

## Posudek školitele disertační práce

Doktorand: Ing. Dagmar Bendová

Název práce: Low- $x$  QCD studies using the Balitsky-Kovchegov equation

Školitel: doc. Ing. Jan Čepila, Ph.D.

Školitel specialista: prof. Jesús Guillermo Contreras Nuno, Ph. D.

Předložená disertační práce se věnuje výpočtům v rámci kvantové chromodynamiky v oblasti velmi vysokých energií, resp. velmi malých Bjorkenových  $x$ . Jedním z určujících jevů v této kinematické oblasti je jev partonové saturace, kdy vývoj počtu gluonů v urychlovaném protonu přechází z lineárního přírůstku k nelineární dynamické rovnováze. Tento jev lze studovat pomocí fenomenologického popisu kombinace několika procesů (hluboce nepružný rozptyl, fotoprodukce vektorových mesonů, difraktivní hluboce nepružný rozptyl nebo hluboce virtuální Comptonův rozptyl) a konfrontace výsledků s naměřenými daty. Výsledné fenomenologické modely lze pak použít pro předpověď měření na současných urychlovačích (především LHC) a budoucích urychlovačích (především EIC v USA a LHeC v CERN). Amplitudy rozptylu všech zmíněných procesů lze vyjádřit v rámci modelu barevného dipólu pomocí diferenciálního dipólového účinném průřezu, který závisí na šířce dipólu a na impakt parametru interakce. Tento účinný průřez pak obsahuje veškerou informaci o partonové struktuře terče a lze ho získat buď z fitování ad-hoc parametrizací na měřená data nebo z řešení evolučních rovnic v kvantové chromodynamice. Relevantní evoluční rovnicí v limitě vysokých energií je tzv. Balitsky-Kovchegovova evoluční rovnice. Tato rovnice je integro-diferenciální rovnicí se čtyřrozměrným integrálem a jádrem určeným z poruchového rozvoje. Řešení této rovnice je zatím možné pouze numericky a s netriviálním zanedbáním, které snižuje složitost problému. Nejčastěji je používáno jádro na úrovni LO přesnosti poruchové aproximace a zanedbání tří ze čtyř stupňů volnosti. V současnosti je snaha o řešení této rovnice na NLO úrovni, resp. se snížením množství nutných zanedbání. Studentka se v disertační práci věnuje budování modelů jak s využitím ad-hoc fitovaných dipólových účinných průřezů, tak s pomocí řešení Balitsky-Kovchegovovy rovnice, a to v různých formách. Nejvýznamnější výsledek práce je pak model, který využívá NLO jádro v kombinaci s dvojdímenzionální rovnicí, což je výsledek, který zatím nebyl nikdy publikován a je pravděpodobně první svého druhu na světě.

Disertační práce je strukturovaná následujícím způsobem. V první kapitole se autorka věnuje teoretickému popisu jevů v QCD při nízkých Bjorkenových  $x$ . V druhé kapitole je rozvinut model saturace využívající ad-hoc určeného dipólového účinného průřezu a fluktuace vnitřní struktury protonu. Třetí kapitola představuje obecně Balitsky-Kovchegovovu rovnici a diskutuje všechny její části. Na konci této kapitoly je pak vytvořen model pro řešení LO verze rovnice s dvojdímenzionální závislostí. Ve čtvrté kapitole je pak tento model aplikovaný na různé měřené procesy. V poslední kapitole je představen model řešení NLO verze rovnice v jednodímenzionální a v dvojdímenzionální verzi. Nakonec následuje soupis publikovaných článků a příspěvků ve sborníku a jejich texty jsou přiloženy na konci práce.

Studentka po celou dobu pracovala s velkým nasazením a její disertační práce má výbornou úroveň. Během svého doktorského studia si zvládla samostatně osvojit všechny potřebné nástroje a dosáhla velmi pokročilých řešení při konstrukci publikovaných modelů. Výsledkem je pět článků v mezinárodních recenzovaných časopisech a dva příspěvky ve sborníku, v nichž byla hlavním nebo velmi významným autorem. Zároveň prezentovala příspěvek na deseti konferencích. Její práce byla oceněna dvěma cenami – Cenou Milana Odehnala v roce 2022 a Cenou Josefa Hlávky v roce 2022. Kromě výše zmíněných vědeckých výsledků byla studentka velmi aktivní i ve výuce a v propagační činnosti. Studentka také absolvovala stáž v CERN v roce 2018 a měla absolvovat stáž na Jyväskylä University ve Finsku, která byla z důvodu pandemie Covid 19 zrušena.

Na závěr tedy konstatuji, že disertační práce splňuje všechny náležitosti pro to, aby byla připuštěna k obhajobě.

V Praze, dne 19. 12. 2022

Jan Čepila