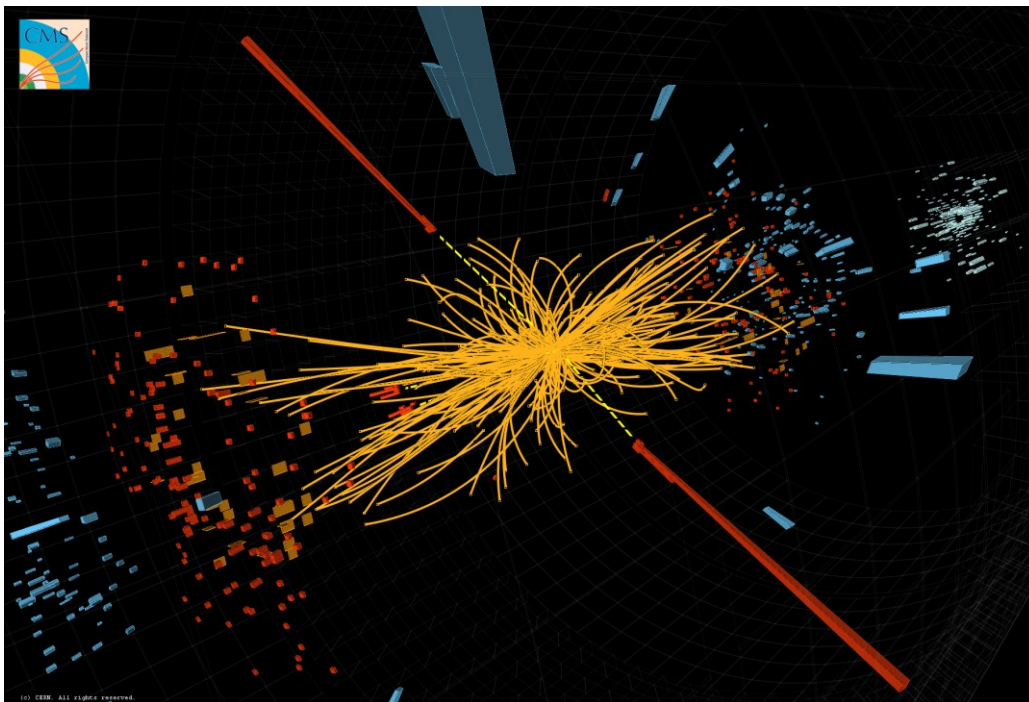


A CMS kísérlet Standard Modell Higgs-bozon keresési eredménye az LHC által 2010-ben és 2011-ben szolgáltatott adatok alapján

CERN, 2011. December 13.

A Higgs-bozon az egyetlen olyan, a részecskék Standard Modellje által megjósolt részecske, amelyet kísérletileg még nem sikerült kimutatni. Megfigyelése nagy lépés lenne annak a folyamatnak a megértésében, amely a részecskék tömegének a kialakulásáért felelős. Amennyiben azonban az LHC által szolgáltatott adatokban nem sikerülne megtalálni a Standard Modell Higgs-bozont, az igen nagy jelentőséggel bírna, valamint komoly lendületet adhatna a Standard Modellen túlmutató, Higgs-szerű részecskéket tartalmazó fizikai elméleteknek.

A mai napon a CMS kollaboráció bemutatta a Standard Modell Higgs-bozon kutatásának a 2011-es év végéig gyűjtött proton-proton ütközésekből nyert adatok elemzésén alapuló legújabb eredményeit. A gyűjtött adatok mennyisége $4,7 \text{ fb}^{-1}$ integrált luminozitásnak [REF: FB] felel meg, ami azt jelenti, hogy a CMS majdnem a teljes megengedett tömegtartományon képes vizsgálni a Higgs-bozon keletkezését a CERN Nagy Elektron-pozitron Ütköztetője (Large Electron Positron Collider, LEP) által megállapított $114 \text{ GeV}/c^2$ (illetve a szokásos jelöléseknek megfelelően 114 GeV [REF: GEV]) alsó tömeghatár, valamint $600 \text{ GeV}/c^2$ között. Eredményeink a Higgs-bozonnak az elmélet által előre jelzett egyes bomlási módjain végzett elemzések részeredményeinek kombinációjaként állnak elő. Ezek a bomlási módok tartalmazzak két W-, illetve Z-bozont, melyek tovább bomlanak négy leptonba, nehéz kvarkpárokba, tau-leptonpárokba, illetve fotonpárokba (1. ábra).

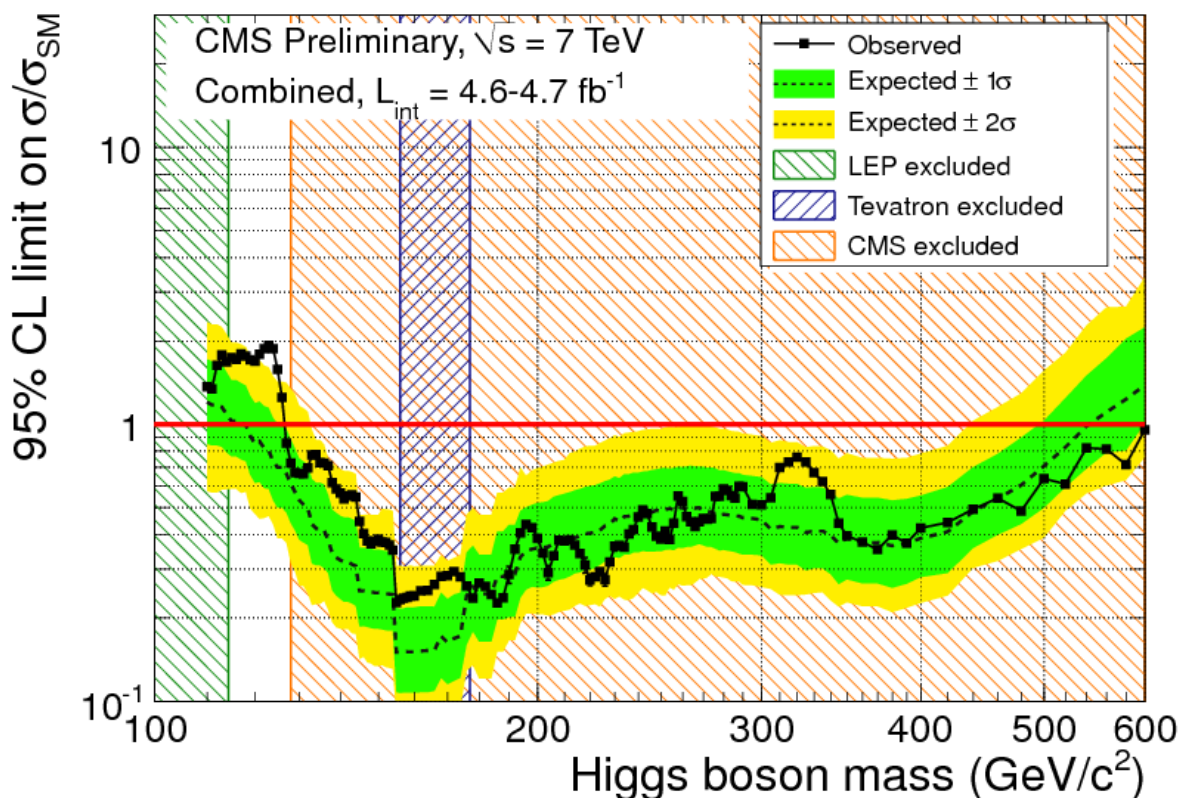


1. ábra Egy jellemző Higgs-jelölt esemény, amely két, a CMS elektromágneses kalorimétere által meghatározott nagy energiájú foton (hosszú vörös oszlopok a képen) tartalmaz. A képen látható sárga vonalak az ütközés által keltett egyéb részecskék pályái.

Előzetes eredményeink szerint a Standard Modell Higgs-bozon létezése a megjelölt konfidenciaszintek mellett az alábbi igen széles tömegtartományokon zárható ki:

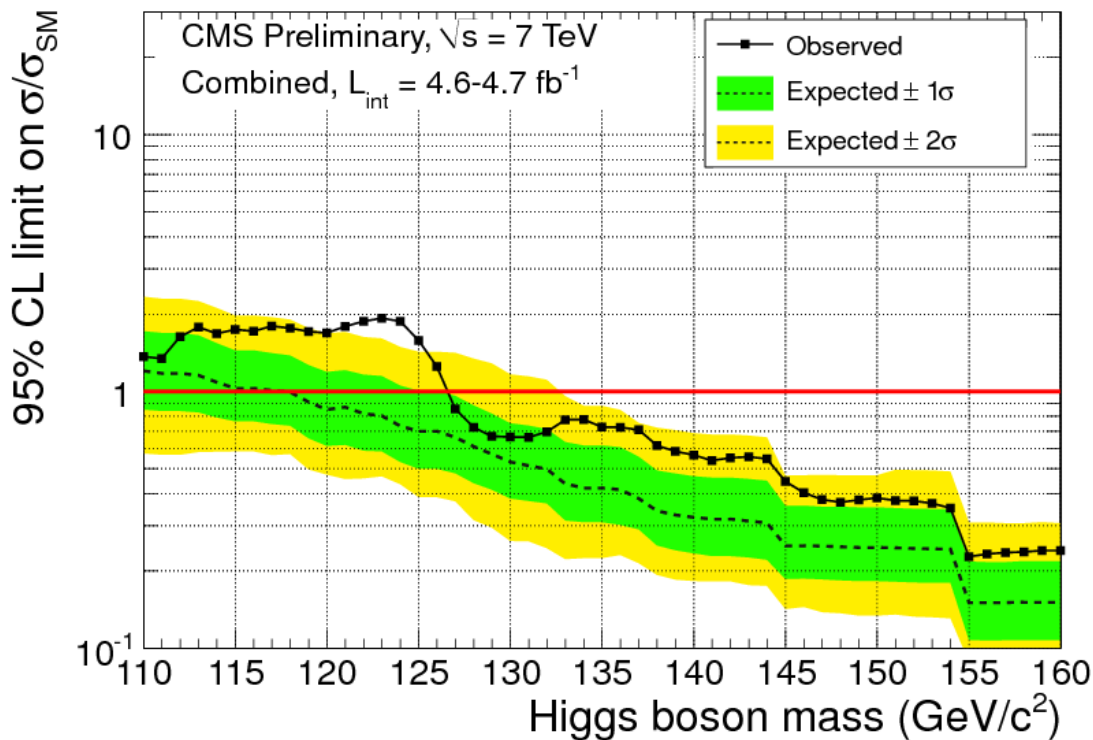
- 127 – 600 GeV tartományon 95%-os konfidencia szinten (lásd 2a. ábra),
- 128 – 525 GeV tartományon 99%-os konfidencia szinten.

Egy tömegérték akkor zárható ki 95%-os konfidencia-szinten, ha a Standard Modell adott tömegű Higgs-bozonját feltételezve a megismételt mérések legalább 95%-ában több, a létezésre utaló adatot kellene találni, mint a ténylegesen megfigyelték.



2a. ábra: A Standard Modell Higgs-bozon létezése 95%-os konfidenciaszinten kizárható a vörös vonal alatti görbéhez tartozó területen. Az itt közölt eredmények a CMS kísérlet által 2010 és 2011-ben gyűjtött 4.7 fb^{-1} integrált luminozításhoz tartozó proton-proton ütközések megfigyeléséből származó adatok elemzésén alapszanak, melyek közül kizártuk azokat, amelyek felvételénél a kísérlet nem működött tökéletesen. A vonalkázással megjelölt területek a már korábban a LEP és a Fermilab Tevatron gyorsítójának kísérletei, illetve a jelen közleményben közölt CMS által kizárt tömegtartományt jelzik. A szaggatott vonal, valamint a hozzá tartozó zöld, illetve sárga sávok jelzik a CMS kísérletnek az elemzésben felhasznált adatmennyiséghez tartozó becsült érzékenységét.

Nem tudjuk kizárni a 115 GeV és 127 GeV közötti tömeggel rendelkező Standard Modell Higgs-bozon létezését 95%-os konfidencia szinten. A 2b. ábrán láthatóan ezen a tömegtartományon esemény többlet tapasztalható a Standard Modell előrejelzése és a megfigyelések között, a megfigyelt adatok javára. Ez a többlet öt egymást követő, egymástól független csatornában is megjelenik.



2b. ábra: A Standard Modell Higgs-bozon 95%-os konfidencia szintű kizárási görbéjének az alacsony tömegtartományhoz tartozó része a CMS kísérlet által 2010 és 2011-ben gyűjtött 4.7 fb^{-1} integrált luminozításhoz tartozó proton-proton ütközések megfigyeléséből származó adatok elemzése alapján.

Az eddig gyűjtött adatok ismeretében nagyon nehéz eldönteni, hogy ezen az alacsony tömegtartományon a Higgs-bozon létezését állító, vagy az éppenséggel azt tagadó hipotézis a helytálló. A fent említett tömegtartományon megfigyelt többlet eseményeket okozhatja az ismert háttéresemények számának statisztikus fluktuációja akár akkor, ha létezik, de akkor is, ha nem létezik a Higgs-bozon. A 2012-ben várhatóan begyűjtésre kerülő nagyobb adathalmaz elemzése csökkenteni fogja a statisztikus hibákból eredő bizonytalanságot, amely így hozzásegít bennünket ahhoz, hogy pontosabb megállapításokat tudjunk tenni a Higgs-bozon létezését, illetve nem létezését illetően az említett tömegtartományon.

A megfigyelt eseménytöbblet 124 GeV-en és alatta leginkább a Standard Modell Higgs-hipotézissel magyarázható, azonban a Look-Elsewhere hatást [REF: LEE] is figyelembe véve az eltérés kevesebb, mint 2 standard deviáció (2σ) távolságra van az ismert háttérfolyamatok által előrejelzett eseményszámtól. Ez jóval alatta marad annak a szignifikancia szintnek, amelyet tradicionálisan megkövetelünk ahhoz, hogy időtálló kijelentéseket tudjunk tenni.

Amennyiben feltételezzük, hogy a megfigyelt többlet a Standard Modell Higgs-bozon létezésére utaló első jel, azt találjuk, hogy a megfigyelt keletkezési gyakoriság (a Standard Modellre vonatkozó „hatáskereszmetszet”, $\sigma/\sigma_{\text{SM}}$) minden egyes bomlási csatornában nagy bizonytalanság mellett összhangban van az elmélet által előre jelzett értékekkel. Azonban az alacsony szignifikancia miatt ezek a többletek a háttér statisztikus fluktuációiként is értelmezhetők.

A 2012-ben várhatóan birtokunkba kerülő nagyobb mennyiségű mérési adat segítségével pontosabban meg tudjuk majd határozni az eseménytöbblet okát.

Hivatkozások:

[REF: FB] <http://news.stanford.edu/news/2004/july21/femtobarn-721.html>

[REF: GEV] Az elektronvolt az energia mértékegysége. A részecskefizikában a tömeg és az energia nagyon hasonló fogalmakat jelent, így elterjedten használt az eV/c^2 , mint a tömeg mértékegysége, mely az Einstein által felírt $E=mc^2$ képletből származtatható. A részecskefizikusok még elterjedtebben használják az ún. természetes egységeket, ahol például $c=1$ (ennélfogva $E=m$).

[REF: CL] A konfidenciaszint annak a statisztikus mértéke, hogy 100 mérésből mennyi eredménye várható az elvárt tartományon belülre. Ha például a konfidenciaszint 95%-os, akkor ez azt jelenti, hogy az eredmények az esetek 95%-ában valószínűleg megegyeznek az előre jelzettekkel. (Forrás: [NADbank](#))

[REF LEE] <http://cms.web.cern.ch/news/should-you-get-excited-your-data-let-look-elsewhere-effect-decide>