

# Posudek práce

předložené na Matematicko-fyzikální fakultě  
Univerzity Karlovy v Praze

- posudek vedoucího       posudek oponenta  
 bakalářské práce       diplomové práce

Autor/ka: Vladimír Novotný  
Název práce: Study of Highest Energy Cosmic Rays  
Studijní program a obor: jaderná a subjaderná fyzika  
Rok odevzdání: 2013

Jméno a tituly vedoucího/oponenta: RNDr. Tomáš Davídek, Ph.D.  
Pracoviště: ÚČJF MFF UK  
Kontaktní e-mail: Tomas.Davidek@mff.cuni.cz

## Odborná úroveň práce:

- vynikající    velmi dobrá    průměrná    podprůměrná    nevyhovující

## Věcné chyby:

- téměř žádné    vzhledem k rozsahu přiměřený počet    méně podstatné četné    závažné

## Výsledky:

- originální    původní i převzaté    netriviální kompilace    citované z literatury    opsané

## Rozsah práce:

- veliký    standardní    dostatečný    nedostatečný

## Grafická, jazyková a formální úroveň:

- vynikající    velmi dobrá    průměrná    podprůměrná    nevyhovující

## Tiskové chyby:

- téměř žádné    vzhledem k rozsahu a tématu přiměřený počet    četné

## Celková úroveň práce:

- vynikající    velmi dobrá    průměrná    podprůměrná    nevyhovující

## **Slovní vyjádření, komentáře a připomínky vedoucího/oponenta:**

Diplomant se zabýval analýzou dat z Pierre Auger Observatory, zkoumajícího kosmické záření. V úvodní kapitole je dobře popsána problematika kosmického záření (možné zdroje, urychlování, šíření v mezigalaktickém prostoru a pozorované energetické spektrum), včetně rozvoje spršky v atmosféře Země. V druhé kapitole je představen experiment Auger a metody měření pomocí fluorescenčních detektorů a čerenkovských pozemních detektorů. Dále se autor zmiňuje o MC simulacích v programu CORSIKA a rekonstrukci případů kosmického záření v detektoru.

Těžiště práce představuje pátá kapitola, kde autor srovnává rozlišení v měření úhlu, těžiště spršky a energie pro různé případy rekonstrukce spršek kosmického záření – pomocí pouze pozemních detektorů, kombinace pozemních detektorů a jednoho fluorescenčního detektoru (hybridní metoda) a dvou fluorescenčních detektorů (stereo metoda). Rozlišení jsou získána z MC simulací i z experimentálních dat.

Ač by na jazykové stránce díla bylo jistě co zlepšovat, práce je napsána srozumitelnou angličtinou. Po grafické stránce není téměř co vytknout, snad s výjimkou velmi dlouhých tabulek, které by se lépe vyjímalily v dodatku a nerušily by tak vlastní text.

Hodnoty rozlišení získané z MC simulací jsou jistě správně. Nejsm si ale jist, zda zvolený způsob měření rozlišení v datech je adekvátní. Např. při zkoumání rozlišení v hybridní metodě se používá rozdíl veličin určených ze dvou hybridních rekonstrukcí stejného případu (každá rekonstrukce využívá jiný fluorescenční detektor). S takto určenými veličinami se zachází jako s nezávislými, což ale striktně vzato není pravda, neboť obě hybridní rekonstrukce využívají údaje z jednoho (stejného) pozemního detektoru a jsou tedy částečně korelované. Domnívám se, že zmíněný efekt by bylo možné odhadnout pomocí MC simulací. Je samozřejmě možné, že zmíněná korelace je relativně malá a vliv na výsledné rozlišení je zanedbatelný, tato skutečnost však v práci není diskutována.

Podobný problém vyvstává i v případě rozlišení ve stereo rekonstrukci. Autor zmiňuje, že pro studium rozlišení používá případy, kdy jsou k dispozici údaje ze tří či čtyř fluorescenčních detektorů, přičemž se používají pouze rekonstrukce ze “sousedních” detektorů. Takto získaná měření nejsou opět zcela nezávislá.

Oceňuji, že autor pronikl do zpracování dat v experimentu Auger a do simulačního programu CORSIKA, s jehož pomocí nasimuloval netriviální množství dat a použil je ve své analýze.

## **Případné otázky při obhajobě a náměty do diskuze:**

V kapitole 3 autor demonstruje, že elektromagnetická část spršky z kosmického záření je “širší” než hadronová komponenta. Domnívám se, že v kalorimetrech je tomu naopak. Zmíněná vlastnost jistě nezávisí jen na jednom parametru prostředí, přesto mohl by tuto vlastnost diplomant nějak okomentovat?

V oddíle 4.5 autor zmiňuje, že přibližně 90% energie primární částice je v atmosféře deponováno v elektromagnetické spršce. Zajímalo by mne, zda se tento podíl nějak škáluje s energií primárního kosmického záření? Narážím zde na podobnou závislost v kalorimetrech, viz podíl elektromagnetické komponenty  $f(\pi^0)$  v hadronových sprškách.

Jak se energetické rozlišení škáluje s energií primární částice kosmického záření? Jednotlivé údaje lze sice vyčíst z tabulek 5.1, 5.3 a 5.6, nicméně společný graf (případně s fitem odpovídajícím očekávané závislosti) by jistě čtenáři napověděl více.

**Práci** doporučuji nedoporučuji

uznat jako diplomovou/bakalářskou.

**Navrhuji hodnocení stupněm:** výborně  velmi dobře  dobře  neprospěl/a

Práci hodnotím mezi stupni výborně – velmi dobře, rozhodnu se až podle odpovědí diplomanta při obhajobě.

Místo, datum a podpis vedoucího/opponenta: Praha, 10.5.2013