

# Научном већу Института за физику у Београду

Извештај комисије за избор др Зорана Д. Грујића у звање виши научни сарадник

На седници Научног већа Института за физику у Београду одржаној 24. 09. 2019. године именовани смо у комисију за избор др Зорана Д. Грујића у звање виши научни сарадник.

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 подаци

Зоран Драгана Грујић је рођен 19.01.1976. у породици просветних радника. У Поћути (општина Ваљево) је завршио основну школу, а затим у Ваљеву средњу Техничку школу смер електротехничар електронике. Током школовања је остварио запажене резултате на такмичењима из физике.

Дипломирао је 2002. на смеру теоријска и експериментална физика Физичког факултета у Београду. Дипломски рад под насловом „Примена диодних ласера са спољашњом шупљином на спектроскопију паре рубидијума“ је урадио на Институту за физику у Лабораторији за оптоелектронику и ласере (данас Центар за фотонику) под менторством академика проф. др Николе Коњевића, др Бранислава Јеленковића и др Дејана Пантелића. Дана 13.09.2011 је одбранио докторат на Физичком факултету у Београду под насловом „Тамне Раманове резонанце услед Ремзијеве интерференције у пари рубидијума“ под менторством др Бранислава Јеленковића. Докторски рад који укључује теоријски и експериментални део је урађен у Центру за фотонику Института за физику у Земуну.

Након одслуженог војног рока, Зоран Д. Грујић се у јануару 2003 запошљава на Институту за Физику у Лабораторији за физику плазме и ласере као истраживач приправник. Две године касније прелази у Лабораторију за оптоелектронику која прераста у Центар за фотонику.

У периоду од 2011-2018 Грујић је прешао на Универзитет у Фрибургу, Швајцарска у групу проф. Antoine Weis-а (FRAP – FRibourg Atomic Physics), где је радио као Research Assistant (постдок), а последње године боравка (2018) је био унапређен у звање Lecturer - Research Assistant (Senior Assistant, Oberassistent, Maître\_Assistant зависно од превода). За то време је савладао технике и методе прецизне магнетометрије.

У Швајцарској се Грујић одмах укључује у рад међународне nEDM (neutron Electrical Dipole Moment) колаборације чији је циљ мерење електричног диполног момента неутрона. У оквиру колаборације, основни задатак FRAP групе био је пројектовање,

изградња и одржавање низа оптичких магнетометара на експерименту који је лоциран у Пол Шерер институту (PSI - Paul Scherrer Institute) – највећем националном Швајцарском институту за природне и инжењерске науке.

Затим се прикључује и међународној GNOME (Global Network of Optical Magnetometers for Exotic physics searches) колаборацији чији је циљ потрага за интеракцијама атома и још неоткривених елементарних честица као што је аксион. Зоран Грујић је од априла 2016. године па до краја свог ангажмана у Швајцарској (јул 2018) био званични представник FRAP групе у Научном комитету GNOME колаборације. То значи да је координисао активности локалног тима од четири човека и учествовао у одлучивању у највишем телу колаборације.

Током свог боравка у Фрајбургу Грујић је држао напредне експерименталне вежбе студентима друге и треће године. У оквиру тог ангажовања, заједно са проф. Weis-ом, је направио и пустио у рад студентску вежбу „Ласерски жироскоп“.

Био је ко-ментор две мастер тезе и ко-ментор две докторске тезе које су одбрањене на Департману за физику Универзитета у Фрајбургу, Швајцарска.

Од септембра 2018, а након одласка проф. Antoine Weis-а у пензију Грујић се враћа на Институт за Физику доносећи са собом донацију у опреми вредности око 130 000 CHF.

Аутор је преко 30 рецензираних радова објављених у врхунским међународним часописима или зборницима међународних конференција. Поред српског, који му је матерњи језик, течно говори енглески и нешто слабије француски језик.

## 2.0 Прескакање звања повратника из иностранства

У периоду од априла 2011 до јула 2018 др Зоран Грујић је био на пост докторским студијама на Департману за физику Универзитета у Фрибуру, Швајцарска. Након тога се враћа на Институт за физику. У складу са чланом 33 Правилника о поступку, начину вредновања и квантитативном исказивању научноистраживачких резултата истраживача („Сл. Гласник РС“, бр. 24/2016, 21/2017 и 38/2017) Грујић мора да испуни двоструке минималне квантитативне резултате за избор у звање виши научни сарадник и научни сарадник (у збиру) у периоду од последњих 10 година што износи 132 М бода.

## 2. Преглед научне активности

Научна активност Зорана Д. Грујића се може разврстати у неколико области: квантна оптика, атомска магнетометрија, примене магнетометрије у медицини и примене магнетометрије на фундаментална истраживања. Дobar део свих активности З. Д. Грујића се може подвести под квантну оптику, којом почиње да се бави уз ментора проф. др Бранислава Јеленковића. Свој први значајан рад објављује током израде докторске тезе (20 цитата):

1/6: ZD Grujić, M Mijailović, D Arsenović, A Kovačević, M Nikolić, BM Jelenković  
*Dark Raman resonances due to Ramsey interference in vacuum vapor cells*  
**M21a** (2009), IF=2.921, Physical Review A 78 (6), 063816 2008

Та његова оригинална идеја, како на једноставан начин омогућити просторно одвојене Рамам-Ремзијеве побуде, која је са успехом реализована експериментално и потврђена теоријски, где се оптичко пумпање паре атома врши у прстену, а стање атома проверава у његовом центру, се цитира и након више од деценије од штампања дајући инспирацију научницима широм света. Као последица те идеје и употребом теоријских метода које је развио З. Грујић у сарадњи са др Душаном Арсеновићем, а даље продубио са др М. Радоњићем објављен је низ радова:

2/5: MM Mijailović, ZD Grujić, M Radonjić, D Arsenović, BM Jelenković  
*Nonlinear magneto-optical rotation narrowing in vacuum gas cells due to interference between atomic dark states of two spatially separated laser beams*  
**M21a** (2009), IF=2.921, Phys. Rev. A 80, 053819 (2009)

5/6: SM Ćuk, M Radonjić, AJ Krmpot, SN Nikolić, ZD Grujić, BM Jelenković  
*Influence of laser beam profile on electromagnetically induced absorption*  
**M21a** (2010), IF=2.921, Phys. Rev. A 82, 063802 (2010)

5/6: AJ Krmpot, M Radonjić, SM Ćuk, SN Nikolić, ZD Grujić, BM Jelenković  
*Evolution of dark state of an open atomic system in constant intensity laser field*  
**M21a** (2011), IF=2.895, Phys. Rev. A 84, 043844 (2011)

1/5: ZD Grujić, MM Lekić, M Radonjić, D Arsenović, BM Jelenković  
*Ramsey effects in coherent resonances at closed transition  $F_g=2 \rightarrow F_e=3$  of  $87Rb$*   
**M21** (2012), IF=2.24, Journal of Physics B: Atomic, Molecular and Optical Physics, 2012, 45.24: 245502.

4/6: IS Radojičić, M Radonjić, MM Lekić, ZD Grujić, D Lukić, B Jelenković  
*Raman-Ramsey electromagnetically induced transparency in the configuration of counterpropagating pump and probe in vacuum Rb cell*  
**M22** (2015), IF=1.99, J. Opt. Soc. Am. B, 32 (3), (2015)

Године 2011, на позив проф. Antoine Weis-а, Грујић одлази у краћу посету Универзитету у Фрајбургу, Швајцарска, која прераста у седмогодишње постдокторске студије. Од проф. Weis-а учи како да на врло једноставан начин представи Блохове једначине и реши их аналитички користећи иредуцибилни развој сферичних мултиполних момената. Као резултат заједничког рада из штампе излази оригиналан, теоријско-експериментални рад где се аналитичким једначинама предвиђа облик и положај магнетних резонанци које настају као последица амплитудне-, фреквентне- или поларизационе-модулације светлости. У истом раду теоријско предвиђање је упоређено са експерименталним мерењима за амплитудно модулисани интензитет светла и показано је савршено поклапање (30 цитата):

1/2: ZD Grujić, A Weis

*Atomic magnetic resonance induced by amplitude-, frequency-, or polarization-modulated light*

**M21a** (2013), IF=3.042, Phys. Rev. A 88, 012508 (2013)

Како су у претходном раду потврђена само теоријска предвиђања за амплитудно модулисану светлост, било је логично да у сарадњи са др Е. Breschi (која је користила на свом експерименту електро-оптички модулатор) видимо колико су наша предвиђања тачна за поларизациону модулацију светла. Тај рад до сада има 7 цитата:

2/4: E Breschi, ZD Grujić, P Knowles, A Weis

*Magneto-optical spectroscopy with polarization-modulated light*

**M21a** (2013), IF=3.042, Phys. Rev. A 88, 022506 (2013)

Ови резултати су послужили за реализацију магнетометра код кога је мерење магнетног поља засновано на промени поларизације светлости, из десне циркуларне у леву циркуларну. Из претходних радова је било очигледно која фреквенција модулације и који њен хармоник ће бити коришћен за демодулацију lock-in појачавачем како би се добио што осетљивији магнетометар. Постигнута теоријска осетљивост је  $20 \text{ fT}/\sqrt{\text{Hz}}$  а експериментална  $300 \text{ fT}/\sqrt{\text{Hz}}$  (26 цитата):

2/4: E Breschi, ZD Grujić, P Knowles, A Weis

*A high-sensitivity push-pull magnetometer*

**M21** (2014), IF=2.21, Appl. Phys. Lett. 104, 023501 (2014)

Током 2012-те године Грујић и др М. Каспрзак, под руководством проф. Weis-а, су произвели низ од 16 цезијумских магнетометара високе осетљивости и инсталирали их на nEDM експерименту. Међутим, како је током детаљног тестирања и експлоатације тих магнетометара примећено да им тачност није добро дефинисана, због принципа њиховог рада у тзв.  $M_x$  конфигурацији, појављује се потреба за развојем нове тачније методе где је акценат на тачности уместо на осетљивости. До тада, примене атомске магнетометрије су биле углавном везане за детекцију малих варијација магнетног поља као што су на пример мождани таласи (магнетоенцефалографија) или откуцаји срца (магнетокардиографија), где апсолутна вредност магнетног поља није од великог значаја.

Конкретно, за потребе nEDM експеримента је неопходно што тачније одредити градијент магнетног поља у експерименталној запремини. Била је то инспирација Грујић у сарадњи са др Е. Breschi и проф. Weis-ом експериментално успешно покажу да се

екстракција фреквенције из „free-induction decay“ сигнала може искористити за врло прецизну калибрацију калемова (10 цитата):

2/3: E Breschi, Z D Grujić, A Weis

*In situ calibration of magnetic field coils using free-induction decay of atomic alignment*

**M21** (2014), IF=1.918, Appl. Phys. B (2014) 115: 85

Др Грујић је у исто време развио (на предлог проф. Weis-а) своју методу где се модулацијом интензитета светлости на Ларморовој фреквенцији прво оствари висока спин поларизација паре алкалног метала (цезијум) унутар ћелије са антирефлексионим слојем, а затим, након искључења модулације, светлошћу константног интензитета посматра слободна прецесија спина (free spin precession) из чије фреквенције се добија Ларморова фреквенција која преко жиромагнетног односа даје интензитет магнетног поља. Резултат ових истраживања је рад где су детаљно испитане и представљене карактеристике оваквог магнетометра, што је уједно била и мастер тема студента P. Koss-а чији је ко-ментор био З. Д. Грујић (19 цитата):

1/4: Zoran D. Grujić, Peter A. Koss, Georg Bison, Antoine Weis

*A sensitive and accurate atomic magnetometer based on free spin precession*

**M22** (2015), IF=1.398, Eur. Phys. J. D (2015) 69: 135

Паралелно са својим истраживањима Грујић помаже докторанту (Hans-Christian Koch), који је такође укључен на nEDM пројекат у изради своје тезе. Тема је магнетометар заснован на мерењу фреквенције прецесије језгра  $^3\text{He}$  (хелијум три) у магнетном пољу које се мери. Фреквенција прецесије језгра  $^3\text{He}$  се не може пратити оптички, те се за то користи (у овом случају) низ од 8 ласерски пумпаних цезијумских магнетометара. Мерења, у којима Грујић учествује, се врше у Маинцу (Johannes Gutenberg University Mainz) и Берлину (Physikalisch-Technische Bundesanstalt), на Пол Шерер институту (Paul Scherrer Institute, PSI, Switzerland) и наравно у Фрајбургу. Резултат је нови тип магнетометра, одбрањена теза, више објављених радова:

3/11: Hans-Christian Koch,..., Antoine Weis

*Design and performance of an absolute He-3/Cs magnetometer*

**M22** (2015), IF=1.398, Eur. Phys. J. D (2015) 69: 202

3/11: Hans-Christian Koch,..., Antoine Weis

*Investigation of the intrinsic sensitivity of a He-3/Cs magnetometer*

**M22** (2015), IF=1.398, Eur. Phys. J. D (2015) 69: 262

3/11: Hans-Christian Koch,..., Antoine Weis

*Study of He-3 Rabi nutations by optically-pumped cesium magnetometers*

**M22** (2017), IF=1.393, Eur. Phys. J. D (2017) 71: 262

Активним учешћем у nEDM колаборацији Зоран Грујић, (производњом магнетометара, њиховом инсталацијом, одржавањем инсталиране опреме, учешћем у мерењима на самом експерименту (како у дневним тако и у ноћним и викенд сменама), радом са хладним неутронима, учешћем на састанцима колаборације) је заслужио да буде потписан на већи број радова колаборације. Најважнији од њих је (130 цитата):

13/50: JM Pendlebury,..., G Zsigmond  
*Revised experimental upper limit on the electric dipole moment of the neutron*  
**M21** (2015), IF=4.864, Physical Review D, 2015, 92.9: 092003.

где је постављена нова, до сада најнижа граница за вредност електричног диполног момента неутрона. У зависности од тога колики је nEDM могуће је доћи до закључка зашто у свемиру има тако мало антимаерије (асиметрија бариона). Значај овог експеримента је пре свега у томе што је заслужан за одбацивање великог броја теорија чији је циљ откривање нове физике ван стандардног модела.

На позив проф. Budker-а део групе проф. Weis-а, укључујући Грујића, се придружује GNOME (Global Network of Optical Magnetometers for Exotic physics searches) колаборацији. Циљ мреже је детекција до сада неоткривеног спрезања спина атома и поља хипотетичне честице аксиона. Грујић је био представник своје групе у телима колаборације од априла 2016. године па до краја свог боравка у Швајцарској (јул 2018). Заједно са др Т. Scholtes изградио је и пустио у рад детекциону станицу у Фрајбургу и учествовао у изради алата и метода за анализу експерименталних података. Опис појединачних станица и начин прикупљања података је описан у часопису Physics of the Dark Universe:

5/24: S. Afach,..., and D. Wurm  
*Characterization of the Global Network of Optical Magnetometers to search for Exotic Physics (GNOME)*  
**M21** (2018), IF=6.707, Physics of the Dark Universe 22, 162-180 (2018)

Са доласком студента Сцимоне Colombo у групу проф. Weis-а, Грујић се укључује на пројекат истраживања потенцијалне примене супер парамагнетних наночестица оксида гвожђа (SPIONs - Superparamagnetic iron oxide nanoparticles) у медицини. Мерене су особине SPIONs-а, као што је дистрибуција величине, време релаксације магнетизације и испитиване могућности изградње скенера где би се као сензор користио цезијумски магнетометар. Пар најважнијих радова:

4/6: A Weis, S Colombo, V Dolgovskiy, **ZD Grujić**, V Lebedev, J Zhang  
*Characterizing and imaging magnetic nanoparticles by optical magnetometry*  
**M33** (2017), Journal of Physics: Conference Series, 793 (1), 012032 (2017)

3/5: S Colombo, V Lebedev, **Zoran Dragan Grujic**, V Dolgovskiy, Antoine Weis  
*MPS and ACS with an atomic magnetometer*  
**M33** (2016), International Journal on Magnetic Particle Imaging, 2 (1), 1606002, (2016)

4/6: S Colombo, V Nikolaevich Lebedev, Alexey Tonyushkin, **Zoran Dragan Grujic**, V Dolgovskiy, Antoine Weis  
*Towards a mechanical MPI scanner based on atomic magnetometry*  
**M33** (2017), International Journal on Magnetic Particle Imaging, 3 (1), 1703006, (2016)

3/5: S Colombo, V Lebedev, **Zoran Dragan Grujic**, V Dolgovskiy, Antoine Weis  
*M(H) dependence and size distribution of SPIONs measured by atomic magnetometry*  
**M33** (2016), International Journal on Magnetic Particle Imaging, 2 (1), 1604001, (2016)

Као круна више деценијског рада проф. А. Weis-а, објављено је поглавље у књизи „High Sensitivity Magnetometers“ издавача Springer International Publishing (ИСБН број 978-3-319-34070-8, DOI 10.1007/978-3-319-34070-8\_13)

3/3: Antoine Weis, Georg Bison, **Zoran D Grujić**

*Magnetic Resonance Based Atomic Magnetometers*

M13 (2017), In: High Sensitivity Magnetometers. Springer, Cham, 2017. p. 361-424.

где је сам позив, да буде коаутор, за др Грујића била посебна част. У поглављу је сажето вишедеценијско искуство проф. Weis-а на пољу атомских магнетометара, где је Грујић имао одређени допринос.

Учешће на пројектима Министарства:

- ФП6 пројект „Reinforcing research center for quantum and optical metrology“.
- ОИ171038 под називом „Холографске методе генерисања специфичних таласних фронта за ефикасну контролу квантних кохерентних ефеката у интеракцији атома и ласера“
- ИИИ45016 под називом „Генерисање и карактеризација нано-фотонских функционалних структура у биомедицини и информатици“.

Тренутно води двогодишњи (2019-2021) пројекат билатералне сарадње са Немачком под насловом „Стискање стања светлости атомима калијума“, решење у прилогу.

## 3. Елементе за квалитативну оцену научног доприноса

### 3.1 Квалитет научних резултата

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

Научни допринос Зорана Грујића је најлакше видети претрагом на Web of Science по ORCID броју **0000-0003-0802-5782**. За оцену кандидата треба приметити **46** публикација са **ISI листе**, **Хиршов индекс 11** и укупан број **хетероцитата 311**. На основу импакт фактора часописа по годинама укупан **импакт фактор** је **99.13**, а збир **SNIP-а** је **37.51**. Квалитет публикација се може оценити и чињеницом да су готово сви радови Грујића објављени у најугледнијим часописима са високим импакт факторима који спадају у категорије M21a, M21 и M22.

Ових пет изабраних радова представљају најважније области научне активности др Грујића у последњих неколико година:

- [1] 1/2: **ZD Grujić**, A Weis  
*Atomic magnetic resonance induced by amplitude-, frequency-, or polarization-modulated light*  
**M21a** (2013), IF=3.042, Phys. Rev. A **88**, 012508 (2013)
- [2] 1/4: **ZD. Grujić**, PA Koss, G Bison, A Weis  
*A sensitive and accurate atomic magnetometer based on free spin precession*  
**M22** (2015), IF=1.398, Eur. Phys. J. D (2015) **69**: 135
- [3] 3/3: A Weis, G Bison, **ZD Grujić**  
*Magnetic Resonance Based Atomic Magnetometers*  
**M13** (2017), In: High Sensitivity Magnetometers. Springer, Cham, 2017. p. 361-424.
- [4] 5/24: S Afach,..., and D Wurm  
*Characterization of the Global Network of Optical Magnetometers to search for Exotic Physics (GNOME)*  
**M21** (2018), IF=6.707, Physics of the Dark Universe **22**, 162-180 (2018)
- [5] 13/50: JM Pendlebury,..., G Zsigmond  
*Revised experimental upper limit on the electric dipole moment of the neutron*  
**M21** (2015), IF=4.864, Physical Review D, 2015, **92**.9: 092003.

Допринос Грујића овим публикацијама је већ поменут у поглављу 5, но овде ћемо то поновити другим речима. У раду [1] проф. Weis и З. Д. Грујић развијају теоријски модел уз помоћ кога налазе аналитичка решења за облик, амплитуде и положај магнетних резонанци које настају услед оптичког пумпања атома амплитудно-, фреквентно- или поларизацијски модулисаном резонантном светлосћу. У истом раду су теоријска предвиђања потврђена експерименталним резултатима за модулацију интензитета (амплитуде) светлости. Оно што је научено у [1] је затим примењено у [2] и због значаја резултата поново представљено у [3].

Развој специфичног магнетометра који је тачан бар колико је осетљив (рад [2]) је од велике важности за експеримент у коме треба са што мањом грешком измерити постојање електричног диполног момента неутрона или одредити његову горњу границу [5]. На основу идеје проф. Weis-а, Грујић је развио експерименталну поставку за реализацију новог типа магнетометра, а затим за рад на експерименту обучио мастер студента Р. Koss-а.

Публикација [3] по правилнику Министарства спада у монографије. Проф. Weis је пред крај каријере одлучио да се одазове на позив едитора књиге „High Sensitivity



Magnetometers“, у издању реномираног издавача „Springer International Publishing“, и у једном поглављу књиге, представи своје теоријско експериментална достигнућа. Треба напоменути да су аутори осталих поглавља водећа имена научника широм света који се баве магнетометријом и њеном применом. На основу доприноса области и оствареним резултатима проф. Weis бира, међу својим многобројним бившим и тренутним сарадницима, да му се у писању монографије придруже само др G. Bison и др З. Д. Грујић.

У раду [4] је представљена глобална мрежа магнетометара где упоредном анализом сигнала треба да се дискриминишу локални земаљски сигнали од ванземаљских. Претпоставка је да се на тај начин могу детектовати структуре састављене од хипотетичне честице аксион када планета Земља пролази кроз њих. Ту спадају доменски зидови, аксионске звезде, аксион бусенови (clumps) итд. Група проф. Weis-а је за ту намену направила тзв. GNOME станицу и на тај начин се придружила подухвату. Писање [4] је заједничко дело целе GNOME колаборације где је Грујић дао генерални допринос као представник групе из Фрајбурга и додатно као стручњак за обраду и анализу сигнала.

Горњи лимит електричног диполног момента неутрона (nEDM) представља крај развоја многих теорија које траже нову физику иза стандардног модела честица, а осетљиве су на ову вредност. С` тога је nEDM важан репер за сваког теоријског физичара честица. Тренутно најосетљивији експеримент овог типа се налази у Швајцарској на „Paul Scherrer“ институту и изграђен је од стране nEDM колаборације чији је Грујић дугогодишњи члан. Рад [5] је резултат деценијског рада многобројних институција широм света које из године у годину побољшавају особине тог великог и компликованог експеримента. Грујић је учествовао у прављењу, монтажи и одржавању низа магнетометара који су постали саставни део експеримента. Учествовао је у пословима одржавања и тестирања других делова експеримента као и у процесу сакупљања података.

### *3.1.2 Позитивна цитираност научних радова кандидата*

Према подацима са Web of Science на дан 08.07.2019. године, радови кандидата су цитирани укупно 311 пута (не укључујући самоцитате), уз h-index једнак 11 (видети прилог о цитираности). Посебно треба истаћи да је велики број цитата забележен у радовима који су објављени у часописима са високим импакт фактором (у прилогу су као илустрација приказани сви цитати за рад Phys. Rev. A **88**, 012508 (2013) где су од 28 цитата 4 аутоцитати (обележено црвеном оловком), односно рад има 24 хетероцитата.

### *3.1.3 Параметри квалитета часописа*

Као битан елемент за процену квалитета научних радова служи и импакт-фактор часописа у којима су радови објављени. Највећи број радова чији је коаутор З. Д. Грујић припадају категоријама M21a, M21 и M22:

- 1 рад у Physical Review X (ИФ 14.385)
- 8 радова у Physical Review A (ИФ 2.921 два рада, ИФ 3.042 два рада, ИФ 2.925 један рад, ИФ 2.895 један рад)
- 6 радова у European Physical Journal D (ИФ 1.393 два рада, ИФ 1.398 четири рада)
- 3 рада у Applied Physics B: Lasers and Optics (ИФ 1.881, ИФ 2.24 и ИФ 1.918)

- 2 рада у Physical Review D (ИФ 4.864)
- 2 рада у Physics Letters B (ИФ 6.131)
- 2 рада у Journal of the Optical Society of America B (ИФ 1.99 и 2.21)
- 1 рад у Physical Review Letters (ИФ 7.728)
- 1 рад у Physics of the Dark Universe (ИФ 6.707)
- 1 рад у Optics Express (ИФ 3.533)
- 1 рад у European Physical Journal A (ИФ 2.736)
- 1 рад у Journal of Applied Physics (ИФ 1.317)
- 1 рад у Nuclear Instruments and Methods in Physics Research Section A: Accelerators, Spectrometers, Detectors and Associated Equipment (ИФ 1.362)
- 1 рад у Review of Scientific Instruments (ИФ 1.616)

Др Грујић је током научне каријере објавио око 46 радова у међународним часописима са ISI листе, од чега у последњих 10 година 10 категорије M21a, 9 категорије M21 и 10 категорије M22. Укупан импакт фактор радова је 99.13, а укупни SNIP је 37.51.

Додатни библиометријски показатељи према Упутству о начину писања извештаја о изборима у звања које је усвојио Матични научни одбор за физику приказани су у следећој табели:

	<b>ИФ</b>	<b>М</b>	<b>СНИП</b>
<b>Укупно</b>	99.13	254.50	37.51
<b>Усредњено по чланку</b>	3.30	3.86	1.39
<b>Усредњено по аутору</b>	9.92	38.58	4.08

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

Још током израде свог доктората Грујић је почео да се осим експериментом бави и теоријом. Иако је он претежно експериментални физичар, у многим радовима се провлачи и његов допринос као неког ко аналитички или нумерички добијена теоријска предвиђања успешно пореди са својим експерименталним резултатима. А затим се његове методе успешно примењују како унутар „куће“ тако и у литератури (цитати) што се види из горе наведених примера Physical Review A 78 (6), 063816 2008 и Phys. Rev. A 88, 012508 (2013).

Како је добар део каријере провео у иностранству (Швајцарска), Грујић је успоставио сарадњу са великим бројем институција и истраживача у и ван Швајцарске у оквиру nEDM и GNOME колаборација што се види из заједничких радова.

### *3.2 Ангажованост у развоју услова за научни рад, образовању и формирању научних кадрова*

Под ко-менторством Грујића су одбрањене две мастер и две докторске тезе на Департману за физику Универзитета у Фрајбургу, Швајцарска. По правилима Швајцарских универзитета само професор може бити ментор студенту, а у пракси се свакодневни рад одвија у тиму где студент стасава уз помоћ старијих и искуснијих колега. Сарадња др Грујића са студентима Н-С Koch-ом и S. Colombo-м је описана у

секцији „Научна активност“, а ко-менторство се потврђује изјавом проф. Weis-a у прилогу.

Осим тога, Зоран Грујић је радио као асистент на напредним експерименталним вежбама за студенте основних студија. То су (1) Комптонов ефекат, (2) Оптички индукована магнетна резонанца, (3) Ласерски жироскоп и (4) Нуклеарна магнетна резонанца. Од тога су (3) и (4) уведене као нове вежбе од стране проф. Weis-a и др Грујића.

Био је члан комисије за прегледање задатака републичких такмичења из физике у организацији Друштва физичара Србије:

- 2006 за средње школе
- 2007 за средње и основну школу и
- 2009 средње школе.

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

У складу са Правилником о вредновању научно истраживачког рада узета је пуна вредност М бодова за све радове до 7 аутора, а за радове са више од 7 аутора по формули  $K/(1+0.2(n-7))$ , где је К пун број М поена према категорији часописа, а n број коаутора ( $n > 7$ ). Ово правило се користи јер сви радови З. Д. Грујића спадају у природно-математичке и експерименталне. Укупан број М бодова је 254.5, а након нормирања 160.3.

### *3.4 Руковођење пројектима, потпројектима и пројектним задацима*

Грујић је координисао тим од четири човека, у Фрајбургу, који је радио у оквиру GNOME колаборације и био представник своје групе у телима колаборације од априла 2016. године па до краја свог ангажмана у Швајцарској (јул 2018). По изјави проф. Weisa (видети прилог) то је еквивалентно вођењу потпројекта са буџетом за четири истраживача у периоду од две године.

Тренутно води двогодишњи (2019-2021) пројекат билатералне сарадње са Немачком под насловом „Стискање стања светлости атомима калијума“.

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

Грујић је члан ДФС-а (Друштва физичара Србије), ОДС-а (Оптичког друштва Србије) и био је члан SPS-а (Swiss Physical Society).

Краће време је уређивао веб сајт ДФС-а и веб сајт фондације „Марко Јарић“.

Учествовао је у организацији више конференција у земљи и иностранству као што су Photonica (Београд), OPM workshop 2017 (Фрајбург) и био председник организационог комитета 12-те Радионице фотонике на Копаонику, март 10 – 14, 2019 која је имала око 50 учесника.

Писао је рецензије радова за неколико научних часописа као што су Physical Review A, IEEE Sensors Journal, итд. захвалнице у прилогу.

### 3.6 Утицајност научних резултата

Утицај научних резултата кандидата се огледа у броју цитата који су наведени на почетку овог поглавља као и у прилогу о цитираности. Значај резултата кандидата је такође описан под тачком 1.

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

Чланство др Грујића у две међународне колаборације (nEDM и GNOME) од којих свака окупља широку интернационалну коалицију елитних истраживачких група, и велики број објављених радова са коауторима ван Института за физику и ван Департмана за физику у Фрајбургу је довољан доказ доприноса З. Грујића реализацији научних истраживања ван своје „куће“. Конкретно у случају nEDM се може говорити о изградњи компоненти експеримента, његовом одржавању и сакупљању података. Са друге стране, за GNOME колаборацију др Т. Scholtes и др Грујић су изградили тзв. GNOME станицу, Грујић је координирао активности групе у Фрајбургу са остатком колаборације и допринео у развоју метода за обраду сигнала.

Тakoђе, и за време боравка у иностранству Грујић је остао у контакту са својим колегама на Института за физику што је као резултат дало радове: J. Opt. Soc. Am. B, 32 (3),(2015), Journal of Physics B: Atomic, Molecular and Optical Physics, 2012, 45.24: 245502, као и неколико конференцијских абстраката.

### 3.8 Уводна предавања на конференцијама и друга предавања

Др Грујић је одржао следећа уводна предавања на конференцијама:

1/9: Z.D. Grujic, ..., A. Weis  
*Improving the accuracy of cesium magnetometers*  
**M32** (2017), Photonica 2017

1/2: Zoran Grujić, Antoine Weis  
*Precizna magnetometrija, novi rezultati grupe za atomsku fiziku Departmana za fiziku u Friburgu*  
**M62** (2014), Radionica fotonike, Kopaonik 2014

1/7: Z.D. Grujic, V. Lebedev, S. Colombo, V. Dolgovskiy, A. Tonyushkin, T. Scholtes, A. Weis  
*Characterizing and imaging superparamagnetic nanoparticles by optical magnetometry*  
**M62** (2017), Radionica fotonike, Kopaonik 2017

Позивна писма у прилогу.

## 4 Елементе за квантитативну оцену научног доприноса

Зоран Грујић је током своје каријере објавио око 46 различитих публикација које су на ISI листи. Од тога, у последњих 10 година (од јула 2009.) укључујући остале публикације ван ISI листе, а разврстано по категоријама прописаним у Правилнику са исказаним сумарним бројем М бодова:

**Табела М категорије.** Преглед научног доприноса по категоријама од јула 2009.

Категорија	Број радова	Поена по раду	Укупно М бодова	Нормирани број М бодова
M21a	10	10	100	56.05
M21	9	8	72	37.88
M22	10	5	50	34.52
M34	26	0.5	13	12.77
M13	1	7	7	7
M33	5	1	5	5
M62	3	1	3	3
M23	1	3	3	3
M32	1	1.5	1.5	1.07

Из приложене табеле се види да је највећи број М бодова остварен у највишим категоријама, односно у најквалитетнијим часописима.

**Табела Мин. услови.** Минимални и остварени квантитативни услови од јула 2009.

Минималан број М бодова	Научни сарадник (НС)	Виши научни сарадник (ВНС)	Потребно 2(НС+ВНС)	Остварени нормирани резултати
Укупно	16	50	132	160.29
M10+M20+M31+M32+M33+M41+M42+M90	10	40	100	144.52
M11+M12+M21+M22+M23	6	30	72	131.45

**Табела Преглед.** Преглед научног доприноса кандидата од јула 2009.

Ненормираних М бодова	Нормираних бодова	Укупан импакт фактор	Укупан SNIP
254.5	160.29	99.13	37.51

## Закључак


Комисија констатује да је др Зоран Д. Грујић показао изузетну вредност и оригиналност високо цитираних научних радова, дубоку повезаност са међународним организацијама кроз међународне колаборације и билатералне пројекте, допринос педагошком раду кроз менторство студентима докторских студија и руковођење пројектима, те се закључује да је кандидат достигао изванредну истраживачку зрелост и научну компетентност. На основу података из извештаја види се да он задовољава све квантитативне и квалитативне услове за избор у звање виши научни сарадник који су прописани Правилником о поступку, начину вредновања и квантитативном исказивању научноистраживачких резултата истраживача Министарства просвете, науке и технолошког развоја Републике Србије.


**Због тога нам је изузетно задовољство да предложимо Научном већу Института за физику у Београду да донесе одлуку о прихватању предлога за избор др Зорана Д. Грујића у звање виши научни сарадник.**

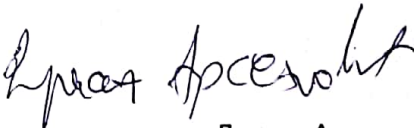
У Београду 01.11.2019. године

Чланови комисије:

  
проф. др Бранислав Јеленковић  
научни саветник  
Институт за физику у Београду

  
проф. др Пеђа Михаиловић  
ванредни професор  
Електротехнички факултет, Универзитет у Београду

  
проф. др Дејан Пантелић  
научни саветник  
Институт за физику у Београду

  
др Душан Арсеновић  
научни саветник  
Институт за физику у Београду