

UNIVERZITET U BEOGRADU  
SAOBRAĆAJNI FAKULTET

Zlata Radak

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

Doktorska disertacija

Beograd, 2026.

UNIVERSITY OF BELGRADE  
FACULTY OF TRANSPORT AND TRAFFIC ENGINEERING

Zlata Radak

**MODELS FOR IMPROVEMENT OF  
TELECOMMUNICATIONS SERVICE  
PROVISION PROCESS FOR BUSINESS  
CUSTOMERS**

Doctoral Dissertation

Belgrade, 2026.

Mentor: Dr Marijana Petrović, redovni profesor  
Univerzitet u Beogradu - Saobraćajni fakultet

Mentor: Dr Goran Marković, redovni profesor  
Univerzitet u Beogradu - Saobraćajni fakultet

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

Datum odbrane: \_\_\_\_\_

*Posveta*

*Doktorsku disertaciju posvećujem svojoj deci, koja su mi svojom nesebičnom podrškom i razumevanjem bila oslonac na putu do ovog cilja. Njihova prisutnost podsećala me je da istrajnost ima smisao samo kada je ispunjena radošću i trenucima koje ćemo nositi kao drage uspomene.*

*Poruka koju želim da ponesete kroz život jeste da na putu ka velikim ciljevima ne zaboravite da se radujete i da pronađete vreme za igru i smeh, jer kada stignete do cilja sećaćete se puta kojim ste išli. Neka zbog toga taj put bude ispunjen radošću, igrom i smehom jer je najvažniji podsetnik u životu upravo ovaj:*

*“Don’t forget to have fun!”*

# MODELI ZA UNAPREĐENJE PROCESA PRUŽANJA TELEKOMUNIKACIONIH USLUGA POSLOVNIM KORISNICIMA

## **Rezime:**

Savremeno telekomunikaciono tržište karakterišu intenzivne tehnološke promene, rastuća konkurencija i sve kompleksniji zahtevi poslovnih korisnika. U takvom okruženju, efikasno upravljače poslovnim procesima i razvoj usluga usklađenih sa specifičnim zahtevima korisnika predstavljaju ključne faktore konkurentnosti na tržištu, posebno u B2B segmentu, gde su procesi pružanja usluga složeni i obuhvataju veliki broj međuzavisnih aktivnosti i organizacionih jedinica.

Predmet istraživanja ove disertacije jeste unapređenje procesa dizajniranja i pružanja telekomunikacionih usluga poslovnim korisnicima, sa fokusom na složene usluge kao što su SD-WAN i L3VPN. Analiza relevantne literature i postojećih pristupa u praksi ukazuje da su postojeća rešenja fragmentisana i najčešće usmerena na pojedinačne faze procesa, bez sveobuhvatnog sagledavanja celokupnog B2B procesa pružanja usluge. U cilju prevazilaženja ovog problema razvijena su dva komplementarna modela zasnovana na integraciji metoda za optimizaciju poslovnih procesa i unapređenje dizajna usluga.

Prvi model, TBV (*Telecommunication Business Value*), zasnovan je *Lean* pristupu i primeni alata za analizu toka vrednosti (VSM i VSA) sa ciljem identifikacije i eliminacije aktivnosti koje ne doprinose stvaranju vrednosti i definisanja mera za optimizaciju toka procesa. Drugi model, TBQ (*Telecommunication Business Quality*), usmeren je na unapređenje faze dizajniranja telekomunikacionih usluga kroz sistematsko povezivanje zahteva poslovnih korisnika sa inženjerskim karakteristikama usluge primenom QFD metode, uz podršku analitičkih metoda veštačkih neuronskih mreža za analizu i predikciju odnosa između relevantnih parametara.

Praktična validacija modela sprovedena je u realnom telekomunikacionom okruženju kroz analizu konkretnih poslovnih procesa i usluga namenjenih poslovnim korisnicima. Rezultati primene TBV modela na SD-WAN uslugu pokazali su unapređenje procesa, uključujući

skraćanje vremena realizacije za približno 17%, kroz smanjenje aktivnosti koje ne doprinose stvaranju vrednosti i povećanje udela aktivnosti koje direktno doprinose realizaciji usluge. Dodatno, standardizacija procedura, i unapređenje međusektorske komunikacije doprineli su stabilizaciji procesa. Primena TBQ modela omogućila je pouzdano mapiranje zahteva korisnika na tehničke karakteristike, u uslovima ograničene dostupnosti podataka karakterističnih za tranziciju sa tradicionalnih na *cloud* L3VPN rešenja u B2B segmentu. Analiza je pokazala da virtuelizovano L3VPN rešenje omogućava veću fleksibilnost usluge, smanjenje operativnih troškova i unapređeno korisničko iskustvo, u odnosu na tradicionalna rešenja, čime je potvrđeno da razvijeni TBQ model omogućava utemeljen izbor odgovarajućeg rešenja za poslovne korisnike.

Naučni doprinos disertacije ogleda se u razvoju dva nova modela za unapređenje procesa dizajniranja i pružanja telekomunikacionih usluga TBV (*Telecommunication Business Value*) i TBQ (*Telecommunication Business Quality*). TBV model omogućava sistematičnu primenu *Lean* pristupa u kompleksnom B2B telekomunikacionom okruženju i uvodi proširenu klasifikaciju aktivnosti prema nivou doprinosa vrednosti (HVA, MVA, LVA) iz perspektive korisnika. TBQ model omogućava unapređenje procesa dizajna usluga kroz integraciju QFD metode i neuronskih mreža, čime se modeluju složeni i nelinearni odnosi između zahteva korisnika i tehničkih karakteristika.

Praktični doprinos disertacije ogleda se u direktnoj primeni razvijenih modela u realnom telekomunikacionom okruženju i mogućnosti njihove primene na različite tipove usluga uz ograničena prilagođavanja. Modeli omogućavaju identifikaciju neefikasnosti, optimizaciju vremena isporuke usluga i razvoj rešenja usklađenih sa zahtevima korisnika. Na taj način, razvijeni modeli povezuju identifikovane probleme u praksi sa primenom savremenih analitičkih metoda, čime se obezbeđuje njihovo sistematsko rešavanje u procesu dizajniranja i pružanja telekomunikacionih usluga za poslovne korisnike.

**Ključne reči:**

Telekomunikacione usluge, poslovni korisnici, unapređenje procesa, *Lean* i *Kaizen*, VSM, VSA, QFD

**Naučna oblast:**

Saobraćajno inženjerstvo

**Uža naučna oblast:**

Ekonomija i marketing u saobraćaju i transportu

**UDK broj:**

# **MODELS FOR IMPROVEMENT OF TELECOMMUNICATIONS SERVICE PROVISION PROCESSES FOR BUSINESS CUSTOMERS**

## Summary:

The modern telecommunications market is characterized by intense technological change, increasing competition, and ever more complex demands from business customers. In such an environment, effective business process management and services development aligned with specific customer requirements represent key factors of market competitiveness, particularly in the B2B segment, where service delivery processes are complex and involve numerous interdependent activities and organizational units. The main subject of this dissertation is the process improvement for designing and delivering telecommunications services to business customers, with a focus on complex services such as SD-WAN and L3VPN. A review of relevant literature and existing practical approaches indicates that current solutions are fragmented and typically focused on individual process phases, without a comprehensive view of the B2B service delivery process. To address this issue, two complementary models have been developed, based on the integration of methods for business process optimization and service design improvement.

The first model, TBV (*Telecommunication Business Value*), is grounded in the *Lean* approach and applies value stream analysis tools (VSM and VSA) to identify and eliminate non-value-adding activities and define measures for optimizing process flow. The second model, TBQ (*Telecommunication Business Quality*), focuses on improving the service design phase by systematically linking business customer requirements with engineering characteristics through the application of the QFD method, supported by analytical methods based on artificial neural networks for analyzing and predicting relationships between relevant parameters. Practical validation of the models was conducted in a real telecommunications environment through the analysis of specific business processes and services intended for business customers. The results of applying the TBV model to an SD-WAN service demonstrated process improvements, including a reduction in service delivery time of approximately 17%, achieved through the elimination of non-value-adding activities and an increased share of

activities directly contributing to service delivery. Additionally, the standardization of procedures and improvements in cross-functional communication contributed to process stabilization. The application of the TBQ model enabled reliable mapping of customer requirements to technical characteristics under conditions of limited data availability, typical for the transition from traditional to cloud-based L3VPN solutions in the B2B segment. The analysis showed that a virtualized L3VPN solution provides greater service flexibility, reduced operational costs, and improved customer experience compared to traditional solutions, confirming that the developed TBQ model supports a well-founded selection of appropriate solutions for business customers.

The scientific contribution of this dissertation lies in the development of two models TBV and TBQ, which collectively advance the understanding for improving the processes of designing and delivering telecommunications services. The TBV model enables the systematic application of the *Lean* approach in a complex B2B telecommunications environment and introduces an extended classification of activities based on their value contribution (HVA, MVA, LVA) from the customer's perspective. The TBQ model enhances the service design process by integrating the QFD method with neural networks, enabling the modeling of complex and nonlinear relationships between customer requirements and technical characteristics. In addition, dissertation contribution is reflected in the possibility of direct application of developed models in practice and their adaptability to different types of services with minimal adjustments. The models enable the identification of inefficiencies, optimization of service delivery time, and the development of solutions aligned with customer requirements. In this way, the developed models bridge the gap between identified practical challenges and the application of modern analytical methods, ensuring their systematic resolution within the processes of designing and delivering telecommunications services for business customers.

**Keywords:** Telecommunication services, business users, process improvement, *Lean* and *Kaizen*, VSM, VSA, QFD

**Scientific field:** Transport and traffic engineering

**Field of Academic Expertise:** Economics and Marketing in Transport and Traffic

**UDK number:**

## SADRŽAJ

Spisak tabela	xi
Spisak slika	xii
Spisak skraćenica i akronima	xiii
1. Uvodna razmatranja	1
1.1. Predmet i značaj istraživanja	4
1.2. Ciljevi istraživanja	6
1.3. Hipoteze istraživanja	7
1.4. Metodologija istraživanja	8
1.5. Naučni doprinos disertacije	8
1.6. Primenljivost modela	10
1.7. Struktura disertacije	10
2. Telekomunikaciono tržište i B2B poslovni procesi: analiza okruženja i identifikacija ključnih problema u pružanju usluga poslovnim korisnicima	13
2.1. Razvoj i transformacija telekomunikacionog tržišta	13
2.2. Savremeno telekomunikaciono tržište	14
2.3. Karakteristike i specifičnosti poslovnih korisnika	15
2.4. B2B procesi pružanja telekomunikacionih usluga korisnicima	16
2.5. Analiza strukture poslovnih procesa i identifikacija izazova	22
2.5.1. Poslovni proces unutar jednog sektora	22
2.5.2. Poslovni proces koji uključuje više sektora	25
2.5.3. Poslovni proces koji uključuje partnerske kompanije	27
2.5.4. Poslovni proces pružanja “familije usluga”	30
2.5.5. Zajednički izazovi i mogućnosti za unapređenje procesa	33
2.5.6. Sinteza ključnih izazova i mogućnosti za unapređenje procesa	33
3. Metode, tehnike i alati za unapređenje poslovnih procesa i dizajna usluga - pregled i analiza dosadašnjih istraživanja	36
3.1. Metode, alati i tehnike za unapređenje procesa pružanja usluga	37
3.1.1. <i>Lean</i> i <i>Kaizen</i> kao koncepti unapređenja procesa	39
3.1.2. Mapiranje toka vrednosti - VSM	40
3.1.3. Analiza toka vrednosti - VSA	42
3.1.4. Integracija VSM i VSA sa drugim metodama i alatima	43
3.1.5. Dodatni <i>Lean</i> alati i tehnike	44
3.1.6. Primena u telekomunikacijama	47
3.2. Metode menadžmenta kvaliteta i marketinga u unapređenju procesa pružanja usluga	49
3.2.1. Tradicionalni pristup na bazi razvoja funkcije kvaliteta (QFD)	49
3.2.2. Unapređenja QFD - integracija sa drugim metodama i alatima	52

3.2.3.	Primena QFD metode u telekomunikacijama	56
3.3.	Sinteza postojećih pristupa i osnova za razvoj novih modela	57
4.	Modeli za unapređenje procesa pružanja telekomunikacionih usluga poslovnim korisnicima	60
4.1.	Konceptualni okvir	60
4.1.1.	Konceptualni okvir TBV modela, ( <i>Telecommunication Business Value</i> ), modela za unapređenja procesa isporuke B2B telekomunikacionih usluga primenom VSM i VSA	60
4.1.2.	Konceptualni okvir TBQ modela, ( <i>Telecommunication Business Quality</i> ), modela za unapređenja dizajna B2B telekomunikacionih usluga primenom QFD metode	62
4.2.	Operacionalizacija modela	63
4.2.1.	TBV Model ( <i>Telecommunication Business Value</i> )	63
4.2.2.	TBQ Model ( <i>Telecommunication Business Quality</i> )	66
5.	Praktična validacija razvijenih modela - studije slučaja	72
5.1.	Primena TBV modela na primeru SD-WAN usluge za poslovne korisnike	74
5.1.1.	Kontekst primene TBV modela	74
5.1.2.	Rezultati primene TBV modela	76
5.1.3.	Evaluacija TBV modela i testiranje hipoteza	82
5.1.4.	Praktične implikacije primene TBV modela	87
5.2.	TBQ Model - Model za unapređenje dizajna B2B telekomunikacionih usluga primenom QFD metode i ANN alata	90
5.2.1.	Kontekst primene TBQ modela	90
5.2.2.	Rezultati primene TBQ modela	92
5.2.3.	Evaluacija modela i testiranje hipoteza	103
5.2.4.	Praktične implikacije primene TBQ modela	104
5.3.	Analiza i diskusija rezultata primene modela	105
6.	Zaključak	107
6.1.	Sinteza rezultata istraživanja	107
6.2.	Naučni doprinos disertacije	108
6.3.	Ograničenja i pravci budućih istraživanja	109
	Literatura	110
	Podaci o kandidatu	127

## **SPISAK TABELA**

Tabela 2.1. Opšte kategorije izazova u procesu pružanja telekomunikacionih usluga (Radak et al., 2025b, str 51-59)	19
Tabela 3.1. Proširenja QFD metode	52
Tabela 5.1. Lista aktivnosti poslovnog procesa pružanja SD-WAN usluge (Preuzeto iz Radak et al., 2025a)	78
Tabela 5.2. Trajanje aktivnosti: trenutno stanje i uočeni problemi (Preuzeto iz Radak et al., 2025a)	78
Tabela 5.3. Finija podela VA aktivnosti na LVA, MVA, HVA (Preuzeto iz Radak et al., 2025a)	80
Tabela 5.4. Lista identifikovanih problema i metoda za rešavanje (Radak et al., 2025a)	81
Tabela 5.5. Trajanje aktivnosti: buduće stanje (Radak et al., 2025a)	84
Tabela 5.6. Evaluacija hipoteza i rezultati (Radak et al., 2025a)	86
Tabela 5.7. Rezultati unapređenja procesa (Radak et al., 2025a)	87
Tabela 5.8. Lista zahteva korisnika - CRs.	92
Tabela 5.9. Lista inženjerskih karakteristika - ECs.	95
Tabela 5.10. Selektovanje EC-CR kombinacije za ANN-ELM modelovanje	99
Tabela 5.11. Minimalne i maksimalne RMSE vrednosti za odgovarajuće EC-CR kombinacije .....	99

## **SPIŠAK SLIKA**

Slika 2.1. Opšte faze poslovnog procesa isporuke usluge (Izvor: Autor).....	17
Slika 2.2. Univerzalni okvir pružanja usluga poslovnim korisnicima (Izvor: Autor) .....	18
Slika 2.3. Osnovna mapa procesa unutar jednog sektora (Izvor: Autor) .....	23
Slika 2.4. Dijagram toka procesa upravljanja dokumentima (Izvor:Autor).....	24
Slika 2.5. Opšti dijagram toka procesa pružanja telekomunikacione usluge uz angažovanje više organizacionih jedinica (Izvor: Autor).....	25
Slika 2.6. Dijagram toka procesa prodaje <i>Cloud</i> PBX usluge (Izvor: Autor).....	26
Slika 2.7. Dijagram toka procesa prodaje <i>Microsoft</i> 365 usluge (Izvor: Autor).....	28
Slika 2.8. Dijagram toka procesa prodaje usluga koje se pružaju preko infrastrukture operatora (Izvor: Autor) .....	31
Slika 2.9. PDCA ciklus analize procesa pružanja “familije usluga” .....	34
Slika 3.1. Četiri faze QFD-a (preuzeto iz Radak et al., 2019, zasnovano na Akao, 1990)	50
Slika 3.2. Faze konstrukcije HoQ (preuzeto iz Franceschini i Maisano, 2018).....	51
Slika 4.1. Struktura TBV modela (preuzeto iz Radak et al., 2025a).....	64
Slika 4.2. Struktura TBQ modela.....	68
Slika 5.1. Dijagram toka procesa prodaje „familije usluga“ (preuzeto iz Radak et al., 2025a) .....	76
Slika 5.2. CS-VS mapa (preuzeto iz Radak et al., 2025a) .....	77
Slika 5.3. Mapa budućeg stanja (Preuzeto iz Radak et al., 2025a) .....	83
Slika 5.4. Tradicionalno i virtuelizovano L3VPN rešenje .....	91
Slika 5.5. Struktura ANN-ELM modela: mapiranje ECs sa CRs .....	98

## **SPISAK SKRAĆENICA I AKRONIMA**

<b>SKRAĆENICA /AKRONIM</b>	<b>ENGLESKI</b>	<b>SRPSKI</b>
<b>AHP</b>	<i>Analytic Hierarchy Process</i>	<i>Analitički hijerarhijski proces</i>
<b>ANN</b>	<i>Artificial Neural Networks</i>	<i>Veštačke neuronske mreže</i>
<b>ANP</b>	<i>Analytic Network Process</i>	<i>Analitički mrežni proces</i>
<b>B2B</b>	<i>Business to Business</i>	<i>Biznis prema biznisu</i>
<b>B2C</b>	<i>Business to Customer</i>	<i>Biznis prema korisniku</i>
<b>COPS</b>	<i>Complex Products and System</i>	<i>Kompleksni proizvodi i sistemi</i>
<b>CRS</b>	<i>Customer Requirements</i>	<i>Zahtevi korisnika</i>
<b>CS-VS</b>	<i>Current State Value Stream Map</i>	<i>Trenutna mapa toka vrednosti</i>
<b>DC</b>	<i>Data Centre</i>	<i>Data centar</i>
<b>ECS</b>	<i>Engineering characteristics</i>	<i>Inženjerske karakteristike</i>
<b>ELM</b>	<i>Extreme Learning Machine</i>	<i>Ekstremno brzo učenje neuronskih mreža</i>
<b>FS-VS</b>	<i>Future State Value Stream Map</i>	<i>Buduća mapa toka vrednosti</i>
<b>HoQ</b>	<i>House of Quality</i>	<i>Matrica ili takozvana “kuća kvaliteta” u QFD metodi</i>
<b>HQ</b>	<i>Headquarters</i>	<i>Centralna kancelarija</i>
<b>HVA</b>	<i>High Value-Added Activities</i>	<i>Aktivnosti koje dodaju veliku vrednost</i>
<b>IaaS</b>	<i>Infrastructure as a Service</i>	<i>Infrastruktura kao usluga</i>
<b>KPI</b>	<i>Key Performance Indicators</i>	<i>Ključni pokazatelji performansi</i>
<b>L3VPN</b>	<i>Layer 3 Virtual Private Network</i>	<i>Virtuelna privatna mreža na trećem sloju</i>
<b>LT</b>	<i>Lead Time</i>	<i>Vreme trajanja ciklusa</i>
<b>LTI</b>	<i>Lead Time Improvement</i>	<i>Unapređenje vremena trajanja ciklusa</i>
<b>LVA</b>	<i>Low Value-Added Activities</i>	<i>Aktivnosti koje dodaju malu vrednost</i>
<b>MCDM</b>	<i>Multi-Criteria Decision Making</i>	<i>Metoda višekriterijumskog odlučivanja</i>
<b>MVA</b>	<i>Medium Value-Added Activities</i>	<i>Aktivnosti koje dodaju srednju vrednost</i>
<b>NFV</b>	<i>Network Function Virtualization</i>	<i>Virtualne mrežne funkcije</i>
<b>NNVA</b>	<i>Necessary Non-Value-Added activities</i>	<i>Obavezne aktivnosti koje ne dodaju vrednost</i>

<b>NVA</b>	<i>Non-Value-Added activities</i>	<i>Aktivnosti koje ne dodaju vrednost</i>
<b>PaaS</b>	<i>Platform as a Service</i>	<i>Platforma kao usluga</i>
<b>PCE</b>	<i>Process Cycle Efficiency</i>	<i>Efikasnost ciklusa procesa</i>
<b>PDCA</b>	<i>Plan-Do-Check-Act</i>	<i>Ciklus Planiraj-Uradi-Proveri-Deluj</i>
<b>QFD</b>	<i>Quality Function Deployment</i>	<i>Razvijanje funkcije kvaliteta</i>
<b>QoE</b>	<i>Quality of Experience</i>	<i>Kvalitet zadovoljstva korisnika</i>
<b>RATEL</b>	<i>Regulatory Authority for Electronic Communications and Postal Services</i>	<i>Regulatorno telo za elektronske komunikacije i poštanske usluge</i>
<b>RMSE</b>	<i>Root Mean Square Error</i>	<i>Koren srednje kvadratne greške</i>
<b>SaaS</b>	<i>Software as a Service</i>	<i>Softver kao usluga</i>
<b>SD-WAN</b>	<i>Software-Defined Wide Area Network</i>	<i>Softverski definisana širokopolasna mreža</i>
<b>SLFN</b>	<i>Single-Layer Feedforward Networks</i>	<i>Jednoslojna feedforward neuronska mreža</i>
<b>VA</b>	<i>Value Added Activities</i>	<i>Aktivnosti koje dodaju vrednost</i>
<b>VoC</b>	<i>Voice of the Customer</i>	<i>Glas korisnika</i>
<b>VoE</b>	<i>Voice of the Engineer</i>	<i>Glas inženjera</i>
<b>VSA</b>	<i>Value Stream Analysis</i>	<i>Analiza toka vrednosti</i>
<b>VSM</b>	<i>Value Stream Mapping</i>	<i>Mapa toka vrednosti</i>
<b>ZQC</b>	<i>Zero Quality Control</i>	<i>Nulta kontrola kvaliteta</i>



## **1. UVODNA RAZMATRANJA**

Tokom poslednje decenije, globalna privreda suočava se sa značajnim strukturnim promenama koje prate ubrzani razvoj digitalnih tehnologija, usložnjavanje poslovnih procesa i porast očekivanja korisnika (Weinzierl et al., 2024). Digitalna transformacija postala je ključni pokretač inovacija i razvoja, dok su kompanije prinuđene da predefinišu svoje uobičajene načine poslovanja, procese i usmere fokus na razvoj usluga prema zahtevima korisnika. U tom kontekstu, sposobnost brzog prilagođavanja, kontinuirane optimizacije i unapređenja nivoa kvaliteta usluga postaje primarni zadatak održivog rasta svake kompanije. U današnjem poslovnom okruženju, rešenja za razvoj telekomunikacione usluge predstavljaju osnovnu infrastrukturu neophodnu za operativno funkcionisanje i sprovođenje digitalne transformacije, koja je poslednjih godina značajno izmenila način poslovanja i dodatno naglasila značaj efikasnog upravljanja procesima (Pranata et al., 2023). Za razliku od rezidencijalnih korisnika (B2C - Business to Customer), poslovni korisnici (B2B - Business to Business) imaju specifične zahteve koji podrazumevaju visok nivo kvaliteta pružene usluge, mogućnost brzog prilagođavanja rešenja i pouzdanu tehničku podršku (Guerola-Navarro et al., 2024). Pružanje ovakvih usluga često prati dodatno usložnjavanje usled različitih internih i eksternih faktora, od organizacionih i tehnoloških ograničenja, do neusklađenosti procesa i specifičnih zahteva tržišta (Kajba & Jereb, 2022).

Specifičnost telekomunikacione industrije jeste što prolazi kroz izuzetno dinamičan period evolucije. Tržište je sve konkurentnije, korisnici su informisaniji, a njihova očekivanja su složenija (Kajba & Jereb, 2022). Istovremeno, operatori se suočavaju sa pritiscima da smanje operativne troškove rada i unaprede efikasnost izvršavanja poslovnih procesa, uz istovremeno razvijanje inovativnih rešenja koja odgovaraju na složene zahteve poslovnih korisnika iz različitih segmenata privrede (Vulanović et al., 2003). U takvom okruženju, koncept virtuelizacije mrežnih funkcija, NFV (*Network Function Virtualization*), postao je jedan od ključnih tehnoloških zahteva koji omogućava prelazak sa rigidne, hardverski zasnovane infrastrukture na fleksibilna, softverski definisana rešenja (Rehman et al., 2019). NFV omogućava kompanijama da smanje kapitalne troškove, povećaju pouzdanost sistema i skrate vreme potrebno za implementaciju novih usluga kao i nadogradnju postojećih. Time se otvara prostor za prilagođavanje rešenja stvarnim zahtevima tržišta, ali se istovremeno i postavlja pitanje na koji način operatori mogu sistematski da oblikuju i prilagođavaju usluge koje zaista odgovaraju zahtevima korisnika.

U cilju unapređenja efikasnosti procesa pružanja usluga, sve veću primenu nalaze metode upravljanja procesima i optimizacije toka vrednosti. Posebno mesto u tom kontekstu imaju pristupi zasnovani na *Lean* principima, koji omogućavaju identifikaciju aktivnosti koje doprinose stvaranju vrednosti za korisnika, kao i eliminaciju gubitaka unutar poslovnih procesa (Sunder et al., 2023). Metode poput VSM, (*Value Stream Mapping*), i VSA, (*Value Stream Analysis*), koje su prvobitno razvijene i primenjivane u proizvodnim sistemima, danas se sve više primenjuju i u uslužnim sektorima, uključujući i telekomunikacije (Stadnicka & Ratnayake, 2016). Ove metode omogućavaju sistematsku analizu poslovnih procesa kroz identifikaciju aktivnosti koje stvaraju vrednost iz perspektive korisnika, kao i onih koje predstavljaju gubitak resursa ili neefikasnost unutar procesa (Tankhiwale & Saraf, 2020). Njihova primena doprinosi boljem sagledavanju tokova informacija, resursa i aktivnosti koje čine lanac vrednosti u okviru procesa pružanja usluga.

U kontekstu telekomunikacionih usluga za poslovne korisnike, ovakvi pristupi omogućavaju sagledavanje procesa pružanja usluge ne samo sa tehnološkog aspekta, već i iz perspektive organizacionih i procesnih faktora koji utiču na ukupnu efikasnost i kvalitet isporuke usluge. Time se otvara mogućnost identifikacije ključnih tačaka u procesima u kojima dolazi do zastoja, ponavljanja aktivnosti ili nedovoljne koordinacije između različitih organizacionih jedinica. Posmatrano u celini, savremeni pristupi za unapređenje dizajna i procesa isporuke telekomunikacionih usluga zahtevaju integraciju različitih koncepata i metoda iz oblasti upravljanja kvalitetom, inženjerskog menadžmenta i upravljanja poslovnim procesima. Takav šire definisan pristup omogućava istovremeno sagledavanje inženjerskih karakteristika usluge, zahteva korisnika i efikasnosti procesa (Radak et al., 2025a).

Istovremeno, tradicionalni pristupi za dizajniranje usluga, zasnovani na unapred definisanim rešenjima i menadžerskoj intuiciji, sve manje zadovoljavaju kompleksne zahteve poslovnih korisnika. Potrebne su metode koje obezbeđuju definisanje zavisnosti između glasa korisnika, VoC (*Voice of the Customer*) i glasa inženjera, VoE (*Voice of the Engineer*), čime se obezbeđuje pun ciklus transformacije zahteva korisnika u inženjerske karakteristike usluge. Među metodama koje se koriste za povezivanje zahteva korisnika i inženjerskih karakteristika usluge, posebno mesto zauzima metoda razvoja (ili raspoređivanja) funkcije kvaliteta poznata i kao QFD (*Quality Function Deployment*) metoda. Ova metoda predstavlja strukturiran okvir koji omogućava sistematično prevođenje zahteva korisnika - CRs (*Customer Requirements*) u odgovarajuće inženjerske karakteristike - ECs (*Engineering Characteristics*) (Lager, 2005).

QFD omogućava identifikaciju i prioritizaciju ključnih zahteva korisnika, kao i sagledavanje njihovog uticaja na inženjerske karakteristike usluge, čime se smanjuje rizik od neusaglašenosti između tehničkog dizajna rešenja i stvarnih potreba tržišta.

Ipak, iako QFD pruža konceptualni okvir za povezivanje zahteva korisnika i inženjerskih karakteristika usluge, u praksi se često pokazuje da sama metoda nema dovoljnu analitičku snagu za rešavanje kompleksnih problema koji se javljaju u savremenim uslužnim kompanijama. Zbog toga se QFD u mnogim istraživanjima i praktičnim primenama kombinuje sa drugim metodama i alatima koji omogućavaju detaljniju analizu procesa, donošenje odluka u uslovima neizvesnosti i bolje razumevanje odnosa između različitih faktora koji utiču na kvalitet usluge percipiran od strane korisnika i neophodnim resursima koji se koriste za njeno dizajniranje.

Na taj način, primena savremenih metoda upravljanja kvalitetom i inženjerskog menadžmenta predstavlja važan korak ka razvoju usluga koje su bolje usklađene sa zahtevima korisnika, ali i vode ka unapređenju efikasnosti procesa njihovog dizajniranja i pružanja. Ipak, primena QFD metode u praksi često nailazi na određena ograničenja, posebno u situacijama kada su podaci o zahtevima korisnika nepotpuni, subjektivni ili teško kvantifikovani (Nahm et al., 2013). U takvim slučajevima proces povezivanja zahteva korisnika i inženjerskih karakteristika usluge postaje složeniji, jer zahteva dodatne analitičke pristupe koji mogu pružiti detaljnije informacije u cilju donošenja informisane odluke i omogućiti sagledavanje međusobnih odnosa između različitih činilaca koji utiču na kvalitet usluge. Zbog toga se u literaturi i praksi QFD metoda često ne koristi kao samostalna metoda, već se kombinuje sa drugim analitičkim tehnikama i alatima od kojih se ANN ističe po svojoj sposobnosti da radi sa nepotpunim podacima i ipak da precizne rezultate.

Polazeći od navedenih izazova, u okviru ove disertacije posebna pažnja posvećena je razmatranju dva međusobno povezana izazova:

1. Prvi izazov se odnosi na optimizaciju procesa pružanja telekomunikacionih usluga poslovnim korisnicima, odnosno na potrebu da se poslovni proces organizuje kao efikasan lanac vrednosti sa jasno definisanim aktivnostima i odgovornostima.
2. Drugi izazov odnosi se na usaglašavanje inženjerskih karakteristika usluge sa zahtevima korisnika, kako bi se obezbedilo da kreirana rešenja odgovaraju stvarnim potrebama poslovnih korisnika.

Upravo iz ovih razmatranja proističe i centralno istraživačko pitanje koje se odnosi na mogućnost unapređenja toka poslovnog procesa i pružanja telekomunikacionih usluga primenom metoda za upravljanje procesima i dizajniranje rešenja. Centralno istraživačko pitanje koje proističe iz ovih razmatranja jeste da li kompanije, primenom VSM i VSA kao i integrisanog QFD-ANN okvira, mogu efikasnije da zadovolje zahteve korisnika, koristeći iste ili manje resursa, uz istovremeno povećanje vrednosti koju korisnik percipira.

Odgovor na ovo pitanje ima višestruki značaj. Sa stanovišta kompanije, on pruža osnovu za optimizaciju poslovnih procesa i smanjenje troškova kroz optimizaciju utrošenih resursa. Sa stanovišta korisnika, omogućava bolju usklađenost pružene usluge i stvarnih zahteva korisnika. Sa naučne strane, istraživanje doprinosi razvoju modela koja kombinuje inženjerske i upravljačke pristupe u funkciji kreiranja vrednosti (Radak & Marković, 2019).

### 1.1. Predmet i značaj istraživanja

Telekomunikacione usluge poslednjih decenija beleže konstantnu ekspanziju kako u obimu tako i u kompleksnosti. Ubrzan razvoj digitalnih tehnologija, povećan broj virtuelizovanih (*cloud*) servisa (Halabi & Bellaiche 2017; Toy, 2015; Vakili & Navimipour, 2017), kao i sve veća potreba za sigurnim i pouzdanim povezivanjem (u lokalnu mrežu ili na internet) doprineli su tome da poslovni korisnici postavljaju sve specifičnije zahteve ispred provajdera servisa. Njihova očekivanja prevazilaze osnovnu povezanost i obuhvataju fleksibilna, prilagodljiva i personalizovana rešenja koja moraju da prate brzo-promenljivo tržište, regulatorne okvire i kontinuirane povratne informacije korisnika (Lakemond et al., 2021). U takvom okruženju, tradicionalni modeli pružanja telekomunikacionih usluga, zasnovani na standardizovanim i unapred definisanim paketima i načinom pružanja usluge, nailaze na različita ograničenja. Neophodno je da operatori razviju nove pristupe kojima će usluge biti projektovane i isporučivane na način koji omogućava prilagođavanje individualnim zahtevima različitih segmenata poslovnih korisnika, uz istovremeno očuvanje efikasnosti i ekonomičnosti poslovanja (Radak & Gospić, 2016).

Usvajanje arhitekture virtualizacije mrežnih funkcija, NFV predstavlja jedan od značajnih koraka u tom pravcu. Ovaj pristup podrazumeva prevazilaženje ograničenja tradicionalne fizičke mrežne infrastrukture uvođenjem virtualizacije fizičkih resursa i centralizovanog upravljanja (Rehman et al., 2019). Među brojnim prednostima, NFV omogućava bolje usklađivanje zahteva korisnika sa resursima operatora kroz smanjenje kapitalnih ulaganja, uz

istovremeno povećanje pouzdanosti i otpornosti sistema (Duncombe, 1959; Yi et al., 2018), kao i postizanje veće fleksibilnosti mreže i kraćeg ciklusa uvođenja novih usluga (Yi et al., 2018; Bari et al., 2013). Međutim, tehnološki napredak sam po sebi nije dovoljan da obezbedi efikasno pružanje usluga poslovnim korisnicima. Pored tehnoloških inovacija, od ključnog značaja je i način na koji su organizovani poslovni procesi koji prate dizajn, implementaciju i isporuku usluga. Proces pružanja usluga poslovnim korisnicima obuhvata veliki broj međusobno povezanih aktivnosti - od identifikacije potreba korisnika, preko projektovanja rešenja i ugovaranja, do implementacije, aktivacije i postprodajne i tehničke podrške. U takvom složenom okruženju javlja se potreba za unapređenjem poslovnih procesa koji prate pružanje usluga. Posebno je značajno identifikovati aktivnosti koje ne doprinose stvaranju vrednosti za korisnika, unaprediti koordinaciju između različitih organizacionih jedinica i obezbediti efikasniji protok informacija kroz ceo proces.

Predmet ovog istraživanja jeste unapređenje poslovnih procesa u oblasti pružanja telekomunikacionih usluga poslovnim korisnicima, sa posebnim fokusom na složene mrežne usluge kao što su SD-WAN i L3VPN. Savremena naučna i stručna literatura u oblasti upravljanja poslovnim procesima i razvoja usluga nudi veliki broj pristupa i metoda za unapređenje organizacionih performansi i kvaliteta proizvoda i usluga (Liu et al., 2015; Mujtaba et al., 2010; Lapide, 2004). Posebno su značajni *Lean* pristup i alati za optimizaciju procesa, kao i metode za sistematsko uključivanje zahteva korisnika u proces razvoja proizvoda i usluga. Međutim, postojeća istraživanja su u velikoj meri usmerena na proizvodne sisteme (Longhan et al., 2013; Busert & Fay, 2019) dok je njihova primena u uslužnim sektorima, a naročito u oblasti telekomunikacionih usluga namenjenih poslovnim korisnicima, znatno manje zastupljena (Forno et al., 2014). Takođe, u dostupnoj literaturi relativno je mali broj radova koji se bave specifičnostima B2B procesa, kao i načinima za njihovo sistematsko unapređenje (Stadnicka & Ratnayake, 2017). Posebno je nedovoljno istraženo povezivanje pristupa za optimizaciju poslovnih procesa sa metodama za transformaciju zahteva korisnika u inženjerske karakteristike u telekomunikacionom okruženju. Polazeći od navedenog jasno je da postoji izražena potreba ali i istraživači jaz u primeni savremenih metoda i tehnika za unapređenje procesa pružanja telekomunikacionih usluga poslovnim korisnicima.

## 1.2. Ciljevi istraživanja

Opšti cilj istraživanja je unapređenje procesa pružanja telekomunikacionih usluga poslovnim korisnicima kroz integraciju metoda za optimizaciju poslovnih procesa i metoda za sistematsko uključivanje zahteva korisnika u dizajn i razvoj usluga. Polazeći od identifikovanih izazova u procesu pružanja telekomunikacionih usluga poslovnim korisnicima, kao i od učenog istraživačkog jaza u postojećoj literaturi, cilj ovog istraživanja jeste razvoj modela koji će odgovoriti na identifikovane izazove u procesu pružanja telekomunikacionih usluga i biti podrška telekomunikacionim operatorima u optimizaciji poslovanja u kontekstu: 1) efikasnijeg upravljanja poslovnim procesima i 2) boljeg povezivanja inženjerskih karakteristika telekomunikacionih usluga sa zahtevima poslovnih korisnika.

U nastavku su nabrojani sledeći specifični ciljevi istraživanja:

- analiza savremenih telekomunikacionih usluga namenjenih poslovnim korisnicima i identifikacija ključnih izazova u procesu njihovog projektovanja, implementacije i isporuke;
- analiza postojećih pristupa i metoda za unapređenje poslovnih procesa i razvoj usluga, sa posebnim osvrtom na *Lean* pristup, metode mapiranja i analize tokova vrednosti (VSM/VSA), kao i identifikacija aktivnosti koje doprinose stvaranju vrednosti za korisnika (VA) i aktivnosti koje ne doprinose stvaranju vrednost (NVA/NNVA) u okviru B2B procesa pružanja telekomunikacionih usluga;
- implementacija metodološkog pristupa za transformaciju zahteva poslovnih korisnika u inženjerske karakteristike telekomunikacionih usluga primenom QFD metode;
- praktična validacija razvijenih modela kroz dve studije slučaja koje su sprovedene u realnom poslovnom okruženju telekomunikacionog operatora, sa ciljem procene njegovog uticaja na efikasnost procesa i kvalitet pružene usluge.

Realizacijom navedenih ciljeva nastoji se doprineti razvoju modela za unapređenje procesa pružanja telekomunikacionih usluga poslovnim korisnicima, kao i boljem razumevanju odnosa između zahteva korisnika, inženjerskih karakteristika usluge u fazi dizajniranja usluge za poslovne korisnike.

### 1.3. Hipoteze istraživanja

Polazeći od potrebe za unapređenjem efikasnosti i predvidivosti u procesu pružanja telekomunikacionih usluga poslovnim korisnicima, kao i od identifikovanog istraživačkog jaza u postojećoj literaturi, u okviru ovog istraživanja definisane su sledeće hipoteze.

H0: Osnovna hipoteza istraživanja polazi od pretpostavke da se primenom savremenih metoda upravljanja procesima i dizajna usluga može značajno unaprediti efikasnost procesa pružanja telekomunikacionih usluga poslovnim korisnicima, uz istovremeno bolje usklađivanje inženjerskih karakteristika usluge sa zahtevima korisnika i veće zadovoljstvo korisnika pruženom uslugom.

U cilju provere osnovne hipoteze definisane su sledeće pomoćne hipoteze:

H1: Primena *Lean* metodologije, uključujući mapiranje i analizu tokova vrednosti (VSM i VSA), osnovna podela aktivnosti prema vrednosti koju dodaju na VA (*Value-Added activities*), NVA (*Non-Value-Added activities*) i NNVA (*Necessary Non-Value-Added activities*) aktivnosti, dodatna finija podela VA aktivnosti prema stepenu dodate vrednosti na LVA, MVA i HVA (*Low Value-Added activities, Medium Value-Added activities, High Value-Added activities*) omogućava precizniju identifikaciju neefikasnosti i optimizaciju poslovnih procesa u kompanijama.

H2: Integracija QFD metode u proces dizajna telekomunikacionih usluga doprinosi efikasnijem prevođenju zahteva korisnika (CRs) u inženjerske karakteristike (ECs), što direktno utiče na poboljšanje kvaliteta usluge, optimizaciju korišćenja resursa i indirektno pruža viši stepen zadovoljstva poslovnih korisnika.

H3: Telekomunikacioni operatori koji primenjuju *Lean* metodologiju i sistematsku optimizaciju poslovnih procesa ostvaruju bolje performanse u pogledu troškova, vremena isporuke usluga i zadovoljstva korisnika, dok visok nivo međusektorske saradnje između različitih organizacionih jedinica dodatno doprinosi stabilnosti i efikasnosti procesa pružanja usluga.

#### 1.4. Metodologija istraživanja

U cilju rešavanja definisanog istraživačkog pitanja i postavljenih polaznih hipoteza primenjen je kombinovani metodološki pristup koji obuhvata analizu naučne literature, modelovanje poslovnih procesa i verifikaciju predloženih modela kroz praktične studije slučaja. Istraživanje se zasniva na identifikaciji ključnih va u procesu pružanja telekomunikacionih usluga poslovnim korisnicima, pri čemu su kao centralni problemi izdvojeni optimizacija procesa pružanja usluga i usklađivanje karakteristika usluga sa zahtevima korisnika.

U prvom koraku istraživanja dat je pregled relevantne naučne i stručne literature u oblasti upravljanja poslovnim procesima, *Lean* pristupa i metoda za razvoj proizvoda i usluga. Na osnovu analize postojećih pristupa identifikovani su odgovarajući alati, metode i tehnike koji mogu doprineti unapređenju procesa pružanja telekomunikacionih usluga poslovnim korisnicima.

Za potrebe optimizacije procesa isporuke usluga primenjen je *Lean* pristup sa posebnim fokusom na tehnike VSM, (*Value Stream Mapping*) i VSA, (*Value Stream Analysis*), koje omogućavaju analizu toka vrednosti, identifikaciju gubitaka u procesu i definisanje predloga za unapređenje procesa. U cilju unapređenja faze dizajniranja telekomunikacionih usluga primenjena je QFD metoda, koja definiše povezivanje zahteva korisnika (CRs) sa odgovarajućim inženjerskim karakteristikama (ECs) usluge i identifikuje međuzavisnosti između pojedinih ECs.

Na osnovu izabranih metoda, tehnika i alata razvijeni su modeli za unapređenje procesa dizajna i isporuke telekomunikacionih usluga za poslovne korisnike. Praktična validacija razvijenih modela izvršena je kroz dve odvojene studije slučaja u realnom telekomunikacionom okruženju nacionalnog operatora, primenom dostupnih organizacionih, procesnih i korisničkih podataka. Analiza rezultata omogućila je procenu primenljivosti predloženih modela i identifikaciju njihovog potencijalnog doprinosa unapređenju efikasnosti procesa i kvaliteta dizajna i isporuke usluga poslovnim korisnicima.

#### 1.5. Naučni doprinos disertacije

Nakon sprovedene identifikacije i sistematizacije ključnih problema u procesu pružanja telekomunikacionih usluga poslovnim korisnicima, sa posebnim fokusom na kompleksne

usluge i izazove u upravljanju njihovim B2B procesima izvršena je analiza i sistematizacija metoda, tehnika i alata za unapređenje poslovnih procesa i dizajn usluga iz oblasti inženjerskog menadžmenta, upravljanja kvalitetom i marketinga, sa aspekta njihove primenljivosti u telekomunikacionom sektoru.

Naučni doprinos disertacije ogleda se u sledećem:

- razvoju novog modela za optimizaciju procesa pružanja telekomunikacionih usluga primenom *Lean* pristupa i alata VSM i VSA, koji omogućavaju identifikaciju gubitaka u procesu i unapređenje efikasnosti toka vrednosti. Dodatno model predlaže detaljniju klasifikaciju VA aktivnosti (*Value Added Activities*) u okviru analize tokova vrednosti. Pored standardne podele na aktivnosti koje dodaju vrednost - VA, aktivnosti koje ne dodaju vrednost - NVA (*Non-Value Added Activities*) i aktivnosti koje ne dodaju vrednost ali su obavezne - NNVA (*Necessary Non-Value Added Activities*) uvodi se dodatna podela aktivnosti koje dodaju vrednost - VA na podkategorije i to na aktivnosti koje dodaju malu vrednost - LVA (*Low Value Added Activities*), aktivnosti koje dodaju srednju vrednost - MVA (*Medium Value Added Activities*) i aktivnosti koje dodaju veliku vrednost - HVA (*High Value Added Activities*) procenjene od strane korisnika koji koriste isporučenu uslugu. Time se omogućava detaljnije sagledavanje stvaranja vrednosti u složenim uslužnim procesima;
- razvoju novog modela za analizu efekata implementacije inoviranih telekomunikacionih usluga kroz povezivanje zahteva poslovnih korisnika sa inženjerskim karakteristikama usluga u uslovima ograničenih podataka.

U disertaciji je sprovedena praktična validacija razvijenih modela kroz studije slučaja u realnom poslovnom okruženju telekomunikacionog operatora, čime je potvrđena njihova primenljivost u unapređenju efikasnosti procesa.

Na ovaj način disertacija doprinosi razvoju modela za unapređenje procesa dizajniranja i pružanja telekomunikacionih usluga poslovnim korisnicima i proširuje postojeća saznanja o primeni metoda upravljanja procesima i dizajna usluga u telekomunikacionom sektoru.

## 1.6. Primenljivost modela

Metodologija u modelima koji su predstavljeni u disertaciji pruža telekomunikacionim operatorima konkretan i primenljiv alat za identifikaciju uskih grla, eliminaciju aktivnosti koje ne dodaju vrednost („Waste“) i unapređenje međusektorske saradnje. Modeli omogućavaju brže reagovanje na zahteve tržišta, smanjenje operativnih troškova kroz uštedu resursa i povećanje otpornosti organizacije, kako na promene unutar organizacije tako i na promene izvan organizacije tj. tržišne izazove. Kroz analizu procesa, disertacija prepoznaje ključne izazove u komunikaciji između tehničkih, prodajnih i korisnički orijentisanih timova, nudeći praktične preporuke za njihovo prevazilaženje. Time se obezbeđuje viši stepen organizacione efikasnosti i kvaliteta isporučenih usluga. Ovom disertacijom kreiran je generički okvir koji omogućava ne samo optimizaciju postojećih, već i projektovanje budućih procesa isporuke. Ovaj okvir može služiti kao referentni model za operatore/servis provajdere, ali i za šire istraživačke i poslovne zajednice. Modeli su razvijani i testirani na realnim podacima kroz direktnu saradnju sa operatorom čime je potvrđena njihova primenljivost.

Iako analiza finansijskih efekata i kvantifikacija korisničkog zadovoljstva nisu u fokusu ovog istraživanja, disertacija postavlja čvrst temelj za njihovo sistematsko istraživanje u narednim studijama. Time se otvara prostor za kvantifikaciju uticaja unapređenih procesa na profitabilnost, dugoročne troškove i zadovoljstvo korisnika QoE, (*Quality of Experience*).

## 1.7. Struktura disertacije

Doktorska disertacija strukturirana je u šest međusobno povezanih poglavlja koja prate logičan tok istraživanja, od definisanja problema i analize konteksta, preko pregleda literature i razvoja modela, do njihove praktične primene i validacije.

Prvo poglavlje predstavlja uvod u istraživanje i obuhvata definisanje istraživačkog problema, predmeta i značaja istraživanja u oblasti pružanja telekomunikacionih usluga poslovnim korisnicima. U ovom delu analiziran je savremeni kontekst telekomunikacionog tržišta i ukazano je na ključne izazove sa kojima se suočavaju telekomunikacioni operatori u upravljanju poslovnim procesima i razvoju usluga za poslovne korisnike. Na osnovu identifikovanog problema definisani su ciljevi istraživanja, istraživačke hipoteze i metodološki pristupi koji će biti primenjeni u disertaciji. Takođe, ovo poglavlje daje naučne doprinose istraživanja i samu strukturu rada.

U drugom poglavlju prikazana je analiza savremenog telekomunikacionog tržišta i procesa u segmentu poslovnih korisnika. U okviru ovog poglavlja razmatrane su specifičnosti B2B telekomunikacionih usluga i poslovnih procesa koji omogućavaju njihovu realizaciju. Posebna pažnja posvećena je analizi B2B procesa, kao i ilustrativnim primerima poslovnih procesa u ovom segmentu. Na osnovu sprovedene analize identifikovani su ključni izazovi u pružanju usluga i izdvojena dva centralna istraživačka problema: optimizacija procesa isporuke telekomunikacionih usluga i unapređenje dizajna inženjerskih karakteristika usluga u skladu sa zahtevima poslovnih korisnika.

Treće poglavlje daje pregled i analizu relevantne naučne 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 razvoja proizvoda i 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 detaljno opisuje dva razvijena modela za unapređenje procesa pružanja telekomunikacionih usluga poslovnim korisnicima. Prvi model, TBV (*Telecommunication Business Value*), odnosi se na optimizaciju procesa isporuke telekomunikacionih usluga poslovnim korisnicima primenom *Lean* pristupa i alata za analizu toka vrednosti - VSM i VSA. Drugi model, TBQ (*Telecommunication Business Quality*), usmeren je na unapređenje faze dizajna telekomunikacionih usluga primenom QFD metode i ANN analitičkog alata. Definisani modeli predstavljaju metodološku osnovu za unapređenje efikasnosti procesa isporuke usluga i bolje usklađivanje zahteva korisnika i odgovarajućih resursa odnosno inženjerskih karakteristika.

Peto poglavlje prikazuje praktičnu primenu i validaciju razvijenih modela kroz studije slučaja odnosno u realnom poslovnom okruženju. U ovom delu najpre se opisuje organizacioni i poslovni kontekst u kome se istraživanje sprovodi, kao i karakteristike telekomunikacionih usluga koji su predmet analize, konkretno SD-WAN i L3VPN. Nakon toga prikazuje se primena modela za optimizaciju procesa isporuke usluga kroz analizu postojećeg stanja procesa, mapiranje toka vrednosti, identifikaciju gubitaka i definisanje optimizovanog procesa. U nastavku se prikazuje primena proširene QFD metode na konkretno izabranom primeru. Na

kraju poglavlja analiziraju se dobijeni rezultati i vrši se validacija razvijenih modela na osnovu realnih rezultata.

Šesto poglavlje sumira ključne nalaze disertacije. U ovom poglavlju sumirani su najvažniji rezultati sprovedenog istraživanja i ocenjuje se stepen ostvarenja definisanih ciljeva i potvrde istraživačkih hipoteza. Posebno su izdvojeni naučni doprinosi i primenljivost modela u oblasti unapređenja poslovnih procesa i dizajna telekomunikacionih usluga za poslovne korisnike. Takođe, razmatrana su ograničenja sprovedenog istraživanja i predloženi pravci budućih istraživanja u ovoj oblasti.

## **2. TELEKOMUNIKACIONO TRŽIŠTE I B2B POSLOVNI PROCESI: ANALIZA OKRUŽENJA I IDENTIFIKACIJA KLJUČNIH PROBLEMA U PRUŽANJU USLUGA POSLOVNIM KORISNICIMA**

Ovo poglavlje daje pregled karakteristika savremenog telekomunikacionog tržišta sa posebnim fokusom na segment poslovnih korisnika. Analiziraju se specifičnosti telekomunikacionih usluga i poslovnih procesa koji omogućavaju njihovu realizaciju. Posebna pažnja posvećena je B2B procesima isporuke usluga poslovnim korisnicima, koji predstavljaju realne primere razvijene za potrebe analize modela i usklađene sa praksom jednog nacionalnog operatora.

### **2.1. Razvoj i transformacija telekomunikacionog tržišta**

Tokom osamdesetih godina XX veka telekomunikaciono tržište prolazi kroz značajne strukturne promene, koje predstavljaju prekretnicu u načinu organizacije i funkcionisanja telekomunikacionih operatora (Poona & Swatman, 1999). Liberalizacija tj. “otvaranje tržišta telekomunikacija” započela je u Sjedinjenim Američkim Državama tokom 1980-ih ukidanjem monopolske strukture kompanije AT&T 1984. godine, dok je u Evropskoj uniji sprovedena postepeno tokom 1990-ih i formalno je završena ukidanjem monopola u fiksnoj telefoniji 1998. godine (Alabau, 2006). U Srbiji proces započinje reorganizacijom sektora 1997. godine, ali se stvarna liberalizacija i uvođenje konkurencije razvijaju tek nakon 2000-ih kroz uspostavljanje regulatornog okvira i nezavisnog regulatornog tela - RATEL (Petrović et al., 2013). Do tog perioda, u Srbiji telekomunikacioni sektor bio je organizovan kao državni monopol, sa jasno definisanim infrastrukturnim ciljevima koji su se odnosili pre svega na izgradnju mreže, obezbeđenje kapaciteta, pouzdanost prenosa i dostupnost osnovnih predefinisanih telekomunikacionih usluga (Radak et al., 2025b).

Proces liberalizacije tržišta, koji započinje u Srbiji krajem osamdesetih i početkom devedesetih godina, dovodi do pojave novih operatora na tržištu, deregulacije i postepenog otvaranja tržišta za konkurenciju. Ove promene suštinski su izmenile poslovno okruženje u kojem operatori posluju, jer infrastrukturna pitanja prestaju da budu jedini faktor diferencijacije. Umesto toga, u prvi plan dolaze strateški elementi poslovanja, kao što su definisanje vizije i misije, jasno postavljeni poslovni ciljevi, fleksibilnost ponuženih rešenja i razvoj tržišno orijentisanih

marketing strategija (Walsh & Godfrey, 2000). U liberalizovanom okruženju, telekomunikacioni operatori više ne posluju isključivo kao pružaoci infrastrukture, već se transformišu u pružaoce fleksibilnih i prilagodljivih usluga, čiji uspeh zavisi od sposobnosti da razumeju i odgovore na različite potrebe korisnika. Posebno značajna promena odnosi se na način upravljanja odnosima sa korisnicima, gde se fokus pomera sa praćenja isključivo tehničkih parametara - SLA (*Service Level Agreement*) ka celokupnom korisničkom iskustvu, kvalitetu usluge i fleksibilnosti rešenja (Radak et al., 2017).

Sve navedeno ukazuje da je ovaj period obeležen prelaskom sa tehnološki vođenog poslovanja ka tržišno i korisnički orijentisanom modelu poslovanja. Operatori su prinuđeni da razvijaju nove poslovne modele, unapređuju interne procese i uspostavljaju efikasniju koordinaciju između tehničkih, prodajnih i korisnički orijentisanih funkcija (Van Looy, 2021). Ovakav zaokret predstavlja osnovu za razumevanje savremenih izazova u pružanju telekomunikacionih usluga, posebno u segmentu poslovnih korisnika, gde su zahtevi složeniji, a tolerancija na greške znatno niža.

Razumevanje istorijskog konteksta liberalizacije telekomunikacionog tržišta ključno je za sagledavanje današnjeg stanja sektora (Chakravarty et al., 2014; Kumar & Pansari, 2016; Laghari et al., 2012). Promene koje su započele osamdesetih godina postavile su temelje za savremeno konkurentno okruženje, u kojem se održivost poslovanja operatora sve više oslanja na efikasnost poslovnih procesa, sposobnost prilagođavanja i razvoj fleksibilnih usluga dizajniranih prema zahtevima korisnika.

## 2.2. Savremeno telekomunikaciono tržište

U savremenom liberalizovanom telekomunikacionom okruženju, formalna sloboda tržišta i prisustvo velikog broja operatora/servis provajdera ne garantuju nužno dugoročnu održivost poslovanja i inovacija. Naprotiv, primeri sa tržišta ukazuju na to da je telekomunikacioni sektor suočen sa snažnim pritiscima koji se ogledaju u stagnaciji prihoda, rastu operativnih troškova i sve izraženijoj borbi za zadržavanje korisnika. Iako je tržište formalno otvoreno, pitanje opstanka i konkurentnosti operatora postaje jedno od ključnih strateških pitanja savremenog poslovanja. Posebno je izražen pritisak u segmentu tradicionalnih predefinisanih usluga, gde je prilagođavanje ponude otežano, a cenovna konkurencija sve agresivnija. U takvom okruženju, operatori su primorani da preispitaju postojeće poslovne modele i da se fokusiraju na segmente korisnika koji obezbeđuju stabilnije prihode i dugoročniju saradnju. Ipak, uprkos

njihovom značaju, u postojećoj naučnoj literaturi (Chakravarty et al., 2014; Pranata et al., 2023; Van Looy, 2021) relativno je mali broj radova koji se sistematski bave specifičnostima pružanja telekomunikacionih usluga poslovnim korisnicima, naročito iz ugla poslovnih procesa. Većina istraživanja fokusirana je na tehnološke aspekte ili na rezidencijalni segment tržišta, dok su izazovi vezani za organizaciju procesa, koordinaciju sektora i upravljanje kompleksnim B2B procesima često obrađeni samo delimično. U tom kontekstu, značajan doprinos predstavljaju skorija istraživanja (Harikannan & Vinodh, 2025; Kajba & Jereb, 2022; Weinzierl et al., 2024), u kojima su analizirani izazovi pružanja telekomunikacionih usluga poslovnim korisnicima kroz višestruke studije slučaja i mapiranje procesa. Rezultati ovih istraživanja ukazuju da se izazovi u B2B segmentu mogu podeliti na univerzalne, prisutne kod svih tipova usluga, i specifične, vezane za pojedine tehnologije i poslovne modele. Ovakvo zapažanje potvrđuje da problematika nije izolovana niti ograničena na pojedinačne operatore, već ima sistemski karakter i zahteva strukturisana i metodološki utemeljena rešenja.

### 2.3. Karakteristike i specifičnosti poslovnih korisnika

Poslovni korisnici imaju veliki značaj za operatore, jer generišu veće prihode po korisniku (Ribeiro et al., 2024), sklapaju višegodišnje ugovore i imaju manji potencijal za tzv. *churn* (odliv korisnika tj. promenu pružaoca servisa). Dodatno, poslovni korisnici postavljanjem specifičnih zateva podstiču inovacije kao i unapređenja postojećih rešenja čime direktno doprinose održivom rastu i povećanju konkurentne prednosti operatora na tržištu (Viio, 2011). Za razliku od rezidencijalnih korisnika, kod kojih se zahtevi uglavnom odnose na osnovnu konektivnost i cenu, poslovni korisnici očekuju visok nivo kvaliteta usluge - SLA, fleksibilnost u dizajnu rešenja, prilagodljivost, kao i pouzdanu i brzu tehničku i postprodajnu podršku (Ribeiro et al., 2024). Istraživanja pokazuju da neusaglašenost između korisničkih zahteva i načina na koji su procesi isporuke organizovani predstavlja jedan od glavnih uzroka nezadovoljstva poslovnih korisnika (Chakravarty et al., 2014; Guerola-Navarro et al., 2024; Liu et al., 2015). Upravo zbog toga, poslovni korisnici sve češće vrednuju ne samo tehničke karakteristike usluge, već i efikasnost celokupnog procesa njenog pružanja (Van Looy, 2021). Brzina reakcije, transparentnost komunikacije, jasno definisani koraci u procesu i mogućnost prilagođavanja specifičnim zahtevima postaju ključni faktori konkurentnosti operatora na B2B tržištu.

Poslovni korisnici nisu homogena grupa, već obuhvataju širok spektar organizacija koje se razlikuju po veličini, delatnosti, geografskoj rasprostranjenosti i stepenu digitalne zrelosti. Međutim, uprkos tim razlikama, mogu se identifikovati određene zajedničke karakteristike koje ih razlikuju od rezidencijalnih korisnika. Pre svega, poslovni korisnici imaju definisane poslovne procese koji zavise od neprekidne dostupnosti telekomunikacionih usluga. Prekidi u radu mreže, kašnjenja u implementaciji ili neadekvatna podrška mogu direktno ugroziti njihovo poslovanje i dovesti do finansijskih gubitaka. Zbog toga su u B2B segmentu zahtevi za dostupnošću, sigurnošću i skalabilnošću zastupljeniji nego u B2C segmentu. Dalje, poslovni korisnici često zahtevaju prilagođena, tzv. „*tailor-made*“ rešenja, koja prevazilaze standardizovane ponude iz predefinisanih portfolija operatora. Ovakvi zahtevi dodatno komplikuju procese dizajniranja i isporuke usluga i zahtevaju visok stepen međusektorske saradnje unutar organizacije operatora (Luthra et al., 2022). Upravo ova složenost predstavlja jedan od ključnih izazova u optimizaciji procesa.

Na osnovu navedenog, može se zaključiti da savremeno telekomunikaciono tržište postavlja visoke zahteve operatorima u pogledu efikasnosti, fleksibilnosti i procesne zrelosti. Poseban značaj poslovnih korisnika, u kombinaciji sa složenošću njihovih zahteva, jasno ukazuje na potrebu za razvojem novih modela za unapređenje procesa dizajniranja, isporuke i pružanja usluga, što predstavlja centralni fokus ove doktorske disertacije.

#### 2.4. B2B procesi pružanja telekomunikacionih usluga korisnicima

B2B proces pružanja telekomunikacionih usluga korisnicima predstavlja skup međusobno povezanih aktivnosti kojima se zahtev korisnika prevodi u specifičan način isporuke usluge i pružanje tehničke i prodajne podrške. Za razliku od parcijalnog posmatranja pojedinačnih aktivnosti (npr. samo prodaje ili samo implementacije), B2B pristup podrazumeva sagledavanje kompletnog životnog ciklusa usluge i to od iniciranja zahteva do postprodajne podrške, naplate i upravljanja novim zahtevima. Iz perspektive korisnika, ovakav pristup je posebno važan jer kvalitet usluge nije određen samo tehničkim performansama usluge, već i predvidivošću, brzinom i koordinacijom procesnih aktivnosti kroz koje se usluga dizajnira, isporučuje i održava.

U opštoj terminologiji, poslovni proces se može definisati kao sledljiv algoritam povezanih aktivnosti koje, uz korišćenje resursa i jasno definisanih ulaza i izlaza, ostvaruju određeni poslovni cilj. Proces (Slika 2.1.) ima početnu tačku (iniciranje zahteva), tok izvršenja kroz

definisane korake (aktivnosti), kao i završnu tačku koja rezultira ishodom (npr. aktivirana usluga, potpisan ugovor, rešen dodatni zahtev).

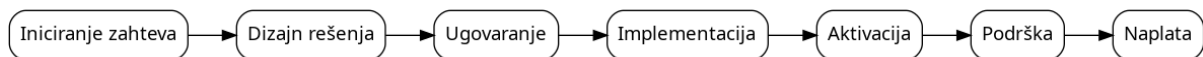


Slika 2.1. Opšte faze poslovnog procesa isporuke usluge (Izvor: Autor)

B2B proces dodatno podrazumeva da se tok procesa ne ograničava na granice jednog sektora, već obuhvata sve relevantne organizacione jedinice operatora, kao i eksterne učesnike (partneri, dobavljači, podizvođači). Na taj način, analiza B2B procesa obezbeđuje realističan prikaz toka vrednosti i identifikaciju tačaka gde dolazi do gubitaka, čekanja, nedefinisanih odgovornosti

ili konflikta prioriteta između organizacionih jedinica. Iako se konkretni koraci razlikuju u zavisnosti od zahteva korisnika, većina procesa u B2B sektoru može se grupisati u nekoliko tipičnih faza kao što je prikazano na Slici 2.2. Do grupisanja aktivnosti u opšte grupe došlo se istraživanjem i analizom svih procesa poslovanja jednog nacionalnog operatora u B2B sektoru.

Jedno od ključnih pitanja glasi: da li su procesi univerzalni ili svaka usluga ima poseban proces? U praksi je najčešće prisutna kombinacija ova dva pristupa. S jedne strane, postoji univerzalni okvir koji je zajednički za većinu B2B usluga i koji je prikazan na Slici 2.2, dok sa druge strane postoji servisna specifičnost koja nastaje u pojedinim koracima, u zavisnosti od tehnologije, SLA zahteva i stepena prilagođavanja rešenja, odnosno da li je reč o standardizovanom ili prilagođenom rešenju. Ova servisna specifičnost diktira buduće aktivnosti koje moraju biti izvršene kako bi se adekvatne usluge isporučile i ona je specifična za svaku uslugu, tako da tu dolazi do grananja u procesima.



Slika 2.2. Univerzalni okvir pružanja usluga poslovnim korisnicima (Izvor: Autor)

Na primer, usluge L3VPN i SD-WAN dele opšti tok procesa, ali se razlikuju u ispitivanju izvodljivosti kao i načinu provere tehničkih mogućnosti za pružanje ovih usluga. Pored toga, inovativne usluge, naročito one zasnovane na NFV i *cloud* arhitekturi, često sadrže dodatne korake u fazi dizajniranja usluge, kao što su sigurnosne provere. Zbog toga se B2B procesi ne mogu posmatrati kao potpuno uniformni, već kao kombinacija zajedničke procesne logike i servisno-specifičnih prilagođavanja.

B2B procesi nisu identični ni kod svih operatora, jer zavise od više faktora, kao što su organizaciona struktura, stepen standardizacije i automatizacije, model isporuke usluge, tehnološka arhitektura i zrelost poslovnog sistema, kao i regulatorno okruženje i interne politike upravljanja rizicima. Operatori sa razvijenijom procesnom zrelošću i automatizovanim sistemima za kontrolu i nadgledanje često imaju kraće cikluse isporuke i manje ručnih primopredajnih tačaka. Nasuprot tome, kod operatora sa nedefinisanim raspodelom odgovornosti i slabom integracijom sistema, proces se produžava zbog čekanja, ponovljenih provera i nejasne vlasničke odgovornosti nad aktivnostima.

Kompleksnost B2B procesa u telekomunikacijama proizilazi iz kombinacije infrastrukturnih preduslova, organizacionih ograničenja i kompleksnih očekivanja korisnika. Najčešći izazovi mogu se grupisati u nekoliko kategorija kao što je prikazano u Tabeli 2.1. (Radak et al., 2025b).

Tabela 2.1. sistematizuje ključne kategorije izazova u procesu pružanja telekomunikacionih usluga poslovnim korisnicima, ukazujući na njihovu međusobnu povezanost i kumulativni uticaj na efikasnost isporuke usluge.

Tabela 2.1. Opšte kategorije izazova u procesu pružanja telekomunikacionih usluga (Radak et al., 2025b, str. 51-59)

Kategorija izazova	Opis izazova
Infrastrukturni izazovi	Odnose se na dostupnost i raspoloživost infrastrukturnih kapaciteta operatora, rasprostranjenost optičke mreže spram korisničkih lokacija.
Organizacioni izazovi	Proizilaze iz nejasne podele odgovornosti između različitih organizacionih jedinica, nedovoljne međusektorske koordinacije, neusaglašenih procedura i postojanja višestrukih tačaka zastoja.
Procesni izazovi	Podrazumevaju procese sa velikim brojem manuelnih aktivnosti, aktivnostima koje se dupliraju, čekanja između aktivnosti, kao i nedostatak standardizovanih setova ulaznih podataka.
Korisnički izazovi	Obuhvataju nejasno ili nepotpuno definisane inicijalne zahteve korisnika, promene zahteva tokom implementacije, visoka očekivanja u pogledu brzine i pouzdanosti isporuke kao i podrške.
Regulatorni izazovi	Odnose se na zahteve za usklađenost sa regulatornim okvirima i sigurnosnim politikama kao i jasno definisane procedure u incidentnim i kriznim situacijama.

Infrastrukturni izazovi predstavljaju osnovu svih daljih aktivnosti, jer ograničenja u dostupnosti mrežnih kapaciteta pokrivenosti lokacija korisnika direktno utiču na mogućnost realizacije zahteva, pri čemu potreba za rešenjima sa redundantnim linkovima dodatno povećava kompleksnost.

Organizacioni izazovi se ogledaju u podeljenim odgovornostima i nedovoljnoj koordinaciji između organizacionih jedinica, što dovodi do zastoja i gubitaka u procesu. Procesni izazovi dodatno produbljuju problem kroz prisustvo ručnih primo-predajnih aktivnosti, nepostojanje standardizacije i nedovoljno razvijen sistem za praćenje ključnih indikatora performansi, što otežava identifikaciju i eliminaciju neusaglašenosti i gubitaka.

S druge strane, korisnički izazovi proizilaze iz specifičnosti i kompleksnosti zahteva poslovnih korisnika, koji često nisu u potpunosti definisani ili se menjaju tokom implementacije ili nakon isporuke, uz striktna očekivanja u pogledu brzine i dostupnosti usluge.

Konačno, regulatorni i pravni izazovi uvode dodatni sloj složenosti kroz obavezu usklađivanja sa propisima, kako internim tako i eksternim, kao i preciziranje procedura i detaljnih postupanja u incidentnim situacijama.

Sagledano u celini, kvalitet pružene usluge u B2B segmentu zavisi od celokupnog toka aktivnosti, a ne samo od pojedinačnih tehničkih parametara ili uspešno realizovanih pojedinačnih faza procesa. Zbog toga B2B proces predstavlja fokus unapređenja u telekomunikacionim kompanijama. Efikasnost, stabilnost i predvidivost procesa direktno utiču na vreme isporuke, troškove i korisničko iskustvo. U tom smislu, sistematska analiza B2B procesa i identifikacija tačaka neefikasnosti i gubitaka predstavljaju važan preduslov za razvoj novih modela za dizajniranje usluga i unapređenje procesa pružanja usluga, što će biti dalje razmatrano u narednim poglavljima.

B2B proces predstavlja centralni predmet unapređenja, s obzirom na to da kvalitet pružene usluge u B2B segmentu zavisi od celokupnog toka aktivnosti. Efikasnost, stabilnost i predvidivost trajanja procesa, kao i svih aktivnosti obuhvaćenih njime, direktno utiču na vreme isporuke, troškove i korisničko iskustvo. Iako telekomunikacioni sektor važi za tehnološki visoko razvijenu industriju, brojna istraživanja i industrijski izveštaji ukazuju da procesi pružanja usluga, posebno u segmentu poslovnih korisnika, često zaostaju za tehnološkim mogućnostima koje operatori poseduju (Ouamri et al., 2025; Sewpersadh, 2023; Van Looy, 2021). Ova neusklađenost između tehnološkog napretka i procesne zrelosti predstavlja jedan od osnovnih problema savremenog telekomunikacionog poslovanja i direktno utiče na efikasnost isporučivanja usluga, zadovoljstvo korisnika i dugoročnu konkurentnost operatora.

Literatura ukazuje da su procesi pružanja usluga poslovnim korisnicima često neintegrisani, opterećeni brojnim neautomatizovanim aktivnostima, ponavljanjima i prekidima tokom izvršavanja (Viio, 2011). Posebno se ističe problem nenefikasnog vremena isporuke (time to delivery), koje u praksi može značajno odstupati od inicijalno planiranih rokova zbog različitih uzročnika. Produženi ciklusi isporuke identifikovani su kao jedan od glavnih uzroka nezadovoljstva poslovnih korisnika, naročito u situacijama kada usluga povezivanja na internet predstavlja okosnicu njihovog poslovanja. Pored kašnjenja u isporuci, istraživanja ukazuju i na problem nedoslednosti i nepredvidivosti procesa (Lapide, 2004). Neujednačen kvalitet isporuke, različiti ishodi za slične zahteve i zavisnost rezultata od pojedinaca ili timova ukazuju na nedostatak standardizovanih i kontrolisanih procesnih tokova i vremena realizacije aktivnosti. U takvim uslovima, operatori se suočavaju sa povećanim troškovima, dok poslovni korisnici gube poverenje u sposobnost operatora da ispuni ugovorene obaveze na dosledan i konzistentan način (Liu et al., 2015).

Regulatorni i tržišni faktori dodatno komplikuju ovu problematiku. Na mnogim tržištima, operatori su obavezni da ispune stroge zahteve u pogledu bezbednosti podataka, dostupnosti usluga i transparentnosti ugovornih odnosa, posebno kada posluju sa korisnicima iz regulisanih industrija (finansije, osiguranje, javni sektor). Ovi zahtevi, iako opravdani, često dodatno komplikuju procese isporuke usluga, produžavaju vreme realizacije i zahtevaju efikasniju i organizovaniju koordinaciju između tehničkih, prodajnih i administrativnih organizacionih jedinica. Industrijski izveštaji takođe ukazuju na snažnu korelaciju između neefikasnosti procesa i gubitaka poslovnih korisnika (tzv. *churn*). Produženi rokovi isporuke, nejasna komunikacija tokom implementacije i problemi u fazama podrške i fakturisanja često se navode kao ključni razlozi za raskid ugovora ili prelazak korisnika kod konkurencije. U kontekstu B2B tržišta, gde su ugovorni odnosi dugoročni, a troškovi prelaska visoki, gubitak korisnika ima znatno veći finansijski i reputacioni uticaj nego u B2C segmentu.

Poseban izazov predstavlja činjenica da se veliki broj istraživanja i industrijskih analiza fokusira na pojedinačne faze procesa (npr. prodaju ili tehničko rešenje), dok je sistematsko sagledavanje B2B procesa i njegove efikasnosti znatno ređe. Ovakav parcijalni pristup otežava identifikaciju stvarnih uzroka problema, jer se efekti problema često javljaju kao posledica brojnih neusaglašenih aktivnosti duž celog lanca vrednosti.

U literaturi se sve češće naglašava potreba za prelaskom sa reaktivnog načina upravljanja procesima ka sistematskim modelima koji su zasnovani na analizi tokova vrednosti,

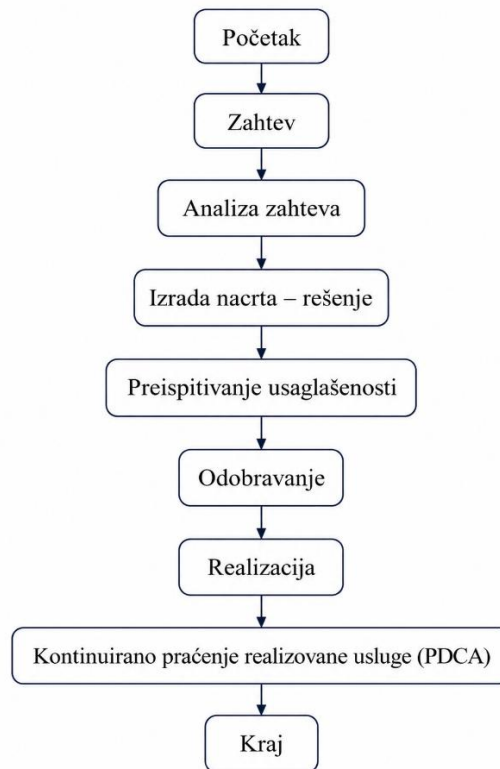
standardizaciji i kontinuiranom unapređenju (Marques et al., 2021). Međutim, uprkos prepoznatoj potrebi, nedostaje dovoljan broj istraživanja koja bi pružila konkretne, primenljive modele za unapređenje procesa pružanja telekomunikacionih usluga poslovnim korisnicima, posebno u kontekstu kompleksnih i inovativnih servisa. Na osnovu navedenog, može se zaključiti da problematika efikasnosti B2B procesa ima sistemski karakter, da je prisutna u različitim tržištima i organizacionim kontekstima, i da predstavlja značajan izazov kako sa stanovišta operatora, tako i sa stanovišta korisnika i regulatornog tela. Ovakvo stanje jasno ukazuje na potrebu za daljim istraživanjem i razvojem novih modela za unapređenje procesa, koji će omogućiti smanjenje vremena isporuke, povećanje procesne stabilnosti i unapređenje ukupne vrednosti koju korisnici percipiraju.

## 2.5. Analiza strukture poslovnih procesa i identifikacija izazova

Kako bi se prethodno razmatrani koncepti B2B procesa i identifikovani izazovi dodatno konkretizovali, u ovom poglavlju prikazuju se ilustrativni primeri poslovnih procesa. Cilj ovih ilustracija jeste vizuelno i konceptualno sagledavanje toka aktivnosti, učesnika u procesu i tačaka na kojima se najčešće javljaju gubici i neusaglašenosti. Prikaz poslovnih procesa kroz dijagrame omogućava jasnije razumevanje složenosti procesa, posebno u situacijama kada u realizaciji učestvuju različiti sektori, kao i eksterni akteri poput partnerskih kompanija. Na ovaj način, procesi se posmatraju kao dinamični sistemi u kojima koordinacija i razmena informacija imaju jednako važnu ulogu kao i tehnička realizacija usluge.

### 2.5.1. Poslovni proces unutar jednog sektora

Najjednostavniji oblik procesa podrazumeva situaciju u kojoj se sve aktivnosti odvijaju unutar jednog sektora (organizacione jedinice). U ovom podpoglavlju biće prikazane ilustracije poslovnih procesa koje su izrađene za potrebe ovog istraživanja u okviru doktorske disertacije, na osnovu sopstvenog dugogodišnjeg profesionalnog iskustva u radu sa poslovnim korisnicima. Tipičan tok ovako definisanog procesa obuhvata aktivnosti prikazane na Slici 2.3. gde su opisi aktivnosti dati uopšteno, za sve procese dok se za pojedinačne procese i aktivnosti mogu preciznije definisati i opisati aktivnost a sto će biti prikazano u nastavku.

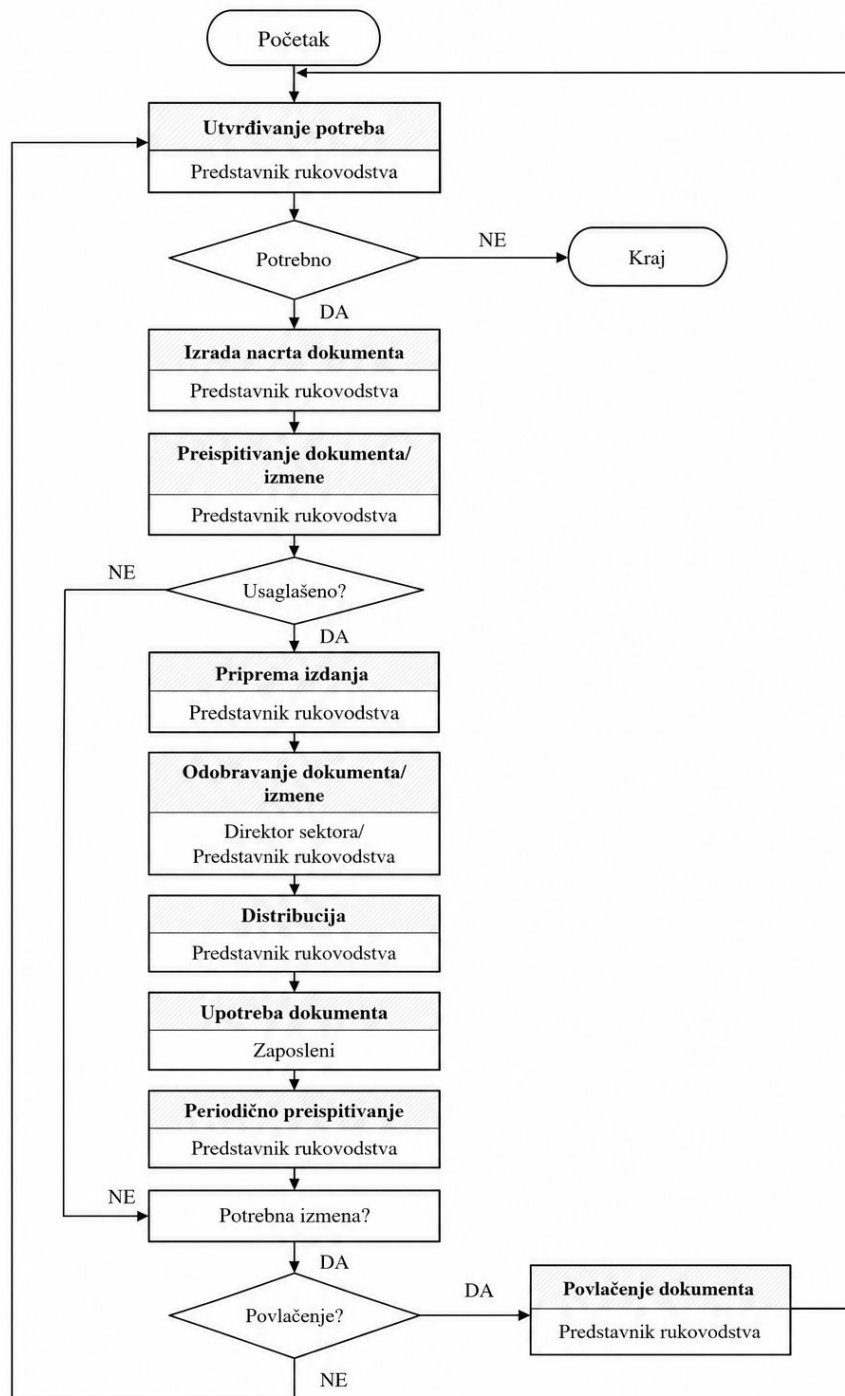


Slika 2.3. Osnovna mapa procesa unutar jednog sektora (Izvor: Autor)

U ovakvim procesima broj primo-predajnih tačaka je ograničen, odgovornosti su jasno definisane, a komunikacija se odvija unutar jedne relativno zatvorene organizacione jedinice. Međutim, iako su ovi procesi formalno jednostavniji, problemi se mogu javiti usled nedostatka standardizacije, nejasnih ulaznih podataka ili oslanjanja na manuelne aktivnosti.

Na Slici 2.4. prikazana je mapa procesa koja daje detaljan prikaz konkretnog primera procesa upravljanja dokumentima, sa jasno definisanim početkom i krajem procesa, kao i osnovnim aktivnostima koje se javljaju u gotovo svim tipovima B2B telekomunikacionih usluga. Ovakav prikaz omogućava vizuelno sagledavanje procesa i služi kao okvir za razumevanje strukture i međusobne povezanosti ključnih aktivnosti. Proces započinje utvrđivanjem potreba za kreiranjem novog dokumenta, nakon čega sledi niz međusobno povezanih aktivnosti koje uključuju inicijalnu analizu zahteva, pripremu odgovarajuće dokumentacije, usaglašavanje i odobravanje novog dokumenta. U ovom procesu pojavljuje se više tačaka primopredaje informacija između različitih izvršioca aktivnosti, što ukazuje na potrebu za jasno definisanom procedurom i standardizovanim tokom informacija. U praksi, nedovoljno precizno definisani ulazni podaci, kao i neefikasno prenošenje informacija između aktivnosti, mogu dovesti do ponavljanja pojedinih aktivnosti, produženja vremena realizacije pojedinih aktivnosti i

povećanja operativnih troškova. Na ovaj način obezbeđuje se standardizacija procesa, smanjenje varijabilnosti u realizaciji usluge i unapređenje ukupne operativne efikasnosti.



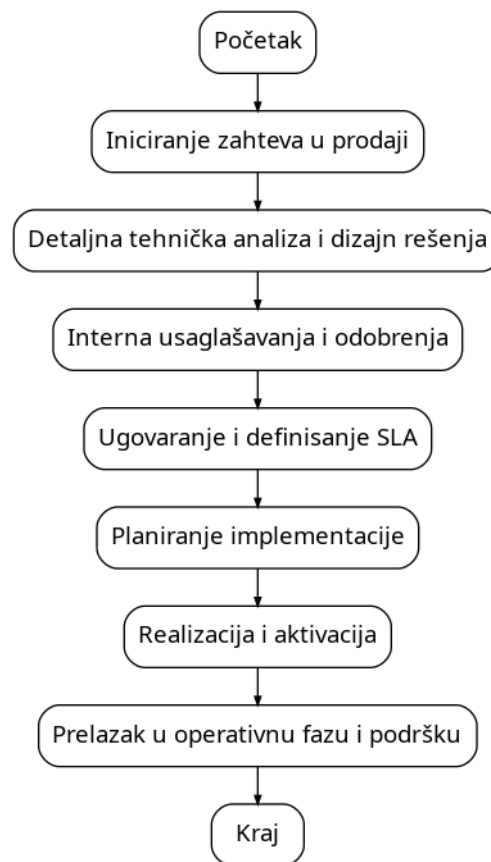
Slika 2.4. Dijagram toka procesa upravljanja dokumentima (Izvor: Autor)

Važno je naglasiti da prikazani proces u praksi prati detaljna procedura dokumentacija koja omogućava njegovo dosledno i efikasno izvršavanje. Procedura sadrži jasno definisane

odgovornosti za svaku pojedinačnu aktivnost u okviru procesa, precizno određene ulazne i izlazne informacije, kao i jasne instrukcije za izvršenje aktivnosti.

### 2.5.2. Poslovni proces koji uključuje više sektora

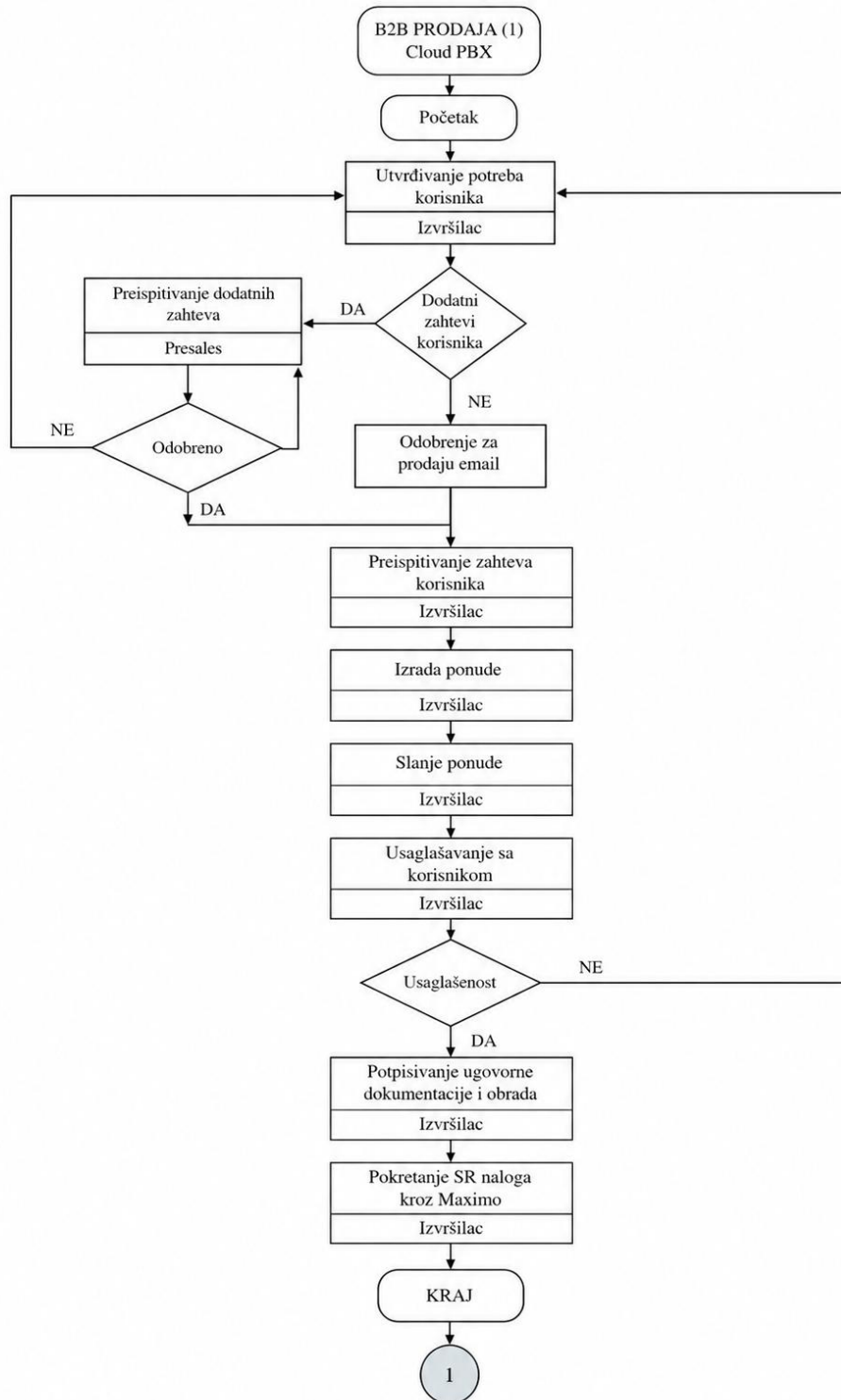
U praksi, većina procesa zahteva saradnju i koordinaciju više sektora, kao što su prodaja, tehnika, sektor za planiranje i izgradnju mreže, pravni sektor, sektor finansija i administracije. Ovakvi procesi su često dosta složeniji i podložniji neusaglašenostima. Opšti dijagram toka ovakvog procesa prikazan je na Slici 2.5.



Slika 2.5. Opšti dijagram toka procesa pružanja telekomunikacione usluge uz angažovanje više organizacionih jedinica (Izvor: Autor)

Svaki prelaz između sektora predstavlja potencijalnu tačku zastoja, posebno ukoliko ne postoje jasno definisani ulazno-izlazni kriterijumi ili ako su sistemi za razmenu informacija slabo integrisani. U ovakvim procesima često se javljaju kašnjenja, ponavljanje aktivnosti i nejasne odgovornosti, što direktno utiče na ukupno vreme kao i kvalitet isporuke usluge. Konkretno na primeru rada jednog operatora uočeno je da prenos informacija o potencijalnom korisniku iz sektora prodaje u sektor administracije i nazad ka prodaji stvara određeno dupliranje aktivnosti

i unosi zastoj. Nakon prikupljanja informacija kroz komunikaciju sa potencijalnim korisnikom zaposleni iz sektora prodaje prosleđuje relevantne informacije odeljenju administracije da unesu zahtev korisnika u sistem i evidentiraju njegov zahtev.



Slika 2.6. Dijagram toka procesa prodaje *Cloud PBX* usluge (Izvor: Autor)

Međutim, prema postojećem stanju proces je tako definisan da zaposleni iz sektora administracije ponovo kontaktiraju istog korisnika da provere navedne informacije i zatraže dodatne podatke kako bi uneli u sistem zahtev. Ovakav način izvršavanja aktivnosti stvara revolt kod korisnika ali i dodatno otežava neometano funkcionisanje procesa pružanja usluge korisniku.

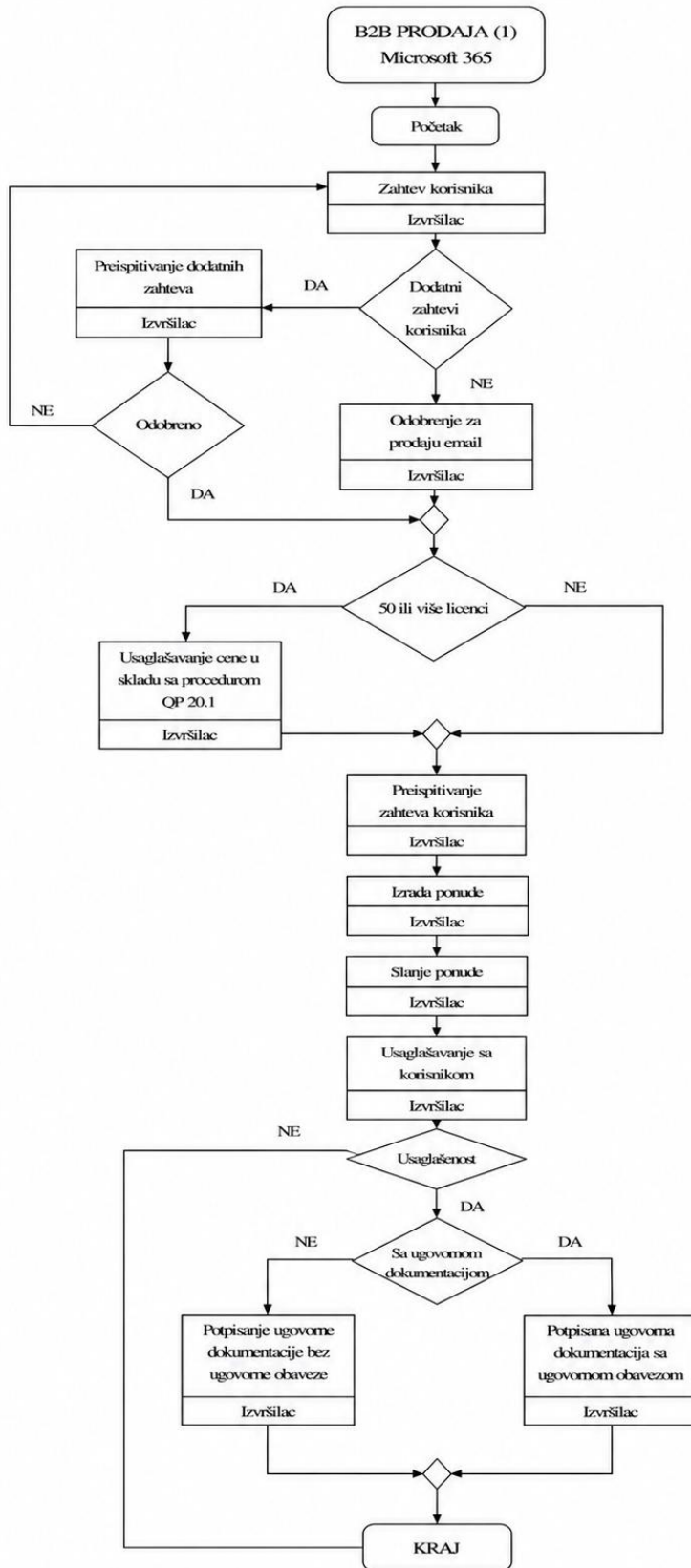
Iz perspektive procesa, dijagram vizuelno pokazuje da se tok aktivnosti proteže kroz više sektora i organizacionih nivoa, što povećava potrebu za jasnim definisanjem odgovornosti i standardizovanim procedurama. U suprotnom, postoji rizik od neujednačenog izvršavanja procesa, gde svaki sektor optimizuje sopstvene aktivnosti i resurse bez sagledavanja celokupnog toka vrednosti. Takav pristup može dovesti do povećanja ukupnog vremena realizacije usluge i smanjenja efikasnosti procesa na nivou organizacije. Na Slici 2.6. prikazan je jedan konkretan primer ovakvog procesa i to procesa prodaje Cloud PBX usluge koji se proteže kroz više sektora u okviru organizacije.

S obzirom na značaj ostvarivanja kontinuirane i usaglašene komunikacije između sektora, posebna pažnja će u daljim razmatranjima biti posvećena tom aspektu kao i načinu na koji organizaciona struktura i procesna zrelost utiču na uspešnost realizacije usluge.

Detaljna procedura uvek prati tok realizacije ovog procesa, sa jasno definisanim aktivnostima, odgovornostima i uputstvima za njihovo izvršavanje. Ova procedura predstavlja važan operativni okvir koji omogućava standardizaciju procesa, smanjenje varijabilnosti u izvršenju i jasnu raspodelu odgovornosti. Na taj način obezbeđuje se stabilnost procesa i stvaraju se uslovi za njegovu dalju analizu i unapređenje primenom metoda, tehnika i alata za optimizaciju poslovnih procesa koje će biti predstavljene u narednim poglavljima.

### 2.5.3. Poslovni proces koji uključuje partnerske kompanije

Dodatni nivo složenosti javlja se u situacijama kada u realizaciji i isporuci telekomunikacione usluge učestvuju i eksterne partnerske kompanije. U ovakvim situacijama, operator gubi sveobuhvatnu kontrolu nad pojedinim aktivnostima, što zahteva dodatne mehanizme koordinacije, praćenja i upravljanja rizicima, kao i jasno definisanu saradnju sa partnerskom kompanijom i podelu odgovornost. Kašnjenja ili problemi kod eksternih partnera često se reflektuju na celokupan proces, bez obzira na to što nisu direktno pod kontrolom operatora.



Slika 2.7. Dijagram toka procesa prodaje Microsoft 365 usluge (Izvor: Autor)

Procesi koji uključuju partnere obično sadrže dodatne korake kao što su:

- usaglašavanje tehničkih i ugovornih uslova sa trećim stranama,
- dodatne provere kvaliteta i usklađenosti sa SLA,
- upravljanje incidentima koji prelaze granice jedne organizacije.

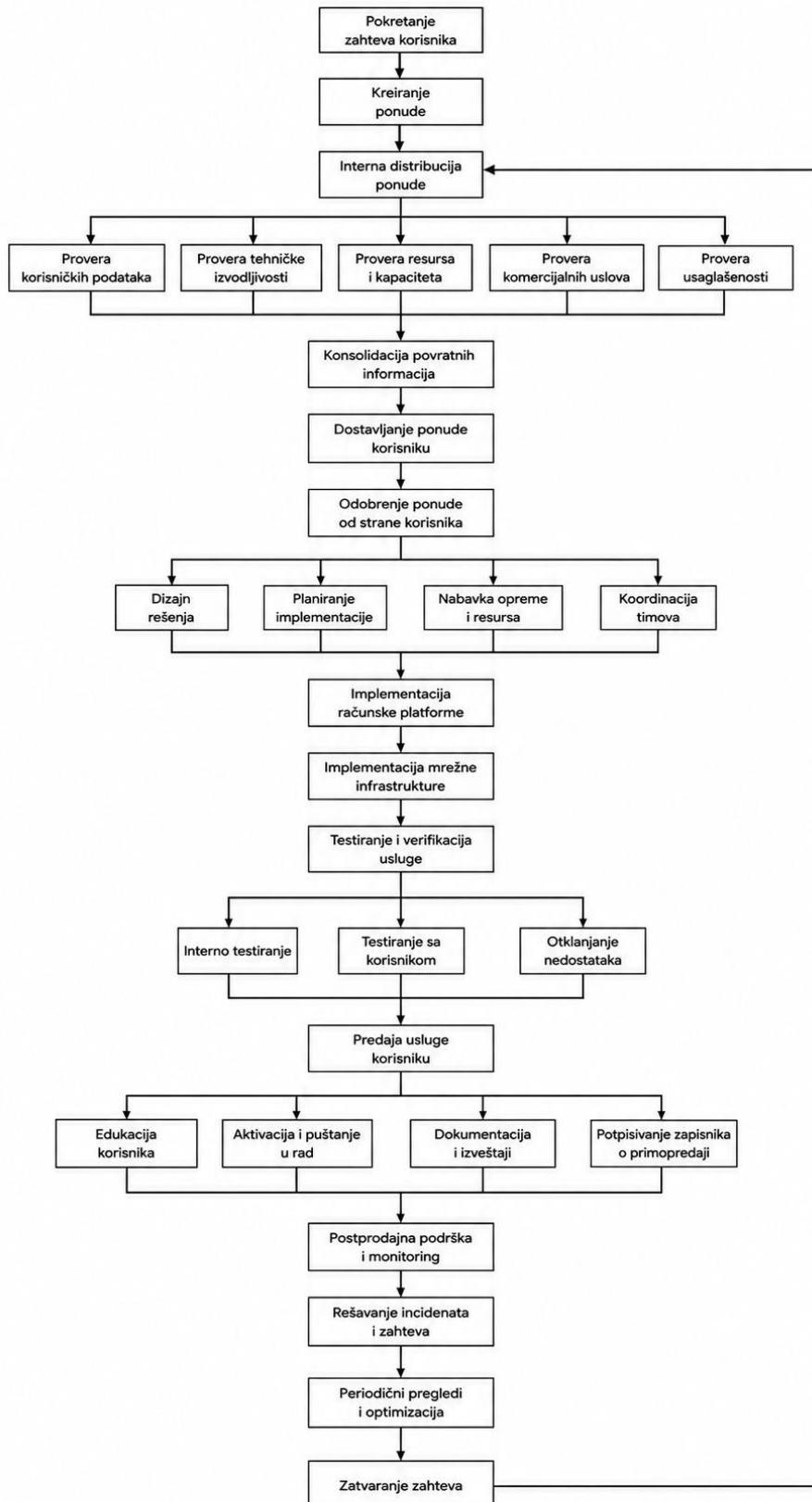
Ovakvi procesi naročito su karakteristični za savremene usluge zasnovane na *cloud* tehnologijama, gde telekomunikacioni operator često nastupa kao integrator rešenja, dok se deo usluge realizuje u saradnji sa trećim stranama. Na Slici 2.7. prikazan je konkretan primer procesa prodaje Microsoft 365 usluge, koja se u posmatranom slučaju pruža u saradnji sa eksternim partnerom. Prikaz ovog procesa omogućava sagledavanje dodatnih nivoa kompleksnosti koji nastaju zbog učestvovanja partnerskih kompanija, kao što su usaglašavanje tehničkih i komercijalnih uslova, razmena informacija između različitih informacionih sistema i koordinacija aktivnosti između internih i eksternih učesnika procesa. Proces prodaje ove usluge prati detaljna procedura koja obezbeđuje jasno definisane uloge, odgovornosti i instrukcije za izvršavanje pojedinačnih aktivnosti, kako na strani operatora, tako i u interakciji sa eksternim partnerom.

Mapa procesa prikazana na Slici 2.7. pokazuje da se u ovakvim situacijama povećava broj aktivnosti koje se odnose na međusobno usaglašavanje između partnera i servis provajdera. Pored standardnih faza procesa, kao što su iniciranje zahteva, analiza potreba korisnika i priprema ponude, pojavljuju se dodatne aktivnosti koji uključuju koordinaciju sa eksternim partnerom i usaglašavanje komercijalnih i tehničkih uslova saradnje. Ovi koraci produžavaju tok procesa i uvode dodatne zavisnosti između aktivnosti koje se realizuju unutar organizacije operatora i onih koje su u nadležnosti partnerske organizacije. Posebno je značajno uočiti da u ovakvim procesima dolazi do povećanja broja primo-predajnih tačaka, odnosno mesta na kojima odgovornost za izvršenje aktivnosti prelazi sa operatora na partnera i obrnuto. Svaka od ovih tačaka predstavlja potencijalni izvor zastoja ukoliko ulazni podaci nisu kompletni ili ukoliko nije jasno definisano ko je odgovoran za naredni korak u procesu. U praksi, to često dovodi do situacija u kojima se aktivnosti vraćaju na prethodne faze radi dopune informacija ili dodatnih tehničkih provera. Još jedan važan aspekt ovakvih procesa jeste potreba za dodatnim mehanizmima kontrole kvaliteta i usklađenosti sa definisanim SLA parametrima. Kada uslugu realizuje više kompanija, odgovornost za krajnji kvalitet usluge ostaje na operatoru koji je u direktnom odnosu sa korisnikom. Zbog toga operator mora obezbediti dodatne mehanizme praćenja realizacije aktivnosti partnera, kao i jasne procedure za

upravljanje incidentima koji prelaze granice jedne organizacije. Proces prikazan na Slici 2.7. ilustruje upravo ovakav scenario u kojem telekomunikacioni operator nastupa kao integrator kompleksnog digitalnog rešenja, dok se deo funkcionalnosti usluge realizuje kroz infrastrukturu i platformu eksternog partnera. U konkretnom primeru operator pružalac usluge je odgovoran za prikupljanje zahteva od korisnika i isporuku kompletne usluge, dok sa partnerom koji njemu isporučuje deo usluge (u ovom slučaju Microsoft 365 licencu) ima definisanu saradnju i komunikaciju, kao i predefinisane modele saradnje. Korisnik u konkretnom slučaju dobija kompletnu uslugu od operatora pružaoca usluge koji je ujedno i jedini kontakt za podršku u vezi sa isporučenom uslugom, dok se komunikacija operatora i eksternog partnera odvija interno na predefinisani način sa jasnom podelom odgovornosti. U takvom modelu poslovanja, uspešna realizacija usluge ne zavisi samo od tehničkih kapaciteta operatora, već i od efikasnosti koordinacije između različitih organizacija uključenih u proces. Zbog toga analiza ovakvih procesa predstavlja važan korak u identifikaciji tačaka neefikasnosti i definisanju mogućnosti za unapređenje B2B procesa.

#### 2.5.4. Poslovni proces pružanja “familije usluga”

Poseban značaj ima proces koji grupiše više usluga koje se na isti ili sličan način pružaju poslovnim korisnicima. Ove usluge tehnološki ne moraju imati iste karakteristike ali su aktivnosti, odgovornosti kao i sektori kroz koje proces prolazi poklapaju. Usluge koje se na ovaj način mogu grupisati i grafički predstaviti kao jedan proces nazivaju se „familije usluga“. Konkretna primer „familije usluga“, ilustrovan je na Slici 2.8. i predstavlja proces isporuke usluga preko infrastrukture operatora. Tu spadaju različite usluge koje zahtevaju kao preduslov postavljanje optičke infrastrukture do korisnika i pružanje usluge preko fizičke konekcije koja se uspostavi na lokaciji kod korisnika. Da bi se ovaj preduslov ispunio nezavisno od vrste usluge koja se isporučuje neophodno je obaviti nekoliko aktivnosti koje su identične, za bilo koji tip usluge: pre svega proverava se dostupnost optičke mreže na lokaciji kod korisnika kao i pronalaženje najboljeg rešenja za povezivanje na najbliži optički čvor operatora. Ukoliko se ustanovi da ne postoje tehničke mogućnosti i da optička mreža nije u blizini ispituju se alternativne mogućnosti. U bilo kojoj opciji ukoliko se potvrdi postojanje tehničkih mogućnosti za optičku ili alternativnu infrastrukturu prelazi se na sledeći set aktivnosti preispitivanja i usklađivanja zahteva korisnika, kreiranje ponude i realizaciju ovako dizajnirane usluge.



Slika 2.8. Dijagram toka procesa podaje usluga koje se pružaju preko infrastrukture operatora (Izvor: Autor)

Ovakav način sagledavanja procesa je višestruko koristan jer se svako unapređenje aktivnosti direktno reflektuje na sve usluge. S tim u vezi posebna pažnja treba biti posvećena upravo unapređenju ovakvih procesa jer predstavljaju agregaciju više istih procesa i na krajnji rezultat se reflektuju višestruko.

Mapa procesa prikazanog na Slici 2.8. pokazuje da koncept „familije usluga“ omogućava sagledavanje zajedničke procesne strukture za više različitih telekomunikacionih servisa. Iako pojedine usluge mogu imati različite tehnološke karakteristike ili specifične tehničke zahteve, tok osnovnih poslovnih aktivnosti kroz organizaciju operatora ostaje gotovo identičan. Upravo zbog toga se ovakvi procesi mogu modelovati kao jedinstven procesni okvir koji obuhvata prodaju, tehničku analizu, ugovaranje, implementaciju i operativnu podršku. Jedna od ključnih karakteristika procesa „familije usluga“ jeste veliki broj iteracija.

Veliki broj korisničkih zahteva prolazi kroz isti procesni tok, što znači da se eventualne neefikasnosti u procesu multipliciraju na veliki broj realizacija usluge. Drugim rečima, svako usko grlo ili neefikasnost u jednoj aktivnosti može imati značajan kumulativni uticaj na ukupne performanse procesa na nivou organizacije. Zbog toga optimizacija ovakvih procesa ima posebno veliki značaj, jer se efekti unapređenja reflektuju na sve usluge koje pripadaju istoj „familiji usluga“. Sagledavanje procesa takođe ukazuje na postojanje više tačaka prelaza između organizacionih celina, naročito između prodajnog, tehničkog i operativnog sektora. Svaka od ovih tačaka predstavlja potencijalno mesto nastanka zastoja ukoliko ulazni podaci nisu dovoljno precizno definisani ili ukoliko odgovornosti između sektora nisu jasno razgraničene. U praksi, upravo u tim fazama dolazi do vraćanja procesa na prethodne korake, dodatnih tehničkih provera ili korekcija u dizajnu rešenja, što produžava ukupno vreme realizacije usluge.

Poseban značaj u ovom procesu ima prodajna faza, koja predstavlja početnu tačku transformacije korisničkih zahteva u konkretno tehničko rešenje. Ukoliko zahtevi korisnika nisu jasno definisani ili nisu adekvatno prevedeni u tehničke karakteristike, problemi se prenose u naredne faze procesa, što dovodi do dodatnih izmena u fazi dizajna ili implementacije. Zbog toga se prodajna faza u analizi procesa često identifikuje kao kritična tačka koja ima značajan uticaj na ukupnu efikasnost procesa.

### 2.5.5. Zajednički izazovi i mogućnosti za unapređenje procesa

Analiza i vizualizacija poslovnih procesa za različite tipove usluga i organizacionih okvira ukazuje na postojanje zajedničkih izazova, nezavisno od konkretnog servisa. Ti izazovi uključuju potrebu za:

- jasnim definisanjem procesa i odgovornosti,
- automatizacijom dela aktivnosti,
- unapređenjem međusektorske i međukompanijske koordinacije,
- prilagođavanjem procesa vremenskim okvirima i očekivanjima poslovnih korisnika,
- većom fleksibilnošću procesa uvođenja novih servisa, poput SD-WAN rešenja.

Ovi primeri jasno pokazuju da unapređenje poslovnih procesa predstavlja ključni preduslov za uspešno pružanje inovativnih telekomunikacionih usluga poslovnim korisnicima. Istovremeno, oni ukazuju na potrebu za definisanjem modela za optimizaciju dizajna i procesa isporuke usluge, koji će omogućiti sveobuhvatno sagledavanje toka vrednosti i identifikaciju tačaka poboljšanja, što predstavlja osnovu za dalje poglavlje ove disertacije.

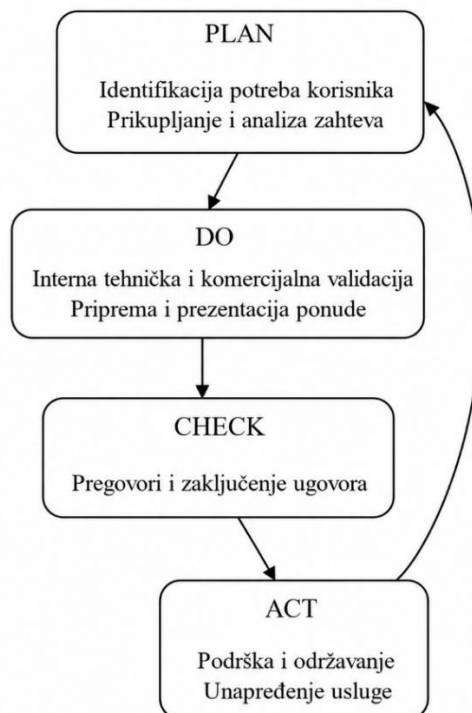
Dodatna analiza ukazuje da identifikovani izazovi nisu izolovani problemi pojedinačnih organizacija, već predstavljaju sistemske karakteristike savremenih telekomunikacionih kompanija koje pružaju kompleksne B2B usluge. Veliki broj uključenih organizacionih jedinica, kompleksnost tehničkih zahteva i sve veća potreba za prilagođavanjem usluga specifičnim zahtevima korisnika dovode do toga da tradicionalno organizovani procesi često ne mogu efikasno da odgovore na zahteve tržišta. Kao posledica toga javljaju se: duže vreme isporuke usluge, povećan broj aktivnosti u procesu i smanjena predvidivost rokova isporuke.

### 2.5.6. Sinteza ključnih izazova i mogućnosti za unapređenje procesa

Analiza savremenog telekomunikacionog tržišta, profila poslovnih korisnika i B2B procesa pružanja usluga pokazuje da se telekomunikacioni operatori suočavaju sa nizom zajedničkih izazova koji prevazilaze pojedinačne kompanijske ili organizacione kontekste. Bez obzira na vrstu usluge, strukturu operatora ili stepen uključenosti eksternih kompanija, ključni problem ogleda se u potrebi da se kompleksni poslovni procesi prilagode realnim potrebama poslovnih korisnika, uz poštovanje jasno definisanih vremenskih okvira, ugovornih obaveza i očekivanog nivoa kvaliteta usluge.

Posebno su izraženi izazovi u kontekstu novih i inovativnih servisa, poput SD-WAN rešenja (Troia et al., 2020, 2021; Yang et al., 2019), koji zahtevaju visok stepen fleksibilnosti, brzu implementaciju i efikasnu međusektorsku koordinaciju (Radak et al., 2025a). U takvim slučajevima, tradicionalni striktno definisani procesi često nisu u stanju da odgovore na zahteve tržišta, što dovodi do produženja vremena isporuke kao i povećanja operativnih troškova (Kajba & Jereb, 2022; Ng et al., 2013; Pranata et al., 2023). Ilustrativni primeri poslovnih procesa iz prakse, dati u prethodnom poglavlju, jasno pokazuju da problemi nisu izolovani, već sistemski, i da se ponavljaju u različitim uslugama i organizacionim okruženjima. Sa stanovišta privrede, ovakvo stanje ukazuje na potrebu za predvidivim i korisnički orijentisanim procesima koji omogućavaju brže prilagođavanje na promene tržišta i zahteve korisnika. Sa stanovišta nauke, identifikovani izazovi potvrđuju relevantnost daljeg istraživanja i otvaraju prostor za razvoj novih modela za optimizaciju poslovnih procesa. Ovi modeli treba da omoguće sistematsko sagledavanje B2B procesa, identifikaciju aktivnosti koje ne dodaju vrednost i unapređenje koordinacije između svih učesnika u procesu.

Dodatno neophodno je da ključni procesi, koji su dinamični, prolaze kroz PDCA (*Plan-Do-Check-Act*) ciklus usklađivanja i unapređenja. Opšte faze i šira slika izvršavanja PDCA ciklusa nad procesom pružanja „familije usluga“ prikazane su na Slici 2.9.



Slika 2.9. PDCA ciklus analize procesa pružanja “familije usluga”

Prikazani PDCA ciklus (Slika 2.9.) ilustruje proces prodaje i pružanja usluge orijentisan ka kontinuiranom unapređenju, u kojem su ključne aktivnosti: identifikacija zahteva korisnika, analiza zahteva i pripreme ponude, zatim pregovori, zaključenje ugovora i postprodajna podrška. Sve navedene aktivnosti su integrisane u zatvorenu petlju stalnog učenja i prilagođavanja (PDCA). Ovakav pristup omogućava da se iskustva iz svake faze procesa koriste za unapređenje narednih ciklusa realizacije. Na taj način poslovni proces ne posmatra se kao statičan skup aktivnosti, već kao dinamičan sistem koji se kontinuirano prilagođava promenama u zahtevima korisnika i organizacionim kapacitetima operatora. Na ovaj način operator može identifikovati aktivnosti koje ne dodaju vrednost korisniku, smanjiti vreme trajanja pojedinih faza procesa i unaprediti koordinaciju između organizacionih celina. Time se stvaraju uslovi za povećanje efikasnosti procesa isporuke usluga, smanjenje operativnih troškova i poboljšanje ukupnog korisničkog iskustva, što predstavlja jedan od ključnih ciljeva unapređenja poslovnih procesa u savremenim telekomunikacionim kompanijama.

U takvim uslovima postaje jasno da unapređenje poslovnih procesa i dizajna usluga zahteva sistematski i metodološki utemeljen pristup. Identifikacija tokova vrednosti, eliminacija aktivnosti koje ne doprinose stvaranju vrednosti i efikasno prevođenje korisničkih zahteva u tehničke karakteristike usluga predstavljaju ključne korake u procesu unapređenja poslovanja telekomunikacionih operatora. Zbog toga je neophodno sagledati postojeća naučna i stručna saznanja u oblasti upravljanja poslovnim procesima i razvoja proizvoda i usluga, kao i identifikovati metode, tehnike i alate koji mogu doprineti rešavanju identifikovanih problema. Dalja razmatranja se odvijaju na osnovu pregleda literature (Dinis et al., 2015; Kajba & Jareb, 2022; Liu et al., 2015) i konkretnih primera iz prakse koji su navedeni i koji sagledavaju različite kontekste od procesa koji prolazi kroz jedan sektor preko procesa koji prolaze kroz više različitih sektora finalno do najkompleksijih procesa koji pored prolaska kroz više sektora uključuju i eksterne partnere i razmenu informacije, kao i podelu aktivnosti i odgovornosti sa njima. U narednom poglavlju biće dat sistematski pregled relevantne naučno-stručne literature koja se bavi unapređenjem poslovnih procesa i metodama za razvoj proizvoda i usluga u skladu sa zahtevima korisnika. Posebna pažnja biće posvećena *Lean* pristupu i alatima za optimizaciju procesa, kao što su VSM i VSA, kao i metodama za prevođenje zahteva korisnika u tehničke karakteristike usluga, među kojima ključno mesto zauzima metoda QFD. Na osnovu analize dosadašnjih istraživanja biće razmotrena njihova primenljivost u kontekstu B2B telekomunikacionih usluga, što će predstavljati osnovu za razvoj modela predstavljenih u narednim poglavljima disertacije.

### **3. METODE, TEHNIKE I ALATI ZA UNAPREĐENJE POSLOVNIH PROCESA I DIZAJNA USLUGA - PREGLED I ANALIZA DOSADAŠNJIH ISTRAŽIVANJA**

Savremeno poslovno okruženje karakterišu sve veća složenost procesa, usložnjena očekivanja korisnika i kontinuirani pritisci na efikasnost i konkurentnost organizacija. Kao odgovor na ove izazove, u teoriji i praksi razvijen je veliki broj koncepata, metoda i alata za unapređenje poslovnih procesa. Njihova primena ima za cilj povećanje efikasnosti, smanjenje troškova, unapređenje kvaliteta i stvaranje dodatne vrednosti za korisnike (Pranata et al., 2023; Radak et al., 2025b). U okviru telekomunikacionog sektora, a naročito u segmentu pružanja usluga poslovnim korisnicima, potreba za kontinuiranim unapređenjem procesa postaje posebno izražena što je detaljno prikazano u prethodnom poglavlju ove disertacije. Kompleksnost B2B procesa, uključivanje više organizacionih jedinica, eksternih partnera, kao i kompleksni zahtevi korisnika u pogledu kvaliteta usluge definisanih kroz - SLA parametre, čine ovu oblast pogodnom za primenu savremenih metodoloških okvira, ali istovremeno i izazovnom za njihovu direktnu implementaciju. Upravo zbog toga, unapređenje poslovnih procesa u ovom sektoru zahteva pažljivo sagledavanje postojećih teorijskih pristupa i identifikaciju onih metoda, tehnika i alata koji mogu efikasno odgovoriti na specifične zahteve telekomunikacionog okruženja. U prethodnom poglavlju analizirane su karakteristike savremenog telekomunikacionog tržišta i specifičnosti poslovnih procesa u segmentu B2B telekomunikacionih usluga. Posebna pažnja bila je posvećena B2B procesu pružanja usluga poslovnim korisnicima, kao i identifikaciji ključnih izazova koji se javljaju u organizaciji i realizaciji ovih procesa. Analiza je pokazala da složenost procesa, veliki broj uključenih organizacionih jedinica i sve komplikovaniji zahtevi korisnika nameću potrebu za sistematičnim pristupima unapređenju poslovnih procesa i dizajna usluga.

Polazeći od identifikovanih izazova, cilj ovog poglavlja je da pruži sveobuhvatan pregled postojećih metoda, tehnika i alata za unapređenje poslovnih procesa, da ukaže na njihov istorijski razvoj i primenu u različitim sektorima, kao i da identifikuje njihovu primenljivost i ograničenja u kontekstu telekomunikacionih usluga namenjenih poslovnim korisnicima. U okviru ovog poglavlja pažnja će biti posvećena pristupima koji su u literaturi prepoznati kao efikasni u unapređenju B2B procesa i upravljanju kvalitetom. Među njima se posebno izdvajaju

*Lean* pristup i alati za analizu toka vrednosti, kao što su VSM i VSA, kao i metode za sistematsko uključivanje zahteva korisnika u proces razvoja proizvoda i usluga, među kojima značajno mesto zauzima metoda QFD. Pored opšteg pregleda ovih pristupa, poseban osvrt biće dat na njihovu primenu u uslužnim delatnostima, a naročito u telekomunikacionom sektoru. Cilj je da se sagledaju mogućnosti primene navedenih metoda u kontekstu B2B telekomunikacionih usluga, kao i da se identifikuju njihove prednosti i ograničenja u rešavanju problema optimizacije procesa isporuke usluga i usklađivanja korisničkih zahteva sa odgovarajućim resursima. Na osnovu rezultata ove analize biće izdvojeni odgovarajući metodološki pristupi koji će poslužiti kao osnova za razvoj novih modela unapređenja procesa pružanja telekomunikacionih usluga poslovnim korisnicima, koji će biti predstavljeni u narednom poglavlju disertacije.

### 3.1. Metode, alati i tehnike za unapređenje procesa pružanja usluga

Unapređenje poslovnih procesa predstavlja jednu od centralnih tema inženjerskog menadžmenta i predmet je intenzivnih istraživanja u poslednjih nekoliko decenija. U literaturi je razvijen veliki broj metoda, tehnika, alata i analitičkih pristupa koji imaju za cilj unapređenje efikasnosti organizacionih aktivnosti, povećanje kvaliteta proizvoda i usluga, kao i stvaranje veće vrednosti za korisnike. Ovi pristupi potiču iz različitih naučnih disciplina, uključujući upravljanje poslovnim procesima, operacioni menadžment, menadžment kvaliteta, marketing i upravljanje korisničkim iskustvom. Tokom razvoja savremenih organizacionih teorija, brojni autori su predlagali različite metodološke okvire za analizu, optimizaciju i kontinuirano unapređenje poslovnih procesa. Pojedini pristupi naglašavaju značaj sistemskog upravljanja procesima i njihovog modelovanja (Duan, 2017), dok drugi stavljaju fokus na eliminaciju gubitaka (Morato & Ferreira, 2024), unapređenje kvaliteta ili bolje razumevanje potreba korisnika (Laghari et al., 2012). U novijoj literaturi sve je izraženija tendencija integracije različitih metodoloških pristupa, pri čemu se kvalitativne i kvantitativne metode kombinuju u cilju sveobuhvatnije analize poslovnih procesa i identifikacije mogućnosti za njihovo unapređenje (Van Looy, 2021).

Prvi sistematski pristupi unapređenju poslovnih procesa pojavljuju se sredinom XX veka, paralelno sa razvojem industrijskog inženjerstva i teorije menadžmenta. Rani modeli bili su dominantno usmereni na proizvodne sisteme, sa fokusom na standardizaciju rada, merenje produktivnosti i optimizaciju korišćenja resursa. Sa razvojem uslužnog sektora i rastom

njegovog učešća u globalnoj ekonomiji, fokus istraživanja se postepeno širi i na procese koji nemaju opipljiv proizvod, ali imaju složene tokove aktivnosti, interakcije sa korisnicima i visok stepen varijabilnosti (Morlock & Meier, 2015; Mustafiz et al., 2016). Literatura ukazuje da se upravo u uslužnim procesima javlja potreba za fleksibilnijim i adaptivnijim metodama unapređenja, jer klasični proizvodni modeli ne mogu u potpunosti da obuhvate njihovu složenost. Metode unapređenja poslovnih procesa danas se primenjuju u različitim sektorima, uključujući proizvodnju (Stadnicka & Litwin, 2018; Wang et al., 2011), logistiku (Boonsthonsatit & Jungthawan, 2015; Luthra et al., 2022), turizam (Paryani et al., 2010) i informaciono-komunikacione tehnologije (Radak & Marković, 2017). U proizvodnji je fokus najčešće na eliminaciji otpada (Tankhiwale & Saraf, 2020), smanjenju vremena ciklusa (Mujtaba et al., 2010) i povećanju stabilnosti procesa. U uslugama, akcenat se pomera ka unapređenju korisničkog iskustva (Kim, 2010), smanjenju varijabilnosti i povećanju transparentnosti procesa. Iako su osnovni principi mnogih metoda univerzalni, njihova konkretna primena zavisi od konteksta, vrste procesa i zahteva korisnika. Zbog toga se u literaturi sve češće ističe potreba za prilagođavanjem metodoloških okvira specifičnostima sektora u kojem se primenjuju (Setiawan et al., 2021). Uslužne delatnosti karakterišu neodvojivost proizvodnje i potrošnje, učestalost interakcije sa korisnicima i često nepostojanje fizičkog proizvoda. Ove karakteristike čine unapređenje uslužnih procesa posebno izazovnim, jer kvalitet ishoda zavisi ne samo od tehničkih performansi, već i od doslednog postupanja zaposlenih, komunikacije i percepcije korisnika.

Literatura (Stradnicka & Ratnayake, 2017; Setiawan et al., 2021) ukazuje da se u uslužnim delatnostima uspešno primenjuju metode koje omogućavaju:

- sagledavanje procesa iz perspektive korisnika,
- identifikaciju aktivnosti koje doprinose ili ne doprinose stvaranju vrednosti,
- smanjenje varijabilnosti i povećanje predvidivosti procesa,
- unapređenje međusektorske saradnje.

Telekomunikacioni sektor predstavlja specifičan oblik uslužne delatnosti u kojoj se visoka tehnološka složenost kombinuje sa zahtevima koji se odnose na dostupnost, pouzdanost i fleksibilnost usluga. U literaturi (Setiawan et al., 2021; Forno et al., 2014) se može uočiti da se većina istraživanja u telekomunikacijama fokusira na tehnološke aspekte usluge, dok su procesi prodaje, dizajna, implementacije i postprodajne podrške manje obrađivani. Kada se metode unapređenja procesa primenjuju u telekomunikacionom sektoru, one su često ograničene na

pojedinačne faze ili tehničke aspekte, bez sagledavanja celokupnog toka. Ovakav pristup ukazuje na postojanje istraživačkog jaza i potrebu za integrisanim modelima koji će omogućiti unapređenje procesa pružanja telekomunikacionih usluga u celini.

U nastavku su izdvojene i analizirane metode, alati i tehnike unapređenja poslovnih procesa koje su našle primenu u unapređenju procesa pružanja telekomunikacionih usluga poslovnim korisnicima:

- Analiza dokumenata - pregled tehničke dokumentacije, procedura i internih dokumenata operatora.
- Polustrukturirani intervjui – razgovori „jedan na jedan“ sa ključnim izvršiocima aktivnosti u procesima (inženjeri, komercijalisti, menadžeri korisničkog iskustva), kao i sa krajnjim korisnicima usluga.
- Upitnici - standardizovani dokumenti za prikupljanje podataka o korisničkom iskustvu, stepenu zadovoljstva i percepciji kvaliteta usluge.
- Mapiranje procesa - identifikacija tokova procesa, tačaka nastanka vrednosti i potencijalnih gubitaka.

U skladu sa savremenim teorijskim okvirom, pravi se jasna razlika između:

- koncepata (opšti filozofski i organizacioni pristupi),
- metoda (strukturisani postupci za analizu i unapređenje),
- alata i tehnika (operativni instrumenti za implementaciju metoda).

U tom smislu, *Lean* i *Kaizen* se posmatraju kao krovni koncepti, dok se njihova praktična primena realizuje kroz konkretne metode i alate kao što su VSM, VSA, Ishikawa dijagram, Poka-Yoke, i drugo.

### 3.1.1. *Lean* i *Kaizen* kao koncepti unapređenja procesa

Ideja *Lean* koncepta nastala je u Japanu u okviru *Toyota Production System* tokom 1980-ih godina. *Lean* i *Kaizen* metodologije, poput VSM i VSA, prepoznaju se kao obećavajući pristupi za unapređenje kvaliteta poslovanja (Chiarini, 2011) kao i smanjenje „*bullwhip*“<sup>1</sup> efekta (Carnerud et al., 2018; Suarez-Barraza et al., 2016; Barber & Tietje, 2008). Ove metodologije

---

<sup>1</sup> *Bullwhip* efekat (*Bullwhip Effect*) predstavlja pojavu u lancu snabdevanja kada se male promene u tražnji krajnjih korisnika prenose i postaju sve veće kako idemo ka dobavljačima.

podstiču kulturu promena i filozofiju kontinuiranog unapređenja, zasnovanu na aktivnom učešću zaposlenih u prepoznavanju i smanjenju trajanja aktivnosti koje ne dodaju vrednost - NVA, kao i u stalnom unapređenju efikasnosti izvršavanja aktivnosti koje dodaju vrednost - VA. *Lean* filozofija usmerena je na stvaranje kvalitetnijih proizvoda uz manju potrošnju resursa i ostvarivanje veće dobiti (Shou at al, 2017; Boonsthonsatit & Jungthawan, 2015). Osnovni cilj je eliminacija aktivnosti koje ne dodaju vrednost, uz istovremeno povećanje efikasnosti aktivnosti koje dodaju vrednost, kako bi se korisniku isporučila željena vrednost uz minimalno potrebne resurse (Krishna & Sharma, 2014; Busert & Fay, 2019). *Lean* i *Kaizen* predstavljaju fundamentalne koncepte unapređenja poslovnih procesa koji potiču iz proizvodnih sistema, ali su tokom vremena prilagođeni i široko primenjeni u uslužnim delatnostima.

U proizvodnim sistemima, *Lean* i *Kaizen* se tradicionalno koriste za (Prashar, 2014; Krishna & Sharma, 2014; Morato et al., 2024):

- smanjenje vremena tj. ciklusa isporuke usluga,
- eliminaciju zaliha i zastoja u radu, kao i
- povećanje stabilnosti procesa.

U uslužnim delatnostima, fokus se pomera ka (Sunder et al., 2023.):

- unapređenju korisničkog iskustva,
- smanjenju varijabilnosti procesa i
- unapređenju međusektorske saradnje.

Telekomunikacione usluge predstavljaju specifičnu kombinaciju proizvodnje i usluga, jer kombinuju složenu infrastrukturu sa uslužnom interakcijom sa korisnicima, što *Lean* i *Kaizen* čini posebno relevantnim, ali i izazovnim za primenu (Forno et al., 2014).

### 3.1.2. Mapiranje toka vrednosti - VSM

VSM metoda se koristi za identifikaciju svih aktivnosti unutar procesa koje dodaju vrednost korisniku, ali i onih koje ne dodaju vrednost, odnosno predstavljaju „otpad“ („waste“). Osnovni cilj VSM-a je da vizualizuje tok vrednosti kroz proces, otkrije neusaglašenosti i omogući kompanijama da usmere resurse ka optimizaciji VA aktivnosti. VSM se najčešće primenjuje u proizvodnji, ali ima sve veću primenu i u sektoru usluga, uključujući telekomunikacije (Batwara et al., 2023). VSM je razvijen u okviru *Lean* pristupa, a njegovu najznačajniju

formalizaciju dali su Roter i Šuk (Rother i Shook, 1999) kroz metodološki priručnik *Learning to See*. Metod je zasnovan na principima *Toyota Production System*-a i koristi se za vizualizaciju i unapređenje tokova vrednosti. VSA predstavlja širi analitički pristup koji obuhvata identifikaciju i evaluaciju aktivnosti u okviru toka vrednosti, bez jedinstvene standardizovane metodologije, i često se primenjuje u kombinaciji sa VSM-om. Jedan od prvih pokušaja primene VSM metodologije na poslovne operacije predstavlja rad Barbera i Tietje (Barber & Tietje, 2008), u kojem su razmatrani potencijalni efekti primene VSM u prodajnom procesu. Iako rad nije obuhvatio konkretnu implementaciju u određenoj kompaniji, pružio je teorijske smernice za buduća istraživanja i ukazao na mogućnosti unapređenja prodajnih aktivnosti kroz ovu metodologiju. Kasnija istraživanja koja se bave pravilnom primenom VSM ukazuju na određene poteškoće i nezadovoljavajuće rezultate, naglašavajući potrebu za konkretnijim primerima primene u različitim sektorima kako bi se bolje razumeo puni potencijal VSM (Forno et al., 2014). Pregled koji daje Batvara (2023) pokazuje porast broja primena VSM u poslednjoj deceniji, ali i dalje dominantno u proizvodnom sektoru. Analize potvrđuju da je VSM primenljiv u različitim industrijama, ali da se način njegove primene razlikuje između proizvodnog i uslužnog sektora, što potvrđuju i Šo i saradnici (2017) i Morato i Ferreira (2024). U proizvodnim industrijama VSM je okrenut ka optimizaciji proizvodnih procesa, skraćanju vremena proizvodnje i smanjenju otpada. Nasuprot tome, u uslužnim delatnostima VSM je fokusiran na unapređenje toka procesa i eliminisanje NVA aktivnosti, kao što su duga čekanja i administrativna uska grla (Batwara et al., 2023). Takođe, većina istraživanja u ovoj oblasti zasniva se na studijama slučaja kao primarnom istraživačkom pristupu, sa naglaskom na primene u realnom poslovnom okruženju i njihove rezultate (Batwara et al., 2023; Setiawan et al., 2021).

Osnovna svrha mapiranja toka vrednosti jeste identifikacija aktivnosti koje ne doprinose stvaranju vrednosti ili se smatraju „otpadom“ tj. NVA, čime se otkrivaju neefikasnosti unutar procesa. Iako je VSM široko prihvaćen u proizvodnom sektoru (oko 90% istraživanja), samo oko 10% studija bavi se njegovom primenom u uslužnom sektoru (Martin et al., 2020). Prema sistematskom pregledu literature VSM je primenjivan u pet ključnih poslovnih oblasti (Harikannan & Vinodh, 2025): proizvodnja, zdravstvo, građevinarstvo, razvoj proizvoda i usluge. Ipak, uslužni sektor ostaje značajno nedovoljno istražen. Dalje, dok proizvodni sektor sve više usvaja „zeleni“ i digitalni VSM, uglavnom pod uticajem regulatornih zahteva, uslužni sektor koristi VSM kao odgovor na pritiske opstanka na tržištu. Telekomunikacione usluge imaju poseban značaj u ovom kontekstu: mnoge kompanije su osnovane i brzo rasle, ali se

znatno manje pažnje posvećuje manje uspešnim primerima tj. kompanijama koje nisu opstale na tržištu. Prema novijim izveštajima (Brickclay, 2023) telekomunikacioni operatori koji daju prioritet operativnoj efikasnosti, uvode nove tehnologije i prilagođavaju strategije promenama tržišnih uslova imaju veće šanse za dugoročan uspeh. Odnos operativnih troškova i prihoda predstavlja važan pokazatelj te efikasnosti, jer ukazuje da veći deo prihoda ostaje raspoloživ za investiranje i profit. Pregledom tržišta telekomunikacija u Srbiji (Ratel, 2023) oko dve trećine telekom operatora je izbrisano iz registra u periodu 2006-2021, što ukazuje na potrebu za većim fokusom na način poslovanja kako bi se osigurao opstanak i uspešno poslovanje telekomunikacionih kompanija. Pomenuti izveštaj prepoznaje i značaj segmenta poslovnih korisnika i navodi da inovacije usluga u telekomunikacijama imaju ključnu ulogu, posebno u B2B segmentu, jer direktno utiču na profitabilnost, rast i održivu konkurentsku prednost (Ratel, 2023a). Da bi uspešno razvijali nove poslovne modele, operatori/servis provajderi treba fokus da usmere na razvoj i usklađivanje svojih operacionih procesa, sa posebnim fokusom na unapređenje procesa prodaje i isporuke usluga. U tom kontekstu, sposobnost prilagođavanja procesa predstavlja ključni faktor za uspešan razvoj i implementaciju poslovnih modela za unapređenje poslovanja.

### 3.1.3. Analiza toka vrednosti - VSA

Metoda analiza toka vrednosti - VSA koristi se za vizualizaciju proizvodnih i uslužnih procesa, čime se omogućava njihova optimizacija i skraćanje trajanja ciklusa, u pojedinim slučajevima i do 57% (Stadnicka & Ratnayake, 2017). VSA se pokazao kao koristan alat za unapređenje ključnih pokazatelja performansi (KPI), kao što su smanjenje troškova (Tankhiwale & Saraf, 2020), povećanje zadovoljstva korisnika (Boonsthonsatit & Jungthawan, 2015) i identifikacija uzročnika nastanka troškova (Longhan et al., 2013; Ng et al., 2013). Kroz VSA analizu i primenu odgovarajućih metoda moguće je skratiti trajanje proizvodnog ili uslužnog ciklusa, što posredno doprinosi poboljšanju drugih KPI-eva, uključujući povećanje udela VA aktivnosti radi većeg zadovoljstva korisnika (Boonsthonsatit & Jungthawan, 2015), kao i identifikaciju uzroka nastanka troškova, što vodi njihovom smanjenju (Longhan et al., 2013; Ng et al., 2013).

Međutim, primena ovih pristupa u uslužnom sektoru suočava se sa specifičnim izazovima, poput složenih zahteva korisnika, brzih promena tehnologija i kraćih životnih ciklusa proizvoda, što kompanije usmerava ka razvoju inovativnih i prilagođenih rešenja, uz istovremeno pojednostavljivanje aktivnosti koje vode ka isporuci usluge (Krishna & Sharma, 2014). U procesu pružanja usluga troškovi takvih aktivnosti ne mogu se uvek precizno

kvantifikovati. Oni se često uočavaju kroz povećanje potrošnje resursa i troškova održavanja i posledično niže zadovoljstvo korisnika. Pored toga, ovi troškovi nisu isključivo materijalne prirode i ne mogu se kvantitativno jednostavno prikazati što dodatno komplikuje analizu uspešnosti procesa. Jedan od ključnih izazova primene VSA u uslužnim delatnostima jeste tačna procena troškova pojedinačnih aktivnosti iz procesa usled povećane potrošnje resursa. Dok VSA u proizvodnim okruženjima nudi jasnu klasifikaciju VA/NVA/NNVA aktivnosti, u uslužnom sektoru ne postoji jednostavan pristup njihovoj kategorizaciji, što dovodi do ograničene primene (Harikannan & Vinodh, 2025). Shodno tome, većina istraživanja koja se bave VSM metodom zasniva se na studijama slučaja, gde VSA pomaže kompanijama da razumeju gde se resursi najviše troše, koje aktivnosti donose najveću vrednost i koje aktivnosti predstavljaju trošak kako bi se podstaklo dalje unapređenje procesa.

#### 3.1.4. Integracija VSM i VSA sa drugim metodama i alatima

U današnjem poslovnom okruženju, unapređenje procesa zahteva primenu metoda koje omogućavaju ne samo identifikaciju tačaka neefikasnosti, već i njihovo otklanjanje kroz kombinovanje različitih analitičkih pristupa. Iako VSM predstavlja veoma korisnu metodu za vizualizaciju toka vrednosti, identifikaciju gubitaka i ublažavanje rizika (Willumsen et al., 2019) njegova samostalna primena često nije dovoljna za analizu kompleksnih procesa (Hartini et al., 2017). Potreba za integracijom VSM metode sa drugim komplementarnim metodama je posebno izražena u domenu pružanja usluga, gde procesi često nisu standardizovani i uslovljeni su zahtevima korisnika (Radak et al., 2025a). Različiti alati i tehnike razvijeni su sa ciljem unapređenja posmatranog procesa i smanjenja gubitaka (Stradnicka & Litwin, 2018). Detekcija greške u ranoj fazi proizvodnog procesa može dovesti do smanjenja troškova proizvodnje i do 70%, zbog čega je neophodno primeniti alate koji omogućavaju otkrivanje grešaka u što ranijim fazama procesa (Krishna & Sharma, 2014; Schönemann et al., 2014). Kao dodatni alat za detaljniju analizu otpada predložen je dijagram identifikacije otpada (WID), koji omogućava sagledavanje otpada iz različitih perspektiva (Dinis et al., 2015). Varijacije u toku i kvalitetu informacija koje se prenose kroz aktivnosti u procesu predstavljaju trošak i često se zanemaruju prilikom procene efikasnosti procesa. Kako bi se ovaj nedostatak prevazišao, razvijen je *Extended VSM* (Buser & Fay, 2019; Stradnicka & Litwin, 2018). Sve veći broj istraživanja bavi se i aspektima održivosti u primeni VSM, kroz koncepte kao što su *Green VSM*, *Environmental VSM* (Marques et al., 2021) i *Sustainable VSM* (Lee et al., 2021; Martin et al., 2020).

### 3.1.5. Dodatni *Lean* alati i tehnike

Pored pomenutih *Lean* metoda za analizu poslovnih procesa, kao što su VSM i VSA, u praksi se često koriste i dodatni alati koji pružaju detaljniju analizu pojedinih problema i efikasniju implementaciju unapređenja u sam proces. Ovi alati ne predstavljaju samostalne metode za upravljanje procesima, već se koriste kao podrška osnovnim *Lean* metodama, sa ciljem precizne identifikacije primarnog uzroka problema, standardizacije i optimizacije aktivnosti i unapređenja toka vrednosti. Njihova primena posebno dolazi do izražaja u situacijama kada je potrebno identifikovati primarne i ostale uzroke neefikasnosti, sprečiti pojavu grešaka u određenim fazama procesa ili unaprediti koordinaciju između različitih aktivnosti.

U okviru ovog istraživanja izdvojeni su sledeći dodatni *Lean* alati i tehnike:

- *Zero Quality Control (ZQC)*,
- Ishikawa dijagram uzročno-posledičnih veza,
- *Kanban* metoda vizualizacije toka procesa,
- metoda ekspertske procene (*expert elicitation*).

Ovi alati izdvajaju se jer omogućavaju rešavanje konkretnih problema identifikovanih u poslovnim procesima. Njihova primena omogućava preciznu identifikaciju primarnog uzroka problema, unapređenje toka aktivnosti i smanjenje rizika od prenošenja grešaka kroz naredne faze procesa.

U nastavku poglavlja svaki od navedenih alata biće predstavljen kroz njegove osnovne ideje, istorijski razvoj i tipične oblasti primene, kao i kroz analizu njegove potencijalne primenljivosti u kontekstu telekomunikacionih usluga i unapređenja poslovnih procesa operatora.

**ZQC (*Zero Quality Control*)** predstavlja alat za upravljanje kvalitetom koji je razvijen u okviru japanske filozofije upravljanja kvalitetom, a čiji je osnovni cilj sprečavanje pojave grešaka u procesu, umesto njihovog naknadnog otkrivanja i korekcije. Koncept ZQC razvio je Šingo (1986), jedan od ključnih autora u oblasti *Lean* proizvodnje i *Toyota Production System*-a. Osnovna ideja ovog pristupa zasniva se na principu da se kvalitet mora obezbediti u samom procesu rada, tako da se spreči prenos greške ili nedostatka u narednu fazu procesa. U savremenim organizacijama ZQC se primenjuje u situacijama kada je potrebno obezbediti potpunost i tačnost ulaznih i izlaznih podataka u pojedinim fazama procesa, čime se sprečava

potreba za korekcijama u narednim fazama procesa i produženje vremena realizacije aktivnosti. Posebno je značajna njegova primena u uslužnim procesima u kojima kvalitet i doslednost informacija koje se prenose između aktivnosti predstavljaju ključni preduslov za efikasnu realizaciju narednih aktivnosti. Prakse upravljanja kvalitetom u *Lean* proizvodnji zasnivaju se na konceptu ZQC, koji obuhvata sprečavanje grešaka, kontrolu na izvoru, automatizovanu inspekciju, trenutno zaustavljanje procesa u slučaju greške, kao i obezbeđenje kvaliteta podešavanja (Shingo, 1986). Iako zagovornici ZQC pristupa ističu njegovu prednost u odnosu na *Six Sigma*, ova tvrdnja nije u potpunosti opravdana, jer se *Six Sigma* odnosi na izlaz iz procesa pre inspekcije, dok se ZQC odnosi na izlaz nakon kontrole, pri čemu su inspekcioni sistemi često podložni greškama, naročito kod senzorskih provera, gde je zabeleženo da i do 73% neispravnih proizvoda može proći kontrolu (Burke et al., 1995). U *Lean* pristupu, identifikacija defekata putem ZQC pristupa generiše različite oblike otpada, uključujući gubitak proizvodnih mogućnosti zbog usklađenosti sa *Pull*<sup>2</sup> sistemom, dodatne troškove dorade, kao i angažovanje dodatnih resursa za njihovu obradu (Salvia, 1988; Maleyeff & Lewis, 1993). Takođe, oslanjanje na nepouzdanе metode inspekcije može dovesti do problema pouzdanosti u složenim proizvodima, što potvrđuje primer iz automobilske industrije, gde su proizvodi koji su formalno zadovoljavali tolerancije pokazali veća odstupanja i viši nivo kvarova (Gunter, 1987; Ott & Schilling, 1990).

Ovaj alat nalazi primenu i u uslugama slično kao i u proizvodnji ako poslovni proces posmatramo kao lanac proizvodnje. Precizno definisanje tolerancije na grešku i postavljanje adekvatnih kontrolnih tačaka može dovesti do poboljšanja procesa isporuke usluga (Radak et al., 2025a). Uvođenjem standardizovanog upitnika za prikupljanje i rangiranje zahteva korisnika obezbeđuje se kvalitet i potpunost ulaznih informacija, čime se direktno doprinosi stabilizaciji procesa. Primena ZQC principa omogućava prevenciju grešaka na samom izvoru, smanjujući varijabilnost i potrebu za naknadnim korekcijama i na taj način može osigurati pouzdanost i predvidivost celokupnog B2B procesa (Kumar & Watt, 1998).

**Išikava dijagram** (*Ishikawa*), poznat i kao dijagram uzroka i posledica ili „riblja kost“ (*fishbone diagram*), predstavlja jedan od osnovnih *Lean* alata upravljanja kvalitetom koji se koristi za sistematsku identifikaciju i analizu uzroka problema u poslovnim procesima. Ovu metodu razvio je japanski profesor *Kaoru Ishikawa* tokom šezdesetih godina XX veka u okviru

---

<sup>2</sup> *Pull* sistem je način organizacije rada ili proizvodnje u kome se aktivnosti pokreću tek kada postoji stvarna potreba ili zahtev sledeće faze procesa ili korisnika.

razvoja koncepta upravljanja kvalitetom u industriji. Osnovna ideja metode zasniva se na grafičkom prikazu potencijalnih uzroka koji dovode do određenog problema, pri čemu se uzroci organizuju u logične kategorije kako bi se olakšalo njihovo identifikovanje i analiza.

U praksi se Işikawa dijagram često koristi kao alat za analizu uzroka problema u proizvodnim i uslužnim procesima, naročito u okviru *Lean* i *Six Sigma* pristupa (Pramusinta et al., 2025; Radak et al., 2025a). Njegova primena omogućava timovima da sistematski sagledaju različite uzroke (primarne, sekundarne itd.) koji dovode do nastanka problema. Na taj način olakšava se identifikacija dominantnog primarnog uzroka problema, što predstavlja važan korak u procesu definisanja mera za unapređenje poslovnih procesa.

Işikava dijagram može se efikasno koristiti za analizu uzroka problema identifikovanih u B2B procesu. Posebnu pažnju treba posvetiti problemima koji nastaju u situacijama kada tokom komunikacije sa korisnikom nisu prikupljeni svi neophodni podaci, pa je potrebno da se ponovi aktivnost prikupljanja podataka. Nedostatak potpunih informacija u početnoj fazi procesa dovodi do potrebe za dodavanjem iteracija u kasnijim fazama, ponovne komunikacije sa korisnikom i produženja ukupnog vremena realizacije usluge, a indirektno i do smanjenja zadovoljstva korisnika. U skladu sa savremenim pristupima unapređenju procesa, koji naglašavaju značaj standardizacije, kontrole i primene najboljih praksi radi povećanja fleksibilnosti procesa, Işikava dijagram je omogućio sistematičnu identifikaciju svih mogućih uzroka problema (Abd Rahman et al., 2011). Na ovaj način omogućeno je bolje razumevanje međusobnih veza između faktora koji utiču na efikasnost procesa, što predstavlja osnov za dalje unapređenje kroz primenu standarda i najboljih praksi, smanjenje varijabilnosti procesa i povećanje njegove pouzdanosti i efikasnosti.

**Kanban** je razvijen kao sistem za planiranje u okviru *Lean* i *Just-in-time* proizvodnje i predstavlja efikasan alat za podršku proizvodnog Sistema, kao i za unapređenje procesa (Ohno, 2019). Iako se *Kanban* koristi u proizvodnji više od tri decenije, u oblasti softverskog inženjerstva uveden je kasnije (Anderson, 2010) dok kasnije istraživanje o razvoju ukazuju na brz rast broja korisnika *Kanban* pristupa (Mahnič, 2013). *Kanban* metoda predstavlja jedan od ključnih alata *Lean* pristupa za upravljanje tokom procesa i kontrolu protoka resursa i informacija kroz tok vrednosti. Ovaj pristup razvijen je u okviru *Toyota Production System*-a tokom pedesetih godina XX veka, a njegov osnovni cilj je uspostavljanje efikasnog sistema povlačenja - *Pull system*) kojim se proizvodnja ili realizacija aktivnosti pokreće na osnovu

stvarne potrebe sledeće faze procesa. Na taj način se smanjuju zalihe, povećava transparentnost procesa i minimizuje varijabilnost u trajanju aktivnosti.

U savremenim organizacijama *Kanban* se koristi kao alat za vizuelno upravljanje procesima, praćenje toka aktivnosti i identifikaciju uskih grla u lancu vrednosti. Njegova primena omogućava bolju koordinaciju između različitih faza procesa i unapređenje kontrole nad raspoloživim resursima, naročito u situacijama kada proces uključuje više organizacionih celina ili eksternih dobavljača. U oblasti telekomunikacija, *Kanban* metoda se može primenjivati u procesima koji uključuju koordinaciju više učesnika i upravljanje resursima, posebno u fazama koje obuhvataju pripremu tehničkih rešenja, nabavku opreme i realizaciju usluga.

**Ekspertska procena, (*Expert elicitation*)**, predstavlja analitički pristup koji se koristi u situacijama kada su dostupni statistički podaci ograničeni ili kada je za rešavanje kompleksnih problema potrebno uključiti znanje i iskustvo stručnjaka iz relevantne oblasti. Ova metoda se zasniva na sistematskom prikupljanju, strukturisanju i analizi mišljenja eksperata kako bi se identifikovali ključni problemi, procenili uzroci tih problema i definisale adekvatne mere za unapređenje procesa. U oblasti upravljanja poslovnim procesima ekspertska procena često se koristi kao dopunska metoda u fazama analize problema i dizajniranja rešenja. Njegova primena je naročito značajna u situacijama kada procesi uključuju veliki broj organizacionih celina ili kada je potrebno sagledati problem iz različitih stručnih perspektiva, kao što su tehnički, komercijalni i operativni aspekti poslovanja.

U kontekstu unapređenja procesa pružanja telekomunikacionih usluga za poslovne korisnike, ekspertska procena ima značajan potencijal primene u fazama analize i dizajniranja procesa, gde je potrebno objediniti znanja iz prodaje, tehničkih timova, planiranja mreže i operativne podrške ali i uključiti povratne informacije tj. mišljenje korisnika. Na taj način omogućava se bolje razumevanje uzroka problema i smanjenje rizika od neadekvatnog dizajna rešenja.

### 3.1.6. Primena u telekomunikacijama

Kada je reč o telekomunikacionom sektoru, primena VSM metode i dalje je ograničena, ali postoje relevantni primeri koji potvrđuju njen potencijal. Jedan od značajnijih slučajeva odnosi se na kompaniju *Ericsson AB*, gde su VSM i VSA primenjeni u procesima prilagođavanja softvera (Mujtaba et al., 2010), dok su dodatne primene zabeležene u optimizaciji softverskih

procesa (Tankhiwale & Saraf, 2020). Takođe, jedan poljski telekomunikacioni operator primenio je ove metode u okviru tradicionalne telefonske usluge (POTS), pri čemu je ostvareno značajno smanjenje vremena realizacije usluge za oko 50% (Stadnicka & Ratnayake, 2016; 2017). Zaključuje se da se VSM i VSA metode dominantno primenjuju u proizvodnim sistemima, dok njihov potencijal u uslužnim delatnostima, uključujući telekomunikacije, ostaje nedovoljno iskorišćen. Postojeće primene u ovom sektoru uglavnom su usmerene na softverski razvoj i tradicionalne usluge, dok savremene i kompleksne B2B usluge, poput SD-WAN rešenja, još uvek nisu dovoljno obuhvaćene istraživanjima. Poseban izazov predstavlja i klasifikacija aktivnosti na VA, NVA i NNVA, koja u uslužnom kontekstu često ne odražava u potpunosti stvarnu vrednost aktivnosti, s obzirom na njihovu međuzavisnost i različit doprinos vrednosti iz perspective korisnika usluge.

Iako se u literaturi pojavljuju proširenja VSM pristupa, kao što su *Green VSM* i *Extended VSM*, njihova primena u telekomunikacionom sektoru i dalje je u početnoj fazi. Istovremeno, optimizacija složenih usluga zahteva dodatno razumevanje načina na koji se vrednost generiše u procesima pružanja usluga, što je znatno kompleksnije nego u proizvodnim sistemima. Na osnovu prethodnog može se zaključiti da primena VSM i VSA u telekomunikacijama zahteva integraciju sa drugim *Lean* i *Kaizen* metodama i alatima. U tom kontekstu, potencijal primene pojedinih metoda ogleda se u sledećem:

- *Kanban* - za unapređenje upravljanja tokovima aktivnosti i resursa, posebno u procesima koji uključuju koordinaciju više učesnika, čime se smanjuje rizik od zastoja i poboljšava transparentnost procesa.
- Iškava dijagram - za sistematsku identifikaciju uzroka problema i analizu međuzavisnosti faktora koji utiču na performanse procesa, što predstavlja osnov za definisanje ciljanih mera unapređenja.

Ovakav integrisani pristup omogućava potpunije sagledavanje procesa i predstavlja osnov za unapređenje efikasnosti, pouzdanosti i kvaliteta pružanja telekomunikacionih usluga poslovnim korisnicima.

### 3.2. Metode menadžmenta kvaliteta i marketinga u unapređenju procesa pružanja usluga

U savremenom okruženju, u kojem se konkurentska prednost sve više zasniva na kvalitetu usluge i korisničkom iskustvu, metode menadžmenta kvaliteta i marketinga imaju ključnu ulogu u unapređenju poslovnih procesa. Za razliku od klasičnih operacionih pristupa, ove metode omogućavaju uključivanje mišljenja korisnika u dizajn, razvoj i unapređenje proizvoda i usluga. U oblasti telekomunikacionih usluga za poslovne korisnike, ovaj aspekt dobija poseban značaj, jer se zahtevi korisnika ne odnose isključivo na tehničke performanse mreže, već i na fleksibilnost, pouzdanost, sigurnost, transparentnost procesa i kvalitet komunikacije sa operatorom. Zbog toga se nameće potreba za metodama koje mogu da povežu „glas korisnika“ - VoC sa „glasom inženjera“ - VoE u jedinstveni okvir. Za razliku od metoda unapređenja poslovnih procesa, koje su usmerene na optimizaciju postojećih aktivnosti, metode menadžmenta kvaliteta i marketinga imaju ključnu ulogu u identifikaciji i strukturiranju zahteva korisnika. Ove metode omogućavaju razumevanje potreba korisnika i njihovo sistematsko prevođenje u zahteve za unapređenje. U tom kontekstu, QFD se nameće kao efikasna metoda koja integriše ulazne zahteve korisnika i prevodi ih u konkretne inženjerske karakteristike usluge uključujući uticaj konkurencije (Franceschini & Maisano, 2018).

#### 3.2.1. Tradicionalni pristup na bazi razvoja funkcije kvaliteta (QFD)

##### 3.2.1.1. QFD - Teorijski okvir, način i domeni primene

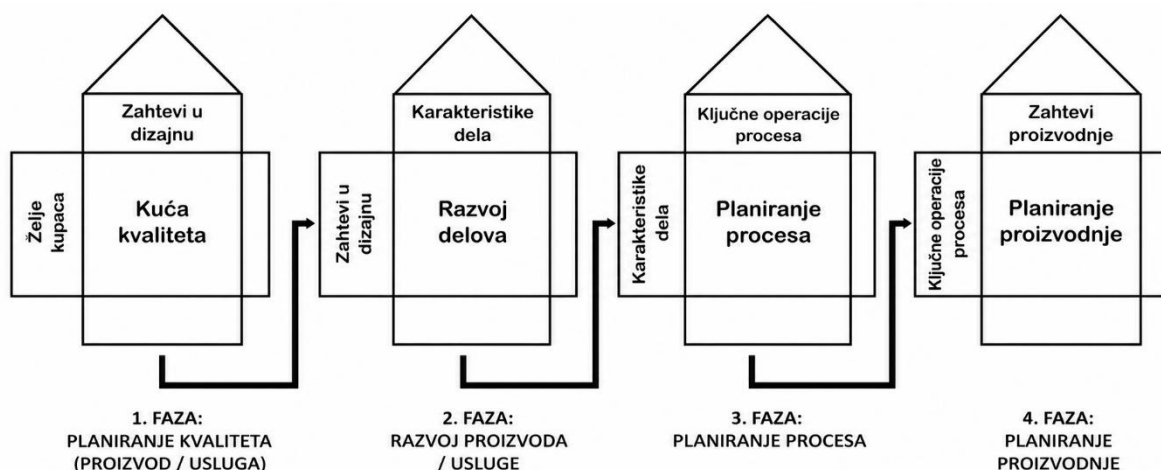
QFD predstavlja metodu menadžmenta kvaliteta razvijenu u Japanu krajem 1960-ih godina, sa ciljem efikasnog prevođenja zahteva korisnika, CRs (*Customer Requirements*), u inženjerske karakteristike, ECs (*Engineering Characteristics*), proizvoda i usluga (Akao, 1990; Hauser & Clausing, 1988). Osnovna suština QFD metode ogleda se u povezivanju glasa korisnika - VoC sa glasom inženjera - VoE, kroz identifikaciju ključnih CRs i njihovo mapiranje na adekvatne ECs usluge, vodeći računa o prioritizaciji CRs (Galletto et al., 2018). Ključna faza ove metode je konstrukcija kuće kvaliteta odnosno HoQ matrice, (*House of Quality*), koja omogućava strukturirano povezivanje CRs i ECs, analizu njihovih međuzavisnosti, kao i procenu doprinosa pojedinačnih ECs za ispunjenje CRs. QFD se uglavnom primenjivala u proizvodnim sistemima (Prasad, 1998; Jaiswal, 2012; Kwong et al., 2007; Li et al., 2009) doprinoseći smanjenju vremena potrebnog za razvoj proizvoda (Djekic et al., 2017), optimizaciji troškova i unapređenju međusektorske komunikacije (Parezanović et al., 2019). Međutim, sve veći broj

istraživanja ukazuje na njegov potencijal u uslužnim delatnostima (Khademi-Zare et al., 2010; Hussain et al., 2011), iako su praktične primene u ovom domenu i dalje ograničene (Paryani et al., 2010; Hussain et al., 2011). Posebno je značajan u okruženjima sa kompleksnim i višedimenzionalnim zahtevima korisnika, gde omogućava njihovo strukturano sagledavanje i prevazilaženje neslaganja između tehničkih mogućnosti i tržišnih očekivanja (Bhattacharya et al., 2010; Luo et al., 2010).

### 3.2.1.2. Struktura QFD metode i HoQ matrice

Primena QFD metode u uslužnim delatnostima zahteva dodatna prilagođavanja u odnosu na proizvodni sektor. Usluge su po svojoj prirodi nematerijalne, često se realizuju kroz duže vremenske periode i uključuju direktnu interakciju sa korisnikom. U B2B okruženju, zahtevi korisnika su dodatno složeni, jer razmatraju različite aspekte i to: poslovne ciljeve korisnika, regulatorne i sigurnosne zahteve kao i specifične industrijske standarde. U takvom okruženju, QFD omogućava strukturano sagledavanje kompleksnih i često međusobno isprepletanih zahteva, čime se smanjuje rizik od neusaglašenosti između ponude operatora i stvarnih potreba poslovnih korisnika.

Generalno, QFD metoda se sastoji iz četiri faze, pri čemu svaka faza sadrži specifičnu matricu, a izlazi iz prethodne faze predstavljaju ulaze u narednu (Slika 3.1.).

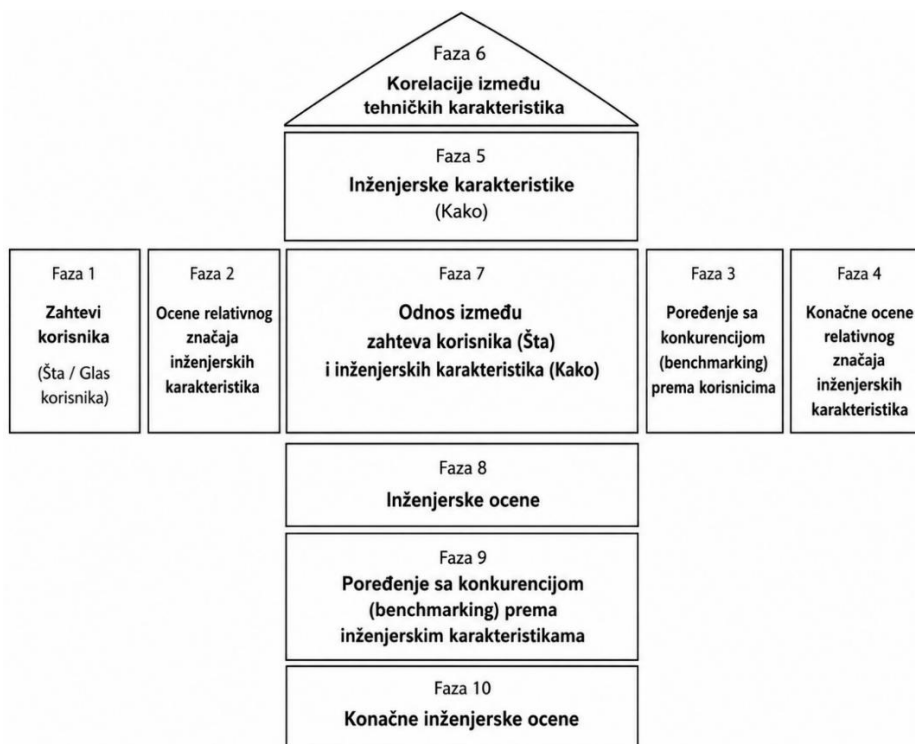


Slika 3.1. Četiri faze QFD-a (preuzeto iz Radak et al., 2019, zasnovano na Akao, 1990)

Prva faza QFD-a je definisanje HoQ matrice i smatra se najvažnijom fazom, jer se u njoj identifikuju i prioritizuju CRs, definišu ECs, utvrđuju težine korelacije između CRs i ECs,

analizira međusobni odnos različitih ECs (tzv. krov HoQ matrice) i vrši poređenje sa sličnim rešenjima konkurencije. Izlaz HoQ matrice pruža informacije o značaju CRs iz perspektive korisnika, koje ECs najviše doprinose njihovom ispunjenju i kako se ponuda operatora pozicionira u odnosu na konkurenciju. Proces započinje identifikacijom i rangiranjem CRs, potom se na osnovu definisane liste CRs izvode relevantne ECs. ECs predstavljaju tehničke resurse neophodne za kreiranje rešenja koje zadovoljava određene CRs. Nakon definisanja CRs i ECs, sledeći korak je identifikacija kritičnih aspekata u isporuci usluge, uključujući uska grla, slabosti ili potencijalne rizike koji mogu uticati na performanse usluge (Patil et al., 2018). Na kraju se definišu procedure i uputstva za prevazilaženje uočenih kritičnih tačaka.

Proces izrade HoQ matrice prikazan je na Slici 3.2.



Slika 3.2. Faze konstrukcije HoQ (preuzeto iz Franceschini i Maisano, 2018)

QFD metoda predstavlja strukturiran pristup za prevođenje CRs u konkretne ciljeve projekta i parametre obezbeđenja kvaliteta tokom životnog ciklusa razvoja usluge ili proizvoda (Kulcsár et al., 2020). Početni korak u primeni ove metode je jasno definisanje i rangiranje CRs, koje postavlja osnovu za sve naredne faze QFD metode. Da bi identifikovani CRs pružili realnu sliku, neophodno je uključiti perspektivu različitih zainteresovanih strana. Iako je perspektiva poslovnih korisnika primarni izvor informacija, jednako je važno uključiti iskustvo i ekspertizu

internih organizacionih jedinica, kao što su prodajni tim, tim za razvoj proizvoda i tehnička podrška. Svaka od ovih grupa pruža vredne uvide o ponašanju korisnika, očekivanjima, problemima i tržišnim kretanjima.

### 3.2.2. Unapređenja QFD - integracija sa drugim metodama i alatima

Zbog ograničenja tradicionalne QFD metode, naročito u pogledu subjektivnih procena CRs, razvijena su brojna proširenja koja uključuju kombinovanje sa drugim metodama i alatima (Tabela 3.1.).

Tabela 3.1. Proširenja QFD metode

Proširenje QFD	Zašto se kombinuje sa QFD	Primer primene
QFD + AHP	Preciznije određivanje težina CRs kroz strukturano višekriterijumsko odlučivanje; smanjenje subjektivnosti ekspertskih procena.	(Bhattacharya et al., 2010; Hundal & Kant, 2017; Neira-Rodado et al., 2020; Kulcsár et al., 2020; Tendayi & Fourie, 2013; Yazdani et al., 2016)
QFD + Fuzzy	Efikasnija obrada neizvesnosti i subjektivnosti u prikupljanju „glasova korisnika“ i ekspertskim procenama	(Bottani & Rizzi, 2006; Hundal & Kant, 2017; Kahraman et al., 2007; Khademi-Zare et al., 2010; Lee & Lin, 2011; Neira-Rodado et al., 2020; Parezanović et al., 2019; Yang et al., 2008)
QFD + DEMATEL	Identifikacija uzročno-posledičnih veza ECs; razumevanje međuzavisnosti ECs	(He et al., 2021; Neira-Rodado et al., 2020; Parezanović et al., 2019)
QFD + ANP	Uzimanje u obzir međuzavisnosti između kriterijuma i alternative.	(Kahraman et al., 2007; Karsak et al., 2003; Lam, 2015)
QFD + ANN	Modelovanje nelinearnih odnosa između CRs i ECs; prediktivna analiza i validacija rezultata QFD; rad sa nepotpunim podacima.	(Hundal & Kant, 2017; Kutschenreiter-Praszkiwicz, 2013; Patil et al., 2018; Siraj et al., 2008; Yang et al., 2008; Zhu & Liu 2010)

Jedan od najčešćih pristupa jeste integracija sa fuzzy logikom, koja omogućava modelovanje neizvesnosti i lingvističkih procena (Gorzalczany, 1987; Kahraman et al., 2007; Lee & Lin, 2011; Saaty, 1982). Primena fuzzy skupova (Zadeh, 1965) omogućava kvantifikaciju subjektivnih mišljenja eksperata i povećava preciznost evaluacije odnosa između CRs i ECs. QFD fuzzy pristup se može koristiti za unapređenje evaluacije ECs u uslovima neizvesnosti (Parezanović et al., 2019). U uslovima neizvesnosti i lingvističkog izražavanja preferencija korisnika, fuzzy logika omogućava preciznije modeliranje odnosa između CRs i ECs, čime se unapređuje tačnost rezultata QFD analize (Khademi-Zare et al., 2010; Yang et al., 2008).

Pored fuzzy pristupa, QFD metoda se često kombinuje sa tehnikama višekriterijumske analize odlučivanja - MCDM, posebno u situacijama kada je potrebno preciznije sagledati odnose između CRs i ECs. U literaturi se navodi primena metoda kao što su AHP i ANP za određivanje relativnog značaja CRs (Kahraman et al., 2007; Karsak et al., 2003; Wind et al., 1980). Kombinovanje QFD sa AHP (Tendayi & Fourie, 2013; Yazdani et al., 2016) omogućava određivanje relativnih težina CRs kroz poređenja parova, čime se unapređuje proces prioritizacije u okviru HoQ matrice. Čak i kada su CRs merljivi i izraženi u različitim jedinicama, AHP omogućava njihovo poređenje na jedinstvenoj skali, čime donosiocima odluka olakšava određivanje njihovog relativnog prioriteta (Dimitrijević, 2017). U ovom pristupu svaki par CRs se poredi i na osnovu ekspertske procene dodeljuje se numerička vrednost koja izražava relativnu težinu jednog CR u odnosu na drugi. Jedna od ključnih prednosti AHP metode jeste sposobnost integrisanja kvalitativnih i kvantitativnih kriterijuma u jedinstveni evaluacioni okvir. To se postiže kombinovanjem ekspertskih procena, postojećih merenja i statističkih podataka, čime se podržava dosledno i transparentno donošenje odluka. Na kraju, AHP transformiše višedimenzionalni skup ulaznih podataka u jedinstvenu, prioritetnu skalu prioriteta, omogućavajući objektivnu procenu CRs i njihovu integraciju u proces dizajna usluge (Dimitrijević, 2017).

Za analizu kompleksnih međuzavisnosti, primenjuje se metoda DEMATEL (Gabus & Fontela, 1972; He et al., 2021; Neira-Rodado et al., 2020), koja omogućava identifikaciju i kvantifikaciju uzročno-posledičnih veza između CRs i ECs. Prednost DEMATEL metode ogleda se u mogućnosti vizuelizacije i analize kompleksnih sistema sa međuzavisnim faktorima, što tradicionalni QFD ne omogućava u potpunosti. Takođe, DEMATEL metoda se koristi za identifikaciju i analizu uzročno-posledičnih veza između karakteristika sistema, posebno u situacijama gde postoji asimetrija uticaja između varijabli (Parezanović et al., 2019).

Kombinovanjem QFD sa navedenim metodama (Tabela 3.1.) omogućava se:

- preciznija prioritizacija CRs,
- bolje razumevanje međuzavisnosti između ECs,
- unapređenje procesa donošenja odluka u fazi dizajniranja usluge,
- povećanje robusnosti modela u uslovima ograničenih ili nepotpunih podataka.

U savremenim uslovima povećane potrebe za unapređenjem poslovnih procesa sve češće se primenjuju metode zasnovane na veštačkoj inteligenciji, koje omogućavaju analizu

kompleksnih, nelinearnih i višedimenzionalnih skupova podataka. Među njima, veštačke neuronske mreže - ANN (*Artificial Neural Networks*) zauzimaju posebno mesto zbog svoje sposobnosti da uče iz podataka, prepoznaju obrasce i predviđaju ishode u situacijama u kojima klasične analitičke i statističke metode imaju ograničenja.

U kontekstu telekomunikacionih usluga za poslovne korisnike, primena ANN postaje naročito važna zbog:

- složenosti odnosa između CRs i ECs,
- postojanja nelinearnih zavisnosti,
- ograničene dostupnosti kompletnih i homogenih skupova podataka,
- potrebe za predviđanjem efekata unapređenja procesa pre njihove pune implementacije.

ANN predstavljaju matematički modelovane strukture, inspirisane načinom funkcionisanja biološkog nervnog sistema. Njihova osnovna ideja zasniva se na simulaciji načina na koji ljudski mozak obrađuje informacije kroz mrežu međusobno povezanih neurona. U ANN, ovi neuroni predstavljaju matematičke komponente koje primaju ulazne informacije (signale), obrađuju ih i prosleđuju dalje kroz neuronsku mrežu. Struktura neuronske mreže obično se sastoji od tri tipa slojeva: ulazni sloj, jedan ili više skrivenih slojeva i izlazi sloj. Ulazni sloj prima podatke iz okruženja, skriveni slojevi vrše transformaciju i obradu tih podataka kroz niz matematičkih operacija, dok izlazni sloj generiše konačni rezultat modela. Svaki neuron obrađuje ulazne informacije koristeći težinske koeficijente i aktivacione funkcije, pri čemu se kao izlaz dobija rezultat ponderisanog zbira ulaznih vrednosti transformisanih odgovarajućom funkcijom aktivacije. Proces učenja neuronske mreže zasniva se na prilagođavanju težinskih koeficijenata između neurona, sa ciljem minimizacije razlike između predviđenih i stvarnih vrednosti izlaza. Ovaj proces se obično realizuje primenom različitih algoritama za učenje, među kojima je najpoznatiji algoritam povratnog prostiranja greške (*backpropagation*). Tokom faze učenja i treniranja mreža postepeno prilagođava svoje parametre kako bi što bolje predvidela posmatrani odnos između ulaznih i izlaznih parametara. Zahvaljujući sposobnosti modelovanja složenih nelinearnih odnosa između promenljivih ulaznih parametara, neuronske mreže su pronašle široku primenu u različitim oblastima nauke i inženjerstva, uključujući analizu podataka, predikciju i optimizaciju procesa.

Među različitim ANN arhitekturama, *Extreme Learning Machine* (ELM) se izdvaja zbog jednostavne strukture, izuzetno brzog učenja i dobre sposobnosti generalizacije (Huang et al.,

2006). ELM je jednoslojna *feedforward* neuronska mreža (SLFN) u kojoj se težine između ulaznog i skrivenog sloja, kao i *bias* vrednosti skrivenih neurona, dodeljuju nasumično i ostaju fiksirane tokom procesa učenja (Ding et al., 2015; Huang et al., 2006). Za razliku od klasičnih algoritama učenja zasnovanih na gradijentu, ELM analitički računa izlazne težine korišćenjem metode najmanjih kvadrata, čime se značajno smanjuju računarska složenost i vreme treniranja. Ovaj pristup čini ELM posebno pogodnim za velike skupove podataka i situacije gde je potrebno brzo treniranje ili česta ažuriranja modela (Ding et al., 2015). U kontekstu virtualizovanih telekom mreža, gde se performanse usluge mogu brzo menjati zbog varijacija u obimu saobraćaja i opterećenju mreže, alokacije resursa i virtualizacionih mehanizama, ELM omogućava efikasno modelovanje i brzu adaptaciju bez potrebe za postepenim podešavanjima parametara. Dodatno, ELM je efikasan u identifikovanju nelinearnih odnosa između ključnih parametara kvaliteta servisa, kao što su kašnjenje, gubitak paketa, protok i pouzdanost. ANN modeli zasnovani na ELM-u omogućavaju pouzdanu procenu uticaja ECs na percipirani kvalitet usluge iz perspektive korisnika.

U kontekstu analize poslovnih procesa i dizajna usluga, neuronske mreže omogućavaju modelovanje kompleksnih odnosa između različitih parametara sistema, posebno u situacijama kada su odnosi između promenljivih nelinearni ili kada dostupni podaci sadrže određeni nivo neizvesnosti. Zbog ovih karakteristika, neuronske mreže se sve češće koriste kao analitički alat u procesima donošenja odluka i optimizacije složenih poslovnih sistema. U oblasti upravljanja poslovnim procesima, neuronske mreže se koriste kao dopunski alat za analizu performansi procesa, predviđanje vremena trajanja aktivnosti, identifikaciju uzroka zastoja i simulaciju efekata potencijalnih unapređenja. Njihova prednost u odnosu na klasične statističke metode ogleda se u sposobnosti da obrade nelinearne odnose i interakcije između velikog broja ulaznih varijabli. U uslužnim delatnostima, gde su procesi često podložni varijabilnosti i gde se značajan deo podataka odnosi na kvalitativne procene (npr. zadovoljstvo korisnika), ANN omogućavaju integraciju kvantitativnih i kvalitativnih informacija u jedinstven analitički okvir. Jedno od ključnih ograničenja QFD metode jeste zavisnost od dostupnosti pouzdanih ulaznih podataka. U praksi zahtevi korisnika i njihova percepcija kvaliteta često su subjektivni, nepotpuni i zasnovani na ograničenom broju povratnih informacija. Kako bi se prevazišla ova ograničenja, u savremenoj literaturi se predlaže integracija QFD metode sa naprednim analitičkim tehnikama, među kojima se veštačke neuronske mreže izdvajaju kao posebno pogodne.

### 3.2.3. Primena QFD metode u telekomunikacijama

QFD metoda je široko primenjivana u različitim sektorima, gde brojni radovi i istraživanja potvrđuju njen značaj za unapređenje kvaliteta (Bottani & Rizzi, 2006; Wang, 2015; Yazdani et al., 2016, 2017). Međutim, uprkos širokoj primeni u proizvodnji, primena QFD metode u uslugama, pogotovo u telekomunikacionom sektoru je i dalje relativno ograničena. Specifičnost telekomunikacionih usluga, naročito u B2B segmentu, ogleđa se u izraženoj kompleksnosti zahteva korisnika, koji obuhvataju tehničke, sigurnosne, regulatorne i poslovne aspekte. U takvom okruženju, QFD ima značajan potencijal za primenu. Na osnovu navedenog može se zaključiti da postoji izražen istraživački jaz u primeni QFD metode u optimizaciji savremenih telekomunikacionih usluga, posebno u domenu kompleksnih B2B rešenja. Ovaj jaz ukazuje na potrebu za daljim istraživanjima i razvojem modela koji će omogućiti efikasniju primenu QFD metode u ovom sektoru. Zbog opšte prihvaćenog značaja dizajniranja usluga prema potrebama korisnika, javlja se potreba za sistematskim metodologijama koje to mogu podržati (Sikri & Gell, 2014). Za vodeće kompanije, QoE predstavlja važan pokazatelj nivoa kvaliteta pružene usluge i značajan pokazatelj tržišne pozicije pružaoca usluge. U tom kontekstu, QFD se ističe kao dobra metoda koja pomaže kompanijama da unaprede isporuku spram zahteva korisnika (Nahm et al., 2013). Primena QFD metode u telekomunikacionom sektoru značajna je i u kontekstu dizajniranja rešenja za pružanje usluga. Ovakva rešenja zahtevaju korisnici sa čestim specifičnim zahtevima u pogledu pouzdanosti, dostupnosti, skalabilnosti i sigurnosti. U radu Radak et al. (2019) analizirana je primena QFD metode za dizajniranje optimizovanog L3VPN rešenja za povezivanje poslovnica korisnika. Kroz implementaciju HoQ matrice, uspostavlja se veza između zahteva korisnika (npr. dostupnost centralne lokacije, pouzdanost mreže itd.) i inženjerskih karakteristika usluge (npr. nivo tehnologije, cena, potrebni resursi itd.). Analiza je pokazala da promene u dizajnu usluge, kao što je prelazak sa tradicionalnog na virtualizovano rešenje, značajno utiču na relativni značaj inženjerskih karakteristika. Konkretno, napredna rešenja povećavaju značaj tehnologije i cene, dok smanjuju zavisnost od fizičke infrastrukture (Radak et al., 2019). QFD omogućava operatorima da pređu sa pristupa pružanja usluga zasnovanog na predefinisanim rešenjima ka razvoju prilagođenih (*tailor-made*<sup>3</sup>) rešenja, čime se povećava zadovoljstvo korisnika i konkurentnost na tržištu.

---

<sup>3</sup> *Tailor-made* rešenja su prilagođena rešenja razvijena prema specifičnim potrebama konkretnog korisnika, umesto standardnih, unapred definisanih rešenja.

### 3.3. Sinteza postojećih pristupa i osnova za razvoj novih modela

Na osnovu pregleda metoda, alata i tehnika prikazanih u prethodnim poglavljima može se zaključiti da unapređenje procesa pružanja telekomunikacionih usluga poslovnim korisnicima predstavlja kompleksan zadatak koji ne može biti optimalno realizovan primenom jedne metode ili alata posmatranog izolovano. Analiza literature pokazala je da različiti izazovi koji se javljaju u procesu pružanja i dizajniranja usluga zahtevaju primenu komplementarnih metodoloških pristupa.

U okviru ovog istraživanja izdvojena su dva međusobno povezana pravca unapređenja:

- unapređenje i optimizacija procesa pružanja usluge i
- unapređenje i optimizacija faze dizajniranja usluge.

Pregled literature dat u poglavlju 3.1 pokazao je da metode zasnovane na *Lean* i *Kaizen* principima predstavljaju adekvatnu osnovu za unapređenje složenih poslovnih procesa u telekomunikacijama. Posebno važno mesto zauzimaju metode mapiranja i analize toka vrednosti (VSM i VSA), koje omogućavaju sagledavanje procesa kao jedinstvenog toka vrednosti kroz aktivnosti, i to identifikacijom aktivnosti koje stvaraju vrednost i aktivnosti koje predstavljaju gubitke. Dodatno bi bilo korisno u ovom segmentu uključiti i kvantifikovati mišljenje korisnika tj. povratnu informaciju o tome koje aktivnosti dodaju vrednost iz korisničke percepcije.

Primena VSM metode omogućava vizuelizaciju toka procesa, identifikaciju međuzavisnosti između aktivnosti i analizu trajanja procesa, dok VSA omogućava procenu doprinosa pojedinačnih aktivnosti ukupnoj vrednosti procesa. Klasična podela aktivnosti na aktivnosti koje dodaju vrednost (VA), aktivnosti koje ne dodaju vrednost (NVA) i aktivnosti koje ne stvaraju direktnu vrednost ali su neophodne (NNVA), predstavlja osnov za identifikaciju mogućnosti unapređenja. Međutim, analiza literature ukazuje da samostalna primena VSM i VSA metoda nije dovoljna za rešavanje kompleksnih problema karakterističnih za procese pružanja telekomunikacionih usluga poslovnim korisnicima. Zbog toga je identifikovana potreba za njihovom integracijom sa dodatnim metodama i alatima.

U cilju unapređenja kvaliteta procesa i smanjenja grešaka izdvojen je *Zero Quality Control* (ZQC) pristup, koji omogućava prevenciju grešaka na njihovom izvoru i sprečava prenos

neispravnih ili nepotpunih informacija između aktivnosti procesa, što je veoma značajno u poslovnom okruženju a naročito u segmentu pružanja telekomunikacionih usluga. Dodatno, *Poka-Yoke* principi omogućavaju smanjenje operativnih grešaka kroz standardizaciju aktivnosti i uvođenje kontrolnih mehanizama u kritičnim tačkama procesa. Ovakav pristup povećava efikasnost procesa što je od izuzetnog značaja za poslovne korisnike. Dodatnu priliku za unapređenje poslovnih procesa pruža *Ishikawa* dijagram koji služi za identifikaciju osnovnih uzroka problema. Dodatno ovaj alat omogućava sistematsku analizu uzročno-posledičnih veza i identifikaciju dominantnih uzroka (među primarnim i sekundarnim uzročnicima) koji utiču na performanse procesa. Kakao bi se pružila podrška za upravljanje tokom aktivnosti i koordinaciji između organizacionih jedinica korisno je upotrebiti *Kanban* metodu, koja doprinosi većoj transparentnosti procesa i boljoj kontroli raspoloživih resursa.

Kako bi sve postojeće metode, alate i tehnike efikasno unapredile proces i postavili ga u bolji sklad sa očekivanjima korisnika neophodno je uključiti ekspertsku procenu u ključnim tačkama procesa kao što je identifikacija i rangiranje aktivnosti koje dodaju vrednost - VA. Uključivanje glasa korisnika - VoC detaljnije bi se mogle sagledati aktivnosti koje dodaju vrednost iz perspektive korisnika i omogućilo bi se operatorima da usklade svoje procese ne samo sa procenom internih ekspertskih timova operatora (pružaoca usluga) već i sa mišljem korisnika kojima se ta usluga isporučuje (korisnici usluga). Na osnovu prikupljenih procena mogla bi se izvršiti detaljnija aktivnosti koje dodaju vrednost, i izvršiti njihova klasifikacija prema njihovom relativnom doprinosu korisnički percipiranoj vrednosti. Ovakav pristup omogućava detaljnije sagledavanje procesa u odnosu na tradicionalnu klasifikaciju i predstavlja osnov za definisanje prioriternih aktivnosti za unapređenje.

Pregled metoda menadžmenta kvaliteta i marketinga dat u poglavlju 3.2 pokazao je da unapređenje dizajna telekomunikacionih usluga zahteva metodološki okvir koji omogućava sistematsko povezivanje zahteva korisnika sa tehničkim karakteristikama usluge. U tom kontekstu, QFD metoda prepoznata je kao odgovarajući pristup jer omogućava prevođenje zahteva korisnika (CRs) u inženjerske karakteristike usluge (ECs), uz istovremeno sagledavanje njihovih međuzavisnosti i prioriteta. Prednost ovog pristupa ogleda se u mogućnosti uključivanja korisničke perspektive u ranim fazama dizajniranja rešenja i smanjenju rizika od neusaglašenosti između očekivanja korisnika i količine upotrebljenih resursa tokom tehničke realizacije. Međutim, analiza literature pokazala je da tradicionalna QFD metoda ima određena ograničenja, posebno u uslovima neizvesnosti, subjektivnosti

procena i postojanja složenih odnosa između CRs i ECs. Zbog toga su analizirana postojeća proširenja QFD pristupa, uključujući kombinaciju sa metodama višekriterijumskog odlučivanja i metodama veštačke inteligencije. Posebno su izdvojene veštačke neuronske mreže (ANN) zbog njihove sposobnosti modelovanja nelinearnih odnosa između ulanih promenljivih i mogućnosti preciznog rada sa nepotpunim podacima. Njihova primena omogućava dodatnu analitičku podršku pri proceni odnosa između zahteva korisnika i karakteristika usluge, kao i prediktivnu analizu efekata različitih projektnih odluka, a u cilju dizajniranja optimalnog rešenja kako iz perspektive operatora/pružaoca usluge tako i iz perspektive korisnika usluge. Iako neuronske mreže imaju određena ograničenja u pogledu interpretabilnosti i zavisnosti od kvaliteta ulaznih podataka, njihova kombinacija sa QFD metodom omogućava unapređenje procesa donošenja odluka u fazi dizajniranja telekomunikacionih usluga. Na osnovu sprovedene analize može se zaključiti da unapređenje dizajna telekomunikacionih usluga zahteva integraciju metoda za strukturiranje zahteva korisnika sa naprednim analitičkim alatima koji omogućavaju modelovanje složenih odnosa i pružaju podršku donošenju odluka zasnovane na podacima.

Polazeći od navedenih izazova i analize postojećih metoda, u narednom poglavlju biće opisana dva razvijena komplementarna modela:

- TBV model (*Telecommunication Business Value*) - model za optimizaciju procesa isporuke telekomunikacionih usluga, zasnovan na *Lean* pristupu i analizi toka vrednosti,
- TBQ model (*Telecommunication Business Quality*) - model za unapređenje dizajna telekomunikacionih usluga, zasnovan na QFD metodi uz primenu veštačkih neuronskih mreža kao pomoćnog analitičkog alata.

## **4. MODELI ZA UNAPREĐENJE PROCESA PRUŽANJA TELEKOMUNIKACIONIH USLUGA POSLOVNIM KORISNICIMA**

U skladu sa identifikovanim izazovima predstavljenim u poglavlju 2 i analizom adekvatnih metoda u poglavlju 3, u ovom poglavlju biće predložena dva nova modela za unapređenje procesa pružanja telekomunikacionih usluga poslovnim korisnicima. Svaki od modela odgovara na specifičan identifikovani izazov, pri čemu zajedno čine komplementaran okvir za unapređenje posmatranog sistema.

Prvi model TBV, (*Telecommunication Business Value*), usmeren je na optimizaciju B2B procesa isporuke usluga kroz primenu *Lean* pristupa i alata za analizu toka vrednosti, dok drugi model TBQ, (*Telecommunication Business Quality*), omogućava unapređenje dizajna usluga kroz strukturano povezivanje zahteva korisnika sa inženjerskim karakteristikama usluge primenom QFD metode, uz podršku savremenih analitičkih alata. Na taj način razvijeni modeli omogućavaju istovremeno unapređenje operativne efikasnosti procesa i bolje usklađivanje tehničkih rešenja sa potrebama poslovnih korisnika.

Važno je naglasiti da su oba modela definisana na konceptualnom i metodološkom nivou, nezavisno od konkretnog servisa ili tehnološkog rešenja. U ovom poglavlju prikazuju se struktura modela, njihovi osnovni koraci i logika njihove primene. Konkretna primena modela na realnim servisima i podacima biće prikazana u narednom poglavlju, gde će se kroz analizu izvršiti praktična validacija razvijenih modela u realnom telekomunikacionom okruženju.

### **4.1. Konceptualni okvir**

#### **4.1.1. Konceptualni okvir TBV modela, (*Telecommunication Business Value*), modela za unapređenja procesa isporuke B2B telekomunikacionih usluga primenom VSM i VSA**

Kao što je detaljno analizirano u poglavlju 2, procese pružanja telekomunikacionih usluga poslovnim korisnicima karakterišu visok stepen složenosti. Dodatno, kako je prikazano u poglavlju 3.1, postojeći pristupi za optimizaciju procesa često su parcijalni i ne omogućavaju

sistematsko unapređenje ukupne efikasnosti procesa isporuke usluge. U tom kontekstu, prvi identifikovani izazov odnosi se na unapređenje efikasnosti kompleksnih B2B procesa kroz smanjenje gubitaka, eliminaciju neefikasnosti i optimizaciju toka aktivnosti.

TBV model, (*Telecommunication Business Value*), razvijen je sa ciljem odgovora na ovaj izazov kroz sistematsku primenu *Lean* pristupa i to VMS i VSA za analizu toka vrednosti.

Polazna osnova TBV modela zasniva se na sledećim principima:

- sagledavanje procesa pružanja usluge kao jedinstvenog B2B sistema,
- identifikacija aktivnosti koje dodaju i ne dodaju vrednost u procesu (VA/NVA/NNVA),
- eliminacija gubitaka i optimizacija toka procesa,
- unapređenje efikasnosti procesa uz očuvanje kvaliteta usluge.

Za razliku od tradicionalne primene VSM i VSA alata, koja je dominantno zastupljena u proizvodnim sistemima, TBV model uvodi prilagođeni pristup primene ovih alata u sektoru telekomunikacionih usluga. Poseban doprinos modela ogleda se u proširenju tradicionalne klasifikacije VA aktivnosti kroz dodatnu finiju podelu VA aktivnosti na:

- *Low Value-Added (LVA)*,
- *Medium Value-Added (MVA)*,
- *High Value-Added (HVA)*.

Ovakav pristup omogućava preciznije sagledavanje doprinosa pojedinačnih aktivnosti ukupnoj vrednosti procesa, što je od posebnog značaja u uslužnim sistemima gde granica između aktivnosti koje dodaju i ne dodaju vrednost nije uvek jasno definisana. Pored toga, TBV model integriše analizu toka vrednosti sa identifikacijom ključnih performansi procesa (KPI), čime se omogućava ne samo detekcija problema, već i kvantifikacija efekata sprovedenih unapređenja. Na taj način, TBV model predstavlja konceptualni okvir za sistematsku optimizaciju procesa isporuke telekomunikacionih usluga, sa ciljem skraćivanja vremena realizacije, unapređenja efikasnosti i povećanja vrednosti koju korisnik percipira.

#### 4.1.2. Konceptualni okvir TBQ modela, (*Telecommunication Business Quality*), modela za unapređenja dizajna B2B telekomunikacionih usluga primenom QFD metode

Kao što je analizirano u poglavlju 2, pored izazova optimizacije poslovnih procesa, poslovni procesi suočavaju se i sa izazovom adekvatnog povezivanja ECs usluge sa CRs. Ovaj izazov dodatno je izražen u uslovima neizvesnosti, subjektivnosti zahteva korisnika i nelinearnih odnosa između parametara sistema. Kako je prikazano u poglavlju 3.2, QFD metoda predstavlja adekvatan okvir za prevođenje CRs u ECs. Međutim, njena primena u kompleksnim sistemima, kao što su telekomunikacione usluge, suočava se sa ograničenjima koja se odnose na subjektivnost procena, ograničenu dostupnost podataka i nemogućnost adekvatnog modelovanja nelinearnih odnosa između CRs i ECs. U cilju prevazilaženja navedenih ograničenja, razvijen je TBQ model, koji adresira drugi identifikovani realni poslovni izazov kroz kombinovanu primenu QFD metode i veštačkih neuronskih mreža, kao što je analizirano u poglavljima 3.2 i 3.3.

Polazne osnove TBQ modela obuhvataju:

- sistematsko prikupljanje i rangiranje CRs,
- transformaciju CRs u ECs primenom QFD metode,
- modelovanje zavisnosti između CRs i ECs,
- adekvatno modeliranje tehničkog rešenja i uticaj na zadovoljstvo korisnika.

Ključna inovacija TBQ modela ogleda se u integraciji veštačkih neuronskih mreža kao pomoćnog analitičkog alata u okviru QFD metode. Na taj način omogućava se:

- modelovanje nelinearnih odnosa između CRs i ECs,
- prediktivna analiza uticaja različitih tehničkih rešenja za korisnika,
- validacija rezultata dobijenih primenom QFD metode.

Za razliku od tradicionalne primene QFD metode, koja se u velikoj meri oslanja na ekspertske procene, TBQ model uvodi analitičku komponentu koja omogućava kvantitativnu podršku prilikom donošenja poslovnih odluka u uslovima neizvesnosti i ograničenih podataka. Na taj način, TBQ model predstavlja konceptualni okvir za unapređenje faze dizajniranja

telekomunikacionih usluga, sa ciljem povećanja usklađenosti CRs i ECs kao i unapređenja ukupnog kvaliteta usluge.

## 4.2. Operacionalizacija modela

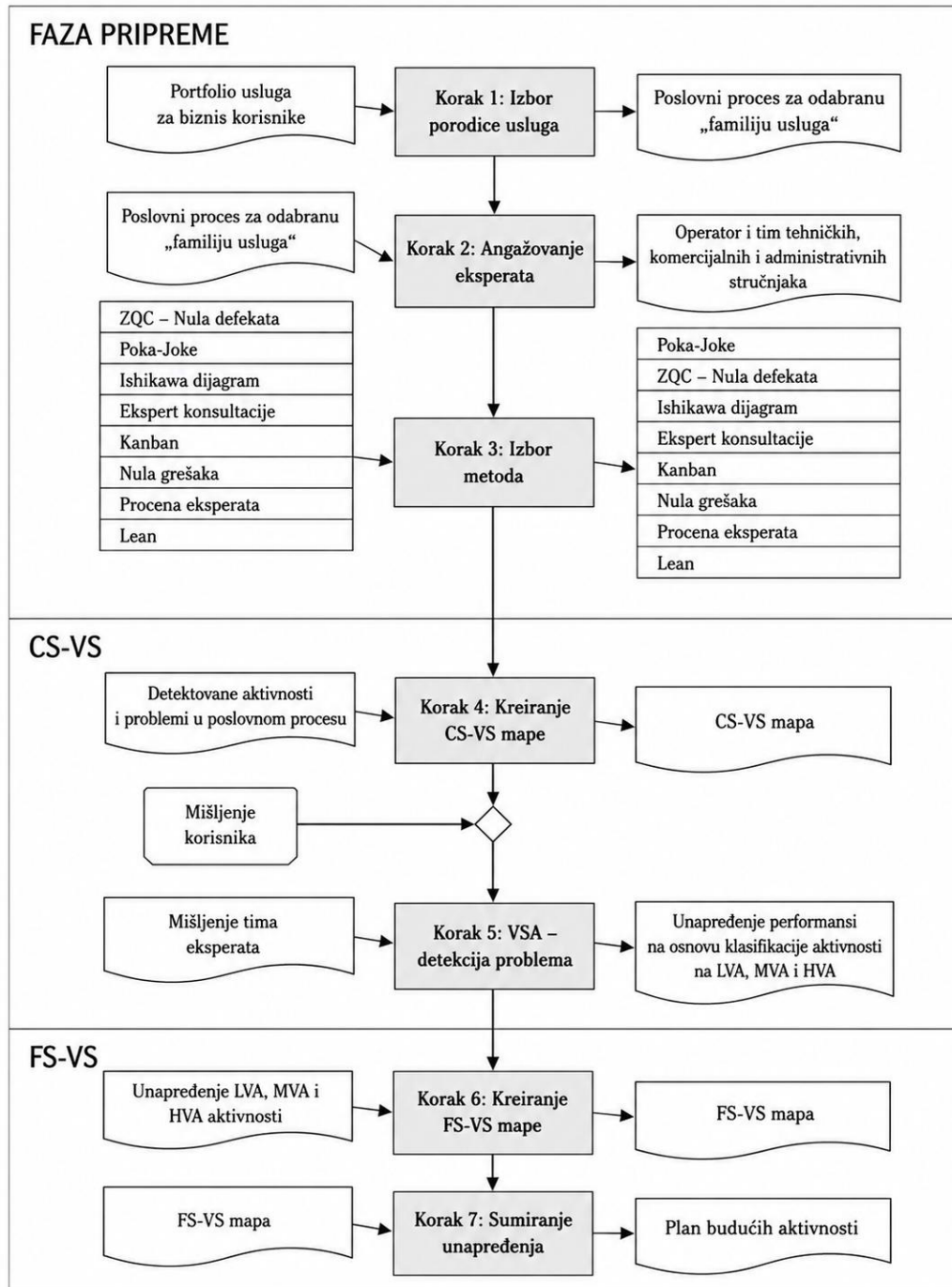
### 4.2.1. TBV Model (*Telecommunication Business Value*)

Primena TBV modela zasniva se na sistematskom pristupu za unapređenje procesa koji obuhvata više međusobno povezanih koraka, razvijenih na osnovu metodološkog okvira primene VSM i VSA pristupa. Model je koncipiran kao generički okvir koji se može primeniti na različite usluge, nezavisno od grane privrede kojoj pripadaju, pri čemu omogućava strukturiranu analizu, identifikaciju neefikasnosti i kontinuirano unapređenje procesa.

Istraživački okvir TBV modela zasnovan je na principima mapiranja poslovnih procesa i predstavlja sistematski pristup unapređenju procesa isporuke telekomunikacionih usluga. Model obuhvata tri međusobno povezane faze: fazu pripreme, analizu postojećeg stanja kroz mapu toka vrednosti, CS-VSM (*Current State Value Stream Map*) i definisanje unapređenog stanja kroz mapu budućeg toka vrednosti, FS-VSM (*Future State Value Stream Map*). U okviru svake faze definisani su jasni koraci, sa precizno određenim ulazima i izlazima, čime se omogućava njegova primena u različitim kontekstima.

Proces primene modela započinje pripremnom fazom koja obuhvata tri koraka (Slika 4.1.):

1. izbor usluge ili „familije usluga“ koja se analizira, čime se definiše okvir istraživanja.
2. formiranje ekspertskih timova koji su sastavljeni od predstavnika različitih organizacionih jedinica uključenih u proces pružanja usluge, kako bi se obezbedila sveobuhvatna analiza sagledana iz više perspektiva;
3. identifikacija ključnih problema u procesu i odabir skupa odgovarajućih alata i tehnika za njihovo rešavanje. U ovoj fazi formiraju se ekspertski timovi sastavljeni od predstavnika različitih organizacionih jedinica uključenih u proces pružanja usluge. Timovi identifikuju ključne probleme u okviru svojih aktivnosti i definišu alate koji će se koristiti za njihovo rešavanje. U cilju postizanja objektivnosti i sveobuhvatnosti analize, organizuju se zajedničke radionice između timova, čime se omogućava sagledavanje problema iz različitih uglova i efikasnije definisanje rešenja.



Slika 4.1. Struktura TBV modela (preuzeto iz Radak et al., 2025a)

Nakon pripreme faze prelazi se u sledeću fazu koja se sastoji iz dva koraka:

- mapiranje postojećeg stanja procesa (VSM) i izrada mape toka vrednosti - CS-VSM (*Current State Value Stream Map*), kojom se identifikuju sve aktivnosti u procesu, kao i tokovi vrednosti kroz organizacione jedinice. Aktivnosti se klasifikuju prema vrednosti koju stvaraju u toku, na aktivnosti koje dodaju vrednost (VA), aktivnosti koje ne dodaju vrednost (NVA) i neophodne aktivnosti koje ne dodaju vrednost ali je njihovo

izvršavanje neophodno (NNVA). U cilju detaljnije analize, izvršava se dodatna finija podela VA aktivnosti i to na aktivnosti koje dodaju malu, srednju ili veliku vrednost (LVA, MVA i HVA). Važno je naglasiti da se u ovom koraku prikupljaju informacije od korisnika o nivou vrednosti koje selektovane VA aktivnosti donose, prema njihovom mišljenju, čime se omogućava preciznije sagledavanje njihovog značaja iz perspektive korisnika. Paralelno sa mapiranjem procesa vrši se merenje trajanja aktivnosti i identifikacija zastoja, “uskih grla” i ponavljanja u procesu, čime se kvantifikuju ključni pokazatelji performansi, poput ukupnog vremena trajanja aktivnosti. U analizu se uključuje i perspektiva korisnika, čime se omogućava povezivanje performansi procesa sa očekivanjima korisnika;

5. u koraku 5 vrši se analiza mape toka vrednosti - VSA i na osnovu ekspertskih mišljenja izlistavaju se problemi uočeni u mapiranom procesu. Uočeni problemi se u daljem toku ove analize rešavaju izborom adekvatnog alata (*Lean* i *Kaizen*) za njegovo rešavanje i mere se i analiziraju postignuti efekti, u formi dužine trajanja aktivnosti pre i nakon otklanjanja uočenih problema. Poseban fokus stavlja se na eliminaciju aktivnosti koje ne doprinose vrednosti, skraćenje trajanja neophodnih aktivnosti koje ne dodaju vrednost i unapređenje efikasnosti aktivnosti koje doprinose vrednosti, posebno onih koje imaju najveći značaj za korisnika.

Finalna faza ovog modela obuhvata sledeća dva koraka (Slika 4.1.):

6. rezultat ovog koraka jeste redizajn procesa i definisanje unapređenog budućeg stanja - FS-VSM (*Future State Value Stream Map*), koje predstavlja optimizovanu verziju procesa sa unapređenim tokom vrednosti, smanjenim brojem zastoja i boljom međusektorskom koordinacijom.
7. u završnom koraku implementacije ovog modela vrši se evaluacija ostvarenih unapređenja tako što se porede KPI pre i nakon implementacije unapređenja, pri čemu se poseban značaj daje smanjenju ukupnog vremena realizacije procesa (LT).

TBV model je zasnovan na principima kontinuiranog unapređenja, tako da se nakon implementacije unapređenog procesa primenjuje PDCA ciklus, koji omogućava njegovo dalje prilagođavanje i optimizaciju u skladu sa promenama na tržištu i zahtevima korisnika. Model uključuje i mehanizme za obezbeđivanje pouzdanosti rezultata kroz primenu u različitim operativnim uslovima. To podrazumeva analizu procesa kroz duži vremenski period kako bi se obuhvatile varijacije u opterećenju, prikupljanje podataka iz više organizacionih jedinica radi

smanjenja pristrasnosti, kao i identifikaciju i analizu odstupanja u podacima kako bi se obezbedilo njihovo pravilno tumačenje.

Na ovaj način, TBV model predstavlja generički i primenljiv okvir za unapređenje procesa isporuke telekomunikacionih usluga, koji omogućava sistematsku identifikaciju problema, definisanje mera unapređenja i kontinuirano praćenje performansi procesa u cilju povećanja efikasnosti i unapređenja korisničkog iskustva.

#### 4.2.2. TBQ Model (*Telecommunication Business Quality*)

Drugi razvijeni model, predstavlja model unapređenja dizajna B2B telekomunikacionih usluga primenom QFD metode i dodatnog ANN analitičkog alata, ili skraćeno TBQ model. Za razliku od prvog modela, koji je usmeren na analizu i optimizaciju procesa isporuke usluge, ovaj model se odnosi na rane faze životnog ciklusa usluge, odnosno fazu dizajniranja i projektovanja telekomunikacionog rešenja prema zahtevima korisnika. Ova faza je važna jer se u njoj donose ključne odluke koje utiču na kasniju efikasnost i kvalitet pružanja usluge kao i količinu angažovanih resursa za isporuku iste. Polazna pretpostavka modela jeste da veliki broj problema koji se javlja prilikom prodaje i isporuke telekomunikacionih usluga proizilazi iz nedovoljnog razumevanja uticaja zahteva potencijalnih korisnika i resursa neophodnih za njihovo zadovoljenje u ranim fazama dizajniranja usluge. U praksi se često dešava da resursi tj. inženjerske karakteristike (ECs) neophodne za realizaciju usluge budu definisane pre nego što su zahtevi korisnika (CRs) u potpunosti analizirani, što dovodi do neusaglašenosti i loše procene prilikom izbora optimalnog rešenja, a time i prekomerne potrošnje resursa i/ili nižeg kvaliteta isporučene usluge. U cilju prevazilaženja ovog problema, TBQ model uvodi strukturiran pristup zasnovan na kombinaciji QFD metode i savremenih analitičkih alata - ANN.

Primena modela započinje identifikacijom CRs, koji predstavljaju osnovni ulaz u model (Slika 4.2.). CRs se prikupljaju iz različitih izvora, uključujući komunikaciju sa korisnicima, analizu tržišta i ekspertske procene, nakon čega se grupišu i definišu u obliku merljivih kriterijuma. Izlaz ove faze predstavlja definisan skup CRs koji će biti korišćen u daljoj analizi. U sledećem koraku vrši se prioritizacija identifikovanih CRs primenom analitičkih metoda i to AHP kao alat za kvantifikaciju relativnog značaja pojedinačnih CRs. Ovaj pristup omogućava transformaciju subjektivnih procena korisnika u brojčane vrednosti, čime se obezbeđuje stabilna osnova za dalju analizu. Dodatno, rezultati se mogu korigovati kroz analizu

konkurencije na tržištu (*benchmarking*), čime se obezbeđuje usklađenost prioriteta CRs sa tržišnim uslovima. Izlaz ove faze predstavlja rangirana lista CRs sa definisanim težinskim koeficijentima. Nakon toga sledi definisanje međuzavisnosti CRs u ECs usluge kroz konstrukciju HoQ matrice, koja predstavlja centralni element modela. ECs se definišu na osnovu postojećih tehničkih rešenja i iskustava eksperata, pri čemu predstavljaju merljive parametre koji direktno utiču na kvalitet usluge. U okviru HoQ matrice veza između CRs i ECs ocenjuje se kroz procenu težine njihove međuzavisnosti, čime se omogućava identifikacija ključnih ECs koji imaju najveći uticaj na CRs.

S obzirom na ograničenja tradicionalne QFD metode, koja se oslanja na ekspertske procene i linearne odnose između parametara, u okviru TBQ modela uvodi se primena veštačkih neuronskih mreža kao pomoćnog analitičkog alata. Neuronske mreže omogućavaju modelovanje složenih i nelinearnih odnosa između CRs i ECs, čime se dopunjuje QFD analiza i smanjuje subjektivnost u proceni međuzavisnosti. Na osnovu definisanih ulaznih i izlaznih parametara formira se model neuronske mreže koji omogućava kvantitativnu analizu uticaja ECs na nivo ispunjenja CRs.

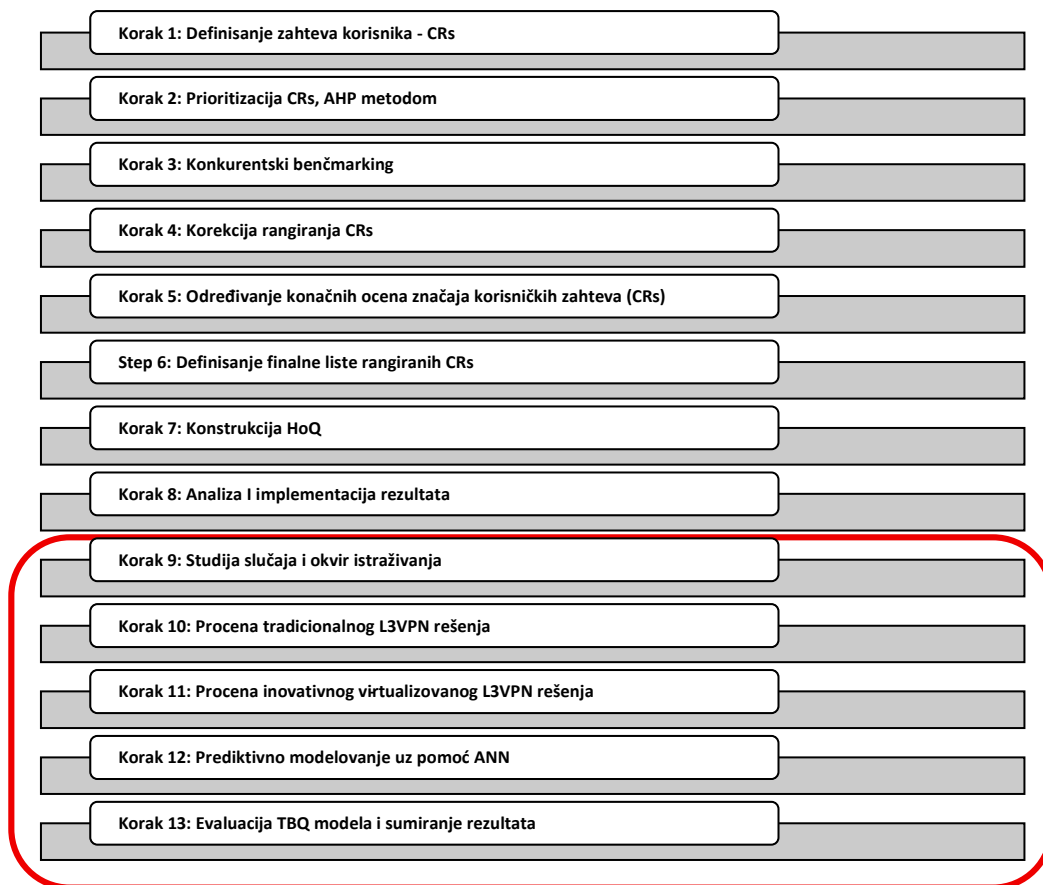
U završnoj fazi modela vrši se analiza i optimizacija ECs usluge na osnovu rezultata QFD i ANN analize, pri čemu se identifikuju ECs koji imaju najveći uticaj na CRs i definišu optimalan dizajn tehničkih rešenja. Ovaj korak omogućava donošenje odluka zasnovanih na podacima, uzimajući u obzir kako CRs, ECs tako i tehnička ograničenja sistema.

Na ovaj način TBQ model predstavlja generički i primenljiv okvir za unapređenje dizajna telekomunikacionih usluga, koji omogućava sistematsko povezivanje CRs sa ECs, smanjenje neizvesnosti u donošenju odluka i unapređenje kvaliteta usluge u skladu sa potrebama tržišta.

Da bi se analiza ojačala i rezultati QFD-a validirali, koristi se i ELM (*Extreme Learning Machine*), neuronski model sposoban da obrađuje nelinearne odnose i nepotpune podatke (Ding et al., 2015). ELM pripada klasi SLFN (*Single-Layer Feedforward Networks*), gde se težine u skrivenom sloju slučajno inicijalizuju, a učenje je značajno brže u odnosu na tradicionalne pristupe poput Back Propagation (Huang et al., 2006). Time je ELM naročito pogodan za evaluaciju inovativnih mrežnih usluga u uslovima ograničene dostupnosti podataka. U kontekstu telekomunikacionih usluga za poslovne korisnike, CRs mogu uključivati pouzdanost, brzinu realizacije, fleksibilnost, tehničku podršku i cenu, dok ECs predstavljaju tehničke resurse poput prenosne tehnologije, garantovanog QoS-a, redundantnih

linkova i skalabilnosti. Neuronske mreže, uključujući ELM, mogu identifikovati odnose između ovih promenljivih i istaći koje tehničke karakteristike imaju najveći uticaj na zadovoljstvo korisnika. Na taj način predloženi model funkcioniše kao alat za podršku odlučivanju, pomažući menadžerima da izaberu najadekvatniju telekomunikacionu uslugu za poslovne korisnike. Pored analize istorijskih podataka i trenutnih zahteva, model generalizuje rezultate i pruža preporuke, smanjujući rizik donošenja neoptimalnih odluka i povećavajući efikasnost planiranja i isporuke usluga.

Implementacija TBQ modela prati strukturiran algoritam koji ima 13 koraka. Algoritam je osmišljen tako da prevodi korisničke zahteve u merljive tehničke resurse, kako je prikazano na Slici 4.2.



Slika 4.2. Struktura TBQ modela

Korak 1: Definisiranje CRs. U ovoj fazi definišu se zahtevi korisnika, CRs.

Korak 2: Prioritizacija CRs koristi se AHP kako bi se CRs rangirali prema relativnoj važnosti. AHP omogućava sistematsko poređenje parova CRs i prevodi kvalitativne procene u kvantitativne težinske koeficijente. Ovi koeficijenti izražavaju preferencije korisnika i predstavljaju osnovu za dalju tehničku analizu i donošenje odluka.

Korak 3: Konkurentski benčmarking, uvodi komparativnu perspektivu. Ovde se procenjuje percepcija korisnika o performansama kompanije u odnosu na ključne konkurente. Benčmarking otkriva snage i slabosti u ispunjavanju svakog CR i identifikuje oblasti u kojima unapređenje može doneti konkurentsku prednost.

Korak 4: Korekcija rangiranja CRs prilagođava početnu prioritizaciju. Ukoliko konkurenti postižu bolje rezultate u oblastima koje su korisnicima veoma važne, ti CRs dobijaju veću težinu. Ova korekcija obezbeđuje da prioritizacija odražava i inernu važnost zahteva i tržišnu poziciju kompanije.

Korak 5: Određivanje finalnih ocena prioriteta CRs, integriše prilagođene prioritete u konačno rangiranje. Ove finalne ocene važnosti predstavljaju konačne težine CRs, kombinujući očekivanja korisnika i tržišnu konkurentnost, i služe kao ulazni parametri u narednim fazama TBQ modela.

Korak 6: Definisiranje i ocenjivanje ECs prevodi zahteve u tehničke aspekte. ECs predstavljaju merljive operativne i tehnološke parametre koji direktno utiču na ispunjenje CRs. Ekspertski timovi identifikuju, opisuju i procenjuju svaku EC, definišući jačinu odnosa sa CRs kroz lingvističke ili *fuzzy* skale. Ovim se premošćuje jaz između očekivanja korisnika i inženjerskih rešenja.

Korak 7: Konstruisanje HoQ matrice tj. matrice korelacije. HoQ vizuelno mapira odnose između CRs (“šta”) i ECs (“kako”), omogućavajući kvantitativnu evaluaciju međuzavisnosti. Dalje, definiše se korelacija među samim ECs, identifikujući gde unapređenje jedne inženjerske karakteristike može podržati ili biti u konfliktu sa drugom, a što predstavlja krov HoQ matrice.

Korak 8: Analiza i implementacija rezultata odnosi se na tumačenje izlaza HoQ matrice. Analizom jačine odnosa i težina, donosioci odluka identifikuju inženjerske karakteristike sa

najvećim uticajem na zadovoljstvo korisnika. Ovi uvidi usmeravaju alokaciju resursa, unapređenja dizajna i dugoročno strateško planiranje, obezbeđujući da tehnički razvoj ostane direktno povezan sa kreiranjem vrednosti za korisnika.

Model se dalje nastavlja kroz verifikaciju nad konkretnim podacima, gde se vrši poređenje i ocena u okviru TBQ modela (koraci 9 do 13 prikazani na Slici 4.2.).

Korak 9: Definisanjem studije slučaja i okvira istraživanja postavlja se osnova za procenu. Cilj je da se izvrši evaluacija oba rešenja i u kojoj meri zadovoljavaju CRs kroz QFD okvir, čime se teorijska analiza povezuje sa realnim rešenjima za pružanje usluga.

Korak 10: Procena tradicionalnog L3VPN rešenja uz pomoć TBQ modela. Povratne informacije od korisnika kao i ekspertska procena koriste se za vrednovanje CR-EC odnosa. Rezultati pokazuju da tradicionalno dizajnirana rešenja obezbeđuju operativnu stabilnost, ali imaju ograničenu fleksibilnost, veće troškove i manju skalabilnost zbog oslanjanja na fizičku infrastrukturu i ručnu alokaciju resursa.

Korak 11: Procena inovativnog virtualizovanog L3VPN rešenja uz pomoć TBQ modela. Odvajanje mrežnih funkcija od hardvera omogućava dinamičko nadgledanje i centralizovano upravljanje, čime se smanjuju troškovi, ubrzava isporuka i poboljšava kvalitet pruženih odgovora na izmenjene korisničke zahteve. Ovaj pristup pokazuje jasne prednosti u ispunjavanju CRs koji se odnose na fleksibilnost, prilagodljivost i dostupnost.

Korak 12: Prediktivno modelovanje korišćenjem ANN. ANN detektuje nelinearne veze između CRs i ECs, koristeći kombinovani skup podataka kvantitativnih metrika (npr. *downtime*, vreme implementacije itd.) i kvalitativnih podataka (npr. ocene zadovoljstva korisnika itd.). Trenirani model predviđa percipiranu efektivnost usluge i kvantifikuje doprinos svake ECs ispunjenju određenog CR, posebno u situacijama kada su podaci nepotpuni.

Korak 13: Evaluacija TBQ modela i sumiranje rezultata ANN performanse korišćenjem RMSE (*Root Mean Square Error*) kao osnovne metrike tačnosti.

ANN rezultati potvrđuju nalaze QFD-a, identifikujući najuticajnije EC-CR veze. Posebno, fleksibilnost usluge i dostupnost informacija pokazuju značajno poboljšanje u virtualizovanom rešenju zbog višeg tehnološkog nivoa usluge koja se isporučuje korisniku. Troškovna efikasnost se takođe poboljšava zahvaljujući automatizaciji i deljenju resursa, dok se

kontinuitet usluge unapređuje kroz premeđtanje resursa u *cloud* i centralizovan monitoring. TBQ model obezbeđuje sveobuhvatan, *data-driven* pristup za evaluaciju i optimizaciju performansi usluga. On efektivno povezuje korisničke prioritete sa tehničkim parametrima i usmerava organizacije ka adaptivnijim, korisnički orijentisanim i inovacijama vođenim mrežnim rešenjima.

## **5. PRAKTIČNA VALIDACIJA RAZVIJENIH MODELA - STUDIJE SLUČAJA**

U ovom poglavlju prikazuje se primena razvijenih modela u realnom telekomunikacionom okruženju, sa ciljem procene njihove praktične primenljivosti i evaluacije. Za razliku od prethodnog poglavlja, u kojem su modeli predstavljeni na konceptualnom i metodološkom nivou, u ovom delu disertacije oni se primenjuju na konkretnim poslovnim procesima i uslugama, uz korišćenje realnih organizacionih i operativnih podataka. Najpre se opisuje organizacioni i poslovni kontekst u kojem se istraživanje sprovodi, uključujući strukturu operatora, karakteristike tržišta na kojem posluje, kao i opis telekomunikacionih usluga koje su predmet analize. Posebna pažnja posvećena je servisima koji pripadaju istoj „familiji usluga“, budući da oni dele slične poslovne procese i redosled aktivnosti, što omogućava primenu razvijenih modela na reprezentativnom primeru iz realne poslovne prakse.

Jedan od dodatnih izazova u savremenom telekomunikacionom okruženju predstavlja prelazak velikog broja servisa u *cloud* okruženje, što značajno menja način na koji se projektuju, razvijaju i pružaju telekomunikacione usluge. *Cloud* modeli omogućavaju veću skalabilnost i fleksibilnost, ali istovremeno otvaraju nova pitanja vezana za sigurnost, transparentnost i interoperabilnost različitih rešenja. Poslednjih godina migracija usluga na *cloud* postala je jedan od značajnih faktora koji oblikuje odluke korisnika na telekom tržištu (Ghazouani & Slimani, 2017). Korisnici sve češće premeštaju kritične servise na *cloud* kako bi smanjili operativne troškove i povećali dostupnost. *Cloud* ponude se tipično strukturiraju kroz tri modela: *Infrastructure as a Service* (IaaS), *Platform as a Service* (PaaS) i *Software as a Service* (SaaS) (Ghazouania & Slimania, 2017). Ove usluge omogućavaju visoku skalabilnost i prilagođavanje različitim korisničkim potrebama (Duan, 2017), i isporučuju se prema zahtevu korisnika sa lokacije Data Centra operatora. Za korisnike, ovakav model eliminiše potrebu za investiranjem u sopstvenu infrastrukturu i njenim održavanjem, jer provajder obezbeđuje hardver i softver za implementaciju usluge (Duan, 2017). Međutim, paralelno sa brzinom prihvatanja ovako kreiranih rešenja i dalje postoje problemi u vezi sa sigurnošću podataka, integriteta aplikacija i transparentnosti provajdera (Ghazouani & Slimani, 2017). Istovremeno, raznovrsnost uređaja i aplikacija koje se oslanjaju na *cloud* brzo raste, često bez adekvatne standardizacije. Da bi ostali konkurentni, korisnici očekuju skalabilna, bezbedna i troškovno

efikasna rešenja koja prevazilaze karakteristike tradicionalnih predefinisanih rešenja. Provajderi zbog toga moraju brzo isporučivati prilagođene ponude, uz optimalnu upotrebu tehničkih resursa (Toy, 2015). Napredak *cloud* računarstva omogućio je širok spektar takvih usluga (Duan, 2017; Vakili & Navimipour, 2017), dok je struktura servisa postala ključni mehanizam za integraciju različitih funkcionalnosti u jedinstvena *cloud* rešenja (Vakili & Navimipour, 2017).

Ukoliko *cloud* usluge kontinuirano isporučuju visoke performanse i pouzdanost na nivou organizacije, sve više će potiskivati tradicionalna rešenja na lokaciji korisnika. Zbog toga i istraživači i industrijski stručnjaci posvećuju sve više pažnje proceni njihovih performansi i otpornosti (Duan, 2017). Danas je *cloud computing* temelj savremene organizacijske arhitekture, omogućavajući smanjenje kapitalnih ulaganja, fleksibilnost i skalabilnost, i suštinski menjajući način na koji operatori projektuju i isporučuju telekomunikaciona rešenja. Za telekomunikacione operatore to znači da unapređenje procesa više ne može biti ograničeno samo na internu optimizaciju pojedinih faza, već mora obuhvatiti i sposobnost brzog prilagođavanja novim tehničkim rešenjima i promenljivim zahtevima korisnika.

U nastavku poglavlja prikazuje se primena prvog razvijenog modela, TBV modela na unapređenje procesa isporuke B2B telekomunikacionih usluga primenom VSM i VSA. U okviru ovog poglavlja disertacije vrši se analiza postojećeg stanja procesa (CS-VSM), mapiranje toka vrednosti kroz izradu VSM mape, identifikacija i klasifikacija aktivnosti na VA/NVA/NNVA, kao i prepoznavanje gubitaka i uskih grla u procesu. Na osnovu sprovedene VSA analize definiše se predlog unapređenog procesa (FS-VSM), čime se omogućava procena potencijalnih poboljšanja u pogledu vremena isporuke usluge, efikasnosti procesa i kvaliteta pružene usluge.

Drugi deo poglavlja posvećen je primeni drugog razvijenog modela - TBQ modela na unapređenja dizajna B2B telekomunikacionih usluga primenom QFD metode i ANN pomoćnog analitičkog alata. U okviru ovog modela vrši se analiza zahteva poslovnih korisnika, njihova prioritizacija i transformacija u odgovarajuće inženjerske karakteristike usluge kroz primenu QFD metode i izradu HoQ matrice. Ovaj pristup omogućava sistematsko povezivanje CRs i ECs, kao i procenu različitih tehničkih rešenja u odnosu na njihove performanse i sposobnost zadovoljavanja potreba korisnika.

Na kraju poglavlja prikazuju se i analiziraju rezultati primene oba modela, uz diskusiju o njihovoj praktičnoj primenljivosti i doprinosu unapređenju procesa pružanja telekomunikacionih usluga poslovnim korisnicima. Na osnovu dobijenih rezultata vrši se evaluacija razvijenih modela i procena njihovog potencijala za primenu u širem kontekstu telekomunikacionog sektora.

## 5.1. Primena TBV modela na primeru SD-WAN usluge za poslovne korisnike

### 5.1.1. Kontekst primene TBV modela

Primena TBV modela u ovom istraživanju realizovana je na primeru procesa prodaje i implementacije SD-WAN usluge u poslovnom okruženju jednog nacionalnog telekomunikacionog operatora. Analiza je sprovedena u realnom poslovnom okruženju sa ciljem identifikacije gubitaka u procesu i unapređenja njegove efikasnosti kroz primenu struktuiranih metoda za analizu procesa. Savremeni zahtevi poslovnih korisnika podrazumevaju visoke performanse mreže, fleksibilnost u dizajnu usluga, kao i visok nivo pouzdanosti i dostupnosti usluge. Istovremeno, telekomunikacioni operatori često teže da isporučuju korisnicima tradicionalne usluge, što može dovesti do neusaglašenosti između zahteva korisnika i nivoa performansi predefinisanih tehničkih rešenja. Ovakav raskorak dodatno komplikuje proces prodaje i isporuke usluge, posebno kod kompleksnih usluga kao što je SD-WAN. Isporučka SD-WAN usluge zahteva saradnju različitih organizacionih jedinica operatora, stoga i visok nivo međusektorske saradnje u cilju što efikasnijeg prilagođavanja specifičnim potrebama korisnika. Za razliku od tradicionalnih usluga, njena implementacija uključuje kombinaciju fizičke infrastrukture ali i softverskih sistema što dodatno komplikuje proces prodaje i isporuke usluge. U tom kontekstu, proces prodaje i implementacije SD-WAN usluge može se posmatrati kao kompleksan sistem sa izraženim međuzavisnostima između organizacionih jedinica, što ga čini pogodnim za primenu TBV modela. Poseban izazov u ovom procesu odnosi se na koordinaciju između prodajnih, tehničkih i administrativnih timova, kao i na pravovremeno i tačno prenošenje informacija između njih.

Proces prodaje posmatran je od početka do kraja, pri čemu su sve realizovane aktivnosti identifikovane, merene i praćene. Proces prodaje obuhvata aktivnosti kao što su provera tehničkih mogućnosti, prodaja, ugovaranje i isporuka ugovorenih usluga. Sve aktivnosti su međusobno tesno povezane i koordinisane.

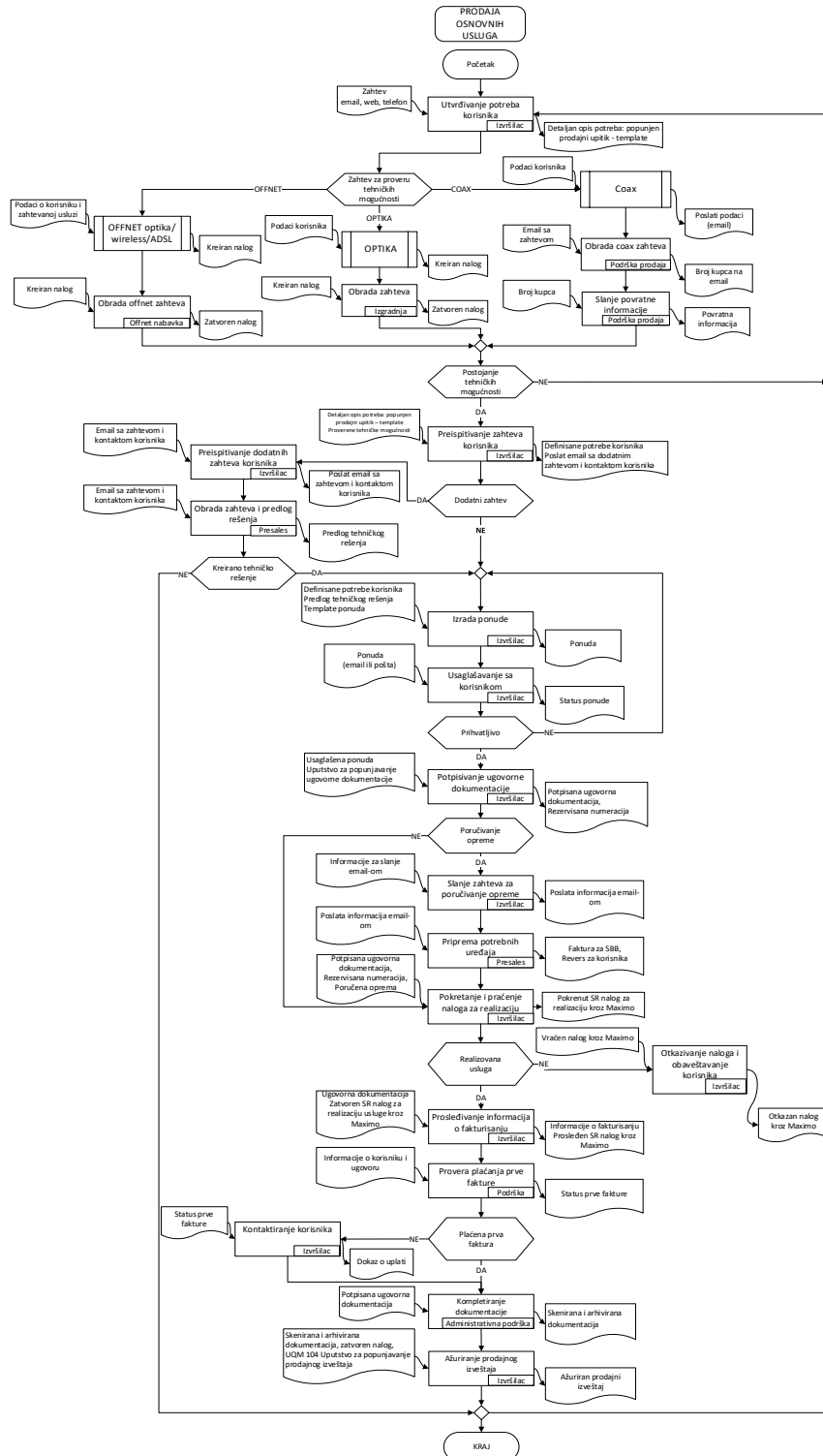
Istraživački okvir obuhvatio je i korake koji obezbeđuju pouzdanost nalaza u različitim operativnim uslovima. To podrazumeva:

- razmatranje vremenskog okvira: period od 9 meseci omogućava da analiza obuhvati sezonske varijacije u opterećenju i trajanju aktivnosti, čime se rezultati čine robusnijim u odnosu na promene tokom vremena;
- prikupljanje podataka iz različitih sektora: analizom podataka iz više sektora (prodaja, podrška prodaji, izgradnja, *presales*, administrativna podrška itd.) obezbeđuje se da rezultati nisu pristrasni prema jednom odeljenju, čime se zaključci čine opštijim i pouzdanijim;
- analiza odstupanja (outliera): identifikacija i analiza ekstremnih vrednosti omogućava razumevanje anomalija, umesto njihovog ignorisanja, čime se dodatno povećava pouzdanost rezultata.

Istraživačka rigoroznost obezbeđena je kroz sveobuhvatnu proveru robusnosti, sa fokusom na vremenski okvir, prikupljanje podataka iz različitih sektora i analizu odstupanja. Podaci su prikupljeni tokom perioda od 9 meseci kako bi se obuhvatile sezonske varijacije, fluktuacije u opterećenju, kao i eksterni faktori poput praznika, vremenskih uslova i zastoja. Ovaj produženi vremenski okvir omogućio je da analiza uzme u obzir navedene varijacije i izbegne pristrasnost rezultata vezanu za specifične periode. Podaci su prikupljeni iz više sektora, uključujući prodaju, podršku prodaji, *presales* i administraciju, kako bi se omogućila međusektorska poređenja i identifikovali kako specifični faktori po sektorima, tako i šire neefikasnosti u procesu. Odstupanja, poput neuobičajenog trajanja aktivnosti, detaljno su analizirana. Jedan takav slučaj zabeležen je kod aktivnosti A7, gde je trajanje bilo značajno produženo usled specifičnog zahteva korisnika. *Presales* tim je razvio prilagođeno rešenje, što je povećalo vreme obrade, ali je to rešenje kasnije uključeno u portfolio usluga za buduću primenu, čime je vreme za slične zahteve normalizovano. Ovo odstupanje ima posebnu vrednost jer odražava vreme potrebno za razvoj novih usluga i prilagođavanje tržišnim zahtevima. Takođe, u međusektorskoj analizi nisu uočena odstupanja, jer su početne i krajnje tačke aktivnosti jasno definisane. Korišćen je širi vremenski okvir kako bi se obezbedilo da rezultati nisu pod uticajem specifičnog perioda, pri čemu su vrednosti usrednjene radi preciznijeg prikaza ukupnih performansi.

### 5.1.2. Rezultati primene TBV modela

Prateći definisane korake za implementaciju TBV modela opisane u poglavlju 4.1. napravljen je dijagram toka za izabranu „familiju usluga“ (Slika 5.1.).

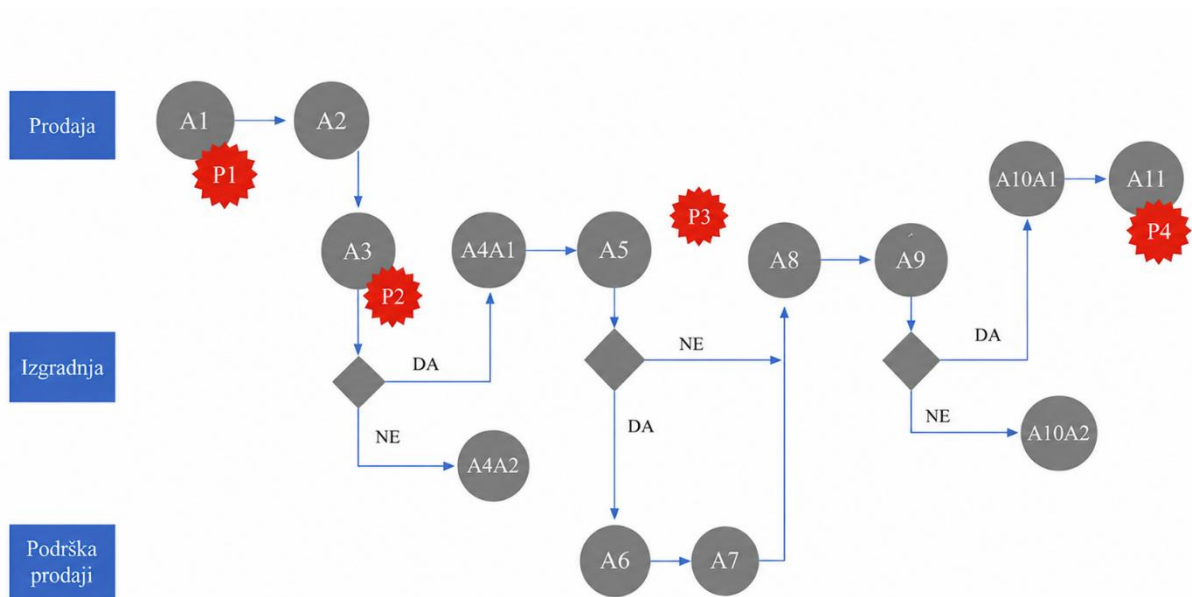


Slika 5.1. Dijagram toka procesa prodaje „familije usluga“ (preuzeto iz Radak et al., 2025a)

U sledećem koraku konstruisana je CS-VS mapa koja vizuelno prikazuje trenutni tok vrednosti kroz proces i identifikovane probleme (P1-P11) koje povezuje sa konkretnim aktivnostima i sektorima u kojima se aktivnost (samim tim i problem) odvija. S obzirom da je tok procesa dugačak i obuhvata dvadeset aktivnosti koje se odvijaju u različitim sektorima kompanije, vizuelno prikazivanje ovog toka u velikoj meri olakšava njegovu analizu i uočavanje potencijalnih kritičnih tačaka u kojima može nastati gubitak.

S druge strane uočeni problem u određenoj aktivnosti odmah se može povezati sa sektorom u kojem nastaje kao i sektorom iz kojeg se informacije za obavljanje konkretne aktivnosti preuzimaju. Na taj način moguće je odmah precizno adresirati timove koji treba da se bave rešavanjem uočenog problema.

Pošto je mapa prevelika, u disertaciji je prikazan samo deo lanca toka vrednosti (Slika 5.2.), zajedno sa uočenim problemima i pripadajućim sektorima koji izvršavaju pojedinačne aktivnosti.



Slika 5.2. CS-VS mapa (preuzeto iz Radak et al., 2025a)

Dodatno, sve mapirane aktivnosti (A1-A20) sa njihovim opisom i klasifikacijom prema vrednosti koju nose (VA/NVA/NNVA), kao i uočenim problemima prikazane u Tabeli 5.1.

Tabela 5.1. Lista aktivnosti poslovnog procesa pružanja SD-WAN usluge (Preuzeto iz Radak et al., 2025a)

Oznaka aktivnosti	Opis aktivnosti	Vrsta aktivnosti (VA/NVA/NNVA)	Oznaka problema
A1	Utvrđivanje potreba korisnika	VA	P1
A2	Provera tehničkih mogućnosti	VA	
A3	Obrada zahteva	NNVA	P2
A4A1	Povratna informacija - postoje tehničke mogućnosti	NNVA	
A4A2	Povratna informacija - ne postoje tehničkih mogućnosti	NNVA	
A5	Pregled zahteva korisnika	NVA	P3
A6	Pregled dodatnih zahteva korisnika	VA	
A7	Obrada zahteva i predlog rešenja	NNVA	
A8	Priprema ponude	NNVA	
A9	Usaglašavanje sa korisnikom	VA	
A10A1	Prihvatanje ponude	NNVA	
A10A2	Ponuda nije prihvaćena. Kraj.	NNVA	
A11	Potpisivanje ugovorne dokumentacije	NNVA	P4
A12	Slanje zahteva za poručivanje opreme	NNVA	
A13	Priprema neophodne opreme	VA	P5
A14	Pokretanje i praćenje naloga za realizaciju	NNVA	P6
A15A1	Povratna informacija, usluga isporučena	VA	
A15A2	Otkazana realizacija	VA	
A16	Prosleđivanje informacija za fakturisanje	NNVA	P7
A17	Provera uplate prve fakture	NVA	P8
A18	Kontaktiranje korisnika	NVA	P9
A19	Završetak dokumentacije	NNVA	P10
A20	Ažuriranje prodajnog izveštaja	NNVA	P11

Identifikovani problemi u analiziranom poslovnom procesu obeleženi su slovima (P1-P11) i povezani sa aktivnostima u kojima su ti problemi uočeni.

Tabela 5.2. Trajanje aktivnosti: trenutno stanje i uočeni problemi (Preuzeto iz Radak et al., 2025a)

Oznaka aktivnosti	Klasifikacija aktivnosti						Oznaka problema	
	VA		NNVA		NVA			
	Min (h)	Max (h)	Min (h)	Max (h)	Min (h)	Max (h)		
A1	0,5	3,0					P1	
A2	0,2	0,3						
A3			8	16			P2	
A4A1	0,1	0,1						
A4A2			0,1	0,1				
A5					0,5	2,5	P3	
A6	0,2	0,3						
A7			4	16				
A8			0,1	0,2				
A9	0,5	4						
A10			0,1	0,1				
A11			0,2	0,5			P4	
A12			0,1	0,2				
A13			16	32			P5	
A14			0,2	0,5			P6	
A15	0,1	0,2						
A16			0,1	0,2			P7	
A17					0,2	0,3	P8	
A18					0,2	0,3	P9	
A19			0,5	0,1			P10	
A20			0,2	0,3			P11	
Ukupno	1,6	7,9	37,9	76,6	0,9	3,1		
Ukupno vreme ciklusa (h):	40,4	87,6	h					

Radi detaljnije analize, izvršena je finija podela VA aktivnosti na LVA, MVA i HVA (Tabela 5.3.). Dalje, merena su vremena trajanja svih pojedinačnih aktivnosti tokom njihovog izvršavanja u cilju njihove optimizacije spram vrednosti koju nose. Ova kategorizacija omogućava detaljniju evaluaciju vrednosti pojedinačnih aktivnosti, kao i identifikaciju potencijalnih unapređenja unutar tih aktivnosti. Na taj način pruža se granularniji uvid u

efikasnost procesa pružanja usluga i mogućnosti za njihovo unapređenje. Ovakav pristup pruža praktične uvide za donosiocima odluka u telekomunikacionoj industriji.

Tabela 5.3. Finija podela VA aktivnosti na LVA, MVA, HVA (Preuzeto iz Radak et al., 2025a)

Oznaka aktivnosti	Klasifikacija aktivnosti										Oznaka problema
	LVA		MVA		HVA		NNVA		NVA		
	Min (h)	Max (h)	Min (h)	Max (h)	Min (h)	Max (h)	Min (h)	Max (h)	Min (h)	Max (h)	
A1					0,5	3,0					P1
A2					0,2	0,3					
A3							16,0	24,0			P2
A4A1					0,1	0,1					
A4A2							0,1	0,1			
A5									0,5	2,5	P3
A6	0,2	0,3									
A7							4	16			
A8							0,1	0,2			
A9	0,5	4,0									
A10							0,1	0,1			
A11							0,2	0,5			P4
A12							0,1	0,2			
A13							16	32			P5
A14							0,2	1,0			P6
A15			0,1	0,2							
A16							0,1	0,2			P7
A17									0,2	0,3	P8
A18									0,2	0,3	P9
A19							0,5	1,0			P10
A20							0,2	0,3			P11
Total	0,7	4,3	0,1	0,2	0,8	3,4	37,9	76,6	0,9	3,1	
Ukupno vreme ciklusa (h):	40,4	87,6	h								

VA aktivnosti su dodatno klasifikovane na osnovu mišljenja interne ekspertske grupe operatora. Primenjena je metoda višekriterijumskog odlučivanja (MADM) Max-Min, sa tri alternative i tri kriterijuma. Kriterijumi su brzina, kvalitet i fleksibilnost aktivnosti, dok su alternative LVA, MVA i HVA.

Ključni ciljevi analize su sledeći:

- eliminacija NVA aktivnosti koje ne donose vrednost korisniku i nisu neophodne za izvršenje, odnosno smanjenje njihovog trajanja;
- skraćanje trajanja NNVA aktivnosti koje ne donose vrednost korisniku, ali su obavezne za realizaciju (na primer, priprema ugovora, unos narudžbina kroz poslovne aplikacije itd.);
- unapređenje performansi VA aktivnosti koje donose vrednost korisniku, uz istovremeno skraćanje vremena njihovog izvršenja.

Tabela 5.4. Lista identifikovanih problema i metoda za rešavanje (Radak et al., 2025a)

Oznaka problema	Opis problema	Metod	Rešenje
P1	Razumevanje kompletnog zahteva korisnika	ZQC	Greške se eliminišu na izvoru kako bi se sprečilo prosleđivanje nepotpunih informacija sledećem korisniku u procesu
P2	Obrada zahteva za proveru tehničke izvodljivosti rešenja	<i>Poka-Yoke</i>	Smanjenje mogućnosti prenosa greške u sledeću fazu ili do krajnjeg korisnika
P3	Potreba za pregledom zahteva i dodatnom komunikacijom	Išikava dijagram	Obavezna upotreba šablona upitnika u prodajnom procesu
P4	Priprema i potpis ugovorne dokumentacije	Ekspertska konsultacija	Procedure i uputstva smešteni u deljeni folder dostupan svim zaposlenima
P5	Nedostatak informacija o opremi i dugi rokovi isporuke	<i>Kanban</i> sistem	Izbegavanje uskih grla u procesu
P6	Pokretanje i praćenje naloga za realizaciju servisa	Ekspertska konsultacija	Napisano i testirano uputstvo za kreiranje naloga
P7	Prosleđivanje informacija za fakturisanje	<i>Zero error tolerance</i>	Slanje informacija o fakturi zajedno sa ugovorom odmah nakon finalizacije i realizacije usluge
P8 i P9	Provera prve uplate i kontaktiranje korisnika	Ekspertska elicitacija	Doneta odluka da se aktivnost ukloni iz procesa
P10	Administracija nema kompletne podatke za slanje ugovora	Ekspertska konsultacija	Email potvrda o prijemu dokumentacije i dostavljanje podataka za slanje
P11	Preklapanje podataka	<i>Lean</i>	Definisana jasan vremenski okvir za unos podataka

Sa ciljem pojednostavljivanja procesa prodaje, ugovaranja, implementacije i fakturisanja SD-WAN usluge, ekspertski tim je identifikovao ključne probleme u samom toku vrednosti u okviru procesa. Timovi su sastavljeni od stručnjaka iz oblasti u kojima se aktivnosti realizuju, kao i od zaposlenih na koje te aktivnosti neposredno izvršavaju, kako bi se usaglasili koraci procesa, ulazni i izlazni podaci dokumentacija i tok vrednosti. Pregled i opis identifikovanih problema, primenjenih metoda i predloženih rešenja prikazan je u Tabeli 5.4. Problemi su

rangirani prema učestalosti pojavljivanja tokom perioda posmatranja i analize procesa. Uočava se da ima najviše problema povezanih sa komunikacijom ka korisniku kao i unutar kompanije između različitih sektora.

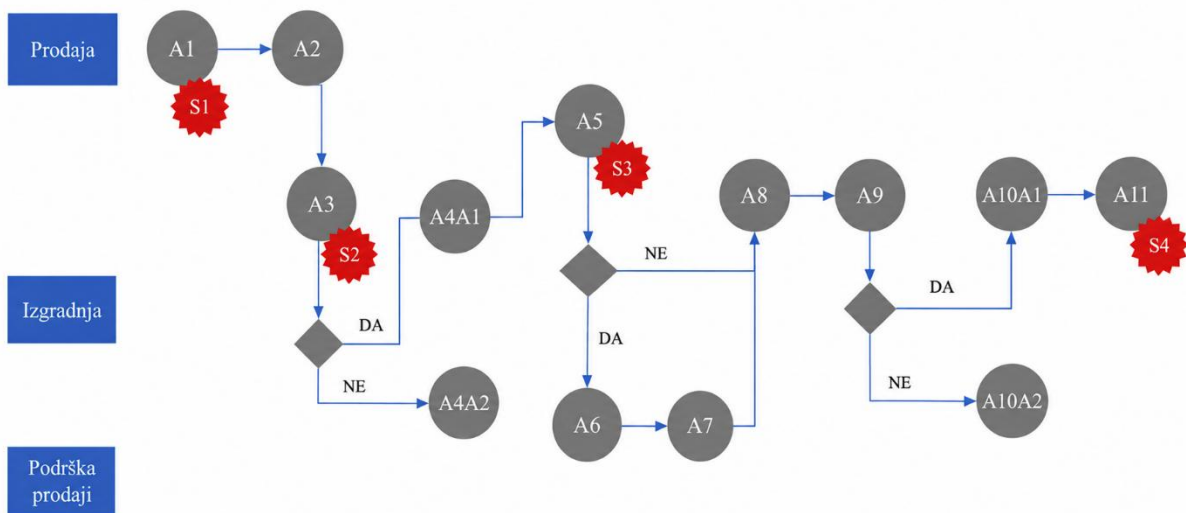
U cilju rešavanja identifikovanih problema primenjeni su različiti *Lean* alati, Işikava, *Poka-Yoke* mehanizme za prevenciju grešaka, *Kanban* pristup za upravljanje resursima i ekspertske konsultacije za unapređenje procedura. Implementacijom predloženih rešenja za identifikovane probleme definisano je unapređeno stanje procesa (FS-VSM), u kojem su NVA aktivnosti gotovo u potpunosti eliminisane ili značajno smanjene (Tabela 5.4.). Dodatno, u velikoj meri je skraćeno vreme koje se trošilo za dodatne provere i ponovne komunikacije sa korisnikom, na način što su uvedeni standardizovani obrasci za prikupljanje zahteva korisnika. Merenje vremena trajanja svih pojedinačnih aktivnosti pokazalo je da ukupno vreme realizacije kompletnog procesa, LT (*lead time*), varira između 40,4 h i 87,6 h, pri čemu najveći deo ukupnog trajanja odlazi na izvršavanje NNVA aktivnosti, koje predstavljaju administrativne i koordinacione aktivnosti neophodne za realizaciju usluge, ali bez direktnog doprinosa vrednosti za korisnika. Istovremeno, udeo VA aktivnosti bio je relativno nizak, što ukazuje na značajan prostor za unapređenje procesa kroz skraćenje vremena trajanja NNVA aktivnosti i eliminaciju NVA aktivnosti.

### 5.1.3. Evaluacija TBV modela i testiranje hipoteza

Evaluacija modela i testiranje hipoteza sprovedeno je kroz sistematsko posmatranje procesa isporuke SD-WAN usluge. Evaluacija je fokusirana na identifikaciju neefikasnosti u procesu, primenu *Lean* metoda (VSM, *Kaizen*, *Kanban*, *Poka-Yoke*, ZQC) i merenje efekata unapređenja nakon implementacije predloženih rešenja. U cilju evaluacije efikasnosti primene TBV modela u unapređenju procesa pružanja telekomunikacionih usluga, sprovedeno je praktično istraživanje zasnovano na poređenju performansi procesa pre implementacije (Tabela 5.2.) i nakon implementacije modela (Tabela 5.5.). Evaluacija je usmerena na kvantifikaciju uticaja predloženih unapređenja na ključne pokazatelje performansi procesa, kao i na testiranje postavljenih istraživačkih hipoteza. Kao rezultat primene TBV modela, maksimalno vreme realizacije procesa (LT) smanjeno je sa 87,6 h na 73,1 h, što predstavlja unapređenje od približno 17% (LTI). Istovremeno, NVA aktivnosti skraćene su za oko 94%, dok je efikasnost izvršavanja VA povećana za približno 19%. Pored toga, ukupna efikasnost procesa PCE, (*Process Cycle Efficiency*) povećana je za oko 9%, što ukazuje na značajno unapređenje strukture i efikasnosti procesa. Dobijeni rezultati ukazuju da primena TBV modela

omogućava preciznu identifikaciju neefikasnosti i definisanje konkretnih mera za unapređenje, što dovodi do smanjenja ukupnog vremena realizacije procesa, bolje iskorisćenosti resursa i unapređenja efikasnosti celokupnog procesa čime je potvrđena hipoteza 1. Pored kvantitativnih poboljšanja, zabeleženo je i unapređenje međusektorske komunikacije i smanjenje potrebe za ponavljanjem ili korigovanjem aktivnosti, što dodatno doprinosi stabilnosti i održivosti procesa.

Nakon primene predloženih rešenja, zabeleženo je značajno smanjenje *lead time*-a. Mapa budućeg stanja procesa delimično je prikazana na Slici 5.3.



Slika 5.3. Mapa budućeg stanja (Preuzeto iz Radak et al., 2025a)

U Tabeli 5.5. prikazane su aktivnosti koje su zadržane u procesu, zajedno sa njihovim trajanjem. NVA aktivnosti su uklonjene iz procesa, osim aktivnosti pregleda zahteva korisnika, čije je optimalno trajanje 0 i koja se više ne izvršava redovno, već samo u posebnim situacijama. U tim slučajevima trajanje aktivnosti je skraćeno sa 2,5 h na 0,2 h, a sama aktivnost je preklasifikovana u NNVA grupu. Pregled zahteva sada se sprovodi samo kada nedostaju informacije potrebne za pripremu ponude ili ugovorne dokumentacije. Uvođenjem standardizovanog upitnika koje je prodaja u obavezi da popuni tokom komunikacije sa korisnikom, mogućnost greške je svedena na minimum (*Lean* alat - nulta tolerancija na greške). Maksimalno vreme trajanja procesa LT smanjeno je sa 87,6 h na 73,1 h. Nakon sprovedenih unapređenja, udeo NVA aktivnosti sveden je gotovo na nulu, dok VA aktivnosti učestvuju sa

oko 9% u ukupnom trajanju procesa, a NNVA aktivnosti sa oko 91%. Trajanje HVA aktivnosti smanjeno je sa 3,4 h na 1,6 h.

Tabela 5.5. Trajanje aktivnosti: buduće stanje (Radak et al., 2025a)

Oznaka aktivnosti	Klasifikacija trajanja aktivnosti						Oznaka problema	
	VA		NNVA		NVA			
	Min (h)	Max (h)	Min (h)	Max (h)	Min (h)	Max (h)		
A1	0,5	1,5					P1	
A2	0,2	0,3						
A3			8	16			P2	
A4A1	0,1	0,1						
A4A2			0,1	0,1				
A5					0	0,2	P3	
A6	0,2	0,3						
A7			4	16				
A8			0,1	0,2				
A9	0,5	4						
A10			0,1	0,1				
A11			0,2	0,5			P4	
A12			0,1	0,2				
A13			16	32			P5	
A14			0,2	0,5			P6	
A15	0,1	0,2						
A16			0,1	0,2			P7	
A17			0,2	0,5			P10	
A18			0,1	0,2			P11	
Total	1,6	6,4	29,2	66,5	0	0,2		
Ukupno vreme ciklusa (h):	30,8	73,1	H					

U sklopu praktične evaluacije postavljene su sledeće hipoteze u okviru polazne hipoteze 1 istraživanja:

Hipoteza 1a: Primena TBV modela smanjuje LT procesa i poboljšava efikasnost procesa u isporuci SD-WAN usluge.

Evaluacija: Vreme trajanja procesa smanjeno je sa 87,6 na 73,1 sat, što predstavlja poboljšanje od 17% (LTI - *Lead time improvement*).

Rezultat: Hipoteza 1a je potvrđena. Primena TBV modela značajno je uticala na skraćanje trajanja pojedinačnih aktivnosti a time i na kompletan proces isporuke usluge. Tim skraćanjem je omogućena realizacija šest usluga tj. opsluživanje šest različitih korisnika u istom vremenskom periodu u kojem se ranije moglo biti realizovano samo pet.

Hipoteza 1b: Uvođenje standardizovanih obrazaca i mehanizama za prevenciju grešaka skraćuje trajanje NVA aktivnosti na minimum.

Evaluacija: Implementacijom obaveznog upitnika i primenom *Lean* principa „zero error tolerance“, aktivnost preispitivanje zahteva korisnika skraćena sa 2,5 sati na 0,2 sati i premeštena u grupu NNVA. NVA aktivnosti su gotovo potpuno eliminisane, sa poboljšanjem od 94% što je predstavljeno parametrom NVAI (*NVA Improvement*).

Rezultat: Hipoteza 1b je potvrđena, jer alati za prevenciju grešaka i standardizovana dokumentacija obezbeđuju minimalnu potrebu za ponovnim izvršavanjem aktivnosti i sprečavaju gubitak informacija.

Hipoteza 1c: Unapređenje međusektorske komunikacije povećava efikasnost VA aktivnosti.

Evaluacija: Aktivnosti sa najvećim značajem za korisnika (inicijalni kontakt sa predstavnikom prodaje i pravovremeni odgovori na zahteve) pokazale su značajne dobitke u efikasnosti nakon primene stručnih konsultacija i definisanih procedura. VA aktivnosti poboljšane su za 19% (*VAI - VA Improvement*), dok su HVA aktivnosti skraćene sa 3,4 sata na 1,6 sati. Pored toga, smanjeno je nerazumevanje između različitih odeljenja (prodaja-finansije, prodaja-tehnički tim).

Rezultat: Hipoteza 1c je potvrđena. Mehanizmi za unapređenje komunikacije povećali su efikasnost VA aktivnosti i proaktivno angažovanje zaposlenih.

Hipoteza 1d: Primena TBV modela povećava zadovoljstvo korisnika obezbeđujući bržu realizaciju usluge i smanjenje grešaka.

Evaluacija: Iako direktni pokazatelji zadovoljstva korisnika nisu uključeni u ovu studiju, indirektni pokazatelji (manje ponovnih intervencija, brža implementacija usluge, eliminacija dupliranih aktivnosti) snažno sugerišu poboljšano korisničko iskustvo. Zabeleženo je povećanje efikasnosti procesa za 9% (PCE), što dodatno potvrđuje ovaj zaključak.

Rezultat: Hipoteza 1d je delimično potvrđena. Dok indirektni dokazi ukazuju na poboljšano zadovoljstvo korisnika, buduće studije treba da uključe direktne ankete korisnika za pouzdaniju validaciju hipoteze.

Tabela 5.6. Evaluacija hipoteza i rezultati (Radak et al., 2025a)

Hipoteza	Evaluacija	Rezultat
H1a: Primena TBV modela skraćuje LT	LT smanjen sa 87,6 na 73,1 sat (17% poboljšanje, LTI)	Potvrđeno. Omogućena realizacija 6 usluga u vremenu za koje je ranije realizovano 5
H1b: Standardizacija i mehanizmi prevencije grešaka smanjuju NVA aktivnosti	Revizija korisničkog zahteva smanjena sa 2,5 na 0,2 h; NVA aktivnosti gotovo potpuno eliminisane (NVAI 94%)	Potvrđeno. Minimalna potreba za ponavljanjem aktivnosti i sprečen gubitak informacija
H1c: Unapređenje međusektorske komunikacije povećava efikasnost VA aktivnosti	VA aktivnosti poboljšane za 19% (VAI); HVA aktivnosti skraćene sa 3,4 na 1,6 h; barijere u komunikaciji smanjene	Potvrđeno. Efikasnost VA aktivnosti i angažovanje zaposlenih povećani
H1d: Primena TBV modela povećava zadovoljstvo korisnika	Indirektni pokazatelji sugerišu poboljšano korisničko iskustvo; PCE povećan za 9%	Delimično potvrđeno. Direktna evaluacija zadovoljstva korisnika preporučena u budućim studijama

Analiza pokazuje da primena *Lean* i VSM metoda u procesu isporuke SD-WAN usluge dovodi do merljivih i značajnih poboljšanja u efikasnosti i kvalitetu procesa. Smanjenje vremena trajanja procesa za 17% (H1a) omogućilo je bolju raspodelu resursa i veću produktivnost. Eliminacija NVA aktivnosti od 94% (H1b) potvrđuje da standardizovani obrasci i principi „zero error tolerance“ značajno smanjuju greške i ponovni rad. Poboljšanje VA aktivnosti za 19% i smanjenje trajanja HVA aktivnosti (H1c) pokazuje da unapređena komunikacija između odeljenja povećava efikasnost ključnih procesa i angažovanje zaposlenih. Delimično potvrđena H1d naglašava da strukturalno primenjeni *Lean* principi i VSM metoda pozitivno utiču na korisničko iskustvo, iako je neophodno uključiti direktna merenja zadovoljstva korisnika u budućim studijama. Ukupno, praktična evaluacija potvrđuje da strukturirana analiza procesa i *Lean* alati mogu značajno optimizovati isporuku složenih usluga u telekomunikacionom sektoru, uz potencijal za primenu u drugim sektorima sa složenim poslovnim procesima.

Tabela 5.7. Rezultati unapređenja procesa (Radak et al., 2025a)

Skraćeni naziv	Značenje skraćenice	Unapređenje trajanja procesa (%)
PCE	Efikasnost ciklusa procesa	9%
LTI	Unapređenje trajanja ciklusa	17%
VAI	Unapređenje VA	19%
NVAI	Unapređenje NVA	94%
NNVAI	Unapređenje NNVA	13%

Tabela 5.7 prikazuje vrednosti unapređenja ostvarene nakon primene TBV modela. Ukupno vreme izvršenja procesa smanjeno je za 17% (LTI). U praktičnom smislu, to znači da je sada moguće realizovati šest korisnika u istom vremenskom intervalu u kojem je ranije bilo moguće realizovati pet usluga. Dobijeni rezultati potvrđuju da TBV model predstavlja efikasan metodološki okvir za unapređenje kompleksnih poslovnih procesa u telekomunikacionom sektoru, sa potencijalom za širu primenu u sličnim sistemima.

#### 5.1.4. Praktične implikacije primene TBV modela

Rezultati primene TBV modela ukazuju na njegov značajan potencijal za unapređenje procesa u realnom poslovnom okruženju. Dobijeni rezultati imaju direktne praktične implikacije za telekomunikacione operatore, posebno u kontekstu upravljanja kompleksnim procesima koji uključuju veliki broj organizacionih jedinica. Jedna od ključnih implikacija odnosi se na mogućnost sistematske identifikacije i eliminacije neefikasnosti u procesu. Primena TBV modela omogućava jasno sagledavanje strukture procesa, identifikaciju NVA aktivnosti, kao i definisanje konkretnih mera za njihovo skraćivanje ili eliminaciju. Na ovaj način, organizacije mogu značajno smanjiti vreme realizacije procesa i optimizovati korišćenje resursa. Dodatno, model doprinosi unapređenju međusektorske saradnje i komunikacije, što je od posebnog značaja u telekomunikacionim sistemima gde realizacija usluge zahteva koordinaciju između različitih funkcionalnih celina. Standardizacija procesa i uvođenje jasnih procedura omogućavaju smanjenje grešaka, smanjenje potrebe za ponovnim radom i povećanje transparentnosti procesa. Praktična primena TBV modela omogućava i bolje upravljanje performansama procesa kroz definisanje i praćenje KPI, čime se obezbeđuje kontinuirano unapređenje i prilagođavanje procesa u skladu sa promenama u okruženju i zahtevima korisnika. Integracija PDCA ciklusa dodatno omogućava sistematsko praćenje efekata implementiranih unapređenja i njihovu dalju optimizaciju. Poseban značaj modela ogleda se u njegovoj generičkoj prirodi, koja omogućava njegovu primenu na različite tipove

telekomunikacionih usluga, nezavisno od njihove tehnološke implementacije. Na taj način, TBV model može poslužiti kao univerzalni alat za unapređenje operativnih procesa u svim organizacijama.

Značaj primene TBV modela u ovoj studiji ogleda se u smanjenju *Lead Time*-a prodajnog procesa SD-WAN usluge za 17% već tokom jednog ciklusa implementacije. Ipak, puni efekti ovog modela zahtevaju njegovu kontinuiranu primenu kroz PDCA ciklus. Iako TBV model može delovati kao jednostavan pristup, problemi se mogu javiti ukoliko se primenjuje bez odgovarajućeg znanja i iskustva; rezultati tada mogu biti ograničeni ili nereplikabilni. Implementaciju je neophodno voditi kroz stručan projektni menadžment ili ekspertski tim koji je sposoban da odabere adekvatne alate i upravlja komunikacijom između različitih sektora. U okviru studije uočava se da je prodajnom timu bilo izazovno razumevanje finansijskih aspekata, što je otežalo komunikaciju između tehničkog i prodajnog sektora, jer se nisu dobro razumeli. Ovo dodatno naglašava značaj menadžerske uloge u obezbeđivanju zajedničkog razumevanja tokom implementacije TBV modela. Svaki ciklus primene TBV ne doprinosi samo unapređenju konkretnih aktivnosti pojedinog sektora (poput prodaje), već i razvoju menadžerskih kompetencija za primenu *Lean* pristupa u drugim poslovnim procesima.

Izazov tokom istraživanja predstavljalo je i prikupljanje uvida od korisnika, posebno u kontekstu kompromisa između „širine i dubine“ u prikupljanju mišljenja o VA i NVA aktivnostima. Preopterećenje korisnika može dovesti do smanjenog interesovanja za učešće u narednim ciklusima, zbog čega je u ovom radu primenjen jednostavan metod rangiranja. U budućim istraživanjima potrebno je razmotriti naprednije, ali i dalje korisnički prihvatljive metode.

U ovoj disertaciji, veličina operatora, njegova tržišna pozicija i struktura korisničke baze mogli su uticati na rezultate primene TBV modela, što može ograničiti njihovu direktnu primenljivost na druge slučajeve ili poslovne procese. Ipak, osnovni principi TBV modela ostaju široko primenljivi. Telekom operatori, IT provajderi i organizacije iz srodnih industrija koje imaju složene modele isporuke usluga, potrebu za prilagođavanjem i izazove međusektorske saradnje mogu postići slična unapređenja prilagođavanjem modela sopstvenom okruženju. Rezultati studije ukazuju i na nalaze koji prevazilaze uobičajene pretpostavke: strukturirane metode analize ne samo da povećavaju proaktivno angažovanje zaposlenih, već doprinose i prevazilaženju prepreka u međusobnom razumevanju. Iako postoji veliki broj alata za analizu procesa, menadžeri često nemaju praktične smernice za njihovu primenu dok otpor zaposlenih

može predstavljati značajnu prepreku. Međutim, strukturiran pristup doprinosi jačanju saradnje i povećanju prihvatanja promena. U kontekstu SD-WAN prodajnih procesa, primena TBV modela unapredila je efikasnost procesa, ali je istovremeno ukazala na izazove u komunikaciji između timova i prikupljanju povratnih informacija od korisnika. To potvrđuje da uspešna primena TBV modela zavisi od kvalitetnog projektnog menadžmenta i efikasne međusektorske komunikacije. Rano uključivanje zainteresovanih strana i primena alata poput RACI<sup>4</sup> matrice i *Kaizen* radionica mogu dodatno povećati adaptabilnost i uspešnost primene metodologije.

Sa šireg stanovišta, ovaj pristup može dopuniti druge inicijative unapređenja poslovanja, poput upravljanja rizicima. Primena TBV modela za kontrolu efikasnosti procesa posebno je značajna u kriznim situacijama, kada je brz i neprekinut tok informacija ključan (Willumsen et al., 2019, Marques et al., 2021). Takođe, VSM može pomoći telekom kompanijama u usklađivanju sa regulatornim zahtevima i standardima, poput ISO 9001 i ISO 27001. Studija sprovedena na uzorku od 107 kompanija pokazala je da sve koriste VSM, dok je 22% njih izmenilo mapu procesa u okviru ISO 9001 nakon redizajna zasnovanog na VSM metodologiji (Chiarini, 2011).

Doprinos disertacije može se posmatrati iz teorijske dok ukazuje i na praktične implikacije predloženih modela. Istraživanje pored proširivanja primene VSM i VSA metoda na uslužni sektor, posebno u oblasti telekomunikacija, uvodi LVA/MVA/HVA klasifikaciju aktivnosti i identifikuje izazove međusektorske saradnje uz predloge za njihovo prevazilaženje. S praktične strane, studija potvrđuje primenljivost modela u realnom poslovnom okruženju i pruža smernice za unapređenje procesa u uslužnim industrijama. Budući da troškovi nisu bili predmet analize, nije bilo moguće precizno kvantifikovati ostvareni profit, dok jasno ukazuje na povećanje zadovoljstva korisnika kroz prilagođavanje usluge i podizanja nivoa kvaliteta, skraćanje vremena isporuke i poboljšanje interne komunikacije. Dalja istraživanja biće usmerena na primenu TBV modela na druge procese i „familije usluga“, kako bi se unapredio rad sektora i kompanije u celini. Ograničenje ove disertacije ogleda se u činjenici da obuhvata samo jednu „familiju usluga“. Za postizanje maksimalnih efekata potrebno je primeniti odgovarajuće metode na sve procese u kompaniji i meriti unapređenje ukupne efikasnosti.

---

<sup>4</sup> Predstavlja matricu odgovornosti (*Responsibility Assignment Matrix*) koja se koristi za definisanje uloga i odgovornosti u procesu ili projektu:

## 5.2. TBQ Model - Model za unapređenje dizajna B2B telekomunikacionih usluga primenom QFD metode i ANN alata

### 5.2.1. Kontekst primene TBQ modela

Druga studija slučaja prikazana u ovoj disertaciji fokusira se na obezbeđivanje L3VPN konektivnosti za veliku maloprodajnu kompaniju, kako je opisano u istraživanju Radak & Marković (2019). Kompanija posluje sa mrežom od 50 poslovnica, povezanih u topologiji zvezde kod koje su sve stanice direktnom vezom povezane sa centralnim sedištem kompanije kroz pouzdane kanale komunikacije. Svi podaci koji se šalju između stanica prolaze kroz centralni čvor ili sedište kompanije. S tim u vezi, centralni čvor predstavlja kritičnu tačku mrežne infrastrukture, zbog tako postavljene zvezdaste topologije, a obezbeđivanje visokog nivoa dostupnosti na toj lokaciji je od ključne važnosti za kontinuitet poslovanja. Tradicionalna L3VPN rešenja obično nude standardizovane nivoe dostupnosti usluge (SLA), koji nisu uvek dovoljni za zahtevne korporativne korisnike koji imaju visoka očekivanja u pogledu dostupnosti i specifičnih zahteva. Visoka dostupnost usluge (*High Availability*) u telekomunikacijama podrazumeva projektovanje i održavanje mrežnih sistema tako da funkcionišu neprekidno, bez zastoja (downtime), tokom veoma dugog vremenskog perioda. U takvim situacijama, operatori moraju isporučiti prilagođena rešenja, usklađena sa specifičnim zahtevima korisnika. Kako je opisano u Radak & Marković (2019), najviši nivo dostupnosti ostvaruje se virtualizacijom infrastrukture sedišta i njenim izmeštanjem u data centar operatora, zbog očiglednog visokog nivoa dostupnosti. Ovo rešenje maksimalno povećava dostupnost i donosi veću sigurnost i skalabilnost centralnog čvora u mreži. Međutim, važno je naglasiti da referentna studija nije uključila detaljnu analizu troškova niti procenu tehničkih resursa potrebnih za svako od predloženih rešenja. Na današnjem telekomunikacionom tržištu, koje odlikuje oštra konkurencija, operatori moraju staviti fokus na procenu troškova i iskorišćenosti resursa u svakoj varijanti dizajna usluge. Identifikovanje mogućnosti za smanjenje troškova i povećanje operativne efikasnosti predstavlja kritičan faktor za očuvanje konkurentske prednosti.

Ova disertacija adresira sledeće operativno pitanje: Ako virtualizacija centralne lokacije dovodi do povećanja dostupnosti, koji je nivo tehničkih resursa potreban za implementaciju ovog rešenja i kako se on poredi sa tradicionalnom (ne-virtualizovanom) alternativom. Da bismo odgovorili na ovo pitanje, sprovodimo komparativnu analizu ECs resursa angažovanih u

kreiranju tradicionalnog i virtualizovanog rešenja primenom TBQ modela koji je detaljno predstavljen u poglavlju 4.2. Sistematskim povezivanjem CRs i ECs kroz QFD-ANN integraciju, kvantifikovan je uticaj različitih isporučenih rešenja na efikasnost iskorišćenosti resursa. Tokom poslednjih nekoliko decenija, telekomunikacione mreže širom sveta zabeležile su ubrzan rast. Poslednjih godina tržište postaje sve konkurentnije, što stavlja značajan pritisak na operatore da smanje troškove, a istovremeno ponude naprednija rešenja za povezivanje na internet. Poslovni korisnici zahtevaju cenovno pristupačne usluge koje obezbeđuju veliku propusnu moć linkova, visoku dostupnost i skalabilnost. Jedan od najznačajnijih odgovora na ove izazove je Virtualizacija mrežnih funkcija - NFV, koja rešava ograničenja hardverski zasnovanih infrastruktura. NFV smanjuje kapitalne i operativne troškove, uz istovremeno unapređenje pouzdanosti, otpornosti i fleksibilnosti.

Tradicionalna predefinisana rešenja često ne uspevaju da ispune nove zahteve korisnika iako smanjuju operativne rizike, ovaj pristup više ne odgovara promenljivim očekivanjima korisnika. Konkretno, analiziran je slučaj velike maloprodajne kompanije, kako bi se procenio način na koji TBQ model može pomoći operatorima da prioritizuju CRs i kvantifikuju ECs potrebne za njihovo ispunjenje.



Slika 5.4. Tradicionalno i virtuelizovano L3VPN rešenje

Radi validacije TBQ modela i demonstracije njegove praktične primenljivost, sprovedena je studija slučaja koja poredi dva rešenja za isporuku L3VPN usluge poslovnim korisnicima i to:

- (1) tradicionalno L3VPN rešenje zasnovano na infrastrukturi kod korisnika (Slika 5.4.) i
- (2) inovativno virtuelizovano L3VPN rešenje (Slika 5.4.).

### 5.2.2. Rezultati primene TBQ modela

Identifikacija CRs sprovedena je formiranjem ekspertskeg tima sa predstavnicima svih sektora. Eksperti, članovi tima su nezavisno dostavili svoja zapažanja zasnovana na direktnom radu sa korisnicima, iskustvu sa terena i internim podacima. Sva zapažanja su objedinjena i analizirana, zatim je na osnovu toga formirana lista najvažnijih korisničkih zahteva - CRs. Na osnovu ovog procesa identifikovani su sledeći ključni CRs i prikazani u Tabeli 5.8.

Tabela 5.8. Lista zahteva korisnika - CRs.

CR	Naziv zahteva	Opis
CR1	Kontinuitet usluge	Usluga pruža neprekidnu i stabilnu konekciju
CR2	Garantovani protok ( <i>bandwidth</i> )	Usluga mora obezbediti unapred definisan i garantovan nivo protoka podataka
CR3	Jedinstvena mrežna infrastruktura	Usluga treba da omogući povezivanje svih lokacija kroz jedinstvenu mrežnu arhitekturu
CR4	Visoka dostupnost i brzo otklanjanje kvarova	Obuhvata ukupno vreme dostupnosti usluge i brzinu rešavanja problema
CR5	Fleksibilnost usluge	Mogućnost prilagođavanja usluge u slučaju promena zahteva korisnika
CR6	Pravovremene i transparentne informacije	Jasna komunikacija o održavanju, prekidima i promenama usluge
CR7	Podrška specifičnim zahtevima korisnika	Mogućnost prilagođenih rešenja za specifične zahteve
CR8	Minimalan gubitak paketa	Održavanje kvaliteta prenosa, posebno za servise osetljive na kašnjenje ( <i>voice/video</i> aplikacije)

Nakon identifikacije ključnih CRs, sledeći korak u primeni TBQ modela je njihovo rangiranje prema značaju, kroz direktno prikupljanje informacija od korisnika. Sa tim ciljem, kreirana je strukturirana anketa i poslata korisnicima iz sektora maloprodaje koji koriste L3VPN uslugu operatora, odabranim na osnovu njihove stručnosti i dugogodišnjeg korišćenja L3VPN usluge operatora. Ova anketa obuhvatila je 900 ispitanika. Proces evaluacije počinje procenjivanjem relativnog značaja svakog identifikovanog CR. Odgovori ispitanika - korisnika poslužili su kao

osnova za izračunavanje težinskih koeficijenata koji oslikavaju preferencije korisnika. Tako rangirani CRs su zatim uključeni u HoQ matricu, koja predstavlja osnovu za povezivanje CRs sa odgovarajućim ECs. Kako bi se obezbedila veća pouzdanost dobijenih prioriteta CRs, primenjena je AHP metoda. AHP je metoda višekriterijumskog odlučivanja (MCDM), koja postavlja strukturu za kompleksne probleme odlučivanja u sistematičan okvir i koristi poređenja parova CRs za procenu relativnog značaja pojedinačnih CR. Čak i kada su zahtevi korisnika kvantifikovani i izraženi u različitim mernim jedinicama, AHP omogućava njihovo poređenje na jedinstvenoj skali, čime se donosiocima odluka omogućava da preciznije utvrde njihov relativni prioritet. U ovom pristupu, svaki par CRs poredi se na osnovu ekspertske procene, pri čemu se dodeljuje numerička vrednost koja izražava relativnu dominaciju jednog CR u odnosu na drugi. Ključna prednost AHP metode ogleda se u njenoj sposobnosti da integriše i kvalitativne i kvantitativne kriterijume u jedinstveni okvir procene. To se postiže kombinovanjem ekspertskih procena, postojećih merenja i statističkih pokazatelja, čime se obezbeđuje dosledno i transparentno donošenje odluka. Konačno, ova metoda pretvara višedimenzionalne ulazne parametre u jedinstvenu skalu prioriteta, omogućavajući objektivnu ocenu CRs i njihovu integraciju u proces dizajniranja usluge.

Treći ključni korak u razvoju HoQ matrice jeste implementacija modula CCB, koji obezbeđuje informacije o konkurentskoj prednosti operatora. Ovaj korak QFD metode fokusira se na procenu u kojoj meri usluge jedne kompanije zadovoljavaju CRs u poređenju sa uslugama glavnih konkurenata na tržištu. Upoređivanjem procena korisnika o performansama usluga posmatranog operatora sa performansama konkurencije, ovaj korak omogućava operatoru da identifikuje relativne snage i slabosti u odnosu na sve CRs. Proces CCB podrazumeva prikupljanje ocena korisnika za posmatranog operatora i njegove konkurente za svaki CR, bilo putem direktnih anketa ili intervjua, čime se dobija uporedni poredak performansi.

Svrha ove analize je dvostruka:

1. da sagleda kako korisnici procenjuju poziciju operatora na tržištu,
2. da identifikuje mogućnosti za unapređenje performansi operatora za CR koji su slabije ocenjeni u odnosu na konkurenciju.

Uključivanje ovih CCB podataka u HoQ matricu omogućava donosiocima odluka da odrede veći prioritet za unapređenje usluga u oblastima u kojima operator zaostaje za konkurencijom, uz istovremeno jačanje aspekata u kojima već poseduje konkurentsku prednost. Kada se

pravilno koristi, CCB transformiše povratne informacije korisnika u konkretan alat za razvoj, usmeravajući inovacije i unapređenje usluga.

Korekcija rangiranja CRs - nakon objedinjavanja podataka iz CCB analize, potrebno je dodatno prilagoditi početnu listu rangiranih CRs. Konkretno, ukoliko CCB analiza pokaže da određeni CR ima veći strateški značaj zbog relativno slabijih performansi operatora u poređenju sa konkurencijom, potrebno je ponovo proceniti i prilagoditi njihove prioritete. U praksi to znači da prvobitno rangiranje CRs dobijeno primenom AHP metode i zasnovano isključivo na preferencijama korisnika mora biti korigovano kako bi odražavalo uticaj konkurentske pozicije. Na primer, CR koji je inicijalno bio niže rangiran prema procenjenoj važnosti za korisnike dobija veći prioritet ukoliko konkurenti ostvaruju značajno bolje rezultate u toj oblasti.

Proces korekcije obezbedio je da konačna prioritizacija CRs obuhvati:

1. apsolutni značaj CRs, i
2. relativne tržišne performanse operatora za svaki CR.

Korigovane težine CRs se zatim uključuju u konačnu HoQ matricu, čime je osigurana preciznija osnova za identifikaciju prioritetnih oblasti za unapređenja. Time je povećana relevantnost modela i osigurano je da buduće inovacije budu usmerene ka korisnicima i istovremeno dobro usklađene sa stvarnom tržišnom dinamikom.

Nakon završetka faze korekcije koja uključuje i mišljenje korisnika i podatke dobijene kroz CCB, definisana je konačna rang lista CRs. Ove vrednosti predstavljaju sveobuhvatnu procenu koja uključuje dve dimenzije:

1. interni značaj svakog CR, kako je doživljavaju korisnici, i
2. strateški značaj svakog CR iz perspektive konkurentskog okruženja.

Dobijena lista težina predstavlja konačnu ocenu značaja za svaki CR i koristi se kao set ulaza za HoQ matricu. Ove konačne vrednosti obezbeđuju da sve naredne odluke u vezi sa dizajnom usluge budu direktno usklađene sa CRs i situacijom na tržištu.

Definisanje i ocenjivanje ECs - procena i prioritizacija ECs predstavljaju sledeći ključni korak u primeni TBQ modela, jer omogućava prevođenje CRs u konkretne ECs. Tim ekperata koji

vrši ove procene mora biti sposoban da donosi kompromise između ECs, procenjujući njihov potencijal za ispunjenje konkretnih CRs. Definisane ECs koje predstavljaju tehničko-tehnološke resurse koji omogućavaju ispunjenje prethodno definisanih CRs date su u Tabeli 5.9.

Tabela 5.9. Lista inženjerskih karakteristika - ECs.

EC	Opis
EC1 - Dostupnost infrastrukture	Dostupnost infrastrukture se odnosi na obim i razvijenost optičke mrežne infrastrukture operatora. Obuhvata geografsku pokrivenost optičke mreže, kako na nacionalnom nivou tako i u specifičnim urbanim zonama relevantnim za korisnika.
EC2 - Struktura troškova	Struktura troškova obuhvata sve troškove povezane sa isporukom usluge i to: troškove lokalne infrastrukture, poput kopanja kanala, instalacije optičkih kablova, nabavke opreme i rada potrebnog za postavljanje i konfiguraciju mreže.
EC3 - Ljudski resursi	Ova karakteristika odnosi se na dostupnost i stručnost tehničkog osoblja, uključujući inženjere i terenske tehničare odgovorne za implementaciju usluge i kontinuiranu podršku.
EC4 - Tehnološki nivo	Podrazumeva tehnološku naprednost opreme i softverskih platformi koje se koriste za pružanje usluge. Uključuje primenu savremenih tehnologija, usklađenost sa industrijskim standardima i sposobnost operatora da kontinuirano prati tehnološke trendove i reaguje na njih. Takođe obuhvata programe obuke tehničkih timova za implementaciju novih rešenja.
EC5 - Partnerski ekosistem	Ova karakteristika procenjuje snagu i stratešku usklađenost partnerske mreže operatora. Razvijen partnerski ekosistem povećava skalabilnost, ubrzava usvajanje inovacija i obezbeđuje pristup dodatnim kapacitetima potrebnim za implementaciju složenih usluga.
EC6 - Resursi data centra	Ova EC procenjuje kapacitet, performanse i otpornost infrastrukture data centra koja podržava uslugu. Ključne dimenzije uključuju redundantnost sistema, energetska efikasnost, fizičku i sajber bezbednost, kao i usklađenost sa međunarodnim standardima.
EC7 - Uključenost strateškog menadžmenta	Ova karakteristika odnosi se na ulogu donosioca odluka i višeg menadžmenta u daljem razvoju prilagođenih usluga za poslovne korisnike.
EC8 - Planiranje kontinuiteta poslovanja i oporavka sistema	Ova EC procenjuje postojanje, obim i kvalitet planova za kontinuitet poslovanja i oporavak sistema. Uključuje unapred definisane protokole za obnovu usluge u slučaju velikih poremećaja, kao što su prirodne katastrofe, sistemski kvarovi ili sajber napadi, i obezbeđuje nastavak kritičnih poslovnih operacija uz minimalne prekide.

U sledećoj fazi vrši se poređenje i evaluacija dva različita dizajna arhitekture za isporuku L3VPN usluge poslovnim korisnicima i to tradicionalno predefinisano rešenje zasnovano na infrastrukturi kod korisnika i inovativno virtuelizovano rešenje sa centralnom lokacijom

izmeštenom u data centar operatora. Primarno je da se izvrši procena u kojoj meri oba predložena rešenja zadovoljavaju CRs, prethodno identifikovane i rangirane korišćenjem QFD metode. Primenom QFD metode, model povezuje CRs sa odgovarajućim ECs i omogućava ova dva predložena rešenja. Pored procene koju omogućava QFD, TBQ model uključuje i dodatno modelovanje zasnovano na ANN koji se u ovom modelu koristi kao komplementarni alat. Upotreba ANN podržava identifikaciju nelinearnih obrazaca i zavisnosti između CRs i ECs za svako od posmatranih rešenja. Ovaj dualni pristup jača analitički okvir i unapređuje mogućnosti donošenja odluka kod telekomunikacionog provajdera.

Ključni ciljevi druge studije slučaja uključuju:

- utvrđivanje kompromisa između efikasnosti i performansi tradicionalnog i virtualizovanog L3VPN modela,
- procenu nivoa ECs (ljudskih, tehnoloških, finansijskih) za oba rešenja,
- procenu uticaja na korisničko iskustvo - QoE (*Quality of Experience*) u oba scenarija,
- kvantifikovanje potencijalnih uticaja na troškove isporuke usluge iz perspektive operatora i iz perspektive korisnika.

U okviru prvih koraka primene TBQ modela identifikovano je osam ključnih zahteva korisnika, CRs (CR1-CR8), koji obuhvataju zahteve poput kontinuiteta usluge, garantovanog protoka, fleksibilnosti, vremena odziva i fleksibilnosti usluge. Paralelno, definisano je osam inženjerskih karakteristika, ECs (EC1-EC8), koje predstavljaju osnovne dimenzije isporuke usluge - uključujući dostupnost infrastrukture, strukturu troškova, ljudske resurse, tehnološki nivo i planiranje kontinuiteta pružanja usluge. Povratne informacije koje su prikupljene od korisnika koji koriste tradicionalnu L3VPN uslugu dali su neke ključne uvide. Jedno od najznačajnijih zapažanja jeste visoka ocena dodeljena CR5 - Fleksibilnost usluge, što ukazuje na zastupljenost potrebe za brzim skaliranjem usluge usled promena operativnih zahteva (npr. privremena povećanja protoka, povećanje kapaciteta linkova itd.). Ovaj zahtev postaje posebno važan u sektorima kao što je maloprodaja, gde sezonski pikovi i promotivne kampanje uzrokuju nagle promene u potrebi za mrežnim kapacitetima.

Još jedan važan uvid proistekao je iz jake veze između CR7 - Specifični zahtevi i EC2 - Cena. Poslovni korisnici (posebno velike kompanije) često zahtevaju usluge koje moraju biti prilagođene specifičnim internim politikama, IT standardima i bezbednosnim zahtevima. Pružanje takvih prilagođenih rešenja povećava troškove implementacije, jer uključuje

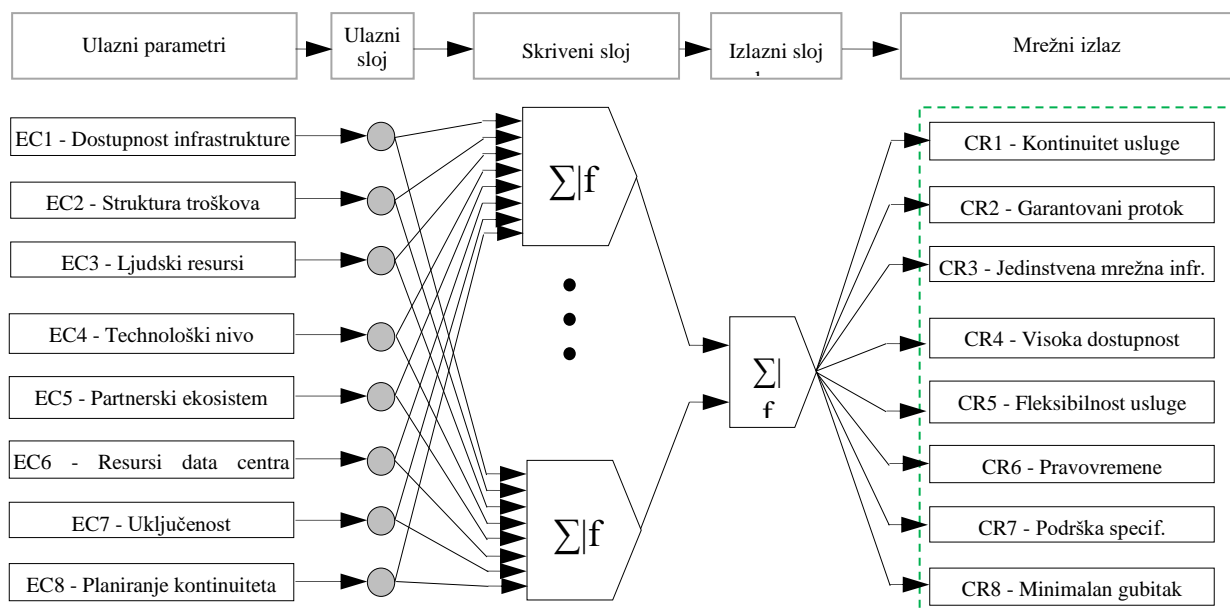
nestandardne konfiguracije opreme, dodatni *presales* inženjering i posvećenu i stručnu tehničku podršku. Ovo potvrđuje da tradicionalno L3VPN rešenje može tehnički da podrži takve potrebe, ali po cenu niže troškovne efikasnosti i skalabilnosti. Dodatno, tradicionalni model nema ugrađenu podršku za brzo skaliranje usluge ili automatizovano upravljanje, što ga čini manje pogodnim u okruženjima gde su neophodni dinamično prilagođavanje i centralizovano upravljanje uslugom. Oslanjanje na opremu na lokaciji korisnika, ručno upravljanje i selektivno praćenje performansi dodatno doprinose operativnoj kompleksnosti ovog rešenja. Sve pomenuto ograničava sposobnost pružaoca usluge/operatora da efikasno odgovori na promenljive zahteve korisnika kao i stalne pritiske konkurencije. Ukratko, iako tradicionalno L3VPN rešenje ispunjava osnovne potrebe povezivanja, njegova ograničenja u fleksibilnosti i brzom odzivu na prilagođavanje zahtevima korisnika u velikoj meri utiču na donošenje odluke o tipu usluge koja će se koristiti. Ova ograničenja predstavljaju osnov za razmatranje alternativnih rešenja koje su analizirane u narednom odeljku. Kako bi se adresirala uočena ograničenja identifikovana u tradicionalnom L3VPN rešenju, druga faza ove studije razmatra virtualizovanu arhitekturu usluge. Ovaj savremeni pristup oslanja se na NFV, pri čemu se ključne mrežne funkcije kao što su rutiranje, *firewall* zaštita i upravljanje protokom odvajaju od fizičkog hardvera i implementiraju kao VNFs smeštene u data centar operatora tj. na *cloud*. U dizajnu ovog rešenja ključni zahtevi korisnika, CRs, posebno oni koji se odnose na fleksibilnost i skalabilnost usluge, više nisu ograničeni fizičkom topologijom mreže. Umesto toga, ostvaruju se softverski definisanim funkcionalnostima koje se mogu dinamički implementirati, menjati ili skalirati gotovo u realnom vremenu. Ovo predstavlja značajnu promenu u načinu isporuke usluge.

Virtualizovani model uvodi nekoliko operativnih prednosti:

- skraćanje vremena implementacije: novi zahtevi mogu se brzo uneti daljinskom softverskom konfiguracijom, bez potrebe za intervencijom na lokaciji kod korisnika;
- dinamička alokacija resursa: resursi poput protoka, dodatnih funkcionalnosti centralnog rutera mogu se dodeliti prekonfiguracijom centralne virtualne lokacije, u cilju usklađivanja sa realnim poslovnim potrebama;
- centralizovano upravljanje i monitoring: virtualizovana infrastruktura omogućava integrisanu kontrolu, proaktivno upravljanje, brže otklanjanje kvarova, optimizaciju i detaljnije praćenje performansi;

- veća troškovna efikasnost: korišćenjem deljene infrastrukture i skaliranjem prema stvarnoj potrošnji, operatori omogućavaju predvidivo i efikasno iskorišćenje resursa.

Iako su teorijske prednosti brojne, realna implementacija virtualizovanih L3VPN usluga je mala. Stoga se kao posledica javlja nedostatak statističkih podataka koji bi omogućili dalju analizu i poređenje. Kako bi se prevazišao ovaj izazov, TBQ model uvodi prediktivno modelovanje korišćenjem ANN. Neuronske mreže mogu da modeluju složene, nelinearne odnose između CRs, ECs i indikatora performansi, što omogućava simulaciju i predviđanje ponašanja virtualizovanog rešenja u različitim operativnim scenarijima čak i bez obimnih statističkih podataka. Na ovaj način se operatorima pruža efikasan alat za procenu uticaja prelaska sa tradicionalnih na virtuelizovana rešenja. TBQ model zasnovan na ELM pristupu poslužio je kako bi se predvidela percipirana efektivnost virtualizovanog L3VPN rešenja iz perspektive korisnika. Model je treniran na skupu podataka koji obuhvata odgovore iz anketa poslovnih korisnika. Ocene korisnika za svaki CR prikupljene su za oba rešenja, što je omogućilo ANN-u da nauči i sistematski evidentira razlike u performansama između dve arhitekture. Anketa, koja je opisana u uvodnom delu ovog poglavlja, je obuhvatila više od 900 korisnika, čija su mišljenja i ocene korišćeni i kao ulazni i kao izlazni podaci u ANN ELM analizi, čime je obezbeđen visok nivo statističke pouzdanosti, reprezentativnosti i validnosti razvijenog modela. Skup podataka podeljen je na 70% za treniranje i 30% za testiranje, a korišćena je funkcija nadgledanog učenja kako bi se procenila sposobnost generalizacije modela.



Slika 5.5. Struktura ANN-ELM modela: mapiranje ECs sa CRs

Na osnovu svega opisanog, TBQ model omogućava simulacionu i kvantitativnu procenu kako promene pojedinačnih ECs, kao i njihov kombinovani efekat, utiču na stepen ispunjenja CRs (CR1-CR8). Time se dobija detaljniji uvid u međuzavisnosti između ECs i CRs, što doprinosi donošenju kvalitetnije odluke o dizajnu rešenja za poslovne korisnike.

U Tabeli 5.10. dati su rezultati podataka dobijenih iz prethodnih faza primene TBQ modela koji su prikazani u koloni izlaznih vrednosti tj. CRs.

Tabela 5.10. Selektovanje EC-CR kombinacije za ANN-ELM modelovanje

Ulazne vrednosti								Izlazne vrednosti							
EC1	EC2	EC3	EC4	EC5	EC6	EC7	EC8	CR1	CR 2	CR 3	CR 4	CR 5	CR 6	CR 7	CR 8
1	2	4	3	5	6	8	7	0.09	0.26	0.18	0.37	0.22	0.12	0.1	0.06
1	2	5	4	3	6	7	8	0.1	0.22	0.19	0.39	0.24	0.13	0.09	0.06
3	4	2	1	5	6	8	7	0.13	0.27	0.17	0.32	0.21	0.22	0.11	0.11
4	5	2	3	1	8	6	7	0.17	0.24	0.22	0.3	0.21	0.26	0.11	0.12
6	1	2	3	4	7	8	5	0.16	0.25	0.18	0.28	0.25	0.18	0.12	0.16
6	1	2	4	7	3	5	8	0.17	0.25	0.1	0.34	0.28	0.24	0.11	0.2
6	1	2	4	7	5	8	3	0.17	0.28	0.14	0.28	0.26	0.19	0.12	0.18
6	1	2	5	7	3	8	4	0.18	0.3	0.1	0.29	0.27	0.21	0.13	0.19
6	1	2	5	8	4	7	3	0.19	0.28	0.12	0.29	0.27	0.21	0.12	0.19
6	1	3	4	7	5	8	2	0.18	0.28	0.14	0.28	0.27	0.18	0.12	0.17
7	4	2	5	6	3	8	1	0.23	0.29	0.1	0.25	0.29	0.28	0.13	0.2
7	8	6	5	4	1	2	3	0.35	0.13	0.04	0.35	0.41	0.46	0.1	0.22
8	3	7	6	2	5	4	1	0.27	0.17	0.13	0.32	0.38	0.26	0.11	0.2
8	7	6	5	4	1	2	3	0.36	0.16	0.04	0.34	0.41	0.44	0.1	0.24
4	6	8	7	1	5	3	2	0.26	0.13	0.15	0.37	0.36	0.39	0.09	0.12
5	8	1	6	7	3	2	4	0.29	0.2	0.12	0.29	0.24	0.49	0.1	0.2

Tabela 5.11. prikazuje ekstremne vrednosti RMSE (minimalne i maksimalne) dobijene kroz različite kombinacije ulaza i izlaza, ilustrujući uticaj izbora EC na tačnost modela. Analizirano je više permutacija ulaznih promenljivih kako bi se procenila stabilnost i osetljivost modela. RMSE je korišćen kao osnovna metrika performansi u pogledu ispunjenja zahteva korisnika.

Tabela 5.11. Minimalne i maksimalne RMSE vrednosti za odgovarajuće EC-CR kombinacije

Minimalna i maksimalna RMSE vrednosti za 8 ulaza i 1 izlaz							
CR1	CR2	CR3	CR4	CR5	CR6	CR7	CR8
0.00526	0.001122	0.000262	<b>8.88E-07</b>	0.002847	0.009108	0.009089	0.009085
0.003308	0.002414	0.001453	0.001385	0.000679	0.00195	0.00442	<b>1.61E-06</b>
0.003881	0.00361	0.000308	0.002281	<b>1.11E-05</b>	0.003512	0.009688	0.008136
0.000794	<b>0.037085</b>	0.003874	0.001013	0.004263	0.009683	0.001859	0.003449
<b>4.49E-06</b>	0.001629	0.001309	0.00107	0.009478	0.004124	0.01484	0.005637
<b>0.025513</b>	0.002889	0.002879	0.000353	0.002632	0.002352	0.002924	0.00286
0.007692	0.015233	0.015719	0.023249	0.045432	0.001646	<b>0.046287</b>	0.008708
0.008183	0.010866	0.013456	<b>0.031243</b>	0.014012	0.004715	0.021922	0.00559
0.004462	0.015941	<b>0.021715</b>	0.025267	0.032314	0.003825	0.035263	0.008061
0.002477	0.008796	0.018566	0.02638	<b>0.059676</b>	0.016446	0.04421	0.018713
0.000345	0.031385	0.001654	0.019953	0.029757	0.007581	0.011541	<b>0.021599</b>
0.00342	0.014982	0.002878	0.002759	0.004983	0.00023	<b>6.82E-06</b>	0.002222
0.00067	<b>2.2E-06</b>	0.002674	0.002403	0.001581	0.001584	0.000387	0.001303
0.005514	0.000621	<b>0</b>	0.000339	0.001935	0.007259	0.00257	0.001205
0.004163	0.010538	0.004252	0.005217	0.00115	<b>0.104528</b>	0.006552	0.001244
0.003614	0.002119	0.002201	0.001578	0.003316	<b>0</b>	6.21E-05	0.002503

Rezultati primene TBQ modela pokazuju značajne varijacije u vrednostima RMSE, što ukazuje da tačnost predikcije modela u velikoj meri zavisi od doprinosa i rasporeda ulaznih ECs. Minimalne vrednosti RMSE reda veličine  $10^{-6}$  do  $10^{-7}$  ukazuju na konfiguracije u kojima odabrane kombinacije ECs omogućavaju gotovo savršenu aproksimaciju ka određenoj CR, što sugeriše snažnu funkcionalnu povezanost i visoku separabilnost u transformisanom prostoru obeležja. Nasuprot tome, maksimalne vrednosti RMSE koje dostižu približno 0,10 odgovaraju konfiguracijama ECs sa smanjenom sposobnošću predikcije. Ove veće greške ukazuju na to da pojedine ECs doprinose slabo ili nekonzistentno u predikciji CRs, uvodeći redundansu ili šum i ograničavajući sposobnost generalizacije modela.

Uočene razlike između minimalnih i maksimalnih RMSE vrednosti potvrđuju heterogenost i nelinearne zavisnosti u odnosima između ECs i CRs. Ukupno posmatrano, rezultati ukazuju da samo podskup ECs ima dominantnu ulogu u tačnom predviđanju svakog CR. Identifikacija konfiguracija ECs sa minimalnim RMSE pruža značajne smernice za prioritizaciju ključnih ECs u dizajnu usluge i podržava donošenje odluka isticanjem najpouzdanijih i najstabilnijih prediktivnih struktura.

TBQ model otkriva sistematske razlike u tačnosti predikcije između različitih CRs, što se ogleda u minimalnim i maksimalnim vrednostima RMSE dobijenim za različite konfiguracije ECs. Rezultati pokazuju da je pouzdanost predikcije snažno uslovljena prioritizacijom određenih ECs, čime se potvrđuju heterogeni i nelinearni odnosi između ECs i CRs. Konkretno, CR1, CR2 i CR4 pokazuju relativno niske minimalne vrednosti RMSE (reda veličine  $10^{-6}$  do  $10^{-7}$ ), što ukazuje da se ovi zahtevi mogu precizno predvideti kada se naglasi manji broj dominantnih ECs. EC1 se dosledno izdvaja kao važan faktor kod ovih CRs, često u kombinaciji sa EC3, EC4 ili EC6, što ukazuje na zajedničku strukturnu zavisnost od ključnih tehničkih i infrastrukturnih karakteristika.

CR3 i CR6 predstavljaju najosetljivije zahteve. Oba dostižu RMSE vrednost nula u optimalnim konfiguracijama ECs, što ukazuje na gotovo determinističke odnose sa određenim podskupovima ECs. Međutim, istovremeno pokazuju značajno pogoršanje tačnosti kada se ovi dominantni ECs ne prioritizuju, naročito u prisustvu konkurentskih ili slabije relevantnih karakteristika. Ovakvo ponašanje ukazuje na izražene nelinearne i interakcione efekte među ECs.

CR5 pokazuje najširi opseg RMSE vrednosti, što ukazuje na veliku zavisnost od optimalnog izbora ECs. Rezultati pokazuju da EC5 ima ključnu ulogu za ovaj zahtev, dok ostale ECs imaju samo pomoćni ili kontekstualno uslovljen uticaj. Time se CR5 izdvaja kao posebno osetljiv na dimenzionalnost i relevantnost obeležja.

CR7 i CR8 pokazuju relativno stabilno prediktivno ponašanje, koje karakterišu uža opsezi RMSE i manja osetljivost na raspored ECs. Ovo ukazuje da su ovi CRs pod uticajem šireg skupa ECs i da se mogu pouzdano procenjivati kroz različite konfiguracije ulaza, što ih čini robusnijim iz perspektive modelovanja i podrške odlučivanju.

Posmatrano u celini, međusobna povezanost CR1-CR8 potvrđuje da samo ograničen broj ECs ima dominantan uticaj na predikciju svakog CR, dok ostali doprinose marginalno ili uslovno. Ovi nalazi dodatno potvrđuju pogodnost ANN-ELM pristupa za identifikaciju ključnih veza između ECs i CRs, kao i za podršku procesu prioritizacije u dizajnu i optimizaciji usluga.

Uočeni obrasci RMSE vrednosti potvrđuju da svi ECs ne doprinose jednako predikciji CRs. CRs sa uskim opsegom RMSE pokazuju stabilne i jasno definisane zavisnosti od ECs, dok oni sa širokim opsegom RMSE ukazuju na izraženu nelinearnost i osetljivost na prioritizaciju ECs.

Vrednosti RMSE bliske nuli potvrđuju sposobnost ANN-ELM modela da prepozna determinističke ili gotovo determinističke odnose, dok visoke vrednosti RMSE ukazuju na redundansu ili slabu relevantnost pojedinih EC.

Iz inženjerske perspektive, konfiguracije koje daju minimalne RMSE identifikuju ključne podskupove ECs koje treba prioritizovati u dizajnu i optimizaciji rešenja. ECs povezani sa konstantno višim RMSE vrednostima mogu biti kandidati za pojednostavljenje ili eliminaciju. Ovi rezultati potvrđuju TBQ model kao efikasan alat za otkrivanje skrivenih odnosa između ECs i CRs i za podršku donošenju odluka zasnovanom na podacima u kompleksnim sistemima.

Ova studija pokazuje da virtualizovane L3VPN arhitekture nude značajne strateške i operativne prednosti u odnosu na tradicionalna rešenja. Odvajanjem servisnih funkcija od fizičke infrastrukture, povećava se fleksibilnost, skalabilnost i brzinu implementacije usluge, uz bolji odnos troškova i performansi za poslovne korisnike. Analiza pokazuje da samo određeni podskup ECs ima značajan uticaj na CRs, dok druge ECs doprinose marginalno ili nekonzistentno. Skoro nulte RMSE vrednosti ističu EC-CR kombinacije sa visoko pouzdanim ili determinističkim odnosima, ukazujući koje ECs treba prioritizovati kako bi se postigle željene performanse CRs. Nasuprot tome, veće RMSE vrednosti ukazuju na ECs sa slabim ili redundantnim efektima, naglašavajući potrebu za pažljivim izborom. Implementacija TBQ modela omogućava donošenje odluka zasnovano na podacima: QFD kvalitativno prioritizuje ECs-CRs odnose, dok ANN-ELM kvantitativno procenjuje njihovu prediktivnu snagu i stabilnost. Konačno, TBQ model omogućava pouzdanu identifikaciju kritičnih ECs i smanjenje neizvesnosti u fazi odlučivanja.

TBQ model prioritizuje unapređenja usmerena na korisniku i potvrđuje stratešku vrednost virtualizacije u dinamičnim poslovnim okruženjima. TBQ model podržava donošenje odluka zasnovano na dokazima i olakšava ocenu kompromisa između tehničkih ulaganja i kreiranja vrednosti za korisnika čime je u značajnoj meri potvrđena polazna hipoteza 2 istraživanja. Ovaj pristup ima značajan potencijal i za telekomunikacione operatore/pružaoce usluga kao i za poslovne korisnike koji se kreću kroz procese digitalne transformacije. Usvajanjem ovakvih modela, zainteresovane strane mogu bolje upravljati složenošću, smanjiti neizvesnost i razvijati mrežna rešenja koja su i tehnički utemeljena i usmerena na korisnika.

### 5.2.3. Evaluacija modela i testiranje hipoteza

Polazeći od hipoteze H2 definisane u uvodnom razmatranju definisane su pomoćne hipoteze za procenu njene ispunjenosti i to:

Hipoteza 2a: Virtualizacija L3VPN usluga poboljšava ispunjenost ključnih CRs (CR5, CR6)

Evaluacija: ANN model pokazuje visoku korelaciju između EC4 i EC5 sa CR5 i CR6.

Rezultat: Potvrđeno

Hipoteza 2b: Specifični zahtevi (CR7) mogu se efikasnije realizovati u skalabilnom okruženju

Evaluacija: ANN pokazuje da je implementacija specijalnih zahteva jednostavnija u virtuelizovanim arhitekturama.

Rezultat: Potvrđeno

Hipoteza 2c: Troškovna optimizacija (EC2 - Cena) može se postići kroz automatizaciju i model deljenih resursa.

Evaluacija: Predikcije modela ukazuju na smanjenje ukupnih troškova u virtuelizovanom okruženju u kontekstu dizajniranja usluge, dok aspekt ukupnog troška isporuke usluge nije kompletno mapiran.

Rezultat: Delimično potvrđeno. Buduća istraživanja mogu obuhvatiti ukupne troškove isporuke ovakvog rešenja, kao i troškovni aspekt iz perspektive korisnika.

Hipoteza 2d: Primena TBQ modela podiže nivo zadovoljstva korisnika

Evaluacija: Iako su korisnici zadovoljni isporučenom inovativnom uslugom, sveobuhvatni QoE nije ispitan do kraja i može biti predmet budućih istraživanja.

Rezultat: Nije potvrđeno.

Ova studija pokazuje da virtuelizovane, *cloud*-integrisane L3VPN arhitekture pružaju značajne strateške i operativne prednosti u odnosu na tradicionalna rešenja. Razdvajanjem funkcija usluge od fizičke infrastrukture, virtuelizacija povećava fleksibilnost, skalabilnost i brzinu implementacije usluge.

Treća hipoteza koja obuhvata zaključke izvedene iz obe studije slučaja je takođe potvrđena. Iz svega napisanog zaključuje se da telekomunikacioni operatori koji primenjuju *Lean* alate sistematsku optimizaciju poslovnih procesa posledično ostvaruju bolje performanse u pogledu troškova i vremena isporuke usluga. Posledica primene kreiranih modela jesu veće zadovoljstvo korisnika jer se operator fokusira na konkretne zahteve, dok visok nivo međusektorske saradnje između različitih organizacionih jedinica dodatno doprinosi stabilnosti i efikasnosti procesa pružanja usluga.

#### 5.2.4. Praktične implikacije primene TBQ modela

Rezultati primene TBQ modela ukazuju na značajan rezultat njegove praktične primene za unapređenje faze dizajniranja telekomunikacionih usluga, posebno u segmentu B2B usluga koje karakteriše visok nivo kompleksnosti i potreba za prilagođavanjem specifičnim zahtevima korisnika. Model omogućava sistematičan pristup povezivanju CRs sa ECs, čime se smanjuje rizik od neusaglašenosti između očekivanja korisnika i implementiranih rešenja. Jedna od ključnih praktičnih implikacija odnosi se na unapređenje procesa donošenja odluka u ranim fazama dizajna usluge. Primena TBQ modela omogućava preciznije definisanje prioriteta CRs i njihovo direktno mapiranje na ECs, čime se definiše kompleksna veza između tržišnih potreba i inženjerskih odluka. Ovakav pristup omogućava operatorima da ranije identifikuju kritične parametre usluge i fokusiraju resurse na segmente koji imaju najveći uticaj na zadovoljstvo korisnika. Dodatnu vrednost TBQ modela predstavlja integracija sa ANN, koja omogućava kvantitativnu analizu i modelovanje složenih i nelinearnih odnosa između CRs i ECs. Na ovaj način, faza dizajniranja usluge prestaje da se oslanja na subjektivni pristupa već se okreće ka pristupu zasnovanom na podacima, čime se povećava pouzdanost i preciznost donetih odluka. Posebno je značajna mogućnost prediktivne analize, koja omogućava procenu efekata različitih tehničkih rešenja pre njihove implementacije, što doprinosi smanjenju rizika i optimizaciji troškova. Primena TBQ modela ima značajne uticaje i na organizacioni nivo. Strukturiran pristup dizajnu usluga doprinosi boljoj koordinaciji između prodajnih, tehničkih i razvojnih timova, smanjujući nespozazume i potrebu za naknadnim korekcijama. Precizno definisani i rangirani CRs i povezane ECs omogućavaju efikasniju komunikaciju i ubrzavaju proces donošenja odluka, što je od posebnog značaja u dinamičnom telekomunikacionom okruženju. Ovo omogućava operatorima da donose strateški važne odluke o razvoju novih usluga, unapređenju postojećih rešenja i prioritetima ulaganja.

Poseban značaj TBQ modela ogleda se u njegovoj fleksibilnosti i mogućnosti primene na različite tipove telekomunikacionih usluga, uključujući kako tradicionalna, tako i virtualizovana rešenja. Na taj način, model predstavlja univerzalni alat za unapređenje faze dizajna usluga u savremenim telekomunikacionim sistemima. Na osnovu sprovedene analize može se zaključiti da primena TBQ modela doprinosi unapređenju kvaliteta dizajna usluga, smanjenju neizvesnosti u donošenju odluka, povećanju efikasnosti procesa razvoja i boljoj usklađenosti telekomunikacionih rešenja sa zahtevima poslovnih korisnika.

### 5.3. Analiza i diskusija rezultata primene modela

Analizom primene strukturiranih modela u optimizaciji poslovnih procesa i dizajnu rešenja u telekomunikacionom sektoru donosi merljiva i konkretna poboljšanja.

U prvoj studiji slučaja, primena TBV modela odnosno Lean principa i VSM-a, (*Value Stream Mapping*) omogućila je smanjenje *Lead Time*-a za 17%, gotovo potpuno eliminisala aktivnosti koje ne dodaju vrednost - NVA i skratila vreme izvršavanja aktivnosti koje dodaju vrednost - VA za 19%. Uvođenje standardizovanih šablona, automatizacija procesa i unapređena međusektorska komunikacija doveli su do veće efikasnosti i angažovanosti zaposlenih, čime je omogućeno brže i preciznije ispunjavanje CRs.

U drugoj studiji slučaja, TBQ model zasnovan na QFD i veštačkim neuronskim mrežama pokazao je da virtualizovana L3VPN rešenja pozitivno utiču na fleksibilnost i skalabilnost usluge, istovremeno smanjujući troškove i omogućavajući bolju realizaciju specifičnih zahteva. Modeli su takođe identifikovali ključne inženjerske karakteristike - ECs koje direktno utiču na zadovoljstvo korisnika, čime je omogućeno ciljano unapređenje poslovnih procesa.

Zajednički uticaj TBV i TBQ modela pokazuje da se kombinacijom strukturiranih analiza i naprednih alata za predikciju može postići vidljivo poboljšanje u efikasnosti, kvalitetu i fleksibilnosti telekomunikacionih usluga. Ovi rezultati potvrđuju da integrisani pristup, koji uključuje procesnu optimizaciju, tehnološke inovacije i analitičko modeliranje, predstavlja efikasnu kombinaciju metoda za unapređenje poslovanja i povećanje konkurentnosti operatora. Primenom ovih modela operatori mogu istovremeno skratiti vreme isporuke usluge i osigurati veću sposobnost brze adaptacije na promenljive zahteve tržišta, čime se stvara dugoročna održivost i strateška prednost u odnosu na konkurenciju. Analiza rezultata pokazuje da primena predloženih modela može doprineti povećanju efikasnosti procesa i boljem skaliranju ECs

spram CRs. Na taj način potvrđena je relevantnost razvijenih modela kao alata za sistematsko unapređenje poslovnih procesa u telekomunikacionom sektoru.

Interpretacija rezultata pokazuje da oba modela mogu funkcionisati paralelno u realnom poslovnom okruženju. Dok *Lean* metodologije smanjuju vreme realizacije i povećavaju efikasnost internih procesa, prediktivni modeli omogućavaju strateško planiranje i prilagođavanje ECs sa CRs. Sinergija ovih pristupa pruža višedimenzionalni okvir za kontinuirano unapređenje procesa realizacije i održavanja telekomunikacionih usluga, gde se efikasnost procesa, tehnička pouzdanost i zadovoljstvo korisnika posmatraju kao sveobuhvatni ciljevi. Rezultati takođe ukazuju na ključne izazove u implementaciji ovih metoda: potrebu za stručnim menadžmentom, obukom zaposlenih, prevazilaženjem otpora ka promenama i uključivanjem mišljenja korisnika u evaluaciju procesa. Ipak, praktični dokazi iz obe studije slučaja potvrđuju da se kroz sistematsku primenu *Lean*, VSM, QFD i ANN modela može postići značajno poboljšanje u kvalitetu usluge, brzini isporuke i prilagođavanju zahtevima korisnika, što je od strateškog značaja za operatora.

Zaključno, diskusija pokazuje da je integracija procesne optimizacije i naprednog prediktivnog modeliranja neophodna za postizanje održivih poboljšanja i da predstavlja ključni pristup u modernom inženjerskom menadžmentu telekomunikacionih usluga.

## **6. ZAKLJUČAK**

### **6.1. Sinteza rezultata istraživanja**

U disertaciji je pokazano da primena strukturiranih modela za optimizaciju poslovnih procesa i naprednih prediktivnih modela može poslužiti za kontinuirano unapređenje kvaliteta, efikasnost i fleksibilnost poslovnih procesa za dizajniranje i isporuku telekomunikacionih usluga. Činjenica je da savremeno telekomunikaciono tržište karakterišu intenzivne tehnološke promene, rastuća konkurencija i sve kompleksniji zahtevi poslovnih korisnika. U takvom okruženju, mogućnost telekomunikacionih operatora da efikasno upravljaju poslovnim procesima i kreiranju rešenja koja su usklađena sa kompleksnim zahtevima korisnika predstavlja jedan od ključnih faktora konkurentnosti i uspešnosti. Posebno u B2B segmentu, gde su zahtevi korisnika složeniji, procesi pružanja usluga često uključuju veliki broj međuzavisnih aktivnosti i organizacionih celina, što dodatno povećava rizik od neefikasnosti i produženog vremena isporuke usluga. Polazeći od tog konteksta, osnovni istraživački problem ove disertacije odnosi se na unapređenje procesa dizajniranja i pružanja telekomunikacionih usluga poslovnim korisnicima kroz kontinuiranu optimizaciju poslovnih procesa i unapređenje dizajna usluga u skladu sa zahtevima korisnika. Analiza literature i postojećih istraživanja pokazala je da su postojeća rešenja u velikoj meri fragmentisana i najčešće fokusirana ili na tehnološke aspekte mreže ili na pojedinačne faze procesa, bez sveobuhvatnog sagledavanja E2E procesa pružanja usluge.

U cilju rešavanja identifikovanog problema, u okviru disertacije razvijena su dva komplementarna modela zasnovana na integraciji metoda, tehnika i alata za optimizaciju poslovnih procesa i unapređenje dizajna usluga. TBV model (*Telecommunication Business Value*) odnosi se na unapređenje procesa isporuke telekomunikacionih usluga poslovnim korisnicima primenom *Lean* pristupa i alata za analizu toka vrednosti (VSM i VSA). Ovaj model omogućava sistematsko mapiranje procesa, identifikaciju aktivnosti koje dodaju vrednost i aktivnosti koje predstavljaju gubitke, kao i definisanje predloga mera za optimizaciju procesa. Drugi model, TBQ (*Telecommunication Business Quality*), usmeren je na unapređenje procesa dizajna telekomunikacionih usluga kroz sistematsko povezivanje zahteva poslovnih korisnika sa inženjerskim karakteristikama usluge primenom QFD metode, uz podršku analitičkih metoda veštačkih neuronskih mreža.

Praktična primena razvijenih modela sprovedena je u realnom telekomunikacionom okruženju kroz analizu konkretnih poslovnih procesa i telekomunikacionih usluga namenjenih poslovnim korisnicima. Rezultati primene TBV modela pokazali su da implementacija *Lean* metodologije kroz primenu VSM i VSA alata omogućava značajno unapređenje efikasnosti procesa. Konkretno, ostvareno je skraćanje ukupnog vremena realizacije procesa (*Lead Time*) za približno 17%, eliminisan je značajan broj aktivnosti koje ne doprinose stvaranju vrednosti za korisnika, a povećan je udeo aktivnosti koje direktno doprinose realizaciji usluge. Standardizacija procedura i prateće dokumentacije, unapređena međusektorska komunikacija i aktivno uključivanje zaposlenih dodatno su doprineli stabilizaciji i unapređenju efikasnosti realizacije procesa.

Rezultati primene TBQ modela pokazali su da primena QFD metode, u kombinaciji sa neuronskim mrežama, omogućava povezivanje zahteva poslovnih korisnika sa tehničkim karakteristikama telekomunikacionih usluga, u cilju izbora adekvatnog rešenja za zadovoljenje zahteva korisnika. Analiza sprovedena u okviru ovog modela pokazala je da virtualizovana L3VPN rešenja mogu značajno unaprediti fleksibilnost usluge uz istovremeno bolje zadovoljenje kompleksnih zahteva poslovnih korisnika. Rezultati istraživanja potvrđuju da kombinovana primena metoda optimizacije procesa i analitičkih modela omogućava sveobuhvatan pristup unapređenju telekomunikacionih usluga. Integracija *Lean* pristupa, QFD metode i analitičkih metoda omogućava da se efikasnost poslovnih procesa, tehnička pouzdanost usluge i zadovoljstvo korisnika posmatraju kao međusobno povezani ciljevi.

## 6.2. Naučni doprinos disertacije

Naučni doprinos ove disertacije ogleda se u razvoju dva nova poslovna modela za unapređenje procesa dizajniranja i pružanja telekomunikacionih usluga poslovnim korisnicima. U okviru istraživanja ostvareni su sledeći ključni doprinosi:

- razvijen je TBV model za optimizaciju procesa pružanja B2B telekomunikacionih usluga zasnovan na primeni *Lean* pristupa i alata za analizu toka vrednosti (VSM i VSA); definisan je pristup za klasifikaciju aktivnosti u servisnim procesima na više nivoa doprinosa vrednosti (HVA, MVA i LVA), čime je omogućena preciznija analiza procesa u uslužnim sistemima; proširena je primena *Lean* metodologije na sektor telekomunikacionih usluga, koji je u postojećoj literaturi znatno manje istražen u odnosu na proizvodne sisteme;

razvijen je TBQ model za unapređenje dizajna telekomunikacionih usluga primenom QFD metode, koji omogućava sistematsko povezivanje zahteva poslovnih korisnika sa tehničkim karakteristikama usluge; integrisana je primena metoda za optimizaciju procesa sa analitičkim metodama, uključujući ANN, čime je omogućena prediktivna analiza odnosa između ECs i CRs;

Primenljivost istraživanja ogleda se u razvoju modela koji mogu biti direktno primenjeni u telekomunikacionim organizacijama za unapređenje poslovnih procesa i dizajna usluga. Predloženi modeli omogućavaju telekomunikacionim operatorima da identifikuju neefikasnosti u procesima, optimizuju vreme isporuke usluga i razvijaju telekomunikaciona rešenja koja su prilagođena potrebama korisnika.

### 6.3. Ograničenja i pravci budućih istraživanja

Iako rezultati istraživanja potvrđuju značajan potencijal predloženih modela, određena ograničenja istraživanja moraju biti uzeta u obzir. Pre svega, analiza primene razvijenih modela sprovedena je u okviru jedne kompanije pružaoca telekomunikacionih usluga i to na ograničenom broju telekomunikacionih usluga, što može uticati na mogućnost generalizacije rezultata na širi skup organizacija i usluga. Takođe, dostupnost podataka i specifičnosti organizacione strukture operatora mogu uticati na način primene i rezultate predloženih modela u drugim organizacionim kontekstima. Ograničenja se ogledaju i u tome da nisu ekonomski aspekti mereni i vrednovani što može podstaći buduća istraživanja.

Buduća istraživanja mogu biti usmerena na proširenje primene razvijenih modela na druge telekomunikacione usluge i različita organizaciona okruženja. Poseban potencijal za dalja istraživanja postoji u integraciji metoda mašinskog učenja i analitike velikog obima podataka u procese optimizacije telekomunikacionih usluga, kao i u razvoju naprednih modela za upravljanje kompleksnim servisnim ekosistemima u okruženju zasnovanom na *cloud* tehnologijama.

## LITERATURA

- [1] Abd Rahman, A., Sahibuddin, S., & Ibrahim, S. (2011). A study of process improvement best practices. In ICIMU 2011: Proceedings of the 5th international Conference on Information Technology & Multimedia (pp. 1-5). IEEE, DOI: [10.1109/ICIMU.2011.6122742](https://doi.org/10.1109/ICIMU.2011.6122742)
- [2] Akao, Y. (1990). Quality function deployment: integrating customer requirements into product design. Productivity press, DOI: [10.4324/9781003578833](https://doi.org/10.4324/9781003578833)
- [3] Alabau, A. (2006). The European Union and its electronic communications policy: Thirty years in perspective. Spanish Vodafone Foundation. <https://personales.upv.es/lguijar/aalabau/docs/Alabau2006Book.pdf>
- [4] Anderson, D. J. (2010). Kanban: successful evolutionary change for your technology business. Blue hole press.
- [5] Batwara, A., Sharma, V., Makkar, M., & Giallanza, A. (2023). Towards smart sustainable development through value stream mapping: A systematic literature review. Heliyon, 9(5), e15852. <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2023.e15852>
- [6] Barber, C. S., & Tietje, B. C. (2008). A research agenda for value stream mapping the sales process. Journal of Personal Selling & Sales Management, 28(2), 155-165. <https://doi.org/10.2753/PSS0885-3134280204>
- [7] Bari, M. F., Boutaba, R., Esteves, R., Granville, L. Z., Podlesny, M., Rabbani, M. G., Zhang, Q., & Zhani, M. F. (2013). Data center network virtualization: A survey. IEEE Communications Surveys & Tutorials, 15(2), 909–928. <https://ieeexplore.ieee.org/document/6308765>
- [8] Bhattacharya, A., Geraghty, J., & Young, P. (2010). Supplier selection paradigm: An integrated hierarchical QFD methodology under multiple-criteria environment. Applied Soft Computing, 10(4), 1013-1027. <https://doi.org/10.1016/j.asoc.2010.05.025>
- [9] Bhuvanesh Kumar, M., & Parameshwaran, R. (2018). Fuzzy integrated QFD, FMEA framework for the selection of lean tools in a manufacturing organisation. Production

- Planning & Control, 29(5), 403-417.  
<https://www.tandfonline.com/doi/full/10.1080/09537287.2018.1434253>
- [10] Bhuvanesh Kumar, M., Parameshwaran, R., Antony, J., & Cudney, E. (2023). Framework for lean implementation through fuzzy AHP-COPRAS integrated approach. *IEEE Transactions on Engineering Management*, 70(11), 3836–3848.  
<https://ieeexplore.ieee.org/document/9469745>
- [11] Bigand, A., & Colot, O. (2010). Fuzzy filter based on interval-valued fuzzy sets for image filtering. *Fuzzy Sets and Systems*, 161 (1), 96–117.  
<https://doi.org/10.1016/j.fss.2009.03.010>
- [12] Bojković, N. Z., Petrović, M. T., & Živojinović, T. (2023). Odabrani modeli za politiku transporta i komunikacija: Analitički alati za podršku odlučivanju (1. izd.). Saobraćajni fakultet.
- [13] Boonthonsatit, K., & Jungthawan, S. (2015). Lean supply chain management-based value stream mapping in a case of Thailand automotive industry. In *Proceedings of the 4th International Conference on Advanced Logistics and Transport*.  
<https://ieeexplore.ieee.org/abstract/document/7136593>
- [14] Bottani, E., & Rizzi, A. (2006). Strategic management of logistics service: A fuzzy QFD approach. *International Journal of Production Economics*, 103(2), 585-599. DOI: [10.1016/j.ijpe.2005.11.006](https://doi.org/10.1016/j.ijpe.2005.11.006)
- [15] Brickclay. (2023). 15 telecom KPIs to track to stay ahead of the competition.  
<https://www.brickclay.com/blog/telecom-industry/15-telecom-kpis-track-to-stay-ahead-of-the-competition/>
- [16] Burke, R.J., Davis, R.D., Kaminsky, F.C. and Roberts, A.E.P. (1995), The effect of inspector errors on the true fraction nonconforming: an industrial experiment, *Quality Engineering*, Vol. 7 No. 3, pp. 543-50. <https://doi.org/10.1080/08982119508918802>
- [17] Busert, T., & Fay, A. (2019). Extended value stream mapping method for information-based improvement of production logistics processes. *IEEE Engineering Management Review*, 47(4), 119–127. <https://ieeexplore.ieee.org/document/8798722>

- [18] Carnerud, D., Jaca, C., & Bäckström, I. (2018). Kaizen and continuous improvement: Trends and patterns over 30 years. *The TQM Journal*, 30(4), 371–390. <https://doi.org/10.1108/TQM-03-2018-0037>
- [19] Chakravarty, A., Kumar, A., & Grewal, R. (2014). Customer orientation structure for internet-based business-to-business platform firms. *Journal of Marketing*, 78(5), 1-23. <https://doi.org/10.1509/jm.12.0442>
- [20] Chiarini, A. (2011). Integrating lean thinking into ISO 9001: A first guideline. *International Journal of Lean Six Sigma*, 2(2), 96–117. <https://doi.org/10.1108/20401461111135000>
- [21] Dimitrijević, B. (2017). Višeatributivno odlučivanje.
- [22] Ding, S., Zhao, H., Zhang, Y., et al. (2015). Extreme learning machine: Algorithm, theory, and applications. *Artificial Intelligence Review*, 44, 103–115. <https://doi.org/10.1007/s10462-013-9405-z>
- [23] Dinis, C. J., Ferrete, L. F., Sousa, R. M., Medeiros, H. S., Magalhães, A. J., & Ferreira, J. P. (2015). Process mapping improvement: Extending value stream maps with waste identification diagrams. *FME transactions*, 43(4), 287-294. <https://doi.org/10.5937/fmet1504287D>
- [24] Duan, Q. (2017). Cloud service performance evaluation: status, challenges, and opportunities—a survey from the system modeling perspective. *Digital Communications and Networks*, 3(2), 101-111. <https://doi.org/10.1016/j.dcan.2016.12.002>
- [25] Duncombe, J. U. (1959). Infrared navigation—Part I: An assessment of feasibility. *IEEE Transactions on Electron Devices*, 11(1), 34–39.
- [26] Djekic, I., Vunduk, J., Tomašević, I., Kozarski, M., Petrovic, P., Niksic, M & Klaus, A. (2017). Application of quality function deployment on shelf-life analysis of *Agaricus bisporus Portobello*. *LWT*, 78, 82-89. <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2016.12.036>
- [27] Forno, A. J. D., Pereira, F. A., Forcellini, F. A., & Kipper, L. M. (2014). Value stream mapping: A study about the problems and challenges found in the literature from the past

- 15 years about application of lean tools. *International Journal of Advanced Manufacturing Technology*, 72(5–8), 779–790. <https://doi.org/10.1007/s00170-014-5712-z>
- [28] Franceschini, F., & Maisano, D. (2018). A new proposal to improve the customer competitive benchmarking in QFD. *Quality Engineering*, 30(4), 730–761. <https://doi.org/10.1080/08982112.2018.1437178>
- [29] Gabus, A., & Fontela, E. (1972). *World problems, an invitation to further thought within the framework of DEMATEL*. Battelle Geneva Research Center, Geneva, Switzerland.
- [30] Galetto, M., Franceschini, F., Maisano, D. A., & Mastrogiacomo, L. (2018). Engineering characteristics prioritisation in QFD using ordinal scales: a robustness analysis. *European journal of industrial engineering*, 12(2), 151-174. <https://doi.org/10.1504/EJIE.2018.090617>
- [31] Ghazouani, S., & Slimani, Y. (2017). A survey on cloud service description. *Journal of Network and Computer Applications*, 91, 61-74. <https://doi.org/10.1016/j.jnca.2017.04.013>
- [32] Gorzalczany, M.B. (1987). A method of inference in approximate reasoning based on interval-valued fuzzy sets. *Fuzzy Sets and Systems*, 21 (1), pp. 1–17.
- [33] Guerola-Navarro, V., Gil-Gomez, H., Oltra-Badenes, R., & Soto-Acosta, P. (2024). Customer relationship management and its impact on entrepreneurial marketing: A literature review. *International Entrepreneurship and Management Journal*, 20(2), 507-547. <https://doi.org/10.1007/s11365-022-00800-x>
- [34] Halabi, T., & Bellaiche, M. (2017). Towards quantification and evaluation of security of Cloud Service Providers. *Journal of Information Security and Applications*, 33, 55-65. <https://doi.org/10.1016/j.jisa.2017.01.007>
- [35] Harikannan, N., & Vinodh, S. (2025). State of art review on sustainable manufacturing and Industry 4.0. *Business Strategy and the Environment*, 34(1), 872–913. <https://doi.org/10.1002/bse.4013>

- [36] Hartini, S., Ciptomulyono, U., & Anityasari, M. (2017). Extended value stream mapping to enhance sustainability: A literature review. In Proceedings of the 3rd International Materials, Industrial and Manufacturing Engineering Conference. <https://doi.org/10.1063/1.5010647>
- [37] Hauser, J. R., & Clausing, D. (1988). The house of quality.
- [38] He, L., Wu, Z., Xiang, W., Goh, M., Xu, Z., Song, W., ... & Wu, X. (2021). A novel Kano-QFD-DEMATEL approach to optimise the risk resilience solution for sustainable supply chain. *International journal of production research*, 59(6), 1714-1735.
- [39] Huang, G. B., Zhu, Q. Y., & Siew, C. K. (2006). Extreme learning machine: Theory and applications. *Neurocomputing*, 70, 489–501. <https://doi.org/10.1016/j.neucom.2005.12.126>
- [40] Hundal, G. P. S., & Kant, S. (2017). Product design development by integrating QFD approach with heuristics-AHP, ANN, and fuzzy logics: A case study in miniature circuit breaker. *International Journal of Productivity and Quality Management*, 20(1), 1–28. <https://doi.org/10.1504/IJPQM.2017.080699>
- [41] Hussain, M., Tsironis, L., & Ajmal, M. M. (2011). A QFD strategy for improving customer satisfaction: case study of telecom companies of Pakistan. *Asian Journal on Quality*, 12(3), 282-295. <https://doi.org/10.1108/15982681111187119>
- [42] Jaiswal, E. S. (2012). A case study on quality function deployment (QFD). *IOSR Journal of Mechanical and Civil Engineering*, 3(6), 27-35.
- [43] Kajba, M., & Jereb, B. (2022). Process Optimization of the Selected Business Using a Process Approach. *European Journal of Studies in Management & Business*, 23. <https://doi.org/10.32038/mbrq.2022.23.01>
- [44] Karsak, E., Sozer, S., & Alptekin, S. (2003). Product planning in quality function deployment using a combined analytic network process and goal programming approach. *Computers & Industrial Engineering*, 44(1), 171–190. [https://doi.org/10.1016/S0360-8352\(02\)00191-2](https://doi.org/10.1016/S0360-8352(02)00191-2)

- [45] Kahraman, C., en Ertay, T., & Büyüközkan, G. (2007). A fuzzy optimization model for QFD planning process using analytic network approach. *Quality control and applied statistics*, 52(1), 61-62. <https://doi.org/10.1016/j.ejor.2004.09.016>
- [46] Khademi-Zare, H., Zarei, M., Sadeghieh, A., & Owlia, M. S. (2010). Ranking the strategic actions of Iran mobile cellular telecommunication using two models of fuzzy QFD. *Telecommunications Policy*, 34(11), 747-759. <https://doi.org/10.1016/j.telpol.2010.10.001>
- [47] Kim, D. (2010). Application of the HoQ framework to improving QoE of broadband internet services. *IEEE Network*, 24(2), 20–26. <https://doi.org/10.1109/MNET.2010.5430140>
- [48] Kim, T., Koo, T., & Paik, E. (2015). SDN and NFV benchmarking for performance and reliability. In *Proceedings of the 17th Asia-Pacific Network Operations and Management Symposium* (pp. 600–603). <https://doi.org/10.1109/APNOMS.2015.7275403>
- [49] Krishna, N. V., & Sharma, A. (2014). Lean manufacturing implementation using value stream mapping as a tool. *International Journal of Lean Six Sigma*, 5(1), 89–116. <https://doi.org/10.1108/IJLSS-04-2012-0002>
- [50] Kulcsár, E., Gyurika, I. G., & Csiszér, T. (2020). Application of network science to extend the AHP and QFD methods. In *Proc. 6th World Congress Mech. Chem. Mat. Eng.* DOI: [10.11159/icmie20.137](https://doi.org/10.11159/icmie20.137)
- [51] Kumar, R., & Watt, B. (1998, June). Teaching Zero Quality Control Concepts In Mechanical Engineering Technology. In *1998 Annual Conference* (pp. 3-539), DOI [10.18260/1-2-7460](https://doi.org/10.18260/1-2-7460)
- [52] Kumar, V., & Pansari, A. (2016). Competitive advantage through engagement. *Journal of marketing research*, 53(4), 497-514. <https://doi.org/10.1509/jmr.15.0044>
- [53] Kutschenreiter-Praszkiwicz, I. (2013). Application of neural networks in QFD matrix. *Journal of Intelligent Manufacturing*, 24(2), 397–404. <https://doi.org/10.1007/s10845-011-0604-7>

- [54] Kwong, C. K., Chen, Y., Bai, H., & Chan, D. S. K. (2007). A methodology of determining aggregated importance of engineering characteristics in QFD. *Computers & Industrial Engineering*, 53(4), 667-679. <https://doi.org/10.1016/j.cie.2007.06.008>
- [55] Lager, T. (2005). The industrial usability of quality function deployment: A literature review and synthesis on a meta-level. *R&D Management*, 35(4), 409–426. <https://doi.org/10.1111/j.1467-9310.2005.00398.x>
- [56] Laghari, K. U. R., Crespi, N., & Connelly, K. (2012). Toward total quality of experience: A QoE model in a communication ecosystem. *IEEE Communications Magazine*, 50(4), 58–65. <https://doi.org/10.1109/MCOM.2012.6178834>
- [57] Lakemond, N., Holmberg, G., & Pettersson, A. (2021). Digital transformation in complex systems. *IEEE Transactions on Engineering Management*, 71, 192–204. <https://doi.org/10.1109/TEM.2021.3118203>
- [58] Lam, J. S. L. (2015). Designing a sustainable maritime supply chain: A hybrid QFD–ANP approach. *Transportation Research Part E: Logistics and Transportation Review*, 78, 70-81. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.tre.2014.10.003>
- [59] Lapide, L. (2004). Sales and operations planning part I: the process. *The Journal of business forecasting*, 23(3), 17-19.
- [60] Lee, A. H., & Lin, C. Y. (2011). An integrated fuzzy QFD framework for new product development. *Flexible services and manufacturing journal*, 23(1), 26-47. <https://doi.org/10.1007/s10696-011-9076-5>
- [61] Lee, J. K. Y., Gholami, H., Saman, M. Z. M., Ngadiman, N. H. A. B., Zakuan, N., Mahmood, S., et al. (2021). Sustainability-oriented application of value stream mapping: A review and classification. *IEEE Access*, 9, 68414–68434. <https://doi.org/10.1109/ACCESS.2021.3077570>
- [62] Li, Z., Zhang, D., & Gao, Q. (2009, June). A grey method of prioritizing engineering characteristics in QFD. In 2009 Chinese Control and Decision Conference (pp. 3443-3447). IEEE. <https://doi.org/10.1109/CCDC.2009.5191557>

- [63] Liu, A., Leach, M., & Chugh, R. (2015). A sales process framework to regain B2B customers. *Journal of Business & Industrial Marketing*, 30(8), 906-914. <https://doi.org/10.1108/JBIM-02-2014-0026>
- [64] Longhan, Z., Hong, L., & Shiwei, X. (2013). Production process improvement based on value stream mapping for CY Company. In *Proceedings of the 6th International Conference on Information Management, Innovation Management and Industrial Engineering*. <https://doi.org/10.1109/ICIIM.2013.6703555>
- [65] Luthra, S., Sharma, M., Kumar, A., Joshi, S., Collins, E., & Mangla, S. (2022). Overcoming barriers to cross-sector collaboration in circular supply chain management: a multi-method approach. *Transportation Research Part E: Logistics and Transportation Review*, 157, 102582. <https://doi.org/10.1016/j.tre.2021.102582>
- [66] Luo, X. G., Kwong, C. K., & Tang, J. F. (2010). Determining optimal levels of engineering characteristics in quality function deployment under multi-segment market. *Computers & industrial engineering*, 59(1), 126-135. <https://doi.org/10.1016/j.cie.2010.03.009>
- [67] Mahnič, V. (2013). Applying kanban principles to software development. In *presentado en Proceedings of the IT for Practice, 16th International Conference on Information Technology for Practice, Ostrava* (pp. 89-96).
- [68] Maleyeff, J. and Lewis, D.A. (1993), Pre-control or X-bar charts: an economic evaluation using alternative cost models, *International Journal of Production Research*, Vol. 31 No. 2, pp. 471-82. <https://doi.org/10.1080/00207549308956737>
- [69] Marques, J. P., Sá, J. C., Silva, F. J. G., Pereira, T., Ferreira, L. P., & Santos, G. (2021). Safety efficiency value stream mapping (SEVSM): A new tool to support the implementation of lean safety. In *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*, 1193(1), 012124. <https://doi.org/10.1088/1757-899X/1193/1/012124>
- [70] Martin, N. L., Der, A., Herrmann, C., & Thiede, S. (2020). Assessment of smart manufacturing solutions based on extended value stream mapping. *Procedia CIRP*, 93. <https://doi.org/10.1016/j.procir.2020.04.019>

- [71] Morato, M. L. D. S., & Ferreira, K. A. (2024). Value stream mapping application for construction industry loss and waste reduction: A systematic literature review. *International Journal of Lean Six Sigma*, 15(4), 817–837. <https://doi.org/10.1108/IJLSS-06-2023-0100>
- [72] Morlock, F., & Meier, H. (2015). Service value stream mapping in industrial product-service system performance management. *Procedia CIRP*, 30, 457–461. <https://doi.org/10.1016/j.procir.2015.02.128>
- [73] Mustafiz, S., Palma, F., Toeroe, M., & Khendek, F. (2016). A network service design and deployment process for NFV systems. In 2016 IEEE 15th International Symposium on Network Computing and Applications (pp. 131–139). IEEE. <https://doi.org/10.1109/NCA.2016.7778607>
- [74] Mujtaba, S., Feldt, R., & Petersen, K. (2010). Waste and lead time reduction in a software product customization process with value stream maps. In Proceedings of the 21st Australian Software Engineering Conference (pp. 139–148). IEEE. <https://doi.org/10.1109/ASWEC.2010.37>
- [75] Nahm, Y. E., Ishikawa, H., & Inoue, M. (2013). New rating methods to prioritize customer requirements in QFD with incomplete customer preferences. *The International Journal of Advanced Manufacturing Technology*, 65(9–12), 1587–1604. <https://doi.org/10.1007/s00170-012-4282-1>
- [76] Neira-Rodado, D., Ortíz-Barrios, M., De la Hoz-Escorcía, S., Paggetti, C., Noffrini, L., & Fratea, N. (2020). Smart product design process through the implementation of a fuzzy Kano-AHP-DEMATEL-QFD approach. *Applied sciences*, 10(5), 1792. <https://doi.org/10.3390/app10051792>
- [77] Ng, K. C., Lim, C. P., Chong, K. E., & Goh, G. G. G. (2013). Elimination of waste through value add/non-value add process analysis to improve cost productivity in manufacturing: A case study. In Proceedings of the IEEE International Conference on Industrial Engineering and Engineering Management. <https://doi.org/10.1109/IEEM.2013.6962444>
- [78] Ohno, T. (2019). *Toyota production system: beyond large-scale production*. Productivity press.

- [79] Ouamri, M. A., Alharbi, T., Singh, D., & Sylia, Z. (2025). A comprehensive survey on software-defined wide area network (SD-WAN): principles, opportunities and future challenges: MA Ouamri et al. *The Journal of Supercomputing*, 81(1), 291, DOI <https://doi.org/10.1007/s11227-024-06718-1>
- [80] Ott, E.R. and Schilling, E.G. (1990), *Process Quality Control*, Ch. 7, McGraw-Hill, New York, NY.
- [81] Parezanović, T., Petrović, M., Bojković, N., & Pamučar, D. (2019). One approach to evaluate the influence of engineering characteristics in QFD method. *European Journal of Industrial Engineering*, 13(3), 299–331. <https://doi.org/10.1504/EJIE.2019.100013>
- [82] Paryani, K., Masoudi, A., & Cudney, E. A. (2010). QFD application in the hospitality industry: A hotel case study. *Quality Management Journal*, 17(1), 7-28. <https://doi.org/10.1080/10686967.2010.11918258>
- [83] Patil, C. K., Husain, M., & Halegowda, N. V. (2018). Study of quality function deployment model based on artificial neural network with optimization techniques. *Journal of Advanced Manufacturing Systems*, 17(1), 119–136. <https://doi.org/10.1142/S0219686718500087>
- [84] Petrović, N. (2018). *Upravljanje uticajima urbanizacije i vidova saobraćaja na kvalitet životne sredine (Doktorska disertacija)*. Univerzitet u Beogradu, Saobraćajni fakultet.
- [85] Petrović, M., Tarle, S. P., & Gospić, N. (2013). *Benčmarking i politika telekomunikacija*. Saobraćajni fakultet, Univerzitet u Beogradu.
- [86] Poona, S., & Swatman, P. (1999). An exploratory study of small business Internet commerce issues. *Information & Management*, 35(1), 9–18. [https://doi.org/10.1016/S0378-7206\(98\)00079-2](https://doi.org/10.1016/S0378-7206(98)00079-2)
- [87] Pramusinta, A., Jepisah, D., & Hasbi, M. (2025). Ishikawa Diagram as a Tool for Resolving and Mapping the Causing Factors of Problems. *International Journal of Advanced Multidisciplinary Research and Studies*, 5(2), 600-603. DOI: <https://doi.org/10.62225/2583049X.2025.5.2.3877>

- [88] Pranata, S., Hadi, K., Chakim, M. H. R., Shino, Y., & Hikam, I. N. (2023). Business relationship in business process management and management with the literature review method. *ADI Journal on Recent Innovation*, 5(1Sp), 45-53. <https://doi.org/10.34306/ajri.v5i1sp.912>
- [89] Prasad, B. (1998). Review of QFD and related deployment techniques. *Journal of Manufacturing Systems*, 17(3), 221–234. [https://doi.org/10.1016/S0278-6125\(98\)80063-0](https://doi.org/10.1016/S0278-6125(98)80063-0)
- [90] Prashar, A. (2014). Redesigning an assembly line through Lean-Kaizen: An Indian case. *The TQM Journal*, 26(5), 475–498. <https://doi.org/10.1108/TQM-04-2013-0054>
- [91] 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.
- [92] Radak, Z. D., Gospić, N. M., & Marković, G. Z. (2017). Predlog rešenja za pouzdan pristup Internetu. *Tehnika*, 72(4), 571–578. <https://doi.org/10.5937/tehnika1704571R>
- [93] 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.
- [94] 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.
- [95] 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.
- [96] 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: <https://doi.org/10.1109/TELFOR48224.2019.8971291>
- [97] 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
- [98] Radak, Z., Petrović, M., & Marković, G. (2025b). 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))
- [99] Ratel. (2023). Overview of electronic communications and postal services markets in 2023. <https://ratel.rs/en/blog/overview-of-electronic-communications-and-postal-services-markets-in-2023>
- [100] Ratel. (2023a). Overview of electronic communications and postal services markets in 2023. <https://ratel.rs/en/blog/overview-of-electronic-communications-and-postal-services-markets-in-2023>
- [101] Rehman, A. U., Aguiar, R. L., & Barraca, J. P. (2019). Network functions virtualization: The long road to commercial deployments. IEEE Access, 7. <https://doi.org/10.1109/ACCESS.2019.2915195>
- [102] Ribeiro, H., Barbosa, B., Moreira, A., & Rodrigues, R. (2024). Customer experience, loyalty, and churn in bundled telecommunications services. SAGE Open. <https://doi.org/10.1177/21582440241245191>
- [103] Rother, M. & Shook, J. (1999). Learning to See: Value Stream Mapping to Add Value and Eliminate Muda. Brookline, MA: Lean Enterprise Institute (www.lean.org)
- [104] Saaty, T. L. (1982). The analytic hierarchy process: A new approach to deal with fuzziness in architecture. Architectural Science Review, 25(3), 64-69. <https://doi.org/10.1080/00038628.1982.9696499>

- [105] Salvia, A.A. (1988), Stoplight control, *Quality Progress*, Vol. 21 No. 9, pp. 39-42
- [106] Schönemann, M., Thiede, S., & Herrmann, C. (2014). Integrating product characteristics into extended value stream modeling. *Procedia CIRP*, 17, 368–373. <https://doi.org/10.1016/j.procir.2014.01.091>
- [107] Setiawan, I., Tumanggor, O. S. P., & Purba, H. H. (2021). Value stream mapping: Literature review and implications for service industry. *Jurnal Sistem Teknik Industri*, 23(2), 155–166. DOI: <https://doi.org/10.32734/jsti.v23i2.6038>
- [108] Sewpersadh, N. S. (2023). Disruptive business value models in the digital era. *Journal of Innovation and Entrepreneurship*, 12(1), 2. DOI: <https://doi.org/10.1186/s13731-022-00252-1>
- [109] Shou, W., Wang, J., Wu, P., Wang, X., & Chong, H. Y. (2017). A cross-sector review on the use of value stream mapping. *International Journal of Production Research*, 55(13), 3906–3928. <https://doi.org/10.1080/00207543.2017.1311031>
- [110] Shingo, S. (1986). *Zero quality control: source inspection and the poka-yoke system* (AP Dillon, Trans.). Portland, OR: Productivity. Inc.(Original work published 1985).
- [111] Sikri, M., & Gell, R. (2014). Derivation of agile SOA requirements using collaborative QFD. *International Journal of Collaborative Enterprise*, 4(4), 234-248. <https://doi.org/10.1504/IJCENT.2014.066992>
- [112] Siraj, F., Nordin, N., & Yusoff, N. (2008). Quality function deployment analysis based on a neural network and statistical results. *International Journal of Simulation Systems, Science and Technology*, 9(2), 73–81.
- [113] Stadnicka, D., & Litwin, P. (2018). Value stream mapping and system dynamics integration for manufacturing line modeling and analysis. *International Journal of Production Economics*, 208, 400–411. <https://doi.org/10.1016/j.ijpe.2018.12.011>
- [114] Stadnicka, D., & Ratnayake, R. M. C. (2016). Minimization of service disturbance: VSM-based case study in the telecommunication industry. *IFAC-PapersOnLine*, 49(12), 255–260. <https://doi.org/10.1016/j.ifacol.2016.07.609>

- [115] Stadnicka, D., & Ratnayake, R. C. (2017). Enhancing performance in service organizations: A case study based on value stream analysis in the telecommunications industry. *International Journal of Production Research*, 55(23), 6984–6999. <https://doi.org/10.1080/00207543.2017.1346318>
- [116] Suarez-Barraza, M. F., Miguel-Davila, J. Á., & Vasquez-García, C. F. (2016). Supply chain value stream mapping: a new tool of operation management. *International Journal of Quality & Reliability Management*, 33(4), 518-534. DOI: [10.1108/IJQRM-11-2014-0171](https://doi.org/10.1108/IJQRM-11-2014-0171)
- [117] Sunder, V., Ganesh, L. S., & Marathe, R. (2023). A dynamic capabilities view of lean in a service context. *IEEE Transactions on Engineering Management*, 70(11), 3887–3901. <https://doi.org/10.1109/TEM.2021.3089850>
- [118] Tankhiwale, S., & Saraf, S. (2020). Value stream mapping (VSM) led approach for waste and time to market reduction in software product development process. *Telecom Business Review*, 13(1), 27.
- [119] Tendayi, T. G., & Fourie, C. J. (2013). The combined AHP-QFD approach and its use in lean maintenance. Stellenbosch: Southern African Institute for Industrial Engineering.
- [120] Toy, M. (2015). Cloud services architectures. *Procedia Computer Science*, 61, 213-220. <https://doi.org/10.1016/j.procs.2015.09.197>
- [121] Troia, S., Sapienza, F., Varé, L., & Maier, G. (2021). On deep reinforcement learning for traffic engineering in SD-WAN. *IEEE Journal on Selected Areas in Communications*, 39(7), 2198–2212. <https://doi.org/10.1109/JSAC.2020.3041385>
- [122] Troia, S., Zorello, L. M. M., Maralit, A. J., & Maier, G. (2020). SD-WAN: An open-source implementation for enterprise networking services. In *Proceedings of the 22nd International Conference on Transparent Optical Networks*. <https://doi.org/10.1109/ICTON51198.2020.9203058>
- [123] Vakili, A., & Navimipour, N. J. (2017). Comprehensive and systematic review of the service composition mechanisms in cloud environments. *Journal of Network and Computer Applications*, 81, 24-36. <https://doi.org/10.1016/j.jnca.2017.01.005>

- [124] Van Looy, A. (2021). A quantitative and qualitative study of the link between business process management and digital innovation. *Information & Management*, 58(2), 103413. <https://doi.org/10.1016/j.im.2020.103413>
- [125] VersionOne, 2013. 7th Annual State of Agile Development Survey. Available at: <http://www.versionone.com/state-of-agile-survey-results/>
- [126] Viio, P. (2011). Strategic sales process adaptation: Relationship orientation of the sales process in a business-to-business context. Svenska handelshögskolan.
- [127] Vulanović, V., Stanivuković, D., Kamberović, B., Radaković, N., Maksimović, R., Radlovački, V., & Šilobad, M. (2003). Metode i tehnike unapređenja procesa rada. Faculty of Technical Science.
- [128] Wang, C., Quesada-Pineda, H., Kline, D. E., & Buehlmann, U. (2011). Using value stream mapping to analyze an upholstery furniture engineering process. *Forest Products Journal*, 61(5), 411–421. <https://doi.org/10.13073/0015-7473-61.5.411>
- [129] Wang, C. H. (2015). Using quality function deployment to conduct vendor assessment and supplier recommendation for business-intelligence systems. *Computers & Industrial Engineering*, 84, 24-31.
- [130] Walsh, J., & Godfrey, S. (2000). The Internet: A new era in customer service. *European Management Journal*, 18(1), 85–92. [https://doi.org/10.1016/S0263-2373\(99\)00071-7](https://doi.org/10.1016/S0263-2373(99)00071-7)
- [131] Wind, Y., & Saaty, T. L. (1980). Marketing applications of the analytic hierarchy process. *Management science*, 26(7), 641-658. <https://doi.org/10.1287/mnsc.26.7.641>
- [132] Weinzierl, S., Zilker, S., Dunzer, S., & Matzner, M. (2024). Machine learning in business process management: A systematic literature review. *Expert Systems with Applications*, 253, 124181. <https://doi.org/10.1016/j.eswa.2024.124181>
- [133] Willumsen, P., Oehmen, J., & Rossi, M. (2019). Designing risk management: Applying value stream mapping to risk management. In *Proceedings of the Design Society: International Conference on Engineering Design*, 1(1), 2229–2238. Cambridge University Press. <https://doi.org/10.1017/dsi.2019.229>

- [134] Yang, K., Guo, D., Zhang, B., & Zhao, B. (2019). Multi-controller placement for load balancing in SD-WAN. *IEEE Access*, 7, 167278–167289. <https://doi.org/10.1109/ACCESS.2019.2953723>
- [135] Yang, M., Li, Y., Li, S., & Li, P. (2008). ANN-based fuzzy reasoning to determine the importance of technical requirements in QFD. In 2008 4th International Conference on Wireless Communications, Networking and Mobile Computing (pp. 1–5). IEEE. <https://doi.org/10.1109/WiCom.2008.1888>
- [136] Yang, Z., Cui, Y., Li, B., Liu, Y., & Xu, Y. (2019). Software-defined wide area network: Architecture, advances and opportunities. In Proceedings of the 28th International Conference on Computer Communication and Networks. <https://doi.org/10.1109/ICCCN.2019.8847124>
- [137] Yang, Z., Cui, Y., Wang, X., Liu, Y., Li, M., & Xiao, S. (2019). Cost-efficient scheduling of bulk transfers in inter-datacenter WANs. *IEEE/ACM Transactions on Networking*, 27. <https://doi.org/10.1109/TNET.2019.2934896>
- [138] Yazdani, M., Hashemkhani Zolfani, S., & Zavadskas, E. K. (2016). New integration of MCDM methods and QFD in the selection of green suppliers. *Journal of Business Economics and Management*, 17(6), 1097-1113.
- [139] Yazdani, M., Chatterjee, P., Zavadskas, E. K., & Zolfani, S. H. (2017). Integrated QFD-MCDM framework for green supplier selection. *Journal of Cleaner Production*, 142, 3728-3740.
- [140] Yi, B., Wang, X., Li, K., Das, S. K., & Huang, M. (2018). A comprehensive survey of network function virtualization. *Computer Networks*, 133, 212–262. <https://doi.org/10.1016/j.comnet.2018.01.021>
- [141] Zadeh, L. A. (1965). Fuzzy sets. *Information and Control*, 8, 338–353. [https://doi.org/10.1016/S0019-9958\(65\)90241-X](https://doi.org/10.1016/S0019-9958(65)90241-X)
- [142] Zhu, L., & Liu, X. (2010). Technical target setting in QFD for web service systems using an artificial neural network. *IEEE Transactions on Services Computing*, 3(4), 338–352. <https://doi.org/10.1109/TSC.2010.45>



## **PODACI O KANDIDATU**

### **Biografski podaci**

Zlata Radak rođena je 14. novembra 1983. godine u Beogradu. Nakon završene osnovne škole, upisala je gimnaziju prirodno-matematičkog smera, koju je završila 2002. godine. Iste godine upisala je Saobraćajni fakultet Univerziteta u Beogradu, smer Telekomunikacioni saobraćaj, gde je diplomirala 2007. Tokom studija ostvarila je prosečnu ocenu 8,82. Na prvoj godini studija nagrađena je diplomom za najboljeg studenta sa prosečnom ocenom 9,4 i svim položenim ispitima u junskom roku. Odmah po završetku osnovnih studija dobila je stipendiju kompanije Cisco za pohađanje sertifikacionog programa Cisco CCNA, koji je realizovan u Računarskom centru Elektrotehničkog fakulteta u Beogradu. Program je uspešno završila i dobila sertifikat. Profesionalnu karijeru započela je 2009. godine u Ministarstvu finansija, na projektu digitalizacije baze podataka Fonda PIO, gde je radila dve godine. Nakon toga angažovana je od strane kompanije SBB, u sektoru B2B prodaje, gde je dobila priliku da kreira i prodaje kompleksna telekomunikaciona rešenja za velike poslovne korisnike. Doktorske studije na Univerzitetu u Beogradu - Saobraćajni fakultet, upisala je 2014. godine. Tokom višegodišnjeg rada u kompaniji SBB, do 2023. godine, imala je mogućnost da znanja stečena na doktorskim studijama primeni i testira u realnim poslovnim okruženjima, posebno u domenu optimizacije procesa, korisničkog iskustva i implementacije kompleksnih servisa. Od 2023. do 2025. godine bila je angažovana na vođenju kompleksnog projekta u kompaniji Orion Telekom, zatim u kompaniji Aigo i Oblak tehnologije od 2025. do 2026. što joj je omogućilo dalju primenu i potvrdu praktične vrednosti naučnoistraživačkog rada. Od 2026. godine zaposlena je u kompaniji Proximus na poziciji Process Architect. Dodatno angažovana je kao profesor na Računarskom fakultetu, Univerziteta Union u Beogradu, gde drži tri predmeta kao i na Fakultetu za menadžment, Univerziteta u Sremskim Karlovcima, gde su joj dodeljena dva predmeta. Zlata ima više od petnaest godina profesionalnog iskustva u telekomunikacionom sektoru, sa značajnim doprinosom u primeni naučnih i analitičkih metoda na operativne procese i implementaciju projekata. Autorka je osam naučnih radova u zbornicima međunarodnih konferencija i naučno-stručnim časopisima, sa fokusom na unapređenje poslovnih procesa kroz primenu naučno zasnovanih metoda. Iz uže naučne oblasti „marketing i ekonomija u telekomunikacijama“, ima objavljen rad u naučno-stručnom časopisu IEEE TEM, *Transactions on Engineering Management*, pod nazivom „Value stream map for SD-WAN business process improvement: A case study“, IF 5.2 koji je objavljen u junu 2025. godine.

## **Izjava o autorstvu**

Ime i prezime autora: Zlata Radak

Broj indeksa: DS14D020

### **Izjavljujem**

da je doktorska disertacija pod naslovom:

#### **MODELI ZA UNAPREĐENJE PROCESA PRUŽANJA TELEKOMUNIKACIONIH USLUGA POSLOVNIM KORISNICIMA**

- rezultat sopstvenog istraživačkog rada;
- da disertacija u celini ni u delovima nije bila predložena za sticanje druge diplome prema studijskim programima drugih visokoškolskih ustanova;
- da su rezultati korektno navedeni i
- da nisam kršila autorska prava i koristila intelektualnu svojinu drugih lica.

Potpis autora

U Beogradu, 2026. godine

---

## **Izjava o istovetnosti štampane i elektronske verzije doktorskog rada**

Ime i prezime: Zlata Radak

Broj indeksa: DS14D020

Studijski program: Saobraćaj

Naslov rada: **MODELI ZA UNAPREĐENJE PROCESA PRUŽANJA  
TELEKOMUNIKACIONIH USLUGA POSLOVNIM KORISNICIMA**

Mentori: dr Marijana Petrović, redovni profesor

dr Goran Marković, redovni profesor

Izjavljujem da je štampana verzija mog doktorskog rada istovetna elektronskoj verziji koju sam predala radi pohranjivanja u Digitalnom repozitorijumu Univerziteta u Beogradu.

Dozvoljavam da se objave moji lični podaci vezani za dobijanje akademskog naziva doktora nauka, kao što su ime i prezime, godina i mesto rođenja i datum odbrane rada.

Ovi lični podaci mogu se objaviti na mrežnim stranicama digitalne biblioteke, u elektronskom katalogu i u publikacijama Univerziteta u Beogradu.

Potpis autora

U Beogradu, 2026. godine

---

---

---

## **Izjava o korišćenju**

Ovlašćujem Univerzitetsku biblioteku „Svetozar Marković” da u Digitalni repozitorijum Univerziteta u Beogradu unese moju doktorsku disertaciju pod naslovom:

### **MODELI ZA UNAPREĐENJE PROCESA PRUŽANJA TELEKOMUNIKACIONIH USLUGA POSLOVNIM KORISNICIMA**

Naziv teme na engleskom jeziku:

### **MODELS FOR IMPROVEMENT OF TELECOMMUNICATIONS SERVICE PROVISION PROCESSES FOR BUSINESS CUSTOMERS**

koja je moje autorsko delo.

Disertaciju sa svim priložima predala sam u elektronskom formatu pogodnom za trajno arhiviranje.

Moju doktorsku disertaciju pohranjenu u Digitalnom repozitorijumu Univerziteta u Beogradu i dostupnu u otvorenom pristupu mogu da koriste svi koji poštuju odredbe sadržane u odabranom tipu licence Kreativne zajednice (Creative Commons) za koju sam se odlučio.

1. Autorstvo (CC BY)
2. Autorstvo – nekomercijalno (CC BY-NC)
3. Autorstvo – nekomercijalno – bez prerada (CC BY-NC-ND)
4. Autorstvo – nekomercijalno – deliti pod istim uslovima (CC BY-NC-SA)
5. Autorstvo – bez prerada (CC BY-ND)
6. Autorstvo – deliti pod istim uslovima (CC BY-SA)

Potpis autora

U Beogradu, 2026. godine

---