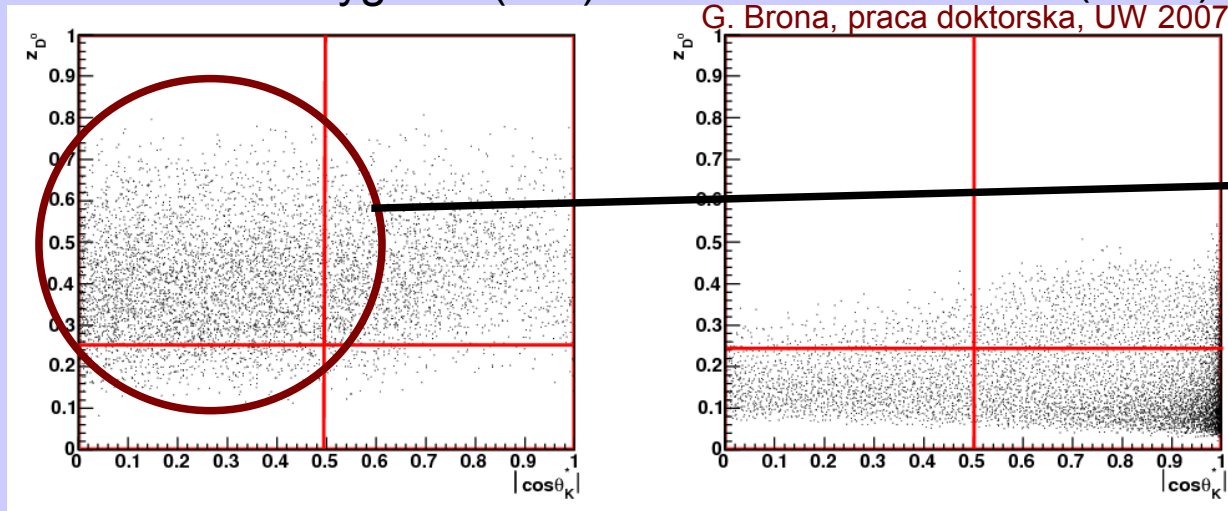
energii D^0 do energii oddziałującego fotonu (z_{D^0})

cosinus kąta pomiędzy kierunkiem D^0 , a kierunkiem emisji K (w CMS D^0)

Rozkład dla sygnału (MC)

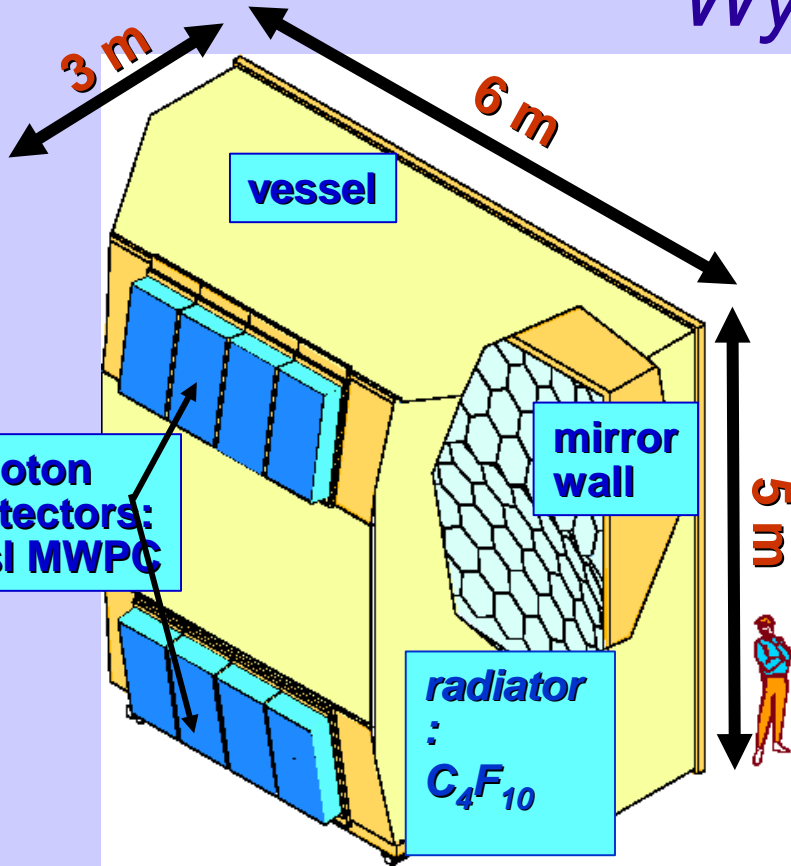
Rozkład dla tła (dane)

G. Brona, praca doktorska, UW 2007



$$z_{D^0} > 0.25$$
$$|\cos \theta^*| < 0.5$$

Wybór sygnału (II)



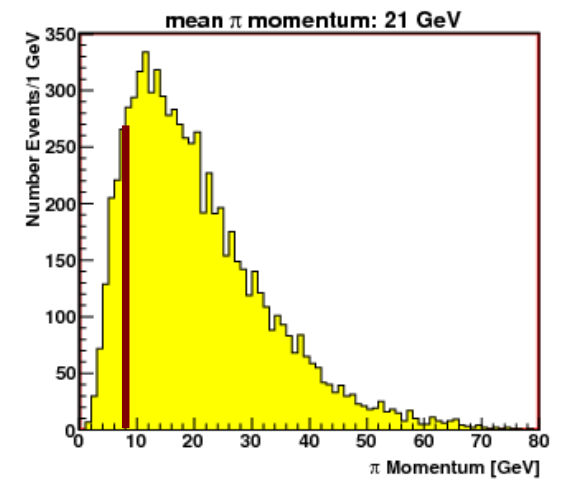
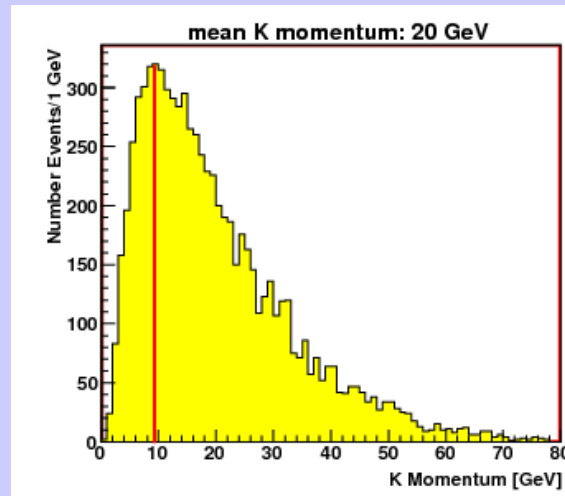
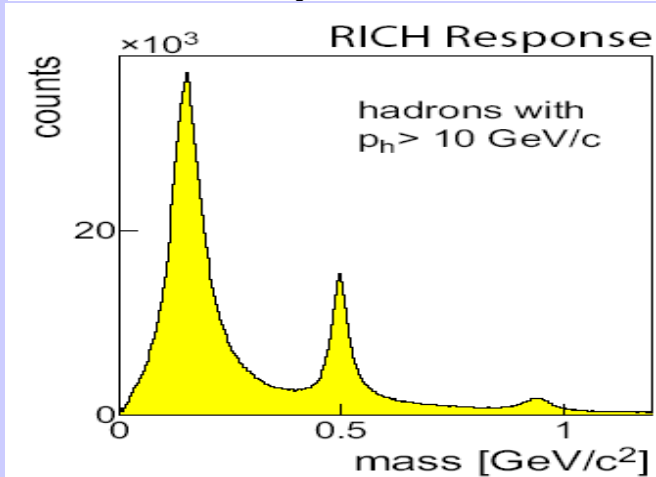
odrzućenie mionów – filtry mionowe
 identyfikacja kaonów w detektorze RICH
 odrzućenie kaonów z próbki pionów

80 m³ gazu C_4F_{10} , 116 VUV luster
 Aktywna powierzchnia: 5.3 m², 82 944 pixeli
 i kanałów odczytu

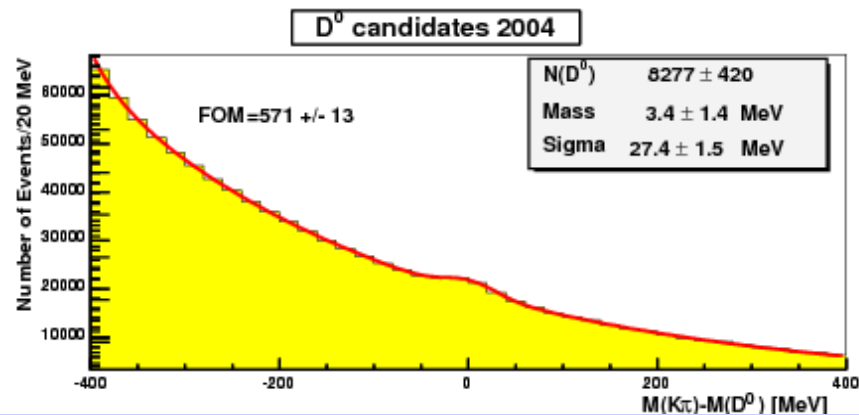
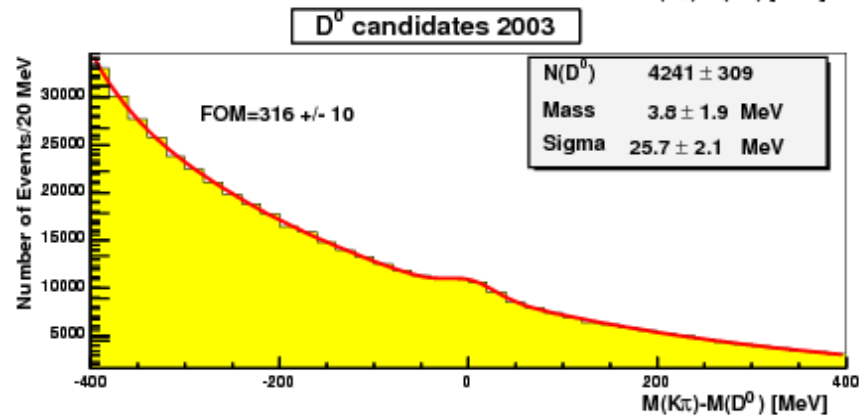
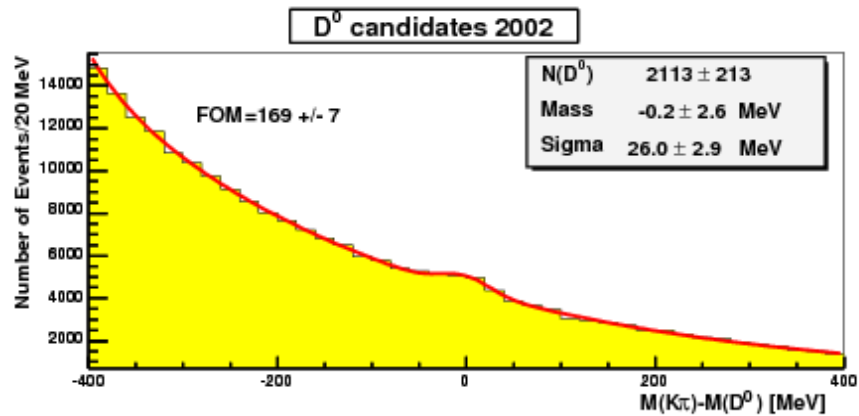
identyfikacja $\pi/K/p$ od 2.5/9/17 GeV do 50 GeV

Studia Monte Carlo:

80% kaonów powyżej progu



Wybór sygnału (III)

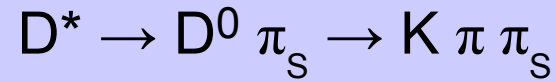
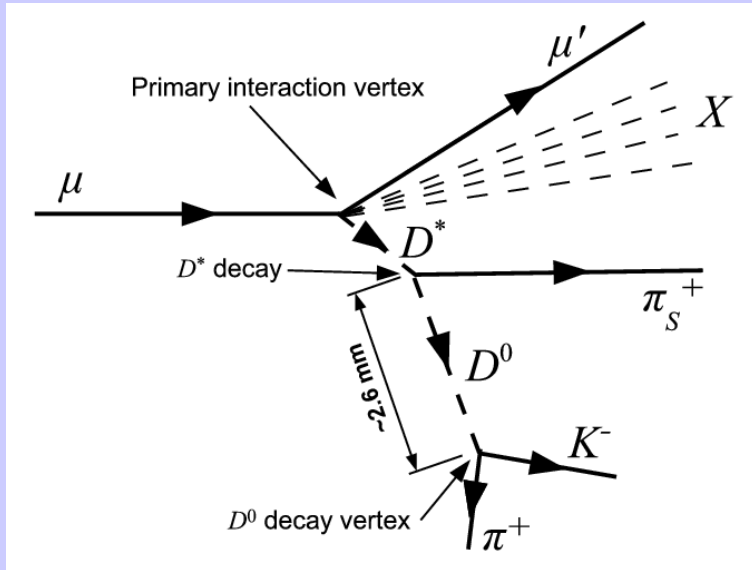


$$S/B \approx 1/10$$

$$S_{2002} : S_{2003} : S_{2004} = 1 : 2 : 4$$

G. Brona, praca doktorska, UW 2007

Wybór sygnału (IV)



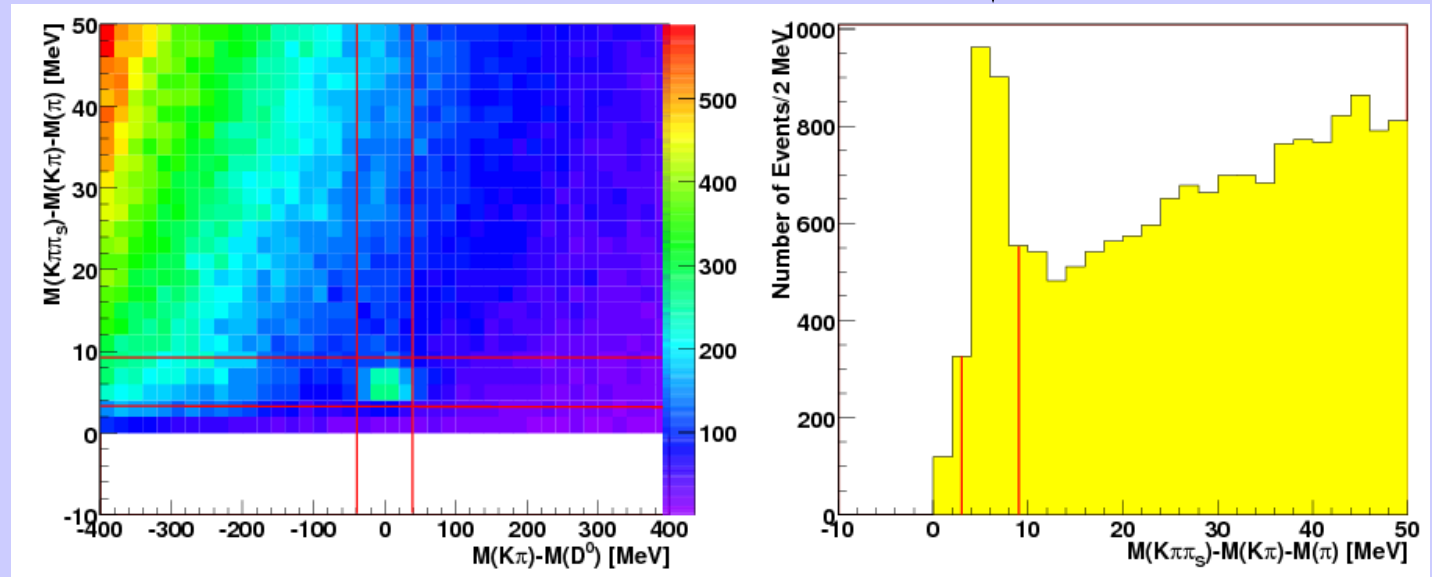
Cięcie na różnicy mas:

$$3.1 \text{ MeV} < M_{K\pi\pi} - M_{K\pi} - M_{\pi} < 9.1 \text{ MeV}$$



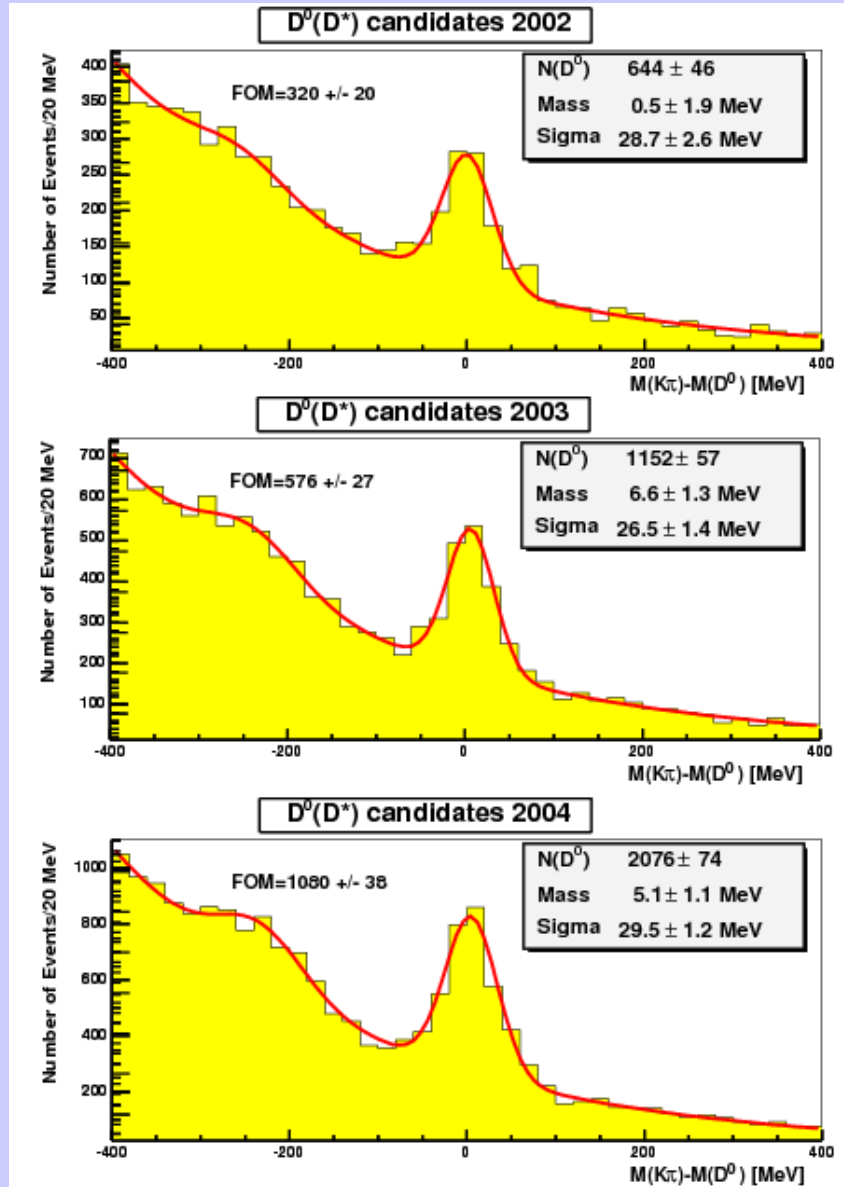
$$Z_{D^0} > 0.20$$

$$|\cos\theta^*| < 0.85$$



G. Brona, praca doktorska, UW 2007

Wybór sygnału (V)

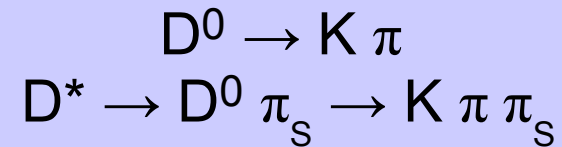


G. Brona, praca doktorska, UW 2007

$$S/B \approx 1/1$$

$$S_{2002} : S_{2003} : S_{2004} = 1 : 2 : 4$$

Analiza prowadzona w dwu kanałach jednocześnie:

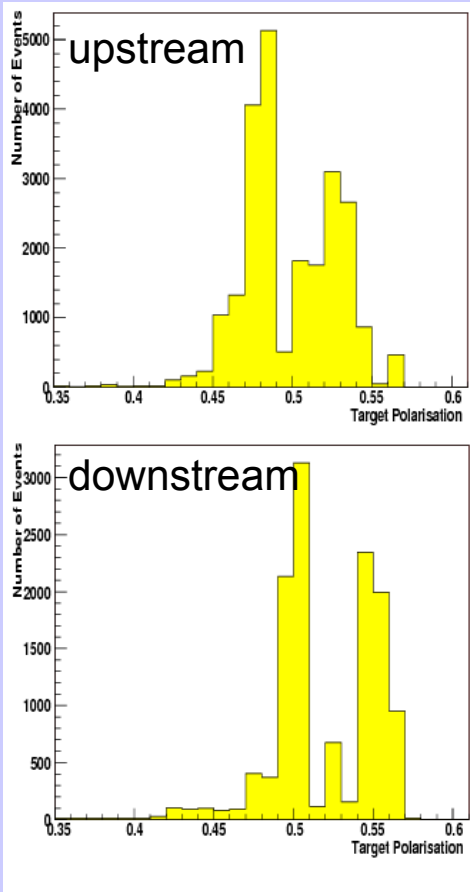


Metoda ważenia

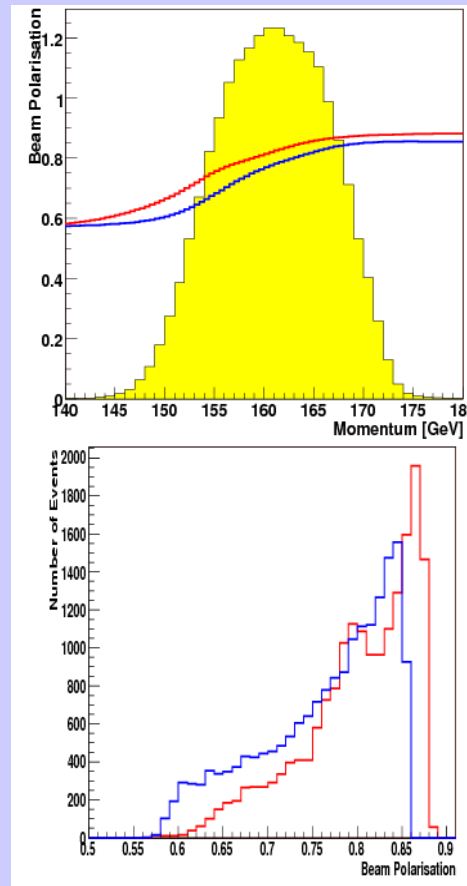
$$\left\langle \frac{\Delta G}{G} \right\rangle = \frac{1}{P_T P_B f D \frac{S}{S+B} \langle a_{LL} \rangle} A_{\text{exp}}$$

Wielkości, które zmieniają się od przypadku do przypadku

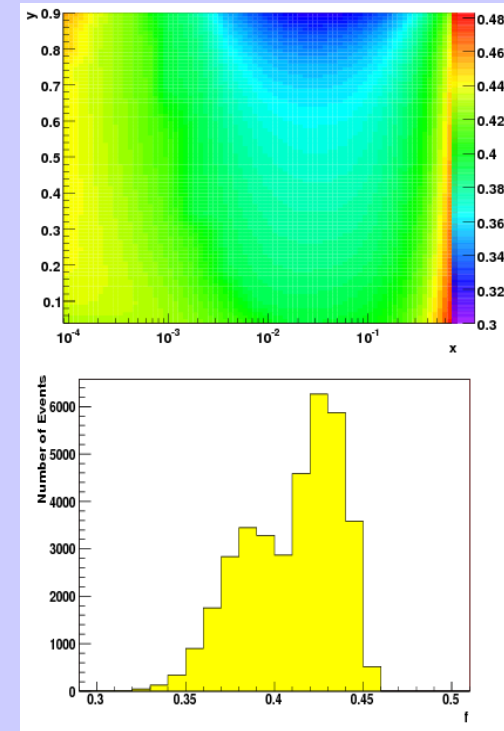
P_T



P_B

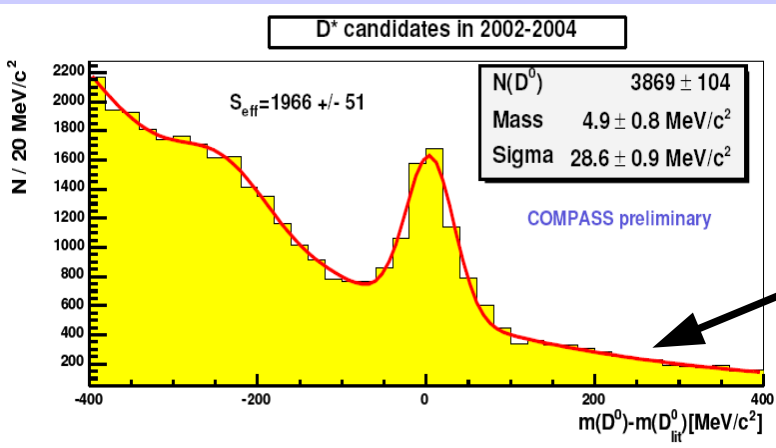
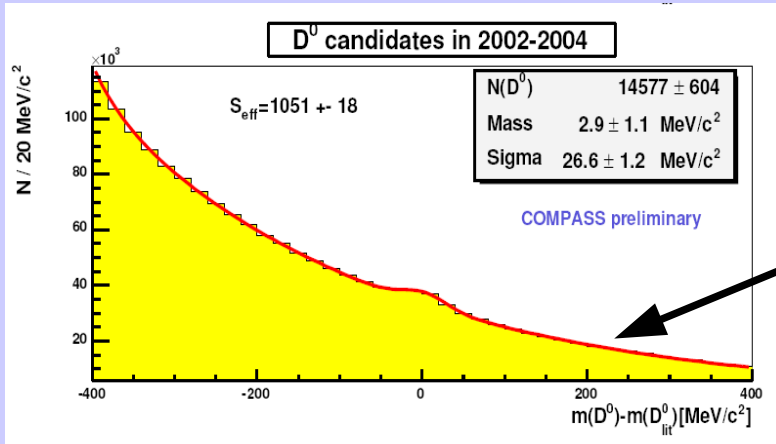


$$f = \frac{n_{pol} \sigma_{pol}}{n_{pol} \sigma_{pol} + \sum_i n_i \sigma_i}$$



Metoda ważenia ($S/S+B$)

S – rozkład Gaussa
 B – dwie funkcje wykładnicze



S – rozkład Gaussa
 B – funkcja wykładnicza +
 Gauss $D^0 \rightarrow K \pi \pi^0$

$$\frac{S}{S+B} \rightarrow \frac{S}{S+B} (masa)$$

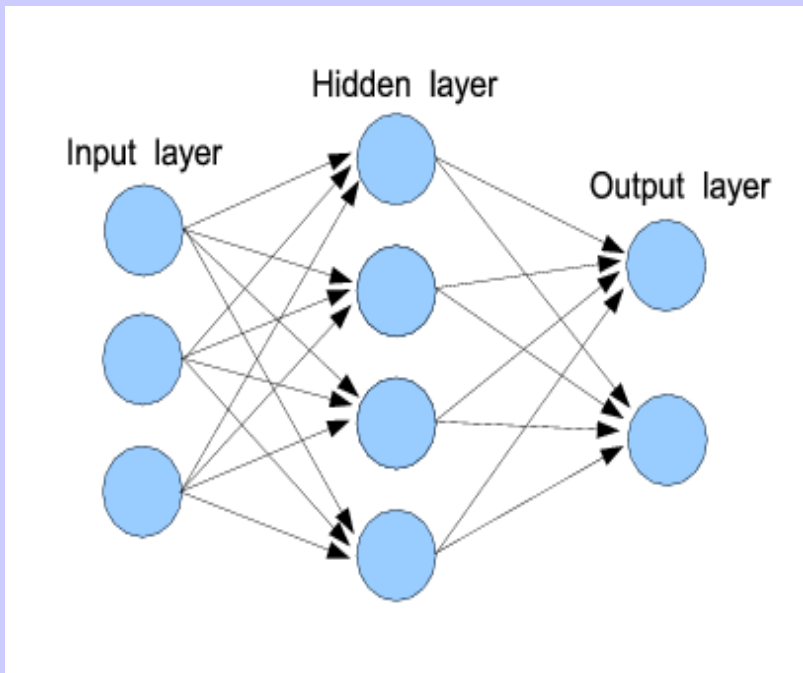
Metoda ważenia (a_{LL})

Wartość a_{LL} nie jest znana dla danego przypadku



Wprowadzenie parametryzacji opartej na mierzonych zmiennych kinematycznych

$(x, y, Q^2, z_D^0, p_{TD}^0)$

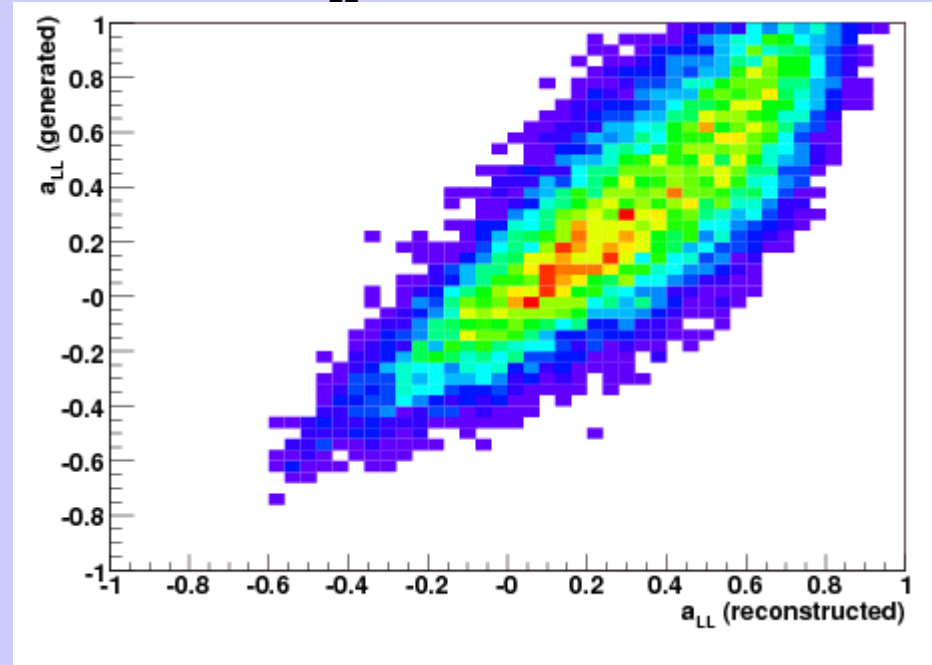


Zastosowanie sieci neuronowej:

- na wejściu zmienne kinematyczne
- na wyjściu odtworzony a_{LL}
- nauka sieci na Monte Carlo:
AROMA (LO) → GEANT → rekonstrukcja
- NetMaker
- sieć uczona z dwoma próbkami
- próby z różnymi zmiennymi

Metoda ważenia (a_{LL})

Korelacja między a_{LL} wygenerowanym i odtworzonym:



$$R = \frac{C}{\sigma_{gen} \sigma_{rec}}$$



odchylenia standardowe

$$C = \frac{1}{N} \sum_i^N (a_{LLrec}^i - \langle a_{LLrec} \rangle) (a_{LLgen}^i - \langle a_{LLgen} \rangle)$$

$$R = 82\%$$

(dla innego zestawu zmiennych wejściowych R podobne)

Metoda ważenia - podsumowanie

Minimalizacja błędu statystycznego przy wadze:

$$w^i = P_T^i P_B^i f^i D^i a_{LL}^i \left(\frac{S}{S+B} \right)^i$$

Zmiany P_T nie są przypadkowe – możliwe obciążenie syst. wyniku

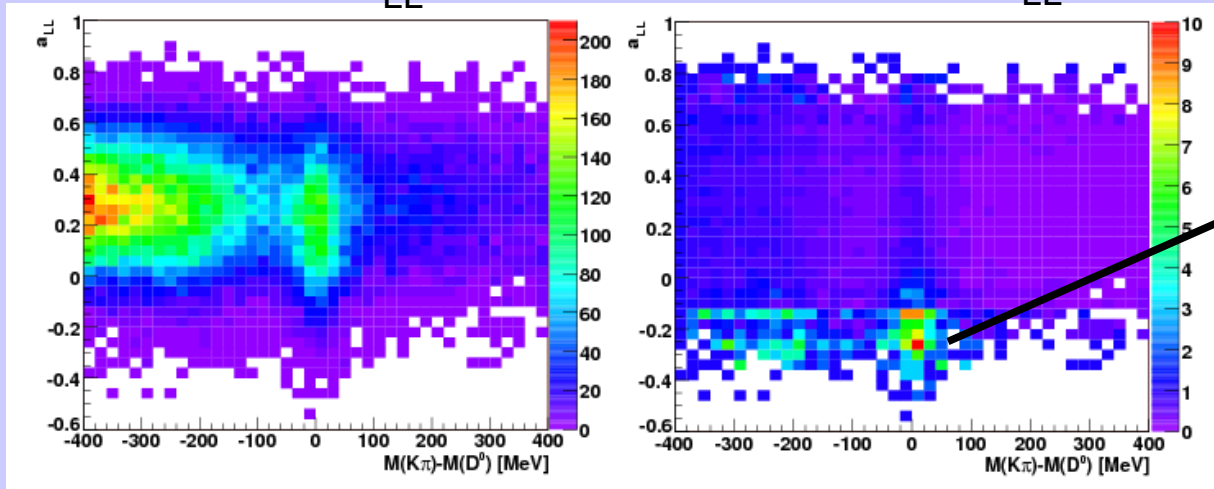
Stosowana waga :
$$w^i = P_B^i f^i D^i a_{LL}^i \left(\frac{S}{S+B} \right)^i$$

Ważenie redukuje błąd ostatecznego wyniku o około 10%

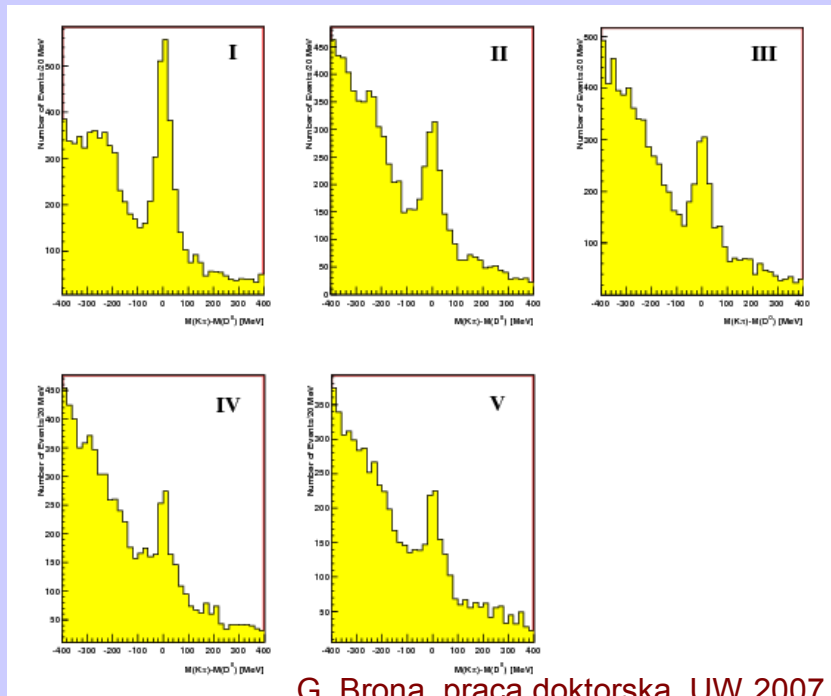
Korelacja pomiędzy a_{LL} i S/B

S vs a_{LL}

S/B vs a_{LL}



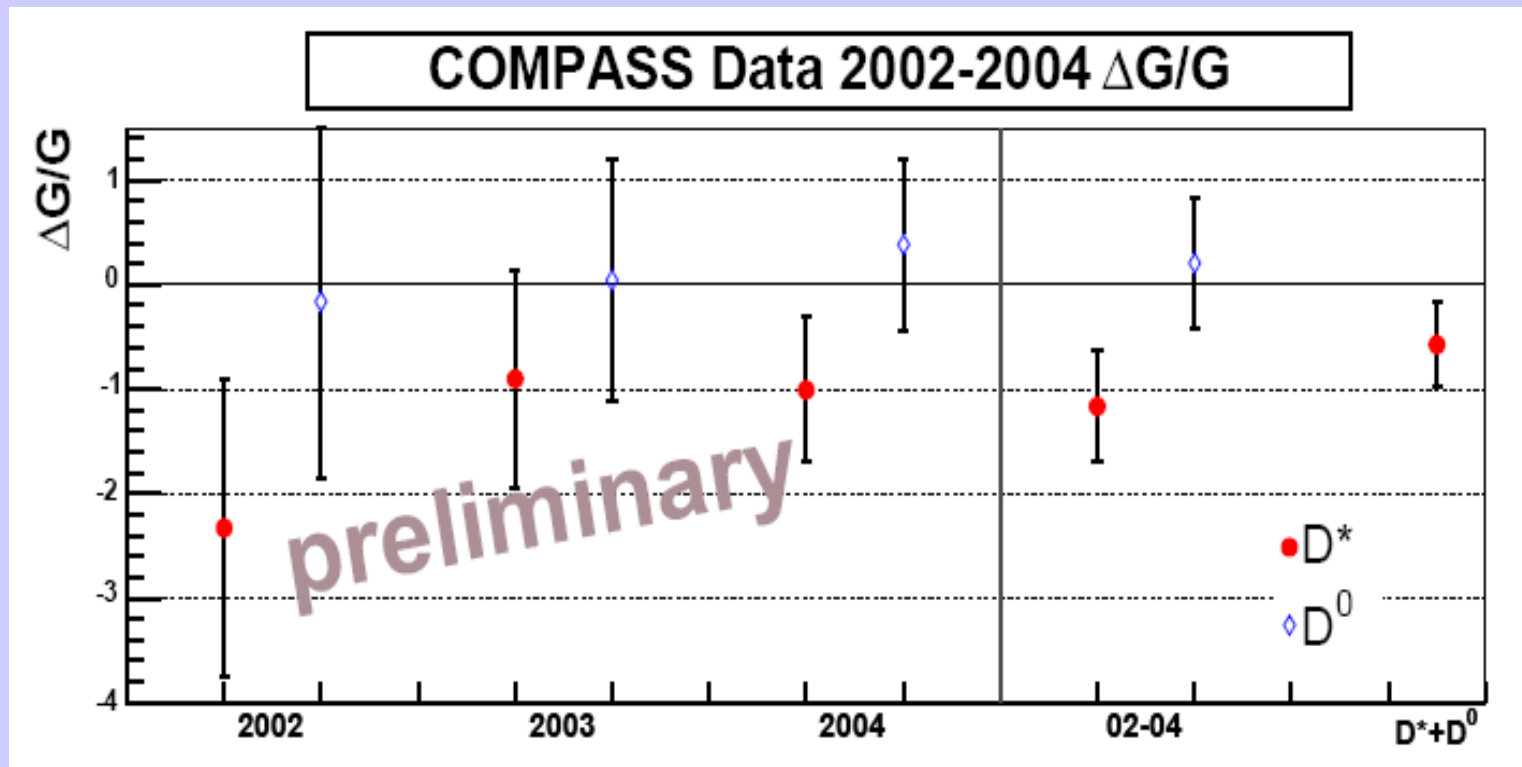
Najwyższy S/B dla małych a_{LL} – antykorelacja



G. Brona, praca doktorska, UW 2007

Podział próbki D^0 na podpróbki zgodnie z a_{LL} , analiza w poszczególnych grupach, wynik ostateczny – średnia ważona.

Wynik dla kanału D^0



$$\left\langle \frac{\Delta G}{G} \right\rangle = -0.57 \pm 0.41 \text{ (stat.)}$$

Skala: 13 GeV^2

x_g : 0.15, RMS: 0.08

Błąd systematyczny

Testy wpływu czynników systematycznych objęły:

- Badania tła wokół sygnału D^0 (asymetria tła)
- Badanie asymetrii w kombinacjach $K^+\pi^+$ i $K^-\pi^-$
- Badania asymetrii tła poprzez osłabianie cięć wybierających sygnał
- Metodę dopasowywania równoległego asymetrii tła i sygnału
- Testy stabilności pracy różnych systemów detektora
- Testy stabilności pracy detektora w czasie (metoda pulsów)
- Badanie wpływu różnego binowania w a_{LL}
- Testy różnych sieci neuronowych (nauczonych na różnych MC, zmiana m_c i rozkładów partonów przy generacji)
- Badanie migracji przypadków pomiędzy tarczami oraz pomiędzy tarczami, a systemem chłodzenia tarczy
- Testowanie różnych funkcji opisujących tło i sygnał (ok. 300)
- Uwzględnienie niepewności: P_T , P_B , f

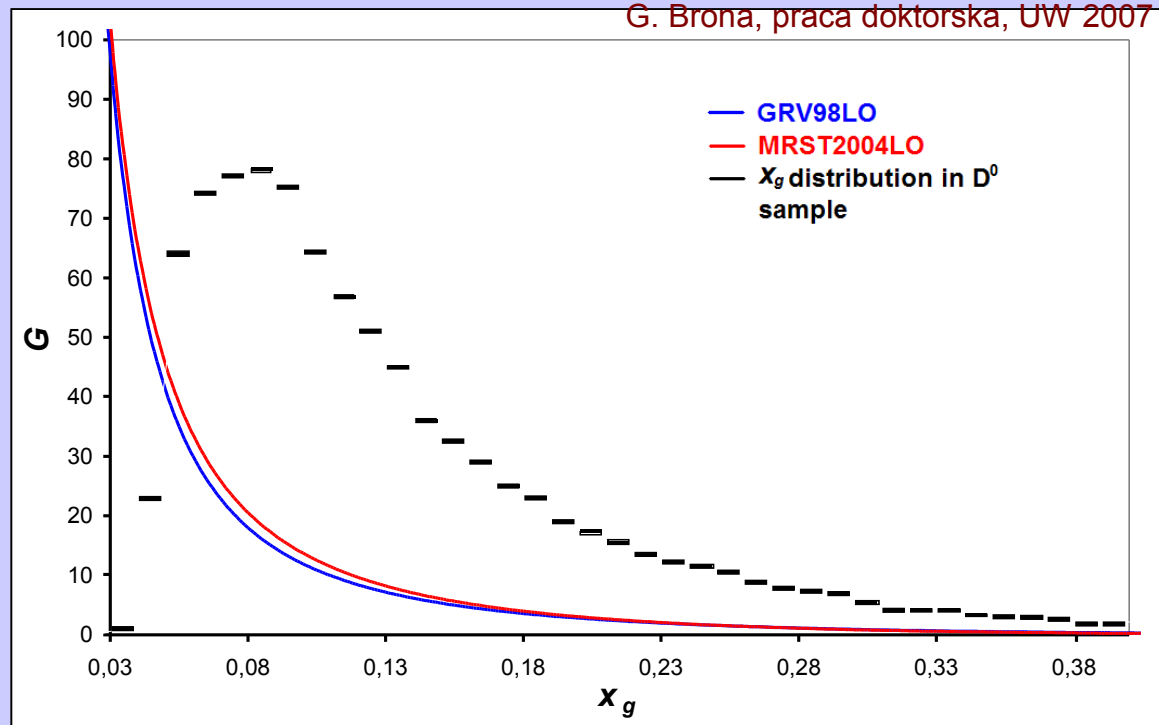
Błąd systematyczny (II)

EFEKT	WKŁAD DO BŁĘDU
Asymetria tła	0.07
Fałszywe asymetrie	0.10
Procedura binowania	0.04
Sieć (MC)	0.05
Dopasowanie funkcji	0.09
Migracja	0.006
P_T	0.03
P_B	0.03
f	0.03
CAŁKOWITY BŁĄD:	0.17

$$\left\langle \frac{\Delta G}{G} \right\rangle = -0.57 \pm 0.41 (stat.) \pm 0.17 (syst.) = -0.57 \pm 0.44 (total)$$

2002-2004

$\Delta G(x_g = 0.15)$



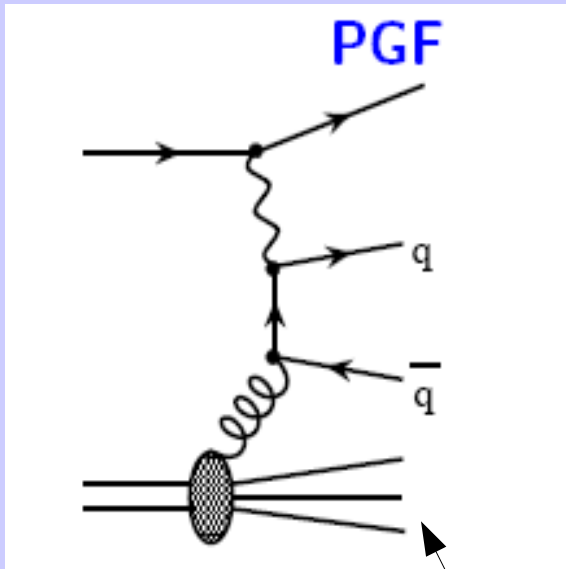
GRV98LO: $\Delta G(x_g = 0.15, \mu = 13 \text{ GeV}^2) = -7.4 \pm 5.7 (total)$

MRST2004LO: $\Delta G(x_g = 0.15, \mu = 13 \text{ GeV}^2) = -8.3 \pm 6.4 (total)$

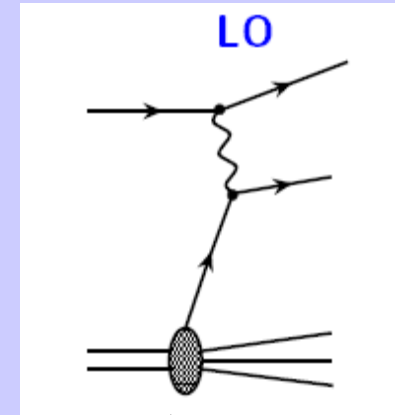
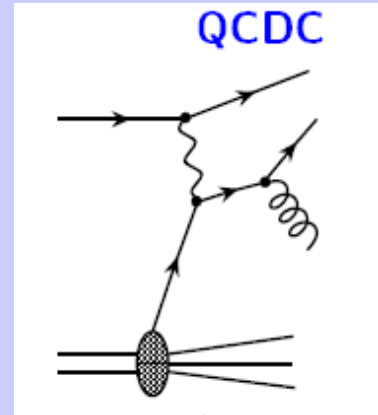
G. Brona, praca doktorska, UW 2007

Para hadronów z dużym p_T ($Q^2 > 1 \text{ GeV}^2$)

Sygnal



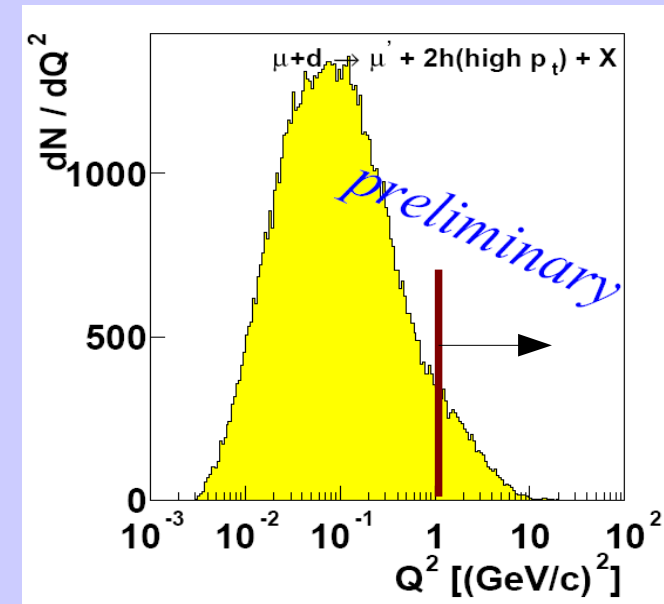
Tło



$$A = R_{pgf} a_{LL}^{PGF} \frac{\Delta G}{G} + (R_{QCDC} a_{LL}^{QCDC} + R_{LO} a_{LL}^{LO}) \frac{\Delta q}{q}$$

gdzie R_{PGF} , R_{QCDC} , R_{LO} wkłady poszczególnych procesów

- Próbkę $Q^2 > 1 \text{ GeV}^2$ – 10% całej statystyki
- Próbkę MC do wyznaczenia R_{PGF} i a_{LL}^{PGF}
- LEPTO 6.5.1



Para hadronów z dużym p_T ($Q^2 > 1 \text{ GeV}^2$) (II)

- Cięcia użyte w analizie:

- Ślady hadronów w kalorymetrze hadronowym
- Brak śladów za filtrami mionowymi
- Odrzucenie obszaru fragmentacji tarczy ($x_F > 0.1$ & $z > 0.1$)
- $0.1 < y < 0.9$
- $x < 0.05 \rightarrow$ małe A_1^d , procesy LO and QCDC zaniedbywalne

- $p_{T1}, p_{T2} > 0.7 \text{ GeV}$

- $p_{T1}^2 + p_{T2}^2 > 2.5 \text{ GeV}^2$

cięcia jak w SMC

- Masa niezmiennicza $m_{h_1 h_2} > 1.5 \text{ GeV}$ (odrzućenie rezonansów)

$$\left\langle \frac{\Delta G}{G} \right\rangle = 0.06 \pm 0.31 (\text{stat.}) \pm 0.06 (\text{syst.})$$

$$R_{\text{PGF}} = 0.34 \pm 0.07$$

2002-2003

$$x_g = 0.13 (\text{RMS } 0.08)$$

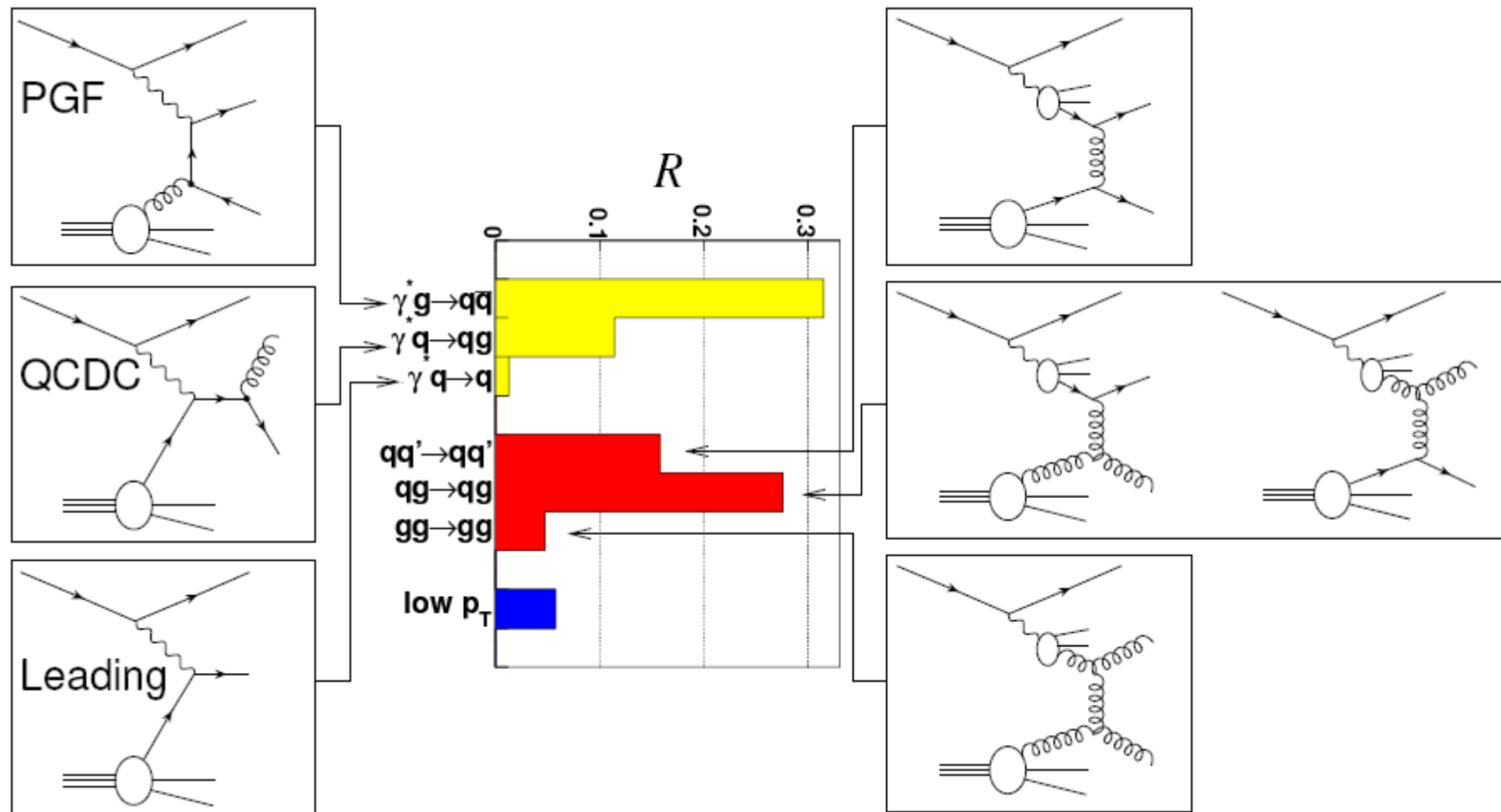
skala: 3 GeV^2

Pomiar Polaryzacji Gluonów

Para hadronów z dużym p_T ($Q^2 < 1 \text{ GeV}^2$)

Procesy bezpośrednie:

Procesy z resolved-photon:

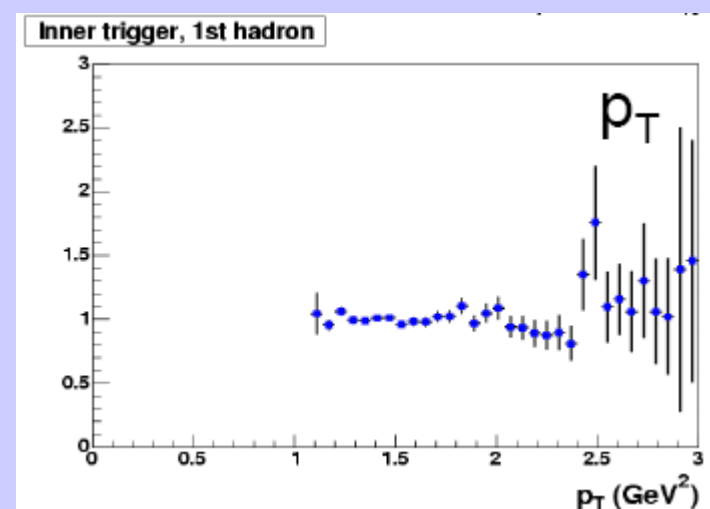
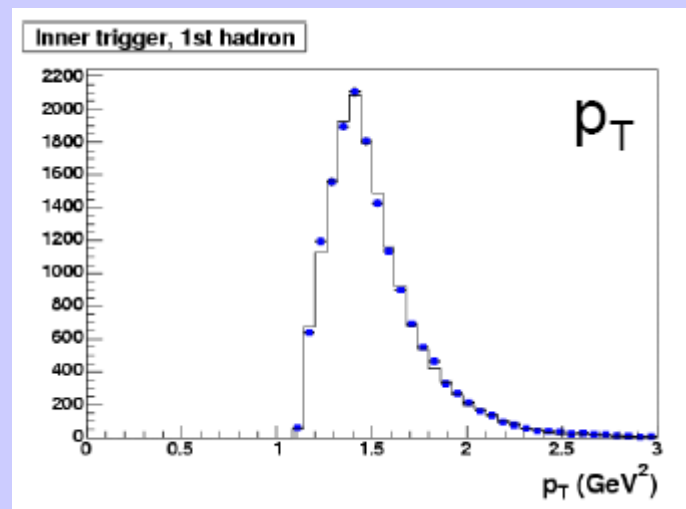
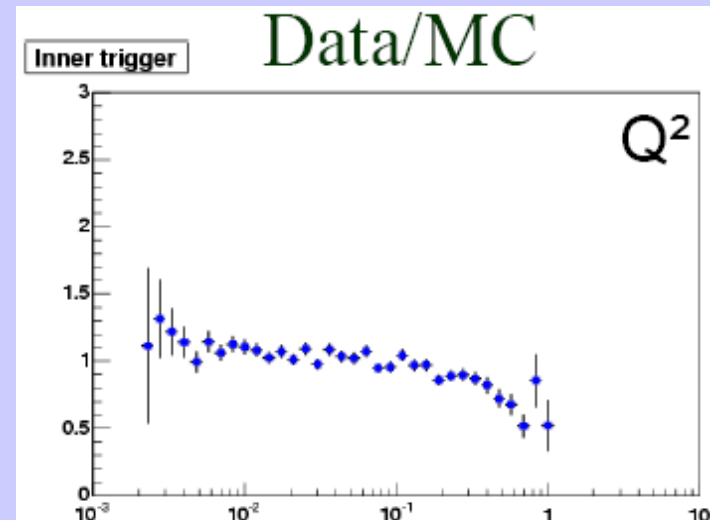
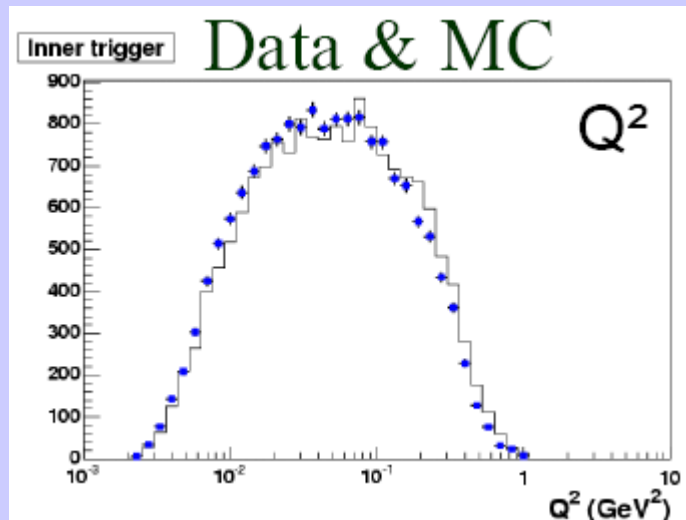


$\bar{q}q \rightarrow \bar{q}q + \bar{q}q \rightarrow gg + gg \rightarrow \bar{q}q \approx 0.6\%$
pomijalne

90% statystyki -> ~500 000 przypadków z 2002 - 4

Para hadronów z dużym p_T ($Q^2 < 1 \text{ GeV}^2$) (II)

Fracje poszczególnych procesów otrzymane z MC: PYTHIA 6.2
+ opis detektora - GEANT



Para hadronów z dużym p_T ($Q^2 < 1 \text{ GeV}^2$) (III)

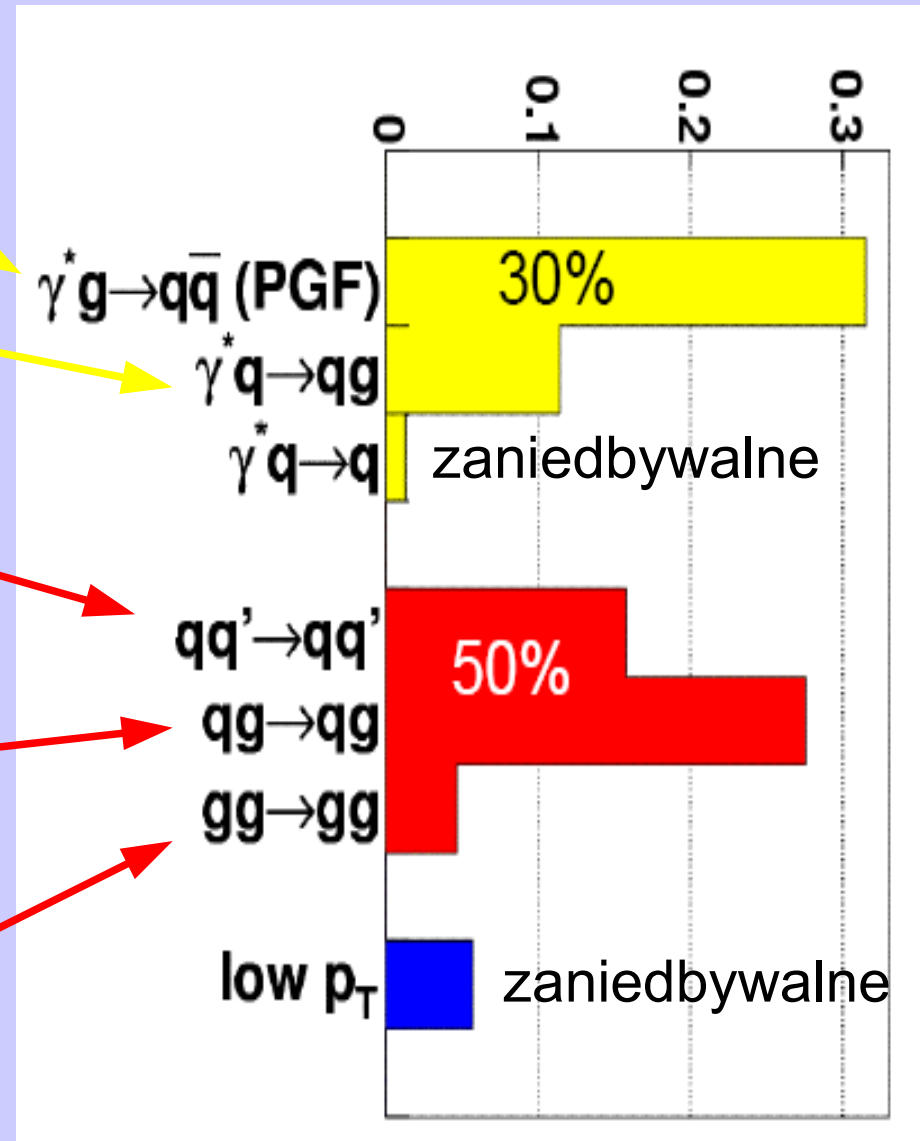
$$A = R_{PGF} a_{LL}^{PGF} \frac{\Delta G}{G}$$

$$+ R_{QCDC} a_{LL}^{QCDC} \frac{\Delta q}{q}$$

$$+ R_{qq} a_{LL}^{qq} \frac{\Delta q}{q} \left(\frac{\Delta q}{q}\right)^\gamma$$

$$+ R_{qg} a_{LL}^{qg} \frac{\Delta q}{q} \left(\frac{\Delta G}{G}\right)^\gamma$$

$$+ R_{gg} a_{LL}^{gg} \frac{\Delta G}{G} \left(\frac{\Delta G}{G}\right)^\gamma$$



Para hadronów z dużym p_T ($Q^2 < 1 \text{ GeV}^2$) (III)

Rezultat 2002/3/4:

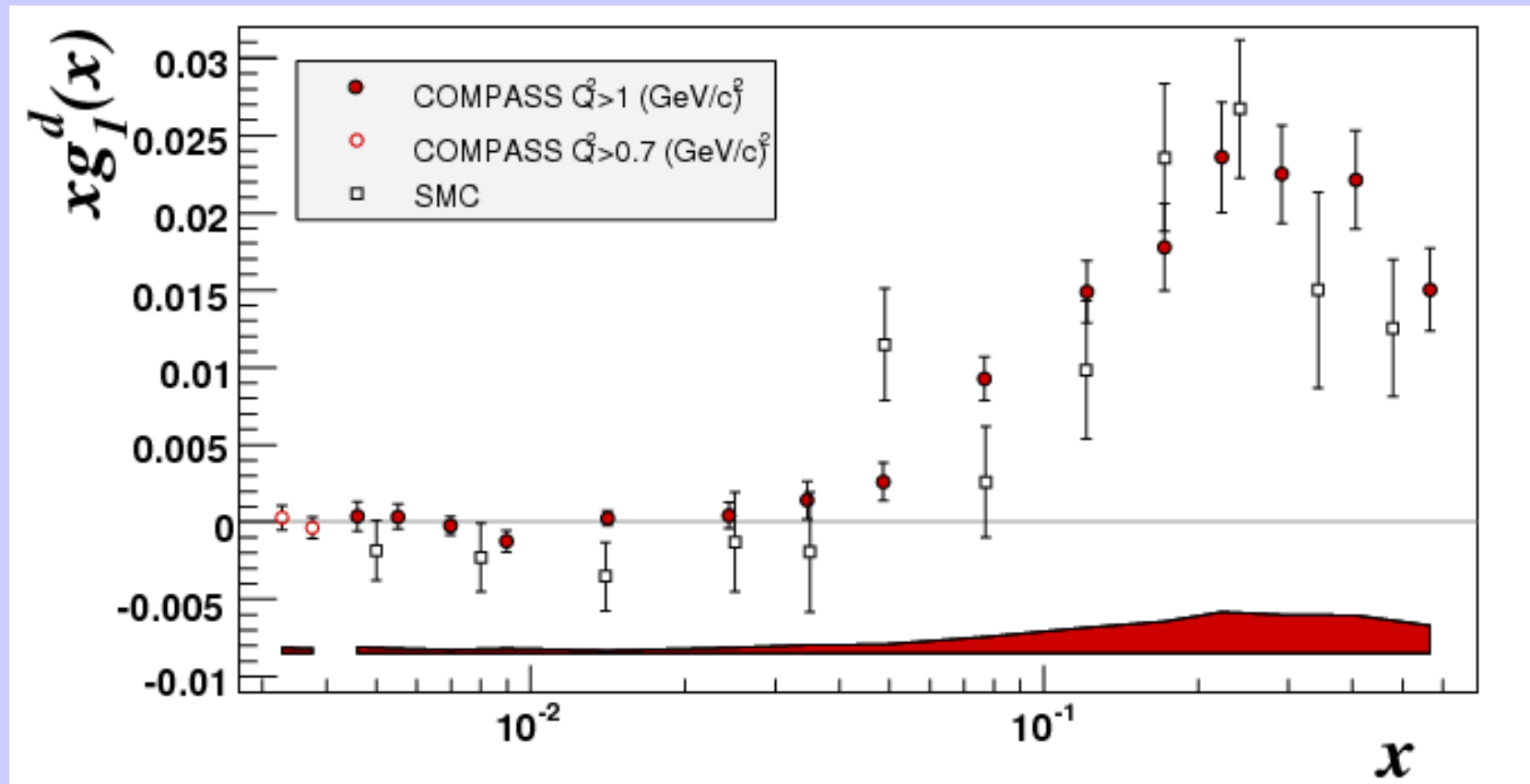
$$\left\langle \frac{\Delta G}{G} \right\rangle = 0.016 \pm 0.058 (\text{stat.}) \pm 0.055 (\text{syst.})$$

$$x_g: 0.095^{+0.08}_{-0.04}$$

2002-2004

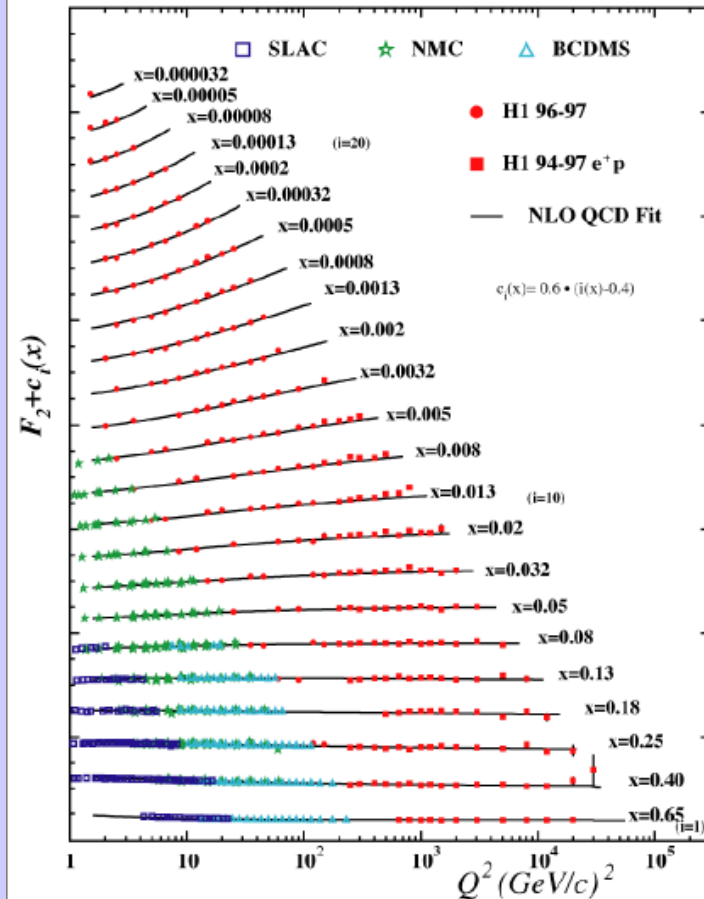
skala: 3 GeV^2

Pomiar g_1^d w COMPASS-ie

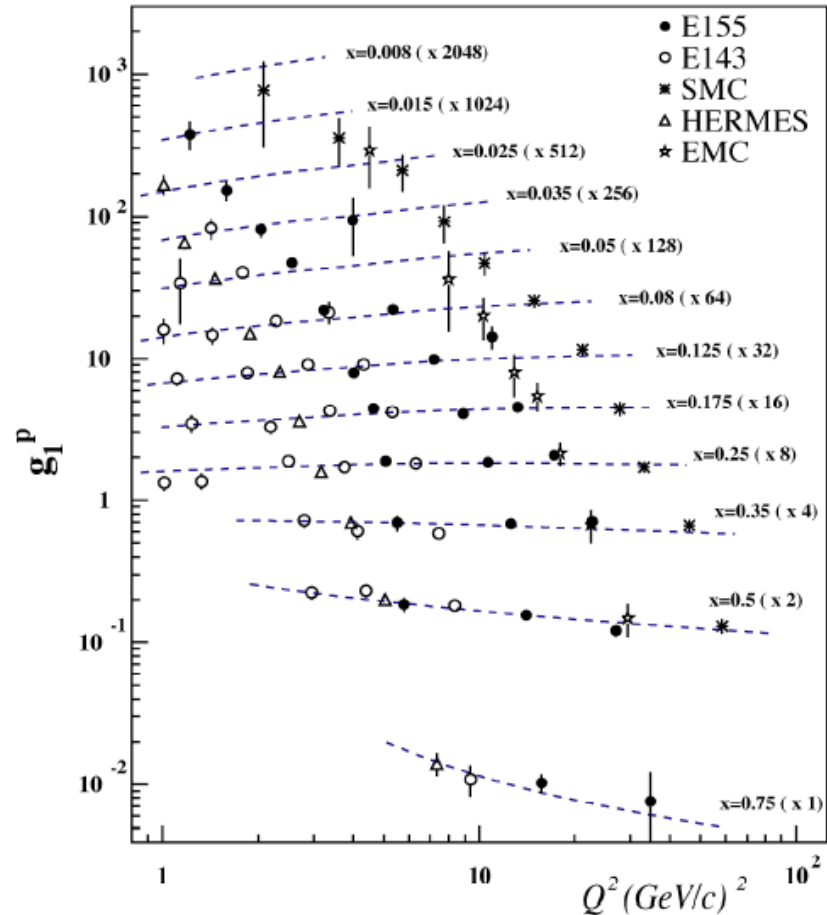


$\Delta G/G$ z łamania skalowania

World data on F_2^p



World data on g_1^p

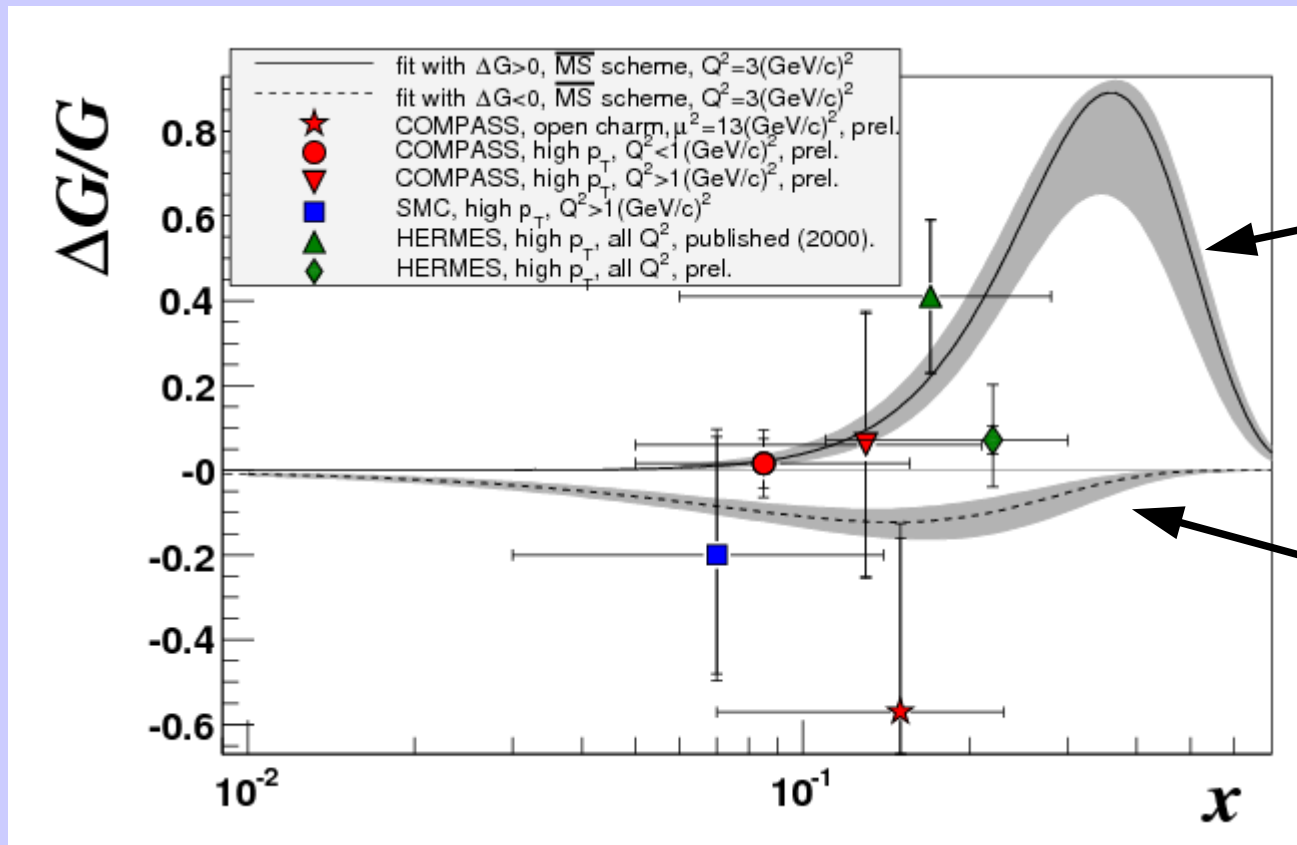


- Mała precyzja
- Brak pomiarów przy małych x , brak pomiarów w zderzaczach

Podsumowanie obecnych pomiarów $\Delta G/G$

Nowe wyniki COMPASS-a (**Phys Lett B647, 2007, 8**):

- 230 punktów eksperymentalnych g_1 , w tym 43 z COMPASS-a
- Dwa rozwiązania na ΔG



$\Delta G > 0$

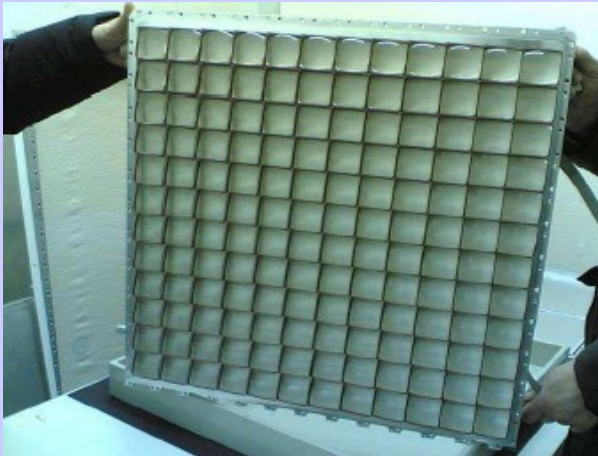
Dla obu rozwiązań:
 $|\Delta G| \approx 0,2 - 0,3$

$\Delta G < 0$

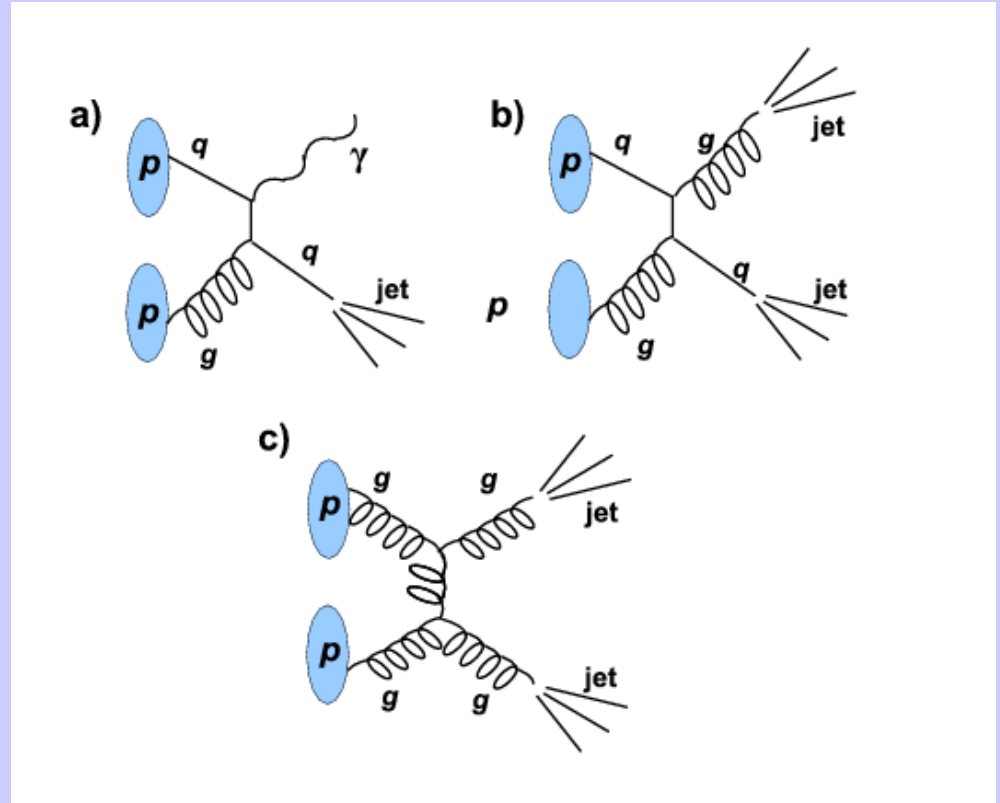
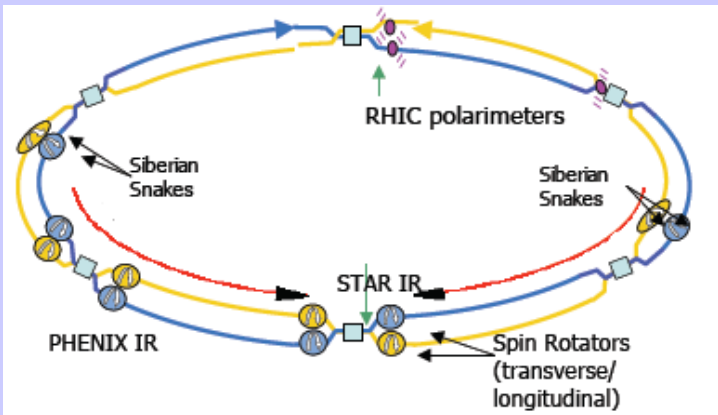
COMPASS w 2006 roku

- Wyniki z analizy par hadronów z dużym p_T ($Q^2 > 1$) dostępne niedługo – znaczna redukcja błędu statystycznego
- Analiza kanału D^0 dla lat 2002-2004 wciąż trwa (ostateczny wynik latem)
- Dla kanału z dużym p_T rozważana możliwość wyznaczania $\Delta G/G$ w binach x_g

- Ulepszenia w 2006 roku:
 - Nowy solenoid tarczy – lepsza akceptacja (+30%)
 - Liczne ulepszenia detektora RICH
 - Nowe detektory śladowe (m.in. SCI-FI Warsaw)
- Prawdopodobne podwojenie statystyki 2002-4



Pomiary w RHIC (I)

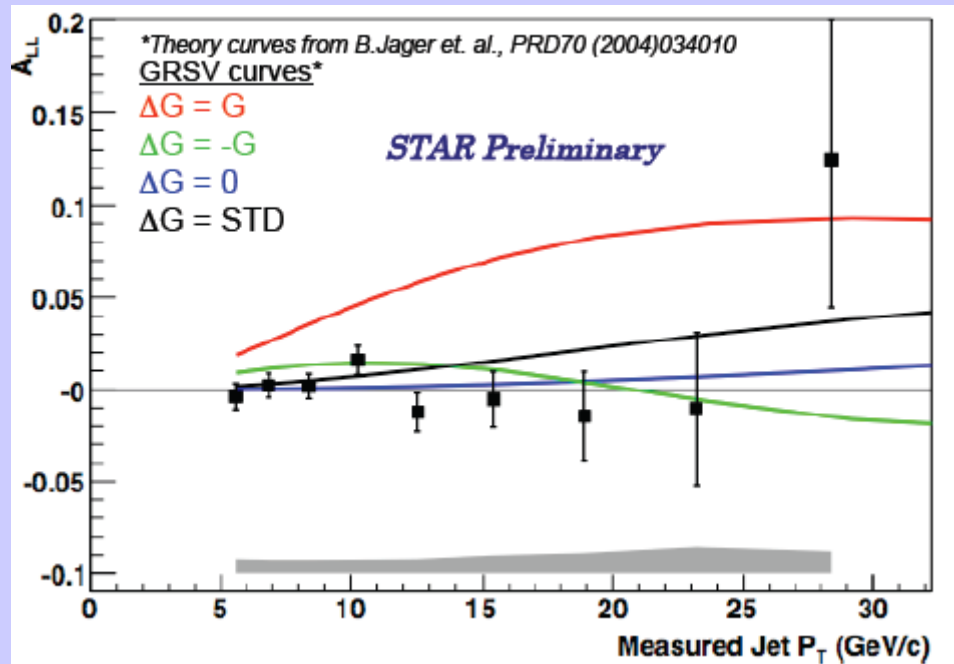


pp Run Year	2002	2003	2004	2005	2006
< Polarization > %	15	30	40-45	45-50	60
$L_{\max} [10^{30} \text{ s}^{-1} \text{ cm}^{-2}]$	2	6	6	16	30

- Program przy detektorach STAR i PHENIX
- Zderzanie protonów o energiach 100 i 250 GeV
- Znacznie bardziej skomplikowane tło

Pomiary w RHIC (II)

Przykładowy wynik (STAR, produkcja jetów, 2006, prezentowane na DIS2007):



Procedura:

- pomiar asymetrii na produkcję danego stanu końcowego
- porównanie z asymetrami, jakie przewidywane są dla konkretnego założenia o polaryzacji gluonów

Nie jest to pomiar bezpośredni ΔG , polega on na wykluczeniu scenariuszy, które są niezgodne z jego wynikiem.

Dane z RHIC-a wskazują na niewielkie ΔG .

Podsumowanie

- Pomiar ΔG w końcu wchodzi w fazę “pomiarów precyzyjnych”
- Wszystkie rezultaty wskazują, że ΔG jest małe (<1.0)
- Znak wciąż pozostaje nieznany
- Potrzebna znajomość zależności względem x
- Analiza NLO
- Więcej wyników z COMPASS-a i RHIC-a w najbliższej przyszłości



2 hadrons with high p_T ($Q^2 < 1 \text{ GeV}^2$)

For $\Delta q/q$ GRV98 & GRSV2000 used

The problem:

Photon polarized PDFs are a sum of a perturbative part and a non-perturbative.

- Perturbative part $\Delta q_{\text{pert}}^\gamma$ can be calculated
- Non-perturbative part $\Delta q_{\text{nonpert}}^\gamma$ has to be measured
- But it is not measured yet!
- An estimation:

$$-q_{\text{nonpert}}^\gamma < \Delta q_{\text{nonpert}}^\gamma < q_{\text{nonpert}}^\gamma$$

- The uncertainty is included in a systematical error

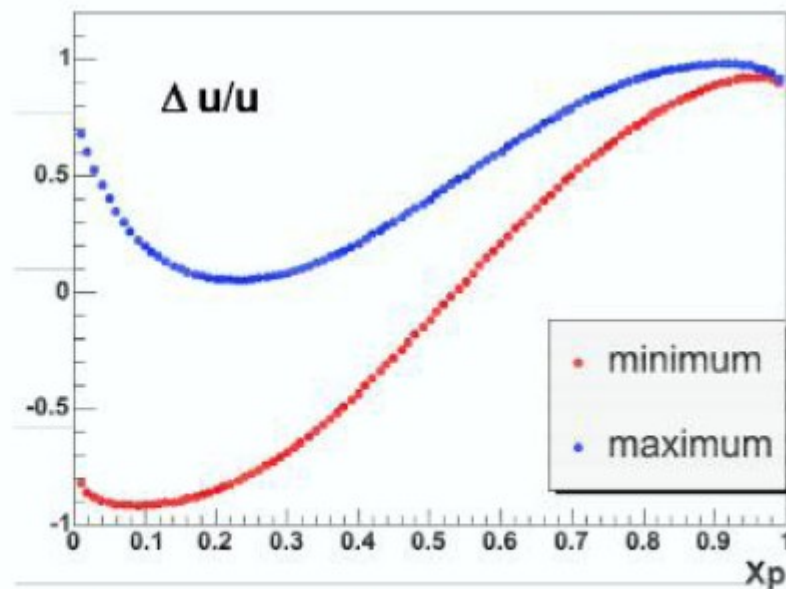
2 hadrons with high p_T ($Q^2 < 1 \text{ GeV}^2$)

- The systematical error can be decomposed:
 - False asymmetries (experimental systematics): 0.014
 - Resolved photon contribution: 0.013
 - Monte Carlo tuning: **0.052**
 - The MC parameters were changed in a range where the reasonable agreement between the data and MC remains
 - 30% difference in R_{PGF} found

Resolved photons

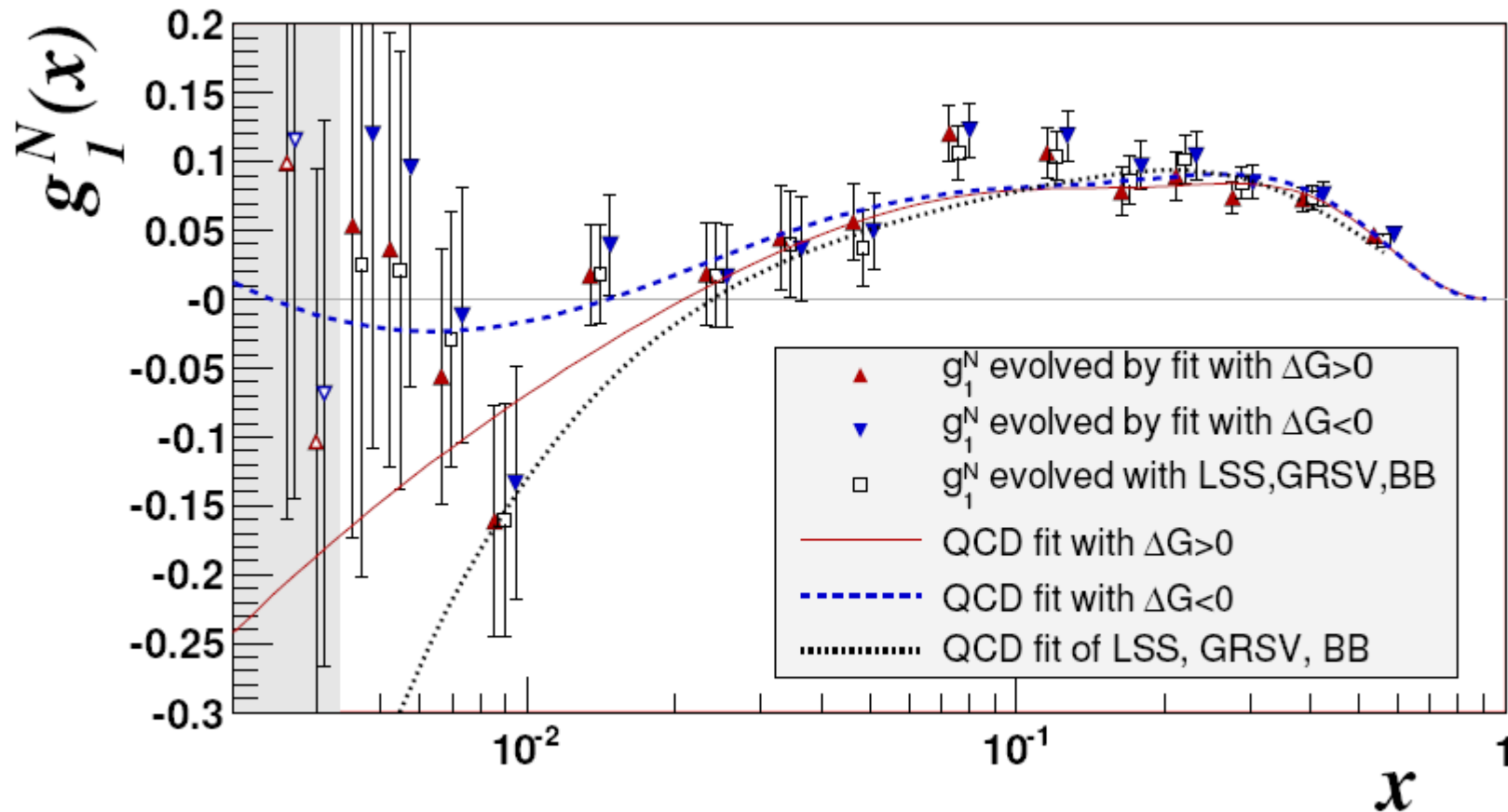


- More than 50%, however assuming a min and max scenario, shows little difference.
- Probing photon at large x , where photon PDF rather well determined



Glück, Reya, Sieg

ΔG from a scaling violation in $g_1 \dots$ cont'd



COMPASS g_1^N evolved to $Q^2 = 3 \text{ GeV}^2$; NLO fits to world data (2006).

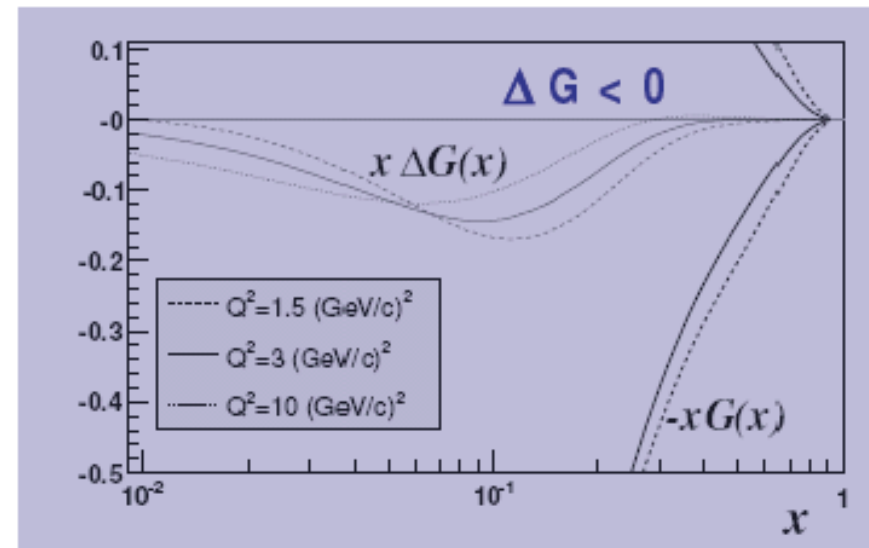
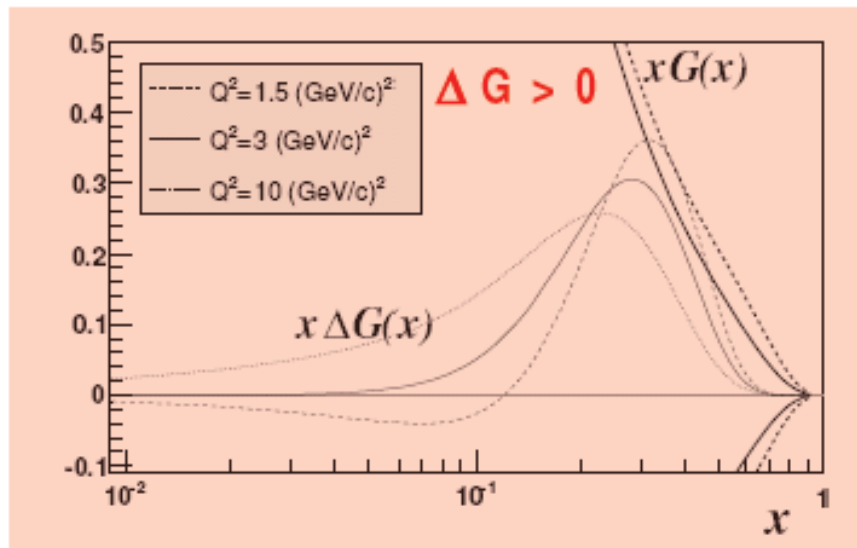
- *New g_1^d data + world data*
- $\Delta G > 0$ and $\Delta G < 0$
- $|\Delta G| \sim 0.2 - 0.3$
- $a_0 = 0.33 \pm 0.03 \pm 0.05 (Q^2 \rightarrow \infty)$
- $\Delta s = -0.08 \pm 0.01 \pm 0.02 (Q^2 \rightarrow \infty)$

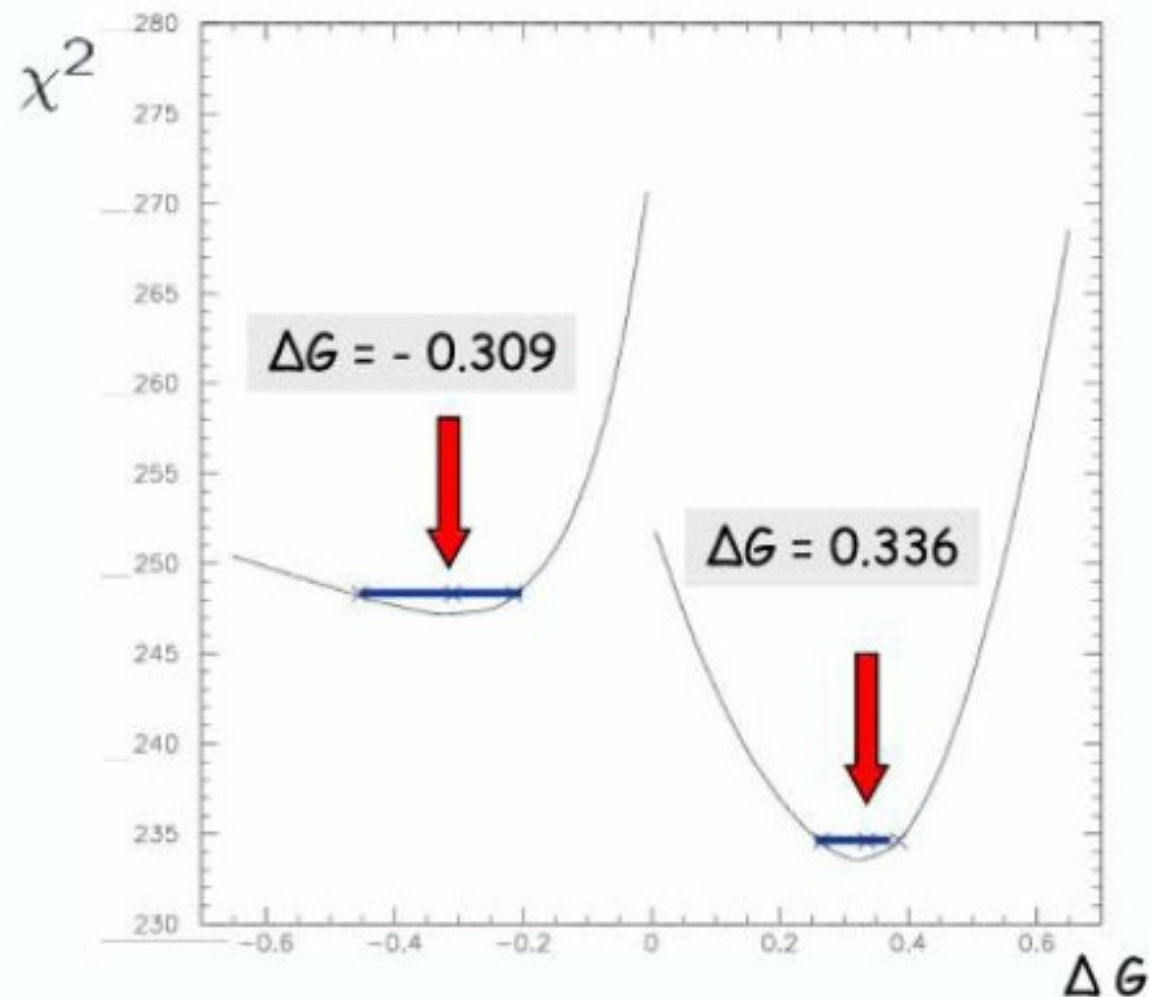
cf.: New Hermes Fit:

$$a_0 = 0.330 \pm 0.011 \pm 0.025$$

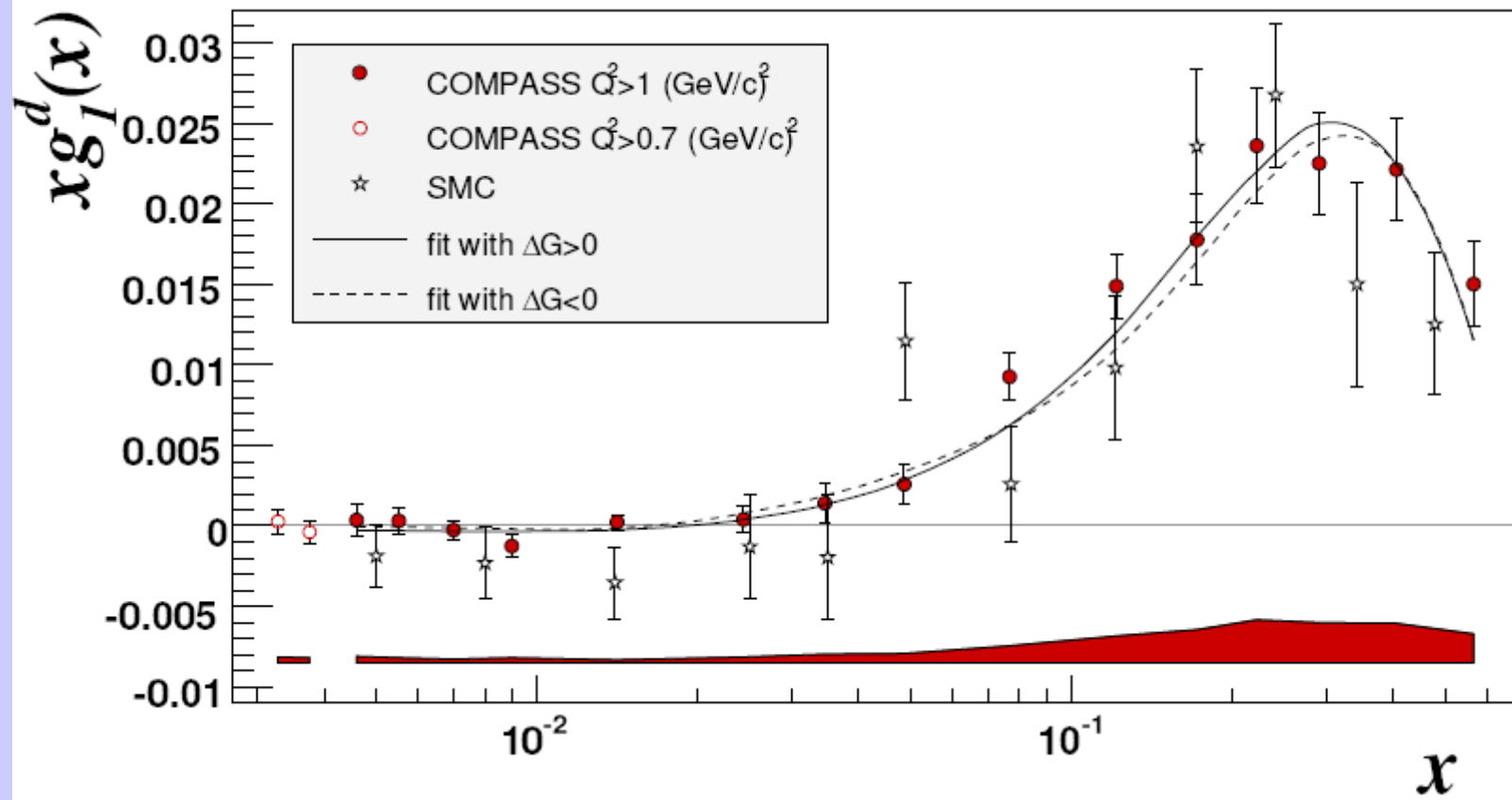
$$\pm 0.028 \text{ (evol)}$$

$$\Delta s = -0.085 \pm 0.013 \pm 0.08 \pm 0.09$$



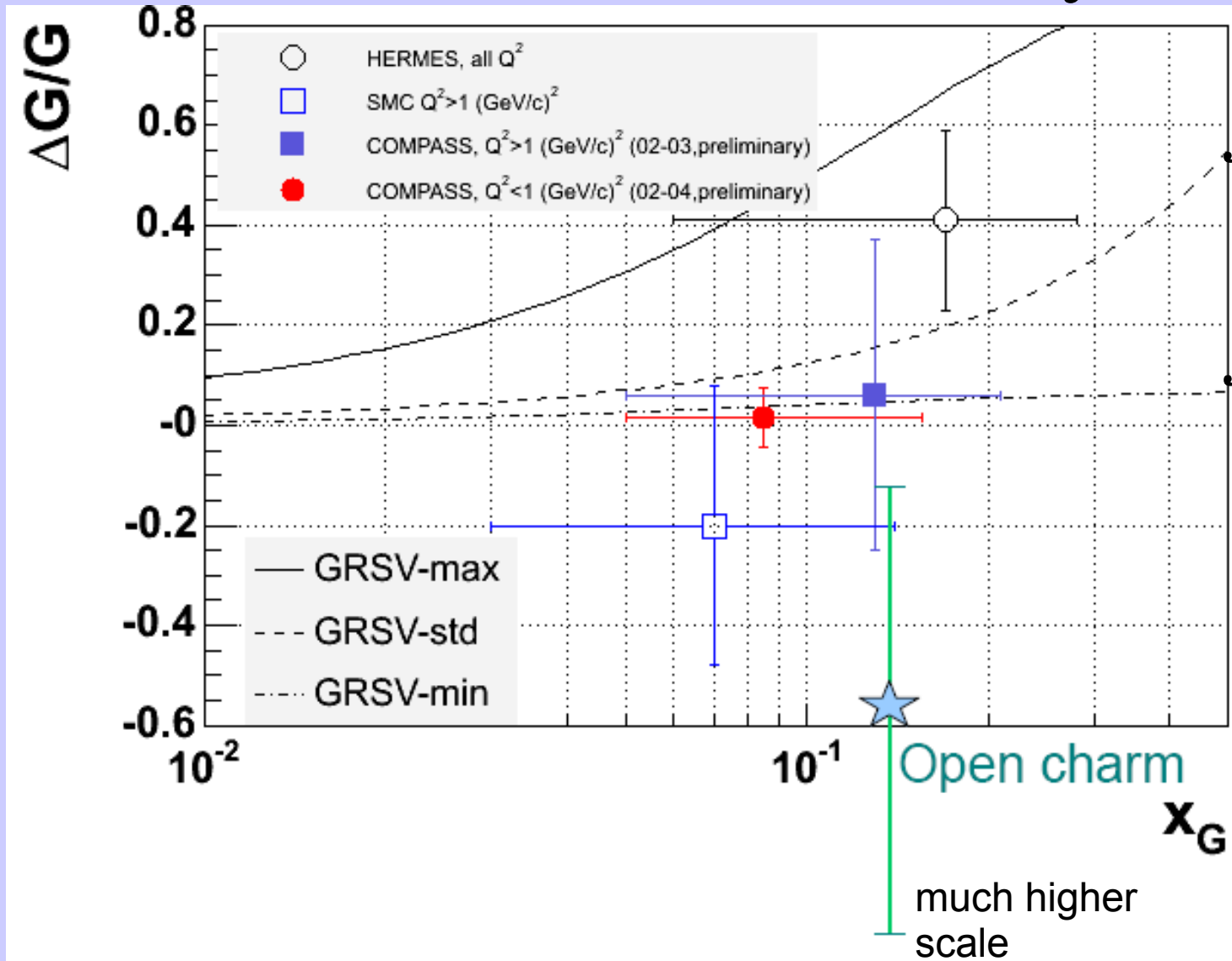


- Two distinct solutions
- $\Delta G > 0$ preferred
- $\Delta G < 0$ preferred by small- x points



Results from COMPASS

$$\int \Delta G dx = 2.5$$



$$\int \Delta G dx = 0.62$$

$$\int \Delta G dx = 0.16$$

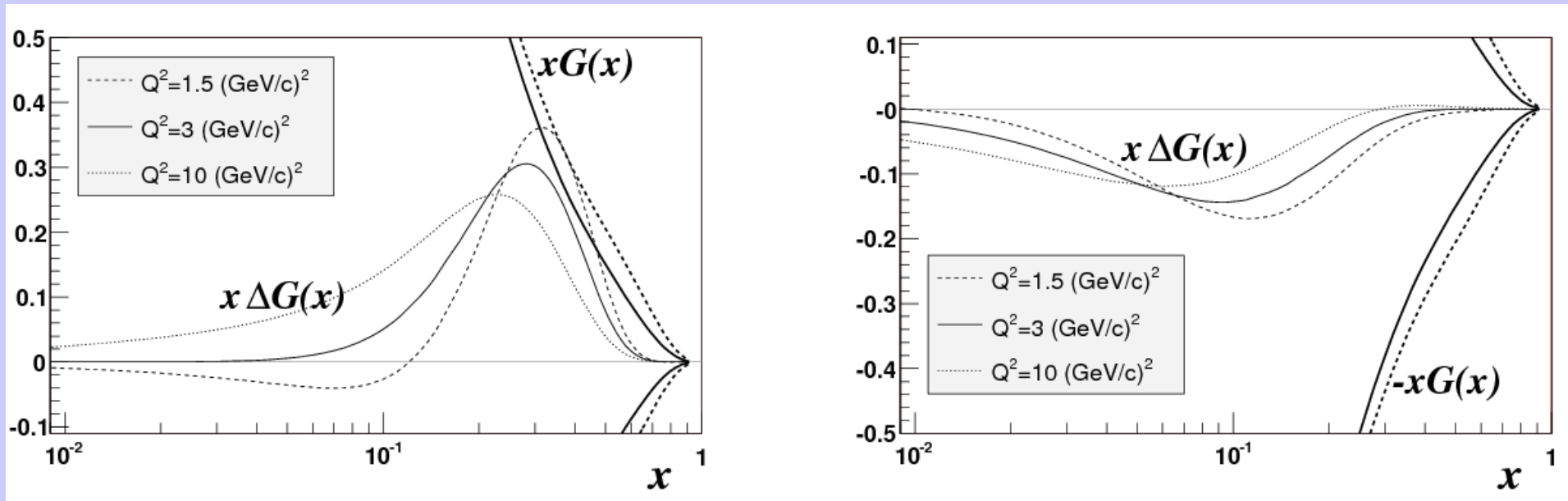
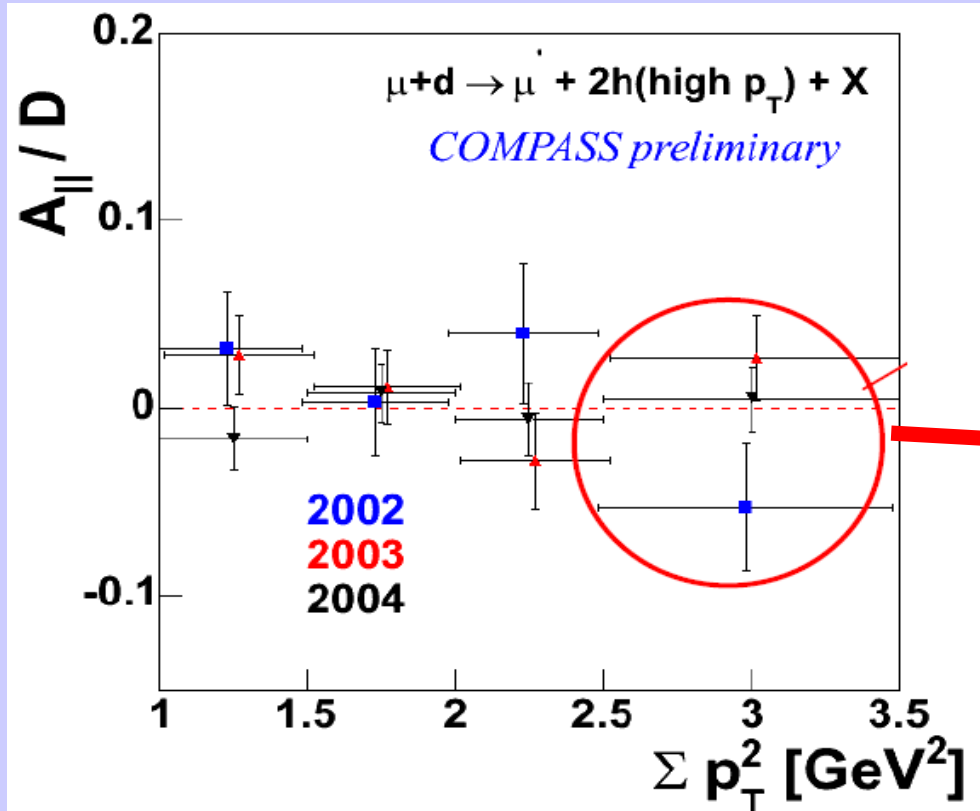
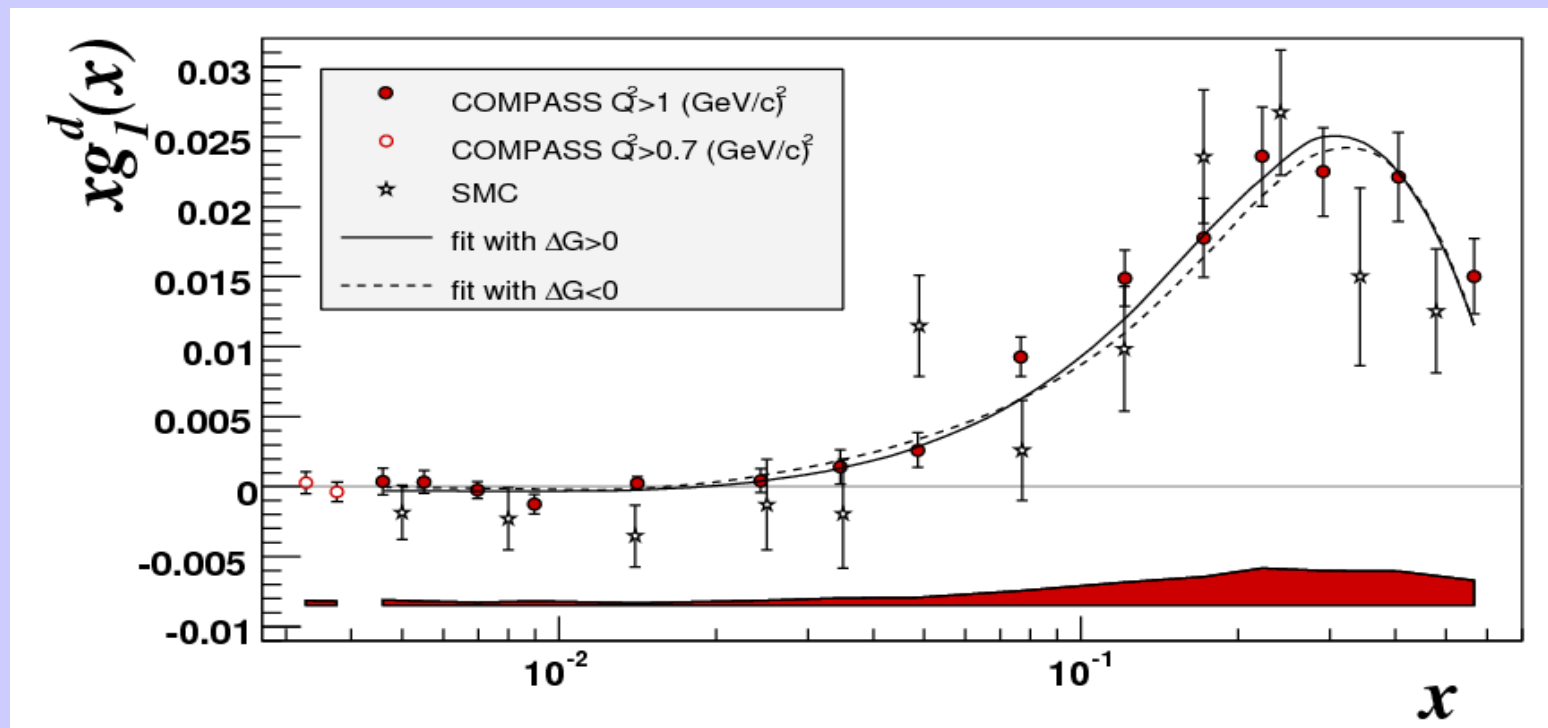


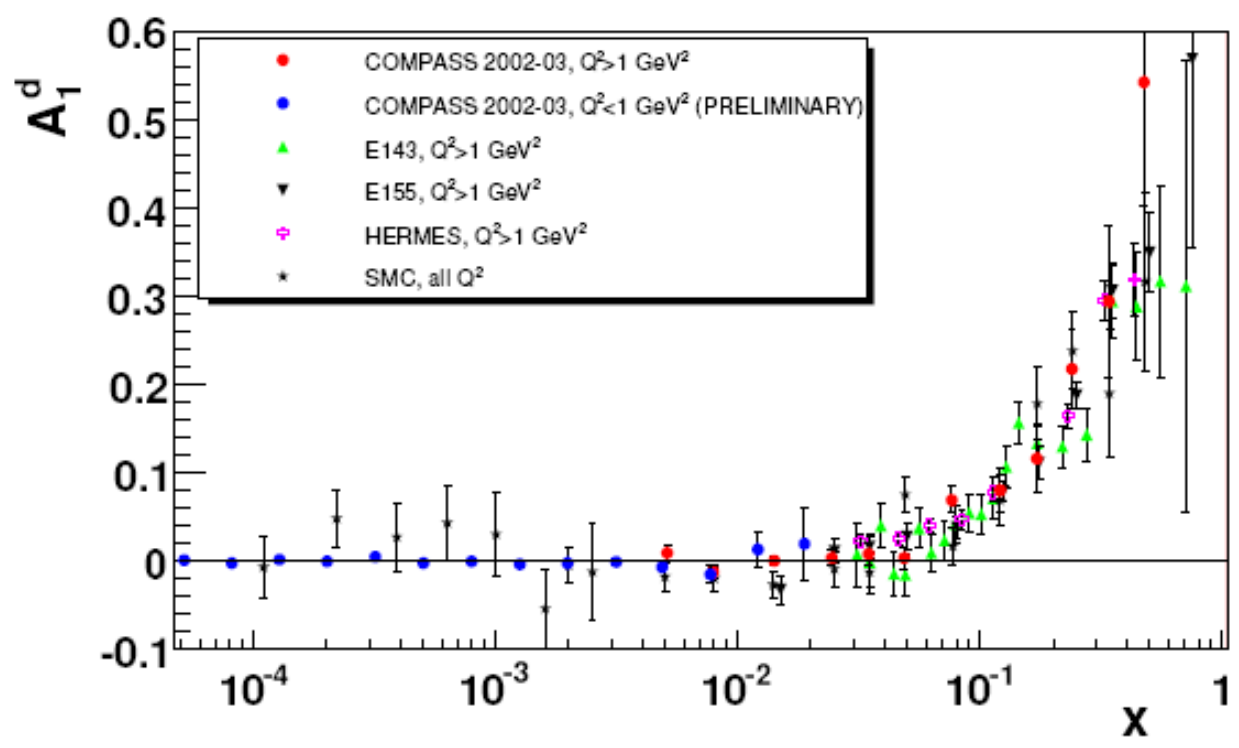
Figure 7: Gluon distribution $x\Delta G(x)$ corresponding to the fits with $\Delta G > 0$ (left) and $\Delta G < 0$ (right) obtained with the program of Ref. [27]. The dashed, solid and dotted lines correspond to $Q^2 = 1.5, 3$ and 10 (GeV/c) 2 , respectively. The unpolarised distributions $\pm xG(x)$ which were used in the fit as constrains for the polarised ones are shown for $Q^2 = 1.5$ and 3 (GeV/c) 2 .



Values used for
 extraction of
 $\Delta G/G$



A_1^d WORLD DATA



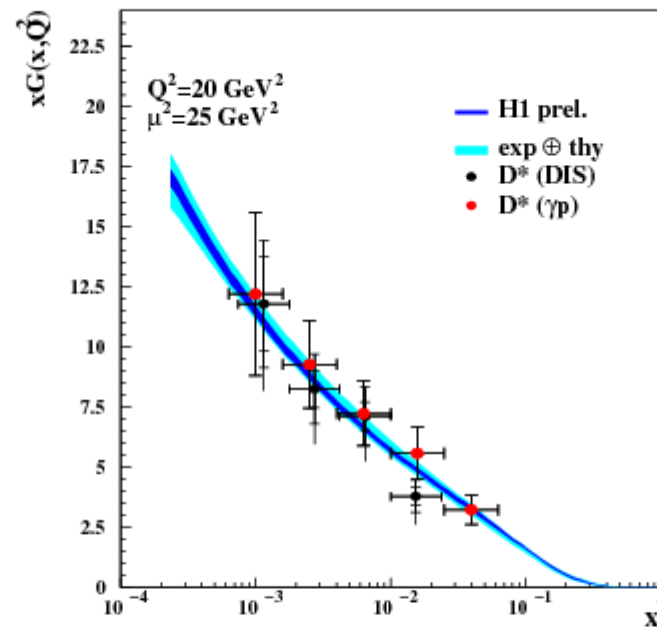
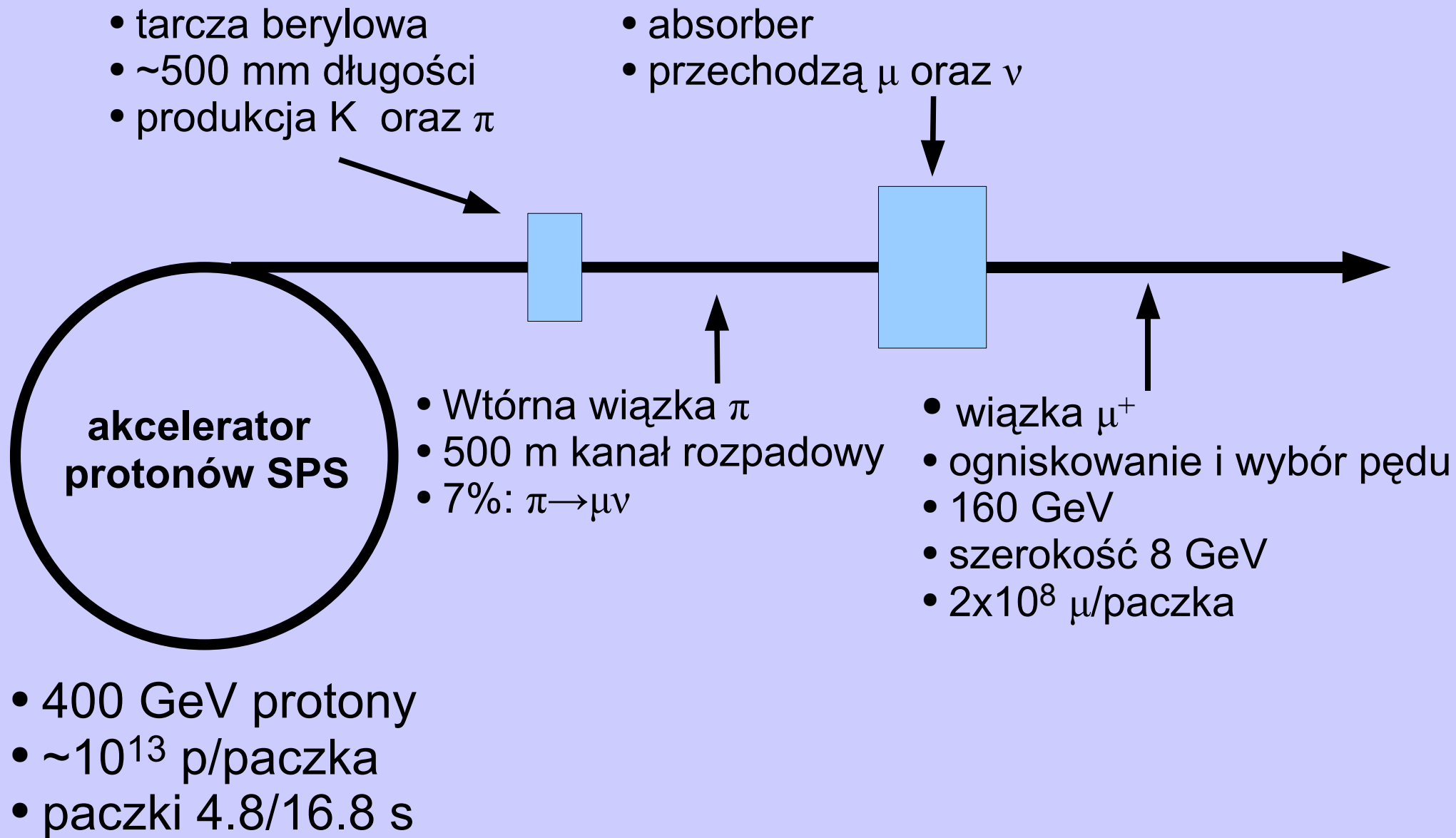


Figure 2.11: The gluon momentum distribution extracted from a QCD analysis compared to the result obtained with an open charm tagging approach. The line (“H1 prel”) shows $xG(x)$ as extracted via a QCD fit on NMC and H1 data, error bands taking into account theoretical and experimental uncertainties are indicated. The points are obtained from a D^* meson cross-section measurement by the H1 collaboration. For the DIS measurement $Q^2 > 2 (\text{GeV}/c)^2$ was required, whereas for the photoproduction (γp) $Q^2 < 0.01 (\text{GeV}/c)^2$ was used [50].

Produkcja spolaryzowanej wiązki

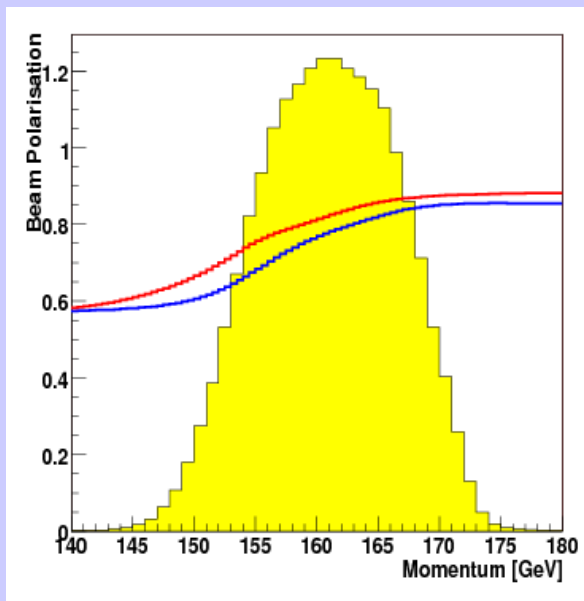


Produkcja spolaryzowanej wiązki (II)

- rozpad $\pi \rightarrow \mu \nu$ łamie parzystość
- w układzie spoczynkowym pionu μ są w 100% spolaryzowane
- w LAB:

$$P_{\mu} = \frac{m_{\pi}^2 + \left(1 - 2 \frac{E_{\pi}}{E_{\mu}}\right) m_{\mu}^2}{m_{\pi}^2 - m_{\mu}^2}$$

Średnia polaryzacja wiązki: -0.76 (2002, 2003)
-0.81 (2004)



G. Brona, praca doktorska, UW 2007

