

OTKA NK 73143

NAGY KUTATÁSI PÁLYÁZAT ZÁRÓJELENTÉSE

Nehézionfizikai és részecskefizikai kutatások a PHENIX/ RHIC és a TOTEM/LHC kísérletekben

Témavezető:

Csörgő Tamás, az MTA Doktora (MTA KFKI RMKI)

Részvevő kutatók:

Csanád Máté PhD, (ELTE, 2007) adjunktus,

ELTE TTK Atomfizikai Tanszék

Lacey, Roy professzor

State University of New York at Stony Brook, USA

Lörstad, Bengt professzor

Lund University, Svédország

Novák Tamás PhD, (Nijmegen University, 2008) docens

KRF, Gyöngyös

Ster András tud. munkatárs

MTA KFKI RMKI, Budapest

Sziklai János kandidátus, tudományos főmunkatárs

MTA KFKI RMKI, Budapest

Vértesi Róbert (PhD, Debreceni Egyetem, 2011) tudományos munkatárs

MTA KFKI RMKI, Budapest

Részvevő diákok, doktoranduszok:

Nagy Márton doktorandusz

MTA KFKI RMKI/ ELTE TTK Atomfizikai Tanszék, Budapest

Sótér Anna egyetemi hallgató, majd helyette

ELTE TTK, fizikus B.Sc/M.Sc, Budapest

Nemes Frigyes János doktorandusz

ELTE TTK Atomfizikai Tanszék / CERN

A pályázat futamideje:

2008 április 1 – 2011 április 30.

A kutatási tevékenységet és a publikációkat a jelentés lezárásáig meghosszabbított, 2011 szeptemberéig tartó időszakra foglaltam össze.

Kutatási eredményeink rövid magyar nyelvű összefoglalása:

2010 februárjában a PHENIX kísérlet együttműködésben publikáltuk a RHIC Au+Au ütközéseiben a direkt fotonok spektrumát. A RHIC Au+Au ütközéseiben már 2005-2007-ben feltárt tökéletes kvarkfolyadék 2010-es eredményünk szerint nem állhat hadronokból. **Tehát kísérletileg igazoltuk a kvark-gluon plazma felfedezését a RHIC 200 GeV-es Au+Au ütközéseiben.** A kvarkanyag a várákosokkal ellentétben erősen csatoltnak bizonyult, szinte tökéletesen folyik, leírására a szokásos perturbatív eljárások nem alkalmazhatóak sikeresen. Ehhez a fontos PHENIX eredményhez többek között a PHENIX elektromágneses kaloriméternek, a PHENIX egyik fontos fotondetektorának a repülési-idő-kalibrációjával járultunk hozzá.

Kiemelkedő eredményünk volt az η' mezon jelentős tömegmódosulásának felfedezése a RHIC gyorsító 200 GeV-es Au+Au ütközéseiben - ismereteink szerint jelenleg ez a világon a leggyorsabban, 10^{-22} másodperc alatt bekövetkező, kísérletileg felfedezett tömegcsökkenés.

Feltártuk a relativisztikus hidrodinamika új, egzakt és explicit megoldási osztályait, melyek segítségével megerősítettük és pontosítottuk a RHIC Au+Au ütközéseiben keletkező új anyag kezdeti hőmérsékletének és energiasűrűségének értékét és pontos értéket adtunk a közegbeli hangsebességre is.

Új módszerünk alkalmazásával 2011-ben közöltük a CERN LEP L3 kísérletének adataiból készült filmfelvételünket, mely a világ legrövidebb ismert filmfelvétele lett, mivel a képsorozat 10^{-24} sec alatt véget ér.

Lezártuk a TOTEM kísérlet építési szakaszát, és sikeresen publikáltuk a diffraktív p+p szórás differenciális hatáskeresztmetszetét a CERN LHC $\sqrt{s} = 7$ TeV-es energiáján.

Brief summary of our research results in English:

In the PHENIX collaboration, the direct photon spectrum was measured in 200 GeV Au+Au collisions at RHIC. This 2010 paper proved, that the perfect fluid of quarks, found in the 2005-2007 period, cannot be explained in terms of hadrons because the initial temperature is larger than the Hagedorn limit. **This result completes the proof of discovery of a strongly interacting quark-gluon plasma in 200 GeV Au+Au collisions.** Surprisingly, this quark-matter is found to flow nearly perfectly and it cannot be successfully described using perturbative calculations. We contributed to this important result with the timing calibration of the PHENIX Electromagnetic calorimeters, one of the main tools of photon detection in this experiment.

We reported a significant modification of the mass of the η' meson in 200 GeV Au+Au collisions at RHIC. **This is the fastest mass drop ever seen experimentally:** it appears in less than 10^{-22} second.

We discovered new, explicit classes of exact solutions of relativistic hydrodynamics. We applied them to a precise determination of the initial temperature, the energy density and the speed of sound of the strongly interacting quark-gluon plasma in Au+Au collisions at RHIC.

With our new method, we published a femtoscopic analysis of CERN LEP experiment L3 data. This study resulted in the **fastest movie ever made by man: the sequence of pictures about this elementary particle reaction ends in less than 10^{-24} second.**

We have completed the construction phase of the CERN LHC experiment TOTEM and we successfully published the differential cross-section in diffractive p+p collisions at $\sqrt{s} = 7$ TeV energies.

Tudománymetriai kitekintő:

Úgy vélem, az eredményeink értékeléséhez objektív támpontot nyújt az a Thomson-Reuters tudománymetriai elemzés, amelynek a megállapításai 2010 novemberében láttak napvilágot:

Világelsők a magyar kutatók az egy cikkre jutó hadronfizikai hivatkozások listáján - ez az egyik megállapítása annak a hadron ütköztetőkkel kapcsolatos scientometriai elemzésnek, amelyet a Thomson Reuters hírügynökség közölt. Az összeállítás szerint az egy cikkre jutó hivatkozások listáján Magyarország Izraelt, Horvátországot, Dániát, Romániát, valamint Tajvant megelőzve végzett az élen. A 2000. január 1-je és 2010. június 30-a közötti időszakot áttekintő vizsgálatban 82 ország részecske- és magfizikai tudományos publikációit három mutató, a hivatkozások, a publikált cikkek és az egy cikkre eső hivatkozások száma alapján rangsorolták az elemzők. A magyar részecske és magfizikusoknak (egészen precízen a hadronütköztetők fizikusainak) 194 tanulmányuk megjelent cikkét regisztrálták, és ezekre összesen 7735 idézetet találtak más tudományos publikációkban. Ez átlagosan csaknem 40 hivatkozásnak felel meg cikkenként, ezzel világelső. Ez az arány a második helyen álló Izrael esetében 34, míg a képzeletbeli dobogó harmadik helyét elfoglaló Horvátország esetében 30. Ha megvizsgálánk, hogy ezt a szép eredményt milyen kutatási támogatás mellett értük el, az egységnyi támogatásra jutó hivatkozások számában nagyon magasan vezetnénk a többiek előtt, hiszen külföldön dolgozó kollégáinkhoz képest igen nehéz anyagi körülmények között értük el ezeket a kimagasló eredményeket. Jól látható az is, hogy ebben a szép eredményben a jelen NK 73143 sz OKTA témának, illetve a 2000-2007-es időszakban elnyert PHENIX-es K38406 és K49446-os OTKA pályázatoknak döntő szerepe volt. Ugyanis a fenti tanulmányban idézett hivatkozásokhoz a PHENIX-Magyarország együttműködés 92 publikációval és mintegy 5000 Thomson-Reuters által regisztrált hivatkozással járult hozzá. 2011 szeptemberéig valójában már csak a PHENIX-Magyarország együttműködés keretében 2002-2010 között publikált cikkeink is 8860 hivatkozást kaptak, ami több mint a 2010 novemberéig jegyzett összes magyar cikkre vonatkozó 7735 idézet. A PHENIX 4 cikkel került be a szakterület legtöbbször idézett húsz cikke közé ebben az időszakban. Legidéztem eredményünk a tökéletes folyadék viselkedést felfedező, összefoglaló cikkünk, mely a Thomson-Reuters jelentés lezárásakor, 2010 novemberében még 705 hivatkozást jegyzett, 2011 szeptemberére pedig már 1127 hivatkozást kapott.

Szakterületünk legtöbbször idézett húsz cikke közül 9 munkát csupán 1-3 szerző jegyez, 2 cikket 4-10 fős kutatócsoport írt, 8 cikkből pedig 4 a PHENIX, másik 4 pedig a PHENIXhez hasonló három nagy nemzetközi kísérleti együttműködések eredménye. Tehát a néhány szerzős elméleti cikkek közül 12, míg a nagy kísérleti kollaborációk cikkei közül csupán 8 került be a legtöbbször idézett munkák közé. Úgy tűnik, hogy a leginkább hivatkozott munkák közül a néhány szerzős eredmények dominanciája a hazai fizikus közélet számára ismeretlen. Érdemes hangsúlyozni azt a tényt is, hogy más országok kutatói is résztvevői számos nagy nemzetközi együttműködésnek. Ráadásul a magyar kutatóknál sokszor több nagyságrenddel kedvezőbb anyagi lehetőségekkel rendelkeznek. Éppen ezért jól indokoltnak tűnik a Thomson-Reuters elemzésének a megállapítása, miszerint meglepetést keltett, hogy a hadronütköztetők fizikája területén az egy cikkre jutó hivatkozások számát tekintve Magyarország, a magyar fizikusok végeztek az élen. Ez nem lett volna lehetséges a jelen OTKA pályázat támogatása nélkül, mivel a kimutatott eredményhez a PHENIX kísérlet kiemelkedő és egyenletesen magas hivatkozási mutatói döntő mértékben járultak hozzá. Az OTKA támogatását ezúton is hálással köszönjük!

Elemzésünk egyben azt is jelenti, hogy nem minden nagy nemzetközi kísérletben való részvétel jár automatikusan kiemelkedő publikációs és citációs mutatókkal, hanem a témaválasztás és a probléma érzékenysége, a minőségi munkavégzés továbbra is jelentős tényezők maradnak a nagyenergiás hadronfizika területén (is), és aláhúzza a több országra kiterjedő összehasonlító elemzések végzésének fontosságát.

A Reuters-Thomson scientometriai elemzésről és a legidézettebb cikkekről **további részletek itt:**
"The surprise comes in the top 20 list for citations per paper. Here ... the top six begins with Hungary and then goes onto Israel, Croatia, Denmark, Romania, and Taiwan. "

<http://sciencewatch.com/ana/st/hadron/nations/>

Hadron Colliders - 10 year papers:

<http://sciencewatch.com/ana/st/hadron/papers10yr/>

A Magyar Tudományos Akadémia honlapján:

http://mta.hu/tudomany_hirei/magyar-fizikusok-az-idezettsegi-ranglista-elen-126682/

A fenti elemzés a 2000-2010 közötti időszakban végzett munkánk nemzetközi összehasonlításban történt scientometriai elemzésére alkalmazható. Érdekes elemzési lehetőséget ad a jelen kutatási téma publikációinak belső szerkezete is, amit ki szeretnénk egészíteni, árnyalni néhány további, a közleményekből ki nem deríthető részlettel.

Egy kis statisztika a 2008 - 2011-es kutatási időszakról:

A közlés helye, formája szerint:

Folyóiratban megjelent cikkeink száma:	64
Konferencia kötet, konferencia cikk vagy archivált előadás:	24
Egyéb preprint (pl. elbírálás alatti cikk):	14
Szabadalom:	2
Könyv:	2
<hr/>	
Összesen	106

Kutatásaink főbb irányai szerint:

A BNL RHIC PHENIX kísérleti együttműködése keretében:	50
Femtoszkópia, HBT, Bose-Einstein e^+e^- p+p és nehézionban:	28
A hidrodinamika egzakt megoldásai:	13
A CERN LHC TOTEM kísérleti együttműködése keretében:	9
Egyéb témák: szabadalom, konferencia kötet, könyvek stb:	6
<hr/>	
Összesen	106

A beszámoló végén részletesebb elemzést is adunk a PHENIX-es és TOTEM-es belső munkákról, hogy a kísérletek sikeréhez adott hozzájárulásunkat jobban meg lehessen ítélni.

Díjaink, kitüntetéseink, megszerzett tudományos fokozataink a kutatási időszakban:

Csanád Máté:

MTA Ösztöndíja a "58th Meeting of Nobel Laureates at Lindau" konferenciára, 2008
MTA Bolyai Ösztöndíja, 2009-2012
Seymour J. Lindenbaum Diploma (G. 't Hooft and A. Zichichi által)
International School of Subnuclear Physics, Erice, 2011.

Csörgő Tamás:

Hungarian American Enterprise Scholarship Fund:
Senior Leaders and Scholars Fellowship (2008)
Vendégkutatói megnevezés a Harvard Egyetemen (2009-2011)
Eötvös Loránd Tudományegyetemen:
Címzetes egyetemi tanár (2010)
Magyarország Köztársaságának Érdemrendje, Lovagkereszt (2011)

Nagy Márton:

MTA Ifjúsági Díj (2010)
A relativisztikus hidrodinamika új egzakt megoldásaiért

Novák Tamás:

PhD, Nijmegeni Egyetem, 2008
Elsevier Scopus Young Researcher Award (2008)

Vértesi Róbert:

PhD, Debreceni Egyetem, 2011
MTA KFKI RMKI Györgyi Géza Díj, 2011

Kutatási eredményeink részletes ismertetése:

1) PHENIX-Magyarország együttműködésben

A PHENIX kísérlet keretében részecske és magfizikai kutatásokat folytattunk az USA Brookhaven Nemzeti Laboratóriumában, számos cikkünk és preprintünk született, főleg a korábbi évek kutatásainak, például a részecskesugarak és a forró illetve hideg hadronanyagok kölcsönhatása területén. A PHENIX-en belüli aktivitásunk a budapesti PHENIX PC klaszter bővítésére, diszkszerver beállítására, az adatfelvételben és az adatok feldolgozásában való részvételre, Au+Au ütközések adatainak a budapesti PHENIX klaszterre történő telepítésére, ezeken az adatokon a kis transzverz impulzusú részecskeazonosításának a recalibrálására koncentrált.

A PHENIX tudományos vezetőjének felkérésére bekapcsolódtunk a QCD másodrendű fázisátmenetéhez tartozó kritikus pont megtalálását célzó kutatási stratégiát meghatározó PHENIX Low Energy Task Force munkájába. Kidolgoztuk a 2007-ben felvett Au+Au adatokra a PHENIX elektromágneses kaloriméterek foton időmérésének recalibrációját, erről belső PHENIX-es analízis jegyzetet írtunk. Résztvettünk a PHENIX diffraktív J/Psi keltési és kaon Bose-Einstein korrelációs mérések, valamint a p+p ütközések azonosított részecskespektrumait közlő publikációinak belső előkészítésében, a QM 2009 konferenciára való felkészülés során belső elismerést nyertünk el a PHENIX tudományos vezetőjétől. Csoportunk tagjai Budapesten, továbbá Genfben, Prágában és Madridban is tarthattak PHENIX témájú konferencia előadásokat.

Kiemelkedő eredményünk volt a PHENIX kollaboráció keretein belül a direkt foton spektrum meghatározása a RHIC gyorsító 200 GeV-es Au+Au ütközéseiben. Ez egy igen nehéz mérés, melyhez a PHENIX elektromágneses kaloriméter időkalibrációját Vértesi Róbert készítette el, kezdetben Dávid Gábor majd Csörgő Tamás szakmai vezetésével. A mérés során megállapítottuk, hogy a 200 GeV-es Au+Au ütközésekben keletkezik egy 220 ± 19 (stat) ± 19 (sziszt) MeV meredekségű direkt foton kontribúció a PHENIX által detektált foton spektrumban. Ez a járulék csak akkor értelmezhető, ha a reakció kezdeti hőmérséklete legalább 300 MeV (minél korábbi a termalizáció ideje, annál magasabb a kezdeti hőmérséklet, de a mért adatok reprodukálásához legalább a 300 MeV-es kezdőhőmérsékletet el kell érni). Ez a hőmérséklet igen magas, lényegesen nagyobb, mint a hadronok létezésének határhőmérséklete, azaz a $T_{\text{Hagedorn}} \sim 170$ MeV küszöbérték. Ezeken a legalább 300 MeV-es a kezdeti hőmérsékleteken hadronok nem létezhetnek a részecskefizikai adattáblázatokból megismert formában.

Tehát a RHIC 200 GeV-es Au+Au ütközéseiben nem hadronikus anyag, hanem egy új halmazállapot jött létre, melyről 2005 során már megmutattuk, hogy tökéletes folyadékként viselkedik, majd 2007-ben az elliptikus folyás skálaviselkedésének tanulmányozásával megmutattuk azt is, hogy ez a tökéletes folyadék kvarkok folyadéka. 300 MeV kezdeti hőmérsékleten várhatóan gluonok is megjelennek, mint szabadsági fokok, de ezt direkt mérésekkel még nem igazoltuk. A legalább 300 MeV-es kezdeti hőmérsékletek miatt Phys. Rev. Letters-ben publikált eredményeinkről a BNL sajtótájékoztatót adott ki, mely világszenzációvá vált, vezető helyen közölték nagy tudományos ismeretterjesztő és sajtóorgánumok (Nature, Science, New York Times Science stb. Az MTA, az MTI, számos további magyar portál is átvette és közölte ezt a hírt, amely szakterületünk esetén áttörést, a tökéletesen folyó, erősen csatolt kvark-gluon plazma kísérleti előállítását jelenti. A perturbatív QCD alapú modellekről 2011 során kimutattuk, hogy ezek nem képesek egyszerre leírni az opacitásra jellemző nukleáris modifikációs faktort és a kezdeti hőmérsékletre és nyomásra érzékeny elliptikus folyást, mivel a kvark-gluon plazma erősen csatolt.

Összesen 11 PHENIX-es belső analízis jegyzetet vagy technikai feljegyzést készítettünk a pályázati periódusban. 5 PHENIX-es közlemény közvetlen belső előkészítő munkájában vettünk részt, a PHENIX elektromágneses kaloriméter általunk végzett kalibrációja pedig számos további jelentős PHENIX-es publikáció alapja lett.

2) Femtoszkópia

Svéd (B. Lörstad) és USA (R. Lacey) kutatókkal való együttműködés keretében tovább folytattuk a Buda-Lund hidrodinamikai modell fejlesztését, publikáltuk az elliptikus folyási paraméterek és az azimutálisan érzékeny HBT sugarak közötti összefüggéseket.

A PHENIX kísérlet szempontból lényeges érzékenységi vizsgálatokat végeztünk a hadronok közegbeli tömegmódosulásának jeleként várt préselt állapotokból fakadó előre-hátra részecske-antirészecske korrelációkra, és módszert adtunk az elektron-pozitron annihilációkban a részecskekeltés téridőbeli lefolyásának helyreállítására.

A Bose-Einstein korrelációk kísérleti vizsgálata során az L3 kísérlet részére írott munkában kimutattuk, hogy az e^+e^- ütközésekben a Bose-Einstein korrelációk lényegesen különböznek a hadron-hadron vagy a nehézion-ütközésekben fellépő korrelációtól: míg a hadronikus és nehézion-ütközésekben a Bose-Einstein szimmetrizáció csak pozitív korrelációkat okoz, az elektron-pozitron annihilációkban negatív korrelációk is fellépnek közepes, 1 GeV körüli relatív impulzus skálákon, amelyek mintegy kiegyenlítik a kis ($Q < 0.5$ GeV) relatív impulzusskálákon fellépő pozitív korrelációkat. Tehát az elektron-pozitron annihilációkban a Bose-Einstein szimmetrizáció hatása gyakorlatilag közelebbi relatív impulzusskálákra helyezi az azonos pionpárokat, ezáltal nem csak pozitív definit korrelációkat, hanem bizonyos relatív impulzus skálákon antikorrelációkat is okozhat.

3) Hidrodinamika

Elméleti kutatásaink a relativisztikus hidrodinamika egzakt megoldásainak területére fókuszálódtak, publikáltuk új egzakt megoldásaink részletes leírását. Sejtést publikáltunk arról, hogy hogyan függ a kezdeti energiasűrűség a hangsebességtől véges rapiditáseloszlások esetén tetszőleges konstans hangsebesség esetére, amely igen jelentős lehet, mert a RHIC Au+Au ütközéseiben a Bjorken energiasűrűség becslés alapján várt $5 \text{ GeV}/\text{fm}^3$ értéket a $15 \text{ GeV}/\text{fm}^3$ tartományba emeli. Ez olyan magas szám, amelyet korábban csak az LHC nehézion-ütközéseinek kezdeti szakaszában vártak.

Elméleti kutatásaink a relativisztikus hidrodinamika egzakt megoldásainak területén új, explicit, globálisan is mozgó és forgó megoldásuk felfedezéséhez is elvezettek, melyek publikálásáért Nagy Márton doktorandusz Akadémiai Ifjúsági Díjban részesült. Sikeresen illesztettük a pionok spektrumát és elliptikus folyását valamint mt függő mért sugárparamétereket egy korábbi, egzakt relativisztikus hidrodinamikai megoldásunk segítségével, és megerősítve a PHENIX korábbi direkt fotonos eredményeinket, azt kaptuk, hogy minden realiztikus állapotegyenlet esetén a kezdő hőmérséklet legalább 300 MeV.

Csanád Máté tanítványaival továbbvitte ezt a kutatási irányt a PHENIX direkt foton spektrumok és direkt foton elliptikus folyási paraméter sikeres leírására. Ez az analízis már az állapotegyenlet, azaz az energiasűrűség és a nyomás arányát és a kezdeti hőmérséklet precíz meghatározására is alkalmasnak bizonyult, tovább emelve a kezdeti hőmérséklet becsült értékét $T_{\text{init}} = 519 \pm 12 \text{ MeV}$ -re. Az állapotegyenlet paraméterének értéke, a hangsebesség pedig $c_s = 0.36 \pm 0.02$ értéknek adódott a korábbi mérésekkel összhangban, de azokat pontosítva.

Hidrodinamikai kutatásainkat tehát alapvetően tudtuk felhasználni a RHIC 200 GeV-es Au+Au ütközéseiben keletkező tökéletes kvarkfolyadék, az erősen kölcsönható kvark-gluon plazma tulajdonságainak meghatározásához. Eredményeink közül néhányal, pl a $15 \text{ GeV}/\text{fm}^3$ kezdeti energiasűrűség 2008-as publikálásával megelőztük a PHENIX direkt foton mérés hasonló értelmű, de 2010-ben publikált eredményeit.

4) A TOTEM kísérlet keretében elért eredményeink részletezése:

A CERN LHC TOTEM együttműködés formalizálására 2008 novemberében került sor a Memorandum of Understanding on TOTEM Construction, Maintenance and Operation aláírásával. Ezt megelőzően Ster András egyéni résztvevőként két TOTEM publikáción már szerzőként szerepelhetett, de az OTKA támogatását még nem tüntethettük fel, mivel a munka kezdeti szakaszát a TOTEM kísérlet finanszírozta. Az MoU aláírása és a konstrukciós hozzájárulásunk befizetése utáni TOTEM cikkeken az MTA KFKI RMKI már résztvevő intézményként szerepel, és a cikkek előkészítésében aktívan dolgozó magyar TOTEM tagok felkerültek a publikáció szerzőinek a listájára.

A CERN LHC TOTEM kísérletéhez kapcsolódó belső munkáink egy részének témája elérhető a nyilvánosság számára az alábbi honlapon: http://totem.web.cern.ch/Totem/INote/note_int.html Ebből megállapítható, hogy munkáink egy része a TOTEM Roman Pot detektorok nyaláb-impedanciájának meghatározására (Sótér Anna), az LHC gyorsító TOTEM kísérlet számára releváns optikájának és mágneses tereinek a precíz meghatározására (Nemes Frigyes), az adatbázisok kalibrálására és az LHC 7 TeV-es diffraktív proton-proton ütközései differenciális hatáskeresztmetszetének előzetes analizisére fókuszáltak (Nemes Frigyes és Csörgő Tamás). A nyilvánosság számára kevésbé látható, de a kísérlet szempontjából igen fontos volt Sziklai János hozzájárulása a TOTEM Detector Control System (DCS) automatizálásához, továbbfejlesztéséhez, a KFKI RMKI-ból történő távoli kontrol lehetőség megvalósításához, melyek fejlesztésekről a Sziklai János két hazai angol nyelvű iskolán, a 2009-es és a 2010-es Zimányi Nehézionfizikai Téli iskolán is beszámolt előadásaiban:

1) J. Sziklai, Detector Control System of TOTEM experiment at LHC

Zimányi Winter School on RHIC, December 1, 2009

<http://indico.cern.ch/materialDisplay.py?contribId=53&sessionId=7&materialId=slides&confId=74919>

2) J. Sziklai, Status of the CERN LHC experiment TOTEM

Zimányi Winter School on RHIC, December 1, 2010

<http://indico.cern.ch/materialDisplay.py?contribId=38&sessionId=0&materialId=slides&confId=113717>

Novák Tamás részt vett a TOTEM DCS modulok megépítésében, és a TOTEM Roman Pot élnélküli Si detektorok észlelési hatékonyságának meghatározásában, Csanád Máté pedig a TOTEM Online Monitoring rendszer fejlesztésébe kapcsolódott be a PHENIX kísérlet Zero Degree Calorimeter aldetektor online monitoring kódjainak fejlesztése alapján. Számos belső előadást és egy hazai konferencia előadást tartott TOTEM adatgyűjtő rendszeréről.

Dénes Ervin részt vett a TOTEM Data Acquisition System (DAQ) szoftver könyvtárainak a kifejlesztésében. Kontribúcióit főleg a kísérlet finanszírozásában tette meg, és számos körülményt mérlegelve a kollaboráció úgy döntött, hogy munkáját cikkeink köszönetnyilvánításában ismeri el.

Részt vettünk az első TOTEM fizikai eredménynek, a 7 TeV-es p+p diffraktív ütközések differenciális hatáskeresztmetszetét közlő TOTEM cikknek az előkészítésében, a részletes belső vitában, számos javaslattal járultunk hozzá annak végleges formába öntéséhez, melyet Csörgő Tamás 2011-ben Japánban megrendezett konferencián, a kollaboráció nevében tartott meghívott előadásában ismertethet.

5) Hasznosítás, könyvek, szabadalmak:

A világon először sikerült a tökéletes kvarkfolyadékot, azaz a kvark-gluon plazmát kézzelfoghatóvá, a hétköznapi emberek és a középiskolás diákok számára is érthetővé tennünk egy részecskés kártyajáték kifejlesztésével. Az eredmények hasznosítása ebben az esetben gyakorlatilag véletlenül történt, szabadidős tevékenységhez, önkéntesként mentorált középiskolai önképzőkörhöz és szilveszteri szórakozáshoz kapcsolódott.

Írtunk egy magyar nyelvű ismeretterjesztő könyvet (Csörgő Judit, Török Csaba és Csörgő Tamás: **Részecskés kártyajáték - elemi részecskék, játékosan**) melyet lefordítottunk angol nyelvre is és kereskedelmi forgalomba is hoztuk: <http://www.lulu.com/spotlight/Reszecskeskartya/> .

A könyveket a Szellemi Tulajdon Nemzeti Hivatala (volt Magyar Szabadalmi Hivatal) önkéntes műnyilvántartásába vetettük. A kártyákra Magyarországon formatervezési mintaoltalmat is nyertünk, D1000156 számon. Az angol nyelvű kiadásra az USA www.Copyright.gov oldalán önkéntes műnyilvántartási kérelmet adtunk be, és az EU Szabadalmi Hivatalnál (Alicante) közösségi formatervezési mintaoltalmat kaptunk. A hasznosítási tevékenység finanszírozása és lebonyolítása is privát úton történt, a normál munkaköri és OTKA pályázati feladatokon túlmenően. Az ezzel kapcsolatos kiadásokat is magánúton fedeztük.

Eredményeink hasznosítása mellett az ismeretek terjesztését is kiemelkedően fontosnak tekintettük és eredményeinket a nagyközönség számára érthető formában is közzétettük.

E célból létrehoztuk a <http://totem.kfki.hu/> és a <http://phenix.elte.hu/> honlapokat, ahol legfontosabb eredményeinket és a sajtóanyagokat közérthető formában is összefoglaltuk.

Jelenleg folyamatban van a világ leggyorsabb filmfelvételének és a leggyorsabb tömegcsökkenés észlelésének bejegyzése a Guinness Rekordok könyvébe is.

Nemzetközi szerepvállalások: iskolák, konferenciák, nemzetközi bizottsági tagságok

Rendszeresen adtunk elő a PHENIX és a TOTEM kollaboráció belső fórumain, és szorosan együttműködtünk a nijmegeni L3 csoporttal is a világ legrövidebb femtoszkópiái filmfelvételének az elkészítésében. Az egyik L3-as cikkünk kapcsán pedig két L3-as belső analízis jegyzetet, és egy L3-as nemzetközi meghívott konferencia előadást is tartottunk.

Kilenc nemzetközi tudományos konferenciának voltunk tanácsadói (International Advisory Committee tagok), ötnek szervezői (session convener) és a hagyományoknak megfelelően nagy sikerrel rendeztük meg a Zimányi Nehézionfizikai Iskolát 2008-ban, 2009-ben és 2010-ben is. 2011-től Csanád Máté vette át Csörgő Tamástól ezen iskolák főszervezőjének szerepkörét. A <http://zimanyischool.kfki.hu/> honlap rögzíti ezen nemzetközi iskolák programjait, résztvevőinek listáját, előadásait. A Zimányi Iskola mára a KFKI RMKI egyik legjelentősebb, rendszeresen megrendezett tudományos eseményévé nőtte ki magát.

Számos előadást tartottunk rangos nemzetközi konferenciákon, többek között a Knoxville-ben, az USA-ban megrendezett Quark Matter 2009 konferencián, valamint az USA Duke University-n megszervezett "Nearly Perfect Fluids" szimpóziumon, ahol az ultrahideg atomok fizikája, és a nehézionfizikai kvarkfolyadék közötti analógiákat elemeztük. Számos nemzetközi konferencián tartottunk meghívott előadásokat, kollokviumokat, (pl. Brookhaven National Laboratory, University of Arkansas, University of Texas, Austin, CERN, ELFT Részecskefizikai Nyári Iskola, 2009-es 2010-es és 2011-es ISMD Szimpózium stb). A kutatási téma vezetője gyakorlatilag egy-két havonta tartottak meghívott szakmai vagy ismeretterjesztő előadásokat, a fiatalabb kutatótársaink pedig évente mintegy két-három ilyen előadást tartottak átlagosan.

Ki szeretném emelni, hogy a Workshop on Particle Correlations and Femtoscopy 2009 konferencián, a CERN-ben csoportunk tagjai 6 különböző, kísérleti és elméleti témájú előadást tartottak, mely előadások nagy számaránya jól fémjelzi csoportunk működésének nemzetközi elismertségét. A számos konferencián való aktív részvétel folytatása anyagi nehézségekbe ütközött 2010 során, jelenleg akkor tudunk ilyen rendezvényeken résztvenni, ha annak teljes (utazási, szállás és regisztrációs) költségeit a meghívó fél fizeti. Ilyen körülmények között is eredményesen tudunk szerepelni: Csörgő Tamás Japánban egy 4 meghívott előadásból álló körutat tart 2011 szeptemberében (Tsukuba, Tokió, Hiroshima környéke) és Csanád Máté is Tokióban tart ugyanekkor meghívott előadást.

Az is világosan látszik, hogy a nehéz nemzetközi versenyben kivívott elismert helyzetünk a hazai támogatás jelenlegi hiányának fennmaradása esetén nem lesz sokáig fenntartható.

A zárójelentést lezárta Tsukubában, Japánban, 2011 szeptember 13-án:

Csörgő Tamás
az MTA Doktora
témavezető