

Oponentský posudek na diplomovou práci

**Studium vlastností detektoru Muon Forward Tracker  
pro upgrade ALICE**

**Autor práce: Bc. Diana Mária Krupová**

Posuzovaná diplomová práce se zabývá aktuální problematikou plánované modernizace experimentu ALICE v CERN, konkrétně jeho rozšířením o nový detektor Muon Forward Tracker (MFT). MFT je dráhový detektor, jehož detekčním mediem je křemíkový pixelový senzor ALPIDE využívající novou technologii Monolithic Active Pixel Sensors (MAPS). Nový detektor MFT podstatně zpřesní všechna měření prováděná stávajícím mionovým spektrometrem a zároveň umožní nová měření, která nejsou možná současnými měřicími zařízeními v oblasti malých příčných hybností.

Podle zadání diplomové práce bylo jejím cílem vypracovat rešerši na téma využití detektoru MFT ke zkoumání těžkých vůní a charmonií a studium vlastností detektoru MFT pro měření fotoprodukce  $\rho$  mezonu, cílem experimentální části kalibrace sestaveného detektoru a charakterizace jeho pixelových senzorů.

Práce je členěna do 6 kapitol a včetně úvodu má celkem 75 stran.

První kapitola obsahuje stručný popis současného detektoru ALICE a detailněji popisuje jeho modernizaci pro Run 3, kdy je plánováno výrazné zvýšení luminozity proton-protonových srážek  $L_{pp} = 2 \times 10^{34} \text{ cm}^{-2} \text{ s}^{-1}$  a srážek jádro-jaderných  $L_{Pb-Pb} = 6 \times 10^{27} \text{ cm}^{-2} \text{ s}^{-1}$ .

Ve druhé kapitole autorka popisuje základní vlastnosti polovodičových materiálů, p-n přechodu a struktur MOS, které jsou součástí vyčítací elektroniky polovodičových polohově citlivých detektorů, a technologii MAPS použitou pro senzory ALPIDE v MFT. Detailněji se zabývá front-end vyčítací elektronikou a jejími nastavitelnými parametry.

Třetí kapitola je věnována fyzikální motivaci k vybudování mionového dráhového detektoru MFT v modernizovaném experimentu ALICE. Autorka popisuje rozšíření fyzikálního programu, který nový MFT umožní např. díky možnosti rozlišení okamžitého  $J/\psi$  od  $J/\psi$  vzniklého rozpadem hadronu B nebo těžkých kvarků charm a beauty, které jsou vytvořeny v rané fázi srážky a dávají informaci o všech fázích vývoje média. Také je zde popsána produkce lehkých dileptonů a proces ultra-periferních srážek.



V kapitole 4 autorka detailně popisuje všechny kroky kvalifikační procedury a kritéria jednotlivých kvalifikačních měření mechanických struktur tzv. ladderů s integrovanými křemíkovými pixelovými senzory a vyčítací elektronikou. Jsou zde analyzovány výsledky kvalifikačního programu všech ladderů vyrobených pro MFT před a po instalaci do detektoru ALICE.

V kapitole 5 jsou prezentovány metody identifikace a parametrizace drah částic (tracking) v MFT při produkci  $p$  mezonu. Zvláštní pozornost je věnována charakteristice samostatného dráhování detektoru MFT s podrobným popisem studovaných algoritmů a diskusí nad jejich efektivitou.

Podkapitola 5.2 je vlastní práce autorky. Měření fotoprodukce  $p$  mezonu v Run 3 studovala pomocí generátoru eventů STARlight pro kanál  $p^0 \rightarrow \pi^+ \pi^-$ . Celkem bylo použito 500 000 srážek Pb-Pb s četností 50 kHz. Pro identifikaci drah byly použity dva algoritmy LFT a CA a pro fitování drah Kalmanovy filtry.

Kapitola 6 shrnuje stručně obsah práce a je zde také nastíněn plán experimentu ALICE v budoucích Runech 4-5.

Diplomová práce je sepsána velice kvalitní angličtinou bez překlepů a tiskových chyb, má dobrou strukturu a rozsáhlý teoretický základ, který je rozšířením její práce na výzkumném úkolu. Kladně hodnotím aktuálnost zvoleného tématu.

Grafická úroveň práce je velice dobrá. Obsahuje mnoho schematických obrázků, grafů a tabulek s kvalitním grafickým zpracováním. V textu práce i v popisu obrázků je řádně citována použitá literatura, autorka vychází z nejnovějších článků v oboru.

V některých pasážích autorka přistupuje přímo k detailnímu rozboru bez předchozího obecnějšího úvodu, což zužuje porozumění pouze pro čtenáře, kteří se tématem detailně zabývají a kteří jsou s tématem již obeznámeni (př. Kapitola 2.2.1 ALPIDE front-end circuitry).

K předložené celkově velice dobré diplomové práci mám pouze tyto připomínky a dotazy k vysvětlení u obhajoby:

- Kapitola 4, v níž jsou popsány výsledky kvalifikačního měření čipů ALPIDE, je uvedena jako technická část práce, na které se autorka podílela v CERN. Specifikujte prosím, jakou částí jste se na měřeních podílela.
- V odstavci 4.3 neodpovídají počty analyzovaných ladderů v textu a v tabulce. Prosím vysvětlíte. Kolik ladderů bude mít MFT a jaké procento z celkového množství již bylo kvalifikačně testováno?



- Popište vlastnosti detektoru MFT pro měření fotoprodukce  $p$  mezonu. Jak se zlepší měření fotoprodukce  $p$  mezonu v modernizovaném experimentu ALICE s novým MFT detektorem?
- Při obhajobě vysvětlete rozdíl v rozděleních pseudorapidit získaných algoritmem CA a LFT na obrázku 5.6. Proč pomocí algoritmu LTF nejsou nalezeny dráhy v oblasti nízkých pseudorapidit jak popisujete v textu práce?
- Vysvětlete použité pojmy track pairs, LTF+LTF pairs, CA+CA pairs, CA+LTF pairs.
- Citace:
  - U citace [3] chybí jméno a číslo časopisu, v kterém byl článek publikován, nebo číslo DOI. Zřejmě se jedná o časopis „Journal of Physics: Conf. Series 1014 (2018) 012010“ doi:10.1088/1742-6596/1014/1/012010.
  - Citace [4] a [41] se opakují - jsou totožné.

Celkově lze konstatovat, že předložená práce splnila své zadání a cíl a odpovídá požadavkům kladeným na diplomovou práci v plném rozsahu. Diplomovou práci doporučuji k obhajobě a po zodpovězení otázek ji navrhuji hodnotit stupněm **A – výborně**.

V Praze dne 7. 6. 2021

Ing. Marcela Mikeščíková, Ph.D.