

UNIVERZITET U BEOGRADU

SAOBRAĆAJNI FAKULTET

Vojvode Stepe 305, Beograd

NASTAVNO-NAUČNOM VEĆU

**PREDMET: Referat o urađenoj doktorskoj disertaciji kandidatkinje Zlate Radak, diplomiranog inženjera saobraćaja**

Odlukom Nastavno-naučnog veća Univerziteta u Beogradu - Saobraćajnog fakulteta, imenovani smo za članove Komisije za pregled, ocenu i odbranu doktorske disertacije kandidatkinje Zlate Radak, diplomiranog inženjera saobraćaja, pod nazivom:

**„MODELI ZA UNAPREĐENJE PROCESA PRUŽANJA TELEKOMUNIKACIONIH  
USLUGA POSLOVNIM KORISNICIMA”**

Nakon pregleda dostavljene disertacije i prateće dokumentacije, Komisija podnosi sledeći

**R E F E R A T**

**1. UVOD**

1.1. Hronologija odobravanja i izrade disertacije

Na osnovu podnete prijave teme doktorske disertacije kandidatkinje Zlate Radak, diplomiranog inženjera saobraćaja, i donetih odluka Univerziteta u Beogradu – Saobraćajnog fakulteta, hronologija odobravanja i izrade disertacije je:

08.07.2025. god. Kandidatkinja Zlata Radak podnela je prijavu predloga istraživanja u okviru doktorske disertacije Nastavno-naučnom veću Univerziteta u Beogradu – Saobraćajnog fakulteta (806/1 od 08.07.2025. god). Uz prijavu je podnela i zahtev da se sprovede postupak za ocenu podobnosti kandidatkinje i predložene teme i za mentore predložila dr Marijanu Petrović, redovnog profesora Univerziteta u Beogradu – Saobraćajnog fakulteta i dr Gorana Markovića redovnog profesora Univerziteta u Beogradu – Saobraćajnog fakulteta.

- 10.09.2025. god. Na sednici Nastavno-naučnog veća Univerziteta u Beogradu – Saobraćajnog fakulteta doneta je odluka (br. 806/4) o formiranju Komisije za ocenu naučne zasnovanosti teme doktorske disertacije Zlate Radak, diplomiranog inženjera saobraćaja, u sastavu:
- Dr Valentina Radojičić, redovni profesor, Univerzitet u Beogradu – Saobraćajni fakultet;
  - Dr Tanja Živojinović, vanredni profesor, Univerzitet u Beogradu – Saobraćajni fakultet
  - Dr Marko Mihić, redovni profesor, Univerzitet u Beogradu – Fakultet organizacionih nauka
- 22.09.2025. god. Komisija za ocenu naučne zasnovanosti teme doktorske disertacije podnela je pozitivan izveštaj (br. 624/5) Nastavno–naučnom veću Univerziteta u Beogradu – Saobraćajnog fakulteta;
- 15.10.2025. god. Nastavno-naučno veće Univerziteta u Beogradu – Saobraćajnog fakulteta, donelo je odluku o imenovanju predloženih mentora (br. 806/7 od 15.10.2025. god.) i uputilo zahtev Veću naučnih oblasti tehničkih nauka Univerziteta u Beogradu za saglasnost na predlog teme doktorske disertacije.
- 24.10.2025. god. Na sednici Veća naučnih oblasti tehničkih nauka Univerziteta u Beogradu, doneta je odluka (02 broj: 06-3791/19-25 od 24.10.2025. godine) kojom se daje saglasnost na predlog teme doktorske disertacije kandidatkinje Zlate Radak, diplomiranog inženjera saobraćaja;
- 24.04.2026. god. Kandidatkinja Zlata Radak, diplomirani inženjer saobraćaja, podnela je Nastavno-naučnom veću Univerziteta u Beogradu – Saobraćajnog fakulteta zahtev za početak postupka za pregled, ocenu i odbranu doktorske disertacije (br. 473/1);
- 05.05.2026. god. Na sednici Nastavno-naučnog veća Univerziteta u Beogradu – Saobraćajnog fakulteta doneta je odluka (br. 473/6 od 06.05.2026. godine) o formiranju Komisije za pregled, ocenu i odbranu doktorske disertacije kandidatkinje Zlate Radak, diplomiranog inženjera saobraćaja u sastavu:
- Dr Valentina Radojičić, redovni profesor, Univerzitet u Beogradu - Saobraćajni fakultet
  - Dr Tanja Živojinović, vanredni profesor, Univerzitet u Beogradu - Saobraćajni fakultet
  - Dr Nikola Petrović, vanredni profesor, Univerzitet u Nišu - Mašinski fakultet

## 1.2. Naučna oblast disertacije

Doktorska disertacija pod nazivom „Modeli za unapređenje procesa pružanja telekomunikacionih usluga poslovnim korisnicima” pripada naučnoj oblasti Saobraćajno inženjerstvo i užoj naučnoj oblasti Ekonomija i marketing u saobraćaju i transportu za koju je matičan Univerzitet u Beogradu – Saobraćajni fakultet.

Predmet istraživanja odnosi se na unapređenje procesa dizajniranja i pružanja telekomunikacionih usluga poslovnim korisnicima, sa posebnim fokusom na složene B2B telekomunikacione usluge, kao što su SD-WAN (*Software-Defined Wide Area Network*) i L3VPN (*Layer 3 Virtual Private Network*) rešenja. Istraživanje obuhvata analizu i optimizaciju poslovnih procesa, kao i razvoj modela za unapređenje dizajna usluga kroz integraciju savremenih metoda upravljanja procesima, *Lean* pristupa, QFD (*Quality Function Deployment*) metode i analitičkih alata zasnovanih na veštačkim neuronskim mrežama, ANN (*Artificial Neural Networks*).

Mentor, dr Marijana Petrović, redovni profesor Univerziteta u Beogradu – Saobraćajnog fakulteta, birana je za užu naučnu oblast *Ekonomija i marketing u saobraćaju i transportu*. Diplomirala je na Univerzitetu u Beogradu – Saobraćajnom fakultetu 2003. godine na studijskom programu telekomunikacionog saobraćaja i mreža, gde je završila i postdiplomske studije iz oblasti menadžmenta u transportu i komunikacijama transportu 2007. godine. Doktorsku disertaciju iz oblasti ekonomije i marketinga u saobraćaju i komunikacijama odbranila je 2011. godine na istom fakultetu. U dosadašnjem naučno-istraživačkom radu dr Marijana Petrović objavila je preko sto radova u naučnim časopisima (od kojih 13 u međunarodnim časopisima sa SCI liste), i zbornicima konferencija (od kojih su četiri plenarna predavanja po pozivu). Koautor je više stručnih i naučnih knjiga, među kojima se posebno izdvajaju monografija *Benčmarking i politika telekomunikacija* i udžbenik *Odabrani modeli za politiku transporta i komunikacija*. Njena naučna interesovanja obuhvataju primenu metoda inženjerskog menadžmenta i marketinga, posebno u oblastima telekomunikacija i saobraćaja. Tokom dosadašnje akademske karijere učestvovala je u realizaciji više međunarodnih istraživačkih projekata finansiranih kroz programe *Horizon Europe*, *Interreg* i *Erasmus+*, u okviru kojih je bila angažovana na razvoju i primeni metoda menadžmenta i sistema podrške odlučivanju u inženjerskim istraživanjima i praksi. Takođe, bila je član različitih akademskih i savetodavnih tela iz oblasti saobraćaja, komunikacija i upravljanja sistemima.

Mentor, dr Goran Marković, redovni profesor Univerziteta u Beogradu – Saobraćajnog fakulteta, biran je za užu naučnu oblast *Eksploatacija telekomunikacionog saobraćaja i mreža*. Diplomirao je na Univerzitetu u Beogradu – Saobraćajnom fakultetu 1996. godine, na Odesku za poštanski i telekomunikacioni saobraćaj, gde je 2002. godine završio i postdiplomske studije i odbranio doktorsku disertaciju 2007. godine. Od 2017. godine zaposlen je u zvanju redovnog profesora na katedri za telekomunikacioni saobraćaj i mreže Univerziteta u Beogradu – Saobraćajnog fakulteta, gde trenutno obavlja funkciju šefa Katedre. U dosadašnjem naučno-istraživačkom radu objavio je više od 150 naučnih i stručnih radova u domaćim i međunarodnim časopisima i

zbornicima konferencija, od čega je 20 radova objavljeno u međunarodnim časopisima sa SCI liste. Autor je i koautor više univerzitetskih udžbenika i monografija, među kojima se izdvajaju Osnovi telekomunikacionih sistema, Osnovi radio komunikacija i Dinamičko rutiranje u telekomunikacionim mrežama. Naučna interesovanja dr Gorana Markovića obuhvataju projektovanje i optimizaciju telekomunikacionih mreža, saobraćajno inženjerstvo, optičke mreže i napredne telekomunikacione servise. Član je većeg broja akademskih i stručnih tela, programsko-naučnih odbora međunarodnih i domaćih konferencija, kao i recenzent u istaknutim međunarodnim naučnim časopisima. Nosilac je licence odgovornog projektanta telekomunikacionog saobraćaja i mreža izdate od strane Inženjerske komore Srbije.

### 1.3. Biografski podaci o kandidatkinji

Zlata Radak završila je osnovne akademske studije na Saobraćajnom fakultetu Univerziteta u Beogradu, nakon čega je profesionalnu karijeru nastavila u oblasti telekomunikacija i informacionih tehnologija. Tokom višegodišnjeg rada u telekomunikacionom sektoru stekla je značajno iskustvo u oblasti upravljanja poslovnim procesima, razvoja i implementacije telekomunikacionih usluga za poslovne korisnike, kao i u oblasti unapređenja organizacionih i operativnih procesa. Kandidatkinja ima više od petnaest godina profesionalnog iskustva u velikim telekomunikacionim i IT sistemima, gde je bila angažovana na poslovima optimizacije procesa, koordinacije međusektorskih aktivnosti, unapređenja korisničkog iskustva i razvoja kompleksnih telekomunikacionih rešenja za poslovne korisnike. Posebno iskustvo kandidatkinja je stekla kroz rad na projektima unapređenja procesa pružanja SD-WAN i drugih naprednih mrežnih usluga u realnom poslovnom okruženju.

Tokom doktorskih studija kandidatkinja je bila aktivno uključena u naučno-istraživački rad iz oblasti unapređenja poslovnih procesa i razvoja telekomunikacionih usluga. Rezultati istraživanja objavljeni su u međunarodnim i domaćim naučnim časopisima i prezentovani na međunarodnim naučnim skupovima. Oblasti naučnog interesovanja kandidatkinje obuhvataju upravljanje poslovnim procesima, *Lean* metodologiju, QFD, optimizaciju telekomunikacionih usluga, poslovnu analitiku i primenu metoda veštačke inteligencije u telekomunikacionim sistemima.

## 2. OPIS DISERTACIJE

### 2.1. Sadržaj disertacije

Doktorska disertacija kandidatkinje Zlate Radak, napisana je na srpskom jeziku, latiničnim pismom, u skladu sa Uputstvom Univerziteta u Beogradu o obliku i sadržaju doktorske disertacije. Na početku rada dati su sažetak na srpskom i engleskom jeziku, ključne reči, sadržaj, spisak slika, tabela i skraćenica.

Doktorska disertacija je strukturno koncipirana kroz šest poglavlja sa sledećim naslovima:

1. Uvodna razmatranja;

2. Telekomunikaciono tržište i B2B poslovni procesi: analiza okruženja i identifikacija ključnih izazova u pružanju usluga poslovnim korisnicima;
3. Metode, tehnike i alati, za unapređenje poslovnih procesa i dizajna usluga - pregled i analiza dosadašnjih istraživanja;
4. Modeli za unapređenje procesa pružanja telekomunikacionih usluga poslovnim korisnicima;
5. Praktična validacija razvijenih modela - studije slučaja i
6. Zaključak.

U nastavku disertacije prikazan je spisak literature koji sadrži 142 reference, koje su korišćene u izradi doktorske disertacije. Na kraju, data je biografija autorke i potpisane izjave o autorstvu, istovetnosti štampane i elektronske verzije dokorskog rada i o korišćenju dokorskog rada.

Prema strukturi rada, primenjenim naučnim metodama, sprovedenim analizama, istraživanjima i postignutim rezultatima, disertacija u potpunosti zadovoljava kriterijume i standarde predviđene za ovakvu vrstu naučnog rada.

## 2.2. Kratak prikaz pojedinačnih poglavlja

U uvodnom delu definisani su predmet, cilj i hipoteze istraživanja, kao i značaj unapređenja procesa pružanja telekomunikacionih usluga poslovnim korisnicima u savremenom telekomunikacionom okruženju. Posebna pažnja posvećena je izazovima sa kojima se suočavaju telekomunikacioni operatori u B2B (*Business to Business*) segmentu, uključujući kompleksnost procesa, međuzavisnost organizacionih celina i rastuće zahteve poslovnih korisnika.

U drugom poglavlju predstavljani su savremeni pristupi upravljanju poslovnim procesima i unapređenju kvaliteta usluga, sa posebnim osvrtom na *Lean* i *Kaizen* pristup, *Value Stream Mapping* (VSM), *Value Stream Analysis* (VSA), QFD metodu i proširenja QFD metode kao i njihova primena u procesima donošenja odluka. Takođe, dat je pregled postojećih istraživanja iz oblasti unapređenja telekomunikacionih usluga i upravljanja procesima u B2B telekomunikacionom okruženju.

Treće poglavlje daje pregled i analizu relevantne naučno-stručne literature koja se bavi unapređenjem poslovnih procesa i metodama za razvoj proizvoda i usluga u skladu sa zahtevima korisnika. U ovom poglavlju analiziraju se pristupi iz oblasti *Lean* menadžmenta i alati za optimizaciju procesa, posebno VSM i VSA, kao i metode upravljanja kvalitetom i razvojem proizvoda/usluga, među kojima se posebno izdvaja QFD metoda. Na osnovu komparativne analize postojećih pristupa razmatrana je njihova primenljivost u kontekstu B2B telekomunikacionih usluga i izvršen izbor odgovarajućih alata i metoda za rešavanje problema identifikovanih u prethodnom poglavlju.

Četvrto poglavlje predstavlja suštinski deo disertacije koji se odnosi na razvoj dva komplementarna modela za unapređenje procesa pružanja telekomunikacionih usluga poslovnim korisnicima. Prvi model, TBV (*Telecommunication Business Value*), razvijen je sa ciljem

unapređenja procesa isporuke telekomunikacionih usluga primenom *Lean* metoda i alata za analizu toka vrednosti, odnosno ključnih indikatora performansi posmatranog operatora. Drugi model, TBQ (*Telecommunication Business Quality*), razvijen je sa ciljem unapređenja procesa dizajniranja telekomunikacionih usluga povezivanjem zahteva korisnika sa tehničkim karakteristikama usluge, primenom QFD metode i analitičkih alata zasnovanih na neuronskim mrežama.

Peto poglavlje obuhvata primenu razvijenih modela u realnom telekomunikacionom okruženju kroz studije slučaja zasnovane na SD-WAN i L3VPN uslugama namenjenim poslovnim korisnicima. Analizirani su postojeći poslovni procesi, identifikovane aktivnosti koje ne doprinose stvaranju vrednosti, definisane mere unapređenja i izvršena validacija razvijenih modela kroz merenje ostvarenih rezultata.

U završnom šestom poglavlju disertacije dati su zaključci istraživanja, potvrda postavljenih hipoteza, prikaz naučnih i praktičnih doprinosa rada, ograničenja istraživanja i smernice za buduća istraživanja u oblasti unapređenja telekomunikacionih usluga i poslovnih procesa.

### **3. OCENA DISERTACIJE**

#### **3.1. Savremenost i originalnost**

Tema doktorske disertacije odnosi se na unapređenje procesa pružanja telekomunikacionih usluga poslovnim korisnicima u uslovima intenzivnih tehnoloških promena, digitalne transformacije i rastućih zahteva tržišta. Savremeno telekomunikaciono okruženje karakteriše potreba za visokim nivoom fleksibilnosti, brzinom implementacije usluga i prilagođavanje specifičnim zahtevima poslovnih korisnika, posebno u oblasti kompleksnih mrežnih i *cloud* rešenja. U takvim uslovima unapređenje poslovnih procesa i razvoj modela za efikasnije dizajniranje i pružanje usluga predstavljaju izuzetno aktuelnu i značajnu oblast istraživanja.

Savremenost istraživanja potvrđena je i činjenicom da telekomunikacioni operatori sve intenzivnije prelaze sa tradicionalnih modela pružanja usluga ka virtualizovanim i softverski definisanim mrežnim rešenjima zasnovanim na *cloud* tehnologijama i *Network Function Virtualization* (NFV) konceptu. Posebno su značajni izazovi vezani za pružanje SD-WAN i L3VPN usluga poslovnim korisnicima, gde kompleksnost procesa, veliki broj međuzavisnih aktivnosti i potreba za koordinacijom različitih organizacionih celina direktno utiču na kvalitet i efikasnost pružanja usluge.

Originalnost doktorske disertacije ogleda se u razvoju dva međusobno povezana modela za unapređenje procesa pružanja telekomunikacionih usluga poslovnim korisnicima. Prvi model - TBV, predstavlja originalan metodološki okvir za unapređenje poslovnih procesa primenom *Lean* metoda i alata za analizu toka vrednosti u telekomunikacionom okruženju (VSM i VSA). Poseban doprinos modela ogleda se u dodatnoj klasifikaciji aktivnosti koje dodaju vrednost na HVA, MVA i LVA aktivnosti iz perspektive korisničke percepcije vrednosti, čime je omogućena detaljnija analiza toka vrednosti procesa. Drugi model - TBQ, predstavlja originalan pristup

unapređenju procesa dizajniranja telekomunikacionih usluga kroz integraciju QFD metode i analitičkih alata zasnovanih na veštačkim neuronskim mrežama. Integracijom QFD pristupa i *Extreme Learning Machine* (ELM) alata omogućena je analiza i predikcija odnosa između zahteva korisnika i tehničkih karakteristika usluge u uslovima ograničenih i nepotpunih podataka, što predstavlja značajan metodološki doprinos u oblasti dizajniranja telekomunikacionih usluga.

Originalnost istraživanja ogleda se i u praktičnoj validaciji razvijenih modela u realnom telekomunikacionom okruženju kroz studije slučaja zasnovane na SD-WAN i L3VPN uslugama namenjenim poslovnim korisnicima. Za razliku od velikog broja postojećih istraživanja koja su dominantno usmerena na proizvodne sisteme ili teorijske modele, predmetna disertacija razvijene modele primenjuje u oblasti telekomunikacionih usluga i potvrđuje njihovu praktičnu primenljivost kroz konkretne rezultate unapređenja procesa i dizajna usluga.

Kandidatkinja je istraživački jaz identifikovala sistematskom analizom relevantne literature i postojećih pristupa u praksi, pri čemu je pokazano da su postojeća rešenja uglavnom fragmentisana i usmerena na pojedinačne faze procesa ili pojedinačne tehničke aspekte usluge, bez integrisanog sagledavanja kompletnog B2B procesa pružanja telekomunikacionih usluga. Razvijeni modeli predstavljaju pokušaj prevazilaženja ovog ograničenja kroz integraciju metoda za optimizaciju poslovnih procesa, upravljanje kvalitetom i analitičko donošenje odluka u jedinstven metodološki okvir.

Savremenost i originalnost istraživanja potvrđeni su i objavljivanjem rezultata istraživanja u međunarodnim naučnim časopisima i prezentovanjem rezultata na međunarodnim naučnim konferencijama iz oblasti telekomunikacija, upravljanja procesima i kvaliteta usluga.

### 3.2. Osvrt na referentnu i korišćenu literaturu

Pregled literature u doktorskoj disertaciji obuhvata relevantne domaće i međunarodne izvore iz oblasti upravljanja poslovnim procesima, *Lean* metode, upravljanja kvalitetom, QFD metoda, telekomunikacionih sistema, virtualizacije mrežnih funkcija i primene analitičkih metoda i veštačke inteligencije u procesima donošenja odluka. Literatura je sistematski organizovana i obuhvata naučno-stručne radove koji predstavljaju osnovu za definisanje istraživačkog problema i razvoj metodološkog okvira disertacije.

U okviru teorijskog pregleda analizirani su radovi koji se odnose na *Lean* i *Kaizen* pristup, VSM i VSA, sa posebnim osvrtom na mogućnosti njihove primene u uslužnim delatnostima i telekomunikacionom okruženju. Posebno su razmatrani radovi koji se odnose na identifikaciju aktivnosti koje dodaju vrednost, unapređenje toka procesa i optimizaciju vremena realizacije usluga.

Značajan deo literature odnosi se na *Quality Function Deployment* (QFD) metodu i njene primene u razvoju proizvoda i usluga. Kandidatkinja je sistematski analizirala teorijske osnove QFD metode, konstrukciju kuće kvaliteta HoQ (*House of Quality*), kao i savremene pristupe

integracije QFD metode sa metodama višekriterijumskog odlučivanja, *fuzzy* logikom i metodama veštačke inteligencije. Posebna pažnja posvećena je radovima koji se odnose na povezivanje korisničkih zahteva sa tehničkim karakteristikama sistema i unapređenje procesa dizajniranja kompleksnih usluga.

U disertaciji su analizirani i relevantni radovi iz oblasti primene veštačkih neuronskih mreža (ANN) i ELM modela u procesima analize i predikcije. Pregled literature obuhvata teorijske osnove neuronskih mreža, principe rada ELM modela, kao i mogućnosti njihove primene u rešavanju problema sa ograničenim ili nepotpunim skupovima podataka. Kandidatkinja je na osnovu pregleda literature identifikovala nedovoljnu zastupljenost istraživanja koja integrišu QFD metodu i neuronske mreže u oblasti telekomunikacionih usluga poslovnim korisnicima.

Poseban segment pregleda literature odnosi se na savremene telekomunikacione usluge i tehnologije, uključujući SD-WAN, L3VPN, NFV i cloud zasnovana rešenja. Analizirani su radovi koji se odnose na izazove pružanja telekomunikacionih usluga poslovnim korisnicima, upravljanje kvalitetom usluga, virtualizaciju mrežnih funkcija i transformaciju tradicionalnih mrežnih arhitektura ka softverski definisanim i cloud zasnovanim rešenjima.

U disertaciji je korišćen veliki broj relevantnih bibliografskih izvora iz međunarodnih časopisa, konferencija i stručne literature, čime je obezbeđena adekvatna teorijska i metodološka osnova istraživanja. Poseban kvalitet pregleda literature ogleda se u činjenici da kandidatkinja nije ostala samo na deskriptivnoj analizi postojećih istraživanja, već je izvršila njihovu kritičku analizu i identifikovala istraživački jaz koji predstavlja osnovu doktorske disertacije.

Pregled literature je adekvatno strukturiran, metodološki utemeljen i omogućava jasno pozicioniranje doktorske disertacije u odnosu na postojeća naučna istraživanja iz oblasti upravljanja poslovnim procesima i unapređenja telekomunikacionih usluga poslovnim korisnicima.

### 3.3. Opis i adekvatnost primenjenih naučnih metoda

Istraživanje u okviru doktorske disertacije zasniva se na kombinaciji kvalitativnih i kvantitativnih naučnih metoda, odabranih u skladu sa kompleksnošću istraživačkog problema i postavljenim ciljevima istraživanja. Primenjeni metodološki pristup omogućio je sistematsku analizu postojećih tipova poslovnih procesa, razvoj modela za unapređenje procesa i njihovu praktičnu validaciju u realnom telekomunikacionom okruženju. Kao osnovni metodološki okvir istraživanja primenjeni su empirijski pristup i sistemska analiza. Na osnovu pregleda literature, analize postojećih procesa i raspoloživih realnih podataka identifikovani su ključni problemi i ograničenja u procesima pružanja telekomunikacionih usluga poslovnim korisnicima, nakon čega su razvijeni modeli za unapređenje procesa i dizajna usluga. Razvijeni modeli su zatim i praktično provereni kroz studije slučaja u realnom poslovnom okruženju. U okviru istraživanja primenjene su metode mapiranja i analize poslovnih procesa, sa posebnim osvrtom na Lean metode i alate za analizu toka vrednosti – VSM i VSA. VSM i VSA korišćeni su za identifikaciju

aktivnosti koje dodaju vrednost, aktivnosti koje ne dodaju vrednost i aktivnosti koje predstavljaju neophodne, ali neefikasne elemente procesa. Na osnovu sprovedene analize izvršena je klasifikacija aktivnosti prema njihovom doprinosu korisničkoj vrednosti i definisane su mere unapređenja procesa.

Za potrebe razvoja TBV modela sprovedena je detaljna analiza postojećih poslovnih procesa kroz prikupljanje podataka iz realnog telekomunikacionog sistema tokom višemesečnog perioda. Analizirani su tokovi aktivnosti između organizacionih jedinica, trajanje aktivnosti, međuzavisnosti procesa i uticaj pojedinačnih aktivnosti na ukupno vreme realizacije usluge. Na osnovu dobijenih rezultata definisane su buduće mape toka vrednosti i izvršena evaluacija efekata implementiranih unapređenja.

U okviru razvoja TBQ modela primenjena je QFD metoda za povezivanje zahteva korisnika sa tehničkim karakteristikama telekomunikacionih usluga. Korišćena je HoQ matrica za identifikaciju i analizu međuzavisnosti između korisničkih zahteva i inženjerskih karakteristika usluge. Prioritizacija korisničkih zahteva izvršena je primenom metoda višekriterijumskog odlučivanja i analize zahteva korisnika.

Poseban metodološki doprinos istraživanja predstavlja integracija QFD metode sa metodama veštačkih neuronskih mreža, odnosno primena ELM modela za analizu i predikciju odnosa između inženjerskih karakteristika i korisničkih zahteva. Model je korišćen za identifikaciju ključnih tehničkih karakteristika koje imaju dominantan uticaj na zadovoljstvo korisnika i za procenu stabilnosti i osetljivosti razvijenih rešenja. Validacija modela izvršena je primenom RMSE pokazatelja i analizom različitih kombinacija ulaznih parametara.

Praktična validacija razvijenih modela sprovedena je kroz studije slučaja zasnovane na SD-WAN i L3VPN uslugama namenjenim poslovnim korisnicima. U okviru istraživanja korišćeni su podaci iz realnog poslovnog okruženja, čime je omogućena provera praktične primenljivosti razvijenih modela. Rezultati istraživanja analizirani su primenom deskriptivnih i komparativnih metoda, kao i metodama interpretacije i evaluacije efekata unapređenja procesa.

Primenjene naučne metode međusobno su usklađene i omogućavaju metodološku konzistentnost istraživanja. Kombinacija metoda za analizu poslovnih procesa, metoda upravljanja kvalitetom i analitičkih metoda zasnovanih na veštačkoj inteligenciji omogućila je sveobuhvatno sagledavanje problema istraživanja i razvoj originalnih modela za unapređenje procesa pružanja telekomunikacionih usluga poslovnim korisnicima. Izbor i primena naučnih metoda mogu se oceniti kao adekvatni postavljenim ciljevima doktorske disertacije.

### 3.4. Primenljivost ostvarenih rezultata

Rezultati doktorske disertacije imaju značajnu teorijsku i praktičnu primenljivost u oblasti unapređenja procesa pružanja telekomunikacionih usluga poslovnim korisnicima. Razvijeni modeli omogućavaju sistematski pristup analizi, optimizaciji i unapređenju poslovnih procesa i

procesa dizajniranja usluga u telekomunikacionim organizacijama, posebno u segmentu kompleksnih B2B usluga.

TBV model omogućava telekomunikacionim operatorima identifikaciju aktivnosti koje ne doprinose stvaranju vrednosti, optimizaciju toka procesa i unapređenje efikasnosti procesa pružanja usluga. Primena *Lean* metodologije i alata za analizu toka vrednosti omogućava smanjenje vremena realizacije procesa, unapređenje koordinacije između organizacionih celina i standardizaciju procedura. Posebna praktična vrednost modela ogleda se u mogućnosti njegove primene u različitim organizacionim i tehnološkim okruženjima, uz prilagođavanje specifičnostima konkretnih poslovnih sistema. Rezultati praktične validacije TBV modela pokazali su da primena razvijenih modela može doprineti značajnom unapređenju efikasnosti procesa pružanja telekomunikacionih usluga, uključujući smanjenje ukupnog vremena realizacije procesa, povećanje udela aktivnosti koje dodaju vrednost i unapređenje međusektorske saradnje. Ostvareni rezultati ukazuju da model može predstavljati osnovu za kontinuirano unapređenje poslovnih procesa u telekomunikacionim organizacijama.

TBQ model omogućava sistematsko povezivanje zahteva poslovnih korisnika sa tehničkim i operativnim karakteristikama telekomunikacionih usluga. Integracijom QFD metode i analitičkih alata zasnovanih na neuronskim mrežama omogućeno je donošenje odluka u uslovima ograničenih i nepotpunih podataka, kao i identifikacija ključnih tehničkih karakteristika koje imaju dominantan uticaj na zadovoljstvo korisnika. Primenljivost TBQ modela posebno je značajna u procesu razvoja i dizajniranja savremenih telekomunikacionih usluga zasnovanih na virtualizovanim i *cloud* tehnologijama. Rezultati istraživanja pokazali su da model omogućava evaluaciju različitih tehničkih i organizacionih rešenja, kao i podršku odlučivanju prilikom prelaska sa tradicionalnih rešenja na softverski definisana i virtualizovana rešenja.

Rezultati doktorske disertacije imaju primenu i u širem kontekstu upravljanja uslužnim sistemima, s obzirom na to da razvijeni metodološki pristupi nisu ograničeni isključivo na telekomunikacioni sektor. Modeli razvijeni u okviru istraživanja mogu se, uz odgovarajuća prilagođavanja, primeniti i u drugim organizacijama koje se suočavaju sa oštrom konkurencijom na tržištu, kompleksnim procesima pružanja usluga, velikim brojem međuzavisnih aktivnosti i potrebom za usklađivanjem tehničkih i korisničkih zahteva. Posebna vrednost istraživanja ogleda se u činjenici da su razvijeni modeli uspešno primenjeni u realnom poslovnom okruženju, čime je potvrđena njihova praktična primenljivost i mogućnost implementacije u telekomunikacionim organizacijama. Dobijeni rezultati predstavljaju značajnu osnovu za dalja istraživanja i razvoj metodologija za unapređenje procesa i dizajna telekomunikacionih usluga poslovnim korisnicima.

### 3.5. Ocena dostignutih sposobnosti kandidatkinje za samostalni naučni rad

Na osnovu analize doktorske disertacije, primenjenih metodoloških pristupa i ostvarenih rezultata istraživanja, Komisija smatra da je kandidatkinja Zlata Radak pokazala visok nivo sposobnosti za samostalan naučno-istraživački rad. Tokom izrade doktorske disertacije

kandidatkinja je pokazala sposobnost sistematskog sagledavanja kompleksnih problema, kritičke analize postojećih teorijskih i praktičnih pristupa i razvoja originalnih metodoloških rešenja u oblasti unapređenja telekomunikacionih usluga poslovnim korisnicima. Kandidatkinja je uspešno povezala teorijska znanja iz oblasti upravljanja poslovnim procesima, *Lean* metodologija, upravljanja kvalitetom telekomunikacionih sistema i metoda veštačke inteligencije u jedinstven istraživački okvir. Posebno se ističe sposobnost kandidatkinje da identifikuje istraživački jaz, definiše odgovarajući metodološki pristup i razvije originalne modele koji objedinjuju različite metodološke i tehnološke pristupe u cilju rešavanja kompleksnih problema u realnom poslovnom okruženju. Posebno se ističe multidisciplinarni karakter istraživanja, u okviru kojeg je kandidatkinja uspešno integrisala metode upravljanja procesima, upravljanja kvalitetom, telekomunikacionog inženjerstva i metoda veštačke inteligencije. Razvoj i primena modela TBV i TBQ potvrđuju sposobnost kandidatkinje za razvoj originalnih naučnih rešenja i metodoloških pristupa koji prevazilaze okvire pojedinačnih disciplina.

Rezultati istraživanja verifikovani su objavljivanjem naučnih radova u međunarodnim i domaćim naučnim časopisima i prezentovanjem na međunarodnim naučnim skupovima, čime je dodatno potvrđena naučna relevantnost i kvalitet istraživanja. Kandidatkinja je tokom izrade doktorske disertacije pokazala visok nivo samostalnosti, sistematičnosti i naučne zrelosti, kao i sposobnost kritičkog sagledavanja rezultata istraživanja i identifikacije pravaca za buduća istraživanja.

Na osnovu svega navedenog, Komisija ocenjuje da kandidatkinja Zlata Radak poseduje sve neophodne sposobnosti za samostalan naučno-istraživački rad i dalji naučni razvoj u oblasti telekomunikacionih sistema, upravljanja poslovnim procesima i unapređenja telekomunikacionih usluga poslovnim korisnicima.

#### **4. OSTVARENI NAUČNI DOPRINOS**

##### **4.1. Prikaz ostvarenih naučnih doprinosa**

Komisija smatra da je kandidatkinja doktorskom disertacijom proširila postojeća znanja i ostvarila značajan naučni doprinos u oblasti unapređenja procesa pružanja telekomunikacionih usluga poslovnim korisnicima, posebno u delu koji se odnosi na integraciju metoda upravljanja poslovnim procesima, upravljanja kvalitetom i analitičkih metoda zasnovanih na veštačkoj inteligenciji.

Najznačajniji naučni doprinosi doktorske disertacije su:

1. Razvijen je originalan TBV (*Telecommunication Business Value*) model za optimizaciju procesa pružanja telekomunikacionih usluga poslovnim korisnicima primenom *Lean* pristupa i alata za analizu toka vrednosti - *Value Stream Mapping* (VSM), *Value Stream Analysis* (VSA). Model omogućava sistematsku identifikaciju aktivnosti koje dodaju vrednost i aktivnosti koje predstavljaju gubitke u procesu pružanja telekomunikacionih usluga. U okviru TBV modela razvijena je dodatna klasifikacija aktivnosti koje dodaju vrednost na HVA (*High Value Added*), MVA (*Medium Value Added*) i LVA (*Low Value*

*Added*) aktivnosti sa aspekta korisničke percepcije vrednosti. Ovakav pristup omogućava detaljniju analizu procesa i preciznije definisanje prioriteta unapređenja procesa u odnosu na značaj aktivnosti za krajnjeg korisnika.

2. Razvijen je originalan TBQ (*Telecommunication Business Quality*) model za unapređenje dizajna telekomunikacionih usluga poslovnim korisnicima kroz integraciju QFD metode i metoda zasnovanih na veštačkim neuronskim mrežama (ANN). Model omogućava sistematsko povezivanje zahteva korisnika sa tehničkim karakteristikama usluge i unapređenje procesa donošenja odluka u fazi razvoja usluga. Ostvaren je metodološki doprinos integracijom QFD metode i ELM (*Extreme Learning Machine*) modela za analizu i predikciju odnosa između korisničkih zahteva i inženjerskih karakteristika telekomunikacionih usluga u uslovima ograničenih i nepotpunih podataka. Ovakav pristup omogućava identifikaciju ključnih tehničkih karakteristika koje imaju dominantan uticaj na zadovoljstvo korisnika i kvalitet usluge.

Sprovedena je praktična validacija razvijenih modela kroz studije slučaja zasnovane na SD-WAN i L3VPN uslugama namenjenim poslovnim korisnicima u realnom telekomunikacionom okruženju. Rezultati istraživanja pokazali su da primena predloženih modela omogućava telekomunikacionim operatorima da identifikuju neefikasnosti u procesima pružanja usluga, optimizuju vreme isporuke usluga, razvijaju telekomunikaciona rešenja koja su prilagođena potrebama korisnika i unapređuju kvalitet telekomunikacionih usluga.

#### 4.2. Kritička analiza rezultata istraživanja

Rezultati doktorske disertacije u potpunosti odgovaraju postavljenim ciljevima istraživanja i potvrđuju definisane istraživačke hipoteze. Kandidatkinja je kroz teorijsku analizu, razvoj metodoloških modela i praktičnu validaciju pokazala da integracija metoda za optimizaciju poslovnih procesa i unapređenje dizajna telekomunikacionih usluga omogućava značajno unapređenje efikasnosti procesa pružanja usluga poslovnim korisnicima.

Prva istraživačka hipoteza, koja se odnosi na mogućnost unapređenja procesa pružanja telekomunikacionih usluga primenom *Lean* metodologije i alata za analizu toka vrednosti, potvrđena je kroz razvoj i praktičnu validaciju TBV modela. Rezultati istraživanja pokazali su da primena VSM i VSA metoda omogućava identifikaciju aktivnosti koje ne doprinose stvaranju vrednosti, optimizaciju toka procesa i smanjenje ukupnog vremena realizacije procesa. Posebno značajan rezultat predstavlja ostvareno skraćanje vremena realizacije procesa za približno 17% nakon implementacije predloženih unapređenja.

Druga istraživačka hipoteza, koja se odnosi na mogućnost unapređenja procesa dizajniranja telekomunikacionih usluga kroz integraciju QFD metode i metoda veštačke inteligencije, potvrđena je kroz razvoj i primenu TBQ modela. Rezultati istraživanja pokazali su da integracija QFD pristupa i neuronskih mreža omogućava sistematsko povezivanje zahteva korisnika sa

tehničkim karakteristikama usluge, kao i donošenje odluka u uslovima ograničenih i nepotpunih podataka.

Posebna vrednost istraživanja ogleda se u praktičnoj validaciji razvijenih modela u realnom telekomunikacionom okruženju. Za razliku od velikog broja postojećih istraživanja koja ostaju na teorijskom ili simulacionom nivou, kandidatkinja je razvijene modele primenila na konkretnim poslovnim procesima i uslugama namenjenim poslovnim korisnicima. Na taj način potvrđena je praktična primenljivost razvijenih metodoloških pristupa i njihova mogućnost implementacije u telekomunikacionim organizacijama.

Kritičkom analizom rezultata može se zaključiti da razvijeni modeli predstavljaju značajan doprinos unapređenju procesa pružanja telekomunikacionih usluga, ali da određena ograničenja istraživanja ipak postoje. Praktična validacija sprovedena je na ograničenom broju podataka i u okviru jednog poslovnog okruženja, što može uticati na mogućnost potpune generalizacije rezultata. Takođe, rezultati istraživanja zavise od dostupnosti i kvaliteta podataka prikupljenih iz realnog sistema, kao i od specifičnosti organizacione strukture i poslovnih procesa konkretnog operatora, kao i spremnosti operatora da ustupi podatke neophodne za detaljnu analizu poslovnih procesa.

Kandidatkinja je u završnim razmatranjima jasno identifikovala ograničenja sprovedenog istraživanja i definisala moguće pravce budućih istraživanja, uključujući proširenje modela na druge tipove telekomunikacionih usluga, integraciju naprednijih metoda mašinskog učenja i primenu modela u različitim organizacionim i tržišnim okruženjima. Takav pristup pokazuje kritički odnos kandidatkinje prema sopstvenim rezultatima i potvrđuje naučnu zrelost u sagledavanju dometa istraživanja.

#### 4.3. Verifikacija naučnih doprinosa

Verifikacija naučnih doprinosa ostvarenih u okviru doktorske disertacije potvrđena je objavljivanjem i prezentovanjem rezultata istraživanja u međunarodnim i domaćim naučnim časopisima i na naučnim konferencijama iz oblasti telekomunikacija, upravljanja poslovnim procesima i unapređenja kvaliteta usluga.

Rezultati istraživanja proistekli iz doktorske disertacije publikovani su u međunarodnim časopisima i zbornicima radova međunarodnih naučnih skupova:

Rad objavljen u vodećem međunarodnom časopisu (M21)

1. **Radak Z.**, Petrović M., Marković G. (2025). "Value Stream Map for SD-WAN Business Process Improvement: A Case Study", IEEE Transactions on Engineering Management, Page(s): 2489 - 2503, DOI: 10.1109/TEM.2025.3575492 , (IF2024=5.2, SJR: 1.134 (Q1 rang))

Rad po pozivu na skupu nacionalnog značaja (M61):

1. **Radak, Z.**, Petrović, M., & Marković, G. (2025a). Izazovi pružanja telekomunikacionih usluga poslovnim korisnicima. Zbornik radova XLIII Simpozijuma o novim tehnologijama u poštanskom i telekomunikacionom saobraćaju - PosTel 2025, Univerzitet u Beogradu – Saobraćajni fakultet, Beograd, Srbija, 25–26. nov. 2025. DOI: 10.37528/FTTE/9788673955056/POSTEL.2025.06

Rad u vodećem nacionalnom časopisu (M51):

1. **Radak, Z.**, Gospić, N., and Marković, G. “Predlog rešenja za pouzdan pristup Internetu”, Tehnika 2017, vol. 72, br. 4, str. 571-578, DOI: 10.5937/tehnika1704571R.

Saopštenje sa međunarodnog skupa štampano u celini (M33):

2. **Radak, Z.**, Petrović, M., & Marković, G. (2019). Exploring possibilities to exploit QFD method in telecommunication service design: The case of business customer. In 2019 27th Telecommunications Forum (TELFOR). pp. 1–4. IEEE, DOI: 10.1109/TELFOR48224.2019.8971291
3. **Radak, Z.**, & Marković, G. (2019). Providing tailor-made managed solution by network operator to business customers. In Proceedings of the International Scientific Conference on Information, Communication and Energy Systems and Technologies ICEST 2019, pp. 90 - 93, Ohrid, North Macedonia, 27-29 June 2019.
4. **Radak, Z.**, & Marković, G. (2017). Reengineering of the current process of collecting data about business customers. In Proceedings of the 7th International Conference on Information Society and Technology, ICIST 2017, pp. 405 - 408, 12 - 15 March, 2017, Kopaonik, Serbia.
5. **Radak, Z.**, & Gospić, N. (2016). Transformation of the existing operator to the service provider for business customers. In Proceedings of the International Scientific Conference on Information, Communication and Energy Systems and Technologies ICEST 2016, pp. 95- 98, 28-30 June, Ohrid, Macedonia.

## 5. ZAKLJUČAK I PREDLOG

Razmatrajući strukturu rada, postavljene ciljeve istraživanja, primenjene naučne metode, ostvarene rezultate i naučne doprinose doktorske disertacije, Komisija konstatuje da doktorska disertacija pod nazivom „Modeli za unapređenje procesa pružanja telekomunikacionih usluga poslovnim korisnicima” kandidatkinje Zlate Radak, diplomiranog inženjera saobraćaja, predstavlja originalan i samostalan naučni rad koji ispunjava sve kriterijume, standarde i uslove predviđene Zakonom o visokom obrazovanju, Statutom Univerziteta u Beogradu i Statutom Saobraćajnog fakulteta. Doktorska disertacija obrađuje aktuelan i značajan problem unapređenja procesa pružanja telekomunikacionih usluga poslovnim korisnicima u uslovima intenzivnih tehnoloških promena i rastućih zahteva tržišta. Kandidatkinja je uspešno identifikovala istraživački jaz i razvila originalne modele koji integrišu metode upravljanja poslovnim

procesima, upravljanja kvalitetom i metode zasnovane na veštačkoj inteligenciji u jedinstven istraživački okvir.

Poseban doprinos doktorske disertacije ogleda se u razvoju komplementarnih TBV i TBQ modela za unapređenje procesa pružanja i dizajniranja telekomunikacionih usluga poslovnim korisnicima, kao i u praktičnoj validaciji razvijenih modela u realnom telekomunikacionom okruženju kroz studije slučaja zasnovane na SD-WAN i L3VPN uslugama. Rezultati istraživanja pokazali su da primena razvijenih modela omogućava unapređenje efikasnosti procesa, smanjenje vremena realizacije usluga, unapređenje koordinacije organizacionih celina i bolje usklađivanje tehničkih karakteristika usluge sa zahtevima korisnika. Disertacija predstavlja značajan doprinos razvoju istraživanja u oblasti upravljanja poslovnim procesima i unapređenja telekomunikacionih usluga poslovnim korisnicima, posebno kroz integraciju *Lean* metodologije, QFD metode i veštačke inteligencije u okviru jedinstvenog metodološkog pristupa. Naučni doprinosi doktorske disertacije potvrđeni su objavljivanjem rezultata istraživanja u međunarodnim i domaćim naučnim publikacijama i njihovim prezentovanjem na međunarodnim naučnim skupovima. Komisija ocenjuje da je kandidatkinja tokom izrade doktorske disertacije pokazala visok nivo naučne zrelosti, sposobnost samostalnog naučnoistraživačkog rada, kritičkog sagledavanja istraživačkog problema i razvoja originalnih naučnih rešenja.

Na osnovu svega navedenog, Komisija predlaže Nastavno-naučnom veću Univerziteta u Beogradu – Saobraćajnog fakulteta da se doktorska disertacija pod nazivom „Modeli za unapređenje procesa pružanja telekomunikacionih usluga poslovnim korisnicima” kandidatkinje Zlate Radak, diplomiranog inženjera saobraćaja, prihvati i uputi na konačno usvajanje Veću naučnih oblasti tehničkih nauka Univerziteta u Beogradu, kao i da se kandidatkinji odobri javna odbrana doktorske disertacije.

U Beogradu, 28.05. 2026. godine

#### ČLANOVI KOMISIJE:

.....  
Dr Valentina Radojičić, redovni profesor  
Univerzitet u Beogradu – Saobraćajni fakultet

.....  
Dr Tanja Živojinović, vanredni profesor  
Univerzitet u Beogradu – Saobraćajni fakultet

.....  
Dr Nikola Petrović, vanredni profesor  
Univerzitet u Nišu – Mašinski fakultet