

# НАУЧНОМ ВЕЋУ ИНСТИТУТА ЗА ФИЗИКУ У БЕОГРАДУ

## Извештај комисије за избор др Владимира Удовичића у звање научни саветник

На седници Научног већа Института за физику у Београду одржаној 23.08.2022. године именовани смо у комисију за избор др Владимира Удовичића у звање научни саветник.

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

### 1. БИОГРАФСКИ И СТРУЧНИ ПОДАЦИ О КАНДИДАТУ

Др Владимир Удовичић је рођен 29.05.1965. године у Београду, где је завршио основну и средњу школу. Након завршене средње школе и одслуженог војног рока отпочиње студије на Физичком факултету Универзитета у Београду 1985. године, смер: теоријска и експериментална физика. Основне студије на Физичком факултету Универзитета у Београду завршава 1995. године. Од 08.01.1996. је стално запослен у Институту за физику у Београду у Центру за Примењену и техничку физику (сада, Нискофонска лабораторија за нуклеарну физику). Школске 1995/96 године уписује последипломске студије на Физичком факултету Универзитета у Београду, смер експериментална нуклеарна физика. Магистарски рад под називом: “Развој и примена метода за детекцију неутрона у присуству гама зрачења”, урађен у Центру за примењену и техничку физику, под руководством проф. др Ивана Аничина и др Радована Антанасијевића, одбранио је 1999. године чиме је стекао академски назив магистра физичких наука. Владимир Удовичић је 7. јула 2006. године на Физичком факултету Универзитета у Београду одбранио докторску дисертацију под називом: “Приноси нуклеарних реакција лаквих јона у плазми импулсних електричних пражњења” под менторством проф. др Ивана Аничина.

Руководилац је Нискофонске лабораторије за нуклеарну физику, Института за физику у Београду од 2016. године. Био је ангажован на више националних пројеката финансираних од стране Министарства просвете, науке и технолошког развоја:

- Од 1996. до 2001. године био је ангажован на пројекту број 01Е05:

*“Процеси у деутеријумском плазма фокусу, капиларна фузија и ретке нуклеарне реакције”*

- Од 2001. до 2006. године био је ангажован на пројекту број 1461:

*“Убрзавање наелектрисаних честица и нуклеарне реакције индуковане електричним пражњењем”*

- Од 2006. до 2011. био је ангажован на пројекту број 141002:

*“Нуклеарна спектроскопија и ретки нуклеарни процеси”*

- Од 2011. до 2020. на пројектима:

Основна истраживања, пројекат број 171002

*“Нуклеарне методе истраживања ретких догађаја и космичког зрачења”*

Интегрална и интердисциплинарна истраживања, пројекат број 43002

*“Биосенсинг технологије и глобални систем за континуирана истраживања и интегрисано управљање екосистемима”*.

Априла 2000. изабран је у истраживача сарадника, да би након одбрањене докторске дисертације био изабран у научног сарадника маја 2007. године. У јулу 2012. изабран је у звање виши научни сарадник са једним реизбором у фебруару 2018. године.

У оквиру међународне сарадње, руководио је регионалним пројектима Међународне агенције за атомску енергију (МААЕ) у три пројектна циклуса од 2014. до 2021. године. У оквиру руковођења тим пројектима, урађено је више потпројеката од националног значаја везаних за област заштите од зрачења, од којих се издвајају: израда прве националне мапе радонског ризика у кућама и становима у Републици Србији, израда прве националне радонске мапе за вртиће, основне и средње школе у Републици Србији, као и писање првог националног акционог плана за радон у Србији, који ће постати саставни део будуће националне стратегије управљања ситуацијама постојећег излагања. Такође, радонска мапа у боравишним просторијама у Републици Србији постала је део европске радонске мапе у оквиру пројекта израде европског атласа природне радиоактивности, чији је носилац Обједињени истраживачки центар у Испри, Италија. Био је руководилац Билатералног пројекта између Републике Србије и Републике Белорусије: „*Израда радонске мапе и процена дозе изложености становништва радону у Белорусији и Србији*“ за период 2016-2017.

Научноистраживачки рад др Владимира Удовичића је препознат како у домаћим тако и у међународним оквирима, што доказује рад у више руководећих тела у државним институцијама, струковним домаћим и међународним друштвима. Од 2013. до 2017. године био је председник Управног одбора Агенције за заштиту од јонизујућих зрачења и нуклеарну сигурност Србије. Био је члан Извршног одбора Друштва за заштиту од зрачења Србије и Црне Горе (2011-2021). Од 2018. је члан Извршног комитета, Европске радонске асоцијације. Био је члан Радне групе за праћење спровођења Националног акционог плана за примену Резолуције 1540 Савета безбедности Уједињених нација о спречавању ширења оружја за масовно уништавање и средстава за њихово преношење (2012-2016).

Др Владимир Удовичић је објавио 39 радова у међународним научним часописима који су на основу базе SCOPUS цитирани 183 пута (без самоцитата) уз h-index 10.

## **2. ПРЕГЛЕД НАУЧНЕ АКТИВНОСТИ**

У току своје научне каријере, научна активност др Владимира Удовичића обухвата више истраживачких целина које све могу да се обухвате у ширу област експерименталне нуклеарне физике и њене примене. У свакој од тих истраживачких тема др Владимир Удовичић је дао значајан допринос. У наставку су укратко описане активности кандидата у оквиру истраживачких тема са навођењем радова публикованих у периоду након претходног избора у научно звање.

### **2.1. Нуклеарна фузија индукована импулсним електричним пражњењима**

У првом делу научне каријере кандидата фокус научно истраживачког рада је био на проучавању нуклеарних аспеката процеса у уређају плазма фокус у коме се генерише фузиона плазма импулсним електричним пражњењем. У свом истраживачком раду, кандидат је дао оригинална решења проблема детекције и мерења енергије убрзаних лаких јона као и продуката нуклеарних реакција насталих у плазма фокусу. То се нарочито односи на област рада са чврстим детекторима трагова који су се, поготову у експериментима са јаким струјним пражњењима какав је и плазма фокус, показали као незаменљив дијагностички алат. Посебна пажња посвећена је раду са органским сцинтилаторима, како течним тако и пластичним као и њихова примена у области неутронске спектроскопије, са посебним акцентом на детекцију неутрона у присуству гама зрачења. Списак свих публикованих научних радова ове истраживачке теме се налази у пропратном материјалу. У одељку *3.1.1 Научни ниво и значај резултата, утицај научних радова*, издвојен је један рад из ове области, од 5 најзначајнијих радова, у којима је кандидат дао кључан допринос.

### **2.2. Радијациона физика**

У свом даљем научном раду Др Владимир Удовичић је фокус свог истраживачког интересовања усмерио, и већ дао значајан допринос, на област радијационе физике, прецизније на истраживања везана за проблематику радона, као доминантног извора природне радиоактивности. У оквиру ове области издвајају се две истраживачке целине.

#### **2.2.1. Моделовање и предикција темпоралне варијације концентрације радона и других загађујућих материја у затвореним просторијама**

Конкретан допринос кандидата огледа се у мерењима концентрације радона у условима његовог ниског нивоа, праћењу и анализи варијабилности и периодичности концентрације радона у затвореним просторијама као и упоредној анализи примена различитих метода за мерење концентрације радона. С обзиром да је понашање радона у затвореним просторијама сложено, нетривијално је пронаћи модел који би описао динамику радона и предвидео његову варијабилност. У том смислу, а на основу великог броја мерења, како радона тако и бројних параметара који имају утицај на варијабилност радона у различитим окружењима, примењени су моћни статистички алати и бројне мултиваријантне методе (*The Toolkit for Multivariate Analysis – ТМВА*) за анализу великог скупа временских серија мерених параметара. Добијени резултати показују да је око 80% варијабилности концентрације радона могуће објаснити варијабилношћу метеоролошких параметара. Следећи важан корак у истраживању представља начин да се на добијеним експерименталним подацима примене методе машинског учења. То је урађено на више скупова мерених параметара и показало се да је на основу тога могуће

предвиђање варијабилности концентрације радона са одступањем од измерених вредности за 15%. У том смислу, на интернет страници [http://147.91.87.154/nf-cosmic/rad3/Radon\\_alarm/](http://147.91.87.154/nf-cosmic/rad3/Radon_alarm/) постављена је прва радон станица у Србији.

Резултати истраживања су приказани у следећим радовима, публикованих након избора у претходно звање:

- D.T. Mihailović, **V. Udovičić**, M. Krmar, I. Arsenić

*A Complexity Measure Based Method for Studying the Dependence of <sup>222</sup>Rn Concentration Time Series on Indoor Air Temperature and Humidity*

Applied Radiation and Isotopes, **84** (2014) 27-32 (**M21**), **IF=1,231**, **SNIP=1,21**.

- **V. Udovičić**, J. Filipović, A. Dragić, R. Banjanac, D. Joković, D. Maletić, B. Grabež and N. Veselinović

*Daily and seasonal radon variability in the underground low-background laboratory in Belgrade, Serbia*

Radiation Protection Dosimetry **160** (1-3): pp. 62-64 (2014) (**M22**), **IF=0,981**, **M<sub>n</sub>=4,166**, **SNIP=0,89**.

- Dimitrije M. MALETIĆ, **Vladimir I. UDOVIČIĆ**, Radomir M. BANJANAC, Dejan R. JOKOVIĆ, Aleksandar L. DRAGIĆ, Nikola B. VESELINOVIĆ, and Jelena Z. FILIPOVIĆ

*Comparison of multivariate classification and regression methods for the indoor radon measurements*

Nuclear Technology and Radiation Protection **Vol. XXIX, No. 1**, 17-23 (2014) (**M22**), **IF=1,000**, **SNIP=1,08**.

- D. M. Maletić, **V. I. Udovičić**, R. M. Banjanac, D. R. Joković, A. L. Dragić, N. B. Veselinović, J. Filipović

*Correlative and multivariate analysis of increased radon concentration in underground laboratory*

Radiation Protection Dosimetry, **162** (1-2): pp. 148-151 (2014) (**M22**), **IF=0,981**, **SNIP=0,89**.

- Jelena Filipović, Dimitrije Maletić, **Vladimir Udovičić**, Radomir Banjanac, Dejan Joković, Mihailo Savić, Nikola Veselinović

*The use of multivariate analysis of the radon variability in the underground laboratory and indoor environment*

Nukleonika 61(3), pp. 357-360 (2016) (**M23**), **IF=0,760**, **SNIP=0,59**.

- Zora S. Zunic, Z. Stojanovska, N. Veselinovic, R. Mishra, I. V. Yarmoshenko, B. K. Sapra, T. Ishikawa, Y. Omori, Z. Curguz, P. Bossew, **V. Udovicic**, R. C. Ramola (2017) *Indoor radon, thoron and their progeny concentrations in high thoron rural Serbia environments*, Radiation Protection Dosimetry Vol. 177, No. 1-2, 36–39 (**M23**), **IF=0,936**, **M<sub>n</sub>=1,5**, **SNIP=0,85**.

- **Vladimir I. UDOVIČIĆ**, Dimitrije M. MALETIĆ, Radomir M. BANJANAC, Dejan R. JOKOVIĆ, Aleksandar L. DRAGIĆ, Nikola B. VESELINOVIĆ, Jelena Z. ŽIVANOVIĆ, Mihailo R. SAVIĆ, and Sofija M. FORKAPIĆ (2018) *Multiyear indoor radon variability in a family house – a case study in Serbia*, Nuclear Technology and Radiation Protection Vol. XXXIII, No. 2, 174-179, (**M23**), **IF=0,620**, **M<sub>n</sub>=2,143**, **SNIP=0,61**.

- **Udovicic Vladimir I**, Veselinovic Nikola B, Maletic Dimitrije M, Banjanac Radomir M, Dragic Aleksandar L, Jokovic Dejan R, Savic Mihailo R, Knezevic David, Eremic-Savkovic Maja M (2020) *Radon variability due to floor level in two typical residential buildings in Serbia*, NUKLEONIKA, vol. 65(2), 121-125, (M23), IF=0,941, M<sub>n</sub>=2,143, SNIP=0,71.

У последњих неколико година, др Владимир Удовичић је започео сарадњу са колегама из Лабораторије за физику животне средине, Института за физику у Београду. Нови правци истраживања радона воде ка укључивању радона као једног од загађивача у затвореном простору са осталим загађујућим материјама. У том смислу, урађена је тромесечна кампања мерења радона и загађујућих материја као и осталих релевантних параметара, истовремено у затвореном и отвореном простору универзитета у урбаном делу Београда. Праћене су концентрације O<sub>3</sub>, CO, SO<sub>2</sub>, NO<sub>x</sub>, радона, PM<sub>2.5</sub> и њихових конституената, метала у траговима (As, Cd, Cr, Mn, Ni и Pb), јона (Cl<sup>-</sup>, Na<sup>+</sup>, Mg<sup>2+</sup>, Ca<sup>2+</sup>, K<sup>+</sup>, NO<sub>3</sub><sup>-</sup>, SO<sub>4</sub><sup>2-</sup> и NH<sub>4</sub><sup>+</sup>) и 16 полицикличних ароматичних угљоводоника (PAH). Анализом је обухваћен 31 метеоролошки параметар, од којих су 7 мерени у отвореном и затвореном простору, а 24 параметра добијена су из базе Глобалног система за асимилацију података (GDASI). Нису идентификоване значајне линеарне зависности радона са другим испитиваним варијаблама. Посебан акценат истраживања био на једињењу бензо[а]пирен, које је препознато као маркер канцерогеног потенцијала загађеног ваздуха, и сматра се релевантнијим од других PAH када се процењују здравствени ефекти везани за изложеност становништва. Резултати истраживања су приказани у следећим радовима:

- Svetlana Stanišić, Mirjana Perišić, Gordana Jovanović, Tijana Milićević, Snježana Herceg Romanić, Aleksandar Jovanović, Andrej Šoštarić, **Vladimir Udovičić**, Andreja Stojić (2021) *The PM<sub>2.5</sub>-bound polycyclic aromatic hydrocarbon behavior in indoor and outdoor environments, part I: Emission sources*, Environmental Research, vol. 193, 110520, (M21a), IF=8,431, M<sub>n</sub>=7,143, SNIP=1,72.

- Andreja Stojić, Gordana Jovanović, Svetlana Stanišić, Snježana Herceg Romanić, Andrej Šoštarić, **Vladimir Udovičić**, Mirjana Perišić, Tijana Milićević (2022) *The PM<sub>2.5</sub>-bound polycyclic aromatic hydrocarbon behavior in indoor and outdoor environments, part II: Explainable prediction of benzo[a]pyrene levels*, Chemosphere, vol. 289, 133154, (M21), IF=8,943, M<sub>n</sub>=6,666, SNIP=1,68.

### 2.2.2. Просторна расподела концентрације радона на регионалном и националном нивоу

Експертиза проистекла из дугогодишњих истраживања радона, омогућила је др Владимиру Удовичићу да од 2014. године осмисли, покрене и започне реализацију Националног програма за смањење изложености становништва радону у Републици Србији. Први и најважнији елемент тог програма била је израда прве мапе радонског ризика у Републици Србији која је успешно завршена крајем 2016. године. Поред тога, у сарадњи са колегама из домаћих и међународних научних института вршена су мерења радона и природних радионуклида у земљишту у Војводини уз урађену корелациону анализу, као и тражење релације између концентрације радона у школама и околним кућама у Сокобањи и околним селима. Од избора у претходно звање објављени су следећи радови у међународним часописима у оквиру ове истраживачке теме:

- **Vladimir Udovičić**, Dimitrije Maletić, Maja Eremić Savković, Gordana Pantelić, Predrag Ujčić, Igor Čeliković, Sofija Forkapić, Dragoslav Nikezić, Vladimir M. Marković, Vesna Arsić, Jovana Ilić *First steps towards national radon action plan in Serbia*

NUKLEONIKA 61(3), pp. 361-365 (2016) (M23), IF=0,760, M<sub>n</sub>=1,666, SNIP=0,59.

- S. Forkapic, D. Maletić, J. Vasin, K. Bikit, D. Mrdja, I. Bikit, **V. Udovičić**, R. Banjanac  
*Correlation analysis of the natural radionuclides in soil and indoor radon in Vojvodina, Province of Serbia*

Journal of Environmental Radioactivity, **166**: pp. 403-411 (2017) (M22), IF=2,310, M<sub>n</sub>=4,166, SNIP=1,54.

- Z.S. Žunić, P. Bossew, F. Bochicchio, N. Veselinović, C. Carpentieri, G. Venoso, S. Antignani, R. Simović, Z. Čurguz, **V. Udovičić**, Z. Stojanovska, T. Tollefsen

*The relation between radon in schools and in dwellings: A case study in a rural region of Southern Serbia*

Journal of Environmental Radioactivity, **167**: pp. 188-200 (2017) (M22), IF=2,310, M<sub>n</sub>=2,5, SNIP=1,54.

- Eremic-Savkovic Maja M, **Udovicic Vladimir I**, Maletic Dimitrije M, Pantelic Gordana K, Ujic Predrag N, Celikovic Igor T, Forkapic Sofija M, Markovic Vladimir MM, Arsic Vesna, Ilic Jovana, Markoski Branko S (2020) *Results of the first national indoor radon survey performed in Serbia*, Journal of Radiological Protection, vol. 40(2), N22-N30, (M22), IF=1,394, M<sub>n</sub>=2,777, SNIP=1,01.

### 2.3. Нискофонска гама спектроскопија

Још једна важна научна област је предмет интересовања др Владимира Удовичића. Ради се о нискофонској гама спектроскопији. Научни рад кандидата био је усмерен на развој различитих експерименталних поставки као и прелазак са класичне аналогне на дигиталну спектроскопију. Посебно је праћен утицај радона на гама фон германијумског детектора високе чистоће (HPGe), као доминантне компоненте природне радиоактивности. Најзначајније теме истраживања унутар ове области су: порекло нискоенергетског фона гама зрачења, његова временска варијабилност, као и допринос космичког зрачења фону гама спектрометра. Резултати рада су публиковани у међународним часописима:

- R. Banjanac, **V. Udovičić**, A. Dragić, D. Joković, D. Maletić, N. Veselinović, B. Grabež

*Daily Variations of Gamma-Ray Background and Radon Concentration*

Romanian Journal of Physics Volume 58, Supplement, S14-S21 (2013) (M23), IF=0,745, SNIP=0,58.

- R. Banjanac, A. Dragić, **V. Udovičić**, D. Joković, D. Maletić, N. Veselinović, M. Savić

*Variations of Gamma-Ray Background in the Belgrade Shallow Underground Low-Level Laboratory*

Applied Radiation and Isotopes **87**, (2014) 70-72 (M21), IF=1,231, SNIP=1,21.

- R. Banjanac, D. Maletić, D. Joković, N. Veselinović, A. Dragić, **V. Udovičić**, I. Aničin

*On The Omnipresent Background Gamma Radiation Of The Continuous Spectrum*

Nuclear Instruments and Methods in Physics Research A **745**, (2014) 7-11 (M21), IF=1,316, SNIP=1,40.

## 2.4. Физика космичког зрачења

Од 2001. године, сарадници Нискофонске лабораторије за нуклеарну физику су отворили нову област истраживања - физику космичког зрачења. Од самог почетка, кандидат је активно учествовао у припремама и постављању експеримената у којима се континуирано мери флукс миона на позицијама на којима се налази надземна и подземна лабораторија. У последње време извршена су унапређења у конфигурацији расположивих сцинтилатора, у којима је кандидат активно учествовао. Посебна пажња је посвећена статистичкој анализи временских серија мерених параметара, са акцентом на утицај, као и корекцију флукса миона на метеоролошке параметре. Добијени резултати су поређени са резултатима више станица које прате неутронске варијације. Резултати су објављени у следећим радовима:

- M Savić, D Maletić, A Dragić, N Veselinović, D Joković, R Banjanac, **V Udovičić**, D Knežević (2021) *Modeling Meteorological Effects on Cosmic Ray Muons Utilizing Multivariate Analysis*, Space Weather, vol. 19(8), e2020SW002712, (M21), IF=4,456, M<sub>n</sub>=6,666, SNIP=1,85.

- Nikola Veselinović, Mihailo Savić, Aleksandar Dragić, Dimitrije Maletić, Radomir Banjanac, Dejan Joković, David Knežević, **Vladimir Udovičić** (2021) *Correlation analysis of solar energetic particles and secondary cosmic ray flux*, The European Physical Journal D, vol. 75(6), 175, (M23), IF=1,611, M<sub>n</sub>=2,5, SNIP=0,73.

- M.Savić, A.Dragić, D.Maletić, N.Veselinović, R.Banjanac, D.Joković, **V.Udovičić** (2019) *A novel method for atmospheric correction of cosmic-ray data based on principal component analysis*, Astroparticle Physics Vol. 109, 1-11, (M22), IF=3,203, SNIP=2,61.

- M. Savić, N. Veselinović, A. Dragić, D. Maletić, D. Joković, R. Banjanac, **V. Udovičić** (2019) *Rigidity dependence of Forbush decreases in the energy region exceeding sensitivity of neutron monitors*, Advances in Space Research 63(4), 1483-1489, (M21), IF=2,178, SNIP=1,34.

- N.Veselinović, A.Dragić, M.Savić, D.Maletić, D.Joković, R.Banjanac, **V.Udovičić** (2017) *An underground laboratory as a facility for studies of cosmic-ray solar modulation*, Nuclear Instruments and Methods in Physics Research A 875, 10-15, (M21), IF=1,362, SNIP=1,40.

### 3. ЕЛЕМЕНТИ ЗА КВАЛИТАТИВНУ ОЦЕНУ НАУЧНОГ ДОПРИНОСА КАНДИДАТА

#### 3.1. Квалитет научних радова

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

Кандидат др Владимир Удовичић је до сада укупно објавио 39 радова у међународним часописима са ISI листе (M20 категорије). Од тога 2 у M21a категорији, 18 у M21, 12 у M22, и 7 у M23 категорији. Кандидат је такође објавио укупно 2 категорије M31, 3 категорије M32, 37 категорије M33, 41 категорије M34, 1 категорије M51, 2 категорије M52, 2 категорије M61, 74 категорије M63.

Након избора у претходно звање др Владимир Удовичић је објавио 1 рад M21a, 7 радова M21 категорије, 7 радова M22 и 7 радова M23 категорије, као и 2 категорије M31, 3 категорије M32, 19 категорије M33, 26 категорије M34, 1 категорије M61, и 38 категорије M63.

Иако је тешко квантификовати учинак сваког коаутора, посебно код раније публикованих радова и имајући у виду експерименталну природу највећег броја радова у којима се знало да је свако од коаутора био задужен за конкретне задатке, од конципирања експеримента, теоријских прорачуна и симулација, преко реализације самих мерења, анализе и интерпретације резултата до писања чланака, констатујемо да је кандидат дао значајан допринос у публикованим радовима.

Као 5 најзначајнијих радова у периоду након претходног избора у звање, у којима је кандидат дао кључан допринос и имајући у виду све области којима се бавио, издвајамо:

1. **V. Udovičić**, A. Dragić, R. Banjanac, D. Joković, N. Veselinović, I. Aničin, M. Savić, J. Puzović, *Yield from Proton-Induced Reaction on Light Element Isotopes in the Hydrogen Plasma Focus*, Journal of Fusion Energy, Vol. 30 (6), (2011) 487-489, (M21a) IF=1,886. <https://doi.org/10.1007/s10894-011-9418-z>.

2. D.T. Mihailović, **V. Udovičić**, M. Krmar, I. Arsenić, *A Complexity Measure Based Method for Studying the Dependence of <sup>222</sup>Rn Concentration Time Series on Indoor Air Temperature and Humidity*, Applied Radiation and Isotopes, 84 (2014) 27-32, (M21) IF=1,231. <https://doi.org/10.1016/j.apradiso.2013.10.016>.

3. R. Banjanac, A. Dragić, **V. Udovičić**, D. Joković, D. Maletić, N. Veselinović, M. Savić *Variations of Gamma-Ray Background in the Belgrade Shallow Underground Low-Level Laboratory*, Applied Radiation and Isotopes 87, (2014) 70-72, (M21) IF=1,231. <https://doi.org/10.1016/j.apradiso.2013.11.091>.

4. **V. Udovičić**, J. Filipović, A. Dragić, R. Banjanac, D. Joković, D. Maletić, B. Grabež and N. Veselinović, *Daily and seasonal radon variability in the underground low-background laboratory in Belgrade, Serbia*, Radiation Protection Dosimetry 160 (1-3) (2014) 62-64, (M22) IF=0,981. <https://doi.org/10.1093/rpd/ncu109>.

5. Eremic-Savkovic Maja M, **Udovicic Vladimir I**, Maletic Dimitrije M, Pantelic Gordana K, Ujic Predrag N, Celikovic Igor T, Forkapic Sofija M, Markovic Vladimir MM, Arsic Vesna, Ilic Jovana,



Markoski Branko S, *Results of the first national indoor radon survey performed in Serbia*, Journal of Radiological Protection, vol. 40(2) (2020) N22-N30, (M22) IF=1,394. <https://doi.org/10.1088/1361-6498/ab749e>.

У раду 1 др Владимир Удовичић је дефинисао тему истраживања, њену експерименталну реализацију, анализу добијених резултата, као и теоријски прорачун, што је све сумирано у закључцима који из тог рада произилазе. Наиме, у уређају плазма фокус, у зависности од радног гаса, а у случају када је радни гас деутеријум одвијају се D-D фузионе реакције са приближно једнаком вероватноћом за оба канала реакције. Приноси фузионих неутрона и протона зависе од више параметара (улазне енергије, максималне струје, притиска гаса, геометрије електрода, итд.). Потпуно ново поље истраживања представља коришћење водоника као радног гаса у плазма фокусу, што је тема поменутог рада. Водонична плазма пролази све фазе развоја као и у случају деутеријумске плазме. Као резултат добијају се убрзани протони енергија до неколико стотина keV-а. То је доста неочекивано с обзиром на почетне брзине протона и убрзања у фази ширења струјног листа. Механизам убрзавања протона до већих енергија него што је очекивано није сасвим јасан. Предложено је неколико теоријских модела који са више или мање успеха успевају да објасне експерименталне резултате. Мерења угаоне дистрибуције и расподеле по енергијама добијених високоенергетских протона представља важан резултат у смислу испитивања могућности коришћења водоничног плазма фокуса као извора протона енергија до 500 keV-а за добијање значајних приноса (p,α) нуклеарних реакција. Пре свега, неке од поменутих нуклеарних реакција ( ${}^7\text{Li}(p,\alpha)2\ {}^4\text{He}$ ;  ${}^{11}\text{B}(p,\alpha)3\ {}^4\text{He}$ ) имају добар енергетски баланс, па се чак помињу и као алтернатива D-T фузионом гориву. У раду 1 је показано да у мањим енергетским плазма фокус уређајима није могуће реализовати горе поменуте нуклеарне реакције.

У радовима 2, 3 и 4 др Владимир Удовичић је био одговоран за мониторинг радона, аквизицију података и њихову статистичку анализу. За рад подземне нискофонске лабораторије је неопходно обезбедити услове и атмосферу у којој су максимално редуковани нивои свих извора природне радиоактивности. Од свих извора, радиоактивни гас радон представља највећи проблем у лабораторијама тог типа. У раду 2 је учињен пионирски покушај да се метод стохастичке комплексности, развијен од стране А. Колмогорова, у пракси понекад познат као комплексност Лемпел-Зива (метод назван по творцима алгорита за израчунавање стохастичке комплексности), употреби за анализу временских серија мерених вредности радона. За тестирање овог модела, употребљене су вредности концентрације радона, температуре и релативне влажности мерене током једне целе године у подземној лабораторији на Институту за физику у Београду. Основна идеја овога рада је била да се установи да ли се мења комплексност низа бројева који описује временске промене концентрације радона, када се ове вредности помноже вредностима неких параметара који би на концентрацију радона могле имати утицаја. У раду 3 показано је да у реалним условима како варијација концентрације радона, тако и варијација интензитета космичког зрачења, обе утичу на симултану варијацију фона гама зрачења. Мерења су реализована у типичној надземној као и у нискофонској подземној лабораторији, а резултати потврђују значајну предност стабилности фона остварену у подземној лабораторији. Због могуће систематске грешке посебна пажња је неопходна приликом нискофонске гама спектрометрије НОРМ узорака радијума 226 услед интензивне дневне варијације концентрације радона у надземним лабораторијама. У раду 4 представљен је систем за редукацију нивоа радона у нискофонској подземној лабораторији у Институту за физику у Београду, као и резултати десетогодишњег мониторинга радона коришћењем различитих метода детекције. Остварени су изузетни резултати по којима је концентрација

радона сведена на средњи ниво од  $15 \text{ Bq m}^{-3}$ , при чему је уочена стандардна дневна и сезонска варијабилност са максимумима који нису већи од  $20 \text{ Bq m}^{-3}$ . Поред мониторинга радона, симултано су мерени метеоролошки параметри. Коришћене су и доступне базе података са јавних метеоролошких станица. С обзиром да се ради о великом броју параметара за даљу статистичку анализу коришћене су мултиваријантне методе (МВА) за корелациону и регресиону анализу варијабилности радона. Конкретно, при обради података коришћене су МВА анализе које су имплементирание као део програмског пакета ROOT. ROOT садржи, поред програма за анализу података, и програме за мултиваријантну анализу (The Toolkit for Multivariate Analysis – ТМВА). Корелациона и регресиона анализа варијабилности радона применом мултиваријантних метода, реализована у софтверском пакету ТМВА, примењена на анализу варијације концентрације радона са метеоролошким варијаблима у нискофонској подземној лабораторији, показала је потенцијалну корисност ових метода.

У раду 5 презентовани су резултати националног програма мерења радона у боравишним просторијама у Републици Србији. То је резултат рада у који су били укључени истраживачи из више научно истраживачких организација уз координацију тадашње Агенције за заштиту од јонизујућих зрачења и нуклеарну сигурност Србије (сада, Директорат за радијациону и нуклеарну сигурност и безбедност Србије) и сарадњу са МААЕ а у оквиру регионалног пројекта којим је руководио др Владимир Удовичић. Од МААЕ је добијено 6000 пасивних радонских уређаја. По стандардној међународној методологији извршена је дистрибуција радонских детектора по кућама и становима широм Србије. Излагање детектора је трајало од октобра 2015. до априла 2016. године. Сакупљено је нешто више од 5000 уређаја и након процесирања, које је обављено у акредитованој лабораторији у Шведској, добијени су резултати. Резултати су анализирани, тако да је поред дескриптивне статистике добијена и прва национална радонска мапа Србије.

### ***3.1.2 Позитивна цитираност научних радова кандидата***

Према ISI SCOPUS бази укупан број цитата радова кандидата на дан 09.08.2022. је 287, док је број цитата без аутоцитата 183. Према истој бази h-индекс кандидата је 10 (без аутоцитата 8).

### ***3.1.3 Параметри квалитета радова и часописа***

Након одлуке Научног већа о предлогу за стицање претходног научног звања, кандидат је објавио 22 рада у међународним часописима М20 категорије од чега 1 категорије М21а, 7 категорије М21, 7 категорије М22 и 7 категорије М23. Укупан импакт фактор ових радова је 47,7. Следи списак часописа по категоријама са њиховим импакт факторима:

У категорији М21а (међународни часопис изузетних вредности) кандидат је објавио рад у следећем часопису:

*Environmental Research*, IF=8,431, један рад

У категорији М21 (врхунски међународни часопис) кандидат је објавио радове у следећим часописима:

*Chemosphere*, IF=8,943, један рад

*Advances in Space Research*, IF=2,178, један рад

*Space Weather*, IF=4,456, један рад

*Applied Radiation and Isotopes*, IF=1,231, два рада

*Nuclear Instruments and Methods in Physics Research A*, два рада (један рад IF=1,316 и један рад IF=1,362)

У категорији M22 (истакнути међународни часопис) кандидат је објавио радове у следећим часописима:

*Astroparticle Physics*, IF=3,203, један рад

*Journal of Radiological Protection*, IF=1,394, један рад

*Radiation Protection Dosimetry*, IF=0,981, два рада

*Nuclear Technology and Radiation Protection*, IF=1,000, један рад

*Journal of Environmental Radioactivity*, IF=2,310, два рада

У категорији M23 (међународни часопис) кандидат је објавио радове у следећим часописима:

*The European Physical Journal D*, IF=1,611, један рад

*Radiation Protection Dosimetry*, IF=0,936, један рад

*Romanian Journal of Physics*, IF=0,745, један рад

*Nukleonika*, три рада ( IF=0,760 два рада и IF=0,941 један рад)

*Nuclear Technology and Radiation Protection*, IF=0,620, један рад.

Додатни библиометријски показатељи у вези са објављеним радовима кандидата након претходног избора у научно звање дати су у доњој табели. Она садржи импакт факторе (ИФ) радова, M20 бодове радова по категоризацији научноистраживачких резултата, као и импакт фактор нормализован по импакту цитирајућег чланка (СНИП) (најбоља вредност из периода до две године уназад од објаве рада). У табели су дате укупне вредности, као и вредности свих фактора усредњених по броју чланака и по броју аутора по чланку, за радове објављене у M20 категоријама.

	ИФ	М	СНИП
Укупно	47,7	122	26,03
Усредњено по чланку	2,17	5,54	1,18
Усредњено по аутору	5,997	16,368	3,407

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

У својој досадашњој каријери, др Владимир Удовичић је показао самосталност у решавању сложених проблема који са собом носи рад у експерименталној нуклеарној физици. Од почетка своје научне каријере учествовао је у стварању нове подземне нискофонске лабораторије у Институту за физику у Београду. Од својих учитеља, др Радована Антанасијевића и проф. др Ивана Аничина ушао је у тајне заната експерименталне нуклеарне физике и заједно са другим сарадницима у лабораторији отворио нову област истраживања у Институту за физику - физику космичког зрачења. У фокусу научноистраживачког рада кандидата се такође налази и област радијационе физике, тачније истраживања на тему радона. У оквиру те теме, кандидат је успео да оствари значајну међународну сарадњу, пре свега кроз регионалне пројекте Међународне агенције за атомску енергију у три пројектна циклуса од 2014. до 2021. године. У оквиру руковођења тим пројектима, урађено је више потпројеката од националног значаја везаних за област заштите од зрачења, од којих се издвајају: израда прве националне мапе радонског

ризика у кућама и становима у Републици Србији, израда прве националне радонске мапе за вртиће, основне и средње школе у Републици Србији, као и писање првог националног акционог плана за радон у Србији, који ће постати саставни део будуће националне стратегије управљања ситуацијама постојећег излагања. Такође, радонска мапа у боравишним просторијама у Републици Србији постала је део европске радонске мапе у оквиру пројекта израде европског атласа природне радиоактивности, чији је носилац Обједињени истраживачки центар у Испри, Италија. Тим поводом је издата монографија, енциклопедијског типа чији је један од коаутора Др Владимир Удовичић (*прилог у посебном документу*). Био је руководиоцац Билатералног пројекта између Републике Србије и Републике Белорусије: „*Израда радонске мапе и процена дозе изложености становништва радону у Белорусији и Србији*“ за период 2016-2017.

### 3.2 Ангажованост у формирању научних кадрова

Кандидат је ментор у изради докторске тезе Јелене Филиповић на докторским студијама Физичког факултета, Универзитета у Београду. Тема докторске дисертације под називом: „*Примена мултиваријантне анализе и моделирање варијабилности радона у лабораторијским и реалним условима*“, одобрена је на седници Већа научних области природно математичких наука (*прилог у посебном документу*). Ментор са докторандкињом има 5 објављених радова у међународним часописима.

### 3.3 Нормирање броја коауторских радова патената и техничких решења

Сви радови су експериментални по природи и захтевају примену симулационих техника. У радовима са више од 7 коаутора, најчешће се комбинује више техника мерења, подаци и анализа из више истраживачких лабораторија. Нормирање М бодова, урађено по правилнику, кандидатов укупан збир у категоријама М20 умањило је са 122 на 105,04 бода што је и даље далеко више од захтеваног минимума (35) за избор у звање научни саветник. Детаљи и нормирања по ауторима и броју радова су дати у табелама у одељцима **3.1.3 Параметри квалитета радова и часописа** и у **4. Елементи за квантитативну оцену научног доприноса**.

### 3.4 Руковођење пројектима, потпројектима и пројектним задацима

Кандидат је:

- Руководилац Нискофонске лабораторије за нуклеарну физику, Института за физику, Универзитета у Београду
- Руководилац (Counterpart) у Регионалном пројекту техничке сарадње са Међународном агенцијом за атомску енергију из Беча под називом: „**RER/9/127 – Establishing Enhanced Approaches to the Control of Public Exposure to Radon**“ за период 2014-2015.\*
- Руководилац (Counterpart) у Регионалном пројекту техничке сарадње са Међународном агенцијом за атомску енергију из Беча под називом: „**RER/9/136 - Reducing Public Exposure to Radon by Supporting the Implementation and Further Development of National Strategies**“ за период 2016-2017.\*
- Руководилац Билатералног пројекта између Републике Србије и Републике Белорусије: „**Израда радонске мапе и процена дозе изложености становништва радону у Белорусији и Србији**“ за период 2016-2017.

- Председник Управног одбора Агенције за заштиту од јонизујућих зрачења и нуклеарну сигурност Србије, од маја 2013. године до маја 2017. године.
- Руководилац (Counterpart) у Регионалном пројекту техничке сарадње са Међународном агенцијом за атомску енергију из Беча под називом: „**RER/9/153 - Enhancing the Regional Capacity to Control Long Term Risks to the Public due to Radon in Dwellings and Workplaces**“ за период 2018-2021.\*

\*(прилог у посебном документу)

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

Кандидат је:

- Члан Радне групе за праћење спровођења Националног акционог плана за примену Резолуције 1540 Савета безбедности Уједињених нација о спречавању ширења оружја за масовно уништавање и средстава за њихово преношење (2012-2016).
- члан Извршног одбора, Друштва за заштиту од зрачења Србије и Црне Горе, 2011-2021.
- члан Извршног комитета, Европске радонске асоцијације, 2018- .\*
- члан Уређивачког одбора међународног научног часописа **JERA** (Journal of the European Radon Association) који је покренут 2020. године.\*
- Рецензент је у водећим међународним часописима: *Radiation Measurements, Nuclear Technology and Radiation Protection i Journal of Environmental Radioactivity*.
- Рецензент је уџбеника: *Увод у нуклеарну физику*, аутора Проф. Др Миодрага Крмара са Департмана за физику, ПМФ-а у Новом Саду.
- Рецензент је монографије: *Чернобил 30 година после*, у издању Друштва за заштиту од зрачења Србије и Црне Горе
- Члан Организационог одбора домаће конференције: Фундаменталне интеракције-Србија 2007, Септембар 26 - 28, 2007, Иришки венац, Нови Сад, Србија
- Председник Организационог одбора међународне научне радионице у оквиру Регионалног пројекта техничке сарадње са Међународном агенцијом за атомску енергију: Successful Applying for EU Framework Programme Projects and the Final Project Review Meeting, 29 November - 2 December 2011, Belgrade, Serbia
- Члан Организационог и Редакционог одбора домаће конференције: XXVII Симпозијум друштва за заштиту од зрачења Србије и Црне Горе, 2.-4. Октобар 2013, Врњачка Бања, Србија
- Члан Редакционог одбора домаће конференције: XXVIII Симпозијум друштва за заштиту од зрачења Србије и Црне Горе, 30. Септембар-2. Октобар 2015, Вршац, Србија

- Члан Редакционог одбора домаће конференције: XXIX Симпозијум друштва за заштиту од зрачења Србије и Црне Горе, 27-29. Септембар 2017, Сребрно језеро, Србија\*

- Члан Научног комитета међународне радионице: 2<sup>nd</sup> International Workshop on the European Atlas of Natural Radiation IWEANR 2017, Verbania, Italy, 6-9 November 2017.\*

- Члан Научног одбора домаће конференције: XXX Симпозијум друштва за заштиту од зрачења Србије и Црне Горе, 2-4. Октобар 2019, Дивчибаре, Србија\*

- Члан Научног одбора домаће конференције: XXXI Симпозијум друштва за заштиту од зрачења Србије и Црне Горе, 6-8. Октобар 2021, Београд, Србија\*

\*(прилози у посебном документу)

### 3.6 Предавања по позиву на међународним и домаћим конференцијама\*

У периоду од претходног избора у звање кандидат је одржао следећа предавања по позиву:

1. **Vladimir Udovičić**, Aleksandar Dragić, Radomir Banjanac, Dejan Joković, Dimitrije Maletić, Nikola Veselinović, Jelena Filipović

***Influence of the ventilation system on indoor radon variability***

Proceedings of VII Radon Forum and Radon in Environment, Satellite Workshop, Veszprém-Hungary, May16-17, 179-183 (2013).

2. **V. Udovičić**, D. Maletić, M. Eremić Savković, G. Pantelić, P. Ujić, I. Čeliković, S. Forkapić, D. Nikezić, V. M. Marković, V. Arsić

***National programme for the control of public exposure to radon in serbia***

V International Congress BIOMEDICINE AND GEOSCIENCES – INFLUENCE OF ENVIRONMENT ON HUMAN HEALTH, Hotel Crowne Plaza, Belgrade, March 3-4, 32-39 (2015).

3. **Vladimir Udovičić**, Dimitrije Maletić, Maja Eremić Savković, Gordana Pantelić, Predrag Ujić, Igor Čeliković, Sofija Forkapić, Dragoslav Nikezić, Vladimir Marković, Vesna Arsić

***Sampling design of the first national indoor radon survey in serbia***

International Workshop on the European Atlas of Natural Radiation, Verbania, Italy, 9-13 November 2015.

4. **Vladimir Udovičić**, Predrag Kolarž, Andreja Stojić

***Radon as a source of indoor air pollution***

Green Building Expo – International Exhibition and Conference, Belgrade, Serbia, 2-4 November 2016.

5. **Vladimir Udovičić**, Dimitrije Maletić, Maja Eremić Savković, Sofija Forkapić

***From motivation through the national radon survey to European Indoor Radon Map***

2<sup>nd</sup> International Workshop on the European Atlas of Natural Radiation IWEANR 2017, Verbania, Italy, 6-9 November 2017.

6. **Vladimir Udovičić**,

***Nacionalni program za radon, regulativa i strategija***

XXVII SIMPOZIJUM DRUŠTVA ZA ZAŠTITU OD ZRAČENJA SRBIJE I CRNE  
GORE, Vrnjačka Banja, Srbija, 2. - 4. Oktobar 2013, Zbornik radova 134-138.

*\*(прилози у посебном документу)*

#### 4. ЕЛЕМЕНТИ ЗА КВАНТИТАТИВНУ ОЦЕНУ НАУЧНОГ ДОПРИНОСА КАНДИДАТА

Остварени резултати у периоду након одлуке Научног већа о предлогу за стицање претходног научног звања :

Категорија	М Бодова по раду	Број радова	Укупно М бодова	Нормиран број М бодова
M21a	10	1	10	7,143
M21	8	7	56	53,332
M22	5	7	35	28,609
M23	3	7	21	15,952
M31	3,5	2	7	5,688
M32	1,5	3	4,5	3,938
M33	1	19	19	16,523
M34	0,5	26	13	10,939
M61	1,5	1	1,5	1,5
M63	1	38	38	34,185
	Укупно	111	205	177,809

Поређење са минималним квантитативним условима за избор у звање научно звање :

Минимални број М бодова	Непходно	Остварено, број М бодова без нормирања	Остварено, нормирани број М бодова
Укупно	70	205	177,81
M10+M20+M31+M32+M33+M41+M42+M90	50	165,5	142,12
M11+M12+M21+M22+M23	35	122	105,04



## 5. ЗАКЉУЧАК

Анализом научне активности кандидата, Комисија је закључила да научни рад др Владимира Удовичића представља оригинални допринос у пољима истраживања којима се он бави: нуклеарна фузија индукована импулсним електричним пражњењима, радијациона физика, нискофонска гама спектроскопија, и физика космичког зрачења. Његови радови су објављени у водећим међународним научним часописима и имају значајан одјек у научној јавности што се види према њиховој цитираности. У свом досадашњем научноистраживачком раду, остварио је значајну међународну сарадњу, пре свега са Међународном агенцијом за атомску енергију. Поред тога, у досадашњој научној каријери, др Владимир Удовичић је дао значајан допринос и у организацији научноистраживачког рада, што доказује његов ангажман у више руководећих тела у државним институцијама, струковним домаћим и међународним друштвима.

На основу података приказаних у овом Извештају, закључујемо да кандидат задовољава све квантитативне и квалитативне услове за избор у звање научни саветник, који су прописани Правилником о стицању истраживачких и научних звања Министарства просвете, науке и технолошког развоја Републике Србије. Имајући у виду представљене резултате, као и вредност и оригиналност научних радова др Владимира Удовичића, сматрамо да је достигао високу истраживачку зрелост и научну компетентност. Стога нам је изузетно задовољство да предложимо Научном већу Института за физику у Београду да донесе одлуку о прихватању предлога за избор др Владимира Удовичића у звање научни саветник.


У Београду, 05.09.2022. године



др Александар Белић, научни саветник, Институт за физику у Београду



др Владимир Срећковић, научни саветник, Институт за физику у Београду



проф. др Миодраг Крмар, редовни професор Природно математичког факултета  
Универзитета у Новом Саду