

ПРИМЉЕНО:		09. 05. 2025	
Рад.јед.	Б р о ј	Арх.шифра	Прилог
0801	682/3		

Научном већу Института за физику

## Извештај комисије за реизбор др Ларса Бемстера у звање научни сарадник

На седници Научног већа Института за физику одржаној 6. маја 2025. године именовани смо за чланове комисије за реизбор др Ларса Бемстера (Laurentius Jacobus Beemster) у звање научни сарадник.

Прегледали смо материјал који нам је достављен који укључује писмо препоруке од стране др Тенг Циан Коа и др Антоније Струбиг, руководиоца и заменика руководиоца групе за тригере на експерименту АТЛАС. На основу извештаја, писма препоруке, као и личног познавања кандидата и увида у његов рад и публикације, Научном већу Института за физику подносимо овај извештај.

### 1 Биографски подаци

Др Ларс Бемстер рођен је у Варланду, Холандија, 11. јула 1983. године, где је завршио основну и средњу школу. Академску каријеру започео је 2005. године на Универзитету Твенте у Холандији, где је уписао основне студије. По завршетку основних студија, 2008. године (просек оцена 8.55), уписује мастер студије на смеру Физика честица и Астрофизика на холандском националном институту за физику високих енергија, NIKHEF, у Амстердаму. Исте године био је изабран да учествује у Церновој летњој школи, где је провео 3 месеца. Током летњег програма учествовао је на пројекту HiSPARC. Мастер пројекат урадио је под руководством проф. др Боба ван Еијка на пројекту ANTARES, са темом "Multi-messenger correlation studies: the ANTARES neutrino telescope and the Pierre Auger Ultra High Energy Cosmic Ray Observatory". Резултати истраживања објављени су у часопису Astrophysical Journal, а теза је одбрањена 2010 са почастима. Исте године започео је докторске студије на Универзитету Твенте, такође под менторством проф. др Боба ван Еијка на експерименту ATLAS у Церну. Радио је на пројекту унапређења сузбијања шума при реконструкцији цетова који се користе у систему тригера. Такође је био експерт за квалитет података и дебаговање тригера. Испитивао је и утицај догађаја пара векторских бозона у процесу двоструке интеракције партона на студије Хигсовог бозона и структуре протона. Током студија учествовао је у промоцији науке на институту

NIKHEF и Универзитету у Твентеу. По завршетку докторских студија радио је у софтверској компанији HVR као софтвер инжењер и касније у финансијској корпорацији Solid FX као аналитичар, где је примењивао знање стечено током студија на испитивање тржишта девиза. У том периоду остао је у контакту са колегама са Универзитета у Твентеу и допринео развоју програма за обраду података ROOT.

Од јула 2020. године запослен је у Институту за Физику у Београду у Лабораторији за физику високих енергија. Од октобра 2020. године поново се придружио експерименту АТЛАС у ЦЕРН-у и поново фокусирао своје напоре на систем тригера. Придружио се групи за  $b$ -џет тригере и започео рад на софтверској апликацији за ажурирање узорака из Монте Карло симулација без њиховог регенерисања крајем 2020. године. Постављен је за координатора групе за  $b$ -џет тригере и обављао је ту функцију од 2022 до 2024 године. Група просечно има 15 до 20 чланова. Током овог мандата био је технички супервизор квалификационог задатка на експерименту АТЛАС за два докторска студента. Тренутно је локални супервизор квалификационог задатка на експерименту АТЛАС за једног докторанда. Такође је члан комисије за израду докторске тезе студента на департману за физику на Природно математичком факултету у Новом Саду. Започео је испитивање процеса нове физике у финалним стањима са више  $b$ -џетова. У периоду од 2020 до 2023 др Бемстер је био члан Уређивачког одбора два часописа издавача Елсевиер из области хаоса. Велико искуство др Бемстера у групи тригера довело је до именовања на функцију координатора за софтверске верзије и валидацију од 1 априла 2025. године.

Члан колаборације ANTARES био је од 2008. до 2010. године, а члан колаборације ATLAS од 2010. до 2017. године и поново од 2020. године. Од 2024. године део је иницијативе за придруживање експерименту “Бајкал-ГВД” у Русији. За научног сарадника изабран је 18. децембра 2020. године.

Кандидат има укупно 700 објављених радова који су цитирани више од 47000 пута. Од радова са значајним доприносом, постоји 5 радова са више од 500 цитата.

## 2 Преглед научне активности

На дипломском пројекту HiSPARC, на институту NIKHEF др Ларс Бемстер је развио симулацију детектора космичког зрачења који се користио у експериментима. Током мастер студија, кандидат је радио за међународну колаборацију ANTARES, у оквиру групе за Честичну Астрофизику на институту NIKHEF. Колаборација ANTARES се бави детекцијом неутрина помоћу подводног неутрино телескопа, лоцираног у Средоземном мору, јужно од Марсеја, у Француској. Овај експеримент

је базиран на низовима оптичких модула који региструју Черенковљеву радијацију која потиче од ретких интеракција мионских неутрина са морском водом. На основу овога је могуће реконструисати путању мионских неутрина и локацију могућег астрофизичког извора ове честице. Пошто су у питању изузетно ретке реакције и Черенковљево зрачење је расејано у води, неопходне су детаљне статистичке Monte Carlo симулације и такозвана “blinded” анализа да би се одредила статистичка важност детектованих сигнала. Кандидат је развио екстензивни Monte Carlo софтвер за ову анализу: MMP software package. Ова анализа је примењена на 2190 неутрина које је регистровао телескоп неутрина ANTARES и 69 високоенергијских космичких зрака које је детектовала Pierre Auger радио опсерваторија. Скретање космичких зрака у интергалактичком простору (у оквиру GZK лимита) је такође узета у обзир у овој анализи. Горњи лимит за неутрино флуks од  $5 \times 10^{-8} \text{ GeV cm}^{-2} \text{ s}^{-1}$  је изведен под претпоставком униформног флуksа неутрина из свих праваца и  $E^{-2}$  спектра енергије. За анализу статистичке важности корелације између посматраних праваца неутрина и космичких зрака, Monte Carlo симулација са 10 милиона псеудоексперимената је генерисана. На овај начин се може утврдити колико се неутрина очекује у случајној корелацији са космичким зрацима и могу се одредити вредности које би представљале статистички значајан резултат. Ово је урађено за различите вредности магнетне дефлексије и оптимизован је радијус од 4.9 степени у оквиру којег се претпоставља да су неутрини и космички зраци (протони) у корелацији и да долазе из истог космичког извора. Овај рад из астрофизике на корелацији између неутрина и UHECR-а које су открили неутрински телескоп ANTARES и опсерваторија Pierre Auger описан је у:

- S. Adrian–Martinez, ..., L. J. Beemster, et al., “Search for a correlation between ANTARES neutrinos and Pierre Auger Observatory UHECRs arrival directions”, *ApJ*, 2013, 774, 19

са одговарајућим интерним нотама колаборације које описују његов рад:

- J Petrovic, L.J. Beemster, “MMP – a software package for multi-messenger data analysis”, Antares internal note 2011.
- J. Petrovic, L.J. Beemster, Correlation of arrival directions of ANTARES 5 line neutrino candidate events and UHECRs observed by the Pierre Auger Observatory, Antares internal note ANTARES-PHYS-2010-010 (2010)

За своје докторске студије на експерименту ATLAS, кандидат је радио на унапређењу тригера на вишем, софтверском нивоу (HLT - High Level Trigger). Систем

тригера развија се да би се снимили само интресантни догађаји. У том процесу неопходно је такође одбацити све објекте који не потичу од примарне интеракције. У свом раду, развио је нови алгоритам који је побољшао смањивање шума џетова који се користе за тригере. Овај алгоритам имплементиран је у мени тригера и користио се у другом периоду прикупљања података на ЛНС-у. Овај рад део је публикације:

- ATLAS Collaboration: G. Aad, ..., L.J. Beemster, et al., “Performance of the ATLAS Trigger System in 2015”, Eur. Phys. J. C 77 (2017) 317

са интерном нотом колаборације:

- Beemster L. (editor), Begel M., Campanelli M., Chapleau B., Igonkina O., “Jet cleaning in the HLT”, ATLAS internal note, ATLAS-COM-DAQ-2013-036

Главну тему докторског рада описану у тези кандидата представља анализа дво-струке партонске интеракције (DPI – double parton interaction) и истраживање њеног потенцијала за испитивање структуре протона. У оквиру рада на докторској тези кандидат је испитивао улогу DPI-а као позадинског процеса у потрази за Хиггсовим бозоном када је показао да је позадина из овог процеса занемарљива. Сама DPI као процес није претходно била потврђена на експериментима ЛНС-а у финалном стању са два  $W$  бозона, а стање са два миона истог знака одабрано је пошто се показало да има највећи потенцијал због мале позадине од осталих процеса из стандардног модела. Током првог периода прикупљања података на шта је био фокусиран рад кандидата није било довољно података да би се утврдило постојање DPI.

Кандидат је показао да се помоћу овог финалног стања, са два  $W$  бозона истог знака сигнал може видети са више прикупљених података и употребом модерних алатки за анализу, што ће резултирати у узбудљивој перспективи испитивања структуре протона. Показано је да се спинске корелације између кваркова у протону могу одредити поредећи разлику у броју догађаја када два лептона истог наелектрисања пролазе кроз исту односно супротну хемисферу. Разлика је последица различитог пресека и може се видети само у процесима DPI. Овакво истраживање побољшало би наше разумевање квантне хромодинамике и прецизније одредило функције партонске густине које се користе у сваком Monte Carlo генератору који се данас користи.

На основу докторског рада др Бемстера, студија новог метода истраживања структуре протона је настављена у НИКНЕФ-у после његовог одласка.<sup>1</sup> Та студија је потврдила да ће ЛНС прикупити довољно података да се изолује сигнални DPI процес.

<sup>1</sup> Даљи развој ове идеје настављен је у Институту НИКНЕФ где је кандидат докторирао после његовог одласка, а резултати су публиковани у часопису Physical Review D 2019. године и цитирани 14 пута.

Та анализа додатно је потврдила да је мерење односа између броја догађаја где су оба лептона у истој хемисфери у односу на број догађаја када су у супротној посебно осетљива на спинске корелације између два кварка у протону, што је кандидат студирао у својој тези.

Овај рад је описан у његовој докторској тези:

- Lars Beemster, “Same sign  $W$  pair production in double parton interactions”

По повратку на експеримент АТЛАС почео је да ради у групи за тригере са  $b$ -цетовима. Његов квалификациони задатак био је да настави развој алата за емулацију тригера са  $b$ -цетовима<sup>2</sup> и да прилагоди софтверски пакет новој верзији софтвера која је почела да се користи за трећи период прикупљања података (2022-2026). Овај алат има вишеструку примену на експерименту. Може да се користи у развоју нових ланаца<sup>3</sup> тригера и њиховом испитивању у узорцима Монте Карло симулација. Такође је овај алат неопходан ако је одређени ланац тригера био коришћен у реалном прикупљању података, али је Монте Карло произведен раније, па овај ланац није био укључен. Има примену и у валидацији нових тригера. Овај рад је проширен у сарадњи са групом за тригере са свим цетовима где је др Бемстер значајно допринео развоју сличног алата у оквиру те групе.

Након успешног завршетка овог задатка и стицања дубљег разумевања тригера са  $b$ -цетовима, др Бемстер је постао координатор групе за ове тригере. Док је руководио групом за тригере са  $b$ -цетовима ови тригери су за обележавање цетова који потичу од  $b$ -кварка почели да користе графовске неуронске мреже уместо дубоких неуронских мрежа које су коришћене 2022. године. То је прва примена графовских неуронских мрежа у систему тригера на експерименту АТЛАС. Ово је значајно побољшало перформансе тригера са  $b$ -цетовима.

Под његовим руководством дошло је и до других значајних побољшања у конфигурацији тригера са  $b$ -цетовима. Како ови тригери користе трагове наелектрисаних честица у унутрашњем детектору, један од главних проблема представља ограничена могућност компјутера који се користе на високом нивоу тригера. Ово је нарочито значајно за централну процесорску јединицу, CPU, и њено оптерећење. Да би се овај проблем превазишао на експерименту АТЛАС, коришћење трагова за потребе тригера са цетовима уопште, а самим тим и са  $b$ -цетовима обавља се у две фазе. Прва је такозвана брза, а друга је такозвана прецизна фаза. Под руководством кандидата оваква подела је направљена и на нивоу обележавања  $b$ -цетова. Прва фаза, брзо обележавање  $b$ -цетова користи тзв. брзе трагове, а развијен је и алгоритам који користи

---

<sup>2</sup>Цетови који потичу од  $b$ -кварка

<sup>3</sup>Ланац тригера је скуп правила који одређује који ће догађаји бити сачувани.

машинско учење, односно брзи алгоритам базиран на скуповима дубоких параметара удара (Deep Impact Parameter Sets - DIPS). Овај рад публикован је у:

- ATLAS Collaboration: G. Aad, ..., L.J. Beemster, et al., “Fast  $b$ -tagging at the high-level trigger of the ATLAS experiment in LHC Run 3”, JINST 18 (2023) 11, P11006

Током овог периода започео је и рад калибрације тригера са  $b$ -цетовима где је др Бемстер директно надгледао рад двоје, и тренутно надгледа рад трећег докторанда. Калибрација тригера је процес у коме се пореде стварни подаци са симулираним подацима, одређује ефикасност тригера и рачунају фактори скалирања за податке из Монте Карло симулације. Ови фактори скалирања су витални део за сваку анализу која укључује  $b$ -цетове. Фактори скалирања морају да се рачунају за сваку годину засебно, као и сваки пут кад се промени метод који се користи у обележавању  $b$ -цетова у реконструкцији. Кандидат је надгледао рад студента на калибрацији за 2022. годину, а тренутно надгледа рад студента на калибрацији за 2023. годину. Такође је надгледао рад студента који мери ефикасност тригера са  $b$ -цетовима у оквиру анализе на нивоу тригера. Очекује се публиковање једног рада који треба да опише процес калибрације и да представи ове резултате.

Поред улоге координатора и ментора, др Бемстер је у овом периоду наставио развој софтвера за тригере са  $b$ -цетовима, што је било неопходно да би ови тригери могли да се користе од 2023. године. Ово је укључивало одређивање редоследа (scheduling) алгоритама за  $b$ -цетове и неуронских мрежа које идентификују цетове у тригеру. Општи систем тригера у АТЛАС-у прешао је на нову парадигму звану Component Accumulator, што је омогућило да активирање свих потребних алгоритама буде много описније. Ово је постигнуто преношењем свих позива из  $C++$  у други програмски језик, Python, што је био задатак који је др Бемстер преузео на себе и успешно завршио на време за почетак прикупљања података током 2023. године у оквиру рада ЛХЦ-а.

У претходном периоду кандидат се ангажовао у групи за софтвер тригера где је редовно дискутовао побољшања у оквиру своје групе за тригере са  $b$ -цетовима, али и генералног софтвера за тригер. Такође је био активан у групи за верзије софтвера и валидацију као експерт у две улоге. Прва је била провера квалитета софтвера и валидација током једнонедељних смена за надгледање, док је друга, такозвани ротирајући експерт, била да као најближи сарадник координаторима током месец дана надгледа процес валидације софтвера. Његова посвећеност и врхунско залагање на овим пословима, познавање софтвера за тригер и улога координатора за тригере за  $b$ -цетове довела је до тога да од 1. априла 2025. године буде именован на позицију

координатора за верзије софтвера и валидацију<sup>4</sup> где је одговоран за квалитет софтвера који се користи за тригере у процесу прикупљања података и приликом Монте Карло симулација.

Његов рад на тригерима за  $b$ -цетове и генерално резултирао је у две публикације:

- ATLAS Collaboration: G. Aad, ..., L.J. Beemster, et al., “The ATLAS trigger system for LHC Run 3 and trigger performance in 2022”, JINST 19 (2024) 06, P06029
- ATLAS Collaboration: G. Aad, ..., L.J. Beemster, et al., “Configuration, Performance, and Commissioning of the ATLAS  $b$ -jet Triggers for the 2022 and 2023 LHC data-taking periods”, JINST 20 (2025) 03, P03002

Др Бемстер је резултате из области тригера представио на бројним састанцима колаборације АТЛАС, а списак је приложен у достављеном материјалу.

Поред доприноса у области тригера, односно свог техничког рада, др Бемстер је укључен и у неколико физичких анализа. Његово опсежно знање о  $b$ -цетовима и тригерима са  $b$ -цетовима огледа се у његовом доприносу у истраживањима процеса са више  $b$ -цетова у финалним стањима.

Прва је анализа података из претходног периода, од 2016.-2018. године, у потрази за новим тешким скаларима који су произведени у асоцијацији са  $b$ -кварко(ви)м(а) и распадају се на два  $b$ -кварка, што резултира у финалном стању са бар три  $b$ -цета. Његов кључни допринос овде је у прилагођавању софтверских алата који се користе у овој анализи новијим софтверским пакетима. Такође има допринос у испитивању тригера и реконструисаних  $b$ -цетова за ове процесе. Публикација се очекује крајем 2025. или почетком 2026. године.

Следећа је анализа на нивоу тригера, eng. Trigger level analysis - TLA, где се траже нове честице у распадима на два  $b$ -кварка предвиђене многим моделима са егзотичним скаларима или честицама тамне материје. Овде се за анализу користе само информације које су прикупљене на нивоу тригера. Др Бемстер је био задужен за развој софтвера којим би се проширила област података на оне који су прикупљени у тренутном периоду прикупљања података, односно од 2022. године. Ова анализа је у последњој фази истраживања на експерименту и у процесу интерне рецензије на експерименту. Публикација се очекује до краја године.

Др Бемстер је такође у великој мери укључен у анализу производње два Хигсова бозона где се сваки распада у 2  $b$ -цета, што доводи до финалног стања са 4  $b$ -цета.

---

<sup>4</sup>Ово је позиција другог нивоа на експерименту. Позиција координатора за тригере са  $b$ -цетовима је позиција трећег нивоа

Ова анализа је један од највећих приоритета колаборације АТЛАС и програма физике високих енергија уопштено у наредном периоду пошто може да објасни Хигсов потенцијал. Допринос кандидата у овој анализи је од виталног значаја. Пре свега, учествовао је у развоју и надгледању тригера који се користе у овој анализи, као и калибрацији тригера. Водећи је експерт у развоју и разумевању алата за емулацију тригера што је неопходно да би се применили фактори скалирања на Монте Карло узорке. Публикација се очекује до краја ове или 2026. године.

Др. Бемстер се укључио у пројекат сарадње са неутрино опсерваторијом Бајкал лоцираној у Русији заједно са колегама са Астрономске Опсерваторије у Београду. Кандидат има велико искуство у Монте Карло анализама и њиховој примени у истраживањима у области физике неутрина у оквиру међународне колаборације ANTARES. У оквиру истраживања на пројекту Бајкал испитиваће се који астрофизички објекти су такозвани космички акцелератори и извори неутрина, што још није познато. Оптичка посматрања и такозвана *eng. stacking sources* анализа пружиће додатне информације о могућим астрофизичким изворима неутрина и процесима који доводе до емитовања ових честица. Појединачне активне галаксије, као и групе активних галаксија сличних особина биће тестиране као могући кандидати за изворе космичких неутрина. Овај рад биће нови правац истраживања на Институту за физику и може да допринесе развоју истраживања у области астрочестичне физике.

Др Бемстер је био у Уређивачком одбору два Елсевиер часописа, *Chaos, Solitons and Fractals - M21a* и *Chaos, Solitons and Fractals X - M23* и обављао је функцију главног уредника *eng. Managing Editor* у периоду од 2020 до 2023 инклузивно. Током његовог мандата, први од два наведена часописа обрађивао је више хиљада послатих радова годишње. Са фактором утицаја (импакт фактор) између 6 и 10, био је најзначајнији и најутицајнији часопис у својој области. Документација везана за ангажман др Бемстера у издавачкој кући Елсевиер је у приложена у достављеном материјалу.

## **3 Елементи за квалитативну анализу рада кандидата**

### **3.1 Квалитет научних резултата**

#### **3.1.1 Научни ниво и значај резултата, утицај научних радова**

Др Ларс Бемстер има укупно 700 објављених радова који су цитирани више од 47000 пута. Од тога, као члан колаборације АТЛАС аутор је на 699 раду. У складу са



препорукама о категоризацији колаборацијских радова, овде су обрађени само они где кандидат има значајан допринос. Кандидат има значајан допринос у укупно пет радова, један је категорије M21a, један категорије M21 и три категорије M23. Ова три рада категорије M23 објављена су после избора у претходно звање.

Најзначајнији радови кандидата су радови на систему тригера експеримента АТЛАС, уопште и конкретно рад на тригерима са  $b$ -цетовима:

1. ATLAS Collaboration: G. Aad, ..., L.J. Beemster, et al., “Configuration, Performance, and Commissioning of the ATLAS  $b$ -jet Triggers for the 2022 and 2023 LHC data-taking periods”, JINST 20 (2025) 03, P03002, doi: 10.1088/1748-0221/20/03/P03002
2. ATLAS Collaboration: G. Aad, ..., L.J. Beemster, et al., “Fast  $b$ -tagging at the high-level trigger of the ATLAS experiment in LHC Run 3”, JINST 18 (2023) 11, P11006, doi: 10.1088/1748-0221/18/11/P11006
3. ATLAS Collaboration: G. Aad, ..., L.J. Beemster, et al., “The ATLAS trigger system for LHC Run 3 and trigger performance in 2022”, JINST 19 (2024) 06, P06029, doi: 10.1088/1748-0221/19/06/P06029
4. ATLAS Collaboration: G. Aad, ..., L.J. Beemster, et al., “Performance of the ATLAS Trigger System in 2015”, Eur. Phys. J. C 77 (2017) 317, doi: 10.1140/epjc/s10052-017-4852-3
5. S. Adrian-Martinez, ..., L. J. Beemster, et al., “Search for a correlation between ANTARES neutrinos and Pierre Auger Observatory UHECRs arrival directions”, ApJ, 2013, 774, 19, doi: 10.1088/0004-637X/774/1/19

Први рад сумира карактеристике и перформансе тригера са  $b$ -цетовима током прве две године, 2022. и 2023. трећег периода прикупљања података, тзв. Рун-3. Др Бемстер је био координатор и надгледао је целокупан рад ове групе у том периоду. Посебно је био одговоран за надоградњу система тригера за  $b$ -цетове, који је изузетно значајан за програм истраживања експеримента АТЛАС, као и за побољшање њихових перформанси. Учествовао је у креирању и опису менија за тригере са  $b$ -цетовима, као и у контроли и надгледање фреквенција тригера у реалном прикупљању података.

Други рад описује прву фазу нове процедуре код изградње ланаца тригера, тзв. брзо означавање  $b$ -цетова. Овакви ланци и сам алгоритам су развијени док је др Бемстер био руководиоца групе. Он је био одговоран за имплементацију нових ланаца у софтвер за тригере са  $b$ -цетовима и њихову валидацију. Као што смо већ поменули,

у систему тригера један од главних проблема је оптерећење централне процесорске јединице, а брзи алгоритам има веома значајну улогу у решавању ових проблема како би се обезбедило несметано прикупљање података.

Трећи рад описује систем тригера експеримента АТЛАС. Поред своје улоге у развоју тригера за  $b$ -цетове, допринос кандидата је изражен и у писању и уређивању дела о тригерима за  $b$ -цетове и обезбеђивању свог материјала који је коришћен.

Четврта публикација укључује његов допринос раду на систему хадронских тригера експеримента АТЛАС. Кандидат је развио, имплементирао и оптимизовао разне критеријуме тригера како би издвојио цетове који не долазе од примарне интеракције већ од шума или од додатних интеракција, који онда не би били снимљени. Овај алгоритам имплементиран је у мени тригера и користио се током другог периода прикупљања података, Run 2. Тригери са цетовима се користе у великом броју анализа на експерименту АТЛАС. Рад кандидата на развоју овог алгоритма је допринео побољшаном раду тригера и ефикаснијем прикупљању података.

За пети рад, др Бемстер је радио на новој комбинованој, тзв. мултимесинџер (eng. multimessenger) анализи која по први пут разматра корелацију праваца посматраних неутрина и високо-енергијских космичких зрака. Као што је већ поменуто, кандидат је развио софтверски пакет и користио га за статистичку обраду добијених података. Овај рад представља прву анализу података где је истраживана корелација између космичких неутрина детектованих помоћу телескопа ANTARES и космичких зрака ултра високих енергија (UHECR) примећених на радио опсерваторији Pierre Auger. Није примећена значајна корелација и постављена је горња граница на флукс неутрина из различитих извора. Да би се објаснио овај недостак корелације, ова оригинална идеја користи се у данашњим експериментима. Ово истраживање је и даље један од водећих пројеката у ANTARES колаборацији, а анализа и оригинална идеја се примењују у посматрањима IceCube неутрино телескопа, што је резултирало у бројним радовима у врхунским часописима. Сам рад цитиран је директно 7 пута, у врхунским часописима (на пример Journal of Cosmology and Astroparticle Physics, Physical Review D итд), а такође је цитиран у књизи Neutrino Astronomy, Chapter 9: The Dawn of Multi-Messenger Astronomy, 2017, Marcos Santander. Пројекат је био финансиран од стране NWO - Холандске Научне Организације као нова и оригинална идеја за multimessenger анализу.

### 3.1.2 Цитираност научних радова кандидата

Сви радови на којима је др Бемстер аутор цитирани су 47282 пута.

Радови на којима је Др Бемстер имао значајан допринос су цитирани више од

560 пута, а хиршов индекс је 4. За укупну цитираност коришћени су подаци из базе eНаука који приказују и цитате базе Scopus и цитате базе Web of Science.

### 3.1.3 Параметри квалитета радова и часописа

Кандидат има укупно 700 објављених радова који су цитирани више од 47000 пута. Од радова са значајним доприносом, постоји 5 радова са више од 560 цитата.

Од датума покретања претходног избора у звање др Ларс Бемстер има три објављена рада у M23 часописима са импакт фактором од 1.3 (JINST 2023, 2024) и очекиваним сличним фактором утицаја за JINST 2025. Поред тога, био је уредник у два часописа по 4 године, за Елсевиер часописе Chaos, Solitons and Fractals (M21a) и Chaos, Solitons and Fractals X (M23).

Претходно је кандидат имао два објављена рада, један у часопису са категоријом M21a, (ApJ 2013) са импакт фактором 6,18 и један у часопису са категоријом M21, (EPJC 2017) са импакт фактором 5,047 .

- 1 рад у међународном часопису изузетних вредности Astrophysical Journal импакт фактора  $IF(2013) = 6.280$ , односно  $SNIP(2013) = 3.541$ .
- 1 рад у истакнутом међународном часопису European Physical Journal C импакт фактора  $IF(2017) = 5.28$ , односно  $SNIP(2017) = 2.022$ .
- 3 рада у међународном часопису Journal of Instrumentation импакт фактора  $IF(2023) = 1.3$ ,  $IF(2024)^* = 1.3$ ,  $IF(2025)^* = 1.3$ , односно  $SNIP(2023) = 0.580$ ,  $SNIP(2024)^* = 0.580$ ,  $SNIP(2025)^* = 0.580$ .

\* За рад из 2025 ово су очекиване вредности, пошто су коначне непознате

	IF	M	SNIP
Укупно	15.46	27	7.303
Усредњено по чланку	3.09	5.4	1.46

### 3.1.4 Степен самосталности и степен учешћа у реализацији радова у научним центрима у земљи и иностранству

Кандидат је показао висок степен самосталности у научном раду и дао је велики допринос свим радовима који се рачунају за избор у звање. Био је руководилац групе за тригере са *b*-цетовима, а тренутно је руководилац групе за верзије софтвера и валидацију.

Кандидат је био члан међународних колаборација ANTARES и Pierre Auger. ANTARES је неутрински телескоп који се налази у Средоземном мору и користи се за детекцију миона из космичких неутрина високих енергија. Опсерваторија Pierre Auger направљена је за проучавање космичких зрака ултра високих енергија. Кандидат је неколико пута презентовао своје резултате на радионицама колаборација и интензивно учествовао у раду обе колаборације.

Кандидат је био члан међународне колаборације ANTARES, а тренутно је члан колаборације ATLAS на експерименту LHC - Large Hadron Collider у ЦЕРН-у. Такође, покренуо је сарадњу са експериментом Бајкал, а очекује се и придруживање колаборацији DUNE у наредном периоду.

У оквиру свог ангажмана на експерименту АТЛАС блиско сарађује са колегама из више група из различитих земаља. Недавно је започео сарадњу са колегама из Астрономске обсерваторије у Београду и са ПМФ-а у Новом Саду.

## **3.2 Ангажованост у формирању научних кадрова**

### **3.2.1 Педагошки рад**

Кандидат је надгледао два студента докторских студија док је био координатор групе за тригере са  $b$ -цетовима. Тренутно је локални супервизор за један квалификациони задатак докторанда. Ова активност подразумева свакодневни надзор и припрему за ауторску квалификацију студената. Такође, др Бемстер је члан Докторске комисије за студента докторских студија Универзитета у Новом Саду.

Претходно је кандидат надгледао рад наставника и ученика средњих школа у оквиру колаборације HiSPARC. Ова колаборација у Холандији ради заједно са ученицима средњих школа и њиховим наставницима у реализацији велике мреже детектора честица за детекцију космичких зрака. Наставници посећују институте како би припремили материјал за наставу, а др Бемстер је учествовао у програму као инструктор где је објашњавао физику иза космичких зрака и техничке детаље детектора. У свом раду користио је симулацију детектора у програму GEANT4 и алгоритам за коинцидентну детекцију које је развио.

### **3.2.2 Промоција науке**

Др Бемстер је активно учествовао у организацији више манифестација под називом "Open day at NiKHEF". Идеја ових манифестација је била да се шира јавност упозна са честичном физиком и радом детектора, међу којима ATLAS, LHC, ANTARES, Km3Net итд. Др Бемстер је такође одржавао презентације о детектору ATLAS

и Церну у неколико средњих школа у Амстердаму.

### **3.3 Нормирање броја коауторских радова**

У складу са упутствима о вредновању колаборацијских радова, овде су приказани само радови са значајним доприносом кандидата. Они се рачунају са пуном тежином.

### **3.4 Учешће у пројектима, потпројектима и пројектним задацима**

Др Бемстер је члан Лабораторије за физику високих енергија на Институту за физику и учествује у потпројектима везаним за операције и надоградњу детектора, као и испитивање процеса физике изван стандардног модела. Кандидат је ангажован у групи за тригере експеримента АТЛАС. У оквиру ове групе руководио је групом за тригере са *b*-цетовима. Тренутно руководи групом за верзије софтвера и његову валидацију. Ова група има три подгрупе. Такође је (био) део управљачке структуре у оквиру групе за тригере или представник групе за тригере у другим групама на експерименту, специфично:

- Члан групе за координацију подобласти тригера eng. Signature Coordination Group 2022.-2024. године
- Члан управа групе за тригере eng. Trigger Management Group and Trigger Coordination Group од 2025. године
- Представник групе за тригере у управљачкој групи за софтвер и компјутинг eng. Software and Computing Coordination од 2025. године
- Представник групе за тригере у управљачкој групи за тригере и аквизицију података eng. TDAQ Steering Group од 2025. године

Претходно је кандидат радио у оквиру Astroparticle Department на институту NIKHEF у Амстердаму. Директор групе је био Маартен де Јонг, а потпројекат број 680-47-124. Након овога кандидат је радио у групи за експеримент АТЛАС, директор групе је био Стан Бентвелсен.

### **3.5 Активност у научним и научно-стручним друштвима**

#### **3.5.1 Рецензије научних радова**

Кандидат је био главни уредник у два часописа у периоду 2020-2023.

1. Managing Editor for Chaos, Solitons and Fractals, Elsevier Publishing BV, 2020 - 2023
2. Managing Editor for Chaos, Solitons and Fractals X, Elsevier Publishing BV, 2020 - 2023

### 3.5.2 Организација научних скупова

Кандидат је био члан локалног организационог комитета истакнуте међународне конференције LHCP23 одржане у Београду од 22. до 26. маја 2023. године.

### 3.6 Утицај научних резултата

За три последња рада др Бемстер је био вођа групе тригере са  $b$ -цетовима, надгледајући побољшања система тригера и усмеравајући студенте докторских студија који раде у групи. Док сам број цитата за ове публикације тренутно није велики, сами радови су изузетно значајни за експеримент АТЛАС, али и за ширу заједницу у области физике високих енергија. Очекује се да радови у којима је описан само тригер за  $b$ -цетове буде цитиран у свакој публикацији експеримента АТЛАС где се ови тригери користе, док ће рад који описује целокупни систем тригера бити цитиран у свакој публикацији из трећег периода прикупљања података на експерименту АТЛАС. Поред овога, ови радови ће имати утицај на развој тригера за надоградњу свих експеримената на ЛХЦ-у, али и на будућим сударачима. Како се у систему тригера у овим публикацијама описују модерне методе машинског учења, очекује се да ће ови радови утицати додатно и на развој ових модерних алата.

Публикација категорије M21 са импакт фактором 5.047 “Performance of the ATLAS Trigger System in 2015” приказује и детаљно описује перформансе система тригера експеримента АТЛАС. Цитиран је у преко 500 публикованих радова.

За рад категорије M21a са импакт фактором 6.18 који је објављен у оквиру ANTARES колаборације, Др Бемстер је радио на новој multimessenger анализи која по први пут разматра корелацију праваца посматраних неутрина и високо-енергијских космичких зрака. Овај рад је цитиран директно 15 пута, у врхунским часописима као на пример Journal of Cosmology and Astroparticle Physics, Physical Review D итд, а такође је цитиран у књизи Neutrino Astronomy, Chapter 9: The Dawn of Multi-Messenger Astronomy, 2017, Marcos Santander.

### 3.7 Конкретан допринос кандидата у реализацији радова у научним центрима у земљи и иностранству

Од 2020. године кандидат је све своје истраживачке активности реализовао на Институту за физику у Београду и у ЦЕРН-у. Својом активношћу допринео је да се повећа видљивост и утицај групе са Института за физику на експерименту АТЛАС.

Претходно је кандидат своје резултате остварио на Универзитету Твенте и Институту NIKHEF у Холандији.

## 4 Елементи за квантитативну анализу рада кандидата

### 4.1 Остварени резултати

Категорија	М бодова по публикацији	Број публикација	Укупно М бодова
M23	3	3	9
M28a	3.5	4	14
M29a	1.5	4	6
Укупно			29

### 4.2 Поређење са минималним квантитативним условима за избор у звање научни сарадник

Минимални број М бодова		Остварено
Укупно	16	29
M10 + M20 + M31 + M32 + M33 + M41 + M42	10	29
M11 + M12 + M21 + M22 + M23	6	9

## 5 Закључак и предлог

Др Ларс Бемстер испуњава све услове за реизбор у звање научни сарадник предвиђене правилником Министарства просвете, науке и технолошког развоја о поступку, начину вредновања и квантитативном исказивању научно-истраживачких резултата. У свом научном раду показао је самосталност, остварио значајне резултате и доказао своје лидерске способности на експерименту АТЛАС. Овде ћемо цитирати делове из писма препоруке у које смо имали увид: *eng. Dr Beemster has been an essential member of the ATLAS Trigger group, contributing critical effort to the collection of collision data from the Large Hadron Collider for physics analyses* и *eng. In summary, we are grateful for Dr Beemster's various important contributions to the ATLAS Trigger area, and strongly support his reelection.* У периоду након избора у претходно звање имао је значајан допринос у три рада колаборације АТЛАС. Такође био је главни уредник у једном часопису категорије М21а и једном часопису категорије М23.

Имајући у виду квалитет научно истраживачког рада, задовољство нам је да предложимо Научном већу Института за физику да донесе одлуку о прихватању предлога за реизбор др Ларса Бемстера у звање научни сарадник.

У Београду,  
8. 5. 2025. године


Чланови комисије:



др Лидија Живковић,  
Научни саветник,  
Институт за физику, Београд



др Јелена Јовићевић,  
Виши научни сарадник,  
Институт за физику, Београд



др Вукашин Милошевић,  
Научни сарадник,  
Физички факултет, Универзитет у Београду