

## НАУЧНОМ ВЕЋУ ИНСТИТУТА ЗА ФИЗИКУ У БЕОГРАДУ

### Извештај комисије за избор др Вељка Максимовића у звање научни сарадник

На седници Научног већа Института за физику у Београду одржаној 24. фебруара 2026. године именовани смо у комисију за избор др Вељка Максимовића у звање научни сарадник.

Прегледом материјала који нам је достављен, као и на основу увида у његов научни рад и публикације, Научном већу Института за физику у Београду подносимо овај извештај.

### 1 Подаци о кандидату

Име и презиме: Вељко Максимовић

Година рођења: 1993.

Радни статус: запослен

Назив институције у којој је запослен: Институт за физику у Београду

Претходна запослења: -

#### Образовање

Основне академске студије: 2012-2018, Физички факултет Универзитета у Београду

Одбрањен мастер или магистарски рад: 2019, Физички факултет Универзитета у Београду

Одбрањена докторска дисертација: 2026, Физички факултет Универзитета у Београду

Постојеће научно звање: -

Научно звање које се тражи: научни сарадник

#### Датуми избора у стечена научна звања (укључујући и постојеће)

научни сарадник: -

виши научни сарадник: -

Област науке у којој се тражи звање: природно-математичке науке

Грана науке у којој се тражи звање: физика

Научна дисциплина у којој се тражи звање: Честице и поља

Назив матичног научног одбора којем се захтев упућује: МНО за физику

### Стручна биографија

Вељко Максимовић је рођен 9. октобра 1993. године у Новом Пазару. Гимназију у Новом Пазару завршио је 2012. године (просек 5.0). Основне академске студије на Физичком факултету Универзитета у Београду, на смеру теоријска и експериментална физика, завршио је 2018. године (просек 9.21). Мастер студије на истом факултету завршио је 2019. (просек 10.0) одбравивши мастер рад под називом „Можућности за унапређење мерења масе  $W$  бозона на експерименту ATLAS”. Од мастер студија, кандидат је укључен у експеримент ATLAS на Великом сударачу хадрона у ЦЕРН-у. Од октобра 2019. године, кандидат је студент докторских студија на Физичком факултету, ужа научна област Физика високих енергија и нуклеарна физика. Био је ангажован на пројекту основних истраживања Министарства просвете, науке и технолошког развоја Републике Србије ОИ 171004 у Лабораторији за физику високих енергија Института за физику у Београду. Кандидат је држао предавање под називом *Absolute Luminosity calibration in pp collisions at  $\sqrt{s}=900$  GeV in the ATLAS experiment* на конференцији *Balkan Physical Union (BPU11 Congress)* одржаној у Београду. Постер под насловом *Van der Meer analysis of 2018 pp data collected at 900 GeV* презентовао је на ATLAS week-у у ЦЕРН-у (13-17. фебруар 2023). На тему *Quantum Entanglement from the LHC ATLAS experiment* кандидат је 2025. испред ATLAS колаборације одржао предавање на *Workshop-у On Quantum Entanglement at the Energy Frontier* (25-28. април 2025) у Школи физике, Универзитета у Пекингу. Био је представник Републике Србије у оквиру *ECFA Early-Career Researchers Panel-a*, са

двогодишњим мандатом до децембра 2024. године. Члан је пројекта *PRIZMA: Characterizing crises-caused air pollution alterations using an artificial intelligence-based framework (crAIRsis)* од октобра 2023. Докторске студије завршио је 12. фебруара 2026. године (просек 9.5) одбранивши дисертацију под називом „Физика  $W$  бозона и калибрација луминозности на експерименту АТЛАС”. Ментор докторске дисертације био је др Ненад Врањеш.

## 2 Преглед научне активности

Др Вељко Максимовић се у свом научноистраживачком раду бави експерименталном физиком високих енергија у оквиру експеримента *ATLAS* на *Large Hadron Collider*-у (*LHC*) у ЦЕРН-у. Његова научна активност обухвата мерење луминозности на детектору *ATLAS* и физику градијентних бозона. Ова два истраживања су тесно повезана са фундаменталним улогама луминозности у квантификацији количине прикупљених података и у нормализацији физичких мерења на хадронским сударачима.

Значајан део научне активности кандидата односи се на калибрацију апсолутне скале луминозности за специјални режим рада *LHC*-а у протон-протон сударима. Анализирани су *vdM* скенови изведени током октобра и новембра 2018. на енергији  $\sqrt{s} = 900$  GeV. Наведени скенови су коришћени ради одређивања луминозности за податке у посебном режиму рада сударача на датој енергији и са вредностима  $\beta^*$  које омогућавају велики угаони растур протона у снопу ( $\beta^* = 11$  m и  $\beta^* = 100$  m, док су типичне вредности на *LHC*-у  $\beta^* < 1$  m). Примарни интерес за прикупљање ових података је мерење еластичног ефикасног пресека (у функцији Манделштамове варијабле  $t$ ) за протон-протон сударе на наведеној енергији, као и одређивање тоталног  $pp$  пресека и параметра  $\rho$  (односа између реалног и имагинарног дела амплитуде еластичног расцејања). Важно је истаћи да тотални  $pp$  пресек до сада није мерен на енергији  $\sqrt{s} = 900$  GeV ни на сударачима ни у експериментима са космичким зрацима, док доминантна неодређеност потиче од интегралне луминозности. У том контексту, кандидатова активност обухвата одређивање  $\sigma_{\text{vis}}$  за различите алгоритме и уређаје и процену, као и где је могуће минимизацију, релевантних систематских неодређености које произилазе из програма анализе *vdM* података.

Други правац научне активности кандидата односи се на физику градијентних бозона  $W^\pm$ ,  $Z^0$ . Кандидатов рад је био усмерен на мерење тоталних и фидуцијалних ефикасних пресека процеса  $pp \rightarrow W^\pm \rightarrow \ell^\pm \nu + X$  и  $pp \rightarrow Z^0 \rightarrow \ell^+ \ell^- + X$ , где је  $\ell^\pm = e^\pm, \mu^\pm$ , на енергији у систему центра-месе  $\sqrt{s} = 13.6$  TeV. Мерени су такође и количници фидуцијалних ефикасних пресека  $\sigma^{\text{fid}}(W^+)/\sigma^{\text{fid}}(W^-)$  и  $\sigma_{t\bar{t}}^{\text{fid}}/\sigma_Z^{\text{fid}}$ , при чему је први однос осетљив на однос  $u/d$  партонских расподела у региону малих Бјоркенсових  $x$ , док други пружа појачану осетљивост на релативни допринос гљуона у односу на кваркове у протону (пошто је  $t\bar{t}$  продукција доминантно  $gg$ -иницирана, а  $Z$  продукција доминантно  $q\bar{q}$ -иницирана). Коришћени су подаци из протон-протон судара прикупљени током прве године *RUN-3* периода рада *LHC*-а. Овакав тип мерења обухвата одређивање корекционих фактора сигнала који су осетљиви на експерименталне ефекте, затим одређивање акцептансе сигнала којом се дефинише фидуцијална област фазног простора у којој се врши мерење, као и процену и контролу нивоа фонских процеса у узорку. Акцептанса се процењује коришћењем Монте Карло симулација, док се корекциони фактори добијају из *in situ* мерења, након чега се резултати упоређују са теоријским предвиђањима Монте Карло симулација.

## 3 Приказ најзначајнијих резултата

Др Вељко Максимовић је у досадашњем научноистраживачком раду остварио две публикације у међународним часописима категорије M21a, као и једну интерну ноту *ATLAS* колаборације. Ови резултати тематски обухватају апсолутну калибрацију луминозности у протон-протон сударима и прецизна мерења у физици  $W$  бозона. Поред тога, важно је истаћи да је кандидат *contact editor* на раду који је у завршној фази припреме и планиран је за публикацију у часопису *European Physical Journal C (EPJC)*.

Као најзначајнији резултат кандидата издваја се једна од две публикације у часопису категорије M21a која је односи на мерење пресека продукције  $W$  бозона у  $pp$  сударима на енергији у систему центра масе  $\sqrt{s} = 13.6$  TeV за интегралну луминозност  $29 \text{ fb}^{-1}$ :

- G. Aad, ..., **V. Maksimovic**, *et al.*, "Measurement of vector boson production cross sections and their ratios using  $pp$  collisions at  $\sqrt{s}=13.6$  TeV with the ATLAS detector", *Physics Letters B* **854** (2024) 138725, <https://doi.org/10.1016/j.physletb.2024.138725> (ISSN: 0370-2693, IF=4.5).

Фидуцијална запремина је дефинисана селекционим условима који одражавају геометрију детектора и ефикасност тригера:  $p_T^\ell > 27$  GeV,  $|\eta^\ell| < 2.5$ ,  $p_T^{\text{miss}} > 25$  GeV и  $m_T^W > 50$  GeV. Одређени су фидуцијални ефикасни пресеци засебно за  $W^+$  и  $W^-$ , као и њихов однос. Кандидатов допринос у оквиру ове студије био је преваходно у вези са експерименталним аспектима анализе: имплементација и валидација селекције догађаја у четири једнолептонска канала, процена фонских процеса, као и процена релевантних систематских неодређености. Тотални и фидуцијални ефикасни пресеци су најпре одређени класичним *event counting* приступом са укупном прецизношћу 4.4–5.5%, а затим су резултати потврђени *Profile likelihood fit (PLH)* методом, који је дао за око 0.5% мању укупну неодређеност и зато је усвојен као примарни. Коначно, измерене вредности су  $\sigma_{\text{fid}}(W^+) = 4250 \pm 150$  pb,  $\sigma_{\text{fid}}(W^-) = 3310 \pm 120$  pbi однос  $R_{W^+/W^-} = 1.286 \pm 0.022$ . Добијени резултати показују да су сва предвиђања компатибилна са резултатима мерења у оквиру процењених неодређености.

У области калибрације луминозности резултати су описани у интерној колаборацијској ноти:

- R. Hawkings, W. Kozanecki, J. Kuechler, **V. Maksimovic**, K. Monig, N. Vranjes, "Absolute luminosity calibration for the 900 GeV 2018  $pp$  dataset with the ATLAS detector", ATL-COM-DAPR-2024-020 (2024),

која документује калибрацију апсолутне скале луминозности за специјални режим рада *LHC*-а у  $pp$  сударима на  $\sqrt{s} = 900$  GeV. Апсолутна скала луминозности одређена је из калибрационих константи  $\sigma_{\text{vis}}$  за серију различитих алгоритама, при чему зависност стопе интеракције од сепарације снопова није могуће описати аналитички, већ су примењени емпиријски „гаусолики” модели, као што су функције типа GPn (производ Гаусијана и полинома  $n$ -тог степена). Кандидат је систематски испитивао различите функционалне форме, њихову стабилност и поузданост, са циљем избора оптималног емпиријског модела који најбоље описује податке, а затим је у складу са тим избором проценио одговарајуће неодређености. Имајући у виду да *vdM* формализам почива на претпоставци факторизације хоризонталне и вертикалне компоненте дистрибуције густине протона у снопу, а да су у сличним студијама уочена нарушења те претпоставке, кандидат је дизајнирао посебан модел „спрегнутих” фитова (дводимензиони фит са заједничким параметрима) како би квантитативно проценио ефекат нарушења факторизације. Поред наведеног, проверена је конзистентност  $\sigma_{\text{vis}}$  између банчева, конзистентност одзива различитих алгоритама и репродуцибилност резултата између скенова. Процењена укупна неодређеност поступка калибрације износила је 1.85%, што представља значајан резултат имајући у виду да се ради о посебном режиму рада *LHC*-а са нетипичним вредностима  $\beta^*$ . Калибрационе константе и одговарајуће интегралне луминозности изведене су за више алгоритама за *LUCID* са задовољавајућом статистиком, а конзистентност између алгоритама процењена је употребом података са траговаима из Унутрашњег детектора, као и комбинацијом инклузивних, коинцидентних и *hit-counting* алгоритама за *LUCID*.

## 4 Показатељи успеха у научноистраживачком раду

### 4.1 Утицајност

Цитираност према бази *Web of Science* је 16 (10 без аутоцитата), уз Хиршов индекс 2. Као доказ приложени су цитатни извештаји.

### 4.2 Међународна научна сарадња

Кандидат је члан АТЛАС колаборације на Великом сударачу хадрона у ЦЕРН-у од октобра 2019. године. У оквиру ове међународне научне сарадње активно је учествовао у раду групе *vdM Analysis*, која окупља око 10 чланова и редовно се састаје 2-4 пута месечно ради разматрања резултата свих сарадника који доприносе калибрацији луминозности. Поред тога, кандидат је активно учествовао и у раду група *Offline Luminosity Data Quality* и *Early W/Z cross-section measurement*. Прва група бави се контролом квалитета података и мониторингом луминозности, док је друга усмерена на мерење ефикасних пресека  $W/Z$  бозона у раној фази *Run-3* периода. Састанци ових група одржавани су

најчешће на недељном нивоу, а кандидат је кроз њихов рад дао континуиран допринос заједничким анализама и интерним дискусијама у оквиру колаборације.

#### 4.3 Руковођење пројектима и потпројектима (радним пакетима)

-

#### 4.4 Уређивање научних публикација

-

#### 4.5 Предавање по позиву (осим на конференцијама)

-

#### 4.6 Рецензирање пројеката и научних резултата

-

#### 4.7 Образовање научних кадрова

-

#### 4.8 Награде и признања

-

#### 4.9 Допринос развоју одговарајућег научног правца

-

### 5 Библиографија кандидата

#### Радови у Водећим међународним часописима категорије M21a (12 поена):

1. G. Aad, ..., **V. Maksimovic**, *et al.*, "Measurement of vector boson production cross sections and their ratios using  $pp$  collisions at  $\sqrt{s}=13.6$  TeV with the ATLAS detector", *Physics Letters B* **854** (2024) 138725, <https://doi.org/10.1016/j.physletb.2024.138725> (ISSN: 0370-2693, IF=4.5).  
-ATLAS note: U. Blumenschein, ..., **V. Maksimovic**, *et al.*, "Measurement of the vector boson production cross sections and their ratios using the LHC Run 3  $pp$  collision data at 13.6 TeV, ATL-COM-PHYS-2022-1078, <https://cds.cern.ch/record/2841234>
2. G. Aad, ..., **V. Maksimovic**, *et al.*, "Measurement of the  $t\bar{t}$  cross section and its ration to the  $Z$  production cross section using  $pp$  collisions at  $\sqrt{s} = 13.6$  TeV with ATLAS detector", *Physics Letters B* **848** (2024) 138376, <https://doi.org/10.1016/j.physletb.2023.138376> (ISSN: 0370-2693, IF=4.5).  
-ATLAS note: N. Ash, ... **V. Maksimovic**, *et al.*, "Measurement of the  $t\bar{t}$  cross sections and its ratio to the  $Z$  production cross section using  $pp$  collisions at  $\sqrt{s} = 13.6$  TeV with the ATLAS detector", ATL-COM-PHYS-2023-613, <https://cds.cern.ch/record/2864936>

#### Саопштења са међународних скупова штампана у изводу (M34) (0.5 поена):

1. R. Hawkings, W. Kozanecki, **V. Maksimovic**, F. Malek, N. Vranjes, "Absolute Luminosity calibration in  $pp$  collisions at  $\sqrt{s} = 900$  GeV in the ATLAS experiment", Book of Abstracts, p. 77, The 11th Balkan Physical Union (BPU11 Congress), 28th August - 1st September 2022, Belgrade, Serbia, <https://indico.bpu11.info/event/1/book-of-abstracts.pdf>

**Докторска дисертација (М70) (6 поена):**

1. **Вељко Максимовић**, „Физика W бозона и калибрација луминозности на експерименту АТЛАС”, Физички факултет Универзитета у Београду (2026), ментор: др Ненад Врањеш, ужа област: физика високих енергија и нуклеарна физика

## **6 Квантификација научних резултата кандидата**

Врста резултата	Вредност резултата (Прилог 2)	Укупан број резултата (укупан број резултата који подлежу нормирању)	Укупан број бодова (укупан број бодова након нормирања)
M21a	12	2 (0)	24 (24)
M34	0.5	1 (0)	0.5 (0.5)
M70	6	1 (0)	6 (6)
УКУПНО		4(0)	30.5 (30.5)

**Поређење са минималним квантитативним условима за избор у тражено научно звање**

Диференцијални услов за оцењивани период за избор у научно звање: научни сарадник	Неопходно	Остварени нормирани број бодова
Укупно	16	30.5
Обавезни: M11+M12+M21+M22+M23+M91+M92+M93	6	24

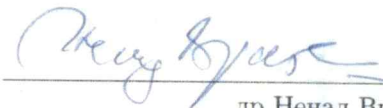
## 7 Закључак и предлог комисије

Др Вељко Максимовић испуњава све услове за избор у звање научни сарадник предвиђене Правилником о стицању истраживачких и научних звања Министарства науке, технолошког развоја и иновација Републике Србије и Законом о науци и истраживањима. Досадашње научне резултате је објавио у два рада у међународним часописима категорије М21а, као и у једној интерној ноти *ATLAS* колаборације, и кроз једно саопштење на конференцији категорије М34.

Имајући у виду постигнуте научне резултате и достигнути степен истраживачке компетентности, са задовољством предлажемо Научном већу Института за физику у Београду да донесе одлуку о прихватању предлога за избор др Вељка Максимовића у звање научни сарадник.

у Београду,  
25.2.2026.

Чланови комисије:



др Ненад Врађеш  
научни саветник

Институт за физику у Београду



др Марија Врађеш Милосављевић  
научни саветник

Институт за физику у Београду



др Душко Латас

ванредни професор

Физички факултет Универзитета у  
Београду