

**Nr projektu:** 2021/05/X/ST2/01340

**Tytuł:** Badanie kombinacji wkładów promieniowania indukowanego przez ośrodek koherentny i emisji podobnych do próżni w ewolucji dżetów w plazmie kwarkowo-gluonowej

**Opis Projektu:**

W zderzeniach ciężkich jonów w obszarze wysokich energii, m.in. w Relatywistycznym Zderzaczu Ciężkich Jonów (RHIC) lub w Wielkim Zderzaczu Hadronów (LHC) w CERN, tworzony jest nowy stan materii, plazma kwarkowo-gluonowa (eng. Quark Gluon Plasma, QGP). Istnienie QGP zapewnia bezprecedensową możliwość pomiaru i analizy procesów dynamicznych zachodzących w ramach oddziaływania kolorowego. QGP można badać za pomocą dżetów, tj. wysokoenergetycznych skolimowanych strumieni silnie oddziałujących cząstek, które są produkowane w zderzeniach ciężkich jonów. Proponowany projekt ma na celu udoskonalenie teoretycznego opisu ewolucji dżetów w QGP, aby umożliwić lepsze badanie tego ośrodka.

Dżet propagujący się przez plazmę rozprasza się na cząstkach plazmy, co prowadzi do indukowanego przez to medium promieniowania cząstek. Baier, Dokshitzer, Mueller, Peigne, Schiff i niezależnie Zakharov (BDMPS-Z [1-3]) wykazali, że efekty interferencji pomiędzy indukowanymi przez medium emisjami dżetów i występującym jednocześnie wielokrotnym rozpraszaniem na cząstkach medium prowadzi do tłumienia emisji dżetów wysokoenergetycznych w porównaniu do emisji dżetów niskoenergetycznych. Równanie ewolucji (z czasem jako zmienną ewolucyjną) które opisuje emisje koherentne znaleźli Blaizot, Dominguez, Iancu i Mehtar-Tani (BDIM) [4, 5]. Ja zajmuję się tymi równaniami w ramach projektów realizowanych w grupie badawczej dr. hab. Krzysztofa Kutaka w IFJ-PAN. W szczególności pracuję nad algorytmami Monte-Carlo do rozwiązywania równania BDIM [6] oraz jego uogólnień.

Procesy radiacyjne są tłumione, jeśli zdolność rozdzielcza plazmy jest taka, że ma dostęp do struktury kolorowej cząstek dżetu, np. w promieniowaniu gluonów z anteny kwarkowo-antykwarowej pod kątami mniejszymi niż kąt między kwarkiem a antykwarkiem [7]. Niemniej jednak promieniowanie gluonowe w procesach bremsstrahlung podobne jak próżni, tak zwane Vacuum Like Emissions (eng. VLE), są nadal możliwe. W przypadku ewolucji dżetów w efekcie procesu bremsstrahlung dominujący wkład pochodzi z emisji miękkich lub współliniowych. Emisje współliniowe można zresumować przy użyciu równań Dokshitzer Gribov Lipatova Altarelli Parisi (DGLAP) [8, 9], które opisują ewolucję dżetów ze zmniejszaniem się wirtualności dżetu.

Podejście przedstawione w tym wniosku polega na znalezieniu spójnego opisu ewolucji dżetów zarówno poprzez VLE, jak i promieniowania i rozpraszania indukowanego przez medium. W tym celu konieczne będzie uwzględnienie w opisie ewolucji dżetów warunku na granice przestrzeni fazowej pomiędzy promieniowaniem indukowanym przez ośrodek a VLE z cząstki ośrodka. Aby móc wykonać symulacje numeryczne, konieczne jest włączenie do istniejących algorytmów Monte-Carlo ewolucji dżetów na podstawie równań BDIM oraz algorytmów dla dżetów podlegających VLE. W

tym celu niezbędna jest współpraca z grupą badawczą Konrada Tywoniuka z Uniwersytetu Bergen do stworzenia pełnego, wielomodułowego generatora Monte Carlo [10], który będzie modułowy i łatwy w rozbudowie.

Głównym celem tego projektu jest przygotowanie narzędzia teoretycznego i numerycznego do badania w przyszłości dżetów za pośrednictwem różnych obserwabli dżetowych, skupiając się na obserwablach wrażliwych na strukturę kątową dżetów (na którą w dużej mierze wpływa efekt porządkowania kąтового, obecny w VLE, ale nieobecny w indukowanym w ośrodku promieniowaniu), jak np. struktura dżetu. Podsumowując celem tego projektu jest dążenie do całościowego opisu emisji dżetów w medium, a tym samym bardziej szczegółowego opisu ewolucji dżetów.

### **Bibliografia:**

- [1] R. Baier, Y. L. Dokshitzer, A. H. Mueller, S. Peigne, and D. Schiff, Nucl. Phys. B484 (1997) 265–282.
- [2] B. G. Zakharov, JETP Lett. 63 (1996) 952–957.
- [3] B. G. Zakharov, JETP Lett. 65 (1997) 615–620.
- [4] J.-P. Blaizot, F. Dominguez, E. Iancu, Y. Mehtar-Tani, JHEP 01 (2013) 143.
- [5] J.-P. Blaizot, F. Dominguez, E. Iancu, Y. Mehtar-Tani, JHEP 06 (2014) 075.
- [6] E. Blanco, K. Kutak, W. Płaczek, M. Rohrmoser, R. Straka, JHEP 04 (2021) 014.
- [7] Y. Mehtar-Tani, K. Tywoniuk, JHEP 01 (2013) 031.
- [8] G. Altarelli and G. Parisi, Nuclear Physics B 126.2 (1977), 298 –318.
- [9] Yuri L. Dokshitzer, Sov. Phys. JETP 46 (1977) [Zh. Eksp. Teor. Fiz.73,1216(1977)], 641–653.
- [10] JETSCAPE Collaboration, S. Cao et al., Phys.Rev.C 96 (2017) 2 024909.