

НАСТАВНО-НАУЧНОМ ВЕЋУ

Предмет: Подобност теме и кандидата мр Игора Томића, дипл. инж. електротехнике за израду докторске дисертације

Одлуком Наставно-научног већа Електротехничког факултета у Београду бр. 2040/29 од 5.11.2024. године, именовани смо за чланове Комисије за оцену подобности теме и кандидата Игора Томића, инж. ел. и рач., за израду докторске дисертације и научне заснованости теме **„Оптимизација капацитета мобилних мрежа применом статистичке анализе и техника машинског учења“**.

На основу материјала приложеног уз Захтев кандидата, Комисија подноси следећи

ИЗВЕШТАЈ

1. Подаци о кандидату

1.1. Биографски подаци

Игор Томић је рођен 25. августа 1977. године у Београду, од оца Александра и мајке Милке. Основну школу „20. Октобар“ завршио је у Новом Београду 1992. године као ђак генерације, а Математичку гимназију у Београду 1996. године. Током основног и средњешколског образовања учествовао је на такмичењима из математике, физике и астрономије и освајао бројне награде на државном нивоу и био дуги низ година стипендиста Фондације за таленте при Министарству за науку и образовање Републике Србије. Електротехнички факултет у Београду је уписао 1996. године на којем је и дипломирао 2001. године на смеру Телекомуникације са просечном оценом 9.03. Током студија провео је четири месеца на међународној стручној пракси у Словачкој, где је у компанији Orange радио на пословима планирања и оптимизације мобилне радио мреже друге генерације. Дипломски рад на тему „Оптимизација GSM мреже“ одбранио је септембра 2001. године са оценом 10. Магистрирао је на Електротехничком факултету у Београду 2006. године на смеру телекомуникације са просечном оценом 10 и магистарским радом на тему „Анализа утицаја меког и мекшег хендовера на перформансе мобилне мреже треће генерације“. Докторске академске студије је уписао на Електротехничком факултету у Београду, 2020. године, на модулу Телекомуникације. У паралели са докторским студијама на ЕТФ-у, током 2021. године похађао је и успешно завршио програм „Managing and Leading for Innovation“ на ESMT (Европска школа за менаџмент и технологију) у Берлину, која је једна од водећих пословних школи на свету. Програм је водио проф. др Линус Даландер.

1.2. Стечено научноистраживачко искуство

Игор Томић је докторске студије на Електротехничком факултету уписао школске 2020/2021. године на модулу Телекомуникације. На основу уверења о положеним испитима са претходних магистарских студија на Универзитету у Београду – Електротехничком факултету, положио је испите из следећих предмета (студенту се признаје део обавеза на уписаним докторским академским студијама (ДАС) у обиму од 60 ЕСПБ (54 ЕСПБ за положене испите са изборног подручја студента и 6 ЕСПБ за положене опште-образовне испите):

Р. Бр.	Назив испита	Оцена	ЕСПБ
1.	Системи мобилних радио веза	10	9
2.	Принципи модерних телекомуникација	10	9
3.	Технике преноса проширеним спектром	10	9
4.	Случајни процеси у телекомуникацијама	10	9
5.	Моделирање и симулација у телекомуникацијама	10	9
6.	Методи предикције електричног поља	10	9
7.	Руски језик	положио	6

Игор Томић је обавезе: Научно-стручни рад, Студијски истраживачки рад I и Студијски истраживачки рад II урадио током докторских студија на Електротехничком факултету.

У наставку је дат списак публикација кандидата Игора Томића:

Категорија M20 - Радови објављени у научним часописима међународног значаја

- [1] **Tomic, I.**; Bleakley, E.; Ivanis, P. "Predictive Capacity Planning for Mobile Networks—ML Supported Prediction of Network Performance and User Experience Evolution", *MDPI Electronics*, Vol. 11 (4), 626., Special Issue Advances in Machine Learning, February 2022, IF₂₀₂₂ = 2.9 <https://doi.org/10.3390/electronics1104062>, **M22**
- [2] **Tomić, I.**; Drajić, D.; Ivaniš, P.; Savković, U.; Tešić, D.; Lorić, A. "Optimized DM-RS Configuration for Improved 5G New Radio Network Capacity and Performance", *MDPI Electronics* Vol. 13 (11), 2028, May 2024, IF₂₀₂₄ = 2.9, <https://doi.org/10.3390/electronics13112028>, **M22**

Категорија M30 - Зборници међународних научних скупова

- [1] **I. Tomić**, U. Savković, Đ. Tešić, D. Drajić, "Advanced Spectral Efficiency Analytics for 5G/NR Performance Analysis", Proc. of TELSIS 2023, Niš, pp. 147 - 150, Niš, Serbia, Oct, 2023, ISBN 979-8-3503-4701-2, **M33**
- [2] Djurić, K.; **Tomić, I.**; Nesković, A., "On the impact of Network density on correlation between Network load and Link adaptation in MIMO-OFDM based Mobile Broadband Networks", In Proceedings of the 29th Telecommunications Forum TELFOR 2021, Belgrade, Serbia, 23–24 November 2021; 2021. DOI: 10.1109/TELFOR52709.2021.9653196, **M33**
- [3] **Tomić, I.**; Davidović, M.; Drajić, D.; Ivaniš, P.; "On the impact of network load on CQI reporting and Link Adaptation in LTE systems", In Proceedings of the IcEtran, Stanišići, Bosnia and Herzegovina, 8–10 September 2021, pp. 612–624., **M33**
- [4] **Tomić, I.**; Lukić, Đ.; Davidović, M.; Drajić, D.; Ivaniš, P.; "Statistical analysis of CQI reporting and MIMO utilization for downlink scheduling in live LTE mobile network",

- In Proceedings of the 28th Telecommunications Forum TELFOR 2020, Belgrade, DOI: 10.1109/TELFOR48224.2019.8971296., **M33**
- [5] M. Davidović, **I. Tomić**, D. Drajić, and Z. Čiča. "On the Impact of NB-IoT on LTE MBB Downlink Performance", In Proceedings of the 26th Telecommunications Forum TELFOR, Belgrade, Serbia, November 2018, DOI: 10.1109/TELFOR.2018.8611908, **M33**
 - [6] **Tomić, I.**; Davidović, M.; Bjeković, S., "On the downlink capacity of LTE cell", In Proceedings of the 23rd Telecommunications Forum TELFOR, invited paper, Belgrade, Serbia, 24–25 November 2015; pp. 181–185, DOI: 10.1109/TELFOR.2015.7377443, **M33**
 - [7] M. Davidović, S. Bjeković, **I. Tomić**; "On the impact of network load on LTE network downlink performance", In Proceedings of the IcEtran 2015, Srebrno Jezero, Serbia, 8–11 June 2015, **M33**
 - [8] D. Drajić, M. Popovic, N. Nikaein, S.Krco, P. Svoboda, **I. Tomić**, N. Zeljkovic, "HSPA radio access performance evaluation for Online games and M2M applications traffic (TCP vs UDP)", In Proceedings of the 20th Telecommunications Forum TELFOR, invited paper, Belgrade, Serbia, November 2012; pp. 9–12, DOI 10.1109/TELFOR.2012.6419579, **M33**
 - [9] D. Drajić, M. Popovic, N. Nikaein, S.Krco, P. Svoboda, **I. Tomić**, N. Zeljkovic, "Impact of Online Games and M2M Applications Traffic on Performance of HSPA Radio Access Networks," in Proceedings of Innovative Mobile and Internet Services in Ubiquitous Computing, International Conference on, Palermo, Italy 2012 pp. 880-885., DOI: 10.1109/IMIS.2012.54, **M33**
 - [10] D. Drajić, S.Krco, **I. Tomić**, P. Svoboda, M. Popovic, N. Nikaein, N. Zeljkovic, "Traffic generation application for simulating online games and M2M applications via wireless networks", In proceedings of Conference: 9th Annual Conference on Wireless On-demand Network Systems and Services, WONS 2012, Courmayeur, Italy, January 9-11, 2012, DOI:10.1109/WONS.2012.6152224, **M33**
 - [11] D. Drajić, **I. Tomić**, Paralelni razvoj HSPA i LTE – fizički sloj, 18 telekomunikacioni forum TELFOR, pp. 514 - 520, Beograd, Nov, 2010, pregledni rad po pozivu.
 - [12] **I. Tomić**, S.Krco, D.Vuckovic, A. Gluhak, P. Navaratnam, "SENSEI traffic modelling", In Proceedings of the 17th Telecommunications Forum TELFOR, invited paper, Belgrade, Serbia, November 2009; **M33**
 - [13] **I. Tomić**, J. Stojanović, M. Dukić, "On the impact of network load on HSDPA network performance", ETRAN 2007, Igalo, 2007., **M33**
 - [14] **I. Tomić**, J. Stojanović, HSDPA Mobile Network Performance, ETRAN 2006, Beograd, **M33**
 - [15] **I. Tomić**, M. Dukić, "Soft Handover and Radio Resource Management in UMTS Network", ETRAN 2005, Budva, **M33**
 - [16] **I. Tomić**, M. Dukić, "Soft Handover and Downlink Capacity in UMTS Network", XII Telekomunikacioni forum – TELFOR 2004, Beograd, November 2004. **M33**
 - [17] **I. Tomić**, "Radio Resource Management in UMTS Network", XI Telekomunikacioni forum – TELFOR 2003, Beograd, November 2003., **M33**
 - [18] **I. Tomić**, Z. Ratkaj, "Simulation of a Cell in GSM/GPRS Network", ETRAN 2003, Herceg Novi, June 2003, **M33**
 - [19] **I. Tomić**, "DUAL-BAND 900/1800 NETWORK AS A SOLUTION FOR THE PROBLEM OF LACK OF FREQUENCIES FOR GSM 900 NETWORK", VIII Telekomunikacioni forum – TELFOR 2000, Beograd, November 2000., **M33**

- [1] **Tomíć, I.**; Lukić, Đ.; Davidović, M.; Drajić, D.; Ivaniš, P.; "Statistical analysis of CQI reporting and MIMO utilization for downlink scheduling in live LTE mobile network." Telfor Journal 2020, Vol. 12, 8–12.; DOI: 10.5937/telfor2001008T, **M53**
- [2] M. Davidović, **I. Tomić**, D. Drajić, and Z. Čiča. "On the Impact of NB-IoT on LTE MBB Downlink Performance", Telfor Journal 2019, Vol. 11, 20–24.; DOI: 10.5937/TELFOR1901020D, **M53**

Категорија M60 - Зборници скупова националног значаја

- [1] **I. Tomić**, I. Simić, "HSDPA Network Performance Improvement", YUINFO 2007, Kopaonik
- [2] **I. Tomić**, J. Stojanović, V. Denčić, "MAC-hs Protocols in HSDPA Mobile Broadband Networks", YU INFO 2007, Kopaonik
- [3] **I. Tomić**, J. Stojanović, "HSDPA – A Solution for Mobile Broadband", DOGS 2006 – Digitalna Obrada Govora i Slike, Vršac
- [4] **I. Tomić**, J. Stojanović, "HSDPA – Next generation mobile radio system", YUINFO 2006, Kopaonik
- [5] **Igor Tomić**, Probability Soft Handover probability as function of active set threshold parameter, YUINFO 2005, Kopaonik, March 2005.

Категорија M90 – Патенти

- [1] **I. Tomić**, Aspire Technology, System and method for determining user throughput in a cellular network, application number: US-20230300676-A1, <https://ppubs.uspto.gov/dirsearch-public/print/downloadPdf/20230300676>

Дана 4.12.2024. године на Електротехничком факултету у Београду, кандидат Игор Томић је успешно одбранио тему докторске дисертације на усменој одбрани у присуству Комисије:

1. др Александар Нешкових, редовни професор, Универзитет у Београду - Електротехнички факултет (председник Комисије)
2. др Горан Марковић, редовни професор, Универзитет у Београду - Саобраћајни факултет
3. др Драган Олћан, редовни професор, Универзитет у Београду - Електротехнички факултет

1.3. Оцена подобности кандидата за рад на предложеној теми

На основу постигнутих резултата кандидата Игора Томића у досадашњем раду, као и на основу усмене одбране теме докторске дисертације кандидата, Комисија има позитивно мишљење о способности кандидата за самосталан и успешан научноистраживачки рад. Кандидат је показао добро познавање области којом се бави предложена тема, и предложио је јасне правце истраживања, као и очекиване резултате у оквиру рада на тези. Имајући све наведено у виду, став Комисије је да Игор Томић задовољава све услове да приступи изради докторске дисертације на предложеној теми.

2. Предмет и циљ истраживања

Сведоци смо великог развоја мобилних комуникација у последњих тридесетак година, које су измениле наш начин живота као и друштво у целини. Оне су приближиле становнике удаљених и неприступачних крајева, постале неизбежни алат пословања, са великим утицајем не само на економију и разне делатности, већ и на остале важне сегменте попут образовања и здравствене заштите. У последње време, са четвртом индустријском револуцијом, преко мобилних мрежа повезујемо не само људе, већ и машине, сензоре и разне друге "паметне" уређаје. Мобилне комуникације су жила куцавица данашњег друштва. Количина података која се преноси кроз мобилне мреже из године у годину расте, где се у последњих десет година у просеку дуплира сваке две године. У овом тренутку темпо раста се разликује између тржишта и креће се између 20% и 40% годишње [1]. Сталан раст саобраћаја са једне стране, и потреба за добрим квалитетом сервиса са друге стране, ставља мобилне операторе пред велике изазове у ситуацији када су фреквенцијски ресурси лимитирани, а изградња нових базних станица отежана због различитих фактора.

Предмет истраживања ове докторске дисертације је увођење иновативних метода планирања перформанси радио мреже и оптимизације капацитета. Циљ је да се омогући операторима да применом традиционалних статистичких анализа као и нових технологија машинског учења и вештачке интелигенције, паметније и ефикасније планирају своје мреже са разних аспеката, од инвестиција које улажу до начина конфигурације мреже и стратегије имплементације нових техничких решења. Преглед примене техника машинског учења у телекомуникацијама је дат у [2, 3], где видимо да је најчешћа примена у домену унапређења система (*beamforming, multi-user detection, coding/decoding schemes, RF characterization...*), детекције аномалија у мрежи, управљања ресурсима, као и предикцији раста саобраћаја [4-7]. Међутим, за потребе предиктивног планирања потребно је отићи корак даље, ка предикцији перформанси мрежа и корисничког искуства, у различитим сценаријима, које није покривено расположивом литературом и предмет је овог истраживања. Специјална пажња ће бити посвећена анализи, моделовању и предикцији спектралне ефикасности, чији је значај свакога дана све већи и већи.

Осим иновативног приступа планирању перформанси мобилних мрежа, током истраживања ће бити анализирани и могућности унапређења спектралне ефикасности у мобилним системима пете генерације, како би се заокружио цео процес. Рад ће се посебно бавити оптималном конфигурацијом DMRS сигнала, који користе значајне ресурсе са директном негативним утицајем на спектралну ефикасност. Ова тема је обрађена у радовима [8-11], и биће додатно покривена овим истраживањем кроз анализу утицаја на спектралну ефикасност, перформансе адаптације линка и корисничко искуство, у различитим сценаријима.

Истраживање је значајно у смислу да даје важан допринос редефинисању процеса и методологије планирања капацитета радио мреже, као и важне смернице у организацији радио интерфејса и остваривања значајних уштеда са директним утицајем на преко потребно унапређење спектралне ефикасности.

Део литературе која ће бити коришћена приликом рада на докторској дисертацији:

1. Ericsson Mobility Report, November 2023, Available online: <https://www.ericsson.com/en/reports-and-papers/mobility-report> (accessed on 6th December 2023).
2. Santos, G.L.; Endo, P.T.; Sadok, D.; Kelner, J. When 5G Meets Deep Learning: A Systematic Review. *Algorithms* **2020**, Vol. 13, pp. 208, doi: 10.3390/a13090208.
3. Zhang, C.; Patras, P.; Haddadi, H. Deep learning in mobile and wireless networking: A survey. *IEEE Commun. Surv. Tutor* **2019**, Vol. 21, pp. 2224–2287. doi: 10.1109/COMST.2019.2904897
4. Bastos, J. Forecasting the capacity of mobile networks. *Telecommun. Syst. (Springer)* **2019**, 72, 231–242, doi: 10.1007/s11235-019-00556-w.

5. Gijón, C.; Toril, M.; Luna-Ramírez, S.; Mari-Altozano, M.L.; Ruiz-Avilés, J.M. Long-Term Data Traffic Forecasting for Network Dimensioning in LTE with Short Time Series. *Electronics* 2021, Vol. 10, 1151. <https://doi.org/10.3390/electronics10101151>.
6. Li, R.; Zhao, Z.; Zheng, J.; Mei, C.; Cai, Y.; Zhang, H. The learning and prediction of application-level traffic data in cellular networks. *IEEE Trans. Wirel. Commun.* 2017, Vol. 16, 3899–3912.
7. Hua, Y.; Zhao, Z.; Liu, Z.; Chen, X.; Li, R.; Zhang, H. Traffic prediction based on random connectivity in deep learning with long short-term memory. In Proceedings of the 2018 IEEE 88th Vehicular Technology Conference (VTC-Fall), Chicago, IL, USA, 27–30 August 2018; pp. 1–6, doi:10.1109/VTCFall.2018.8690851.
8. Noh, G.; Hui, B.; Kim, J.; Chung, H. S.; Kim, I. DMRS design and evaluation for 3GPP 5G new radio in a high speed train scenario, In 2021 IEEE Global Communications Conference (GLOBECOM), pp. 1–6. IEEE, 2017. doi:10.1109/GLOCOM.2017.8254568
9. Noh, G.; Hui, B.; Kim, J.; Kim, I. High speed train communications in 5G: design elements to mitigate the impact of very high mobility, *IEEE Wireless Communications*, 2020, vol. 27, no 6, pp. 98–106, doi: 10.1109/MWC.001.2000034.
10. Li, Q.; Sibel, J.-C.; Berbineau, M.; Dayoub, I.; Gallée, F.; Bonneville, H. Physical Layer Enhancement for Next-Generation Railway Communication Systems. *IEEE Access*, 2022, vol. 10, pp. 83152-83175, doi: 10.1109/ACCESS.2022.3192971.
11. Martín, J. R.; Pérez Leal, R.; Armada, A. G. Design of DMRS schemes for 5G vehicular communications, 2021 IEEE 93rd Vehicular Technology Conference (VTC2021-Spring), Helsinki, Finland, 2021, pp. 1-5, doi: 10.1109/VTC2021-Spring51267.2021.9449011.

3. Полазне хипотезе

1. Перформансе мобилних мрежа и корисничко искуство, које се у данашње време најчешће осликава брзином преноса података, зависе од различитих фактора, од којих су најважнији:

- постигнут квалитет покривања радио сигналом
- имплементиран капацитет радио мреже у смислу одређеног броја радио канала у различитим фреквенцијским опсезима и различите ширине
- понуђен саобраћај, у смислу броја корисника и количине пренесених података.

2. Перформансе мобилних мрежа и корисничко искуство се могу предвидети, где комбинација доброг теоретског модела заснованог на статистичкој анализи, расположивих података из мобилних мрежа у дужем временском периоду, као и савремених метода машинског учења и вештачке интелигенције, може дати веома добре резултате у смислу тачности.

3. Процес планирања мобилних мрежа се може унапредити коришћењем предикције будућих перформанси мреже у различитим сценаријама проширења капацитета мреже и раста саобраћаја, чиме се омогућава инвестирање у мрежу са јасном корелацијом између инвестиције и унапређења квалитета корисничког искуства.

4. Стратегија конфигурације радио интерфејса и организације ресурса у временском и фреквенцијском домену, утиче директно на спектралну ефикасност, која се у одређеним условима може значајно поправити.

4. Научне методе истраживања

Први корак у истраживању је проучавање релевантне и актуелне литературе посвећене овој области. Након тога, применом статистичке анализе и машинског учења на податке прикупљене из комерцијалних радио мрежа анализираће се узрочно последична веза између раста саобраћаја и деградације спектралне ефикасности. Тестираће се различити модели и њихове перформансе, као и утицај бројних фактора на тачност предикције, у циљу даљег унапређења тачности модела.

Унапређена методологија планирања радио мреже ће бити примењена у комерцијалним мобилним мрежама, где ће нов метод бити тестиран и оптимизован, уз оцену унапређења у поређењу са традиционалним методама.

Анализираће се и могућности унапређења спектралне ефикасности смањењем броја ресурса конфигурираних за референтне сигнале и њиховом реалокацијом на саобраћајне канале. Доплерови ефекти за мобилне кориснике ће бити моделовани за различите конфигурације мреже у смислу фреквенције и ширине ресурсног блока, као и за различите типове корисника у смислу брзине кретања. Оптималне конфигурације ће бити предложене, а затим и тестиране на комерцијалним мрежама уз анализирање ефеката помоћу различитих врста мерења. Користиће се мерења базирана на мерној опреми и активном мерењу корисничког искуства, као и прикупљањем бројача из мобилне мреже везаних за разне догађаја и извештаје које мобилни корисник јавља мобилној мрежи.

5. Очекивани научни допринос

Очекивани доприноси ове тезе су следећи:

- Статистичка анализа важних индикатора перформанси адаптације радио линка и спектралне ефикасности, и њихова корелација са оптерећењем радио мреже
- Анализа перформанси различитих модела машинског учења у процесу моделовања спектралне ефикасности и корелације са растом саобраћаја. Одабир најпогоднијег модела.
- Анализа утицаја различитих фактора на везу између спектралне ефикасности и раста саобраћаја. Обрадиће се фактори попут фреквенције канала, заузетости ресурса, густине мреже и типова саобраћаја и оценити значај сваког од фактора у смислу потенцијалног унапређења тачности модела.
- Ревизија погледа на организацију радио интерфејса у мрежама пете генерације и предлог оптималне алокације ресурса за референтне сигнале за различите типове саобраћаја и конфигурацију мрежа.
- Провера перформанси оптимизоване конфигурације радио интерфејса у комерцијалним мрежама различитих карактеристика и типова саобраћаја.

6. План истраживања и структура рада

План истраживања у оквиру предложене докторске дисертације је следећи:

- Упознавање са релевантном литературом.
- У уводном делу, докторски рад ће обрадити развој мобилних система од друге до пете генерације, са посебним освртом на еволуцију радио интерфејса.
- Наставиће се са анализом начина адаптације линка и прилагођења променљивим радио условима. Статистичком анализом ће се утврдити узрочно-последичне везе између оптерећења мреже и кључних индикатора перформанси адаптације линка. Посебна пажња ће бити посвећена спектралној ефикасности и њеној директној вези са перформансама мреже и потребним инвестицијама. Биће развијена метода за оцену спектралне ефикасности у различитим деловима ћелије (областима покривености), од положаја у непосредној близини базне станице и антенских система, до границе покривања постојеће ћелије и преласка комуникације на другу базну станицу. Новом методом биће анализирана значајна количина података из комерцијалних мрежа, анализирани и упоређени перформансе различитих фреквенцијских опсега. Такође,

биће предложени начини детекције аномалија у понашању мреже, које се могу остварити овом методом и користити даље као важан извор информација у процесу планирања, имплементације, одржавања и оптимизације радио мреже.

- Наставиће се са методама за анализу и предикцију радио покривања и корисничког искуства. Биће предложени методи за холистичко планирање радио покривања и капацитета мреже, као и за детекцију зона са незадовољавајућим квалитетом и перформансама мреже, сегментацију проблема на проблеме узроковане квалитетом сигнала и недовољним капацитетом, и начине њиховог отклањања.
- Посебна пажња ће бити посвећена методама предикција перформанси мреже и корисничког искуства, које је предуслов за предиктивно планирање. Биће дат осврт на примену метода машинског учења и вештачке интелигенције у процесима планирања и управљања радио мрежама. Предложиће се начин предикције саобраћаја на нивоу базне станице, односно сектора покривања. Такође, анализираће се и предложити методе предикције еволуције спектралне ефикасности у ситуацији када се саобраћај у мобилној мрежи мења.
- Комбинацијом предикције количине понуђеног саобраћаја и промене спектралне ефикасности, заокружиће се предикција корисничког искуства. Нов метод ће бити анализиран на значајној количини података из комерцијалних мобилних мрежа, и биће предложене методе за планирање проширења капацитета мобилних мрежа са оптималним утицајем и најбржим повратом уложених средстава.
- У последњем делу истраживања биће обрађене различите методе унапређења капацитета мреже, попут редизајна радио мреже, примене новијих технолошких решења заснованих на напредним антенским системима са више улаза/излаза и техници управљања радио сноповима, као и могућностима за оптимизацију конфигурације радио интерфејса у циљу смањења губитака капацитета због алокације референтних сигнала.

7. Закључак и предлог

Узимајући у обзир претходно наведене податке и чињенице о предложеној теми докторске дисертације и кандидату, Комисија закључује да кандидат Игор Томић испуњава све услове да спроведе истраживање и да има способност да успешно уради докторску дисертацију на предложеној тему **„Оптимизација капацитета мобилних мрежа применом статистичке анализе и техника машинског учења“**.

Планирано истраживање, као и предложени садржај дисертације припада актуелним областима телекомуникационих мрежа и примени статистичких метода и техника машинског учења на проблеме планирања и оптимизације капацитета радио мреже као и унапређења спектралне ефикасности. Очекивани научни доприноси би требало да значајно унапреде процес планирања и оптимизације спектралне ефикасности мобилних мрежа четврте и пете генерације, као и наредних генерација. Комисија је сагласна да је предложена тема подобра за докторску дисертацију. Комисија констатује да предложена тема припада ужој научној области Телекомуникације, и да је Електротехнички факултет у Београду матичан за ову област, и за менторе за израду докторске дисертације предлаже др Предрага Иваниша, редовног професора Електротехничког факултета у Београду и др Дејана Драјића, редовног професора Електротехничког факултета у Београду.

Имајући у виду сва образложења и оцене наведене у овом извештају, Комисија предлаже Наставно-научном већу Електротехничког факултета Универзитета у Београду да кандидату Игору Томићу одобри израду докторске дисертације под насловом: **„Оптимизација капацитета мобилних мрежа применом статистичке анализе и техника машинског учења“**.

У Београду, 5.12.2024.

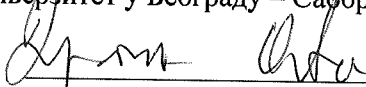
ЧЛАНОВИ КОМИСИЈЕ



др Александар Нешковић, редовни професор
Универзитет у Београду – Електротехнички факултет



др Горан Марковић, редовни професор
Универзитет у Београду – Саобраћајни факултет



др Драган Олћан, редовни професор
Универзитет у Београду – Електротехнички факултет