

## IZBORNOM VEĆU ELEKTROTEHNIČKOG FAKULTETA U BEOGRADU

Odlukom Nastavno-naučnog veća br. 107/2 od 26.02.2018. god, donetoj na 823. sednici 13.02.2018. godine, imenovani smo za članove Komisije za ocenu ispunjenosti uslova za izbor dr Ljubinka Kevca u zvanje naučni saradnik. Proučili smo dostavljeni materijal i čast nam je da Izbornom veću podnesemo sledeći

### IZVJEŠTAJ

#### I. BIOGRAFSKI PODACI O KANDIDATU

Ljubinko Kevac rođen je 26. 05. 1987. godine u Ključu, Republika Bosna i Hercegovina. Osnovnu školu i Srednju tehničku školu je završio u Bijeljini, Republika Bosna i Hercegovina. Osnovne studije na Elektrotehničkom fakultetu, Univerziteta u Beogradu, upisao je 2006. godine. Stručnu praksu, trajanja tri meseca u okviru osnovnih studija, odradio je leta 2010. u Institutu za Tehnologije u Manipalu, Republika Indija. Diplomirao je 2010. godine na Odseku za signale i sisteme. Tema diplomskog rada bila je: Modeliranje i simulacija MEMS senzora pritiska, a mentor prof. dr Srbijanka Turajlić. Master studije upisao je 2010. godine na Elektrotehničkom fakultetu, Univerziteta u Beogradu i nakon godinu dana ih uspešno završio, izradom master rada pod nazivom: Analiza metoda za vođenje mobilnih vozila i izbegavanje prepreka, gde mu je mentor bio prof. dr Željko Đurović.

Po završetku master studija počinje sa volontiranjem u Institutu Mihajlo Pupin u Beogradu u Centru za robotiku. Početkom 2012. godine upisuje doktorske studije na Elektrotehničkom fakultetu, Univerziteta u Beogradu. Tema doktorske teze je sastavni deo potprojekta pod nazivom "Razvoj servisnog kablovsko-vazdušnog robotskog sistema za daljinski nadzor scenskih i zaštićenih prostora" u okviru aktuelnog projekta tehnološkog razvoja TP-35003, finansiranog od strane Ministarstva prosvete, nauke i tehnološkog razvoja Republike Srbije. Dr Ljubinko Kevac je angažovan na projektu Ministarstva prosvete, nauke i tehnološkog razvoja OI-174001, "Dinamika hibridnih sistema složenih struktura" čiji je rukovodilac Prof. dr Katica R. (Stevanović) Hedrih, a projekat je koordiniran u Matematičkom institutu SANU, zvanično od 01. aprila 2012, a sa istim datumom je, i po toj osnovi je zvanično odgovorna dr Mirjana Filipović za njegovo pedagoško i naučno-istraživačko vođenje i usavršavanje. Dr Ljubinko Kevac, tokom izrade doktorske teze, bio je zaposlen u Inovacionom centru Elektrotehničkog fakulteta u Beogradu, a od 05.03.2018. radi u Continental Automotive doo, Novi Sad, Srbija.

Oblast naučnog istraživanja kandidata obuhvata analizu, sintezu i matematičko modelovanje kablovski vođenih robotskih sistema (eng. Cable – suspended Parallel Robots – CPR systems). Autor je objavio 46 radova u naučnim časopisima i na naučnim skupovima u oblastima robotike i upravljanja.

Recenzent je za međunarodne časopise Robotica i Transaction on Mechatronics i bio je recenzent nekoliko radova na međunarodnoj konferenciji RAAD 2016.

Kandidat je 27.10.2017. na Elektrotehničkom fakultetu Univerziteta u Beogradu odbranio doktorsku disertaciju pod nazivom Modelovanje i upravljanje kablovski vođenim robotskim sistemima, pred komisijom u sastavu:

1. dr Aleksandar Rakić (mentor), vanr. prof., Univerzitet u Beogradu – Elektrotehnički fakultet,
2. dr Željko Đurović, red. prof., Univerzitet u Beogradu – Elektrotehnički fakultet,
3. dr Mirjana Filipović, viši naučni saradnik, Univerzitet u Beogradu - Institut Mihajlo Pupin.

## II. NAUČNO-ISTRAŽIVAČKI REZULTATI

### II.1. Kvantitativni pregled ostvarenih rezultata u oblasti tehničko-tehnoloških nauka

Od značaja za izbor u zvanje naučni saradnik i prema važećoj kategorizaciji Ministarstva prosvete, nauke i tehnološkog razvoja Republike Srbije, dr Ljubinko Kevac je u proteklom izbornom periodu ostvario rezultate sumarno predstavljene i bodovane po vrstama rezultata:

Vrsta rezultata	Broj (radova)	Vrednost (bodova)	Ukupno (bodova)
M14	2	4	8
<b>Kategorija M10</b>	<b>2</b>		<b>8</b>
M21	2	8	16
M22	1	5	5
M23	2	3	6
M24	1	3	3
<b>Kategorija M20</b>	<b>6</b>		<b>30</b>
M33	24	1	24
M33	2	0,83	1,66
<b>Kategorija M30</b>	<b>26</b>		<b>25,66</b>
M51	1	2	2
M52	1	1,5	1,5
M53	1	1	1
<b>Kategorija M50</b>	<b>3</b>		<b>4,5</b>
M63	5	0,5	2,5
<b>Kategorija M60</b>	<b>5</b>		<b>2,5</b>
M70	1	6	6
<b>Kategorija M70</b>	<b>1</b>		<b>6</b>
M85	2	2	4
<b>Kategorija M80</b>	<b>2</b>		<b>4</b>
M94	1	7	7
<b>Kategorija M90</b>			<b>7</b>
<b>Ukupno</b>	<b>46</b>		<b>87,66</b>

### II.2. Spisak radova relevantnih za kvantifikaciju rezultata prema Pravilniku o vrednovanju naučno-istraživačkih rezultata

#### M10 - Monografije, monografske studije, tematski zbornici, leksikografske i kartografske publikacije međunarodnog značaja

1. Mirjana Filipovic, **Ljubinko Kevac**, Ana Djuric, "The Variable Position of the Load's Centre of Mass Relative to the Load's Hanging Point of the CPR System," chapter in: Advances in Robot Design and Intelligent Control, Springer, Vol. 540, pp. 179-187, doi: 10.1007/978-3-319-49058-8\_20, ISBN: 978-3-319-49057-1, 2017.....**M14=4**
2. **Ljubinko Kevac**, Mirjana Filipović, "Precise trajectory tracking of robotic mechanism," chapter in Scientific Review (Series: Scientific and Engineering, Nonlinear Dynamics S2 (2013), dedicated to Milutin Milanković, Editor-in-Chief: Slobodan Perović, Guest Editors Katica (Stevanović) Hedrih and Žarko Mijajlović), Serbian Scientific Society, pp. 419-428, 2013, UDK 001, ISSN 0350-2910, COBISS.SR-ID 193221132.....**M14=4**

#### M20 - Radovi objavljeni u naučnim časopisima od međunarodnog značaja

3. M. Filipović, A. Djurić, **Lj. Kevac**, "The significance of adopted Lagrange principle of virtual work used for modeling aerial robots", *Applied Mathematical Modelling*, vol. 39, no. 7, pp. 1804-1822, Apr. 2015. (doi: 10.1016/j.apm.2014.09.019, ISSN 0307-904X, IF=2.291).....M21=8
4. **Lj. Kevac**, M. Filipović, A. Rakić, "Dynamics of the process of the rope winding (unwinding) on the winch", *Applied Mathematical Modelling*, vol. 48, pp. 821-843, Aug. 2017. (doi: 10.1016/j.apm.2017.02.023, ISSN: 0307-904X, IF=2.350).....M21=8
5. **Lj. Kevac**, M. Filipović, A. Rakić, "The trajectory generation algorithm for the cable-suspended parallel robot—The CPR Trajectory Solver", *Robotics and Autonomous Systems*, vol. 94, pp. 25-33, Aug. 2017. (doi: 10.1016/j.robot.2017.04.018, ISSN 0921-8890, IF=1.950).....M22=5
6. M. Filipović, A. Djurić, **Lj. Kevac**, "The rigid S-type cable-suspended parallel robot design, modelling and analysis", *Robotica*, vol. 34, no. 9, pp. 1948-1960, Sep. 2016. (doi:10.1017/S0263574714002677, ISSN 0263-5747, IF=1.554).....M23=3
7. **Ljubinko Kevac**, Mirjana Filipovic, "Mathematical model of cable winding/unwinding system", *Journal of Mechanics*, accepted for publication on 15.06.2017, (doi: 10.1017/jmech.2017.59, ISSN: 1727-7191, IF: 0.819).....M23=3
8. Mirjana Filipovic, **Ljubinko Kevac**, "A new Winch Construction for Smooth Cable Winding/Unwinding," *Facta Universitatis, Series: Mechanical Engineering* (University of Niš), vol. 15, no 3, pp. 367 – 381, 2017. (doi: 10.22190/FUME171002020F, ISSN: 0354-2025).....M24=3

#### M30 - Zbornici međunarodnih naučnih skupova

9. **Ljubinko Kevac**, Mirjana Filipovic, "Trajectory tracking algorithm for elastic robotic mechanism," 2012 SISY IEEE 10th Jubilee International Symposium on Intelligent Systems and Informatics, Subotica, Serbia, pp. 221 - 225, 20-22 September 2012, ISBN 978-1-4673-4751-8 .....
10. Mirjana Filipovic, **Ljubinko Kevac**, Branimir Reljin, "Comparative analysis of two configurations of aerial robot," 2012 SISY IEEE 10th Jubilee International Symposium on Intelligent Systems and Informatics, Subotica, Serbia, Obuda University, Hungary (September 20-22, 2012), pp. 211-216, ISBN 978-1-4673-4751-8.....M33=1
11. Mirjana Filipovic, Ana Djuric, **Ljubinko Kevac**, "Contribution to the modelling of Cable-suspended Parallel Robot hanged on the four points", IROS 2012: IEEE/RSJ International Conference on Intelligent Robots and Systems, Vilamoura, Institute for System and Robotics, University of Coimbra, Portugal (October 7-12, 2012), pp. 3526-3531. ISBN 978-1-4673-1735-1.....M33=1
12. Mirjana Filipovic, **Ljubinko Kevac**, Ana Djuric, "Future directions for implementation of aerial robot", 10th International Symposium on Electronics and Telecommunications, ISETC 2012, Tenth Edition, Politehnica University of Timisoara, Timisoara, Romania (November 15-16, 2012), ISBN 978-1-4673-1175-5, pp. 91-94.....M33=1
13. **Ljubinko Kevac**, Srdjan Mitrovic, Zeljko Djurovic, Aleksandar Rodic, "Mobile robot control based on principles of Electrostatics", 10th International Symposium on Electronics and Telecommunications, ISETC 2012, Tenth Edition, Timisoara, Romania, ISBN 978-1-4673-1176-2/12, pp. 87-90, November 15-16, 2012.....M33=1
14. Mirjana Filipovic, Ana Djuric, **Ljubinko Kevac**, "The mathematical model of aerial robot in purpose increasing of its autonomy", 20th Telecommunications Forum TELFOR 2012, Telecommunications Society, Belgrade, Serbia (November 20-22, 2012), pp. 1575-1578. ISBN 978-1-4673-2982-8.....M33=1

15. Matija Strbac, **Ljubinko Kevac**, Ivan Popovic, Nenad Jovicic, "Wireless camera network system: test of concept", 20th Telecommunications ForumTELFOR 2012, 20-22 November 2012, Belgrade, Serbia, ISBN 978-4673-2984-2/12, pp. 1001-1004.....M33=1
16. **Ljubinko Kevac**, Ana Djurić, Mirjana Filipović, "Relation between Cable-suspended Parallel Robot and classic robotic structure", 4th International Congress of Serbian Society of Mechanics, 4-7th June, 2013, Vrnjačka Banja, Serbia, pp. 955-960. ISBN 978-86-909973-5-0 .....M33=1
17. Ana Djurić, Mirjana Filipović, **Ljubinko Kevac**, "Graphical Representation of the Significant 6R KUKA Robots Spaces" SISY 2013, IEEE 11th International Symposium on Intelligent Systems and Informatics, September 26-28, 2013, Subotica, Serbia, pp. 221-226, ISBN 978-1-4799-0305-4/13/\$31 .....M33=1
18. **Ljubinko Kevac**, Aleksandar Rodic, Mirjana Filipovic, "Control of two-axis solar tracker for increasing the autonomy of mobile robot", Second International Conference on Renewable Electrical Power Sources, 16th to 18th of October 2013 in Belgrade, Serbia. ISBN 978-86-81505-68-7.....M33=1
19. Ana Djuric, Jill Urbanic, Mirjana Filipovic, **Ljubinko Kevac**, "Effective Work Region Visualization for Serial 6 DOF Robots", CARV 2013 – 5th International Conference on Changeable, Agile, Reconfigurable and Virtual Production, 6th to 9th of October 2013 in Munich, Germany, pp. 207-212, DOI: 10.1007/978-3-319-02054-9\_36.....M33=1
20. Ana Djuric, Mirjana Filipovic, **Ljubinko Kevac**, Jill Urbanic, "Singularity Analysis for a 6 DOF Family of Robots", CARV 2013 – 5th International Conference on Changeable, Agile, Reconfigurable and Virtual Production, 6th to 9th of October 2013 in Munich, Germany, pp. 201-206, DOI: 10.1007/978-3-319-02054-9\_36.....M33=1
21. Mirjana Filipovic, Ana Djuric, **Ljubinko Kevac**, „Complexity of the elastic S-type Cable-suspended Parallel Robot,“ Proceedings of 1st International Conference IcETRAN Conference, Vrnjačka Banja, Serbia, June 2 – 5, 2014, ROI3.3, ISBN 978-86-80509-70-9.....M33=1
22. **Ljubinko Kevac**, Mirjana Filipovic, Ana Djuric, „The comparison between the real and the scaled model of the CPR system,“ Proceedings of 1st International Conference IcETRAN Conference, Vrnjačka Banja, Serbia, June 2 – 5, 2014, ROI3.3, ISBN 978-86-80509-70-9.....M33=1
23. **Ljubinko Kevac**, Mirjana Filipovic, Ana Djuric, "The dynamic response analysis of a 2-DOF robotic mechanism for a complex trajectory" International Symposium on Stability, Vibration, and Control of Machines and Structures, SVCS2014, July 3–5, 2014, pp. 270-284, Belgrade, Serbia, ISBN 978-80-8075-655-0.....M33=1
24. Mirjana Filipović, Ana Djuric, **Ljubinko Kevac**, "The choice of generalized coordinates for elastic robotic systems (industrial, humanoid and CPR)," International Symposium on Stability, Vibration, and Control of Machines and Structures, SVCS2014, July 3–5, 2014, pp. 249-269, Belgrade, Serbia, ISBN 978-80-8075-655-0.....M33=1
25. **Ljubinko Kevac**, Mirjana Filipovic, Ana Djuric, "The complex motion of Cable-suspended parallel robot under the influence of the disturbance", ENOC 2014, July 6 – 11, 2014, Vienna, Austria, ISBN 978-3-200-03433-4.....M33=1
26. Mirjana Filipović, Ana Djuric, **Ljubinko Kevac**, Željko Despotović, "The elastic F-type Cable-suspended Parallel Robot in the service of parents," International Workshop and Summer School on Medical and Service Robotics, July 10 – 12 2014, EPFL Lausanne, Switzerland, DOI: 10.13140/2.1.2771.0082.....M33=1
27. Mirjana Filipovic, **Ljubinko Kevac**, Ana Djuric, Milica Vujovic „The importance of the development and application areas of different structures of Cable-suspended Parallel Robot –

- CPR systems,” Proceedings of 2st International Conference IcETRAN Conference, Silver Lake, Serbia, June 8 – 11, 2015 , ROI3.6, ISBN 978-86-80509-71-6  
 Rad je teorijski i podleže normiranju.....M33=0,83
28. **Ljubinko Kevac**, Svetislav Ćirić, Miloš Jovanović, Aleksandar Rodić, „REMOTE CONTROL AND DATA ACQUISITION OF ROBOTIC MECHANISMS,” Proceedings of 2nd International Conference IcETRAN Conference, Silver Lake, Serbia, June 8 – 11, 2015 , ROI1.6, ISBN 978-86-80509-71-6.....M33=1
29. **Ljubinko Kevac**, Mirjana Filipovic, „ANALYSIS OF THE PERFORMANCE OF CPR SYSTEM WITH CHANGEABLE MASSES OF WINCHES AND ROPES“ Proceedings of 5th International Congress of Serbian Society of Mechanics, Arandjelovac, Serbia, June 15-17, 2015, M2b, ISBN 978-86-7892-715-7.....M33=1
30. Mirjana Filipovic, **Ljubinko Kevac**, Ana Djuric „A comparative analysis between the RSCPR and CPR – A systems“, Proceedings of 3rd International Conference IcETRAN Conference, Zlatibor, Serbia, June 13 – 16.2016, ISBN 978-86-7466-618-0.....M33=1
31. Ana M. Djuric, Vukica Jovanovic, Mirjana Filipovic, **Ljubinko Kevac**, “Comparison between Newton-Euler and automatic separation method for SCARA dynamic modelling “, IEEE SoutheastCon 2016, Norfolk, Virginia, March 30-April 3, ISSN: 1558-058X, DOI: 10.1109/SECON.2016.7506710”  
 Rad je teorijski i podleže normiranju.....M33=0,83
32. Djordje Urukalo, **Ljubinko Kevac**, Zuhair Zafar, Salah Al-Darraji, Aleksandar Rodić, Karsten Berns: “Ability of humanoid robot to perform emotional body gestures“, In: Proceedings of RAAD 2017 conference, Torino, June 21-23, 2017.....M33=1
33. Mirjana Filipovic, **Ljubinko Kevac**, Ana Djuric, “Elastic S type Cable - Suspended Parallel Robot in Presence of Second Mode,” 6th International Congress of Serbian Society of Mechanics, Mountain Tara, Serbia, June 19-21, 2017, .....M33=1
34. Mirjana Filipovic, **Ljubinko Kevac**, Ana Djuric, „Elastic F type Cable - Suspended Parallel Robot with One Mode,“ Proceedings of 4st International Conference IcETRAN Conference, Kladovo, Serbia, June 5 – 8, 2017, RO SECTION, <http://etran.etf.rs/>, .....M33=1

#### M50 - Radovi u časopisima nacionalnog značaja

35. Mirjana Filipovic, Ana Djuric, **Ljubinko Kevac**, “The methodology for developing the kinematic model of selected CPR-A system as a necessity for the development of a dynamic model”, Journal of Applied Engineering Science, ISSN 1451-4117, 2013.....M51=2
36. Mirjana Filipovic, Ana Djuric, **Ljubinko Kevac**, “Influence of the Construction Type of a Cable-Suspended Parallel Robot on its Kinematic and Dynamic Model,” Scientific – Technical Review, Military Technical Institute, Belgrade, Serbia, ISSN 1820-0206, 2013, Vol. 63, No.4,pp.17-26, UDK: 007.52:741.5:004.6/7, <http://www.vti.mod.gov.rs/ntp>.....M52=1,5
37. Ana Djuric, Vukica Jovanovic, Mirjana Filipovic, **Ljubinko Kevac**, “The Reconfigurable Machinery Efficient Workspace Analysis Based on the Twist Angles“, Special Issue on: Advanced Intelligent Systems and Mechatronics, International Journal of Computer Applications in Technology (IJCAT), accepted for publication in April 2014. Vol. 53, No.4, 2016, DOI: 10.1504/IJCAT.2016.074460.....M53=1

#### M60 – Predavanja na skupovima nacionalnog značaja

38. **Ljubinko Kevac**, Mirjana Filipovic, “Application of FUZZY logic controller to the control of robotic mechanism”, Proceedings of 56th ETRAN Conference, Zlatibor, June 11-14, 2012, ROI1.7, ISBN 978-86-80509-67-9.....M63=0,5

39. Mirjana Filipović, **Ljubinko Kevac**, „The Importance of procedure of form a mathematical model of aerial robot,” HIPNEM 2012, KGH, Belgrade, October 18 2012. ISBN 978-86-81505-64-9.....**M63=0,5**
40. **Ljubinko Kevac**, Mirjana Filipović, „Application of fuzzy logic controller to the control of robotic mechanism with 6 DOF,” HIPNEM 2012, KGH, Belgrade, October 18 2012. ISBN 978-86-81505-64-9.....**M63=0,5**
41. **Ljubinko Kevac**, Mirjana Filipović, Ana Djurić, “Analysis of influence of the motor choice on trajectory tracking of Cable-suspended Parallel Robot”, Proceedings of 56th ETRAN Conference, Zlatibor, June 03-06, 2013, RO2.5, ISBN 978-86-80509-68-6.....**M63=0,5**
42. Mirjana Filipović, **Ljubinko Kevac**, Ana Djurić, “Synthesis and analysis of two configurations of Cable suspended Parallel Robot”, Proceedings of 56th ETRAN Conference, Zlatibor, June 03-06, 2013, RO2.4, ISBN 978-86-80509-68-6.....**M63=0,5**

#### **M70 - Odbranjena doktorska disertacija**

43. Ljubinko Kevac, “Modelling and control of cable suspended robots,” doctoral dissertation, date: 27.10.2017., School of Electrical Engineering, University of Belgrade.....**M70=6**

#### **M80 - Tehnička rešenja**

44. **Ljubinko Kevac**, Program system TAREM: “Trajectory tracking algorithm for one example of elastic robotic mechanism”, 2012.....**M85=2**
45. **Ljubinko Kevac**, Program system MOBEL: “Wheeled Mobile Robot guided through an area which includes obstacles – Guidance is based on Electrostatics theory”, 2012.....**M85=2**

#### **M90 - Patenti**

46. **Ljubinko Kevac**, Mirjana Filipovic, Zivko Stikic, Institut Mihajlo Pupin (2015). Glatko jednoredno višeslojno radijalno namotavanje užeta na čekrk, Smooth single-rowed multilayered radial winding of the rope on the winch. Serbia. Application number П-2015/0598, objavljeno kao (A1) u Glasniku intelektualne svojine, 2017/3, 31.03.2017. ISSN 2217-9143), .....
- M94=7**

### **II.3. Kratak prikaz naučne delatnosti i analiza naučnih rezultata**

Kandidat dr Ljubinko Kevac je postigao značajne naučne doprinose u sledećim oblastima:

#### *II.3.1. Modelovanje kablovski vodenih robotskih sistema*

U protekle tri decenije kablovski vodeni robotski (CPR) sistemi postaju sve popularniji i nalaze svoju primenu u različitim oblastima ljudskog delovanja. Ovi sistemi zahtevaju od inženjera i naučnika veoma dobro poznavanje različitih naučnih oblasti: elektrotehnike, mašinstva i matematike. Prilikom definisanja novih konfiguracija CPR sistema veoma je bitno da se čitav sistem precizno matematički modeluje kako bi se uspešno ispitale sve njegove mogućnosti. Kasnije se ova analiza sprovodi na realnoj verziji sistema i olakšava inženjerima njihovu dalju nadogradnju.

Kandidat je učestvovao u analizi, sintezi i modelovanju nekoliko različitih CPR sistema. Ovi rezultati su publikovani u nizu radova u časopisima i neki od rezultata su izloženi na međunarodnim konferencijama. Prvi značajni rezultati su [3] i [6]. U [3] je detaljno objašnjen postupak definisanja i matematičkog modelovanja nove konfiguracije CPR sistema pod nazivom CPR-A sistem, dok je u [6] prikazan novi RSCPR sistem do u detalje. Takođe, prikazana je i razlika između ovih sistema i definisane su njihove prednosti i mane. Pored ovih radova, kandidat je koautor na većem broju radova gde su prikazane još neke nove konfiguracije CPR sistema.

### *II.3.2. Definicija i modelovanje novih podsistema kablovski vođenih robotskih sistema*

CPR sistemi su veoma složeni mehanizmi. Sastoje se od niza podsistema koji su neophodni za njegovo ispravno funkcionisanje. Podsistemi CPR sistema koji mogu da utiču na dinamiku odziva sistema mogu biti grupisani na sledeći način: 1. oblik radnog prostora (planarni, prostorni (različitih oblika)), 2. broj aktuatora (motor + reduktor + čekrk), 3. broj tačaka vešanja, 4. odgovarajuća konstrukcija nosača tereta, 5. ukupan broj užadi u realizaciji CPR sistema, 6. broj užadi od nosača kamere do tačaka vešanja, 7. tip užadi, 8. tip motora translatorni ili rotacioni, kao i odabir njegovih karakteristika, gde rotacioni mogu da funkcionišu na tri načina (i- motor sa iste strane namotava ili odmotava uže (užad), ii – motor sa jedne strane namotava uže dok ga sa druge strane odmotava, iii – motor namotava ili odmotava dva užeta u isto vreme sa iste strane). Svaka od ovih karakteristika različito utiče na formulaciju matematičkog modela sistema kao i na njegov dinamički odziv. Istraživači već dugi niz godina rade na ovim problemima, koji su i dalje atraktivni.

Kandidat je tokom modelovanja više različitih konfiguracija CPR sistema, radio na analizi i sintezi njihovih podsistema. Ova rešenja predstavljaju novitet u oblasti robotike koja se bavi CPR sistemima a ima i širi značaj. U mnogim istraživačkim radovima i u mnogim realizacijama CPR sistema kao deo aktuatora (motor + reduktor + čekrk) koriste se linearni čekrci. Ovi čekrci su precizni ali i veoma skupi. S toga, je kandidat zajedno sa svojim koautorima radio na analizi upotrebe standardnog oblika čekrka za namotavanje/odmotavanje užeta. Ova detaljna analiza je prikazana u [4]. U ovom radu je dat osvrt na rad podistema koji koristi standardni jednoredni čekrk za namotavanje/odmotavanje užeta, a urađena je i analiza rada složenog CPR sistema koji koristi nekoliko ovakvih podsistema. Na osnovu detaljne analize rada ovog podistema, nastao je novi rezultat koji je opisan kroz nekoliko publikacija. Nastao je novi oblik čekrka za namotavanje/odmotavanje užeta-koji je prvenstveno patentiran na nacionalnom nivou [46]. Ovaj novi podistem je i detaljno opisan kroz radove [7] i [8]. Koncept je detaljno modeliran i zbog njegove jednostavne a veoma praktične realizacije, ovaj novi podistem može biti upotrebljen za realizaciju CPR sistema ali isto tako i u druge svrhe kao što su realizacija liftova, kranova i sl.

### *II.3.3. Definisanje i testiranje novih upravljačkih struktura za kablovski vođene robotske sisteme*

Nakon detaljne analize i definisanja odgovarajućih delova i složene konfiguracije CPR sistema, veoma je bitno definisati odgovarajuće upravljačke strukture koje će omogućiti CPR sistemu da izvršava tražene zadatke. Postoji veliki niz istraživačkih radova koji se bave ovim problemom. Inženjeri i istraživači su analizirali rad CPR sistema sa različitim upravljačkim strukturama koje omogućavaju upravljanje po spoljašnjim i unutrašnjim koordinatama. S toga je za različite aplikacije veoma bitno odabrati odgovarajući pristup.

Kandidat je od samog početka svog istraživanja radio na različitim upravljačkim strukturama za CPR i druge robotske sisteme. Neki od prvih radova koje je kandidat publikovao jeste [13] i [45]. U ovom istraživanju je prikazan novi pristup za navođenje mobilnog robota i ova upravljačka struktura je bazirana na principima elektrostatike. Ovaj metod je moguće modifikovati i jednostavno ga upotrebiti na drugim robotskim sistemima. Jedan od zapaženijih rezultata kandidata dr Ljubinka Kevca jeste prikazan u [5], gde je dat novi metod koji omogućava precizno upravljanje kretanjem kamere CPR sistema u 3D prostoru. Kamera ima zadatak da prati objekat koji se kreće u njenom vidokrugu. Definisani je hijerarhijski koncept upravljanja kretanjem kamere i realizovan je novi algoritam koji može biti prilagođen upotrebi bilo kom sistemu sa kamerom. Definisani pristup je konceptualno jednostavan, ali rešava neke od značajnijih problema iz oblasti upravljanja robotskim sistemima. Takođe, autor je u svojoj disertaciji [43] prikazao još jedan pristup za precizno upravljanje kretanjem nosača tereta jednog CPR sistema. Rezultat je detaljno analiziran i prikazan je osvrt na robusnost novodefinisanog pristupa.

### *II.3.4. Kreiranje trajektorije nosača tereta kablovski vodenog robotskog sistema*

CPR sistemi mogu biti dizajnirani tako da se nosač tereta kreće u dve, tri ili šest dimenzija. Definisanje trajektorije nosača tereta unutar radnog prostora predstavlja zahtevan posao i usko je vezan sa kvalitetno dizajniranim upravljačkim jedinicama. Istraživači se bave problemom kretanja

nosača tereta CPR sistema od njihovog samog nastanka što je analizirano kroz veliki broj radova. Prvobitno su naučnici istraživali kretanje manipulatora, odnosno industrijskih robota i ta istraživanja su inspirisala istraživače i olakšala im dizajniranje adekvatnih algoritama za CPR sisteme.

Kandidat je tokom svog istraživačkog rada iz oblasti robotike učestvovao na nekoliko različitih zadataka čiji su rezultati kreiranje glatkih trajektorija nosača tereta CPR sistema. Takođe, autor je prvo bitno radio i na dizajniranju preciznog kretanja industrijskih robota. Rezultati koji su usko vezani za ovaj problem su prikazani u [2] i [9]. U ovim radovima je kandidat zajedno sa svojim koautorima definisao novi koncept za precizno upravljanje kretanjem vrha industrijskog robotske mehanizma. Na osnovu iskustva stečenih prilikom istraživanja iz [2] i [9], kandidat je kreativno sa velikim uspehom učestvovao na istraživanjima vezanim za precizno upravljanje nosačem tereta CPR sistema. U [25] je prikazan rezultat koji pokazuje precizno i glatko navođenje kamere iznad atletske staze na olimpijskom stadionu. Kamera ima zadatak da prati atletičare koji trče duž atletske staze. Takođe, u radu je analiziran i uticaj realnih poremećaja na kretanje kamere u trodimenzionalnom prostoru. U već pomenutom radu [5] gde je opisana nova upravljačka struktura, takođe je definisana procedura kreiranja trajektorije za precizno vođenje kamere koja ima zadatak da prati objekat koji se kreće u njenom vidokrugu. Autori rada su definisali novi koncept koji sekvensijalnim praćenjem objekta kreira glatku trajektoriju kretanja kamere tako što koriste predefinisane jednostavne trajektorije (primitive) iz baze podataka propisanog algoritma.

#### *II.3.5. Analiza i sinteza radnog prostora nosača tereta kablovski vođenog robotskog sistema*

Za uspešnu analizu i pripremu CPR sistema za praktičnu upotrebu potrebno je ispitati sve njegove mogućnosti. Jedan od veoma važnih faktora koji treba razmotriti jeste radni prostor CPR sistema, odnosno singularni, prostor. To je jedna od tema sa kojom su se suočili istraživači i inženjeri od samog nastanka CPR sistema.

Kandidat je radio na analizi i sintezi radnog (singularnog) prostora nosača tereta nekoliko CPR sistema. Zajedno sa koautorima je definisao novi algoritam za analizu radnog prostora CPR sistema sa osam aktuatora što je prikazao u svojoj disertaciji [43]. Na osnovu ovog algoritma je definisana nova metodologija za izbor aktuatora CPR sistema što predstavlja veliki rezultat za praktičnu realizaciju ovih sistema. Ova metodologija, uz malu modifikaciju, može biti upotrebljena na CPR sistemima sa drugim brojem aktuatora, a, takođe, daljom nadogradnjom može da se upotrebi i za druge robotske sisteme. Zajedno sa koautorima je radio i na analizi radnog prostora različitih konfiguracija industrijskih robota. Jedan od zapaženijih rezultata iz ove oblasti je dat u [37]. U ovom radu je analiziran pristup rekonfigurabilnom industrijskom robotu čiji je radni prostor promenljiv zavisno od njegove aplikacije i definisane kinematičke strukture. Pored analize radnog prostora ovakvih sistema, prikazan je i pristup njihovom matematičkom modelovanju i kreiranju upravljačkih struktura.

## III. KVALITATIVNA OCENA NAUČNO-ISTRAŽIVAČKIH REZULTATA

### **III.1. Pokazatelji uspeha u naučnom radu**

Na osnovu međunarodno prepoznatih doprinosa, iskazanim kroz više radova u međunarodnim naučnim časopisima, dr Ljubinko Kevac pozivan je da bude i bio je recenzent naučnih radova u renomiranim časopisima, kao što su *Robotica* (ISSN 0263-5747) i *IEEE/ASME Transactions on Mechatronics* (ISSN 1083-4435).

### **III.2. Angažovanost u razvoju uslova za naučni rad, obrazovanju i formiranju naučnih kadrova**

Dr Ljubinko Kevac ostvario je međunarodnu naučnu saradnju sa prof. dr Anom Durić, Wayne State University, 4855 Fourth St. Detroit, MI 48202, U.S.A, a kao rezultat ove saradnje je nastalo 20 koautorskih radova: [1], [11], [12], [14], [19]-[27], [30], [31], [33]-[37].

### **III.3. Organizacija naučnog rada**

Dr Ljubinko Kevac je učestvovao u realizaciji projekata, finansiranih od strane Ministarstva prosvete, nauke i tehnološkog razvoja Republike Srbije, i to:

*III.3.1. „Dinamika hibridnih sistema složenih struktura. Mehanika materijala“ (OI 174001, 2012 – 2017),*

*III.3.2. „Istraživanje i razvoj ambijentalno inteligentnih servisnih robova antropomorfnih karakteristika“ (TR 35003, 2012 – 2017).*

Kandidat je prvi autor, od tri autora, prijavljenog patenta [46].

### **III.4. Kvalitet naučnih rezultata**

U bazi podataka SCOPUS, kandidat ima 14 radova (7 radova u časopisima i 7 radova na konferencijama), od kojih je 8 radova citirano i to ukupno 25 puta u 14 radova. Bez autocitata i kocitata, radovi su citirani ukupno 3 puta, od čega: [3] - 2 puta i [4] - 1 put.

Rad [3] je citiran od:

3.1. X. Wang, D. Zhang, C. Zhao, Dynamic analysis and simulation of 4R 3-DOF wrists, Key Engineering Materials, vol. 693, pp. 93-100, 2016, doi: 10.4028/www.scientific.net/KEM.693.93, Source Type: Book, ISSN: 10139826, Document Type: Article, Publisher: Trans Tech Publications Ltd, online: <https://www.scientific.net/KEM.693.93.pdf>, M14.

3.2. S. Ren, D. Zhang, K. Liu, T. Lu, G. Song, Research on Web Intelligent Robot Based on Virtual Reality, Proceedings - 2015 10th International Conference on P2P, Parallel, Grid, Cloud and Internet Computing, 3PGCIC 2015, pp. 795-799, 2015, doi: 10.1109/3PGCIC.2015.126, Source Type: Conference Proceeding, ISBN: 978-146739473-4, Document Type: Conference Paper, Publisher: IEEE, online: <http://ieeexplore.ieee.org/document/7424670>, M33.

Rad [4] je citiran od:

4.1. Rafael Sanchez Crespo, Stefan Kaczmarczyk, Phil Picton, Huijuan Su, Modelling and simulation of a stationary high-rise elevator system to predict the dynamic interactions between its components, International Journal of Mechanical Sciences, vol. 137, pp. 24-45, Mar. 2018, doi: 10.1016/j.ijmecsci.2018.01.011, open access. Publisher: Elsevier, M21.

Kandidat dr Ljubinko Kevac iskazao je visok stepen samostalnosti u kreiranju naučnih rezultata, te je najzaslužniji i prvopotpisani autor na tri ključna rada kategorije M20 i to: [4] u M21, [5] u M22 i [7] u M23.

Većinu radova ostvario je u koautorstvu sa dr Mirjana Filipović, odgovornom za njegovo naučno-istraživačko vođenje u realizaciji projekata finansiranim od strane Ministarstva. Broj koautora u svim radovima, osim dva izuzetka u kategoriji M33 sa četiri koautora, ne podleže normiranju na osnovu broja koautora.

Doprinos dr Ljubinka Kevca u realizaciji koautorskih radova je u domenu njegovim naučnih interesovanja, tj. konkretno u oblastima *modelovanja kablovski vođenih robotskih sistema i njihovih podsistema, definisanja i testiranja novih upravljačkih struktura za kablovski vođene robotske sisteme, kreiranja trajektorije nosača tereta, analize i sinteze radnog prostora nosača tereta*, gde se konstatiše i najveći značaj objavljenih radova.

Detaljnija analiza naučno-istraživačkog rada kandidata i analiza njegovog naučnog doprinosa data je u odeljku II.3 Izveštaja komisije.

#### IV. ZAKLJUČAK I PREDLOG

Prema važećim kriterijumima za sticanje naučnih zvanja Ministarstva prosvete, nauke i tehnološkog razvoja Republike Srbije dr Ljubinko Kevac je u proteklom izbornom periodu ostvario sledeće rezultate od značaja za izbor u zvanje naučni saradnik:

	Potrebno je da kandidat ima najmanje XX poena, koji treba da pripadaju sledećim kategorijama:	Neophodno	Ostvareno
<b>Naučni saradnik</b>	Ukupno	16	87,66
Obavezni (1)	M10+M20+M31+M32+M33+M41+M42+M51+ M80+M90+M100	9	76,66
Obavezni (2)	M21+M22+M23	5	27

Prema ostvarenim, prikazanim i analiziranim rezultatima, dr Ljubinko Kevac spada u kreativne, iskusne i samoinicijativne istraživače sa značajnim doprinosima u oblasti dizajniranja i modelovanja CPR sistema i njihovih podsistema, kreiranja upravljačkih struktura za CPR i druge robotske sisteme, definisanja glatkih trajektorija nosača tereta CPR sistema i analize i sinteze radnog i singулarnог prostora ovih sistema. Kandidat je u istraživanjima primenjivao ozbiljan naučni pristup svim partikularno razmatranim problemima i dolazio do rešenja, koja su priznata od svetske naučne javnosti. Radi se o istraživaču koji višestruko prevazilazi neophodne kriterijume za izbor u naučno zvanje NAUČNI SARADNIK, propisane važećim Pravilnikom o postupku, načinu vrednovanja i kvantitativnom iskazivanju naučnoistraživačkih rezultata istraživača..

Komisija ocenjuje da dr Ljubinko Kevac ispunjava sve zakonske uslove za izbor i predlaže da se on izabere u zvanje **NAUČNI SARADNIK**.

Beograd, 12.03.2018. god.

ČLANOVI KOMISIJE

1. dr Aleksandar Rakić, vanredni profesor  
Univerzitet u Beogradu - Elektrotehnički fakultet

2. dr Željko Đurović, redovni profesor  
Univerzitet u Beogradu - Elektrotehnički fakultet

3. dr Mirjana Filipović, viši naučni saradnik  
Univerzitet u Beogradu – Institut Mihajlo Pupin