

Vyjádření vedoucího k disertační práci Ing. Tomáše Jakoubka

„High Precision CP-Violation Measurements in Flavour Physics at the ATLAS Experiment“

Vedoucí: Václav Vrba, CSc., FJFI ČVUT

Předložená disertační práce je věnována přesnému měření parametrů popisujících narušení CP-symetrie. V procesu $B_s^0 \rightarrow J/\psi\phi$ je narušení CP-symetrie velmi přesně předpovězeno a jakákoli odchylka od predikovaných parametrů je zjevným projevem fyzikálních procesů přesahujících Standardní model.

Předpovědi Standardního modelu (SM) v otázkách, kde je schopen předpověď poskytnout, se velmi dobře shodují s experimentem. Z druhé strany SM není úplnou teorií: nezahrnuje gravitaci, hmoty elementárních částic jsou parametry modelu, které je třeba stanovit z experimentu, nepředvídá existenci temné hmoty a temné energie, atp. Proto jednou z výzev fyziky částic je nahlédnout za hranice SM. Jedním z nástrojů může být právě studium mechanismu narušení CP-symetrie v rozpadech B_s^0 . Z tohoto důvodu zvolené **téma předložené disertace je velmi aktuální**. Této tematice se věnovaly velké experimenty předchozí generace – D0 a CDF, a je na ni zaměřena pozornost také současných experimentů na LHC – LHCb, CMS a ATLAS.

Práce se sestává z desíti kapitol, bibliografie a příloh.

Úvodní kapitola stručně shrnuje motivaci zkoumání narušení CP symetrie (CPV) v rozpadech B_s^0 a popisuje strukturu předložené práce. V této kapitole je také uvedena stručná charakteristika dat z let 2011 a 2012 užitých v předložené fyzikální analýze. Ve **druhé kapitole** je dán přehled teorie s akcentem na zkoumanou tematiku a shrnutí dosavadních experimentálních výsledků. **Třetí kapitola** je věnována popisu aparatury ATLAS a jejích klíčových součástí zajišťujících kvalitu dat relevantních pro prováděnou fyzikální analýzu. Ve **čtvrté kapitole** jsou popsána selekční kritéria dat pro fyzikální analýzu popsanou v dalších kapitolách. V **páté kapitole** je popsána fitovací metoda „maximum likelihood“, která je základním prostředkem používaným v předložené práci pro extrakci fyzikálních parametrů z experimentálních dat.

Šestá, sedmá a osmá kapitola obsahují výsledky dosažené doktorandem a předložené k obhajobě. Jde o stanovení CPV parametrů s použitím dat 7 TeV bez „tagování“ (kap. 6), tatáž data s „tagováním“ (kap. 7) a data 8 TeV s „tagováním“ (kap. 8). V **kapitole devět** je provedeno statistické sjednocení autorem získaných výsledků z dat ATLAS.

V **desáté kapitole** je shrnutí práce. Získané hodnoty parametrů popisujících CP narušení ve studovaných rozpadech jsou uvedeny v tabulce 10.1 a na obr. 10.1 společně s konečnými výsledky experimentů D0 a CDF a nejnovějšími výsledky LHCb a CMS. Výsledky experimentu ATLAS, na jejichž získání se doktorand podílel, se řadí ke světové špičce a významným způsobem přispěly k současnému stavu studia hranic platnosti Standardního modelu.

Výsledky analýzy byly průběžně prezentovány v pracovních skupinách ATLAS v CERN a na kolaboračních poradách. Disertant několikrát vystupoval na mezinárodních konferencích, kde z pověření ATLAS prezentoval výsledky experimentu (*B-physics studies for HL-LHC ATLAS upgrade*, 15th meeting in the conference series of Flavor Physics & CP Violation, Prague, Czech Republic, *Recent results from ATLAS in beauty and charm physics*, Lake Louise Winter Institute 2017, Lake Louise, Canada, *Measurement of CP violation and mixing in $B^0_S \rightarrow J/\psi\phi$ in ATLAS*, The 16th International Conference on B-Physics at Frontier Machines, Marseille, France, *Flavour-tagged time-dependent angular analysis of the $B^0_S \rightarrow J/\psi\phi$ decay with the ATLAS detector*, Lake Louise Winter Institute 2015, Lake Louise, Canada, *Flavour tagging techniques for CPV studies in the B^0_S system with ATLAS*, 50 years of CP-violation, Queen Mary University of London, UK, *B-hadrons spectroscopy and decay properties with the ATLAS experiment*, 17th High-Energy Physics International Conference in Quantum Chromodynamics, Montpellier, France, *Production of beauty and quarkonia in ATLAS*, Kruger 2012: Workshop on Discovery Physics at the LHC, Kruger National Park, South Africa).

Doktorand měl klíčový přínos do prací:

- ATLAS Collaboration, *Measurement of the CP-violating phase ϕ_S and the B^0_S meson decay width difference with $B^0_S \rightarrow J/\psi\phi$ decays in ATLAS*, JHEP 1608 (2016) 147.
- ATLAS Collaboration, *Flavor tagged time-dependent angular analysis of the $B^0_S \rightarrow J/\psi\phi$ decay and extraction of $\Delta\Gamma_S$ and the weak phase ϕ_S in ATLAS*, Phys. Rev. D 90 (2014) no.5, 052007.
- ATLAS Collaboration, *Time-dependent angular analysis of the decay $B^0_S \rightarrow J/\psi\phi$ and extraction of $\Delta\Gamma_S$ and the CP-violating weak phase ϕ_S by ATLAS*, JHEP 1212 (2012) 072.

Tyto publikované výsledky se staly základem předložené disertace.

Práce je odborně mimořádně kvalitní, je napsána v anglickém jazyce na velmi dobré úrovni, je napsána přehledně, čtivě a může sloužit jako studijní materiál pro studenty a mladé vědecké pracovníky. Práce vznikla v rámci pracovní skupiny B-fyziky v experimentu ATLAS, kde T. Jakoubek byl jedním z předních autorů studia narušení CP symetrie v rozpadech B^0_S . Vedle fyzikální analýzy se T. Jakoubek všestranně a výrazně podílel na různých organizačně fyzikálních aktivitách pro zajištění chodu experimentu, zajištění kvality experimentálních dat a metodiky jejich zpracování, zpravidla na odpovědných řídicích postech. Značnou část svého času a energie věnuje také popularizaci vědy mezi širokou veřejností. Svými aktivitami a odbornou erudicí si T. Jakoubek získal již jako mladý odborník **vysoké mezinárodní renomé** a byla mu nabídnuta prestižní pozice **B-trigger koordinátora** experimentu ATLAS. Této funkce se ujímá k 1. 10. 2018, bezprostředně po odevzdání disertační práce.

Pracovní nasazení doktoranda ilustruje také skutečnost, že vedle výše uvedených prací, které se staly základem předložené disertační práce, je také hlavním autorem další důležité publikace ATLAS: *Search for a Structure in the $B^0_S \pi^\pm$ Invariant Mass Spectrum with the ATLAS Experiment*, publikované v Phys. Rev. Lett. 120 (2018) 202007, která ale není předmětem obhajoby.

Na základě uvedeného konstatuji, že doktorand prokázal způsobilost k samostatné vědecké práci. Předložená práce splňuje požadavky kladené na doktorskou disertační práci a po jejím obhájení navrhuji udělit Ing. Tomášovi Jakoubkovi hodnost Ph.D.

V Praze 28/09/2018



Václav Vrba, CSc.