

# Search for new Physics with the CMS detector at the LHC

## 3. féléves beszámoló

Farkas Krisztián ([farkask4@gmail.com](mailto:farkask4@gmail.com))

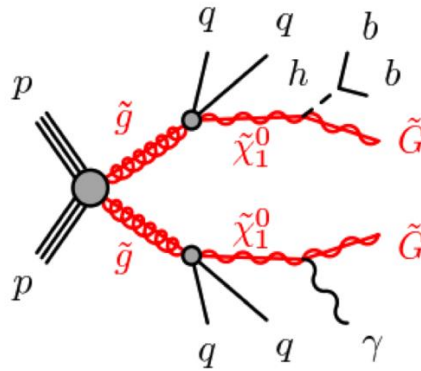
Részecskefizika és csillagászat PhD program

Témavezető: Dr. Pásztor Gabriella

### 1. Szuperszimmetrikus részecskék keresése

Folytattam a munkát Dr. Pásztor Gabriella, valamint Bartók Márton és Major Péter doktoranduszokkal közös kutatásában, amelyet a Minimális Szuperszimmetrikus Standard Modell egy R-paritás őrző variánsa motivál, ahol a rejtett szektorban végbemenő szuperszimmetria (SUSY) sértést mértékkölcsönhatások közvetítik a látható szektorba (Gauge Mediated Supersymmetry Breaking, GMSB). A modell öt paraméterétől függően különböző folyamatokra és végállapotokra számíthatunk az LHC proton-proton ütközései során, így egyetlen SUSY folyamatra koncentráló egyszerűsített modelleket érdemes vizsgálni kísérletileg, amik később újraértelmezhetők különböző teljes modellekben.

Az általunk használt egyszerűsített modellben a SUSY részecskék (gluinók, illetve elektrogyenge gédzsínók) párban keletkeznek, és sorozatos bomlásuk után a legkönnyebb szuperszimmetrikus részecske (LSP) keletkezik, amely egy alacsony tömegű gravitínó. Az egyik megcélzott modell (T5Hg) feltételezi, hogy a második legkönnyebb szuperszimmetrikus részecske (NLSP) a neutralínó, amely fotonra (50%) vagy Higgs-bozonra (50%) és LSP-re bomlik. Ekkor a gluínó párból a végállapotban egy b-jetekre bomló Higgs-bozon, egy izolált foton, nagy hiányzó transzverzális impulzus ( $p_T^{miss}$ ) és további hadronikus jetek keletkeznek, ahogy az alábbi ábrán látható.

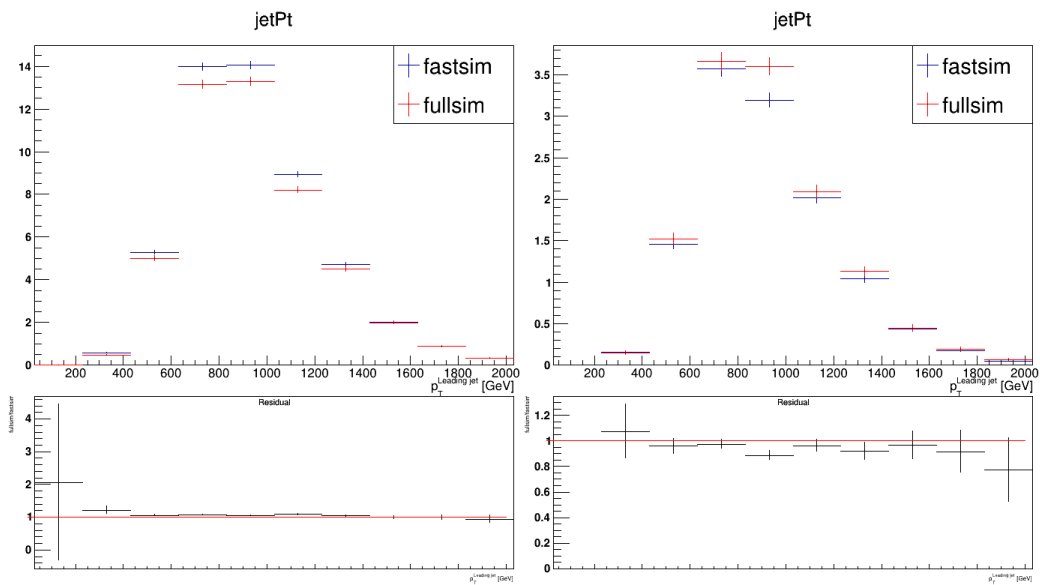


1. ábra A T5Hg egyszerűsített modell Feynman-gráfja.

Az előző félévekben a CMS detektor 2016 és 2018 közt felvett adataiban a foton-trigger hatásfok mérésével, illetve b-jetek azonosításának hatásfokának meghatározásával foglalkoztam ehhez a méréshez.

## 1.1 Fullsim – fastsim összehasonlítás

Ebben a félévben az analízishez kapcsolódó teljes (fullsim) illetve gyors (fastsim) Monte Carlo szimulációkat hasonlítottam össze a háttér, illetve signal folyamatok esetén. Míg a teljes Geant4 szimuláció részletesen figyelembe veszi a detektor felépítését, addig a gyors változat a kísérleti felbontás paraméterezésére épít elsősorban. A szimulációk jóslatát több lépésben, az analízisnél használt vágások egyenkénti hozzáadásával végeztem el, így vizsgálva azok hatását külön-külön az esemény és az abban szereplő objektumok jellemző tulajdonságainak a függvényében.



6. ábra Fullsim - fastsim összehasonlítás az összes eseményre (bal oldalon) és az analízis vágások után a jel régióban (jobb oldalon) szimulált gluínópár eseményekben. A szimuláció felgyorsítása csupán kis hatással van a SUSY jel modellezésére. Az ebből fellépő szisztematikus hiba, a többi hibaforráshoz képest elhanyagolható.

## 1.2. Foton félreazonosítási ráta

A vizsgált folyamat hatáskeresztmetszetének méréséhez pontosan kell ismerni a kiválasztott eseményekhez hozzájárulást adó háttér nagyságát. Az egyik háttérforrás az  $e + b\bar{b} + E_{\text{miss}}$  végállapot, ahol az elektront tévesen fotonként rekonstruáljuk. Ezen háttér meghatározása céljából,  $Z \rightarrow ee$  eseményeket vizsgálva a CMS adatokban és Monte Carlo szimulációval készített mintában az elektronok félreazonosítási rátáját kezdtem el megmérni az úgynevezett "tag-and-probe" módszer segítségével.

## 2. CMS Data Analysis School (2020. szeptember 23-30.)

Részt vettem a CMS kísérlet által szervezett virtuális adat analízis iskolán, ami eredetileg a CERN-ben került volna megrendezésre. A rendezvény célja, hogy a résztvevők megismerjék és gyakorlatot szerezzenek a CMS kísérletnél gyakran használt adatanalízis módszerek és eszközök terén. A jelentkezők nagy száma miatt egy válogató feladatsort kellett elkészíteni, ami alapján kiválasztották a résztvevőket. Ezután, az egy hetes iskola első felében, hat darab

rövidebb, az adatanalízis egy-egy területére koncentráló feladatot oldottunk meg, majd kisebb csoportokban dolgoztunk egy analízis felépítésén (sötétanyag keresésére Z bozonnal való együttes keletkezésben), annak szinte minden részére kiterjedően. Az esemény utolsó napján a csoportok bemutatták munkájukat egy 15 perces előadás keretében, amelyet egy zsűri értékelt. Az én csapatom előadása az előkelő harmadik helyet szerezte meg.

### 3. Tanulmányi tevékenység 2020-2021 őszi félév

- Nagyenergiás nehézion fizika, avagy a tökéletes kvarkfolyadék (6 kredit)
- Az erősen kölcsönható anyag fázisszerkezete (6 kredit)
- Irányított kutatómunka – harmadik szemeszter (18 kredit)
- CMS Data Analysis School 2020 September 23-30, held online

### 4. Oktatási tevékenység 2019-2020 tavaszi félév

- Klasszikus fizika laboratórium – a mérések bemutatása, a hallgatók munkájának felügyelete, segítése, a jegyzőkönyvek javítása (heti 4 óra)

### 5. Konferencia előadások

- SUSY measurements with photons (konferencia poszter), LHCP 2020 Conference, 25-30 May, 2020, held online (originally planned to be in Paris, France).

### 6. Publikációk

- CMS Collaboration, The Phase-2 Upgrade of the CMS Beam Radiation Instrumentation and Luminosity Detectors: Conceptual Design, CMS-TDR-19-003
- K. Farkas (on behalf of the CMS Collaboration), SUSY measurements with photons, in Proceedings of LHCP 2020 Conference, [PoS\(LHCP2020\)219](#)