

Одлуком Наставно-научног већа Физичког факултета Универзитета у Београду, на IX седници одржаној 01.07.2015. године, одређени смо за чланове комисије за преглед и оцену докторске дисертације кандидата **Ивана Смиљанића**, дипломираног физичара, под насловом

“Метод мерења луминозности на Интернационалном линеарном сударању ILC”.

На основу прегледа и анализе поднете докторске дисертације подносимо следећи

## ИЗВЕШТАЈ

### 1. Научна биографија кандидата

Иван Смиљанић је рођен 01. 04. 1970. године у Чачку. Дипломирао је на Физичком факултету у Београду, на смеру експериментална физика, 2000. године, са просечном оценом 8.07. Дипломски рад “Ограничења метода за идентификацију догађаја са  $b$ -кварком заснованог на AABTAG програму” радио је код Др Иванке Божовић-Јелисавчић из Института за нуклеарне науке Винча, испитујући методу за идентификацију догађаја са  $b$ -кварком ( $b$ -tagging) на узорку семилептонских распада  $B$ -мезона детектованих у експерименту DELPHI у CERN. Ментор са Физичког факултета у Београду био је Проф. Др Драгомир Крпић. Рад је оцењен оценом 10.

У периоду од 2001-2005 године кандидат борави ван земље радећи као истраживач на пројекту "Human voxel phantoms for the MCNP" у области медицинске физике, у Interfaculty Reactor Institute, Technical University of Delft, у Делфту, Холандија. Иако ради у области медицинске физике, кандидат стиче значајно искуство у коришћењу Monte Carlo симулација интеракције честица са супстанцијалном средином.

Од 2006. године запослен је у Институту Винча, у групи за експерименталну физику високих енергија. Године 2008. уписао је докторске студије на Физичком факултету Универзитета у Београду, на смеру Физика језгара, честица и поља. Ради на теми своје докторске тезе, у области експерименталне физике елементарних честица, везане за инструментацију далеке предње области детектора на будућем Интернационалном линеарном сударању ILC. У том контексту, Иван Смиљанић учествује у реализацији пројекта FP7-INFRASTRUCTURES-2010-1, Advanced Infrastructure for Detectors at Accelerators (AIDA). Такође, бавећи се истраживањима везаним за мерење луминозности на будућим линеарним сударачима високих енергија и учествује у реализацији споразума о сарадњи између Института за нуклеарне науке Винча и Европске организације за нуклеарна истраживања, установљеног на пројекту Компактног линеарног сударања CLIC, новембра 2012. године.

### 2. Опис и оцена предатог материјала

#### а. Општи подаци о тези

Докторска дисертација кандидата Ивана Смиљанића, под насловом “Метод мерења луминозности на Интернационалном линеарном сударању ILC”, написана је на 113 пагинираних страна без прилога, у 6 поглавља и садржи 69 слика, 9 табела и списак од 114 цитирана литературна наслова.

Теза је урађена у групи за експерименталну физику високих енергија Института за нуклеарне науке Винча, а у оквиру међународне FCAL колаборације која реализује програм

инструментације предње области детектора на будућем Међународном линеарном сударању ILC. Активност везана за експерименталне тестове прототипова луминометра урађена је у DESY, Немачка, у оквиру пројекта FP7-INFRASTRUCTURES-2010-1 'Advanced Infrastructure for Detectors at Accelerators' (AIDA) у коме је кандидат учествовао.

Тема докторске тезе Ивана Смиљанића односи се на проблематику мерења луминозности са тачношћу реда промила или бољом, како би будући електрон-позитронски сударањ ILC реализовао програм такозваних 'прецизних мерења', односно мерења са што је мањом могућом статистичком и систематском неодређеношћу, како у оквиру Стандардног модела тако и изван њега. Укупна грешка мерења луминозности ограничавајући је фактор у мерењу ефикасних пресека, мерењу аномалних спрезања градијентних бозона, у експерименталном тестирању проширених теорија са новим градијентним бозонима (нпр.  $Z'$ ) и у другим прецизним мерењима од значаја за директне и индиректне тестове физике изван Стандардног модела.

Посебан проблем у мерењу луминозности на линеарним електрон-позитронским сударањима представљају ефекти интеракције сударајућих снопова који доводе до деградације спектра луминозности, посебно на високим енергијама у систему центра масе, и то начин који до сада није могао бити коригован на основу експериментално добијених мерења. У овој тези представљена је нова метода корекције ових ефеката, на начин независан од симулације, и у референцама [1] и [2] експлицитно је показано да се на будућим линеарним сударањима ILC и CLIC (на коме је ефекат још израженији због веће расположиве енергије у систему центра масе) овај ефекат може кориговати на промилном нивоу.

Такође, у оквиру FCAL колаборације развијени су прототипови сензора и електронике за предње калориметре, који су у неколико итерација тестирани у снопу електрона енергије 2 GeV до 4 GeV на синхротрону DESYII у Хамбургу. Кандидат је у овим тестовима учествовао у оквиру контрибуције Института Винча FP7 пројекту AIDA. Између осталог, овим тестовима је потврђена адекватност сегментације детектора у погледу енергетске резолуције, хомоген одзив сензора, прихватљив однос сигнала и шума када је реч о систему за читавање, као и одоварајући опис, у симулацији, развоја електромагнетне каскаде у апсорберу. Ови резултати публиковани су у [3].

## **б. Структура тезе и лични допринос кандидата**

Докторска теза Ивана Смиљанића се састоји из два дела. Први део (I) је општи и у њему је дат опис будућег Међународног линеарног сударања ILC, као и одговарајућег хибридног детектора ILD, са посебним освртом на програм физике на ILC. Такође, на већем нивоу детаљности представљен је луминометар и пратећи систем за читавање. У делу II, представљени су резултати до којих је кандидат дошао, било да је реч о симулацији детектора и процеса од интереса у мерењу луминозности, или о експерименталним тестовима прототипова луминометра.

### **Део I**

У поглављу 1 (1.1) представљен је у основним цртама дизајн ILC акцелератора, дата је карактеризација снопа и основни режими рада акцелератора. Такође, у поглављу 1.2 представљене су неке од најзначајнијих компоненти програма физике са ILC и дискутована је комплементарност овог програма са резултатима и потенцијалом хадронских сударања.

Поглавље 2 уводи опис детектора за ILC, са освртом на калориметрију и, посебно, на калориметрију у предњој области детектора од 5 mrad до 78 mrad.

У поглављу 3 детаљно је дискутован дизајн луминометра, начин реконструкције енергије и поларног угла електромагнетне каскаде и описан је систем за читавање.

## Део II

У поглављу 4 дати су резултати експерименталне карактеризације прототипа луминометра у снопу електрона на синхротрону DESYII. Описан је тестирани прототип луминометра као и поставка експеримента.

У поглављу 5 дискутована је метода мерења луминозности заснована на Bhabha расејању, извори систематских грешака који се морају узети у обзир при захтеваној промилној неодређености мерења интегралне луминозности, и, посебно, дати су резултати кандидата везани за неодређеност енергије електромагнетне каскаде као један од извора систематске грешке у мерењу луминозности.

У поглављу 6 детаљно су дискутоване перформансе предложеног метода корекције угаоних губитака услед зрачења снопа и електромагнетне дефлексије.

**Лични допринос** кандидата огледа се у оригиналним научним резултатима који су презентовани у другом делу тезе, и то:

1. Заснивање експерименталног метода којим се са промилном неодређеношћу могу проценити губици сигнала услед интеракције сударајућих снопова;

Ово је први резултат у свету који на заокружен начин адресира проблем интеракције снопова у мерењу луминозности, након оквирне анализе публиковане у *C. Rimbault et al., "Impact of beam-beam interactions effects on precision luminosity measurement at the ILC", JINST 2, P090001 (2007)*. Посебан значај резултата је у томе што успоставља метод независан од симулације, помоћу кога се могу кориговати ефекти зрачења снопа на основу измерених углова расејаних Bhabha честица у лабораторијском референтном систему.

2. Експериментални тестови прототипа луминометра и одговарајућег система за читавање у којима је показано да постоји активан одговор целокупне инструментализоване површине сензора прототипа луминометра, да постоји равномерност одговора сензора, осим у међупростору између плочица, да је однос сигнала према шуму у свим каналима за читавање већи од 20, као и да је латерална пропација електромагнетне каскаде адекватно описана Монте Карло симулацијом;

У оквиру FP7 пројекта 'Advanced Infrastructure for Detectors at Accelerators' (AIDA) изведена су тестирања прототипова предњих калориметара током 2010. (у снопу електрона енергије 4.5 GeV) и током 2011. (у снопу електрона енергије 2 GeV и 4 GeV) на синхротрону DESY II у Хамбургу. Кандидат је учествовао у припреми и извођењу експеримента.

3. Процена систематског помераја у мерењу луминозности које потиче од непознавања енергије електромагнетне каскаде која се развија у луминометру;

Овај резултат кандидата спада у мање доприносе (у односу на 1 и 2) проблематици мерења луминозности и дизајна луминометра на ILC. Добијени резултати упућују на закључак да се при енергији снопа од пар стотина GeV у систему центра масе, енергија каскаде мора познавати на промилном нивоу, како би се са том истом релативном неодређеношћу могла мерити луминозност у вршних 20% спектра. Са друге стране, сама енергетска резолуција луминометра не мора бити боље позната од стопроцентне вредности стохастичког параметра.

### 3. Научне публикације везане за тему докторске тезе

Из материјала ове докторске дисертације кандидат има 7 објављених радова од којих:

#### 3 рада објављена у водећим међународним часописима (M<sub>21</sub>, IF 1.869):

1. I. Bozovic Jelisavcic, S. Lukic, G. Milutinovic Dumbelovic, M. Pandurovic and **I. Smiljanic**, Luminosity Measurement at ILC, 16pp., JINST 8 P08012, August 2013.
2. S. Lukic, I. Bozovic Jelisavcic, M. Pandurovic, **I. Smiljanic**, Correction of beam-beam effects in luminosity measurement in the forward region at CLIC, 14pp., JINST 8 P05008, 2013.
3. H. Abramowicz, I. Bozovic-Jelisavcic, S. Lukic, M. Pandurovic, **I. Smiljanic** [FCAL Collaboration], Performance of fully instrumented detector planes of the forward calorimeter of a Linear Collider detector, JINST 10 P05009, 2015.

#### 3 саопштења са међународног скупа штампана у целини (M<sub>33</sub>):

4. **I. Smiljanic**, S. Lukic, M. Pandurovic, I. Bozovic Jelisavcic, Backgrounds at CLIC, Proceedings of the XIX Workshop of the Collaboration on Forward Calorimetry (FCAL) at Future Linear Collider, Vinca Institute of Nuclear Sciences, Belgrade, Serbia (2011), 59-63pp, ISBN: 978-86-7306-114-6
5. **I. Smiljanic**, I. Bozovic Jelisavcic, Four-fermion Background in Luminosity Measurement at CLIC, Proceedings of the 18th FCAL Collaboration Workshop, Predeal, Romania, IFIN-HH Bucharest - Magurele, Romania (2011), 75-78pp, ISBN: 978-973-0-11117-0
6. **I. Smiljanic**, I. Bozovic-Jelisavcic, M. Pandurovic, M. Mudrinic, J. Mamuzic, Towards a final selection for luminosity measurement, Proceedings of the International Workshop "FCAL at the ILC", ed. I. Bozovic-Jelisavcic, pp. 52 - 58, (2008), INN - Vinca press, Belgrade, Serbia, ISBN: 978-86-7306-095-8

#### 1 рад штампан у целини на скупу националног значаја:

7. **I. Smiljanic**, I. Bozovic Jelisavcic, S. Lukic, M. Pandurovic, Merenje luminoznosti na medjunarodnom linearnom sudaracu, XII Kongres fizicara Srbije, Zbornik radova, ISBN 978-86-86169-08-2, May 2013, 252-256

На основу свега изложеног, Комисија доноси следећи

## ЗАКЉУЧАК

Закључујемо да докторска дисертација Ивана Смиљанића под насловом “Метод мерења луминозности на Интернационалном линераном сударачу ИЛС ” представља заокружен и значајан научно-истраживачки рад, у коме су презентовани оригинални научни резултати. Седам радова из материјала ове тезе, од којих три објављена у водећем часопису међународног значаја, сведочи о научно–истраживачкој зрелости и самосталности кандидата. У складу са овим, препоручујемо Наставно-научном већу Физичког факултета Универзитета у Београду да по усвајању овог извештаја, а пред комисијом у наведеном саставу, упути кандидата Ивана Смиљанића на усмену одбрану докторске дисертације.

У Београду, 17. 12. 2015.

Чланови комисије:

Др Иванка Божовић-Јелисавчић, ментор  
научни саветник Института за нуклеарне науке Винча

---

Др Воја Радовановић  
редовни професор Физичког факултета

---

Др Јован Пузовић  
ванредни професор Физичког факултета

---