

WNIOSEK

o finansowanie projektu badawczego

własnego	habilitacyjnego	promotorskiego	1)
----------	-----------------	----------------	----

A. DANE WNIOSKODAWCY

<p>1. Kierownik projektu (imię, nazwisko, tytuł lub stopień naukowy, adres do korespondencji, tel., e-mail) Jan Paweł Nassalski, prof. dr hab. Hoża 69, 00-681 Warszawa tel.: 0227180472, 0225532118 e-mail: Jan.Nassalski@fuw.edu.pl</p> <p>2. Nazwa i adres jednostki naukowej, telefon, faks, e-mail, www */ Instytut Problemów Jądrowych im. Andrzeja Sołtana Adres: Świerk 05-400 Otwock Telefon: 0227180583 Faks: 0227793481 E-mail: sins@ipj.gov.pl WWW: www.ipj.gov.pl</p> <p>3. Kierownik jednostki Dyrektor dr hab. Grzegorz Wrochna</p> <p>4. NIP, REGON 5320100125, 001024043</p> <p>5. Nazwa banku, numer rachunku PKO BP XII O/W-wa, 58 1020 1127 0000 1902 0007 3015</p>	<p>Wypełnia Ministerstwo Nauki i Szkolnictwa Wyższego</p> <p>Nr rejestracyjny wniosku:</p> <p>Data wpłynięcia wniosku:</p>
--	--

*/ Szkoły wyższe podają informacje określone w pkt. 1 w odniesieniu do całej szkoły oraz jednostki podstawowej (zgodnie ze statutem szkoły) planowanej jako miejsce realizacji projektu.

B. INFORMACJE OGÓLNE

Tytuł projektu <small>(tytuł powinien w pełni charakteryzować zawartość wniosku - maks. liczba znaków ze spacjami - 3500)</small>	Wyznaczenie polaryzacji gluonów w nukleonie, przy użyciu przypadków z parą hadronów o dużym pędzie poprzecznym, w eksperymencie COMPASS		
Dyscyplina naukowa (zgodnie z wykazem dziedzin i dyscyplin)	N202 - Fizyka		
Planowany okres realizacji projektu (w miesiącach)	24	Liczba wykonawców projektu	2 (2 głównych)
Słowa kluczowe:	spin, polaryzacja, gluony, fuzja fotonowo-gluonowa, DIS, COMPASS		
Planowane nakłady w zł:	Ogółem		Pierwszy rok realizacji projektu
	83688		44622

Streszczenie projektu

Instytut Problemów Jądrowych im. Andrzeja Sołtana

Wyznaczenie polaryzacji gluonów w nukleonie, przy użyciu przypadków z parą hadronów o dużym pędzie poprzecznym, w eksperymencie COMPASS.

Niniejszy projekt badawczy jest związany z problematyką spinowej struktury nukleonu. W ramach modelu partonowego i QCD (chromodynamiki kwantowej) na spin nukleonu składają się spiny kwarków, gluonów i ich orbitalne momenty pędu. Wkład od spinu kwarków został stosunkowo dokładnie wyznaczony w szeregu eksperymentów wykonywanych w SLAC, CERN oraz DESY, i wynosi $\Delta\Sigma = 0.30 \pm 0.01(\text{stat.}) \pm 0.02(\text{evol.})$ [10]. Zatem spin gluonów i/lub orbitalny moment pędu kwarków i gluonów odgrywają znaczącą rolę. Wkład od spinu gluonów wyznaczany metodą pośrednią, w oparciu o równania ewolucji QCD dla spinowej funkcji struktury $g_1(x, Q^2)$, jest obciążony dużymi błędami statystycznymi i systematycznymi.

Celem niniejszego projektu jest wyznaczenie wkładu pochodzącego od polaryzacji gluonów metodą bezpośrednią - przy użyciu procesu fuzji fotonowo-gluonowej, w którym wirtualny foton oddziałuje bezpośrednio z gluonami nukleonu. W tym celu wybrane będą przypadki o dużej wirtualności fotonu ($Q^2 > 1 \text{ GeV}^2$) z produkcją hadronów o dużych pędach poprzecznych, które są sygnaturą tego procesu. Taka selekcja znakomicie eliminuje konkurujący proces, w którym wirtualny foton oddziałuje z kwarkiem nukleonu. Polaryzacja gluonów będzie wyznaczona z pomiaru asymetrii zależnych od spinu przekrojów czynnych na produkcję takich hadronów. Metodyka analizy została opracowana i użyta w eksperymencie SMC, a następnie użyta w eksperymentach HERMES i COMPASS, do analizy przypadków z małą wirtualnością fotonu.

Projekt wykonywany będzie w ramach współpracy COMPASS w CERN. W eksperymencie badane jest głęboko nieelastyczne rozpraszanie spolaryzowanych mionów o pędzie 160 GeV na spolaryzowanych deuteronach. Wyznaczenie polaryzacji gluonów w oparciu o proces fuzji fotonowo-gluonowej jest jego głównym celem. Używa się dwóch sygnatur procesu fuzji: produkcji mezonów powabnych oraz produkcji hadronów o dużych pędach poprzecznych. W tym drugim przypadku analizę prowadzi się osobno dla obszarów kinematycznych o małej i dużej (przedmiot niniejszego wniosku) wirtualności fotonu. Ze względu na różne wkłady procesów tła i różne statystyki przypadków, te trzy pomiary są komplementarne. Dane zbierane były w latach 2002-2004 oraz 2006-2007. W niniejszym projekcie będą wykorzystane dane zebrane w okresie 2002-2004.

C. INFORMACJE O WYKONAWCACH

Ankieta dorobku naukowego kierownika projektu i najważniejszych wykonawców projektu (na odrębnych stronach dla każdego z wykonawców)

1) Imię i nazwisko

Jan Paweł Nassalski

2) Adres zamieszkania, adres do korespondencji, faks, e-mail, PESEL - wyłącznie dla kierownika projektu

Adres zamieszkania: ul. Szkolna 29, 05-815 Michałowice

Adres do korespondencji: Instytut Problemów Jądrowych, Zakład P-6, Hoża 69, 00-681 Warszawa

Faks: 0226212804

E-mail: Jan.Nassalski@fuw.edu.pl

PESEL: 44011002235

3) Miejsca zatrudnienia i zajmowane stanowiska

Instytut Problemów Jądrowych, Zakład P-6; stanowisko: profesor, Z-ca Dyrektora ds. naukowych

Adres:

Hoża 69, 00-681 Warszawa

4) Charakter udziału w realizacji projektu (kierownik lub wykonawca)

Kierownik projektu

5) Przebieg pracy naukowej: nazwa szkoły wyższej, instytutu lub innej jednostki organizacyjnej, specjalność, data uzyskania tytułu zawodowego, stopnia naukowego lub tytułu naukowego:

- **magistra:** 1966, Uniwersytet Warszawski, Wydział Matematyki i Fizyki
- **doktora:** 1973, Instytut Badań Jądrowych, Warszawa
- **doktora habilitowanego:** 1986, Instytut Problemów Jądrowych, Warszawa
- **profesora:** 1992, Instytut Problemów Jądrowych, Warszawa

6) Informacje o pracach wykonanych w okresie ostatnich 4 lat ²⁾ przed zgłoszeniem wniosku (maksimum 10 pozycji, podać miejsce i datę publikacji; opracowane nowe technologie; najważniejsze osiągnięcia poznawcze i zastosowania praktyczne)

1. B. Adeva et al., "SPIN ASYMMETRIES FOR EVENTS WITH HIGH PT HADRONS IN DIS AND AND EVALUATION OF THE GLUON POLARIZATION", Phys.Rev. **D70** (2004) 012002.
2. A. Lai, et al., "MEASUREMENT OF THE BRANCHING RATIO OF THE DECAY $K(L) \rightarrow \pi^+ \pi^- \nu$ AND EXTRACTION OF THE CKM PARAMETER $|V(US)|$.", Phys.Lett. **B602** (2004) 41
3. A. Lai et al., "MEASUREMENT OF $K_0(e3)$ FORM-FACTORS", hep-ex/0410065, Phys.Lett. **B604** (2004) 1-10.
4. V. Yu. Alexakhin et al., "FIRST MEASUREMENT OF THE TRANSVERSE SPIN ASYMMETRIES OF THE DEUTERON IN SEMI-INCLUSIVE DEEP INELASTIC SCATTERING", Phys.Rev.Lett. **94** (2005).
5. E.S. Ageev, et al., "MEASUREMENT OF THE SPIN STRUCTURE OF THE DEUTERON IN THE DIS REGION", Phys.Lett. **B612** (2005) 154-164.
6. E.S. Ageev et al., "GLUON POLARIZATION IN THE NUCLEON FROM QUASI-REAL PHOTOPRODUCTION OF HIGH-PT HADRON PAIRS", Phys. Lett. **B633** (2006) 25-32.
7. E.S. Ageev et al., "A NEW MEASUREMENT OF THE COLLINS AND SIVERS ASYMMETRIES ON A TRANSVERSELY POLARISED DEUTERON TARGET", hep-ex/0610068, Nucl. Phys. **B765** (2006) 3-70.
8. A. Lai et al., "MEASUREMENT OF THE RATIO $\Gamma(K_L \rightarrow \pi^+ \pi^-) / \Gamma(K \rightarrow \pi \nu)$ AND EXTRACTION OF THE

CP VIOLATION PHASE η^+ -", Phys. Lett. **B** (2006) - przyjęte do druku

9. V.Yu. Alexakhin et al., "THE DEUTERON SPIN-DEPENDENT STRUCTURE FUNCTION g_1^d AND ITS FIRST MOMENT", Phys. Lett. **B** (2006) - przyjęte do druku
10. J.Nassalski, "RESULTS ON $\Delta g/g$ from COMPASS", 17th International Conference on Particles and Nuclei, Santa Fe, Mexico, USA, 24-28.10.2005. Opublikowane w „AIP Conf.Proc. 842”: 348-350, 2006, oraz w “Santa Fe 2005, Particles and nuclei”, 348-350.

7) Wykonane w okresie ostatnich 4 lat ²⁾ przed zgłoszeniem wniosku i aktualnie realizowane projekty badawcze i celowe finansowane ze środków finansowych na naukę - numery projektów, miejsce realizacji oraz charakter udziału przy realizacji projektu

- a. 2002 – 2003: „Eksperyment COMPASS – zbieranie i analiza danych”, Nr 621/E- 78/SPUB-M/CERN/P-03/DZ 298/2000, Instytut Problemów Jądrowych, kierownik,
- b. 2003 – 2006: „Eksperyment COMPASS – zbieranie i opracowanie danych doświadczalnych oraz rozbudowa eksperymentu”, Nr 621/E-78/SPB/CERN/P-03/DWM 576/2004-2006, Instytut Problemów Jądrowych, kierownik,
- c. 2005 – 2007: „Badanie silnie oddziałujących cząstek elementarnych – prototyp detektora protonu odrzutu dla eksperymentu COMPASS”, Nr 621/E/SPB/6.PR UE/DIE 378/20-04-2007, Instytut Problemów Jądrowych, kierownik.

8) Doświadczenia naukowe zdobyte w kraju i za granicą (kraj, instytucja, rodzaj pobytu, okres pobytu, jednostka delegująca)

- 1968-1969 – stypendium British Council;
Department of Physics and Astronomy, University College London (UCL), Wielka Brytania;
delegowany z Politechniki Warszawskiej,
- 1973-1975 – Scientific Associate;
European Organisation for Nuclear Research (CERN), Genewa, Szwajcaria;
delegowany z Instytutu Badań Jądrowych (IBJ),
- 1975-1975 – Research Associate;
Rutherford High Energy Physics Laboratory (RHEL), Didcot, Wielka Brytania;
delegowany z IBJ,
- 1977-1978 – grant Maria Curie-Skłodowska Foundation (NSF);
Fermi National Accelerator Laboratory (FERMILAB: 3 razy przez 3 miesiące), USA;
delegowany z IBJ,
- 1981-1982 – Scientific Associate; CERN; IBJ,
- 1982-1984 – Wissenschaftlichen Mitarbeiter; DESY, Hamburg, Niemcy; IBJ.
- 1988-1990 – Research Fellow w CERN oraz:
- Max-Planck Institute für Kernphysik, Heidelberg (1988-89), Niemcy,
- Fundamental Onderzoek der Materie and Nationaal Insituut voor Kernfysica en Hoge-Energiefysica, Amsterdam (1989-90);
delegowany z Instytutu Problemów Jądrowych (IPJ),
- 1994-1995 – Scientific Associate; CERN; IPJ,
- 2000-2000 – Scientific Associate; CERN; IPJ.

9) Najważniejsze międzynarodowe i krajowe wyróżnienia wynikające z prowadzenia badań naukowych lub prac rozwojowych (rodzaj wyróżnienia, miejsce i data)

- a. 1976 – 2ga Nagroda Zespołowa Polskiej Agencji ds. Pokojowego Wykorzystania Energii Jądrowej, Warszawa.
- b. 1992 – Nagroda im. Andrzeja Sołtana, IPJ, Warszawa.
- c. 2005 – Złoty Krzyż Zasługi.

Oświadczenie - Jan Paweł Nassalski

Przyjmuję warunki udziału w konkursie projektów badawczych, określone w przepisach w sprawie kryteriów i trybu przyznawania i rozliczania środków finansowych na naukę oraz wyrażam zgodę na zamieszczenie moich danych osobowych zawartych we wniosku w zbiorze danych Ministerstwa Nauki i Informatyzacji oraz na przetwarzanie tych danych zgodnie z przepisami ustawy z dnia 29 sierpnia 1997 r. o ochronie danych osobowych (Dz. U. Nr 133, poz. 883 z późn. zm.)

Miejscowość i data

Podpis osoby, której dotyczy ankieta

1) Imię i nazwisko

Konrad Klimaszewski

2) Adres zamieszkania, adres do korespondencji, faks, e-mail, PESEL - wyłącznie dla kierownika projektu

Adres zamieszkania: 1 Maja 15A/14, 05-200 Wołomin

Adres do korespondencji: Instytut Problemów Jądrowych, Zakład P-6, Hoża 69, 00-681 Warszawa

Faks: 0226216085

E-mail: Konrad.Klimaszewski@fuw.edu.pl

3) Miejsca zatrudnienia i zajmowane stanowiska

Instytut Problemów Jądrowych, Zakład P-6; stanowisko: doktorant

Adres:

Hoża 69, 00-681 Warszawa

4) Charakter udziału w realizacji projektu (kierownik lub wykonawca)

Wykonawca

5) Przebieg pracy naukowej: nazwa szkoły wyższej, instytutu lub innej jednostki organizacyjnej, specjalność, data uzyskania tytułu zawodowego, stopnia naukowego lub tytułu naukowego:

1. **Uczelnia:** Politechnika Warszawska, Wydział Fizyki
Specjalizacja: Fizyka Komputerowa
Tytuł: magister inżynier
Data uzyskania: 19.09.2004
Temat pracy magisterskiej: Gęstość protonów w skorupie gwiazdy neutronowej

6) Informacje o pracach wykonanych w okresie ostatnich 4 lat ²⁾ przed zgłoszeniem wniosku (maksimum 10 pozycji, podać miejsce i datę publikacji; opracowane nowe technologie; najważniejsze osiągnięcia poznawcze i zastosowania praktyczne)

1. V.Yu. Alexakhin et al., "The Deuteron Spin-dependent Structure Function g_1^d and its First Moment", Phys. Lett. **B647**, 8-17 (2007).
2. E.S. Ageev et al., "A new measurement of the Collins and Sivers asymmetries on a transversely polarised deuteron target", Nuclear Physics **B765**, 31-60 (2007).
3. P. Abbon *et al.*, "The Compass Experiment at CERN", NIM **A577** (2007) 455-518.

7) Wykonane w okresie ostatnich 4 lat ²⁾ przed zgłoszeniem wniosku i aktualnie realizowane projekty badawcze i celowe finansowane ze środków finansowych na naukę - numery projektów, miejsce realizacji oraz charakter udziału przy realizacji projektu

- a. 2003 – 2006: „Eksperyment COMPASS – zbieranie i opracowanie danych doświadczalnych oraz rozbudowa eksperymentu”, Nr 621/E-78/SPB/CERN/P-03/DWM 576/2004-2006, Instytut Problemów Jądrowych, wykonawca

8) Doświadczenia naukowe zdobyte w kraju i za granicą (kraj, instytucja, rodzaj pobytu, okres pobytu, jednostka delegująca)

1. **Kraj:** Szwajcaria
Instytucja: CERN
Cel pobytu: Osoba odpowiedzialna za przestrzenne pozycjonowanie detektorów w spektrometrze eksperymentu COMPASS
Okres pobytu: 15.05.2006-15.11.2006
Jednostka delegująca: Instytut Problemów Jądrowych, Otwock-Świerk

9) Najważniejsze międzynarodowe i krajowe wyróżnienia wynikające z prowadzenia badań naukowych lub prac rozwojowych (rodzaj wyróżnienia, miejsce i data)

brak

Oświadczenie - Konrad Klimaszewski

Przyjmuję warunki udziału w konkursie projektów badawczych, określone w przepisach w sprawie kryteriów i trybu przyznawania i rozliczania środków finansowych na naukę oraz wyrażam zgodę na zamieszczenie moich danych osobowych zawartych we wniosku w zbiorze danych Ministerstwa Nauki i Informatyzacji oraz na przetwarzanie tych danych zgodnie z przepisami ustawy z dnia 29 sierpnia 1997 r. o ochronie danych osobowych (Dz. U. Nr 133, poz. 883 z późn. zm.)

Miejscowość i data

Podpis osoby, której dotyczy ankieta

D. OPIS PROJEKTU BADAWCZEGO, METODYKA BADAŃ ORAZ CHARAKTERYSTYKA OCZEKIWANYCH WYNIKÓW

(maks. do 10 stron standardowego maszynopisu)

1. Cel naukowy projektu (jaki problem naukowy wnioskodawca podejmuje się rozwiązać, co jest jego istotą, dokładna charakterystyka efektu końcowego)

Proponowany projekt dotyczy badań podstawowych dokonywanych w ramach doświadczenia prowadzonego przez współpracę COMPASS w laboratorium Europejskiej Organizacji Badań Jądrowych (CERN) w Genewie. Współpraca obejmuje fizyków z 25 laboratoriów, w tym fizyków z Instytutu Problemów Jądrowych i Uniwersytetu Warszawskiego oraz inżynierów z Politechniki Warszawskiej. Głównym celem doświadczenia jest badanie partonowej struktury spinu nukleonu.

Celem niniejszego projektu jest wyznaczenie polaryzacji gluonów w nukleonie (Δg) w obszarze $x \approx 0.1$. Zadanie wykonane będzie na podstawie danych zebranych przez współpracę COMPASS w latach 2002-2004 oraz wykonanych symulacji Monte Carlo. Proponowany pomiar Δg jest podstawowym celem eksperymentu COMPASS [1]. Do pomiaru wykorzystywany jest proces fuzji fotonowo-gluonowej (PGF). Sygnaturą PGF są przypadki z produkcją par hadronów o dużym pędzie poprzecznym lub z produkcją mezonów powabnych. Przedmiotem niniejszego projektu jest analiza oparta na pierwszej z nich, dla przypadków z dużą wirtualnością fotonu ($Q^2 > 1 \text{ GeV}^2$). Proponowany pomiar przyczyni się znacząco do głębszego zrozumienia partonowej struktury spinu nukleonu.

2. Znaczenie projektu (co uzasadnia podjęcie tego problemu w kraju, jakie przesłanki skłaniają wnioskodawcę do podjęcia proponowanego tematu, dlaczego projekt zdaniem autora powinien być finansowany, znaczenie wyników projektu dla rozwoju danej dziedziny i dyscypliny naukowej oraz rozwoju cywilizacyjnego, czy w przypadku pozytywnych wyników będą one mogły znaleźć praktyczne zastosowanie)

W ramach modelu partonowego i QCD, zakłada się że spin nukleonu można zbudować z wkładów od spolaryzowanych kwarków ($\Delta\Sigma$), gluonów (ΔG) oraz orbitalnego momentu pędu kwarków i gluonów w nukleonie ($L_{q,g}$), co wyraża reguła sum: $1/2 = 1/2\Delta\Sigma + \Delta G + L_{q,g}$. "Kryzys spinowy" został odkryty przez współpracę EMC [2,3] a następnie potwierdzony przez współpracę SMC [4-6] i inne eksperymenty [8-9]. "Kryzys" polegał na obserwacji, że wkład pochodzący od spolaryzowanych kwarków ($\Delta\Sigma$) nie jest wystarczający do wyjaśnienia spinu nukleonu. Istotny więc musi być wkład pochodzący od spolaryzowanych gluonów (ΔG) i/lub od momentu orbitalnego partonów w nukleonie ($L_{q,g}$). Do rozwiązania tej "zagadki" niezbędny jest więc bezpośredni pomiar wkładu pochodzącego od gluonów (ΔG).

Pomiary takie są prowadzone w eksperymencie COMPASS. Wykonawcy projektu należą do kilkusobowej grupy warszawskiej wymienionego eksperymentu (skupiającej fizyków z Instytutu Problemów Jądrowych i Uniwersytetu Warszawskiego oraz inżynierów z Politechniki Warszawskiej). Zespół ten uczestniczył w poprzednich eksperymentach badających strukturę nukleonu w CERN: EMC i SMC. Badania prowadzone w tych eksperymentach miały duży wkład w zrozumienie struktury nukleonu oraz jego spinu. W szczególności publikacja poświęcona wynikom EMC [2], jest trzecią najbardziej cytowaną pracą z dziedziny eksperymentalnej fizyki wysokich energii.

Wyniki uzyskane w wspomnianych pracach wymagają dalszych wyjaśnień. Motywacją dla eksperymentu COMPASS [7] i jego programu fizycznego jest kontynuacja niniejszych badań. Wierzymy, że eksperyment ten ma możliwości i potencjał odpowiedzi na wiele istotnych pytań związanych z tą czysto kwantową wielkością, nie mającą swojego bezpośredniego odpowiednika w fizyce klasycznej.

3. Istniejący stan wiedzy w zakresie tematu badań (jaki oryginalny wkład wniesie rozwiązanie postawionego problemu do dorobku danej dyscypliny naukowej w kraju i na świecie, czy w kraju i na świecie jest to problem nowy czy kontynuowany i w jakim zakresie weryfikuje utarte poglądy i dotychczasowy stan wiedzy)

Spin nukleonu możemy zbudować w sposób opisany przez regułę sum: $1/2 = 1/2\Delta\Sigma + \Delta G + L_{q,g}$. Wkład pochodzący od spolaryzowanych kwarków ($\Delta\Sigma$) został już zmierzony w wielu eksperymentach w SLAC, CERN i DESY [4-6,8-9]. Jego wartość wynosi $\Delta\Sigma = 0.2 - 0.3$. Oczywiście jest więc, że sam wkład od kwarków nie jest w stanie wyjaśnić spinu nukleonu, a wkłady od spolaryzowanych gluonów (ΔG) i/lub momentu orbitalnego pędu partonów ($L_{q,g}$) muszą być znaczące. Współpraca SMC jako jedna z pierwszych próbowała oszacować wielkość ΔG [6]. Oszacowanie to jest oparte na ewolucji funkcji struktury g_1 z wirtualnością fotonu (Q^2). Niestety, uzyskane wyniki obarczone są dużym błędem statystycznym. Nowsze wyniki określają wartość pierwszego momentu $\Delta g(x)$ jako $0.2 - 0.3$ [10], przy czym zarówno dodatnia jak i ujemna wartość ΔG są równouprawnione.

Innym sposobem wyznaczenia wkładu pochodzącego od gluonów jest pomiar bezpośredni. Wykorzystuje się w tym celu przypadki PGF. Sygnaturą tych przypadków jest produkcja pary hadronów z dużym pędem poprzecznym. Także tę analizę wykonała, jako jedna z pierwszych, współpraca SMC [11]. Niestety, uzyskany wynik ($\Delta g/g = -0.20 \pm 0.28(\text{stat}) \pm 0.10(\text{syst})$) oparty jest na małej próbce statystycznej. Analogiczny pomiar przeprowadziła współpraca HERMES w DESY [12]. Uzyskany wynik ($\Delta g/g = 0.41 \pm 0.18(\text{stat}) \pm 0.03(\text{syst})$) także obarczony jest znacznym błędem statystycznym, a także sporymi niepewnościami teoretycznymi, ponieważ obszar kinematyczny pokrywał małe wartości zmiennej Q^2 .

Współpraca COMPASS, używając metod podobnych do stosowanych w eksperymentach SMC i HERMES, czyli używając przypadków z hadronami o dużym pędzie poprzecznym, jest w stanie znacząco zredukować niepewności statystyczne. Prowadzone są dwie komplementarne analizy. Pierwsza pokrywa obszar kinematyczny $Q^2 < 1 \text{ GeV}^2$. W obszarze tym dysponujemy dużą próbką przypadków, jednakże istotny staje się wkład od procesów, w których przejawia się partonowa struktura fotonu (tzw. *resolved photon*). Rozkłady partonów w fotonie są nadal słabo znane, co wnosi istotne niepewności teoretyczne. Otrzymany wynik został opublikowany [13] i wynosi: $\Delta g/g = 0.024 \pm 0.089(\text{stat}) \pm 0.057(\text{syst})$. Druga analiza, będąca celem niniejszego projektu, oparta jest na danych pokrywających obszar kinematyczny odpowiadający $Q^2 > 1 \text{ GeV}^2$. Dostępna próbka danych jest mniejsza, jednakże mniejsze są także niepewności teoretyczne.

Ponadto, COMPASS jest pierwszym eksperymentem, który bada wkład polaryzacji gluonów w sposób bezpośredni bazując na produkcji i identyfikacji mezonów powabnych. Sygnatura ta pozwala na całkowite wyeliminowanie konkurujących procesów z próbki, dzięki temu analiza jest prawie nie zależna od symulacji Monte Carlo. Kanał ten obarczony jest jednak dużą niepewnością statystyczną. Dlatego należy traktować trzy analizy prowadzone przez współpracę COMPASS jako komplementarne.

4. Metodyka badań (co stanowi podstawę naukowego warsztatu wnioskodawcy i jak zamierza rozwiązać postawiony problem, na czym będzie polegać analiza i opracowanie wyników badań, jakie urządzenia [aparatura] zostaną wykorzystane w badaniach, czy wnioskodawca ma do nich bezpośredni dostęp i umiejętność obsługi)

Proponowany pomiar oparty będzie o dane zebrane przez współpracę COMPASS w laboratorium Europejskiej Organizacji Badań Jądrowych (CERN) w Genewie. Eksperyment zaczął zbierać dane w roku 2002. Zbieranie danych kontynuowane było w latach następnych, z przerwą w roku 2005. Po roku 2007 prowadzone będą także pomiary na wiązce hadronowej, które stanowią odrębny program fizyczny eksperymentu.

W ramach niniejszego projektu, Δg będzie wyznaczane z pomiaru asymetrii zależnych od spinu przekrojów czynnych na proces PGF. W eksperymencie bada się oddziaływania spolaryzowanych mionów o energii 160 GeV ze spolaryzowanymi deuteronomi w tarczy LiD^6 . Używana jest tarcza złożona z dwóch przeciwnie spolaryzowanych części. Przez obie części przechodzi ten sam strumień wiązki, co powoduje, że wyznaczana asymetria od tego strumienia nie zależy. Ponadto kierunki polaryzacji odwraca się co parę godzin co z kolei powoduje, że wyznaczana asymetria z dobrym przybliżeniem nie zależy od akceptacji spektrometru i od efektów aparaturowych zależnych od czasu. Cząstki wyprodukowane w głęboko nieelastycznym rozproszeniu (DIS) mionu oraz sam mion rozproszony są rejestrowane w dwustopniowym spektrometrze. Pierwsza część służy do pomiaru cząstek o pędach do 20 GeV, druga zaś do pomiaru cząstek o większych pędach, w tym mionu rozproszonego. Tory cząstek są rekonstruowane przy użyciu szeregu różnego typu komór pozycyjnych (dryfowych, słomkowych, proporcjonalnych, z pasków silikonowych, z włókien scyntylacyjnych, MicroMega, GEM). Do identyfikacji cząstek służą kalorymetry elektromagnetyczne i hadronowe, detektor typu RICH oraz filtry mionowe [7].

Sygnaturą przypadków PGF jest produkcja pary hadronów o dużym pędzie poprzecznym. W proponowanej analizie ograniczamy się do obszaru kinematycznego odpowiadającego $Q^2 > 1 \text{ GeV}^2$, w którym bierzemy pod uwagę jedynie procesy z wiodącego rzędu rachunku zaburzeń (LO - *leading order*). Wybierane są przypadki ze zrekonstruowanym mionem padającym i rozproszonym oraz z dwoma hadronami pochodzącymi z wierzchołka pierwotnego. Dodatkowo wprowadzamy cięcie na pęd poprzeczny obu hadronów (względem kierunku wirtualnego fotonu), $p_T > 0.7 \text{ GeV}$. Z wybranych przypadków konstruujemy asymetrię zliczeń $A_{\text{raw}} = (N^- - N^+) / (N^- + N^+)$, gdzie N^{\pm} - liczba przypadków gdy spin nukleonu jest zwrócony antyrównoległe/równoległe do spinu fotonu [7,13]. Asymetria zliczeń jest ściśle powiązana z asymetrią przekrojów czynnych na proces PGF:

$$A_{\text{raw}} = P_T P_B f A_{\parallel},$$

gdzie:

P_T - polaryzacja tarczy,

P_B - polaryzacja wiązki,

f - współczynnik rozmycia (*dilution factor*: spolaryzowana frakcja materiału tarczy).

Asymetrię przekrojów czynnych możemy zapisać w postaci:

$$A_{\parallel} = R^{\text{LP}} \langle a_{\text{LL}}^{\text{LP}} \rangle A_1 + R^{\text{QCD-C}} \langle a_{\text{LL}}^{\text{QCD-C}} \rangle A_1 + R^{\text{PGF}} \langle a_{\text{LL}}^{\text{PGF}} \rangle \Delta g/g,$$

gdzie:

A_1 - asymetria inkluzywnych przekrojów czynnych na proces foton - deutron,

a_{LL}^i - asymetria przekrojów czynnych na poziomie partonowym (LP: *leading process*, QCD-C: *QCD Compton*),

R^i - frakcja procesu.

Stąd, znając frakcje R^i i asymetrie a_{LL}^i (z Monte Carlo) oraz asymetrię A_1 (z danych doświadczalnych), możemy wyznaczyć polaryzację gluonów, $\Delta g/g$.

Sygnatura wykorzystywana do selekcji przypadków znakomicie pozwala zredukować tło pochodzące od procesu podstawowego (LP, w którym wirtualny foton oddziałuje z kwarkiem z nukleonu). Niestety nie jesteśmy w stanie całkowicie odseparować tła pochodzącego od procesu QCD-C. W celu oszacowania wkładów od poszczególnych procesów oraz optymalizacji selekcji próbek, będziemy posługiwali się symulacjami Monte Carlo. Podstawowymi narzędziami, które będą wykorzystywane w tym celu są programy do symulacji i rekonstrukcji przypadków w detektorze COMPASS. Przypadki fuzji fotonowo-gluonowej oraz tła generowane są przy pomocy programu LEPTO. Następnie, przy pomocy programu COMGEANT (opartego na symulacyjnym pakiecie GEANT 3), przeprowadzana jest pełna symulacja przypadków w detektorze COMPASS. W kolejnym kroku tory są rekonstruowane przy pomocy programu CORAL (w którego rozwoju p. Konrad Klimaszewski uczestniczył).

W dalszym toku prac planowane jest przeprowadzenie selekcji przypadków pochodzących z PGF przy użyciu sieci neuronowych. Wykonawcy projektu będą tu korzystać z doświadczenia zdobytego przez grupę warszawską w trakcie analizy danych zebranych przez współpracę SMC.

Przedstawiona metodyka była użyta do wyznaczania polaryzacji gluonów w eksperymencie SMC [11] (w obszarze $Q^2 > 1 \text{ GeV}^2$) oraz COMPASS [13] (w obszarze $Q^2 < 1 \text{ GeV}^2$).

Pan Konrad Klimaszewski ma wkład w rozwój programu rekonstrukcji CORAL (rozwijał kod rekonstrukcji pędu wiązki). Następnie przez rok odpowiedzialny był za kalibrację przestrzenną (*alignment*) spektrometru eksperymentu COMPASS. W trakcie tych prac zdobył gruntowną wiedzę na temat budowy i działania spektrometru oraz oprogramowania wykorzystywanego w analizie danych doświadczalnych. Doktorant jest odpowiedzialny za jedną z dwu niezależnych analiz prowadzących do wyznaczenia polaryzacji gluonów (jest to standardowa procedura sprawdzania wyników w eksperymentach wysokich energii).

5. Wymierny, udokumentowany efekt podjętego problemu (zakładany sposób przekazu i upowszechnienia wyników - publikacje naukowe oraz referaty na konferencjach w kraju i za granicą, monografie naukowe, rozprawy doktorskie i habilitacyjne, nowe metody i urządzenia badawcze)

Efektom podjętego problemu będzie rozprawa doktorska wykonawcy projektu oraz wystąpienia konferencyjne.

6. Wykaz najważniejszej literatury dotyczącej problematyki wniosku (maks. 25 pozycji)

- [1] COMPASS: G. Bauman *et al.*, „Common Muon and Proton Apparatus for Structure and Spectroscopy - proposal”, CERN/SPSLC 96-14, SPSC/P 297 www.compass.cern.ch/compass/proposal/welcome.html.
- [2] EMC: J. Ashman *et al.*, „A measurement of the spin asymmetry and determination of the structure function g_1 in deep inelastic muon-proton scattering”, Phys. Lett. **B206** (1988) 364.
- [3] EMC: J. Ashman *et al.*, „An Investigation Of The Spin Structure Of The Proton In Deep Inelastic Scattering Of Polarized Muons On Polarized Protons.”, Nucl.Phys. **B328** (1989) 1.
- [4] SMC: B. Adeva *et al.*, „Measurment of the spin dependent structure function $g_1(x)$ of the deuteron.”, Phys.Lett. **B302** (1993) 533.
- [5] SMC: D. Adams *et al.*, „Spin structure of the proton from polarized inclusive deep inelastic muon - proton scattering.”, Phys.Rev. **D56** (1997) 5330.
- [6] SMC: B. Adeva *et al.*, „A next-to-leading order QCD analysis of the spin structure g_1 ”, Phys. Rev. **D58** (1998) 112002.
- [7] COMPASS: P. Abbon *et al.*, "The Compass Experiment at CERN", NIM **A577** (2007) 455-518.
- [8] E143 (SLAC): K. Abe *et al.*, "Measurements of the proton and deuteron spin structure functions g_1 and g_2 ", Phys. Rev. **D58**, (1998) 112003.
- [9] HERMES: A. Airapetian *et al.*, "Precise determination of the spin structure function g_1 of the proton, deuteron and neutron", Phys. Rev. **D75** (2007) 012007.
- [10] COMPASS: V.Yu. Alexakhin *et al.*, "The Deuteron Spin-dependent Structure Function g_1^d and its First Moment", Phys. Lett. **B647** (2007) 8-17.
- [11] SMC: B. Adeva *et al.*, „Spin asymmetries for events with high p(T) hadrons in DIS and an evaluation of the gluon polarisation”, Phys. Rev. **D70** (2004) 012002.
- [12] HERMES: A. Airapetian *et al.*, „Measurement of the spin asymmetry in the photoproduction of pairs of high p(T) hadrons at HERMES.”, Phys.Rev.Lett. **84** (2000) 2584.
- [13] COMPASS: B. Adeva *et al.*, „Gluon polarization in the nucleon from quasi-real photoproduction of high-pT hadron pairs”, Phys. Lett. **B633** (2006) 25.

E. HARMONOGRAM WYKONANIA PROJEKTU BADAWCZEGO - PLAN ZADAŃ

Lp.	Nazwa zadania badawczego	Termin rozpoczęcia */ zakończenia zadania */	Przewidywane koszty (zł)
1	2	3	4
1	Symulacje Monte Carlo - otrzymanie zadowalającego opisu danych doświadczalnych.	1 - 3	13 823
2	Otrzymanie wyniku $\Delta G/G$ przy selekcji przypadków zebranych w latach 2002-2004 metodą cięć kinematycznych.	4 - 5	6 800
3	Optymalizacja selekcji przypadków przy użyciu sieci neuronowych.	6 - 8	8 266
4	Otrzymanie wyniku $\Delta G/G$ przy selekcji przypadków zebranych w latach 2002-2004 z wykorzystaniem sieci neuronowych.	9 - 9	5 333
5	Analiza błędów systematycznych dla wykonywanego pomiaru.	10 - 12	14 266
6	Przeprowadzenie ostatecznego sprawdzenia wyników dwu równoległych analiz.	13 - 14	6 800
7	Spisywanie pracy doktorskiej zakończone uzyskaniem recenzji i obroną.	15 - 24	28 400
RAZEM:			83 688

*/ Podać liczbę miesięcy od faktycznego terminu rozpoczęcia projektu

UWAGA

Nie są zadaniami badawczymi czynności techniczne służące wykonaniu zadania np. zakup aparatury i materiałów, opracowanie raportów itp.

F. KOSZTORYS PROJEKTU BADAWCZEGO**1. Poszczególne pozycje kosztorysu w cenach bieżących (zł)**

Lp.	Treść	Planowane koszty w roku		
		2008	2009	Razem
1	2	3	4	5
1	Koszty bezpośrednie	34 300	29 300	63 600
	w tym:			
	1/ wynagrodzenie z pochodnymi;	13 200	13 200	26 400
	2/ inne koszty realizacji projektu (łącznie z kosztem zakupu lub wytworzenia aparatury naukowo-badawczej)	21 100	16 100	37 200
2	Koszty pośrednie	10 322	9 766	20 088
3	Koszty ogółem finansowane ze środków finansowanych na naukę (1+2)	44 622	39 066	83 688
4	Koszty ogółem finansowane z innych źródeł niż środki finansowe na naukę	0	0	0
5	Koszty ogółem (3+4)	44 622	39 066	83 688

2. Kalkulacja poszczególnych pozycji kosztorysu**1) Wynagrodzenia z pochodnymi**

Liczba osób przewidzianych do udziału w realizacji projektu: 2

Liczba osobomiesięcy:

ogółem: 24

kierownika projektu: 0

wykonawców projektu: 24

2) Opis planowanych zakupów lub wytworzenia aparatury naukowo-badawczej

(podać nazwę zakupu, planowany przewidywany koszt, planowany miesiąc zakupu lub wytworzenia liczony od rozpoczęcia realizacji projektu oraz merytoryczne uzasadnienie)

- Laptop

- Koszt: 5000

- Planowany miesiąc zakupu: 1

- Komputer przenośny pozwoli na wydajną pracę doktoranta w trakcie licznych wyjazdów związanych z realizacją projektu. Umożliwi także doktorantowi zdalną pracę z domu w szczególności w trakcie wykonywania punktu 7 harmonogramu.

3) Uzasadnienie wysokości planowanych innych kosztów realizacji projektu

(wymienić rodzaj kosztów, wysokość oraz ich powiązanie z planem zadań projektu)

Współpraca zagraniczna

Badania naukowe będące przedmiotem niniejszego projektu prowadzone są w ramach międzynarodowej współpracy fizyków COMPASS. Pomiary prowadzone są w laboratorium Europejskiej Organizacji Badań Jądrowych (CERN) w Genewie.

Grupa wykonująca analizę wyników COMPASS'a zbiera się raz w miesiącu w CERN, w celu przedyskutowania uzyskanych wyników oraz określenia dalszych kierunków analizy. Pan Klimaszewski powinien uczestniczyć w tych zebraniach co najmniej 6 razy. Prezentował będzie wyniki uzyskane w kolejnych zadaniach badawczych. Prezentacje te wraz z wynikami zostaną poddane krytycznej ocenie kolegów. Koszt uczestnictwa w jednym zebraniu wynosi: 1230 (bilet) + 5*295 (diety 5 dni) + 195 (dieta dojazdowa) = 2900. Założono wysokość diet: 118 CHF (78 CHF + 40 CHF ryczałtu hotelowego) oraz przelicznik 2,5 PLN/CHF. Całkowity koszt uczestnictwa w sześciu zebraniach wynosi: 17400.

Przewidujemy, że analiza wykonana przez p. Klimaszewskiego dostarczy ważnych wyników dotyczących polaryzacji gluonów w nukleonie. Ostateczne wyniki powinny więc być zaprezentowane przez autora na międzynarodowych konferencjach poświęconych tej tematyce. Umiejętność przedstawiania swoich osiągnięć na forum międzynarodowym stanowi część wykształcenia doktoranta. W niniejszym kosztorysie znajdują się koszty uczestnictwa w dwóch konferencjach (po jednej w latach 2008 i 2009). Koszt uczestnictwa w jednej konferencji został oszacowany na: 2000 (bilet) + 1200 (opłata konferencyjna) + 7*600 (7 diet + hotel) = 7400. Całkowity koszt uczestnictwa w konferencjach wynosi: 14800.

G. OŚWIADCZENIA I PODPISY

1. Oświadczam, że zapoznałem się z wnioskiem o finansowanie projektu badawczego pt.: Wyznaczenie polaryzacji gluonów w nukleonie, przy użyciu przypadków z parą hadronów o dużym pędzie poprzecznym, w eksperymencie COMPASS
2. W przypadku przyjęcia projektu badawczego do finansowania jednostka zobowiązuje się do:
 - włączenia projektu do planu zadaniowo-finansowego jednostki,
 - udostępnienia pomieszczeń, aparatury i obsługi administracyjno-finansowej,
 - zatrudnienia pracowników niezbędnych do realizacji projektu na podstawie uzgodnionej z kierownikiem projektu i właściwymi wykonawcami formy zatrudnienia (mianowanie, umowa o pracę, umowa o dzieło, umowa zlecenia),
 - sprawowania nadzoru nad realizacją projektu i prawidłowością wydatkowania środków finansowych.
3. Oświadczam, że jednostka nie może zapewnić dostępu do urządzeń wymienionych w wykazie aparatury w części F ust. 2 pkt 2.
4. Oświadczam, że projekt obejmuje badania¹⁾:
 1. ~~wymagające doświadczeń na zwierzętach¹⁾~~
 2. ~~nad gatunkami chronionymi lub na obszarach objętych ochroną¹⁾~~
 3. ~~nad organizmami genetycznie modyfikowanymi lub z zastosowaniem takich organizmów¹⁾~~

Oświadczam, że zgodnie z moją wiedzą przygotowany wniosek o finansowanie projektu badawczego nie narusza praw osób trzecich.

H. INFORMACJE O OSOBIE ODPOWIEDZIALNEJ ZA SPORZĄDZENIE WNIOSKU

Imię i nazwisko: Jan Nassalski

Telefon: 0227180472, 0225532118

Faks: 0227793481

E-mail: Jan.Nassalski@fuw.edu.pl

Wniosek sporządzono (miejsce, data):

Pieczęć jednostki

Kierownik jednostki
(Rektor/Dyrektor)

Główny księgowy/Kwestor

Kierownik projektu

Data

Podpis i pieczęć

Podpis i pieczęć

Podpis

UWAGI

1. W przypadku projektu promotorskiego należy dołączyć dokumenty określone w § 43 ust. 2 rozporządzenia Ministra Nauki i Informatyzacji z dnia 4 sierpnia 2005 r. w sprawie kryteriów i trybu przyznawania i rozliczania środków finansowych na naukę.
2. W przypadku wniosku składanego przez jednostkę naukową, która nie otrzymuje dotacji na działalność statutową do wniosku dołącza się dokumenty wymienione w § 31 ust.3 i 4 rozporządzenia, o którym mowa w uwadze 1.

¹⁾ Niepotrzebne skreślić.

²⁾ W przypadku projektu habilitacyjnego należy podać informacje pozwalające na ocenę dorobku naukowego kierownika projektu powstałego w okresie od uzyskania stopnia naukowego doktora.