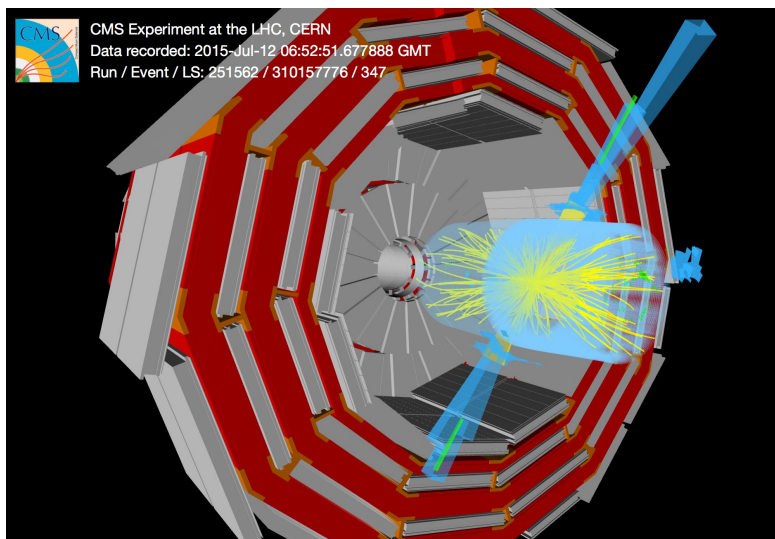


## A CMS Együttműködés bemutatja első 13 TeV-es eredményeit az EPS-HEP 2015 konferencián

A CMS Együttműködés (CERN) új fizikai eredmények széles skáláját mutatja be az EPS HEP konferencián Bécsben, 2015. július 22. és 29. között. Ezek között vannak az LHC második mérési periódusának ("Run 2") első analízisei (13 TeV tömegközépponti energián, 2015. június óta gyűjtött adatok), valamint több mint harminc új, a "Run 1" adatokon elvégzett analízis (7 és 8 TeV, 2011-ben és 2012-ben gyűjtött adatok). Az alábbiakban néhány, a konferencián bemutatott eredményt foglalunk össze röviden.



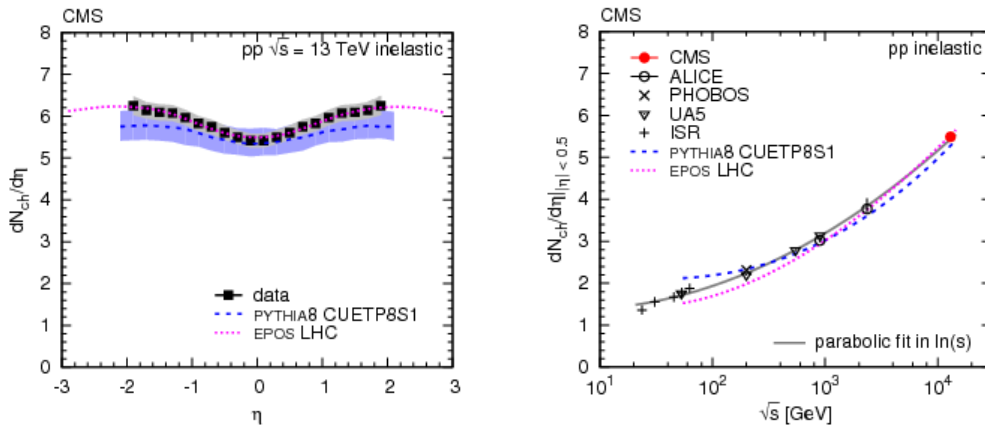
Egy 13 TeV-es ütközés, amelyet a CMS detektor rögzített, két nagy energiájú részecskesugárral (jet), melyek együttes invariáns tömege 5 TeV

### 1. Töltött hadronok keletkezése

A CMS kísérlet kiemelkedő teljesítménye az LHC 13 TeV-es adataiból kapott első fizikai eredmény: a proton-proton ütközésekben keletkezett töltött hadronok számának és pályáinak mérése. Ez általában az első mérések egyike, amelyet hadronütköztetőknél elvégeznek egy-egy új energia-tartomány feltérképezésének kezdetén. Mivel a protonok nem elemi részecskék - hanem kvarkokból és gluonokból épülnek fel -, amikor két proton nagy energiával ütközik, tulajdonképpen a bennük levő kvarkok és gluonok lépnek kölcsönhatásba egymással. Minden proton-proton ütközés számos töltött hadront - például pionokat, kaonokat - hoz létre, amelyek mindenféle irányba repülnek szét. Ezeknek a részecskéknek a száma az ütközési energiától függ: ha nagyobb az ütközési energia, több részecske keletkezik. Fontos tehát pontosan megállapítani, hogy hány töltött hadron keletkezik az LHC új ütközési energiáján, ezzel pedig a szimulációkban használt elméleti modellek pontosságát is ellenőrizni lehet. A CMS Nyomkövető rendszere a felelős a töltött hadronok pályájának meghatározásáért ebben a mérésben, amelyhez néhány százezer ütközés adatai lettek rögzítve mágneses tér nélkül. A CMS jelenlegi mérésének

eredményét jól leírják az elméleti modellek, nagy segítséget nyújtva a 13 TeV-en tervezett, új fizikai jelenségek kutatásában fellépő "háttér" pontos meghatározásához.

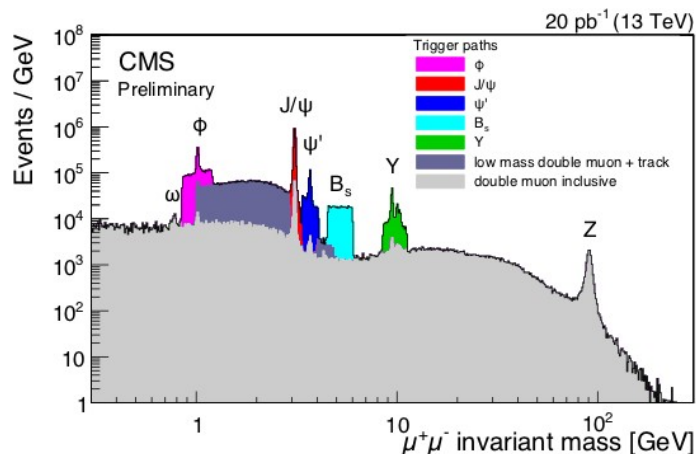
**RÉSZLETEK:** A CMS kísérlet megmérte a töltött hadronok differenciális multiplicitás-eloszlását ( $dN_{ch}/d\eta$ ) a -2 és +2 közötti **pszeudorapiditás**-tartományban, ahogy az 1. ábra mutatja. Az eredmény a midrapiditás-tartományban ( $|\eta| < 0.5$ ):  $5.49 \pm 0.01$  (stat.)  $\pm 0.17$  (szisz.) rugalmatlan ütközésenként. A publikáció beküldése a Physics Letters B folyóiratba július 21-én történt, és a preprint megtalálható a <https://cds.cern.ch/record/2036310/> címen.



**1. ábra:** A proton-proton ütközésekben keletkezett töltött hadronok száma a pszeudorapiditás függvényében (bal oldal), és a töltött hadronok száma midrapiditásnál (jobb oldal), összehasonlítva korábbi mérésekkel kisebb ütközési energiákon, valamint elméleti modellekkel.

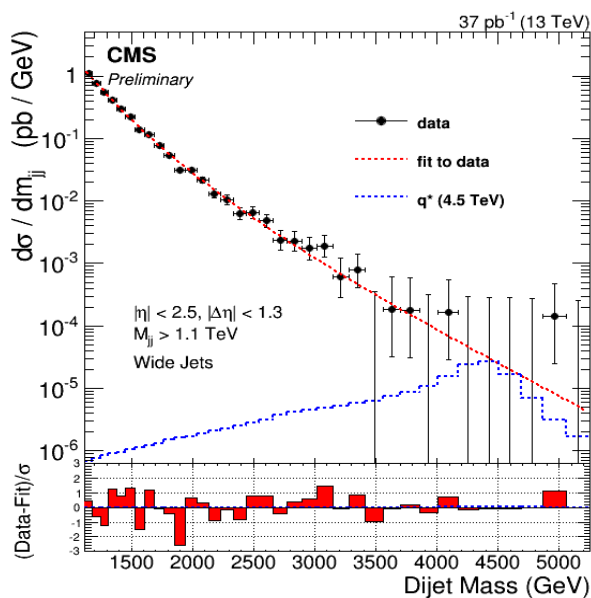
## 2. Részecskék újrafelfedezése és a felfedezési potenciál tesztelése

A CMS detektor teljesítményének fontos próbája 13 TeV-en a már ismert részecskék megfigyelésének képessége. A 2. ábrán a proton-proton ütközések során a CMS detektorban keletkezett müonpárok tömegének eloszlása látható, amelyen tisztán kivehetők a különböző részecskékhez tartozó csúcsok, az omega mezontól a Z bozonig. Az ebben a spektrumban szereplő részecskék felfedezése eredetileg évtizedekig tartott, de a CMS számára csak néhány hét kellett a megfigyelésükhöz 13 TeV-en. A CMS teljesítőképességéről szóló elemzés részletei a <https://twiki.cern.ch/twiki/bin/view/CMSPublic/PublicPlotsEPS2015> címen található meg.



2. **ábra:** A müonpárok invariáns tömegének eloszlása 13 TeV-en.

Számos folyamatot sikerült 13 TeV-en megvizsgálni részletesen. Ezek közül az egyik kiemelkedő eredmény a jet-párok invariáns-tömeg spektruma, hozzávetőlegesen 5 TeV-ig kiterjesztve (3. ábra), demonstrálva, hogy a CMS kísérlet készen áll az új fizikai jelenségek felfedezésére ezen a nagy ütközési energián.



3. **ábra:** A jet-párok invariáns tömegének eloszlása 13 TeV-en, feltüntetve egy 4.5 TeV tömegű, hipotetikus, két jet-re bomló részecske létezése esetén jóslt tömeg-eloszlást.

### 3. Az első mérési időszak ("Run 1") adatainak véglegesítése

A CMS kísérlet folytatja a fizikai adatkiértékelést az első mérési időszakban (Run 1) összegyűjtött adatokon, 7 és 8 TeV energián, melyek közül több mint 30 új eredmény került jóváhagyásra és bemutatásra az EPS HEP konferencián. Ezek közé tartozik a W bozon párok keltése két foton kölcsönhatásával ([FSQ-13-008](#)), a részecskesugarak keletkezésének gyakorisága 2.76 és 8 TeV energián

([SMP-14-017](#)), két foton keletkezése jet-ekkel együtt ([SMP-14-021](#)) és a W bozon elektrogyenge keltése két jet-tel együtt ([SMP-13-012](#)).

A több mint két évtizede felfedezett top kvark továbbra is nagyon fontos szerepet játszik a mérések és az új fizikával kapcsolatos keresések területén. A CMS új, erre a fermionra vonatkozó eredményei között van a top-anti-top keletkezés valószínűsége a teljesen hadronikus adathalmazban (TOP-14-018), valamint a top-anti-top+bottom-anti-bottom folyamat mérése a lepton+jet csatornában (TOP-13-016). Emellett, a kutatás folytatódik az új fizikára utaló jelek után, legutóbb a  $t \rightarrow cH$  folyamat esetén, ahol a Higgs bozon fotonokra bomlik ([TOP-14-019](#)).

Míndeközben a Higgs kutatás területén három új keresés is befejeződött, mégpedig a nem-Standard-Modell Higgs bozonok után, amelyek bomlástermékei között tau leptonok is vannak (HIG-14-029, HIG-14-033, HIG-14-034), míg a szuperszimmetria témakörében a sötét anyag és más szuperszimmetrikus részecskék kutatása kerül bemutatásra (SUS-13-023, SUS-14-003, SUS-14-015).

Az első mérési periódusból származó nehézion-ütközésekkel kapcsolatos (proton-proton, proton-ólm és ólom-ólm ütközéseket is felhasználó) új eredmények közé tartoznak az Üpszilon ( $Y$ ) részecske polarizációja az ütközésben keletkezett töltött részecskék számának függvényében proton-proton ütközésekben ([HIN-15-003](#)), Z bozon keletkezés ([HIN-15-002](#)), jet-fragmentációs függvények proton-ólm ütközésekben ([HIN-15-004](#)), valamint az Üpszilon ( $Y$ ) részecskeállapotok nukleáris módosulása ólm-ólm ütközésekben ([HIN-15-001](#)).

---

**Bővebb információ:** <http://cern.ch/cms>, illetve érdeklődni itt lehet: [cms.outreach@cern.ch](mailto:cms.outreach@cern.ch).

A CMS az LHC gyorsítónál működő két általános célú kísérlet egyike, amelyet új részecskefizikai jelenségek kutatására építettek meg. Az LHC nagy energiájú proton-proton és nehézion-ütközéseiben keletkezett részecskék és jelenségek széles skálájának detektálására tervezték, és segít majd olyan kérdéseket megválaszolni, mint: "Miből épül fel valójában a Világegyetem, és milyen erők hatnak benne?". A már jól ismert részecskék tulajdonságait is megméri majd eddig soha el nem ért pontossággal, és felkészülve figyel majd a teljesen új, még meg nem jósolt új jelenségek esetleges megjelenését is. Ez a fajta kutatás nemcsak a Világegyetem működésének megértését segíti elő, hanem új technológiák kifejlesztését is serkentheti, amelyek megváltoztathatják a világot amelyben élünk, mint ahogy a múltban ez már többször megtörtént a fizika kultúrtörténetében.

A CMS kísérlet technikai terve 1992-ben készült. A hatalmas detektor (15 méter átmérő, 29 méter hossz, 14 ezer tonna tömeg) megépítése a valaha összeállt egyik legnagyobb tudományos együttműködés 16 évnvi erőfeszítését vette igénybe: a CMS-ben ma mintegy 2900 kutató (ebből majdnem 1000 doktorandusz diák), valamint 1000 mérnök és technikus dolgozik 182 intézményben, amelyek 42 országban, a világ minden táján található.