

UNIVERZITET U BEOGRADU
SAOBRAĆAJNI FAKULTET

IZBORNOM VEĆU

Broj:

Datum:

Predmet: Referat Komisije o prijavljenim kandidatima za izbor u zvanje docenta za užu naučnu oblast Eksploatacija telekomunikacionog saobraćaja i mreža

Odlukom Izbornog veća Saobraćajnog fakulteta (Odluka br. 861/2) od 10.09.2025. godine, donetoj na sednici održanoj 09.09.2025. godine, imenovani smo za članove Komisije za pripremu referata o prijavljenim kandidatima po konkursu za izbor jednog docenta za užu naučnu oblast Eksploatacija telekomunikacionog saobraćaja i mreža, za rad na određeno vreme od 5 godina sa punim radnim vremenom. Posle detaljnog pregleda dobijenog konkursnog materijala podnosimo sledeći

REFERAT

Na konkurs koji je objavljen u oglasnom listu "Poslovi" br. 1163-1164 od 24.09.2025. godine, prijavo se jedan kandidat, i to dr Pavle Bugarčić, master inž. saobraćaja.

Na osnovu pregleda dostavljene dokumentacije, konstatujemo da kandidat dr Pavle Bugarčić, master inž. saobraćaja, ispunjava sve uslove konkursa.

A. BIOGRAFSKI PODACI O KANDIDATU

Pavle Bugarčić je rođen 17.10.1994. godine u Čačku. Nakon završene osnovne škole u Guči, upisao je prirodno-matematički smer Gimnazije u Čačku koju je završio 2013. godine. Iste godine upisao je Saobraćajni fakultet Univerziteta u Beogradu. Diplomirao je u septembru 2017. godine na modulu za Telekomunikacioni saobraćaj i mreže, sa prosečnom ocenom 9,69. Master akademske studije na Saobraćajnom fakultetu u Beogradu, na Modulu za telekomunikacioni saobraćaj i mreže, upisao je školske 2017/18. godine i završio iste školske godine sa maksimalnom prosečnom ocenom 10,00. Tokom studija, na osnovu izuzetnog uspeha, bio je nosilac brojnih stipendija, između ostalih i dve stipendije „Dositeja”. Takođe, za školsku 2016/17. godinu, dobio je nagradu Saobraćajnog fakulteta za uspeh u završnoj (četvrtoj) godini studija, tokom koje je ostvario prosek 10,00. U oktobru 2018. godine upisao je doktorske akademske studije na studijskom programu „Saobraćaj” Saobraćajnog fakulteta Univerziteta u Beogradu i položio sve ispite predviđene nastavnim planom sa prosečnom ocenom 10,00. Doktorsku disertaciju pod nazivom “Unapređenje protokola rutiranja za dinamičke bežične *ad hoc* mreže korišćenjem mašinskog učenja” odbranio je 18.07.2025. godine, čime je stekao zvanje doktor nauka – saobraćajno inženjerstvo.

Od maja 2018. godine zaposlen je na Saobraćajnom fakultetu Univerziteta u Beogradu, najpre kao saradnik u nastavi, a zatim kao asistent na Katedri za telekomunikacioni saobraćaj i mreže. U okviru svog zaposlenja održava računске i laboratorijske vežbe iz sledećih predmeta na osnovnim akademskim studijama: Osnovi elektronike, Telekomunikaciona merenja, Slučajni procesi u telekomunikacijama, Eksploatacija komunikacionih sistema, Prognoziranje u komunikacionom saobraćaju i Planiranje i prognoziranje u telekomunikacijama, a u jednom periodu bio je angažovan i na predmetima: Telekomunikaciona elektronika, Statistička teorija telekomunikacija, Osnovi telekomunikacionih sistema i Elementi razvoja informacionog društva. Na master akademskim studijama angažovan je na predmetu Prognoziranje novih servisa. U svom dosadašnjem radu učestvovao je u realizaciji jednog naučnog projekta. Bio je član brojnih komisija za odbranu završnih radova. Autor je jednog pomoćnog udžbenika,

dvanaest radova na domaćim i međunarodnim konferencijama i četiri rada u domaćim i međunarodnim časopisima, od kojih se dva, na kojima je prvi autor, nalaze na SCI listi. Član je organizacionog odbora simpozijuma Postel. Uža oblast naučno-stručnog interesovanja mu je optimizacija rutiranja saobraćaja u bežičnim komunikacionim mrežama primenom veštačke inteligencije.

B. DOKTORSKA DISERTACIJA

B1. Odbranjena doktorska disertacija (M71)

Kandidat dr Pavle Bugarčić odbranio je doktorsku disertaciju na Saobraćajnom fakultetu Univerziteta u Beogradu iz uže naučne oblasti "Eksploatacija telekomunikacionog saobraćaja i mreža" i stekao zvanje doktora tehničkih nauka - saobraćajno inženjerstvo:

- **Bugarčić, P.**, "*Unapređenje protokola rutiranja za dinamičke bežične ad hoc mreže korišćenjem mašinskog učenja*", **doktorska disertacija**, Univerzitet u Beogradu - Saobraćajni fakultet, 123 str., COBISIS.SR.ID: 175693321, UDK: 004.7:621.39(043.3), mentori: dr Marija Malnar, redovni profesor, dr Nenad Jevtić, vanredni profesor, Beograd, jul 2025. godine

C. NASTAVNA AKTIVNOST

Kandidat je angažovan u nastavi na Univerzitetu u Beogradu - Saobraćajnom fakultetu od školske 2017/2018. godine na Katedri za telekomunikacioni saobraćaj i mreže.

Tokom ovog perioda kandidat je bio angažovan na izvođenju računskih i laboratorijskih vežbi iz sledećih predmeta:

1. "Osnovi elektronike" – osnovne akademske studije, obavezni predmet, od školske 2017/2018. i sada, Modul: Telekomunikacioni saobraćaj i mreže,
2. "Elementi razvoja informacionog društva" – osnovne akademske studije, izborni predmet, od školske 2018/2019. do školske 2021/2022., Modul: Telekomunikacioni saobraćaj i mreže,
3. "Osnovi telekomunikacionih sistema" – osnovne akademske studije, izborni predmet, od školske 2019/2020. do školske 2022/2023., Modul: Vazdušni saobraćaj i transport, Logistika, Vodni saobraćaj i transport,
4. "Telekomunikaciona elektronika" – osnovne akademske studije, izborni predmet, od školske 2017/2018. do školske 2024/2025., Modul: Telekomunikacioni saobraćaj i mreže,
5. "Eksploatacija komunikacionih sistema" – osnovne akademske studije, obavezni predmet, od školske 2019/2020. i sada, Modul: Poštanski saobraćaj i informacione tehnologije,
6. "Statistička teorija telekomunikacija" – osnovne akademske studije, obavezni predmet, od školske 2017/2018. do školske 2023/2024., Modul: Telekomunikacioni saobraćaj i mreže,
7. "Slučajni procesi u telekomunikacijama" – osnovne akademske studije, obavezni predmet, od školske 2024/2025. i sada, Modul: Telekomunikacioni saobraćaj i mreže,
8. "Telekomunikaciona merenja" – osnovne studije, izborni predmet, od školske 2017/2018. i sada, Modul: Telekomunikacioni saobraćaj i mreže,
9. "Prognoziranje u komunikacionom saobraćaju" – osnovne akademske studije, izborni predmet, od školske 2018/2019. i sada, Modul: Poštanski saobraćaj i informacione tehnologije,
10. "Planiranje i prognoziranje u telekomunikacijama" – osnovne akademske studije, obavezni predmet, od školske 2017/2018. i sada, Modul: Telekomunikacioni saobraćaj i mreže,
11. "Prognoziranje novih servisa" – master akademske studije, izborni predmet, od školske 2023/2024. i sada, Modul: Telekomunikacioni saobraćaj i mreže, Poštanski saobraćaj i informacione tehnologije.

Kandidat aktivno učestvuje i u drugim oblicima rada sa studentima, kao što su konsultacije, pružanje pomoći prilikom izrade seminarskih radova, kao i završnih radova. U periodu od školske 2017/2018. godine do danas kandidat je kao član učestvovao u komisijama za odbranu 40 završnih i master radova.

Kandidat je koautor jednog pomoćnog udžbenika koji se koristi u realizaciji nastave na Univerzitetu u Beogradu, Saobraćajnom fakultetu, na osnovnim akademskim studijama:

- Jevtić, N., **Bugarčić, P.** 2020. Zbirka zadataka iz Osnova elektronike. Univerzitet u Beogradu – Saobraćajni fakultet, Beograd 2020. ISBN 978-86-7395-422-6.

U toku rada na Univerzitetu u Beogradu - Saobraćajnom fakultetu, kandidat je ocenjivan od strane studenata kroz anonimne ankete čiji su sumirani rezultati prikazani u narednoj tabeli. Ukupna prosečna ocena u posmatranom periodu je iznosila 4,77 (na skali od 1 do 5).

Tabela 1. Vrednovanje rada nastavnika

Školska godina	Prosečna ocena po semestru	
	zimski	letnji
2017/2018	/*	/*
2018/2019	4,85	4,70
2019/2020	4,78	/**
2020/2021	/**	/**
2021/2022	4,82	4,75
2022/2023	4,86	4,70
2023/2024	4,76	4,71
2024/2025	/***	/***
Ukupna prosečna ocena	4,77	

* neocenjen usled početka radnog odnosa sredinom letnjeg semestra

** neocenjen usled nesprovođenja ocenjivanja zbog pandemije COVID19

*** neocenjen usled nesprovođenja ocenjivanja zbog studentskih blokada

Na osnovu navedenog, može se zaključiti da kandidat savesno ispunjava svoje nastavne obaveze i da je svestranim i uspešnim radom sa studentima pokazao da poseduje pedagoške sposobnosti i smisao za nastavni rad.

D. NAUČNO-ISTRAŽIVAČKI RAD KANDIDATA

Od početka nastavne i naučne karijere, kandidat dr Pavle Bugarčić, aktivno učestvuje u svim procesima naučno-istraživačkog rada iz oblasti “Eksploatacija telekomunikacionog saobraćaja i mreža”.

Tokom svog dosadašnjeg rada u navedenoj oblasti, kandidat je pokazao izuzetnu posvećenost, temeljitost i sposobnost u naučno-istraživačkom radu. Uzimajući to u obzir, kandidat se tokom rada na doktorskoj disertaciji i kroz brojne naučne radove razvio u posvećenog samostalnog istraživača u užoj naučnoj oblasti kojom se bavi i za koju se bira.

Kandidat je rezultate svojih istraživanja verifikovao objavljivanjem 16 naučnih i stručnih radova u međunarodnim i domaćim časopisima, odnosno u zbornicima radova sa međunarodnih i domaćih konferencija, a od toga:

- 2 rada u časopisima međunarodnog značaja sa impakt faktorom,
- 2 rada u časopisima nacionalnog značaja,
- 5 radova na naučnim i stručnim skupovima od međunarodnog značaja i
- 7 radova na naučnim i stručnim skupovima od nacionalnog značaja.

U dosadašnjem radu kandidat je učestvovao u jednom naučnom projektu Ministarstva prosvete, nauke i tehnološkog razvoja.

Prema tome, kandidat poseduje neophodno teorijsko, istraživačko i stručno iskustvo, znanje, intelektualni potencijal, istrajnost u radu i druge kvalitete za uspešno bavljenje naučno-istraživačkim radom.

E. OSTALE AKADEMSKE AKTIVNOSTI

Ostale akademske aktivnosti dr Pavla Bugarčića, master. inž. saobraćaja su:

- Recenzent je u časopisu nacionalnog značaja “*Serbian Journal of Electrical Engineering*” (M52),

- Član organizacionog odbora simpozijuma “*Postel*”,
- Pohadao je trening za pripremu, pisanje i upravljanje *Horizon* projektima koji organizuje EUTA akademija.

F. BIBLIOGRAFIJA NAUČNIH I STRUČNIH RADOVA

U nastavku je dat spisak publikacija kandidata dr Pavla Bugarčića, svrstanih po kategorijama prema Pravilniku Ministarstva nauke, tehnološkog razvoja i inovacija Republike Srbije.

Radovi objavljeni u naučnim časopisima međunarodnog značaja – M20

Međunarodni časopis (M23)

1. **Bugarčić P.**, Jevtić N., Malnar M. (2022). Reinforcement learning-based routing protocols in vehicular and flying ad hoc networks – A literature survey. *Promet-Traffic&Transportation*, 34(6), pp. 893-906. ISSN: 1848-4069. DOI: 10.7307/ptt.v34i6.4159. (IF₂₀₂₂ = 1.0)
2. **Bugarčić P.**, Jevtić N., Malnar M., Stojanović M. (2024). Enhanced QL-based dynamic routing protocol for urban VANETs. *Advances in Electrical and Computer Engineering*, 24(4), pp. 27-36. ISSN: 1582-7445. DOI: 10.4316/AECE.2024.04003 (IF₂₀₂₄ = 0.7)

Nacionalni časopis međunarodnog značaja (M24)

3. **Bugarčić P.**, Radojičić V. (2020). Forecasting Demand for a Telephone Call Center. *International Journal for Traffic and Transport Engineering (IJTTE)*, 10(3), pp. 266-277. ISSN: 2217-544X. DOI: 10.7708/ijtte.2020.10(3).01.
4. Jevtić N., **Bugarčić P.** (2023). Comparison of traditional and reinforcement learning based routing protocols in VANET scenario. *International Journal for Traffic and Transport Engineering (IJTTE)*, 13(1), pp. 125-137. ISSN: 2217-544X. DOI: 10.7708/ijtte2023.13(1).10

Zbornici radova sa naučnih skupova međunarodnog značaja – M30

Saopštenje sa međunarodnog skupa štampano u celini (M33)

5. **Bugarčić P.**, Malnar M., Jevtić N. (2018). Performance analysis of MANET networks based on AODV protocol in NS-3 simulator. In *Proceedings of the 26th Telecommunication Forum – TELFOR*. Belgrade, Serbia, November 20-21., pp. 152-155. ISBN: 978-1-5386-7170-2. DOI: 10.1109/TELFOR.2018.8612100.
6. **Bugarčić P.**, Jevtić N., Malnar M. (2019). An extension of NS-3 simulator to support efficient MANET performance analysis. In *Proceedings of the 14th International Conference on Advanced Technologies, Systems and Services in Telecommunications (TELSIKS)*. Niš, Serbia, October 23-25., pp. 290-293. ISBN: 978-1-7281-0877-3. DOI: 10.1109/TELSIKS46999.2019.9002027.
7. **Bugarčić P.**, Malnar M., Jevtić N. (2019). Modifications of AODV protocol for VANETs: performance analysis in NS-3 simulator. In *Proceedings of the 27th Telecommunication Forum – TELFOR*. Belgrade, Serbia, November 26-27., pp. 731-734. ISBN: 978-1-7281-4789-5. DOI: 10.1109/TELFOR48224.2019.8971283.
8. **Bugarčić P.**, Jevtić N., Malnar M. (2021). An extension of building model for indoor - communication in NS-3 simulator. In *Proceedings of the 29th Telecommunication Forum – TELFOR*. Belgrade, Serbia, November 23-24., pp. 118-121. ISBN: 978-1-6654-2584-1. DOI: 10.1109/TELFOR52709.2021.9653272.
9. **Bugarčić P.**, Janković S., Mladenović S. (2021). Forecasting number of calls to the call center using machine learning. In *Proceedings of the 3rd International Scientific Conference Transport for Today's Society (TTS)*. Bitola, North Macedonia, October 14-16., pp. 190-193. ISBN: 978-9989-786-63-1. DOI: 10.20544/TTS2021.1.1.21.p44.

Predavanja po pozivu na skupovima nacionalnog značaja – M60

Saopštenje sa skupa nacionalnog značaja štampano u celini (M63)

10. Jevtić N., Malnar M., **Bugarčić P.** (2018). Dizajn i implementacija aplikacije za merenje performansi mreže u NS-3 simulatoru. U *Zborniku radova sa XXXVI Simpozijuma o novim tehnologijama u poštanskom i telekomunikacionom saobraćaju – PosTel 2018*. Beograd, Srbija, 4-5. decembar. str. 275-284. ISBN: 978-86-7395-395-3.
11. Malnar M., Jevtić N., **Bugarčić P.** (2019). Nove metrike rutiranja za smanjenje overhead-a u dinamičkim *ad hoc* mrežama. U *Zborniku radova sa XXXVII Simpozijuma o novim tehnologijama u poštanskom i telekomunikacionom saobraćaju – PosTel 2019*. Beograd, Srbija, 3-4. decembar. str. 267-276. ISBN: 978-86-7395-410-3.
12. Malnar M., Jevtić N., **Bugarčić P.** (2020). Unapređenje modela propagacije - u zatvorenom prostoru za NS-3 simulator. U *Zborniku radova sa XXXVIII Simpozijuma o novim tehnologijama u poštanskom i telekomunikacionom saobraćaju – PosTel 2020*. Beograd, Srbija, 1-2. decembar. str. 231-238. ISBN: 978-86-7395-431-8.
13. Jevtić N., Malnar M., **Bugarčić P.** (2021). Primena učenja potkrepljivanjem u protokolima rutiranja za dinamičke bežične *ad hoc* mreže. U *Zborniku radova sa XXXIX Simpozijuma o novim tehnologijama u poštanskom i telekomunikacionom saobraćaju – PosTel 2021*. Beograd, Srbija, 30. novembar - 1. decembar. str. 249-258. ISBN: 978-86-7395-445-5.
14. Jevtić N., **Bugarčić P.** (2022). Analiza protokola rutiranja baziranih na učenju potkrepljivanjem za VANET mreže. U *Zborniku radova sa XL Simpozijuma o novim tehnologijama u poštanskom i telekomunikacionom saobraćaju – PosTel 2022*. Beograd, Srbija, 29-30. novembar. str. 375-384. ISBN: 978-86-7395-461-5.
15. Jevtić N., Malnar M., **Bugarčić P.** (2023). Unapređenje protokola rutiranja za VANET mreže korišćenjem mašinskog učenja. U *Zborniku radova sa XLI Simpozijuma o novim tehnologijama u poštanskom i telekomunikacionom saobraćaju – PosTel 2023*. Beograd, Srbija, 28-29. novembar. str. 191-200. ISBN: 978-86-7395-475-2.
16. Malnar M., **Bugarčić P.** (2024). Primena učenja potkrepljivanjem u protokolima rutiranja za FANET mreže. U *Zborniku radova sa XLII Simpozijuma o novim tehnologijama u poštanskom i telekomunikacionom saobraćaju – PosTel 2024*. Beograd, Srbija, 26-27. novembar. str. 205-214. ISBN: 978-86-7395-489-9.

G. PRIKAZ I OCENA NAUČNOG RADA KANDIDATA

Naučno-istraživački rad kandidata dr Pavla Bugarčića, master inž. saobraćaja, verifikovan je objavljivanjem većeg broja radova u međunarodnim i domaćim časopisima i zbornicima sa naučno-stručnih skupova i konferencija u zemlji i inostranstvu.

Rad kandidata usmeren je na užu naučnu oblast "Eksploatacija telekomunikacionog saobraćaja i mreža". U daljem tekstu su navedeni najznačajniji doprinosi i rezultati naučne aktivnosti kandidata dr Pavla Bugarčića, master inž. saobraćaja.

Doktorska disertacija kandidata predstavlja savremen i originalni naučni doprinos u oblasti rutiranja podataka u dinamičkim bežičnim *ad hoc* mrežama (*Wireless Ad hoc Networks*, WANET). Osnovni cilj istraživanja u okviru disertacije je unapređenje mrežnih performansi dinamičkih WANET mreža kroz poboljšanje procesa rutiranja paketa korišćenjem učenja potkrepljivanjem (*Reinforcement Learning*, RL). Da bi se postigao ovaj cilj, bilo je prvo potrebno sprovesti detaljan pregled aktuelnih rezultata primene RL u protokolima rutiranja za dinamičke WANET mreže, njihovu klasifikaciju i poređenje. Nakon toga, na osnovu uočenih prednosti i nedostataka aktuelnih istraživanja, predložen je i razvijen novi protokol rutiranja za bežične *ad hoc* mreže za vozila (*Vehicular Ad hoc Networks*, VANET) koji za izbor optimalne putanje za slanje paketa koristi algoritam baziran na RL. Novi protokol je razvijen sa ciljem da unapredi mrežne performanse u poređenju sa ranijim protokolima rutiranja, uzimajući u obzir relevantne uticajne faktore. Testiranje protokola izvršeno je u NS-3 simulatoru, koji predstavlja jedan od najčešće korišćenih simulacionih alata u savremenoj literaturi. Na osnovu rezultata testiranja izvršena je analiza i poređenje mrežnih performansi postignutih primenom odabranih postojećih protokola i novog protokola rutiranja. Razlika u odnosu na ostale publikovane rezultate istraživanja ogleda se u autentičnom pristupu

klasifikaciji i poređenju ranijih protokola rutiranja, kao i u predlogu potpuno novog i autentičnog protokola rutiranja za VANET mreže.

Doprinos rada *“Enhanced QL-based dynamic routing protocol for urban VANETs”* je predlog novog Q-DRAV protokola rutiranja za urbane VANET mreže, koji se bazira na primeni RL za izbor optimalne putanje za slanje paketa podataka. Protokol je implementiran i testiran u NS-3 simulacionom okruženju, a zatim je izvršena analiza mrežnih performansi i poređenje sa rezultatima primene AODV, QLAODV i ARPRL protokola. Poređenje protokola je najpre izvršeno na manjoj simulacionoj oblasti sa fiksnim brojem čvorova i promenljivom maksimalnom brzinom kretanja, a zatim i na većoj simulacionoj oblasti uz varijaciju ukupnog broja čvorova u mreži. Na osnovu iscrpne simulacione analize, pokazalo se da predloženi protokol prevazilazi protokole sa kojima je poređen u pogledu ostvarenog protoka, gubitka paketa, prosečnog kašnjenja s kraja na kraj mreže i džitera u oba simulaciona scenarija. Dobri rezultati u različitim saobraćajnim okolnostima pokazuju da Q-DRAV može značajno da unapredi mrežne performanse u realnim VANET mrežama koje su sklone stalnim promenama gustine i brzine kretanja čvorova u mreži.

U radu *“Reinforcement learning based routing protocols in vehicle and flying ad hoc networks – a literature review”* izvršen je pregled i klasifikacija najaktuelnijih protokola rutiranja baziranih na RL za VANET i FANET mreže. Protokoli su klasifikovani u više kategorija na osnovu tipa mreže, tipa RL i kombinacije RL sa nekim drugim tehnikama, a zatim je nešto detaljnije objašnjen način funkcionisanja po jednog protokola iz svake kategorije. Takođe je izvršeno i poređenje protokola rutiranja na osnovu uticajnih faktora koji određuju vrednost nagrade u RL procesu, kao i na osnovu posmatranih mrežnih performansi u procesu evaluacije protokola. U svim radovima bilo je primetno značajno poboljšanje posmatranih performansi, u poređenju sa performansama koje se postižu korišćenjem tradicionalnih protokola rutiranja. Ovo je pokazatelj velike efikasnosti primene RL, posebno u mrežama u kojima se topologija često menja i u kojima se čvorovi kreću velikom brzinom.

Cilj rada *“Comparison of traditional and reinforcement learning based routing protocols in VANET scenario”* je analiza i poređenje AODV, AODV-ETX i ARPRL protokola rutiranja u urbanim VANET mrežama. AODV je tradicionalni reaktivni protokol rutiranja, što znači da se mehanizam za otkrivanje putanje pokreće samo kada postoji potreba za slanjem podataka. Očigledno je da AODV protokol nije u mogućnosti da na vreme odgovori na česte promene topologije u VANET mrežama, što rezultira velikim procentom izgubljenih paketa i velikim kašnjenjem paketa u mreži. Ovo je naročito izraženo sa porastom broja čvorova u mreži, gde zbog čestih prekida mrežnih linkova mora ponovo da se pokrene procedura otkrivanja putanje, što dovodi do preopterećenja mreže i degradacije mrežnih performansi. ETX metrika poboljšava performanse AODV protokola jer pomaže u izboru kvalitetnijih putanja. Ovo smanjuje prekide linkova, ali ne može da pomogne u brznoj adaptaciji protokola rutiranja na česte promene mrežne topologije. S druge strane, ARPRL protokol konstantno prati alternativne putanje i njihov kvalitet uz pomoć RL tehnike, što omogućava brzu adaptaciju na promene u topologiji mreže i veliku verovatnoću izbora optimalne putanje od izvorišnog do odredišnog čvora. Ovo rezultira značajno boljim mrežnim performansama u pogledu procenta izgubljenih paketa i prosečnog kašnjenja paketa, što posebno dolazi do izražaja sa porastom broja vozila u mreži.

U radu *“Performance analysis of MANET networks based on AODV protocol in NS-3 simulator”* predstavljene su performanse MANET mreže sa AODV protokolom rutiranja uz korišćenje dva modela mobilnosti (*Random Waypoint* i *Gauss-Markov*). Mreža je analizirana pomoću NS-3 simulatora prateći sledeće parametre: ostvareni protok, procenat izgubljenih paketa, prosečno kašnjenje s kraja na kraj mreže i džiter. Rezultati simulacija su pokazali da se sa porastom broja čvorova koji istovremeno generišu saobraćaj, performanse mreže uglavnom pogoršavaju, što je i očekivano. Međutim, zabeleženi su i neki neočekivani rezultati, kao što je smanjenje overheda rutiranja sa povećanjem brzine kretanja čvorova. Ovo je posebno izraženo u situacijama kada veći broj čvorova generiše saobraćaj.

Rad *“An extension of NS-3 simulator to support efficient MANET performance analysis”* bavi se proširenjem NS-3 simulatora u cilju efikasne analize performansi mreže, koje se zasniva na implementaciji test aplikacije za generisanje i prikupljanje paketa, kao i dodatnog softvera za statističku obradu podataka. Test aplikacija i softver za statističku obradu razvijeni su sa ciljem da obezbede efikasan alat za izračunavanje osnovnih mrežnih parametara kao što su ostvareni protok, stepen izgubljenih paketa, prosečno kašnjenje i medijana kašnjenja s kraja na kraj mreže, kao i džiter. Do

publikovanja ovog rada u NS-3 simulatoru nije postojao jedinstven alat za prikupljanje svih ovih parametara. Postojalo je nekoliko alata koji mogu izračunati neke od navedenih parametara, ali oni zahtevaju naknadnu obradu podataka ili ne podržavaju sve protokole rutiranja. Zbog toga se može smatrati da su predloženi alati bili koristan doprinos NS-3 zajednici.

U radu "*Modifications of AODV protocol for VANETs: performance analysis in NS-3 simulator*" predložena je modifikacija AODV protokola pod nazivom *Neighbor Probabilistic AODV* (Nb-PAODV). Modifikacija je izvršena sa ciljem smanjenja overheda rutiranja i prilagođavanja AODV protokola za upotrebu u VANET mrežama. Nb-PAODV protokol je upoređen sa originalnim AODV protokolom i njegovom modifikacijom *Probabilistic AODV* u VANET mreži u urbanom scenariju. Mreža je analizirana korišćenjem NS-3 simulatora prema osnovnim ključnim pokazateljima performansi, kao što su ostvareni protok, procenat izgubljenih paketa, procenat korisnog saobraćaja, prosečno, medijalno i maksimalno kašnjenje s kraja na kraj mreže i džiter. Rezultati simulacija su pokazali da predloženi Nb-PAODV protokol ima bolje performanse u poređenju sa AODV i PAODV protokolima, naročito u gustim urbanim sredinama sa velikim brojem vozila.

Cilj rada "*An extension of building model for indoor communication in NS-3 simulator*" je proširenje postojećeg *building* modela u NS-3 simulatoru uvođenjem mogućnosti definisanja prostorija proizvoljnog rasporeda i dimenzija. Ova rešenja omogućavaju realističniji model propagacije bežičnog signala u zatvorenom prostoru. Raniji model za propagaciju bežičnih signala u zatvorenim prostorima u NS-3 simulatoru veoma je ograničen kada je u pitanju definisanje unutrašnjosti objekta, što značajno umanjuje kvalitet i pouzdanost simulacionih analiza bežičnih mreža u takvim okruženjima. Rezultati simulacija potvrdili su visoku pouzdanost predloženog modela.

Rad "*Nove metrike rutiranja za smanjenje overhead-a u dinamičkim ad hoc mrežama*" opisuje predlog tri nove metrike koje se baziraju na poznatoj ETX metrici rutiranja: L-ETX, LR-ETX i PLR-ETX, koje su osmišljene da poprave mrežne performanse u dinamičkim WANET mrežama. Metrike su upoređene korišćenjem NS-3 mrežnog simulatora. Na osnovu osnovnih mrežnih indikatora pokazano je da uvođenje novih metrika zasnovanih na ETX metrici u AODV protokol može značajno da poboljša performanse u VANET mreži u gradskom scenariju. Sve predložene metrike smanjuju overhead rutiranja u odnosu na ETX, ali osim toga značajno poboljšavaju i druge mrežne indikatore. Protok i procenat izgubljenih paketa su mnogo bolji nego kod ETX i *hop-count* metrika, posebno kada mreža ima veliki broj čvorova. Indikatori kašnjenja s kraja na kraj mreže takođe pokazuju poboljšanja, posebno kada se primenjuje PLR-ETX metrika.

U radu "*Unapređenje protokola rutiranja za VANET mreže korišćenjem mašinskog učenja*" izvršena je implementacija, testiranje i analiza primene AODV, QLAODV i ARPRL protokola rutiranja u VANET mrežama. Analizirajući rezultate primene pomenutih protokola, očigledno je da protokoli bazirani na RL značajno nadmašuju tradicionalni AODV protokol rutiranja posmatrajući ključne mrežne performanse u različitim simulacionim scenarijima. Posebno je značajno što su se ovi protokoli pokazali veoma dobro pri povećanju maksimalne dozvoljene brzine vozila, što govori o tome da uspevaju blagovremeno da isprate sve intenzivnije promene u mrežnoj topologiji i da adekvatno reaguju u slučaju prekida linkova između čvorova u mreži. Takođe, ovi protokoli su pokazali robusnost na povećanje saobraćajnog opterećenja, s obzirom da i u uslovima velikog broja vozila u mreži, a samim tim i veće opasnosti od zagušenja, pokazuju značajno bolje rezultate u poređenju sa AODV protokolom.

Rad "*Primena učenja potkrepljivanjem u protokolima rutiranja za FANET mreže*" prikazuje sistematičan pregled protokola rutiranja za FANET mreže, baziranih na RL. U radu su najpre opisane osnovne karakteristike i izazovi sa kojima se susreću FANET mreže, kako bi bilo jasnije koje zahteve moraju da zadovolje protokoli rutiranja za ove mreže. Zatim je izvršena klasifikacija protokola rutiranja za FANET mreže po nekoliko kriterijuma, nakon čega je detaljnije opisan po jedan predstavnik svake klase. Može se zaključiti da je u protokolima i dalje dominantan tip učenja QL i da se uglavnom koristi pristup učenju sa jednim agentom i nehijerarhijska mrežna topologija. Na kraju je izvršeno poređenje protokola prema posmatranim parametrima u procesu optimizacije rutiranja, korišćenim simulacionim alatima i modelima mobilnosti. Ovde je primetno da se najčešće teži optimizaciji kašnjenja i stepena isporučenih paketa, u svim istraživanjima je za evaluacija predloženih protokola korišćena simulaciona analiza, dok su najčešće korišćeni modeli mobilnosti i dalje *Random Waypoint* i *Gauss-Markov*.

Cilj rada *“Forecasting demand for a telephone call center”* je testiranje metoda za prognožiranje dolaznih poziva prema kontakt centru. Raspodela ovih poziva tokom godine nije ravnomerna, pa je zauzetost kontakt centra značajno veća u pojedinim mesecima u poređenju sa ostalim mesecima tokom godine. Ova činjenica se direktno odražava na optimalnu raspodelu resursa u kontakt centru, kako bi se obezbedio zadovoljavajući kvalitet usluge u svakom trenutku, a da pritom ne bude angažovano više agenata nego što je potrebno. Prognoza tražnje predstavlja ključni ulazni parametar za planiranje kapaciteta i resursa. U ovom radu razmatrane su tri odgovarajuće metode prognožiranja: metoda pokretnih sredina, metoda jednostavnog eksponencijalnog izgladivanja i aditivna *Holt-Winters* metoda. Na osnovu eksperimentalnih rezultata, u radu se predlaže korišćenje aditivne *Holt-Winters* metode za prognožiranje mesečnog broja dolaznih poziva. Pouzdanost prognoziranih vrednosti ocenjena je testovima za procenu pouzdanosti prognoze MAE, MAPE i DW.

U radu *“Forecasting number of calls to the call center using machine learning”* prikazana je primena dva modela za prognožiranje broja poziva po satu prema kontakt centru, koji se zasnivaju na metodama mašinskog učenja. U tu svrhu korišćena su dva algoritma dostupna u WEKA softveru – *RandomForest* i *Bagging*. Ovi algoritmi su izabrani jer su pokazali najveću pouzdanost tokom procesa unakrsne validacije. Najvažniji i najzahtevniji deo rada kod ovakvih predikcija jeste priprema ulaznog skupa podataka. Ulazni podaci moraju biti dobro grupisani i opisani odgovarajućim atributima. Uspešnost kreiranja efikasnog modela za predviđanje u velikoj meri zavisi od kombinacije atributa koji opisuju svaki podatak. U ovom radu svi atributi su numerički i odnose se na vreme korisničkih poziva upućenih prema kontakt centru. Ovaj skup atributa je izabran zato što su uočene značajne varijacije u broju dolaznih poziva na godišnjem, mesečnom, nedeljnom i dnevnom nivou. U radu je pokazano kako se korišćenjem predloženih modela može dobiti veoma pouzdana prognoza dolaznih poziva, za izuzetno nestabilnu ulaznu vremensku seriju podataka.

H. OCENA ISPUNJENOSTI USLOVA ZA IZBOR

Na osnovu podnete dokumentacije i napred iznetog u Referatu, Komisija konstatuje da kandidat dr Pavle Bugarčić ispunjava sve kriterijume propisane Zakonom o visokom obrazovanju, kao i kriterijume za izbor u zvanje docenta na Univerzitetu u Beogradu, i to:

Opšti uslov

- Doktor je nauka iz uže naučne oblasti “Eksploatacija telekomunikacionog saobraćaja i mreža” za koju se bira. Doktorsku disertaciju odbranio je na Univerzitetu u Beogradu – Saobraćajnom fakultetu.

Obavezni uslovi

- Pristupno predavanje iz oblasti za koju se bira, pozitivno ocenjeno od strane visokoškolske ustanove – Pristupno predavanje iz uže naučne oblasti “Eksploatacija telekomunikacionog saobraćaja i mreža” na temu “Oblikovanje saobraćaja” održano je dana 27.10.2025. godine i pozitivno je ocenjeno sa prosečnom ocenom 5 (pet).
- Pozitivna ocena pedagoškog rada u studentskim anketama tokom celokupnog prethodnog izbornog perioda – Uspešnim višegodišnjim radom sa studentima (preko 7 godina) pokazao je da poseduje pedagoške sposobnosti za nastavni rad ocenjen odličnim ocenama (prosečna ocena 4,77) u studentskim anketama studenata Osnovnih akademskih studija.
- Objavljen jedan rad iz kategorije M21, M22 ili M23 iz naučne oblasti za koju se bira – Kandidat ima 2 rada objavljena u naučnim časopisima sa SCI liste i na oba rada je prvi autor.
- Saopštena dva rada na naučnom ili stručnom skupu (kategorije M31-M34 i M61-M64) – Kandidat ima 5 radova objavljenih u zbornicima radova na međunarodnim naučnim i stručnim skupovima i 7 radova na naučnim i stručnim skupovima od nacionalnog značaja.

Izborni uslovi

1) *Stučnoprofesionalni doprinos*

- Predsednik ili član organizacionog odbora ili učesnik na stručnim ili naučnim skupovima nacionalnog ili međunarodnog nivoa – Kandidat je član Organizacionog odbora “Simpozijuma o novim tehnologijama u poštanskom i telekomunikacionom saobraćaju - PosTel”; Kandidat je učestvovao sa 12 radova objavljenih u zbornicima radova na naučnim i stručnim skupovima od nacionalnog i međunarodnog značaja.
- Predsednik ili član u komisijama za izradu završnih radova na akademskim specijalističkim, master i doktorskim studijama – Kandidat je učestvovao u radu ukupno 40 komisija za odbranu završnih i master radova.
- Rukovodilac ili saradnik u realizaciji projekata – Kandidat je bio član tima na izradi 1 projekta Ministarstva prosvete, nauke i tehnološkog razvoja Republike Srbije.

2) *Doprinos akademskoj i široj zajednici*

- Predsednik ili član organa upravljanja, stručnog organa, pomoćnih stručnih organa ili komisija na fakultetu ili univerzitetu u zemlji ili inostranstvu – Kandidat je bio član sledećih komisija na fakultetu: Komisije za prijem studenata u prvu godinu osnovnih akademskih i master akademskih studija, Komisije za raspored časova, Komisije za promociju fakulteta, Komisije za popis potraživanja, obaveza i izvora sredstava; Bio je sekretar Katedre za telekomunikacioni saobraćaj i mreže; Trenutno je sekretar Odseka za poštanski i telekomunikacioni saobraćaj.
- Rukovođenje aktivnostima od značaja za razvoj i ugled fakulteta, odnosno Univerziteta – Predstavljao fakultet na sajmovima obrazovanja u Beogradu, Novom Sadu, Čačku, Mladenovcu i Kragujevcu; Učestvovao u organizaciji “Sajma oldtajmera i električnih automobila” na Saobraćajnom fakultetu Univerziteta u Beogradu.
- Rukovođenje ili učešće u vannastavnim aktivnostima studenata – Učestvovao u organizaciji stručnih poseta kontrolno-mernom centru Regulatorne agencija za elektronske komunikacije i poštanske usluge (RATEL).
- Učešće u nastavnim aktivnostima koji ne nose ESPB bodove (permanentno obrazovanje, kursevi u organizaciji profesionalnih udruženja i institucija ili sl.) – Završio je trening pod pokroviteljstvom EUTA (*European Training Academy*) za razvoj i pisanje *Horizon* projekata, pod nazivom i “*Excellence in Horizon 2020 Proposal Writing and Project Development*” (2019).

Na osnovu ostvarenih nastavnih, naučnih i stručnih rezultata kandidata, članovi Komisije smatraju da kandidat dr Pavle Bugarčić ispunjava sve uslove propisane Zakonom o visokom obrazovanju, kao i kriterijume za izbor u zvanje docenta na Saobraćajnom fakultetu Univerziteta u Beogradu.

I. ZAKLJUČAK I PREDLOG KOMISIJE

Na osnovu uvida u konkursni materijal, Komisija zaključuje da prijavljeni kandidat, dr Pavle Bugarčić, master inženjer saobraćaja, u potpunosti ispunjava sve propisane uslove za izbor u zvanje docenta za užu naučnu oblast “Eksploatacija telekomunikacionog saobraćaja i mreža”. Takođe, Komisija konstatuje da kandidat ispunjava sve uslove propisane Zakonom o visokom obrazovanju Republike Srbije, kao i uslove za izbor u zvanje docenta predviđene Statutom Univerziteta u Beogradu, Pravilnikom o minimalnim uslovima za sticanje zvanja nastavnika na Univerzitetu u Beogradu i Statutom Saobraćajnog fakulteta.

Dr Pavle Bugarčić, master inženjer saobraćaja je u nastavi na Saobraćajnom fakultetu ostvario značajne rezultate u dosadašnjem radu, što potvrđuju rezultati anonimnih studentskih anketa. Istraživačke sposobnosti kandidat je dokazao kroz objavljene naučne i stručne radove. Kandidat je tokom dosadašnjeg rada pokazao visok nivo posvećenosti, ličnu zainteresovanost, istrajnost u radu i izražen smisao za naučno-istraživački rad u užoj naučnoj oblasti “Eksploatacija telekomunikacionog saobraćaja i mreža”.

Na osnovu navedenog, Komisija sa zadovoljstvom predlaže Izbornom veću Saobraćajnog fakulteta i Veću naučnih oblasti tehničkih nauka Univerziteta u Beogradu da se **dr Pavle Bugarčić**, master inženjer saobraćaja, izabere u zvanje i na radno mesto **docenta** za užu naučnu oblast **“Eksploatacija telekomunikacionog saobraćaja i mreža”** za rad na određeno vreme od 5 godina sa punim radnim vremenom.

Beograd, 27.10.2025. god.

ČLANOVI KOMISIJE:

dr Valentina Radojičić, redovni profesor
Univerzitet u Beogradu – Saobraćajni fakultet

dr Marija Malnar, redovni profesor
Univerzitet u Beogradu – Saobraćajni fakultet

dr Predrag Ivaniš, redovni profesor
Univerzitet u Beogradu – Elektrotehnički fakultet