

Tiesioginės viršūninio kvarko ir Higgs bozono sąveikos paieška su LHC

Search for Direct Interactions Between the Higgs Boson and the Top Quark at the LHC

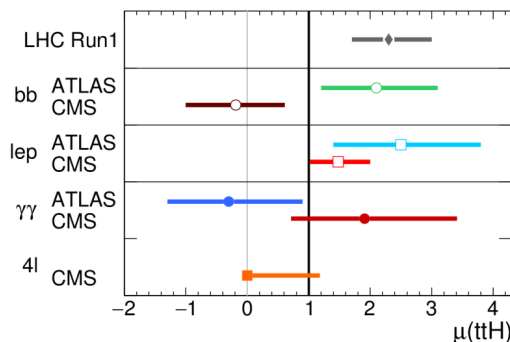
Aurelijus Rinkevičius^{1,2}, CMS kolaboracija²

¹Cornell University, Cornell Laboratory for Accelerator-based Sciences and Education, 245 East Avenue, Ithaca, NY 14853-2501, USA

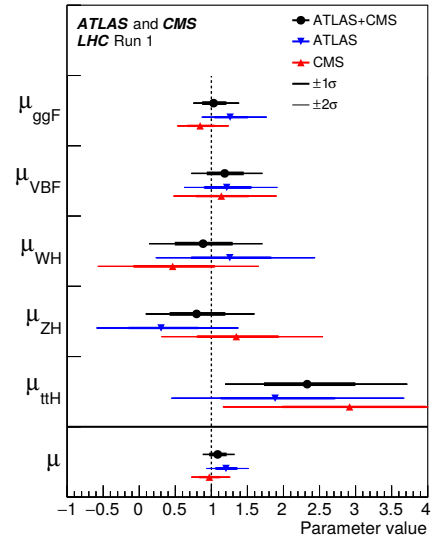
²CERN, CH-1211 Geneva 23, Switzerland
aurelijus.rinkevicius@cern.ch

Prieš penkis metus atrasta 125-GeV elementarioji dalelė reikšmingai sutampa su Standartinio Modelio Higgs bozonu. Atradimą pavyko padaryti pasinaudojant keletu lengviausiai eksperimentiškai aptinkamų Higgs skilimų (į leptonus ir fotonus), tačiau dalis svarbių savybių tokiomis skilimais nėra ištiriami. Pasibaigus Didžiojo hadronų greitintuvo (LHC) pirmajam duomenų rinkimo etapui (Run 1), šį rezonansą/dalelę tapo įmanoma pastebėti ar ištarti dar keliose reakcijose. Viena svarbesnių iš tų reakcijų yra vektorinių bozonų sintezė (vector-boson fusion, VBF), kurios metu sukuriamas Higgs bozonas. Kita vertus, kone pati svarbiausia reakcija, Higgs bozono sąveika su top kvarkais, liko vis dar nepastebėta nepaisant prasidėjusių precizinių tyrimų leptoniniuose skilimuose.

Tiesioginę reakciją tarp Higgs bozono ir top kvarko yra lengviausia stebėti ieškant $t\bar{t}H$ procesų. Kita vertus, Standartinis Modelis numato, kad didžiausia dalis Higgs bozonų yra sukuriamas (LHC eksperimentuose) jungiantis dviems gluonams. Dviejų gluonų jungimasis (gluon-gluon fusion, ggF) yra efektyvi reakcija, kurios viduje dalyvauja top kvarkai — jie nėra stebimi, nes yra vidinės kilpos dalis. $t\bar{t}H$ aptikimas leistų tiesioginius top–Higgs sąveikos tyrimus, kurie, kol kas, yra tikrai teorinio pobūdžio. Tiesioginis top–Higgs sąveikos tyrimas padės eksperimentiškai pagrįsti ggF procesus, palyginti su teoriniais modeliais — čia gali slypėti nauja fizika (Beyond Standard Model, BSM). Kadangi ggF į Higgs yra efektyvus mazgas, jame gali dalyvauti dar neatrastos dalelės, kur Standartinio Modelio atveju ten dominuoja top kvarkai (99,8%). Galima tvirtai teigti, kad top–Higgs sąveikos nustatymas yra vienas kertinių Higgs fizikos elementų. Apibendrinti LHC Run 1 sąveikų stiprių rezultatai yra pateikti 1-ame pav.



2 pav. Pagrindinių $t\bar{t}H$ kategorijų išmatuoti signalų stipriai su 13 (ir 36) fb^{-1} integruotais švesiais prie 13 TeV, žiūrėti [2, 3, 4, 5, 6].



1 pav. Išmatuoti H pagaminimo būdų stipriai su visais 7+8 TeV duomenimis, žiūrėti [1].

$t\bar{t}H$ tyrimai yra skirstomi į keletą pagrindinių kategorijų pagal teoriškai laukiamus Higgs skilimus ($H \rightarrow$): $b\bar{b}$, $\gamma\gamma$, multileptoniniai, $\tau\tau$ ir kitus, kurie šiuo metu nagrinėjami. Pagal $t\bar{t}$ sistemą tyrimai toliau fragmentuojami į subkategorijas: pilnai hadroniniai, pusiau leptoniniai (hadroniniai), leptoniniai, t.y., $t\bar{t} \rightarrow bjj' \bar{b}j''j'''$, $bjj' \bar{b}l\nu$, $b\bar{l}^- \nu \bar{b}l^+ \nu'$. Kiekviena kategorija turi gana savitą tyrimo strategiją, tačiau tarp jų yra keletas svarbių bendrų bruožų: labai svarbus b ženklėjimas, bent dvi čiurkšlės, daugelio kūnų galutinė būseną, multivariacinė analizė bei vieninga statistinė analizė/kombinacija. Preliminarūs tyrimų rezultatai gali būti apibendrinti 2-ame pav.

Nors rezultatai nėra baigtiniai ar rodantys atradimą, $t\bar{t}H$ atradimas tikriausiai pasirodys netolimoje ateityje. 2017 metais LHC padvigubins surinktų duomenų kiekį su 13 TeV energija. Taigi, gal netrukus bus galima žengti į dar įdomesnę precizinių $t\bar{t}X$ tyrimų erą.

Reikšminiai žodžiai: CMS, LHC, $t\bar{t}H$, top kvarkas, Higgs bozonas, efektyvi sąveika, multivariacinė analizė

Literatūra

- [1] G. Aad *et al.* [ATLAS and CMS Collaborations], JHEP **1608**, 045 (2016) doi:10.1007/JHEP08(2016)045 [arXiv:1606.02266 [hep-ex]].
- [2] ATLAS Collaboration, ATLAS-CONF-2016-068.
- [3] CMS Collaboration, CMS-PAS-HIG-16-038.
- [4] CMS Collaboration, CMS-PAS-HIG-16-020.
- [5] CMS Collaboration, arXiv:1706.09936 [hep-ex].
- [6] CMS Collaboration, CMS-PAS-HIG-17-004.