

doc. Mgr. Alexander Kupčo, Ph.D.  
Fyzikální ústav AVČR

## Posudek školitele dizertační práce

Ing. Ondřej Penc, FJFI ČVUT Praha

### Vector Boson Scattering and ZZ production at ATLAS Detector

Předložená disertační práce Ing. Ondřeje Pence se zabývá měřením elektro-slabé produkce dvou intermediálních bosonů ZZ doprovázené dvěma jety (jj) a to v tzv. 4-leptonovém kanále, kdy se oba Z bosony rozpadnou buď na elektron-pozitronový pár nebo mion-antimionový pár. Měření bylo provedeno v rámci experimentu ATLAS na urychlovači LHC na  $139 \text{ fb}^{-1}$  dat proton-protonových srážek při těžišťové energii  $\sqrt{s} = 13 \text{ TeV}$ . Díky velké luminositě a díky použití progresivních statistických metod zpracování dat byla pozorována elektro-slabá produkce ZZjj se signifikancí  $5.8\sigma$ . Jednalo se tak o vůbec první pozorování tohoto procesu.

Při elektro-slabé produkci ZZjj dochází, mimo jiné, k rozptylu intermediálních bosonů, tzv. Vector Boson Scattering (VBS). Tento rozptyl by v teorii elektro-slabé interakce bez Higgsova bosonu vedl k narušení unitarity. Data tak testují nejen Higgsův mechanismus ve Standardním Modelu (SM). Jsou citlivá na případné nové jevy za SM, které by se mohly projevit právě v anomálních vazbách mezi vektorovými bosony. O aktuálnosti získaných výsledků svědčí i to, že experiment ATLAS zaslal tyto výsledky k publikaci do Nature Physics [arXiv:2004.10612]. Výsledek byl také prezentován na ICHEP2021 v Praze jako jeden z nových hlavních výsledků experimentu ATLAS.

Ondřej Penc začal doktorát v roce 2013 pod vedením doc. RNDr. Vojtěcha Petráčka, CSc. V té době bylo definováno téma práce a v té době se také Ondřej Penc kvalifikoval jako autor experimentu ATLAS. Byl zodpovědný za validaci triggerů vnitřního dráhového detektoru pro Run2, včetně podpory nových hardwarových komponent detektoru. Dále se zabýval optimalizací triggeru z hlediska požadavků na paměť a dobu zpracování. Práce Ondřeje Pence byla vysoce ceněna a během ní strávil na stáži dva měsíce v Rutherford Appleton Laboratory.

Pod vedením doc. Petráčka se Ondřej Penc také zapojil do první analýzy dat. V té době ještě nebyla nabraná statistika dostatečná na separování elektro-slabého kanálu ZZjj. Aby nabral zkušenosti, začal Ondřej Penc studiem párové produkce ZZ na datech z let 2015-2016. K publikovanému výsledku [PRD 97 (2018) 032005] přispěl především analýzou jetů.

doc. Mgr. Alexander Kupčo, Ph.D.  
Fyzikální ústav AVČR

Školitelem Ondřeje Pence jsem se stal v roce 2017. Jak je patrné z výše uvedených skutečností, v té době už byl obsah jeho práce plně definován. Tématicky souvisela s prací naší skupiny zaměřené na studium rozptylu vektorových bosonů v exklusivních případech  $p+p \rightarrow p+WW+p$ , což byl jeden z důvodů, proč jsem vedení přijal. Ondřej Penc pracoval samostatně a byl po celou dobu velmi aktivní. Ostatně stát se primárním autorem takto vysoce sledované analýzy, jako je elektro-slabá produkce  $ZZjj$ , zvláště bez zázemí širší domácí skupiny, vyžaduje mimořádnou pracovitost a zapálení pro věc.

Nejen to. Pro svoji disertační práci se nespokojil s popisem publikované analýzy a svého podílu na ní, jak je v takových případech zvykem. Rozhodl se provést nezávislou samostatnou analýzu, její výsledek je pak hlavním obsahem předložené práce. Toto rozhodnutí bylo jednou z příčin značné délky studia a důvodem, proč jsem se snažil Ondřeje Pence od něj odradit. Výsledek myslím, ale stojí za to. Ondřej Penc tak získal cenné a hlavně komplexní zkušenosti s analýzou dat, které určitě uplatní ve svém budoucím profesním životě. Přál bych si jen, aby zbylo víc času na vypilování textu práce.

Kromě výše zmíněných dvou ATLAS publikací, přednesl Ondřej Penc výsledky své práce na několika konferencích, např. ACAT 2014 a NSS 2015, pokud jde o práci na triggeru dráhového detektoru, a ICNFP 2019, v případě rozptylu vektorových bosonů, kde je také autorem proceedings [Int. J. Mod. Phys. A 35, 2020, 2044002].

Ing. Ondřej Penc pracoval na své disertační samostatně a se zájmem a podařilo se mu získat velice kvalitní výsledky. Prokázal, že je schopen vědecké práce v náročném prostředí velkého mezinárodního experimentu a hodnotně přispět k jeho vědeckému programu. Předloženou práci proto doporučuji k obhajobě.

V Říčanech, 1. dubna 2021

doc. Mgr. Alexander Kupčo, Ph.D.