

УНИВЕРЗИТЕТ У БЕОГРАДУ  
ФАКУЛТЕТ ОРГАНИЗАЦИОНИХ НАУКА

Александра Д. Трпков

**МОДЕЛ РАЗВОЈА ПРОЈЕКТА  
ЕЛЕКТРОНСКЕ ТРГОВИНЕ ЗАСНОВАНИХ  
НА БЛОКЧЕЈН ТЕХНОЛОГИЈИ**

докторска дисертација

Београд, 2026.

UNIVERSITY OF BELGRADE  
FACULTY OF ORGANIZATIONAL  
SCIENCES

Aleksandra D. Trpkov

**MODEL FOR THE DEVELOPMENT OF E-  
COMMERCE PROJECTS BASED ON  
BLOCKCHAIN TECHNOLOGY**

Doctoral Dissertation

Belgrade, 2026.

**Ментор:**

**Проф. др Александра Лабус**

Редовни професор, Универзитет у Београду,  
Факултет организационих наука

**Чланови комисије:**

**Проф. др Марко Михаић,**

редовни професор, Универзитет у Београду,  
Факултет организационих наука

**Проф. др Божидар Раденковић,**

редовни професор у пензији, Универзитет у Београду,  
Факултет организационих наука

**Проф. др Борис Делибашић**

редовни професор, Универзитет у Београду,  
Факултет организационих наука

**Проф. др Вељко Јеремић,**

редовни професор, Универзитет у Београду,  
Факултет организационих наука

**Проф. др Арутјун Аветисјан,**

академик, Московски државни универзитет М. В. Ломоносов,  
Факултет за рачунарску математику и кибернетику,  
директор института за системско програмирање Руске академије наука,  
Москва Русија (ISP RAS)

Датум одбране:

# Модел развоја пројеката електронске трговине заснованих на блокчејн технологији

## Сажетак:

Предмет истраживања дисертације је модел развоја пројеката електронске трговине заснованих на блокчејн технологији. Развој модела обухватиће дефинисање методолошког оквира за интеграцију *DevOps* приступа и блокчејн технологије у циљу развоја поузданих, безбедних и транспарентних софтверских решења за електронску трговину. Основни циљ истраживања јесте развој и тестирање модела који ће омогућити повећање поверења, сигурности и ефикасности у процесима електронске трговине, као и елиминацију посредника и унапређење аутентичности производа путем примене паметних уговора. У оквиру истраживања биће дефинисани кључни стејкхолдери у екосистему електронске трговине као и њихове међусобне интеракције у децентрализованом окружењу. Методолошки оквир укључује примену *DevOps* приступа за континуирану интеграцију, испоруку и унапређивање функционалности децентрализованих апликација (*DApp*), моделовање паметних уговора за аутоматизацију *B2C* трансакција и верификацију аутентичности производа, као и пројектовање *IT* инфраструктуре за *proof-of-concept* решење. Биће спроведено испитивање спремности крајњих корисника за усвајање услуга електронске трговине заснованих на блокчејн технологији применом модификованог *UTAUT2* модела, а добијени резултати биће анализирани помоћу алата *SmartPLS*. Очекује се да ће примена предложеног модела допринети повећању поверења корисника у систем електронске трговине, обезбеђивању већег нивоа сигурности и смањењу ризика од превара, као и унапређењу транспарентности пословних процеса у ланцу снабдевања. Поред тога, модел ће омогућити већу ефикасност трансакција, лакшу сарадњу између свих стејкхолдера у јединственом дигиталном екосистему и подстаћи иновације и примену савремених технологија у електронској трговини.

**Кључне речи:** електронска трговина, блокчејн, *DevOps*, *UTAUT2*, праћење и аутентичност производа

**Научна област:** Информациони системи и технологије

**Ужа научна област:** Електронско пословање

**УДК број:**

# **Model for the development of e-commerce projects based on blockchain technology**

## **Abstract:**

The subject of this research is the development model of e-commerce projects based on blockchain technology. The model development will include the definition of a methodological framework integrating the DevOps approach and blockchain technology to create reliable, secure, and transparent software solutions for e-commerce. The main goal of the research is to design and test a model that will enhance trust, security, and efficiency in e-commerce processes, while eliminating intermediaries and improving product authenticity through the application of smart contracts. Within the research, key stakeholders in the e-commerce ecosystem and their interactions in a decentralized environment will be defined. The methodological framework includes the application of the DevOps approach for continuous integration, delivery, and improvement of decentralized application (DApp) functionalities, modeling of smart contracts for B2C transaction automation and product authenticity verification, as well as the design of IT infrastructure for a proof-of-concept solution. An empirical study will be conducted to examine end users' readiness to adopt blockchain-based e-commerce services using a modified UTAUT2 model, and the collected data will be analyzed using the SmartPLS tool. The implementation of the proposed model is expected to contribute to increasing user trust in e-commerce systems, ensuring a higher level of security and reducing fraud risk, as well as improving transparency in supply chain processes. Furthermore, the model will enable greater transaction efficiency, facilitate collaboration among all stakeholders within a unified digital ecosystem, and foster innovation and the adoption of advanced technologies in e-commerce.

**Key words:** e-commerce, blockchain, DevOps, UTAUT2, product traceability and authenticity

**Scientific field:** Information Systems and technologies

**Scientific subfield:** E-business

**UDK number:**

# Садржај

1.	УВОД .....	1
1.1	Дефинисање предмета истраживања .....	1
1.2	Циљеви истраживања .....	4
1.3	Полазне хипотезе .....	6
1.4	Методе истраживања .....	7
2.	ЕЛЕКТРОНСКА ТРГОВИНА .....	9
2.1	Појам и форме електронске трговине .....	9
2.2	Вредносни ланци у електронској трговини .....	10
2.3	Стејкхолдери у електронској трговини .....	12
2.4	Проблеми електронске трговине .....	13
3.	БЛОКЧЕЈН ТЕХНОЛОГИЈА .....	14
3.1	Појам, карактеристике и блокчејн технологија .....	14
3.2	Блокчејн платформе и паметни уговори .....	15
3.3	Примена блокчејн технологије у електронској трговини .....	17
3.4	Моделе примене блокчејн технологије у електронској трговини .....	21
4.	МОДЕЛ РАЗВОЈА ПРОЈЕКТА ЕЛЕКТРОНСКЕ ТРГОВИНЕ ЗАСНОВАНИХ НА БЛОКЧЕЈН ТЕХНОЛОГИЈИ .....	23
4.1	Концептуални циљеви и захтеви .....	28
4.2	Архитектура и компоненте модела .....	28
4.2.1	Архитектура модела .....	28
4.2.2	Основне компоненте модела .....	30
4.3	Методолошки оквир за интеграцију DevOps приступа у развоју пројеката електронске трговине заснованих на блокчејн технологији .....	31
5.	ИСПИТИВАЊЕ СПРЕМНОСТИ КОРИСНИКА ЗА ПРИМЕНУ БЛОКЧЕЈН ТЕХНОЛОГИЈЕ У ЕЛЕКТРОНСКОЈ ТРГОВИНИ .....	35
5.1	Теоријски оквир модификованог UTAUT2 модела .....	36
5.1.1	Додавање конструкта перципирана ефикасност .....	37
5.1.2	Додавање конструкта перципирани ризик .....	37
5.1.3	Додавање конструкта поверење .....	37
5.1.4	Уклањање конструкта хедонистичка мотивација .....	38
5.2	Истраживање .....	40
5.3	Анализа резултата .....	42
5.4	Утицај органичене демографије на резултате .....	51
6.	ИМПЛЕМЕНТАЦИЈА РАЗВИЈЕНОГ МОДЕЛА .....	52
6.1	Дизајнирање децентрализоване апликације за електронску трговину на примеру модног брэнда .....	52

6.2	VRMN модел пословних процеса у децентрализованог апликацији.....	53
6.3	Паметни уговори у децентрализованог апликацији .....	55
6.4	Пројектни приступ развоја децентрализоване апликације за е-трговину модног бренда заснован на DevOps приступу .....	58
6.5	Корисничке улоге и њихове функционалности у децентрализованог апликацији .....	62
6.6	Приказ реализованог решења.....	67
6.6.1	Приказ реализованог решења из угла крајњег корисника.....	67
6.6.1.1	Јавни део апликације и преглед производа.....	67
6.6.1.2	Приказ аутентичности и животног циклуса производа .....	71
6.6.1.3	Клуб лојалности и персонализовано корисничко искуство .....	75
6.6.1.4	Виртуелни асистент као подршка крајњем кориснику .....	77
6.6.1.5	Процес куповине и плаћања .....	79
6.6.2	Приказ реализованог решења из угла модног дизајнера .....	85
6.6.3	Приказ реализованог решења из угла маркетинг асистента .....	86
6.6.4	Приказ реализованог решења из угла финансијског асистента .....	89
7.	ЕВАЛУАЦИЈА МОДЕЛА .....	93
7.1	Валидација и корисничка евалуација децентрализоване апликације.....	93
7.2	Анализа резултата.....	94
7.2.1	Евалуација реализованог решења од стране крајњих корисника .....	94
7.2.2	Евалуација реализованог решења од стране пословних учесника .....	98
8.	ЗАКЉУЧАК .....	102
8.1	Теоријске импликације .....	103
8.2	Практичне импликације .....	105
8.3	Ограничења истраживања .....	106
8.4	Научни и стручни доприноси .....	107
8.5	Будућа истраживања .....	108
9.	ЛИТЕРАТУРА .....	110
	СПИСАК СЛИКА.....	119
	СПИСАК ТАБЕЛА .....	120
10.	ПРИЛОЗИ.....	121
	БИОГРАФИЈА АУТОРА .....	125
	Списак објављених радова.....	126

# 1. УВОД

## 1.1 Дефинисање предмета истраживања

Предмет истраживања ове дисертације је модел развоја пројеката електронске трговине заснованих на блокчејн технологији. У средишту истраживања налази се разматрање могућности примене блокчејн технологије у електронској трговини са циљем постизања веће транспарентности пословних трансакција, праћења порекла производа, побољшања сигурности плаћања и повећања поверења потрошача.

Електронска трговина (енг. *e-commerce*) омогућава куповину и продају производа и услуга, као и широк спектар пословних активности на интернету [1]. У последњих неколико деценија, електронска трговина је еволуирала из новог начина куповине у суштински део глобалне економије, омогућавајући компанијама да досегну широку базу купаца и пословних партнера широм света [2]. Савремени системи електронске трговине интегришу примену више иновативних технологија, као што су вештачка интелигенција (енг. *AI*), интернет интелигентних уређаја (енг. *IoT*), *cloud computing*, *big data* и блокчејн. Ове технологије се функционално повезују у јединствене системе, при чему блокчејн делује као додатни слој који обезбеђује бољу сигурност трансакција, верификацију аутентичности података и веће поверење међу корисницима [3], [4].

Традиционални системи електронске трговине суочавају се са бројним изазовима, укључујући недостатак транспарентности у ланцу снабдевања, високе посредничке трошкове, сигурносне ризике у финансијским трансакцијама и недостатак механизма за проверу аутентичност производа. Блокчејн технологија нуди решење за ове изазове кроз своје карактеристике неизмењивости података, децентрализације, реализовања пословних трансакција без посредника применом паметних уговора.

Једна од најважнијих карактеристика блокчејн технологије је непроменљивост података. У структури сваког блока налазе се криптографски хеш претходног блока, временска ознака и трансакциони подаци, што обезбеђује непроменљивост једном уписаних записа [5], [6]. Ова својства су посебно корисна у сектору електронске трговине, јер омогућавају проверљиву историју трансакција, чиме се спречавају преваре и неовлашћене модификације података. За разлику од традиционалних система који зависе од централних ауторитета, блокчејн користи мрежу међусобно повезаних чворова (енг. *nodes*) који потврђују и евидентирају трансакције кроз консензус механизме [7]. На тај начин обезбеђује се транспарентан и аутентичан дигитални запис (енг. *ledger*), који гарантује поузданост и сигурност пословних процеса [8].

Друга кључна карактеристика је транспарентност и праћење производа у ланцу снабдевања. Блокчејн омогућава да се подаци о пореклу и кретању производа бележе тако да буду доступни свим учесницима у систему [9], док се њихова накнадна измена може извршити само уз консензус мреже [10], [11]. Овај приступ значајно смањује проблеме фалсификованих производа, нерегуларности у испоруци и превара у повраћају робе. Продавци и потрошачи могу пратити пут производа од произвођача до крајњег купца. Ово је посебно корисно у случајевима када је потребно потврдити аутентичност производа. У пракси, велики малопродајни ланци као што је *Walmart* показали су да примена блокчејна значајно скраћује време потребно за праћење порекла производа [12]. Блокчејн може помоћи у спречавању фалсификовања производа и превара у електронској трговини. Сваки производ може бити обележен јединственим дигиталним отиском који се може пратити на блокчејну. Ово олакшава идентификацију и елиминацију фалсификованих производа. У сектору луксузне моде, компаније попут *Louis Vuitton* и *LVMH* користе блокчејн ради верификације оригиналности својих производа, чиме се умањује ризик од фалсификата и јача поверење потрошача [13].

У области плаћања и финансијских трансакција, блокчејн омогућава сигурну и директну размену вредности без посредника. Платформе као што су *OpenBazaar* и *Coinbase Commerce* омогућавају директну *peer-to-peer* размену вредности без посредника, што смањује трансакционе трошкове и повећава сигурност плаћања [14], [15]. Гиганти електронске трговине попут *Alibaba*-е користе блокчејн за обезбеђење сигурних трансакција на својим платформама [16]. *Overstock*, водећи онлајн трговац, омогућио је плаћања у криптовалутама како би купцима понудио брже и јефтиније трансакције [17], док су компаније као што су *PayPal* и *Western Union* почеле да имплементирају блокчејн решења ради побољшања међународних плаћања [18], [19].

Сигурност и отпорност на сајбер нападе представљају још један значајан аспект блокчејн технологије. За разлику од традиционалних база података које се ослањају на централизоване сервере, блокчејн дистрибуира податке кроз више независних чворова, чиме елиминише појединачне тачке отказа и смањује ризик од хакерских напада и манипулације подацима [20], [21]. У том контексту, улога људског фактора, који и даље представља један од најчешћих узрока угрожавања безбедности података, знатно је смањена.

Још једна кључна карактеристика блокчејна у електронској трговини су паметни уговори (енг. *smart contracts*). Ови самостално извршиви програми омогућавају аутоматизовано спровођење договора на основу унапред дефинисаних услова [22]. У оквиру електронске трговине, паметни уговори могу значајно унапредити процесе као што су аутоматизована наплата, верификација испоруке и решавање спорова [23]. На пример, систем може ослободити плаћање продавцу тек након што купац потврди да је добио исправан производ, без потребе за посредницима. Блокчејн такође доприноси смањењу трошкова посредника у финансијским трансакцијама. Уместо да се ослањају на банке и платне процесоре који наплаћују високе провизије, системи електронске трговине засновани на блокчејну омогућавају директне *peer-to-peer* трансакције, чиме се трошкови плаћања значајно редукују [17].

У области заштите података и поверења потрошача, блокчејн обезбеђује висок ниво сигурности захваљујући својој криптографској структури [24]. Свака трансакција је неизмењива и јавна унутар мреже, што онемогућава манипулацију или крађу података. На овај начин се осигурава интегритет података и гради поверење између купаца и продаваца [25]. Паметни уговори, који се извршавају аутоматски након испуњења унапред дефинисаних услова, омогућавају ефикасније и поузданије пословање, што је посебно важно у брзој и високо конкурентној електронској трговини [26].

Интеграција блокчејна са другим технологијама попут *AI*, *IoT*-а и *cloud computing*-а може додатно унапредити екосистеме електронске трговине. Блокчејн осигурава да *AI* алгоритми користе поуздане и верификоване податке, што побољшава прецизност предиктивних модела и персонализованих препорука за купце [27]. Када се комбинује са *IoT*-ом, блокчејн омогућава транспарентно праћење производа кроз ланац снабдевања [28], спречавајући манипулацију подацима и осигуравајући да потрошачи добију аутентичне производе [29]. *Cloud computing* обезбеђује скалабилност и доступност ових система, док *big data* анализе омогућавају дубље увиде у потрошачко понашање и тржишне трендове [30].

Све ове карактеристике чине блокчејн једним од најперспективнијих решења за трансформацију електронске трговине. Анализом постојећих модела електронске трговине заснованих на блокчејн технологији, издвајају се следеће кључне карактеристике и фактори који подстичу њихову трансформацију и интеграцију са овом технологијом [9], [31]:

1. Побољшана ефикасност пословања. Блокчејн технологија омогућава компанијама да аутоматизују трансакције, оптимизују ланце снабдевања и смање административне трошкове. Коришћењем паметних уговора, смањује се потреба за посредницима, чиме се убрзавају процеси и повећава оперативна ефикасност [32].

2. Већа транспарентност и аутентичност производа. Потрошачи све више траже јасне информације о пореклу и аутентичности производа. Блокчејн омогућава да се сви подаци о производима (порекло, сировине, производни процес, логистика) евидентирају и буду неизмењиви, чиме се решавају проблеми фалсификованих производа и манипулације информацијама [33].
3. Унапређено доношење пословних одлука. Анализа података у реалном времену омогућава предузећима да боље разумеју понашање купаца, предвиђају потражњу и ефикасније управљају залихама. Блокчејн технологија доприноси бољој аналитичкој обради података, јер осигурава аутентичност и непроменљивост записа [34].
4. Додатни ниво сигурности и смањење ризика од превара. Централизоване платформе електронске трговине често су мета сајбер напада, превара са плаћањем и неовлашћених приступа подацима. Блокчејн технологија обезбеђује висок ниво криптографске заштите, а децентрализована структура система спречава злоупотребе и манипулацију подацима [35].
5. Брзе и сигурније трансакције. У традиционалним системима електронске трговине, процеси плаћања често захтевају вишеструке верификације и посредничке трошкове. Блокчејн омогућава директне *peer-to-peer* трансакције без посредника, што доприноси смањењу трошкова и бржој обради плаћања.

У овој дисертацији биће приказан модел развоја пројеката електронске трговине заснованих на блокчејн технологији. У оквиру модела биће приказане могућности интеграције блокчејна са другим дигиталним технологијама у циљу ефикасног управљања пословним процесима, праћења токова робе и плаћања у реалном времену, као и осигурања аутентичности производа. Посебан акценат ставља се на кључне стејкхолдере и њихове међусобне интеракције у оквиру ланца снабдевања е-трговине. Модел ће обухватити све фазе развоја пројеката електронске трговине заснованих на блокчејн технологији, почев од анализе захтева и пројектовања, преко имплементације и тестирања, до пуштања у рад и одржавања. У том контексту биће примењен *DevOps* приступ, који обједињује развој и операције у континуираном циклусу интеграције и испоруке, чиме се обезбеђује бржа реализација, већа поузданост и прилагодљивост система специфичним потребама стејкхолдера. Поред тога, истраживање ће обухватити и испитивање спремности корисника за усвајање услуга електронске трговине заснованих на блокчејн технологији, применом модификованог *UTAUT2* модела. Анализа прикупљених података биће извршена применом алата *SmartPLS*, који је погодан за тестирање комплексних мултиваријантних модела и структурних односа између конструктора.

У оквиру предложеног модела кључне улоге стејкхолдера су:

1. Произвођачи су одговорни за креирање производа и снабдевање тржишта. Блокчејн омогућава транспарентно праћење целокупног ланца снабдевања, чиме се гарантује аутентичност производа и смањује ризик од фалсификата.
2. Продавци нуде производе купцима путем платформи електронске трговине. Коришћењем блокчејн технологије, продавци могу аутоматизовати трансакције помоћу паметних уговора, смањити трошкове посредника и осигурати већу транспарентност у пословању.
3. Државне институције имају регулаторну улогу и осигуравају поштовање закона у области електронске трговине. Блокчејн омогућава транспарентно вођење пореских евиденција и олакшава спровођење правних прописа без потребе за сложеним бирократским процедурама.

4. Финансијске институције као што су банке учествују у процесирању плаћања. Имплементацијом блокчејн технологије смањују се трошкови трансакција, док се повећава сигурност и брзина обраде прекограничних плаћања.
5. ИТ компаније развијају и одржавају технолошку инфраструктуру екосистема. Оне су одговорне за интеграцију блокчејн платформе са системима електронске трговине, имплементацију сигурносних протокола и развој корисничких интерфејса.
6. Платни процесори омогућавају дигитална плаћања, укључујући традиционалне методе и криптовалуте. Блокчејн платформа елиминише потребу за посредницима, омогућавајући директне трансакције уз ниже накнаде и бржу обраду плаћања.
7. Логистичке и корисничке службе обезбеђују испоруку производа и подршку купцима. Блокчејн омогућава праћење пошиљки у реалном времену, чиме се повећава поверење купаца и смањују трошкови настали због изгубљених или оштећених пакета.
8. Маркетиншке компаније анализирају податке корисника и креирају стратегије за промоцију производа. Блокчејн омогућава транспарентно прикупљање података о корисницима, смањујући могућности злоупотребе приватних информација.
9. Купци су крајњи корисници екосистема и кључни учесници. Коришћењем блокчејн технологије, купци добијају већи ниво сигурности при плаћању, могућност провере аутентичности производа и транспарентан процес рекламација и повраћаја новца.

## 1.2 Циљеви истраживања

Основни циљ докторске дисертације односи се на развој модела пројеката електронске трговине заснованих на блокчејн технологији. Истраживање ће, поред развоја модела, обухватити и анализу спремности крајњих корисника за усвајање услуга електронске трговине заснованих на блокчејн технологији. Поред тога, истраживање ће обухватити и испитивање спремности корисника за усвајање услуга електронске трговине заснованих на блокчејн технологији, применом модификованог *UTAUT2* модела. Анализа прикупљених података биће извршена применом алата *SmartPLS*, који је погодан за тестирање комплексних мултиваријантних модела и структурних односа између конструктора.

У истраживању ће се разматрати интеграција *DevOps* приступа и блокчејн технологије као основ за управљање пројектима електронске трговине. Оваквим спајањем очекује се развој поузданијих и транспарентнијих система који ће купцима омогућити увид у целокупан ток кретања производа, од порекла материјала до коначне продаје. На тај начин јача се поверење потрошача у оригиналност производа, смањује ризик од куповине фалсификата и подстиче се изградња дугорочне лојалности према брендovima. У оквиру докторске дисертације биће представљена децентрализована апликација (енг. *Decentralized Application – DApp*) као *proof-of-concept* решење које ће интегрисати ове принципе. Она ће обезбедити сигурну размену података између стејхолдера у ланцу снабдевања и купцима пружити транспарентне и проверљиве информације о кључним активностима и догађајима у оквиру животног циклуса производа. На овај начин биће проверено у којој мери предложени модел може да допринесе повећању поверења, већој транспарентности у е-трговини и одрживости модних брендova.

Представљен модел развоја пројеката електронске трговине заснованих на блокчејн технологији обухватиће:

- дефинисање концептуалног модела развоја пројеката електронске трговине заснованих на блокчејн технологији;

- приказ могућности интеграције блокчејна са другим дигиталним технологијама у циљу ефикасног управљања процесима електронске трговине, праћења токова робе и плаћања у реалном времену, као и осигурања аутентичности производа;
- идентификацију и анализу кључних стејкхолдера у ланцу снабдевања е-трговине и њихових међусобних интеракција;
- дефинисање методолошког оквира за примену *DevOps* приступа у развоју пројеката електронске трговине заснованих на блокчејн технологији;
- моделирање паметних уговора за аутоматизацију *B2C* трансакција и верификацију аутентичности производа;
- испитивање спремности крајњих корисника за усвајање услуга електронске трговине заснованих на блокчејн технологији, применом модификованог *UTAUT2* модела и анализу резултата у алату *SmartPLS*;
- пројектовање ИТ инфраструктуре и софтверских компоненти за развој децентрализоване апликације (*DApp*) као *proof-of-concept* решења;
- дефинисање приступа за евалуацију предложеног решења кроз процену његове употребљивости, прихваћености, транспарентности, поверења и практичне вредности из угла крајњих корисника и пословних учесника.

Најважнији циљеви које треба постићи имплементацијом модела развоја пројеката електронске трговине заснованих на блокчејн технологији су:

- повећање поверења корисника у систем електронске трговине;
- обезбеђивање већег нивоа сигурности и смањење ризика од превара;
- унапређење транспарентности пословних процеса у ланцу снабдевања електронске трговине;
- повећање ефикасности трансакција;
- омогућавање лакше сарадње између свих стејкхолдера у јединственом дигиталном екосистему;
- подстицање иновација и примене савремених технологија у електронској трговини.

У складу са постављеним циљевима, истраживање је усмерено на следеће задатке:

- анализа постојећих приступа примени блокчејн технологије у електронској трговини;
- развој и примена модификованог *UTAUT2* модела за испитивање спремности крајњих корисника (*B2C*) за усвајање услуга електронске трговине заснованих на блокчејн технологији;
- анализа блокчејн платформи и технологија релевантних за развој децентрализоване апликације (*DApp*) и испитивање могућности интеграције *DevOps* приступа;
- дефинисање индикатора перформанси система (нпр. ниво транспарентности у ланцу снабдевања, поверење корисника, ефикасност процеса, степен аутоматизације);
- евалуација предложеног модела кроз развој *proof-of-concept DApp* решења, његово представљање крајњим корисницима и пословним учесницима из модног ланца снабдевања, као и анализу њихових ставова о употребљивости, транспарентности, поверењу, безбедности и ефикасности предложеног решења.

Докторска дисертација ће обухватити како технолошки, тако и организациони аспект примене блокчејн технологије у електронској трговини. Очекује се да предложени модел допринесе повећању поверења корисника, смањењу ризика од превара и унапређењу ефикасности пословних процеса у оквиру ланца снабдевања електронске трговине. На тај

начин биће створене основе за примену иновативних и одрживих решења која могу унапредити развој електронске трговине.

### 1.3 Полазне хипотезе

У складу са дефинисаним предметом и циљевима истраживања, у докторској дисертацији постављене су следеће хипотезе.

У раду се као главна издваја следећа хипотеза:

Могуће је развити и имплементирати модел развоја пројеката електронске трговине заснованих на блокчејн технологији, којим се обезбеђује већа транспарентност трансакција, смањење ризика од превара, повећање поверења корисника и унапређење ефикасности пословних процеса у управљању ланцем снабдевања електронске трговине.

Посебне хипотезе које произилазе из главне истраживачке хипотезе су:

X1. Потрошачи су спремни да усвоје услуге електронске трговине засноване на блокчејн технологији уколико перципирају да је систем ефикасан, једноставан за коришћење и подржан од стране њиховог друштвеног окружења.

X1.1. Очекивани напор утиче на спремност потрошача да користе електронску трговину засновану на блокчејн технологији.

X1.2. Перципирани ризик утиче на спремност потрошача да користе електронску трговину засновану на блокчејн технологији.

X1.3. Друштвени утицај утиче на спремност потрошача да користе електронску трговину засновану на блокчејн технологији.

X1.4. Перципирана ефикасност утиче на спремност потрошача да користе електронску трговину засновану на блокчејн технологији.

X1.5. Перципирана вредност цене утиче на спремност потрошача да користе електронску трговину засновану на блокчејн технологији.

X1.6. Перципирани услови који олакшавају коришћење утичу на спремност потрошача да користе електронску трговину засновану на блокчејн технологији.

X1.7. Навике потрошача значајно утичу на њихову вољу да усвоје електронску трговину засновану на блокчејн технологији.

X1.8. Поверење које стичу потрошачи утиче на њихову спремност да користе електронску трговину засновану на блокчејн технологији.

X2. Стејкхолдери ланца снабдевања електронске трговине спремни су да користе децентрализовану апликацију за реализацију пословних трансакција, праћење порекла и верификацију аутентичности производа.

X2.1. Децентрализована апликација повећава транспарентност трансакција у електронској трговини.

X2.2. Децентрализована апликација омогућава поуздану проверу аутентичности и порекла производа.

X2.3. Децентрализована апликација повећава поверење купаца у производе и системе електронске трговине.

X2.4. Децентрализована апликација смањује време обраде трансакција.

X2.5. Децентрализована апликација унапређује безбедност и смањује ризик од

превара у електронској трговини.

X2.6. Децентрализована апликација омогућава интеграцију паметних уговора за аутоматизацију кључних пословних процеса.

X2.7. Децентрализована апликација се може ефикасно користити за извршавање кључних задатака и корисници су спремни да наставе да је користе.

У оквиру дисертације биће тестиране хипотезе из групе X1, које се односе на спремност потрошача да усвоје услуге електронске трговине засноване на блокчејн технологији, уз примену модификованог *UTAUT2* модела и статистичке анализе података добијених анкетом. Хипотезе из групе X2, које се односе на примену децентрализоване апликације (*DApp*) за трансакције, праћење и верификацију производа, биће предмет истраживања у докторској дисертацији, кроз развој *proof-of-concept* решења и евалуацију његове примене на основу ставова крајњих корисника и пословних учесника.

## 1.4 Методе истраживања

У дисертацији је примењен методолошки приступ који обједињује квалитативне и квантитативне методе, како би се омогућила свеобухватна анализа и верификација предложеног модела развоја пројеката електронске трговине заснованих на блокчејн технологији.

Од опшних научних метода примењиваће се:

1. метода анализе и синтезе, са циљем сагледавања научне и стручне литературе која се односи на примену блокчејн технологије у електронској трговини и управљање пројектима електронске трговине.
2. аналитичко-дедуктивна метода, за испитивање постојећих пракси и идентификовање могућности примене блокчејн технологије и децентрализованих апликација у развоју пројеката електронске трговине.
3. индуктивно-дедуктивна метода, за формулисање хипотеза на основу литературе и њихову проверу кроз поређење добијених резултата са постојећим истраживањима.
4. метода моделирања, за развој концептуалног модела, архитектуре система, дијаграма токова података и структурних компоненти децентрализоване апликације (*DApp*) за електронску трговину.
5. емпиријска метода, за спровођење анкетног истраживања ради испитивања спремности потрошача за усвајање услуга електронске трговине заснованих на блокчејн технологији, као и за тестирање развијене децентрализоване апликације од стране стејкхолдера ланца снабдевања електронске трговине. Анализа прикупљених података биће реализована применом модификованог *UTAUT2* модела.
6. хипотетичко-дедуктивна метода, за формулисање и проверу хипотеза у истраживању спремности потрошача за усвајање услуга електронске трговине заснованих на блокчејн технологији, као и у истраживању евалуације развијене децентрализоване апликације у ланцу снабдевања електронске трговине.
7. статистичка метода, за обраду и интерпретацију података прикупљених анкетним истраживањем и током евалуације прототипа децентрализоване апликације.
8. метод пројектовања и развоја софтвера, за изградњу и тестирање прототипа децентрализоване апликације уз примену *DevOps* приступа.

Истраживање је структурирано у неколико основних фаза:

- анализа литературе и постојећих модела примене блокчејн технологије у електронској трговини;
- дефинисање модела развоја пројеката електронске трговине заснованих на блокчејн технологији;
- методолошки оквир интеграције блокчејна и *DevOps* приступа у пројектима електронске трговине;
- испитивање спремности корисника за усвајање услуга електронске трговине заснованих на блокчејну применим модификованог *UTAUT2* модела и анализом у *SmartPLS* алату;
- развој прототипа децентрализоване апликације (*DApp*) као *proof-of-concept* предложеног модела;
- анализа резултата, верификација хипотеза и финална оцена применљивости модела.

Истраживање ће бити интердисциплинарног карактера, обједињујући области као што су информатика, рачунарске науке, електронска трговина, управљање пројектима, дигиталне технологије и модна индустрија. Оваквим приступом обезбедиће се целовито разумевање изазова и могућности примене блокчејн технологије у развоју и управљању пројектима електронске трговине, што ће допринети креирању иновативних, применљивих и одрживих решења за дигиталну трансформацију овог сектора.

## 2. ЕЛЕКТРОНСКА ТРГОВИНА

### 2.1 Појам и форме електронске трговине

Електронска трговина (е-трговина) представља облик пословних трансакција који се обавља путем рачунарских мрежа и обухвата размену производа, услуга или дигиталних добара између различитих актера у електронском окружењу [36]. Она подразумева не само купопродају већ и целокупан процес преговарања, плаћања и испоруке производа и услуга у дигиталној форми.

Основне компоненте е-трговине су производи и услуге и учесници који учествују у процесу. Производи могу бити физички или дигитални, док учеснике чине купци, продавци, посредници и други пословни партнери (нпр. логистичке службе, финансијске институције, регулаторна тела).

На основу односа између актера, електронска трговина се може класификовати на неколико основних форми [37]:

1. **B2C (енг. *Business-to-Consumer*)**. Најпознатија и најраспрострањенија форма е-трговине у којој предузећа директно продају производе или услуге крајњим потрошачима путем електронских продавница. Примери овог модела су глобалне платформе као што су *Amazon*, *eBay*, *Alibaba* или локалне као *Kupindo* и *Tehnomanija*. Према [38], B2C обухвата неколико подтипова:

- опште и специјализоване продавнице,
- регионалне и глобалне платформе,
- онлајн и хибридне продавнице (са физичким објектима).

Савремени B2C модели све више се ослањају на мобилну трговину (енг. *m-commerce*) и паметне препоруке засноване на вештачкој интелигенцији.

2. **B2B (енг. *Business-to-Business*)**. Представља електронску размену добара, услуга и информација између предузећа. Главни циљ је аутоматизација процеса набавке, скраћивање ланца снабдевања и смањење трошкова пословања. B2B се може поделити на:

- агоре (отворена тржишта),
- агрегаторе,
- интеграторе,
- алијансе,
- дистрибутере.

Ови модели данас све више користе интероперабилне платформе, интеграције путем апликационих програмских интерфејса (енг. *Application Programming Interface – API*) и блокчејн за верификацију трансакција.

3. **C2C (енг. *Consumer-to-Consumer*)**. Форма у којој појединци продају робу и услуге другим појединцима путем онлајн платформи. Најпознатији примери су *eBay*, *OLX*, *Limundo*. Овај модел добија на значају са појавом *peer-to-peer (P2P)* платформи и дељене економије (енг. *sharing economy*) - нпр. *Airbnb* и *Uber*.
4. **C2B (енг. *Consumer-to-Business*)**. Мање заступљена али растућа форма, у којој потрошачи нуде своје услуге или производе компанијама. Примери су платформе као што су *Freelancer*, *Upwork* и *Fiverr*, где појединци пружају услуге фирмама.

5. **B2G (енг. Business-to-Government)**. Форма која обухвата дигиталну комуникацију и трансакције између предузећа и државних институција.
6. **G2C (енг. Government-to-Citizen)**. Форма која обухвата дигиталну комуникацију и трансакције између државе и грађана (G2C). Примери су електронске јавне набавке, е-управа и плаћање административних такси преко онлајн портала.

Облици е-трговине могу се класификовати према врсти производа, простору трговања и технолошком приступу [39]:

- **Физичка и виртуелна трговина**. Разликују се продаја физичких производа у традиционалним продавницама и продаја дигиталних производа у онлајн окружењу.
- **Потпуна електронска трговина**. Реализује се када су све компоненте (производ, продавац и процес) у дигиталној форми.
- **Хибридна трговина**. Представља спој физичке и дигиталне продаје, где купац може онлајн поручити, а преузети у продавници (енг. *click-and-collect*).
- **Мобилна трговина (енг. m-commerce)**. Представља трговину која се обавља преко мобилних уређаја, апликација и дигиталних новчаника.
- **Социјална трговина (енг. s-commerce)**. Представља куповину и продају путем друштвених мрежа као што су *Instagram*, *TikTok* и *Facebook*.

Електронска трговина се данас развија у правцу интегрисаних, персонализованих и технолошки напредних модела. Поред традиционалних *B2C* и *B2B* модела, савремени облици као што су *C2B*, *C2C*, *B2G* и социјална трговина проширују могућности дигиталног пословања. Тиме се електронска трговина позиционира као кључни елемент дигиталне економије, засноване на поверењу, транспарентности и технолошким иновацијама као што су блокчејн, вештачка интелигенција и *big data* аналитика.

## 2.2 Вредносни ланци у електронској трговини

Вредносни ланац електронске трговине представља скуп међусобно повезаних активности које организација спроводи ради дизајнирања, производње, дистрибуције и пружања производа или услуга крајњим потрошачима [40].

На Слици 1 приказан је хронолошки ток процеса унутар вредносног ланца, који почиње набавком и контролом сировина, наставља се кроз фазе производње, складиштења, дистрибуције, маркетинга и продаје, а завршава постпродајним услугама и корисничком подршком. Свака фаза вредносног ланца представља потенцијалну тачку за дигитализацију и примену блокчејн технологије ради обезбеђивања транспарентности, праћења и аутентичности података. Оваква визуелизација омогућава лакше разумевање улоге сваког актора у стварању вредности унутар е-трговинског система.

У контексту електронске трговине, вредносни ланци добијају нову димензију услед дигитализације процеса, интеграције информационих технологија и повећане интерактивности са потрошачима. Савремена електронска трговина обједињује процесе класичних вредносних ланаца са дигиталним платформама које омогућавају онлајн продају, плаћање, маркетинг и логистику у реалном времену.

Вредносни ланци у е-трговини обухватају три кључне компоненте [41]: дигиталну инфраструктуру, информациони ток, и пословне процесе који се изводе у дигиталном окружењу. Дигитална инфраструктура омогућава повезивање свих стејкхолдера у јединствен систем, док информациони токови омогућавају транспарентност и правовремено доношење одлука. Пословни процеси, који су некада били изоловани у оквиру појединачних организација, данас се све чешће изводе као колаборативни процеси између више партнера.

## Хронолошки след процеса у оквиру вредносног ланца



Слика 1. Процеси у оквиру вредносног ланца електронске трговине [4]

У е-трговини се вредност више не заснива само на производњи или физичкој испоруци, већ и на доступности информација, искуству корисника, брзини испоруке и поверењу у дигиталну трансакцију. Управо ова последња компонента, поверење, представља један од најважнијих елемената савременог вредносног ланца, што доводи до потребе за применом блокчејн технологије као механизма који обезбеђује сигурност и транспарентност.

Традиционални вредносни ланци често трпе од ограничене видљивости, фрагментације података и непозданих информација, што може довести до грешака, превара и кашњења у процесу испоруке. У дигиталним тржиштима ови изазови постају израженији због великог броја актера који делују у различитим временским зонама и правним оквирима. Са друге стране, интегрисани вредносни ланци у електронској трговини омогућавају стварање додатне вредности кроз иновације у услузи, квалитетнију комуникацију и унапређење корисничког искуства.

Према резултатима новијих истраживања, ефикасан вредносни ланац у е-трговини мора да испуни три основна критеријума [42], [43], [44]:

1. **Транспарентност** – омогућавање свим учесницима приступа поузданим информацијама о пореклу, статусу и квалитету производа.
2. **Аутентичност и интегритет података** – спречавање манипулација у току набавке, производње и продаје, нарочито код луксузних или модних производа.
3. **Интероперабилност** – могућност да различити системи, као што су *ERP* (енг. *Enterprise Resource Planning*), *CRM* (енг. *Customer Relationship Management*), *SCM* (енг. *Supply Chain Management*) и *DApp* (енг. *Decentralized Application*), размењују податке у заједничком формату.

Управо је интероперабилност основни предуслов за дигиталну трансформацију вредносних ланаца електронске трговине. Она омогућава да се подаци који настају у једном систему (нпр. платформа за наручивање) аутоматски користе у другом (нпр. систему за логистику или управљање добављачима). Међутим, у пракси, недостатак стандардизације и постојање

различитих техничких протокола често представљају ограничење у овом процесу.

Увођење блокчејна у вредносне ланце електронске трговине има за циљ управо превазилажење ових ограничења, јер омогућава јединствен, непроменљив и децентрализован запис свих трансакција између актера у систему [4]. Оваква архитектура обезбеђује да се сваки корак у вредносном ланцу, од добављача сировина, преко производње и складиштења, до крајњег купца, може пратити и верификовати. На тај начин блокчејн постаје основа за нови дигитални вредносни ланац у коме се поверење не гради на посредницима, већ на технологији.

### 2.3 Стејкхолдери у електронској трговини

Стејкхолдери у електронској трговини су појединци, групе или организације које имају интерес или утицај на процесе, резултате и одрживост система е-трговине. Успешна имплементација и одржавање е-трговинског система захтева идентификацију, анализу и ангажовање кључних стејкхолдера ради усклађивања њихових интереса и минимизовања конфликта. Тај приступ је оспособљен кроз концепт заинтересованих актера који се може применити и ван оквира једне организације, на ниво екосистема е-трговине и јавне политике [45].

Стејкхолдера у е-трговини можемо класификовати према неколико критеријума:

- **Интерни / екстерни** – интерни стејкхолдера су они који делују унутар организације (запослени, менаџмент, ИТ тимови), док су екстерни стејкхолдера спољни (купци, добављачи, логистика, регулаторна тела).
- **Кључни / секундарни** – кључни стејкхолдера су они чији је утицај или интерес велики у пројекту, док секундарни имају ограничену улогу.
- **Директни / индиректни** – директно учествују у трансакцијама и инфраструктури (нпр. продавци, курирске службе), док индиректно утичу преко политика, законом, репутације и сл.

Из студије о усвајању е-трговине у малим и средњим предузећима, истакнуто је да улоге као што су влада, запослени, власници, конкуренти и купци могу значајно утицати на ниво усвајања е-трговинских решења [46].

Стејкхолдери у електронској трговини представљају све актере који активно учествују у дигиталним пословним процесима. Њихово правилно дефинисање и повезивање представља основ за стварање одрживог е-трговинског екосистема заснованог на блокчејн технологији. Први корак у развоју таквог екосистема подразумева анализу индустрије, процеса и кључних стејкхолдера ради дефинисања функционалног модела који обезбеђује транспарентност, поверење и ефикасну размену података.

У оквиру екосистема е-трговине идентификују се следећи актери [42]:

- **Произвођачи и добављачи**, који обезбеђују производе, сировине и податке о њиховом пореклу и квалитету.
- **Продавци и платформе за електронску трговину**, који омогућавају оглашавање, куповину и обраду наруџбина.
- **ИТ компаније и системи плаћања**, који обезбеђују техничку инфраструктуру, интеграцију и безбедно плаћање.
- **Логистичке и курирске службе**, које управљају транспортом, праћењем пошиљки и испоруком робе.

- **Финансијске институције**, које посредују у поравнању плаћања, осигурању и регулаторној усклађености.
- **Регулаторна тела и државне институције**, које надгледају поштовање стандарда и закона.
- **Маркетиншке агенције**, које користе верификоване податке за таргетирање и анализу тржишта.
- **Потрошачи**, који су крајњи корисници производа и услуга и који својим повратним информацијама обликују понуду.

Улога блокчејн технологије у овом екосистему је да обезбеди поверење међу учесницима, сигурне и транспарентне трансакције, као и аутоматизацију процеса путем паметних уговора. Овај приступ смањује потребу за посредницима, повећава интегритет података и унапређује поузданост целокупног процеса е-трговине.

Пословни процеси у електронској трговини обухватају добављање и управљање залихама, контролу квалитета, дистрибуцију и логистику, управљање налозима и плаћањима, маркетинг и продају, као и корисничку подршку.

Платформе за е-трговину повезују све стејкхолдере и обезбеђују комуникацију и размену података, док блокчејн гарантује да је свака трансакција евидентирана и непроменљива. Потрошачи на овај начин стичу увид у порекло производа, стање испоруке и могућност сигурног плаћања путем дигиталних новчаника.

## 2.4 Проблеми електронске трговине

Иако је електронска трговина постала један од најдинамичнијих сегмената дигиталне економије, и даље се суочава са бројним изазовима који утичу на њену ефикасност, безбедност и степен поверења корисника. Ови проблеми су посебно изражени у контексту глобализације тржишта и све веће комплексности дигиталних вредносних ланаца.

Један од кључних изазова односи се на недостатак поверења између учесника у процесу електронске трговине. Недовољна транспарентност и појава превара, као што су фалсификовани производи или лажне рецензије, нарушавају кредибилитет онлајн продаваца и платформи [25]. Осим тога, неефикасност у обради трансакција често произилази из зависности од посредника као што су банке и платни процесори, што доводи до повећања трошкова и кашњења у извршењу уплата [47].

Безбедност података представља још један значајан изазов, будући да су централизоване базе података честа мета сајбер напада и злоупотреба личних информација [48]. Поред тога, ограничена могућност праћења порекла производа у сложеним ланцима снабдевања отежава проверу њихове аутентичности и квалитета [49].

Додатни проблем представља недовољна финансијска инклузивност, наиме велики број појединаца, нарочито у земљама у развоју, нема приступ традиционалним финансијским институцијама и платним системима, што ограничава њихово учешће у глобалном е-трговинском екосистему [50].

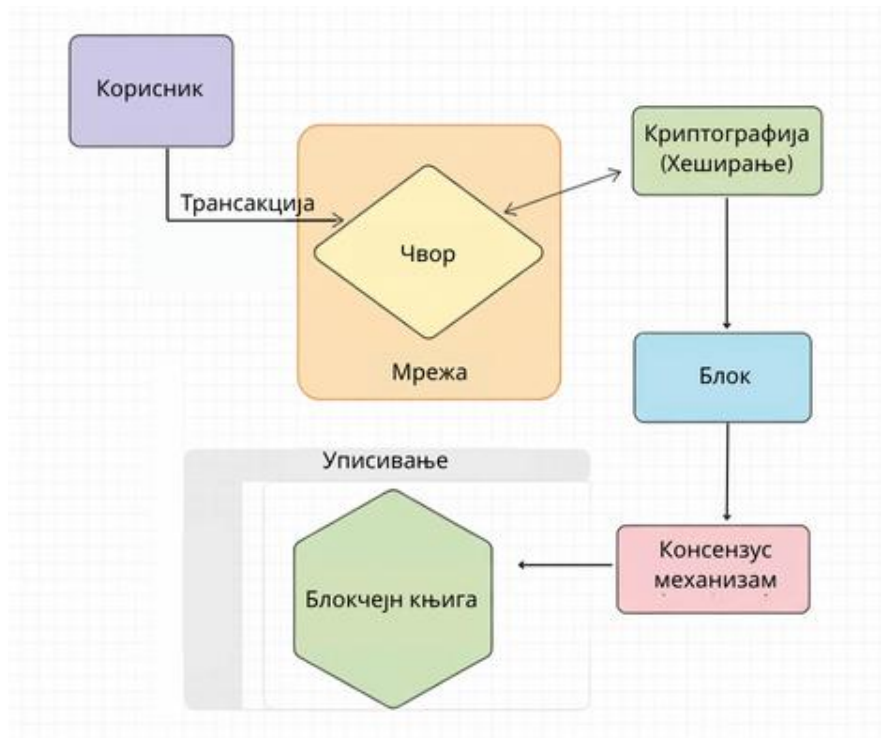
Сви наведени изазови могу се значајно ублажити применом блокчејн технологије, која својим основним карактеристикама, децентрализацијом, транспарентношћу и неизмењивошћу података, омогућава безбедније, ефикасније и инклузивније окружење за електронску трговину. Блокчејн може служити као механизам који гради поверење међу учесницима, елиминише потребу за посредницима и обезбеђује потпуну видљивост и верификацију свих трансакција у вредносном ланцу.

### 3. БЛОКЧЕЈН ТЕХНОЛОГИЈА

#### 3.1 Појам, карактеристике и блокчејн технологија

Блокчејн представља децентрализовану књигу евиденције трансакција, која обезбеђује транспарентност, сигурност и неизмењивост података у оквиру дистрибуиране мреже чворова [7]. Кључне карактеристике блокчејн технологије [4], [11], [51], [52] су:

1. **Непроменљивост.** Блокчејн је дигитална књига евиденције трансакција у којој се сваки нови запис криптографски повезује са претходним [53]. Сваки блок садржи временску ознаку, криптографску заштиту и умножава се на више локација, што онемогућава измену података након што су једном уписани [5], [6]. У контексту електронске трговине, ово обезбеђује сигурне и непроменљиве записе о трансакцијама, смањује број превара и спорова и обезбеђује доследност у целом екосистему. Истовремено, омогућава праведну компензацију свих учесника у ланцу снабдевања [54].
2. **Праћење производа.** Захваљујући временским ознакама, свака трансакција се бележи у одређеном тренутку и остаје трајно доступна свим учесницима система [55]. Чланови мреже могу видети све записе, али их не могу мењати или брисати, што обезбеђује непромењивост и потпуну доступност историје [10], [11]. У електронској трговини, ова карактеристика омогућава потпуно праћење порекла и кретања производа кроз ланац снабдевања, што је посебно важно у борби против фалсификоване робе и у осигурању аутентичности производа [49].
3. **Транспарентност.** Све трансакције се евидентирају у јавној књизи која је доступна учесницима у мрежи [56]. Степен доступности зависи од врсте блокчејна – јавни, приватни, хибридни и конзорцијумски. Транспарентност у електронској трговини јача поверење између потрошача и компанија, јер купци могу проверити аутентичност производа и историју трансакција, што подстиче етичке пословне праксе [25].
4. **Децентрализација.** За разлику од традиционалних система где се подаци чувају на централизованим серверима, у блокчејну су подаци распоређени на више чворова. Сваки чвор чува копију целокупног ланца блокова, чиме се елиминише ризик од једне тачке отказа. У електронској трговини, ово смањује зависност од посредника, убрзава трансакције и снижава трошкове [25], [57].
5. **Сигурност.** Сигурност је резултат примене криптографских техника и комплексних алгоритама којима се штите подаци и потврђују трансакције [20]. Блокови су повезани у ланац на начин који је изузетно тешко измењив, што блокчејн чини отпорним на преваре и крађу података [21]. У електронској трговини, ово значајно умањује ризике од превара при плаћању, неовлашћеног приступа и крађе података [15].
6. **Паметни уговори.** Паметни уговори су самостално извршиви програми који аутоматски спроводе договорене услове. Након што се услови испуне, уговор се извршава без потребе за посредницима [22]. У електронској трговини, паметни уговори обезбеђују аутоматизоване, сигурне и брзе трансакције, смањују кашњења и ризик од људских грешака, те осигуравају поузданост у плаћању, обради поруџбина и испоруци услуга [23]. На пример, плаћање се може аутоматски ослободити тек након потврде да је роба испоручена, што повећава ефикасност и задовољство купаца.



Слика 2. Блокчејн архитектура адаптирано из [58]

Слика 2 приказује поједностављену архитектуру функционисања блокчејн мреже и основне кораке кроз које пролази једна трансакција. Процес почиње од корисника, који иницира трансакцију у дигиталном систему. Та трансакција се затим шаље у мрежу чворова, где сваки чвор има задатак да прими, верификује и обради податке.

У оквиру мреже примењују се криптографске технике (хеширање) које обезбеђују заштиту података и јединствен дигитални потпис сваке трансакције. Када се подаци обраде и хеширају, они се групишу у блок који представља скуп више потврђених трансакција.

Следећи корак је консензус механизам, односно процес у којем више чворова у мрежи заједнички потврђује исправност блока. Након што се постигне сагласност, нови блок се уписује у блокчејн књигу, што значи да постаје трајни и непроменљив део децентрализованог дигиталног записа.

Оваква архитектура омогућава потпуну транспарентност, сигурност и проверљивост података, јер свака трансакција остаје забележена у ланцу блокова. На тај начин, блокчејн елиминише потребу за посредницима, повећава поверење међу учесницима и обезбеђује аутентичност у дигиталним пословним процесима као што су електронска трговина или праћење токова робе у ланцу снабдевања.

### 3.2 Блокчејн платформе и паметни уговори

Блокчејн платформе представљају основу електронске трговине, додајући сигурност, транспарентност и ефикасност дигиталним трансакцијама. Основна разлика између постојећих платформи огледа се у њиховој оријентацији: један део је усмерен на криптовалуте и процес рударења (нпр. *Bitcoin*, *Litecoin*, *Ethereum* у својој раној фази), док су друге специјализоване за реализацију пословних трансакција и интеграцију у корпоративне системе (нпр. *Hyperledger Fabric*, *Corda*, *IBM Blockchain*). Платформе прве групе првенствено подржавају децентрализовану размену вредности и криптовалуте, док друге служе као инфраструктура за пословне процесе, управљање ланцима снабдевања и аутентификацију производа.

У електронској трговини најчешће се користе три типа блокчејн платформи [58]:

1. **Јавни блокчејн** – омогућава стицање поверења потрошача јер чува записе о трансакцијама на транспарентан и неизмењив начин. Аутентификација производа, обезбеђивање оригиналности брэнда и праћење историје куповина могу се реализовати путем платформи као што су *Bitcoin* и *Ethereum* [59]. Платформе електронске трговине могу користити јавни блокчејн за евиденцију корисничких рецензија, гаранција или праћења испоруке, чиме се повећава поверење корисника због смањеног ризика од превара.
2. **Приватни блокчејн** – примена на нивоу управљања ланцима снабдевања унутар предузећа обезбеђује да су све трансакције сигурно и транспарентно забележене. Компаније могу аутоматизовати ток робе од произвођача до крајњих потрошача на платформама као што су *Hyperledger Fabric* и *Corda*, уз гаранцију да неће доћи до неовлашћених измена података [60]. Ова примена омогућава ефикасније пословање, смањење трошкова и обезбеђивање квалитета и аутентичности производа. Усвајање овог приступа повећава транспарентност, смањује могућност фалсификата и оптимизује управљање залихама, чиме се јача поверење купаца и партнера у систем ланца снабдевања.
3. **Хибридни блокчејн** – комбинује предности јавног и приватног блокчејна, нудећи компромис између транспарентности и контроле приступа. У електронској трговини овај тип може да се примени у процесима где је потребна делимична транспарентност, али уз задржавање осетљивих података. На пример, платформе електронске трговине могу користити хибридни блокчејн за управљање програмима лојалности или праћење испоруке, где су одређене информације јавно доступне купцима, док су осетљиви подаци, као што су интерни уговори и цене добављача, доступни само овлашћеним странама [61].
4. **Конзорцијумски блокчејн** – најпогоднији је за сарадњу више организација унутар екосистема електронске трговине. На пример, малопродајни конзорцијуми могу користити блокчејн за размену података о залихама и оптимизацију логистике, што повећава ефикасност и смањује губитке [62]. Овакве мреже обезбеђују већу сигурност и скалабилност, али захтевају поверење међу члановима.

Без обзира на тип, све платформе функционишу на основу одређеног механизма консензуса, који обезбеђује валидацију трансакција и заједничко усаглашавање чворова у мрежи. У свакој платформи примењују се различита правила у зависности од употребе механизма консензуса. Постоји више алгоритама консензуса, а њихова сврха је да дефинишу начин на који ће се трансакције извршавати. Најзначајнији механизми су [4]:

- ***Proof of Work (PoW)*** – представља процес рударења, где учесници решавају комплексне криптографске проблеме и тиме верификују сваки нови блок трансакција. Као награду добијају одређену количину криптовалуте. Предност овог механизма је висок ниво сигурности, али недостатак представља огромна потрошња енергије, што утиче на одрживост система. Истовремено, предност је што свако може да се укључи у процес рударења и на тај начин подржи мрежу.
- ***Proof of Stake (PoS)*** – у оквиру овог модела један део корисника задужен је за обраду трансакција, док други преузимају улогу валидатора. За стицање статуса валидатора потребно је закључати одређену количину криптовалуте као гаранцију. Уместо нових криптовалута, награда долази из компензације трансакционих трошкова унутар мреже. Овај приступ знатно смањује енергетске трошкове и повећава брзину трансакција у односу на *PoW*.
- ***Delegated Proof of Stake (DPoS)*** – за овај модел карактеристична је јасно дефинисана подела улога на делегате и сведоке. Сведоци доприносе очувању стабилности и

безбедности мреже, док делегати настоје да обезбеде што већу подршку, односно гласове других учесника. Изабрани делегати имају задатак да верификују блокове и утичу на рад целе мреже. Предност је висока скалабилност и брзо време обраде, али мана је већа централизација у односу на *PoW* и *PoS*.

- ***Proof of Importance (PoI)*** – уместо искључиво количине криптовалуте или рачунарске снаге, овај механизам узима у обзир значај чворова у систему. Корисници који активно учествују у трансакцијама и одржавању мреже имају веће шансе да формирају нове блокове у односу на оне који само држе или тргују криптовалутама. На тај начин *PoI* награђује стварну активност и допринос мрежи.
- ***Proof of Capacity (PoC)*** – омогућава да учесници користе расположиви простор на свом хард диску за формирање нових блокова. За разлику од *PoW*-а, није потребна скупа и енергетски захтевна опрема. Ово га чини еколошки прихватљивијим и финансијски доступнијим већем броју учесника.

Сваки алгоритам има свој јединствени приступ постизању консензуса, што утиче на брзину трансакција, ниво сигурности и енергетску ефикасност [63].

Паметни уговори представљају самостално извршиве програмске кодове записане на блокчејну који се аутоматски активирају када се испуне унапред дефинисани услови [4]. Засновани су на блокчејну и омогућавају поједностављивање договора између стејкхолдера, повећање ефикасности у преговорима и смањење времена обраде и административних трошкова. Функционисање паметних уговора одвија се кроз неколико корака. Прво, дефинишу се услови уговора у облику програмског кода. Након тога, уговор се записује на блокчејн, чиме постаје неизмењив и доступан свим учесницима мреже. Када се унапред дефинисани услови испуне (нпр. потврда испоруке производа), уговор се аутоматски извршава. На пример, систем може аутоматски ослободити плаћање продавцу тек након што купац потврди пријем исправног производа, чиме се осигурава поштовање уговора и повећава поверење купаца. Предности њихове примене обухватају елиминацију потребе за посредницима, унапређену безбедност трансакција, већу транспарентност и поузданост података, као и побољшану тачност, ефикасност и брзину извршавања [64], [65]. Одсуство посредника и природа енкриптованих трансакција повећавају поверење и транспарентност. Паметни уговори на блокчејну спречавају измене података, обезбеђујући неизмењив запис у који сви учесници могу да имају поверење [66].

### 3.3 Примена блокчејн технологије у електронској трговини

У савременом дигиталном добу електронска трговина постала је кључни део глобалне економске инфраструктуре. Све већи број људи окреће се онлајн куповини ради задовољавања потреба за производима и услугама. Путем интуитивних веб и мобилних интерфејса корисници прегледају каталоге, пореде цене, читају рецензије и обављају сигурне трансакције из својих домова или „у покрету“. Ова промена у начину трговања створила је потребу за ефикасним, сигурним и транспарентним методама обраде трансакција. Један од најиновативнијих технолошких одговора на ову потребу је блокчејн [67].

Блокчејн уноси иновације у електронску трговину кроз децентрализацију, транспарентност, сигурност и неизмењивост података [54]. Ови принципи омогућавају ефикасније и безбедније онлајн трансакције, смањују потребу за посредницима и граде веће поверење потрошача [54].

Главне области у којима блокчејн може показати пуни потенцијал су:

1. **Безбедност трансакција и поверење потрошача.** Безбедност трансакција је један од најважнијих фактора у електронској трговини. Потрошачима и трговцима су потребне

гаранције да су њихови подаци и новац заштићени. Блокчејн, захваљујући децентрализованом природи и криптографским алгоритмима, обезбеђује висок ниво заштите [24]. Свака трансакција забележена на блокчејну је неизмењива и транспарентна, што значајно отежава манипулацију и крађу [68]. *Alibaba Group*, једна од највећи компанија за електронску трговину, користи блокчејн за унапређење безбедности трансакција, очување интегритета података и смањење ризика од фалсификовања и превара. Блокчејн технологија може повећати поверење потрошача у електронску трговину обезбеђивањем веће транспарентности и безбедности, гарантујући да су трансакције истовремено видљиве и заштићене. У електронској трговини, где се често обрађују осетљиви лични подаци, безбедност информација постаје од кључне важности [69]. Захваљујући својој децентрализованом природи, може обезбедити додатни слој заштите података, смањујући ризик од сајбер-напада и неовлашћеног приступа информацијама [70]. Компаније попут *Alibaba*-е користе блокчејн технологију за заштиту података потрошача, чиме се смањује ризик од сајбер-напада и неовлашћеног приступа осетљивим информацијама [71]. У текстилној индустрији паметни уговори се користе за верификацију дигиталних потписа заинтересованих страна у трговини, чиме се обезбеђују сигурне и транспарентне трансакције [26].

2. **Смањење трошкова трансакција.** Кључни аспект примене блокчејна је унапређење платних система. Традиционалне методе плаћања носе безбедносне ризике и подложне су преварама. Директна *peer-to-peer* размена вредности на блокчејну може ојачати сигурност и интегритет плаћања [72]. *Overstock*, велики онлајн трговац, прихвата криптовалуте (нпр. *Bitcoin*) као могућност плаћања, чиме снижава накнаде и унапређује сигурност трансакција [17]. За глобалне трговце, блокчејн технологија може олакшати међународну трговину елиминацијом потребе за валутним конверзијама и компликованим банкарским процесима. Децентрализоване платформе попут *OpenBazaar* омогућавају трговину без посредника [14], док *Coinbase Commerce* нуди могућност за плаћање криптовалутама [15]. Компаније као што су *PayPal*, *Western Union* и *TransferWise* све више освајају тржишни удео јер својим корисницима нуде бољу вредност. Да би остале конкурентне, банке истражују блокчејн технологију као иновативно решење за побољшање својих прекограничних платних система [18], [19]. Традиционалне методе плаћања у електронској трговини, као што су кредитне картице или *PayPal*, често подразумевају високе трошкове обраде трансакција. Блокчејн технологија има потенцијал да смањи ове трошкове елиминацијом посредника као што су банке или платни процесори [73], нарочито када се користе приватни блокчејн системи оптимизовани за ефикасност [47], [74], [75], [76]. Међутим, важно је напоменути да трансакције на јавним блокчејн мрежама, као што су *Bitcoin* и *Ethereum*, могу подразумевати значајне накнаде, посебно током периода велике оптерећености мреже. Накнаде за трансакције на овим мрежама могу се у просеку кретати између 75 и 160 долара [77]. Ипак, новија решења као што је нпр. *Lightning Network* за *Bitcoin* и *Optimistic Rollups* за *Ethereum*, као и *Proof-of-Stake*, као ефикасан механизам консензуса, ублажавају ове неефикасности и снижавају трошкове, чинећи блокчејн плаћања практичним за електронску трговину [78].
3. **Токенизација.** Токенизација имовине мења начин управљања и инвестирања, повећавајући ликвидност и убрзавајући трансакције. Претварањем неликвидне имовине у дигиталне токене омогућава се дељење власништва на мање, доступније јединице, чиме се проширује база инвеститора и отварају нове инвестиционе могућности. Токенизација је процес у коме се бројни облици дигиталних информација или имовине конвертују у токен регистрован на блокчејну. Најчешће коришћени стандарди за креирање токена су *Ethereum Requests for Comments (ERCs)*, који обезбеђују основну функционалност и стандарде за рад токена на *Ethereum* блокчејну.

Најзаступљенији стандарди су *ERC-20*, који омогућава креирање дељивих токена погодних за дигиталне валуте и системе награђивања и *ERC-721*, који се користи за јединствене, недељиве токене погодне за дигиталну имовину и ексклузивне производе [79], [80]. У оквиру електронске трговине, од тренутка када је токен креиран на блокчејну, он може бити употребљен у моделима *crowdfunding*-а кроз *Initial Coin Offering (ICO)*, што у суштини представља онлајн продају токена ради прикупљања средстава за развој нових производа и услуга [81], [82]. Токени се такође категоризују на заменљиве (енг. *fungible tokens – FT*) и незаменљиве (енг. *non-fungible tokens – NFT*) [83]. Заменљиви токени, као и било која друга криптовалута, идентични су и дељиви. На тај начин могу омогућити бржа и сигурнија плаћања без посредника [84]. С друге стране, *NFT*-ови су јединствени по својој природи и идеални су за представљање ексклузивних производа, премијум чланстава или дигиталних колекционарских предмета у електронској трговини. *Polymesh* служи као пример блокчејна прилагођеног безбедносним токенима, који решава изазове управљања, идентификације, усклађености и поверљивости [12]. Нуди платформу за сигурно управљање средствима, укључујући поверљиво издавање и трансфере и обезбеђивање детерминистичког завршетка трансакција [84].

4. **Транспарентност, праћење и аутентичност.** Блокчејн значајно унапређује транспарентност дуж целог ланца снабдевања, обезбеђујући детаљне, неизмењиве евиденције сваке трансакције и кретања робе. Глобални транспорт, посебно кварљиве робе, подразумева обимну папирологију и високе трошкове. Блокчејн технологија поједностављује овај процес дигитализацијом записа. На пример, компаније *Maersk* и *IBM* користе *TradeLens* за безбедну размену транспортних информација преко глобалне мреже, чиме се унапређује транспарентност и ефикасност у логистици [85]. Продавци и потрошачи могу пратити животни циклус производа, чиме се обезбеђује потпуна транспарентност у свакој фази ланца снабдевања. Ово је посебно корисно у случајевима када је неопходно потврдити аутентичност производа, као што је праћење порекла хране или луксузних производа [86]. *Walmart* користи блокчејн за праћење прехранбених производа у свом ланцу снабдевања [87]. Блокчејн може помоћи у спречавању фалсификовања производа и превара у електронској трговини. Сваки производ може бити обележен јединственим дигиталним печатом који се може пратити на блокчејну. Ово олакшава идентификацију и елиминацију фалсификованих производа. У сектору луксузних добара, брендови као што су *Louis Vuitton* и *LVMH* имплементирали су блокчејн системе ради верификације аутентичности својих производа, чиме је значајно смањена учесталост фалсификата [13]. У модној индустрији блокчејн се користи и за праћење угљеничног отиска сваког произведеног артикла, ради усклађености са еколошким прописима и у циљу смањења емисија [88].
5. **Програми лојалности и награде.** Онлајн рецензије често нису поуздане због могућих манипулација као што су позитивне рецензије које служе за повећање продаје или негативне рецензије којима се наноси штета конкурентима. Блокчејн нуди решење тако што омогућава проверу аутентичности рецензија. Захваљујући могућности блокчејна да прати трансакције, платформе попут *Zapit* награђују купце чије рецензије доведу до продаје, чиме се обезбеђује фер надокнада и за рецензенте и за модераторе [85]. *Amazon* истражује примену блокчејна за валидацију рецензија производа, са циљем да се смањи број лажних рецензија и повећа поверење корисника у платформу [54]. Поред тога, програми лојалности могу бити имплементирани и помоћу паметних уговора. Уместо традиционалних поена који се чувају у централизованом бази података, корисници могу имати криптографски заштићене токене који се аутоматски додељују и користе за попусте, награде или специјалне понуде [89]. Ово смањује административне трошкове и повећава ангажовање корисника.

6. **Регулатива.** Неопходно је размотрити правне и регулаторне аспекте примене блокчејн технологије у електронској трговини како би се обезбедило поштовање постојећих закона. То обухвата питања као што су заштита приватности података, права потрошача, пореске импликације трансакција у криптовалутама и извршивост паметних уговора, која варирају у зависности од јурисдикције и захтевају детаљно испитивање ради ублажавања правних ризика и осигурања усаглашености са регулаторним оквирима [90]. На пример, у Сједињеним Америчким Државама, Комисија за хартије од вредности установила је смернице за иницијалне понуде токена (енг. *Initial Coin Offering – ICO*) и друге активности повезане са блокчејном, осигуравајући да оне буду у складу са федералним законима о хартијама од вредности [91]. Слично томе, у Европској унији, Општа уредба о заштити података (енг. *General Data Protection Regulation – GDPR*) намеће строге захтеве у вези са приватношћу података, које морају бити узете у обзир приликом примене блокчејн решења, посебно оних која укључују личне податке [92]. Значајан пример законодавства које се посебно бави блокчејн технологијом и криптовалутним плаћањима је „Закон о платним услугама“ у Јапану. Овај закон, усвојен 2017. године, регулише криптовалутне берзе и захтева њихову регистрацију код Агенције за финансијске услуге [92].
7. **Скалабилност и интероперабилност.** Блокчејн омогућава бржу и ефикаснију обраду трансакција. Ово је посебно важно у електронској трговини, где се велики број трансакција извршава у реалном времену. Децентрализована архитектура блокчејна повећава отпорност система на отказе и сајбер-нападе, чиме се обезбеђује непрекидна доступност платформи електронске трговине. Међутим, ширење различитих и често некомпатибилних блокчејн архитектура ствара изазове за беспрекорну сарадњу и размену података између организација. Концепт интероперабилности блокчејна решава ове изазове тиме што омогућава различитим блокчејн мрежама да комуницирају и безбедно размењују податке. Ова способност је кључна за индустрије које усвајају блокчејн, као што је електронска трговина, где различити системи могу имати потребу да размењују трансакционе податке, проверавају аутентичност или омогућавају прекогранична плаћања [93]. Децентрализовани систем репутације (*BC-DRS*) у електронској трговини користи блокчејн технологију за оцењивање репутације корисника (продаваца и купаца) у онлајн куповини. Информације о производима чувају се у *Interplanetary File System (IPFS)*, док се адресе и оцене репутације чувају на блокчејну. Паметни уговори аутоматски израчунавају и ажурирају резултате репутације, спречавајући неправедне оцене и колузију [88].
8. **Синергија са настајућим технологијама.** Блокчејн технологија, иако снажна сама по себи, често постиже свој пуни потенцијал када се комбинује са другим новим технологијама као што су вештачка интелигенција (*AI*), Интернет интелигентних уређаја (*IoT*) и велике количине података (енг. *big data*). *AI* анализира блокчејн податке ради откривања образаца, предвиђања трендова и детекције аномалија нпр. у откривању превара [94]. *IoT* сензори генеришу податке у реалном времену који се евидентирају и верификују на блокчејну [28] у ланцу снабдевања надгледају услове (температура, влажност) и обезбеђују транспарентност и интегритет [95]. Блокчејн омогућава настанак проверљивих, неизмењивих записа (често преко *on-chain* хешева *off-chain* података) – вредне базе за напредну аналитику. Алатима великих података могу се оптимизовати цене, персонализовати искуства и побољшати управљање залихама [67]. *Walmart* комбинује блокчејн, *IoT* и *AI* за праћење порекла хране: сензори прате услове, блокчејн бележи податке, *AI* открива неефикасности [96]. Ова интеграција омогућава интелигентније, сигурније и ефикасније системе који адресирају скалабилност, интероперабилност и управљање подацима. Док *AI* и добро управљане базе нуде брзину и прилагодљивост, блокчејн уводи аутономно

извршавање, дистрибуисани консензус и трајно трагање, уклања „једну тачку отказа“ и омогућава извршиве паметне уговоре на основу уноса са сензора. За разлику од централизованог облака (уз ризике контроле/доступности), блокчејн функционише у „безповерљивом“ моделу са криптографски аутентификованим *peer-to-peer* трансакцијама и транспарентним накнадама дефинисаним правилима мреже. *Big data* олакшава рад са великим количинама података, али често не обезбеђују трајан, прецизан запис интегритета и порекла; блокчејн на сваки запис ставља криптографски хеш, стварајући непрекинут ланац власништва и неизмењиву историју измена.

### 3.4 Модели примене блокчејн технологије у електронској трговини

Блокчејн технологија нуди више модела који се могу применити у електронској трговини ради унапређења безбедности, ефикасности и транспарентности пословних процеса. Ови модели омогућавају предузећима да оптимизују токове посла и понуде квалитетније услуге својим купцима:

1. **Модел децентрализованих платформи.** Децентрализоване платформе користе блокчејн за успостављање директних канала између купаца и продаваца, без посредника. Овај приступ смањује трошкове трансакција и повећава безбедност података захваљујући криптографији и неизмењивости записа. Примери су платформе као што су *OpenBazaar* и *Decentraland*, које омогућавају трговину без интервенције трећих страна [97].
2. **Модел праћења ланца снабдевања.** Блокчејн се користи за успостављање транспарентних ланца снабдевања који документују сваки корак, од производње до испоруке крајњем кориснику. Модел је посебно користан у секторима где је аутентичност пресудна (фармацеутски производи, луксузна роба, храна) [98].
3. **Модел паметних уговора.** Паметни уговори аутоматски извршавају унапред договорене услове између страна без посредника. Примењују се за аутоматизацију сложених процеса као што су плаћања, извршење поруџбина и програми лојалности, чиме се снижавају оперативни трошкови и повећава ефикасност [99].
4. **Модел децентрализованих финансијских услуга.** Омогућава управљање финансијским трансакцијама (плаћања, кредитирање, осигурање) на блокчејну. Трансакције су брже, безбедније и са нижим накнадама, што је погодно за међународну трговину [100], [101].
5. **Модел транспарентности рецензија.** Применом блокчејна обезбеђује се да су рецензије производа и услуга аутентичне и нефалсификоване. Систем може да верификује идентитет рецензента и интегритет садржаја рецензија, чиме се повећава поузданост и поверење потрошача [97].
6. **Модел заштите података.** У дигиталном окружењу које је честа мета сајбер-напада, блокчејн нуди решење за заштиту личних и пословних података. Децентрализована структура и криптографске технике обезбеђују безбедно складиштење и пренос података, отпоран на неовлашћени приступ и манипулацију [100].

Ови модели представљају основу за развој напредних платформи електронске трговине које користе блокчејн технологију. Ипак, у пракси се често имплементирају као изолована решења унутар екосистема електронске трговине. Та изолованост ограничава њихову ефикасност, јер не адресирају шире, системске изазове које може решити интегрисани, екосистемски приступ. Од наведених, модел праћења ланца снабдевања је најближи екосистемској перспективи јер повезује више учесника дуж ланца. Ипак, ни он у потпуности не користи потенцијал јединственог интегрисаног система који би

унапредио транспарентност, ефикасност и безбедност на нивоу целокупног екосистема електронске трговине. Разлика између изолованих и интегрисаних решења у примени блокчејна у електронској трговини илустрована је на Слици 3.



Слика 3. Разлика између изолованих и интегрисаних решења

Потреба за моделом екосистема проистиче из сложене природе савремене електронске трговине. Свеобухватни модел обезбеђује несметану интеракцију и координацију између различитих стејхолдера – добављача, произвођача, трговаца и потрошача.

Овај интегрисани приступ кључан је за решавање изазова као што су конзистентност података, безбедност и транспарентност у свим процесима вредносног ланца.

#### 4. МОДЕЛ РАЗВОЈА ПРОЈЕКТА ЕЛЕКТРОНСКЕ ТРГОВИНЕ ЗАСНОВАНИХ НА БЛОКЧЕЈН ТЕХНОЛОГИЈИ

У овом поглављу представљен је модел развоја пројекта електронске трговине заснованих на блокчејн технологији, чији је циљ да (Слика 4):

- **Повећа транспарентност, праћење и аутентичност** тако што ће обезбедити да све трансакције буду забележене на децентрализованом дигиталном књижици, пружајући свеобухватан увид у цео ланац снабдевања. Ова транспарентност омогућава потрошачима да прате порекло и пут производа, као и да провере њихову аутентичност, чиме се јача поверење свих учесника.
- **Унапреди интероперабилност и јединственост** тако што ће обезбедити да различити системи електронске трговине могу ефикасно да сарађују путем стандардизованих протокола и механизма за размену података.
- **Смањи оперативне трошкове** аутоматизацијом процеса путем паметних уговора, чиме се минимизирају административни напори и људске грешке, уз додатну подршку интеграцији кроз поједностављење комплексних интеракција.
- **Обезбеди скалабилност** ефикасним управљањем повећаним обимом трансакција. Интеграција блокчејна са *cloud* инфраструктуром омогућава компанијама флексибилност да повећавају или смањују обим пословања, задржавајући при том децентрализовану безбедност и интегритет података.
- **Нагласи употребу еколошки прихватљивих блокчејн технологија**, као што су *Proof-of-Stake* или хибридни блокчејн системи, ради обезбеђивања одрживости екосистема.
- **Интегрише савремене технологије** као што су вештачка интелигенција (*AI*), Интернет интелигентних уређаја (*IoT*) и *Big Data* ради унапређења аналитике података, аутоматизације доношења одлука и побољшања праћења ресурса у реалном времену.

Предложени модел има за циљ да искористи блокчејн технологију како би се постигла већа транспарентност трансакција између стејкхолдера, праћење и аутентичност производа, као и побољшана ефикасност и безбедност пословања у вредносном ланцу електронске трговине. Овај екосистем користи блокчејн за унапређење свих аспеката пословања – од претраге производа до њихове испоруке – обезбеђујући корисницима сигурност и транспарентност децентрализованог система.

Модел развоја пројекта електронске трговине заснованих на блокчејн технологији укључује више стејкхолдера који сарађују на децентрализованом платформи: произвођаче и добављаче, продавце и малопродајне ланце, државне и регулаторне органе, финансијске институције, ИТ и сервисну подршку, процесоре плаћања, логистичке провајдере, корисничку подршку, маркетиншке компаније и потрошаче.

Произвођачи и добављачи имају кључну улогу у евидентирању детаљних података о производњи на блокчејну, укључујући набавку сировина, производне процесе и мере контроле квалитета. Обезбеђивањем да су сви подаци временски обележени и неизмењиви, ствара се транспарентан и проверљив траг пута производа. Применом механизма за аутентификацију заснованих на блокчејну омогућава се верификација порекла и квалитета производа, уз употребу јединствених дигиталних идентификатора (*QR* кодови и *RFID* тагови).

Продавци и малопродавци користе платформу за оглашавање производа уз верификоване податке на блокчејну о пореклу, процесима производње и сертификатима квалитета.

Паметни уговори аутоматизују управљање залихама и омогућавају ажурирања у реалном времену, чиме се смањује ризик од несташице или вишка залиха. Такође, паметни уговори аутоматизују обраду наруџбина, верификацију плаћања и поравнање трансакција.

Државни и регулаторни органи користе транспарентну и неизмењиву књигу блокчејна за праћење усаглашености са индустријским стандардима и регулативама. Паметни уговори омогућавају аутоматизовану проверу усаглашености, обезбеђујући да све трансакције испуњавају законске оквири. Такође, омогућавају праћење и повлачење неисправних или небезбедних производа, чиме се штите потрошачи.

Финансијске институције учествују у екосистему кроз олакшавање безбедних и транспарентних финансијских трансакција. Иако се плаћања могу обављати директно на блокчејну без посредника, ове институције и даље имају улогу у осигуравању регулаторне усаглашености, смањењу ризика од преваре, као и пружању услуга попут конверзије валута, осигурања, управљања ризицима и кредитирања.

ИТ и сервисна подршка одговорни су за развој и одржавање блокчејн инфраструктуре, обезбеђивање њене скалабилности, безбедности и перформанси. Увођењем мера заштите као што су енкрипција и вишефакторска аутентикација штити се мрежа од сајбер претњи, док техничка подршка помаже свим учесницима у решавању проблема.

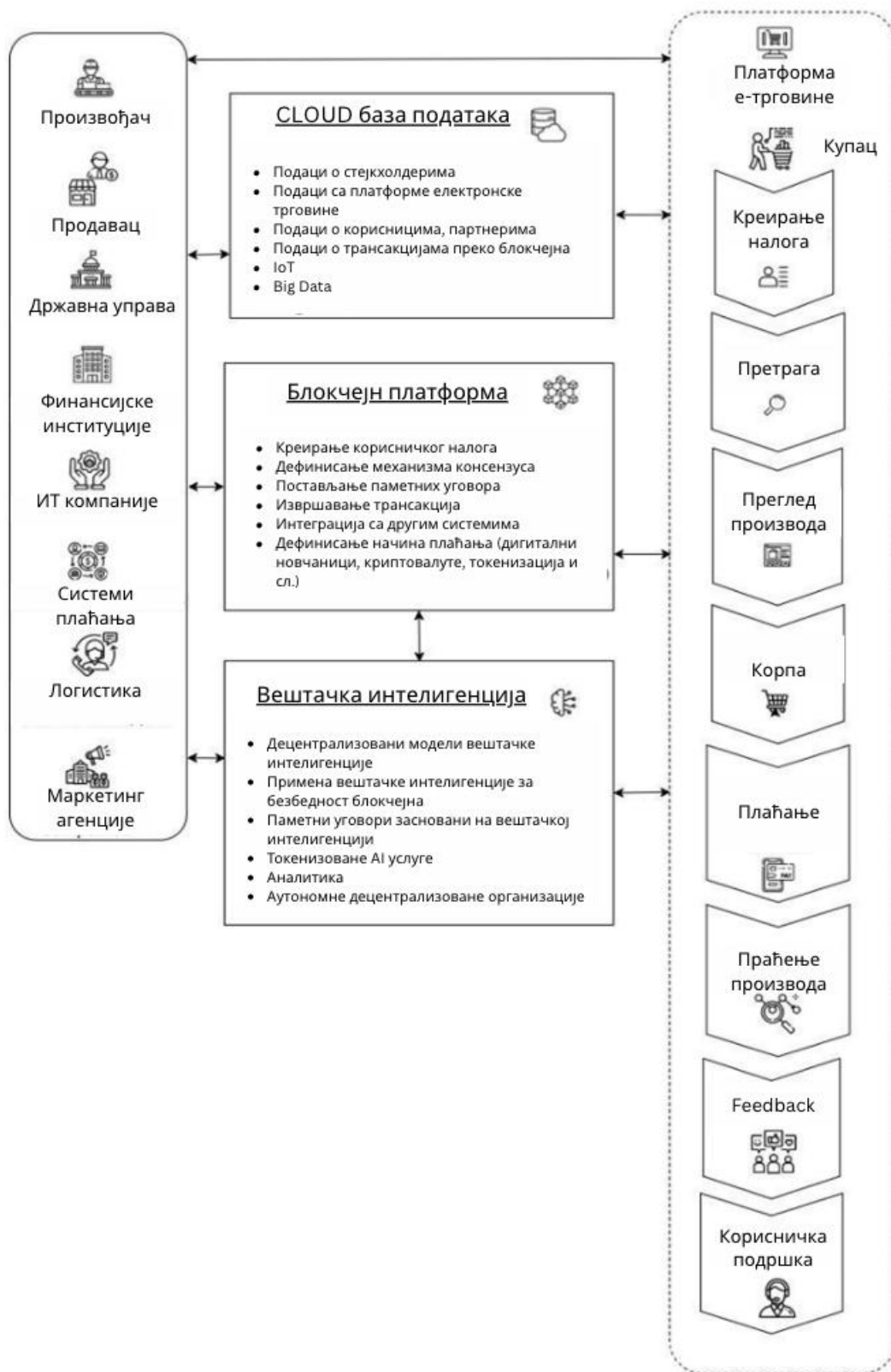
Процесори плаћања обезбеђују ефикасно и безбедно извршавање дигиталних трансакција, агрегирајући различите методе плаћања (нпр. криптовалуте, дигиталне новчанике и токенизовану имовину) чиме се омогућавају брза и децентрализована плаћања.

Логистички провајдери користе блокчејн за праћење пошиљки у реалном времену, уз податке о локацији и статусу робе. *IoT* уређаји и сензори прикупљају и шаљу податке на блокчејн, обезбеђујући континуиран надзор услова транспорта и верификацију аутентичности робе на сваком кораку.

Маркетиншке компаније користе блокчејн податке за дизајн транспарентнијих и ефикаснијих дигиталних кампања. Захваљујући верификованим подацима о потрошачима, повећавају се прецизно таргетирано оглашавање и ангажовање корисника.

Потрошачи добијају приступ детаљним информацијама о производима, укључујући порекло, процесе производње и пут кроз ланац снабдевања. Интуитивни интерфејси (мобилне апликације, веб портали) омогућавају преглед блокчејн података на једноставан начин. Омогућавање плаћања путем блокчејн система смањује ризик од преваре и повећава сигурност трансакција, уз могућност избора између криптовалута и традиционалних метода плаћања.

Сваки стејхолдер у овом екосистему има дефинисану улогу и улази у паметне уговоре са другим учесницима, у оквиру којих се прописују услови сарадње. Трансакције се реализују преко платформи за електронску трговину и блокчејн система. Сви подаци се чувају на блокчејн платформама и у *cloud* базама, доступни свим учесницима у сваком тренутку, чиме се обезбеђује транспарентност и поузданост читавог система. У оквиру овог модела развоја пројеката електронске трговине заснованих на блокчејн технологији, огромна количина генерисаних информација мора бити обрађена и анализирана помоћу технологија великих података (*Big Data*). *Cloud* платформе обезбеђују скалабилно складиштење и обраду скупова великих података, што омогућава управљање у реалном времену и приступ аналитичким ресурсима.



**Слика 4.** Модел развоја пројеката електронске трговине заснованих на блокчејн технологији

Табела 1 пружа преглед улога и активности сваког стејхолдера у моделу електронске трговине заснованом на блокчејну, детаљно описујући процесе у којима учествују и документе које размењују како би додали вредност моделу.

**Табела 1.** Преглед улога и активности стејкхолдера у моделу развоја пројеката електронске трговине заснованих на блокчејну

Стејкхолдер	Улога	Активности/ Процеси	Размењени документи	Вредност за модел
<b>Произвођач</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Произвођач добара</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Бележење детаљних података о производњи</li> <li>Набавка сировина</li> <li>Производни процеси</li> <li>Мере контроле квалитета</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Записи о производњи</li> <li>Извештаји о контроли квалитета</li> </ul>	Обезбеђује транспарентност, праћење и контролу квалитета током целог животног циклуса производа
<b>Добављач</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Добављач сировина</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Унос података о сировинама</li> <li>Сарадња са агенцијама за осигурање квалитета</li> <li>Испорука материјала произвођачима</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Детаљи о сировинама</li> <li>Сертификати о квалитету</li> </ul>	Обезбеђује верификоване и квалитетне материјале, чиме се одржава интегритет ланца снабдевања
<b>Продавац</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Управљач продаје производа</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Листинг производа са блокчејн-верификованим подацима</li> <li>Аутоматизација управљања залихама</li> <li>Обрада поруџбина</li> <li>Верификација плаћања и поравнање преко паметних уговора</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Записи о залихама</li> <li>Потврде поруџбина</li> <li>Потврде о плаћању</li> </ul>	Повећава оперативну ефикасност, смањује грешке и обезбеђује тачне листинге и трансакције.
<b>Потрошач</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Крајњи корисник</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Пристап свеобухватним информацијама о производима</li> <li>Обављање сигурних плаћања преко блокчејн система</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Поруџбенице</li> <li>Потврде о плаћању</li> <li>Повратне информације</li> </ul>	Нуди сигурност трансакција, транспарентност и детаљне информације о производима.
<b>Финансијска институција</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Посредник у финансијским трансакцијама</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Обрада плаћања и поравнања</li> <li>Обезбеђивање усклађености са прописима</li> <li>Валутне конверзије</li> <li>Инвестиционе услуге, осигурање и кредитни аранжмани</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Записи о плаћању</li> <li>Извештаји о усклађености</li> <li>Финансијска документација</li> </ul>	Обезбеђује сигурне и транспарентне финансијске трансакције и регулаторну усклађеност.

Стејкхолдер	Улога	Активности/ Процеси	Размењени документи	Вредност за модел
<b>Логистика</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Управљач транспорта и испоруке производа</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Праћење пошиљки у реалном времену</li> <li>Верификација аутентичности у свакој фази ланца снабдевања преко блокчејн записа</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Записи о пошиљкама</li> <li>Извештаји о праћењу</li> <li>Записи о верификацији</li> </ul>	Обезбеђује благовремену испоруку, одржава аутентичност производа и даје информације о пошиљци у реалном времену.
<b>Маркетиншке агенције</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Истраживање тржишта и управљање дигиталним кампањама</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Анализа података о куповним навикама потрошача</li> <li>Креирање и управљање транспарентним дигиталним маркетинг кампањама</li> <li>Сегментација корисника</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Извештаји о учинку кампања</li> <li>Податке о корисничком ангажовању</li> </ul>	Омогућавају прецизније таргетирање и мерење ефеката кампања на основу верификованих података са блокчејна, повећавају транспарентност у оглашавању и доприносе бољем разумевању понашања потрошача.
<b>Државни и регулаторни органи</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Надгледање усклађености и заштите потрошача</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Праћење усклађености са индустријским стандардима</li> <li>Аутоматизација провера усклађености преко паметних уговора</li> <li>Праћење и опозив неисправних производа</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Извештаји о усклађености</li> <li>Регулаторна документација</li> <li>Записи о опозиву</li> </ul>	Обезбеђује поштовање закона, повећава заштиту потрошача и гарантује сигурност и квалитет производа.
<b>ИТ техничка подршка</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Одржавање блокчејн инфраструктуре</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Развој и одржавање блокчејн инфраструктуре</li> <li>Имплементација мера безбедности</li> <li>Пружање техничке подршке</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Логови техничке подршке</li> <li>Извештаји безбедносних провера</li> </ul>	Обезбеђује скалабилност, безбедност и перформансе система, као и решавање техничких проблема

Интеграција вештачке интелигенције и блокчејна повећава ефикасност, безбедност и степен аутоматизације екосистема електронске трговине. Аналитика, размена података и ефикасност у управљању залихама се унапређују, док се корисничка искуства персонализују путем виртуелних асистената заснованих на вештачкој интелигенцији, а превара у трансакцијама се открива и спречава. Слично томе, примена вештачке интелигенције у паметним уговорима чини их прилагодљивим, јер могу обрађивати комплексне услове у реалном времену.

Механизми безбедности унапређени вештачком интелигенцијом такође могу откривати аномалије у блокчејн трансакцијама и додатно ојачати интегритет система. Децентрализовани модели вештачке интелигенције обезбеђују транспарентност у процесима машинског учења, што додатно смањује пристрасности и повећава поверење међу стејхолдерима.

## 4.1 Концептуални циљеви и захтеви

Основни циљ дисертације јесте развој модела пројеката електронске трговине заснованог на блокчејн технологији. Модел је конципиран тако да укључује све релевантне заинтересоване стране и процесе пословања који се реализују у оквиру електронске трговине, са посебним акцентом на обезбеђивање транспарентности трансакција, праћење порекла и аутентичности производа, као и повећање поверења потрошача у дигитални тржишни систем. Модел треба да омогући виши степен аутоматизације трансакција кроз примену паметних уговора, као и смањење оперативних трошкова елиминацијом посредника.

Приступ подацима унутар система мора бити строго контролисан, тако да овлашћени стејхолдери имају дефинисане нивое приступа, уз евиденцију свих трансакција у неизмењивом дигиталном запису. Блокчејн технологија у том контексту треба да обезбеди сигурну платформу за чување и размену података између произвођача, продаваца, финансијских институција, логистичких компанија и крајњих потрошача, уз гарантован интегритет и аутентичност информација.

Развијени систем треба да буде дизајниран тако да омогући лако проширење функционалности, што подразумева повезивање са напредним дигиталним технологијама као што су вештачка интелигенција, *IoT* уређаји и аналитика великих података. Ово ће омогућити боље праћење токова робе и плаћања у реалном времену, као и персонализовану комуникацију са потрошачима. На овај начин предложени модел има за циљ да унапреди ефикасност, сигурност и одрживост електронске трговине у дигиталној економији.

## 4.2 Архитектура и компоненте модела

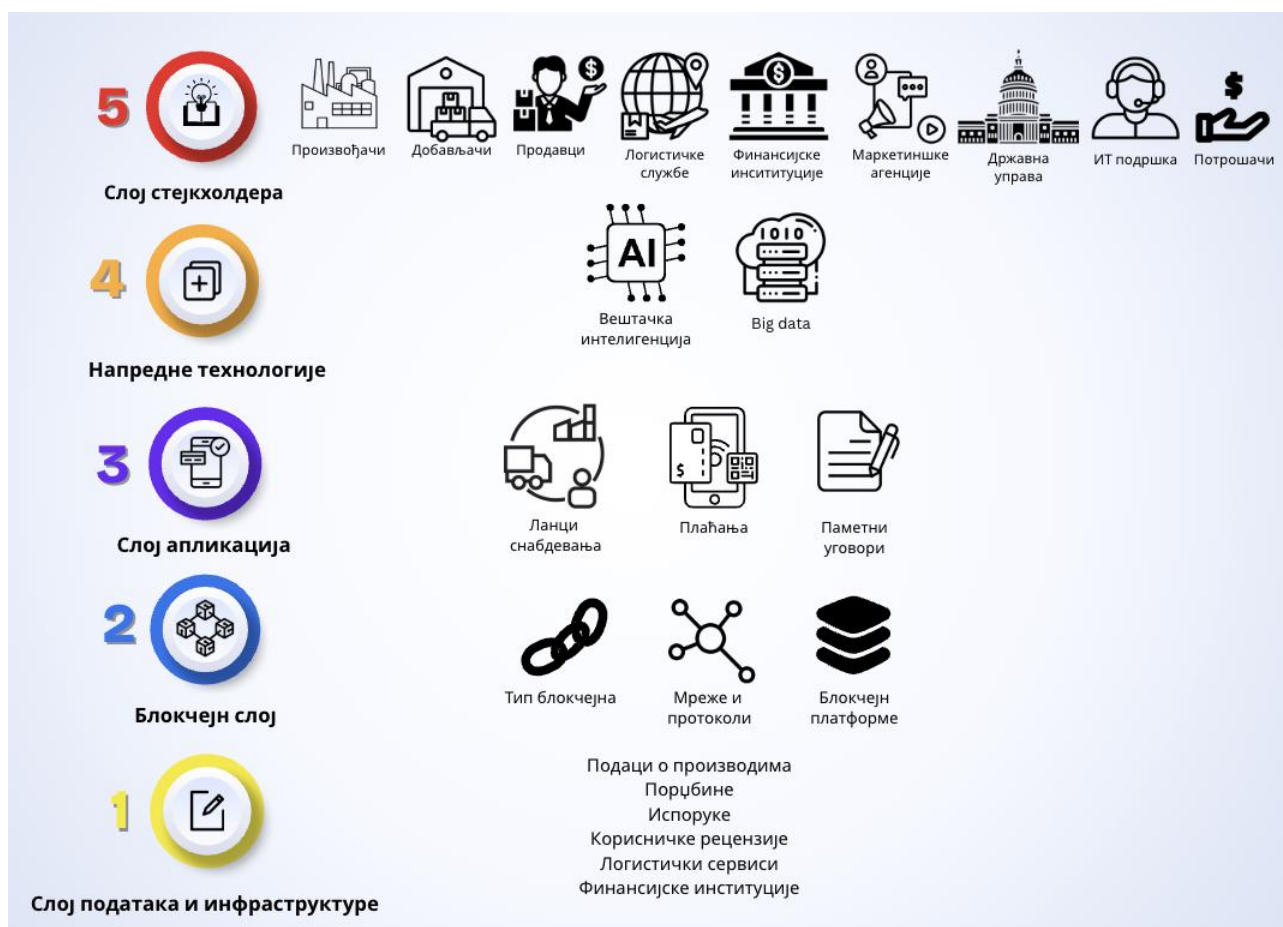
### 4.2.1 Архитектура модела

У погледу архитектуре система, модел развоја пројеката електронске трговине заснованих на блокчејн технологији концептуално се може организовати у више слојева који обезбеђују интеграцију података, сигурност трансакција и ефикасну сарадњу свих стејхолдера у екосистему. Овако постављена архитектура, заједно са кључним технолошким и софтверским компонентама модела, представља ИТ инфраструктурно окружење за развој и имплементацију децентрализоване апликације (*DApp*) (Слика 5):

1. **Слој података и инфраструктуре.** У овом слоју прикупљају се и складиште подаци из различитих извора: система е-трговине, логистичких сервиса, финансијских институција, као и подаци о потрошачима. У овом слоју прикупљају се све информације које настају током процеса куповине и продаје, као што су подаци о производима, поруцбинама, плаћањима, испорукама и корисничким рецензијама. Ови подаци представљају основу дигиталног екосистема и служе као улаз у блокчејн мрежу. Интеграција *cloud computing* решења обезбеђује скалабилност, доступност и сигурно складиштење података.
2. **Блокчејн слој.** Блокчејн представља основу архитектуре, обезбеђујући транспарентност, непроменљивост и сигурност пословних трансакција. Све трансакције и евиденције у вези са производима, плаћањима и логистиком бележе се у

децентрализованом регистру. У зависности од специфичних захтева, могуће је коришћење јавних, приватних хибридних и конзорцијумских блокчејн мрежа.

3. **Слој апликација заснованих на блокчејну.** Овај слој обухвата апликације које омогућавају практичну примену блокчејна у е-трговини. Кључне групе апликација су:
  - управљање токовима робе и пореклом производа,
  - управљање плаћањима и финансијским трансакцијама,
  - паметни уговори за аутоматизацију *B2C* процеса (порџбине, гаранције, рекламације),
  - системи за праћење аутентичности производа и смањење ризика од фалсификата.
4. **Напредне технологије.** Интеграција са вештачком интелигенцијом (*AI*) и системима за *big data* анализу омогућава дубљу обраду података, персонализоване препоруке и боље одлучивање.
5. **Слој стејкхолдера.** На врху хијерархије налазе се сви стејкхолдери система: произвођачи, добављачи, продавци, логистичке службе, финансијске институције, маркетиншке агенције, државна управа, ит подршка и крајњи потрошачи. Сви они остварују интеракцију са системом преко *DApp* апликација и имају користи од већег нивоа транспарентности, сигурности и поверења.



Слика 5. Архитектура блокчејн система у електронској трговини

## 4.2.2 Основне компоненте модела

Развој модела електронске трговине конципираног на блокчејн технологији подразумева укључивање следећих компоненти:

### 1. Архитектура система за управљање ланцем снабдевања електронске трговине:

- Управљање дозволама и нивоима приступа;
- Евиденција трансакција између стејкхолдера;
- База података о производима и залихама;
- Управљање пореклом и аутентичношћу производа;
- Управљање подацима о купцима, продајним налозима и испорукама;
- Архивирање података о пословним трансакцијама;
- Сигурност и заштита података.

### 2. Интеграција система са *cloud* инфраструктуром:

- Интерфејс за повезивање са *cloud* базом података,
- Складиштење података о стејкхолдерима, производима и продаји,
- Аутоматско прављење резервних копија,
- Безбедност и контрола приступа,
- Брз приступ подацима свим овлашћеним учесницима.

### 3. Кључни елементи архитектуре блокчејн технологије:

- Врста блокчејн платформе;
- Степен отворености мреже и дефинисана приступна права;
- Одређивање мрежних чворова и улога валидатора;
- Аутоматско извршење трансакција применом паметних уговора;
- Примена консензус протокола за потврду валидности трансакција;
- Подаци о пореклу и аутентичности производа.

### 4. Интеграција са вештачком интелигенцијом и *big data*:

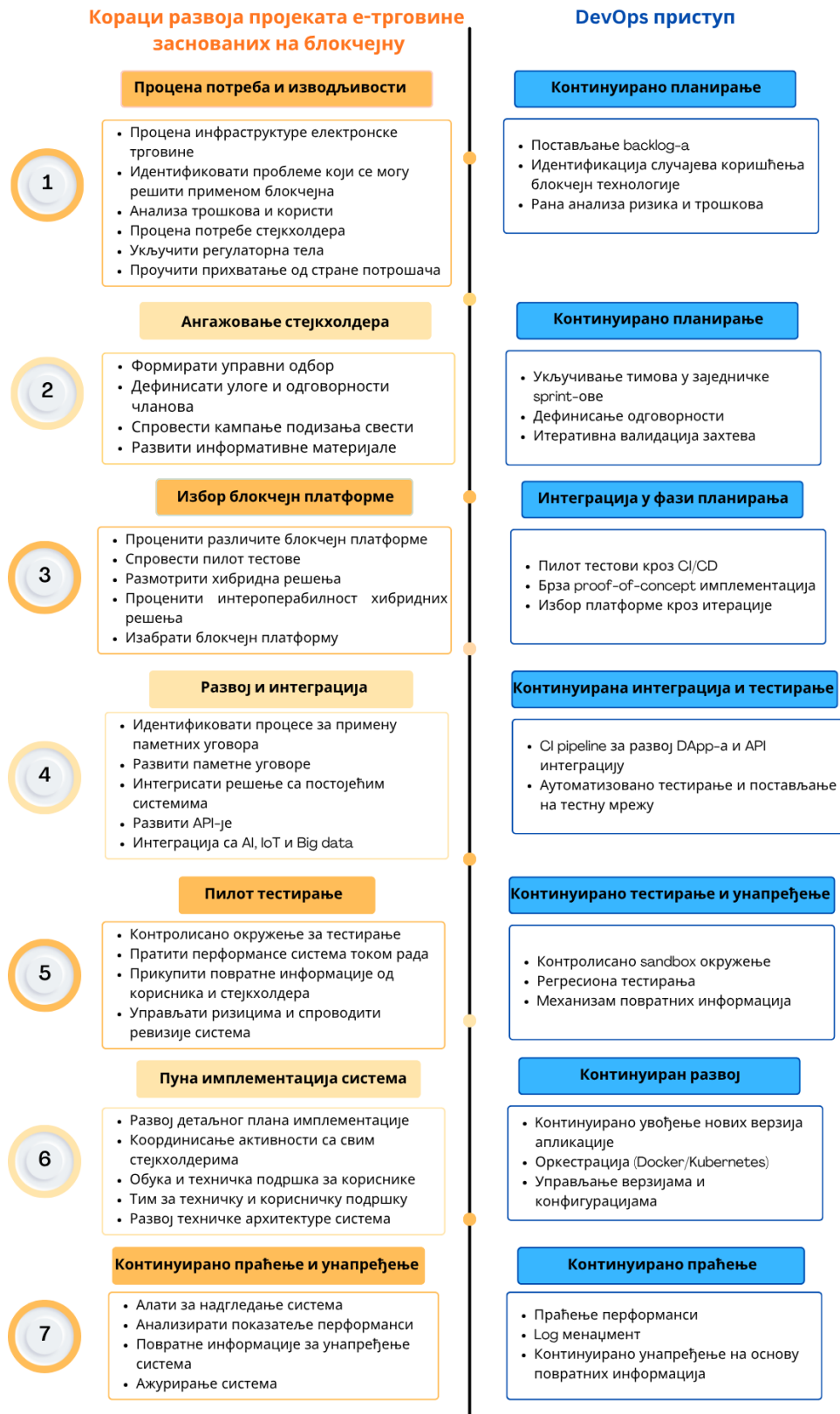
- Аутоматизована верификација и евиденција трансакција путем паметних уговора;
- Анализа великих података из пословања ради доношења будућих пословних стратегија и оптимизације процеса;
- Примена вештачке интелигенције за откривање неправилности и спречавање превара у онлајн трансакцијама;
- Персонализоване препоруке производа и динамично прилагођавање понуда на основу историје куповине;
- Омогућавање права првенства куповине за лојалне купце путем блокчејн евиденције и анализа понашања применом вештачке интелигенције;
- Аутоматско генерисање транспарентних извештаја о пореклу и аутентичности производа.

### 5. Архитектура децентрализоване апликације (*DApp*):

- Праћење порекла производа;
- Приступ подацима о пореклу и аутентичности производа;
- Аутоматизовано плаћање у више валута;
- Комуникација са корисничком подршком.

### 4.3 Методолошки оквир за интеграцију *DevOps* приступа у развоју пројеката електронске трговине заснованих на блокчејн технологији

У овој дисертацији је развијен методолошки оквир за интеграцију *DevOps* приступа у развоју пројеката електронске трговине који су засновани на блокчејн технологији (Слика 6).



Слика 6. Методолошки оквир примене *DevOps* приступа у развоју пројеката електронске трговине заснованих на блокчејн технологији

*DevOps* представља организациони и инжењерски приступ који интегрише развој и операције кроз аутоматизацију, континуирано планирање, интеграцију/испоруку (*CI/CD*), контејнере и микросервисну архитектуру, са циљем да се убрза испорука софтвера, побољша квалитет и поузданост система и ојача повратна спрега са корисницима [102].

Методолошки оквир је пројектно-заснован у неколико фаза, при чему леви део слике 6 приказује кораке развоја пројеката електронске трговине заснованих на блокчејну, док десни део слике представља *DevOps* приступ који кроз све фазе обезбеђује непрекидан циклус планирања, интеграције, тестирања, постављања и праћења. На тај начин се остварују агилна имплементација, транспарентност и поузданост, уз блиску сарадњу развојних и оперативних тимова и брзу повратну спрегу са стејкхолдерима.

**Континуирано планирање.** Континуирано планирање представља почетни и темељни корак *DevOps* процеса. Уместо традиционалног приступа где се план дефинише једном на почетку пројекта, овај модел подразумева итеративно прилагођавање плана током свих фаза развоја. План се ажурира у складу са новим информацијама, повратним подацима корисника и техничким ограничењима. У контексту блокчејн система за електронску трговину, континуирано планирање омогућава дефинисање *backlog*-а, идентификацију случајева коришћења блокчејн технологије и рану анализу ризика и трошкова. На овај начин се осигурава да сви учесници усклађено и да се систем развија у складу са реалним потребама тржишта [102].

**Интеграција у фази планирања.** Ова фаза представља спој *DevOps* приступа са фазом стратешког дефинисања техничког решења. Током планирања врше се пилот тестови кроз *CI/CD* механизме и спроводи брза *proof-of-concept* имплементација како би се верификовале иницијалне идеје. *DevOps* тимови већ у овој фази интегришу изабране алате и платформе, врше итеративне корекције архитектуре и убрзавају избор оптималне блокчејн платформе путем кратких циклуса тестирања. Оваква интеграција у раној фази минимизује ризик од техничких неусклађености и смањује трошкове потенцијалних измена у каснијим фазама [103].

**Континуирана интеграција и тестирање.** Континуирана интеграција представља кључну фазу *DevOps* приступа која обезбеђује да се све компоненте система укључујући паметне уговоре, *backend* сервисе и *frontend* интерфејсе, стално интегришу и тестирају у заједничком окружењу. Свака промена у коду покреће аутоматизован процес тестирања и валидације. У контексту блокчејн система, ово укључује тестирање паметних уговора на тестним (енг. *testnet*) мрежама, проверу интеграције са *API* слојем и контролу компатибилности са постојећим системима електронске трговине. Аутоматизовани *CI pipeline* омогућава развој, тестирање и *deployment* у реалном времену, чиме се грешке откривају рано, а стабилност система одржава током свих итерација развоја [102].

**Континуирано тестирање и унапређење.** Ова фаза осигурава да систем пролази кроз стална тестирања током свог животног циклуса. Уместо да се тестови изводе само на крају пројекта, *DevOps* приступ подразумева непрекидно тестирање у контролисаном окружењу. Тестови укључују регресионо тестирање, безбедносне и перформансне анализе, као и симулације корисничког понашања. Резултати тестова аутоматски се враћају у развојни процес путем механизма повратних информација (енг. *feedback loop*), чиме се омогућава тренутно унапређење и избегавају застоји у продукционом окружењу [104].

**Континуиран развој.** Континуиран развој подразумева оркестрацију, управљање верзијама и аутоматизовано постављање система у продукционо окружење. У пракси, то се реализује применом алата као што су *Docker* и *Kubernetes*, који омогућавају скалабилност и једноставно управљање конфигурацијама. Континуирано увођење нових верзија апликације (енг. *rollout*) система врши се у фазама, што омогућава тимовима да надгледају стабилност сваке верзије пре него што нова функционалност постане у потпуности доступна свим

корисницима. Овај процес омогућава брзу адаптацију на промене и унапређење система без прекида рада [105].

**Континуирано праћење.** Завршна *DevOps* фаза односи се на континуирано праћење перформанси, безбедности и стабилности система. У контексту блокчејн апликација, прати се брзина трансакција, латенција, потрошња ресурса и евентуални сигурносни инциденти. Алати за мониторинг и *log* менаџмент омогућавају анализу у реалном времену, док повратне информације из система и од корисника служе као основа за даље унапређење. На овај начин, *DevOps* не представља завршну фазу, већ континуирани циклус који омогућава еволуцију и одрживост блокчејн решења [102].

Развој пројеката електронске трговине заснованих на блокчејн технологији одвија се кроз низ корака у оквиру којих се примењују принципи *DevOps* приступа ради обезбеђивања континуиране интеграције, тестирања и унапређења система, а ти кораци обухватају:

- 1. Процена потреба и изводљивости.** Први корак, који носи највећи значај, јесте спровођење детаљне анализе, почев од тренутног стања инфраструктуре електронске трговине до проблема које блокчејн може решити: транспарентност ланца снабдевања, безбедност плаћања и интегритет података. Други важан део овог процеса је процена потреба стејкхолдера. Укључивање свих стејкхолдера – добављача, произвођача, трговаца, потрошача, финансијских институција и регулаторних тела – помаже у разумевању њихових специфичних потреба и очекивања. На пример, могуће је прикупити увиде о перципираним користима и потенцијалним изазовима повезаним са усвајањем блокчејна путем анкета, интервјуа и фокус група [106]. Спроводе се студије прихватања ради идентификовања фактора који ће утицати на усвајање блокчејна у електронској трговини од стране потрошача. То подразумева постављање циљева како би се разумеле перцепције потрошача о кључним факторима усвајања и проценила њихова спремност да се прилагоде блокчејну.
- 2. Ангажовање стејкхолдера.** Формирање управног комитета који обухвата представнике свих кључних група стејкхолдера је неопходно за надгледање пројекта имплементације блокчејна. Дефинисање улога и одговорности сваког члана обезбеђује јасну комуникацију и ефикасно доношење одлука. Спровођење кампања за подизање свести кроз радионице, семинаре и вебинаре може едуковати стејкхолдере о блокчејн технологији, њеним предностима и потенцијалном утицају на екосистем електронске трговине [107].
- 3. Избор блокчејн платформе.** Оцењивање различитих блокчејн платформи (нпр. *Ethereum, Hyperledger, Corda, Algorand, Solana*) на основу критеријума као што су безбедност, скалабилност, брзина трансакција и подршка за паметне уговоре је од кључне важности. Спровођење пилот тестова са одабраним платформама може проценити њихове перформансе и погодност за специфичне потребе екосистема електронске трговине. Разматрање хибридних решења која комбинују предности јавних и приватних блокчејн платформи може обезбедити баланс између транспарентности и контроле [108]. Такође, важно је проценити интероперабилност хибридних решења са постојећом ИТ инфраструктуром и другим блокчејн мрежама. Безбедност представља значајну бригу при интеграцији блокчејна са платформама електронске трговине због осетљиве природе финансијских трансакција и личних података. Свака блокчејн платформа има јединствене безбедносне карактеристике и потенцијалне рањивости које захтевају пажљиву процену [109]. На пример, јавни блокчејн системи нуде транспарентност и децентрализацију, али могу бити подложни „51% нападима“ [110]. „51% напади“ могу настати када један ентитет или група контролише више од половине рачунарске снаге мреже, што им омогућава да манипулишу трансакцијама и наруше безбедност блокчејна.

- 4. Развој и интеграција.** Развој паметних уговора подразумева идентификацију кључних процеса који се могу аутоматизовати, као што су обрада нарудбина, поравнање плаћања, управљање залихама и решавање спорова. Сарадња са блокчејн програмерима на дизајну и кодирању паметних уговора ради јасног дефинисања услова за ове процесе је од изузетне важности. Беспрекорна интеграција блокчејн платформе са платформама електронске трговине, *ERP* системима, *CRM* системима и платним пролазима такође има велики значај. Ово се може постићи развојем *API* слоја и посредничког софтвера за размену података између блокчејна и других *IT* система. Изазови интеграције блокчејн технологије са постојећим платформама електронске трговине, нарочито у погледу интероперабилности и конзистентности података, укључују значајан проблем усклађивања формата и структура података између блокчејна и традиционалних система. Обезбеђивање тачног и доследног преноса података између ових система захтева робусне процесе мапирања и трансформације података, пошто тренутни стандарди за ове процесе варирају између блокчејна и е-трговинских система [111]. Поред тога, потребно је узети у обзир и кашњења у раду, јер су трансакције на блокчејну знатно спорије у односу на традиционалне операције у базама података. На крају, неопходно је континуирано праћење и тестирање ради идентификације и решавања проблема који могу настати током процеса интеграције, чиме се омогућава несметан и ефикасан рад екосистема електронске трговине заснованог на блокчејну [112].
- 5. Пилот тестирање.** Спровођење пилот програма подразумева избор контролисаног окружења, као што је тестирање у оквиру одређене производне линије или подгрупа трансакција. Перформансе блокчејн система у пилот пројекту мере се на различите начине, као што су брзина трансакција, безбедност, задовољство корисника и уштеда трошкова. Резултати пилот теста и повратне информације од стејхолдера помажу у унапређењу блокчејн решења у целини и осигуравају да су спецификације већине стејхолдера испуњене.
- 6. Пуна имплементација система.** У планирању ширења система развија се детаљан план имплементације који садржи временски оквир, кључне прекретнице и ресурсе неопходне за имплементацију блокчејн решења у пуном обиму. Важно је сарађивати са свим стејхолдерима и осигурати њихову координацију за прелазак са пилот фазе на пуну имплементацију. Додатне обуке и подршка могу помоћи корисницима да се прилагоде новом систему заснованом на блокчејну и његовим функционалностима. Подршка тима може бити организована како би се обезбедила правовремена помоћ и решавање техничких проблема током периода имплементације. Имплементација у пуном обиму обухвата примену комплетне техничке архитектуре која укључује блокчејн слој, слој паметних уговора, апликативни слој и кориснички интерфејс [113].
- 7. Континуирано праћење и унапређење.** Континуирано надгледање перформанси блокчејн система спроводи се коришћењем различитих алата и контролних табли за реално праћење. Релевантно је периодично процењивати кључне показатеље перформанси као што су брзина трансакција, безбедносни инциденти, ниво задовољства корисника и уштеда трошкова. Потребно је пратити и потрошњу енергије у блокчејну због утицаја и забринутости везаних за угљенични отисак и еколошке ефекте. Где год је могуће, алгоритми који штеде енергију и оптимизовани механизми консензуса као што је *Proof-of-Stake (PoS)* показали су се ефикасним у смањењу укупне потрошње енергије. Процеси одрживости и усклађености са еколошким прописима додају додатну еколошки свесну димензију целокупном блокчејн екосистему. Ово додатно доприноси одрживости и одговорним напорима за ублажавање климатских промена, чинећи електронску трговину еколошки одговорним и одрживим обликом организовања пословања у целини.

## 5. ИСПИТИВАЊЕ СПРЕМНОСТИ КОРИСНИКА ЗА ПРИМЕНУ БЛОКЧЕЈН ТЕХНОЛОГИЈЕ У ЕЛЕКТРОНСКОЈ ТРГОВИНИ

У експерименталном делу рада спроведено је истраживање усмерено на процену спремности потрошача да прихвате електронску трговину засновану на блокчејн технологији, имајући у виду да је њено усвајање вођено потражњом и у великој мери зависи од очекивања, нивоа поверења и ангажованости крајњих корисника.

Иако је истраживање усмерено на процену спремности потрошача да прихвате електронску трговину засновану на блокчејн технологији, важно је сагледати и изазове који утичу на њено шире усвајање. Иако се и предузећа суочавају са препрекама као што су трошкови имплементације, регулаторна неизвесност и техничка комплексност, ови фактори сами по себи не одређују успех блокчејна. Блокчејн премешта одређене одговорности – попут безбедности, управљања идентитетом и спречавања превара – са централисаних посредника на крајњег корисника, што перцепцију потрошача о употребљивости и поверењу чини кључним фактором усвајања. Уколико потрошачи не доживљавају блокчејн као безбедан, ефикасан и једноставан за употребу, предузећа ће бити оклевајућа у улагању у његову примену. Због тога је ово истраживање осмишљено да идентификује препреке за усвајање из перспективе потрошача и да понуди смернице за премошћавање јаза између технолошке изводљивости и реалне примене у пракси.

Поред тога, компаније у сектору електронске трговине стално траже начине да се диференцирају и изграде лојалност бренду. Блокчејн пружа јединствене предности у праћењу порекла производа и транспарентности трансакција, што може повећати поверење и задовољство потрошача. Међутим, ове предности имају смисла само ако су потрошачи спремни да користе системе засноване на блокчејну. Истраживање приказано у овој дисертацији испитује да ли потрошачи препознају ове предности, како мере користи блокчејна у односу на његове ризике, и да ли поверење, употребљивост и ефикасност утичу на одлуке о усвајању. Ови увиди су од суштинског значаја за предузећа која разматрају примену блокчејна, јер истичу приоритете потрошача и потенцијалне баријере.

Три разлога зашто је фокус на потрошачима кључан за успешну имплементацију блокчејна у електронској трговини су:

- **Усвајање вођено потрошачима.** Ефикасност интеграције блокчејна у оквиру екосистема електронске трговине зависи од перцепције потрошача у погледу транспарентности, праћења и верификације аутентичности производа коју блокчејн пружа. Иако ове особине имају потенцијал да изграде поверење и лојалност, без препознавања њихове вредности од стране потрошача, користи могу остати неостварене.
- **Допуна студијама усмереним на предузећа.** Иако су препреке за усвајање блокчејна у предузећима (као што су трошкови, техничке комплексности и организационе промене) већ темељно анализирани, недостаје истраживања усмерених на спремност потрошача. Чак и ако предузећа превазиђу своје препреке, усвајање може изостати уколико се потрошачи активно не укључе у коришћење технологије. Разумевање спремности потрошача је, дакле, од суштинског значаја јер директно утиче на укупан успех интеграције блокчејна у комерцијалном сектору.
- **Фокус компанија на диференцијацију.** Свеобухватним разумевањем очекивања потрошача, предузећа могу прилагодити своју примену блокчејна како би се ускладила са захтевима корисника. Ово усклађивање осигурава већи повраћај на улагање и подстиче лојалност бренду. Да би се у потпуности разумели потенцијали за усвајање блокчејна у електронској трговини, постало је неопходно истражити у којој

мери су потрошачи спремни да користе функционалности засноване на блокчејну. Анкете могу бити корисне за процену свести потрошача о предностима блокчејна, мерење утицаја блокчејн карактеристика на одлуке о куповини и јачање поверења у бренд, као и идентификацију различитих фактора (нпр. старост, техничка писменост или куповне навике) који могу утицати на спремност потрошача да се укључе у платформе електронске трговине засноване на блокчејну.

## 5.1 Теоријски оквир модификованог UTAUT2 модела

У овом истраживању примењен је модификовани модел *Unified Theory of Acceptance and Use of Technology 2 (UTAUT2)* ради анализе фактора који предвиђају намеру корисника да прихвате блокчејн технологију у електронској трговини. UTAUT2 модел представља теоријски оквир који се користи за анализу фактора који утичу на прихватање и употребу технологије и помаже истраживачима и организацијама да боље разумеју и имплементирају нова технолошка решења [114]. Неки од кључних аспеката модела UTAUT2 су [115], [116]:

1. **Модерирајући фактори.** UTAUT2 модел препознаје да фактори као што су пол, старост, искуство и вољност корисника могу утицати на то како фактори прихватања технологије обликују понашање корисника. На пример, пол може утицати на то како појединци доживљавају друштвени утицај или очекивано улагање напора у коришћењу технологије.
2. **Поузданост модела.** UTAUT2 је истраживан и тестиран у различитим контекстима и културама како би се утврдило у којој мери може предвидети прихватање технологије. Модел је у бројним студијама показао високу поузданост.
3. **Практична примена.** UTAUT2 модел се често користи у истраживањима и анализама ради бољег разумевања понашања корисника у вези са технологијом. Организације га могу користити за разумевање начина на који запослени прихватају и користе нове софтверске алате или системе.
4. **Критике и проширења.** Иако је UTAUT2 користан алат, био је и предмет критика и проширења у литератури. Неки истраживачи су предложили додавање нових фактора или модификовање модела како би се боље прилагодио специфичним контекстима.

Модел UTAUT2 је широко примењиван у разумевању усвајања технологије у различитим контекстима. Међутим, његова применљивост у различитим културним окружењима остаје предмет расправе. Истраживања показују да се утицај конструката UTAUT2 модела може значајно разликовати у зависности од културних фактора. На пример, студија која је испитивала услуге мобилних плаћања у Кини, САД и Белгији утврдила је да се предиктивна моћ модела разликовала између ових земаља, што указује да културне варијације утичу на ефективност UTAUT2 [117]. Ова варијабилност имплицира да UTAUT2 можда није универзално применљив као што се претходно сматрало. Да би се повећала његова релевантност, неопходно је модификовати модел укључивањем културних димензија и контекстуално специфичних фактора, чиме би се побољшала његова предиктивна тачност у различитим окружењима.

Модификација модела UTAUT2 како би се прилагодио специфичним технолошким контекстима уобичајен је приступ у истраживањима усвајања, јер различите иновације уводе јединствене покретаче и баријере које оригинални оквир можда не обухвата у потпуности [117], [118]. У контексту електронске трговине засноване на блокчејну, традиционални конструкти UTAUT2 модела, као што су хедонистичка мотивација (енгл. *Hedonic Motivation - HM*) и намера понашања (енгл. *Behavioral Intention - BI*), не објашњавају адекватно понашање при усвајању [119]. Блокчејн је пре свега кориснички усмерена технологија, где су ефикасност, безбедност и поверење кључни фактори одлучивања, а не уживање или сама намера за коришћењем [120].

Да би се повећала применљивост модела, у истраживање су уведена три нова конструкта: перципирана ефикасност (енгл. *Perceived Efficiency* - *PE*), перципирани ризик (енгл. *Perceived Risk* - *PR*) и поверење (енгл. *Trust* - *T*), која прецизније одражавају начин размишљања потрошача при евалуацији усвајања блокчејна. Ове модификације усклађене су са претходним истраживањима која су показала да перцепција ризика, поверење и ефикасност имају значајну улогу у прихватању нових финансијских и блокчејн технологија [121], [122]. Следећа поглавља детаљније објашњавају сваки додати и уклоњени конструкт, истичући како ове промене унапређују способност модела да предвиди усвајање блокчејна у електронској трговини.

### **5.1.1 Додавање конструкта перципирана ефикасност**

Усвајање блокчејн технологије у електронској трговини у великој мери је вођено обећањем веће ефикасности у трансакцијама, аутоматизацији и смањењу трошкова. За разлику од традиционалних метода онлајн плаћања, блокчејн елиминише посреднике, поједностављује трансакције и обезбеђује могућност поравнања у реалном времену, што га чини атрактивном алтернативом за предузећа и потрошаче [123]. Оригинални *UTAUT2* модел садржи конструкт перципирана ефикасност (енгл. *Perceived efficiency* - *PE*), али он не обухвата експлицитно побољшања ефикасности, као што су смањено време обраде трансакција и елиминација верификација од стране трећих страна. Како је ефикасност један од кључних продајних аргумената блокчејна у електронској трговини, Перципирана ефикасност је додата у модел да би се проценило у којој мери корисници доживљавају блокчејн трансакције као брже и једноставније у односу на традиционалне системе. Ова допуна обезбеђује да предности блокчејна везане за ефикасност буду директно узете у обзир у понашању потрошача приликом усвајања. Претходне студије су такође истакле да перцепција ефикасности значајно утиче на прихватање дигиталних финансијских решења, што додатно потврђује потребу за овим конструктом [47].

### **5.1.2 Додавање конструкта перципирани ризик**

Блокчејн технологија, упркос својим предностима, уводи нове облике ризика који могу одвратити потрошаче од усвајања. За разлику од традиционалних система плаћања који нуде заштиту од преваре и решавање спорова, блокчејн трансакције су неповратне, а паметни уговори могу имати безбедносне рањивости које излажу кориснике финансијским губицима. Поред тога, регулаторна неизвесност и тржишна волатилност могу створити оклевање код потрошача који разматрају блокчејн засноване системе плаћања. *UTAUT2* модел не садржи експлицитно перцепцију ризика, иако истраживања о усвајању дигиталних финансијских технологија константно показују да перципирани ризик игра кључну улогу у доношењу одлука потрошача. Због тога је у модел додат конструкт перципирани ризик (енг. *Perceived Risk* - *PR*) како би се проценила финансијска сигурност, приватност података, преваре и регулаторна неизвесност у усвајању блокчејна. Ова допуна усклађена је са налазима претходних студија које сугеришу да поверење у безбедносне механизме и стратегије ублажавања ризика директно утиче на усвајање блокчејна [78].

### **5.1.3 Додавање конструкта поверење**

Блокчејн технологија је суштински вођена поверењем, јер децентрализује контролу и нуди транспарентност у трансакцијама. Међутим, иако је блокчејн дизајниран за окружења без посредника, потрошачи и даље могу осећати несигурност у вези са његовим усвајањем, посебно када је реч о децентрализованим тржиштима и аутоматизованим паметним уговорима. Пошто усвајање блокчејна елиминише традиционалне финансијске посреднике, корисници морају да верују самој технологији, а не централном ауторитету. Стандардни *UTAUT2* модел не третира поверење као засебан конструкт, иако студије о усвајању финансијских технологија истичу да поверење у поузданост система значајно утиче на

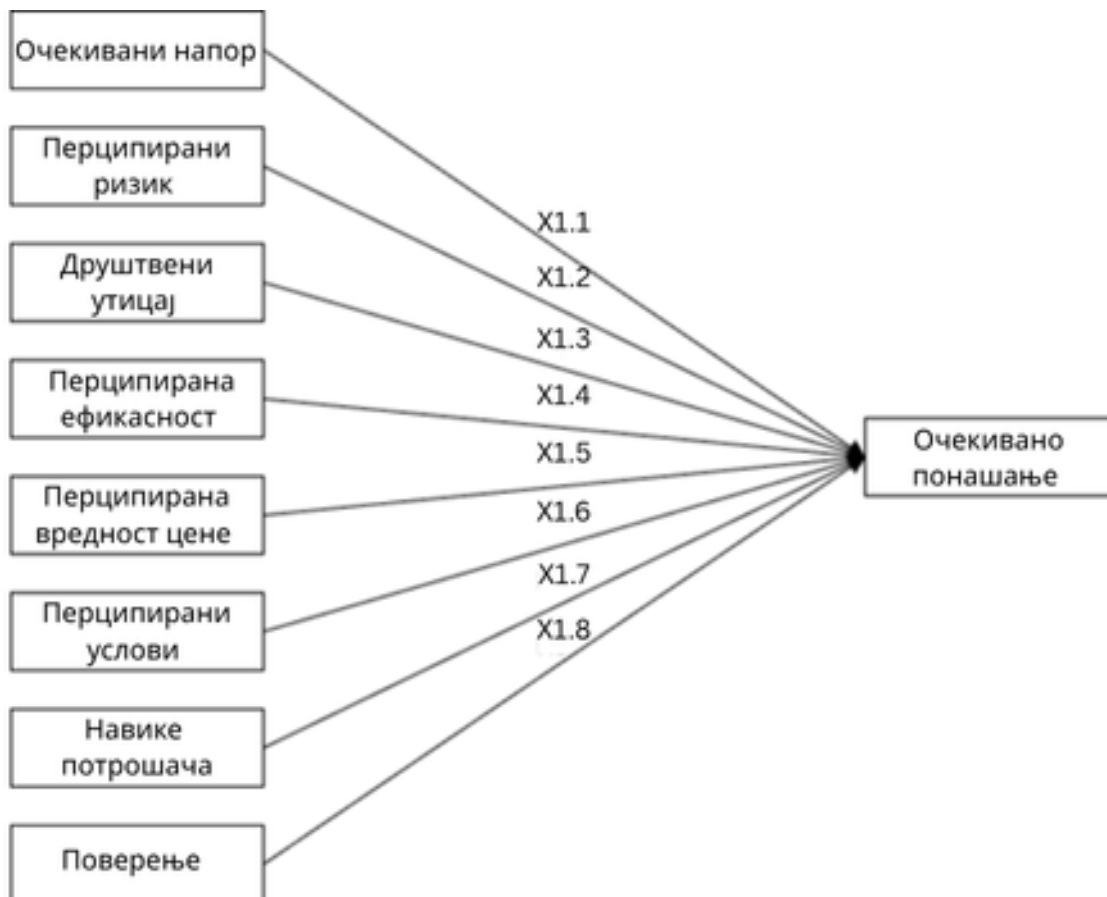
понашање при усвајању. С обзиром на критичну улогу поверења у блокчејн електронској трговини, у модел је додат конструкт поверење (енг. *Trust*) како би се обухватило поверење корисника у безбедност, транспарентност и непроменљивост блокчејна. Овај конструкт обезбеђује да се поверење корисника процењује као засебан фактор, а не подразумева под другим факторима као што су Очекиване перформансе или Олакшавајући услови. Претходне студије о усвајању блокчејна подржавају ову одлуку, показујући да поверење игра фундаменталну улогу у обликовању спремности потрошача да користе блокчејн платформе [121].

#### 5.1.4 Уклањање конструкта хедонистичка мотивација

Конструкт хедонистичка мотивација, који мери уживање при коришћењу технологије, уклоњен је из модификованог *UTAUT2* модела јер је мање релевантан у контексту блокчејн електронске трговине. За разлику од технологија које се користе ради забаве, као што су игре или друштвене мреже, усвајање блокчејна је пре свега вођено практичним разлозима сигурношћу, ефикасношћу и поверењем, а не личним уживањем. Претходна истраживања су показала да хедонистичка мотивација има мали утицај на усвајање финансијских и безбедносних технологија јер корисници ове системе користе због функционалних предности, а не због задовољства [122]. Поред тога, студије о дигиталном банкарству и *IoT* системима потврдиле су да када усвајање покрећу практични фактори као што су цена, употребљивост и безбедност, улога хедонистичке мотивације је занемарљива [124]. Како блокчејн трансакције захтевају поверење у систем, а не корисничко уживање, модификовани *UTAUT2* модел уклања овај конструкт да би се усредредио на критичније факторе као што су перципирани ризик, поверење и перципирана ефикасност, чиме се обезбеђује боља прилагођеност реалним условима усвајања блокчејна [125].

Слика 7 илуструје модификовани *UTAUT2* модел, прилагођен за процену прихватања предложеног блокчејн екосистема. Очекивано понашање је зависна варијабли на коју утичу више предиктора: очекивани напор, перципирани ризик, друштвени утицај, перципирана ефикасност, перципирана вредност цене, перципирани услови, навике и поверење. Додавањем концепата перципиране ефикасности, перципираног ризика и поверења, теоријски оквир је обогаћен тако да узме у обзир специфичне изазове и користи блокчејна у електронској трговини. Слика 7 приказује модификовани *UTAUT2* модел са додатим предикторима, што омогућава валидније истраживање усвајања блокчејн технологије.

Очекивано понашање корисника условљено је комбинацијом традиционалних фактора из *UTAUT2* модела и нових варијабли које дају увид у доношење одлука у оквиру блокчејн екосистема. Додатно, узете су у обзир разлике између испитаника, као што су пол, старост, образовање и статус. Неке оригиналне променљиве, као што је хедонистичка мотивација, изостављене су јер су оцењене као мање релевантне за процену прихватања блокчејн електронске трговине. За детаљан преглед свих питања, видети Прилог 1.



Слика 7. Модификовани UTAUT2 модел

На основу модификованог *UTAUT2* модела, могу се предложити следеће хипотезе:

X1. Потрошачи су спремни да усвоје услуге електронске трговине засноване на блокчејн технологији уколико перципирају да је систем ефикасан, једноставан за коришћење и подржан од стране њиховог друштвеног окружења.

X1.1. Очекивани напор утиче на спремност потрошача да користе електронску трговину засновану на блокчејн технологији.

X1.2. Перципирани ризик утиче на спремност потрошача да користе електронску трговину засновану на блокчејн технологији.

X1.3. Друштвени утицај утиче на спремност потрошача да користе електронску трговину засновану на блокчејн технологији.

X1.4. Перципирана ефикасност утиче на спремност потрошача да користе електронску трговину засновану на блокчејн технологији.

X1.5. Перципирана вредност цене утиче на спремност потрошача да користе електронску трговину засновану на блокчејн технологији.

X1.6. Перципирани услови који олакшавају коришћење утичу на спремност потрошача да користе електронску трговину засновану на блокчејн технологији.

X1.7. Навике потрошача значајно утичу на њихову вољу да усвоје електронску трговину засновану на блокчејн технологији.

X1.8. Поверење које стичу потрошачи утиче на њихову спремност да користе електронску трговину засновану на блокчејн технологији.

*UTAUT2* модел представља листу кључних предиктора који омогућавају истраживање

детерминанти намере корисника да усвоје блокчејн у електронској трговини. Директна подршка хипотезама у овом истраживању омогућава следеће предикторе:

- **Очекивани напор (енг. *Effort Expectancy*):** Корисници блокчејн технологије који је доживљавају као једноставну за употребу више су склони да је усвоје. Овај предиктор подржава хипотезу Х1.1, која испитује утицај очекиваног напора на намеру корисника да користе блокчејн у електронској трговини.
- **Друштвени утицај (енг. *Social Influence*):** Представља степен друштвеног притиска и перцепцију других корисника о усвајању технологије. Овај предиктор подржава хипотезу Х1.3, која испитује утицај друштвеног утицаја на спремност корисника да користе блокчејн.
- **Перципирана вредност цене (енг. *Price Value*):** Корисници ће усвојити блокчејн ако процене да користи надмашују трошкове имплементације. Овај предиктор подржава хипотезу Х1.5.
- **Перципирани услови (енг. *Facilitating Conditions*):** Присуство техничке подршке и инфраструктуре олакшава усвајање блокчејна и чини основу хипотезе Х1.6, која истражује утицај ових фактора.
- **Навике (енг. *Habits*):** Укорењено понашање и претходна искуства корисника са сличним технологијама могу значајно утицати на усвајање блокчејна, што је повезано са хипотезом Х1.7.

Даље, како би се овом истраживању дала још дубља теоријска основа, *UTAUT2* модел је проширен укључивањем још три релевантна предиктора за које се претпоставља да ће имати највећи утицај на електронску трговину засновану на блокчејну:

- **Перципирани ризик (енг. *Perceived Risk*):** Кључан је фактор за разумевање оклевања корисника према блокчејн технологији и подржава хипотезу Х1.2, која анализира његов утицај на спремност корисника да усвоје блокчејн.
- **Перципирана ефикасност (енг. *Perceived Efficiency*):** Корисници ће бити више склони да користе блокчејн ако очекују већу ефикасност и сигурност у трансакцијама. Овај предиктор подржава хипотезу Х1.4, која испитује утицај перципиране ефикасности на спремност корисника.
- **Поверење (енг. *Trust*):** Има кључну улогу у усвајању блокчејна, јер корисници морају веровати у безбедност података и стабилност система, и подржава хипотезу Х1.8, која испитује његов утицај на спремност корисника да користе блокчејн у електронској трговини.

## 5.2 Истраживање

Циљна група овог истраживања обухвата све појединце који користе услуге електронске трговине, односно особе које купују онлајн коришћењем дигиталних апликација.

Истраживањем је обухваћено 210 испитаника различитог профила. Структуру испитаника чинили су појединци различитих полних, старосних, образовних и статусних обележја. У даљем тексту су приказане основне карактеристике испитаника, као и резултати за одабрана питања која су била од посебног значаја за спроведено истраживање.

У наставку је приказ резултата анкете спроведене ради процене спремности крајњих корисника да прихвате блокчејн технологију у електронској трговини. За обраду и анализу података примењен је софтверски пакет *SmartPLS 4.0.9.6. SmartPLS* (енг. *Partial Least Squares Structural Equation Modeling*). Реч је о алату намењеном структурном моделовању заснованом на методи парцијалних најмањих квадрата, који је погодан за испитивање односа

између већег броја латентних конструктора и манифестних варијабли. Због могућности анализе сложених истраживачких модела, овај приступ има широку примену у областима као што су друштвене науке, економија и информациони системи. *SmartPLS* омогућава процену мерења конструктора, као и тестирање структурних веза у оквиру модела који укључују више међусобно повезаних променљивих [126].

Свака варијабла у модификованом *UTAUT2* моделу мерена је путем анкета прилагођених за процену прихватања блокчејн технологије. Одговори испитаника мерени су Ликертовом скалом, која омогућава процену степена слагања или неслагања појединца са датом изјавом у вези са одређеним конструктом. Скале коришћене у анкети пажљиво су прилагођене како би се обезбедила њихова релевантност у контексту блокчејн технологије у електронској трговини и самим тим усклађеност са циљевима истраживања. Сваки конструкт је имао више индикатора, а њихова унутрашња конзистентност проверена је коришћењем Кронбаховог алфа коефицијента и композитне поузданости. Поред тога, анализирани су и унакрсне факторске вредности (енг. *cross-loadings*) и дискриминантна валидност како би се осигурало да конструкти мере своје предвиђене димензије.

Прво питање у анкети односило се на старост испитаника. Из добијених одговора може се видети да највећи проценат испитаника (71,4%) припада старосној групи између 20 и 30 година. Следе испитаници старији од 40 година (16,2%), затим они у распону од 30 до 40 година (10,5%). Најмање заступљени у узорку били су испитаници млађи од 20 година (1,9%). Расподела испитаника указује на доминацију млађе популације у истраживању, уз истовремену укљученост и старијих старосних категорија.

Једно од основних демографских питања односило се на полну структуру испитаника. Резултати показују да су жене биле заступљеније у узорку, са уделом од 56,7%, док је учешће мушкараца износило 43,3%. Опцију „Друго“ није одабрао ниједан испитаник.

Следеће питање односило се на тренутни статус испитаника. Велики број испитаника су и даље били студенти (57,1%). Значајан проценат испитаника био је запослен (35,7%). Остатак узорка чинили су незапослени, пензионери и ученици, који су били заступљени у осетно мањем обиму у односу на претходне две категорије.

Следеће питање у демографском делу односило се на образовни ниво испитаника. 40% испитаника имало је више образовање, конкретно завршен факултет или универзитет. Остали испитаници имали су завршену средњу школу (43,3%), затим постдипломске студије (16,7%), док у узорку није био заступљен ниједан испитаник са завршеним само основним образовањем. Приказана структура образовања указује на то да су најзаступљенији били испитаници са средњим и вишим нивоом образовања. Ова расподела испитаника у потпуности је усклађена са потребама овог истраживања. Демографске карактеристике учесника анкете приказане су и Табели 2.

Испитаници анкете су такође упитани колико често купују путем мобилних/веб апликација за електронску трговину. На основу њихових одговора на скали од 1 до 5 (1 – никада не купујем онлајн, 5 – веома често купујем онлајн), детаљни подаци показују да је 5,7% испитаника изјавило да никада не купује онлајн, 9,5% да ретко купује онлајн, 29,5% да повремено купује онлајн, 30,5% да често купује онлајн, 23,8% да веома често купује онлајн, док је 1% испитаника навело да искључиво купује онлајн.

Узимајући у обзир ове податке, може се закључити да већина испитаника има искуство са онлајн куповином, укључујући оне који повремено, често или веома често купују онлајн. Ово указује на то да је значајан део учесника био упознат са онлајн куповином, што њихове одговоре чини релевантнијим у контексту ове анализе.

**Табела 2.** Демографске карактеристике испитаника

	Варијабла	Вредност	Број	Процент (%)
Демографске карактеристике	Године	Мање од 20	4	1.9%
		Од 20 до 30	150	71.4%
		Од 30 до 40	22	10.5%
		Преко 40	34	16.2%
	Пол	Мушки	91	43.3%
		Женски	119	56.7%
		Друго	0	0.0%
	Статус	Ученик (Средња школа)	0	0%
		Студент (Факултет)	120	57.1%
		Запослен	75	35.7%
		Назапослен	9	4.3%
		У пензији	6	2.9%
		Едукација	Основно образовање	0
	Средње образовање	91	43.3%	
	Факултет	84	40%	
	Постдипломске студије	35	16.7%	

Поред питања о учесталости онлајн куповине, испитаници су такође упитани о свом познавању предности блокчејна. На основу њихових одговора на скали од 1 до 5 (1 – уопште нисам упознат, 5 – потпуно сам упознат), 18,6% испитаника уопште није упознато са блокчејном (оцена 1), 12,9% је делимично упознато (оцена 2), 37,1% има умерено познавање (оцена 3), 18,1% је веома упознато (оцена 4), а 13,3% је у потпуности упознато (оцена 5).

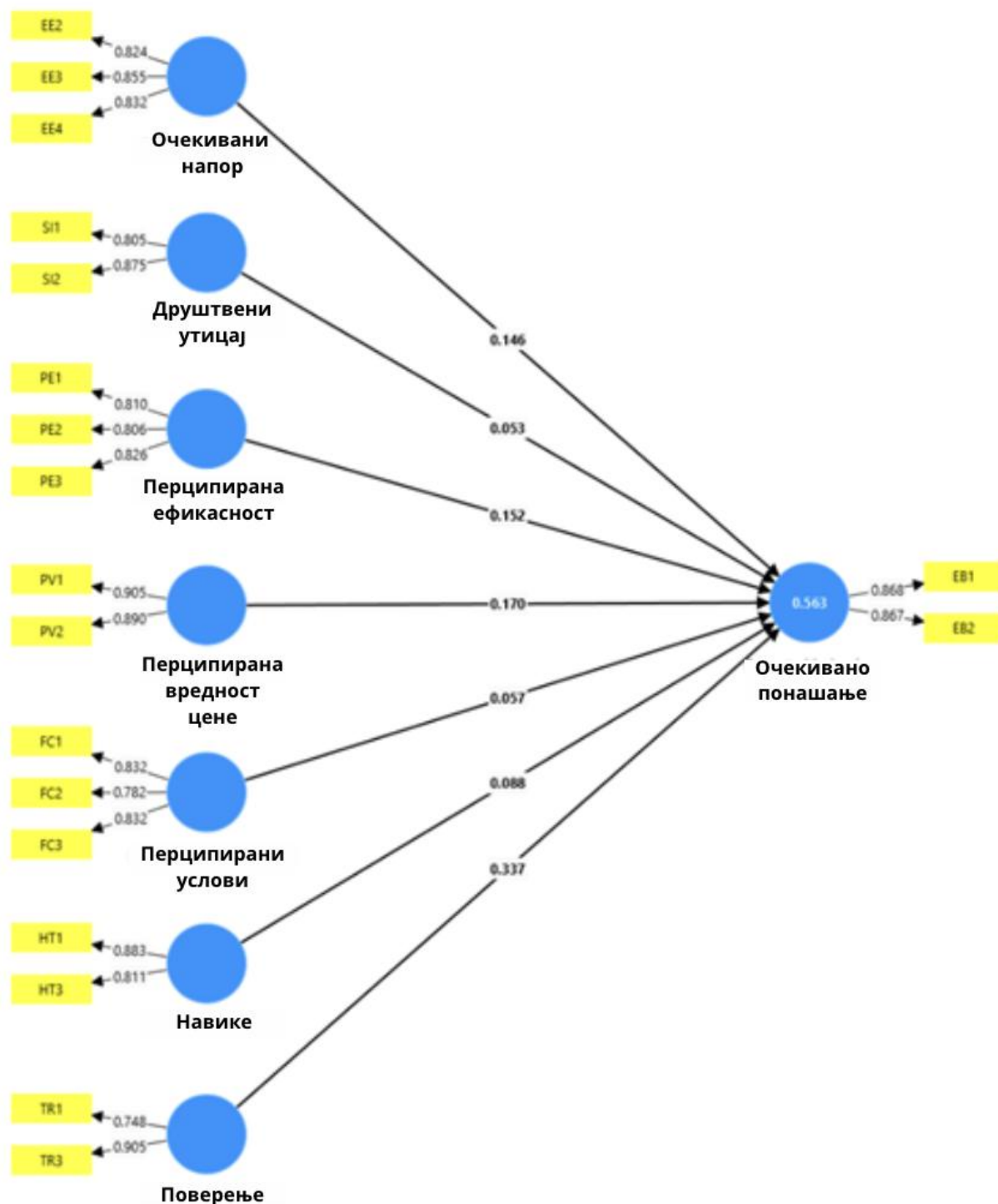
Ови резултати показују да, иако значајан део испитаника има умерено разумевање блокчејна, и даље постоји приметан проценат оних који нису упознати или су само делимично упознати са овом технологијом. Ово наглашава потребу за већим едукативним и информативним напорима како би се обезбедило шире и свеобухватније разумевање блокчејна и његових предности међу потрошачима.

### 5.3 Анализа резултата

Следећи корак је спровођење *PLS-SEM* анализе ради испитивања зависности између латентних варијабли и зависне варијабле. Модел структурних једначина методом парцијалних најмањих квадрата (*PLS-SEM*) представља статистичку методу која се користи у истраживачким анализама за процену комплексних односа између варијабли у моделу. Ова метода је нарочито корисна у ситуацијама када су подаци условни или када је величина узорка релативно мала. *PLS-SEM* комбинује елементе регресионе и факторске анализе ради моделирања односа између латентних конструката, као и мерених варијабли које су повезане са тим конструктима [126]. За спровођење *PLS-SEM* анализе коришћен је претходно наведени софтверски алат *SmartPLS 4.1.0.2*.

У оквиру приказаног модела (Слика 8), конструкти представљају чиниоце који утичу на спремност корисника да прихвате примену блокчејна у услугама електронске трговине су:

очекивани напор (EE – *Effort Expectancy*), перципирани ризик (PR – *Perceived Risk*), друштвени утицај (SI – *Social Influence*), перципирана ефикасност (PE – *Perceived Efficiency*), перципирана вредност цене (PV – *Price Value*), перципирани услови (FC – *Facilitating Conditions*), навике (H – *Habits*) и поверење (T – *Trust*), док је зависна варијабла очекивано понашање (EB – *Expected Behavior*).



Слика 8. Резултат *PLS-SEM* алгоритама примењених на нови модел

У софтверском алату *SmartPLS*, наш модел пролази кроз два алгоритама: *PLS* алгоритам и *bootstrapping*. Након примене *PLS-SEM* алгоритама на модел, могуће је приступити тумачењу

результата. Табела *Outer Loadings* из добијених резултата користи се за мерење поузданости индикатора за одређени конструкт. У табели су наведена сва питања распоређена у оквиру одговарајућих конструката, при чему се питања означена црвеном бојом издвајају као она која не дају довољно добре резултате за конструктима којима су додељена. У овом случају то су питања EB3, EE1, HT2, PR1, PR2, PR3 и TR2. Ова питања су искључена из модела, а како су сва три питања везана за конструкт перципирани ризик уклоњена, цео конструкт је касније елиминисан из модела. Овај резултат је методолошки посебно значајан, јер је перципирани ризик био један од додатих конструката у модификованом *UTAUT2* моделу. Међутим, у конкретном истраживачком оквиру његови индикатори нису показали задовољавајућа мерна својства, због чега овај конструкт није могао бити задржан у коначном моделу нити даље тестиран у оквиру структурне анализе. То може указивати на то да испитаници нису перципирали ризик као довољно јасно издвојен и стабилан фактор у контексту блокчејн засноване електронске трговине, или да постављене ставке нису у довољној мери обухватиле овај конструкт у конкретном истраживачком контексту.

Након тога алгоритам *PLS-SEM* се поново извршава. Након поновног извршавања алгоритма утврђено је да и питање HT4 није погодно. У наредној фази и ово питање је уклоњено, а затим је *PLS-SEM* алгоритам поново извршен на ревидираном моделу. После новог покретања алгоритма, све вредности у Табели *Outer Loadings* означене су зеленом бојом, што указује на адекватан квалитет модела, односно да сва питања адекватно доприносе конструктима којима припадају [126]. На Слици 8 приказан је финални модел након уклањања непотребних питања.

Зависна варијабла у моделу означена је као очекивано понашање, али се у контексту овог истраживања односи пре свега на намеру, односно спремност испитаника да користе услуге електронске трговине засноване на блокчејн технологији. Другим речима, овај конструкт не представља стварно реализовано понашање, већ намеру усвајања и коришћења система. Његова операционализација заснована је на две ставке (EB1 и EB2), које заједно обухватају процену спремности испитаника да прихвате и користе овакав облик електронске трговине. Из тог разлога, резултате који се односе на овај конструкт треба тумачити као показатељ намере коришћења, а не као директну меру стварног понашања. Сходно томе, све хипотезе из групе X1 односе се на утицај независних конструката на овај зависни конструкт, који у коначном моделу представља намеру усвајања и коришћења таквог система.

Сада следи анализа резултата на новом моделу који је формиран елиминацијом сувишних питања. У нашем новом моделу, коефицијент детерминације (енг. *R-Squared*) износи 0.563. Вредност овог коефицијента креће се у интервалу од 0 до 1, при чему веће вредности указују на већу објашњавајућу способност модела [127]. Како се  $R^2$  користи у различитим научним дисциплинама, не постоји универзални стандард за процену прихватљивости. Хенселер је увео правило према коме се вредности од 0.75 сматрају високим, 0.50 умереним, а 0.25 ниским.  $R^2$  од 0.563 значи да модел објашњава око 56.3% варијабилитета у зависној варијабли користећи укључене независне варијабле [127]. Ова вредност указује на умерен ниво објашњавајуће способности модела. На основу тога, релативна стандардна девијација грешака износи 0,661, што значи да је стандардна девијација грешака приближно 33,9% мања у односу на стандардну девијацију зависне варијабле. То указује на то да модел у значајној мери доприноси објашњењу варијација зависне варијабле, иако их не обухвата у потпуности. Закључује се да модел са  $R^2 = 0,563$  пружа значајан увид у односе између независних и зависне варијабле, али да и даље постоји простор за његово даље унапређење ради потпунијег разумевања испитиваног проблема [127].

Процена је прошла кроз две фазе: прва се односила на процену мерног модела латентних варијабли, а друга на процену структурног модела. Везе између експериментално прикупљених података и варијабли испитиваних у моделу обухваћене су мерним моделом, док се односи утврђени између варијабли анализирају унутар структурног модела.

Након тога, важно је спровести анализу Кронбахов алфа коефицијанта и сложене поузданости. Ово су два кључна параметра која се користе у *PLS-SEM* анализи за процену поузданости конструката. Кронбахов алфа коефицијент представља меру унутрашње конзистентности, док композитна поузданост мери укупну поузданост конструката [126]. Вредности ових параметара дате су у Табели 3.

**Табела 3.** Процена валидности модела мерења латентних варијабли

Варијабла	Индикатори	Кронбахов алфа коефицијент	Сложена поузданост ( $\rho_a$ )	Сложена поузданост ( $\rho_c$ )	Просечно извучена варијанса (AVE)
Очекивано понашање	EB1, EB2	0.672	0.672	0.859	0.753
Очекивани напор	EE2, EE3, EE4	0.786	0.788	0.875	0.700
Перципирани услови	FC1, FC2, FC3	0.751	0.765	0.856	0.665
Навике	HT1, HT3	0.612	0.631	0.836	0.718
Перципирана ефикасност	PE1, PE2, PE3	0.747	0.750	0.855	0.663
Перципирана вредност цене	PV1, PV2	0.759	0.762	0.892	0.806
Друштвени утицај	SI1, SI2	0.588	0.604	0.828	0.706
Поверење	TR1, TR3	0.567	0.640	0.815	0.690

Кронбахов алфа коефицијент (енг. *Cronbach's Alpha*) користи се за процену унутрашње конзистентности скупа мерења, односно да ли су све ставке које мере исти конструкт међусобно усклађене и повезане [127]. Кронбахов алфа коефицијент може имати вредности у интервалу од 0 до 1, а вредности које су ближе 1 указују на већу унутрашњу конзистентност мерења. Опште прихваћен праг за прихватљиву поузданост је изнад 0,7, али неки истраживачи преферирају вредности изнад 0,8. Према вредностима приказаним у Табели 3, једино су варијабле очекивано понашање, навике, друштвени утицај и поверење имале резултате ниже од 0,7, што упућује на то да њихова повезаност у оквиру одговарајућих конструката није у потпуности задовољавајућа. Ипак, овај налаз не значи нужно да су наведени конструкти неприхватљиви за даљу анализу. У оквиру *PLS-SEM* приступа, Кронбахов алфа коефицијент се често посматра као конзервативна мера поузданости, нарочито код конструката са мањим бројем ставки, јер може потценити њихову стварну унутрашњу конзистентност. Из тог разлога, у процени поузданости конструката у *PLS-SEM* анализи већи значај се често придаје показатељима као што су сложена поузданост ( $\rho_c$  и  $\rho_a$ ), који дају потпунију слику квалитета мерног модела.

Са друге стране, сложена поузданост (енг. *Composite reliability*), представља меру укупне поузданости конструката у *PLS-SEM* анализи [127]. Њене вредности налазе се у распону од 0 до 1, при чему се резултати изнад 0,7 тумаче као прихватљиви, а они виши од 0,8 као показатељ добре поузданости. У Табели 3 приказано је да се све вредности сложене поузданости ( $\rho_c$ ) налазе у интервалу од 0,815 до 0,892, односно унутар опсега од 0,7 до 0,9, који се сматра прихватљивим за овај критеријум. На основу тога може се закључити да сви конструкти задовољавају услов сложене поузданости [128].

Просечно извучена варијанса (енг. *AVE*) представља меру конвергентне валидности у оквиру *PLS-SEM* анализе [129]. Ова мера показује у којој мери латентни конструкт у просеку објашњава варијансу својих индикатора.

У контексту истраживања „Испитивање спремности за примену блокчејна у е-трговини“, показано је да је *AVE* кључна мера која може да пружи увид у ефикасност и адекватност предложеног модела [129]. *AVE* се израчунава као просек квадрираних факторских оптерећења манифестних варијабли које припадају одређеном конструкту. У *PLS-SEM* анализи његове вредности крећу се у интервалу од 0 до 1, при чему више вредности указују на бољу конвергентну валидност. Прихватљивом се сматра свака вредност изнад 0,5, што значи да конструкт објашњава више од 50% варијансе својих ставки. На основу наших резултата приказаних у Табели 3, све варијабле имају *AVE* изнад 0,5, што указује да су све варијабле прихватљиве и показују довољан ниво позитивне корелације.

Параметар унакрсних оптерећења (енг. *Cross loadings*) користи се за утврђивање начина на који се варијабле у моделу међусобно разликују [42]. Табела 4 приказује највећу вредност параметра унакрсних оптерећења управо тамо где она одговара варијабли којој је додељена.

**Табела 4.** Измерене *cross-loading* вредности

	ОП <sup>1</sup>	ОН <sup>2</sup>	ПУ <sup>3</sup>	Н <sup>4</sup>	ПЕ <sup>5</sup>	ПВЦ <sup>6</sup>	ДУ <sup>7</sup>	П <sup>8</sup>
<b>ЕВ1</b>	0.868	0.430	0.466	0.380	0.493	0.479	0.449	0.555
<b>ЕВ2</b>	0.867	0.478	0.460	0.421	0.508	0.350	0.470	0.575
<b>ЕЕ2</b>	0.418	0.824	0.279	0.331	0.444	0.125	0.412	0.452
<b>ЕЕ3</b>	0.427	0.855	0.236	0.352	0.340	0.179	0.354	0.377
<b>ЕЕ4</b>	0.465	0.832	0.374	0.355	0.487	0.288	0.614	0.461
<b>FC1</b>	0.503	0.322	0.832	0.366	0.484	0.518	0.403	0.422
<b>FC2</b>	0.376	0.273	0.782	0.356	0.471	0.423	0.378	0.430
<b>FC3</b>	0.409	0.271	0.832	0.401	0.468	0.370	0.433	0.444
<b>HT1</b>	0.430	0.430	0.370	0.883	0.241	0.289	0.376	0.422
<b>HT3</b>	0.345	0.255	0.413	0.811	0.267	0.349	0.340	0.361
<b>PE1</b>	0.514	0.535	0.482	0.341	0.810	0.370	0.618	0.467
<b>PE2</b>	0.423	0.360	0.517	0.216	0.806	0.382	0.435	0.475
<b>PE3</b>	0.461	0.329	0.424	0.154	0.826	0.318	0.385	0.403
<b>PV1</b>	0.444	0.230	0.452	0.305	0.396	0.905	0.466	0.334
<b>PV2</b>	0.414	0.199	0.526	0.364	0.390	0.890	0.366	0.296
<b>SI1</b>	0.398	0.462	0.370	0.277	0.470	0.256	0.805	0.389
<b>SI2</b>	0.487	0.474	0.457	0.422	0.530	0.504	0.875	0.414
<b>TR1</b>	0.410	0.381	0.393	0.450	0.377	0.214	0.365	0.748
<b>TR3</b>	0.639	0.469	0.479	0.354	0.521	0.350	0.428	0.905

<sup>1</sup> Очекивано понашање – ОП, <sup>2</sup> Очекивани напор – ОН, <sup>3</sup> Перцепирани услови – ПУ, <sup>4</sup> Навике – Н, <sup>5</sup> Перцепирана ефикасност – ПЕ, <sup>6</sup> Перцепирана вредност цене – ПВЦ, <sup>7</sup> Друштвени утицај – ДУ, <sup>8</sup> Поверење – П.

Још један значајан параметар је дискриминантна валидност модела, која се процењује коришћењем *Fornell-Larcker* технике [42]. Табела 5 приказује однос између *AVE* вредности сваког конструкта, која је дата у Табели 4, и квадрата корелације тог конструкта са осталим конструктима. У овом односу, *AVE* вредност треба да буде већа, што се може уочити у наведеној табели.

**Табела 5. Fornell-Larcker критеријум**

	ОП <sup>1</sup>	ОН <sup>2</sup>	ПУ <sup>3</sup>	Н <sup>4</sup>	ПЕ <sup>5</sup>	ПВЦ <sup>6</sup>	ДУ <sup>7</sup>	П <sup>8</sup>
Очекивано понашање	0.868							
Очекивани напор	0.523	0.837						
Перципирани услови	0.534	0.357	0.816					
Навике	0.461	0.414	0.458	0.847				
Перципирана ефикасност	0.576	0.508	0.581	0.297	0.814			
Перципирана вредност цене	0.478	0.240	0.543	0.371	0.438	0.898		
Друштвени утицај	0.530	0.556	0.496	0.424	0.597	0.466	0.841	
Поверење	0.651	0.515	0.528	0.464	0.551	0.352	0.478	0.830

<sup>1</sup> Очекивано понашање – ОП, <sup>2</sup> Очекивани напор – ОН, <sup>3</sup> Перципирани услови – ПУ, <sup>4</sup> Навике – Н, <sup>5</sup> Перципирана ефикасност – ПЕ, <sup>6</sup> Перципирана вредност цене – ПВЦ, <sup>7</sup> Друштвени утицај – ДУ, <sup>8</sup> Поверење – П.

Дискриминантна валидност модела није процењивана само применом *Fornell–Larcker* критеријума и анализом унакрсних оптерећења, већ је додатно проверена и кроз *HTMT* однос корелација (енг. *Heterotrait–Monotrait Ratio*). Овај показатељ се у савременој *PLS-SEM* литератури сматра поузданим критеријумом за процену степена разграничења између конструктора, при чему се као референтне границе најчешће наводе вредности 0,85 и 0,90 [130]. Увидом у резултате приказане у Табели 6 може се закључити да је код већине парова конструктора дискриминантна валидност задовољена, јер су добијене *HTMT* вредности остале испод препоручених прагова. Ипак, поједини односи захтевају додатну пажњу. Најизраженије одступање уочава се код односа између Поверења и Очекиваног понашања, где *HTMT* вредност износи 1,018, што указује на веома висок степен повезаности и на могуће преклапање ова два конструктора у оквиру модела. Поред тога, вредност између Друштвеног утицаја и Перципиране ефикасности износи 0,884, што је прихватљиво према блажем критеријуму од 0,90, али прелази строжи праг од 0,85. Сагледано у целини, добијени *HTMT* резултати подржавају разликовање већине конструктора у моделу, али истовремено указују да код одређених парова, а посебно код Поверења и Очекиваног понашања, међусобна блискост није занемарљива. Због тога налазе који се односе на ове конструкторе треба посматрати у контексту укупне структуре модела и других показатеља валидности, а не изоловано.

**Табела 6. HTMT критеријум дискриминантне валидности**

	ОП <sup>1</sup>	ОН <sup>2</sup>	ПУ <sup>3</sup>	Н <sup>4</sup>	ПЕ <sup>5</sup>	ПВЦ <sup>6</sup>	ДУ <sup>7</sup>	П <sup>8</sup>
Очекивано понашање	0.718							
Очекивани напор	0.740	0.456						
Перципирани услови	0.713	0.581	0.681					
Навике	0.808	0.650	0.776	0.434				
Перципирана ефикасност	0.668	0.305	0.711	0.554	0.814			
Перципирана вредност цене	0.836	0.809	0.740	0.691	0.438	0.581		
Друштвени утицај	1.018	0.761	0.801	0.813	0.597	0.884	0.673	
Поверење	0.718	0.456	0.681	0.434	0.551	0.825	0.514	0.825

<sup>1</sup> Очекивано понашање – ОП, <sup>2</sup> Очекивани напор – ОН, <sup>3</sup> Перципирани услови – ПУ, <sup>4</sup> Навике – Н, <sup>5</sup> Перципирана ефикасност – ПЕ, <sup>6</sup> Перципирана вредност цене – ПВЦ, <sup>7</sup> Друштвени утицај – ДУ, <sup>8</sup> Поверење – П.

Фактор инфлације варијансе *VIF* (енг. *Variance Inflation Factor*) користи се за одређивање мултиколинеарности између варијабли у моделу [42]. Вредности фактора крећу се од 1 до  $\infty$ ,

при чему вредност 1 указује на одсуство мултиколинearности, док се више вредности сматрају индикатором повећане међузависности предиктора. У оквиру *PLS-SEM* анализе прихватљиве су вредности овог фактора испод 3, будући да вредности изнад тог прага указују на проблематичну мултиколинearност и могу угрозити поузданост процена параметара модела. Резултати приказани у Табели 7 показују да ниједна вредност не прелази наведени праг, што потврђује задовољавајући ниво мултиколинearности и прихватљивост параметара анализираниог модела.

**Табела 7.** Измерене *VIF* вредности

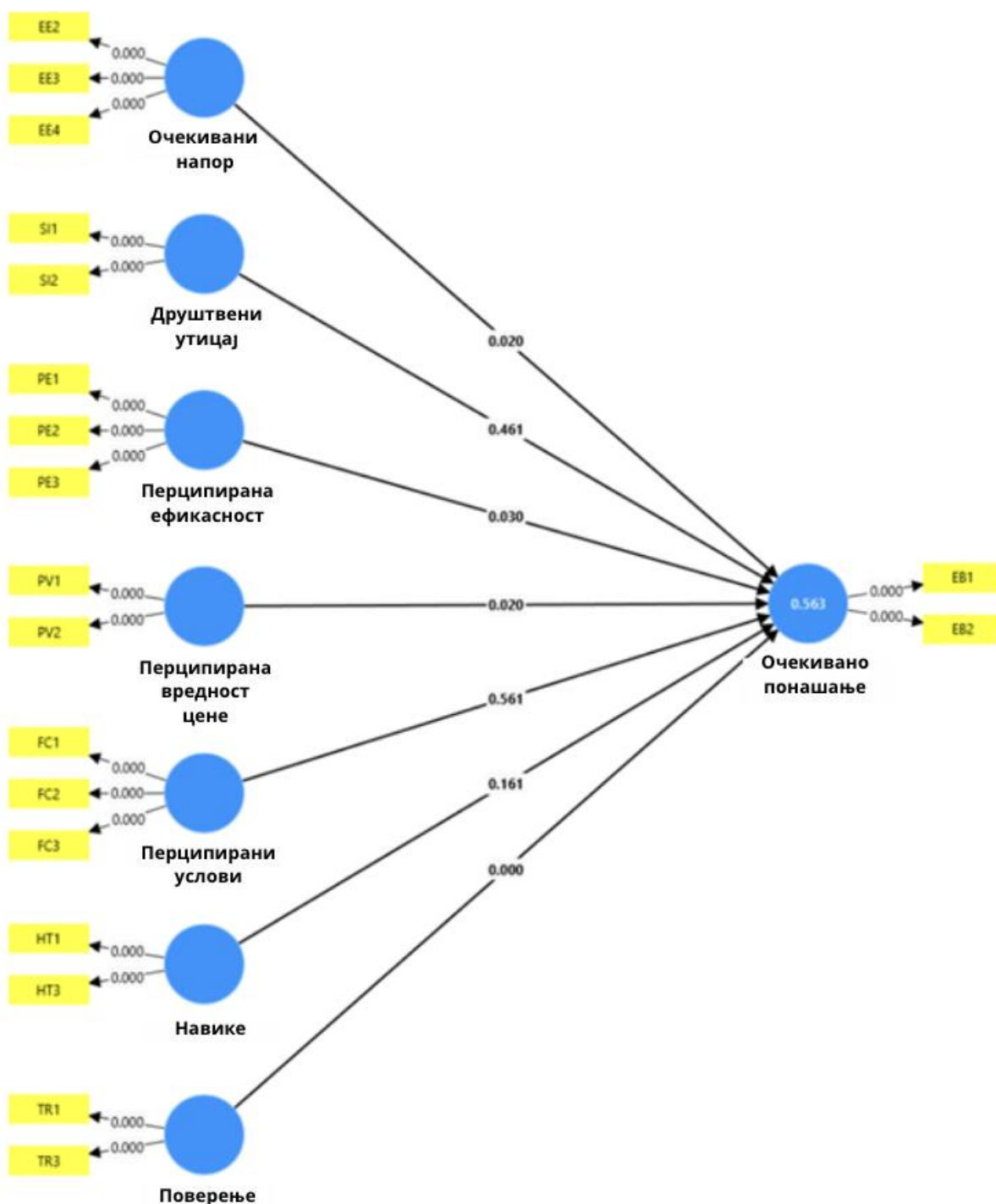
	<b>VIF</b>
Очекивани напор	1.771
Перципирани услови	2.041
Навике	1.544
Перципирана ефикасност	2.159
Перципирана вредност цене	1.582
Друштвени утицај	2.025
Поверење	1.853

Након примене *PLS-SEM* алгоритма, следећи корак у анализи је примена *bootstrapping* методе ради израчунавања статистичке значајности модела. Током примене *bootstrapping* методе коришћено је 5000 узорака са нивоом значајности од 5%. Слика 9 приказује графички приказ резултата након примене *bootstrapping* методе.

У Табели 8 приказани су резултати тестирања наведених хипотеза. На основу резултата, даље закључујемо да су варијабле очекивани напор, перципирана ефикасност, перципирана вредност цене и поверење статистички значајне варијабле, што значи да оне имају највећи утицај на одлуке људи у погледу коришћења блокчејн технологије у електронској трговини. Остале варијабле немају значајан утицај на одлуку о примени блокчејна у електронској трговини.

**Табела 8.** Тестирање хипотеза

	Оригинални узорак (O)	Средња вредност узорка (M)	Стандардна девијација (STDEV)	T статистика ( O/STDEV )	P-вредности
Очекивани напор -> Очекивано понашање	0.146	0.139	0.062	2.336	0.020
Перципирани услови -> Очекивано понашање	0.057	0.063	0.098	0.581	0.561
Навике -> Очекивано понашање	0.088	0.091	0.063	1.402	0.161
Перципирана ефикасност -> Очекивано понашање	0.152	0.153	0.070	2.167	0.030
Перципирана вредност цене -> Очекивано понашање	0.170	0.168	0.073	2.319	0.020
Друштвени утицај -> Очекивано понашање	0.053	0.055	0.071	0.737	0.461
Поверење -> Очекивано понашање	0.337	0.335	0.072	4.657	0.000



Слика 9. Резултати примене *bootstrapping* методе

На основу свих добијених резултата током анализе, очигледно је да променљива *поверење* показује изузетно нижи Р-вредност у поређењу са свим другим променљивама. Ово наглашава кључну важност поверења у усвајању блокчејн технологије у услугама електронске трговине. Веома је битно истаћи колико је поверење значајно за људе, што указује на његову пресудну улогу у прихватању и усвајању нових технологија.

Променљиве *очекивани напор*, *перципирана ефикасност* и *перципирана вредност цене* такође су показале значајан утицај и важност. Ове променљиве позитивно доприносе усвајању блокчејна у електронској трговини, унапређењу перцепције корисника и олакшавању технолошке интеграције.

X1.1. Очекивани напор утиче на спремност потрошача да користе електронску трговину засновану на блокчејн технологији.

*Резултат: Потврђено.* Ова хипотеза је показала значајан позитиван утицај, са Т-статистиком 2.336 и Р-вредношћу 0.020. То значи да лакоћа коришћења услуга електронске трговине заснованих на блокчејну значајно утиче на стопе усвајања. Корисници ће пре усвојити технологије које сматрају једноставним за употребу и које смањују потребан напор у онлајн трансакцијама.

X1.2. Перципирани ризик утиче на спремност потрошача да користе електронску трговину засновану на блокчејн технологији.

*Резултат:* Хипотеза није могла бити тестирана у коначном моделу, јер је конструкт перципирани ризик елиминисан из анализе услед недовољне поузданости и валидности његових индикатора. Након примене *PLS-SEM* алгоритма, сва три индикатора овог конструкта (PR1, PR2 и PR3) искључена су из модела, па самим тим није било могуће проценити утицај перципираног ризика на очекивано понашање.

X1.3. Друштвени утицај утиче на спремност потрошача да користе електронску трговину засновану на блокчејн технологији.

*Резултат: Није потврђено.* Хипотеза није показала значајан утицај, што значи да одлуке корисника да усвоје блокчејн услуге нису у великој мери условљене мишљењима или понашањем других у њиховом друштвеном окружењу.

X1.4. Перципирана ефикасност утиче на спремност потрошача да користе електронску трговину засновану на блокчејн технологији.

*Резултат: Потврђено.* Хипотеза је показала значајан позитиван утицај са Т-статистиком 2.167 и Р-вредношћу 0.030. Ово наглашава важност ефикасности: корисници ће пре усвојити блокчејн услуге ако верују да оне могу побољшати ефикасност њихових активности у електронској трговини.

X1.5. Перципирана вредност цене утиче на спремност потрошача да користе електронску трговину засновану на блокчејн технологији.

*Резултат: Потврђено.* Резултат показује значајан позитиван утицај са Т-статистиком 2.319 и Р-вредношћу 0.020. То указује да је исплативост кључан фактор за кориснике при доношењу одлуке о усвајању нових технологија као што је блокчејн у електронској трговини.

X1.6. Перципирани услови који олакшавају коришћење утичу на спремност потрошача да користе електронску трговину засновану на блокчејн технологији.

*Резултат: Није потврђено.* Хипотеза није показала значајан утицај, што може значити да присуство подршке и инфраструктуре за коришћење блокчејна није толико кључно за усвајање колико се у почетку мислило.

X1.7. Навике потрошача значајно утичу на њихову вољу да усвоје електронску трговину засновану на блокчејн технологији.

*Резултат: Није потврђено.* Ово указује да навика коришћења традиционалних система електронске трговине не представља значајну препреку за усвајање нових система заснованих на блокчејну, вероватно због предности које блокчејн нуди.

X1.8. Поверење које стичу потрошачи утиче на њихову спремност да користе електронску трговину засновану на блокчејн технологији.

*Резултат: Потврђено.* Хипотеза је показала снажан позитиван утицај са Т-статистиком 4.657 и Р-вредношћу 0.000. Овај налаз наглашава да је поверење пресудно у усвајању блокчејна у електронској трговини: корисници морају имати поверења у способност технологије да заштити њихове трансакције и податке.

У будућим истраживањима приоритет треба дати овим статистички значајним променљивама, при чему је *поверење* најважније. Важно је едуковати актере о значају поверења и неопходним напорима приликом имплементације нових технологија. Јасна комуникација о предностима које блокчејн доноси електронској трговини додатно ће подстаћи позитивне ставове и охрабрити широко усвајање међу корисницима.

#### **5.4 Утицај органичене демографије на резултате**

Демографска структура овог истраживања, која је углавном обухватала млађе, женске, студентске учеснике, могла је да утиче на добијене налазе тиме што је искривила ставове потрошача ка усвајању блокчејна. Млађи људи, посебно студенти, склонији су усвајању нових технологија. Они имају отворенији став према прихватању иновација као што је блокчејн, док старије групе могу сматрати блокчејн сложеним или бескорисним. Претходна истраживања показала су да је старост значајан фактор у усвајању технологије, где млађи корисници чешће усвајају нова дигитална платна решења, док су старији потрошачи генерално опрезнији због бриге око безбедности и изазова у коришћењу [125].

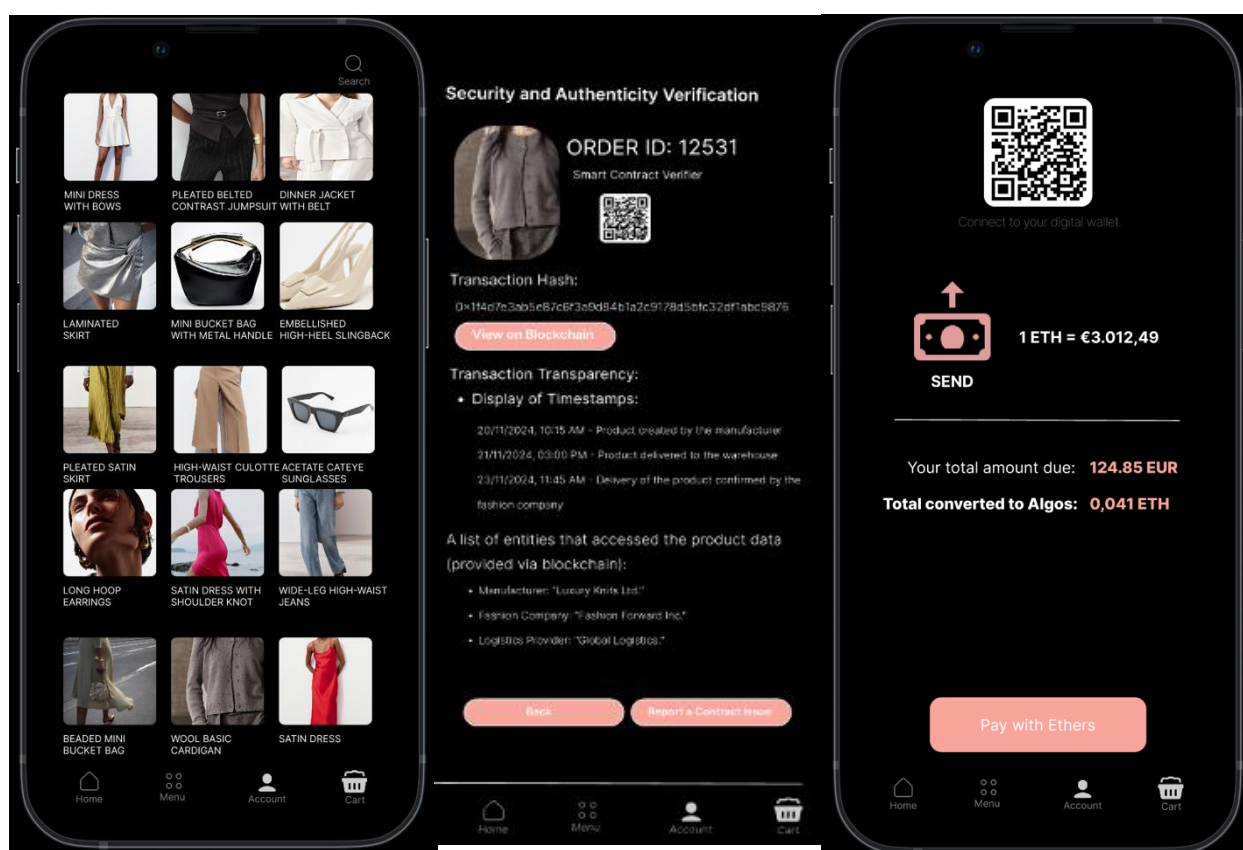
Још један могући извор пристрасности јавља се у родној неравнотежи нашег узорка, са доминацијом женских испитаника. Докази из претходних истраживања указују на то да се мушкарци и жене разликују у погледу важности коју придају различитим аспектима усвајања технологије и то у финансијским и безбедносно осетљивим апликацијама [121]. Истраживања показују да су мушкарци уопштено спремнији да преузму ризик и склонији да експериментишу са блокчејном и криптовалутама, док просечна жена има виши ниво перципираног ризика и вероватно би јој биле потребне снажније гаранције поверења како би почела да користи децентрализоване финансијске системе [121]. Прекомерна заступљеност жена у нашем истраживању могла је повећати тежину фактора поверења у добијеним налазима, што је довело до јачег наглашавања безбедносних питања у односу на ефикасност или уштеде. Ово демографско ограничење указује на то да би избалансиранија родна структура могла показати другачије обрасце усвајања у вези са перцепцијом ризика и спремношћу за ангажовање у децентрализованим финансијама.

Хомогеност у образовном и професионалном профили узорка, који је у великој мери сачињен од универзитетских студената, такође је могла да утиче на улогу перципираног ризика и поверења у понашању приликом усвајања. Високообразовани људи, посебно студенти навикнути на коришћење дигиталних платформи и финансијских технологија, могли би да перципирају блокчејн као мање ризичан, јер су већ упознати са онлајн трансакцијама и децентрализованим апликацијама. С друге стране, људи из мање технолошких или неакадемских професија вероватније ће блокчејн сматрати далеко компликованијим и ризичнијим, што може имплицирати много нижи степен усвајања у широј популацији [124]. Ово истраживање стога може преценити спремност шире јавности за усвајање блокчејн технологије, јер су испитаници највероватније већ били изложени дигиталним финансијама, што је суштински фактор раног усвајања. Ово покреће питање за будућа истраживања у правцу избалансиранијег узорка који би укључио старије потрошаче, полну равнотежу и професионално и образовно разноврсније позадине, како би се повећала могућност генерализације налаза.

## 6. ИМПЛЕМЕНТАЦИЈА РАЗВИЈЕНОГ МОДЕЛА

### 6.1 Дизајнирање децентрализоване апликације за електронску трговину на примеру модног бренда

Развој децентрализоване апликације за електронску трговину на примеру модног бренда обухватио је и креирање визуелног прототипа корисничког интерфејса, који је имао важну улогу у дефинисању основних функционалности будућег система. У раној фази развоја посебна пажња посвећена је обликовању корисничког окружења које ће омогућити једноставно претраживање производа, преглед детаља о артиклима, избор начина плаћања и проверу аутентичности производа. Приказани интерфејси на слици 10 представљају концептуалну основу на којој је даље разрађивана логика функционисања *DApp* решења.



Слика 10. Интерфејс прототипа апликације [131]

На почетном екрану апликације кориснику је омогућен преглед понуде производа по категоријама, као и једноставно претраживање артикала у оквиру електронске продавнице. Интерфејс је организован тако да омогући брз приступ производима различитих типова, чиме се подржава основна функција електронске трговине, односно ефикасно проналажење и избор производа. Поред тога, приказ листе артикала са фотографијама, називима и визуелно уједначеним распоредом доприноси бољем корисничком искуству и прегледности система.

Посебна функционалност приказаног прототипа односи се на страницу за проверу безбедности и аутентичности производа. У оквиру овог интерфејса кориснику су доступни подаци о идентификатору поруџбине, QR коду, хешу трансакције, временским ознакама

кључних догађаја, као и информације о актерима који су приступали подацима о производу. На овај начин корисник стиче увид у дигитални траг производа, што доприноси већој транспарентности система и јачању поверења у оригиналност и порекло купљеног артикла. Повезивање ових података са блокчејн инфраструктуром омогућава додатни ниво сигурности, јер се интегритет записа може проверити независно од централизованих посредника.

Прототип такође обухвата и екран за реализацију плаћања путем дигиталног новчаника, где је приказана конверзија вредности и могућност извршења трансакције коришћењем криптовалуте. Овакво решење илуструје примену децентрализованог приступа у финансијском сегменту електронске трговине, где се плаћање може извршити директно, уз подршку паметних уговора и блокчејн механизма. На тај начин прототип не приказује само куповину као класичан процес електронске трговине, већ и интеграцију блокчејн технологије у критичне кораке корисничког искуства кроз апликацију.

Иако приказани интерфејси представљају визуелни и концептуални ниво решења, они су послужили као полазна тачка за даље дефинисање структура података, корисничких токова и начина интеграције паметних уговора у апликацију. На основу овако постављеног прототипа даље су разрађивани механизми за праћење производа, потврду аутентичности, евидентирање пословних догађаја и повезивање корисничких активности са трансакцијама забележеним на блокчејну.

## 6.2 BPMN модел пословних процеса у децентрализованој апликацији

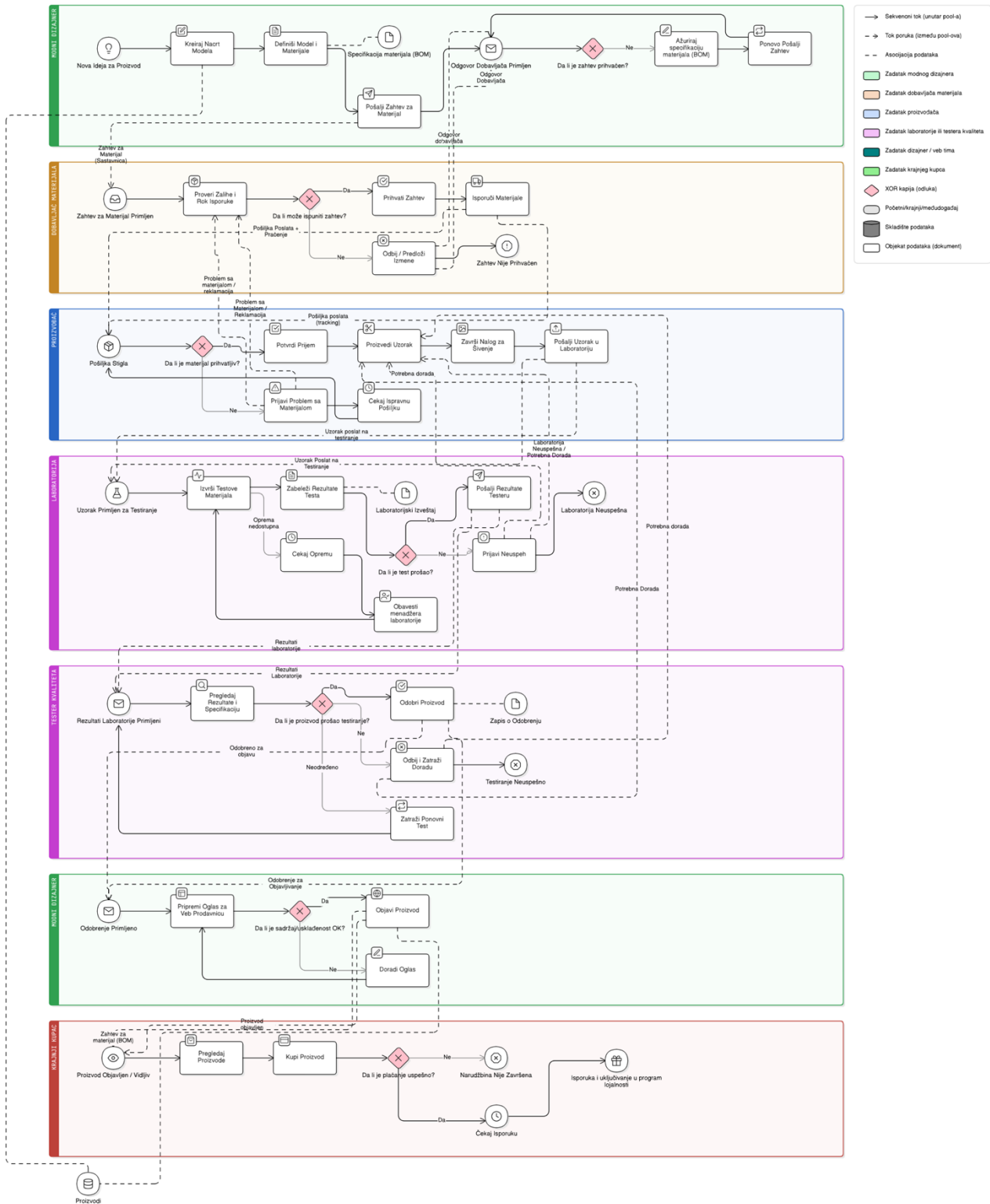
У циљу јаснијег приказа логике рада предложене децентрализоване апликације, пословни процеси моделовани су применом *BPMN* нотације (енг. *Business Process Model and Notation*). Ова нотација омогућава формално и прегледно представљање активности, токова података, догађаја, одлука и интеракција између различитих учесника у систему. У контексту предложеног решења, *BPMN* модел је посебно значајан јер омогућава да се на јединствен начин прикажу међусобно повезане *B2B* и *B2C* активности, почев од настанка идеје за производ, преко набавке материјала, производње и тестирања, до објављивања производа и његове куповине од стране крајњег корисника.

*BPMN* дијаграм приказан на слици 11 представља целовит ток рада у оквиру предложене децентрализоване апликације за електронску трговину модног брэнда. Модел је организован по улогама, при чему сваки хоризонтални сегмент представља једног учесника у систему, док активности унутар њега приказују задатке за које је тај учесник одговоран. Оваква структура омогућава прецизно праћење одговорности, секвенце активности и размене порука, захтева, резултата и одобрења између учесника. На тај начин *BPMN* модел не служи само као графички приказ процеса, већ и као основа за разумевање начина на који апликација подржава сарадњу унутар модног брэнда и ширег пословног окружења.

Процес започиње у оквиру улоге модног дизајнера, односно власника брэнда, где се најпре дефинише идеја за нови производ, креира нацрт модела и утврђују потребни материјали кроз спецификацију саставнице. На основу тако дефинисаних захтева креира се захтев за материјал, који се прослеђује добављачу. У овом делу процеса модел приказује и могућност враћања на претходне кораке, уколико добављач не може да испуни захтев или ако је неопходно изменити спецификацију материјала. Овакав приступ је важан јер показује да систем не подржава само идеалан ток активности, већ и реалне ситуације које подразумевају корекције, усклађивања и поновно покретање појединих фаза.

У следећој фази добављач прима захтев, проверава расположивост материјала и рок испоруке, а затим доноси одлуку о томе да ли може да испуни постављени захтев. Уколико су услови задовољени, захтев се прихвата и материјал се испоручује произвођачу. У

супротно, добављач може предложити измене или одбити захтев, чиме се процес враћа на претходни корак. Овакво моделовање омогућава да се у оквиру апликације јасно евидентирају све кључне одлуке, статуси захтева и комуникација између дизајнера и добављача, што доприноси већој транспарентности и следљивости процеса набавке.



Слика 11. BPMN модел пословних процеса у децентрализованој апликацији за електронску трговину модног брeнда

Након испоруке материјала, произвођач преузима даљу реализацију процеса. Најпре се врши провера да ли примљени материјал одговара захтеваним спецификацијама. У случају да материјал није одговарајући, евидентира се проблем и чека се исправна пошиљка, док се у случају успешне провере приступа изради узорка и завршетку налога за шивење. По завршетку овог дела процеса, узорак се прослеђује лабораторији ради тестирања. Ова фаза *ВРМН* модела показује да апликација обухвата не само комерцијалну димензију електронске трговине, већ и производни сегмент који је важан за обезбеђивање квалитета и аутентичности производа.

У лабораторијском делу процеса врши се пријем узорка, тестирање материјала и бележење резултата. Модел предвиђа и различите изузетне ситуације, као што су недоступност опреме, неуспешан тест или потреба за додатном дорадом. Резултати тестирања затим се достављају тестеру квалитета, који на основу добијених података одлучује да ли производ испуњава све захтеване спецификације. Ако је производ успешно прошао тестирање, одобрава се за објаву. У супротном, може бити враћен на дораду, одбијен или послат на поновно тестирање. Овај сегмент *ВРМН* модела од посебне је важности јер уводи контролне тачке у процес и показује да се производ не може пласирати на тржиште без претходне валидације квалитета.

Након успешне контроле квалитета, процес се враћа модном дизајнеру, односно власнику брэнда, који припрема оглас за електронску продавницу и проверава да ли је садржај спреман за објављивање. Ако су сви услови задовољени, производ се објављује на платформи и постаје доступан крајњем купцу. Овде *ВРМН* модел јасно приказује прелаз из интерног и партнерског *В2В* сегмента у *В2С* сегмент електронске трговине. Управо у овом кораку производ из фазе развоја и валидације прелази у фазу тржишне доступности, што представља једну од кључних тачака у оквиру животног циклуса производа.

У завршној фази процеса крајњи купац прегледа објављени производ и доноси одлуку о куповини. *ВРМН* модел укључује и проверу успешности плаћања, што је посебно релевантно у контексту децентрализоване апликације, с обзиром на то да плаћање може бити реализовано уз подршку дигиталног новчаника и паметних уговора. Након успешно реализоване трансакције следе испорука производа и укључивање купца у програм лојалности. Овај елемент је значајан јер показује да предложено решење не подржава само једнократну куповину, већ и посткуповне активности усмерене ка изградњи дугорочног односа са корисником, што је у складу са концептом савремене електронске трговине и циљевима модног брэнда.

Посматрано у целини, *ВРМН* модел приказује предложену децентрализовану апликацију као интегрисано дигитално окружење које повезује креативне, оперативне, контролне и продајне активности у оквиру јединственог пословног тока. На тај начин систем омогућава бољу координацију између учесника, већу транспарентност процеса и јаснију следљивост кључних догађаја током животног циклуса производа. Поред тога, *ВРМН* модел служи и као основа за идентификацију оних тачака у процесу у којима се могу применити паметни уговори, евидентирати подаци на блокчејну и аутоматизовати критичне пословне активности. Због тога овај модел представља важан корак у даљем дефинисању корисничких улога, функционалности система и логике паметних уговора у оквиру развијене апликације.

### **6.3 Паметни уговори у децентрализованој апликацији**

Једна од кључних технолошких карактеристика предложене децентрализоване апликације огледа се у примени паметних уговора, који омогућавају аутоматизовано извршавање појединих пословних правила и сигурно евидентирање трансакција на блокчејну. За разлику од традиционалних система електронске трговине, у којима се верификација плаћања и поједини пословни кораци ослањају на посреднике и централизовану инфраструктуру, у предложеном решењу паметни уговори представљају механизам за директно, транспарентно

и поуздано спровођење критичних активности. Њихова улога није да замене целокупну пословну логику система, већ да обезбеде неизмењив и проверљив запис о догађајима који су од посебне важности за интегритет процеса, као што су плаћање, потврда трансакције и евидентирање кључних података о наруџбини.

У оквиру овог истраживања посебан акценат стављен је на паметни уговор **OrderPayment**, који је развијен као подршка B2C трансакцијама између крајњег купца и модног бренда. Избор овог уговора као централног примера у оквиру дисертације проистиче из чињенице да је управо процес плаћања један од најважнијих сегмената електронске трговине, посебно у контексту поверења корисника, сигурности трансакција и транспарентности пословног односа између купца и продавца. Док поједини други уговори могу бити употребљени за праћење активности унутар ширег екосистема, као што су квалитет, испорука материјала или тестирање, у овој дисертацији је фокус задржан на оном уговору који најдиректније осликава примену блокчејн технологије у процесу куповине модних производа.

Паметни уговор **OrderPayment** задужен је за управљање уплатама крајњих корисника и за сигурно бележење трансакција на блокчејну. Његова основна функција је да омогући директну интеракцију између купца и модног бренда, без потребе за посредницима, уз обезбеђивање пуне транспарентности финансијске трансакције. Уговор је написан на програмском језику *Solidity* и прилагођен је тестирању у оквиру *Ethereum Sepolia* тестне мреже. Основна логика уговора заснива се на томе да купац иницира уплату, при чему се средства у облику криптовалуте шаљу кроз функцију паметног уговора, а затим се одмах прослеђују на адресу власника бренда.

Када купац иницира плаћање, активира се функција **payForOrder**, која представља централни механизам овог паметног уговора. Пре саме обраде трансакције, функција врши основне провере исправности улазних података. Најпре се проверава да ли је послати износ већи од нуле, чиме се спречавају празне или неважеће уплате. Након тога се проверава да ли је идентификатор наруџбине исправно дефинисан, односно да ли није празан. Ове провере имају важну улогу у очувању исправности система, јер спречавају извршавање непотпуних или невалидних трансакција и тиме доприносе поузданости читавог процеса куповине. Као што је приказано на слици 12, пре извршења плаћања уговор проверава да ли је вредност трансакције већа од нуле и да ли је идентификатор наруџбине исправно дефинисан.

```
function payForOrder(bytes32 orderId) external payable {   infinite gas
    require(msg.value > 0, "Iznos mora biti veci od 0");
    require(orderId != bytes32(0), "orderId ne sme biti prazan");
```

Слика 12. Провера исправности улазних параметара у функцији *payForOrder*

Након успешно извршених провера, уговор емитује догађај **OrderPaid**, који бележи најважније елементе трансакције: идентификатор наруџбине, адресу купца, износ уплате и временску ознаку у којој је трансакција извршена. Емитовање овог догађаја представља важан корак, јер се на тај начин на блокчејну формира трајан и проверљив запис о извршеном плаћању. Таква евиденција омогућава каснију верификацију трансакције и представља основу за већу транспарентност система, што је посебно значајно у електронској трговини заснованој на поверењу корисника. На слици 13 приказан је део кода којим се емитује догађај **OrderPaid**, чиме се на блокчејну трајно бележе основни подаци о извршеном плаћању.

```

event OrderPaid(
    bytes32 indexed orderId,
    address indexed buyer,
    uint256 amountWei,
    uint256 timestamp
);

```

```

emit OrderPaid(orderId, msg.sender, msg.value, block.timestamp);

```

Слика 13. Емитовање догађаја *OrderPaid* ради евидентирања кључних података о трансакцији

После евидентирања догађаја, уговор аутоматски прослеђује уплаћена средства на адресу власника брэнда. Овај корак се реализује коришћењем механизма за слање средстава на дефинисану адресу, а затим се експлицитно проверава да ли је пренос успешно извршен. У случају да дође до било какве грешке при прослеђивању средстава, трансакција се поништава, чиме се спречавају неконзистентности у систему и одржава интегритет финансијског процеса. Као што је приказано на слици 14, након евидентирања догађаја о плаћању уговор аутоматски прослеђује средства на адресу власника брэнда и проверава да ли је трансфер успешно извршен. На овај начин уговор не само да аутоматизује плаћање, већ истовремено обезбеђује да се свака уплата или успешно заврши у целости или уопште не буде прихваћена, што представља важан безбедносни механизам.

```

(bool sent, ) = payable(owner).call{value: msg.value}("");
require(sent, "Slanje vlasniku brenda nije uspelo");

```

Слика 14. Аутоматско прослеђивање уплаћених средстава власнику брэнда

Посебна предност овако конципираног паметног уговора огледа се у томе што средства, у стандардном сценарију, не остају задржана на самом уговору, већ се одмах прослеђују власнику брэнда. Због тога је стање на уговору уобичајено једнако нули, осим у случајевима када су средства грешком директно послата на адресу уговора. За такве ситуације имплементирана је и функција *withdraw*, која омогућава власнику да повуче заостала средства са уговора, која је приказана на слици 15.

```

/**
 * Vlasnik (brend) povlači ETH ako je neko slučajno poslao direktno na ugovor.
 */
function withdraw() external onlyOwner {
    uint256 balance = address(this).balance;
    require(balance > 0, "Nema sredstava za povlacenje");

    (bool sent, ) = payable(owner).call{value: balance}("");
    require(sent, "Povlacenje nije uspelo");
}

```

Слика 15. Функција *withdraw* за повлачење средстава

Поред тога, функција *getBalance*, која је приказана на слици 16, омогућава увид у текуће стање уговора, што је корисно за проверу исправности рада и тестирање у контролисаном

окружењу.

```
/**
 * Pregled stanja na ugovoru (obično 0 jer se ETH odmah prosleđuje)
 */
function getBalance() external view returns (uint256) {
    return address(this).balance;
}
```

Слика 16. Функција *getBalance* за увид у стање на уговору

Оваква логика рада паметног уговора обезбеђује да се плаћања купаца спроводе сигурно, ефикасно и транспарентно. Свака трансакција је документована кроз запис на блокчејну, а средства се измирују директно и без посредника. На тај начин смањује се зависност од централних платних посредника, смањује се ризик од спорова у вези са извршењем уплате и унапређује се поверење корисника у систем електронске трговине. Посматрано у ширем контексту дисертације, *OrderPayment* уговор представља конкретан пример примене блокчејн технологије у *B2C* сегменту модне електронске трговине и показује како се паметни уговори могу употребити за подршку сигурним и проверљивим трансакцијама између купца и модног бренда. Овакав приступ потврђује да паметни уговори у предложеном решењу немају улогу складиштења свеукупне оперативне документације, већ евидентирања и извршавања оних корака који морају бити трајни, проверљиви и технички поуздани. На тај начин се успоставља равнотежа између функционалности децентрализованог система и практичне изводљивости решења у домену електронске трговине.

#### 6.4 Пројектни приступ развоја децентрализоване апликације за е-трговину модног бренда заснован на *DevOps* приступу

Развој предложене децентрализоване апликације за електронску трговину модног бренда заснива се на методолошком оквиру интеграције *DevOps* приступа у развој пројеката електронске трговине заснованих на блокчејн технологији, који је дефинисан у поглављу 4.3. Полазећи од тог оквира, развој апликације није посматран као линеаран процес у коме се једном доносе све техничке одлуке, већ као итеративан и пројектно заснован процес у коме су се захтеви, архитектонска решења и технолошки избори постепено уобличавали кроз анализу, тестирање и прилагођавање конкретним потребама система. На тај начин је теоријски модел примењен у пракси кроз конкретно *proof-of-concept* решење за модни бренд.

У складу са фазама описаним у поглављу 4.3, први важан корак у развоју апликације односио се на анализу потреба и изводљивости решења. У тој фази утврђене су функционалности система, корисничке улоге у оквиру апликације и улога блокчејн технологије у оним деловима пословног процеса у којима она доноси стварну додатну вредност. Анализа је показала да предложено решење мора истовремено да подржи јавни део електронске трговине, различите интерне пословне модуле и проверљивост оних активности код којих су транспарентност и доказивост од суштинског значаја. Управо је из таквих захтева проистекао избор хибридне архитектуре која обједињује класичне веб технологије и блокчејн слој.

Наредни корак, који је у оквиру методолошког оквира повезан са планирањем, интеграцијом и избором техничког решења, односио се на анализу и избор одговарајућег скупа технологија за развој решења.

У оквиру ове фазе развоја посебна пажња посвећена је и анализи блокчејн платформи које би

могле бити одговарајуће за примену у електронској трговини модног бренда. Приликом ове анализе разматране су платформе *Ethereum*, *IBM Blockchain*, *Hyperledger Fabric*, *Hyperledger Sawtooth*, *R3 Corda*, *Algorand* и *Solana*, при чему су као основни критеријуми узети у обзир подршка за паметне уговоре, тип мреже, зрелост развојног екосистема, брзина и трошкови трансакција, могућност интеграције са другим технологијама и погодност платформе за развој *proof-of-concept* решења у контексту електронске трговине и модног ланца снабдевања.

**Ethereum** се у том контексту издваја као једна од најразвијенијих и најшире прихваћених блокчејн платформи. Његова посебна вредност лежи у развијеном екосистему алата, библиотека, решења за интеграцију са дигиталним новчаницима и окружења за развој паметних уговора, што изградњу децентрализованих апликација чини приступачнијом и технички стабилнијом [42]. *Ethereum* је посебно значајан и због тога што представља референтну платформу за велики број *web3* и *DApp* решења. Иако у продукционом окружењу може имати више трансакционе трошкове и мању брзину у односу на поједине новије платформе, његова зрелост, распрострањеност и доступност развојних алата чине га веома погодним за потребе прототипског решења.

**IBM Blockchain** је платформа која је усмерена пре свега ка пословним корисницима који желе већу контролу над мрежом, приступом подацима и пословним ризицима. Њена предност огледа се у *enterprise* оријентацији, стабилности и погодности за затвореније системе у којима учествују познате стране. Због тога је погодна за одређене *B2B* сценарије, али мање природна за решење које треба да повеже и интерне пословне учеснике и крајње купце у истом дигиталном окружењу.

**Hyperledger Fabric** представља платформу која је посебно погодна за *permissioned* и конзорцијумске системе. Њена предност лежи у модуларној архитектури, могућности конфигурисања различитих механизма консензуса и прецизнијој контроли права приступа. *Fabric* је погодан за затворене пословне мреже у којима учествују познати актери и у којима је важна јасна подела улога и одговорности. Ипак, у контексту овог истраживања, у коме је било важно обезбедити и јавно проверљиве елементе и интеракцију са крајњим корисником кроз *web3* механизме, *Hyperledger Fabric* би подразумевао другачији концепт имплементације.

**Hyperledger Sawtooth** такође припада групи платформи које су усмерене ка флексибилнијој изградњи блокчејн решења. Његова специфичност је у модуларности и могућности примене различитих приступа у управљању трансакцијама и безбедношћу. Иако може бити интересантан за индустријске и логистичке примене, није у толикој мери усмерен ка развоју *DApp* решења која су оријентисана на *web3* корисничко искуство и једноставнију интеграцију са инфраструктуром дигиталних новчаника.

**R3 Corda** се развијала пре свега као платформа погодна за институционална окружења у којима је приоритет приватност података и директна размена информација између ограниченог броја овлашћених учесника. Њена предност је у томе што не подразумева да цела мрежа има увид у све податке, што је чини погодном за финансијске и друге затвореније пословне системе. Међутим, за контекст електронске трговине модног бренда, у коме је важна и одређена видљивост и проверљивост података о пореклу и аутентичности производа из угла крајњег купца, ова платформа није представљала најпогоднији избор.

**Algorand** се издваја као платформа која наглашава скалабилност, брзину трансакција и енергетску ефикасност. Њен *Proof-of-Stake* механизам консензуса омогућава мању потрошњу ресурса, што је чини интересантном и из угла одрживости [4]. Платформа подржава паметне уговоре и погодна је за различите трансакционе и финансијске сценарије. Ипак, у поређењу са *Ethereum*-ом, *Algorand* располаже ужим екосистемом алата и мањом распрострањеношћу у развоју *DApp* апликација, што је у оквиру овог рада било значајно приликом процене погодности за *prototyping*.

*Solana* представља платформу која је посебно препозната по високој брзини обраде трансакција, ниским трошковима и малој латенцији, због чега се често разматра у системима који захтевају обраду већег броја догађаја у реалном времену. Ове карактеристике је чине погодном и за одређене сценарије у ланцима снабдевања, нарочито када је потребно евидентирати честе промене статуса производа, логистичке догађаје или податке повезане са *IoT* уређајима. У литератури су забележени и прототипови који комбинују *Solana* и *IoT* у циљу обезбеђивања следљивости у ланцу снабдевања. За област електронске трговине и модног ланца снабдевања *Solana* је значајна пре свега због брзине, ниских трошкова и погодности за бележење великог броја активности у кратком временском интервалу [132]. Ипак, у оквиру овог истраживања *Ethereum* је имао предност у погледу зрелости развојног окружења, доступности алата и опште прихваћености у академским и прототипским *DApp* решењима.

На основу овако спроведене анализе може се закључити да више блокчејн платформи поседује карактеристике релевантне за примену у електронској трговини и ланцима снабдевања, али да њихова погодност зависи од конкретног контекста примене. За потребе овог истраживања и развоја *proof-of-concept* решења као најпогоднији избор издвојио се *Ethereum*, пре свега због зрелости екосистема, широке подршке за паметне уговоре, доступности алата за развој и тестирање, као и једноставније интеграције са компонентама које подржавају транспарентност и јавну проверљивост трансакција.

Уместо да блокчејн буде примењен над целокупним системом, утврђено је да је за потребе развоја ове апликације најпогоднији приступ који комбинује класичну *web* архитектуру, релациони модел података и децентрализоване механизме само у оним деловима где су потребни проверљивост и неизмењивост. На основу спроведене анализе изабран је скуп технологија који обухвата кориснички (енгл. *frontend*), серверски (енгл. *backend*), слој базе података и блокчејн слој, при чему је сваком од њих додељена јасно дефинисана улога у функционисању система.

За *frontend* слој одабране су технологије *React*, *Vite* и *CSS*. Разлог за овај избор био је пре свега потреба да се развије интерфејс који ће истовремено подржавати више различитих корисничких улога, више типова страница и постепено увођење нових функционалности. *React* је изабран због компонентног приступа, који омогућава да се кориснички интерфејс гради кроз независне и поново употребљиве целине, што је посебно важно у систему који има и јавни део за купце и интерне модуле за пословне кориснике. *Vite* је изабран због брзог развојног окружења и ефикасног *build* процеса, док је *CSS* омогућио прецизну контролу визуелног идентитета и прилагођавање интерфејса различитим корисничким профилима. Ова комбинација технологија показала се погодном за брзо прототипирање и итеративни развој, што је у складу са *DevOps* логиком континуираног унапређења.

За *backend* слој изабрани су *Node.js* и *Express*, јер омогућавају изградњу јасно организованог *REST API* слоја и једноставнију интеграцију са *frontend* делом апликације. У складу са принципима из методолошког приступа, који наглашавају значај интеграције и континуиране сарадње између различитих делова система, овај избор је омогућио да се пословна логика централизовано организује, да се руте раздвоје по модулима и корисничким улогама и да се олакша повезивање са податковним и блокчејн слојем. Додатна предност овог избора огледа се у чињеници да је исти програмски језик коришћен и у *frontend* и у *backend* делу система, чиме је смањена сложеност развоја и олакшано увођење измена у више слојева апликације.

У фази анализе слоја базе података, која је у оквиру методолошког приступа повезана са развојем и интеграцијом, утврђено је да систем захтева поуздан релациони модел података. Разлог за то лежи у чињеници да апликација обухвата већи број међусобно повезаних ентитета, као што су корисници, производи, колекције, наруџбине, резултати тестирања и *loyalty* догађаји. Због тога је изабран *Supabase*, који обједињује *PostgreSQL* као базу података и механизме за аутентикацију корисника. Поред тога, *SQL* и *PL/pgSQL* коришћени су за

дефинисање шеме, миграција и сложенијих упита. Овакав избор омогућио је да систем задржи структурисан и конзистентан модел података, што је било неопходно за правилно функционисање различитих улога и модула унутар апликације.

У складу са корацима из поглавља 4.3 који се односе на избор блокчејн платформе, развој и интеграцију, за блокчејн слој изабрани су *Solidity* паметни уговори, *Ethereum Sepolia* тестна мрежа, *MetaMask*, *ethers.js* и *Etherscan*. Овде је анализа показала да блокчејн не треба уводити у све делове система, већ селективно, у оним процесима у којима су транспарентност, неизмењивост и доказивост од суштинског значаја. Због тога су паметни уговори примењени за кључне пословне кораке, као што су потврде и плаћања, док су остали подаци и свакодневне операције задржани у класичном *web* и *database* окружењу. *Sepolia testnet* коришћена је као практично окружење за тестирање *web3* логике без реалног финансијског ризика, *MetaMask* је омогућио повезивање корисника са блокчејн слојем, *ethers.js* комуникацију веб апликације са паметним уговорима, а *Etherscan* јавну проверу трагова трансакција.

За аналитички и извештајни део система изабрана је библиотека *Recharts*, што је било у складу са захтевом да апликација не служи само за евидентирање догађаја, већ и за њихово разумљиво тумачење. Овај избор био је посебно значајан у модулима намењеним маркетинг и финансијским улогама, јер је омогућио графички приказ метрика и пословних показатеља, што је допринело лакшем праћењу трендова и доношењу одлука.

Посматрано у целини, избор технологија био је резултат анализе која је пратила принципе изложене у поглављу 4.3. Најважнији критеријуми били су брзина развоја, могућност итеративног унапређења, јасно раздвајање слојева система, *role-based* приступ, поуздан модел података и селективна примена блокчејн механизма тамо где они доносе највећу вредност. Предност оваквог приступа огледа се у модуларности система, лакшем проширивању новим улогама и модулима, већој транспарентности кључних пословних догађаја и добром балансу између практичности класичних *web* технологија и додатног нивоа поверења који обезбеђује блокчејн слој.

Ипак, примена оваквог хибридног стека донела је и одређене изазове, који су такође у складу са ограничењима уоченим у оквиру *DevOps* и интеграционих фаза из поглавља 4.3. Комбинација централизованог и децентрализованог слоја повећава укупну сложеност архитектуре, а корисничко искуство блокчејн функционалности делимично зависи од екстерног новчаника и услова на мрежи. Поред тога, *on-chain* операције су спорије и мање предвидиве од класичних *API* позива, док би прелазак са тестне на продукциону мрежу увео реалне трансакционе трошкове. Због тога је у развоју ове апликације усвојен приступ селективне децентрализације, односно увођења блокчејн механизма само у оним тачкама у којима они оправдавају своју примену.

На тај начин развој предложене апликације представља конкретан пример како се методолошки оквир *DevOps* приступа изложен у поглављу 4.3 може применити у пракси приликом развоја система који обједињује класичне функционалности електронске трговине и децентрализоване механизме верификације. У контексту ове дисертације, такав приступ показује да је највећа вредност блокчејна у електронској трговини не у потпуној замени постојећих технологија, већ у његовој пажљиво одабраној и пројектно оправданој интеграцији у оне сегменте система у којима доприноси већој транспарентности, доказивости и поверењу.

## 6.5 Корисничке улоге и њихове функционалности у децентрализованој апликацији

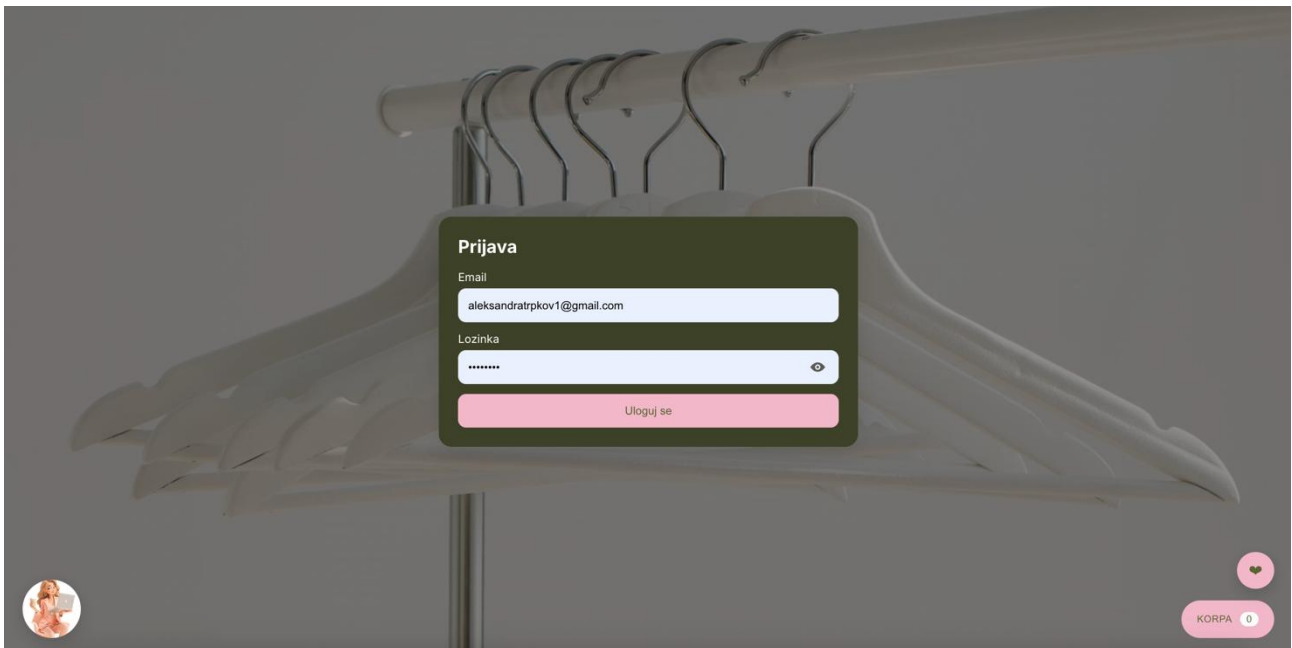
Предложена децентрализована апликација конципирана је као хибридни систем намењен малом модном бренду, у којем су обједињени јавно доступан део електронске трговине и интерни пословни модули за различите учеснике унутар бренда и његовог ширег пословног окружења. Са спољашње стране, апликација функционише као савремена електронска продавница, са почетном страницом, приказом производа, блоготом и контакт формом, док унутрашњи део система обухвата специјализоване модуле за активности различитих учесника у ланцу снабдевања. На тај начин једно решење истовремено подржава и комерцијалну комуникацију са купцима и интерне процесе који стоје иза модног бренда.

Значајна карактеристика предложене апликације јесте и то што није заснована искључиво на класичном веб приступу. Иако се део функционалности реализује кроз уобичајену пријаву на систем, поједини критични кораци, нарочито они који се односе на потврде одлука и извршавање плаћања, повезани су са блокчејн слојем и захтевају потпис корисника путем дигиталног новчаника. На тај начин апликација комбинује централизован приступ, који је погодан за свакодневно коришћење и управљање садржајем, са децентрализованим механизмима који обезбеђују виши ниво проверљивости, транспарентности и сигурности.

Организација приступа систему заснива се на корисничким улогама. Након пријаве, сваки корисник добија скуп функционалности који одговара његовој улози у систему, док се менији, екрани и доступни модули динамички прилагођавају том профили. Корисник који није пријављен има приступ само јавном делу апликације, односно садржајима који су намењени куповини и општем информисању. Пријављени корисници, у зависности од улоге, добијају приступ специфичним деловима система који су релевантни за њихове пословне или корисничке активности. Овакав модел приступа омогућава бољу организацију система и спречава да корисници долазе у контакт са функционалностима које нису намењене њиховом раду.

Иако је предложено решење конципирано тако да у ширем контексту подржава више различитих учесника модног ланца снабдевања, у овом потпоглављу фокус је стављен на оне корисничке улоге које имају највећи значај за свакодневно функционисање малог модног бренда и његову интеракцију са крајњим корисницима. Из тог разлога детаљније су анализирани улоге модног дизајнера, маркетинг асистента, финансијског асистента и крајњег корисника, док се остале улоге посматрају као део ширег процесног окружења у оквиру кога апликација функционише.

Страница за пријаву, приказана на слици 17, представља улазну тачку за све регистроване кориснике апликације, без обзира на њихову улогу. Корисник уноси своју имејл адресу и лозинку, након чега систем проверава исправност података и врши аутентикацију, након чега приказује одговарајућу страницу апликације у складу са улогованим корисником. На основу додељене улоге, корисник се усмерава ка одговарајућем делу система. Овакав начин рада има посебан значај, јер омогућава да иста апликација подржи више различитих корисничких перспектива, а да при том сваки корисник види само оне функционалности које су за њега релевантне.

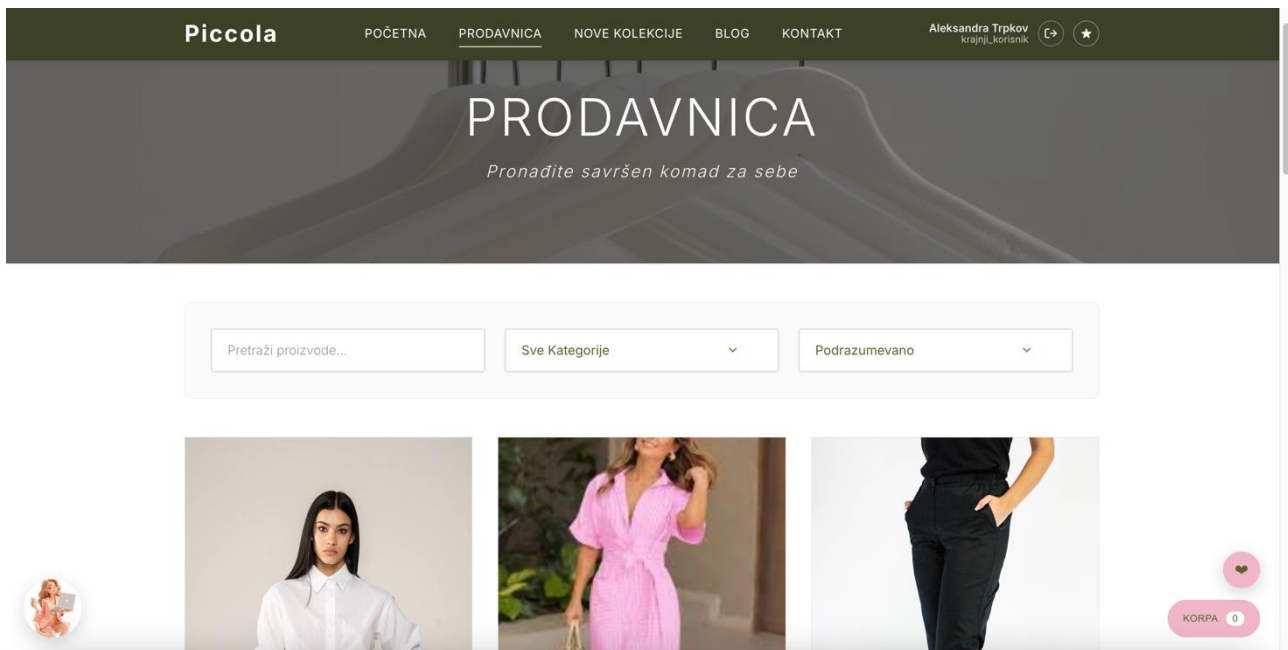


Слика 17. Приказ странице за пријаву корисника у систем

Улога госта, односно непријављеног корисника, представља најосновнији ниво приступа апликацији. Гост може да користи јавни део система као класичан посетилац електронске продавнице: да прегледа почетну страницу, понуду производа, појединачне странице артикала, блог и контакт секцију. Поред тога, може да додаје производе у корпу и да приступи процесу куповине, укључујући и начине плаћања које апликација подржава. Ипак, овај ниво приступа не укључује персонализоване погодности, као што су клуб лојалности, приступ ексклузивном садржају намењеном регистрованим купцима или било који интерни пословни модул.

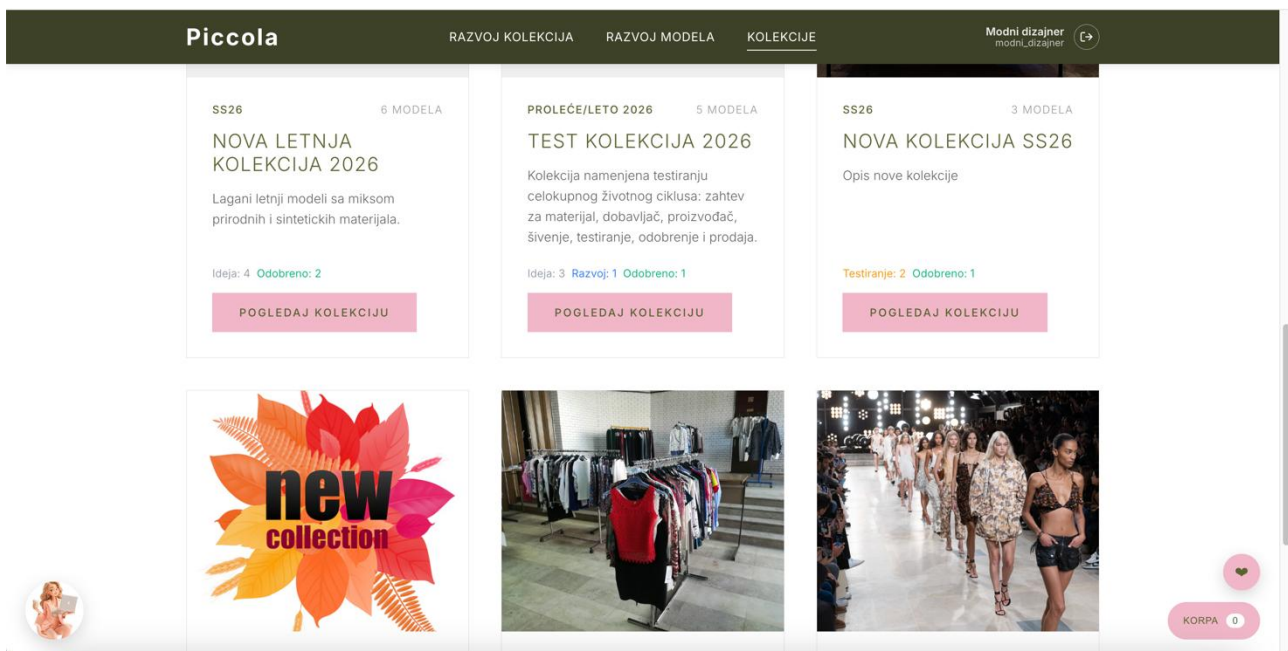
Крајњи корисник, односно пријављени купац, задржава све функционалности које су доступне и госту, али му апликација омогућава и додатни ниво персонализованог приступа. То се пре свега односи на приступ садржајима као што су нове колекције намењене лојалним купцима, клуб лојалности, прикупљање и коришћење поена, као и увид у погодности које су везане за његов кориснички налог. У контексту куповног процеса, разлика између госта и пријављеног купца није у основном току куповине, који у оба случаја подразумева избор производа, додавање у корпу и плаћање, већ у постојању личног налога, историје интеракција и додатних погодности које могу утицати на дугорочни однос са брендом. На тај начин апликација не функционише само као канал за појединачну куповину, већ и као средство изградње лојалности и дугорочног поверења корисника.

Слика 18 илуструје интерфејс који је намењен крајњем кориснику. За разлику од пословних корисника, купац апликацији приступа са циљем прегледа производа, информисања о њиховим карактеристикама, провере порекла и аутентичности и реализације куповине. Његов интерфејс је организован тако да омогући лако претраживање понуде, увид у детаље о производу, приступ подацима о дигиталном трагу производа и могућност плаћања путем дигиталног новчаника. Посебна вредност овог дела апликације огледа се у томе што крајњи корисник не добија само класичан приказ производа као у традиционалним електронским продавницама, већ и могућност да стекне увид у податке о аутентичности, релевантним догађајима и историји производа, што директно доприноси повећању поверења у бренд и већој сигурности приликом доношења одлуке о куповини.



Слика 18. Интерфејс намењен крајњем кориснику

Централну улогу у интерном делу система има модни дизајнер, који у предложеном решењу уједно представља и власника бренда. За овог корисника апликација не представља продајни канал, већ радно окружење у коме се управља животним циклусом производа. Процес започиње тако што дизајнер формира идејно решење модела и одређује његове кључне карактеристике, као што су крој, материјали, боје, величине, детаљи, напомене и цена. Након тога, модел се упућује у фазу техничке разраде, односно моделару који на основу идејног решења припрема модну конструкцију. Када је та фаза завршена, производ се може даље реализовати кроз сопствено шивење или се може дати на услужно кројење и шивење, у зависности од начина организације производње. На тај начин апликација омогућава да се производ прати од почетне идеје, преко развоја и тестирања, до одобрења за даљу употребу или објављивање.

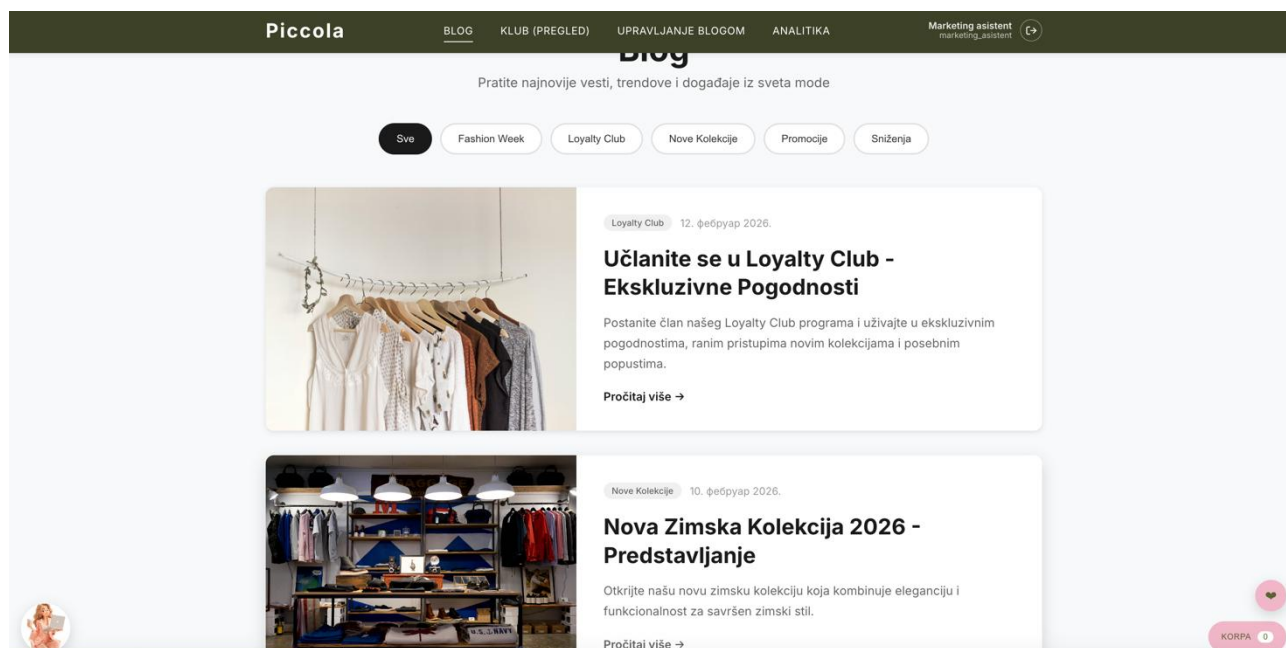


Слика 19. Интерфејс намењен модном дизајнеру

На слици 19 приказан је интерфејс намењен модном дизајнеру. У оквиру овог дела апликације дизајнер има приступ модулима као што су развој колекција, развој модела и преглед колекција, што показује да је његово радно окружење усмерено на интерне процесе брэнда, а не на продају производа крајњем купцу. Оваква организација интерфејса омогућава да се креативни и организациони аспекти рада на производу воде у оквиру јединственог система, при чему дизајнер има увид у структуру колекција и статусе модела који се налазе у различитим фазама развоја.

Посебан значај ове улоге огледа се у томе што модни дизајнер представља спону између идејне концепције производа и његове касније реализације у оквиру ширег пословног процеса. Подаци које он уноси у систем представљају основу за даље активности као што су припрема садржаја за представљање производа, финансијско праћење и, у ширем контексту апликације, повезивање са активностима других учесника у систему. На тај начин улога модног дизајнера није ограничена само на креативни аспект, већ има и важну координациону функцију у дигиталном окружењу модног брэнда.

Маркетинг асистент користи апликацију у посебном режиму рада који је усмерен на комуникацију брэнда са тржиштем и управљање дигиталним садржајем. За разлику од крајњег корисника, који систем користи ради прегледа и куповине производа, маркетинг асистент приступа модулима који су намењени креирању, организацији и праћењу садржаја значајног за јавно присуство брэнда. Његов интерфејс обухвата рад са блогом, управљање блог садржајем, увид у преглед клуба лојалности и приступ аналитичким показатељима које систем прикупља. Оваква организација омогућава да се маркетиншке активности воде у оквиру исте платформе у којој се одвијају и друге пословне и корисничке активности, али без мешања са куповним делом апликације.

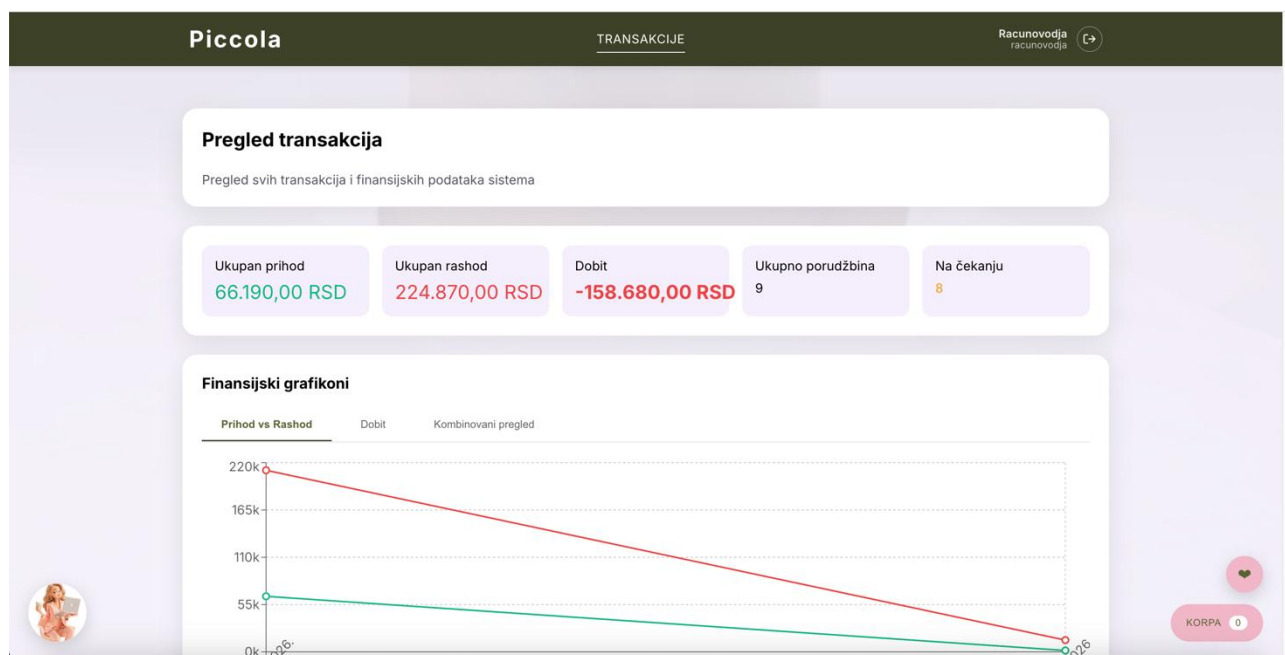


Слика 20. Интерфејс намењен маркетинг асистенту

На слици 20 приказан је интерфејс намењен маркетинг асистенту. У оквиру овог приказа види се да су овој улози доступни модули као што су Блог, Клуб, Управљање блогом и Аналитика, што показује да је његов рад усмерен на припрему и објављивање садржаја, праћење кампања и разумевање понашања корисника. Посебно је значајно то што маркетинг асистент има увид и у садржаје повезане са клубом лојалности, јер му то омогућава да боље разуме структуру и сегментацију корисника, као и да прилагођава комуникацију различитим групама купаца. На тај начин апликација подржава не само оперативни рад маркетинга, већ и стратешко позиционирање брэнда кроз дигиталне канале.

Овако дефинисана улога маркетинг асистента доприноси јасном раздвајању пословних одговорности унутар система. Док модни дизајнер управља развојем производа, а финансијски асистент прати трансакције и финансијске токове, маркетинг асистент је усмерен на видљивост бренда, садржај и однос са публиком. То је посебно важно у контексту малог модног бренда, где је квалитетна дигитална комуникација један од кључних елемената препознатљивости и конкурентске предности.

Финансијски асистент, односно рачуновођа, има приступ делу апликације који је намењен финансијском праћењу пословања модног бренда. За разлику од других пословних улога, чији је рад везан за развој производа или комуникацију са тржиштем, овај корисник систем користи као простор за увид у трансакције, наруџбине и основне финансијске показатеље. Његов модул омогућава да се на једном месту прате подаци који су важни за процену финансијског стања бренда и динамике пословања.



Слика 21. Интерфејс намењен финансијском асистенту

На слици 21 приказан је интерфејс намењен финансијском асистенту. У оквиру овог приказа видљив је модул Трансакције, који обухвата преглед кључних показатеља као што су укупан приход, укупан расход, добит, укупан број поруџбина и број трансакција које су још увек на чекању. Поред табеларног и збирног прегледа, систем омогућава и визуелизацију финансијских података кроз графички приказ односа прихода и расхода, као и преглед добити и комбинованих финансијских показатеља. На тај начин ова улога не служи само за евидентирање појединачних плаћања, већ и за стицање шире слике о пословању у различитим временским периодима.

У контексту предложеног решења посебно је важно нагласити да овај модул представља централизован финансијски увид који допуњује трансакције извршене или потврђене преко блокчејна. Док блокчејн обезбеђује проверљивост појединих уплата и кључних догађаја, финансијски модул омогућава да се ти подаци прикажу у облику који је употребљив за свакодневно пословање бренда, анализу резултата и доношење одлука. На тај начин рачуновођа не прати само статус појединачних трансакција, већ добија и интегрисан преглед пословања који повезује класичне финансијске показатеље са дигитално потврђеним догађајима у систему.

Из овако дефинисаних улога види се да предложена апликација није замишљена као једноставан систем за продају производа, већ као интегрисано окружење које повезује

различите функције малог модног брэнда. Јавни део система омогућава преглед, информисање и куповину, док интерни део апликације подржава развој производа, тржишну комуникацију и финансијско праћење. Децентрализовани слој није присутан у свим корацима, већ у оним тачкама у којима је важно обезбедити потврду, проверљивост и сигурно евидентирање активности. Управо та комбинација јавног окружења е-трговине, пословних модула и блокчејн механизма чини предложено решење погодним за примену у контексту малих модних брэндова који желе да модернизују своје пословање и истовремено изграде виши ниво поверења код купаца.

Посматрано у ширем контексту дисертације, овакво дефинисање улога има и методолошки значај, јер омогућава да се у каснијој евалуацији система јасније сагледају различите перспективе коришћења апликације. Различити типови корисника не очекују исте користи од система, нити на исти начин процењују његову вредност. Због тога је било важно да се већ у фази дизајна апликације улоге и функционалности јасно раздвоје, како би се у даљем истраживању могла анализирати употребљивост, прихватљивост и перципирана корисност система из угла сваке од релевантних корисничких група.

## **6.6 Приказ реализованог решења**

У овом поглављу приказано је реализовано решење развијене децентрализоване апликације кроз анализу њених кључних функционалности и начина на који су оне прилагођене различитим корисничким улогама. С обзиром на то да је апликација конципирана као хибридни систем који обједињује јавни део електронске трговине и интерне пословне модуле, приказ решења организован је из перспективе оних корисника који имају највећи значај за функционисање модног брэнда и интеракцију са тржиштем. Из тог разлога, најпре је дат приказ система из угла крајњег корисника, а затим из угла модног дизајнера, маркетинг асистента и финансијског асистента. Оваква организација поглавља омогућава да се јасно прикаже на који начин реализовано решење подржава и корисничко искуство купца и интерне пословне процесе брэнда.

### **6.6.1 Приказ реализованог решења из угла крајњег корисника**

Крајњи корисник представља једну од најзначајнијих корисничких улога у оквиру развијене децентрализоване апликације, јер је управо његовом искуству прилагођен јавни део система. За разлику од интерних пословних корисника, који апликацију користе ради управљања развојем производа, садржајем или финансијама, крајњи корисник систему приступа са циљем прегледа понуде, информисања о производима, провере њихове аутентичности и реализације куповине. У том смислу, реализовано решење је конципирано тако да крајњем кориснику омогући не само класичне функционалности електронске трговине, већ и додатне механизме који доприносе већем поверењу, транспарентности и персонализацији корисничког искуства.

У оквиру овог дела биће приказане кључне функционалности апликације намењене крајњем кориснику, почев од јавног дела система и прегледа производа, преко приказа аутентичности и животног циклуса производа, до персонализованих елемената као што су клуб лојалности и процес куповине и плаћања. На тај начин биће показано да предложено решење не представља само класичну електронску продавницу, већ дигитално окружење које кориснику омогућава шири увид у производ, додатни ниво сигурности и снажнију повезаност са брэндом.

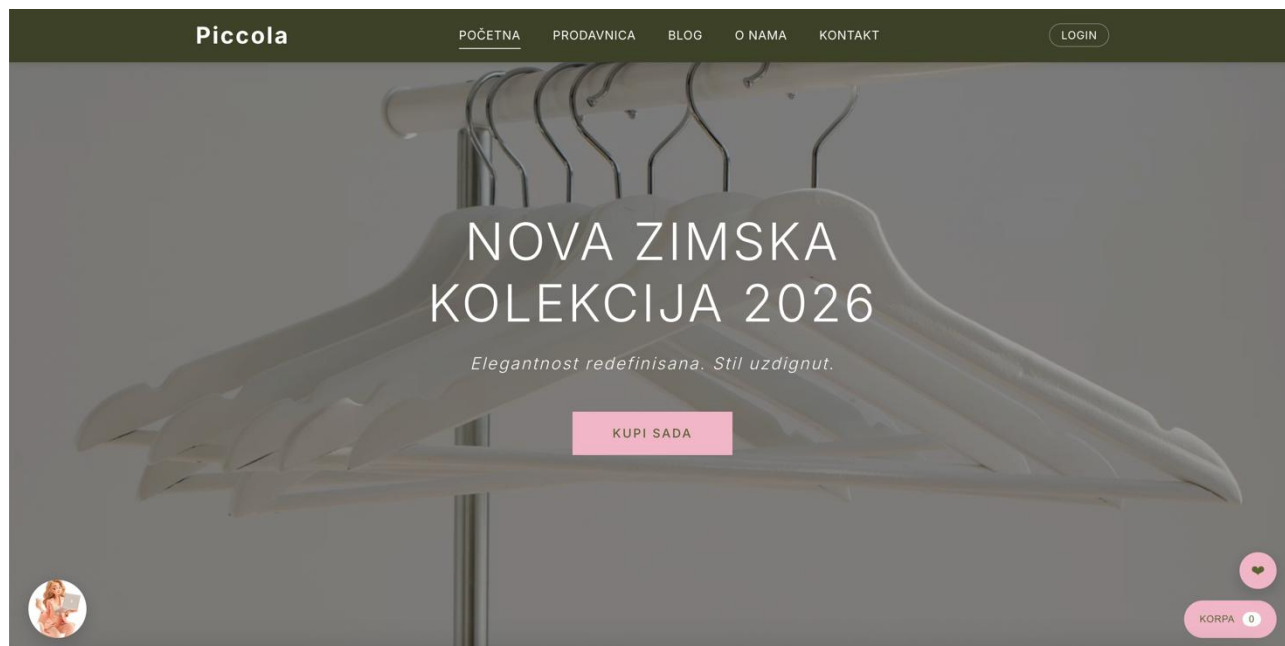
#### **6.6.1.1 Јавни део апликације и преглед производа**

Јавни део развијене апликације конципиран је тако да крајњем кориснику омогући

једноставан улазак у куповни ток, али и јасно представљање бренда, његових вредности и понуде. У том смислу, кориснику је и без пријаве омогућен приступ кључним јавно доступним страницама, као што су почетна страница, продавница, страница појединачног производа, блог и контакт секција. Оваква организација јавног дела система задржава основну логику савремене електронске трговине, али истовремено представља и основу за касније увођење персонализованих функционалности намењених пријављеним корисницима.

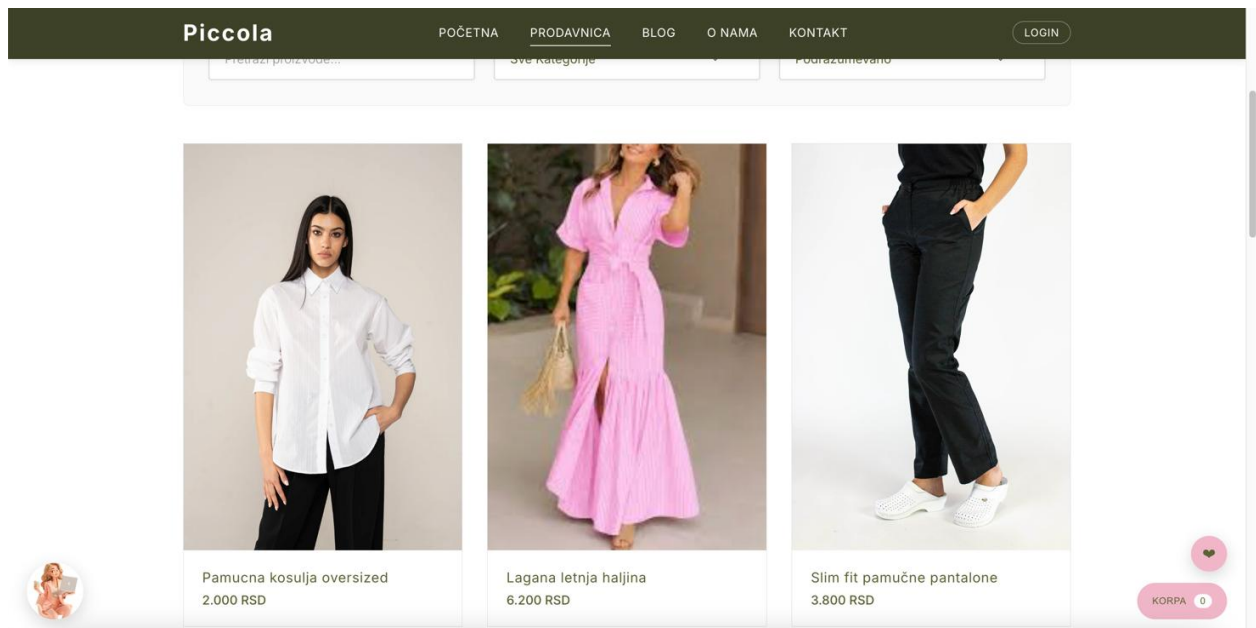
У оквиру јавног дела система важно је направити разлику између госта, односно непријављеног корисника, и уложеног крајњег корисника. Иако оба типа корисника могу да приступе основним садржајима апликације, као што су почетна страница, продавница, детаљи производа, блог и контакт секција, поједине интерактивне функционалности резервисане су за кориснике који имају активан налог. То се пре свега односи на додавање производа у корпу, коришћење листе фаворита и приступ персонализованим погодностима које ће бити детаљније приказане у наредним потпоглављима. На тај начин систем задржава отвореност према широј публици, али истовремено подстиче регистрацију и увођење корисника у богатије и персонализоване искуство куповине.

Почетна страница има улогу уводне тачке у корисничко искуство и усмерена је на јасно позиционирање бренда. У њеном централном делу доминира визуелно истакнута уводна секција са главном поруком бренда и позивом на акцију, којим се корисник усмерава ка даљем прегледу понуде. На овај начин почетна страница не служи само као презентациони екран, већ и као улаз у куповни процес. Поред тога, навигација је организована тако да су главне целине система јасно видљиве и лако доступне, док су елементи као што су пријава, корпа и помоћне акције распоређени тако да кориснику омогуће континуирано и једноставно кретање кроз апликацију.



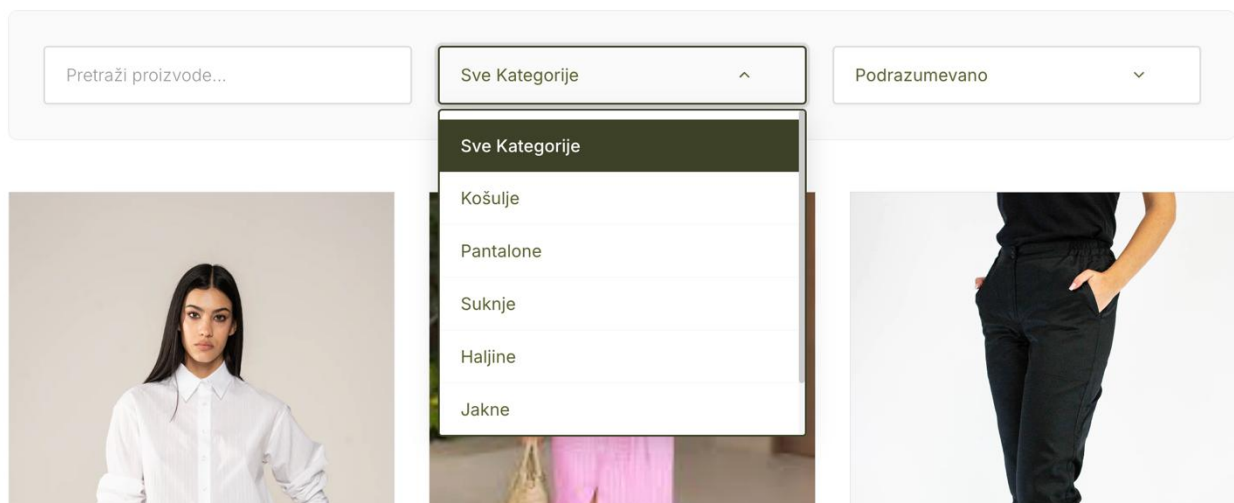
Слика 22. Приказ почетне странице апликације са истакнутом уводном секцијом

Након уласка у продавницу, кориснику се приказује листа производа организована у облику прегледних картица. Свака картица садржи основне информације о артиклу, као што су назив, цена и визуелни приказ, чиме се омогућава брзо поређење више производа и лакше проналажење оног који одговара потребама корисника, што је приказано на слици 23. Оваква организација садржаја подржава типично понашање крајњег корисника у електронској трговини, које се састоји од прегледа, уласка у детаљ производа, поређења са другим артиклима и повратка на листу производа. Систем је због тога организован тако да прелаз између листе и детаља производа буде једноставан и интуитиван, без губитка контекста претходног прегледа.



**Слика 23.** Страница продавница са листом производа

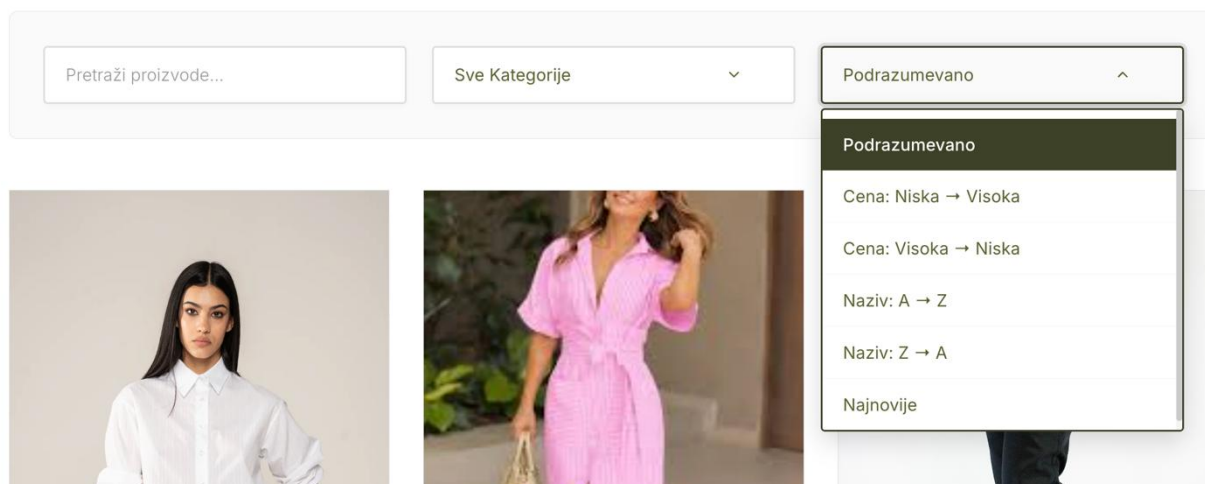
Поред самог приказа производа, продавница садржи и елементе који кориснику омогућавају прецизније претраживање и сужење избора. У горњем делу екрана налази се поље за претрагу, које омогућава брзо проналажење артикала на основу назива или другог релевантног појма. Поред тога, кориснику је доступан избор категорија, чиме се понуда може ограничити на одређену групу производа, као што су кошуље, панталоне, сукње, хаљине или јакне. На овај начин систем подржава и оне кориснике који у куповни процес не улазе без јасне намере, већ већ унапред знају коју врсту производа траже, што је приказано на слици 24.



**Слика 24.** Категоризација производа

Додатно, апликација омогућава и сортирање производа према различитим критеријумима, као што су цена од ниже ка вишој, цена од више ка нижој, назив производа по абecedном реду или приказ најновијих артикала. Ова функционалност је значајна јер кориснику даје већу контролу над начином на који ће му понуда бити представљена. Комбинацијом претраге, категорија и сортирања продавница добија прегледнију и флексибилнију структуру, што олакшава сналажење у већем броју производа и доприноси бољем

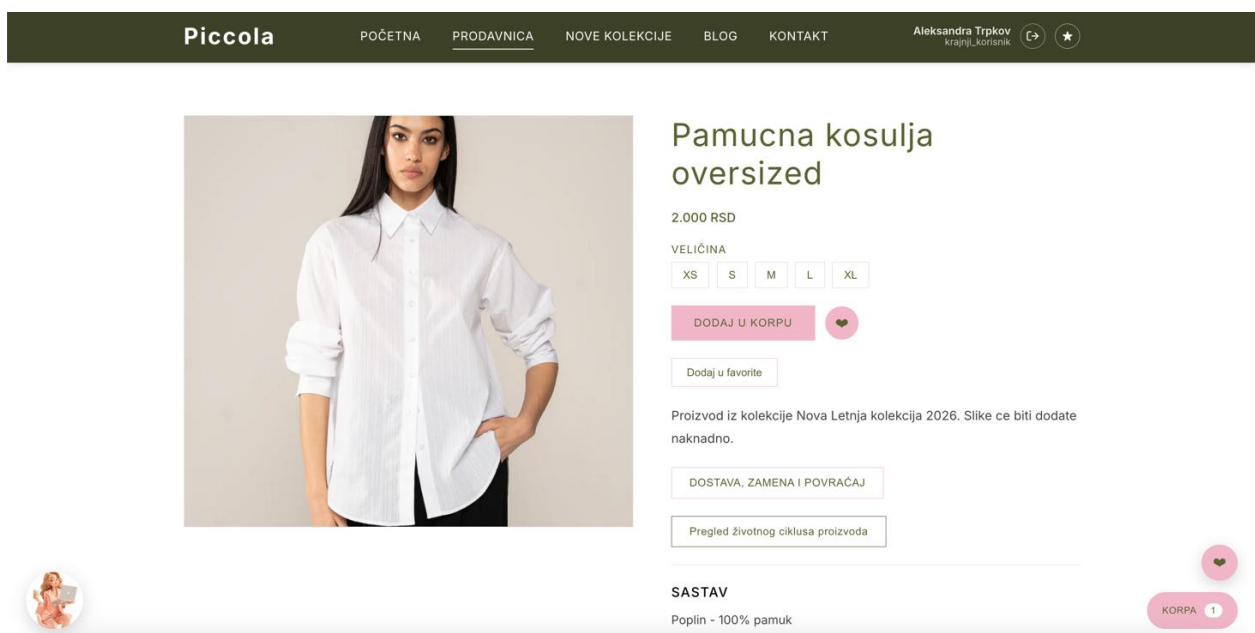
корисничком искуству, као што се може видети на слици 25.



Слика 25. Сортирање производа

Страница појединачног производа представља централно место на коме се корисник детаљније упознаје са артиклом пре доношења одлуке о куповини. Поред основних комерцијалних података, као што су назив, цена и опис производа, на овој страници приказују се и додатни елементи који проширују корисничко искуство, што је приказано на слици 26. То укључује избор варијанте и величине, могућност додавања у корпу, додавање у фаворите, као и информативне блокове посвећене саставу, одржавању и пореклу производа. На тај начин страница производа није ограничена само на продајну функцију, већ купцу омогућава да стекне потпунију слику о артиклу и његовим карактеристикама.

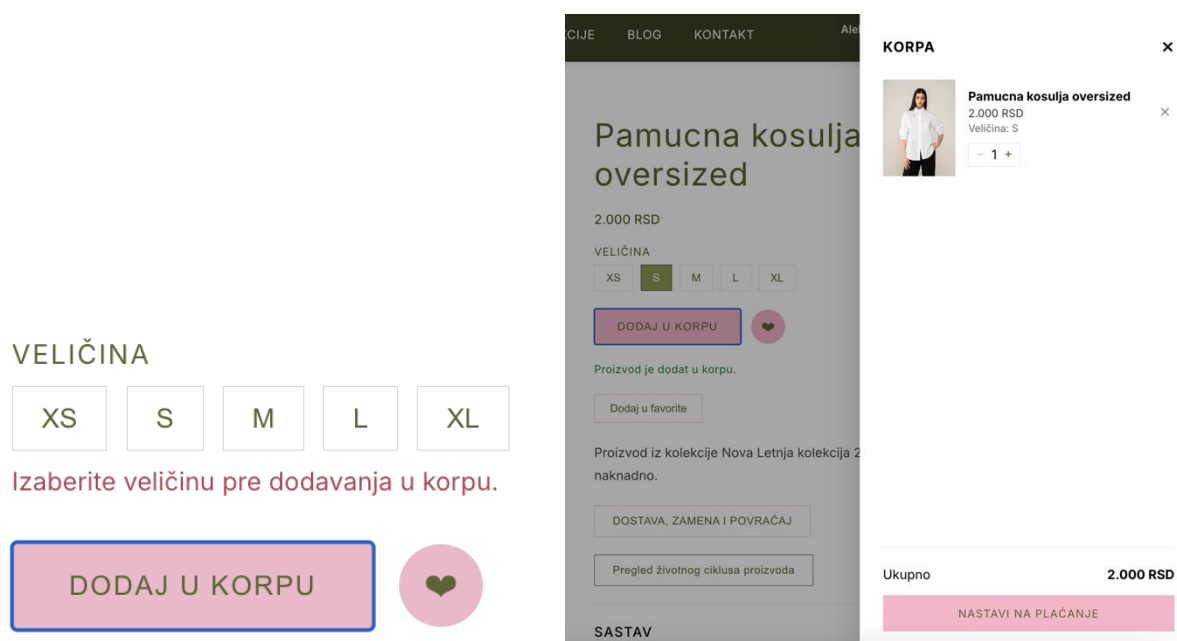
Посебан значај ове странице огледа се у томе што она представља полазну основу за приступ напреднијим функционалностима које су специфичне за развијено решење, као што су приказ животног циклуса производа и провера аутентичности, о чему ће бити више речи у наредном потпоглављу. Због тога је страница појединачног производа конципирана тако да, поред класичних података неопходних за куповину, служи и као место са кога корисник може да приступи додатним слојевима информација који утичу на поверење у производ и бренд.



Слика 26. Приказ појединачног производа

У оквиру јавног дела апликације посебна пажња посвећена је и начину на који систем реагује на корисничке радње. На пример, уколико корисник покуша да дода производ у корпу без избора обавезне варијанте, као што је величина, систем приказује јасну поруку која указује на неопходност допуне избора пре наставка куповине. Са друге стране, када је радња успешно извршена, корисник добија непосредну повратну информацију да је производ успешно додат у корпу, што можемо видети на слици 27. Овакви механизми имају важну улогу у унапређењу употребљивости система, јер спречавају нејасне ситуације и помажу кориснику да без конфузије настави кретање кроз куповни ток.

Посматрано у целини, јавни део апликације и преглед производа чине основу корисничког искуства у предложеном решењу. Кроз пажљиво организоване странице, јасну навигацију и структуриран приказ производа, кориснику је омогућено да се постепено уведе у понуду брэнда и донесе информисану одлуку о даљем прегледу и куповини. Истовремено, овај део система поставља основу за напредније функционалности које издвајају предложено решење од класичних платформи електронске трговине, пре свега у домену транспарентности, аутентичности и персонализованог односа са купцем.



Слика 27. Приказ реакције система при избору величине и додавању производа у корпу

### 6.6.1.2 Приказ аутентичности и животног циклуса производа

Једна од кључних функционалности реализованог решења из угла крајњег корисника односи се на приказ аутентичности и животног циклуса производа. За разлику од класичних платформи електронске трговине, у којима се купцу најчешће приказују само основни комерцијални подаци о артиклу, у предложеној апликацији кориснику је омогућен и увид у шири контекст настанка и кретања производа кроз систем. На тај начин производ није представљен искључиво као објекат куповине, већ и као дигитално документован артикал са јасно структурисаним подацима о пореклу, аутентичности и кључним догађајима током његовог животног циклуса.

Пристап овом делу реализованог решења омогућен је директно са странице појединачног производа, где корисник, поред основних података и опција за куповину, може да изабере приказ животног циклуса производа, кликом на дугме "Преглед животног циклуса производа" (слика 28). Ова функционалност представља важан корак у унапређењу

транспарентности система, јер кориснику нуди додатни слој информација који није уобичајен у традиционалним онлајн продавницама. На тај начин се већ на нивоу корисничког интерфејса успоставља веза између јавног, куповног дела апликације и интерних процеса који су претходили излагању производа у продавници.



**Слика 28.** Приказ опције за приступ подацима о аутентичности и животном циклусу производа

Након иницирања ове функционалности, кориснику се приказује посебан прозор са информацијама о дигиталном идентитету производа, што је приказано на слици 29. У овом делу доступни су подаци као што су јединствени идентификатор производа, назив или шифра модела и статус аутентичности. Ови елементи имају важну улогу јер купцу дају утисак да производ није приказан само као визуелни и продајни артикал, већ као јасно дефинисана јединица унутар система, повезана са конкретним записима и проверљивим догађајима. Приказ дигиталног идентитета на тај начин представља почетну тачку у разумевању ширег контекста производа.

Поред дигиталног идентитета, кориснику је доступан и хронолошки организован приказ кључних догађаја у животном циклусу производа. Тај приказ је реализован у облику временске линије, у којој су појединачни кораци представљени редоследом којим су се одвијали током настанка, развоја и увођења производа у продају. У оквиру таквог приказа корисник може да види датум и време догађаја, одговорног учесника или улогу, назив корака и краћи опис активности. На тај начин систем омогућава крајњем кориснику да стекне увид у унутрашњи ток који обично није видљив у класичним системима електронске трговине.

Посебна вредност овог приказа огледа се у томе што временска линија не приказује само изоловане податке, већ повезује различите фазе кроз које је производ прошао и то од иницијалног креирања модела, преко релевантних интерних провера, до припреме производа за јавно представљање у продавници. На тај начин корисник добија осећај континуитета и следљивости, а производ добија додатну информативну и симболичку вредност. Управо тај осећај да производ има проверљиву „дигиталну историју” доприноси јачању поверења у бренд и у сам систем.

**DIGITALNI IDENTITET PROIZVODA**

Jedinstveni ID	NLK26-002
Model	Pamucna kosulja oversized
Šifra modela	NLK26-002
Status autentičnosti	Verifikovano

Proizvod je prošao sve interne faze pre nego što je ponuđen kupcu.

**PUT PROIZVODA — OD IDEJE DO PRODAJE**

19.03.2026. 11:34  
Odgovoran: **Modni dizajner** — Modni dizajner

**Kreiranje ideje i modela**

Model kreiran i unet u sistem.

Šifra modela	NLK26-002
Naziv modela	Pamucna kosulja oversized

19.03.2026. 11:34  
Odgovoran: **Modni dizajner** — Modni dizajner

**Dodato u prodavnicu**

Proizvod je dodat u prodavnicu i dostupan kupcima.

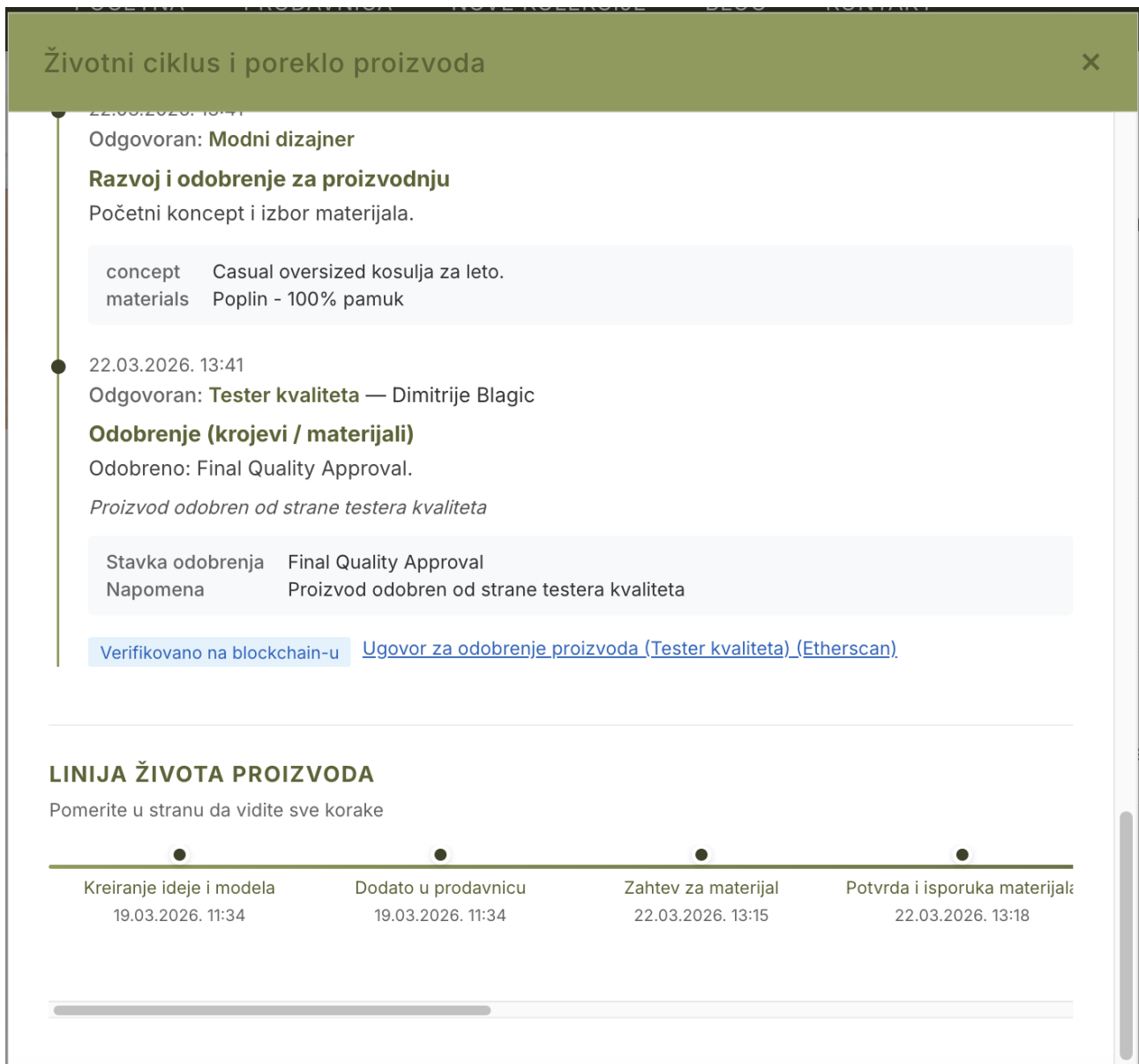
Šifra proizvoda	NLK26-002
Naziv proizvoda	Pamucna kosulja oversized

22.03.2026. 13:15  
Odgovoran: **Modni dizajner** — Modni dizajner

**Zahtev za materijal**

Слика 29. Приказ дигиталног идентитета и основних података о аутентичности производа

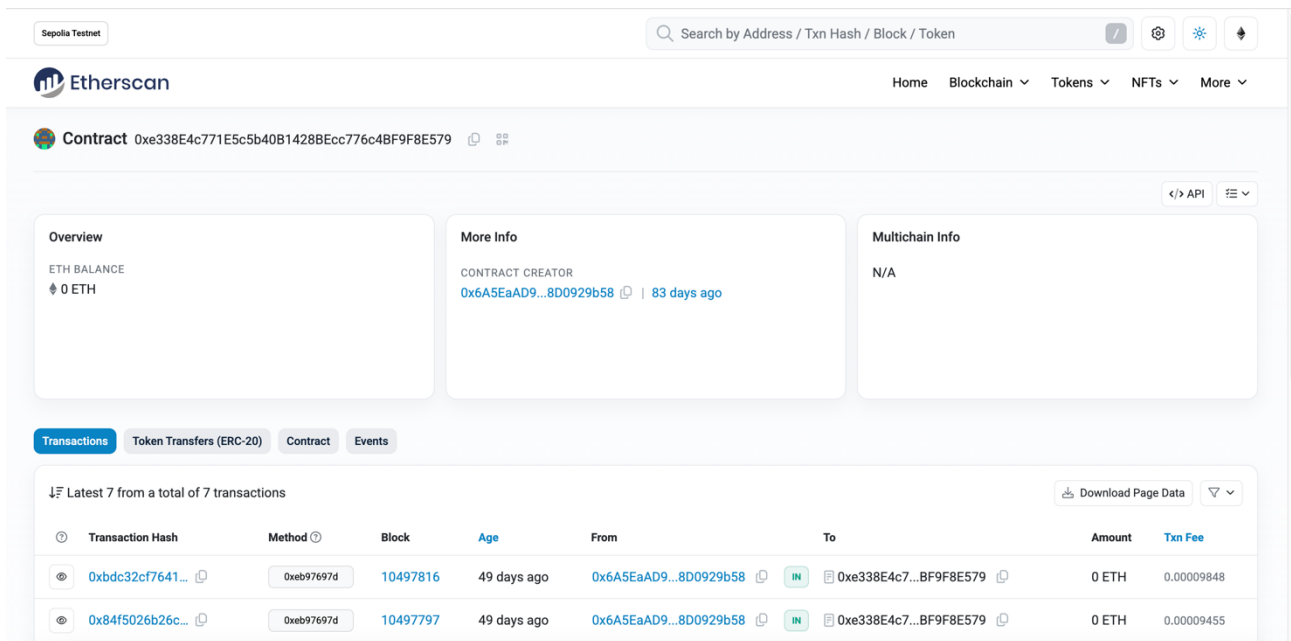
Један од најзначајнијих елемената овог дела апликације јесте и могућност приказа да је одређени корак верификован на блокчејну. Када је то предвиђено логиком система и када су релевантни подаци доступни, кориснику се приказује ознака да је конкретан догађај потврђен на блокчејн слоју, као и веза ка јавно доступном прегледу трансакције или паметног уговора. У контексту корисничког искуства, овај елемент има посебну важност, јер се поверење не заснива искључиво на тврдњи брэнда, већ и на могућности независне провере одређених догађаја. На тај начин апликација уводи механизам доказивости који превазилази оквире класичног маркетиншког представљања производа.



**Слика 30.** Приказ временске линије догађаја са ознаком блокчејн верификације и линком ка јавној провери

У приказаном решењу кориснику није омогућен само увид у информацију да је одређени корак верификован на блокчејну, већ и директан приступ јавној провери тог записа. Као што је приказано на слици 30, у оквиру прозора за приказ животног циклуса и порекла производа уз поједине догађаје појављује се ознака да је корак верификован на блокчејну, као и линк ка одговарајућем запису. Кликом на тај линк корисник се преусмерава на *Etherscan*, где се отвара јавни приказ повезаног паметног уговора или трансакције, што је приказано на слици 31. На тај начин корисник добија могућност независне провере, при чему се поверење не заснива само на подацима приказаним у самој апликацији, већ и на јавном блокчејн трагу који је доступан ван система.

Поред информативне вредности, важно је и то што је ова функционалност обликована тако да остане разумљива крајњем кориснику. Иако су у позадини присутни сложенији технички механизми, као што су блокчејн записи и повезивање са јавним прегледом трансакција, кориснички интерфејс те податке приказује у структури која је прегледна и лако разумљива. То значи да корисник не мора да познаје техничке основе блокчејна да би разумео да је одређени догађај проверљив и да постоји независан траг његовог извршења.



**Слика 31.** Приказ јавне блокчејн верификације на *Etherscan* платформи након избора линка из апликације

У оквиру овог дела решења значајно је и то што систем предвиђа различита стања приказа, као што су учитавање података, недоступност појединих информација или приказ грешке у случају да подаци нису успешно преузети. Оваква логика је важна са становишта корисничког искуства, јер осигурава да корисник и у неповољним сценаријима добије јасан одговор система, а не неразумљив или празан интерфејс. На тај начин се одржава доследност у интеракцији и избегава стварање несигурности код корисника.

Посматрано у целини, приказ аутентичности и животног циклуса производа представља једну од најзначајнијих разлика између реализованог решења и класичних система електронске трговине. Док традиционалне платформе производ представљају превасходно кроз визуелне и комерцијалне елементе, предложена децентрализована апликација крајњем кориснику омогућава и увид у шири ток настанка, провере и потврде производа. На тај начин се истовремено повећавају транспарентност, доказивост и поверење, што представља једну од централних вредности предложеног решења у контексту модне електронске трговине.

### 6.6.1.3 Клуб лојалности и персонализовано корисничко искуство

Клуб лојалности представља једну од кључних функционалности реализованог решења која је намењена искључиво уговораним крајњим корисницима. За разлику од јавног дела апликације, који је доступан и гостима, овај модул уводи персонализовани слој коришћења система и омогућава изградњу дугорочнијег односа између купца и брэнда. На тај начин апликација не остаје ограничена само на једнократну куповину, већ кориснику нуди механизам награђивања његове активности и подстицај за поновну интеракцију са системом.

У оквиру клуба лојалности кориснику је омогућен увид у сопствени статус, тренутни број расположивих поена, број поена који се рачунају за ниво у одређеном временском периоду, као и напредак ка следећем нивоу. Као што је приказано на слици 32, кориснички интерфејс јасно приказује тренутни ниво чланства, број сакупљених поена и визуелни индикатор напретка, чиме се кориснику омогућава да на једноставан и прегледан начин прати сопствену позицију унутар програма лојалности.



Слика 32. Приказ клуба лојалности и статуса уложеног корисника

Логика овог модула заснована је на томе да се кориснику при свакој успешно реализованој куповини аутоматски додељују поени. Број остварених поена зависи од вредности куповине, док сам ниво чланства може утицати на додатне погодности или на брзину сакупљања поена. У приказаном решењу ниво чланства није само информативни елемент, већ представља механизам којим се подстиче већа укљученост корисника и његова мотивација да настави са коришћењем апликације. На тај начин клуб лојалности добија двоструку улогу: са једне стране награђује корисника, а са друге стране омогућава бренду да гради стабилнију и лојалнију базу купаца.

Посебно важан аспект овог модула односи се на чињеницу да се сакупљени поени не приказују само као апстрактна вредност, већ имају и практичну примену у даљем коришћењу система. Наиме, поени које корисник оствари кроз претходне куповине могу се искористити приликом наредног процеса плаћања, односно на *checkout* страници. У том случају, корисник има могућност да расположиве поене употреби за умањење коначне цене поруџбине. Овакво решење повезује програм лојалности са самим процесом куповине и чини га функционално значајним, јер корисник непосредно уочава финансијску корист од раније остварене активности.

Поред тога, значај клуба лојалности не огледа се само у попустима и награђивању, већ и у персонализацији корисничког искуства. Корисник који је део клуба добија другачији однос са брендом у односу на госта или нерегистрованог посетиоца. Та разлика се огледа у приступу ексклузивнијем садржају, већој укључености у активности бренда и јаснијем осећају припадности одређеном корисничком сегменту. На тај начин апликација не функционише само као продајни канал, већ и као средство за изградњу односа са купцима и јачање њихове дугорочне повезаности са брендом.

Из угла корисничког искуства, ова функционалност доприноси већој ангажованости и мотивише корисника да се враћа апликацији. Могућност праћења статуса, сакупљања поена и њиховог каснијег коришћења у процесу плаћања ствара осећај континуитета и додатне вредности. За мали модни бренд ово је посебно значајно, јер клуб лојалности омогућава не само задржавање постојећих купаца, већ и постепено јачање њихове лојалности кроз награђивање и персонализован приступ.

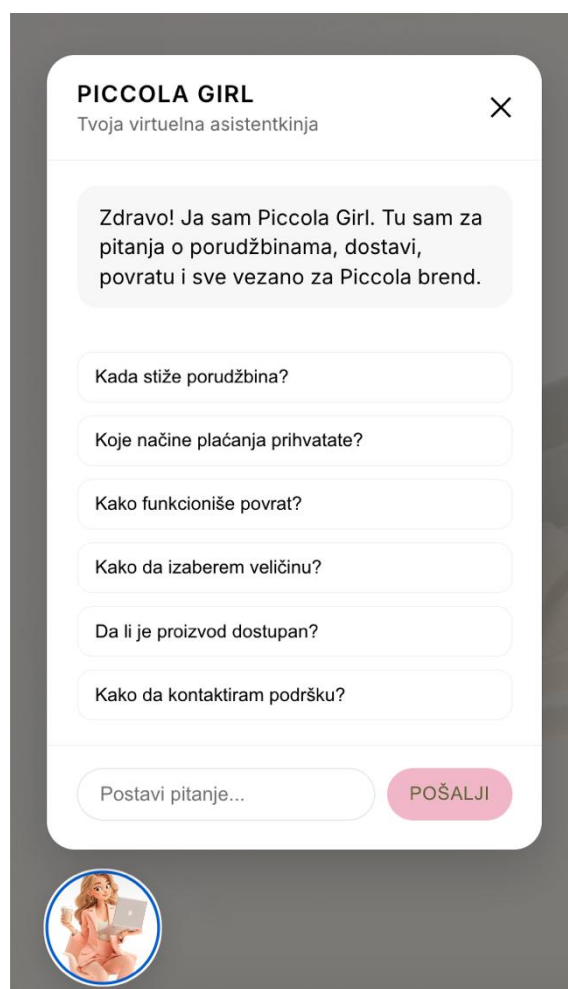
Посматрано у целини, клуб лојалности и персонализовано корисничко искуство представљају важан део реализованог решења, јер показују да предложена апликација

превазилази оквире класичне електронске трговине. Уместо да се задржи само на приказу производа и реализацији поруџбине, систем уводи механизме који кориснику доносе додатну вредност, истовремено подстичући његову активност и јачајући везу са брендом.

#### 6.6.1.4 Виртуелни асистент као подршка крајњем кориснику

Као додатни елемент корисничке подршке у оквиру реализованог решења, у апликацију је интегрисан виртуелни асистент под називом *Piccola Girl*. Ова функционалност представља прву линију самосталне корисничке подршке и осмишљена је тако да крајњем кориснику омогући брз приступ одговорима на најчешћа питања која се односе на куповину, доставу, поврат, избор величине, доступност производа и начине плаћања. На тај начин апликација не подржава само преглед производа и реализацију куповине, већ и додатни слој интеракције који кориснику олакшава сналажење у систему и смањује потребу за непосредним контактом са људском подршком.

Виртуелни асистент је реализован као плутајући виджет који је кориснику доступан на већини екрана у оквиру јавног дела апликације. Корисник му приступа кликом на јасно видљиву икону у доњем левом углу на свакој страници апликације, након чега се отвара панел за разговор, као што је приказано на слици 33.



Слика 33. Приказ виртуелног асистента „*Piccola Girl*“

У заглављу овог панела истакнути су назив „*Piccola Girl*“ и поднаслов „Твоја виртуелна асистенткиња“, чиме се кориснику одмах ставља до знања да је реч о брендираном асистенту чија је намена ограничена на теме у вези са брендом и процесом куповине. Овакво позиционирање је важно, јер асистент није замишљен као општи чет алат, већ као

функционалност усмерена на подршку корисничком искуству у оквиру развијене апликације.

По отварању панела кориснику се приказује уводна порука, у којој асистент објашњава да је доступан за питања о поруџбинама, достави, поврату и другим темама везаним за бренд Piccola. Након тога корисник може наставити комуникацију на два начина. Први начин заснива се на избору унапред дефинисаних брзих питања, приказаних у облику дугмади, као што су питања о року испоруке, начинима плаћања, поврату, избору величине, доступности производа или контакту са подршком. Овај приступ омогућава да корисник једним кликом покрене разговор о најчешћим темама и одмах добије унапред припремљен одговор, без додатног куцања и без чекања на сложенију обраду упита, као што је приказано на слици 34.



Слика 34. Пружање одговора од стране виртуелног асистента

Други начин комуникације заснива се на слободном текстуалном уносу. Корисник може да унесе сопствено питање у поље за поруку и да га пошаље асистенту. У случајевима када питање одговара некој од унапред дефинисаних тема, систем одмах враћа уређен и стандардизован одговор који је усклађен са политиком бренда. Ова логика омогућава брзину, конзистентност и поузданост, јер корисник за најчешће теме добија прецизне и јасно дефинисане информације. На тај начин систем обезбеђује да одговори у вези са доставом, плаћањем, повратом, избором величине и контакт информацијама буду увек усклађени са начином на који бренд жели да комуницира са својим купцима.

Када питање не припада унапред дефинисаним категоријама, виртуелни асистент прелази на генеративни режим одговарања, при чему се захтев шаље *backend* слоју који затим комуницира са великим језичким моделом. Иако је у позадини присутан генеративни

механизам, одговори су и у том случају ограничени системским упутствима која обезбеђују да асистент остане у оквиру теме брэнда, моде, куповине, доставе, поврата, величина и плаћања. Ако систем процени да не може поуздано да одговори или ако је питање изван дефинисаног домена, корисник се љубазно преусмерава ка контакт форми или људској подршци. На тај начин асистент не покушава да замени све облике корисничке подршке, већ делује као филтер и помоћни механизам за брзо решавање најчешћих недоумица.

Из угла корисничког искуства, посебно је важно то што је ова функционалност реализована тако да кориснику јасно сигнализира ток интеракције. Док се чека одговор генеративног дела система, приказује се индикатор да асистент „куца“, чиме се избегава осећај да систем не реагује. Поред тога, брза питања се након интеракције привремено склањају како би интерфејс остао прегледан, али поново постају доступна како би корисник могао лако да им се врати. Оваква организација разговора доприноси осећају природније комуникације и смањује визуелно преоптерећење панела.

Посебна вредност виртуелног асистента „*Piccola Girl*“ огледа се у томе што он истовремено доприноси и употребљивости система и препознатљивости брэнда. Са једне стране, кориснику се омогућава бржи приступ информацијама и лакше сналажење током куповине. Са друге стране, тон комуникације, назив асистента и начин на који су формулисани одговори задржавају идентитет брэнда и преносе га у сам процес корисничке подршке. Овим се остварује усклађеност између функционалне и комуникационе димензије апликације.

Посматрано у целини, интеграција виртуелног асистента представља важан елемент реализованог решења из угла крајњег корисника. Ова функционалност показује да систем није замишљен само као место за приказ производа и обраду поруџбина, већ као шире дигитално окружење које кориснику пружа подршку током различитих фаза интеракције са брэндом. На тај начин виртуелни асистент доприноси већем нивоу самосталности корисника, бољем корисничком искуству и јачању перцепције брэнда као савременог и кориснички оријентисаног.

### **6.6.1.5 Процес куповине и плаћања**



Процес куповине у оквиру реализованог решења конципиран је тако да крајњем кориснику омогући јасан и прегледан прелаз од избора производа до финализације поруџбине. За разлику од класичних система електронске трговине, у којима је куповина често ограничена само на унос података и избор начина плаћања, у предложеној апликацији овај ток је проширен елементима који омогућавају већи степен контроле, персонализације и повезаности са претходним активностима корисника унутар система. Посебно је значајно то што се у овом делу апликације повезују класичне функционалности е-трговине, као што су корпа и *checkout*, са програмом лојалности и могућношћу плаћања путем дигиталног новчаника.

Процес куповине започиње додавањем производа у корпу, након што корисник на страници појединачног производа изабере одговарајућу варијанту, као што је величина. Корпа представља прву контролну тачку у куповном току, јер кориснику омогућава да прегледа одабране артикле, провери њихову цену и припреми се за наставак ка финализацији поруџбине, што је приказано на слици 35. У оквиру овог дела система кориснику је омогућено да прегледа укупан износ, изврши евентуалне измене и настави ка *checkout* процесу. На тај начин се обезбеђује да корисник пре уласка у фазу плаћања има јасан увид у то шта је изабрао и колика је тренутна вредност његове поруџбине.



Слика 35. Приказ корпе и прелаза ка процесу плаћања

Након тога корисник може да настави на *checkout* страницу кликом на дугме "Настави на плаћање", који је организован као контролисан процес у више корака. У првом кораку корисник уноси или проверава податке за доставу, као што су име, контакт и адреса. Овај део је важан јер обезбеђује да се пре самог плаћања прикупе сви неопходни подаци за успешну реализацију испоруке. Систем притом користи валидацију обавезних поља, чиме се смањује могућност административних грешака и кориснику омогућава да благовремено исправи евентуалне пропусте, као што је приказано на слици 36.

**Piccola** POČETNA PRODAVNICA NOVE KOLEKCIJE BLOG KONTAKT Aleksandra Trpkov    
Krajnji korisnik

## Podaci za isporuku

### Podaci primaoca

Ime \*  Prezime \*

Imejl \*  Telefon \*   
Telefon je obavezan

### Adresa za isporuku

Ulica i broj \*   
Ulica i broj su obavezni  
Ulaz, stan... (Nije obavezno)

Poštanski broj \*  Grad \*   
Poštanski broj je obavezan Grad je obavezan

[← Nazad na korpu](#) **NASTAVI**

### Sažetak narudžbine

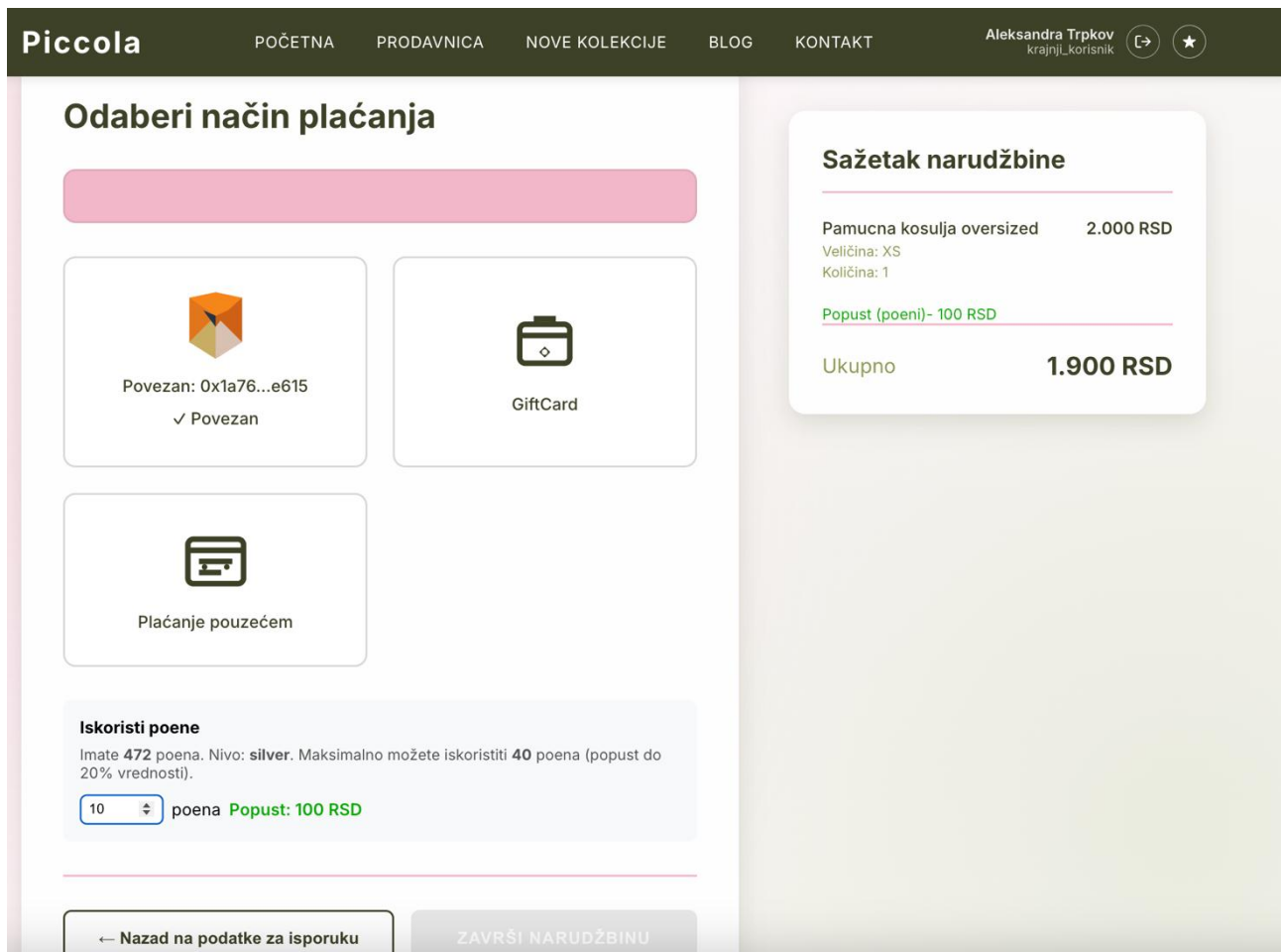
Pamucna kosulja oversized 2.000 RSD  
Veličina: XS  
Količina: 1

---

**Ukupno 2.000 RSD**

Слика 36. Приказ станице за плаћање са валидацијом поља

У наредном кораку корисник бира начин плаћања. У овом делу посебно долази до изражаја повезаност куповног процеса са програмом лојалности. Уколико је корисник улогован и има расположиве поене, систем му приказује релевантне податке о стању поена, максималном броју поена који могу бити искоришћени у конкретној поруџбини и износу попушта који се на основу тога може остварити. Корисник на тај начин може да искористи претходно сакупљене поене како би умањео коначну цену наруџбин (слика 37). Ова функционалност има посебан значај, јер клуб лојалности на овај начин није само информативни део апликације, већ постаје непосредно повезан са процесом плаћања и финалним корисничким искуством. Битно је нагласити да приликом коришћења поена лојалности, корисник има могућност уноса максимално 40 поена по једној наруџбини.



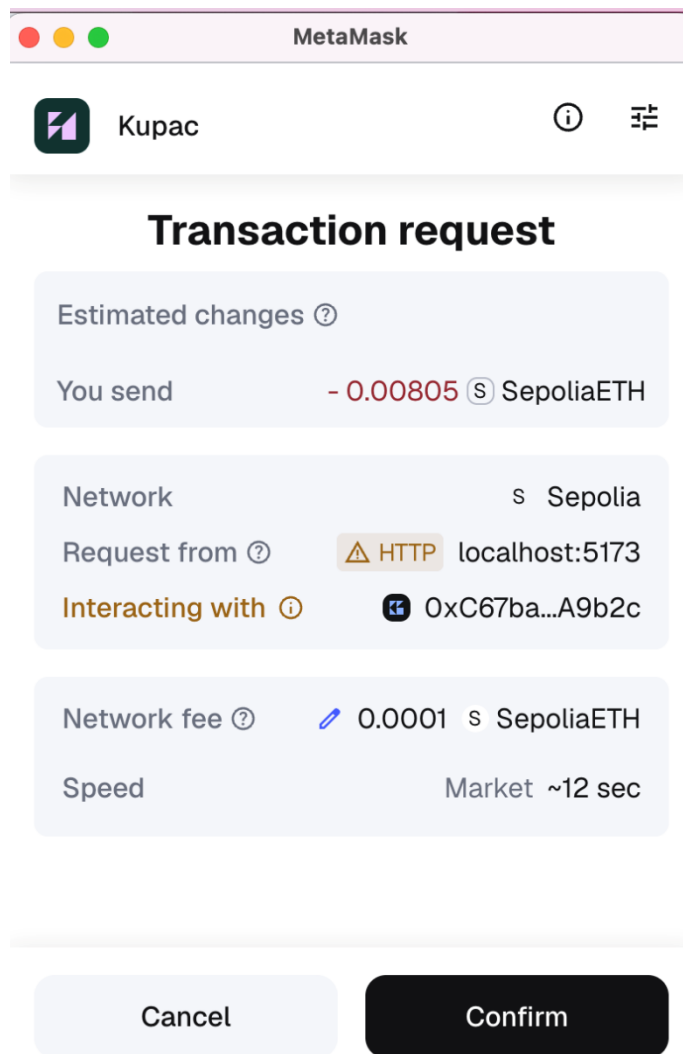
Слика 37. Приказ странице плаћања и искоришћавање поена лојалности

Осим коришћења поена, систем кориснику омогућава и избор конкретног начина плаћања. У зависности од логике апликације, плаћање се може реализовати кроз класичне методе, као што су поклон картица или плаћање поузећем, али и путем дигиталног новчаника. Када је омогућено блокчејн плаћање, корисник у оквиру *checkout* процеса може да повеже свој новчаник, при чему систем приказује израчунату вредност која је потребна за реализацију куповине у одговарајућој криптовалути тестног окружења. Као што је приказано на слици 38, у овом случају кориснику је доступна опција плаћања повезаним *MetaMask* новчаником, уз приказ износа у *SepoliaETH*, што омогућава да се у финалном кораку куповине повежу класично корисничко окружење електронске трговине и децентрализовани слој апликације.



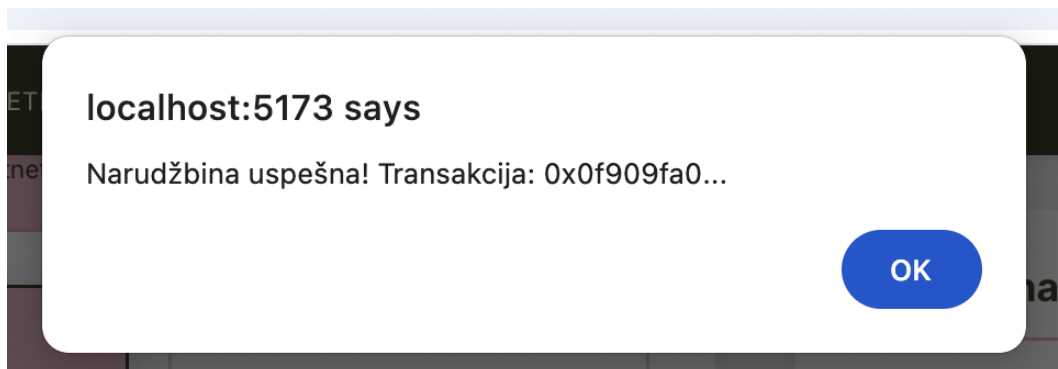
Слика 38. Приказ избора начина плаћања и иницирање плаћања

Након избора плаћања путем дигиталног новчаника, кликом на дугме „Заврши наруџбину” иницира се блокчејн део процеса куповине. У том тренутку апликација позива одговарајућу функцију паметног уговора и отвара *MetaMask* прозор за потврду трансакције (слика 39). У оквиру тог прозора корисник има увид у процењени износ који шаље, изабрану мрежу, адресу уговора са којим ступа у интеракцију и мрежну накнаду. На тај начин корисник не извршава плаћање нејасно и непрегледно, већ добија јасан увид у техничке и финансијске елементе трансакције пре него што је потврди. Овај корак је важан јер повезује кориснички део апликације са *web3* механизмом потврде, али без нарушавања основне логике *checkout* процеса.



Слика 39. Приказ *MetaMask* прозора за потврду трансакције

Након што корисник у *MetaMask* окружењу потврди трансакцију, систем наставља обраду нарудбине и, у случају успешног извршења, приказује одговарајућу поруку о успешно реализованој куповини, што је приказано на слици 40. У оквиру те поруке кориснику се приказује потврда да је нарудбина успешна, као и скраћени приказ идентификатора трансакције. На тај начин се кориснику јасно ставља до знања да је радња успешно завршена и да је систем евидентирао куповину. Овај корак има значај не само са техничког, већ и са корисничког становишта, јер заокружује цео процес и ствара осећај сигурности да је трансакција успешно спроведена.



Слика 40. Приказ потврде о успешно реализованој блокчејн трансакцији

У погледу корисничког искуства, посебно је важно то што систем у сваком кораку пружа јасну повратну информацију о стању радње коју корисник покушава да изврши. То значи да корисник има увид у то када је плаћање иницирано, када је потврда у току, као и да ли је процес успешно завршен или није. Оваква логика је посебно значајна у случају блокчејн плаћања, јер корисник у том току пролази кроз више повезаних корака, од избора начина плаћања, преко потврде у новчанику, до добијања коначне потврде у самој апликацији. На тај начин се сложенији *web3* механизам преводи у кориснички разумљив и контролисан ток интеракције.

Значај овако конципираног куповног процеса огледа се у томе што он истовремено задржава једноставност и уводи додатне вредности које нису уобичајене у класичним системима електронске трговине. Корисник има могућност да не само прегледа и купи производ, већ и да у оквиру истог процеса користи погодности које произилазе из његове лојалности бренду, као и да, када је то предвиђено, користи блокчејн механизме плаћања. На тај начин *checkout* не представља само завршни административни корак у куповини, већ важан део укупног корисничког искуства.

Посматрано у целини, процес куповине и плаћања у предложеној апликацији показује да реализовано решење успешно повезује класичне елементе електронске трговине са персонализованим и децентрализованим функционалностима. Корпа, *checkout*, искоришћавање поена лојалности и могућност плаћања путем дигиталног новчаника заједно чине интегрисан ток који кориснику пружа осећај контроле, транспарентности и непосредне користи. Управо у томе се огледа једна од значајних предности предложеног решења у односу на традиционалне платформе електронске трговине.

### 6.6.2 Приказ реализованог решења из угла модног дизајнера

Из угла модног дизајнера, реализовано решење представља интерно радно окружење намењено креирању, организацији и праћењу развоја модних колекција и појединачних модела. У предложеној апликацији модни дизајнер уједно има и улогу власника бренда, што значи да овај корисник не учествује само у креативном обликовању производа, већ и у управљању његовим дигиталним животним циклусом унутар система. На тај начин модни дизајнер представља почетну тачку у формирању производа који ће касније постати видљив другим корисничким улогама и крајњим купцима.

У оквиру овог дела апликације модном дизајнеру је омогућено да формира колекције и да у оквиру њих креира појединачне моделе. За сваки модел доступни су основни подаци као што су назив, шифра, кратак опис, припадност колекцији, као и релевантне карактеристике које представљају основу за његов даљи развој. На тај начин систем не служи само за евидентирање производа, већ и за њихово јасно структурирање у оквиру бренд логике и организације понуде.

Као што је приказано на слици 41, модни дизајнер у оквиру изабране колекције има увид у све моделе који јој припадају, као и у њихов тренутни статус. Поред укупног броја модела, систем приказује и расподелу по фазама развоја, као што су идеја, развој, тестирање и одобрење. На тај начин дизајнер не прати производе само као појединачне артикле, већ и као део ширег процеса у коме се јасно види у којој се фази сваки модел налази и колико је колекција у целини напредовала.

Посебна вредност овог дела апликације огледа се у томе што модни дизајнер кроз један интерфејс може истовремено да прати креативни и организациони аспект рада. Поред прегледа модела и њихових фаза, ова улога представља и полазну тачку за иницирање даљих активности ка другим учесницима у систему, као што су произвођач и остали релевантни актери у оквиру животног циклуса производа. Ипак, у контексту ове дисертације акценат је пре свега стављен на улогу дизајнера у формирању колекције, дефинисању модела и праћењу њиховог напретка, а не на детаљну оперативну разраду свих каснијих међукорака.

Piccola
Modni dizajner  
modni\_dizajner

3  
 Ukupno modela

1  
 Ideja


0  
 Razvoj

0  
 Testiranje

2  
 Odobreno

Svi (3)
Ideja (1)
Odobreno (2)

### Modeli u kolekciji



IDEJA


MD-FW26-103

LEATHER TRIMMED DRESS

Midi haljina sa kožnim detaljima za večeernji izgled.

Paleta: crna, bordo

Haljine



ODOBRENO


MD-FW26-101

WOOL BLEND COAT

Klasičan kaput sa modernim detaljima za gradsku eleganciju.

Paleta: tamno siva, crna, kamel

Kaputi



ODOBRENO

MD-FW26-102

TAILORED TWEED BLAZER

Tweed sakou sa strukturom za sofisticiran izgled.

Paleta: braon, siva, crna

Sakoi

**Слика 41.** Приказ модела у оквиру колекције из угла модног дизајнера

Избор колекција, организација модела и праћење њихових статуса немају значај само унутар интерног дела система, већ директно утичу и на садржај који ће касније бити видљив крајњем кориснику. Управо од начина на који модни дизајнер структурира колекције и дефинише појединачне моделе зависи шта ће бити приказано у јавној понуди брэнда, које ће производе купац моћи да прегледа и на који начин ће они бити представљени у продавници. На тај начин се улога модног дизајнера унутар апликације не завршава на интерном управљању производима, већ посредно обликује и корисничко искуство крајњег купца.

Посматрано у целини, приказ реализованог решења из угла модног дизајнера показује да предложена апликација није усмерена само на продајни део система, већ и на унутрашњу организацију и дигитализацију рада модног брэнда. Улога модног дизајнера у том смислу представља кључну спону између креативне идеје, моделирања производа и његовог даљег кретања кроз систем, што ову корисничку улогу чини једном од централних у оквиру укупног решења.

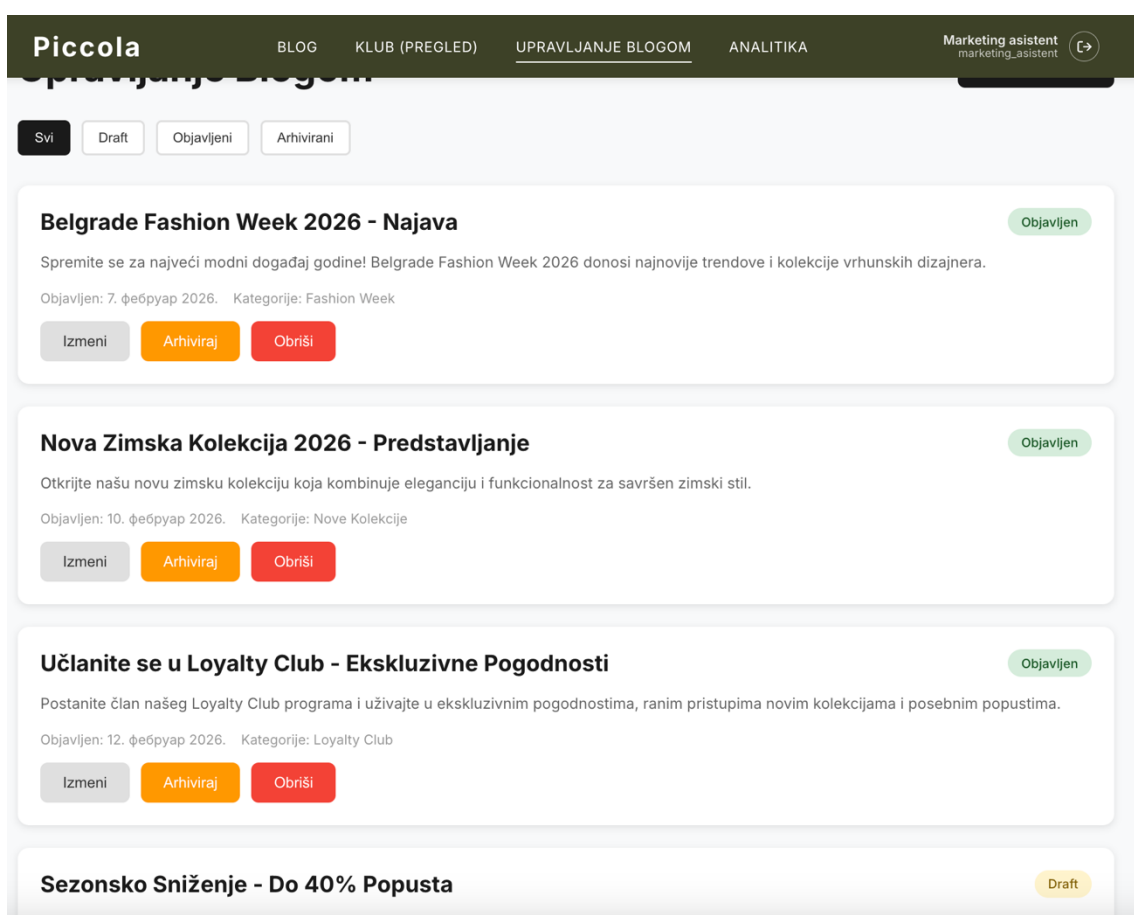
### 6.6.3 Приказ реализованог решења из угла маркетинг асистента

Из угла маркетинг асистента, реализовано решење представља пословно окружење намењено управљању садржајем, праћењу корисничких сегмената и анализи резултата тржишних активности брэнда. За разлику од крајњег корисника, који апликацију користи ради прегледа, куповине и коришћења персонализованих погодности, и модног дизајнера, који је усмерен на формирање колекција и модела, маркетинг асистент у систему има улогу корисника који обликује комуникацију брэнда са тржиштем и прати ефекте те комуникације. На тај начин овај део апликације показује да предложено решење није ограничено само на продају производа, већ обухвата и функционалности које подржавају раст видљивости брэнда и боље

разумевање публике.

У оквиру апликације маркетинг асистенту су доступни модули за рад са блог садржајем, преглед клуба лојалности и аналитички увид у резултате продаје и понашање корисника. Оваква организација система омогућава да се маркетиншке активности не посматрају као издвојен процес ван апликације, већ као саставни део јединственог дигиталног окружења брэнда. На тај начин маркетинг асистент у оквиру истог система може да припрема и организује садржај, прати структуру корисничке базе и анализира остварене резултате, што је посебно значајно за мали модни брэнд који нема велики број раздвојених алата за сваку појединачну функцију.

Као што је приказано на слици 42, један од централних делова овог модула односи се на управљање блоготом. У оквиру овог приказа маркетинг асистент има увид у постојеће објаве, њихове категорије, датуме објављивања и тренутни статус, као што су *draft*, објављено или архивирано. Поред самог прегледа, систем омогућава и активности као што су измена, архивирање и брисање објава, чиме се обезбеђује контрола над блог садржајем током читавог његовог животног циклуса. Ова функционалност је важна јер блог у оквиру брэнда не представља само информативни додатак, већ простор за представљање нових колекција, промоција, модних догађаја и програма лојалности. На тај начин маркетинг асистент кроз овај модул активно утиче на начин на који се брэнд представља корисницима и на који се комуникација усмерава ка различитим сегментима публике.



Слика 42. Приказ модула за управљање блог садржајем

Поред рада са садржајем, маркетинг асистент има приступ и прегледу купаца у оквиру клуба лојалности, што је приказано на слици 43. Овај модул омогућава увид у кориснике према нивоу чланства, броју расположивих поена, броју поена релевантних за напредовање у оквиру програма, као и у податке о следећем нивоу и преосталом броју поена потребном за

прелазак. На тај начин систем програм лојалности не посматра само као погодност намењену крајњем купцу, већ и као важан извор података за маркетиншку сегментацију. Маркетинг асистент управо на основу оваквог приказа може да уочи структуру корисничке базе и да планира комуникацију која је прилагођена различитим групама купаца, на пример корисницима који су близу преласка у виши ниво или онима који већ имају висок степен лојалности.

The screenshot shows the 'Piccola' loyalty club interface. At the top, there are navigation links: BLOG, KLUB (PREGLED), UPRAVLJANJE BLOGOM, and ANALITIKA. A 'Marketing asistent' button is also visible. The main heading is 'Pregled kupaca po nivou i poenima – za personalizovane ponude i praćenje napretka'. Below this, there is a filter for 'Nivo' set to 'Svi nivoi' and a count of '1 kupac'. A table displays the customer's details:

Kupac	Nivo	Poeni (saldo)	Poeni (12 m)	Sledeći nivo	Do sledećeg	Ažurirano
Aleksandra Trpkov	Silver	491	491	Gold	9	10.05.2026.

Below the table, there is a section titled 'Pragovi nivoa (poslednjih 12 meseci)' with the following requirements:

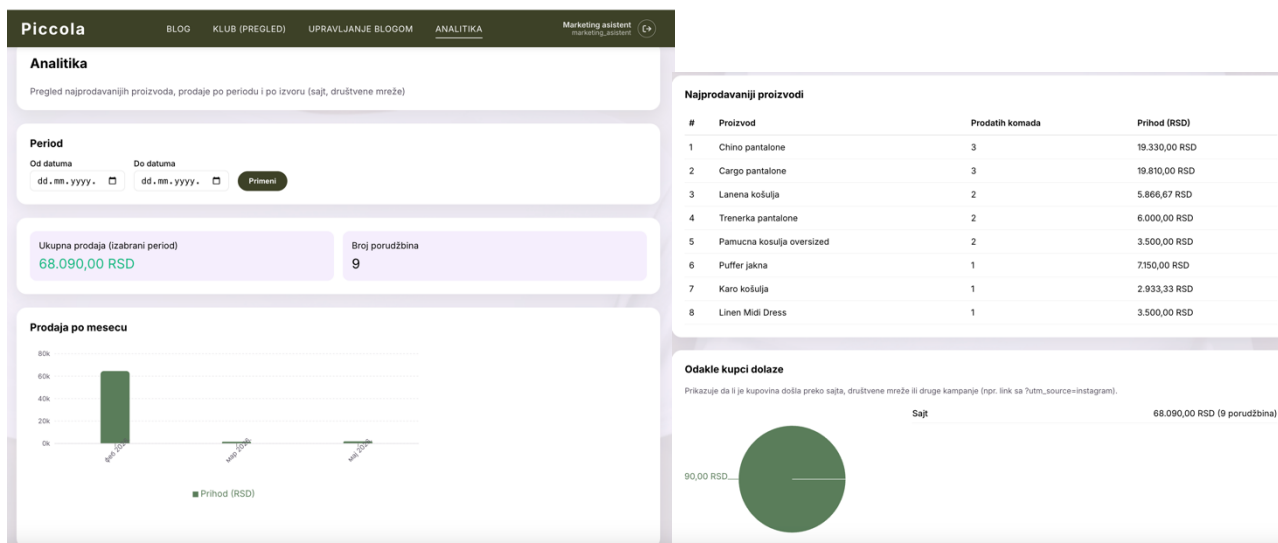
- Silver — od 0 poena (×1)
- Gold — od 500 poena (×1.1)
- Platinum — od 2000 poena (×1.25)

Слика 43. Приказ модула за преглед купаца у оквиру клуба лојалности

Посебан значај овог приказа огледа се у томе што клуб лојалности у оквиру маркетинг модула добија ширу функцију од самог награђивања купаца. Податак о нивоу корисника, броју поена и његовом напредовању може бити основа за персонализоване понуде, циљане кампање и пажљивије планирање садржаја који се пласира различитим групама купаца. На тај начин се остварује веза између *loyalty* механизма и маркетиншке стратегије брэнда, што представља важну додатну вредност предложеног решења.

Трећи значајан сегмент рада маркетинг асистента односи се на аналитику, која је приказана на слици 44. У оквиру овог модула доступни су кључни показатељи као што су укупна продаја у изабраном периоду, број поруџбина, продаја по месецу, најпродаванији производи и извор доласка купаца. Ови подаци имају посебан значај, јер омогућавају да маркетинг асистент не ради само са садржајем и кампањама на основу претпоставки, већ да њихов ефекат сагледава кроз мерљиве резултате. На тај начин апликација маркетинг функцији пружа и оперативну и аналитичку димензију.

У оквиру аналитичког модула маркетинг асистент има могућност да прати продају у зависности од временског периода, да уочи који производи остварују најбоље резултате и да стекне увид у то одакле купци долазе, односно који канал доноси највећи број поруџбина или највећи приход. Овај део решења посебно је важан за мало модно предузеће, јер омогућава доношење одлука заснованих на подацима без потребе за употребом већег броја спољних алата. На тај начин маркетинг асистент добија јединствен радни простор у коме може да повезује садржај, понашање корисника и продајне резултате.



Слика 44. Приказ аналитичког модула намењеног маркетинг асистенту

Посматрано у целини, приказ реализованог решења из угла маркетинг асистента показује да предложена апликација не функционише само као систем за продају и управљање производима, већ и као платформа за тржишну комуникацију и разумевање публике. Кроз рад са блог садржајем, увид у клуб лојалности и приступ аналитичким показатељима, маркетинг асистент у оквиру једног окружења добија могућност да обликује присуство брэнда, прати структуру корисничке базе и анализира ефекте активности које брэнд спроводи. Управо у томе се огледа једна од важних предности реализованог решења, јер омогућава да се у оквиру једне апликације повежу комуникација, персонализација и анализа резултата.

#### 6.6.4 Приказ реализованог решења из угла финансијског асистента

Из угла рачуновође, реализовано решење представља интерни модул намењен прегледу трансакција, праћењу статуса плаћања и увиду у расходе који настају у оквиру пословања модног брэнда. За разлику од маркетинг асистента, који је усмерен на садржај, сегментацију купаца и аналитику продаје, и модног дизајнера, који управља колекцијама и моделима, рачуновођа у оквиру система има улогу корисника који прати финансијске токове и обезбеђује јасну слику о кретању прихода и расхода. На тај начин овај део апликације уводи финансијску димензију унутрашњег функционисања брэнда и повезује податке о куповинама, плаћањима и трошковима у оквиру јединственог окружења.

Као што је приказано на слици 45, у оквиру модула Трансакције рачуновођи је омогућен увид у листу реализованих и текућих порудбина, при чему су за сваку трансакцију приказани основни подаци као што су идентификатор порудбине, купац, датум, износ, начин плаћања и статус. Посебно је значајно то што систем приказује и статус блокчејн плаћања, као што су стања „чека блокчејн потврду” и „спремно за слање”, чиме се јасно види да модул није ограничен само на класичне финансијске евиденције, већ да прати и оне трансакције које су повезане са децентрализованим слојем апликације. На тај начин рачуновођа не добија само статичан приказ финансијских података, већ увид у то у којој се фази налази конкретна порудбина и да ли је плаћање у потпуности потврђено.



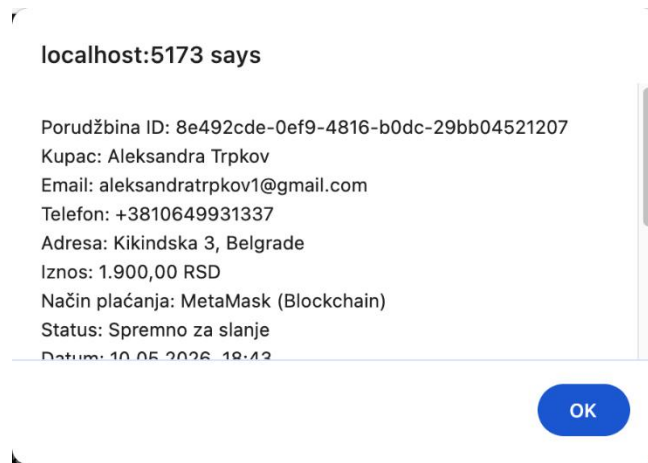
## Transakcije

ID porudzbine	Kupac	Datum	Iznos	Način plaćanja	Status	Detalji
8e492cde...	Aleksandra Trpkov aleksandrtrpkov1@gmail.com	10.05.2026. 18:43	1.900,00 RSD	MetaMask (Blockchain) TX: 0x0f909fa0...	Spreмно за slanje	Detalji
1d40f055...	Aleksandra Trpkov aleksandrtrpkov1@gmail.com	10.05.2026. 18:42	2.000,00 RSD	MetaMask (Blockchain)	Čeka blockchain potvrdu	Detalji
385e896a...	Aleksandra Trpkov aleksandrtrpkov1@gmail.com	10.05.2026. 18:35	1.900,00 RSD	MetaMask (Blockchain)	Čeka blockchain potvrdu	Detalji
4dca346f...	Aleksandra Trpkov aleksandrtrpkov1@gmail.com	22.03.2026. 14:00	1.600,00 RSD	MetaMask (Blockchain) TX: 0x65332159...	Spreмно за slanje	Detalji
be0330c1...	Aleksandra Trpkov aleksandrtrpkov1@gmail.com	22.03.2026. 13:51	6.200,00 RSD	MetaMask (Blockchain)	Čeka blockchain potvrdu	Detalji
3a6adef2...	Aleksandra Trpkov aleksandrtrpkov1@gmail.com	19.02.2026. 19:04	3.500,00 RSD	MetaMask (Blockchain) TX: 0x2f3bb56a...	Spreмно за slanje	Detalji
a3d869b5...	Aleksandra Trpkov aleksandrtrpkov1@gmail.com	15.02.2026. 19:51	3.000,00 RSD	MetaMask (Blockchain) TX: 0xa127ad77...	Spreмно за slanje	Detalji
c413814f...	Aleksandra Trpkov aleksandrtrpkov1@gmail.com	15.02.2026. 19:47	3.000,00 RSD	MetaMask (Blockchain)	Spreмно за slanje	Detalji
d174df64...	Aleksandra Trpkov aleksandrtrpkov1@gmail.com	13.02.2026. 10:39	13.000,00 RSD	MetaMask (Blockchain)	Spreмно за slanje	Detalji
cc58b20a...	Aleksandra Trpkov aleksandrtrpkov1@gmail.com	12.02.2026. 19:51	8.800,00 RSD	MetaMask (Blockchain)	Spreмно за slanje	Detalji

Слика 45. Приказ модула за преглед трансакција и статуса плаћања

Оваква организација података је значајна јер омогућава да рачуновођа на једном месту прати финансијски аспект продајног процеса. Из приказа се може уочити не само укупан износ сваке поруџбине, већ и начин плаћања, укључујући блокчејн трансакције инициране кроз *MetaMask*, као и припадајући идентификатор трансакције. На тај начин модул трансакција представља везу између корисничког *checkout* процеса и интерног финансијског праћења, јер оно што је крајњем кориснику приказано као успешно плаћање овде постаје евидентирано као део укупног финансијског тока бренда.

Поред основног табеларног прегледа, систем омогућава и приступ детаљном приказу сваке појединачне поруџбине. Избором опције „Детаљи” рачуновођи се приказују проширене информације о конкретној трансакцији, као што су идентификатор поруџбине, подаци о купцу, контакт информације, адреса испоруке, износ, начин плаћања, статус и датум реализације. Оваква функционалност је значајна јер омогућава дубљи увид у појединачне записе, што је посебно важно у ситуацијама када је потребно проверити исправност података, повезати трансакцију са конкретним купцем или разјаснити статус одређене поруџбине, што је приказано на слици 46.



Слика 46. Приказ детаљних информација о појединачној поруџбини

Поред прихода и статуса куповина, рачуновођа има приступ и детаљном приказу расхода, што је приказано на слици 47. У овом делу система доступни су филтери по статусу, начину плаћања и временском периоду, чиме се омогућава прецизније издвајање релевантних записа. Поред укупног износа расхода, приказани су и појединачни трошкови са детаљима као што су датум, врста материјала, боја, количина, цена по јединици, укупан трошак, добављач и модел на који се трошак односи. Овакав приказ је важан јер омогућава да се расходи не посматрају само као збирни финансијски подаци, већ као конкретни трошкови повезани са одређеним производима и елементима производног процеса.

Piccola		TRANSAKCIJE				Racunovodja	
Filteri		Način plaćanja		Od datuma		Do datuma	
Status	Svi statusi	Svi načini	dd. mm. yyyy.	dd. mm. yyyy.	Resetuj filtere		
<b>Detalji rashoda</b>							
Ukupan rashod: 224.870,00 RSD							
13 stavki							
Datum	Materijal	Boja	Količina (kg)	Cena po kg	Ukupno	Dobavljač	Model
22.03.2026. 13:15	Poplin	Bela	5.00 kg	10,00 RSD	50,00 RSD	Dobaljac materijala - Danica	Pamucna kosulja oversized NLK26-002
22.03.2026. 13:08	Šifon	Roze	2.00 kg	10,00 RSD	20,00 RSD	Dobaljac materijala - Danica	Lagana letnja haljina NLK26-001
01.03.2026. 18:43	Pamuk	Crna	30.00 kg	120,00 RSD	3.600,00 RSD	Dobaljac materijala - Danica	Slim fit pamučne pantalone MD-T26-004
01.03.2026. 18:43	Poliester	Crna	20.00 kg	~500,00 RSD (procena)	10.000,00 RSD	Dobaljac materijala - Danica	Slim fit pamučne pantalone MD-T26-004
27.02.2026. 21:21	Lan	bela	30.00 kg	100,00 RSD	3.000,00 RSD	Dobaljac materijala - Danica	Linen Midi Dress MD-R25-201
27.02.2026. 21:21	Pamuk	bela	5.00 kg	1.200,00 RSD	6.000,00 RSD	Dobaljac materijala - Danica	Linen Midi Dress MD-R25-201
24.02.2026. 21:04	Viskoza	Krem	10.00 kg	~500,00 RSD (procena)	5.000,00 RSD	Dobaljac materijala - Danica	Tailored Tweed Blazer MD-FW26-102

Слика 47. Приказ модула за преглед расхода и детаљних трошкова

Посебна вредност овог модула огледа се у томе што рачуновођа може да повеже расходе са конкретним моделима и добављачима, чиме систем омогућава детаљнији увид у структуру трошкова бренда. На тај начин финансијски увид није ограничен само на приходе од продаје, већ обухвата и издатке који настају у позадини пословања, као што су набавка материјала и други трошкови повезани са развојем производа. То је посебно значајно у контексту малог модног бренда, јер омогућава јасније разумевање односа између онога што се продаје и онога што је било неопходно уложити да би производ био развијен и припремљен за тржиште.

Посматрано у целини, приказ реализованог решења из угла рачуновође показује да предложена апликација не служи само за управљање производима и комуникацију са купцима, већ и за интерно финансијско праћење пословања. Кроз модуле за трансакције и расходе, систем омогућава рачуновођи да прати статусе плаћања, евидентира приходе и стекне увид у структуру трошкова који стоје иза појединачних модела и процеса. На тај начин реализовано решење уводи јасну финансијску контролу у оквиру јединственог дигиталног окружења бренда, што представља важну подршку доношењу пословних одлука и унутрашњој организацији рада.

## 7. ЕВАЛУАЦИЈА МОДЕЛА

Као завршна фаза истраживања спроводи се евалуација предложеног модела кроз корисничку евалуацију развијене децентрализоване апликације и анализу добијених резултата. Основни циљ ове фазе истраживања јесте да се испита у којој мери предложени модел доприноси повећању поверења, сигурности, транспарентности и ефикасности у процесима електронске трговине, као и да се утврди да ли корисници и пословни учесници показују спремност да користе овакво решење у пракси.

У том смислу, евалуација модела није усмерена само на сагледавање функционалности апликације, већ и на процену њене практичне употребљивости, прихватљивости и перципиране вредности из угла различитих корисничких група. Посебна пажња усмерена је на проверу да ли развијено решење остварује очекиване ефекте у домену повећања поверења купаца, боље провере порекла и аутентичности производа, већег нивоа сигурности, ефикаснијег извршавања пословних активности и аутоматизације кључних процеса употребом паметних уговора.

С обзиром на постављене истраживачке циљеве, у оквиру овог поглавља најпре је приказана методологија корисничке евалуације развијене апликације, а затим је дата анализа прикупљених резултата у односу на хипотезе из групе Х2. При томе је анализа организована тако да се посебно разматрају ставови крајњих корисника и ставови пословних учесника, чиме се омогућава потпуније сагледавање практичне вредности предложеног модела.

### 7.1 Валидација и корисничка евалуација децентрализоване апликације

У циљу валидације предложеног модела реализована је корисничка евалуација развијене децентрализоване апликације од стране учесника модних ланаца е-трговине, са намером да се испита у којој мери развијено решење одговара постављеним циљевима истраживања и доприноси повећању поверења, сигурности, транспарентности и ефикасности у процесима електронске трговине. Основни циљ ове фазе истраживања био је да се провери да ли развијени модел омогућава поузданије праћење порекла и аутентичности производа, ефикасније извршавање пословних активности и већу спремност различитих корисника да користе овакав систем у пракси.

Валидација модела заснована је на корисничкој евалуацији *proof-of-concept* апликације кроз укључивање испитаника који имају различите улоге. У истраживању су учествовали крајњи корисници, као и пословни учесници релевантни за функционисање малог модног бренда, пре свега модни дизајнер, маркетинг асистент и финансијски асистент. На тај начин омогућено је да се модел сагледа и из угла купца, и из угла интерних корисника који учествују у организацији, промоцији и финансијском праћењу пословања.

Корисничка евалуација апликације спроведена је кроз три основна корака. У првом кораку испитаницима је приказан развијени систем уз објашњење његових основних функционалности. Најпре је представљен општи концепт апликације и њене кључне карактеристике, а затим су, у зависности од изабране улоге, приказане функционалности релевантне за конкретног корисника. Крајњим корисницима приказане су функционалности везане за преглед производа, проверу аутентичности, клуб лојалности, виртуелног асистента и процес куповине, док су пословним учесницима представљени модули релевантни за њихове радне задатке. У другом кораку испитаници су попуњавали анкету конципирану тако да омогући процену корисности, разумљивости и практичне вредности развијеног система. Анкета је садржала заједнички уводни део намењен свим испитаницима, као и посебне секције прилагођене појединачним улогама. У анкети су коришћена питања са скалом

процене, затворена питања са унапред понуђеним одговорима и отворена питања, како би се обезбедили и квантитативни и квалитативни подаци. Приказ реализованог решења представљен је путем видео материјала, у оквиру којих су објашњени и општи концепт апликације и њена основна сврха, као и појединачни сегменти намењени различитим улованим корисницима. На тај начин обезбеђено је да сваки испитаник процењује систем на основу функционалности релевантних за сопствену перспективу коришћења. Преглед коришћених видео материјала и структура анкете дати су у оквиру Прилога 2. У трећем кораку извршена је анализа прикупљених одговора, са циљем да се утврди у којој мери резултати потврђују постављене хипотезе истраживања. Посебна пажња усмерена је на процену транспарентности, поверења, провере аутентичности, сигурности, ефикасности процеса, аутоматизације путем паметних уговора и спремности корисника да наставе да користе апликацију. Добијени резултати анализирани су посебно за крајње кориснике и за пословне учеснике, како би се прецизније сагледале сличности и разлике у перцепцији развијеног модела.

У оквиру евалуације модела посебна пажња усмерена је на проверу хипотеза из групе Х2, које се односе на спремност корисника да користе децентрализовану апликацију, транспарентност трансакција, проверу аутентичности и порекла производа, поверење купаца, сигурност, ефикасност процеса, аутоматизацију путем паметних уговора и спремност корисника да наставе да користе апликацију. У том смислу, резултати истраживања тумачени су у односу на сваку од наведених хипотеза појединачно.

## **7.2   Анализа резултата**

Након анкетирања учесника малих модних ланаца е-трговине извршена је анализа прикупљених резултата са циљем да се утврди у којој мери развијени модел потврђује хипотезу Х2 и подхипотезе Х2.1–Х2.7, дефинисане у поглављу 1.3 дисертације, које се односе на спремност корисника за прихватање децентрализоване апликације у контексту транспарентности, провере аутентичности, поверења, ефикасности и аутоматизације пословних процеса. Анализа је заснована на одговорима испитаника који су систем процењивали из различитих перспектива, при чему су посебно разматрани ставови крајњих корисника и ставови пословних учесника. Оваквим приступом омогућено је да се модел сагледа и из угла поверења купаца и из угла практичне употребљивости система у оквиру пословних процеса малог модног бренда.

У обради резултата коришћена је дескриптивна анализа одговора, при чему су разматране вредности добијене на скалама процене, расподела одговора код затворених питања и садржај отворених коментара испитаника. Посебна пажња посвећена је отвореним одговорима, јер они омогућавају дубље разумевање разлога због којих испитаници процењују систем као користан, прихватљив или погодан за даље унапређење.

У складу са структуром анкете и питањима датим у Прилогу 2, као и различитим улогама испитаника, анализа резултата организована је тако да се најпре размотре ставови крајњих корисника, а затим ставови пословних учесника. На крају се, на основу добијених резултата, разматрају постављене хипотезе и процењује у којој мери је предложени модел испунио циљеве истраживања.

### **7.2.1   Евалуација реализованог решења од стране крајњих корисника**

Евалуација реализованог решења од стране крајњих корисника имала је за циљ да испита у којој мери развијена децентрализована апликација доприноси већој транспарентности, поузданијој провери аутентичности и порекла производа, јачању поверења купаца, већем осећају безбедности и спремности корисника да наставе да користе апликацију, односно у којој мери добијени резултати дају одговор на постављене хипотезе истраживања. У

истраживању је укупно учествовало 28 испитаника, од којих су 22 испитаника били крајњи корисници, док је преосталих 6 чинило пословне учеснике. За крајње кориснике релевантна су била питања која се односе на транспарентност, проверу порекла и аутентичности, поверење, безбедност и наставак коришћења апликације.

*X2 – Стејхолдери ланца снабдевања електронске трговине спремни су да користе децентрализовану апликацију за реализацију пословних трансакција, праћење порекла и верификацију аутентичности производа.*

Спремност крајњих корисника да користе овакву апликацију у пракси анализирана је на основу питања да ли би били спремни да користе систем за праћење активности, размену података и проверу порекла и аутентичности производа. Резултати показују да је 19 од 22 испитаника, односно 86,36%, одговорило потврдно, док је преосталих 13,64% навело одговор „можда“. Ниједан испитаник није изразио негативан став.

Оваква расподела одговора указује на висок ниво прихватљивости предложеног система међу крајњим корисницима. Чињеница да није забележен ниједан негативан одговор посебно је значајна, јер показује да чак и код испитаника који су били резервисани не постоји одбојност према самом концепту, већ пре потреба за додатним објашњењем начина функционисања апликације, њених кључних функционалности и практичне вредности за корисника. Имајући у виду дескриптивни карактер анализе, добијени резултати могу се тумачити као индикативни налази који пружају подршку хипотези X2 из угла крајњих корисника.

*X2.1 – Децентрализована апликација повећава транспарентност трансакција у електронској трговини*

Хипотеза X2.1 анализирана је на основу три питања: колико је испитаницима након приказа јасно да апликација омогућава транспарентније праћење процеса, порекла и аутентичности модних производа, колико им је важна транспарентност информација о производу приликом online куповине и да ли апликација пружа бољи увид у порекло производа.

Просечна оцена на питању о јасноћи да апликација омогућава транспарентније праћење износила је 4,91, при чему је 20 испитаника дало највишу оцену, а 2 испитаника оцену 4. Питање о важности транспарентности информација о производу приликом онлајн куповине имало је просечну оцену 4,64, што показује да купци овом аспекту придају висок значај. На питање да ли апликација пружа бољи увид у порекло производа, 20 од 22 испитаника одговорило је потврдно, док су 2 испитаника навела да се са тим слажу делимично.

Ови резултати показују да крајњи корисници не само да препознају транспарентност као важну вредност у електронској трговини, већ и да предложено решење јасно повезују са унапређењем тог аспекта. Може се закључити да развијена апликација кориснику омогућава бољи увид у податке релевантне за куповну одлуку. Имајући у виду дескриптивни карактер анализе, добијени резултати могу се тумачити као индикативни налази који пружају подршку хипотези X2.1.

*X2.2 – Децентрализована апликација омогућава поуздану проверу аутентичности и порекла производа*

За анализу хипотезе X2.2 коришћена су питања која се односе на значај могућности провере порекла, аутентичности и квалитета производа, као и питање о томе који део приказа историје производа испитаници сматрају најкориснијим.

Просечна оцена на питању колико би испитаницима значило да могу проверити порекло, аутентичност и квалитет производа износила је 4,82, при чему је 18 испитаника дало највишу оцену, а 4 испитаника оцену 4. Када је реч о најкориснијем делу приказа историје производа, најчешће су издвајани контрола квалитета, историја производа и учесници у ланцу, док су *ISO* стандарди ређе били у фокусу. То указује на то да корисници највише вреднују управо оне информације које им омогућавају конкретан увид у ток и квалитет производног процеса.

Овакви резултати потврђују да је следљивост производа једна од кључних вредности предложеног решења. Испитаници су јасно показали да могућност увида у порекло и квалитет производа представља конкретну корист која надмашује класичне моделе електронске трговине. Имајући у виду дескриптивни карактер анализе, добијени резултати могу се тумачити као индикативни налази који пружају подршку хипотези Х2.2.

### *Х2.3 – Децентрализована апликација повећава поверење купаца у производе и системе електронске трговине*

Хипотеза Х2.3 анализирана је на основу три питања: да ли би апликација повећала поверење у производ, да ли би испитаници више веровали производу који има дигитални запис о пореклу и аутентичности и да ли би доступност таквих информација повећала њихову спремност да купе производ.

На питање да ли би апликација повећала поверење у производ, 21 од 22 испитаника одговорило је потврдно, док је један испитаник навео одговор „можда“. Када је реч о производу који има дигитални запис о пореклу и аутентичности, 19 испитаника је изјавило да би му више веровало, док су 3 испитаника навела да би то поверење било делимично веће. На питање да ли би доступност таквих информација повећала спремност за куповину, 20 испитаника одговорило је потврдно, а 2 су навела одговор „можда“.

Ови резултати показују да транспарентност и проверљивост података не делују само на ниво информисаности, већ и на начин на који се купац односи према производу и апликацији. Крајњи корисници развијену децентрализовану апликацију перципирају као механизам који може да ојача поверење у бренд и да позитивно утиче на куповну намеру. Имајући у виду дескриптивни карактер анализе, добијени резултати могу се тумачити као индикативни налази који пружају подршку хипотези Х2.3.

### *Х2.5 – Децентрализована апликација унапређује безбедност и смањује ризик од превара у електронској трговини*

Хипотеза Х2.5 анализирана је на основу питања да ли систем делује сигурније од стандардних електронских продавница. На ово питање 19 испитаника одговорило је потврдно, док су 3 испитаника навела да се са тим слажу делимично. Ни овде није забележен ниједан негативан одговор.

Ови резултати указују на то да крајњи корисници доживљавају предложено решење као сигурније од класичних електронских продавница, пре свега захваљујући следљивости, транспарентности и блокчејн верификацији. Ипак, важно је нагласити да се у овом случају ради о перцепцији безбедности из угла испитаника, а не о директном техничком мерењу нивоа сигурности или учесталости превара. Из тог разлога, добијени резултати указују на позитиван ефекат система на доживљај безбедности, али не омогућавају потпуну емпиријску потврду смањења ризика од превара. Имајући у виду дескриптивни карактер анализе, може се закључити да добијени резултати индикативно пружају делимичну подршку хипотези Х2.5.

*X2.7 – Децентрализована апликација се може ефикасно користити за извршавање кључних задатака и корисници су спремни да наставе да је користе*

Хипотеза X2.7 код крајњих корисника анализирана је на основу питања о вероватноћи да би наставили да користе овакву апликацију. Просечна оцена на овом питању била је 4,73, при чему је 16 испитаника дало највишу оцену, а 6 испитаника оцену 4.

Овакав резултат указује на висок ниво прихваћености развијене децентрализоване апликације и позитивну процену његове практичне вредности. Испитаници предложено решење сматрају занимљивим са технолошког аспекта и препознају могућност његовог коришћења у будућности. Имајући у виду дескриптивни карактер анализе, добијени резултати могу се тумачити као индикативни налази који пружају подршку хипотези X2.7.

*Квалитативни осврт на коментаре крајњих корисника*

Отворени одговори крајњих корисника показују да је општи утисак о систему веома позитиван. Један део испитаника навео је да није уочио потребу за значајнијим унапређењима, што се види у коментарима као што су: „Све је сјајно”, „Мислим да је све одлично урађено” и „За сада ми све делује комплетно”. Овакви одговори указују на то да је предложено решење у основи препознато као функционално и корисно.

Истовремено, више испитаника је издвојило и конкретне правце за даље унапређење. Један корисник је истакао: „Требало би унапредити прегледност апликације, једноставност коришћења и брзину приступа информацијама о производима”, што указује на значај корисничког интерфејса и брзог приступа релевантним подацима. Други испитаник је навео: „За крајње кориснике је пожељно додати објашњење које се више односи на функционисање MetaMask новчаника, као и генерално функционисање плаћања”, чиме је указано на потребу за јаснијим увођењем корисника у web3 и блокчејн механизме. Слично томе, у једном коментару је наглашено: „Можда још објаснити купцима на сајту о значају технологија које сте користили”, што додатно потврђује важност едукативне компоненте.

Поједини коментари указују и на жељу за проширивањем функционалности. Један од испитаника је предложио: „По мом мишљењу, било би корисно додати могућност остављања коментара и утисака испод производа”, док је други навео: „Можда да се дода праћење саме пошиљке”. Такви предлози показују да корисници не доживљавају апликацију само као систем за верификацију и транспарентност, већ и као платформу која би могла да обједини шири спектар корисничких сервиса.

Посебно су значајни коментари који директно потврђују важност порекла и транспарентности. Један испитаник је навео: „Порекло производа се данас стално занемарује, а мислим да је то на крају дана најзначајније за кориснике”, док је други истакао: „Приказ историје производа да бисмо могли да видимо како је производ настао, као и порекло самог производа.” Поред тога, један од испитаника указао је и на значај појашњења блокчејн логике: „Што се тиче блокчејн ланца, колико је јасно некоме ко заправо нема доменско знање, да ли би могло некако да им се појасни?” Ови одговори су посебно значајни јер потврђују да су кључне вредности предложеног система, као што је транспарентност, следљивост и проверљивост, препознате од стране корисника, али и да постоји потреба да се технолошка позадина учини разумљивијом ширем кругу купаца.

У целини посматрано, отворени коментари крајњих корисника подржавају квантитативне резултате и потврђују да се предложено решење доживљава као корисно и релевантно, уз простор за даља корисничка, едукативна и функционална унапређења.

Резултати евалуације указују на то да крајњи корисници препознају значајан потенцијал развијене децентрализоване апликације за унапређење корисничког искуства у електронској трговини модног бренда. Испитаници су посебно истакли вредност система у домену транспарентности, провере порекла и аутентичности производа, као и јачања поверења приликом доношења куповне одлуке. У условима тржишта на коме купци често немају довољно поузданих информација о производу, овакво решење може допринети већој сигурности, бољој информисаности и јаснијем односу корисника према бренду и производу. Посебно је значајно што крајњи корисници у апликацији нису препознали само технолошку новину, већ и практично решење које има потенцијал да се користи у будућности. На тај начин развијена апликација може представљати важан инструмент за изградњу поверења, препознатљивости и додатне вредности малих модних брендова из угла крајњих купаца.

## **7.2.2 Евалуација реализованог решења од стране пословних учесника**

Евалуација реализованог решења од стране пословних учесника имала је за циљ да испита у којој мери су функционалности развијене апликације јасне корисницима, као и у којој мери оне доприносе ефикаснијој реализацији пословних процеса, аутоматизацији кључних активности и спремности корисника да систем користе у свакодневном раду. У овој евалуацији учествовало је 6 испитаника, и то модни дизајнер, маркетинг асистент и финансијски асистент / рачуновођа. За ову групу испитаника релевантна су била питања која се односе на спремност за коришћење, перципирану ефикасност, аутоматизацију и јасноћу функционалности. Имајући у виду да је анализа у овом делу истраживања дескриптивног карактера и да је број пословних учесника ограничен, добијене налазе треба тумачити као индикативне, односно као резултате који у већој или мањој мери пружају подршку постављеним хипотезама, а не као њихову формалну инференцијалну потврду.

*X2 – Стејкхолдери ланца снабдевања електронске трговине спремни су да користе децентрализовану апликацију за реализацију пословних трансакција, праћење порекла и верификацију аутентичности производа.*

За процену хипотезе X2 код пословних учесника коришћена су два питања: да ли би били спремни да користе овакву апликацију у пракси и да ли би користили исту у свакодневном раду. На прво питање свих 6 испитаника одговорило је потврдно. Када је реч о свакодневном раду, 4 испитаника су навела да би систем користила, док су 2 испитаника одговорила „можда“.

Ови резултати показују да код пословних учесника постоји висок степен спремности за прихватање предложеног решења. Потпуна сагласност код питања о коришћењу у пракси указује на то да испитаници у овој групи препознају вредност развијене апликације у оквиру реалних пословних активности. Одговори „можда“ код питања о свакодневном раду показују одређену резерву, али не представљају одбацивање концепта, већ пре потребу за додатним увидом у поједине функционалности и обим њихове примене у свакодневном пословању. Имајући у виду дескриптивни карактер анализе и ограничен број испитаника, добијени резултати могу се тумачити као индикативни налази који пружају подршку хипотези X2.

*X2.1 – Децентрализована апликација повећава транспарентност трансакција у електронској трговини.*

Иако код пословних учесника транспарентност није била централни фокус као код крајњих корисника, она је ипак процењивана кроз питање о томе колико им је након приказа јасно да

апликација омогућава транспарентније праћење процеса, порекла и аутентичности модних производа. Просечна оцена на овом питању износила је 4,67, при чему су 4 испитаника дала оцену 5, а 2 испитаника оцену 4.

Овакав резултат показује да и пословни учесници у великој мери препознају транспарентност као једну од важних карактеристика предложеног система. Ипак, у њиховој групи овај аспект има пре свега потпорну улогу, јер су за њих од већег значаја били ефикасност, аутоматизација и свакодневна употребљивост система. Овај резултат додатно указује у прилог хипотези Х2.1 и у складу је са налазима добијеним у групи крајњих корисника.

#### *Х2.4 – Децентрализована апликација смањује време обраде трансакција.*

Хипотеза Х2.4 анализирана је на основу питања о томе у којој мери би апликација убрзала пословне процесе у оквиру конкретне улоге, као и на основу питања о томе у којој мери би оваква апликација помогла малим модним брендовима да професионалније организују пословање и буду конкурентнији на тржишту. На питање о убрзању пословних процеса свих 6 испитаника дало је највишу оцену 5, што представља веома снажан показатељ да пословни учесници јасно препознају потенцијал решења за повећање ефикасности. Истовремено, и питање које се односи на допринос професионалнијој организацији пословања дало је изразито позитивне резултате.

Ови резултати указују на то да је предложена развијена апликација из угла интерних корисника препозната као средство које може да допринесе бржој размени података, мањем ослањању на ручне кораке и бољој организацији рада. Међутим, важно је нагласити да у оквиру овог истраживања није спроведено директно мерење стварног времена обраде трансакција пре и после примене система, већ је анализирана перцепција испитаника о могућем убрзању процеса. Имајући у виду да се закључак заснива на перцепцији испитаника, а не на директном мерењу времена обраде трансакција, добијени резултати могу се тумачити као индикативни налази који делимично пружају подршку хипотези Х2.4.

#### *Х2.6 – Децентрализована апликација омогућава интеграцију паметних уговора за аутоматизацију кључних пословних процеса.*

За анализу ове хипотезе коришћена су два питања: да ли би аутоматизација процеса, као што су одобрења, евиденција и плаћања, олакшала рад испитаника и колико би им користила аутоматизација путем паметних уговора и дигиталних правила у оквиру њихове улоге. На питање да ли би аутоматизација олакшала рад, 5 од 6 испитаника одговорило је потврдно, док је један испитаник навео одговор „делимично“. Питање о корисности аутоматизације путем паметних уговора имало је просечну оцену 4,67, при чему су 4 испитаника дала оцену 5, а 2 оцену 4.

Овакви резултати показују да пословни учесници у великој мери препознају аутоматизацију као једну од најзначајнијих предности предложеног система. Посебно је важно што су позитивно оцењени управо они процеси који у пракси често захтевају више ручних корака, административних провера и комуникације између различитих улога. У том смислу, резултати показују да испитаници паметне уговоре и дигитална правила доживљавају као оправдан механизам за поједностављење и убрзање пословних активности. Добијени резултати представљају индикативне налазе који пружају подршку хипотези Х2.6.

*X2.7 – Децентрализована апликација се може ефикасно користити за извршавање кључних задатака и корисници су спремни да наставе да је користе*

Хипотеза X2.7 код пословних учесника анализирана је на основу питања о јасноћи и прегледности функционалности, као и питања о томе да ли би користили овакву апликацију у свакодневном раду. Просечна оцена јасноће функционалности износила је 4,83, при чему је 5 испитаника дало оцену 5, а један испитаник оцену 4. Поред тога, 4 испитаника су навела да би систем користила у свакодневном раду, док су 2 навела одговор „можда“. Ови резултати указују на то да је реализована апликација у великој мери препозната као разумљива, прегледна и употребљива. Иако одређена резерва постоји код мањег броја испитаника када је реч о свакодневном коришћењу, доминантан утисак је позитиван и показује да пословни учесници у развијеној апликацији препознају решење које има потенцијал за примену у конкретним радним процесима. Имајући у виду дескриптивни карактер анализе и мали број пословних учесника, добијени резултати могу се тумачити као индикативни налази који пружају подршку хипотези X2.7 и из угла ове групе испитаника.

*Квалитативни осврт на коментаре пословних учесника*

Отворени одговори пословних учесника показују да је општи утисак о апликацији позитиван и да је систем препознат као добро осмишљен и функционално користан. Један део испитаника навео је да су кључни елементи већ обухваћени, што се види у коментарима као што су: „*Све што је битно је обухваћено*” и „*Ништа, све изгледа лепо осмишљено и организовано*”. Овакви одговори указују на то да испитаници апликацију препознају као добро постављену основу за дигиталну подршку пословању малих модних брендова.

Истовремено, издвојени су и коментари који упућују на конкретне правце даљег развоја. Из угла маркетинг асистента посебно је истакнуто: „*Било би веома значајно да систем омогући и праћење кључних метрика са друштвених мрежа*”, као и „*Посебно би било корисно интегрисати праћење перформанси кампања путем Meta Ads и Google Ads платформи*”. Ови коментари показују да постоји потреба да се маркетиншки модул прошири у правцу детаљније аналитике и праћења везе између оглашавања и продаје.

Из угла финансијског асистента издвојен је коментар: „*Требало би да буду приказани и плаћени порези и доприноси, као и приложени остали рачуни који се односе на трошкове пословања*”, што указује на очекивање да систем у будућим фазама развоја обухвати и детаљније финансијске и рачуноводствене аспекте. Слично томе, из угла модног дизајнера истакнута је потреба за додатним увидом у утрошак материјала и планирање производње, што се огледа у коментару: „*Пре наручивања треба знати потрошњу материјала по комаду и пројекцију колико комада би се производило у првој серији.*”

Поред функционалних предлога, уочена је и потреба за детаљнијим представљањем појединих модула. Један испитаник је навео: „*Јако мало могу да видим са видеа јер кратко траје*”, што упућује на закључак да би у будућим тестирањима било корисно омогућити дужи и детаљнији приказ појединих пословних функционалности.

У целини посматрано, отворени коментари пословних учесника потврђују да је систем препознат као користан и прихватљив, али и да постоји простор за његово даље продубљивање у смеру аналитичких, маркетиншких, финансијских и производних функционалности.

Резултати евалуације указују на то да пословни учесници препознају значајан потенцијал развијене апликације за унапређење конкурентности малих модних брендова. Испитаници су

посебно издвојили вредност система у домену транспарентности процеса, праћења порекла и аутентичности производа, боље организације пословних активности и јачања поверења купаца, што за мање брендове може представљати важну основу за тржишно позиционирање. У условима тржишта на коме доминирају велики и већ афирмисани актери, овакво решење може допринети томе да мали брендови лакше изграде препознатљив идентитет заснован на квалитету, оригиналности и проверљивости производа. Посебно је значајно што апликација не пружа вредност само у продајном делу, већ и у интерној организацији рада, јер омогућава ефикасније повезивање креативних, маркетиншких и финансијских активности у оквиру једног система. На тај начин развијена апликација може представљати не само технолошко решење, већ и инструмент за изградњу додатне вредности и конкурентске предности малих модних брендова у развоју.

## 8. ЗАКЉУЧАК

Предмет ове дисертације је анализа примене блокчејн технологије у развоју и управљању пројектима електронске трговине. Циљ истраживања је развој иновативног модела који интегрише блокчејн у екосистем електронске трговине ради повећања транспарентности, безбедности и поверења међу учесницима, као и унапређења ефикасности пословних процеса.

У дисертацији је анализирано постојеће стање електронске трговине и идентификовани су кључни изазови као што су ограничена транспарентност, недостатак поверења између актера, висок ниво посредовања, ризици од преваре и фалсификата, као и фрагментација података. Применом блокчејн технологије ови изазови се могу превазићи успостављањем децентрализоване, неизмењиве и транспарентне евиденције свих трансакција у оквиру вредносног ланца е-трговине.

Предложени модел развоја пројеката електронске трговине заснован на блокчејну обухвата фазе које се заснивају на *DevOps* приступу. На овај начин се обезбеђује континуирани развој, интеграција и аутоматизација процеса, што омогућава поуздано, скалабилно и ефикасно функционисање система.

Модел такође интегрише паметне уговоре, *cloud* инфраструктуру и вештачку интелигенцију. Ова интеграција омогућава да сви актери од произвођача, добављача, продаваца, потрошача, финансијских институција, логистичких провајдера и регулаторних тела, делују у оквиру заједничке децентрализоване платформе, што доводи до веће транспарентности и смањења трошкова.

Предложени модел представља значајан допринос области дигиталне трговине, јер нуди јединствен и уједињен приступ интеграцији блокчејн технологије у екосистем е-трговине, уз уважавање техничких, организационих и људских аспеката. Његовом применом могуће је постићи већу транспарентност, бољу заштиту података, већу поузданост и одрживост екосистема е-трговине.

У експерименталном делу рада је спроведено истраживање о спремности потрошача да усвоје блокчејн платформе у електронској трговини, као и анализа фактора који утичу на прихватање технологије помоћу модификованог *UTAUT2* модела. Подаци су статистички обрађени ради идентификације варијабли које највише утичу на спремност потрошача да користе е-трговину засновану на блокчејну. Резултати су показали да перципирана ефикасност, очекивани напор, поверење и перципирана вредност цене значајно утичу на усвајање блокчејн технологије од стране потрошача.

Као доказ концепта, развијен је прототип децентрализоване апликације (*DApp*) која демонстрира функционисање предложеног модела, омогућава интеракцију стејкхолдера преко паметних уговора и размену података у реалном времену. Имплементацијом *DevOps* приступа у развоју и одржавању апликације, обезбеђује се континуирано тестирање, побољшање и прилагођавање новим технолошким и тржишним условима. Развијена апликација је затим евалуирана кроз приказ функционалности крајњим корисницима и пословним учесницима, као и кроз анализу њихових одговора прикупљених путем анкете. Резултати су показали да су корисници посебно препознали значај транспарентности, провере порекла и аутентичности производа, док су пословни учесници истакли значај ефикасности, аутоматизације и практичне употребљивости система. На основу добијених резултата може се закључити да предложено решење има потенцијал за примену у електронској трговини модног брэнда и да у великој мери одговара постављеним циљевима истраживања.

Део резултата остварених у оквиру истраживања и развоја спроведених у овој дисертацији објављен је у научним часописима међународног значаја, а представљен је и на националним

и међународним конференцијама, са циљем да допринесу даљем развоју и практичној примени блокчејн технологије у електронској трговини.

## 8.1 Теоријске импликације

Предложени модел пружа структуриран приступ интеграцији блокчејн технологије у екосистем електронске трговине, нудећи јасан путоказ за пословне субјекте и доносиоце одлука. Решавањем кључних изазова као што су скалабилност, интероперабилност, регулаторна усклађеност и одрживост, модел доприноси академској дискусији о блокчејн технологији и њеној примени у електронској трговини. Док су претходне студије нпр. [133], [134] наглашавале кључну улогу поверења у усвајању блокчејн технологије од стране потрошача, ово истраживање пружа додатну дубину анализом интеракције поверења са другим факторима као што су употребљивост, перципирана безбедност и транспарентност трансакција. За разлику од радова који су поверење посматрали изоловано [135], [136], резултати овог истраживања показују да поверење делује и као предуслов и као фактор који појачава перцепцију употребљивости и безбедности. Поред тога, студија истиче транспарентност трансакција и интегритет података као кључне детерминанте поверења, пружајући детаљније разумевање фактора који обликују поверење потрошача у системе електронске трговине засноване на блокчејну. Ови увиди проширују постојеће теоријске моделе тиме што поверење не третирају као изоловану категорију, већ као део мултидимензионалног оквира у којем оно динамички делује у интеракцији са употребљивошћу и безбедношћу и тиме утиче на понашање усвајања технологије.

Развијени модел развоја пројеката електронске трговине заснован на блокчејн технологији има за циљ да одговори на значајне изазове као што су скалабилност, транспарентност и ефикасност трансакција. Иако представљени теоријски оквир пружа снажну основу, одсуство емпиријске валидације представља ограничење. Адекватна валидација захтевала би сарадњу са оперативним ланцем снабдевања у којем постоје реални стејкхолдери, трансакције и логистичка ограничења. Симулирани модели, иако корисни, имају ограничен капацитет да обухвате пуну сложеност, разноликост и непредвидивост стварних окружења електронске трговине.

Модел је теоријски подржан својом способношћу да превазиђе фрагментацију постојећих решења путем интегрисаног приступа. Сваки аспект – интероперабилност, паметни уговори, транспарентност и усклађеност – није додатак, већ функционално интегрисан елемент. Архитектура модела стога није само технолошки иновативна, већ и системски различита, прилагођена спецификацијама из теорије система, економије трансакционих трошкова и институционалне легитимности. Сажет преглед теоријских валидација дат је у Табели 9.

**Табела 9.** Теоријско поређење предложеног блокчејн модела са конвенционалним решењима

Димензија	Традиционална / изолована блокчејн решења	Предложени блокчејн модел	Теоријска основа
<b>Обим и интеграција система</b>	Блокчејн се обично примењује на самосталним модулима – нпр. праћење ланца снабдевања или крипто-плаћања. Интеграција са <i>ERP</i> , <i>CRM</i> , системима за усклађеност и логистику зависи од контекста и врши се мануелно.	Окупља хетерогене актере (произвођаче, добављаче, трговце, регулаторе, процесоре плаћања) на једну платформу кроз интероперабилне паметне уговоре и заједничке регистре.	Теорија система: Системи функционишу боље када се међузависности експлицитно обрађују, а не као одвојене функције [137].
<b>Интегритет података и поверење</b>	Традиционалне платформе се ослањају на централизоване сервере и	Сваки детаљ о трансакцијама, идентификационим	Теорија интегритета информација: Криптографски

Димензија	Традиционална / изолована блокчејн решења	Предложени блокчејн модел	Теоријска основа
	податке ван ланца. Чак и самосталне блокчејн апликације (нпр. <i>Provenance</i> за праћење ланца снабдевања) и даље зависе од спољних система за плаћања или регулаторну усклађеност. Поверење се гради преко спољних репутација или сертификата [138].	маркерима, контролама квалитета и испоруци чува се на заједничком блокчејну – неизмењив, временски обележен и транспарентан за овлашћене актере. Нико не може изменити или сакрити информације (нпр. фалсификоване фактуре или обрисане рецензије), без обзира са које стране долазе.	докази распршени у мрежи обезбеђују висок ниво интегритета података, посебно када посредници нису поуздани или су непознати [139].
<b>Трошкови трансакција и ефикасност</b>	Независни процеси (нпр. одвојени системи за плаћање, логистику, правне аспекте) стварају редувантност: вишеструке провере, верификацију докумената или циклусе фактурисања [140], [141].	Међусобно повезани паметни уговори са тригерима (нпр. потврда испоруке активира исплату) уклањају скупе повратне кораке. Правне, финансијске и логистичке потврде обједињене су у једном извршном слоју, што смањује трошкове у <i>B2B</i> и <i>B2C</i> односима.	Економија трансакционих трошкова: Блокчејн смањује трошкове координације и контроле када је комплексност уговора велика, а надзор потребан [142].
<b>Мрежни ефекти и интероперабилност</b>	Сваки нови актер мора преговарати о <i>API</i> слоју, стандардима података или услугама трећих страна, што ограничава узајамну вредност. Пример је интеграција новог процесора плаћања или продавца, што остаје билатерални процес.	Сваки нови учесник добија приступ свим осталима одмах: чланство у систему подразумева заједнички приступ верификованим подацима, праћењу логистике, платним каналима и повратним информацијама потрошача. Стандарди интероперабилности су уграђени у систем.	Теорија мрежних ефеката: Мултилатерални системи вреде више, и то суперлинеарно, како број корисника расте и додаје вредност заједничким сервисима и регистру [143], [144].
<b>Стратешка непоновљивост</b>	Пилот-пројекти блокчејна са једном наменом (нпр. токени лојалности) лако се копирају. Конкурентска предност је кратког даха ако није комбинована са власничким подацима или инфраструктуром.	Дубока интеграција и учење у вишеслојном окружењу оптимизованом према бази добављача, сегментима купаца и категоријама производа. Дугорочна унутрашња ефикасност и поверење купаца тешко се могу реплицирати споља.	Ресурсно-базирани поглед: Одржива предност настаје када је способност (интегрисана блокчејн оркестрација) вредна, ретка и укоренења у организационе рутине [145].
<b>Регулаторна усклађеност и ревизија</b>	Ревизија централизованих система подразумева усклађивање табела, података трећих страна или интерних логова, најчешће ручно. Изоловани блокчејн алати и даље захтевају податке ван ланца за пореске или регулаторне извештаје.	Регулаторне агенције могу директно упитати регистар (нпр. паметни уговори као доказ усклађености са ПДВ-ом или еколошким сертификатима). Аутоматизовани системи за опозив (нпр. небезбедни производи) омогућавају праћење до изворних актера у реалном времену.	Институционална теорија: Кодификоване најбоље праксе постају легитимне и олакшавају регулаторни надзор, посебно у интер-индустријским или прекограничним контекстима [146].

## 8.2 Практичне импликације

Ова докторска дисертација се бави актуелним изазовима електронске трговине, као што су поверење, неефикасност трансакција и недостатак транспарентности.

Практичне импликације ове дисертације произилазе из предложеног модела екосистема електронске трговине заснованог на блокчејну и студије прихватања која анализира факторе усвајања од стране потрошача. Модел пружа структуриран оквир који пословним субјектима и доносиоцима одлука омогућава да унапреде поверење, употребљивост и безбедност применом транспарентних записа о трансакцијама, верификованог интегритета података и аутоматизације путем паметних уговора. Такође, развијени модел наглашава потребу за поједностављеним корисничким интерфејсима, непрекорном интеграцијом плаћања и едукацијом корисника ради смањења баријера у усвајању.

Резултати студије потврђују да је поверење предуслов за перцепцију употребљивости и безбедности, што значи да предузећа морају најпре да обезбеде јасне безбедносне гаранције и транспарентне праксе управљања подацима како би подстакла усвајање. Утврђено је да регулаторна јасноћа директно утиче на перципирану безбедност, што наглашава потребу за снажним правним оквиром и политикама спречавања превара. Ови налази потврђују да усвајање блокчејна у електронској трговини захтева приступ који је оријентисан на корисника, уз стратешко усклађивање технологије, регулативе и корисничког искуства ради остварења реалне примене.

Да би се ови изазови превазишли, препоручује се да доносиоци одлука подрже развој децентрализованих апликација (*DApps*) кроз финансијске подстицаје и техничку помоћ за пилот-пројекте који демонстрирају практичну примену паметних уговора у е-трговини. Поред тога, потребно је дефинисати смернице за избор одговарајућих блокчејн платформи (нпр. *Ethereum* за широку заједницу, *Polkadot* за интероперабилност, *Solana* за брзину трансакција) и препоручити стандардизоване језике и најбоље праксе за кодирање традиционалних уговорних клаузула у дигитални облик [4]. Неопходно је увести јасна правила о власништву и контроли корисничких података на блокчејну, као и успоставити техничке стандарде за интероперабилност путем сертификованих независних аудитора паметних уговора и извора података.

Примена блокчејна у електронској трговини захтева и одговарајући правни основ који мора бити јасно дефинисан на националном нивоу. У савременом регулаторном окружењу, правни оквир за примену блокчејна у електронској трговини развија се неуједначено, али се јасно уочавају три важна правца: регулаторна хармонизација у Европској унији, секторски и агенцијски приступ у Сједињеним Америчким Државама и постепено увођење пилот-иницијатива у земљама у развоју [147]. У Европској унији, поред Опште уредбе о заштити података (енгл. *General Data Protection Regulation – GDPR*), значајан корак представља и Уредба о тржиштима крипто-имовине (енгл. *Markets in Crypto-Assets Regulation – MiCA*), којом су уведена јединствена правила за издаваоце крипто-имовине и пружаоце услуга у овој области, док Европска комисија паралелно развија и Европску блокчејн инфраструктуру за јавне услуге [148]. У Сједињеним Америчким Државама регулација је и даље више фрагментисана и ослања се на деловање појединачних регулаторних тела, уз покушаје да се кроз нове иницијативе обезбеди већа правна извесност у области дигиталне имовине и блокчејн трансакција. У земљама у развоју нагласак је чешће на пилот-пројектима, изградњи институционалних капацитета и укључивању блокчејна у шири оквир дигиталне трговине, финансијске инклузије и следљивости у ланцима снабдевања [149]. То показује да правни основ за примену блокчејна у електронској трговини не обухвата само питања крипто-имовине, већ и заштиту података, дигитални идентитет, електронско пословање, интероперабилност система и институционално поверење у дигиталне трансакције.

Потребно је установити регулаторне оквире који ће признати правну ваљаност паметних уговора, дефинисати права над дигиталном имовином и ускладити блокчејн примене са постојећим трговинским и потрошачким прописима. С обзиром на разлике између држава, међународна координација или споразуми о узајамном признавању могли би имати кључну улогу у омогућавању прекограничне е-трговине засноване на блокчејну. Коначно, заштита потрошача на децентрализованим платформама може се ојачати обавезним откривањем накнада, политика повраћаја и исхода решавања спорова на ланцу (*on-chain*), као и увођењем режима „осигурања дигиталне имовине“ за заштиту корисника од губитака изазваних техничким грешкама у паметним уговорима.

### 8.3 Ограничења истраживања

Упркос својим предностима, ова дисертација има неколико ограничења. Имплементација предложеног модела може наићи на отпор стејкхолдера због почетних трошкова и сложености интеграције блокчејна са постојећим системима, што може успорити усвајање. Иако студија прихватања пружа вредне увиде у факторе који утичу на усвајање технологије, она има ограничења у погледу демографске заступљености. Узорак је био усмерен на млађе и технолошки писменије испитанике, који су по правилу склонији усвајању нових технологија, што можда не одражава ставове старијих или мање технолошки писмених корисника. Прекомерна заступљеност студената и високо образованих испитаника може довести до прецењивања лакоће употребе, јер особе са мањим искуством у дигиталним финансијама могу наићи на веће баријере у усвајању. Ова демографска ограничења указују да резултати нису у потпуности генерализовани на све групе потрошача, те је неопходно спровести будућа истраживања на већим и разноврснијим узорцима. Поред тога, брз развој блокчејн технологије и динамичне промене регулативе уносе додатну неизвесност која може утицати на дугорочну одрживост и прилагодљивост предложеног модела новим правним и технолошким оквирима.

Ограничење овог истраживања односи се и на евалуацију развијене децентрализоване апликације од стране корисника, која је спроведена на релативно малом узорку и заснована пре свега на перцепцији испитаника након приказа функционалности система. Иако оваква анализа омогућава увид у корисност, прихватљивост, транспарентност и поверење које систем изазива код корисника, она не представља дугорочно праћење стварне употребе апликације у реалним пословним условима. Такође, поједини аспекти, као што су смањење времена обраде трансакција, ниво безбедности и смањење ризика од превара, нису испитивани директним техничким мерењем, већ кроз ставове и утиске испитаника.

Поред тога, у оквиру развијеног *proof-of-concept* решења нису у потпуности реализоване све интеграције предвиђене концептуалним моделом, пре свега оне које се односе на *Internet of Things (IoT)*, *big data* и вештачку интелигенцију, нити је апликација повезана са *cloud* окружењем у мери која би омогућила потпуну проверу скалабилности, континуиране доступности и рада у ширем дигиталном екосистему. Ограничење се односи и на то што развијена апликација не обухвата све потенцијалне функционалности које би у практичној примени могле бити значајне, као што су дубља интеграција са спољним системима, напреднија аналитика, аутоматизовано прикупљање података и проширени механизми праћења пословних догађаја.

Будућа истраживања требало би да обухвате већи број корисника, дужи период праћења употребе система, као и даље проширење функционалности апликације и интеграцију са технологијама предвиђеним предложеним моделом, уз, где је могуће, објективне показатеље њене ефикасности, скалабилности и безбедности.

## 8.4 Научни и стручни доприноси

Најзначајнији допринос ове дисертације биће развој модела развоја пројеката електронске трговине заснованих на блокчејн технологији. Овим моделом очекује се остварење веће транспарентности, сигурности и ефикасности пословних трансакција у електронској трговини, праћење порекла производа, побољшање сигурности плаћања и повећање поверења потрошача.

Кључни научни доприноси су:

- Идентификација и концептуализација комплексних релација у дигиталном екосистему електронске трговине заснованом на блокчејн технологији, са фокусом на праћење токова података и трансакција и проверу аутентичности производа.
- Критичка анализа и разматрање постојећих модела и приступа интеграције блокчејн технологије у електронској трговини, са освртом на њихове могућности и ограничења.
- Истраживачко-теоријско-методолошка концептуализација могућности примене блокчејн технологије и *DevOps* приступа у електронској трговини.
- Указивање на значај сајбер безбедности и заштите података потрошача у електронској трговини.
- Развој модела развоја пројеката електронске трговине заснованих на блокчејн технологији.
- Моделирање и приказ концептуалног модела, архитектуре система и токова података у оквиру децентрализованог апликационог решења (*DApp*).
- Формални опис предложеног модела, укључујући дефиницију свих кључних функционалности децентрализоване апликације.
- Дизајн инфраструктуре за имплементацију предложеног модела у контексту електронске трговине.
- Емпиријско истраживање спремности крајњих корисника (*B2C*) за усвајање услуга електронске трговине заснованих на блокчејн технологији.
- Валидација предложеног модела кроз корисничку евалуацију развијене децентрализоване апликације и процену прихватљивости, корисности и практичне вредности система од стране стејкхолдера ланца снабдевања електронске трговине.
- Унапређење модела пословних процеса у електронској трговини кроз интеграцију паметних уговора и аутоматизацију пословних трансакција.
- Дефинисање оквира за евалуацију предложеног модела, кроз процену транспарентности, ефикасности, поверења корисника и степена аутоматизације на примеру развијеног *DApp* решења.

Очекивани стручни доприноси су:

- Систематизација научне и стручне литературе и постојећих решења у области примене блокчејн технологије у електронској трговини.
- Систематизација метода и технологија које се у пракси могу применити за развој паметних уговора и децентрализованих апликација у електронској трговини.
- Дефинисање методолошког оквира за анализу спремности корисника на усвајање услуга електронске трговине заснованих на блокчејн технологији, прилагођеног специфичностима електронске трговине.

- Развој *proof-of-concept* децентрализоване апликације која ће омогућити јачање поверења потрошача у оригиналност производа, смањивање ризика од куповине фалсификата и изградњу дугорочне лојалности према брендovima.

Очекивани друштвени доприноси су:

- Резултати истраживања ће допринети повећању сигурности и транспарентности код свих учесника у екосистему електронске трговине, кроз примену блокчејн технологије која елиминише потребу за посредницима.
- Истраживање ће омогућити боље разумевање могућности смањења случајева превара и продаје фалсификованих производа, путем побољшане аутентификације и праћења производа у реалном времену.
- Резултати ће допринети повећању поверења потрошача у платформе електронске трговине, кроз сигуран систем за верификацију и заштиту података.
- Истраживање указује на потенцијал предложеног модела да, кроз аутоматизацију процеса и ефикаснију размену података, доприноси повећању поверења, сигурности и ефикасности у екосистему електронске трговине.
- За актере у ланцу снабдевања електронске трговине, истраживање доноси предности у виду ефикасније сарадње, правовремене размене података и смањења оперативних ризика у пословању и унапређења безбедности пословања.

## 8.5 Будућа истраживања

Резултати добијени у оквиру ове дисертације указали су на више могућих праваца будућих истраживања. Иако је у раду развијен и евалуиран *proof-of-concept* модел децентрализоване апликације за електронску трговину модног бренда, наредни корак требало би да буде његово дугорочније тестирање у реалном пословном окружењу. То подразумева примену система током одређеног временског периода у оквиру конкретног ланца снабдевања електронске трговине модног бренда, како би се пратило његово понашање у условима свакодневног пословања, комуникације између учесника и реалних токова података.

У том смислу будућа истраживања требало би да буду усмерена на инкременталне и практичне валидације. Посебно је значајно успостављање индустријских партнерстава, јер сарадња са актерима у ланцу снабдевања омогућава имплементацију и евалуацију модела у реалном пословном контексту, чиме би се поузданије сагледали његова скалабилност и оперативна изводљивост. Поред тога, даљи развој и примена функционалних прототипова у системима мањег обима могли би допринети детаљнијој провери кључних аспеката решења, као што су транспарентност, брзина извршавања процеса и сигурност размене података.

У том контексту, будућа истраживања могла би бити усмерена на мерење перформанси и скалабилности предложеног решења, укључујући време обраде трансакција, стабилност рада система, поузданост размене података, могућност обраде већег броја корисника и одрживост рада система у условима раста броја пословних догађаја. На тај начин било би могуће објективније проценити техничке ефекте примене модела, а не само његову перципирану вредност из угла корисника.

Посебан правац даљих истраживања односи се на праћење стварне употребе решења од стране различитих група корисника током дужег периода. У овој дисертацији евалуација је заснована на ставовима испитаника након приказа функционалности апликације, док би у будућим истраживањима било значајно пратити на који начин корисници заиста користе поједине модуле, које функционалности најчешће примењују, где се јављају препреке у употреби и на који начин се временом мења њихов однос према систему.

Даља истраживања могла би бити усмерена и на проширење модела у правцу дубље интеграције са другим пословним и технолошким системима, као што су маркетиншке платформе, рачуноводствени системи, логистички сервиси, *ERP* и *CRM* окружења, као и алати за аналитику друштвених мрежа и дигиталног оглашавања. На тај начин било би могуће проценити у којој мери предложени модел може да функционише као шира дигитална инфраструктура за управљање малим модним брендом, а не само као изоловано *proof-of-concept* решење.

Поред тога, значајан правац будућих истраживања односи се на даље унапређење корисничког искуства, нарочито из угла крајњих корисника који нису технички упућени у блокчејн механизме. Резултати евалуације указали су на потребу за јаснијим објашњењем одређених функционалности, као што су блокчејн верификација, *MetaMask* плаћања и значај дигиталног записа о пореклу и аутентичности производа. Због тога би будућа истраживања могла обухватити и испитивање различитих начина представљања ових функционалности корисницима, са циљем повећања разумљивости, поверења и лакоће употребе.

Коначно, будућа истраживања могла би бити усмерена на проверу опште применљивости и адаптивбилности предложеног модела у другим доменима електронске трговине, изван модне индустрије. Иако је модел развијен и евалуиран у контексту модног бренда, одређени његови елементи, као што су праћење порекла производа, верификација аутентичности, аутоматизација процеса и транспарентна размена података, могли би бити релевантни и у другим областима у којима су поверење, следљивост и поузданост података од посебног значаја. Поред тога, значајан правац будућих истраживања односи се на дубљу интеграцију модела са другим технологијама, пре свега *IoT* решењима, која би омогућила праћење производа током складиштења, транспорта и испоруке, као и са системима заснованим на вештачкој интелигенцији, који би могли подржати персонализоване препоруке производа на основу претходних куповина и понашања корисника. На тај начин предложени модел могао би се даље развијати као шира, адаптивбилна и технолошки интегрисана основа за савремене системе електронске трговине.

## 9. ЛИТЕРАТУРА

- [1] H. Bidgoli, 'Electronic Commerce', 2013, doi: 10.18356/afe8fde5-en.
- [2] H. Bulsara and P. Vaghela, 'Blockchain Technology for E-commerce Industry', vol. 29, pp. 3793–3798, Apr. 2020.
- [3] U. Bodkhe *et al.*, 'Blockchain for Industry 4.0: A Comprehensive Review', *IEEE Access*, vol. 8, pp. 79764–79800, 2020, doi: 10.1109/ACCESS.2020.2988579.
- [4] A. Trpkov, D. Sovtić, M. Tomić, A. Labus, and B. Rodić, 'STAKEHOLDERS' READINESS FOR ADOPTING BLOCKCHAIN IN THE FASHION INDUSTRY', *Facta Universitatis, Series: Electronics and Energetics*, vol. 37, no. 1, Art. no. 1, Mar. 2024.
- [5] S. Hirsh and S. Alman, 'Blockchain (Library Futures Series, Book 3)', *Published Works by SJSU Honorees*, Jan. 2019, [Online]. Available: [https://scholarworks.sjsu.edu/faculty\\_books/255](https://scholarworks.sjsu.edu/faculty_books/255)
- [6] S. Kumar and M. K. Barua, 'Exploring the hyperledger blockchain technology disruption and barriers of blockchain adoption in petroleum supply chain', *Resources Policy*, vol. 81, p. 103366, Mar. 2023, doi: 10.1016/j.resourpol.2023.103366.
- [7] X. Fan, B. Niu, and Z. Liu, 'Scalable blockchain storage systems: research progress and models', *Computing*, vol. 104, no. 6, pp. 1497–1524, Jun. 2022, doi: 10.1007/s00607-022-01063-8.
- [8] Nasir, Yuslinaini, and Tarmizi, 'Analysis of the Impact of Blockchain Technology Adoption on Operational Efficiency and Consumer Trust in Digital Business', *Journal Informatic, Education and Management (JIEM)*, vol. 6, no. 2, Art. no. 2, Jul. 2024, doi: 10.61992/jiem.v6i2.102.
- [9] A. Nikivorov, 'EXPLORING BLOCKCHAIN TECHNOLOGY AND ITS IMPACT IN E-COMMERCE', *Journal of Social Sciences*, vol. 16, pp. 55–95, Jun. 2024, doi: 10.46793/GlasnikDN16.1.055N.
- [10] A.-A. Cucu *et al.*, 'Evaluation of the main macro-, micro- and trace elements found in Fallopia japonica plants and their traceability in its honey: a case study from the northwestern and western part of Romania', *Plants (2223-7747)*, vol. 13, no. 3, 2024.
- [11] A. Labus, D. Barać, P. Lukovac, V. Despotović, and M. Simić, 'Modeling Blockchain System for Fashion Industry', in *Information Systems and Technologies*, A. Rocha, H. Adeli, G. Dzemyda, F. Moreira, and V. Colla, Eds, Cham: Springer Nature Switzerland, 2024, pp. 377–383. doi: 10.1007/978-3-031-45648-0\_37.
- [12] J. Chod, N. Trichakis, G. Tsoukalas, H. Aspegren, and M. Weber, 'On the Financing Benefits of Supply Chain Transparency and Blockchain Adoption', Jul. 01, 2019, *Social Science Research Network, Rochester, NY*: 3078945. doi: 10.2139/ssrn.3078945.
- [13] A. Singh, 'Combating Counterfeit and Substandard Medicines in India: Legal Framework and the Way Ahead', *Current Res. J. Soc. Sci. & Human.*, vol. 6, p. 101, 2023.
- [14] J. Witt and M. Schoop, 'Blockchain technology in e-business value chains', *Electron Markets*, vol. 33, no. 1, p. 15, May 2023, doi: 10.1007/s12525-023-00636-5.
- [15] R. G. Guntara, M. N. Nurfirmansyah, and Ferdiansyah, 'Blockchain Implementation in E-Commerce to Improve The Security Online Transactions', *Journal of Scientific Research, Education, and Technology (JSRET)*, vol. 2, no. 1, Art. no. 1, Feb. 2023, doi: 10.58526/jsret.v2i1.85.
- [16] K. G. Al-Moghrabi and A. M. Al-Ghonmein, 'Harnessing the power of blockchain technology to support decision-making in e-commerce processes', *IAES International Journal of Artificial Intelligence (IJ-AI)*, 2024, doi: 10.11591/ijai.v13.i2.pp1380-1387.
- [17] L. M. Fanzeres, 'How digital payment apps may contribute to the adoption of e-commerce among brazilians : a study on the barriers and motivations for adoption', May 2021.
- [18] M. Isaksen, 'Blockchain: The Future of Cross Border Payments', Master thesis, University of Stavanger, Norway, 2018. Accessed: Jul. 16, 2024. [Online]. Available: <https://uis.brage.unit.no/uis-xmlui/handle/11250/2587148>

- [19] Q. Liao and M. Shao, 'Discussion on Payment Application in Cross-border E-Commerce Platform from the Perspective of Blockchain', *E3S Web of Conferences*, 2021, doi: 10.1051/E3SCONF/202123503020.
- [20] X. Pan, X. Pan, M. Song, B. Ai, and Y. Ming, 'Blockchain technology and enterprise operational capabilities: An empirical test', *International Journal of Information Management*, vol. 52, p. 101946, Jun. 2020, doi: 10.1016/j.ijinfomgt.2019.05.002.
- [21] F. Kamalov, M. Gheisari, Y. Liu, M. R. Feylizadeh, and S. Moussa, 'Critical Controlling for the Network Security and Privacy Based on Blockchain Technology: A Fuzzy DEMATEL Approach', *Sustainability (2071-1050)*, vol. 15, no. 13, p. 10068, Jul. 2023, doi: 10.3390/su151310068.
- [22] S. Wang, L. Ouyang, Y. Yuan, X. Ni, X. Han, and F.-Y. Wang, 'Blockchain-Enabled Smart Contracts: Architecture, Applications, and Future Trends', *IEEE Trans. Syst. Man Cybern, Syst.*, vol. 49, no. 11, pp. 2266–2277, Nov. 2019, doi: 10.1109/TSMC.2019.2895123.
- [23] M. M. Khan, N. T. RoJa, F. A. Almalki, and M. Aljohani, 'Revolutionizing E-Commerce Using Blockchain Technology and Implementing Smart Contract', *Security and Communication Networks*, 2022, doi: 10.1155/2022/2213336.
- [24] M. C. Rantung, H. Siagian, and J. T. G. Sinaga, 'Optimizing the Security of Letter of Credit Transactions: Application of Blockchain Technology in Reducing the Risk of Fraud in Banking', *Dinasti International Journal of Economics, Finance & Accounting (DIJEFA)*, vol. 5, no. 1, pp. 271–282, Apr. 2024, doi: 10.38035/dijefa.v5i1.2525.
- [25] L. Albshaiar, S. Almarri, and M. M. Hafizur Rahman, 'A Review of Blockchain's Role in E-Commerce Transactions: Open Challenges, and Future Research Directions', *Computers*, vol. 13, no. 1, Art. no. 1, Jan. 2024, doi: 10.3390/computers13010027.
- [26] D. Geethanjali, R. Priya, and R. Bhavani, 'Smart Contract Document Authentication for Digital Clothing Design Specification based on Blockchain and QR Code', *2022 International Conference on Innovative Computing, Intelligent Communication and Smart Electrical Systems (ICSES)*, pp. 1–9, 2022, doi: 10.1109/ICSES55317.2022.9914106.
- [27] M. Nassar, K. Salah, M. H. Rehman, and D. Svetinovic, 'Blockchain for explainable and trustworthy artificial intelligence', *Wiley Interdisciplinary Reviews: Data Mining and Knowledge Discovery*, vol. 10, 2019, doi: 10.1002/widm.1340.
- [28] S. Singh, S. Rathore, and J. Park, 'BlockIoT Intelligence: A Blockchain-enabled Intelligent IoT Architecture with Artificial Intelligence', *Future Gener. Comput. Syst.*, vol. 110, pp. 721–743, 2020, doi: 10.1016/j.future.2019.09.002.
- [29] S. Aruna, S. Mohana Priya, K. Reshmeetha, E. Salai Sudhayini, and A. Ajay Narayanan, 'Blockchain Integration with Artificial Intelligence and Internet of Things Technologies', in *2023 7th International Conference on Intelligent Computing and Control Systems (ICICCS)*, May 2023, pp. 688–694. doi: 10.1109/ICICCS56967.2023.10142527.
- [30] L. Xu, 'Blockchain localization cloud computing big data application evaluation method', *Open Computer Science*, vol. 13, no. 1, Jan. 2023, doi: 10.1515/comp-2023-0281.
- [31] M. J. Lahkani, S. Wang, M. Urbański, and M. Egorova, 'Sustainable B2B E-Commerce and Blockchain-Based Supply Chain Finance', *Sustainability*, 2020, doi: 10.3390/su12103968.
- [32] L. Ran, Z. Shi, and H. Geng, '(PDF) Blockchain Technology for Enhanced Efficiency in Logistics Operations', *ResearchGate*, Sep. 2024, doi: 10.1109/ACCESS.2024.3458434.
- [33] N. C. K. Yiu, 'Toward Blockchain-Enabled Supply Chain Anti-Counterfeiting and Traceability', *ArXiv*, vol. abs/2102.00459, 2021, doi: 10.13140/RG.2.2.22989.36322.
- [34] S. Dong, K. Abbas, M. Li, and J. Kamruzzaman, 'Blockchain technology and application: an overview', *PeerJ Computer Science*, vol. 9, 2023, doi: 10.7717/peerj-cs.1705.
- [35] A. A. Grace, V. V. Kalitina, D. R. Idrisova, D. M. Skryabin, K. P. Lukyanov, and A. P. Engel, 'Blockchain technology as a method of data protection in modern conditions', *IV All-Russian (National) Scientific Conference 'Achievements of Science and Technology'*, 2025, doi: 10.47813/dnit.4.2025.3019.

- [36] V. Jain, B. Malviya, and S. Arya, 'An Overview of Electronic Commerce (e-Commerce)', *Journal of Contemporary Issues in Business and Government*, 2021, doi: 10.47750/CIBG.2021.27.03.090.
- [37] O. Kharchenko and V. Yaremych, 'MODEL OF IMPLEMENTATION OF ELECTRONIC COMMERCE TECHNOLOGIES', *Cybersecurity: Education, Science, Technique*, 2023, doi: 10.28925/2663-4023.2023.22.2042013.
- [38] D. Chaffey, T. Hemphill, and D. Edmundson-Bird, *Digital Business and E-Commerce Management*. Pearson Education, 2019.
- [39] C. Ntumba, S. Aguayo, and K. Maina, 'Revolutionizing Retail: A Mini Review of E-commerce Evolution', *Journal of Digital Marketing and Communication*, 2023, doi: 10.53623/jdmc.v3i2.365.
- [40] Y. Qin and H. Liu, 'Application of Value Stream Mapping in E-Commerce: A Case Study on an Amazon Retailer', *Sustainability*, 2022, doi: 10.3390/su14020713.
- [41] Y. Wang, F. Jia, T. Schoenherr, Y. Gong, and L. Chen, 'Cross-border e-commerce firms as supply chain integrators: The management of three flows', *Industrial Marketing Management*, vol. 89, pp. 72–88, 2020, doi: 10.1016/j.indmarman.2019.09.004.
- [42] D. Sovtić, A. Trpkov, M. Radenković, S. Popović, and A. Labus, 'Examining Readiness to Buy Fashion Products Authenticated with Blockchain', *Journal of Theoretical and Applied Electronic Commerce Research*, vol. 20, no. 2, p. 119, Jun. 2025, doi: 10.3390/jtaer20020119.
- [43] A. Trpkov, D. Sovtić, and A. Labus, 'Development Of An E-Commerce Application Based On Blockchain', *Unlocking the Hidden Potentials of Organization Through Merging of Humans and Digitals, 19th International Symposium SymOrg*, pp. 68–74, Jun. 2024.
- [44] M. Tomić, D. Sovtić, A. Trpkov, B. Rodić, and A. Labus, 'Blockchain-based Healthcare Ecosystem', *E-business technologies conference proceedings*, vol. 3, no. 1, Art. no. 1, Jun. 2023.
- [45] A. Kashyap, O. J. Shukla, R. Kumar, M. M. Alam, and S. S. Oberoi, 'Online retailing and the metaverse: Addressing stakeholder impediments in e-commerce', *Journal of Retailing and Consumer Services*, vol. 84, p. 104171, May 2025, doi: 10.1016/j.jretconser.2024.104171.
- [46] Z. Chen, H. Cao, F. Xu, M. Cheng, T. Wang, and Y. Li, 'Understanding the Role of Intermediaries in Online Social E-commerce: An Exploratory Study of Beidian', *Proc. ACM Hum.-Comput. Interact.*, vol. 4, no. CSCW2, pp. 1–24, Oct. 2020, doi: 10.1145/3415185.
- [47] S.-I. Kim and S.-H. Kim, 'E-commerce payment model using blockchain', *Journal of Ambient Intelligence and Humanized Computing*, vol. 13, pp. 1673–1685, 2020, doi: 10.1007/s12652-020-02519-5.
- [48] C. Zhang, Y. Xu, and Y. Zheng, 'Blockchain Traceability Adoption in Low-Carbon Supply Chains: An Evolutionary Game Analysis', *Sustainability (2071-1050)*, vol. 16, no. 5, p. 1817, Mar. 2024, doi: 10.3390/su16051817.
- [49] Z. Liu and Z. Li, 'A blockchain-based framework of cross-border e-commerce supply chain', *International Journal of Information Management*, vol. 52, no. C, 2020, Accessed: Jan. 30, 2025. [Online]. Available: <https://ideas.repec.org//a/eee/ininma/v52y2020ics0268401219304657.html>
- [50] A. Adegbite, 'The Role Of Blockchain Technology In Enhancing Financial Inclusion', *IOSRJEJF*, vol. 15, no. 5, pp. 19–28, Oct. 2024, doi: 10.9790/5933-1505071928.
- [51] Z. Bogdanović, B. Radenković, M. Despotović-Zrakić, D. Barać, A. Labus, and T. Naumović, 'BLOKCHAIN TECHNOLOGIES: CURRENT STATE AND PERSPECTIVES', *Zbornik radova Međunarodne naučne konferencije o digitalnoj ekonomiji DIEC*, vol. 2, no. 2, pp. 1–12, 2019.
- [52] M. Bidry, A. Ouaguid, and M. Hanine, 'Enhancing E-Learning with Blockchain: Characteristics, Projects, and Emerging Trends', *Future Internet*, vol. 15, no. 9, p. 293, Sep. 2023, doi: 10.3390/fi15090293.

- [53] Y.-W. Chang, K.-P. Lin, and C.-Y. Shen, 'Blockchain Technology for e-Marketplace', in *2019 IEEE International Conference on Pervasive Computing and Communications Workshops (PerCom Workshops)*, Kyoto, Japan: IEEE, Mar. 2019, pp. 429–430. doi: 10.1109/PERCOMW.2019.8730733.
- [54] H. Treiblmaier and C. Sillaber, 'The impact of blockchain on e-commerce: A framework for salient research topics', *Electronic Commerce Research and Applications*, vol. 48, p. 101054, Apr. 2021, doi: 10.1016/j.elerap.2021.101054.
- [55] A. Jena, S. Panda, S. Swain, and S. Satapathy, *Blockchain Technology: Applications and Challenges*. 2021. doi: 10.1007/978-3-030-69395-4.
- [56] B. S. dos R. Miguel, 'Get greenwashing out of style: The role of blockchain transparency in uplifting consumer green purchase behaviour in the fashion industry', Nov. 2023.
- [57] S. Panda, *Recent Blockchain Springer Book*. 2023. doi: 10.1007/978-3-031-22835-3.
- [58] S. Zhang and B. Ramesh, 'A configurational perspective on design elements and user governance engagement in blockchain platforms', *Information Systems Journal*, vol. 34, no. 4, pp. 1264–1323, Jul. 2024, doi: 10.1111/isj.12494.
- [59] H.-J. Ko and S.-S. Han, 'TPS Analysis, Performance Indicator of Public Blockchain Scalability', *Journal of Information Processing Systems*, vol. 20, no. 1, pp. 85–92, Feb. 2024.
- [60] M. Oliveira, S. Chauhan, F. Pereira, C. Felgueiras, and D. Carvalho, 'Blockchain Protocols and Edge Computing Targeting Industry 5.0 Needs', *Sensors*, vol. 23, no. 22, Art. no. 22, Jan. 2023, doi: 10.3390/s23229174.
- [61] A. Alkhateeb, C. Catal, G. Kar, and A. Mishra, 'Hybrid Blockchain Platforms for the Internet of Things (IoT): A Systematic Literature Review', *Sensors*, vol. 22, no. 4, Art. no. 4, Jan. 2022, doi: 10.3390/s22041304.
- [62] M. D. Sheldon, 'An Examination of Design Choices Intended to Improve the Auditability of a Consortium Blockchain', *Journal of Emerging Technologies in Accounting*, vol. 20, no. 2, pp. 165–180, Fall 2023, doi: 10.2308/JETA-2022-023.
- [63] G. Zhang *et al.*, 'Reaching Consensus in the Byzantine Empire: A Comprehensive Review of BFT Consensus Algorithms', Dec. 05, 2023, *arXiv*: arXiv:2204.03181. Accessed: Jul. 08, 2024. [Online]. Available: <http://arxiv.org/abs/2204.03181>
- [64] H. Taherdoost, 'Smart Contracts in Blockchain Technology: A Critical Review', Feb. 13, 2023, *Rochester, NY*: 4626828. Accessed: Aug. 03, 2024. [Online]. Available: <https://papers.ssrn.com/abstract=4626828>
- [65] D. Cuellar, M. Sallal, and C. Williams, 'BSM-6G: Blockchain-Based Dynamic Spectrum Management for 6G Networks: Addressing Interoperability and Scalability', *IEEE ACCESS*, vol. 12, pp. 59643–59664, Jan. 2024, doi: 10.1109/ACCESS.2024.3393288.
- [66] Munawar and A. Mugiono, 'Framework for smart contract blockchain in halal traceability, integrity, and transparency', *International Journal of Electrical & Computer Engineering (2088-8708)*, vol. 14, no. 3, pp. 2875–2884, Jun. 2024, doi: 10.11591/ijece.v14i3.pp2875-2884.
- [67] R. Agrawal *et al.*, *Blockchain Applications in Cybersecurity Solutions*. Bentham Science Publishers, 2023. doi: 10.2174/97898150805991230101.
- [68] A. Bajahzar, 'Novel randomization and iterative based algorithms for the transactions assignment in blockchain problem', *PLoS ONE*, vol. 17, no. 6, pp. 1–21, Jun. 2023, doi: 10.1371/journal.pone.0286667.
- [69] Z. Bogdanović, D. Barać, Despotović-Zrakić M., A. Labus, and B. Radenković, 'Blockchain Technologies in Tracking Organic Honey Production', Нижегородский государственный инженерно-экономический институт, 2021, pp. 301–312. Accessed: Jul. 16, 2024. [Online]. Available: <https://elibrary.ru/item.asp?id=47942694>
- [70] A. Chiarini and L. Compagnucci, 'Blockchain, Data Protection and P2P Energy Trading: A Review on Legal and Economic Challenges', *Sustainability (2071-1050)*, vol. 14, no. 23, p. 16305, Dec. 2022, doi: 10.3390/su142316305.

- [71] Y. Cao, W. Wei, and J. Zhou, 'Privacy protection data mining algorithm in blockchain based on decision tree classification', *Web Intelligence (2405-6456)*, vol. 20, no. 2, pp. 103–112, Apr. 2022, doi: 10.3233/WEB-210485.
- [72] D. Paszkowska, 'Payments in E-Commerce Logistics', *Zeszyty Naukowe Wydziału Nauk Ekonomicznych Politechniki Koszalińskiej*, vol. 16, no. 26, pp. 187–200, Jan. 2022.
- [73] Q. Li, 'Design and Implementation of Digital Currency Payment System based on Blockchain Technology', *2024 International Conference on Intelligent Algorithms for Computational Intelligence Systems (IACIS)*, pp. 1–5, 2024, doi: 10.1109/IACIS61494.2024.10721732.
- [74] A. Henten and I. Windekilde, 'Blockchains and Transaction Costs', *Nordic and Baltic Journal of Information & Communications Technologies*, pp. 33–52, 2019, doi: 10.13052/nbjict1902-097X.2020.002.
- [75] B. Kfoury, 'The Role of Blockchain in Reducing the Cost of Financial Transactions in the Retail Industry', *WCNC-2021: Workshop on Computer Networks & Communications*, vol. 1, 2021.
- [76] S. J. Chowdhury, E. Aich, S. Reno, and M. Ahmed, 'Utilizing Hyperledger Based Private Blockchain Technology to Secure Credit Card Payment System', *2022 25th International Conference on Computer and Information Technology (ICCIT)*, pp. 354–359, 2022, doi: 10.1109/ICCIT57492.2022.10054775.
- [77] J. Golosova and A. Romānovs, 'The Advantages and Disadvantages of the Blockchain Technology', *2018 IEEE 6th Workshop on Advances in Information, Electronic and Electrical Engineering (AIEEE)*, pp. 1–6, 2018, doi: 10.1109/AIEEE.2018.8592253.
- [78] S. Zhao and D. O'Mahony, 'Applying Blockchain Layer2 Technology to Mass E-Commerce', *IACR Cryptol. ePrint Arch.*, vol. 2020, 2020, Accessed: Jan. 28, 2025. [Online]. Available: <https://consensus.app/papers/applying-blockchain-layer2-technology-to-mass-ecommerce-zhao-omahony/1c6e0518eced5e54871e4b164f44ec98/>
- [79] K. Wang, Q. Wang, and D. Boneh, 'ERC-20R and ERC-721R: Reversible Transactions on Ethereum', *ArXiv*, vol. abs/2208.00543, 2022, doi: 10.48550/arXiv.2208.00543.
- [80] M. Song, 'Web3.0 Video Streaming Platform from the Perspective of Technology, Tokenization & Decentralized Autonomous Organization', pp. 149–160, Jan. 2024.
- [81] S. Chevet, 'Blockchain Technology and Non-Fungible Tokens: Reshaping Value Chains in Creative Industries', May 10, 2018, *Rochester, NY*: 3212662. doi: 10.2139/ssrn.3212662.
- [82] J. Li and W. Mann, 'Digital Tokens and Platform Building \*', Oct. 01, 2018, *Rochester, NY*: 3088726. doi: 10.2139/ssrn.3088726.
- [83] M. Di Angelo and G. Salzer, 'Tokens, Types, and Standards: Identification and Utilization in Ethereum', in *2020 IEEE International Conference on Decentralized Applications and Infrastructures (DAPPS)*, Oxford, UK: IEEE, Aug. 2020, pp. 1–10. doi: 10.1109/DAPPS49028.2020.00001.
- [84] Wang and Nixon, 'SoK: tokenization on blockchain', in *Proceedings of the 14th IEEE/ACM International Conference on Utility and Cloud Computing Companion*, in UCC '21. New York, NY, USA: Association for Computing Machinery, Feb. 2022, pp. 1–9. doi: 10.1145/3492323.3495577.
- [85] Y. Lim, H. Hashim, N. Poo, D. Poo, and H. Nguyen, 'Blockchain Technologies in E-commerce: Social Shopping and Loyalty Program Applications', 2019, pp. 403–416. doi: 10.1007/978-3-030-21905-5\_31.
- [86] Y. Manteghi, J. Arkat, and A. Mahmoodi, 'Organic production competitiveness: A bi-level model integrating government policy, sustainability objectives, and blockchain transparency', *COMPUTERS & INDUSTRIAL ENGINEERING*, vol. 191, p. 110147, May 2024, doi: 10.1016/j.cie.2024.110147.
- [87] M. C. Lacity and R. Van Hoek, 'How Walmart Canada Used Blockchain Technology to Reimagine Freight Invoice Processing', *MIS Quarterly Executive*, vol. 20, no. 3, pp. 219–233, Sep. 2021, doi: 10.17705/2msqe.00050.

- [88] Z. Zhou, M. Wang, J. Huang, S. Lin, and Z. Lv, 'Blockchain in Big Data Security for Intelligent Transportation With 6G', *IEEE Transactions on Intelligent Transportation Systems*, vol. 23, no. 7, pp. 9736–9746, Jul. 2022, doi: 10.1109/TITS.2021.3107011.
- [89] S. Shukla and S. Kc, 'Leveraging Blockchain for sustainability and supply chain resilience in e-commerce channels for additive manufacturing: A cognitive analytics management framework-based assessment', *Computers & Industrial Engineering*, vol. 176, p. 108995, Feb. 2023, doi: 10.1016/j.cie.2023.108995.
- [90] J. K. Nembe, J. O. Atadoga, B. O. Adelakun, O. Odeyemi, and B. B. Oguejiofor, 'LEGAL IMPLICATIONS OF BLOCKCHAIN TECHNOLOGY FOR TAX COMPLIANCE AND FINANCIAL REGULATION', *Finance & Accounting Research Journal*, vol. 6, no. 2, Art. no. 2, Feb. 2024, doi: 10.51594/farj.v6i2.824.
- [91] R. Dambre, 'Initial Coin Offerings and U.S. Securities Regulation: Challenges and Perspectives', 2018, Accessed: Oct. 13, 2025. [Online]. Available: <https://consensus.app/papers/initial-coin-offerings-and-us-securities-regulation-dambre/65a31709286e559a904943c6de63ee95/>
- [92] M. I. Abidin, 'Legal Review of the Validity of the Use of Smart Contracts in Business Transactions in Indonesia and Its Regulation in Various Countries', *Unnes Law Journal*, vol. 9, no. 2, Art. no. 2, Oct. 2023.
- [93] S. D. Kotey *et al.*, 'Blockchain interoperability: the state of heterogenous blockchain-to-blockchain communication', *IET Communications*, vol. 17, no. 8, pp. 891–914, 2023, doi: 10.1049/cmu2.12594.
- [94] A. M. Ruzbahani, 'AI-Protected Blockchain-based IoT environments: Harnessing the Future of Network Security and Privacy', *ArXiv*, vol. abs/2405.13847, 2024, doi: 10.48550/arXiv.2405.13847.
- [95] F. Bouakkaz, 'Blockchain, IoT and AI: The Bets are Open!', *2023 International Conference on Networking and Advanced Systems (ICNAS)*, pp. 1–1, 2023, doi: 10.1109/icnas59892.2023.10330522.
- [96] Y. Wang, 'The integration of blockchain technology and artificial intelligence: Innovation, challenges, and future prospects', *Applied and Computational Engineering*, 2024, doi: 10.54254/2755-2721/55/20241417.
- [97] F. ZhuanSun, J. Chen, W. Chen, and Y. Sun, 'The Mechanism of Evolution and Balance for e-Commerce Ecosystem under Blockchain', *Scientific Programming*, vol. 2021, pp. 1–9, Dec. 2021, doi: 10.1155/2021/5984306.
- [98] F. Casino, V. Kanakaris, T. Dasaklis, S. Moschuris, and N. Rachaniotis, *Modeling food supply chain traceability based on blockchain technology - In 9th IFAC, Berlin 2019*. 2019.
- [99] H. Wu, 'Big data sharing and high-efficiency traceability for blockchain-based supply chain management', 2022, Accessed: Jul. 18, 2024. [Online]. Available: <https://theses.lib.polyu.edu.hk/handle/200/11970>
- [100] Y. Yuan, 'Blockchain and Cryptocurrencies: Model, Techniques, and Applications', *IEEE Transactions on Systems, Man, and Cybernetics: Systems*, vol. 48, pp. 1421–1428, Sep. 2018, doi: 10.1109/TSMC.2018.2854904.
- [101] Q. Liu and Y.-K. Song, 'Creating Blockchain Driven Ecosystem Model for Enterprise Financial Management', presented at the International Academic Conference on Frontiers in Social Sciences and Management Innovation (IAFSM 2019), Atlantis Press, Feb. 2020, pp. 321–326. doi: 10.2991/assehr.k.200207.050.
- [102] M. Radenković, M. Despotović-Zrakić, Z. Bogdanović, D. Barać, A. Labus, and M. Simić, *Razvoj softvera orijentisanog na procese, odabrana poglavlja: DevOps, Mikroservisi, Kontejneri. II Izmenjeno i dopunjeno izdanje*. Београд : Рачунарски факултет : Факултет организационих наука, 2024. Accessed: Oct. 15, 2025. [Online]. Available: <https://rfos.fon.bg.ac.rs/handle/123456789/2877>
- [103] R. Nasr, M. I. Marie, and A. E. Sayed, 'A Hybrid Framework to Implement DevOps Practices on Blockchain Applications (DevChainOps)', *International Journal of Advanced*

*Computer Science and Applications (ijacsa)*, vol. 15, no. 6, Art. no. 6, 29 2024, doi: 10.14569/IJACSA.2024.0150647.

- [104] K. Dhakad, 'Adopting Continuous Integration Practices to Achieve Quality in DevOps', *International Journal of Advanced Research in Science, Communication and Technology*, 2023, doi: 10.48175/ijarsct-8368.
- [105] A. Poniszewska-Marañda and E. Czechowska, 'Kubernetes Cluster for Automating Software Production Environment', *Sensors (Basel, Switzerland)*, vol. 21, 2021, doi: 10.3390/s21051910.
- [106] J. Hu, P. Xin, J. Deng, and J. Qian, 'An E-commerce Agreement Based on the Points System of the Blockchain and the Secure Multi-party Platform', *E3S Web Conf.*, vol. 253, p. 03009, 2021, doi: 10.1051/e3sconf/202125303009.
- [107] K. Vo, T. Nguyen, T.-T. Ta, T.-A. Hoang, and N.-T. Dinh, *Student Management Model Integrating E-Commerce Based on Blockchain Technology*. 2023, p. 49. doi: 10.1109/ICCAE56788.2023.10111175.
- [108] J. Jiang and J. Chen, 'Framework of Blockchain-Supported E-Commerce Platform for Small and Medium Enterprises', *Sustainability*, vol. 13, p. 8158, Jul. 2021, doi: 10.3390/su13158158.
- [109] F. Gao, 'Data encryption algorithm for e-commerce platform based on blockchain technology', *Discrete & Continuous Dynamical Systems - S*, vol. 12, pp. 1457–1470, Jan. 2018, doi: 10.3934/dcdss.2019100.
- [110] F. A. Aponte-Novoa, A. L. S. Orozco, R. Villanueva-Polanco, and P. Wightman, 'The 51% Attack on Blockchains: A Mining Behavior Study', *IEEE Access*, vol. 9, pp. 140549–140564, 2021, doi: 10.1109/ACCESS.2021.3119291.
- [111] H. Yuan, S. Fei, and Z. Yan, 'Technologies of blockchain interoperability: a survey', *Digital Communications and Networks*, Aug. 2023, doi: 10.1016/j.dcan.2023.07.008.
- [112] B. Zhao, X. Jiang, N. Zhang, Q. Guo, and R. Song, 'Design and Application of e-Commerce Platform System Based on Blockchain Technology on the Internet of Things', *Wireless Communications and Mobile Computing*, vol. 2022, pp. 1–11, Sep. 2022, doi: 10.1155/2022/4448588.
- [113] T. Pranto, A. Noman, M. Rahaman, A. K. M. B. Haque, N. Islam, and M. Rahman, 'A Blockchain, Smart Contract and Data Mining Based Approach toward the Betterment of E-Commerce', *Cybernetics and Systems*, vol. 53, pp. 1–25, Dec. 2021, doi: 10.1080/01969722.2021.2018545.
- [114] V. Venkatesh, J. Thong, and X. Xu, 'Unified Theory of Acceptance and Use of Technology: A Synthesis and the Road Ahead', *Journal of the Association for Information Systems*, vol. 17, no. 5, May 2016, doi: 10.17705/1jais.00428.
- [115] V. Venkatesh and H. Bala, 'Technology Acceptance Model 3 and a Research Agenda on Interventions', *Decision Sciences - DECISION SCI*, vol. 39, pp. 273–315, May 2008, doi: 10.1111/j.1540-5915.2008.00192.x.
- [116] V. Venkatesh and F. Davis, 'A Theoretical Extension of the Technology Acceptance Model: Four Longitudinal Field Studies', *Management Science*, vol. 46, pp. 186–204, Feb. 2000, doi: 10.1287/mnsc.46.2.186.11926.
- [117] Z. Wu and Y. Liu, 'Exploring country differences in the adoption of mobile payment service: the surprising robustness of the UTAUT2 model', *International Journal of Bank Marketing*, 2023, doi: 10.1108/ijbm-02-2022-0052.
- [118] Khan and Qudrat-Ullah, 'Technology Adoption Theories and Models', pp. 27–48, 2020, doi: 10.1007/978-3-030-50112-9\_5.
- [119] K. Tamilmani, N. P. Rana, S. F. Wamba, and R. Dwivedi, 'The extended Unified Theory of Acceptance and Use of Technology (UTAUT2): A systematic literature review and theory evaluation', *International Journal of Information Management*, vol. 57, p. 102269, Apr. 2021, doi: 10.1016/j.ijinfomgt.2020.102269.

- [120] J.-P. Cabrera-Sánchez, Á. F. Villarejo-Ramos, F. Liébana-Cabanillas, and A. A. Shaikh, 'Identifying relevant segments of AI applications adopters – Expanding the UTAUT2's variables', *Telematics and Informatics*, vol. 58, p. 101529, May 2021, doi: 10.1016/j.tele.2020.101529.
- [121] L. Ennajeh and T. Najjar, 'Blockchain Technology Adoption Through the UTAUT Model', *Journal of Telecommunications and the Digital Economy*, 2024, doi: 10.18080/jtde.v12n1.873.
- [122] K. Tamilmani, N. P. Rana, and Y. K. Dwivedi, 'Use of "Habit" Is not a Habit in Understanding Individual Technology Adoption: A Review of UTAUT2 Based Empirical Studies', in *Smart Working, Living and Organising*, A. Elbanna, Y. K. Dwivedi, D. Bunker, and D. Wastell, Eds, Cham: Springer International Publishing, 2019, pp. 277–294. doi: 10.1007/978-3-030-04315-5\_19.
- [123] S. Rahi, M. Mansour, M. Alghizzawi, and F. Alnaser, 'Integration of UTAUT model in internet banking adoption context', *Journal of Research in Interactive Marketing*, 2019, doi: 10.1108/jrim-02-2018-0032.
- [124] J. Iqbal and M. Idrees, 'Understanding the IOT Adoption for Home Automation in the Perspective of UTAUT2', *Global Business Review*, p. 09721509221132058, Dec. 2022, doi: 10.1177/09721509221132058.
- [125] M. Blut, A. Chong, Z. Tsigna, and V. Venkatesh, 'Meta-Analysis of the Unified Theory of Acceptance and Use of Technology (UTAUT): Challenging its Validity and Charting a Research Agenda in the Red Ocean', *Journal of the Association for Information Systems*, vol. 23, pp. 13–95, Jan. 2022, doi: 10.17705/1jais.00719.
- [126] J. Hair, G. T. M. Hult, C. Ringle, and M. Sarstedt, *A Primer on Partial Least Squares Structural Equation Modeling (PLS-SEM)*. 2022.
- [127] B. Zohuri, F. Mossavar-Rahmani, and F. Behgounia, 'Notes on linear regression analysis', 2022, pp. 743–769. doi: 10.1016/B978-0-323-95112-8.00023-4.
- [128] D. Gefen, E. Rigdon, and D. Straub, 'An Update and Extension to SEM Guidelines for Administrative and Social Science Research. Editorial Comment', *MIS Quarterly*, vol. 35, p. III–XII, Jun. 2011, doi: 10.2307/23044042.
- [129] M. p. Libório, A. m. a. Diniz, P. i. Ekel, and D. a. g. Vieira, 'Subjective–Objective Method of Maximizing the Average Variance Extracted From Sub-indicators in Composite Indicators', *Social Indicators Research*, Jan. 2024, doi: 10.1007/s11205-024-03385-w.
- [130] J. Henseler, C. M. Ringle, and M. Sarstedt, 'A new criterion for assessing discriminant validity in variance-based structural equation modeling', *J. of the Acad. Mark. Sci.*, vol. 43, no. 1, pp. 115–135, Jan. 2015, doi: 10.1007/s11747-014-0403-8.
- [131] A. Trpkov, D. Sovtić, and A. Labus, 'Blockchain in E-Commerce Supply Chain', in *Unlocking the Hidden Potentials of Organization Through Merging of Humans and Digitals*, V. Štavljanin, I. Mijatović, and I. Luković, Eds, Cham: Springer Nature Switzerland, 2025, pp. 14–31. doi: 10.1007/978-3-032-08093-6\_2.
- [132] M. Ashraf and C. Heavey, 'A Prototype of Supply Chain Traceability using Solana as blockchain and IoT', *Procedia Comput. Sci.*, vol. 217, no. C, pp. 948–959, Jan. 2023, doi: 10.1016/j.procs.2022.12.292.
- [133] A. Esfahbodi, G. Pang, and L. Peng, 'Determinants of consumers' adoption intention for blockchain technology in E-commerce', *Journal of Digital Economy*, vol. 1, no. 2, pp. 89–101, Sep. 2022, doi: 10.1016/j.jdec.2022.11.001.
- [134] G. Jain, S. S. Kamble, N. O. Ndubisi, A. Shrivastava, A. Belhadi, and M. Venkatesh, 'Antecedents of Blockchain-Enabled E-commerce Platforms (BEEP) adoption by customers – A study of second-hand small and medium apparel retailers', *Journal of Business Research*, vol. 149, pp. 576–588, Oct. 2022, doi: 10.1016/j.jbusres.2022.05.041.
- [135] L. Zavolokina, N. Zani, and G. Schwabe, 'Designing for Trust in Blockchain Platforms', *IEEE Transactions on Engineering Management*, vol. PP, pp. 1–15, 2020, doi: 10.1109/TEM.2020.3015359.

- [136] S. E. Muthu and K. Kartheeban, 'A Comprehensive Survey of Blockchain Technology-Trust as a Service', in *2024 3rd International Conference on Sentiment Analysis and Deep Learning (ICSADL)*, Mar. 2024, pp. 544–552. doi: 10.1109/ICSADL61749.2024.00095.
- [137] R. Dekkers, 'Applied Systems Theory [2nd Edition]', 2017, doi: 10.1007/978-3-319-57526-1.
- [138] G. Destefanis, 'Keynote: Complex Systems Oriented Approach for dApps Analysis', *2024 IEEE International Conference on Pervasive Computing and Communications Workshops and other Affiliated Events (PerCom Workshops)*, pp. 605–605, 2024, doi: 10.1109/PerComWorkshops59983.2024.10502844.
- [139] A. A. Hamdan, M. E. Abdelhag, M. Sarfaraz, Y. Ahmad, S. T. Amin, and S. Limkar, 'Blockchain Technology for Ensuring Data Integrity in Cloud Computing', *Computer Fraud and Security*, 2024, doi: 10.52710/cfs.37.
- [140] L. Tassiulas and N. Papadis, 'Blockchain-Based Payment Channel Networks: Challenges and Recent Advances', *IEEE Access*, vol. 8, pp. 227596–227609, 2020, doi: 10.1109/ACCESS.2020.3046020.
- [141] C. Sivaparthipan, V. G. Díaz, B. Muthu, and J. Yang, 'Dynamic distributed iterative computational model for payment information management in shared logistics using blockchain-assisted Internet of Things approach', *Soft Computing*, vol. 25, pp. 12439–12451, 2021, doi: 10.1007/s00500-021-05960-6.
- [142] H. Halaburda, N. Levina, and Semi Min, 'Digitization of Transaction Terms Within Tce: Strong Smart Contract as a New Mode of Transaction Governance', *MIS Quarterly*, vol. 48, no. 2, pp. 825–846, Jun. 2024, doi: 10.25300/MISQ/2023/17818.
- [143] K. Alabi, 'A 2020 perspective on "Digital blockchain networks appear to be following Metcalfe's Law"', *Electron. Commer. Res. Appl.*, 2020, doi: 10.1016/j.elerap.2020.100939.
- [144] S. Mazumdar, G. Prockl, T. Jensen, D. Roeck, and R. Mukkamala, 'Beyond Task-technology Fit: Exploring Network Value of Blockchain Technology Based on Two Supply Chain Cases', pp. 1–10, 2022, doi: 10.24251/hicss.2022.614.
- [145] P. M. Madhani, 'Resource Based View (RBV) of Competitive Advantage: An Overview', *Economics of Networks eJournal*, 2010, Accessed: Jun. 28, 2025. [Online]. Available: <https://consensus.app/papers/resource-based-view-rbv-of-competitive-advantage-an-madhani/47c6da82ec1250d4bde7122d8b6efe4f/>
- [146] W. Currie, 'Institutionalization of IT Compliance: A Longitudinal Study', 2008, Accessed: Jun. 28, 2025. [Online]. Available: <https://consensus.app/papers/institutionalization-of-it-compliance-a-longitudinal-currie/824909da48d957089a5a49ca341814c5/>
- [147] H. Treiblmaier and C. Sillaber, 'The Impact of Blockchain on E-Commerce: A Framework for Salient Research Topics', Jan. 01, 2021, *Social Science Research Network, Rochester, NY*: 6173720. doi: 10.1016/j.elerap.2021.101054.
- [148] J. Rahman, H. Rahman, N. Islam, T. Tanchangya, M. Ridwan, and M. Ali, 'Regulatory landscape of blockchain assets: Analyzing the drivers of NFT and cryptocurrency regulation', *BenchCouncil Transactions on Benchmarks, Standards and Evaluations*, vol. 5, no. 1, p. 100214, Mar. 2025, doi: 10.1016/j.tbench.2025.100214.
- [149] A. Zhuk, 'Beyond the blockchain hype: addressing legal and regulatory challenges', *SN Social Sciences*. 2025;5:11., 2025, doi: 10.1007/s43545-024-01044-y.

## СПИСАК СЛИКА

Слика 1. Процеси у оквиру вредносног ланца електронске трговине [4] .....	11
Слика 2. Блокчејн архитектура адаптирано из [58].....	15
Слика 3. Разлика између изолованих и интегрисаних решења .....	22
Слика 4. Модел развоја пројеката електронске трговине заснованих на блокчејн технологији .....	25
Слика 5. Архитектура блокчејн система у електронској трговини .....	29
Слика 6. Методолошки оквир примене <i>DevOps</i> приступа у развоју пројеката електронске трговине заснованих на блокчејн технологији .....	31
Слика 7. Модификовани UTAUT2 модел .....	39
Слика 8. Резултат <i>PLS-SEM</i> алгоритама примењених на нови модел.....	43
Слика 9. Резултати примене <i>bootstrapping</i> методе.....	49
Слика 10. Интерфејс прототипа апликације [131].....	52
Слика 11. <i>BPMN</i> модел пословних процеса у децентрализованој апликацији за електронску трговину модног бренда.....	54
Слика 12. Провера исправности улазних параметара у функцији <i>payForOrder</i> .....	56
Слика 13. Емитовање догађаја <i>OrderPaid</i> ради евидентирања кључних података о трансакцији .....	57
Слика 14. Аутоматско прослеђивање уплаћених средстава власнику бренда .....	57
Слика 15. Функција <i>withdraw</i> за повлачење средстава .....	57
Слика 16. Функција <i>getBalance</i> за увид у стање на уговору.....	58
Слика 17. Приказ странице за пријаву корисника у систем.....	63
Слика 18. Интерфејс намењен крајњем кориснику.....	64
Слика 19. Интерфејс намењен модном дизајнеру .....	64
Слика 20. Интерфејс намењен маркетинг асистенту .....	65
Слика 21. Интерфејс намењен финансијском асистенту .....	66
Слика 22. Приказ почетне странице апликације са истакнутом уводном секцијом .....	68
Слика 23. Страница продавница са листом производа .....	69
Слика 24. Категоризација производа.....	69
Слика 25. Сортирање производа .....	70
Слика 26. Приказ појединачног производа.....	70
Слика 27. Приказ реакције система при избору величине и додавању производа у корпу .....	71
Слика 28. Приказ опције за приступ подацима о аутентичности и животном циклусу производа .....	72
Слика 29. Приказ дигиталног идентитета и основних података о аутентичности производа .....	73
Слика 30. Приказ временске линије догађаја са ознаком блокчејн верификације и линком ка јавној провери .....	74
Слика 31. Приказ јавне блокчејн верификације на <i>Etherscan</i> платформи након избора линка из апликације.....	75
Слика 32. Приказ клуба лојалности и статуса уложеног корисника .....	76
Слика 33. Приказ виртуелног асистента „ <i>Piccola Girl</i> “ .....	77
Слика 34. Пружање одговора од стране виртуелног асистента .....	78
Слика 35. Приказ корпе и прелаза ка процесу плаћања .....	80
Слика 36. Приказ станице за плаћање са валидацијом поља .....	81
Слика 37. Приказ странице плаћања и искоришћавање поена лојалности.....	82
Слика 38. Приказ избора начина плаћања и иницирање плаћања.....	83
Слика 39. Приказ <i>MetaMask</i> прозора за потврду трансакције.....	84
Слика 40. Приказ потврде о успешно реализованој блокчејн трансакцији .....	84
Слика 41. Приказ модела у оквиру колекције из угла модног дизајнера.....	86
Слика 42. Приказ модула за управљање блог садржајем .....	87
Слика 43. Приказ модула за преглед купаца у оквиру клуба лојалности .....	88
Слика 44. Приказ аналитичког модула намењеног маркетинг асистенту.....	89
Слика 45. Приказ модула за преглед трансакција и статуса плаћања .....	90
Слика 46. Приказ детаљних информација о појединачној поруџбини .....	91
Слика 47. Приказ модула за преглед расхода и детаљних трошкова .....	91

## СПИСАК ТАБЕЛА

Табела 1. Преглед улога и активности стејкхолдера у моделу развоја пројеката електронске трговине заснованих на блокчејну.....	26
Табела 2. Демографске карактеристике испитаника.....	41
Табела 3. Процена валидности модела мерења латентних варијабли.....	45
Табела 4. Измерене <i>cross-loading</i> вредности.....	46
Табела 5. <i>Fornell-Larcker</i> критеријум.....	47
Табела 6. <i>HTMT</i> критеријум дискриминантне валидности.....	47
Табела 7. Измерене <i>VIF</i> вредности.....	48
Табела 8. Тестирање хипотеза.....	48
Табела 9. Теоријско поређење предложеног блокчејн модела са конвенционалним решењима.....	103

## 10. ПРИЛОЗИ

### ПРИЛОГ 1: Класификација питања према конструктима из *UTAUT2* модела

Променљива	Анкетна питања
Године	1. Колико имате година?
Пол	2. Који је Ваш пол?
Статус	3. Који је Ваш тренутни радни или животни статус?
Образовање	4. Који је степен Вашег образовања?
Латентне променљиве / Независне променљиве	
Очекивани напор	1. Колико сте упознати са предностима употребе блокчејн технологије у електронској трговини? Оцените на скали од 1 до 5 (1 – уопште нисам упознат, 5 – потпуно сам упознат).
	2. Колико сте сагласни са наредном изјавом: „Сматрам да је коришћење мобилних/веб апликација за е-трговину практично и једноставно.“ (1 – у потпуности се не слажем, 5 – у потпуности се слажем).
	3. У којој мери се слажете са следећом изјавом: „Сматрам себе особом која брзо усваја нове технологије.“ (1 – у потпуности се не слажем, 5 – у потпуности се слажем).
	4. У којој мери се слажете са изјавом: „Сматрам да бих лако користио/ла апликације за е-трговину засноване на блокчејн технологији.“ (1 – у потпуности се не слажем, 5 – у потпуности се слажем).
Перципирани ризик	1. Да ли верујете да су Ваши лични и подаци о куповини заштићени приликом коришћења мобилних/веб апликација за е-трговину? (1 – уопште нису заштићени, 5 – потпуно су заштићени).
	2. Колико Вам је важно да подаци о куповини никада не буду изгубљени или измењени? (1 – није важно, 5 – веома важно).
	3. Колико Вам је важно да производ који купујете буде аутентичан и оригиналан? (1 – није важно, 5 – веома важно).
Друштвени утицај	1. Да ли бисте користили услуге е-трговине засноване на блокчејну ако би их користио већи број људи из Вашег окружења? (1 – не бих користио, 5 – свакако бих користио).
	2. У којој мери се слажете са изјавом: „Планирам да препоручим услуге е-трговине засноване на блокчејну људима из свог окружења.“ (1 – у потпуности се не слажем, 5 – у потпуности се слажем).
Перципирана ефикасност	1. Верујем да би примена блокчејн технологије и паметних уговора значајно допринела брзини обављања трансакција у е-трговини. (1 – у потпуности се не слажем, 5 – у потпуности се слажем).
	2. Верујем да би примена блокчејн технологије повећала безбедност мојих података, јер су сви подаци корисника шифровани, а посредници искључени из финансијских трансакција.
	3. Верујем да би примена блокчејна у е-трговини смањила број фалсификованих производа на тржишту, јер омогућава праћење порекла производа од производње до продаје. (1 – у потпуности се не слажем, 5 – у потпуности се слажем).

<b>Перципирана вредност цене</b>	1. Узимајући у обзир све предности које блокчејн пружа у е-трговини, да ли бисте били спремни да плаћате додатну претплату за услуге е-трговине засноване на блокчејну? (1 – не бих био спреман, 5 – потпуно бих био спреман).
	2. Ако би плаћања у оквиру онлајн куповине била бржа и сигурнија, без провизије посредника, да ли бисте се претплатили на такву услугу? (1 – не бих био спреман, 5 – био бих спреман).
<b>Перципирани услови</b>	1. Уколико би свака електронска куповина преко веб сајта или мобилне апликације била забележена на блокчејну, и на основу тих записа могли да добијате попусте путем програма лојалности, да ли би Вас то подстакло на коришћење блокчејн услуга? (1 – не би ме подстакло, 5 – у великој мери би ме подстакло).
	2. Ако би примена блокчејна омогућила праћење производа од произвођача до потрошача и тиме повећала сигурност куповине, да ли бисте имали више поверења у порекло производа? (1 – у потпуности се не слажем, 5 – у потпуности се слажем).
	3. Ако би блокчејн технологија могла да гарантује тачност података о испоруци у реалном времену, у којој мери бисте били спремни да користите такву услугу? (1 – не бих био спреман, 5 – био бих спреман).
<b>Навике</b>	1. Колико често купујете преко мобилних или веб апликација за е-трговину? (1 – никада не купујем, 5 – често купујем).
	2. У којој мери обраћате пажњу на порекло производа које купујете и користите? (1 – није важно, 5 – веома важно).
	3. Колико Вам је важно да пратите испоруку производа у реалном времену? (1 – није важно, 5 – веома важно).
	4. Колико би Вам било корисно да добијате информације о статусу нарученог производа — од производње и складиштења до транспорта и испоруке, путем блокчејн система? (1 – не би ми било корисно, 5 – било би ми веома корисно).
<b>Поверење</b>	1. Да ли имате поверења у услуге е-трговине засноване на блокчејну? (1 – немам поверења, 5 – потпуно имам поверења).
	2. Да ли верујете у порекло производа које је наведено на паковању? (1 – не верујем, 5 – у потпуности верујем).
	3. Колико Вам сигурно делује плаћање путем блокчејн технологије? (1 – не делује ми сигурно, 5 – делује веома сигурно).
<b>Зависна променљива</b>	
<b>Очекивано понашање</b>	1. Планирам да користим мобилне/веб апликације за е-трговину засновану на блокчејну ради брзе и сигурне куповине. (1 – у потпуности се не слажем, 5 – у потпуности се слажем).
	2. Интересује ме коришћење дигиталних плаћања без посредника и додатних накнада током онлајн куповине. (1 – није ме интересује, 5 – веома ме интересује).
	3. Да ли бисте користили услугу е-трговине засновану на блокчејну која би Вам аутоматски вратила новац у случају отказивања куповине? (1 – не бих користио, 5 – свакако бих користио).

**ПРИЛОГ 2: Структура анкете за евалуацију развијене децентрализоване апликације**

Променљива	Анкетна питања
<b>Личне информације</b>	1. Име и презиме.
<b>Професионално искуство у модној индустрији</b>	1. Да ли имате професионално искуство у модној индустрији? Понуђени одговори: да; не.
<b>Улога испитаника</b>	1. Која од наведених улога вас најбоље описује? Понуђени одговори: крајњи корисник / купац; модни дизајнер / власник бренда; маркетинг асистент; финансијски асистент / рачуновођа; друго.
<b>Приказ развијене апликације</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Испитаницима је пре попуњавања анкете приказан видео материјал са општим приказом концепта апликације. Линк: <a href="https://vimeo.com/1187665846?fl=pl&amp;fe=ti">https://vimeo.com/1187665846?fl=pl&amp;fe=ti</a></li> <li>• Крајњим корисницима / купцима приказан је видео материјал који се односи на функционалности намењене крајњем кориснику. Линк: <a href="https://vimeo.com/1187707737?fl=pl&amp;fe=ti">https://vimeo.com/1187707737?fl=pl&amp;fe=ti</a></li> <li>• Модном дизајнеру / власнику бренда приказан је видео материјал који се односи на функционалности намењене тој улози. Линк: <a href="https://vimeo.com/1187671833?fl=pl&amp;fe=ti">https://vimeo.com/1187671833?fl=pl&amp;fe=ti</a></li> <li>• Маркетинг асистенту приказан је видео материјал који се односи на функционалности намењене тој улози. Линк: <a href="https://vimeo.com/1187677690?fl=pl&amp;fe=ti">https://vimeo.com/1187677690?fl=pl&amp;fe=ti</a></li> <li>• Финансијском асистенту / рачуновођи приказан је видео материјал који се односи на функционалности намењене тој улози. Линк: <a href="https://vimeo.com/1187677530?fl=pl&amp;fe=ti">https://vimeo.com/1187677530?fl=pl&amp;fe=ti</a></li> </ul>
<b>Латентне променљиве / Независне променљиве</b>	
<b>Транспарентност</b>	<p>1. Колико вам је након приказа јасно да апликација омогућава транспарентније праћење процеса, порекла и аутентичности модних производа? (1 – у потпуности се не слажем, 5 – у потпуности се слажем).</p> <p>2. Колико вам је важна транспарентност информација о производу приликом online куповине? (1 – уопште није важна, 5 – веома је важна).</p> <p>3. Да ли вам апликација пружа бољи увид у порекло производа? Понуђени одговори: да; не; делимично.</p>
<b>Провера аутентичности и порекла производа</b>	<p>1. Колико би вам значило да можете проверити порекло, аутентичност и квалитет производа? (1 – уопште не би значило, 5 – било би веома значајно).</p> <p>2. Који део приказа историје производа вам је најкориснији? Понуђени одговори: контрола квалитета; учесници у ланцу; историја производа; ISO стандарди; друго.</p>
<b>Поверење</b>	<p>1. Да ли би апликација повећала ваше поверење у производ? Понуђени одговори: да; не; можда.</p> <p>2. Да ли бисте више веровали производу који има дигитални запис о пореклу и аутентичности? Понуђени одговори: да; не; делимично.</p>

	3. Да ли би доступност информација о пореклу, аутентичности и квалитету производа повећала вашу спремност да купите производ? Понуђени одговори: да; не; можда.
<b>Перципирана ефикасност</b>	1. Колико сматрате да би оваква апликација могла да помогне малим модним брендovima да професионалније организују пословање и буду конкурентнији на тржишту? (1 – у потпуности се не слажем, 5 – у потпуности се слажем).
	2. Колико сматрате да би оваква апликација убрзала пословне процесе у оквиру ваше улоге? (1 – у потпуности се не слажем, 5 – у потпуности се слажем).
<b>Перципирана безбедност</b>	1. Да ли вам систем делује сигурније од стандардних online продавница? Понуђени одговори: да; не; делимично.
<b>Аутоматизација процеса</b>	1. Да ли би аутоматизација процеса, као што су одобрења, евиденција, плаћања или други радни кораци, олакшала ваш рад? Понуђени одговори: да; не; делимично.
	2. Колико би вам користила аутоматизација путем паметних уговора и дигиталних правила у оквиру ваше улоге? (1 – уопште не би користила, 5 – била би веома корисна).
<b>Јасноћа функционалности</b>	1. Колико су вам функционалности јасне и прегледне? (1 – у потпуности се не слажем, 5 – у потпуности се слажем).
<b>Спремност за коришћење</b>	1. Да ли бисте били спремни да користите овакву апликацију у пракси за праћење активности, размену података и проверу порекла и аутентичности производа? Понуђени одговори: да; не; можда.
	2. Да ли бисте користили овакав систем у свакодневном раду? Понуђени одговори: да; не; можда.
<b>Зависна променљива</b>	
<b>Спремност за даљу употребу апликације</b>	1. Колика је вероватноћа да бисте наставили да користите овакву апликацију? (1 – веома мала вероватноћа, 5 – веома велика вероватноћа).
<b>Квалитативни коментари</b>	1. Шта би, по вашем мишљењу, требало унапредити за крајње кориснике?
	2. Шта би, по вашем мишљењу, требало унапредити у овом делу апликације?

## БИОГРАФИЈА АУТОРА

Александра Трпков је рођена 21.03.1999. године у Панчеву, где је завршила Гимназију "Урош Предић" као вуковац. Факултет организационих наука уписала је 2018. године. Основне академске студије је завршила 2022. године одбраном завршног рада на тему "Испитивање спремности стејкхолдера за примену блокчејн технологије у модној индустрији" са оценом 10 и укупном просечном оценом 8.73. Стручну праксу на основним академским студијама завршила је у предузећу DEX, на позицији RPA консуланта. Од 2019. године била је члан студентске организације „ФОН-ов центар за развој каријере“. Током студија учествовала је у различитим пројектима као члан сектора за информационе технологије, при чему је у појединим активностима имала и улогу тим лидера и координатора пројекта. У школској 2022/23. години уписала је мастер академске студије на студијском програму Електронско пословање на Факултету организационих наука, које је завршила 2023. године одбраном завршног рада под називом „Развој блокчејн система за модну индустрију“, са оценом 10 и укупном просечном оценом 10,00. У школској 2023/24. години уписала је докторске академске студије на студијском програму Софтверско инжењерство и електронско пословање. До сада је положила девет испита на докторским студијама, са просечном оценом 10. Области интересовања Александре Трпков су: електронско пословање, интернет технологије, блокчејн, интернет интелигентних уређаја, дигитални маркетинг, *cloud computing*, е-здравство и дигитално банкарство..

Током периода од 2022-2024 године Александра Трпков је била је ангажована као сарадник ван радног односа (демонстратор) за ужу научну област Електронско пословање. У оквиру вредновања педагошког рада на предмету Електронско пословање, од стране студената оцењена је просечном оценом 4,92, док је на предмету Симулација и симулациони језици остварила просечну оцену 4,8. У периоду од 2024. до 2025. године Александра Трпков била је ангажована и као сарадник у настави за ужу научну област Електронско пословање. Учествовала је у извођењу вежби из предмета Катедре за електронско пословање: Електронско пословање, Симулација и симулациони језици, Интернет маркетинг, Интернет интелигентних уређаја, Клијентске веб технологије и скриптни језици и Cloud инфраструктура и сервиси. Такође, учествовала је у припреми материјала за наставу и одржавању Мудл платформе за е-учење Катедре за електронско пословање.

Током ангажовања на Катедри за Електронско пословање Александра је учествовала у активностима Лабораторије за Блокчејн и програма обуке *Web3* програмирање:

1. На такмичењу "W3 Algorand Hackaton 2023" је освојила друго место са пројектом под називом "Blockchain ecosystem for the fashion industry".
2. У 2024. учествовала је у организацији и реализацији хакатона "FON Hackaton – Blockchain Challenge" и *Bootcamp-a "Blockchain Bootcamp 2024"*. Активно је водила и менторисала четири тима на "FON Hackaton – Blockchain Challenge-y".
3. Учествовала је у промоцији специјалног броја часописа *Facta Universitatis, series Electronics and Energetics, Blockchain technologies and application*.

## Списак објављених радова

### Радови објављени у научним часописима међународног значаја (M20):

1. **Trpkov, A.,** Sovtić, D., Radenković, M., Popović, S., and Labus, A. (2026). Examining customers' readiness to adopt e-commerce services based on blockchain. *Journal of Systems Science and Systems Engineering*, ISSN 1004-3756, рад прихваћен за објављивање, <https://doi.org/10.1007/s11518-026-5746-4>, IF(2024)= 2.0, **M22**.
2. **Trpkov, A.,** Sovtić, D., Tomić, M., Labus, A. and Rodić, B., (2024). Stakeholders' readiness for adopting blockchain in the fashion industry. *Facta Universitatis, Series: Electronics and Energetics*, 37(1), pp.001-028., ISSN 0353-3670, <https://doi.org/10.2298/FUEE2401001T>, IF(2024)=0.7, **M23**
3. Sovtić, D., **Trpkov, A.,** Radenković, M., Popović, S., and Labus, A. (2025). Examining Readiness to Buy Fashion Products Authenticated with Blockchain. *Journal of Theoretical and Applied Electronic Commerce Research*, 20(2), pp. 119, ISSN: 0718-1876, <https://doi.org/10.3390/jtaer20020119>, IF(2024)= 5.1, **M21**.

### Радови објављени у монографијама међународног значаја (M10):

1. **Trpkov, A.,** Sovtić, D. and Labus, A. (2025). Blockchain in E-Commerce Supply Chain. In: Štavljanin, V., Mijatović, I., Luković, I. (eds) *Unlocking the Hidden Potentials of Organization Through Merging of Humans and Digitals*. SymOrg 2024. Lecture Notes in Networks and Systems, vol 1680. Springer, Cham. [https://doi.org/10.1007/978-3-032-08093-6\\_2](https://doi.org/10.1007/978-3-032-08093-6_2), M14

### Радови саопштени на скупу међународног значаја штампани у целини (M30):

1. Sovtić, D., **Trpkov, A.,** Radenković, M., Jevtić, M., Labus, A. and Marković, L. (2025). Methodological approach to applying DevOps for the development of a decentralized application, In *6th International Workshop on Engineering Technologies and Computer Science (EnT)*, Sankt Peterburg, Russian Federation, 2025, pp. 1-7, doi:10.1109/EnT68818.2025.11245773, **M33**
2. Ivanovic, A., Radenkovic, I., Markovic, L., Sovtić, D., **Trpkov, A.** and Bjelica, D. (2025). Reimagining International Mobility Through Blockchain: A Model for End-to-End Recruitment, Legal Compliance, and Stakeholder Trust. In: *E-Business Technologies Conference*, 4(1), Belgrade, Serbia. Retrieved from: <https://ebt.rs/journals/index.php/conf-proc/article/view/234>, **M33**
3. Marković, L., **Trpkov, A.,** Sovtić, D., Rodić, B. and Labus, A. (2025). Leveraging blockchain-based healthcare services with artificial intelligence, In *10th International Conference on Smart and Sustainable Technologies - SpliTech* (pp. 1-6), Bol and Split, Croatia, doi: 10.23919/SpliTech65624.2025.11091715, **M33**
4. Labus, A., Rodić, B., Simić, M., **Trpkov, A.** and Sovtić, D. (2024). E-government business model based on blockchain: Examining citizens' readiness, In: *Marketing and Smart Technologies: Proceedings of ICMarTech 2024* (pp. 3-20), 5-7 December, Ponta Delgada, Azores, Portugal, Singapore: Springer Nature Singapore, doi:10.1007/978-981-96-3081-3\_1, **M33**

5. **Trpkov, A.**, Sovtić, D. and Labus, A (2024). Development of an e-commerce application based on blockchain, In: Milica Kostić-Stanković, Ivana Mijatović, Jovan Krivokapić (eds.). Proceedings of the International Conference SymOrg 2024 - XIX International Symposium (pp. 54-59), Zlatibor, Serbia, Retrieved from: <https://symorg.fon.bg.ac.rs/wp-content/uploads/2024/06/Zbornik-SymOrg-2024.pdf>, ISBN 978-86-7680-464-1, **M33**
6. Jevtić, M., **Trpkov, A.** and Jovanović, A. (2024). Web 3.0 in digital fashion, In: Milica Kostić-Stanković, Ivana Mijatović, Jovan Krivokapić (eds.). Proceedings of the International Conference SymOrg 2024 - XIX International Symposium (pp. 437-442), Zlatibor, Serbia, Retrieved from: <https://symorg.fon.bg.ac.rs/wp-content/uploads/2024/06/Zbornik-SymOrg-2024.pdf> , ISBN 978-86-7680-464-1, **M33**
7. Tomić, M., Sovtić, D., **Trpkov, A.**, Rodić, B. and Labus, A. (2023). Blockchain-based Healthcare Ecosystem. In: Despotović-Zrakić, M., Bogdanović, Z., Labus, A., Barać, D., Radenković, R. (eds.). Proceedings of the International Conference E-business technologies Vol. 3, No. 1, (pp. 203-210). 15-17 June, Belgrade, Serbia, ISBN 978-86-7680-427-6, **M33**

**Радови објављени у часописима националног значаја и иностраним часописима који немају импакт фактор (M50):**

1. Jevtić, M., Marković, L., **Trpkov, A.**, Sovtić, D. and Labus, A. (2025). Development and Management of NFT Projects. European Project Management Journal, Vol. 15, Issue 1., pp. 30-42, ISSN 2560-4961, <https://doi.org/10.56889/hwvo3654>, **M52**

**Радови саопштени на скупу националног значаја штампани у целини (M60):**

1. Marković, L., Labus, A., Rodić, B., Sovtić, D., and **Trpkov, A.** (2025). E-Recruitment Powered by Artificial Intelligence and Blockchain-Based Competency Passports, In: Proceedings of the 8th International Scientific Conference on Digital Economy DIEC 2025 (pp. 5-25). Tuzla, Bosna i Hercegovina, ISSN 2566 - 4522. <https://ipi-akademija.ba/file/diec-8-online/372>, **M61**
2. **Trpkov, A.**, Sovtić, D., Tomić, M., Labus, A. and Rodić, B. (2024). Stakeholders' readiness for adopting blockchain in the fashion industry, In: Blockchain technologies and applications: prezentacija specijalnog broja časopisa Facta Universitatis, series Electronics and Energetics, Seminar on Computer Science and Applied Mathematics, Mathematical Institute of the Serbian Academy of Sciences and Arts, Belgrade, Serbia, [https://www.mi.sanu.ac.rs/novi\\_sajt/seminars/programs/seminar2.apr2024.php](https://www.mi.sanu.ac.rs/novi_sajt/seminars/programs/seminar2.apr2024.php), **M61**
3. Sovtić, D., **Trpkov, A.** and Spaić, M. (2023). Blokčejn ekosistem za modnu industriju, In: Predstavljanje rešenja sa prvog Algorand blokčejn hakatona, Seminar on Computer Science and Applied Mathematics, Mathematical Institute of the Serbian Academy of Sciences and Arts, Belgrade, Serbia, [https://www.mi.sanu.ac.rs/novi\\_sajt/seminars/programs/seminar2.may2023.php](https://www.mi.sanu.ac.rs/novi_sajt/seminars/programs/seminar2.may2023.php), **M61**

## Изјава о ауторству

Име и презиме аутора Александра Трпков

Број индекса 5084/2023

Изјављујем

да је докторска дисертација под насловом

### Модел развоја пројеката електронске трговине заснованих на блокчејн технологији

- резултат сопственог истраживачког рада;
- да дисертација у целини ни у деловима није била предложена за стицање друге дипломе према студијским програмима других високошколских установа;
- да су резултати коректно наведени и
- да нисам кршио/ла ауторска права и користио/ла интелектуалну својину других лица.

Потпис аутора

У Београду. \_\_\_\_\_.

\_\_\_\_\_

## **Изјава о истоветности штампане и електронске верзије докторског рада**

Име и презиме аутора **Александра Трпков**

Број индекса 5084/2023

Студијски програм **Електронско пословање и софтверско инжењерство**

Наслов рада **Модел развоја пројеката електронске трговине заснованих на блокчејн технологији**

Ментор **проф. др Александра Лабус**

Изјављујем да је штампана верзија мог докторског рада истоветна електронској верзији коју сам предао/ла ради похрањивања у **Дигиталном репозиторијуму Универзитета у Београду**.

Дозвољавам да се објаве моји лични подаци везани за добијање академског назива доктора наука као што су име и презиме, година и место рођења и датум одбране рада.

Ови лични подаци могу се објавити на мрежним страницама дигиталне библиотеке у електронском каталогу и у публикацијама Универзитета у Београду.

**Потпис аутора**

У Београду. \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

## Изјава о коришћењу

Овлашћујем Универзитетску библиотеку „Светозар Марковић“ да у Дигитални репозиторијум Универзитета у Београду унесе моју докторску дисертацију под насловом:

### **Модел развоја пројеката електронске трговине заснованих на блокчејн технологији**

која је моје ауторско дело.

Дисертацију са свим прилозима предао/ла сам у електронском формату погодном за трајно архивирање.

Моју докторску дисертацију похрањену у Дигиталном репозиторијуму Универзитета у Београду и доступну у отвореном приступу могу да користе сви који поштују одредбе садржане у одабраном типу лиценце Креативне заједнице (Creative Commons) за коју сам се одлучио/ла.

1. Ауторство (CC BY)
2. Ауторство – некомерцијално (CC BY-NC)
3. Ауторство – некомерцијално – без прерада (CC BY-NC-ND)
4. Ауторство – некомерцијално – делити под истим условима (CC BY-NC-SA)
5. Ауторство – без прерада (CC BY-ND)
6. Ауторство – делити под истим условима (CC BY-SA)

(Молимо да заокружите само једну од шест понуђених лиценци. Кратак опис лиценци је саставни део ове изјаве).

**Потпис аутора**

У Београду. \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

1. **Ауторство.** Дозвољаваате умножавање, дистрибуцију и јавно саопштавање дела и прераде ако се наведе име аутора на начин одређен од стране аутора или даваоца лиценце чак и у комерцијалне сврхе. Ово је најслободнија од свих лиценци.

2. **Ауторство – некомерцијално.** Дозвољаваате умножавање, дистрибуцију и јавно саопштавање дела и прераде ако се наведе име аутора на начин одређен од стране аутора или даваоца лиценце. Ова лиценца не дозвољава комерцијалну употребу дела.

3. **Ауторство – некомерцијално – без прерада.** Дозвољаваате умножавање, дистрибуцију и јавно саопштавање дела, без промена, преобликовања или употребе дела у свом делу ако се наведе име аутора на начин одређен од стране аутора или даваоца лиценце. Ова лиценца не дозвољава комерцијалну употребу дела. У односу на све остале лиценце, овом лиценцом се ограничава највећи обим права коришћења дела.

4. **Ауторство – некомерцијално – делити под истим условима.** Дозвољаваате умножавање, дистрибуцију и јавно саопштавање дела и прераде ако се наведе име аутора на начин одређен од стране аутора или даваоца лиценце и ако се прерада дистрибуира под истом или сличном лиценцом. Ова лиценца не дозвољава комерцијалну употребу дела и прерада.

5. **Ауторство – без прерада.** Дозвољаваате умножавање, дистрибуцију и јавно саопштавање дела без промена, преобликовања или употребе дела у свом делу ако се наведе име аутора на начин одређен од стране аутора или даваоца лиценце. Ова лиценца дозвољава комерцијалну употребу дела.

6. **Ауторство – делити под истим условима.** Дозвољаваате умножавање, дистрибуцију и јавно саопштавање дела и прераде ако се наведе име аутора на начин одређен од стране аутора или даваоца лиценце и ако се прерада дистрибуира под истом или сличном лиценцом. Ова лиценца дозвољава комерцијалну употребу дела и прерада. Слична је софтверским лиценцама, односно лиценцама отвореног кода