

# Posudek na disertační práci Mgr.Vlastimila Kůse „Study of diffractive processes at the ATLAS Experiment“.

Práce je věnována aktuálnímu tématu – analýze produkce dvou jetů v difrakčních pp interakcích na experimentu ATLAS. Difrakční pp případy byly v tomto případě identifikovány přítomností velké mezery v rapiditách sekundárních částic, podobě jako tomu bylo i v předešlých dvou difrakčních analýzách na experimentu ATLAS.

ATLAS experiment není příliš vhodný pro studium difrakce, která vyžaduje dobré pokrytí detektory v předních oblastech. Kromě toho, studie tohoto druhu mohla být prováděna jen s pomocí interakcí nabraných při relativně nízké luminositě svazku, při velkých intenzitách protonových svazků dochází k tzv. pile-upu, díky němuž se mezera v rapiditách v dané interakci zaplní a případ pak není klasifikován jako difrakční. Pokud se v budoucnosti, kdy se plánuje další zvýšení luminosity, nedoplň experimentální zařízení ATLAS dodatečnými detektory pro detekci dopředných protonů, může být tato analýza v podstatě jediná možná.

Disertační práce se skládá z třinácti kapitol. Po úvodní teoretické kapitole definující procesy difrakce následuje popis LHC collideru a detektoru ATLAS. Třetí kapitola je věnována popisu softwaru a další kapitola popisuje používané modely Monte Carlo. V další kapitole se autor zabývá stanovením jetové kalibrace. Výběr případů a studie triggeru se provádí v šesté kapitole a dále se popisuje výběr interakcí s velkou mezerou v rapiditách a měření veličiny  $\xi$ . Jedna z kapitol je věnována opravám naměřených výsledků na rozlišení a akceptanci detektoru – tzv. unfoldingu. Desátá kapitola je věnována stanovení systematických chyb a jedenáctá odstranění pozadí. Těžiště práce je v dvanácté kapitole, kde jsou uvedeny výsledky analýzy, shrnutí je obsahem závěrečné kapitoly.

Vzhledem k tomu, že jak již bylo uvedeno, není detekční zařízení ATLAS právě nejvhodnější pro měření procesů difrakce, analýza dat byla velmi náročná a je třeba ocenit, že se s tímto problémem vypořádal autor se ctí. Kromě čistě experimentálních problémů autor čelil i tomu, že MC modely, které jsou k dispozici, nejsou odladěny na difrakční procesy a že toto by mělo být naopak jedním z cílů prezentované analýzy. Data opravená na vliv detektoru tedy byla srovnána s různými variantami difrakčních modelů a jedním z hlavních výsledků je určení faktoru potlačení měřeného účinného průřezu vzhledem k analytickým výpočtům vyššího rádu kvantové chromodynamiky (NLO QCD) –  $S^2$  faktoru.

Disertační práce je napsána velmi přehledně a pečlivě velmi dobrou angličtinou a obsahuje jen minimum překlepů a formálních nedostatků. Vytknula bych autorovi ovšem to, že číslování stránek v disertaci nesouhlasí s číslováním uvedeným v obsahu, což znesnadňuje čtenáři orientaci. Interpretace získaných výsledků je značně ztěžena faktem, že v podstatě neexistují vhodné difrakční modely odladěné na difrakční fyziku na LHC, což samozřejmě není chybou autora. Díky tomu trpí ale většina prezentovaných obrázků tím, že data jsou srovnávána s velkým množstvím různých variant MC modelů a je velmi obtížné z nich vyčíst relevantní informaci.

K obsahu disertace mám několik připomínek a dotazů.

. V teoretické části se uvádí, že potlačení měřeného účinného průřezu vzhledem k analytickým výpočtům vyššího řádu kvantové chromodynamiky (NLO QCD) se pozorovalo pro hadron-hadronové interakce na Tevatronu a na LHC v CMS experimentu. Autor však opomněl, že podobné potlačení bylo teoreticky předpovězeno i pro difrakční fotoprodukční  $\bar{e}p$  interakce a také bylo naměřeno na experimentu H1 na HERA ( $S^2 \sim 0.5$ ).

V kapitole o unfoldingu se uvádí, že rozdíl mezi 1D a 2D unfoldingem se dá vysvětlit malou statistikou případů v některých binech. Na druhé straně se ne zcela zanedbatelný rozdíl (~8-10%) pozoruje i pro biny s velkým  $\log \xi$ . Lze i to nějak vysvětlit?

V kapitole o výsledcích se uvádí, že na rozdíl od předchozí analýzy měkkých difrakčních případů s mezerou v rapiditách je v této analýze přítomna nedifrakční komponenta i pro případy s velkou mezerou v rapiditě (obr.12.2). Čím to je? Není překvapivé, že nedifrakční modely popisují v tomto případě data tak dobře?

Získané údaje týkající se určení faktoru  $S^2$  jsou silně závislé na použitych modelech. Výsledky tedy zatěžuje nejenom velká statistická chyba ale i chyba plynoucí z nejistot spojenými s těmito modely. Překvapivě velké rozdíly v hodnotě faktoru  $S^2$  (i když stále v mezích velkých neurčitostí) se pozorují, pokud se použije pro určení faktoru  $S^2$  mezera v rapiditách nebo veličina  $\xi$ , zrovna tak jako různé rozměry jetů  $R$ . Závislost parametru potlačení na rozměru jetů  $R$  nebyla bohužel publikována v případě experimentu CMS. Pokusíme-li se ale srovnat výsledky experimentu CMS týkající se hodnoty  $S^2$  s výsledky této analýzy, dá se říci, že v mezích chyb si přinejmenším neodporují.

Není pochyb o tom, že předložené výsledky jsou velmi užitečným doplněním informace o difrakčních procesech probíhajících v interakcích  $pp$  a to zejména z hlediska dalšího vývoje modelů Monte Carlo. Význam této práce se potvrdí v případě, že se uvedené výsledky shrnou do publikace kolaborace ATLAS, což se podle mých informací, plánuje.

Závěrem lze konstatovat, že práce Mgr. Vlastimila Kůse splňuje všechny požadavky kladené na disertační práci a proto navrhoji, aby po úspěšné obhajobě byl jejímu autorovi udělen titul PhD.

V Praze 30. dubna 2015

RNDr. Alice Valkárová DrSc