

## Formulár ZK - Záverečná karta projektu

Riešiteľ: doc. RNDr. S. Vokál, DrSc.	Evidenčné číslo projektu: APVT-20-011704
Názov projektu: Interakcie relativistických ťažkých iónov	
Na ktorých pracoviskách bol projekt riešený:	Katedra jadrovej a subjadrovej fyziky PF UPJŠ v Košiciach
Ktoré zahraničné pracoviská spolupracovali pri riešení (názov, štát):	Brookhaven National Laboratory, New York, USA
	Spojený ústav jadrových výskumov v Dubne pri Moskve, Rusko
Udelené patenty alebo podané patentové prihlášky, vynálezy alebo úžitkové vzory vychádzajúce z výsledkov projektu:	
Publikácie (knihy, články, prednášky, správy a pod.) zhrňujúce výsledky projektu (uved'te i publikácie prijaté do tlače alebo pripravované):  <i>Uvádzajte maximálne päť najvýznamnejších publikácií.</i>	Adams J., Fedorišin J., Lehocká S., Vokál S., STAR Coll., <i>Experiment. and Theor. Challenges in the Search for the Quark Gluon Plasma: The STAR Collaboration's Critical Assessment of the Evidence from RHIC Collisions</i> , NUCLEAR PHYSICS A <b>757</b> (1-2) (2005) 102-183
	Adams John, Fedorišin Ján, Lehocká Sabina, Vokál Stanislav, STAR Collaboration, <i>Direct observation of dijets in central Au+Au collisions at <math>\sqrt{s_{NN}} = 200</math> GeV</i> , PHYSICAL REVIEW LETTERS <b>97</b> (2006) 162301, 1-6
	Fedorišin Ján, Vokál Stanislav, <i>Search for the ring-like structures in the emission of secondary particles in central 197Au collisions with emulsion nuclei at 11.6 A GeV/c</i> , Preprint of the Joint Institute for Nuclear Research, Dubna, (2007) 1-19
	Adams John, Fedorišin Ján, Lehocká Sabina, Vokál Stanislav, STAR Collaboration, <i>Azimuthal Anisotropy in Au+Au Collisions at <math>\sqrt{s_{NN}} = 200</math> GeV</i> , PHYSICAL REVIEW C <b>72</b> (2005) 014904, 1-23
	J. Fedorišin, S. Vokál, Wavelet analysis of multiparticle correlations, prezentované na pracovnej porade pracovnej skupiny experimentu STAR Event-by-event a na medzinárodnej konferencii „Hadron Structure 2007“ v Modre Harmónii, 3.9.-7.9.2007, zaslané do Fyziky B
V čom vidíte uplatnenie výsledkov tohto projektu:	Rozšírenie a prehĺbenie teoretických poznatkov o vlastnostiach a štruktúre hmoty a jej správaní v extrémnych podmienkach.

Podpisom záverečnej karty riešiteľ vyjadruje svoj súhlas ku zverejneniu údajov v nej uvedených.

Podpis riešiteľa: .....

Dátum: ...15. 1. 2008.....

## Charakteristika výsledkov

Evidenčné číslo: APVT-20-011704

### Súhrn výsledkov riešenia projektu a naplnenia cieľov projektu (max. 20 riadkov) - slovensky:

Hlavné fyzikálne výsledky získané pri riešení projektu v rámci experimentu STAR možno v krátkosti zhrnúť nasledovne: Stále viac sa potvrdzuje, že je potrebné korigovať mnohé predstavy týkajúce sa očakávaných vlastností kvarkovo-gluónovej plazmy (QGP) z obdobia najmä prvých rokov existencie programu fyziky ťažkých iónov v BNL a v CERN-e, ba dokonca aj z pomerne nedávnej doby. QGP sa nespráva ako plyn, teda ako súbor slabo interagujúcich kvarkov a gluónov, ale skôr ako kvapalina, ktorá sa aj napriek svojej vysokej hustote vyznačuje veľmi nízkou viskozitou. Prúdi tak voľne, že sa dokonca blíži k ideálnej kvapaline, pričom sa pod tým sa rozumie kvapalina v jej klasickom ponímaní a nie supratekutina, ktorej nulová viskozita a ďalšie vlastnosti vyplývajú zo zákonov kvantovej mechaniky. Na týchto záveroch sa okrem kolaborácie STAR zhodli aj ďalšie experimenty operujúce na urýchľovači RHIC.

Konkrétny príspevok riešiteľov projektu: Na domácich aj medzinárodných vedeckých konferenciách boli prezentované výsledky waveletovej analýzy uhlových spektier častíc produkovaných v zrážkach iónov Au a Pb s jadrami fotoemulzie pri AGS a SPS energiách a v zrážkach protibežných zväzkov iónov Au+Au pri  $\sqrt{s_{NN}} = 200$  GeV. Výsledky sa týkali predovšetkým hľadania kruhových štruktúr v uhlových rozdeleniach sekundárnych častíc, ktoré by mohli poukazovať na prítomnosť Čerenkových gluónov alebo Machových rázových vln v excitovanej jadrovej látke. Použitou metódou sa však prítomnosť takýchto štruktúr v analyzovaných dátach preukázať nepodarilo. Správanie sa vysokoenergetických "jetov" v excitovanom jadrovom médiu, vrátane možnosti existencie horeuvedených (popríklad aj ďalších) exotických mnohočasticových korelácií, je momentálne snáď najhorúcejšou témou aj v experimente STAR skúmajúcom ultrarelativist. zrážky jadier Au, keďže toto správanie by mohlo byť veľmi citlivé na fázové prechody v jadrovej látke. V tomto výskume plánujú riešitelia projektu pokračovať aj naďalej, keďže ho zatiaľ ani zďaleka vzhľadom na jeho náročnosť nie je možné považovať za ukončený.

### Súhrn výsledkov riešenia projektu a naplnenia cieľov projektu (max. 20 riadkov) - anglicky:

The main physical results achieved within the project based on STAR experiment can be summarized as follows: It has been found inevitable to correct many concepts concerning the predicted properties of the Quark-Gluon Plasma (QGP) from the first years of the BNL and CERN heavy-ion programme and even from the recent years. QGP does not behave like a gas, i.e. like the bulk of weakly interacting quarks and gluons, but rather like a fluid with very low viscosity, despite its extremely high density. It flows so freely it even approaches an ideal fluid. It should be emphasized the notion "ideal fluid" denotes a fluid in its classical interpretation and not a superfluid whose superviscosity and other properties are dictated by the laws of Quantum Mechanics. These conclusions were supported also by the other experiments operating at RHIC collider.

A tangible contribution of the project participants: The results of wavelet analysis of the angular spectra of particles produced in the Pb and Au ion collisions with photoemulsion nuclei at the AGS and SPS energies and in the collisions of gold ions beams at  $\sqrt{s_{NN}} = 200$  GeV were presented at the domestic and international conferences. The results concerned mainly a search for the ring-like structures in the angular spectra of secondary particles which could imply the occurrence of either Cherenkov gluons or Mach shock waves in excited nuclear matter. The existence of such structures in the analyzed data was not proved by the employed analysis method. The behaviour of hard jets traversing excited nuclear medium, as well as the possibility of existence of the above-mentioned exotic multiparticle correlations, is currently perhaps the hottest topic also in STAR experiment studying ultrarelativistic collisions of Au nuclei, since this behaviour could be sensitive to the phase transitions in nuclear matter. The project participants intend to pursue the started research since it is too challenging to be deemed finished at present stage.

**Podpis riešiteľa: .....**