

Doktori (PhD) értekezés tézisei

Abstract of PhD Thesis

**ÚJ RÉSZECSKÉK KERESÉSE A STANDARD
MODELLEN KÍVÜL A CMS DETEKTORRAL**

**SEARCH FOR PARTICLES BEYOND THE
STANDARD MODEL WITH THE CMS DETECTOR**

Karancsi János

Témavezetők/Supervisors: Dr. Viktor Veszprémi,
Prof. Dr. Zoltán Trócsányi



DEBRECENI EGYETEM
Fizikai Tudományok Doktori Iskolája

UNIVERSITY OF DEBRECEN
Doctoral School of Physics

Debrecen, 2019

Készült
a Debreceni Egyetem
Fizikai Tudományok Doktori Iskolájának
Részecskefizika programja keretében
a Magyar Tudományos Akadémia
Atommagkutató Intézetben (MTA Atomki)

Prepared at
the University of Debrecen
Doctoral School of Physics,
and the Institute for Nuclear Research
of the Hungarian Academy of Sciences

Bevezető

A részecskefizika Standard Modellje (SM) rendkívül sikeresen jósolta meg megannyi elemi részecske létezését. Ennek ellenére a modell mégsem tudja megfelelően leírni, többek között, az anyag-antianyag asszimmetriát, a sötét anyag miben létét, a neutrínó oszcillációkat vagy megmagyarázni, hogy a gravitációs erő miért sokkal gyengébb a többinél. Ezek pontos leírása a Standard Modellen túli elméleteket igényel. A SM egyik népszerűbb ilyen kiterjesztése a Szuperszimmetria (angolul supersymmetry, SUSY), amely egy új téridő szimmetriát (R-szimmetriát) vezet be, amely minden ismert részecskéhez úgynevezett „szuperpartnert” rendel. Az új részecskék legtöbb kvantum száma megegyezik partnerükével, kivéve a spint, amely fél értékkel eltér. Azonban, az új szimmetriának spontán sérülnie kell, hogy a szuperpartnerek tömege eltérő lehessen. Ellenkező esetben már felfedeztünk volna ilyen részecskéket. A Szuperszimmetria magyarázatot adhat a SM több hiányosságára, pl. hogy miért olyan könnyű a nem rég felfedezett Higgs-bozon, valamint egy új sötét anyag jelöltet vezet be a ne-

utralínó formájában, amely sok esetben a legkönnyebb szuperpartner is egyben (angolul Lightest Superpartner, röviden LSP), így ezáltal nem bomlik el, hanem stabil marad. Ezen kívül a SUSY lehetőséget ad az elemi kölcsönhatások egyesítésére nagy energia skálákon. Az elmélet ezen tulajdonságai adtak motivációt az így előre megjósolt részecskék keresésére.

A CMS pixel detektora

A Compact Muon Solenoid (CMS) kísérlet egyike a Nagy Hadronütköztető (angolul Large Hadron Collider, LHC) négy nagyobb kísérletének. A főbb célkitűzése a 13 TeV és 2.75 TeV/nukleon tömegközépponti energiájú proton-proton és nehézion ütközések vizsgálata. A főbb kutatási területek a 2012-ben felfedezett Higgs-bozon vizsgálata, valamint a SUSY és extra dimenziós keresések. A kísérleti berendezés magába foglal egy szilikon pixel és csík nyomkövető rendszert. A PhD tanulmányaim első részében az előbbi detektor távoli („off-line”) kalibrációs, szoftveres rekonstrukciós valamint a működési monitorozási feladatok koordinációjáért voltam felelős. Ez magába foglalja, többek között, a beütés találási hatások, valamint a töltött részecskék detektorban deponált töltéseinek, vagy röviden klasztereinek vizsgálatát.

Szuperszimmetria keresés

A tanulmányaim második részében a SUSY által jósolt új részecskéket kerestem. Eddig az LHC-ban még nem mutatkozott semmilyen jele Standard Modellen túli új fizikának. A két legnagyobb LHC kísérlet, a CMS és az ATLAS bizonyos új SUSY részecskék tömegeit már a TeV-os skálán zárja ki a legtöbbet idézett publikációiban. Ezek az analízisek tipikusan nagy mennyiségű könnyű- és b-kvark eredetű hadron záporokat és jelentős mértékű hiányzó transzverz lendületet jelelt keresték. A legtöbb LHC keresés az úgynevezett egyszerűsített SUSY modelleket használja, amelyek csak egy néhány új részecskéről feltételezik, hogy azok tömege alacsony. Az ilyen modelleket kis számú szabad paraméterrel rendelkező effektív Lagrange-függvényének írják le. Ezek a paraméterek többnyire az új részecskék tömegei, de lehetnek elágazási arányok és hatáskeresztmetszetek is. Az így megkonstruált analízisek szenzitívek lehetnek általános, széles spektrumú de akár jobban elkülönülő, specifikusabb SUSY jelekre is.

2012-ben, az LHC első futási periódusában (angolul Run 1) is részt vettem egy SUSY keresésben [19], melyben az egy leptonos azonosítási, rekonstrukciós és adat gyűjtési hatásfokok mérésével járultam hozzá a leptonnal kapcsolatos szisztemati-

kus bizonytalanságok becsléséhez.

A Run 1-es adatok lehetővé tették a 1.1 TeV alatti tömegű gluínók kizárását bizonyos esetekben. A Run 2-ben majdnem megduplázó tömegközépponti energia és luminozítás arra motivált, hogy egy speciálisabb kereséssel folytassam a kutatásaimat. A vizsgált modellekben nagy tömegű gluínók vagy top skvarkok keletkeztek, melyek más ismert SM részecskékre és a csak gyengén kölcsönható LSP-re bomlottak. Az utóbbi nem detektálható, de jelenlétére utalhat a jelentős hiányzó transzverz impulzus. Az így felépített egyszerűsített modellek szabad paramétereit az anya részecskék (gluínók vagy top skvarkok) és a neutralínó tömegére korlátozódnak. Az elágazási arányt 100%-nak szokás feltételezni.

A TeV-es skálán nagy az esély, hogy a keletkező top kvarkok nagy Lorentz-lökést („boostot”) kapnak az elbomló nehéz szuperszimmetrikus anya részecskétől. A keresésünk szenzitivitását ezért boostolt objektum felismerési technikákkal növeltük. Ezen kívül az úgynevezett razor változókat (M_R és R^2) is felhasználtuk, melyek hasznosnak bizonyultak a párban keletkező, hadronosan és láthatatlan részecskékre bomló nehéz részecskék azonosításában. A SM hátterek tipikusan nulla közeli csúcsú, exponenciálisan csökkenő eseményeloszlásokat,

míg a jel események javarészt nagyobb értéken csúcsosodó eloszlásokat adnak ha nagy a gluínó (vagy top skvark) és a neutrínó tömegei közti különbség.

Eredmények

A fizikában betöltött fontos szerepe miatt a pixel detektor gondos működtetése és karbantartása elsődleges fontosságú volt a CMS kísérlet sikeréhez. Az ebben a munkában való részt vételemet az 1-3-as tézis pontok, a Run2-es SUSY keresésem eredményeit pedig a 4-es tézis pont foglalja össze.

1. tézis pont: A pixel detektor beütés találási hatásfokának mérése

A PhD témavezetőm segítségével kifejlesztettük a detektor beütés találási hatásfokának mérését. Ezt a fontos detektor teljesítmény tényezőt utána rendszeresen monitoroztam is. Nagy luminozításokon nagy mértékű dinamikus hatásfokvesztést észleltünk [2, 4, 5, 6, 8, 9, 13, 14, 15, 16, 17]. A hatásfokvesztés fő forrását a belső adat pufferek limitált méretével azonosítottuk. A hatásfok mérések segítettek véglegesíteni az első fázisban felújított detektor dizájnját, amellyel mérsékelni lehetett a

hatást [7]. 2017-ben, miután az új detektort üzembe helyezték a hatásfok méréseim megerősítették a javuló teljesítményt.

2. tézis pont: A pixel detektor kalibrációi

2011-től részt vettem a CMS pixel detektorának kalibrációiban, amellyel hozzájárultam a fizikai célokhoz elengedhetetlen, kiváló detektor teljesítmény biztosításához. Minden év adatgyűjtési periódusának elején én ellenőriztem a detektor időzítését és annak finomhangolását a hatásfok mérések és a pixel klaszter tulajdonságok vizsgálatával, mellyel a legjobb működési beállítást is kiválasztottuk [2, 8]. Ezek a mérések különösen fontossá váltak 2017-ben, az első fázisban felújított detektor kalibrációja során [3, 12], amikor egy nem várt dizájn probléma folytán fellépő időzítési eltérés hatását kellett a minimumra mérsékelni. Más további kalibráció validációjához is hozzájárultam a pixel klaszter töltések és méretek rendszeres monitorozásával.

3. tézis pont: Detektor öregedési tanulmányok és magas feszültség mérések

Az állandó besugárzás eredményeképp a detektor klasztereinek tulajdonságai megváltoznak. A lehetséges hatásfok- és fel-

bontás veszteség mérséklése állandó monitorozási és kalibrációs törekvéseket igényel. Én végeztem el az úgynevezett magas feszültségű pásztázások kiértékelését [4, 5, 6, 13, 14], amely a fontosabb teljesítmény változók mérését jelentette a rákapcsolt magas feszültség változtatása közben. Ezek a mérések a feszültség kalibrációk érvényesítéséhez, valamint a detektor várható életkorának meghatározásához is hozzájárultak.

4. tézis pont: Szuperszimmetria keresés a razor változókkal és boostolt objektumokkal

Vezető kutatóként, más kutatókkal együttműködésben egy szuperszimmetria keresést végeztünk el a CMS detektor 2016-os, 35.867b^{-1} mennyiségű, 13 TeV tömegközépponti energiájú proton-proton ütközési adatainak kiértékelésével. A vizsgált jel eseménytípusok végállapotai részben vagy teljesen egybeolvadó, nagy kúpszögű, top kvark bomlásból eredő hadron záporokat, idegen szóval boostolt objektumokat tartalmaztak. Az eseményeket a razor változók értéke szerint különböző tartományokba osztályoztuk. A jel tartomány adatban megfigyelt eseményszámai statisztikusan egyeztek a Standard Modell által becsült háttér események számával. A legnagyobb mérési bizonytalanság statisztikus jellegű volt. A megfigyelt

jel hiányában az eredményeket különböző egyszerűsített SUSY modellek paraméter terében való kizárásként értelmeztük, valamint a szenzitivitás javításának céljából kombináltuk egy hasonló de még inkluzívabb razor analízis eredményeivel, amely eseményválogatásában kizárta az általunk vizsgált boostolt objektumokat. A kombináció jobb kizárási határokat adott, mint a két analízis által külön-külön elértek. A legnagyobb javulást a kis tömegű top skvarkot feltételező T5ttcc modell esetében értük el, ahol a top kvarkoknak nagyobb esélye volt, hogy jelentősebb lendületre (boostra) tegyenek szert, mint a másik két vizsgált modell esetében.

A kollaboráció egy fizikai analízis összefoglalóban előzetesen publikálta [10] a kombinált eredményünket, amely javított a már előzőleg a CMS által megfigyelt legjobb kizárási határokon is az alábbiak szerint:

- ≈ 100 GeV-vel növelte a kizárt gluínók tömegét a T5ttcc modell esetében;
- és ≈ 20 GeV-vel növelte a kizárt top skvarkok tömegét a T2tt, top skvark-pár keletkezési modell esetében.

Az előzetes publikáción kívül az eredmények megjelentek a JHEP nemzetközi folyóiratban is [11].

Introduction

The Standard Model (SM) of particle physics had an extraordinary success in predicting a wide array of new fundamental particles. Despite this, the model still cannot describe, among many others, the matter-antimatter asymmetry, the nature of dark matter, neutrino oscillations or give an explanation why the gravitational force is so much weaker than the others. These point to the need of theories Beyond the Standard Model (BSM) which can explain these issues. One of the widely popular extensions of the Standard Model is Supersymmetry (SUSY) which introduces a new space-time symmetry, known as the R-symmetry, that allows the existence of new particles, which are the so-called “superpartners” of their SM counterparts. The ordinary quantum numbers of the new particles are the same as those of their SM counterparts except their spin which differ by a half-integer. However, the new R-symmetry needs to be spontaneously broken allowing the superpartners to differ in mass, otherwise the new particles must have been found already by now. Supersymmetry could

explain many shortcomings of the Standard Model, for e.g./ why the observed Higgs boson is so light and give a new candidate for dark matter in the form of the neutralino, which is often believed to be the lightest superpartner (LSP) which therefore do not decay. It could also provide a potential new way to unify all fundamental forces at very high energy scales. These compelling properties of Supersymmetry gave motivation to search for evidence of the predicted new particles.

The pixel detector of CMS

The Compact Muon Solenoid (CMS) Experiment is one of the four major experiments of the Large Hadron Collider (LHC). The prime motivation of the experiment is to study proton-proton and heavy ion collisions at 13 TeV and 2.75 TeV per nucleon center-of-mass energy respectively. The main areas of research includes the examination of the properties of the Higgs boson, which was successfully discovered in 2012, and searches for SUSY and extra dimensions. The experimental apparatus incorporates an all-silicon pixel and strip tracker. In the first part of my PhD studies, I was responsible for the coordination of offline calibrations and reconstruction of the pixel detector and the monitoring of its performance. This

includes hit efficiency measurements and studying the signals deposited on the detector (clusters) by traversing charged particles.

A search for Supersymmetry

The second part of my studies involved the search for new particles predicted by the supersymmetric extension of the Standard Model. Up until now no evidence of new particles beyond the Standard Model were found in the LHC. In their most cited papers, the two largest LHC experiments, CMS and ATLAS, both gave exclusions of supersymmetric particle masses beyond the TeV scale. These searches typically looked for large jet multiplicity, b-tagged jets and significant amount of missing transverse energy. Most of these LHC searches use so-called simplified models which consider only a few particles to be light. These models are described by effective Lagrangians with a small number of free parameters. These are usually the masses of particles, branching fractions and production cross-sections. This framework was used to construct analyses that are sensitive to a wide range or more specific SUSY signatures.

In 2012, I participated in one of the Run 1 SUSY searches [19]. In this study I contributed to the determination of systematic

uncertainties related to the single lepton identification, reconstruction and data collection efficiencies. The Run 1 data allowed us to exclude the existence of gluinos above 1.1 TeV in some scenarios. In Run 2, the almost doubled collision energy and the increased luminosity motivated me to pursue the search further with a more specialized approach. The models of our interest were the ones where a pair of heavy gluinos or stops are produced each of which decay to various standard model particles and the weakly interacting LSP. The latter are undetected and cause a large fraction of the momentum to be missing. In these simplified models, the parameters of interest reduce down to the masses of the mother particles (gluinos or stops) and the neutralino. The branching fraction of the main particle decay is usually assumed to be 100%.

Above the TeV scale, the top has a large chance to be boosted due to the decay of their heavy supersymmetric mothers. In our search, we chose to increase the sensitivity to such signals by incorporating boosted object tagging techniques. We also used the razor variables, M_R and R^2 , which have proven to be very sensitive discriminators in many analyses for signals with pair produced heavy objects which decay to hadrons and invisible particles. Standard Model background

processes typically produce a nearly exponentially falling distribution, peaked near zero, while signals produce a peak typically at higher values for large mass differences between the masses of the gluino (or top squark) and the neutralino.

Results

Due its important roles in physics, the careful operation and maintenance of the pixel detector was key for the success of the CMS experiment. My involvement in this work is summarized in Thesis point 1–3. A Run 2 search for supersymmetry is summarized in thesis point 4.

Thesis point 1: Hit efficiency measurements with the pixel detector

With the help of my PhD supervisor, we developed a hit efficiency measurement after which I periodically monitored this important detector performance observable. A large dynamic inefficiency was observed at high luminosities [2, 4, 5, 6, 8, 9, 13, 14, 15, 16, 17]. The main source of the inefficiency was identified to originate from the limited size of the internal data buffers. These measurements helped to finalize the de-

sign of the Phase 1 Upgrade pixel detector to mitigate these effects [7]. The improved performance was validated in 2017 after the new detector was deployed [3, 12].

Thesis point 2: Pixel detector calibrations

From 2011, I contributed to the calibration of the CMS pixel detector in order to ensure its excellent performance that is required for our physics goals. In the beginning of the data taking period of each year, I did the validation of both the global and internal time alignment of the detector by measuring the hit efficiency and other important cluster properties in order to determine the best working settings [2, 8]. These measurements became crucial in 2017 for the calibration of the Phase 1 Upgrade detector [3, 12] in order to mitigate the negative effects of a timing shift originating from a design issue. I also contributed to the validation of other calibrations through the periodic monitoring of the cluster size and charge [8].

Thesis point 3: Detector aging studies with high voltage bias scans

The continuous irradiation of the detector causes a change in the cluster properties. It requires constant monitoring and

calibration efforts in order to mitigate possible efficiency and resolution losses. I have performed the analysis of the so-called high voltage bias scans which are measurements of key performance related observables as a function of the applied bias voltage [4, 5, 6, 13, 14]. These measurements served as a validation of the voltage calibration and gave important feedback about the expected lifetime of the detector.

Thesis point 4: Search for supersymmetry with razor variables and boosted objects

In collaboration with other researchers, of which I was the principal investigator, we performed a search for supersymmetry with 35.867 fb^{-1} proton-proton collision data collected by the CMS detector in 2016 at a center-of-mass energy of 13 TeV. The signal models of interest contained partially or fully merged wide cone top quark jets in the final state. The events were categorized in bins of the Razor variables. The observed data counts in the search regions were statistically compatible with the standard model background prediction. The main source of uncertainty was statistical. Due to the absence of any signal, these results were interpreted as exclusion limits on the parameter space for various SUSY simplified models;

and combined with that of a similar but more inclusive razor analysis within CMS, which excluded the boosted object selection, in order to increase the sensitivity. The combined exclusion limits gave better limits than what was possible to achieve separately by both analysis. The biggest improvement with the combination came for a low *top* squark mass T5ttcc model, where the *tops* had a higher probability to gain boost compared to the other two models. The collaboration published our combined preliminary results in a Physics Analysis Summary [10], which improved upon the best, previously observed limits of CMS:

- for the exclusion of the gluino mass by ≈ 100 GeV in the T5ttcc model;
- and by ≈ 20 GeV for the top squark mass in the T2tt model of direct top squark pair production.

Apart from the preliminary publication, the results were published in the Journal of High Energy Physics [11].

Bibliográfia /

Bibliography

A DOKTORI ÉRTEKEZÉS TÉMÁJÁHOZ KAPCSOLÓDÓ KÖZLEMÉNYEK / PUBLICATIONS RELATED TO THE PHD THESIS

- [1] S. Chatrchyan *et al.* [CMS Collaboration*], “Description and performance of track and primary-vertex reconstruction with the CMS tracker”, JINST **9** (2014) no.10, P10009 doi:10.1088/1748-0221/9/10/P10009 [arXiv:1405.6569 [physics.ins-det]]. **IF: 1.399**
- [2] J. Karancsi *et al.* [CMS Collaboration*], “Operational Experience with the CMS Pixel Detector”, JINST **10** (2015) no.05, C05016 doi:10.1088/1748-0221/10/05/C05016 [arXiv:1411.4185 [physics.ins-det]]. **IF: 1.310**

*Karancsi J. szerzője a “CMS Collaboration” nevében kiadott összes cikknek 2011. Augusztusától ezen tézis írásának időpontjáig. J. Karancsi is author of all “CMS Collaboration” publications since August 2011 until the writing of this thesis.

- [3] V. Veszpremi *et al.* [CMS Collaboration*], “Performance verification of the CMS Phase-1 Upgrade Pixel detector”, JINST **12** (2017) no.12, C12010 doi:10.1088/1748-0221/12/12/C12010 [arXiv:1710.03842 [physics.ins-det]]. **IF: 1.258**
- [4] A. Gaz *et al.* [CMS Collaboration*], “CMS Pixel status”, Nucl. Instrum. Meth. A **731** (2013) 13. doi:10.1016/j.nima.2013.04.001. **IF: 1.316**
- [5] V. Veszpremi *et al.* [CMS Collaboration*], “Operation and performance of the CMS tracker”, JINST **9** (2014) C03005 doi:10.1088/1748-0221/9/03/C03005 [arXiv:1402.0675 [physics.ins-det]]. **IF: 1.399**
- [6] V. Veszpremi *et al.* [CMS Collaboration*], “Radiation experience with the CMS pixel detector”, JINST **10** (2015) no.04, C04039 doi:10.1088/1748-0221/10/04/C04039 [arXiv:1411.5990 [physics.ins-det]]. **IF: 1.310**
- [7] D. A. Matzner Dominguez *et al.* [CMS Collaboration*], “CMS Technical Design Report for the Pixel Detector Upgrade,” *CERN-LHCC-2012-016*, *CMS-TDR-011*, *FERMILAB-DESIGN-2012-02* (2012), doi:10.2172/1151650. **IF: -**
- [8] J. Karancsi *et al.* [CMS Collaboration*], “Operational experience with the CMS pixel detector in LHC Run II”, JINST **11** (2016) no.12, C12057 doi:10.1088/1748-0221/11/12/C12057. **IF: 1.220**
- [9] M. Lipinski *et al.* [CMS Collaboration*], “The Phase-1 upgrade of the CMS pixel detector”, JINST **12** (2017) no.07, C07009 doi:10.1088/1748-0221/12/07/C07009. **IF: 1.258**

- [10] CMS Collaboration^{*}, “Inclusive search for supersymmetry using razor variables in pp collisions at $\sqrt{s} = 13$ TeV,” CMS-PAS-SUS-16-017 <https://cds.cern.ch/record/2637598>. **IF: -**
- [11] A. M. Sirunyan *et al.* [CMS Collaboration], “Inclusive search for supersymmetry in pp collisions at $\sqrt{s} = 13$ TeV using razor variables and boosted object identification in zero and one lepton final states,” JHEP **1903** (2019) 031 doi:10.1007/JHEP03(2019)031 [arXiv:1812.06302 [hep-ex]]. **IF: 5.541**

A DOKTORI ÉRTEKEZÉSHEZ KAPCSOLÓDÓ KONFERENCIA ELŐADÁSOK / TALKS RELATED TO THE PHD THESIS

- [12] J. Sonneveld *et al.* [CMS Collaboration^{*}], “Commissioning and first results from the CMS phase 1 upgrade pixel detector,” PoS Vertex **2017** (2018) 018 doi:10.22323/1.309.0018 [arXiv:1807.08987 [physics.ins-det]].
- [13] M. Malberti *et al.* [CMS Collaboration^{*}], “Operation and performance of the CMS tracker”, PoS TIPP **2014** (2014) 347 doi:10.22323/1.213.0347 <https://pos.sissa.it/213/347/pdf>.
- [14] A. De Cosa *et al.* [CMS Collaboration^{*}], “CMS Pixel Detector: Operational Experience and Run 1 to Run 2 Transition”, PoS Vertex **2014** (2015) 003 doi:10.22323/1.227.0003 <https://pos.sissa.it/227/003/pdf>.

- [15] C. Lange *et al.* [CMS Collaboration*], “CMS inner detector: the Run 1 to Run 2 transition and first experience of Run 2”, PoS VERTEX **2015** (2015) 002 doi:10.22323/1.254.0002 <https://pos.sissa.it/254/002/pdf>.
- [16] B. R. Vormwald *et al.* [CMS Collaboration*], “The CMS Tracker Upgrades – Pushing the Limits”, DPG2017 conference talk, 27-31 Mar 2017, Münster, Germany.
- [17] H. R. Delannoy *et al.* [CMS Collaboration*], “CMS Tracker performance in 2016”, TIPP2017 conference talk, 22-26 May 2017, Beijing, China.
- [18] T. Á. Vámi *et al.* [CMS Collaboration*], “Searches for strong production of supersymmetry in CM”, CORFU2018 conference talk, 31 Aug-9 Sep 2018, Corfu, Greece.

EGYÉB PUBLIKÁCIÓK / OTHER PUBLICATIONS

- [19] S. Chatrchyan *et al.* [CMS Collaboration*], “Search for supersymmetry in pp collisions at $\sqrt{s}=8$ TeV in events with a single lepton, large jet multiplicity, and multiple b jets,” Phys. Lett. B **733** (2014) 328 doi:10.1016/j.physletb.2014.04.023 [arXiv:1311.4937 [hep-ex]].
IF: 4.530
- [20] M. Bartók *et al.* [CMS Collaboration*], “Simulation of the Dynamic Inefficiency of the CMS Pixel Detector”, JINST **10** (2015) no.05, C05006 doi:10.1088/1748-0221/10/05/C05006 [arXiv:1411.6770 [physics.ins-det]]. **IF: 1.310**



Nyilvántartási szám: DEENK/115/2019.PL
Tárgy: PhD Publikációs Lista

Jelölt: Karancsi János

Neptun kód: LMQDC0

Doktori Iskola: Fizikai Tudományok Doktori Iskola

MTMT azonosító: 10034981

A PhD értekezés alapjául szolgáló közlemények

Egyéb folyóiratközlemények (9)

1. **Karancsi, J.**, The CMS Collaboration: Inclusive search for supersymmetry in pp collisions at $\sqrt{s} = 13$ TeV using razor variables and boosted object identification in zero and one lepton final states.
J. High Energ. Phys. 31, 1-64, 2019. EISSN: 1029-8479.
2. Veszpremi, V., **Karancsi, J.**, The CMS Tracker group: Performance verification of the CMS Phase-1 Upgrade Pixel detector.
J. Instrum. 12, 1-12, 2017. ISSN: 1748-0221.
DOI: <http://dx.doi.org/10.1088/1748-0221/12/12/C12010>
3. Lipinski, M., **Karancsi, J.**, The CMS Collaboration: The Phase-1 upgrade of the CMS pixel detector.
J. Instrum. 12 (07), 2017. ISSN: 1748-0221.
DOI: <http://dx.doi.org/10.1088/1748-0221/12/07/C07009>
4. **Karancsi, J.**, The CMS Collaboration: Operational experience with the CMS pixel detector in LHC Run II.
J. Instrum. 11 (12), 1-12, 2016. ISSN: 1748-0221.
DOI: <http://dx.doi.org/10.1088/1748-0221/11/12/C12057>
5. **Karancsi, J.**, The CMS Collaboration: Operational experience with the CMS pixel detector.
J. Instrum. 10 (05), 2015. ISSN: 1748-0221.
DOI: <http://dx.doi.org/10.1088/1748-0221/10/05/C05016>
6. Veszpremi, V., **Karancsi, J.**, The CMS Collaboration: Radiation experience with the CMS pixel detector.
J. Instrum. 10 (04), 1-11, 2015. ISSN: 1748-0221.
DOI: <http://dx.doi.org/10.1088/1748-0221/10/04/C04039>
7. **Karancsi, J.**, The CMS Collaboration: Description and performance of track and primary-vertex reconstruction with the CMS tracker.
J. Instrum. 9 (10), 2014. ISSN: 1748-0221.
DOI: <http://dx.doi.org/10.1088/1748-0221/9/10/P10009>





8. Veszpremi, V., **Karancsi, J.**, The CMS Collaboration: Operation and performance of the CMS tracker.

J. Instrum. 9 (03), 1-10, 2014. ISSN: 1748-0221.

DOI: <http://dx.doi.org/10.1088/1748-0221/9/03/C03005>

9. Gaz, A., **Karancsi, J.**: CMS Pixel status.

Nucl. Instrum. Methods Phys. Res. Sect. A-Accel. Spectrom. Det. Assoc. Equip. 731, 2013.

ISSN: 0168-9002.

DOI: <http://dx.doi.org/10.1016/j.nima.2013.04.001>

Idegen nyelvű absztrakt kiadványok (4)

10. Sonneveld, J., **Karancsi, J.**, The CMS Collaboration: Commissioning and first results from the CMS phase 1 upgrade pixel detector.

In: Proceedings of Science, [s.n.], [Las Caldas], 1-10, 2018.

11. Lange, C., **Karancsi, J.**, The CMS Collaboration: CMS inner detector: the Run 1 to Run 2 transition and first experience of Run 2.

In: Proceedings of Science Vertex, [s.n.], Santa Fe, 1-7, 2015.

12. Malberti, M., **Karancsi, J.**, The CMS Collaboration: Operation and performance of the CMS tracker.

In: Technology and Instrumentation in Particle Physics : Proceedings of Science TIPP, [s.n.], [Amsterdam], 1-5, 2015.

13. De Cosa, A., **Karancsi, J.**, The CMS Collaboration: CMS Pixel Detector: Operational Experience and Run1 to Run2 transition.

In: Proceedings of Science Vertex, [s.n.], [Doksy], 1-11, 2014.

További közlemények

Egyéb folyóiratközlemények (3)

14. Khachatryan, V., **Karancsi, J.**, The CMS Collaboration: Search for exotic decays of a Higgs boson into undetectable particles and one or more photons.

Phys. Lett. B. 753, 363-388, 2016. ISSN: 0370-2693.

DOI: <http://dx.doi.org/10.1016/j.physletb.2015.12.017>

15. Bartók, M., **Karancsi, J.**, The CMS Collaboration: Simulation of the dynamic inefficiency of the CMS pixel detector.

J. Instrum. 10 (05), 2015. ISSN: 1748-0221.

DOI: <http://dx.doi.org/10.1088/1748-0221/10/05/C05006>





16. Chatrchyan, S., **Karacsi, J.**, The CMS Collaboration: Search for supersymmetry in pp collisions at $\sqrt{s} = 8$ TeV in events with a single lepton, large jet multiplicity, and multiple b jets. *Phys. Lett. B.* 733, 328-353, 2014. ISSN: 0370-2693.

A DEENK a Jelölt által az iDEa Tudóstérbe feltöltött adatok bibliográfiai és tudománymetriai ellenőrzését a tudományos adatbázisok és a Journal Citation Reports Impact Factor lista alapján elvégezte.

Debrecen, 2019.03.26.





Registry number:
Subject:

DEENK/115/2019.PL
PhD Publikációs Lista

Candidate: János Karacsi

Neptun ID: LMQDC0

Doctoral School: Doctoral School of Physics

MTMT ID: 10034981

List of publications related to the dissertation

Other journal articles (9)

1. **Karacsi, J.**, The CMS Collaboration: Inclusive search for supersymmetry in pp collisions at $\sqrt{s} = 13$ TeV using razor variables and boosted object identification in zero and one lepton final states.
J. High Energ. Phys. 31, 1-64, 2019. EISSN: 1029-8479.
2. Veszpremi, V., **Karacsi, J.**, The CMS Tracker group: Performance verification of the CMS Phase-1 Upgrade Pixel detector.
J. Instrum. 12, 1-12, 2017. ISSN: 1748-0221.
DOI: <http://dx.doi.org/10.1088/1748-0221/12/12/C12010>
3. Lipinski, M., **Karacsi, J.**, The CMS Collaboration: The Phase-1 upgrade of the CMS pixel detector.
J. Instrum. 12 (07), 2017. ISSN: 1748-0221.
DOI: <http://dx.doi.org/10.1088/1748-0221/12/07/C07009>
4. **Karacsi, J.**, The CMS Collaboration: Operational experience with the CMS pixel detector in LHC Run II.
J. Instrum. 11 (12), 1-12, 2016. ISSN: 1748-0221.
DOI: <http://dx.doi.org/10.1088/1748-0221/11/12/C12057>
5. **Karacsi, J.**, The CMS Collaboration: Operational experience with the CMS pixel detector.
J. Instrum. 10 (05), 2015. ISSN: 1748-0221.
DOI: <http://dx.doi.org/10.1088/1748-0221/10/05/C05016>
6. Veszpremi, V., **Karacsi, J.**, The CMS Collaboration: Radiation experience with the CMS pixel detector.
J. Instrum. 10 (04), 1-11, 2015. ISSN: 1748-0221.
DOI: <http://dx.doi.org/10.1088/1748-0221/10/04/C04039>
7. **Karacsi, J.**, The CMS Collaboration: Description and performance of track and primary-vertex reconstruction with the CMS tracker.
J. Instrum. 9 (10), 2014. ISSN: 1748-0221.
DOI: <http://dx.doi.org/10.1088/1748-0221/9/10/P10009>





8. Veszpremi, V., **Karacsi, J.**, The CMS Collaboration: Operation and performance of the CMS tracker.

J. Instrum. 9 (03), 1-10, 2014. ISSN: 1748-0221.

DOI: <http://dx.doi.org/10.1088/1748-0221/9/03/C03005>

9. Gaz, A., **Karacsi, J.**: CMS Pixel status.

Nucl. Instrum. Methods Phys. Res. Sect. A-Accel. Spectrom. Det. Assoc. Equip. 731, 2013.

ISSN: 0168-9002.

DOI: <http://dx.doi.org/10.1016/j.nima.2013.04.001>

Foreign language abstracts (4)

10. Sonneveld, J., **Karacsi, J.**, The CMS Collaboration: Commissioning and first results from the CMS phase 1 upgrade pixel detector.

In: *Proceedings of Science*, [s.n.], [Las Caldas], 1-10, 2018.

11. Lange, C., **Karacsi, J.**, The CMS Collaboration: CMS inner detector: the Run 1 to Run 2 transition and first experience of Run 2.

In: *Proceedings of Science Vertex*, [s.n.], Santa Fe, 1-7, 2015.

12. Malberti, M., **Karacsi, J.**, The CMS Collaboration: Operation and performance of the CMS tracker.

In: *Technology and Instrumentation in Particle Physics : Proceedings of Science TIPP*, [s.n.], [Amsterdam], 1-5, 2015.

13. De Cosa, A., **Karacsi, J.**, The CMS Collaboration: CMS Pixel Detector: Operational Experience and Run1 to Run2 transition.

In: *Proceedings of Science Vertex*, [s.n.], [Doksy], 1-11, 2014.

List of other publications

Other journal articles (3)

14. Khachatryan, V., **Karacsi, J.**, The CMS Collaboration: Search for exotic decays of a Higgs boson into undetectable particles and one or more photons.

Phys. Lett. B. 753, 363-388, 2016. ISSN: 0370-2693.

DOI: <http://dx.doi.org/10.1016/j.physletb.2015.12.017>

15. Bartók, M., **Karacsi, J.**, The CMS Collaboration: Simulation of the dynamic inefficiency of the CMS pixel detector.

J. Instrum. 10 (05), 2015. ISSN: 1748-0221.

DOI: <http://dx.doi.org/10.1088/1748-0221/10/05/C05006>





UNIVERSITY of
DEBRECEN

UNIVERSITY AND NATIONAL LIBRARY
UNIVERSITY OF DEBRECEN

H-4002 Egyetem tér 1, Debrecen

Phone: +3652/410-443, email: publikaciok@lib.unideb.hu

16. Chatrchyan, S., **Karacsi, J.**, The CMS Collaboration: Search for supersymmetry in pp collisions at $\sqrt{s} = 8$ TeV in events with a single lepton, large jet multiplicity, and multiple b jets. *Phys. Lett. B.* 733, 328-353, 2014. ISSN: 0370-2693.

The Candidate's publication data submitted to the iDEa Tudóstér have been validated by DEENK on the basis of the Journal Citation Report (Impact Factor) database.

26 March, 2019

