

УНИВЕРЗИТЕТ У БЕОГРАДУ
ФАКУЛТЕТ ОРГАНИЗАЦИОНИХ НАУКА

Даница С. Совтић

**МОДЕЛ ПРОЈЕКТНО-ЗАСНОВАНОГ
ПРАЋЕЊА ПОРЕКЛА И АУТЕНТИЧНОСТИ
МОДНИХ ПРОИЗВОДА ПРИМЕНОМ
БЛОКЧЕЈН ТЕХНОЛОГИЈЕ**

докторска дисертација

Београд, 2026.

UNIVERSITY OF BELGRADE
FACULTY OF ORGANIZATIONAL
SCIENCES

Danica S. Sovtić

**PROJECT-BASED MODEL FOR TRACKING
THE ORIGIN AND AUTHENTICITY OF
FASHION PRODUCTS USING 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 пројектно-заснованог праћења порекла и аутентичности модних производа применом блокчејн технологије

Сажетак:

Предмет истраживања дисертације је развој модела пројектно-заснованог праћења порекла и аутентичности модних производа применом блокчејн технологије. Развој модела обухватиће дефинисање методолошког оквира за интеграцију *DevOps* (енг. *Development and Operations*) приступа и блокчејн технологије у циљу развоја софтверских решења за модну индустрију. Основни циљ истраживања јесте развој и тестирање модела који ће омогућити поуздано, транспарентно и ефикасно праћење порекла и аутентичности модних производа унутар ланца снабдевања. У оквиру тестирања модела биће реализована анализа спремности корисника да прихвате и купују производе чија је аутентичност потврђена блокчејн технологијом применом модификованог *UTAUT2* (енг. *Unified Theory of Acceptance and Use of Technology – UTAUT2*) оквира, а добијени подаци биће анализирани помоћу *SMART PLS* алата. Најважнији циљеви које треба постићи имплементацијом развијеног модела су повећање поверења крајњих корисника (*B2C*) у аутентичност и порекло модних производа, обезбеђивање већег нивоа безбедности и смањење ризика од фалсификата модних производа, унапређење транспарентности пословних процеса и ланца снабдевања у модној индустрији, оптимизација сарадње између дизајнера, произвођача, дистрибутера и продаваца (енг. *Business-to-Business - B2B*), смањење посредничких трошкова и повећање ефикасности трансакција, подстицање иновација и шире примене савремених дигиталних технологија у модној индустрији.

Кључне речи: блокчејн, модна индустрија, управљање ланцима снабдевања, DevOps, UTAUT2

Научна област: Информациони системи и технологије

Ужа научна област: Електронско пословање

УДК број:

Project based model for fashion product traceability and authenticity using blockchain technology

Abstract:

The subject of this research is the development of a project-based model for tracking the origin and authenticity of fashion products using blockchain technology.

The model development will include the definition of a methodological framework for integrating the DevOps approach and blockchain technology with the aim of creating software solutions for the fashion industry. The main objective of the research is to develop and test a model that enables reliable, transparent, and efficient tracking of the origin and authenticity of fashion products within the supply chain. As part of the model testing, an analysis of users' readiness to adopt and purchase products whose authenticity is verified through blockchain technology will be conducted using a modified UTAUT2 (enr. *Unified Theory of Acceptance and Use of Technology – UTAUT2*) framework, and the collected data will be analyzed using the SMART PLS tool. The key goals to be achieved through the implementation of the developed model include increasing end-user (enr. *Business-to-Consumer - B2C*) trust in the authenticity and origin of fashion products, ensuring a higher level of security and reducing the risk of counterfeit fashion items, improving transparency of business processes and the fashion supply chain, optimizing collaboration between designers, manufacturers, distributors, and retailers (B2B), reducing intermediary costs and increasing transaction efficiency, and encouraging innovation and broader adoption of modern digital technologies in the fashion industry.

Key words: blockchain, fashion industry, supply chain management, DevOps, UTAUT2

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	2
1.3	Полазне хипотезе	5
1.4	Методе истраживања	6
2.	ДИГИТАЛНА ТРАНСФОРМАЦИЈА МОДНЕ ИНДУСТРИЈЕ	8
2.1	Појам и дефиниција	8
2.2	Управљање ланцима снабдевања у модној индустрији	9
2.3	Информационе технологије у модној индустрији	10
3.	БЛОКЧЕЈН У УПРАВЉАЊУ ЛАНЦИМА СНАБДЕВАЊА	12
3.1	Појам и дефиниција	12
3.2	Елементи блокчејн технологије	13
3.3	Платформе засноване на блокчејну	15
3.4	Паметни уговори	16
3.5	Блокчејн у модној индустрији	17
3.6	Примена блокчејн технологије у управљању ланцима снабдевања	19
3.7	Следљивост производа заснована на блокчејн технологији	21
3.8	Интеграција са савременим информационим технологијама	22
4.	МОДЕЛ ПРОЈЕКТНО-ЗАСНОВАНОГ ПРАЋЕЊА ПОРЕКЛА И АУТЕНТИЧНОСТИ МОДНИХ ПРОИЗВОДА ПРИМЕНОМ БЛОКЧЕЈН ТЕХНОЛОГИЈЕ	24
4.1	Концептуални циљеви и захтеви модела	26
4.2	Архитектура и компоненте модела	26
4.2.1	Архитектура модела	26
4.2.2	Основе компоненте модела	31
4.3	Методолошки оквир за интеграцију DevOps приступа и блокчејн технологије у модни ланац снабдевања	33
4.4	Анализа постојећих решења	39
5.	ИСПИТИВАЊЕ СПРЕМНОСТИ КОРИСНИКА ЗА УСВАЈАЊЕ БЛОКЧЕЈН ТЕХНОЛОГИЈЕ У МОДНОЈ ИНДУСТРИЈИ	40
5.1	Теоријски оквир прилагођеног UTAUT2 модела	40
5.2	Анализа резултата коришћењем SmartPLS алата	43
6.	ИМПЛЕМЕНТАЦИЈА РАЗВИЈЕНОГ МОДЕЛА	52
6.1	Дизајнирање децентрализоване апликације за модни ланац снабдевања	52
6.2	Архитектура система предложене децентрализоване апликације	53
6.3	Дијаграм секвенци интеракција у апликацији	55
6.4	Технологије за развој предложеног решења	58
6.5	Корисничке улоге и приступ функционалностима у децентрализованој апликацији	60

6.6	Памети уговори у децентрализованој апликацији	66
6.6.1	<i>DesignerManufacturerContract.sol</i>	67
6.6.2	<i>DesignerSupplierContract.sol</i>	67
6.6.3	<i>InventoryContract.sol</i>	70
6.6.4	<i>SupplierManufacturerContract.sol</i>	70
6.6.5	<i>ProductApproval.sol</i>	70
6.6.6	<i>ProductApprovalV2.sol</i>	71
6.7	Примена <i>DevOps</i> приступа у развоју децентрализоване апликације за модни ланац снабдевања	71
6.8	Приказ реализованог решења	73
6.8.1	Функционалности апликације за модног дизајнера	74
6.8.2	Функционалности апликације за добављача материјала	79
6.8.3	Функционалности апликације за произвођача	84
6.8.4	Додатне функционалности апликације за модног дизајнера.....	88
6.8.5	Функционалности апликације за лабораторијског техничара.....	92
6.8.6	Функционалности апликације за тестера квалитета.....	96
7.	ЕВАЛУАЦИЈА МОДЕЛА	99
7.1	Валидација и корисничка евалуација децентрализоване апликације.....	99
7.2	Анализа резултата.....	100
8.	ЗАКЉУЧАК	105
8.1	Теоријски и менаџерски доприноси предложеног модела	105
8.2	Теоријске и практичне импликације истраживања	106
8.3	Ограничења исртаживања	108
8.4	Научни и стручни доприноси	111
8.5	Будућа истраживања	112
9.	ЛИТЕРАТУРА	114
	СПИСАК СЛИКА	122
	СПИСАК ТАБЕЛА	123
	ПРИЛОЗИ.....	124
	БИОГРАФИЈА АУТОРА	128
	Списак радова	129

1. УВОД

1.1 Дефинисање предмета истраживања

Предмет истраживања дисертације је развој модела пројектно-заснованог праћења порекла и аутентичности модних производа применом блокчејн технологије. Основни циљ истраживања јесте развој и тестирање модела који ће омогућити поуздано, транспарентно и ефикасно праћење порекла и аутентичности модних производа унутар ланца снабдевања. Фокус истраживања биће на анализи спремности корисника да прихвате и купују производе чија је аутентичност потврђена блокчејн технологијом.

Управљање ланцима снабдевања често је оптерећено проблемима као што су недовољна транспарентност, недоследно бележење података, ризик од фалсификовања и ограничена могућност верификације порекла производа. Ови изазови директно утичу на поузданост система за праћења порекла што доводи до смањеног поверења купаца у аутентичност модних производа. Блокчејн технологија нуди решење кроз обезбеђивање децентрализованог и непроменљивог записа, што омогућава транспарентно праћење целокупног животног циклуса производа од дизајна и производње, преко дистрибуције до финалне продаје. Савремени ланци снабдевања у модној индустрији све више интегришу иновативне технологије као што су вештачка интелигенција (енг. *Artificial Intelligence - AI*), интернет интелигентних уређаја (енг. *Internet of Things - IoT*), *Cloud Computing*, *Big Data* и блокчејн. Док *AI*, *IoT* и *Big Data* омогућавају прикупљање и анализу великог броја података о производњи и дистрибуцији, блокчејн омогућава поуздан слој који обезбеђује транспарентност, непроменљивост записа и верификацију аутентичности производа током целокупног животног циклуса.

Блокчејн технологија трансформише различите индустрије побољшавајући безбедност, ефикасност и транспарентност управљања подацима и пословним операцијама [1]. За разлику од конвенционалних система који се ослањају на централизоване базе података, блокчејн користи децентрализовану мрежу рачунара који заједнички верификују и бележе трансакције, обезбеђујући да сви учесници имају приступ и поверење у податке, који су безбедно дистрибуирани на више локација [2]. Сваки блок у блокчејн ланцу садржи трансакције или записе података који, након верификације, добијају временски жиг и повезују се секвенцијално у ланац налик дигиталној књизи евиденције. Ова књига је криптографски заштићена, што спречава неовлашћене измене и обезбеђује интегритет података [3]. Дистрибуирана природа блокчејна елиминише једну тачку отказа и чини систем отпорним на сајбер нападе или корупцију података [4]. Сваки учесник у мрежи поседује копију целокупне евиденције, а додавање нових трансакција захтева консензус више чворова. Овај механизам консензуса обезбеђује непроменљивост, омогућавајући да сви записи буду проверљиви од стране свих страна. Архитектура блокчејна омогућава аутоматизацију процеса верификације и синхронизације трансакција, чиме се убрзавају процедуре које у традиционалним системима захтевају значајно време и ресурсе [3].

У модним ланцима снабдевања блокчејн технологија налази посебну примену кроз паметне уговоре, који омогућавају аутоматско извршавање споразума између страна без посредника. Паметни уговори се извршавају на основу унапред дефинисаних услова, осигуравајући да се уговорне обавезе испуне аутономно и безбедно [5]. Уклањањем трећих страна, као што су банке и правни заступници, смањују се време обраде и трошкови, док се поверење и ефикасност повећавају. Паметни уговори нуде више предности у управљању ланцем снабдевања, укључујући повећање ефикасности кроз смањење ручних интервенција, брже извршавање трансакција и минимизовање оперативних кашњења [6]. Они омогућавају самостално управљање, пружајући актерима већу контролу над споразумима и елиминишући потребу за сталним надзором [7]. Додатна предност је транспарентност, пошто се паметни

уговори бележе на дистрибуираној евиденцији, омогућавајући свим овлашћеним учесницима да провере услове уговора и историју његовог извршења [8]. Ово је посебно значајно у модној индустрији, где је транспарентност ланца снабдевања кључна за верификацију етичког порекла и усклађености са стандардима одрживости. Паметни уговори помажу у смањењу административних трошкова минимизовањем расхода за правну документацију и посредничке накнаде, што их чини изузетно корисним за мала предузећа [9]. Осим тога, паметни уговори се могу прилагодити променљивим регулаторним и пословним захтевима, чиме се обезбеђује њихова дугорочна употребљивост [5]. Безбедност се повећава јер су паметни уговори након имплементације криптографски заштићени и непроменљиви, што спречава неовлашћене измене, преваре и фалсификовање, а сви записи о трансакцијама и условима уговора остају проверљиви и поуздани [10] [11].

Поред паметних уговора, блокчејн технологија значајно унапређује логистику у ланцу снабдевања омогућавајући праћење материјала и производа у реалном времену. Традиционални логистички системи често немају транспарентност, што отежава праћење порекла и верификацију аутентичности производа [12] [13]. Блокчејн обезбеђује проверљив извор информација бележењем трансакција на непроменљив начин, омогућавајући децентрализовану, консензусом вођену евиденцију која осигурава интегритет ланца снабдевања [14]. Једна од значајних примена блокчејна у модној индустрији је следљивост производа, која омогућава стејхолдерима да прате животни циклус артикала. Скеном QR (енг. *Quick Response code* - *QR*) кода или коришћењем NFC (енг. *Near Field Communication* - *NFC*) ознаке повезане са блокчејном, потрошачи и трговци могу приступити информацијама о производу, пореклу, производном процесу и историји дистрибуције [15]. Овај ниво следљивости је посебно вредан за луксузне брендове који желе да заштите ексклузивност и сузбију фалсификате [16]. Улога блокчејна у надзору логистике такође је широко проучавана, при чему предложени оквири омогућавају праћење пошиљки и вођење непроменљивих евиденција трансакција, чиме се побољшава решавање спорова и смањују неефикасности [17]. Интеграција блокчејна са електронском разменом података (енг. *Electronic Data Interchange* - *EDI*) уједначава формате података и побољшава сарадњу у ланцу снабдевања, смањујући трошкове и време обраде. Поред тога, интеграција блокчејна са *IoT* технологијом повећава тачност праћења података, омогућавајући сензорским мрежама да аутономно комуницирају и ажурирају евиденцију у реалном времену, без потребе за централизованим складиштем у облаку [18] [19].

Различите архитектуре блокчејна нуде различите нивое безбедности и доступности у управљању ланцем снабдевања. Јавни блокчејнови, као што је *Ethereum*, омогућавају потпуну транспарентност пружајући непроменљиву евиденцију доступну свим учесницима, што је посебно корисно за обезбеђивање етичког порекла и праћење материјала у реалном времену [20]. Са друге стране, приватни блокчејнови, као што су *Hyperledger Fabric* и *Corda*, омогућавају контролисан приступ само овлашћеним учесницима, што их чини идеалним за предузећа која захтевају висок ниво безбедности и поверљивости података [21]. Хибридни и конзорцијумски блокчејнови обезбеђују равнотежу између транспарентности и поверљивости, омогућавајући селективно дељење података међу актерима ланца снабдевања [22].

1.2 Циљеви истраживања

Циљ истраживања у докторској дисертацији је развој модела пројектно-заснованог праћења порекла и аутентичности модних производа применом блокчејн технологије. Истраживање ће, поред развоја модела, обухватити и анализу спремности корисника да прихвате и купују модне производе чија је аутентичност потврђена блокчејн технологијом, чиме се наглашава практична релевантност предложеног решења. У ту сврху биће спроведено свеобухватно

емпиријско истраживање које ће користити модификовани модел *UTAUT2 (Unified Theory of Acceptance and Use of Technology 2)* за процену утицаја различитих фактора као што су очекивана корист, ценовна вредност, поверење или лакоћа употребе, на намеру корисника да усвоје овај тип система. Анализа прикупљених података биће извршена применом алата *SmartPLS*, који је погодан за тестирање комплексних мултиваријантних модела и структурних односа између конструктора.

У оквиру истраживања биће анализирана могућност интеграције блокчејна у *DevOps* праксе ради развоја безбедног, аутоматизованог и ефикасног *DApp* (енг. *Decentralized Application - DApp*) система, прилагођеног специфичним захтевима модне индустрије и њених стејкхолдера [1]. Биће предложено приступ развоју децентрализованих апликација заснован на *DevOps* принципима, који се ослања на најбоље праксе софтверског инжењерства и континуирану испоруку софтверских решења. Усклађивањем *DevOps* приступа са специфичностима блокчејн система очекује се повећање ефикасности и поузданости развоја, скраћивање времена испоруке, побољшање квалитета *DApp* решења и унапређење продуктивности. Посебан фокус биће на дефинисању формализованог *DevOps* процеса за развој *DApp*-а, што је област у којој тренутно недостају јасне смернице [2]. У оквиру докторске дисертације биће реализована децентрализована апликација која ће служити као *proof-of-concept* за верификацију функционалности предложеног система у реалном окружењу [3]. Развијена апликација ће интегрисати кључне компоненте модела како би се омогућило праћење производа у реалном времену, аутоматизована провера аутентичности и сигурна размена података између свих стејкхолдера у ланцу снабдевања. У контексту управљања ланцем снабдевања у модној индустрији, предложени концептуални модел ће интегрисати *DevOps* принципе како би се омогућила изградња безбедних, транспарентних и ефикасних апликација, прилагођених потребама крајњих корисника (енг. *Business-to-Consumer - B2C*) и пословних партнера (*Business-to-Business - B2B*). Посебан акценат биће на сегменту корисничког искуства, где ће се тестирати ниво транспарентности и поверења који систем пружа крајњем купцу. Потрошач ће моћи да приступи свим релевантним информацијама о производу, од порекла материјала и места производње, преко начина израде и коришћених технологија, до датума производње и резултата тестирања квалитета. На тај начин ће се проверити у којој мери предложени модел може да допринесе изградњи поверења и лојалности потрошача, као и дугорочној одрживости модног бренда. Након развоја, апликација ће бити евалуирана кроз процену употребљивости од стране учесника модних ланаца снабдевања. Евалуација ће бити спроведена путем видео демонстрација функционалности апликације и анкетног упитника. Прикупљени одговори биће обрађени, са циљем процене корисности решења, спремности стејкхолдера да користе децентрализовану апликацију, као и утицаја на транспарентност и потенцијалне практичне примене предложеног решења.

Развој модела пројектно-заснованог праћења порекла и аутентичности модних производа применом блокчејн технологије обухватиће:

- дефинисање концептуалног модела за праћење порекла и аутентичности модних производа заснованог на блокчејн технологији;
- дефинисање методолошког оквира за интеграцију *DevOps* приступа и блокчејн технологије у циљу развоја софтверских решења за модну индустрију;
- испитивање спремности крајњих корисника (*B2C*) за усвајање модних производа аутентификованих блокчејном, коришћењем модификованог модела *UTAUT2*;
- анализу улоге пословних партнера (*B2B*) у дигиталном ланцу снабдевања модне индустрије;
- моделовање паметних уговора за праћење порекла и аутентичности модних производа;

- пројектовање архитектуре система децентрализоване апликације, укључујући софтверске компоненте и блокчејн слој неопходан за праћење порекла и проверу аутентичности модних производа;
- дефинисање модела евалуације предложеног решења, који обухвата приказ функционалности апликације путем видео материјала, анкетање учесника модног ланца снабдевања и дескриптивну анализу прикупљених одговора у циљу процене употребљивости апликације, спремности стејхолдера да је користе, као и њеног утицаја на транспарентност и потенцијалне практичне примене предложеног решења.

Најважнији циљеви које треба постићи имплементацијом развијеног модела пројектно-заснованог праћења порекла и аутентичности модних производа су:

- повећање поверења крајњих корисника (*B2C*) у аутентичност и порекло модних производа;
- обезбеђивање већег нивоа безбедности и смањење ризика од фалсификата модних производа;
- унапређење транспарентности пословних процеса и ланца снабдевања у модној индустрији;
- оптимизација сарадње између дизајнера, произвођача, дистрибутера и продавца (*B2B*);
- смањење посредничких трошкова и повећање ефикасности трансакција;
- подстицање иновација и шире примене савремених дигиталних технологија у модној индустрији.

Задаци истраживања, с обзиром на постављене циљеве, су:

- анализа постојећих приступа примене блокчејн технологије у управљању ланцима снабдевања, са посебним фокусом на модну индустрију;
- развој и примена модификованог *UTAUT2* модела за испитивање спремности крајњих корисника (*B2C*) за прихватање и куповину модних производа аутентификованих блокчејном;
- анализа блокчејн платформи и технологија релевантних за развој децентрализоване апликације (*DApp*);
- дефинисање индикатора перформанси система (нпр. ниво поверења купаца, ефикасност процеса, број спречених фалсификата);
- евалуација предложеног модела од стране модних брендова и учесника у ланцу снабдевања као и анализа његовог потенцијалног утицаја на ефикасност и транспарентност пословања у модној индустрији.

Истраживање ће обухватити како технолошки, тако и социолошки аспект примене блокчејн технологије у модној индустрији, чиме се обезбеђује свеобухватно сагледавање услова за успешно усвајање и имплементацију иновативних решења у пракси. На тај начин, добијени резултати ће допринети бољем разумевању фактора који утичу на дигиталну трансформацију модне индустрије и поставити темеље за развој будућих система оријентисаних ка транспарентности, безбедности и поверењу у оквиру ланца снабдевања. Очекивани резултат истраживања је развој свеобухватног, технолошки иновативног и практично применљивог модела који ће моћи да се имплементира у модној и другим индустријама у којима је праћење порекла и аутентичност производа од кључне важности.

1.3 Полазне хипотезе

На основу дефинисаног предмета и циљева истраживања, у докторској дисертацији биће испитане следеће хипотезе.

Главна хипотеза гласи:

Могуће је развити и имплементирати модел за управљање и праћење порекла производа у модној индустрији, заснован на блокчејн технологији, којим се обезбеђује већа транспарентност ланца снабдевања, поузданија верификација аутентичности, јачање поверења потрошача и унапређење оперативне ефикасности свих учесника.

Из главне хипотезе произилазе следеће посебне хипотезе:

X1. Потрошачи су спремни да усвоје производе аутентификоване путем блокчејн технологије 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 блокчејн технологију у модној индустрији.

X1.2. Перципирани ризик потрошача утиче на њихову спремност да користе блокчејн технологију у модној индустрији.

X1.3. Друштвени утицај утиче на спремност потрошача да користе блокчејн технологију у модној индустрији.

X1.4. Перципирана ефикасност утиче на спремност потрошача да користе блокчејн технологију у модној индустрији.

X1.5. Перципирана вредност цене утиче на спремност потрошача да користе блокчејн технологију у модној индустрији.

X1.6. Перципирани услови који олакшавају коришћење утичу на спремност потрошача да користе блокчејн технологију у модној индустрији.

X1.7. Навике потрошача значајно утичу на њихову вољу да усвоје блокчејн технологију у модној индустрији.

X1.8. Поверење које стичу потрошачи утиче на њихову спремност да користе блокчејн технологију у модној индустрији.

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

X2.1. Децентрализована апликација повећава транспарентност ланца снабдевања.

X2.2. Децентрализована апликација убрзава проверу порекла и аутентичности производа.

X2.3. Децентрализована апликација повећава поверење купаца у порекло и оригиналност производа.

X2.4. Децентрализована апликација скраћује време важних процесних корака у ланцу снабдевања.

X2.5. Децентрализована апликација смањује број грешака и неконзистентности у подацима.

X2.6. Децентрализована апликација унапређује сарадњу и правовремену размену података између учесника.

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

1.4 Методе истраживања

Методолошки приступ који ће бити примењен у дисертацији заснива се на комбинацији квалитативних и квантитативних метода, како би се обезбедила свеобухватна анализа и верификација предложеног модела пројектно-заснованог праћења порекла и аутентичности модних производа применом блокчејн технологије. Циљ је да се истраживање спроведе кроз систематичан и структуриран процес који обухвата теоријски, технолошки и емпиријски аспект, са нагласком на развој практично применљивог решења.

Од општих научних метода примењиваће се:

- метода анализе и синтезе, у циљу прегледа и анализе постојеће научне и стручне литературе из области блокчејн технологије, праћења порекла производа и управљања модним ланцима снабдевања.
- аналитичко-дедуктивна метода, за испитивање постојећих пракси и идентификовање могућности примене блокчејн технологије и децентрализованих апликација у праћењу порекла и аутентичности модних производа у оквиру ланца снабдевања.
- индуктивно-дедуктивни приступ, за формулисање хипотеза на основу постојећих налаза и њихову верификацију кроз упоређивање добијених резултата са релевантним истраживањима.
- метода моделирања, која ће бити примењена при развоју концептуалног модела, архитектуре система, дијаграма токова података и структурних компоненти децентрализованог апликационог (*DApp*) решења, укључујући интеграцију паметних уговора.
- емпиријска метода, која ће бити примењена за спровођење анкетног истраживања ради испитивања спремности крајњих корисника за усвајање блокчејн-аутентификованих производа уз примену модификованог *UTAUT2* модела, као и за корисничку евалуацију развијене децентрализоване апликације од стране стејхолдера модног ланца снабдевања.
- хипотетичко-дедуктивна метода, која ће бити примењена за формулисање и проверу хипотеза у истраживању спремности крајњих корисника за усвајање блокчејн-аутентификованих производа, као и у истраживању евалуације развијене децентрализоване апликације у модном ланцу снабдевања.
- статистичка метода, која ће се користити за обраду и интерпретацију података прикупљених анкетним истраживањем и током евалуације прототипа децентрализоване апликације.
- метода пројектовања и развоја, која ће бити примењена при изградњи и тестирању прототипа децентрализоване апликације уз примену *DevOps* принципа.

Истраживање ће се реализовати кроз више међусобно повезаних фаза које граде јединствену целину. У почетној фази биће спроведена анализа литературе и постојећих решења, кроз систематичан преглед научних радова, пројеката и комерцијалних имплементација блокчејн технологије у управљању ланцима снабдевања, са посебним акцентом на модну индустрију, следљивост и аутентификацију производа. На основу налаза из ове фазе биће формулисан

концептуални модел који обухвата дефинисање архитектуре система, идентификацију актера у *B2B* и *B2C* сегментима, постављање токова података, интеграцију са *IoT*, *AI*, *Big Data* и *Cloud* решењима, као и моделовање паметних уговора. Након тога биће успостављен методолошки оквир за имплементацију, који обухвата избор релевантних блокчејн платформи, дефинисање техничких и безбедносних захтева и интеграцију *DevOps* приступа. Циљ овог оквира је развој безбедног, аутоматизованог и ефикасног *DApp* система прилагођеног захтевима модне индустрије и њених стејхолдера.

У оквиру емпиријске валидације биће спроведено истраживање засновано на модификованом моделу *UTAUT2* ради процене утицаја различитих фактора као што су очекивана корист, ценовна вредност, поверење и лакоћа употребе на намеру корисника да усвоје овај тип система. Анализа података биће извршена применом алата *SmartPLS*, погодног за тестирање комплексних мултиваријантних модела и структурних односа између конструктора.

Даље, биће развијен прототип децентрализоване апликације (*DApp*) као *proof-of-concept* решење које интегрише кључне компоненте модела, омогућава реално-временско праћење производа, аутоматизовану проверу аутентичности и сигурну размену података међу стејхолдерима. У завршној фази уследиће корисничка евалуација и анализа резултата кроз техничку и функционалну верификацију апликације, тестирање паметних уговора, безбедносних механизма и корисничког интерфејса, као и статистичка верификација постављених истраживачких хипотеза.

Истраживање ће бити интердисциплинарног карактера, обједињујући области као што су информатика, рачунарске науке, менаџмент ланаца снабдевања, управљање пројектима, дигиталне технологије и модна индустрија. Оваквим приступом обезбедиће се целовито разумевање изазова и могућности примене блокчејн технологије у праћењу порекла и аутентичности производа, што ће допринети креирању применљивих и одрживих решења за дигиталну трансформацију модног сектора.

2. ДИГИТАЛНА ТРАНСФОРМАЦИЈА МОДНЕ ИНДУСТРИЈЕ

2.1 Појам и дефиниција

Модна индустрија представља један од најдинамичнијих и најбрже променљивих сектора савремене економије. Представља интегрисани систем активности који обухвата дизајн, производњу, дистрибуцију, маркетинг, продају и потрошњу одеће, обуће, модних додатака и других производа који изражавају стил, идентитет и културне вредности појединаца и друштва [26]. Модна индустрија повезује различите актере као што су дизајнери, произвођачи, дистрибутери, трговци и потрошачи унутар глобалног ланца снабдевања. Карактеришу је брзе промене трендова, висока конкурентност и све већи утицај технологије, дигиталне трансформације и одрживости на пословне моделе [27].

Током последњих неколико деценија, посебно у последњих двадесет година, дошло је до радикалних промена у начину производње, дистрибуције и потрошње модне одеће. Традиционални модели масовне производње уступили су место новим облицима пословања који се заснивају на флексибилности, брзини реакције и прилагођавању тржишту. Данашње модне компаније теже да скрате време између дизајна и продаје, обезбеђујући да најновији трендови са модних писта врло брзо стигну до потрошача [26].

Модно тржиште данас карактеришу изузетна динамика, кратки животни циклуси производа и непредвидљивост потражње, што га чини једним од најизазовнијих сектора у глобалној економији. Потрошачи све више захтевају нове стилове, брзу доступност и разноврсност понуде, што приморава модне компаније да стално убрзавају процес дизајна, производње и дистрибуције. У таквом окружењу, традиционални модели пословања засновани на дугорочним прогнозама и масовној производњи постају неефикасни [27]. Уместо тога, јавља се потреба за агилним ланцима снабдевања који омогућавају брзу реакцију на промене у потражњи и модним трендовима.

Модна индустрија све више усваја филозофију „брзог одговора“, која наглашава важност флексибилности, убрзаног протока информација и сарадње између свих учесника у ланцу снабдевања. Уместо да се ослањају на велике залихе и дуге рокове испоруке, компаније данас користе податке у реалном времену како би смањиле ризик од застарелих производа и повећале профитабилност. Овај приступ посебно је видљив код водећих брендова као што су *Zara* и *Benetton*, који су успели да интегришу дизајн, производњу и продају у један динамичан и повезан систем.

Модерно модно тржиште постаје комплексна мрежа глобалних партнера, у којој је кључ успеха у способности да се брзо препознају и задовоље потребе потрошача. Брзина, флексибилност и информациона повезаност постају нови стубови конкурентности у ери дигиталне економије [28].

Развојем концепта „брзе моде“ (енг. *quick fashion*), брендови као што су *Zara*, *H&M*, *Mango*, *New Look* и *Topshop* успели су да трансформишу традиционалне ланце снабдевања у агилне системе способне да за само неколико недеља пренесу модне трендове из дизајнерских студија у продајне просторе. Ова појава, праћена све већим утицајем интернета и друштвених мрежа, довела је до демократизације моде, процеса у којем потрошачи постају све информисанији, захтевнији и укључени у креирање трендова [29].

Истовремено, четврта индустријска револуција (Индустрија 4.0) доноси нове изазове и прилике за модни сектор. Дигиталне технологије, попут вештачке интелигенције, интернета интелигентних уређаја, паметних носивих материјала (енг. *wearables*) и блокчејна мењају основне принципе производње и потрошње, отварајући могућности за персонализацију, одрживост и дигитално праћење производа кроз цео њихов животни циклус. У том

контексту, дизајн постаје централни елемент трансформације, јер повезује креативност, технологију и тржишне потребе [28].

Савремена модна индустрија тако постаје спој традиције и иновације, у којој се естетика, технологија и пословне стратегије преплићу ради стварања одрживих, паметних и тржишно релевантних решења. У ери брзих промена и дигиталне трансформације, способност модне индустрије да се прилагођава и иновира постаје кључ њеног опстанка и развоја.

2.2 Управљање ланцима снабдевања у модној индустрији

Управљање ланцем снабдевања (енг. *Supply Chain Management*) у модној индустрији представља координацију и интеграцију свих пословних активности повезаних са планирањем, набавком, производњом, складиштењем, транспортом, дистрибуцијом и продајом модних производа, са циљем да се обезбеди правремена испорука, оптимални трошкови и задовољство крајњег потрошача [4]. Представља један од најсложенијих и најдинамичнијих процеса у савременој економији. Модна индустрија се одликује кратким животним циклусима производа, високом нестабилношћу тржишне потражње и све већим притиском потрошача и организација да пословање буде одрживо и етички прихватљиво. Током последње две деценије, овај сектор је прошао кроз значајну трансформацију, у којој је традиционално управљање ланцем снабдевања прерасло у одрживо управљање ланцем снабдевања (енг. *Sustainable Supply Chain Management – SSCM*), усмерено на интеграцију социјалних, еколошких и економских аспеката пословања [5].

У модној индустрији управљање ланцем снабдевања представља кључни елемент успеха сваке модне компаније, јер обухвата све активности од стварања дизајна до испоруке готових производа крајњим купцима. Модни ланац снабдевања је сложен систем који повезује различите актере као што су дизајнери, произвођачи тканина, добављачи сировина, дистрибутери, логистички партнери, малопродајни ланци и потрошачи [6]. Процес започиње осмишљавањем колекције, где модни дизајнери дефинишу стил, крој, боје и материјале који ће се користити. На основу тих спецификација произвођачи набављају потребне сировине, најчешће памук, свилу, лан или синтетичке материјале, затим организују производњу и претварају их у готове одевне предмете и модне додатке. Након контроле квалитета, производи се складиште и дистрибуирају у малопродајне објекте или онлајн продавнице [7].

Због глобалног карактера модне индустрије, управљање ланцем снабдевања суочава се са бројним изазовима. Макроекономске промене, попут инфлације, раста цена енергената, поремећаја у транспорту и недостатка радне снаге, могу значајно утицати на токове робе и трошкове производње [8]. Истовремено, потрошачи данас све више захтевају транспарентност и етичност у пословању, па модне компаније морају водити рачуна о одрживости и поштовању људских права. Поред тога, мода је по својој природи брза и променљива индустрија у којој се трендови мењају из сезоне у сезону, што захтева флексибилност и прецизно планирање производње како би се избегли вишкови залиха и финансијски губици. Управо због те сложености, савремене модне компаније све више се ослањају на дигиталне технологије и софтверска решења за управљање ланцем снабдевања. Интегрисани информациони системи омогућавају аутоматско планирање производње, праћење залиха, управљање поручбинама и оптимизацију транспорта. Напредне технологије, попут вештачке интелигенције, машинског учења и интернета интелигентних уређаја, користе се за анализу података и предвиђање тржишних кретања, што помаже компанијама да брже доносе одлуке и смање ризик од прекида у снабдевању [9]. Алгоритми засновани на вештачкој интелигенцији и машинском учењу, као што су они за предвиђање потражње, класификацију и детекцију аномалија, користе се за анализу историјских података и предвиђање потенцијалних проблема у ланцу снабдевања [9].

Успешне модне компаније примењују низ најбољих пракси у управљању ланцем снабдевања.

Међу њима су интеграција технологије у све фазе пословања, транспарентна комуникација између свих учесника, етичко пословање и избор поузданих добављача, као и оптимизација залиха како би се ускладила понуда са потражњом. Посебан значај има примена предиктивне аналитике, која омогућава прецизније планирање производње и набавке на основу података о трендовима, временским условима и понашању потрошача. На тај начин се смањују трошкови, убрзава проток робе и побољшава корисничко искуство.

Будућност управљања ланцем снабдевања у модној индустрији биће обликована све већим ослањањем на напредне технологије и аутоматизацију. Вештачка интелигенција и машинско учење омогућиће компанијама да препознају ризике пре него што се појаве, предвиде промене у потражњи и прилагоде своје пословање у реалном времену [9]. Одрживост, флексибилност и транспарентност постаће основни принципи успешног пословања, док ће дигитализовани и паметни ланци снабдевања играти пресудну улогу у очувању конкурентности и профитабилности модних брендова на глобалном тржишту.

2.3 Информационе технологије у модној индустрији

Упркос значајном трансформативном потенцијалу који блокчејн има за текстилну и модну индустрију, посебно у погледу унапређења транспарентности, праћења и одрживости ланца снабдевања [10] [11], приметан је недостатак емпиријских истраживања и систематичних анализа о усвајању блокчејна у моди, нарочито када је реч о ангажовању потрошача и изазовима имплементације [12]. Поред тога, стварна примена блокчејна у модном и текстилном сектору остаје ограничена и недовољно истражена [13], иако ова технологија може понудити обећавајућа решења за проблеме као што су фалсификовање, заштита интелектуалне својине и изградња поверења. Поверење је од изузетне важности за прихватање блокчејн система, јер купци морају бити сигурни да су подаци у блокчејну, као што су порекло производа, сертификати или етичке праксе, безбедни, непромељиви и аутентификовани од стране поузданих институција. Децентрализација и транспарентност блокчејна граде поверење нудећи неизмењив траг о ревизији и интегритет података, што је неопходно у индустријама као што је мода, где потрошачи све чешће захтевају аутентичност производа и етичко порекло [14] [15].

Блокчејн технологија није једина иновација која уноси трансформацију у управљање ланцима снабдевања. Друге напредне технологије, као што су рачунарство у облаку (енг. *Cloud Computing*), анализа великих количина података (енг. *Big Data*), вештачка интелигенција (енг. *Artificial Intelligence - AI*) и интернет интелигентних уређаја (енг. *Internet of Things - IoT*), у синергији са блокчејном, доносе већу ефикасност, безбедност и транспарентност ланцима снабдевања и омогућавају бољу аутоматизацију, анализу и оптимизацију процеса.

Интеграција са блокчејном омогућава компанијама да имају безбедну и ефикасну инфраструктуру за чување и размену података међу учесницима у ланцу снабдевања [16]. Интеграцијом блокчејн технологије и анализе великих количина података омогућава се свеобухватна обрада неизмењивих података из различитих извора, што доприноси повећању поузданости и тачности предвиђања која служе као основа за стратешко одлучивање [17]. Осигуравајући интегритет података и спречавајући манипулације или неовлашћене измене, блокчејн технологија јача укупну поузданост информација у оквиру ланца снабдевања.

Вештачка интелигенција доноси напредну аутоматизацију и интелигентно доношење одлука у управљању ланцем снабдевања. У комбинацији са блокчејном, вештачка интелигенција (енг. *Artificial Intelligence - AI*) анализира велике податке и оптимизује кључне процесе у ланцу снабдевања, као што су прогнозирање залиха и управљање ризиком [18]. Комбинација паметних уговора на блокчејну и *AI* алгоритма омогућава аутономно извршавање пословних процеса без потребе за посредницима [19]. Интеграција *AI* и блокчејна нуди

значајан потенцијал за унапређење операција у ланцу снабдевања кроз омогућавање прогнозирања потражње у реалном времену, повећање транспарентности и подршку аутоматизованој аутентификацији производа [20] [21].

Истраживања као што је [22] показала су да интеграцијом *IoT*-а и блокчејна могу да се створе нове могућности за унапређење управљања ланцем снабдевања. *IoT* уређаји омогућавају сакупљање података у реалном времену и праћење кроз читав ланац, од производње до испоруке [23]. Када се интегришу са блокчејном, ови подаци постају део безбедног, неизмењивог записа, који представља јединствени извор истине за све трансакције и кретања [24]. Омогућавајући потрошачима приступ записима у блокчејну, њихово поверење у аутентичност и безбедност модних производа може бити значајно ојачано [25]. Потрошачи могу бити сигурни да добијају оригиналне производе, уз заштиту своје приватности, чиме се гради поуздан однос између брендова и потрошача [26]. Интеграција *IoT*-а и блокчејна показала се корисном за унапређење праћења производа у реалном времену, транспарентности и оперативне ефикасности кроз ланце снабдевања, што је веома релевантно и преносиво и на модну индустрију [27].

Усвајање блокчејна у модној индустрији суочава се са више изазова, укључујући високе трошкове имплементације, технолошку сложеност и ограничену свест потрошача [28]. Кључни фактор усвајања јесте поверење потрошача, јер неизмењивост и транспарентност блокчејна могу ојачати кредибилитет бренда и легитимитет производа [29]. Ипак, перцепција сложености блокчејн технологије, питања безбедности података и ограничена употребљивост и даље представљају изазове који могу одвратити масовне потрошаче од активног коришћења платформи заснованих на овој технологији. Безбедност у блокчејн системима ослања се на криптографско хеширање и децентрализоване консензус алгоритме, при чему сваки блок садржи 256-битни хеш претходног блока, што спречава накнадне измене, осим ако већина чворова у мрежи не постигне сагласност [30]. У контексту управљања ланцем снабдевања у модној индустрији, блокчејн мреже су често дозвољене (permissioned), што значи да су сви учесници аутентификовани, а консензус се постиже кроз специфичне протоколе, што додатно гарантује аутентичност и интегритет података. Поред тога, дигитални потписи и енкрипција трансакција обезбеђују поверљивост пословних информација које се размењују између добављача, произвођача и дистрибутера, чиме се јача укупна отпорност ланца снабдевања на манипулације и неовлашћене интервенције [31].

Док неки потрошачи цене могућност блокчејна да обезбеди проверљиве информације о пореклу производа, други могу тешко да уоче његову релевантност у процесу доношења одлука о куповини [32]. Разумевање ових бихејвиоралних и перцептивних баријера од суштинског је значаја за успешно интегрисање блокчејна у модну индустрију.

3. БЛОКЧЕЈН У УПРАВЉАЊУ ЛАНЦИМА СНАБДЕВАЊА

3.1 Појам и дефиниција

Блокчејн технологија представља једну од најзначајнијих иновација у области дигиталних технологија и економије. У времену све интензивније дигитализације пословања и брзог раста количине података који се свакодневно размењују, јавила се потреба за поузданим, безбедним и транспарентним системом евиденције и преноса информација. Ту улогу преузима блокчејн као децентрализована, криптографски заштићена технологија која омогућава учесницима мреже да заједнички управљају подацима без потребе за посредником или централним ауторитетом [13].

Реч блокчејн потиче из енглеског језика и дословно значи „ланац блокова“. Сваки блок у том ланцу представља јединствен скуп података, најчешће о одређеним трансакцијама, који се повезује са претходним блоком криптографским алгоритмом [13]. На тај начин настаје непрекинут и сигуран ланац података, при чему свака измена у једном блоку подразумева промену у свим претходним, што практично онемогућава манипулацију или фалсификовање података. Сви чланови мреже имају идентичну копију овог дигиталног регистра, а свака нова трансакција мора бити верификована од стране већине учесника како би постала део ланца. Ако током верификације дође до недоследности између новог блока и претходних, блок се одбацује, а ако се потврди његова исправност, трајно се додаје у ланац. На тај начин блокчејн обезбеђује изузетан ниво сигурности, јер једном уписани подаци не могу бити измењени нити избрисани [33].

Блокчејн је технологија која омогућава аутоматско извршавање пословних трансакција помоћу паметних уговора без потребе за посредником. Сви записи трансакција су непроменљиви и чувају се у дистрибуираном дигиталном *ledger*-у [37]. На тај начин блокчејн постаје дистрибуирана база података са *peer-to-peer* архитектуром. Дистрибуираност значи да се подаци чувају на више различитих локација, док *peer-to-peer* да не постоји један централни субјект који контролише основну верзију података. На тај начин се смањује могућност неусклађености активности између учесника у трансакцијама, јер се промене у подацима бележе и проверавају кроз дистрибуирани систем, уместо да зависе од једне централне базе података [33].

Сам процес функционисања блокчејна одвија се кроз неколико корака. Прво, неки корисник иницира трансакцију која се шаље у мрежу. Затим други учесници, односно чворови мреже, верификују ту трансакцију користећи криптографске методе и посебне консензус механизме. Када се трансакција потврди, она постаје део новог блока који се додаје у постојећи ланац, повезан са претходним блоковима путем хеша. Сви учесници потом добијају ажурирану копију ланца, што осигурава транспарентност и непроменљивост целокупног система [21].

Блокчејн почива на више кључних технолошких елемената [34]. Најпре, криптографија обезбеђује поверљивост и интегритет података, док се хеш функције користе за јединствено идентификовање и повезивање блокова. Мрежа функционише по принципу *peer-to-peer* (од корисника до корисника), без централизованог сервера, чиме се елиминише потреба за посредником. Поред тога, користе се дигитални потписи и системи јавних и приватних кључева који гарантују да само власник може приступити својим подацима или дигиталној имовини. Учесници мреже се идентификују помоћу криптографских кључева: јавни кључеви служе као адресе за пријем трансакција, док се приватни кључеви користе за дигитално потписивање и ауторизацију трансакција. На тај начин се обезбеђује да само власник приватног кључа може да потврди трансакцију или управља својом дигиталном имовином. У основи блокчејна налазе се и различити механизми консензуса, односно начини постизања сагласности око тога који су блокови валидни. Најпознатији су *Proof of Work*, где се

верификација врши решавањем сложених математичких проблема, *Proof of Stake*, где се верификатор бира на основу количине криптовалута коју поседује, и *Practical Byzantine Fault Tolerance*, који се често примењује у приватним системима ради брзог постизања сагласности.

Постоје четири главне врсте блокчејна: јавни, приватни, конзорцијумски и хибридни. Јавни блокчејн је потпуно отворен за све кориснике и највише је заступљен код криптовалута попут биткоина и етеријума, али је спорији и енергетски захтевнији. Приватни блокчејн је ограничен на унапред дефинисане учеснике унутар једне организације, што омогућава већу брзину и ефикасност, али уз мању транспарентност. Конзорцијумски блокчејн комбинује карактеристике претходна два типа и најчешће се користи у међународној трговини и финансијском сектору, где више институција заједнички управља системом [21]. Хибридни блокчејн представља комбинацију јавног и приватног блокчејна, при чему се део података и трансакција може чувати у приватном окружењу, док се кључни докази или одређени записи могу објавити на јавном блокчејну.

Основне предности блокчејна огледају се у непроменљивости података, транспарентности, отпорности на хакерске нападе и елиминацији посредника, што резултира бржим и јефтинијим трансакцијама. Ипак, постоје и одређени изазови, попут ограничене скалабилности, високе потрошње енергије и недовољно јасних правних оквира који регулишу употребу ове технологије. Упркос томе, бројне индустрије препознају потенцијал блокчејна и све више га примењују у пракси [21].

Данас се блокчејн не користи само у криптовалутама, већ и у финансијама, здравству, образовању, логистици, трговини и управљању ланцем снабдевања. Његова примена омогућава брже, транспарентније и поузданије пословање. Очекује се да ће у будућности блокчејн постати један од темељних стубова дигиталне економије, омогућавајући безбедан и поуздан систем евиденције и размене података у свим областима друштва.

3.2 Елементи блокчејн технологије

Елементи блокчејна могу се класификовати према нивоу деловања унутар система, при чему се разликују технолошки, функционални и организациони нивои који заједно граде архитектуру блокчејн екосистема (Табела 1.) [34].

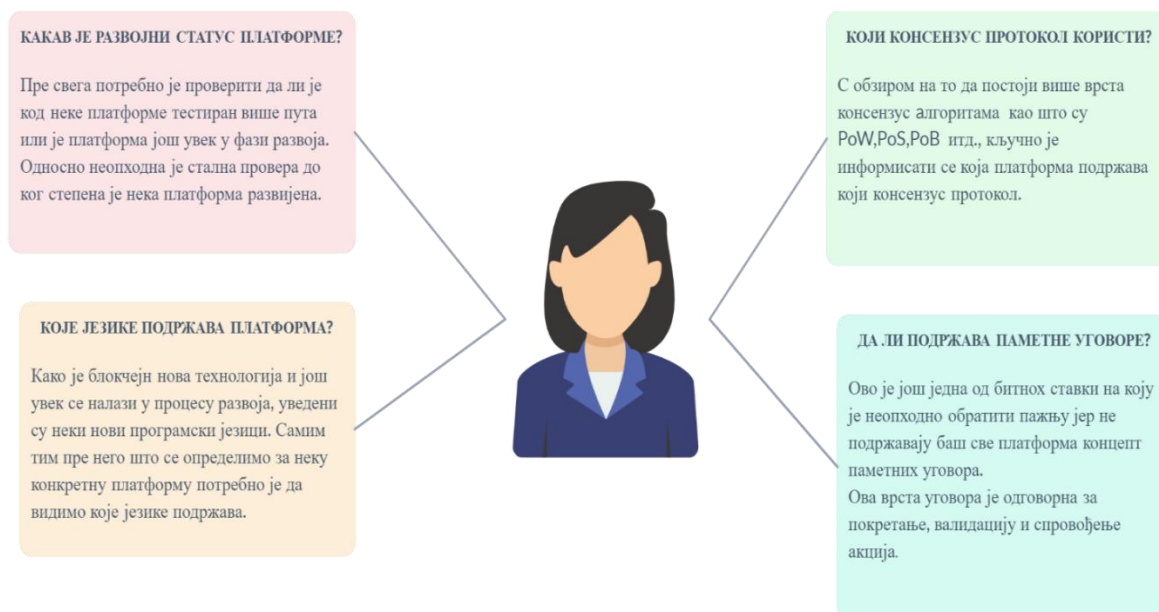
Табела 1. Елементи блокчејна

Ниви блокчејн система	Елементи
Технолошки ниво	<ul style="list-style-type: none"> – Блокови садрже записе трансакција, временски жиг и хеш претходног блока, чиме се обезбеђује интегритет. – Ланац блокова представља секвенцијално повезивање блокова, које гарантује неизменљивост података [35]. – Чворови (енг. <i>nodes</i>) представљају рачунаре који држе копије ланца, верификују трансакције и учествују у консензусу. – Хеш функције су криптографске функције које претварају улаз у фиксну величину, омогућавају проверу да ли је неки податак измењен [35]. – Криптографски кључеви (јавни или приватни) омогућавају дигитални потпис и проверу идентитета [36].

Ниви блокчејн система	Елементи
	<ul style="list-style-type: none"> – Консензус алгоритми (<i>Proof of Work, Proof of Stake, Delegate Proof of Stake, Proof of Capacity</i>, итд.) одлучују који блок ће бити додат ланцу након што је трансакција једногласно верификована [37] . – Мрежни протоколи дефинишу правило комуникације међу чворовима. – Дистрибуирана књига (eng. <i>Distributed Ledger</i>) представља базу података у којој се бележе све трансакције у оквиру мреже.
Функционални ниво	<ul style="list-style-type: none"> – Трансакције или непромељиви записи (енг. <i>Immutable Records</i>) представљају основне јединице података у блокчејн мрежи, чија неизменљивост након уписа у ланац обезбеђује поверење међу учесницима. – Паметни уговори су програмски кодови који се аутоматски извршавају кад су испуњени унапред дефинисани услови [35]. – Токени / дигитална средства представљају власништво, права или вредност унутар екосистема. – Оркестрација апликација омогућава надзор и управљање интеракцијама различитих модула или микросервиса у оквиру блокчејн екосистема [36]. – Оркестрација развоја и деплојмента односи се на аутоматизацију циклуса развоја (енг. <i>Continuous Integration / Continuous Delivery - CI/CD</i>), тестирања, верзионисања и постављања блокчејн компоненти и повезаних апликација.
Организациони ниво	<ul style="list-style-type: none"> – Активни актери су корисници, валидатори, оператори мреже, регулатори, који учествују у систему и доносе одлуке [36]. – Политике управљања (енг. <i>Governance</i>) су правила за измене протокола, надоградње, гласове приликом одлучивања. – Интероперабилност је способност система да сарађује са другим блокчејн мрежама или спољашњим системима (енг. <i>Application Programming Interface - API</i>)[35]. – Контролни механизми омогућавају надзор, ревизије, приступне дозволе и механизме опоравка од грешака. – Интеграција са спољашњим системима (нпр. повезивање са базама података, системом за идентификацију (енг. <i>Know Your Customer-KYC</i>), сензорима, (енг. <i>Enterprise Resource Planning - ERP / Supply Chain Management - SCM</i>) системима)[35].

3.3 Платформе засноване на блокчејну

Циљ блокчејн платформи је да омогуће развој апликација заснованих на блокчејну. Неке од основних карактеристика које треба размотрити при избору блокчејн платформе приказане су на Слици 1.



Слика 1. Основне карактеристике блокчејн платформе [34]

Најчешће коришћене блокчејн платформе су:

1. *Ethereum* је једна од најчешће коришћених и најпоузданијих блокчејн платформи. Подржава децентрализоване апликације, као и сопствену криптовалуту, етер. Садржи алате за развој и извршавање паметних уговора у оквиру виртуелног окружења. Платформа је преласком са механизма *Proof of Work* на *Proof of Stake* значајно смањила потрошњу енергије и унапредила енергетску ефикасност мреже [34].
2. *IBM Blockchain* је једна од погодних платформи за пословне кориснике који желе већи ниво контроле, сигурности и смањен пословни ризик. Представља приватну и децентрализовану платформу која подржава развој функционалних решења за потребе пословања. Уложена су значајна средства у развој корисничког интерфејса, што је поједноставило задатке, омогућило лако тестирање и олакшало креирање паметних уговора. Тренутно платформа постиже значајне резултате у финансијским услугама, банкарству и ланцима снабдевања [34].
3. *Hyperledger Fabric* платформа представља сет алата за креирање блокчејн апликација и развој решења заснованих на модуларној архитектури. Овакав приступ омогућава изградњу прилагодљивих решења помоћу компоненти које се укључују у складу са потребама система, као што су различити алгоритми консензуса, што ову платформу разликује од осталих блокчејн решења. Користи се у компанијама за дистрибуирање књиге података. У затвореним блокчејн системима добро функционише као подршка имплементацијама усмереним на управљање безбедношћу и приватношћу података [34].

4. *Hyperledger Sawtooth* је још једна блокчејн платформа отвореног кода намењена развоју, имплементацији и извршавању дистрибуираних база података без потребе за централним ауторитетом. Користи алгоритам консензуса *Proof of Elapsed Time* који омогућава интеграцију са хардверским безбедносним решењима, познатим као „*trusted execution environments*“, који представљају заштићене области рачунарске меморије. Такође, уводе се нови механизми за унапређење обраде трансакција и проширење могућности паметних уговора [34].
5. *R3 Corda* платформа отвореног кода, која представља савремено блокчејн решење намењено институцијама које желе да директно реализују трансакције путем паметних уговора. Приступ подацима имају само овлашћени учесници, а не цела мрежа. Због тога побољшава приватност и омогућава детаљну контролу над приступом дигиталним подацима. Првобитно је била намењена финансијском сектору, али се данас примењује и у здравству, ланцима снабдевања и бројним другим областима [34].
6. *Algorand* је основан 2017. године од стране Силвија Микалија и представља јавни блокчејн отвореног кода који користи *Proof of Stake* за постизање консензуса. Основан је као потпуно децентрализован, безбедан и скалабилан блокчејн који обезбеђује заједничку платформу за изградњу производа и услуга за глобалну економију без граница [38]. *Algorand* поседује валуту *Algos*, а сви корисници имају право да учествују у избору и писању блока у блокчејн. Сваки налог у *Algorand*-у садржи приватни кључ и јединствену јавну адресу. Што се тиче паметних уговора у *Algorand*-у, они се деле на *stateful* и *stateless*. Обе категорије се пишу у *Transaction Execution Approval Language (TEAL)* и често се повезују – на пример, када је потребно сачувати упорне податке (*stateful*) заједно са неком трансакцијом потрошње (*stateless*) [39]. Велика предност *Algorand*-а је што примењује *Pure Proof-of-Stake* механизам, који је еколошки одрживији и захтева минималну количину електричне енергије [40].
7. *Solana* представља јавну блокчејн инфраструктуру са високим перформансама, која је значајна за примену у ланцима снабдевања због велике брзине обраде трансакција, ниских трошкова и мале латенције. Захваљујући подршци за паметне уговоре, *IoT* интеграције и *Web3* пословне моделе, *Solana* може бити корисна за праћење порекла производа, евидентирање логистичких догађаја, токенизацију робе и дигиталних сертификата. У контексту модног ланца снабдевања, ова платформа је посебно интересантна јер омогућава обраду великог броја догађаја у реалном времену, уз могућност комбиновања са *AI* сервисима и другим системима за анализу података [41].

Блокчејн напредује великом брзином иновација и стално се развијају нове платформе са додатним могућностима и новим издањима. Због тога данас постоји велики број блокчејн платформи на глобалном нивоу, па је за компаније важно да их детаљно анализирају, разумеју њихове карактеристике и изаберу решење које најбоље одговара њиховим потребама и доноси највећу пословну корист.

3.4 Паметни уговори

Паметни уговори су дигитални, самостално извршиви уговори који садрже кодиране услове споразума између две или више страна [26]. За разлику од традиционалних уговора који захтевају посредовање треће стране, као што су банке, адвокати или нотари, паметни уговори се аутоматски извршавају када су унапред дефинисани услови испуњени. Њихово функционисање заснива се на принципима транспарентности, децентрализације и непроменљивости које обезбеђује сам блокчејн систем [26].

Суштина паметног уговора је у томе да омогући учесницима да међусобно послују без поверења у трећу страну, јер поверење замењује код. Уговор је написан у облику програмског кода који се чува и извршава на блокчејну [42]. Када су услови дефинисани и обе стране их прихвате, уговор постаје активан у мрежи. У тренутку када се остваре унапред прописани услови, систем аутоматски спроводи договорену радњу као што је пренос новчаних средстава, дигиталне имовине или власничких права. Све то се одвија без могућности интервенције или манипулације, јер се извршење уговора дешава у складу са кодом који је већ уписан у блокчејн и који не може бити измењен [43].

Да би се разумело како функционише паметан уговор, може се посматрати као дигитални еквивалент аутоматског банкомата: када корисник унесе новац и изабере услугу, машина аутоматски извршава трансакцију према унапред утврђеним правилима, без посредника. Паметни уговори делују као „аутоматски извршиоци“ пословних правила, једном када се услови активирају, уговор се спроводи сам, без потребе за спољном контролом [43].

Паметни уговори се најчешће реализују на блокчејн платформама које подржавају извршавање сложених програма. *Ethereum* је први омогућио креирање и примену оваквих уговора на децентрализован начин [44]. На овој платформи паметни уговори се пишу у програмском језику *Solidity*, а када се једном објаве у мрежи, они постају трајни и јавни, што значи да ниједна страна не може накнадно мењати њихов садржај. Свако извршење уговора се бележи у блокчејну, чиме се постиже потпуна транспарентност и могућност провере. Главне предности паметних уговора огледају се у аутоматизацији процеса, смањењу трошкова и повећању поузданости. Будући да нема посредника, трошкови извршења и време реализације знатно се смањују. Такође, захваљујући непроменљивости блокчејна, уговори су отпорни на манипулације и лажирање. Поред тога, транспарентност омогућава свим учесницима да у сваком тренутку провере статус и историју извршења уговора. Ово нарочито има значај у финансијском сектору, управљању ланцем снабдевања, некретнинама, здравству и електронској трговини, где се паметни уговори користе за управљање трансакцијама, проверу аутентичности производа, издавање лиценци и аутоматско спровођење плаћања [44].

Један од највећих проблема је правна регулатива, јер се паметни уговори у многим земљама још увек не третирају као правно важећи документи. Такође, постоји ризик од грешака у коду које могу довести до неправилног извршења уговора или злоупотребе система. Поред тога, питање интероперабилности између различитих блокчејн платформи и потреба за скалабилношћу остају отворени изазови које технолошка заједница активно решава [44].

Упркос тим препрекама, будућност паметних уговора изгледа изузетно обећавајуће. Са развојем вештачке интелигенције, интернета интелигентних уређаја и аутоматизованих система, паметни уговори ће све више налазити примену у аутономним пословним процесима и дигиталним екосистемима. Њихова способност да обезбеде сигурност, транспарентност и поуздано извршење чини их једним од кључних елемената будућности дигиталне економије [44]. Као технологија која елиминише неповерење и посреднике, паметни уговори представљају корак ка потпуно новој парадигми пословања, оној у којој је поверење замењено алгоритмом, а правна обавеза постаје линија кода [44].

3.5 Блокчејн у модној индустрији

Блокчејн технологија све више добија на значају као иновативан инструмент трансформације у оквиру модне индустрије. Њена способност да унапреди транспарентност, следљивост и безбедност у управљању ланцем снабдевања чини је посебно вредном за модне брендове који настоје да изграде поверење потрошача и боре се против фалсификоване робе. Коришћењем блокчејна, модне компаније могу својим купцима пружити проверљиве информације о пореклу, материјалима и производним процесима својих производа [45]. Ово

поглавље истражује интеграцију блокчејн технологије у модној индустрији, истичући њен потенцијал да модернизује традиционалне праксе и подстакне транспарентнији ланац снабдевања.

Модна индустрија се развила током претходне две деценије, у периоду када су се њене границе све више шириле на глобалном нивоу. Под утицајем динамике, масовне производње и вишеслојних модификованих ланаца снабдевања, трговци су приморани да примењују модел ниских трошкова и високе флексибилности у дизајну, квалитету, испоруци и брзини изласка на тржиште. Конкуренција је изузетно јака, а појам „брза мода“ ствара притисак на модно тржиште да се производња непрекидно обнавља. Све то доводи до краћег животног циклуса производа и негативних последица по животну средину услед нагомилавања текстилног отпада.

Један од значајнијих изазова са којима се ова индустрија суочава јесу фалсификовани производи који се шире на тржишту. Фалсификати су потрошачка добра која нису оригинална, али су дизајнирана и брендирана тако да изгледају идентично аутентичним производима. Због тога потрошачи често бивају доведени у заблуду и верују да су такви производи оригинални. Ови производи наносе штету имиџу и вредности самог бренда. Блокчејн може заштитити и створити сигурне дигиталне идентитете и тиме успоставити аутентичност у модној индустрији [13]. Дизајнерима се обезбеђује јединствен идентитет, због чега многи брендови већ почињу да имплементирају ову технологију у своје пословне моделе.

Како блокчејн постаје све напреднији, многи модни брендови почињу да уводе ову технологију у своје пословање и користе све њене предности. Постоји све већи број области у модној индустрији у којима примена блокчејн технологије не само да поједностављује поједине процесе, већ их чини ефикаснијим и кориснијим како за заинтересоване стране, тако и за потрошаче.

Када помињемо модну индустрију, морамо узети у обзир да је реч о индустрији која остварује више од 450 милијарди долара глобалне продаје, што је чини једном од најважнијих индустрија са највећим приходима у свету [46]. Поред тога што доноси највеће приходе, она представља једну од еколошки најинтензивнијих индустрија и због тога је под сталним притиском да усвоји циркуларни економски модел.

Од почетне фазе дизајна, преко производње и услуга, принципи циркуларне економије усмеравају модну индустрију ка већем значају одрживости, рециклаже и модернизације. Управо су ови концепти део транзиције модне индустрије ка циркуларној економији, а главни фокус је на усклађивању вредности кроз цео ланац снабдевања, посебно вредности потрошача [34]. Ова циркуларна економија разликује се од традиционалног линеарног модела по томе што се традиционални модел ослања на то како ефикасно користити ресурсе, док се циркуларна економија усмерава на то како их користити на еколошки ефикасан начин. У циркуларном моделу нагласак је на рециклирању одбачених предмета како би се створили предмети веће вредности. Регенерација и коришћење отпада могу утицати на повећање конкурентности компаније и њеног угледа, смањење трошкова и умањење оптерећења животне средине.

Области примене блокчејна у модној индустрији можемо поделити на [13]:

- **Праћење материјала и готових производа.** Управљање залихама уз примену блокчејн технологије омогућава јаснији и поузданији систем за евидентирање и ажурирање стања залиха у реалном времену. Захваљујући транспарентности коју блокчејн пружа, могуће је ефикасно пратити све доступне артикле и њихове количине. Истовремено, блокчејн омогућава боље предвиђање потреба за залихама и једноставније управљање њима, у складу са променљивим захтевима корисника.

- **Безбедност.** Паметни уговори омогућавају да се приступ систему додели искључиво овлашћеним и легитимним учесницима. Сваки учесник добија одређена права и ниво приступа на основу своје улоге у систему. Анонимност коју пружа блокчејн технологија омогућава корисницима да међусобно комуницирају без бојазни да ће њихови подаци бити злоупотребљени.
- **Ланац снабдевања.** Будући да традиционални ланци снабдевања често не успевају да одговоре на захтеве потрошача за прихватљивим ценама и високим квалитетом, све више се уводе нови приступи засновани на одрживом ланцу снабдевања. Праћење робе и услуга у реалном времену, удружено са напредном аналитиком и блокчејн технологијом, омогућава доношење информисанијих одлука за баланс понуде и тражње [13].
- **Дистрибуирано управљање.** Блокчејн омогућава дистрибуисано организовање и чување података, при чему су сви релевантни подаци међусобно повезани кроз блокчејн мрежу. Технологија блокчејна омогућава децентрализовану мрежу робе и услуга, елиминишући ослањање на један сервер [2]. Са дистрибуираним подацима постиже се већа безбедност јер не постоји централизовано управљање. Овакви механизми обезбеђују већу ефикасност и скалабилност, посебно у условима раста корисничких потреба.
- **Аутентичност производа.** Анализом модне индустрије, може се закључити да брендове издваја креативност, јединственост и квалитет дизајна и самих производа. Управо због тога они се све чешће суочавају са проблемом фалсификованих модних комада, што представља озбиљан изазов у погледу аутентификације. Због тога блокчејн технологија омогућава поуздану верификацију легитимности робе и услуга, јер сваки производ може бити евидентиран и праћен у децентрализованој мрежи током свог целокупног животног циклуса
- **Управљање залихама.** Применом ознака заснованих на блокчејн технологији омогућено је праћење производа и услуга током читавог процеса производње, од почетне до завршне фазе. На тај начин корисници могу добити детаљне информације о историји одеће, пореклу материјала, животног циклусу производа, процедурама које су коришћене у изради и слично. Ово улива додатно поверење и безбедност код корисника, што им даје велику предност у односу на конкуренте.

3.6 Примена блокчејн технологије у управљању ланцима снабдевања

Блокчејн технологија трансформише различите индустрије унапређујући безбедност, ефикасност и транспарентност у обради података и пословним операцијама [47]. За разлику од конвенционалних система који се ослањају на централизоване базе података, блокчејн користи децентрализовану мрежу рачунара који заједнички верификују и бележе трансакције. Ово обезбеђује да сви учесници могу да приступе подацима и да им верују, јер су они сигурно дистрибуирани на више локација [48]. Сваки блок у блокчејну садржи трансакције или уносе података који, једном када се верификују, добијају временску ознаку и повезују се секвенцијално у ланац који подсећа на дигитални регистар. Овај регистар је шифрован, чиме се чува од неовлашћених измена и обезбеђује интегритет података [49].

Дистрибуирана природа блокчејна елиминише могућност јединствене тачке отказа и чини га отпорним на сајбер-нападе или корупцију података [36]. Сваки учесник у мрежи поседује копију целокупног регистра, што захтева консензус више чворова пре додавања нове трансакције. Овај механизам консензуса обезбеђује непромењивост података, истовремено омогућавајући свим странама да верификују све уносе. Поред тога, архитектура блокчејна омогућава аутоматизацију верификације трансакција и њихову синхронизацију,

поједностављујући процесе који су традиционално захтевали значајно време и ресурсе [49].

Једна од највреднијих примена блокчејна у модним ланцима снабдевања јесу паметни уговори, који аутоматизују и спроводе договоре између страна без посредника. Паметни уговори извршавају операције на основу унапред дефинисаних услова, обезбеђујући да се уговорне обавезе испуне аутономно и безбедно [50]. Елиминисањем трећих страна као што су банке и правни заступници, они смањују време обраде и трошкове, истовремено повећавајући поверење и ефикасност. Паметни уговори нуде бројне предности у управљању ланцем снабдевања. Повећавају ефикасност смањењем ручних интервенција, омогућавајући брже извршавање трансакција и минимизирајући оперативна кашњења [51]. Безбедност је такође унапређена, јер су паметни уговори шифровани и непромењиви након што се једном покрену, што спречава неовлашћене измене [52]. Они омогућавају самоуправљање, дајући учесницима већу контролу над уговорима и елиминишући потребу за сталним надзором [53]. Још једна значајна предност је транспарентност, јер се паметни уговори бележе у дистрибуираном регистру, што омогућава свим овлашћеним учесницима да провере уговорне услове и историју извршења [54]. Ово је посебно вредно у модној индустрији, где је транспарентност ланца снабдевања кључна за проверу етичког порекла и поштовања стандарда одрживости. Паметни уговори помажу и у смањењу административних трошкова минимизирањем расхода повезаних са правном документацијом и посредничким таксама, што их чини посебно корисним за мала предузећа [55]. Штавише, паметни уговори су прилагодљиви еволуирајућим регулаторним и пословним захтевима, што обезбеђује њихову дугорочну употребљивост [50]. Њихова криптографска безбедност такође спречава преваре, јер све трансакције и уговорни услови остају непромењиви и проверљиви, смањујући ризик од фалсификовања и преварантских активности [56].

Поред паметних уговора, блокчејн технологија револуционисхе логистику ланца снабдевања омогућавајући праћење материјала и производа у реалном времену. Традиционални логистички системи често немају транспарентност, што отежава праћење порекла производа и проверу њихове аутентичности [57]. Блокчејн обезбеђује проверљив извор информација бележењем трансакција на непромењив начин, омогућавајући децентрализован, консензусом вођен регистар који гарантује интегритет ланца снабдевања.

Једна значајна примена блокчејна у модним ланцима снабдевања јесте следљивост производа, која омогућава учесницима да прате пут једног артикла. Сканирањем QR кода или коришћењем NFC ознаке повезане са блокчејном, потрошачи и трговци могу приступити проверљивим информацијама о производу, укључујући порекло материјала, производне процесе и историју дистрибуције [58] [59].

Улога блокчејна у надгледању логистике такође је широко истражена. Студије су предложиле оквире засноване на блокчејну који прате пошиљке и одржавају непромењиве записе о трансакцијама, унапређујући решавање спорова и смањујући неефикасности [60]. Интеграција блокчејна са електронском разменом података (*EDI*) уједињује формате података и унапређује сарадњу у ланцу снабдевања, смањујући трошкове и време обраде. Поред тога, интеграција блокчејна са *IoT* технологијом повећава тачност праћења података омогућавајући мрежама сензора да аутономно комуницирају и ажурирају регистар у реалном времену, чиме се елиминише потреба за централизованим складиштем у облаку [61] [62].

Различите архитектуре блокчејна нуде различите нивое безбедности и доступности у управљању ланцем снабдевања. Јавни блокчејнови, као што је *Ethereum*, омогућавају потпуну транспарентност пружајући непромењив регистар доступан свим учесницима. Ове платформе су посебно корисне за обезбеђивање етичког порекла и праћење материјала у реалном времену [63]. Са друге стране, приватни блокчејнови, као што су *Hiperledger Fabrik* и *Corda*, пружају контролисан приступ овлашћеним учесницима, што их чини идеалним за предузећа којима је потребан виши ниво безбедности података и поверљивости [64]. Хибридни и конзорцијумски блокчејнови балансирају између транспарентности и

поверљивости, омогућавајући селективно дељење података међу учесницима у ланцу снабдевања [65].

Свеобухватан модел заснован на блокчејну за модни ланац снабдевања предложен је у [66], како би се обезбедиле транспарентне и непромењиве пословне трансакције међу учесницима. Овај систем унапређује безбедност, смањује број фалсификованих производа и омогућава потрошачима да провере порекло производа. Поред тога, предложен је двоструки токен модел за примену блокчејна у текстилној индустрији како би се омогућила следљивост и економске трансакције. Пример оваквог приступа је Provenance платформа која прати материјале од њиховог извора до готовог производа, јачајући поверење у ланац снабдевања [67].

Интегрисањем блокчејн технологије у модне ланце снабдевања, компаније могу повећати ефикасност, безбедност и транспарентност, обезбеђујући усклађеност са етичким стандардима и очекивањима потрошача.

3.7 Следљивост производа заснована на блокчејн технологији

Модна индустрија генерише три билиона америчких долара и доприноси са 2% глобалном бруто домаћем производу (БДП) [68]. Ова индустрија игра кључну улогу у дизајну, производњи и продаји одеће и текстилних производа, обухватајући различите секторе као што су производња сировина, креирање модне одеће од стране дизајнера, комерцијализација и маркетиншка комуникација. Карактерише је кратак животни циклус производа, велика разноврсност асортимана, нестабилна и непредвидива тражња, као и дуги и нефлексибилни процеси снабдевања, што је чини погодним кандидатом за примену ефикасних пракси управљања ланцем снабдевања [68].

Применом блокчејн технологије могу се решити неки од уобичајених проблема у модној индустрији. Као дистрибуирани регистар, блокчејн омогућава безбедну и транспарентну размену дигиталних добара без потребе за централним посредницима, чиме се обезбеђује тачност трансакција и спречава превара [69]. Осим тога, блокчејн помаже у заштити приватности података купаца смањујући ризик од цурења информација и манипулације подацима, чиме се јача поверење потрошача у дигиталне трансакције [70] [71]. Још једна предност блокчејн технологије у моди јесте њена способност да повећа транспарентност, следљивост и аутентичност омогућавајући е-трговинским платформама да крајњим корисницима пруже увид у податке о производу током целог његовог животног циклуса од дизајна и производње до продаје на мало. Следљивост омогућава да се јасније прати порекло производа, коришћени материјали и кретање производа кроз ланац снабдевања. У модној и текстилној индустрији то је посебно важно, јер купци често немају довољно доступних информација о томе где је производ настао, од којих материјала је направљен и да ли је оригиналан [12]. Поред тога, учесници у ланцу снабдевања понекад избегавају дељење осетљивих података због ризика од злоупотребе, манипулације или губитка пословне предности [59].

Елиминацијом посредника, смањењем административних трошкова и поједностављењем операција, блокчејн оптимизује пословне процесе [72]. Паметни уговори аутоматизују трансакције између више страна, смањујући папирологију, минимизирајући грешке и скраћујући време потребно за валидацију уговора [73]. Поред тога, блокчејн повећава трошковну ефикасност за купце пружајући безбедан приступ подацима о производима, омогућавајући им да упоређују цене и рецензије у поузданом окружењу. Ова унапређена транспарентност олакшава доношење информисанијих одлука о куповини. Блокчејн омогућава плаћања у криптовалутама и токенима, додатно елиминишући финансијске посреднике и повећавајући ефикасност дигиталне трговине.

Иако су неки изазови попут фалсификовања и транспарентности ланца снабдевања, заједнички и за брзу и за луксузну моду, разликују им се приступи у процесу усвајања блокчејна. Луксузни брендови приоритет дају верификацији аутентичности и одрживости, док се брендови брзе моде фокусирају на ефикасност ланца снабдевања и смањење трошкова [74]. У овом истраживању се примарно анализира утицај блокчејна на брзу моду, али се укључују и релевантни примери из луксузне моде где год је то применљиво како би се истакли заједнички изазови и решења. Блокчејн пружа прилагођена решења за оба сектора, али се његова примена разликује у складу са потребама индустрије.

Платформу *VeChain* компаније *BitSE* користе брендови као што су *Baby Ghost*, *H&M*, *LVMH*, *Walmart China* и други. *VeChain* се користи у борби против фалсификата, омогућавајући брендovima да пруже доказ о аутентичности производа и изграде поверење међу потрошачима [75]. Ова технологија омогућава купцима да прате порекло и пут производа. *TextileGenesis* је блокчејн платформа која се користи у модној и текстилној индустрији ради унапређења следљивости и транспарентности током целог ланца снабдевања [76]. *Loomia* интегрише напредне технологије у тканине кроз партнерства са компанијама као што су *Festo* и *Alessandro Gherardi*, уграђујући *IoT* сензоре, грејне елементе и светлосне компоненте које омогућавају функционалности попут регулације температуре, прикупљања података и персонализације. Блокчејн технологија се користи за обезбеђивање интегритета тих података, повећање следљивости и верификацију аутентичности прикупљених информација [33]. У области праћења животног циклуса, *Everledger* сарађује са брендovima као што су *Alexander McQueen* и *Brilliant Earth*. *Everledger* је технолошки партнер нових брендова [13]. Он обезбеђује да сваки артикал добије сигуран и трајан дигитални запис у блокчејну, омогућавајући колекционарима да прате животни циклус сваког предмета – од његовог порекла и прве куповине до продаје. На крају, *SourceMap* подржава компаније као што су *BeautyCounter* и *Timberland* својим комплетним пакетом алата за управљање ланцем снабдевања. Технологија *SourceMap* обухвата цео спектар захтева за дужном пажњом у ланцу снабдевања, укључујући идентификацију добављача, мапирање ланца снабдевања, процену ризика добављача, следљивост трансакција, планирање отпорности, визуализацију у реалном времену и транспарентност према потрошачима [77].

3.8 Интеграција са савременим информационим технологијама

Савремене дигиталне технологије играју пресудну улогу у трансформацији модне индустрије ка концепту Индустрије 4.0, у којој су процеси производње, дизајна, дистрибуције и продаје све више засновани на дигиталној повезаности, аутоматизацији и анализи података у реалном времену [72]. Технологије попут интернет интелигентних уређаја, блокчејн, вештачка интелигенција, рачунарство у облаку и проширена стварност представљају основу дигиталне револуције која мења начин на који мода функционише у целокупном свом ланцу вредности [7].

Интернет интелигентних уређаја има све већу примену у модној индустрији, јер омогућава повезивање физичких уређаја и производа са интернетом, чиме се подаци могу пратити и анализирати у реалном времену. Паметне фабрике, сензори у производним линијама и уређаји за праћење залиха омогућавају потпуну транспарентност и контролу током производње [7]. Тако на пример, одећа опремљена *RFID* (енг. *Radio-Frequency Identification - RFID*) чиповима може да се прати од тренутка када напусти производну халу, све до продавнице или крајњег потрошача. Ово не само да повећава ефикасност и смањује губитке у ланцу снабдевања, већ и омогућава компанијама да брже реагују на промене у потражњи. Поред тога, *IoT* технологија омогућава прикупљање података о понашању потрошача, како користе производе, колико често их носе или како реагују на нове трендове, што доприноси бољем планирању будућих колекција и персонализованог понуди [7].

Блокчејн технологија у модној индустрији има посебан значај када је реч о транспарентности, безбедности и праћењу порекла производа. Захваљујући децентрализованој и непроменљивој природи блокчејна, сви подаци о материјалима, производњи, дистрибуцији и продаји могу бити трајно забележени у дигиталном ланцу блокова. Ово омогућава да сваки комад одеће или модни производ има свој дигитални „путоказ“ тј. запис о томе где је и како настао. Потрошачи све више захтевају доказе о етичкој и еколошкој производњи, па блокчејн омогућава модним брэндовима да транспарентно покажу порекло материјала и радних услова. Такође, ова технологија спречава појаву фалсификата, јер купци лако могу проверити аутентичност производа скенирањем QR кода или коришћењем дигиталних сертификата уписаних у блокчејн. Поред тога, блокчејн може олакшати финансијске трансакције и аутоматизацију пословних процеса увођењем паметних уговора, који се извршавају аутоматски када су испуњени унапред дефинисани услови [7].

Вештачка интелигенција све више обликује савремену моду, пружајући подршку у свим фазама од дизајна до продаје. Системи засновани на машинском учењу могу анализирати велике количине података о трендовима, бојама, облицима и понашању купаца, чиме дизајнерима омогућавају да предвиде шта ће бити популарно у наредној сезони [7]. AI такође омогућава персонализовано искуство куповине, јер системи могу препоручивати производе на основу укуса и навика појединог купца. У производњи, вештачка интелигенција побољшава контролу квалитета и смањује отпад анализом података са сензора и камера.

Рачунарство у облаку доприноси дигиталној трансформацији модне индустрије омогућавајући лак приступ подацима и сарадњу између различитих актера у реалном времену. Компаније могу управљати својим глобалним ланцима снабдевања, складиштима и логистиком из централизованих платформи, што смањује трошкове и повећава ефикасност. Поред тога, чување података у облаку обезбеђује бољу сигурност и флексибилност пословања.

Проширена стварност (енг. *Augmented Reality - AR*) и виртуелна реалност (енг. *Virtual Reality - VR*) уводе потпуно ново искуство у моду, како за дизајнере, тако и за потрошаче. Дизајнери могу виртуелно креирати, тестирати и модификовати одећу без физичке производње прототипова, што смањује трошкове и време развоја. Потрошачи, с друге стране, могу користити AR апликације да „испробају“ одећу виртуелно пре куповине, што мења начин на који се купује и повећава задовољство купаца [7].

Све ове технологије заједно обликују нови дигитални екосистем модне индустрије, у којем се подаци, креативност и технологија спајају у један интегрисани систем. Резултат је већа ефикасност, одрживост и прилагодљивост тржишним променама. Са развојем вештачке интелигенције, блокчејна и интернета интелигентних уређаја, мода се креће ка паметнијем, аутономнијем и транспарентнијем систему производње и потрошње, што представља суштину концепта модне индустрије 4.0 [7].

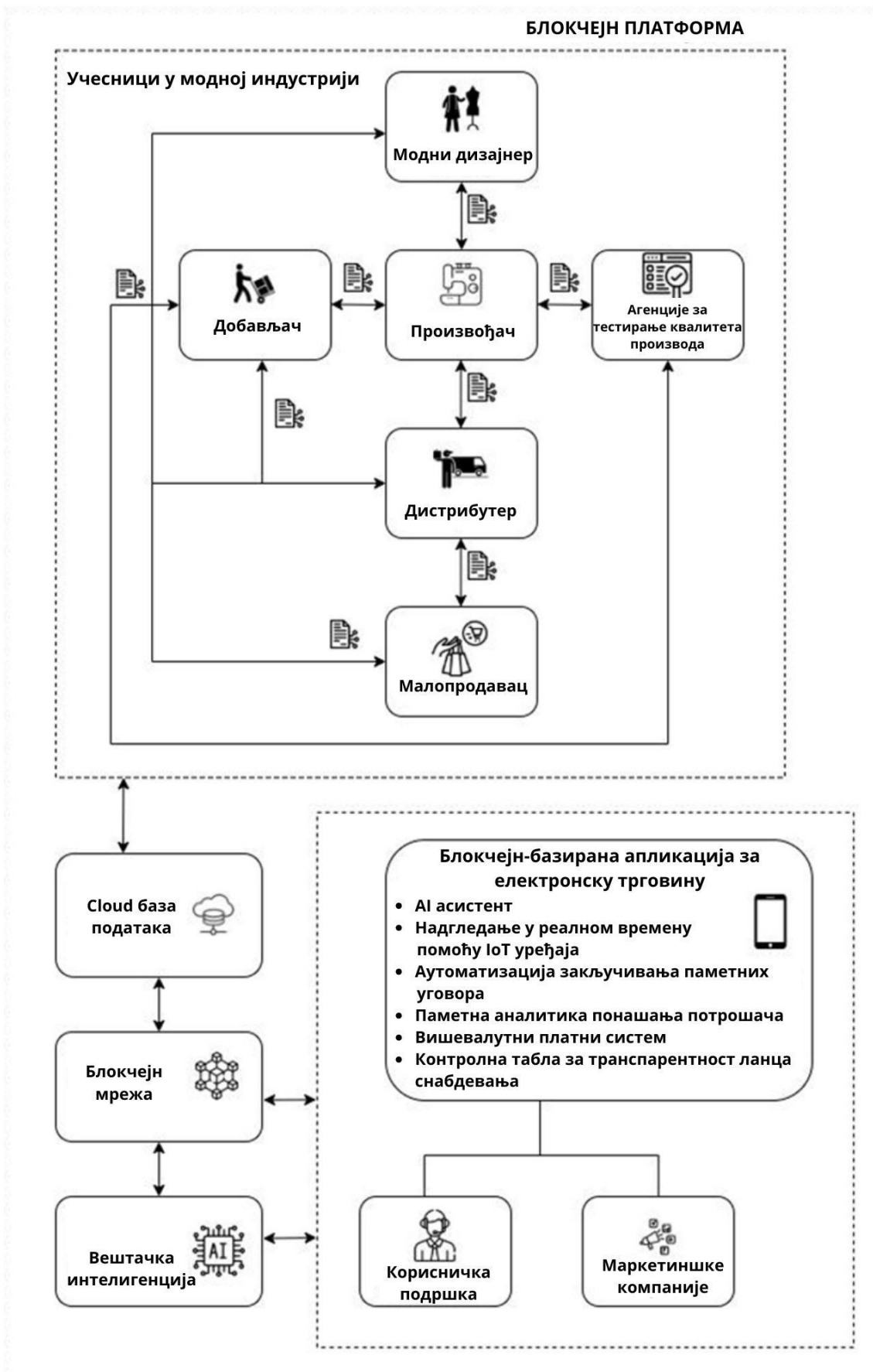
4. МОДЕЛ ПРОЈЕКТНО-ЗАСНОВАНОГ ПРАЋЕЊА ПОРЕКЛА И АУТЕНТИЧНОСТИ МОДНИХ ПРОИЗВОДА ПРИМЕНОМ БЛОКЧЕЈН ТЕХНОЛОГИЈЕ

Развој модне индустрије у дигиталном добу захтева нове приступе у управљању подацима, праћењу порекла производа и верификацији њихове аутентичности. У контексту глобалних ланаца снабдевања, где број учесника и количина података континуирано расту, поузданост и транспарентност постају кључни фактори конкурентности. Традиционални системи евиденције, засновани на централизованим базама података, често су подложни грешкама, недоследностима и ограниченом приступу информацијама, што отежава праћење производа кроз све фазе његовог животног циклуса.

Модели ланца снабдевања у модној индустрији суочавају се са изазовима као што су недостатак транспарентности, фалсификовање и фрагментација података. Имајући у виду ове изазове и проблеме, у овој дисертацији је представљен модел пројектно-заснованог праћења порекла и аутентичности модних производа применом блокчејн технологије, који има за циљ да олакша повезивање различитих стејкхолдера у модном ланцу снабдевања, истовремено обезбеђујући безбедну и транспарентну платформу за трансакције и складиштење података [78]. Блокчејн технологија у овом контексту представља иновативно решење које омогућава дистрибуирано, непроменљиво и проверљиво бележење података о сваком кораку у процесу производње и дистрибуције. Њена примена у модној индустрији омогућава стварање дигиталног екосистема у коме се порекло и аутентичност производа могу верификовати у реалном времену, чиме се гради поверење између брендова, партнера и потрошача. Уместо ослањања на посреднике и интерне евиденције, блокчејн омогућава децентрализован приступ подацима, што смањује ризик од манипулација и повећава ниво безбедности у целом систему.

Предложени модел пројектно-заснованог праћења порекла и аутентичности модних производа поставља оквир за интеграцију блокчејн технологије у постојеће пословне процесе модне индустрије (Слика 2). Кроз јасно дефинисану архитектуру система, токове података и улоге стејкхолдера, модел омогућава свеобухватну дигиталну следљивост производа од дизајна и производње, преко сертификације и контроле квалитета, до продаје и крајњег корисника [21].

Кључно је да сваки стејкхолдер добије све неопходне информације од својих партнера, уз истовремени увид у све процесе унутар ланца снабдевања. Имплементација паметних уговора између учесника омогућава свакој страни да јасно изрази своје захтеве и услове. То обезбеђује поверење и елиминира могућности за превару и злоупотребе међу учесницима. Финансијске трансакције унутар блокчејн система извршавају се употребом паметних уговора, дигиталних новчаника и е-банкарских услуга. Блокчејн регистар, уграђен у изабрану блокчејн платформу, безбедно чува све податке о трансакцијама [21]. Интеграција интернета интелигентних уређаја, вештачке интелигенције и аналитике великих количина података са блокчејном додатно унапређује транспарентност, ефикасност и одрживост модног ланца снабдевања. Праћење сировина, надгледање пошилики и обезбеђивање адекватних услова складиштења остварује се путем *IoT* уређаја. Подаци се у реалном времену бележе на блокчејн [79]. *AI* алгоритми додатно анализирају ове податке како би оптимизовали залихе, предвидели тражњу и идентификовали неефикасности ради смањења отпада и трошкова [80]. У међувремену, аналитика великих података обрађује огромне количине информација складиштених на блокчејну како би пружила вредне увиде у понашање потрошача, добављача и трендове етичког снабдевања. Ова интелигентна интеграција подржава аутоматизовано доношење одлука, гради поверење унутар ланца снабдевања и подстиче пословне праксе које су одрживије и више усмерене на потрошаче [17].



Слика 2. Модел пројектно-заснованог праћења порекла и аутентичности модних производа применом блокчејн технологије [21]

4.1 Концептуални циљеви и захтеви модела

Циљ докторске дисертације је да предложи модел пројектно-заснованог праћења порекла и аутентичности модних производа применом блокчејн технологије. Развијени модел има задатак да обухвати све релевантне стејкхолдере у ланцу снабдевања модне индустрије почевши од произвођача сировина и дизајнера, преко дистрибутера и продаваца, до крајњих потрошача. Модел треба да омогући транспарентно, поуздано и трајно бележење информација о свакој фази у животном циклусу производа, чиме се постиже већи степен следљивости и поверења у сам производ и бренд.

Кључни концептуални циљ је развој децентрализоване апликације која омогућава ефикасну размену података између учесника система, без потребе за централним ауторитетом. Блокчејн технологија обезбеђује децентрализовано складиштење записа које гарантује непроменљивост података о пореклу, квалитету и власништву над производима. На тај начин се елиминише могућност фалсификовања, а процес верификације постаје једноставан и доступан свим заинтересованим странама.

Предложени модел треба да подржи аутоматизацију пословних процеса кроз употребу паметних уговора, који омогућавају аутономно извршавање унапред дефинисаних услова између стејкхолдера. То доприноси већој ефикасности, смањењу оперативних трошкова и убрзавању процеса сертификације производа. Систем мора да обезбеди висок ниво безбедности и контролисан приступ подацима. Овлашћени актери могу уносити и ажурирати информације, док је јавни део података доступан потрошачима ради провере аутентичности.

Модел је пројектован тако да омогућава лако проширење функционалности, у складу са потребама модне индустрије за увођењем нових технологија. То подразумева могућност интеграције са *IoT* уређајима, вештачком интелигенцијом и *cloud* платформама, ради аутоматизованог праћења услова производње и транспорта, интелигентне анализе података и сигурног, скалабилног управљања информацијама у оквиру модног екосистема. Крајњи циљ је изградња повезаног, транспарентног и сигурног дигиталног екосистема који доприноси борби против фалсификата, јачању одрживости и повећању поверења потрошача у модне брендове.

4.2 Архитектура и компоненте модела

4.2.1 Архитектура модела

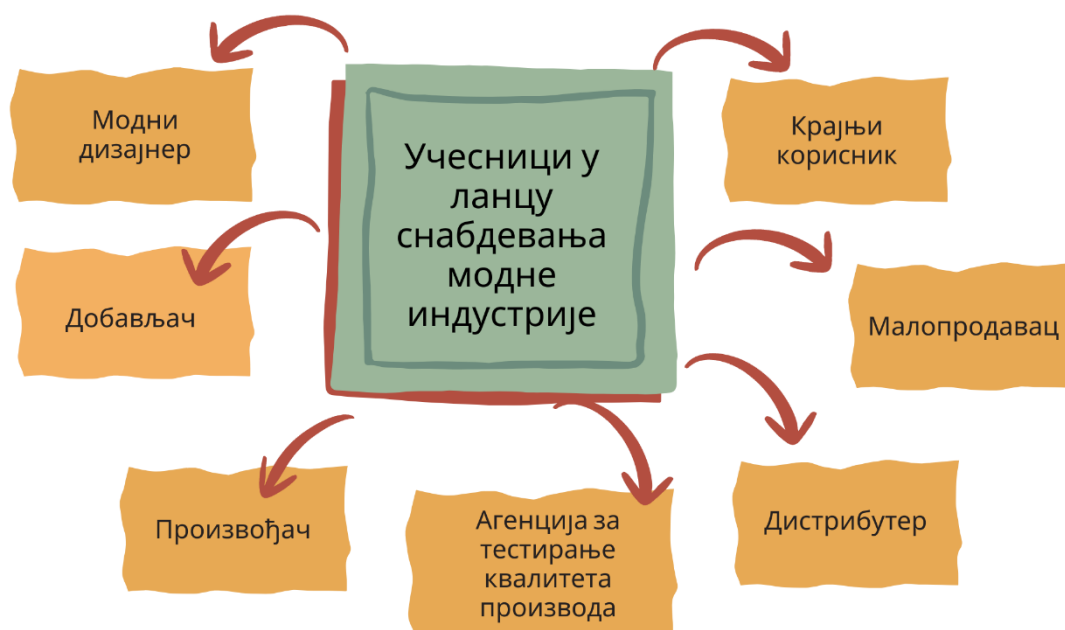
У предложеном моделу пројектно-заснованог праћења порекла и аутентичности модних производа применом блокчејн технологије стејкхолдери представљају основне носиоце процеса који су међусобно повезани кроз блокчејн платформу. За сваког учесника предвиђена је прецизно одређена функција унутар ланца снабдевања, чиме се доприноси већој поузданости и транспарентности целокупног система. Модел је заснован на принципу децентрализоване комуникације, у којој сви учесници равноправно размењују и верификују податке уз помоћ блокчејн технологије.

Кључни стејкхолдери модне индустрије у овом контексту обухватају модне дизајнере, добављаче, произвођаче, агенције за тестирање квалитета, дистрибутере, малопродавце и крајње кориснике (Слика 3). Свака активност, од избора сировина и дизајна производа, преко процеса производње и контроле квалитета, до транспорта и продаје, бележи се у блокчејн мрежи као непроменљив запис чиме се осигурава потпуна следљивост производа и спречава могућност фалсификовања или неовлашћених измена података.

Поред основних актера производног и дистрибутивног ланца, у систему су укључени и пратећи стејкхолдери који подржавају функционисање платформе као што је cloud инфраструктура која обезбеђује складиштење и доступност података, вештачка интелигенција која врши интелигентну анализу и препознавање образаца, док *IoT* уређаји прикупљају податке у реалном времену током складиштења и транспорта.

Систем такође интегриса апликацију за електронску трговину засновану на блокчејну која омогућава примену паметних уговора, вишевалутно плаћање, праћење токова производа у реалном времену и коришћење *AI* асистента за подршку купцима и маркетиншким активностима. Корисничка подршка и маркетиншке компаније представљају завршну карику у екосистему. Омогућавају комуникацију са крајњим потрошачима, промоцију брендова и повећање поверења у аутентичност производа.

Предложени модел успоставља јединствену дигиталну мрежу у којој су сви стејкхолдери међусобно повезани, а подаци о модним производима постају потпуно транспарентни, проверљиви и доступни свим актерима у ланцу вредности.



Слика 3. Стејкхолдери у ланцу снабдевања модне индустрије

Табела 2 пружа преглед свих стејкхолдера, описујући њихове улоге и активности у ланцу снабдевања модне индустрије. У предложеном блокчејн систему за модну индустрију, модни дизајнер бележи информације о добављачима, сировинама, конструкцији и упутствима за моделирање у производном процесу. Ови детаљи садржани су у дизајнерској документацији, спецификацијама материјала и упутствима за моделирање. Трансакције између дизајнера и произвођача олакшане су путем паметних уговора, који садрже прецизне захтеве за материјале и методе израде, осигуравајући да се одећа производи у складу са дизајном и стандардима. Овај приступ чува интегритет дизајнерске визије током целог производног процеса .

Добављачи бележе податке који се односе на сировине и материјале за паковање и сарађују са агенцијама за контролу квалитета како би се обезбедило да ти материјали испуњавају

потребне стандарде. Они произвођачима достављају спецификације сировина и сертификате о квалитету, чиме се обезбеђује да се у производњи користе искључиво проверени и контролисани материјали. Интеракције добављача регулисане су паметним уговорима, који успостављају јасне стандарде квалитета производа [34].

Произвођачи, са своје стране, прикупљају неопходне информације од модних дизајнера, укључујући дизајнерску документацију, спецификације материјала и упутства за моделирање. Они набављају сировине од добављача, придржавајући се стандарда утврђених у паметним уговорима. Током производног процеса, произвођачи бележе извештаје о производњи и резултате тестова квалитета, осигуравајући да готови производи испуњавају тражене стандарде. Такође управљају логистиком путем евидентирања података о складишту, транспортним записима и надзору температурних услова, чиме се обезбеђује правилно складиштење и правремена испорука производа.

Блокчејн омогућава транспарентне и безбедне интеракције путем паметних уговора, осигуравајући да се сваки актер придржава унапред дефинисаних стандарда и протокола. Модни дизајнери имају користи од очувања интегритета својих дизајна, док добављачи обезбеђују квалитет сировина путем верификованих сертификата. Произвођачи поједностављују производњу и логистику. Агенције за контролу квалитета пружају податке о контроли квалитета, јачајући поузданост производа. Дистрибутери управљају ефикасном и безбедном испоруком, док малопродавци обезбеђују презентацију производа и управљање залихама [34].

Табела 2. Улоге и активности стејкхолдера у ланцу снабдевања модне индустрије [21]

Стејкхолдер	Улога	Активности	Вредност за модел
Модни дизајнер	Креатор дизајна	<ul style="list-style-type: none"> – Бележи податке о добављачима – Дефинише и документује конструкције и техничке смернице за моделирање (дефинисање основне конструкције модела, параметара припасавања – fitting, правила разраде величина – grading, као и инструкција моделарима за припрему техничких шаблона и проба) – Дефинише сировине 	Обезбеђује интегритет дизајна и доследност квалитета [21]
Добављач	Обезбеђује сировине (материјали и позамантерија)	<ul style="list-style-type: none"> – Бележи податке о сировинама – Продаје сировине произвођачу 	Обезбеђује снабдевање верификованим и квалитетно контролисаним материјалима [21]
Произвођач	Производи одећу	<ul style="list-style-type: none"> – Бележи дате податке о дизајну и сировинама. – Набавља сировине од добављача – Бележи податке из производње и о контроли квалитета – Бележи састав материјала 	Обезбеђује правилну производњу у складу са дизајном и стандардима квалитета [21]

Стејхолдер	Улога	Активности	Вредност за модел
		и стандарде одржавања на основу контроле квалитета	
Агенција за тестирање квалитета	Обезбеђују проверу квалитета	<ul style="list-style-type: none"> – Тестирање квалитета сировина и финалног производа – Бележи резултате тестирања 	Обезбеђује усаглашеност производа и материјала са стандардима квалитета [21]
Дистрибутер	Управља процесом дистрибуције	<ul style="list-style-type: none"> – Прати складиштење и транспорт – Бележи податке о складиштењу и транспорту 	Обезбеђује благовремену и безбедну испоруку производа [21]
Малопродавац	Управља асортиманом производа	<ul style="list-style-type: none"> – Бележи податке о пристиглој роби – Прати стање робе на залихама – Бележи податке о куповинама 	Омогућава приступ крајњим купцима и ефикасно управљање залихама [21]
Крајњи корисник	Купује	<ul style="list-style-type: none"> – Прима потврду о куповини – Прати статус поруџбине и испоруке – Комуницира са продавцем и логистичком подршком – Добија персонализоване препоруке на основу претходних куповина – Пружа повратне информације о искуству и задовољству производом – Подноси рекламације и захтеве за замену робе или повраћај средстава 	Генерише потражњу и обезбеђује повратне информације за континуирано унапређење [21]

Купци могу приступити свеобухватним информацијама о својим куповинама, почевши од порекла производа. То укључује детаље о извору и месту производње, што омогућава потрошачима да доносе информисане одлуке на основу порекла производа. Овај ниво транспарентности подстиче поверење између потрошача и брендова, обезбеђујући да купци могу са сигурношћу подржати компаније које се усклађују са њиховим личним вредностима. Купци такође стичу увид у тканине које се користе у производу, укључујући њихов састав и порекло, као и у производни процес, који садржи методе израде и упутства за моделирање. Ове информације о производу пружају додатну сигурност у погледу његовог квалитета и израде. Детаљне информације о тестирању квалитета пружају купцима уверење да производ испуњава строге стандарде [21].

Блокчејн систем јача поверење потрошача и лојалност бренду обезбеђујући тачне и поуздане информације о производу. Да би се то постигло, сваки корак у ланцу снабдевања мора бити забележен без празнина, јер би сваки недостајући податак могао изазвати сумњу у аутентичност или квалитет производа. Савршено функционалан систем улива потрошачима

сигурност у њихове куповине, што у крајњој линији унапређује репутацију брэнда и дугорочну одрживост на тржишту.

Систем за праћење порекла и аутентичности модних производа заснован на вишеслојној архитектури која омогућава интеграцију различитих технологија у јединствен дигитални екосистем. Циљ овакве архитектуре је да обезбеди поузданост, транспарентност и аутоматизацију процеса у свим фазама животног циклуса модног производа, од дизајна и производње до испоруке крајњем потрошачу.

У складу са тим, предложени модел је инфраструктурно организован у пет међусобно повезаних слојева:

1. **Слој стејкхолдера.** Овај слој чине сви учесници модне индустрије који размењују податке и учествују у процесу верификације аутентичности производа. Сваки стејкхолдер има дефинисан ниво приступа систему, док се све трансакције између актера бележе и потврђују у блокчејн мрежи [68].
2. **Блокчејн слој.** Представља основни слој система и омогућава децентрализовано управљање подацима. У њему се чувају сви записи о трансакцијама, пореклу, власништву и променама стања производа. Сваки унос података постаје непроменљив блок, чиме се обезбеђује трајност, транспарентност и поузданост информација. Консензусни механизми и криптографски протоколи обезбеђују висок ниво безбедности и елиминишу могућност манипулације подацима [34].
3. **Слој cloud инфраструктуре.** Овај слој омогућава складиштење великих количина података и њихову доступност свим учесницима у систему. Cloud инфраструктура служи као посредни ниво између блокчејна и апликација, омогућавајући брз приступ, синхронизацију и проширивост података. Информације прикупљене од *IoT* уређаја (нпр. о условима производње и транспорта) складиште се у cloud базама и повезују са одговарајућим блокчејн записима.
4. **Слој вештачке интелигенције.** Вештачка интелигенција има кључну улогу у анализи података и доношењу одлука унутар система. Овај слој користи алгоритме машинског учења за откривање неправилности, предвиђање ризика у ланцу снабдевања, препознавање образаца у понашању потрошача и оптимизацију процеса. *AI* такође подржава персонализовану комуникацију са купцима и ствара интелигентне извештаје за управљање брэндом и маркетиншке стратегије [80].
5. **Слој децентрализоване апликације (*DApp*).** Завршни слој представља интерфејс између корисника и целокупног система. Децентрализована апликација омогућава приступ подацима о пореклу и аутентичности производа, праћење логистичких токова, реализацију паметних уговора, вишевалутна плаћања, као и интеграцију са системима за електронску трговину. Овај слој повезује технологије блокчејна, вештачке интелигенције и cloud инфраструктуре у функционалну целину која омогућава транспарентно и безбедно пословање свих стејкхолдера.

Слика 4. приказује архитектуру предложеног модела пројектно-заснованог праћења порекла и аутентичности модних производа применом блокчејн технологије, са међусобно повезаним слојевима стејкхолдера, блокчејна, cloud-а, *AI* модула и децентрализованих апликација.

Модел развијене блокчејн платформе за модну индустрију обухвата више функционалних компоненти које заједно омогућавају потпуну дигитализацију и аутоматизацију ланца снабдевања. Свака компонента има специфичну улогу у креирању транспарентног, безбедног и интелигентног екосистема. У наставку су описане кључне компоненте модела.



Слика 4. Архитектура модела пројектно-заснованог праћења порекла и аутентичности модних производа применом блокчејн технологије

4.2.2 Основе компоненте модела

У развоју модела пројектно-заснованог праћења порекла и аутентичности модних производа применом блокчејн технологије потребно је обухватити следеће компоненте које ће бити интегрисане у систем. То су:

1. Архитектура система за управљање ланцем снабдевања модне индустрије:
 - база података,
 - евиденција трансакција и комуникације између стејкхолдера,
 - управљање дозволама и нивоима приступа,
 - транспарентност логистике и следљивости модних производа,
 - сигурност и заштита података.
2. Интеграција система са cloud инфраструктуром:
 - интерфејс за повезивање са cloud базом података,
 - складиштење података о стејкхолдерима, производњи, логистици, тестирању и продаји,
 - аутоматско прављење резервних копија,
 - примена политика безбедности и контроле приступа,
 - брза доступност података свим овлашћеним учесницима.
3. Архитектура блокчејн технологије
 - тип блокчејн платформе,
 - отвореност мреже и права приступа,
 - евиденција и верификација свих учесника и трансакција,

- употреба паметних уговора који се извршавају аутоматски након испуњења дефинисаних услова,
 - примена консензус алгоритама за потврду валидности записа,
 - коришћење дигиталних потписа ради заштите идентитета учесника.
4. Интеграција са вештачком интелигенцијом
- предиктивна анализа ризика у снабдевању,
 - аутоматско извештавање у фазама производње,
 - препоруке за оптимизацију производних и логистичких процеса,
 - праћење и анализа понашања потрошача,
 - персонализација корисничког искуства применом *AI* асистента.
5. Архитектура децентрализоване апликације (*DApp*)
- праћење порекла производа,
 - приступ подацима о производњи, логистици и тестирању,
 - аутоматизовано плаћање у више валута,
 - комуникацију са корисничком подршком,
 - сарадња са маркетиншким компанијама.

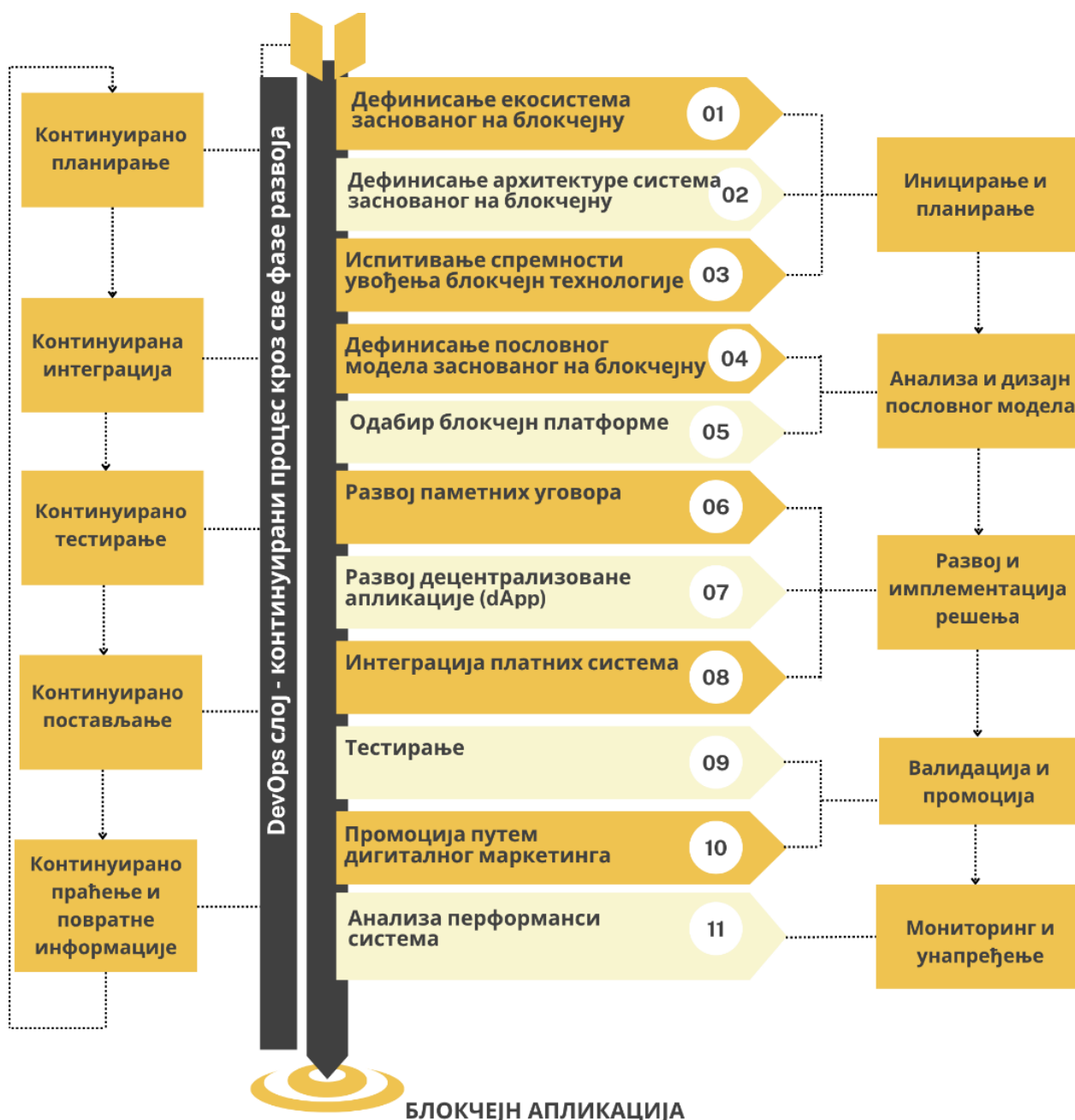
На слици 5. приказане су основе компоненте модела пројектно заснованог за праћење порекла производа у модној индустрији.



Слика 5. Основе компоненте модела пројектно заснованог за праћење порекла производа у модној индустрији

4.3 Методолошки оквир за интеграцију DevOps приступа и блокчејн технологије у модни ланац снабдевања

У овој дисертацији је развијен методолошки оквир за интеграцију *DevOps* приступа и блокчејн технологије у модни ланац снабдевања (Слика 6). Методолошки оквир представља пројектно-заснован, фазни модел интеграције блокчејн технологије у модни ланац снабдевања, који прати принципе *DevOps* приступа кроз све фазе развоја и унапређења система (Табела 3). У свакој фази се применом *DevOps* принципа обезбеђује непрекидна сарадња између развојних и оперативних тимова, а сваки корак од планирања екосистема до анализе перформанси система подржан је континуираним процесом интеграције, тестирања и унапређења. На тај начин се обезбеђује агилна имплементација, транспарентност података и повећање поверења у модном ланцу снабдевања.



Слика 6. Методолошки оквир за интеграцију *DevOps* приступа и блокчејн технологије у модни ланац снабдевања

Приказани методолошки модел представља пројектно-заснован приступ увођењу блокчејн технологије у модни ланац снабдевања, који повезује *DevOps* принципе са фазама пројекта и појединачним корацима имплементације технологије. Са леве стране налази се *DevOps* слој, који представља континуирани процес сарадње, интеграције, тестирања, постављања и праћења система током целог животног циклуса пројекта [81].

Континуирано планирање (енг. *Continuous Planning*). Континуирано планирање је темељ *DevOps* приступа у развоју блокчејн система. Оно не подразумева само почетно дефинисање циљева пројекта, већ и стално ревидирање и прилагођавање плана у складу са новим сазнањима и променама у пословном и техничком окружењу. Циљ континуираног планирања је да се избегне традиционални, линеарни приступ тј. уместо да се план направи једном на почетку и слепо прати, план постаје жив документ који се стално ажурира. На тај начин се повећава флексибилност, јер тим може да реагује на повратне информације корисника, регулаторне промене или нове техничке могућности. У контексту блокчејна, ово значи да се архитектура, пословни модели и стратегије имплементације непрестано усклађују са стварним потребама тржишта и учесника у ланцу снабдевања [81].

Континуирана интеграција (енг. *Continuous Integration - CI*). Континуирана интеграција (енг. *Continuous Integration*) подразумева да се сав код (односи се на паметне уговоре, *backend* сервисе и *frontend* компоненте *DApp*-а) непрекидно спајају у заједничко окружење. На тај начин, свака промена коју направи програмер одмах се аутоматски тестира и верификује у оквиру система. У контексту блокчејн апликација, *CI* обухвата аутоматизовано тестирање паметних уговора (енг. *smart contracts*) на *testnet* мрежама, интеграцију са *API*, за верификацију података и проверу компатибилности са постојећом блокчејн инфраструктуром [82]. Предност овог приступа је у раном откривању грешака и конфликта у коду. Тим путем се значајно смањује ризик да некомпатибилне верзије кода дођу у фазу имплементације, док тим истовремено задржава висок ниво квалитета и стабилности. *DevOps* алати (попут *Jenkins*-а, *GitLab CI/CD*-а, *Docker*-а и *Kubernetes*-а) омогућавају потпуно аутоматизован процес изградње и тестирања кода, што повећава брзину развоја и олакшава сарадњу између различитих тимова [88]. У ширем смислу, континуирана интеграција у блокчејн пројектима ствара основу за поуздано окружење у којем се иновације могу испробавати и уводити без страха од дестабилизације система [81].

Континуирано тестирање (енг. *Continuous Testing*). Континуирано тестирање је срж квалитета у *DevOps* приступу. Уместо да се тестови изводе само на крају пројекта, тестирање постаје стална активност у свим фазама развоја од дефинисања пословног модела до оперативног рада система. У блокчејн пројектима, ово значи да се тестирају не само техничке компоненте, већ и концепти и претпоставке (на пример, тестира се да ли архитектура ефикасно подржава ток података у ланцу снабдевања, да ли паметни уговори правилно спроводе пословна правила и да ли су корисничке интеракције довољно интуитивне) [82]. Аутоматизовани тестови, симулације на *testnet* мрежама и стрес тестови помажу да се систем провери у реалним условима пре него што пређе на *mainnet*. Истовремено, тестирају се и нефункционални аспекти као што су безбедност, перформансе и скалабилност. *DevOps* тимови постављају тестне *pipeline*-ове који аутоматски покрећу све тестове при свакој промени у коду. На тај начин, квалитет постаје уграђен део процеса, а не засебан корак на крају. Оваквим приступом обезбеђују се бржи циклуси увођења измена и сигурност да свака нова верзија система функционише без прекида у раду.

Континуирано постављање (енг. *Continuous Deployment*). Континуирано постављање (енг. *deployment*) обезбеђује да све што је развијено и тестирано може брзо и безбедно бити доступно корисницима [88]. У контексту блокчејна, то значи аутоматизован прелазак са *testnet* окружења на *mainnet*, уз потпуну контролу верзија паметних уговора, *API* сервиса и корисничких апликација. Када је процес постављања аутоматизован, свака промена може бити имплементирана уз минималан људски ангажман, чиме се елиминишу типичне грешке које настају ручним постављањем. *DevOps* алати користе *CI/CD pipeline*-е који аутоматизују

изградњу, тестирање и објављивање нових верзија кода. Континуирано постављање омогућава брзу испоруку нових функционалности корисницима, као и ефикасно отклањање проблема [83]. На пример, ако се открије грешка у паметном уговору, нова верзија може бити дистрибуирана на мрежу без застоја, уз минимално време прекида. У ширем смислу, овај приступ чини систем динамичним и прилагодљивим, а тим добија способност да непрестано еволуира платформу без угрожавања стабилности и безбедности.

Континуирано праћење и повратне информације (енг. Continuous Monitoring and Feedback). Континуирано праћење је завршна, али и стално активна компонента *DevOps* процеса. Оно омогућава тимовима да у реалном времену прате перформансе система, безбедносне догађаје и понашање корисника. У блокчејн системима, мониторинг укључује праћење брзине трансакција, латенције мреже, стопе грешака паметних уговора и стабилности интеграција са спољним системима [83]. *DevOps* тимови користе алате који омогућавају потпуни увид у рад и стабилност система. Ти подаци се користе за доношење одлука о оптимизацији перформанси, планирању скалирања и унапређењу корисничког искуства. Једнако важан део је и механизам повратне спреге, процес прикупљања повратних информација од корисника, партнера и тимова унутар организације. Повратне информације се анализирају и користе за унапређење архитектуре, пословних модела и функционалности [84]. У пракси, овај приступ ствара затворени круг непрекидног побољшања: систем се стално мери, евалуира и оптимизује. Захваљујући томе, блокчејн платформа остаје жива и релевантна, а тим гради културу сталног учења и иновација.

Средишњи део приказује следеће кораке увођења блокчејн технологије у модни ланац снабдевања:

1. **Дефинисање екосистема заснованог на блокчејну.** У првом кораку поставља се основа целог система тј. дефинише се екосистем модног ланца снабдевања заснован на блокчејну и идентификују сви стејкхолдери. Кључно је прецизно утврдити њихове улоге, интересе и интеракције, јер блокчејн треба да повеже све учеснике кроз транспарентан, сигуран и проверљив систем [43]. У овом кораку дефинишу се и циљеви пројекта, попут повећања транспарентности, могућности праћења порекла производа и верификације аутентичности модних артикала. *DevOps* принцип континуираног планирања овде долази до изражаја кроз итеративну комуникацију између пословних и техничких тимова, брзу валидацију претпоставки и флексибилно прилагођавање архитектуре екосистема [43].
2. **Дефинисање архитектуре система.** Након што је екосистем јасно дефинисан, следи фаза пројектовања архитектуре блокчејн система. Кључна одлука је избор типа блокчејна тј. да ли ће се користити приватна мрежа са ограниченим приступом (нпр. Hyperledger) или јавна мрежа са отвореним приступом (нпр. *Ethereum*) [21]. Потом се дефинишу слојеви система: слој података (за чување информација о производима и трансакцијама), апликациони слој (за паметне уговоре и *DApp* интерфејс) и интеграциони слој (који повезује блокчејн са постојећим ИТ системима). *DevOps* има улогу у континуираном планирању и координацији активности кроз сарадњу развојних и инфраструктурних тимова при дефинисању техничких захтева, процени ресурса и изради почетних прототипова архитектуре. Оваква интеграција омогућава да се архитектонска решења од самог почетка усагласе са захтевима пројекта и предусловима за каснију аутоматизацију и имплементацију.
3. **Испитивање спремности увођења блокчејн технологије.** Овај корак обухвата процену спремности организације и свих актера у модном ланцу снабдевања за примену блокчејн технологије. Посебан акценат ставља се на ставове крајњих корисника, односно купаца, јер успешност система зависи од њиховог прихватања решења које гарантује порекло и аутентичност производа [43]. За процену спремности користи се метода анкетирања свих учесника будућег система, како би се утврдило

ниво разумевања, очекивања и вољности за коришћење блокчејн решења. У овој фази *DevOps* приступ има улогу у континуираном планирању, које подразумева прикупљање и анализу повратних информација ради усклађивања техничких и пословних захтева. На овај начин се у раној фази пројекта обезбеђује да планирани систем одговара потребама свих корисника и да се смањи ризик од отпора приликом имплементације [34].

4. **Дефинисање пословног модела заснованог на блокчејну.** У овом кораку креира се пословни модел који описује како блокчејн доноси вредност (енг. *value proposition*) учесницима екосистема. Кључне користи које платформа треба да пружа су аутентичност производа, одрживост производње и контрола над ланцем снабдевања. Анализирају се токови вредности, процеси верификације и модели монетизације, као што је токенизација сертификата аутентичности. *DevOps* приступ се испољава кроз континуирану интеграцију, која омогућава повезивање техничких решења са пословним процесима и вредносним токовима. Тимови кроз кратке итерације спроводе валидацију пословних идеја и прототипова, врше прилагођавања (енг. *pivot*) на основу повратних информација и тако постепено обликују одржив модел пре његовог коначног усвајања [34].
5. **Одабир блокчејн платформе.** У овом кораку доноси се техничка одлука о избору блокчејн платформе. Критеријуми укључују брзину трансакција, трошкове, безбедност, интероперабилност и подршку за паметне уговоре. На пример, *Ethereum* нуди отвореност и флексибилност, док *Hyperledger Fabric* пружа контролу приступа и приватност података [34]. *DevOps* принципи се примењују кроз континуирану интеграцију и аутоматизовану евалуацију перформанси различитих платформи, уз коришћење тестних оквира и прототипова. На овај начин се убрзава процес доношења одлуке и обезбеђује да изабрано решење оптимално подржи техничке и пословне потребе система.
6. **Развој паметних уговора.** Представљају кључни елемент блокчејн система, јер аутоматизују пословна правила и трансакције између актера у модном ланцу снабдевања. У овој фази дефинишу се и програмирају правила пословања, као што су доказ порекла, трансфер власништва, верификација аутентичности производа и аутоматизација финансијских трансакција [85]. Процес развоја обухвата писање и ревизију кода, сигурносну проверу и верификацију логике паметних уговора. У овој фази *DevOps* принципи се најјасније примењују кроз континуирану интеграцију, тестирање и постављање (deployment). Примењују се алати за верзионисање кода, аутоматизовано тестирање функција и безбедносних аспеката, као и континуирано постављање у тестнет и мејннет окружења. Оваква пракса омогућава брже, поузданије и безбедније издавање нових верзија паметних уговора, уз сталну контролу квалитета и минимизацију ризика од грешака.
7. **Развој децентрализоване апликације (DApp).** У овом кораку развија се кориснички интерфејс и функционалност апликације која повезује кориснике са блокчејн мрежом. *DApp* омогућава стејкхолдерима да визуелно приступе подацима о пореклу и аутентичности производа [85]. Интеграција са *backend*-ом и паметним уговорима захтева успостављање стабилног *CI/CD pipeline*-а. *DevOps* тим обезбеђује континуирану интеграцију, аутоматизовано тестирање и мониторинг, чиме се гарантује стабилност и квалитет апликације кроз сваку итерацију.
8. **Интеграција платних система.** Овај корак обухвата повезивање блокчејн апликације са платним системима, било да се ради о крипто новчаницима, *stablecoin* решењима или традиционалним *gateway* сервисима. Циљ је обезбедити брзе, сигурне и проверљиве трансакције, које ће омогућити ефикасно функционисање ланца снабдевања и плаћања између актера [86]. *DevOps* приступ се примењује кроз

континуирану интеграцију, тестирање и постављање. Примењују се аутоматизовани интеграциони тестови, контрола *API* конекција и сигурносне провере у реалном времену, чиме се обезбеђује поузданост система и правовремено откривање потенцијалних рањивости у платним процесима. Оваква примена *DevOps* принципа осигурава стабилност и безбедност интеграције, као и континуирану доступност услуге без прекида у раду.

9. **Тестирање.** Тестирање обухвата читав спектар активности од симулација на тестнет мрежи, преко перформанских и безбедносних тестова, до тестирања функционалности *DApp*-а у реалним условима [21]. Овај корак има за циљ да потврди стабилност, поузданост и корисничку употребљивост развијеног решења пре преласка на продукционо окружење (*мејннет*). Применом *DevOps* принципа континуираног тестирања и постављања, тестови се изводе аутоматизовано и у више итерација, што омогућава правовремено откривање и отклањање грешака пре него што стигну до крајњег корисника. *DevOps* тимови користе интегрисане алате за аутоматско покретање тестова, праћење резултата и верификацију паметних уговора, чиме се обезбеђује поузданост, скалабилност и висок квалитет корисничког искуства.
10. **Промоција путем дигиталног маркетинга** Након техничке имплементације, пројекат прелази у фазу валидације и промоције решења. Дигитални маркетинг се користи за комуникацију вредности блокчејн система према брэндовима, дистрибутерима и потрошачима, са циљем да се истакну предности транспарентности, праћења порекла и верификације производа. *DevOps* приступ доприноси кроз континуирано тестирање и постављање, уз праћење перформанси система и понашања корисника у реалном окружењу. Аутоматизована аналитика перформанси и механизми повратних информација интегрисани су у систем, што омогућава оптимизацију комуникационих стратегија и боље разумевање реакција тржишта.
11. **Анализа перформанси система.** Завршна фаза обухвата континуирано праћење и евалуацију перформанси целокупног блокчејн система. Анализирају се метрике поузданости, одзива, безбедности и скалабилности, као и подаци о корисничком искуству. Примењују се аутоматизовани механизми за мониторинг и генерисање извештаја о перформансама, уз стално прикупљање и анализу повратних информација корисника. *DevOps* принцип континуираног праћења и унапређења омогућава тиму да идентификује потенцијалне проблеме у реалном времену, оптимизује функционалности и уводи нова побољшања. На тај начин се обезбеђује дугорочна стабилност, ефикасност и квалитет система током целог животног циклуса блокчејн апликације.

Десна страна слике 6 илуструје фазе пројекта у које су сврстани ови кораци [87]:

- иницирање и планирање,
- анализа и дизајн пословног модела,
- развој и имплементација,
- валидација и промоција,
- мониторинг и унапређење.

На овај начин, слика визуелно приказује усаглашеност корака увођења блокчејна са фазама пројекта, уз *DevOps* као хоризонтални, континуирани процес који осигурава аутоматизацију, транспарентност и унапређење кроз све фазе развоја система.

Табела 3. Фазе пројекта, кораци увођења блокчејна и повезаност са *devops* процесима

Фаза пројекта	Кораци увођења блокчејна у модни ланац снабдевања	<i>DevOps</i> процес / улога у фази
1. Иницирање и планирање	<ol style="list-style-type: none"> 1. Дефинисање екосистема заснованог на блокчејну 2. Дефинисање архитектуре система 3. Испитивање спремности за увођење технологије 	Континуирано планирање: <ul style="list-style-type: none"> – дефинисање циљева, стејкхолдера, ресурса и ризика; – формирање почетног <i>backlog-a</i> и плана развоја.
2. Анализа и дизајн пословног модела	<ol style="list-style-type: none"> 4. Дефинисање пословног модела заснованог на блокчејну 5. Одабир блокчејн платформе 	Континуирана интеграција: <ul style="list-style-type: none"> – повезивање техничких и пословних захтева; – интеграција архитектуре са пословним процесима.
3. Развој и имплементација решења	<ol style="list-style-type: none"> 6. Развој паметних уговора 7. Развој децентрализоване апликације (<i>DApp</i>) 8. Интеграција платних система 	Континуирана интеграција, тестирање и постављање: <ul style="list-style-type: none"> – развој, верификација функционалности и аутоматизовано постављање решења у тест и продукционо окружење.
4. Валидација и промоција	<ol style="list-style-type: none"> 9. Тестирање 10. Промоција путем дигиталног маркетинга 	Континуирано тестирање и постављање: <ul style="list-style-type: none"> – провера стабилности, корисничког искуства; – комуникација са циљним групама.
5. Мониторинг и унапређење	<ol style="list-style-type: none"> 11. Анализа перформанси система 	Континуирано праћење и повратне информације: <ul style="list-style-type: none"> – прикупљање података о функционисању система, – анализа повратних информација; – оптимизација решења.

Овај приказ потврђује да је развој блокчејн апликација холистички и итеративан процес, у којем *DevOps* има кључну улогу у повезивању свих фаза и актера. *DevOps* не представља само технички оквир за аутоматизацију процеса интеграције и постављања, већ културу сарадње и заједничког деловања између бизнис, развојних и оперативних тимова. Кроз принцип континуираног планирања, интеграције, тестирања, постављања и праћења, *DevOps* омогућава да свака фаза развоја постане прилика за учење и унапређење. Резултат таквог приступа је систем који је поузданији, скалабилнији и ефикаснији, а организација постаје способна да брзо реагује на промене, иновира и одржава високе стандарде квалитета. *DevOps* у контексту блокчејн развоја не само да убрзава испоруку решења, већ и ствара дугорочну вредност кроз одрживост, транспарентност и континуирано унапређење пословних и технолошких процеса.

4.4 Анализа постојећих решења

Пре саме имплементације предложеног модела децентрализоване апликације за модни ланац снабдевања, неопходно је анализирати постојеће начине организације пословања, размене података и праћења производа у овом домену. Модни ланци снабдевања, посебно код мањих модних брендова, најчешће укључују више независних учесника, као што су модни дизајнери, добављачи материјала, произвођачи, лабораторије за тестирање, контролори квалитета, маркетинг сарадници, продавци, дистрибутери и крајњи купци [21].

У постојећим решењима, подаци о производу најчешће су распоређени кроз више различитих система и алата. Дизајнерски подаци могу се чувати у табелама, локалним документима, алатима за управљање пројектима или специјализованим дизајнерским програмима. Информације о материјалима, количинама, добављачима и роковима испоруке често се воде кроз *Excel* табеле, имејл комуникацију или *ERP* системе ограниченог обима [88]. Са друге стране, подаци о производњи, тестирању, контроли квалитета и продаји најчешће се налазе у одвојеним системима, што отежава формирање јединствене и проверљиве историје производа. Проблем постојећих решења представља недовољна повезаност информационих токова између учесника у ланцу снабдевања. Подаци који настају у фази дизајна производа нису увек директно повезани са подацима о набавци материјала, производњи, лабораторијском тестирању и продаји. Постојећи системи углавном су усмерени на приказ производа, управљање поруцбинама, наплату и комуникацију са купцима. Иако су ове функционалности важне за продају, оне најчешће не пружају довољан увид у порекло производа, коришћене материјале, производни процес, резултате тестирања и одлуке о контроли квалитета. Купац у већини случајева види само финални опис производа, цену, величине, слике и основне карактеристике, док су подаци о његовом стварном пореклу и процесу настанка недоступни или непроверљиви.

У мањим модним предузећима овај проблем је још израженији, јер она често немају развијене комплексне *ERP* или *SCM* системе [88]. Пословни процеси се неретко ослањају на ручни унос података, неформалну комуникацију, размену докумената путем мејла и локално складиштење информација. Иако такав приступ може бити довољан у почетним фазама пословања, он постаје ограничење када се број производа, добављача, поруцбина и купаца повећа.

Са аспекта технолошке подршке, постојећа решења најчешће користе централизоване базе података, веб апликације, системе за управљање поруцбинама и алате за аналитику продаје. Подаци који се једном унесу у систем могу бити накнадно измењени од стране овлашћених корисника, а крајњи купац нема директан увид у историју измена или у поуздан доказ о томе шта се дешавало са производом током његовог животног циклуса. Због тога се јавља потреба за решењем које ће омогућити да се кључни догађаји у ланцу снабдевања бележе на начин који је транспарентан, проверљив и отпоран на накнадне измене. У том контексту, блокчејн технологија и паметни уговори представљају могућност за унапређење постојећих решења [12]. Њиховом применом могуће је евидентирати кључне догађаје, као што су креирање захтева за материјал, прихватање захтева од стране добављача, потврда испоруке, завршетак производње, лабораторијска провера, одобрење квалитета и куповина производа. На тај начин се не замењује целокупан постојећи информациони систем, већ се над њим гради додатни слој поверења који омогућава проверу најважнијих догађаја [12].

Анализа постојећег стања указује на то да је у модним ланцима снабдевања постоји потреба за решењем које ће повезати различите учеснике, омогућити праћење животног циклуса производа, повећати транспарентност, подржати проверу аутентичности и обезбедити поузданију размену података. Управо из тих разлога у овој дисертацији се предлаже развој *DApp* апликације која комбинује веб технологије, базу података, блокчејн и паметне уговоре, како би се омогућило сигурније и транспарентније управљање ланцем снабдевања [21].

5. ИСПИТИВАЊЕ СПРЕМНОСТИ КОРИСНИКА ЗА УСВАЈАЊЕ БЛОКЧЕЈН ТЕХНОЛОГИЈЕ У МОДНОЈ ИНДУСТРИЈИ

У експерименталном делу рада спроведено је истраживање усмерено на процену спремности потрошача да прихвате и користе модне производе чија је аутентичност потврђена блокчејн технологијом. Истраживање је реализовано на узорку млађих потрошача, превасходно припадника генерације Z (рођених између 1995. и 2012. године), која је одрасла у дигиталном окружењу и показује висок ниво технолошке писмености и отворености ка иновацијама. Анализа је заснована на модификованом *UTAUT2* моделу, а подаци су обрађени применом *SMART PLS* алата.

5.1 Теоријски оквир прилагођеног *UTAUT2* модела

За потребе овог истраживања коришћен је модификовани „*The Unified Theory of Acceptance and Use of Technology 2*” модел како би се проценили фактори који утичу на намеру корисника да усвоје блокчејн технологију у модној индустрији [89]. Модификовани *UTAUT2* додаје перципирани ризик, перципирана ефикасност и поверење на изворне конструкте *UTAUT2* модела – очекивани напор, друштвени утицај, перципирана вредност цене, перципирани услови, навике. Овај модел помаже у разумевању и предвиђању прихватања технологије кроз испитивање различитих утицаја фактора као што су старост, пол и искуство на понашање при усвајању технологије. Он се такође заснива на „*The technology acceptance model*” (*TAM*) моделу [90].

Избор ових латентних варијабли заснован је на утемељеним теоријама усвајања технологије. Модел прихватања технологије идентификује перципирану корисност и једноставност употребе као кључне детерминанте прихватања технологије [91]. Поред изворне *TAM* формулације, бројне студије прошириле су и прилагодили модел ради бољег обухватања понашања потрошача у дигиталним окружењима. На пример, аутори предложили [92] су проширени *TAM* за електронске трансакционе системе, укључујући варијабле као што су поверење и компатибилност, док су применили [93] *TAM* у комбинацији са теоријом протока (енг. flow theory) како би објаснили онлајн понашање потрошача, наглашавајући значај унутрашње мотивације и ангажовања корисника. *UTAUT2* надограђује *TAM* укључивањем додатних конструката релевантних за процес одлучивања потрошача, као што су хедонистичка мотивација и вредност цене [89].

Имајући у виду специфичности примене блокчејн технологије у модној индустрији, фактори као што су перципирани ризик и поверење имају пресудну улогу, јер прихватање система зависи од уверења потрошача у безбедност података и поузданост трансакција. Поред тога, друштвени утицај и перципирани услови остају есенцијални фактори за усвајање децентрализованих технологија [94]. У контексту усвајања блокчејн технологије у модној индустрији ради праћења порекла и аутентичности производа, варијабла хедонистичка мотивација није од суштинског значаја. Уместо уживања у употреби, кључну улогу у прихватању има перцепција практичне користи и сигурности, што је у складу са налазима претходних истраживања у областима као што су дигитално банкарство и управљање подацима, где хедонистичка мотивација има маргиналну улогу [94]. Хедонистичка мотивација подразумева забаву и уживање које корисници доживљавају користећи технологију, што је традиционално важно у дигиталним платформама дизајнираним за забаву, попут видео-игара или друштвених мрежа. Међутим, у контексту блокчејн решења за трагање за пореклом модних производа, суштинска додата вредност ове технологије није у томе да пружа радост корисницима, већ у њеној способности да гарантује безбедност

података, транспарентност и поузданост података у ланцу снабдевања [95]. Ови теоријски темељи оправдавају укључивање одабраних варијабли у ово истраживање:

- **Очекивани напор (енг. *Expected Effort*)** - односи се на лакоћу са којом корисници могу да усвоје нову технологију [91].
- **Перципирани ризик (енг. *Perceived Risk*)** - односи се на степен несигурности и могуће негативне последице које корисници повезују са употребом нове технологије, као што су техничке грешке, губитак података или непоузданост система.
- **Друштвени утицај (енг. *Social Influence*)** - процењује у којој мери корисници осећају да важне особе из њиховог окружења сматрају да треба да користе нову технологију [96].
- **Перципирана ефикасност (енг. *Perceived efficiency*)** - представља важан фактор у њиховој намери да усвоје блокчејн технологију, јер ће бити склонији њеном прихватању ако верују да она повећава транспарентност и безбедност информација о пореклу производа.
- **Перципирана вредност цене (енг. *Perceived price value*)** - процењује економску исплативост технологије, утичући на одлуке корисника кроз разматрање да ли финансијске користи надмашују трошкове, обухватајући све повезане издатке.
- **Перципирани услови (енг. *Facilitating conditions*)** - описују у којој мери корисници верују да организациона и техничка подршка олакшавају усвајање нове технологије.
- **Навике (енг. *Habits*)** - представљају устаљено понашање потрошача које олакшава прихватање нових технологија као што је блокчејн [97].
- **Поверење (енг. *Trust*)** - представља уверење потрошача да је систем поуздан, да су подаци у ланцу снабдевања тачни и безбедни, те да технологија може веродостојно да потврди аутентичност производа.

Ови фактори су широко проучавани у истраживањима о усвајању технологије и овде су прилагођени специфичном контексту примене блокчејна у ланцу снабдевања [98]. Разумевање начина на који ови конструкти утичу на спремност потрошача да усвоје блокчејн пружа структуриран приступ анализи баријера и фактора који омогућавају усвајање.

Главна хипотеза гласи:

Могуће је развити и имплементирати модел за управљање и праћење порекла производа у модној индустрији, заснован на блокчејн технологији, којим се обезбеђује већа транспарентност ланца снабдевања, поузданија верификација аутентичности, јачање поверења потрошача и унапређење оперативне ефикасности свих учесника.

На основу модификованог *UTAUT2* модела примењеног у овом истраживању (слика 7) могу се извући следеће хипотезе:

X1. Потрошачи су спремни да усвоје производе аутентификоване путем блокчејн технологије 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 блокчејн технологију у модној индустрији.

X1.2. Перципирани ризик потрошача утиче на њихову спремност да користе блокчејн технологију у модној индустрији.

X1.3. Друштвени утицај утиче на спремност потрошача да користе блокчејн технологију у модној индустрији.

X1.4. Перципирана ефикасност утиче на спремност потрошача да користе блокчејн

технологију у модној индустрији.

X1.5. Перципирана вредност цене утиче на спремност потрошача да користе блокчејн технологију у модној индустрији.

X1.6. Перципирани услови који олакшавају коришћење утичу на спремност потрошача да користе блокчејн технологију у модној индустрији.

X1.7. Навике потрошача значајно утичу на њихову вољу да усвоје блокчејн технологију у модној индустрији.

X1.8. Поверење које стичу потрошачи утиче на њихову спремност да користе блокчејн технологију у модној индустрији.

Модификовани *UTAUT2* модел, како је примењен у овом истраживању, представља оквир унутар којег се могу испитати главни фактори који одређују спремност потрошача да усвоје блокчејн технологију у модној индустрији, нарочито када је реч о праћењу порекла производа. У овом модификованом моделу постављене су индивидуалне разлике, као што су старост, пол, образовање и улога/статус, да утичу на зависну варијаблу, тј. очекивано понашање.

Када потрошачи сматрају да је коришћење блокчејн технологије једноставно и интуитивно, они је лакше усвајају. Праћење порекла производа путем блокчејна треба да буде доступно кроз интерактивни интерфејс. Овај предиктор подржава хипотезу X1.1, која истражује утицај очекиваног напора на спремност потрошача да користе блокчејн у модној индустрији.

Перципирани ризик представља важан фактор за разумевање потрошачке несигурности у усвајању блокчејн технологије и подржава хипотезу X1.2 у испитивању њеног утицаја на спремност потрошача да усвоје блокчејн у модној индустрији. Потрошачи могу осећати страх од техничких кварова, непознавања технологије или чак непоузданости података забележених у систему [15].

Потрошачи ће бити склонији да усвоје блокчејн технологију ако је доживљавају као широко прихваћену у индустрији или ако знају друге који је користе. Овај предиктор подржава хипотезу X1.3, која испитује утицај друштвеног утицаја на спремност потрошача да користе блокчејн у модној индустрији.

Перципирана ефикасност потрошача представља значајан фактор у њиховој намери да усвоје блокчејн технологију, јер ће они бити склонији њеном прихватању уколико верују да та технологија повећава транспарентност и безбедност информација о пореклу производа. Овај предиктор подржава хипотезу X1.4, која испитује утицај перципиране ефикасности на прихватање технологије од стране потрошача.

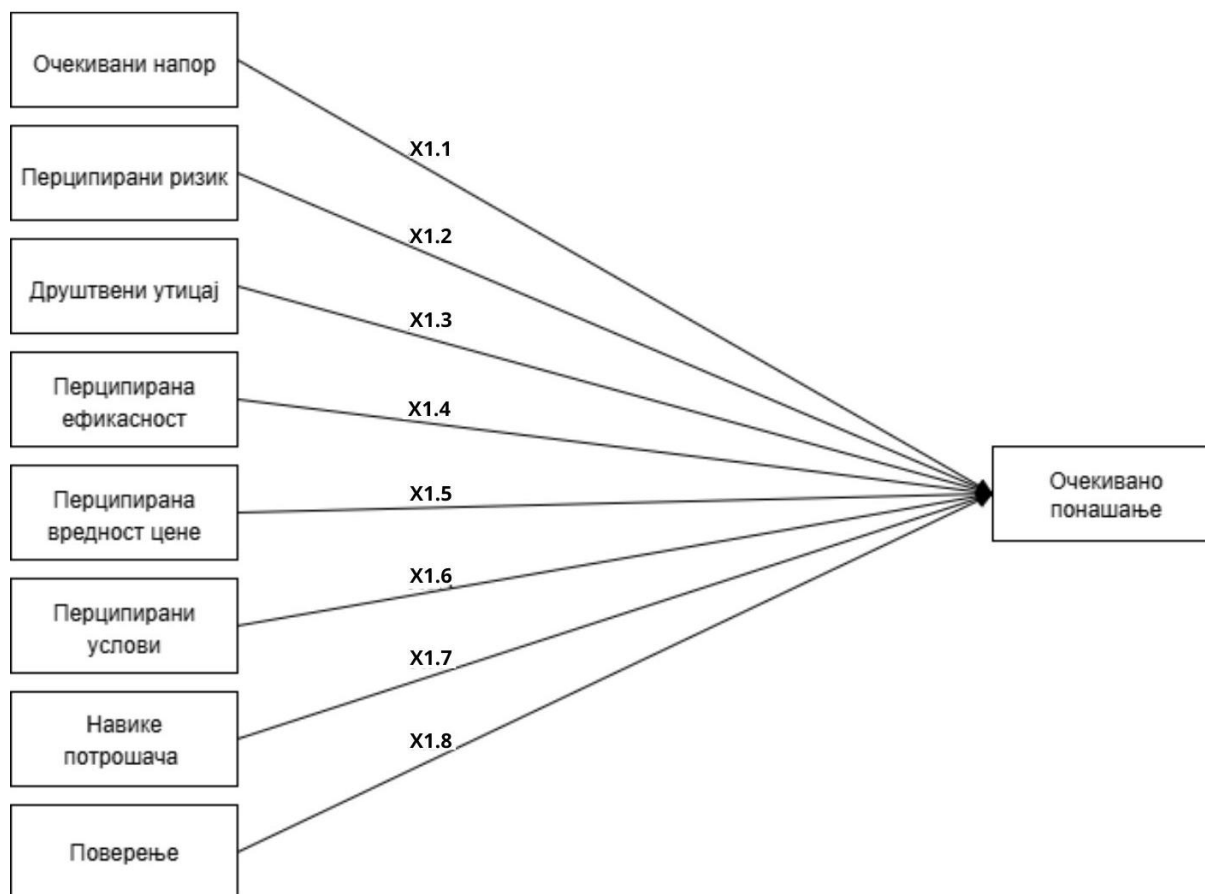
Потрошачи ће усвојити блокчејн само ако сматрају да су користи од његовог коришћења у смислу повећања безбедности и поузданости података веће од трошкова или компликација које носи. Овај предиктор подржава хипотезу X1.5, која процењује утицај перципиране вредности цене на намеру потрошача да користе блокчејн у модној индустрији.

Усвајање је вероватније ако потрошачи имају једноставан приступ подацима и довољну подршку при коришћењу технологије. Овај предиктор подржава хипотезу X1.6, која испитује утицај ових перципираних услова на спремност потрошача да користе блокчејн технологију.

Потрошачи који су већ навикли да проверавају порекло производа дигиталним средствима, као што су онлајн рецензије и сертификати, лакше ће прихватити блокчејн као нови начин приступа информацијама. Овај предиктор подржава хипотезу X1.7, која испитује улогу потрошачких навика у усвајању блокчејн технологије у модној индустрији.

Још једну кључну улогу у усвајању блокчејна у модној индустрији има поверење, јер потрошачи морају бити у могућности да се увере да су информације у ланцу снабдевања тачне, да су записи безбедни и да је систем поуздан [15]. Ова перцепција потрошача да је

систем достојан поверења и да може осигурати аутентичност производа подстиче његово усвајање. Ово подржава хипотезу Х1.8, која анализира утицај поверења на спремност потрошача да користе блокчејн у модној индустрији.



Слика 7. Модификовани UTAUT2 модел [99]

5.2 Анализа резултата коришћењем SmartPLS алата

Ово потпоглавље представља преглед резултата анализе који се односе на спремност потрошача да усвоје блокчејн технологију у модној индустрији. Анализа је спроведена како би се утврдио обим и природа међузависности између конструктора коришћених у студији и очекиваног понашања потрошача. За анализу је коришћен софтверски алат *SmartPLS 4.0.8.2*, како би се испитали односи између варијабли које су коришћене и очекиваног понашања потрошача.

Што се тиче циљне групе овог истраживања, прикупљање података обављено је путем анкете са структурираним упитником. Већина испитаника били су млади људи упознати са онлајн куповином и заинтересовани за модне трендове. Иако ова група представља идеалне потрошаче за процену спремности на увођење блокчејн технологије у модну индустрију, важно је нагласити да би разноврснији узорак популације пружио бољу репрезентативност целокупне популације. Ово је једно од ограничења студије, будући да студије прихватања имају за циљ да обухвате ширу публику, а не само тренутну циљну групу.

Укупно 241 испитаник учествовао је у анкети, а сваки од њих је у почетку морао да одговори на неколико основних демографских питања, што је омогућило извођење прелиминарних закључака о циљној групи. Након тога су анализирана основна демографска питања и идентификоване сличности и разлике међу испитаницима.

Анкета је започела питањем о старости испитаника. Подаци показују да је највећа група

испитаника (55,6%) имала између 20 и 25 година, што се поклапа са генерацијом Z (појединци рођени између 1995. и 2012. године). Друга по величини група (23,2%) обухватала је испитанике старије од 35 година, који представљају мешавину позних миленијалаца (рођених између 1981. и 1996.) и генерације X (рођене између 1965. и 1979). Испитаници старости између 25 и 35 година (14,9%) такође обухватају ове две генерацијске групе: млађи сегмент ове групе може и даље спадати у генерацију Z (рођени 1995–1997), док старији сегмент јасно припада миленијалцима. Најмању групу, која чини 6,2% узорка, чине испитаници млађи од 20 година, такође део генерације Z. Ова дистрибуција показује да је истраживање преваходно обухватило млађе генерацијске групе - генерацију Z и миленијалце - који су генерално дигитално писменији и склонији усвајању нових технологија. Ипак, присуство старијих испитаника пружа вредан увид у перспективе искуснијих потрошача, нарочито оних из генерације X, у вези са усвајањем блокчејна у модној индустрији.

Следеће питање у анкети односило се на пол испитаника. Утврђено је да су жене чиниле знатно већи део узорка од 63,1%, док су 36,9% узорка били мушкарци. Што се тиче тренутног статуса испитаника, 56% узорка су чинили студенти. Запослени појединци чинили су 37,8%, док су преостали испитаници обухватили незапослене, пензионере и ученике. Када је реч о образовном нивоу, више од 40% испитаника имало је више образовање, при чему је 48,1% имало факултетске или универзитетске дипломе. Према нивоу образовања, 34,4% испитаника имало је средње образовање. Када се посматра тренутни статус испитаника, средњошколци су чинили 1,2% узорка, односно 3 испитаника. Док су они са постдипломским студијама чинили 17,4%. Значајно је напоменути да ниједан испитаник није имао само основно образовање. Ово указује да је велики део испитаника имао или више или средње образовање, што чини дистрибуцију компатибилном са циљевима истраживања.

Демографске карактеристике учесника анкете приказане су и у Табели 4 [21].

Табела 4. Демографске карактеристике испитаника [58]

-	Вредности	Фреквенција	(%)	
Године	Ген. Z (испод 20)	15	6.2%	
	Ген. Z (од 20 до 25)	134	55.6%	
	Миленијалци (од 25 до 35)	36	14.9%	
	Миленијалци / Ген. X (преко 35)	56	23.2%	
Пол	Мушки	89	36.9%	
	Женски	152	63.1%	
Демографски подаци	Средњошколци	3	1.2%	
	Студенти	135	56%	
	Статус	Запослени	91	37.8%
		Незапослени	7	2.9%
		Пензионери	5	2.1%
	Образовање	Основно образовање	0	0%
		Средње образовање	83	34.4%
Високо образовање		116	48.1%	
Постдипломске		42	17.4%	

Класификација испитаника по генерацијама омогућава суптилније разумевање потенцијалних трендова усвајања. Генерација Z (рођени између 1995. и 2012.), која обухвата већину испитаника млађих од 26 година, представља дигиталне домороце који су одрасли у

интернет-центричном свету, што их чини посебно отвореним за усвајање блокчејн технологије у циљу повећања транспарентности у ланцу снабдевања модне индустрије. Миленијалци (рођени између 1981. и 1996.), углавном заступљени међу испитаницима старости 28–35 година, поседују значајно искуство са е-трговином, дигиталним плаћањима и онлајн платформама, што доприноси њиховој пријемчивости за користи које блокчејн доноси. У међувремену, испитаници старији од 35 година могу обухватати и позне миленијалце и чланове генерације X (рођене између 1965. и 1979.), који су склонији опрезу при усвајању нових технологија и могу захтевати додатне информације, изградњу поверења и подстицаје [100] [101]. Ове генерацијске разлике пружају вредан увид у различите сегменте тржишта и њихову спремност за усвајање блокчејна у модној индустрији.

Последње у низу демографских питања односило се на то колико су испитаници били упознати са блокчејн технологијом. На основу њихових одговора, утврдили смо да је већина, 72,6%, чула за блокчејн технологију, док 27,4% није ништа знало о њој. Ово указује да, иако су многи испитаници били свесни постојања блокчејн технологије, значајан део и даље није упознат са њом.

Нисмо искључили 27,4% испитаника који никада нису чули за блокчејн, јер њихови одговори одражавају стварни ниво свести потрошача и помажу нам да разумемо како недостатак упознатости утиче на ставове и намере. Групу „никада нисам чуо за блокчејн“ третирали смо као валидну референтну основу за квантификацију начина на који непознавање умањује вољност за ангажовање, уместо да њихове одговоре одбацимо. За питања која су захтевала основно познавање блокчејна, њихови одговори нису утицали на резултате тих ставки, али су сви остали подаци од ових испитаника задржани у анализи. На тај начин добијамо потпунију и мање пристрасну слику популације.

За детаљнију анализу међузависности конструката и очекиваног понашања потрошача коришћена је *PLS-SEM* метода. *PLS-SEM* комбинује елементе регресионе и факторске анализе како би моделовао односе између латентних конструката, као и мерених варијабли које су повезане са тим конструктима [102]. Конструисан је модел како би се испитали односи између примењених конструката и зависних варијабли које представљају очекивано понашање. Подаци из анкете нису показали сумњиве обрасце одговора нити недоследне одговоре.

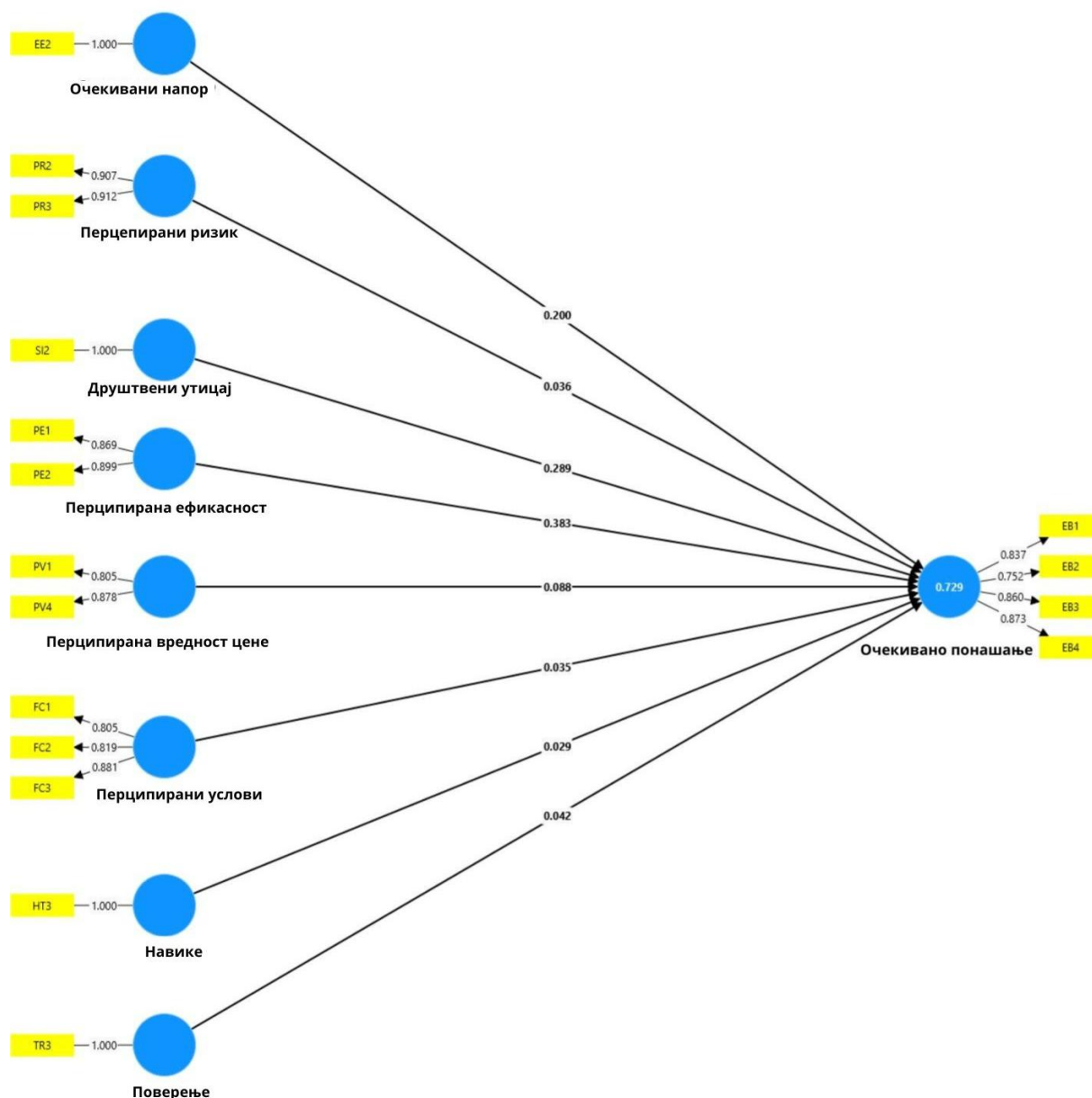
Конструкти представљају латентне варијабле, од којих је свака представљена питањима из анкете. На слици 8 приказано је осам латентних варијабли: очекивани напор (EE), перципирани ризик (PR), друштвени утицај (SI), перципирана ефикасност (PE), перципирана вредност цене (PV), перципирани услови (FC), навике (HT) и поверење (TR). Оне могу утицати на спремност потрошача да усвоје блокчејн технологију у модној индустрији. Зависна варијабла је очекивано понашање.

У софтверском алату *SmartPLS*, модел је прошао кроз два алгорита: *PLS* алгоритам и *bootstrapping*. Након примене *PLS* алгоритма на модел, добијени резултати су интерпретирани. Испитивањем табеле са спољним факторским оптерећењима (*outer loadings*), идентификовано је да се одређена питања нису добро уклопила у своје конструкте.

Питања анкете која нису дала задовољавајуће резултате за своје конструкте укључују: FC4, HT1, HT2, PR1, PR4, PR5, PV2, PV3, SI1, TR1, TR2 и EE1. Како су ова питања била неприкладна, искључена су из финалне анализе. *PLS* алгоритам је затим поново покренут на новом моделу без ових питања. Сва ова питања могу се наћи на крају овог рада у Прилогу А.

Нови модел, без претходно поменутих питања, приказан је на слици 8 [21]. На слици је представљен модел над којим је примењен *PLS* алгоритам, при чему су задржана само питања која су релевантна и погодна за одговарајуће конструкте. *R*-квадрат вредности одређују пропорцију варијансе у зависној варијабли која може бити објашњена независном варијаблом [103]. Већа вредност *R*-квадрата указује на бољи квалитет модела. У овом

истраживању вредност R^2 износи 0,729, што значи да осам предиктора укључених у модел објашњава 72,9% варијансе очекиваног понашања потрошача. Ова вредност указује на високу објашњавајућу моћ модела унутар анализираниог узорка.



Слика 8. Резултат *PLS-SEM* алгоритама изведеног на новом моделу

Модел је валидиран кроз две фазе: у првој фази процењиван је модел мерења латентних варијабли, док је у другој фази оцењиван структурни модел. Резултати су доступни у вези са применом *PLS-SEM* методе и *PLS* алгоритама.

Кронбахов алфа коефицијент (енг. *Cronbach's Alpha*) представља показатељ унутрашње поузданости и доследности скупа ставки [104]. Он указује на то у којој мери су ставке унутар једне скале међусобно усклађене када се посматрају као целина. Користи се за утврђивање поузданости Ликертових скала у анкетама са више питања. Његове вредности се крећу од 0 до 1, при чему се вредности изнад 0,7 сматрају добрим. Из Табеле 5 се може видети да су све групе питања за специфичне варијабли прихватљиве, осим групе која се односи на вредност цене. Само ова група питања има *Cronbach's Alpha* испод 0,7, што указује на недоследност у мерењу додељене варијабли.

Просечно извучена варијанса (енг. *Average Variance Extracted* - *AVE*) представља параметар који указује на позитивну корелацију између индикатора који описују једну варијаблу [105]. На основу коначних резултата, сви индикатори показују довољан ниво позитивне корелације, већи од препоручене вредности 0,5.

Из Табеле 5 се може видети да су вредности сложене поузданости (енг. *Composite reliability* - ρ_c) за приказане конструкте углавном у прихватљивом опсегу. Вредности ρ_c за већину конструката налазе се у распону од 0,8 до 0,9, док је код перципираног ризика вредност нешто виша и износи 0,906. Код конструкта перципирана вредност цене сложена поузданост такође је прихватљива и износи 0,830.

Код конструкта перципирана вредност цене уочавају се ниже вредности *Cronbach's alpha* и ρ_a коефицијента, које износе 0,594 и 0,612, што је испод препоручене граничне вредности од 0,7. Због тога се поузданост овог конструкта може сматрати ограниченом и његове резултате је потребно тумачити са опрезом [108]. Након иницијалне процене модела мерења, из даље анализе су искључени индикатори који нису испунили препоручене критеријуме оптерећења и поузданости. Услед тога су поједини конструкти у коначном моделу остали представљени само једним индикатором. Конкретно, конструкти очекивани напор (*EE*), навике (*HT*), друштвени утицај (*SI*) и поверење (*TR*) у коначном моделу су једноиндикаторски конструкти, представљени индикаторима *EE2*, *HT3*, *SI2* и *TR3*.

За једноиндикаторске конструкте мере унутрашње конзистентности, као што су *Cronbach's alpha*, ρ_a , ρ_c и *AVE*, нису интерпретативно упоредиве са вредностима код вишеиндикаторских конструката, јер не постоји више ставки на основу којих би се процењивала унутрашња поузданост. Због тога су у Табели 5 приказани само конструкти који су у коначном моделу задржали више индикатора. Горе наведени параметри су приказани у Табели 5 [21].

Табела 5. Процена валидности модела мерења латентних варијабли [58]

	Индикатори	Кронбахов алфа коефицијент	Сложена поузданост (ρ_a)	Сложена поузданост (ρ_c)	Просечно извучена варијанса (<i>AVE</i>)
Очекивано понашање (ОП)	EB1, EB2, EB3, EB4	0.850	0.857	0.899	0.692
Перципирани услови (ПУ)	FC1, FC2, FC3	0.791	0.849	0.874	0.698
Перципирана ефикасност (ПЕ)	PE1, PE2	0.722	0.729	0.878	0.782
Перципирани ризик (ПР)	PR2, PR3	0.792	0.792	0.906	0.828
Перципирана вредност цене (ПВЦ)	PV1, PV4	0.594	0.612	0.830	0.709

Унакрсна оптерећења (енг. *Cross-loadings*) омогућава утврђивање степена у којем се варијабле у моделу међусобно разликују [106].

У овом истраживању, као што је приказано у Табели 6 [21], утврђено је да су вредности индикатора за сваку варијаблу више од вредности њихове повезаности са осталим варијаблима. Другим речима, сваки индикатор има најизраженије крос-оптерећење управо у односу на варијаблу којој је додељен.

Табела 6. Измерене *cross-loading* вредности [58]

	ОП ¹	ОН ²	ПУ ³	Н ⁴	ПЕ ⁵	ПР ⁶	ПВЦ ⁷	ДУ ⁸	П ⁹
ЕВ1	0.837	0.588	0.266	0.235	0.699	0.224	0.457	0.618	0.347
ЕВ2	0.752	0.526	0.191	0.115	0.605	0.180	0.346	0.452	0.179
ЕВ3	0.860	0.445	0.412	0.221	0.653	0.282	0.488	0.701	0.216
ЕВ4	0.873	0.515	0.410	0.226	0.635	0.304	0.432	0.686	0.279
ЕЕ2	0.622	1.000	0.357	0.240	0.534	0.315	0.445	0.474	0.237
FC1	0.274	0.288	0.805	0.311	0.211	0.248	0.291	0.216	0.263
FC2	0.253	0.243	0.819	0.333	0.147	0.285	0.342	0.224	0.206
FC3	0.411	0.345	0.881	0.403	0.315	0.296	0.474	0.363	0.299
HT3	0.244	0.240	0.424	1.000	0.128	0.187	0.341	0.201	0.206
PE1	0.646	0.458	0.193	0.149	0.869	0.246	0.391	0.593	0.193
PE2	0.729	0.486	0.303	0.081	0.899	0.152	0.433	0.727	0.220
PR2	0.270	0.307	0.303	0.173	0.205	0.907	0.352	0.179	0.132
PR3	0.276	0.266	0.300	0.168	0.198	0.912	0.298	0.206	0.158
PV1	0.390	0.413	0.456	0.340	0.285	0.286	0.805	0.321	0.299
PV4	0.482	0.347	0.330	0.247	0.483	0.314	0.878	0.351	0.154
SI2	0.745	0.474	0.336	0.201	0.750	0.212	0.399	1.000	0.300
TR3	0.311	0.237	0.313	0.206	0.234	0.160	0.259	0.300	1.000

¹ Очекивано понашање – ОП, ² Очекивани напор – ОН, ³ Перцепирани услови – ПУ, ⁴ Навике – Н, ⁵ Перцепирана ефикасност – ПЕ, ⁶ Перцепирани ризик – ПР, ⁷ Перцепирана вредност цене – ПВЦ, ⁸ Друштвени утицај – ДУ, ⁹ Поверење – П.

Даљим испитивањем коначних резултата можемо уочити *Fornell–Larcker* критеријум валидности, који служи за процену односа између корелација варијабли и *AVE* вредности приказаних у Табели 5 [21] [106]. На основу матрице корелација приказане у Табели 7 [21], можемо закључити да је валидност потврђена за све посматране варијабле.

Табела 7. *Fornell–Larcker* критеријум [58]

	ОП ¹	ОН ²	ПУ ³	Н ⁴	ПЕ ⁵	ПР ⁶	ПВЦ ⁷	ДУ ⁸	П ⁹
ОП ¹	0.832								
ОН ²	0.622	1.000							
ПУ ³	0.390	0.357	0.836						
Н ⁴	0.244	0.240	0.424	1.000					
ПЕ ⁵	0.780	0.534	0.284	0.128	0.884				
ПР ⁶	0.300	0.315	0.331	0.187	0.222	0.910			
ПВЦ ⁷	0.521	0.445	0.457	0.341	0.467	0.357	0.842		
ДУ ⁸	0.745	0.474	0.336	0.201	0.750	0.212	0.399	1.000	
П ⁹	0.311	0.237	0.313	0.206	0.234	0.160	0.259	0.300	1.000

¹ Очекивано понашање – ОП, ² Очекивани напор – ОН, ³ Перцепирани услови – ПУ, ⁴ Навике – Н, ⁵ Перцепирана ефикасност – ПЕ, ⁶ Перцепирани ризик – ПР, ⁷ Перцепирана вредност цене – ПВЦ, ⁸ Друштвени утицај – ДУ, ⁹ Поверење – П.

Поред *Fornell–Larcker* критеријума и анализе унакрсних оптерећења, дискриминантна валидност је додатно проверена применом *HTMT* критеријума (енг. *Heterotrait–Monotrait Ratio of Correlations*), који представља савремени приступ процени разликовања латентних конструката у *PLS-SEM* анализи [106]. У литератури се као оријентационе граничне вредности најчешће користе прагови од 0,85 и 0,90. На основу резултата приказаних у Табели 8 може се уочити да већина *HTMT* вредности не прелази препоручене границе, што указује на задовољавајући ниво дискриминантне валидности између већине конструката. Међутим, вредност *HTMT* коефицијента између перципиране ефикасности и очекиваног

понашања износи 0,993, што указује на висок степен повезаности ова два конструкта. Такође, вредност између друштвеног утицаја и перципиране ефикасности износи 0,878, што је испод прага од 0,90, али изнад строжег прага од 0,85. Ови резултати показују да је дискриминантна валидност у највећој мери задовољена, али да однос између перципиране ефикасности и очекиваног понашања треба тумачити са опрезом.

Табела 8. *HTMT* критеријум дискриминантне валидности [106]

	ОП1	ОН2	ПУ3	Н4	ПЕ5	ПР6	ПВЦ7	ДУ8	П9
ОП1									
ОН2	0.677								
ПУ3	0.448	0.391							
Н4	0.260	0.240	0.467						
ПЕ5	0.993	0.628	0.349	0.153					
ПР6	0.363	0.354	0.416	0.210	0.298				
ПВЦ7	0.723	0.584	0.654	0.451	0.694	0.519			
ДУ8	0.801	0.474	0.358	0.201	0.878	0.238	0.517		
П9	0.333	0.237	0.343	0.206	0.274	0.179	0.348	0.300	

¹ Очекивано понашање – ОП, ² Очекивани напор – ОН, ³ Перципирани услови – ПУ, ⁴ Навике – Н, ⁵ Перципирана ефикасност – ПЕ, ⁶ Перципирани ризик – ПР, ⁷ Перципирана вредност цене – ПВЦ, ⁸ Друштвени утицај – ДУ, ⁹ Поверење – П.

VIF вредности (енг. *Variance Inflation Factor* - *VIF*) могу се користити за процену колинеарности. Из Табеле 9 [21] може се видети да ниједна *VIF* вредност не прелази пет. Стога може се закључити да не постоји колинеарност између варијабли [107].

Табела 9. Измерене *VIF* вредности [58]

	<i>VIF</i>
Очекивани напор	1.604
Перципирани услови	1.554
Навике	1.290
Перципирана ефикасност	2.700
Перципирани ризик	1.224
Перципирана вредност цене	1.661
Друштвени утицај	2.461
Поверење	1.178

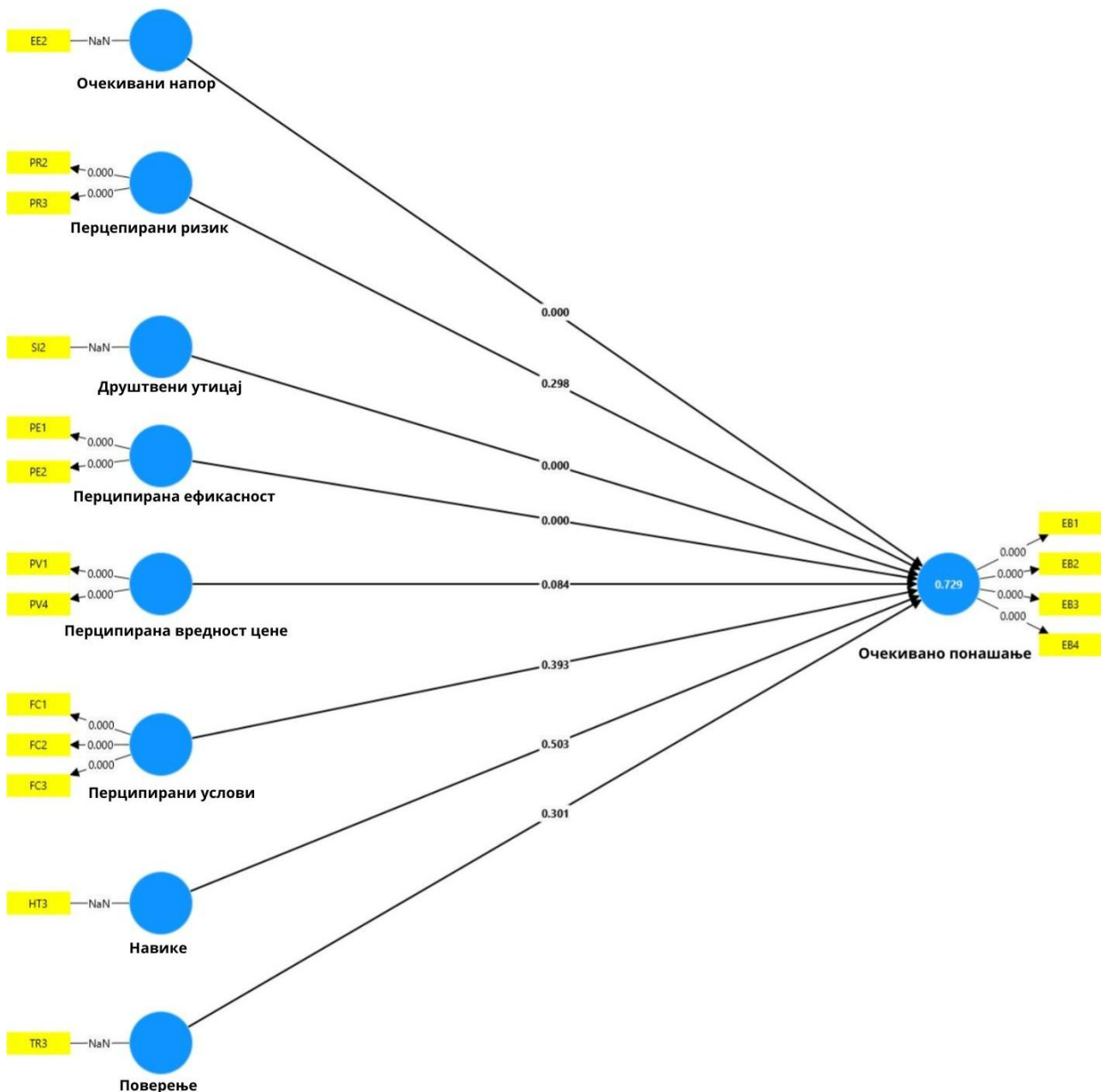
Након примене методе *bootstrapping*-а, модификовани модел приказан је на Слици 9 [21].

Метода *bootstrapping*-а је спроведена уз коришћење 5000 узорака и нивоа значајности од 5% ради процене статистичке значајности структурних односа. Коefицијенти пута приказују смер и јачину директног утицаја независних варијабли на зависну варијаблу, док се статистичка значајност процењује на основу *t*-статистике и *p*-вредности.

Вредност коefицијента пута ближа +1 указује на јачи позитиван утицај, вредност ближа -1 на јачи негативан утицај, док вредност ближа 0 указује на слабији директан утицај. Међутим, статистичка значајност односа не утврђује се на основу близине коefицијента вредности +1 или -1, већ на основу *t*-статистике и *p*-вредности добијених применом *bootstrapping* процедуре. У овом истраживању, однос се сматра статистички значајним уколико је *t*-вредност већа од 1,96 и *p*-вредност мања од 0,05.

Резултати приказани у Табели 9 показују ненулте коefицијенте пута различите јачине, при чему три односа имају статистички значајан позитиван утицај на очекивано понашање потрошача при нивоу значајности од 5%: очекивани напор ($O = 0,200$; $t = 4,239$; $p = 0,000$), перципирана ефикасност ($O = 0,383$; $t = 5,195$; $p = 0,000$) и друштвени утицај ($O = 0,289$; $t = 4,649$; $p = 0,000$). Остали испитивани односи нису показали статистички значајан утицај на

очекивано понашање, јер су њихове p -вредности веће од 0,05. Овај налаз је у складу са вредношћу $R^2 = 0,729$, која показује да модел објашњава 72,9% варијансе зависне варијабле.



Слика 9. Резултати примене методе *bootstrapping-a*

Тестирање хипотеза омогућава да се идентификују варијабле које највише доприносе усвајању блокчејн технологије у модној индустрији, као и да се утврди које су варијабле имале значајну улогу у истраживању, а које су показале слабији утицај. Добијени резултати тестирања хипотеза представљени су у Табели 10 [21].

Као статистички значајни предиктори очекиваног понашања издвојили су се очекивани напор (*Expected Effort*), перципирана ефикасност (*Perceived Efficiency*) и друштвени утицај (*Social Influence*). Ови фактори имају позитивне и статистички значајне коефицијенте пута, због чега се може закључити да представљају кључне покретаче спремности потрошача за усвајање блокчејн технологије у модној индустрији. Сходно томе, хипотезе X1.1, X1.3 и X1.4 су потврђене, док су хипотезе X1.2, X1.5, X1.6, X1.7 и X1.8 одбачене, јер нису показале статистички значајан утицај на очекивано понашање потрошача на нивоу значајности од 5%.

Имајући у виду да су потврђене три од укупно осам подхипотеза које припадају хипотези H_1 , главна хипотеза H_1 може се сматрати делимично потврђеном.

Табела 10. Тестирање хипотеза [58]

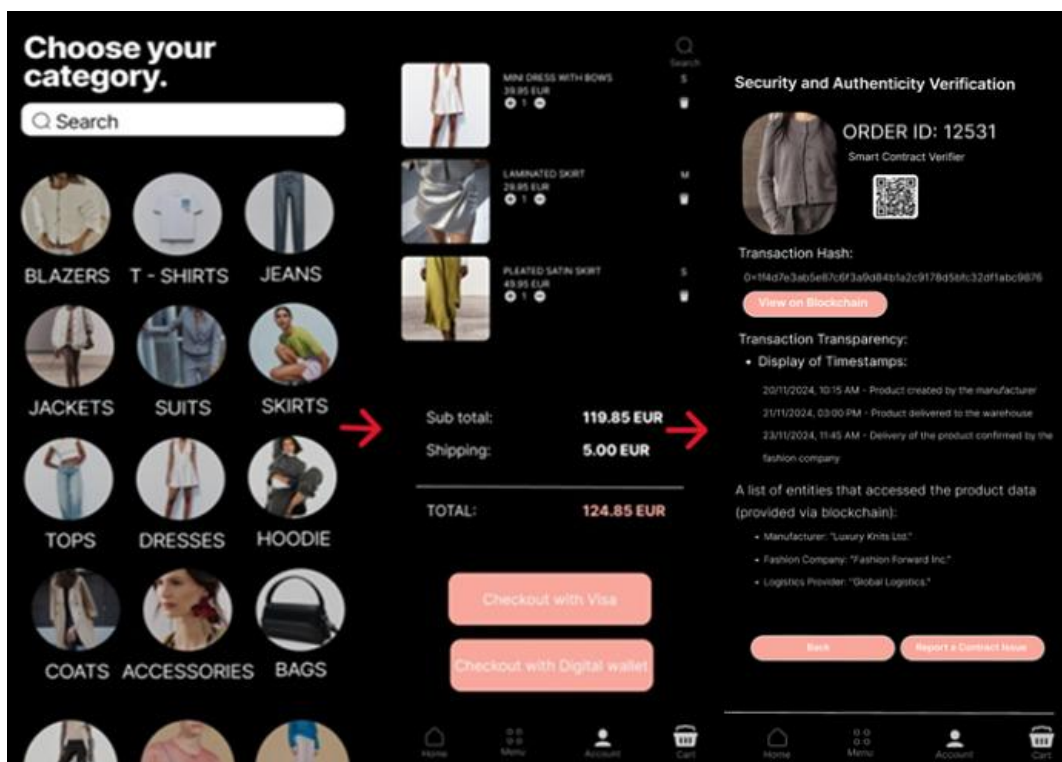
	Оригинални узорак (O)	Средња вредност узорка (M)	Стандардна девијација (STDEV)	T-статистика ((O/STDEV))	p-вредности
Очекивани напор-> Очекивано понашање	0.200	0.199	0.047	4.239	0.000
Перцепирани услови-> Очекивано понашање	0.035	0.037	0.040	0.855	0.393
Навике-> Очекивано понашање	0.029	0.027	0.043	0.670	0.503
Перцепирана ефикасност-> Очекивано понашање	0.383	0.379	0.074	5.195	0.000
Перцепирани ризик-> Очекивано понашање	0.036	0.037	0.035	1.041	0.298
Перцепирана вредност цене-> Очекивано понашање	0.088	0.091	0.051	1.729	0.084
Друштвени утицај-> Очекивано понашање	0.289	0.292	0.062	4.649	0.000
Поверење-> Очекивано понашање	0.042	0.043	0.040	1.035	0.301

Будућа истраживања требало би да се више усмере на индикаторе који у овој студији нису показали статистички значајан утицај на очекивано понашање потрошача. Резултати показују да је за подстицање позитивног става према усвајању блокчејн технологије у модној индустрији посебно важно јасно комуницирати једноставност коришћења система, његову ефикасност у повећању транспарентности и безбедности података, као и улогу друштвеног окружења у прихватању ове технологије.

6. ИМПЛЕМЕНТАЦИЈА РАЗВИЈЕНОГ МОДЕЛА

6.1 Дизајнирање децентрализоване апликације за модни ланац снабдевања

Развој *DApp* апликације прилагођене модној индустрији представља један од кључних сегмената овог пројекта. У почетној фази истраживања и развоја, креиран је иницијални прототип корисничког интерфејса у алату *Figma*, који је имао улогу почетне идеје и визуелне основе за каснији развој децентрализоване апликације [108]. Овај прототип није представљао коначно техничко решење, већ концептуални приказ начина на који би корисници могли да приступају производима, прегледају њихове детаље, прате поруџбине, проверавају аутентичност производа, реализују директне трансакције и имају увид у историју трансакција (слика 10) [109].



Слика 10. Почетни прототип *DApp* апликације за модну индустрију развијен у *Figma* [110]

Кориснички оријентисан интерфејс представља важан предуслов за то да и пословни корисници и крајњи потрошачи могу једноставно да комуницирају са системом. У оквиру иницијалног прототипа предвиђено је да корисници имају персонализовану страницу профила, са могућношћу управљања личним подацима, историјом поруџбина, листом жеља и подешавањима испоруке [111]. Такође, корисницима је омогућено да истражују производе по различитим категоријама и да добију увид у њихово порекло, почев од информација о сировинама коришћеним у производњи, преко потврде о тестираном квалитету, до података који се односе на етичке стандарде. Овакви подаци доприносе већој транспарентности и јачању поверења корисника у производ који купују.

Иако је приказани прототип имао пре свега визуелну и концептуалну улогу, он је послужио као полазна основа за дефинисање функционалности касније развијене децентрализоване апликације. На основу овог прототипа даље су разрађени процеси праћења производа,

провере аутентичности, приказа података о животном циклусу производа и повезивања релевантних догађаја са блокчејн трансакцијама.

Децентрализована апликација треба да омогући виши ниво транспарентности, безбедности и ефикасности у модном ланцу снабдевања. Сваки учесник у процесу, као што су произвођач, дистрибутер или продавац, треба да има увид у релевантне информације о активностима и трансакцијама које прате кретање производа кроз ланац снабдевања. Апликација треба да подржи праћење поруцбина кроз бележење података као што су идентификатор производа, количина, састав материјала и временске ознаке важних догађаја у ланцу снабдевања.

Свака трансакција у систему треба да има криптографски заштићену и следљиву природу. Сваки производ и свака трансакција треба да буду повезани са јединственим хешом, како би се омогућила провера интегритета података директно на блокчејну, на пример коришћењем алата као што је *Etherscan*. Паметни уговори треба да допринесу изградњи поверења, смањењу ризика од превара и аутоматизацији спровођења договора без потребе за посредницима.

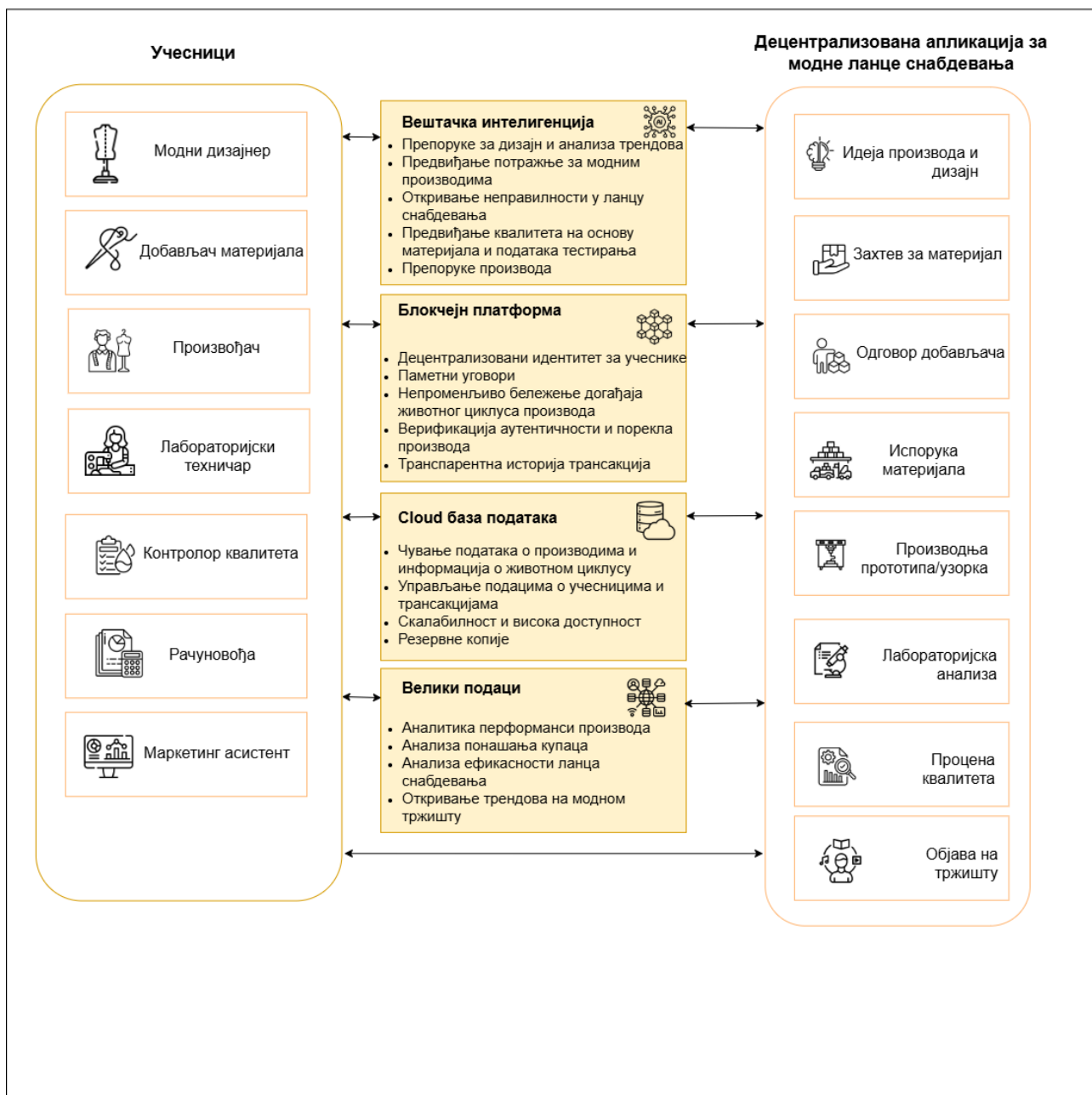
6.2 Архитектура система предложене децентрализоване апликације

Модни ланци снабдевања, посебно у мањим модним предузећима, често се суочавају са изазовима који произлазе из недостатка транспарентности, неповезаних токова информација и сложености координације активности између више учесника [7]. У овој дисертацији предлаже се архитектура система децентрализоване апликације засноване на блокчејн технологији, намењене праћењу порекла и провери аутентичности модних производа (слика 11). Децентрализована апликација (*DApp*) повезује главне стејкхолдере укључене у животни циклус модног производа и омогућава транспарентну, сигурну и структурирану размену података током целог процеса [112].

Предложена архитектура организована је око три главна дела. На левој страни модела приказани су кључни стејкхолдери који учествују у екосистему: модни дизајнер, добављач материјала, произвођач, лабораторијски техничар, контролор квалитета, рачуновођа и маркетинг асистент. Ови стејкхолдери представљају главне актере укључене у развој производа, набавку материјала, производњу, тестирање, финансијско праћење и припрему производа за тржиште [59].

Централни део архитектуре представља технолошку основу предложене *DApp* апликације. Он се састоји од четири комплементарна слоја: вештачке интелигенције, блокчејн платформе, базе података у облаку и великих података. Слој вештачке интелигенције подржава активности као што су анализа дизајна и трендова у фази креирања производа, предвиђање потражње на основу продајних и маркетиншких података, детекција аномалија у процесима ланца снабдевања, као и предвиђање квалитета производа на основу резултата лабораторијског тестирања. Ове могућности доприносе доношењу одлука и оптимизацији важних фаза животног циклуса производа, укључујући развој, валидацију и пласирање производа у домену модног пословања [113]. Комбинација наведених технологија, као што су блокчејн и вештачка интелигенција, доприноси поузданијем и ефикаснијем одвијању процеса у мањим модним ланцима снабдевања.

Блокчејн платформа представља кључни слој поверења у систему. Она омогућава децентрализовано управљање идентитетима, примену паметних уговора, коришћење консензус протокола, управљање дигиталним акредитивима и транспарентност ревизије, а истовремено доприноси унапређењу безбедности и интегритета података [13]. Овај слој поверења омогућава да се интеракције између стејкхолдера забележе на непроменљив начин, чиме се обезбеђује транспарентност релевантних трансакција.



Слика 11. Архитектура система децентрализоване апликације засноване на блокчејн технологији за праћење порекла и проверу аутентичности модних производа

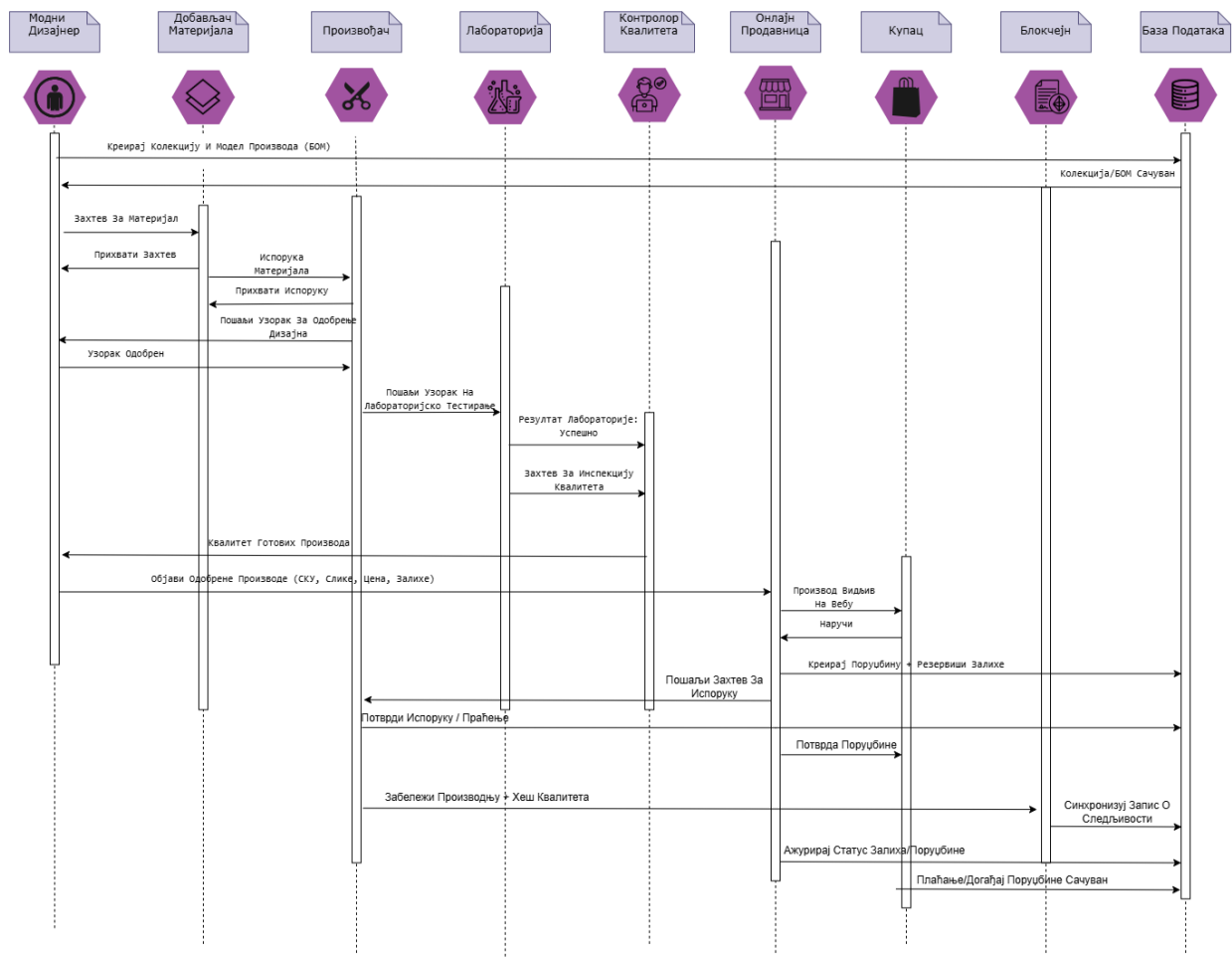
Слој базе података намењен је чувању свих оперативних података неопходних за функционисање *DApp* апликације. То обухвата податке о стејхолдерима, трансакције, скалабилност система и опоравак у случају катастрофе. Слој великих података подржава аналитику кроз анализу перформанси, продајних трендова и понашања потрошача у модном екосистему. То укључује метрике као што су број продаја, трендови прихода и најпопуларнији производи. Овај слој такође омогућава праћење перформанси ланца снабдевања и анализу образаца који се појављују у различитим фазама животног циклуса производа. Наведени слојеви заједно чине технолошку основу неопходну за безбедно чување података и спровођење аналитике [114].

На десној страни слике 11 приказане су различите функционалности *DApp* апликације у оквиру архитектурног модела. Оне обухватају идеју и дизајн производа, захтев за материјалима, одговор добављача, испоруку материјала, израду прототипа или узорка, лабораторијско тестирање, процену квалитета и објављивање производа на тржишту. На тај

начин модел повезује стејкхолдере са конкретним дигиталним процесима које они обављају у оквиру апликације.

6.3 Дијаграм секвенци интеракција у апликацији

Приказани дијаграм секвенци, дат на слици 12, илуструје основни успешан сценарио, односно такозвани *happy path* сценарио, у оквиру предложене децентрализоване апликације за праћење порекла и проверу аутентичности модних производа. Овакав сценарио представља идеалан ток процеса, у којем сви учесници извршавају своје активности без грешака, одбијања, враћања на претходне кораке или потребе за додатним исправкама. Циљ дијаграма је да прикаже један потпун и успешно реализован пут модног производа, почев од креирања колекције и модела производа, преко набавке материјала, производње, лабораторијске провере и контроле квалитета, па све до објављивања производа у онлајн продавници, куповине од стране корисника и евидентирања кључних догађаја на блокчејну и у пратећој бази података.



Слика 12. Дијаграм секвенци интеракција између учесника децентрализоване апликације

Дијаграм почиње активношћу модног дизајнера, који представља иницијалног учесника у животном циклусу производа. Дизајнер најпре креира нову модну колекцију, а затим у оквиру те колекције дефинише конкретан модел производа. У овој фази у апликацију се уносе основни подаци о производу, као што су назив производа, опис, инспирација, материјали, величине, боје, варијанте производа и друге карактеристике важне за његов даљи

развој. Након што је модел производа креиран, систем генерише јединствени идентификатор производа, који омогућава његово праћење кроз све наредне фазе животног циклуса.

Након дефинисања производа, дизајнер покреће процес набавке материјала. На основу претходно дефинисане спецификације производа, односно листе потребних материјала, дизајнер креира захтев за материјал. Тај захтев се прослеђује добављачу материјала, који добија информације о врсти материјала, потребној количини, року испоруке и производу за који је материјал намењен. У овој фази апликација омогућава да се захтев формално евидентира, како би се касније могао пратити његов статус.

Процес захтева за материјал може бити повезан са паметним уговором, односно са уговором типа *MaterialRequestContract*. Улога овог паметног уговора није да чува све оперативне детаље захтева, већ да забележи кључне догађаје који имају пословни значај. На пример, паметни уговор може да евидентира да је захтев креиран, да га је добављач прихватио, да је материјал послат и да је испорука потврђена. На тај начин се обезбеђује поуздан и непроменљив доказ о току процеса набавке материјала [73], [78].

Када добављач прими захтев, он проверава расположивост материјала у својим залихама. Уколико су тражени материјали доступни и испорука је изводљива у задатом року, добављач прихвата захтев. Прихватање захтева представља важан тренутак у процесу, јер потврђује да добављач може да обезбеди потребан материјал за наставак производње. Ова информација се бележи у систему, а по потреби и на блокчејну, како би постојао транспарентан траг о томе да је набавка одобрена.

Након прихватања захтева, добављач припрема и шаље материјал произвођачу. У дијаграму се затим приказује интеракција између добављача, произвођача и апликације, где се бележи испорука материјала. Када произвођач прими материјал, он проверава да ли испоручени материјал одговара претходно дефинисаним спецификацијама производа. Провера може да обухвати врсту материјала, количину, боју, квалитет и друге параметре који су важни за производњу.

Уколико је све у складу са захтевом, произвођач потврђује пријем материјала. Ова потврда је важна јер означава да су улазни ресурси за производњу исправно примљени и да производни процес може да започне. Потврда пријема материјала може бити забележена као релевантан догађај у систему, а у одређеним случајевима и као блокчејн трансакција. На овај начин се повећава интегритет података и смањује могућност неслагања између планиране и стварно реализоване набавке.

Након пријема материјала, произвођач започиње процес израде прототипа или узорка производа. У овој фази произвођач користи примљене материјале и техничке спецификације које је дефинисао модни дизајнер. Циљ је да се направи узорак производа који ће бити основа за даљу проверу. Када је узорак завршен, произвођач га прослеђује модном дизајнеру на прелиминарну проверу.

Дизајнер затим анализира добијени узорак и проверава да ли он одговара почетној идеји, дизајнерским захтевима, техничким карактеристикама и очекиваном изгледу производа. У успешном сценарију који је приказан на дијаграму, дизајнер одобрава узорак. Ово одобрење представља један од кључних тренутака у животној циклусу производа, јер производ прелази из фазе производног узорка у фазу тестирања.

Одобрење узорка од стране дизајнера може бити реализовано путем паметног уговора *SampleApprovalContract*. Овај паметни уговор омогућава да се одлука дизајнера о прихватању узорка забележи на транспарентан и непроменљив начин. То значи да се касније може проверити када је узорак одобрен, ко га је одобрио и на који производ се одлука односи. Такво евидентирање доприноси одговорности учесника и омогућава поузданије праћење развоја производа [31].

Након што је узорак одобрен, производ се шаље у лабораторију на тестирање. Лабораторијски техничар преузима узорак и спроводи тестове који су релевантни за конкретан производ. Тестирање може да обухвати проверу састава материјала, издржљивости, отпорности, квалитета израде и других техничких или физичких карактеристика. Резултати тестирања се уносе у систем и повезују са конкретним производом.

Лабораторијска провера може бити подржана паметним уговором *LabCertificationContract*. У овом случају, блокчејн не чува целокупан лабораторијски извештај, јер би то било непрактично и непотребно са становишта складиштења и скалабилности. Уместо тога, на блокчејну се може сачувати резултат провере и хеш лабораторијског извештаја, док се сам извештај чува ван блокчејна, у бази података или другом систему за складиштење [69]. На тај начин се постиже равнотежа између транспарентности и ефикасности: комплетна документација остаје доступна у бази, док блокчејн обезбеђује доказ да документ није накнадно мењан. Због тога се одлука лабораторије о верификацији може сматрати проверљивом и непроменљивом [43].

Када лабораторија заврши тестирање, резултати се прослеђују контролору квалитета. Контролор квалитета анализира лабораторијске резултате и процењује да ли производ испуњава све техничке, безбедносне и квалитативне услове. У успешном сценарију, производ пролази контролу квалитета и добија одобрење за даљу комерцијализацију.

Ова фаза је посебно важна јер представља завршну проверу пре него што производ постане доступан купцима.

За евидентирање коначне одлуке контроле квалитета може се користити паметни уговор *QualityGateContract*. Његова улога је да региструје да ли је одређена серија или производ прихваћен за продају, или би у неком другом сценарију морао бити враћен на дораду. У приказаном *happy path* сценарију производ је успешно одобрен. Блокчејн у овом случају не чува комплетну документацију контроле квалитета, већ само коначну одлуку и евентуалне референце на пратеће податке. На тај начин се обезбеђује да одлука о квалитету буде проверљива, али без непотребног оптерећивања блокчејн мреже [43].

Када производ успешно прође контролу квалитета, он прелази у фазу објављивања на онлајн продавници. У овој фази апликација мења статус производа и омогућава његово приказивање крајњим корисницима. Производ постаје доступан у онлајн продавници где купци могу да виде његов назив, цену, величине, материјале, опис и друге релевантне информације. Истовремено, пошто је кроз претходне фазе прикупљен велики број података о производу, корисник може да приступи и информацијама о његовом животном циклусу.

Након објављивања производа, у процес се укључује купац. Купац прегледа производ у онлајн продавници и може да провери његово порекло и аутентичност. Захваљујући претходно забележеним догађајима, апликација може да прикаже хронолошку историју производа: када је производ креиран, који материјали су коришћени, ко је био добављач, када је производ произведен, када је тестиран, ко је извршио контролу квалитета и када је одобрен за продају. Овај приказ омогућава купцу да стекне поверење у производ и да провери да производ није фалсификат.

Када купац одлучи да купи производ, покреће се процес наручивања и плаћања. Иако је овај процес важан за систем, дијаграм указује да нема потребе да се целокупан *checkout* процес извршава путем паметних уговора. Разлог је у томе што би бележење сваког корака куповине на блокчејну било непотребно сложено, скупо и неефикасно. Уместо тога, на блокчејну се бележе само кључни догађаји који имају значај за доказивање трансакције.

За ову сврху може се користити паметни уговор *OnlineShopOrderAnchorContract*. Његова улога је да забележи најважније догађаје у вези са поручбином, као што су креирање поручбине, промена њеног статуса, информације о испоруци или референце на плаћање

[115]. На тај начин се обезбеђује да постоји проверљив траг о куповини, али се комплетни оперативни подаци, као што су детаљи испоруке, кориснички подаци и интерна документација, чувају ван блокчејна.

Након успешне куповине, релевантни подаци се уписују у пратећу базу података, док се кључни докази о догађајима бележе на блокчејну. Управо ова подела представља једну од најважнијих карактеристика предложеног решења. Блокчејн се користи за евидентирање оних података који морају бити трајни, транспарентни и непроменљиви, док се база података користи за чување детаљних оперативних информација које су потребне апликацији за свакодневни рад [43].

На крају процеса, производ има комплетну дигиталну историју која обухвата све релевантне фазе: креирање колекције, дефинисање модела, захтев за материјал, прихватање захтева од стране добављача, испоруку материјала, производњу узорка, одобрење дизајнера, лабораторијско тестирање, контролу квалитета, објављивање на онлајн продавници и куповину од стране корисника. Свака од ових фаза доприноси изградњи поузданог система за праћење порекла и проверу аутентичности модног производа.

Посебно је важно нагласити да у овом моделу паметни уговори не преузимају улогу целокупног информационог система. Они не служе за складиштење свих података, нити за управљање свим оперативним активностима. Њихова улога је ограничена на евидентирање кључних пословних доказа, потврда и трагова о значајним догађајима [34]. Детаљна документација, кориснички подаци, лабораторијски извештаји и остали оперативни записи чувају се у бази података или другом систему за складиштење [34].

На основу тога, дијаграм секвенци јасно показује раздвајање између блокчејн слоја и слоја базе података. Блокчејн слој обезбеђује непроменљивост, транспарентност и проверљивост кључних догађаја, док база података обезбеђује флексибилност, скалабилност и могућност чувања комплетне документације. Оваква архитектура је посебно погодна за мање модне ланце снабдевања, јер омогућава примену блокчејн технологије на практичан и одржив начин, без непотребног оптерећивања система [34], [43].

Укратко, приказани дијаграм секвенци описује како предложена *DApp* апликација повезује све кључне учеснике у ланцу снабдевања и омогућава да се производ прати од почетне идеје до крајње куповине. Кроз овај процес обезбеђују се транспарентност, следљивост, проверљивост и већи степен поверења између учесника, као и између брэнда и крајњег потрошача.

6.4 Технологије за развој предложеног решења

Развој предложене *DApp* апликације за модни ланац снабдевања заснован је на вишеслојној архитектури која обухвата *frontend* апликацију, *backend* сервисе, базу података, систем аутентификације, блокчејн слој и паметне уговоре. Оваква технолошка организација омогућава да се кориснички интерфејс, пословна логика, складиштење података и блокчејн трансакције јасно раздвоје, али и међусобно повежу у јединствен функционални систем.

Frontend део апликације развијен је коришћењем *React 18* библиотеке, уз *JavaScript* и *JSX* (енг. *JavaScript XML - JSX*) синтаксу. *React* је коришћен за изградњу компонентног корисничког интерфејса, где свака улога у систему има прилагођене странице и приказ функционалности. За развој и покретање *frontend* апликације коришћен је *Vite*, који омогућава брз развојни сервер и припрему апликације за продукционо окружење [116]. Навигација у апликацији реализована је помоћу *React Router DOM* библиотеке, што омогућава дефинисање различитих рута за улоге као што су модни дизајнер, добављач материјала, произвођач, лаборант, тестер квалитета, маркетинг асистент, рачуновођа, дистрибутер, крајњи корисник и *superadmin*.

За управљање глобалним стањем на *frontend*-у коришћен је *React Context*, пре свега за податке о аутентификацији, корпи и омиљеним производима. Након пријаве корисника, приступни токен се чува у *localStorage* и затим се шаље *backend*-у кроз *Authorization: Bearer* заглавље. На основу улоге корисника, апликација приказује одговарајући мени и преусмерава корисника на део система који је намењен његовој улози [117].

Кориснички интерфејс је стилизован помоћу *CSS* (енг. *Cascading Style Sheets - CSS*) фајлова по компонентама, без употребе готових *CSS* библиотека као што су *Bootstrap* или *Tailwind* [118]. У апликацији се користи и *Google font Inter*, док је за аналитичке приказе коришћена библиотека *Recharts*. Осим тога, постоје помоћни *frontend* модули, као што су функције за парсирање материјала, које омогућавају да се текстуални описи састава производа обрађују и користе у различитим деловима апликације.

Backend део апликације развијен је у *Node.js* окружењу, уз коришћење *Express* библиотека. *Backend* представља *REST API* (енг. *Representational State Transfer - REST*) слој апликације и садржи пословну логику за аутентификацију, управљање корисницима, колекцијама, моделима производа, залихама, захтевима за материјал, пошиљкама, производним налозима, лабораторијским резултатима, контролом квалитета, поруџбинама, блоготом, аналитиком и другим функционалностима система [119]. *Backend* руте су организоване у посебне фајлове, док су пословне операције издвојене у сервисни слој, чиме се постиже боља организација и одрживост кода.

За комуникацију између *frontend*-а и *backend*-а користи се *fetch* механизам преко релативних */api* путања. У развојном окружењу, *Vite* проху прослеђује ове захтеве ка *Express backend* серверу. На тај начин *frontend* и *backend* могу да се развијају као одвојени делови система, али да у раду функционишу као повезана целина.

За аутентификацију и управљање корисницима коришћен је *Supabase Auth*. Корисници се пријављују путем имејл адресе и лозинке, док *backend* преко *Supabase* сервиса проверава креденцијале, враћа сесију и преузима профил корисника. Профил корисника садржи и његову улогу у систему, што је основа за контролу приступа. *Backend* користи *middleware* механизме за проверу да ли је корисник пријављен и да ли има одговарајућу улогу за приступ одређеној *API* рути.

База података је реализована преко *Supabase* платформе, која се заснива на *PostgreSQL* бази [120] [121]. У бази се чувају подаци о корисницима, профилима, улогама, колекцијама, моделима производа, медијским садржајима, залихама материјала, захтевима за материјал, пошиљкама, налозима за шивење, лабораторијским резултатима, производима, поруџбинама, ставкама поруџбине, догађајима испоруке, повраћајима, корпи, *loyalty* функционалностима, блогу и аналитици. За поједине табеле користе се и *Row Level Security* правила, како би се приступ подацима додатно контролисао на нивоу базе.

Посебан значај у развијеном решењу има блокчејн слој. За комуникацију са блокчејн мрежом на *frontend* страни коришћена је библиотека *ethers.js v6*, која омогућава повезивање са *MetaMask* новчаником, потписивање трансакција и позивање функција паметних уговора [122]. У развојном и тестном току апликација је повезана са *Ethereum Sepolia* мрежом, која се користи као тестна блокчејн мрежа. *Frontend*, у зависности од корисничке акције, позива одговарајуће функције паметних уговора, на пример приликом финансирања захтева за материјал, прихватања пошиљке, завршетка шивења, одобрења производа или плаћања поруџбине.

Паметни уговори су написани у програмском језику *Solidity*, са верзијом *pragma 0.8.20*. У оквиру решења развијено је више паметних уговора који покривају различите делове пословног процеса. Међу њима су *DesignerSupplierContract*, који управља финансирањем и прихватањем захтева за материјал између дизајнера и добављача, *SupplierManufacturerContract*, који се односи на пошиљке материјала од добављача ка

произвођачу, *DesignerManufacturerContract*, који евидентира завршетак шивења и одлуку дизајнера о даљем току, *InventoryContract*, који омогућава *on-chain* евиденцију залиха, *ProductApproval* и *ProductApprovalV2*, који се односе на одобрење производа након лабораторијске провере.

Backend не извршава паметне уговоре директно као *EVM* (енг. *Ethereum Virtual Machine - EVM*) окружење, већ има улогу посредног апликационог слоја који чува адресе уговора, *hash* вредности трансакција, идентификаторе блокчејн записа и резултате успешних трансакција. Такође, *backend* обезбеђује конфигурациону руту преко које *frontend* добија адресе паметних уговора и податке потребне за блокчејн интеракције. На овај начин се прави јасна подела: *frontend* преко *MetaMask*-а потписује трансакције, паметни уговори бележе кључне догађаје на блокчејн-у, док *backend* и база чувају оперативне податке потребне за рад апликације [122].

У оквиру *backend*-а постоје и додатне интеграције. За слање имејл порука, као што су позиви нових корисника или *reset* лозинке, користи се *Nodemailer*. Такође, у апликацији постоји и *AI chatbot* компонента, реализована кроз *backend* руту која може да користи различите *LLM* (енг. *Large Language Model - LLM*) провајдере, као што су *Groq*, *Google Generative AI* и *OpenAI*. *API* кључеви за ове сервисе остају на серверској страни, што доприноси безбедности апликације.

Укратко, предложено решење је развијено применом савремених веб и блокчејн технологија. *Frontend* је реализован помоћу *React-a*, *Vite-a*, *React Router-a*, *Context API-ja* и *ethers.js* библиотеке. *Backend* је реализован помоћу *Node.js* и *Express-a*, уз *Supabase* сервисе за аутентификацију и базу података. Податке чува *Supabase PostgreSQL* база, док блокчејн слој чине *Solidity* паметни уговори и интеракција са *Ethereum Sepolia* мрежом преко *MetaMask*-а [120]. Оваква комбинација технологија омогућава да апликација буде интерактивна, улогама прилагођена, скалабилна и повезана са блокчејн механизмима који обезбеђују транспарентност, проверљивост и интегритет кључних догађаја у модном ланцу снабдевања.

6.5 Корисничке улоге и приступ функционалностима у децентрализованог апликацији

Развијена децентрализована апликација за модни ланац снабдевања заснива се на приступу у којем сваки учесник у систему има јасно дефинисану улогу, одговарајуће функционалности и ограничен приступ оним деловима апликације који су релевантни за његове активности. Оваква организација система је важна јер модни ланац снабдевања обухвата више различитих актера, као што су модни дизајнер, добављач материјала, произвођач, лабораторијски техничар, тестер квалитета, дистрибутер, рачуновођа, маркетинг асистент, крајњи корисник и администратор система. Свака од ових улога учествује у одређеној фази животног циклуса производа, па је неопходно да апликација омогући прилагођен приказ страница и функционалности у складу са пословним задацима сваког корисника.

У апликацији је имплементиран систем аутентикације заснован на *Supabase Auth* механизму, где се корисник пријављује помоћу имејл адресе и лозинке. Након успешне пријаве, систем преузима податке о профилу корисника, укључујући његово име и улогу у систему. На основу те улоге, *frontend* апликације приказује одговарајући мени, омогућава приступ одређеним страницама и корисника преусмерава на почетну страницу која је намењена његовој улози. На тај начин једна апликација подржава више различитих корисничких перспектива, али сваки корисник види само оне функционалности које су му потребне за рад.

На *backend* страни систем проверава улогу корисника приликом приступа заштићеним рутама. То значи да ограничење приступа није реализовано само визуелно, кроз мени и

преусмеравање страница, већ и на нивоу *API* захтева. Посебну улогу има суперадмин, који има шири приступ систему и може да управља корисницима, анализом, блогом и другим административним деловима апликације. Остале улоге имају специјализован приступ, у складу са својим местом у модном ланцу снабдевања.

На слици 13 види се приказ свих корисничких улога које постоје у развијеној апликацији. Овај приказ има за циљ да покаже да систем није намењен само једном типу корисника, већ да обухвата више учесника који заједно чине модни ланац снабдевања. Међу приказаним улогама налазе се суперадмин, модни дизајнер, добављач материјала, произвођач, тестер квалитета, лабораторијски техничар, дистрибутер, крајњи корисник, рачуновођа и маркетинг асистент.

Ова подела улога омогућава да се процес развоја, производње, провере, продаје и праћења производа организује на структуриран начин. Модни дизајнер је задужен за креирање колекција и развој модела, избор боја, материјала, кројева и различитих детаља. Добављач материјала управља залихама и одговара на захтеве за материјале. Произвођач учествује у комплетном процесу развоја и израде гардеробе, од моделовања и конструкције, преко кројења и припреме материјала, до саме производње одевног предмета. У оквиру апликације произвођач прати ток производње, потврђује пријем материјала, евидентира статус израде и омогућава осталим учесницима увид у напредак производног процеса. Док лабораторијски техничар и тестер квалитета учествују у провери исправности и квалитета производа.

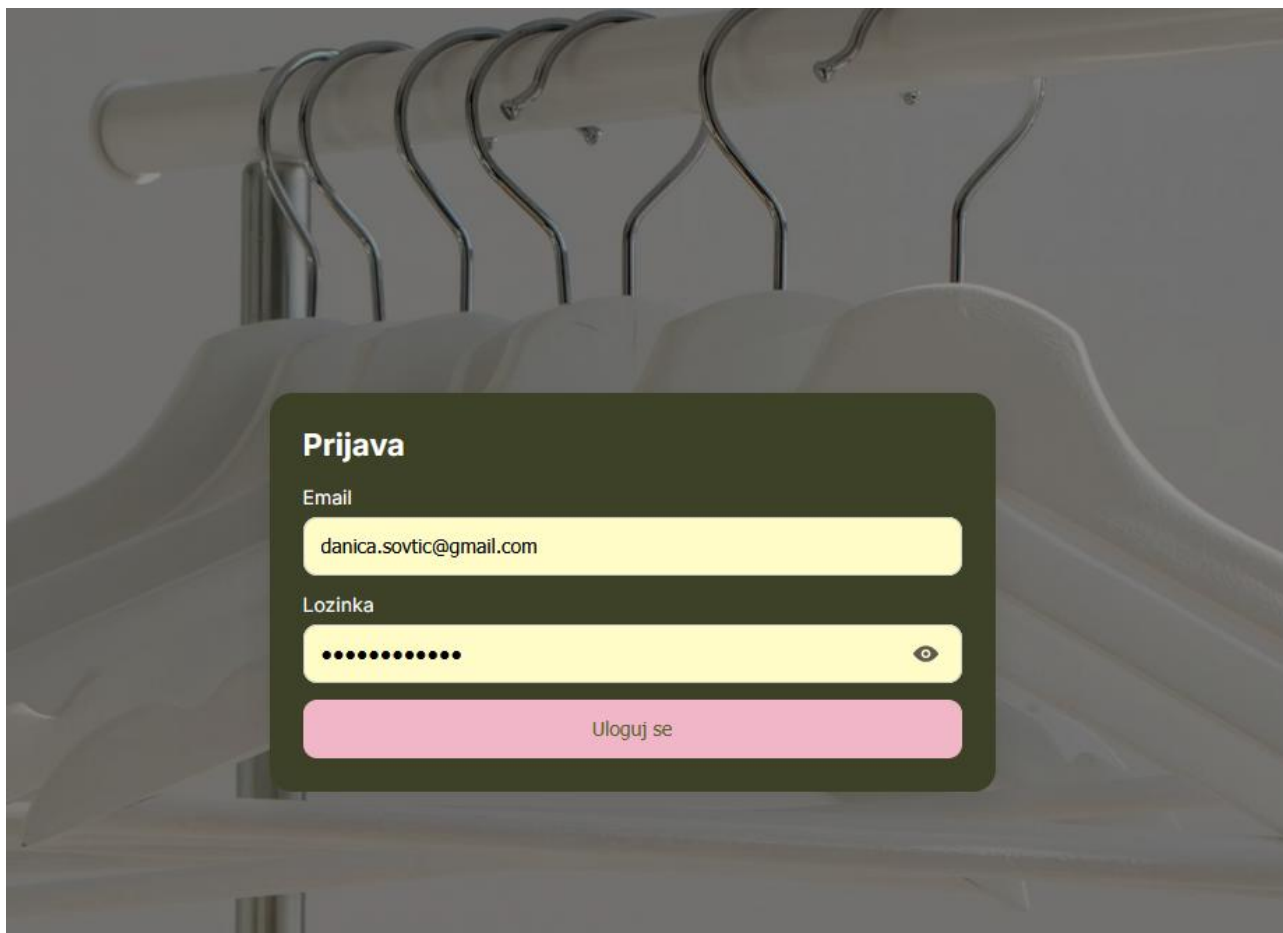
Ime	Email	Uloga	Akcije
Marketing asistent	marketingasistent@gmail.com	Marketing asistent	Izmeni Obrisi
Racunovodja	jovanjovanovic@gmail.com	Računovodja	Izmeni Obrisi
Proizvodjac	peraperic@gmail.com	Proizvodjaci	Izmeni Obrisi
Tina Bojic	boo.tina001@gmail.com	Laborant	Izmeni Obrisi
Dimitrije Blagic	dimibla9@gmail.com	Tester kvaliteta	Izmeni Obrisi
Danka	danica.sovtic@gmail.com	Dobavljač materijala	Izmeni Obrisi
Aleksandra Trpkov	aleksandrtrpkov1@gmail.com	Krajnji korisnik	Izmeni Obrisi
Modni dizajnerko	mihailos02@gmail.com	Modni dizajneri	Izmeni Obrisi
Distributerko	sitecrafters0304@gmail.com	Distributer / logistika	Izmeni Obrisi
Danica Sovtic	danica.sovtic9@gmail.com	Superadmin	Izmeni Obrisi

Слика 13. Приказ свих улога у систему

На слици 14 приказана је страница за пријаву корисника у систем. Ова страница представља улазну тачку за све регистроване кориснике апликације, без обзира на њихову улогу. Корисник уноси имејл адресу и лозинку, након чега систем проверава исправност података и, у случају успешне аутентикације, преузима информације о корисничком профилу.

Страница са пријавом има значајну улогу у функционисању система јер се управо након пријаве одређује шта ће корисник видети у апликацији. На основу улоге која је уписана у профилу корисника, апликација га преусмерава на одговарајућу страницу.

Поред основне пријаве, систем подржава и функционалности као што су одјава, опоравак сесије, ресетовање лозинке и креирање нових корисника од стране администратора. Ово је посебно важно за апликацију која има више различитих улога, јер омогућава контролисано управљање приступом и безбедније коришћење система.

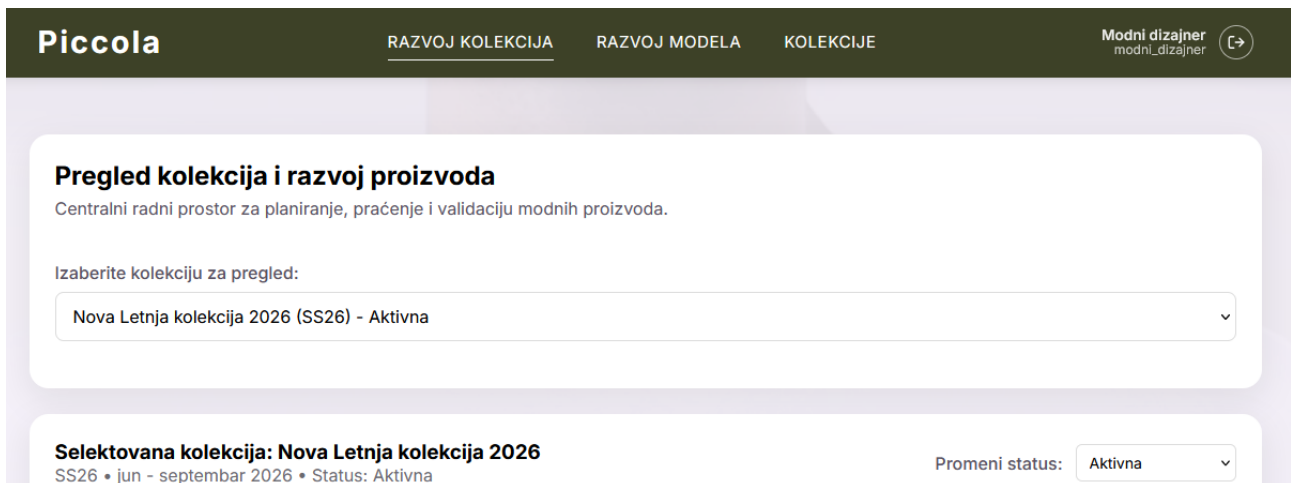


Слика 14. Приказ Login странице

На слици 15 види се приказ апликације након пријаве корисника који има улогу модног дизајнера. Модни дизајнер представља једну од централних улога у систему, јер управо он започиње животни циклус модног производа. Његов рад обухвата креирање колекција, дефинисање модела, унос података о производу и покретање процеса развоја производа.

У оквиру свог дела апликације, модни дизајнер има приступ страницама које су повезане са развојем колекција и развојем модела. То значи да он може да организује производе по колекцијама, да дефинише назив, опис, инспирацију, материјале, величине, боје, цене и друге карактеристике модела. Овај део система представља почетну фазу у дигиталном животном циклусу производа, јер се сви каснији процеси, као што су набавка материјала, производња, тестирање и контрола квалитета, ослањају на податке које је модни дизајнер унео.

Посебно је важно то што модни дизајнер нема приказ класичне продавнице као крајњи корисник, већ му је мени прилагођен интерним процесима развоја. На тај начин систем раздваја пословни део апликације од куповног дела апликације и омогућава дизајнеру да се фокусира на активности које су релевантне за креирање и припрему производа.

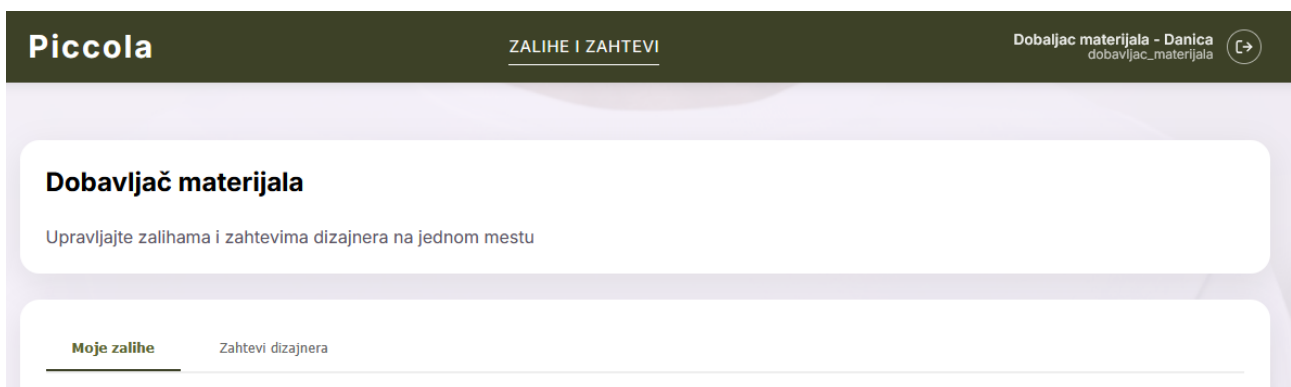


Слика 15. Приказ функционалности у оквиру улоге модног дизајнера

На слици 16 приказан је део апликације намењен кориснику који има улогу добављача материјала. Добављач материјала је важан учесник у ланцу снабдевања јер обезбеђује материјале потребне за израду модних производа. Његова улога повезује фазу дизајна са фазом производње, јер се на основу захтева модног дизајнера проверава да ли су потребни материјали доступни и да ли могу бити испоручени у предвиђеном року.

У оквиру апликације, добављач материјала има приступ страници за управљање залихама. На овој страници може да прегледа доступне материјале, њихову количину, боју, цену, статус и друге релевантне податке. Поред тога, добављач може да прегледа пристигле захтеве за материјале, да анализира да ли има довољно расположивих ресурса и да донесе одлуку о прихватању или одбијању захтева.

Овај приказ је значајан јер показује како апликација подржава координацију између дизајнера и добављача. Уместо да се комуникација о материјалима обавља ван система, апликација омогућава да се захтеви, одговори и статуси материјала прате на једном месту. На тај начин се повећава транспарентност набавке и смањује могућност грешака у комуникацији.



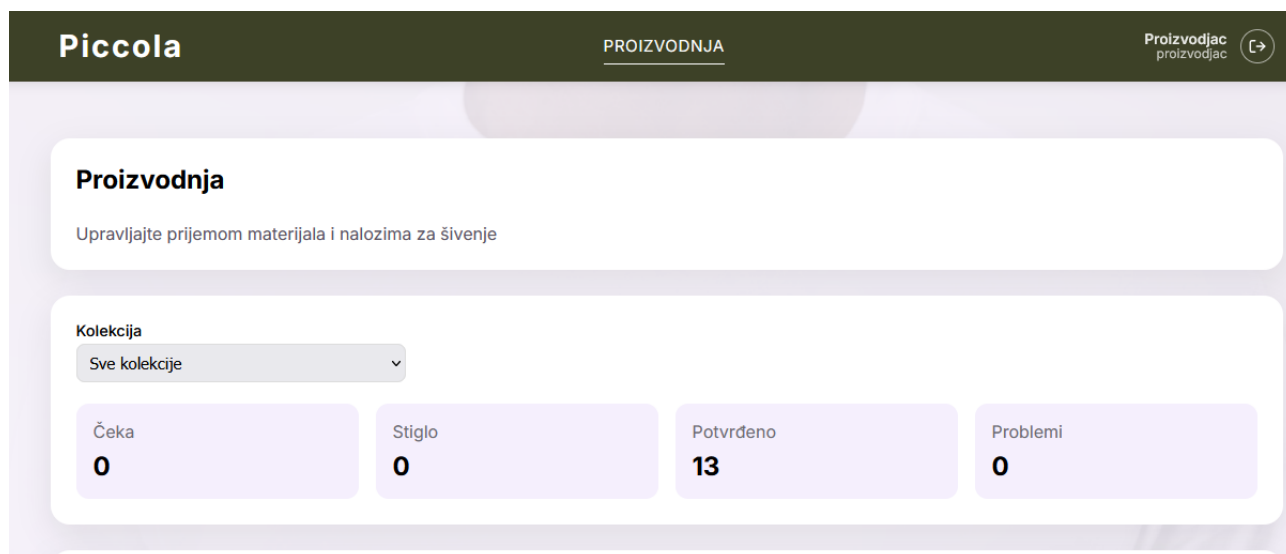
Слика 16. Приказ функционалности у оквиру улоге добављача материјала

На слици 17 види се приказ дела апликације који је намењен произвођачу. Произвођач има улогу да, након што су материјали одобрени и испоручени, започне процес израде модне конструкције, кројева и производње модних производа.

У апликацији произвођач има приступ страницама које су усмерене на производњу и

потврду примљених материјала. Он може да прегледа податке о испоруци, спецификацију материјала, модел производа за који су материјали намењени, као и информације о датуму слања и пријема. Након провере, произвођач потврђује да су материјали примљени и да одговарају претходно дефинисаним захтевима.

Ова фаза је важна јер обезбеђује контролу улазних ресурса пре почетка производње. Када произвођач потврди да су материјали исправни, може да започне израду узорка производа. Успешно завршен узорак затим постаје предмет даље провере од стране модног дизајнера и других учесника у систему. На тај начин произвођач има јасно дефинисану улогу у средишњем делу животног циклуса производа.

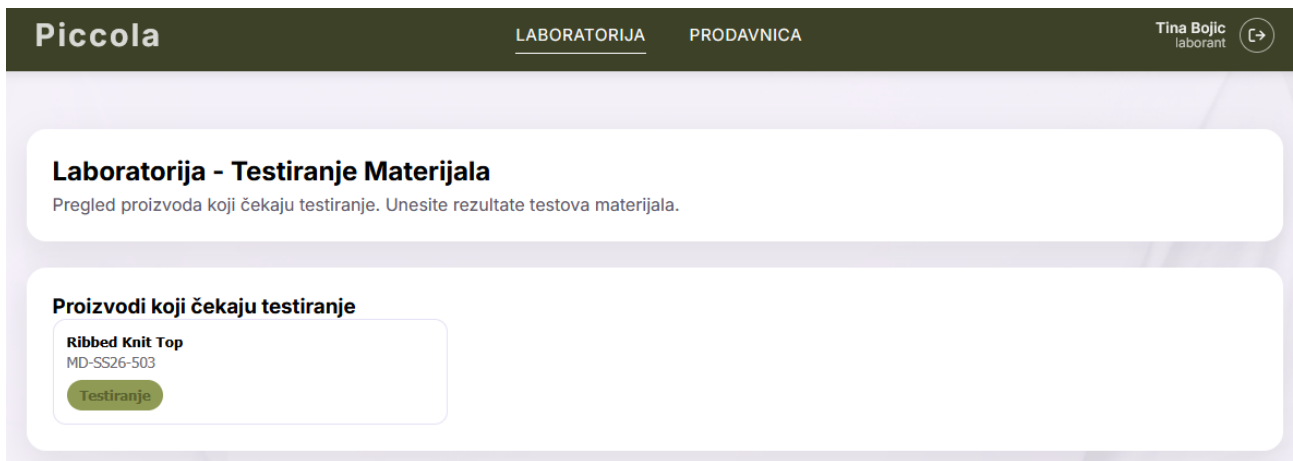


Слика 17. Приказ функционалности у оквиру улоге произвођача

На слици 18 види се приказ апликације за корисника који има улогу лабораторијског техничара, односно лаборатанта. Лабораторијски техничар је задужен за унос и управљање резултатима лабораторијског тестирања производа. Његов рад је повезан са провером састава материјала, физичких карактеристика производа, издржљивости и других параметара који су важни за процену квалитета.

У оквиру апликације лаборатант има приступ лабораторијском панелу, односно делу система који је усмерен на унос резултата тестирања. Када производ стигне у фазу лабораторијске провере, лаборатант уноси резултате тестова и повезује их са конкретним производом. Ови подаци касније служе као основа за одлуку тестера квалитета.

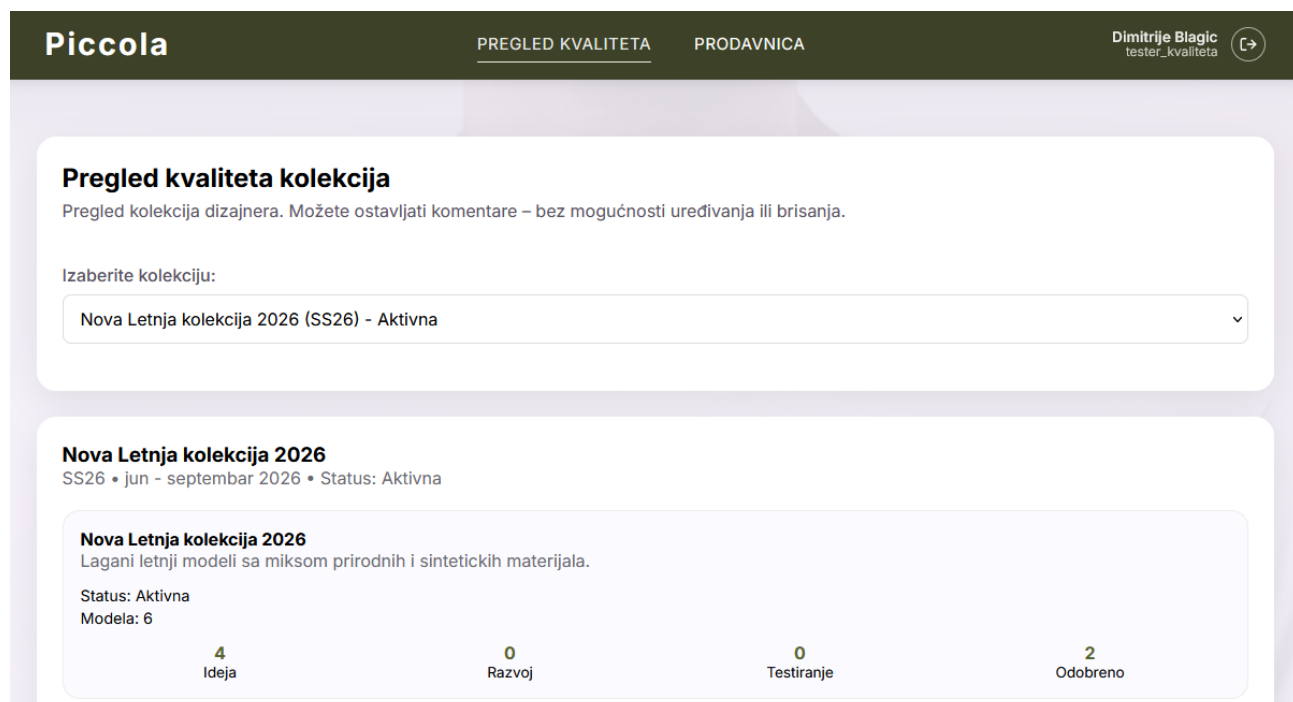
Ова улога је значајна јер обезбеђује техничку и објективну проверу производа пре његовог одобравања. У контексту праћења порекла и аутентичности, лабораторијски резултати представљају важан део дигиталне историје производа. Они показују да производ није само креиран и произведен, већ да је прошао и одговарајућу проверу квалитета.



Слика 18. Приказ функционалности у оквиру улоге лабораторијског техничара

На слици 19 приказан је део апликације који је намењен тестеру квалитета. Тестер квалитета има задатак да анализира резултате тестирања и донесе одлуку о томе да ли производ испуњава потребне критеријуме за даљи пласман. Његова улога је једна од кључних у процесу контроле, јер обезбеђује да само производи који задовољавају постављене стандарде могу прећи у фазу продаје.

У апликацији тестер квалитета има приступ страницама које приказују производе, њихов тренутни статус и резултате релевантних провера. На основу доступних података, тестер може да процени да ли је производ спреман за одобравање или је потребно да се врати на дораду. У успешном сценарију, производ добија одобрење и може да настави ка фази објављивања у онлајн продавници.



Слика 19. Приказ функционалности у оквиру улоге тестера квалитета

6.6 Памети уговори у децентрализованој апликацији

У развијеној *DApp* апликацији за модни ланац снабдевања блокчејн слој је реализован кроз скуп паметних уговора написаних у програмском језику *Solidity*. Паметни уговори се користе за евидентирање и аутоматизацију најважнијих пословних догађаја у животном циклусу модног производа, као што су наручивање материјала, потврда испоруке, завршетак производње, одобрење производа, провера материјала и плаћање поруџбине. Њихова улога није да замене целокупну базу података или *backend* систем, већ да обезбеде непроменљив, проверљив и транспарентан запис о кључним активностима које су важне за праћење порекла, проверу аутентичности и изградњу поверења између учесника.

У апликацији је развијено укупно седам паметних уговора, и то:

- *DesignerManufacturerContract.sol*
- *DesignerSupplierContract.sol*
- *InventoryContract.sol*
- *OrderPayment.sol*
- *ProductApproval.sol*
- *ProductApprovalV2.sol*
- *SupplierManufacturerContract.sol*

Сваки од ових уговора покрива један део пословног процеса и повезан је са одређеним улогама у систему, као што су модни дизајнер, добављач материјала, произвођач, тестер квалитета и крајњи корисник.

Важно је нагласити да се паметни уговори не извршавају у сваком кораку апликације. Они се активирају само онда када је потребно да се одређени догађај трајно забележи на блокчејну или када је потребно извршити финансијски трансфер без посредника. Оперативни подаци, као што су детаљни описи производа, кориснички подаци, комплетни лабораторијски извештаји, слике и детаљне спецификације, остају у *backend* систему и бази података. На тај начин се прави јасна подела између података који морају бити јавно проверљиви и непроменљиви и података који су оперативни, обимнији или осетљивији.

На слици 20 приказана је структура развијених *Solidity* паметних уговора који су део блокчејн слоја апликације. Сваки уговор има посебну улогу у оквиру система и покрива одређену интеракцију између учесника у модном ланцу снабдевања.

Name	Last commit message	Last commit date
..		
DesignerManufacturerContract.sol	Smart contract designer–manufacturer (DesignerManufacturerContract): ...	3 months ago
DesignerSupplierContract.sol	Smart contract designer–supplier (DesignerSupplierContract): material...	3 months ago
InventoryContract.sol	Add a system for managing inventory and material requirements	3 months ago
OrderPayment.sol	feat: Implement product approval workflow with blockchain integration	3 months ago
ProductApproval.sol	feat: Implement product approval workflow with blockchain integration	3 months ago
ProductApprovalV2.sol	feat: Implement product approval workflow with blockchain integration	3 months ago
SupplierManufacturerContract.sol	Smart contract supplier–manufacturer (SupplierManufacturerContract): ...	3 months ago

Слика 20. Приказ имплементираних паметних уговора

6.6.1 *DesignerManufacturerContract.sol*

Паметни уговор *DesignerManufacturerContract.sol* моделује интеракцију између модног дизајнера и произвођача у фази завршетка шивења, односно израде узорка или серије производа. Овај уговор се користи када произвођач заврши производни задатак и треба да евидентира да је одређени број комада сашивен по договореној цени.

Процес почиње тако што произвођач позива функцију *createSewingCompletion*. Том приликом се креира запис о завршетку шивења, у који се уносе подаци као што су број произведених комада и цена по комаду. Укупан износ се рачуна као производ броја комада и цене по комаду. Овај запис представља основу за даљу проверу од стране модног дизајнера.

Након тога, модни дизајнер прегледа завршени производ или узорак. Уколико је производ у складу са очекивањима, дизајнер може да одобри наставак процеса, односно да производ пошаље на тестирање. То се реализује функцијом *designerApproveForTesting*, при чему дизајнер шаље тачан износ у *eth* произвођачу. На овај начин паметни уговор не служи само као евиденција, већ и као механизам за директан финансијски трансфер између дизајнера и произвођача.

Уговор се извршава када је производња завршена и када је потребно да дизајнер формално потврди да производ може да пређе у следећу фазу. Уколико дизајнер није задовољан резултатом, он може да врати производ на дораду помоћу функције *designerReturnForRework*. У том случају не долази до трансфера средстава, већ се само бележи да производ није спреман за тестирање. То значи да се уговор не извршава у смислу плаћања ако производ није одобрен.

6.6.2 *DesignerSupplierContract.sol*

Паметни уговор *DesignerSupplierContract.sol* управља финансијским током између модног дизајнера и добављача материјала. Он се користи у фази набавке материјала, када дизајнер креира захтев за материјал и треба да обезбеди средства за плаћање добављачу.

Процес почиње тако што дизајнер креира захтев за набавку материјала. У захтеву се дефинише укупна цена у *wei* јединицама, као и линије материјала које су референтно везане за тај захтев. Након креирања захтева, дизајнер шаље тачан износ у паметни уговор помоћу функције *fundRequest*. Овај корак је важан јер показује добављачу да су средства обезбеђена пре него што он прихвати захтев.

На слици 21 приказан је део функције којом модни дизајнер уплаћује средства у паметни уговор. Уговор најпре проверава да ли се захтев налази у одговарајућем статусу, затим да ли трансакцију покреће модни дизајнер који је креирао захтев, као и да ли је уплаћени износ једнак укупној цени захтева. На тај начин се спречава финансирање захтева у погрешној фази процеса, неовлашћено уплаћивање средстава и уплата нетачног износа.

```
require(req.status == RequestStatus.Pending, "Захтев  
није у Pending статусу");  
require(req.designer == msg.sender, "Само дизајнер може  
депонovati");  
require(msg.value == req.totalPriceWei, "Износ мора бити  
једнак totalPriceWei");
```

Слика 21. Провера услова за уплату средстава

Када добављач прегледа захтев и утврди да може да испоручи материјал, он позива функцију *acceptRequest*. На слици 22 приказан је део логике која се извршава када добављач прихвата захтев за материјал. Паметни уговор проверава да ли је захтев претходно финансиран, да ли трансакцију покреће одговарајући добављач и да ли уговор располаже довољним износом средстава за исплату.

```
require(reg.status == RequestStatus.Funded, "Zahtev nije u Funded statusu");
require(reg.supplier == msg.sender, "Samo dobavljac moze prihvatiti");
require(address(this).balance >= amount, "Nedovoljno sredstava u ugovoru");
```

Слика 22. Провера услова за прихватање захтева

Тада паметни уговор исплаћује депонована средства добављачу из баланса уговора. На тај начин се обезбеђује аутоматизовано плаћање без посредника, али тек након што добављач прихвати захтев. На слици 23 приказан је део кода у ком се, након успешне валидације, врши трансфер депонованих средстава добављачу. Средства се шаљу директно са паметног уговора на блокчејн адресу добављача, без посредника. Уколико трансфер није успешан, трансакција се прекида.

```
(bool success, ) = payable(reg.supplier).call{value: amount}("");
require(success, "Transfer ka dobavljacu nije uspeo");
```

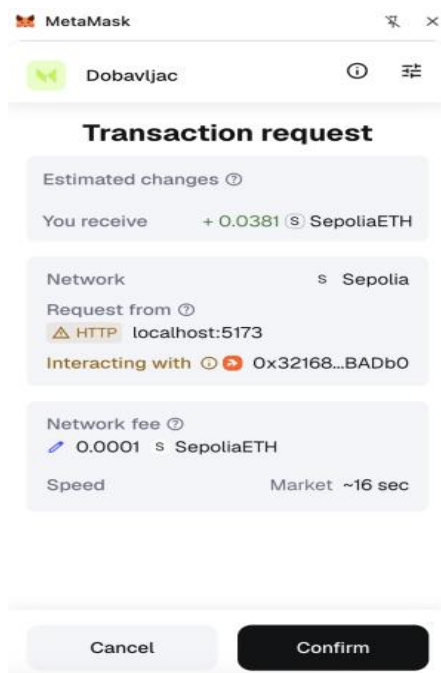
Слика 23. Аутоматска исплата средстава добављачу

Овај уговор се извршава када постоји конкретан захтев за материјал, када је дизајнер послао средства и када добављач прихвати захтев. Уговор се не извршава у погледу исплате ако захтев није финансиран, ако је износ нетачан или ако добављач не прихвати захтев. У случају одбијања захтева, функција *rejectRequest* омогућава да се средства врате дизајнеру. Важно је напоменути да провера стварних залиха није смештена у паметни уговор, већ остаје у *backend* систему, јер је то оперативна логика која се чешће мења и није неопходно да буде на блокчејну.

Након позива функције паметног уговора, корисник потврђује трансакцију преко *MetaMask* новчаника. На слици 24 приказан је захтев за потврду трансакције у оквиру *MetaMask* новчаника, који се појављује пре коначног слања трансакције на блокчејн мрежу. У овом кораку корисник има увид у основне параметре трансакције, као што су мрежа на којој се трансакција извршава, процењена вредност коју прима, износ мрежне накнаде, као и адреса паметног уговора са којим децентрализована апликација комуницира.

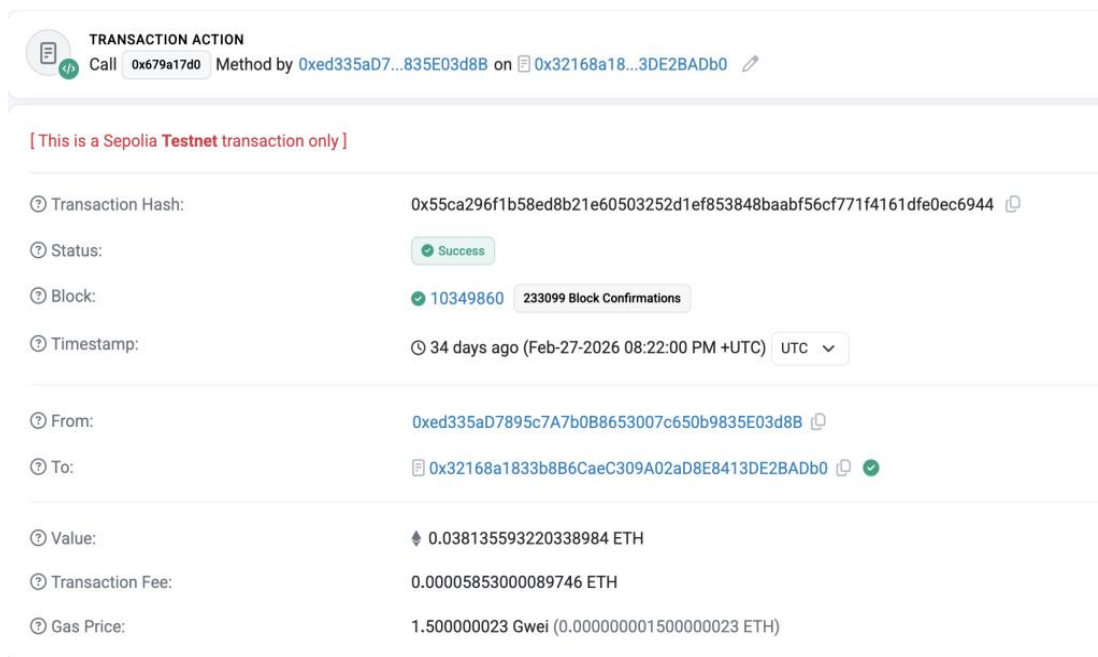
Овај приказ је значајан јер омогућава кориснику да пре потврде провери да ли се трансакција извршава на одговарајућој мрежи, у овом случају *Sepolia* тестној мрежи, и да ли су подаци о трансакцији у складу са очекиваном активношћу у апликацији. Тек након што корисник изабере опцију за потврду, трансакција се потписује и прослеђује на извршавање паметном уговору. На тај начин *MetaMask* представља посредни безбедносни слој између корисника и

блокчејн апликације, јер кориснику омогућава контролу над сваком трансакцијом пре њеног уписа на блокчејн.



Слика 24. Потврда трансакције на MetaMask новчанику

На слици 25 приказана је успешно извршена трансакција на *Sepolia* тестној мрежи, приказана преко *Etherscan* платформе. Овај приказ омогућава проверу *hash* вредности трансакције, статуса извршења, блока у ком је трансакција потврђена, адресе пошиљаоца, адресе паметног уговора, износа трансакције и трошкова извршења. На тај начин се потврђује једна од главних предности блокчејн технологије, могућност јавне, транспарентне и накнадно проверљиве евиденције кључних пословних догађаја.



Слика 25. Приказ трансакције на Etherscan платформи

6.6.3 *InventoryContract.sol*

Паметни уговор *InventoryContract.sol* омогућава *on-chain* евидентирање залиха материјала за сваког добављача, при чему се подаци повезују са његовом блокчејн адресом. Његова улога је да омогући да се одређени подаци о материјалима учине јавно проверљивим на блокчејну. Сваки добављач управља сопственим ставкама залиха и може да додаје, мења или уклони материјале.

Добављач може да дода нову ставку помоћу функције *addItem*. Приликом додавања ставке уносе се подаци као што су назив материјала, боја, количина у килограмима, цена по килограму у *wei* јединицама и рок испоруке. Ови подаци могу бити важни за транспарентност набавке, јер омогућавају да се види шта добављач има у понуди и под којим условима.

Поред додавања нових ставки, добављач може да ажурира количину или цену материјала помоћу функције *updateQty*. Такође може да паузира ставку помоћу *pauseItem* или да је поново активира помоћу *activateItem*. На овај начин се омогућава основно управљање залихама директно на блокчејну.

Овај уговор се извршава када добављач жели да евидентира, ажурира или промени статус материјала. Не користи се за комплексне провере складишта, резервисање материјала или пословну аналитику, јер такви процеси остају у *backend* делу апликације. Његова главна улога је да обезбеди транспарентан приказ основних података о залихама.

6.6.4 *SupplierManufacturerContract.sol*

Паметни уговор *SupplierManufacturerContract.sol* моделује интеракцију између добављача материјала и произвођача у фази испоруке материјала. За разлику од уговора између дизајнера и добављача, овај уговор није фокусиран на плаћање, већ на проверу да ли испоручени материјали одговарају очекиваном садржају.

Процес почиње тако што добављач креира пошиљку. У пошиљци се дефинише листа очекиваних *hash* вредности назива материјала, као и стварни записи о испорученим материјалима, који садрже назив материјала, боју и количину у килограмима. На овај начин се унапред дефинише шта би произвођач требало да прими.

Када произвођач прими пошиљку, он позива функцију *acceptShipment*. Тада паметни уговор проверава да ли за сваки очекивани материјал постоји бар један стварни запис са истим *keccak256 hash*-ом назива материјала. Уколико неки очекивани материјал недостаје, трансакција не пролази. То значи да произвођач не може да прихвати пошиљку која није у складу са очекиваним садржајем.

Овај уговор се извршава када добављач шаље материјал произвођачу и када произвођач треба да потврди да је пошиљка исправна. Уколико садржај пошиљке није усаглашен са очекиваним материјалима, уговор не дозвољава прихватање. Произвођач такође може експлицитно да одбије пошиљку помоћу функције *rejectShipment*. На тај начин се обезбеђује јасан доказ о томе да ли је материјал исправно испоручен.

6.6.5 *ProductApproval.sol*

Паметни уговор *ProductApproval.sol* служи за *workflow* одобрења производа од стране тестера квалитета. Овај уговор се користи након лабораторијског тестирања, када је потребно проверити да ли стварни састав материјала одговара захтеваном саставу производа.

Уговор подразумева постојање једног ауторизованог тестера квалитета, чију адресу поставља власник уговора. Тестер квалитета позива функцију *approveProduct*, при чему прослеђује резултате лабораторијске анализе. Ти резултати садрже назив материјала и проценат његовог учешћа у производу.

Уговор проверава да ли се називи материјала поклапају, при чему се користи провера која није осетљива на велика и мала слова. Такође се проверава да ли су проценти материјала у дозвољеној толеранцији од $\pm 5\%$. Поред тога, фаза производа мора бити тачно *testing*, што значи да се производ може одобрити само ако се налази у фази тестирања.

Овај уговор се извршава када тестер квалитета жели да одобри производ на основу лабораторијских резултата. Ако материјали или проценти не одговарају захтеваном саставу, производ не може бити одобрен. У случају да производ не испуњава услове, користи се функција *rejectProduct*, која емитује догађај одбијања са разлогом. Ова верзија уговора не чува комплетно стање производа у *mapping* структури, већ више служи за евидентирање одлуке кроз догађаје.

6.6.6 *ProductApprovalV2.sol*

Паметни уговор *ProductApprovalV2.sol* представља проширену верзију уговора за одобрење производа. За разлику од претходне верзије, овај уговор има детаљнији модел производа и чува стање одобрења унутар структуре *Product*.

Процес почиње регистрацијом производа помоћу функције *registerProduct*. Том приликом се уноси низ материјала и процената који чине очекивани састав производа. Након регистрације, поуздани учесници, односно *trustedVerifiers*, које додаје власник уговора, могу да означе одређени материјал као верификован помоћу функције *verifyMaterial*.

Пре него што производ буде одобрен, морају бити испуњена два важна услова. Прво, материјали морају да се поклапају са очекиваним саставом, што се проверава функцијом *checkMaterialsMatch*. Друго, сви материјали на производу морају бити означени као верификовани. Тек након тога тестер квалитета, или власник уговора у оквиру *onlyTester* логике, може да позове *approveProduct*. Овај уговор се извршава у напреднијем сценарију одобравања производа, када није довољно само проверити лабораторијске резултате, већ је потребно и да сваки материјал буде претходно верификован од стране поузданог учесника. Уколико производ није у фази *testing*, ако материјали не одговарају очекиваном саставу или ако нису сви материјали верификовани, производ не може бити одобрен. Када су услови испуњени, у структури *product* се чувају подаци о томе да је производ одобрен, ко га је одобрио и када је одобрење извршено.

6.7 Примена *DevOps* приступа у развоју децентрализоване апликације за модни ланац снабдевања

Развој децентрализоване апликације за модни ланац снабдевања реализован је применом *DevOps* приступа, са циљем да се процес развоја, тестирања, интеграције и унапређења решења одвија постепено, контролисано и континуирано. Пројекат је током развоја континуирано постављан на *GitHub*, што је омогућило боље праћење напретка, контролисано увођење нових функционалности и јаснији увид у развој појединачних делова система. На тај начин је свака значајнија измена могла да се прати кроз верзије, а развој је био организован тако да се нове функционалности уводе постепено, у складу са претходно дефинисаним фазама пројекта.

Развојни процес је обухватио четири основне фазе:

- 1. Иницирање и планирање.** Прва фаза развоја обухватила је иницирање и планирање пројекта. У овој фази дефинисани су основни циљеви апликације, главни проблем који се решава, кључни стејхолдери и основни токови у модном ланцу снабдевања. У оквиру ове фазе развијен је и почетни прототип апликације у алату *Figma*. Прототип је служио као почетна визуелна и функционална основа будуће *DApp* апликације, пре саме техничке имплементације. Његова улога била је да помогне у дефинисању корисничког интерфејса, основних екрана, корисничких токова и начина на који ће различите улоге комуницирати са системом. На основу овог прототипа касније су разрађене функционалности које су имплементирани у апликацији, као што су приказ производа, праћење животног циклуса производа, провера аутентичности и приказ података о пореклу производа. У овој фази је такође било важно донети одлуку о технологијама које ће омогућити брз развој, јасну организацију кода и касније проширење система. Због тога је за *frontend* изабран *React*, јер омогућава компонентни развој корисничког интерфејса и лако креирање различитих приказа за различите улоге. *Vite* је изабран као развојни алат зато што омогућава брзо покретање апликације и једноставан развојни ток. За *backend* је изабран *Node.js* са *Express* библиотеком, јер омогућава развој *REST API* слоја и лако повезивање са базом, аутентификацијом и блокчејн логиком. Уместо класичне самостално одржаване базе података и посебно развијеног система за пријаву корисника, изабран је *Supabase*. Разлог за такав избор је то што *Supabase* у једном окружењу обезбеђује *PostgreSQL* базу података, *Supabase Auth* за аутентификацију, рад са профилима корисника и могућност примене правила приступа. Ово је било значајно јер је апликација заснована на више улога, па је било потребно да се на једноставан начин управља корисницима, њиховим улогама и дозволама приступа.
- 2. Анализа и дизајн пословног модела.** У оквиру ове фазе идентификовани су кључни процеси које апликација треба да подржи. Апликација треба да омогући модном дизајнеру осмишљавање колекција и развој модела, што обухвата избор боја, материјала, кројева и пратећих детаља. Добављачу материјала треба да омогући управљање залихама и обраду захтева који се односе на набавку и испоруку материјала. Произвођачу треба да пружи подршку у праћењу процеса развоја и израде одевног предмета, од моделовања, конструкције и кројења, до припреме материјала и саме производње. У оквиру апликације произвођач треба да има могућност да потврди пријем материјала, евидентира статус израде и омогући другим учесницима увид у напредак производног процеса. Лаборанту апликација треба да омогући унос резултата тестирања, док тестеру квалитета треба да омогући одобравање производа на основу добијених резултата. Након завршетка ових корака, апликација треба да подржи објављивање производа у продавници, како би он постао доступан крајњем кориснику. У овој фази је било важно одлучити који делови процеса треба да буду на блокчејну, а који треба да остану у бази података. Због трошкова, скалабилности, практичности, али и ограничења тестног окружења, није било оправдано да се сви подаци чувају на блокчејну. Пошто је развој и тестирање реализовано у тестном блокчејн окружењу, уз коришћење тестних токена, било је потребно пажљиво одабрати само оне догађаје који имају највећи значај за проверљивост и транспарентност процеса. Зато је примењен хибридни приступ: детаљни оперативни подаци, као што су описи производа, слике, коментари, рокови, количине и кориснички подаци, чувају се у *Supabase PostgreSQL* бази, док се кључни догађаји и докази бележе кроз паметне уговоре.
- 3. Развој и имплементација решења.** Трећа фаза представљала је развој и

имплементацију решења. У овој фази су постепено развијани *frontend*, *backend*, база података и блокчејн слој. Развој није реализован као један велики корак, већ кроз више мањих целина које су се надовезивале једна на другу. Управо такав приступ одговара *DevOps* принципу континуиране интеграције, тестирања и постављања функционалности. *Frontend* апликација је развијена у *React*-у, при чему су креиране посебне странице за различите улоге. За управљање рутама коришћен је *React Router DOM*, што је омогућило да свака улога има сопствени ток кретања кроз апликацију. *Backend* је имплементиран у *Node.js* окружењу, помоћу *Express* библиотека. *Express* је изабран јер омогућава једноставно дефинисање *REST API* рута и добру контролу над пословном логиком. *Backend* је имао улогу да повезује *frontend*, базу података, *Supabase Auth* и блокчејн конфигурацију. База података је реализована у *Supabase PostgreSQL* окружењу. *PostgreSQL* је изабран због стабилности, релационог модела података и погодности за моделовање сложених односа између корисника, колекција, модела, материјала, захтева, пошиљки, налога и резултата тестирања. Блокчејн део је реализован кроз паметне уговоре написане у *Solidity*-ју. Уговори су коришћени само у оним деловима процеса где је било потребно обезбедити проверљивост, транспарентност или финансијски трансфер. За комуникацију са блокчејн мрежом на *frontend* страни коришћена је библиотека *ethers.js* и *MetaMask* новчаник, док је за тестирање коришћена *Ethereum Sepolia* мрежа. Током развоја, *GitHub* је имао важну улогу у праћењу напретка и контролисаном увођењу функционалности. Промене су континуирано качене на репозиторијум, што је омогућило бољу организацију рада, праћење имплементираних делова и могућност враћања на претходне верзије уколико је било потребно.

- 4. Валидација и промоција.** У овој фази циљ није био само да се провери техничка исправност апликације, већ и да се прикаже њено функционисање кроз различите корисничке улоге и реалне токове рада. У ту сврху припремљени су видео снимци који приказују рад апликације из перспективе сваке улоге у систему, као што су модни дизајнер, добављач материјала, произвођач, лаборант и тестер квалитета. Кроз видео материјале приказано је које странице свака улога види, које активности може да изврши и како се њен рад уклапа у целокупан процес развоја, праћења и верификације модног производа. Такође кроз саме видео материјале, приказани су сви паметни уговори и њихов начин функционисања. Поред видео приказа, спроведено је и истраживање путем анкете креиране у *Tally* алату. У анкети су постављени видео клипови са приказом функционалности апликације, након чега су испитаници одговарали на питања о транспарентности, корисности и применљивости предложеног решења. Такође су могли да изнесу своје ставове, предлоге, коментаре и мишљење о томе шта би требало додатно унапредити. Овакав приступ је омогућио да се решење сагледа и са корисничког аспекта. Прикупљени одговори послужили су за процену прихватљивости апликације, њене корисности за учеснике у модном ланцу снабдевања и потенцијала да допринесе већој транспарентности, праћењу порекла производа и провери аутентичности.

6.8 Приказ реализованог решења

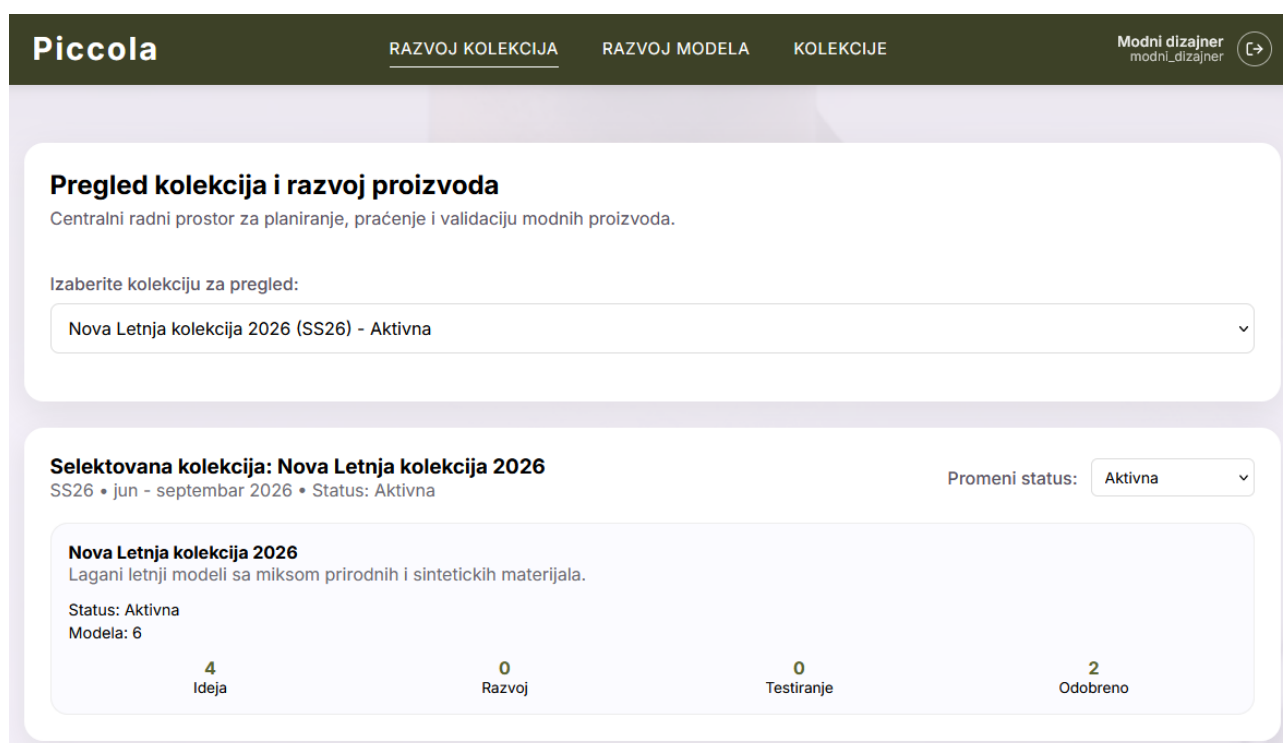
Активности модног дизајнера у оквиру апликације обухватају осмишљавање колекција и развој модела, избор боја, материјала, кројева и пратећих детаља, као и допуну података о производу. Поред тога, модни дизајнер прати статус развоја производа, проверава његов приказ за електронску продавницу и шаље захтеве добављачима за набавку потребних

материјала. На овај начин апликација омогућава да се креативни и оперативни део развоја производа повежу у јединствен дигитални процес.

6.8.1 Функционалности апликације за модног дизајнера

Део апликације намењен модном дизајнеру обухвата две главне странице: „Развој колекција“ и „Развој модела“. Страница „Развој колекција“ служи као централни прегледник колекција и модела, док страница „Развој модела“ има оперативну улогу јер омогућава слање захтева за материјал, праћење статуса захтева и касније управљање производима који стижу од произвођача. У овом делу апликације комбинују се подаци из базе, *REST API* позиви и, у одређеним корацима, интеракција са паметним уговорима на блокчејну.

У развијеној *DApp* апликацији модни дизајнер има једну од централних улога, јер управо он покреће процес развоја модног производа. Његове активности обухватају преглед колекција, управљање моделима у оквиру колекције, допуну података о производу, праћење статуса развоја, проверу приказа производа за електронску продавницу, као и слање захтева за набавку материјала добављачима. На овај начин апликација омогућава да се креативни и оперативни део развоја производа повежу у јединствен дигитални процес.



Слика 26. Преглед колекција и развој производа

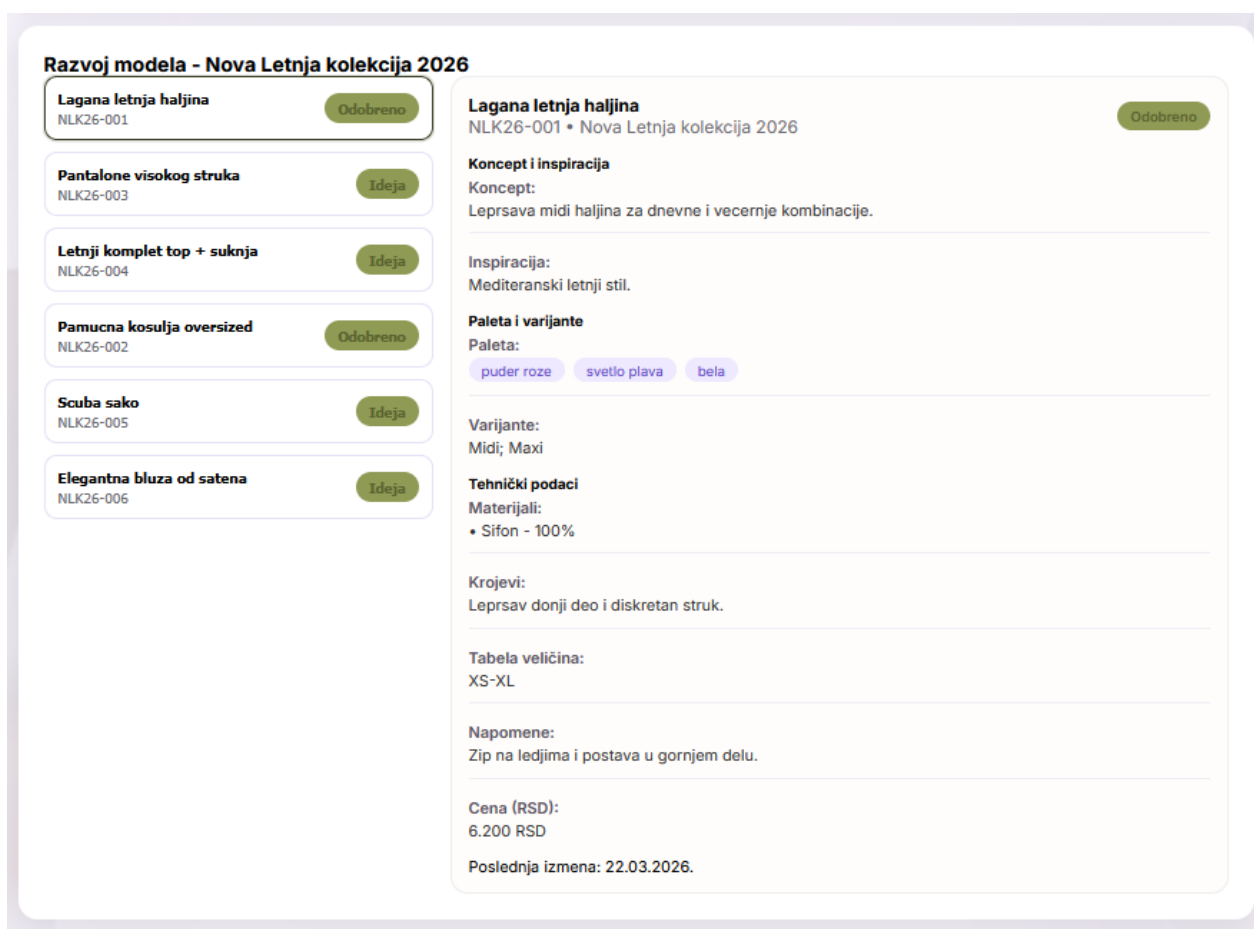
На слици 27. приказан је наставак странице „Развој колекција“, где се након избора колекције приказују модели који јој припадају. Лева страна екрана садржи листу модела у оквиру колекције „Нова Летња колекција 2026“. Сваки модел је приказан са називом, *SKU* (енг. *Stock Keeping Unit - SKU*) ознаком и тренутном фазом развоја. На пример, у листи се виде модели као што су „Лагана летња хаљина“, „Панталоне високог струка“, „Летњи комплет топ + сукња“, „Памучна кошуља“, „Скуба сако“ и „Еlegantна блуза од сатена“.

Избором једног модела из листе, десно се приказује детаљан панел са подацима о том моделу. На приказаном примеру изабран је модел „Лагана летња хаљина“, са *SKU* ознаком *NLK26-001*. У десном панелу приказане су информације које је модни дизајнер дефинисао

током развоја производа. Оне обухватају концепт и инспирацију, палету боја, варијанте, техничке податке, материјале, кројеве, табелу величина, напомене, цену и датум последње измене.

Овај приказ је значајан јер омогућава дизајнеру да на једном месту има преглед свих података који описују производ. Уколико модел још није у фази одобрења, дизајнер може да мења његова поља и да сачува измене. Међутим, ако је модел већ одобрен, као што је приказано на слици, поља постају само за читање. То значи да систем спречава накнадне измене над моделом који је већ прошао одређене фазе валидације.

Ова логика је важна за очување интегритета података. Када производ пређе у напреднију фазу, посебно када је одобрен, више није пожељно да се његове кључне карактеристике мењају без контроле, јер би то нарушило процес праћења и валидације производа.



Слика 27. Преглед модела у оквиру изабране колекције

На слици 28 приказан је блок „Преглед производа у продавници“ који омогућава модном дизајнеру да види како ће производ изгледати када буде приказан крајњим купцима у електронској продавници. Овај део странице има улогу визуелне провере производа пре његовог коначног објављивања.

У приказаном примеру види се производ „Легана летња хаљина“. Са леве стране приказана је слика производа, док су поред ње приказани основни подаци који ће бити видљиви купцу. То укључује опис производа, материјал, варијанте, палету боја, назив производа, *SKU* ознаку, истакнуте карактеристике и информацију о припреми за онлајн продају.

Овај приказ повезује интерни развој производа са јавним делом апликације. Док су претходни панели намењени модном дизајнеру и интерном тиму, приказ производа у

продавници показује како ће производ бити представљен крајњем кориснику. На овај начин дизајнер може да провери да ли су подаци јасни, да ли је опис производа довољно информативан и да ли производ има све податке потребне за приказ у продавници.

Посебно је важно поље које указује да је производ „Спреман за продају“. Ова информација зависи од фазе развоја производа. Ако је производ одобрен, систем га може означити као спремног за продају, што значи да је успешно прошао релевантне фазе развоја, провере и валидације.

Pregled webshop prikaza
Provera kako ce proizvod biti predstavljen krajnjim kupcima.

Lagana letnja haljina

Opis:
Leprsaва midi haljina за дневне и вечерње комбинације.

Materijali:
Sifon - 100% poliester

Varijante:
Midi; Maxi

Paleta:
puder roze, svetlo plava, bela

Naziv proizvoda:
Lagana letnja haljina

SKU:
NLK26-001

Istaknute karakteristike:
Premium materijal, ručna obrada

Priprema за online prodaju:
Spremno за prodaju

Слика 28. Преглед производа у продавници

На слици 29 приказана је страница „Развој модела“, која има оперативни карактер у раду модног дизајнера. Док страница „Развој колекција“ служи за преглед и уређивање података о моделима, страница „Развој модела“ служи за покретање конкретних захтева ка другим учесницима у ланцу снабдевања, пре свега ка добављачима материјала.

На врху странице налази се наслов „развој модела“ и кратак опис: „Управљајте својим моделима и шаљите захтеве за материјале добављачима“. Испод тога се налазе филтери који омогућавају дизајнеру да прикаже моделе из свих колекција или из једне конкретне колекције. Поред филтера за колекцију постоји и поље за претрагу модела по називу или *SKU* ознаци.

У централном делу странице налази се табела „Моји модели“. Табела приказује моделе које је дизајнер креирао, њихову колекцију, фазу развоја, статус материјала и доступну акцију. У приказаном примеру виде се модели из колекције „Нова Летња колекција 2026“, као што су „Скуба сако“, „Легана летња хаљина“, „Елегантна блуза од сатена“, „Панталоне високог струка“, „Летњи комплет топ + сукња“ и „Памучна кошуља“.

Колона „Фаза развоја“ показује у којој се фази модел тренутно налази, на пример идеја или одобрено. Колона „Статус материјала“ показује да ли је за одређени модел већ послат захтев за материјал или такав захтев још не постоји. На пример, за неке моделе приказано је „Нема захтева“, док је за друге приказано „послато (у транспорту)“.

У последњој колони налази се дугме „затражи материјал“. Ово дугме омогућава дизајнеру да за изабрани модел покрене процес набавке материјала. Тај процес је један од важних корака у повезивању модног дизајнера са добављачем материјала.

Оваква организација странице омогућава дизајнеру да на једном месту прати који су модели спремни за следећи корак у развоју и за које је потребно покренути набавку материјала. Посебно је важно то што се захтев за материјал не шаље изоловано, већ је директно повезан са конкретним моделом и његовом колекцијом, чиме се смањује могућност грешке у комуникацији са добављачем. На тај начин страница „Развој модела“ представља прелаз из фазе планирања и уређивања модела ка оперативном делу ланца снабдевања, у коме се започиње сарадња са другим учесницима система.

Piccola RAZVOJ KOLEKCIJA RAZVOJ MODELA KOLEKCIJE Modni dizajner modni_dizajner

Razvoj modela

Upravlјajte svojim modelima i šalјite zahteve za materijale dobavlјačima

Kolekcija Sve kolekcije Pretraga modela Pretraži po nazivu ili SKU...

Moji modeli Pristigli proizvodi od proizvođača

Moji modeli

Naziv / SKU	Kolekcija	Faza razvoja	Status materijala	Akcija
Scuba sako NLK26-005	Nova Letnja kolekcija 2026 SS26	Ideja	Nema zahteva	Zatraži materijal
Lagana letnja halјina NLK26-001	Nova Letnja kolekcija 2026 SS26	Odobreno	Poslato (u transportu)	Zatraži materijal
Elegantna bluza od satena NLK26-006	Nova Letnja kolekcija 2026 SS26	Ideja	Nema zahteva	Zatraži materijal
Pantalone visokog struka NLK26-003	Nova Letnja kolekcija 2026 SS26	Ideja	Nema zahteva	Zatraži materijal
Letnji komplet top + sukња NLK26-004	Nova Letnja kolekcija 2026 SS26	Ideja	Nema zahteva	Zatraži materijal
Pamucna kosulјa oversized NLK26-002	Nova Letnja kolekcija 2026 SS26	Odobreno	Poslato (u transportu)	Zatraži materijal

Слика 29. Страница „Развој модела“ и листа модела дизајнера

На слици 30 приказана је иста страница „Развој модела“, али са листом која обухвата више модела. Овај приказ додатно илуструје како модни дизајнер може да управља већим бројем производа који припадају различитим колекцијама или различитим фазама развоја.

Поред модела из активне летње колекције, на слици се виде и други модели, као што су „Памучна летња хаљина“, „*Slim fit* памучне панталоне“, „Плетена миди сукња“ и други. Ово показује да страница није ограничена само на једну колекцију, већ служи као шири оперативни преглед свих модела над којима дизајнер ради.

Овај део апликације је важан јер омогућава дизајнеру да истовремено прати више производа и њихове статусе. Уместо да ручно проверава сваки модел појединачно, дизајнер у табели види које моделе треба тек припремити, за које је већ послат захтев за материјал и које моделе може даље да шаље у процес набавке.

Moji poslati zahtevi				
Model / SKU	Materijal / boja / kg	Dobavljač	Status	Datum
Pamucna kosulja oversized NLK26-002	Poplin / Bela / 5 kg	Dobaljac materijala - Danica	Poslato	22.03.2026.
Lagana letnja haljina NLK26-001	Šifon / Roze / 2 kg	Dobaljac materijala - Danica	Poslato	22.03.2026.
Slim fit pamučne pantalone MD-T26-004	Poliester / Crna / 20 kg	Dobaljac materijala - Danica	Poslato	01.03.2026.
Slim fit pamučne pantalone MD-T26-004	Pamuk / Crna / 30 kg	Dobaljac materijala - Danica	Poslato	01.03.2026.
Pletena midi suknja MD-T26-003	Poliester / Krem / 20 kg	Dobaljac materijala - Danica	Novo	01.03.2026.
Pletena midi suknja MD-T26-003	Pamuk / Krem / 30 kg	Dobaljac materijala - Danica	Novo	01.03.2026.

Слика 30. Приказ странице са већим бројем модела

На слици 31 приказан је модални прозор „Затражи материјал“, који се отвара када дизајнер кликне на дугме „Затражи материјал“ у табели модела. У приказаном примеру захтев се односи на модел „Легана летња хаљина“ са *SKU* ознаком *NLK26-001*.

У горњем делу модала приказани су основни подаци о моделу, укључујући слику производа, палету боја из скице и материјал који је дефинисан у спецификацији модела. На овај начин дизајнер током креирања захтева има контекст о томе који производ је у питању и који су материјали већ предвиђени у дизајнерској спецификацији.

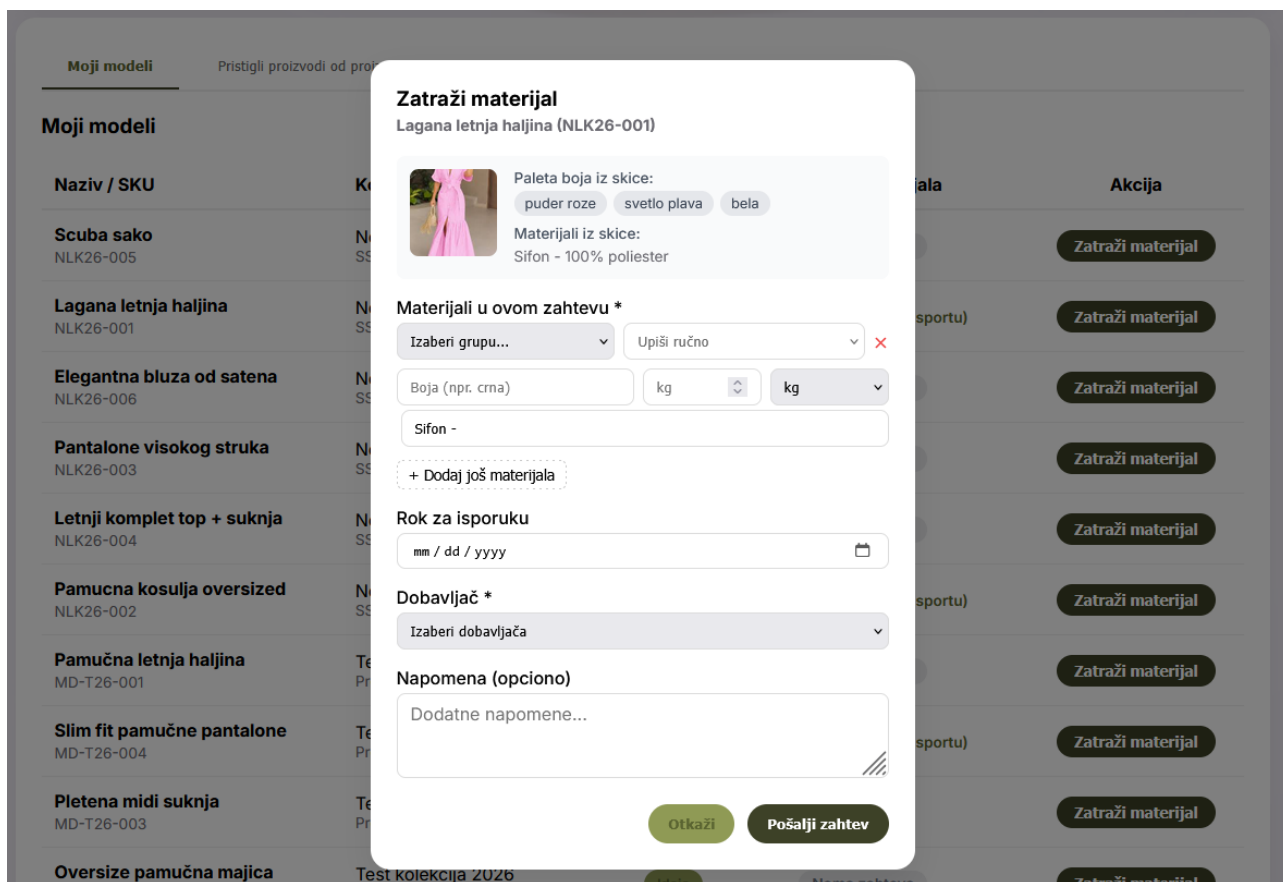
Главни део модала односи се на унос материјала који се траже од добављача. Дизајнер може да изабере групу материјала, да одабере конкретан материјал или да га унесе ручно. За сваки материјал уносе се боја, количина и јединица мере, на пример килограми или метри. Постоји и могућност додавања више материјала, што је важно када један модел захтева више различитих компоненти.

Поред материјала, дизајнер уноси и рок за испоруку, бира добављача и по потреби додаје напомену. Након попуњавања података, захтев се шаље кликом на дугме „Пошаљи захтев“, док се процес може прекинути кликом на „Откажи“.

Овај корак је посебно значајан јер представља тачку у којој се *frontend*, *backend* и блокчејн логика повезују у један процес. Најпре *backend* проверава да ли изабрани добављач има адресу на дигиталном новчанику и да ли на залихама постоји довољно материјала. Ако нема довољно залиха или подаци нису валидни, процес се прекида пре било какве блокчејн трансакције. Ако су услови испуњени, *backend* креира *bundle* захтев, израчунава цену и припрема податке за паметни уговор.

Након тога, у прегледачу се преко *MetaMask-a* позива паметни уговор *DesignerSupplierContract*. Прво се креира захтев на блокчејну, а затим дизајнер депонује тачан *eth* износ у уговор. Тек након успешне блокчејн трансакције, *backend* потврђује да је захтев финансиран и чува податке као што су адреса уговора, идентификатор захтева и *hash* трансакције.

Уколико је процес успешан, дизајнер добија поруку да је захтев успешно послат и забележен на блокчејну. Модал се затвара, а листе на страници се освежавају. Уколико било који корак не успе, на пример ако нема довољно залиха, ако корисник одбије *MetaMask* трансакцију или ако дође до грешке приликом потврде финансирања, корисник добија одговарајућу поруку о грешци.



Слика 31. Приказ опције за слање захтева за материјал

Приказане слике заједно описују логичан ток рада модног дизајнера у развијеној *DApp* апликацији. На почетку, дизајнер на страници „Развој колекција“ бира колекцију и добија увид у њен статус и број модела по фазама. Затим прегледа појединачне моделе и њихове детаљне податке. Кроз приказ производа у продавници проверава како ће производ изгледати крајњем купцу. Након тога, на страници „Развој модела“ проналази модел за који је потребно набавити материјал и покреће процес слања захтева добављачу.

Овај део апликације јасно показује да модни дизајнер не обавља само креативну улогу, већ учествује и у оперативном покретању ланца снабдевања. Његов рад повезује идеју производа, техничку спецификацију, набавку материјала и касније фазе производње и тестирања. Управо зато је овај модул важан за транспарентност и следљивост, јер се сваки модел може пратити од почетног дизајна до конкретног захтева за материјал, а затим и до производње, тестирања и продаје.

6.8.2 Функционалности апликације за добављача материјала

У развијеној *DApp* апликацији добављач материјала има важну улогу у повезивању фазе дизајна са фазом производње. Након што модни дизајнер дефинише модел производа и пошаље захтев за потребне материјале, добављач преузима процес провере расположивих залиха, прихватања или одбијања захтева, припреме пошиљке и слања материјала произвођачу. На тај начин добављач представља једну од кључних карика у ланцу снабдевања, јер од његове реакције зависи да ли производ може да пређе из фазе планирања у фазу производње.

Део апликације намењен добављачу материјала налази се на страници „Залихе и захтеви“. У оквиру ове странице постоје два главна таба: „Моје залихе“ и „Захтеви дизајнера“. Први таб

омогућава добављачу да управља својим материјалима, количинама, ценама и статусима залиха, док други таб омогућава преглед и обраду захтева које су послали модни дизајнери.

Овај део апликације комбинује податке из базе, *REST API* позиве, у одређеним корацима, интеракцију са паметним уговорима. За управљање залихама може се користити паметни уговор *InventoryContract*, за прихватање захтева од дизајнера користи се *DesignerSupplierContract*, док се за креирање пошиљке ка произвођачу користи *SupplierManufacturerContract*. Ипак, блокчејн се не користи за сваки корак, већ само за оне догађаје који треба да буду транспарентни, проверљиви и трајно забележени.

На слици 32 приказана је главна страница улогованог добављача материјала. У горњем делу апликације види се навигациони мени са називом странице „Залихе и захтеви“, што показује да добављач има специјализован приступ делу система који је намењен управљању материјалима и захтевима дизајнера. У десном делу навигације приказано је име улогованог корисника и његова улога, односно „Добављач материјала“.

У табу „Моје залихе“ приказана је табела материјала којима добављач располаже. Табела садржи колоне материјал, боја, доступно (kg), цена/kg, статус и акције. На овај начин добављач може да види који материјали су тренутно доступни, у којој боји, у којој количини и по којој цени. На пример, на слици су приказани материјали као што су поплин, барби, шифон и пунторома, са одговарајућим бојама и количинама.

Посебно је важна колона „доступно (kg)“, јер она приказује расположиву количину материјала. У логици апликације ова количина не мора да представља само унету количину у залихама, већ се може рачунати као стварно доступна количина након умањења материјала који је већ послат кроз пошиљке. На тај начин добављач има реалнији увид у стање својих залиха.

Колона „статус“ показује да ли је одређена ставка активна или паузирана. Ако је материјал активан, може се користити у процесу набавке и одговарања на захтеве дизајнера. У колони „акције“ налазе се дугмад „измени“, „паузирај“ и „обриши“. Ова дугмад омогућавају добављачу да ажурира постојеће залихе, привремено паузира материјал или га уклони из приказа.

У горњем десном делу табеле налази се дугме „додај нову залиху“. Ово дугме покреће модални прозор за унос новог материјала у залихе добављача. Уколико је у конфигурацији апликације подешен *InventoryContract*, додавање или ажурирање залиха може бити повезано и са блокчејн евиденцијом. У том случају се пре уписа у базу може позвати паметни уговор, а затим се у базу чувају и подаци као што су *hash* трансакције и идентификатор ставке на ланцу.

Оваква структура странице омогућава добављачу да има јасан и централизован увид у материјале којима располаже, као и да брзо реагује на промене у доступности залиха. То је посебно значајно у контексту сарадње са модним дизајнером, јер тачни и ажурни подаци о материјалима директно утичу на могућност прихватања захтева, планирање производње и поштовање рокова. Страница „Залихе и захтеви“ зато не представља само административни преглед материјала, већ важан оперативни део система који повезује стање залиха добављача са даљим активностима у ланцу снабдевања.

Dobavljač materijala

Upravlјajte zalihama i zahtevima dizajnera na jednom mestu

Moje zalihe

Zahtevi dizajnera

Moje zalihe

+ Dodaj novu zalihu

Materijal	Boja	Dostupno (kg)	Cena/kg	Status	Akcije		
Poplin (100% pamuk)	Bela	5	10 RSD	Aktivno	Izmeni	Pauziraj	Obriši
Barbi (95% poliester / 5% elasthan)	Crna	10	10 RSD	Aktivno	Izmeni	Pauziraj	Obriši
Poplin (100% pamuk)	Bela	5	10 RSD	Aktivno	Izmeni	Pauziraj	Obriši
Šifon (100% poliester)	Roze	0	10 RSD	Aktivno	Izmeni	Pauziraj	Obriši
Šifon (100% poliester)	Bela	100	10 RSD	Aktivno	Izmeni	Pauziraj	Obriši
Puntoroma (60% poliester / 35% viskoza / 5% elasthan)	Crna	100	10 RSD	Aktivno	Izmeni	Pauziraj	Obriši

Слика 32. Приказ странице добављача материјала и таба „Моје залихе“

На слици 33 приказан је модални прозор „додај нову залиху“, који се отвара када добављач кликне на дугме за додавање нове ставке у залихе. Овај прозор омогућава добављачу да унесе све основне податке о материјалу који жели да дода у свој инвентар.

Прво поље на прозору за унос података је „група материјала“, где добављач бира категорију или групу којој материјал припада. Након избора групе, активира се поље „материјал“, у којем се бира конкретан материјал. Ова логика олакшава унос јер се материјали могу организовати кроз унапред дефинисан локални каталог. Поред избора из каталога, у одређеним случајевима могуће је и ручно унети материјал.

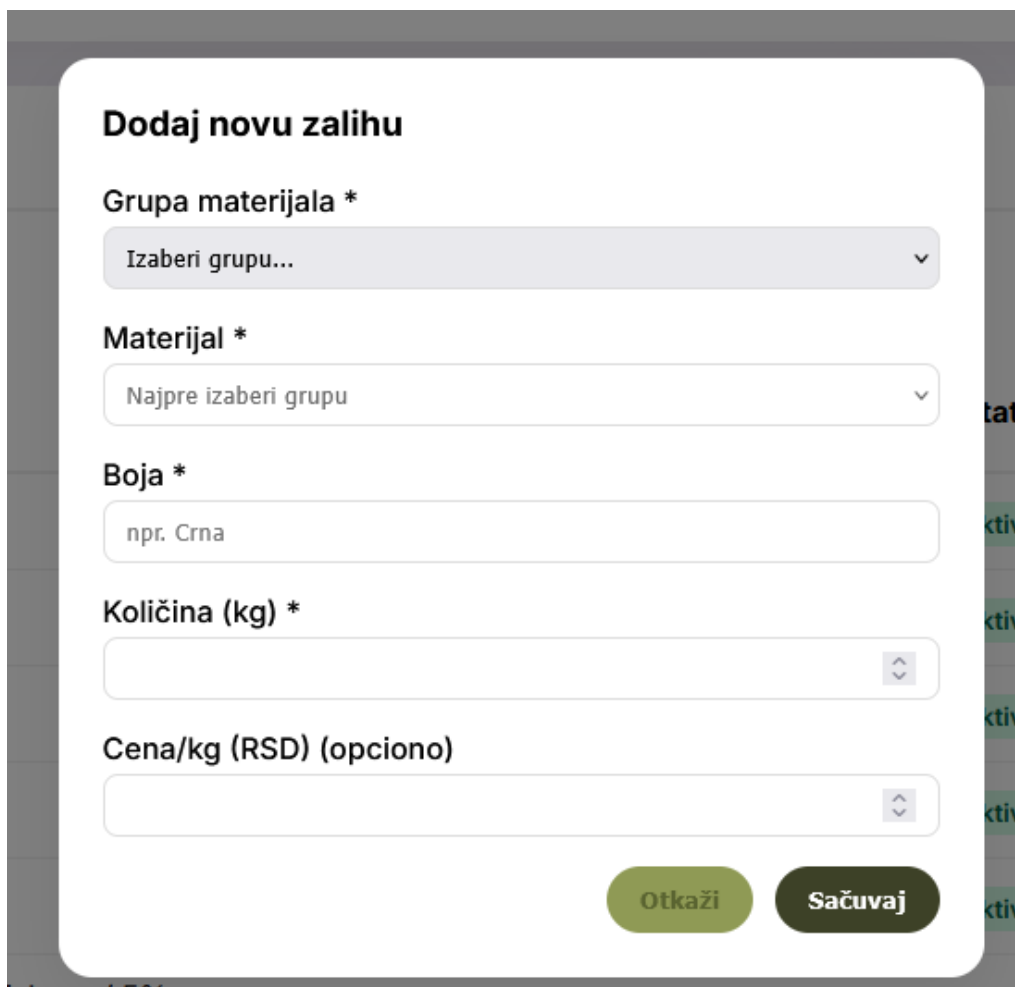
Након избора материјала, добављач уноси боју, количину у килограмима и, опционо, цену по килограму у *RSD*. Обавезна поља су материјал, боја и количина, јер без тих података систем не може исправно да евидентира залиху. Цена по килограму је означена као опциона, али је практично важна јер се касније може користити за израчунавање укупне цене материјала када дизајнер пошаље захтев. Цене које су приказане за материјал су тестног формата, јер постоји одређени лимит са тестним токенима који се и користе у сврху ове докторске дисертације.

У доњем делу модала налазе се дугмад „откажи“ и „сачувај“. Кликом на „откажи“ процес додавања се прекида, док се кликом на „сачувај“ подаци шаљу систему. Уколико су сви подаци исправни, нова залиха се уписује у базу података и приказује у табели залиха.

Уколико је доступан паметни уговор *InventoryContract*, систем може пре уписа у базу позвати функцију за додавање ставке на блокчејн. Тада се на ланцу бележе основни подаци о материјалу, као што су материјал, боја, количина и цена. Ако је блокчејн трансакција успешна, добављач добија потврду да је ставка уписана и на блокчејн. Ако блокчејн корак не успе, апликација у одређеним случајевима ипак наставља упис у базу, чиме се омогућава да оперативни рад добављача не буде потпуно блокиран због грешке у блокчејн интеракцији.

Овај прозор за унос података је важан јер представља почетну тачку за каснију обраду

захтева дизајнера. Да би добављач могао да прихвати захтев за материјал, систем мора да има податке о томе да ли тај материјал постоји у залихама и у којој количини.



Слика 33. Прозор за унос података о новим залихама

На слици 34 приказан је таб „захтеви дизајнера“, у којем добављач прегледа захтеве које су послали модни дизајнери. Овај део апликације омогућава добављачу да види све пристигле захтеве, да их филтрира по статусу, претражује по *SKU* ознаци, називу модела или материјалу и да обради сваки захтев кроз више корака.

У горњем делу таба налази се филтер по статусу, као и поље за претрагу. Испод тога приказане су картице које дају брз преглед броја захтева по статусима. На слици су приказане категорије „нови захтеви“, „у току“, „послато“ и „завршено“. Ове картице омогућавају добављачу да одмах види колико захтева чека на обраду, колико је у процесу, колико је већ послато и колико је завршено.

Лева страна екрана садржи листу захтева. Сваки захтев приказује назив модела, материјал, боју, количину и статус. На пример, на слици се виде захтеви за производе као што су „Памучна кошуља“, „Лагана летња хаљина“, „*Slim fit* памучне панталоне“ и „Плетена миди сукња“. Неки захтеви имају статус „послато“, док су други означени као „ново“.

Када добављач изабере један захтев, десно се приказују детаљи тог захтева. На приказаном примеру изабран је захтев за модел „Плетена миди сукња“ са *SKU* ознаком *MD-T26-003*. У детаљима се види шта је дизајнер тражио, односно који материјали су потребни, у којој боји и количини. Приказан је и рок испоруке, што добављачу помаже да процени да ли може да испуни захтев у предвиђеном временском оквиру.

Посебно је важан блок „доступно код мене“, у којем систем приказује колико добављач тренутно има тражених материјала на стању. У приказаном примеру види се да за један материјал постоји довољна количина, док за други материјал нема довољно залиха. Систем јасно приказује поруку да нема довољно на стању за све ставке и да је потребно предложити измену количине или рока.

Ова логика је значајна јер спречава добављача да прихвати захтев који реално не може да испуни. Ако нема довољно материјала, систем може да прикаже упозорење пре него што дође до даљих корака. Уколико је захтев финансиран и повезан са блокчејн током, прихватање захтева може покренути паметни уговор *DesignerSupplierContract*. У том случају добављач прихвата захтев на ланцу и прима *eth* који је дизајнер претходно послао у уговор. Након тога *backend* потврђује прихватање, поново проверава залихе и ажурира стање у бази.

На дну приказаног дела налази се дугме „прихватам захтев“, као и падајуће поље за избор разлога или додатне опције. Ако добављач прихвати захтев и све провере су успешне, статус захтева се мења из „ново“ у „у току“. У каснијим корацима добављач припрема пошиљку, уноси податке о количини која се шаље, серији, документима или сертификатима, а затим шаље материјал произвођачу.

Када се материјал шаље произвођачу у оквиру *bundle* тока, може се користити паметни уговор *SupplierManufacturerContract*. Тада се на ланцу креира пошиљка која садржи очекиване материјале и стварне линије пошиљке. Произвођач касније на свом екрану може да прихвати или одбије пошиљку, у зависности од тога да ли садржај одговара очекиваним материјалима.

Слика 34. Приказ захтева дизајнера и обрада изабраног захтева

Приказане слике заједно описују ток рада добављача материјала у развијеној *DApp* апликацији. Најпре добављач уређује своје залихе и обезбеђује да систем има тачне податке о доступним материјалима. Затим, када модни дизајнер пошаље захтев за материјал, добављач га види у табу „захтеви дизајнера“, проверава тражене количине и упоређује их са сопственим стањем. Ако су услови испуњени, захтев може да прихвати, чиме се покреће даљи ток набавке и испоруке.

Овај део апликације је важан јер обезбеђује транспарентност у процесу набавке материјала. Дизајнер не шаље захтеве неформалним путем, већ се сваки захтев евидентира у систему, добија статус и може се пратити кроз више фаза. Са друге стране, добављач има јасан увид у то шта се од њега тражи, које количине су потребне, да ли има довољно материјала и шта треба да припреми за произвођача.

У комбинацији са паметним уговорима, овај процес добија и додатни ниво поверења. Финансирани захтеви могу бити прихваћени преко *DesignerSupplierContract*, чиме добављач прима уплату на транспарентан начин. Пошиљке ка произвођачу могу бити евидентирани преко *SupplierManufacturerContract*, док се залихе могу бележити и ажурирати преко *InventoryContract*. На тај начин апликација повезује оперативни рад у бази података са проверљивим блокчејн догађајима, што доприноси поузданијем и транспарентнијем модном ланцу снабдевања.

6.8.3 Функционалности апликације за произвођача

У развијеној *DApp* апликацији произвођач има улогу учесника који повезује фазу набавке материјала са фазом израде производа. Након што добављач материјала прихвати захтев модног дизајнера и пошаље материјал, произвођач преузима пошиљку, проверава њен садржај, потврђује да је материјал исправно примљен и на основу тога покреће налог за шивење. На овај начин произвођач представља централну оперативну улогу у делу процеса који се односи на физичку израду модног производа.

Део апликације намењен произвођачу налази се на страници „Производња“. Ова страница обухвата два главна таба: „Пристигли материјали“ и „Налози за шивење“. Први таб служи за преглед и потврду пошиљки које стижу од добављача материјала, док други таб служи за праћење радних налога након што је материјал потврђен и спреман за производњу.

У овом делу апликације користе се подаци из базе, *REST API* позиви, као и паметни уговори у одређеним корацима. Када произвођач потврђује пријем *bundle* пошиљке, може се активирати паметни уговор *SupplierManufacturerContract*, који проверава да ли пошиљка садржи очекиване материјале. Када произвођач заврши шивење, може се активирати паметни уговор *DesignerManufacturerContract*, којим се евидентира завршетак производње и припрема основа да модни дизајнер касније одобри производ за тестирање или га врати на дораду.

На слици 35 приказана је страница „Производња“ у оквиру улоге произвођача, са активним табом „Пристигли материјали“. У горњем делу апликације налази се навигациони мени са једном главном ставком — „Производња“. Са десне стране приказана је улога пријављеног корисника, односно „произвођач“, као и интерни назив улоге произвођач. Ово показује да произвођач има специјализован приказ апликације, усмерен на активности које су повезане са пријемом материјала и израдом производа.

У левом делу екрана приказана је листа пошиљки које су пристигле од добављача материјала. Свака картица у листи садржи назив модела, материјале који су послати, боју, количину и назив добављача. На пример, приказане су пошиљке за моделе као што су „Памучна кошуља“, „Лагана летња хаљина“, „*Slim fit* памучне панталоне“, „*Linen Midi*

Dress“, „Tailored Tweed Blazer“ и други. Поред сваке пошилијке приказан је статус, на пример „потврђено“, што указује да је пријем материјала већ евидентиран у систему.

The screenshot shows the Piccola webshop interface. At the top, there is a navigation bar with the brand name 'Piccola', the word 'PROIZVODNJA' (Manufacturer), and a 'Proizvodjac' (Manufacturer) button with a right arrow. Below the navigation bar, there are two tabs: 'Pristigli materijali' (Received materials) and 'Nalozima za šivenje' (Orders for sewing). The 'Pristigli materijali' tab is active, displaying a list of received materials. Each item in the list includes a name, material composition, weight, and a 'Potvrđeno' (Confirmed) status. The items listed are: Pamucna kosulja oversized, Lagana letnja haljina, Slim fit pamučne pantalone, Linen Midi Dress, Tailored Tweed Blazer, Tailored Tweed Blazer, Wool Blend Coat, Ribbed Knit Top, Sheer Layered Top, and Denim Wide Leg Jeans. To the right of the list, there is a 'Pregled webshop prikaza' (Webshop preview) section for the 'Linen Midi Dress'. This section includes a photo of the dress, a description, and key details: 'Naziv proizvoda: Linen Midi Dress', 'SKU: MD-R25-201', 'Istaknute karakteristike: Premium materijal, ručna obrada', and 'Tabela veličina: XS-L'. Below the preview, there is a 'Detalji pošiljke' (Shipping details) section with a warning: 'Ova pošiljka je vezana za pametni ugovor. Pri potvrdi prijema potpisujete transakciju u MetaMask-u; ugovor proverava da svi materijali iz skice zaista pristižu.' (This shipment is tied to a smart contract. Upon confirmation of receipt, you sign a transaction on MetaMask; the contract checks that all materials from the sketch actually arrive). Below this, the 'Model/SKU' is 'Linen Midi Dress (MD-R25-201)', 'Materijali' are 'Lan / bela / 30 kg • Pamuk / bela / 5 kg', and 'Dobavljač' is 'Dobaljac materijala - Danica'. At the bottom, there is a 'Komentari tima' (Team comments) section with a text input field, a 'Dodaj komentar' (Add comment) button, and a comment from 'Stefan Popović' (producer) dated '12.02.2026.' stating 'Lan materijal je odličan izbor za resort kolekciju.' (Linen material is an excellent choice for resort collection).

Слика 35. Приказ пристиглих материјала код произвођача

Избором једне пошилијке из листе, у десном делу екрана приказују се њени детаљи. На приказаном примеру изабрана је пошилијка за модел „Linen Midi Dress“. Десни панел почиње блоком „Преглед производа у продавници“, који произвођачу приказује како је модни дизајнер представио производ. Овај приказ садржи слику производа, назив, опис, материјале, варијанте, палету боја, SKU ознаку и табелу величина. Тај део је важан јер произвођач не проверава само физички материјал који је стигао, већ га упоређује са дизајнерском спецификацијом и предвиђеним изгледом производа.

Испод блока приказом производа у продавници налази се блок „Детаљи пошилијке“. У њему је наглашено да је пошилијка повезана са паметним уговором и да произвођач приликом потврде пријема потписује трансакцију у MetaMask-у. На тај начин се на блокчејну може евидентирати да је произвођач заиста примио пошилијку и да материјали одговарају очекиваном садржају. У приказаном примеру наведени су модел/SKU, материјали, количине и добављач.

Овај корак је важан у целом процесу јер произвођач преузима одговорност за потврду да је материјал стигао и да је спреман за даљу производњу. Ако је пошилијка део bundle тока и ако

је подешен паметни уговор *SupplierManufacturerContract*, потврда пријема може покренути блокчејн трансакцију. У том случају се најпре позива функција *acceptShipment*, која проверава да ли пошиљка садржи очекиване материјале. Ако провера прође, тек након тога се у бази бележи да је пошиљка потврђена и креира се или ажурира налог за шивење.

У доњем делу панела налази се секција „Коментари тима“. Она омогућава произвођачу да остави коментар везан за модел или пошиљку. На приказаном примеру постоји коментар у којем је наведено да је материјал добар избор за изабрану колекцију. Ова функционалност омогућава бољу комуникацију између учесника у процесу, јер коментари постају део интерне историје рада на моделу.

На слици 36 приказан је други таб на страници произвођача „Налози за шивење“. Овај део апликације постаје релевантан након што произвођач потврди да је материјал примљен и да је спреман за производњу. На основу потврђених пошиљки систем креира налоге за шивење, који представљају радне задатке произвођача.

У левом делу екрана приказана је табела налога за шивење. Табела садржи колоне модел/*SKU*, количина (ком), рок, материјал статус, статус налога и акције. На пример, приказани су налози за моделе „Памучна кошуља“, „Лагана летња хаљина“, „*Slim fit* памучне панталоне“, „*Linen Midi Dress*“ и „*Tailored Tweed Blazer*“. За сваки налог приказује се број комада који треба да се изради, рок за завршетак, статус материјала и статус самог налога.

Колона „материјал статус“ показује да ли су материјали за конкретан налог спремни. На приказаном примеру статус је „спреман“, што значи да је материјал потврђен и да производња може да започне или је већ завршена. Колона „статус налога“ показује тренутну фазу производног налога. На слици је приказан статус „завршено“, што значи да је произвођач већ обавио шивење за приказане налоге.

У колони „акције“ налази се дугме „отвори“, које омогућава произвођачу да отвори детаље конкретног налога. На приказаном примеру изабран је налог за модел „Лагана летња хаљина“, што је означено светлијом позадином у табели. Са десне стране екрана приказује се панел „Детаљ налога“, који садржи основне информације о налогу.

У десном панелу прво се приказује блок „Основно“, где се виде назив модела и *SKU*, колекција којој модел припада, количина комада и рок. У приказаном примеру реч је о моделу „Лагана летња хаљина“, који припада колекцији „Нова Летња колекција 2026 (SS26)“, са количином од једног комада и роком 23.03.2026.. Ови подаци произвођачу дају јасан увид у то шта треба да произведе и до када.

Испод основних података налази се блок „Материјали за овај модел“. У њему се приказује који материјали су повезани са налогом за шивење. На пример, за модел је приказан материјал „шифон / розе“, са количином од 2 kg, као и статус „потврђено“. Испод тога је наведено да је материјал спреман за шивење. Овај блок је важан јер потврђује да су сви предуслови за производњу испуњени.

У делу „акције“ приказано је да је налог завршен, као и датум завршетка. Постоји и опција „прегледај доказ“, што указује да произвођач приликом завршетка налога може да приложи доказ о извршеном раду, као што је фотографија или документ. Тај доказ касније може бити доступан дизајнеру када прегледа пристигле производе од произвођача.

Овај таб описује други важан део улоге произвођача, управљање производним налозима. Док таб „Пристигли материјали“ служи за потврду улазних ресурса, таб „Налози за шивење“ служи за праћење саме производње. Налог може бити у статусу ново, у раду или завршено. Када произвођач започне рад, систем бележи почетак производње, а када заврши рад, бележи се доказ и статус налога се мења у завршено.

Уколико су подешени паметни уговор *DesignerManufacturerContract* и *wallet* адреса дизајнера, завршетак шивења може бити повезан са блокчејн трансакцијом. У том случају

произвођач, након завршетка налога, креира запис о завршетку шивења на блокчејну помоћу функције *createSewingCompletion*. Тај запис касније користи модни дизајнер када одлучује да ли ће производ пустити на тестирање и платити произвођачу, или ће га вратити на дораду.

Приказане слике заједно описују ток рада произвођача у развијеној *DApp* апликацији. Процес почиње тако што добављач материјала шаље пошиљку произвођачу. Произвођач на страници „Пристигли материјали“ прегледа пошиљку, упоређује добијени материјал са дизајнерском спецификацијом и потврђује пријем. Ако је пошиљка повезана са паметним уговором, ова потврда може бити забележена и на блокчејну преко *SupplierManufacturerContract*.

Након потврде материјала, систем креира или ажурира налог за шивење. Произвођач затим у табу „Налози за шивење“ прати шта треба да се произведе, у којој количини и до ког рока. Када је производ израђен, произвођач завршава налог, прилаже доказ и, ако је блокчејн ток активан, креира запис о завршетку шивења преко *DesignerManufacturerContract*.

Овај део апликације је значајан јер омогућава да се производна фаза не посматра као изоловани корак, већ као део ширег дигиталног ланца снабдевања. Материјали који стижу од добављача повезују се са конкретним моделима, налози за шивење повезују се са потврђеним пошиљкама, а завршени производи касније постају видљиви модном дизајнеру. На тај начин апликација обезбеђује следљивост од набавке материјала до физичке израде производа.

У комбинацији са паметним уговорима, улога произвођача добија додатни ниво проверљивости. Потврда пријема материјала и завршетак шивења могу бити евидентирани на блокчејну, док се детаљни оперативни подаци, као што су рокови, количине, коментари и докази, чувају у бази података. Оваква подела омогућава да систем остане практичан и скалабилан, али да истовремено задржи транспарентност и поузданост у кључним фазама производног процеса.

Piccola PROIZVODNJA Proizvođac
proizvođac [→]

Pristigli materijali **Nalozima za šivenje**

Model / SKU	Količina (kom)	Rok	Materijal status	Status naloga	Akcije
Pamucna kosulja oversized NLK26-002	1 kom	30.03.2026.	Spreman	Završeno	Otvori
Lagana letnja haljina NLK26-001	1 kom	23.03.2026.	Spreman	Završeno	Otvori
Slim fit pamučne pantalone MD-T26-004	1 kom	03.03.2026.	Spreman	Završeno	Otvori
Linen Midi Dress MD-R25-201	1 kom	02.03.2026.	Spreman	Završeno	Otvori
Tailored Tweed Blazer MD-FW26-102	1 kom	26.02.2026.	Spreman	Završeno	Otvori

Detalji naloga

Osnovno

Model/SKU: Lagana letnja haljina (NLK26-001)
Kolekcija: Nova Letnja kolekcija 2026 (SS26)
Količina komada: 1 kom
Rok: 23.03.2026.

Materijali za ovaj model

Jedan nalog za šivenje obuhvata sve navedene materijale.

Šifon / Roze Potvrđeno

Primljeno: 2 kg

Materijal spreman za šivenje

Akcije

Nalog je završen
 Završeno: 22.03.2026.
[Pregledaj dokaz →](#)

Слика 36. Приказ налога за шивење

6.8.4 Додатне функционалности апликације за модног дизајнера

Након што произвођач заврши налог за шивење и приложи доказ о израђеном производу, тај производ постаје видљив модном дизајнеру у оквиру странице „Развој модела“, у табу „Пристигли производи од произвођача“. Овај део апликације представља важну контролну тачку у животном циклусу производа, јер дизајнер овде проверава да ли је производ израђен у складу са очекивањима, дизајнерском спецификацијом и претходно дефинисаним моделом.

Произвођач најпре на својој страници завршава налог за шивење, уноси доказ у виду слике или документа и, ако је то предвиђено током апликације, креира запис о завршетку шивења путем паметног уговора *DesignerManufacturerContract*. Тек након тога дизајнер може да види завршени производ у свом прегледу. На основу приложеног доказа и података о моделу, дизајнер доноси одлуку да ли ће производ пустити у наредну фазу, односно на лабораторијско тестирање и контролу квалитета, или ће га вратити произвођачу на дораду.

На слици 37 приказан је таб „Пристигли производи од произвођача“ у оквиру странице „Развој модела“. Овај приказ омогућава модном дизајнеру да на једном месту види све производе које је произвођач завршио и вратио на преглед. Табела садржи више важних колона: модел/SKU, колекција, фаза развоја, статус материјала, количина, завршено, доказ од произвођача и акција.

У колони модел/SKU приказани су називи модела и њихове интерне ознаке, на пример „Памучна кошуља“, „Лагана летња хаљина“, „Slim fit памучне панталоне“, „Linen Midi Dress“, „Tailored Tweed Blazer“, „Wool Blend Coat“, „Ribbed Knit Top“ и „Silk Drape Dress“. Поред сваког модела приказана је колекција којој припада, што дизајнеру омогућава да лакше прати производе у оквиру различитих модних линија.

Колона фаза развоја показује тренутно стање производа у животном циклусу. На слици се виде фазе као што су одобрено, тестирање и идеја. Ово је важно јер од фазе развоја зависи која акција је дизајнеру доступна. Ако је производ већ одобрен и пуштен у продају, у колони акција приказује се статус „у продаји“. Ако је производ већ послат на тестирање, приказује се „у тестирању“. Ако производ још није послат даље, дизајнер добија могућност да га врати на дораду или пусти на тестирање.

Колона статус материјала приказује да ли су материјали за производ потврђени. На слици је за приказане производе статус материјала означен као „потврђен“, што значи да је произвођач претходно примио и потврдио материјале потребне за израду производа.




У колони доказ од произвођача дизајнер може да отвори приложени доказ о завршеном шивењу. Доказ може бити приказан као линк „отвори доказ“ или као сличица са опцијом „погледај“. Овај доказ је важан јер омогућава дизајнеру да визуелно или документарно провери да ли је произвођач завршио производ у складу са договором.

Најважнији део овог екрана је колона акција. За производе који су већ прошли касније фазе, систем приказује само информативни статус, као што су „у продаји“ или „у тестирању“. Међутим, код производа који је тек стигао од произвођача и још није послат даље, као што је приказано код модела „Silk Drape Dress“, дизајнер има две могућности: „врати на дораду“ и „пусти на тестирање“.

Овај приказ представља преломну тачку у процесу. Дизајнер овде доноси одлуку да ли је производ довољно добар да пређе у фазу лабораторијске провере и контроле квалитета, или постоје недостаци због којих га треба поново послати произвођачу на исправку.

Оваква организација таба омогућава дизајнеру да систематично контролише резултат рада произвођача пре него што производ настави даље кроз ланац снабдевања. Повезивањем података о моделу, колекцији, количини, датуму завршетка и приложеном доказу, систем смањује потребу за неформалном комуникацијом и омогућава да свака одлука буде

zasnovana na јасно приказаним информацијама. На тај начин таб „Пристигли производи од произвођача“ има важну улогу у верификацији производње, јер дизајнеру омогућава да пре слања производа на тестирање потврди да је израда завршена у складу са захтевима и очекиваним стандардима.

Moji modeli		Pristigli proizvodi od proizvođača					
Pristigli proizvodi od proizvođača							
Model / SKU	Kolekcija	Faza razvoja	Status materijala	Količina (kom)	Završeno	Dokaz od proizvođača	Akcija
Pamucna kosulja oversized NLK26-002	Nova Letnja kolekcija 2026 SS26	Odobreno	Potvrđen	1 kom	22.03.2026.	Otvori dokaz	U prodaji
Lagana letnja haljina NLK26-001	Nova Letnja kolekcija 2026 SS26	Odobreno	Potvrđen	1 kom	22.03.2026.	 Pogledaj	U prodaji
Slim fit pamučne pantalone MD-T26-004	Test kolekcija 2026 Proleće/Leto 2026	Odobreno	Potvrđen	1 kom	01.03.2026.	 Pogledaj	U prodaji
Linen Midi Dress MD-R25-201	Essenza Resort 25 Resort 25	Odobreno	Potvrđen	1 kom	28.02.2026.	Otvori dokaz	U prodaji
Tailored Tweed Blazer MD-FW26-102	Noir Atelier FW26 FW26	Odobreno	Potvrđen	1 kom	25.02.2026.	Otvori dokaz	U prodaji
Wool Blend Coat MD-FW26-101	Noir Atelier FW26 FW26	Odobreno	Potvrđen	1 kom	24.02.2026.	Otvori dokaz	U prodaji
Ribbed Knit Top MD-SS26-503	Nova Kolekcija SS26 SS26	Testiranje	Potvrđen	1 kom	24.02.2026.	Otvori dokaz	U testiranju
Silk Drape Dress MD-SS26-014	Aurora SS26 SS26	Ideja	Potvrđen	1 kom	23.02.2026.	 Pogledaj	Vrati na doradu Pusti na testiranje

Слика 37. Приказ пристиглих производа од произвођача

На слици 38 приказан је модални прозор „Врати на дораду“, који се отвара када дизајнер није задовољан завршеним производом и изабере опцију да га врати произвођачу. Овај прозор јасно обавештава корисника да ће се налог за шивење поново отворити код произвођача. То значи да производни процес није завршен, већ се враћа у претходну фазу како би произвођач могао да изврши потребне исправке.

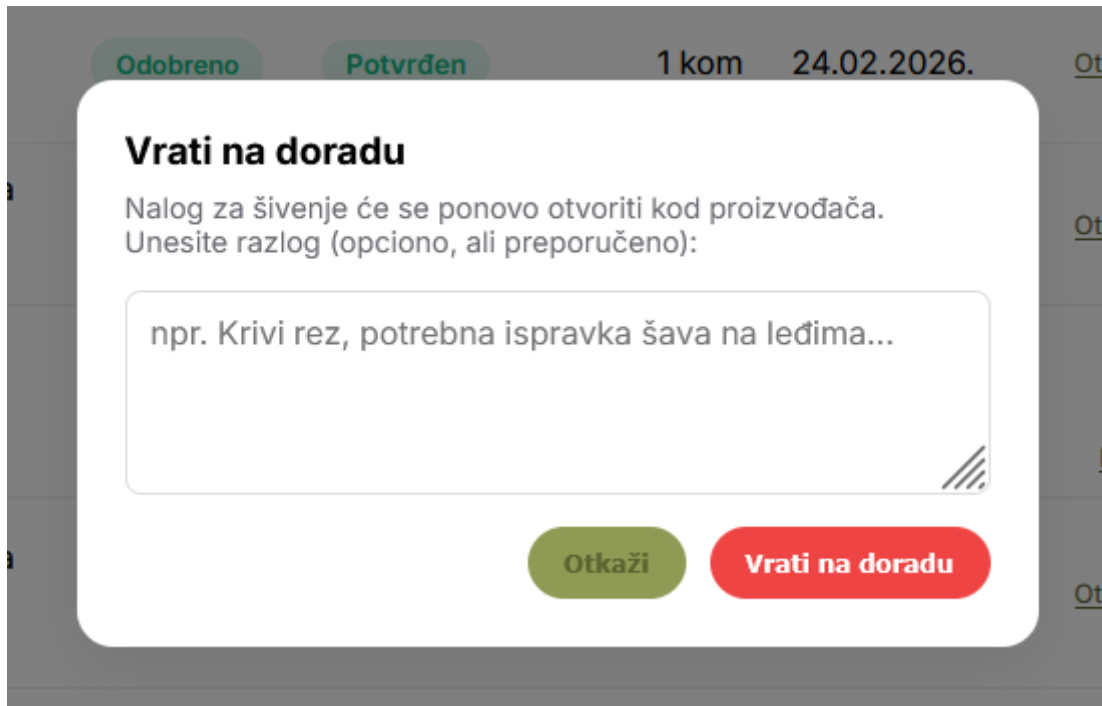
На прозору за унос података се налази текстуално поље у које дизајнер може да унесе разлог враћања на дораду. У примеру је као *placeholder* наведено: „нпр. криви рез, потребна исправка шава на леђима...“. Овај разлог је означен као опционо поље, али је препоручено да се попуни, јер произвођачу даје јасну информацију шта треба да исправи.

У доњем делу прозора за унос података налазе се две акције: „откажи“ и „врати на дораду“. Ако дизајнер изабере „откажи“, процес се прекида и производ остаје у истом стању. Ако изабере „врати на дораду“, систем покреће процес враћања производа произвођачу.

У позадини, ако је за овај производ креиран запис на блокчејну и ако се он налази у статусу прегледа од стране дизајнера, може се позвати функција паметног уговора *designerReturnForRework*. Ова функција не подразумева плаћање произвођачу, већ само бележи да дизајнер није одобрио производ и да га враћа на дораду. Након тога *backend* ажурира стање у бази: модел се враћа у фазу развоја, налог за шивење се поново поставља

као активан, а разлог враћања се чува како би га произвођач могао видети.

Овај корак је важан јер омогућава контролисано враћање производа у претходну фазу. Уместо неформалне комуникације између дизајнера и произвођача, разлог дораде остаје забележен у систему и постаје део историје рада на производу.



Слика 38. Прозор за враћање производа на дораду

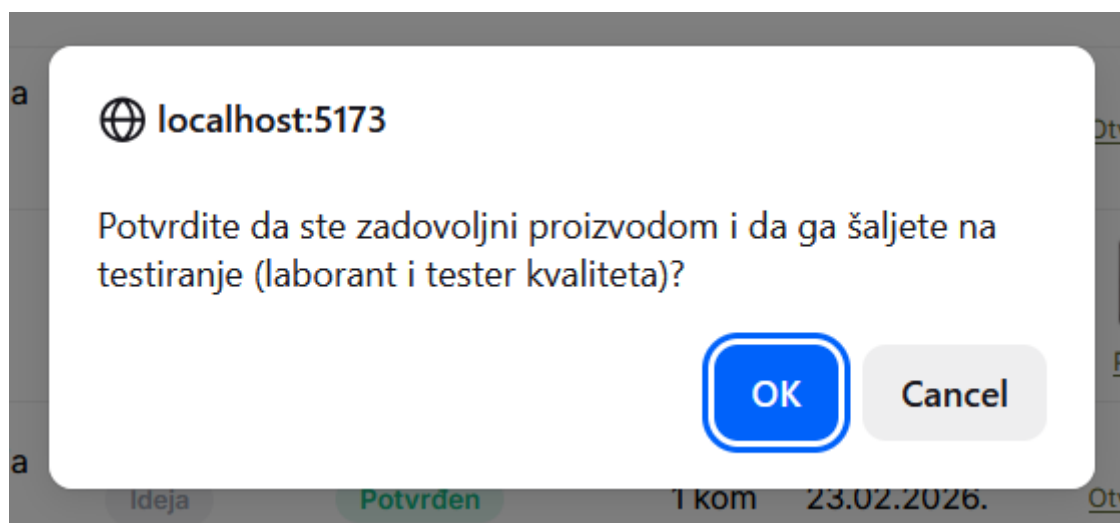
На слици 39 приказан је *browser confirm* дијалог који се појављује када дизајнер изабере опцију „пусти на тестирање“. Дијалог пита корисника да потврди да је задовољан производом и да жели да га пошаље у следећу фазу, односно на тестирање код лабораторијског техничара и тестера квалитета.

Ова потврда има улогу заштитног корака пре промене статуса производа. Пошто слање на тестирање представља важну промену у животном циклусу производа, систем тражи од дизајнера да експлицитно потврди одлуку. Уколико дизајнер изабере *cancel*, процес се прекида и производ остаје у постојећем статусу. Уколико изабере *ok*, систем наставља са слањем производа на тестирање.

Уколико је производ повезан са паметним уговором *DesignerManufacturerContract* и ако на ланцу постоји запис о завршеном шивењу у статусу прегледа од стране дизајнера, у овом кораку се може активирати блокчејн део процеса. Дизајнер тада преко *MetaMask*-а одобрава трансакцију и шаље произвођачу тачан *eth* износ за услугу шивења. То се реализује функцијом *designerApproveForTesting*.

Након успешне блокчејн трансакције, или у случају када блокчејн корак није активан, *backend* позив ажурира статус модела у бази и поставља фазу развоја на *testing*, односно тестирање. Тиме производ више није само завршен код произвођача, већ је формално послат у фазу лабораторијске провере и контроле квалитета.

Овај корак показује како се у апликацији комбинују пословна одлука дизајнера, техничка промена статуса у бази и, када је то омогућено, финансијска трансакција преко паметног уговора.



Слика 39. Потврда слања производа на тестирање

На слици 40 приказано је обавештење које се појављује након што је производ успешно пуштен на тестирање. У поруци је наведено: „Производ је пуштен на тестирање. Када га лаборант и тестер квалитета одобре, моћи ћете да га пустите у продају.“

Ово обавештење потврђује да је претходна акција успешно извршена и да је производ прешао у наредну фазу животног циклуса. Од овог тренутка дизајнер више не доноси директну одлуку о квалитету производа, већ производ преузимају лабораторијски техничар и тестер квалитета. Лабораторијски техничар уноси резултате тестирања, док тестер квалитета на основу тих резултата доноси одлуку да ли производ испуњава услове за одобрење.

Тек након што производ буде одобрен од стране лабораторијског и квалитетног процеса, дизајнер ће моћи да га пусти у продају. На тај начин систем спречава да производ буде објављен у продавници пре него што прође проверу квалитета. Ово је посебно важно за транспарентност, поверење купаца и доказивање аутентичности производа.

У приказаном току, успешна акција доводи до тога да се у табели статус производа промени у „у тестирању“. То омогућава дизајнеру да прати где се производ тренутно налази у процесу и да зна да следећи корак није више код произвођача, већ код лабораторије и тестера квалитета.

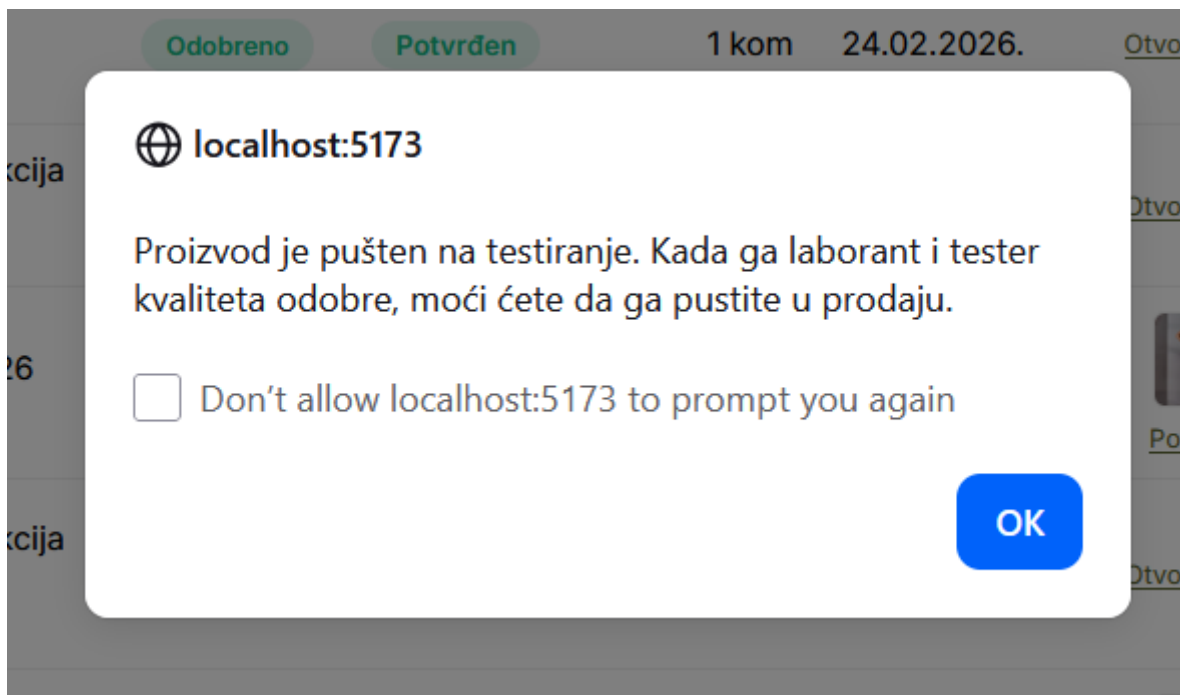
Приказане слике описују наставак процеса након што произвођач заврши израду производа. Произвођач најпре завршава налог за шивење, прилаже доказ и, ако је блокчејн ток активан, креира запис о завршеном шивењу. Након тога дизајнер у свом делу апликације види пристигли производ и доказ произвођача.

Дизајнер затим има две могућности. Ако производ није у складу са очекивањима, враћа га на дораду, уз унос разлога који произвођач касније види у свом току. Ако је производ у складу са очекивањима, дизајнер га пушта на тестирање, чиме производ прелази у фазу лабораторијске провере и контроле квалитета.

Овај део апликације је веома важан јер представља контролу између производње и тестирања. Производ не може аутоматски да пређе из производње у продају, већ мора да прође више фаза одобравања. На тај начин се обезбеђује да сваки производ који стигне до крајњег купца има јасну дигиталну историју: ко га је дизајнирао, ко је обезбедио материјал, ко га је произвео, када је завршен, да ли је враћан на дораду, када је послат на тестирање и да ли је касније одобрен.

Уколико је укључен паметни уговор *DesignerManufacturerContract*, овај процес добија и

додатни ниво проверљивости. Одобрење производа за тестирање може бити повезано са плаћањем произвођачу, док враћање на дораду може бити забележено без трансфера средстава. Тако се пословна логика између дизајнера и произвођача повезује са блокчејн записом, док база података и даље чува детаљне оперативне информације, као што су статуси, разлози, докази и датуми.



Слика 40. Обавештење о успешно послатом производу на тестирање

6.8.5 Функционалности апликације за лабораторијског техничара

У развијеној *DApp* апликацији лаборант има улогу учесника који је задужен за спровођење лабораторијских провера производа који су претходно прошли фазу производње и које је модни дизајнер послао на тестирање. Лабораторијска провера представља важну фазу у животном циклусу модног производа, јер се у њој проверава састав материјала, као и одређене техничке и квалитативне карактеристике производа.

Производ постаје видљив лаборанту тек након што модни дизајнер на страници „Развој модела“, у делу „Пристигли производи од произвођача“, изабере опцију „пусти на тестирање“. Тада се у бази података фаза развоја модела поставља на *testing*, односно тестирање, и производ се појављује на лабораторијском екрану. Пре тог корака лаборант нема производе за обраду.

Део апликације намењен лаборанту налази се на страници „Лабораторија“. За разлику од неких других улога, лаборант нема више различитих страница или табова, већ се све функционалности налазе на једном екрану. На том екрану се бира производ који чека тестирање, затим се бира организација стандарда, врста теста и уносе резултати тестирања.

На слици 41 приказана је страница „Лабораторија“, која је доступна кориснику са улогом лаборанта. У горњем делу апликације налази се навигациони мени са ставком „Лабораторија“, док се са десне стране види име пријављеног корисника и његова улога, односно лаборант. Овај приказ показује да је апликација прилагођена улози корисника и да лаборант има приступ специјализованом делу система који је намењен тестирању производа.

У горњем делу странице приказана је секција „Производи који чекају тестирање“. У овој

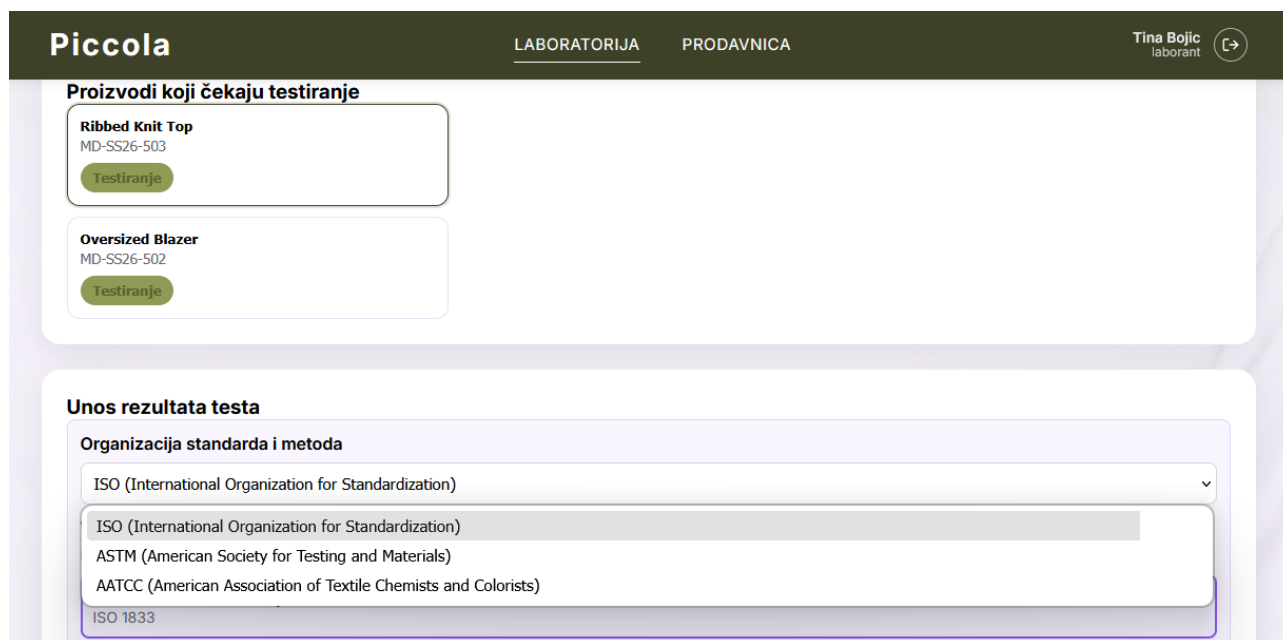
листи налазе се производи који су у фази тестирања. На слици се виде производи „*Ribbed Knit Top*“ са *SKU* ознаком *MD-SS26-503* и „*Oversized Blazer*“ са *SKU* ознаком *MD-SS26-502*. Оба производа имају ознаку „тестирање“, што значи да су прошли претходну фазу код модног дизајнера и да сада чекају лабораторијску проверу.

Кликом на један производ, лаборант га бира за даљи рад. На приказаној слици изабран је производ „*Ribbed Knit Top*“, што се види по истакнутој картици. Након избора производа, у доњем делу екрана приказује се форма за унос резултата теста.

Први корак у форми је избор организације стандарда и методе. На слици је приказан падајући мени „организација стандарда и метода“, у којем лаборант може да изабере једну од понуђених организација: *ISO* (енг. *International Organization for Standardization – ISO*), *ASTM* (енг. *American Society for Testing and Materials - ASTM*) или *AATCC* (енг. *American Association of Textile Chemists and Colorists – AATCC*). У приказаном примеру изабрана је *ISO* организација.

Овај избор је важан јер од одабране организације стандарда зависи које ће врсте тестова бити понуђене лаборанту у наредном кораку. На пример, *ISO* стандарди обухватају различите методе за проверу састава материјала, отпорности на хабање, отпорности на пилинг, постојаности боје и друге особине текстилних производа.

Важно је напоменути да је овај избор стандарда у приказаном делу апликације реализован као кориснички каталог у *frontend* делу. То значи да избор *ISO*, *ASTM* или *AATCC* стандарда служи да лаборанту прикаже одговарајуће врсте тестова и описе метода, како би лакше унео резултате тестирања.



Слика 41. Приказ производа који чекају тестирање и избор организације стандарда

На слици 42 приказана је листа тестова који су доступни након избора *ISO* организације стандарда. Наслов секције гласи „Врсте тестова за изабрани производ *ISO*“, што указује да су приказани тестови повезани са претходно изабраним стандардом и производом који је у фази тестирања.

У листи су приказани различити тестови који се могу применити на текстилни производ. Први тест је „Провера састава материјала“, са ознаком стандарда *ISO 1833*. Овај тест је изабран на приказаној слици, што је означено љубичастим оквиром. Поред њега, приказани

су и други тестови, као што су „Отпорност на хабање (*Martindale*)“, „Отпорност на пилинг“, „Постојаност боје при прању“, „Скупљање при прању“, „Чврстоћа шавова“ и „Отпорност на кидање материјала“.

Овај екран омогућава лаборанту да изабере конкретну врсту провере коју жели да унесе за изабрани производ. На пример, ако је потребно проверити да ли стварни састав материјала одговара спецификацији коју је дефинисао модни дизајнер, бира се тест „Провера састава материјала“. Ако је потребно проверити издржљивост или отпорност производа, могу се изабрати тестови као што су хабање, пилинг или кидање материјала.

У логици апликације постоје две различите врсте уноса резултата. Прва врста односи се на тестове састава материјала, као што је *ISO 1833*. За ове тестове резултати се шаљу *backend*-у и чувају у бази података. Друга врста односи се на такозване „мини тестове“, као што су тестови хабања, пилинга, постојаности боје или чврстоће шавова. Код тих тестова *frontend* може локално да израчуна да ли је резултат прошао или није прошао, али се у приказаном току ти резултати не уписују у базу.

Због тога је тест састава материјала посебно важан, јер његов резултат касније користи тестер квалитета приликом доношења одлуке о одобравању производа.

Vrste testova za izabrani proizvod ISO	
Kliknite na test iz liste da izaberete vrstu testa za proizvod.	
Provera sastava materijala	ISO 1833
Otpornost na habanje (Martindale)	ISO 12947
Otpornost na piling	ISO 12945
Postojanost boje pri pranju	ISO 105-C06
Skupljanje pri pranju	ISO 5077
Cvrstoca savova	ISO 13935
Otpornost na kidanje materijala	ISO 13937

Слика 42. Приказ врста тестова за изабрану организацију стандарда

На слици 43 приказана је форма за унос резултата теста за изабрани производ „*Ribbed Knit Top*“ са *SKU* ознаком *MD-SS26-503*. У горњем делу форме приказани су подаци о изабраном производу и материјалима који су дефинисани за тај модел. На слици се види да су материјали производа памук 95% и еластин 5%.

Овај приказ помаже лаборанту да приликом уноса резултата има јасан увид у очекивани састав производа. На основу лабораторијског тестирања, лаборант уноси стварно утврђени материјал и проценат, како би се касније могло проверити да ли резултати одговарају спецификацији производа.

Форма садржи поље „име материјала“, где лаборант уноси назив материјала, на пример вуна, вискоза, лан, памук или еластан. Затим се уноси проценат, у опсегу од 0 до 100. Ова два поља су обавезна, јер представљају основни резултат теста састава материјала.

Поред обавезних поља, постоји и поље „*hash* сертификата“, које је опционо. У ово поље

може се унети *IPFS hash* (енг. *InterPlanetary File System - IPFS*) сертификата или другог документа који потврђује резултат тестирања. Ово је значајно јер омогућава повезивање лабораторијског резултата са дигиталним доказом који се може чувати ван саме базе података.

Izabrani proizvod: Ribbed Knit Top (MD-SS26-503)

Materijali:

- Pamuk 95%
- Elastan 5%

Ime materijala *

Pošalji rezultat testa

Detalji izabranog testa

Naziv testa: Provera sastava materijala

Standard/metoda: ISO 1833

Opis: Kvantitativna analiza vlaknastog sastava laboratorijskim postupcima razdvajanja i merenja.

Nacin ispitivanja: Uzorak se priprema i hemijski/mehanicki obradi prema proceduri kako bi se odredio procenat vlakana.

Слика 43. Форма за унос резултата лабораторијског теста

Такође постоји и поље „напомене“, у које лаборант може да унесе додатне информације о тестирању. То могу бити напомене о начину испитивања, специфичностима узорка, примећеним одступањима или било којим другим релевантним подацима.

Кликом на дугме „пошаљи резултат теста“, лаборант шаље резултат *backend*-у. У случају теста састава материјала, апликација позива *API* руту за верификацију материјала. *Backend* најпре проверава да ли производ постоји и да ли унети материјал одговара материјалима који су дефинисани у спецификацији модела. Ако материјал не постоји у скици производа, систем враћа грешку и резултат се не уписује.

Ако је материјал валидан, резултат се уписује у табелу лабораторијских резултата. На тај начин лабораторијски резултат постаје део дигиталне историје производа и може га касније користити тестер квалитета. У тренутној логици овог дела апликације нема активног позива паметног уговора са лабораторијске странице. Блокчејн интеграција за коначну проверу и одобрење производа предвиђена је у току тестера квалитета, док лаборант у овом делу уноси резултате у базу података.

У доњем делу форме приказани су „Детаљи изабраног теста“. За изабрани тест наведено је да је назив теста „Провера састава материјала“, метода *ISO 1833*, као и опис и начин испитивања. Овај део има информативну улогу и помаже лаборанту да разуме шта конкретан

тест подразумева. У опису је наведено да се ради о квантитативној анализи влакнастог састава лабораторијским поступцима раздвајања и мерења, док начин испитивања подразумева припрему узорка и хемијску или механичку обраду ради одређивања процента влакана.

Приказане слике заједно описују улогу лаборанта у делу процеса који следи након производње. Најпре модни дизајнер прегледа производ који је стигао од произвођача и, ако је задовољан, шаље га на тестирање. Након тога производ постаје видљив лаборанту у листи производа који чекају тестирање.

Лаборант бира производ, затим бира организацију стандарда и конкретну врсту теста. Када је у питању провера састава материјала, лаборант уноси назив материјала, проценат, опциони hash сертификата и напомене. Ти подаци се чувају у бази и касније постају доступни тестеру квалитета. На основу лабораторијских резултата, тестер квалитета може да донесе одлуку да ли производ испуњава услове за одобрење.

Овај део апликације је важан јер обезбеђује да одлука о квалитету производа не буде заснована само на визуелној процени, већ и на резултатима лабораторијског тестирања. На тај начин производ добија додатни ниво проверљивости, а његова дигитална историја постаје потпунија.

У ширем контексту *DApp* апликације, лабораторијски резултати представљају један од кључних елемената за каснију проверу аутентичности и квалитета производа. Иако се на лабораторијској страници не активира паметни уговор, резултати које лаборант унесе могу бити основа за касније одобрење производа од стране тестера квалитета и за евидентирање кључних одлука у систему.

6.8.6 Функционалности апликације за тестера квалитета

У развијеној *DApp* апликацији тестер квалитета има улогу учесника који доноси завршну одлуку о томе да ли производ испуњава услове за одобрење након лабораторијског тестирања. Ова улога се активира након што модни дизајнер пошаље производ на тестирање, а лаборант унесе резултате лабораторијске провере. Тестер квалитета затим прегледа податке о моделу, његове техничке карактеристике, материјале, резултате лабораторије и на основу тога одлучује да ли производ може бити одобрен.

Део апликације намењен тестеру квалитета налази се на страници „Преглед квалитета“. Ова страница је слична страници за преглед колекција код модног дизајнера, али са важном разликом: тестер квалитета не мења техничке податке модела, већ их прегледа у *read-only* режиму. Његова главна активност је провера модела који су у фази тестирања и њихово одобравање након што су резултати лабораторије усклађени са дефинисаним саставом производа.

На слици 44 приказана је страница „Преглед квалитета“, која је доступна кориснику са улогом тестера квалитета. У горњем делу апликације налази се навигациони мени са ставком „Преглед квалитета“, а поред ње је доступна и ставка „Продавница“. Са десне стране приказано је име пријављеног корисника и његова улога. Овај приказ показује да је апликација прилагођена улози тестера и да му је омогућен приступ делу система који је намењен контроли квалитета производа.

У горњем делу странице приказани су подаци о колекцији „Нова Летња колекција 2026“, са ознаком сезоне *SS26*, периодом јун – септембар 2026 и статусом активна. Испод тога се налази картица са описом колекције и бројем модела по фазама развоја. На слици се види да колекција има укупно шест модела, од којих су четири у фази идеја, ниједан у фази развој,

ниједан у фази тестирање, а два су у фази одобрено.

Овај статистички приказ је важан јер тестеру квалитета омогућава да брзо сагледа стање колекције. Он може да види колико модела је већ одобрено, колико их је још у раним фазама и да ли постоје модели који тренутно чекају његову одлуку у фази тестирања. Иако тестер не управља колекцијом на исти начин као модни дизајнер, овај приказ му даје контекст о месту изабраног производа у целокупној колекцији.

У доњем делу странице приказан је блок „Развој модела – Нова Летња колекција 2026“. Са леве стране налази се листа модела у оквиру изабране колекције, као што су „Лагана летња хаљина“, „Панталоне високог струка“, „Летњи комплет топ и сукња“, „Памучна кошуља“, „Скуба сако“ и „Еlegantна блуза од сатена“. Сваки модел има приказан назив, *SKU* ознаку и тренутну фазу развоја, на пример одобрено или идеја.

Избором модела из листе, у десном делу странице приказују се његови детаљи. На слици је изабран модел „Лагана летња хаљина“ са *SKU* ознаком *NLK26-001*. Десни панел приказује назив модела, колекцију, концепт, инспирацију, палету боја, варијанте, техничке податке, материјале, кројеве, табелу величина и напомене. Ови подаци тестеру служе као основа за разумевање производа и његове спецификације.

Посебно је значајан зелени блок „Производ је одобрен“, који показује да је изабрани модел већ успешно прошао фазу провере квалитета. То значи да за овај модел више није потребна додатна акција тестера, јер је производ већ у статусу одобрења. У овом стању тестер може да прегледа податке, али више нема потребу да покреће одобравање преко блокчејна.

У случају да је изабрани модел у фази тестирање, на овој страници би се приказао додатни блок са резултатима лабораторијских тестова. Ако лаборант још није унео резултате, систем би приказао упозорење да производ не може бити одобрен док не постоје лабораторијски резултати. Ако резултати постоје, тестер би могао да покрене одобрење производа преко паметног уговора.

Када је производ у фази тестирање, тестер квалитета прегледа податке о производу и резултате које је претходно унео лаборант. Резултати лабораторије садрже податке о материјалу и процентуалном саставу, на пример назив материјала и проценат његовог учешћа у производу. Ти резултати се упоређују са очекиваним материјалима који су дефинисани у спецификацији модела.

Уколико постоје резултати лабораторије и ако модел има дефинисан састав материјала, тестер може да покрене одобравање производа. У том случају активира се паметни уговор *ProductApproval.sol*, односно функција *approveProduct*. Ова функција добија идентификатор производа, резултате лабораторијског тестирања, текст захтеваног састава материјала и тренутну фазу производа, која мора бити *testing*.

Паметни уговор проверава да ли се лабораторијски резултати поклапају са захтеваним саставом производа. Уколико се називи материјала и проценти налазе у дозвољеним границама, трансакција може успешно да се изврши. Након успешне блокчејн трансакције, *backend* добија *txHash* као доказ да је одобрење извршено на ланцу и затим ажурира фазу модела у бази на *approved*, односно одобрено.

Ова логика је важна јер се коначна одлука о одобрењу производа не заснива само на ручном клику у апликацији, већ се повезује са проверљивом блокчејн трансакцијом. На тај начин се обезбеђује да одобрење производа буде транспарентно, проверљиво и повезано са резултатима лабораторијског тестирања.

Ако производ није у фази тестирање, ако нема унетих лабораторијских резултата, ако модел нема дефинисане материјале или ако није подешена адреса паметног уговора, дугме за одобравање се не може користити. Тако систем спречава да производ буде одобрен без потребних предуслова.

Piccola
Dimitrije Blagic
tester_kvaliteta

PREGLED KVALITETA
PRODAVNICA

Nova Letnja kolekcija 2026

SS26 • jun - septembar 2026 • Status: Aktivna

Nova Letnja kolekcija 2026
Lagani letnji modeli sa miksom prirodnih i sintetičkih materijala.

Status: Aktivna
Modela: 6

4
Ideja

0
Razvoj

0
Testiranje

2
Odobreno

Razvoj modela - Nova Letnja kolekcija 2026

Lagana letnja haljina
NLK26-001 Odobreno

Pantalone visokog struka
NLK26-003 Ideja

Letnji komplet top + suknja
NLK26-004 Ideja

Pamucna kosulja oversized
NLK26-002 Odobreno

Scuba sako
NLK26-005 Ideja

Elegantna bluzna od satena
NLK26-006 Ideja

Lagana letnja haljina • NLK26-001 Odobreno

Nova Letnja kolekcija 2026

Koncept i inspiracija
Leprsava midi haljina za dnevne i vecernje kombinacije.
Inspiracija: Mediteranski letnji stil.

Paleta i varijante
puder roze
svetlo plava
bela

Varijante: Midi; Maxi

Tehnički podaci
Materijali:

- Sifon - 100%

Krojevi: Leprsav donji deo i diskretan struk.
Tabela veličina: XS-XL
Napomene: Zip na leđima i postava u gornjem delu.

✓ Proizvod je odobren

Poslednja izmena: 22.03.2026.

Слика 44. Приказ колекције и модела у прегледу квалитета

Улога тестера квалитета долази након рада модног дизајнера, произвођача и лаборанта. Најпре модни дизајнер креира модел и шаље захтеве за материјал. Добављач обезбеђује материјале, произвођач израђује производ, а дизајнер након прегледа готовог производа може да га пошаље на тестирање. Затим лаборант уноси резултате лабораторијске провере, а тестер квалитета на основу тих резултата доноси коначну одлуку о одобрењу.

На овај начин тестер квалитета представља последњу контролну тачку пре него што производ може да постане доступан купцима. Његова одлука гарантује да производ није само дизајниран и произведен, већ да је прошао и лабораторијску проверу и контролу квалитета.

Када тестер квалитета одобри производ, његова фаза се мења у одобрено. Након тога производ је спреман за финални корак у апликацији, пуштање у продају. То значи да се после успешног одобрења од стране тестера производ може директно објавити у продавници, односно модни дизајнер га може пустити у продају на страници за пристигле производе. Тек тада производ постаје видљив крајњим корисницима, који могу да га прегледају, купе и провере његово порекло и аутентичност кроз дигиталну историју производа.

98

7. ЕВАЛУАЦИЈА МОДЕЛА

Валидација и корисничка евалуација развијене децентрализоване апликације спроведени су са циљем да се провери њена применљивост у малим модним ланцима снабдевања. Посебан фокус био је на мањим модним брендovima који се налазе у фази развоја, пробијања на тржиште и изградње поверења код крајњих купаца. За такве брендове транспарентност, порекло производа, потврда аутентичности и јасна комуникација са учесницима у ланцу снабдевања могу представљати значајан фактор конкурентске предности.

7.1 Валидација и корисничка евалуација децентрализоване апликације

У оквиру валидације развијене децентрализоване апликације припремљени су видео материјали који приказују начин коришћења развијене апликације. Видео снимци су имали улогу демонстрације функционалности система, при чему је приказан рад апликације из перспективе различитих улога у модном ланцу снабдевања. На тај начин учесницима је омогућено да се упознају са основним токовима рада, страницама које су доступне појединачним улогама, као и са начином на који се подаци размењују између учесника.

Видео материјали су обухватили приказ функционалности модног дизајнера, добављача материјала, произвођача, лаборанта, тестера квалитета и других релевантних учесника. Приказани су процеси као што су креирање и праћење колекција, развој модела производа, слање захтева за материјал, управљање залихама, потврда пријема материјала, завршетак производње, лабораторијско тестирање, контрола квалитета и пуштање производа у продају. Поред класичних функционалности апликације, у видео материјалима је приказан и начин функционисања паметних уговора, односно ситуације у којима се покрећу блокчејн трансакције и бележе кључни догађаји у систему.

Након припреме видео материјала, они су постављени у оквиру истраживачке анкете креиране у *Tally* алату. Анкета је имала за циљ да учесницима у модном ланцу снабдевања представи развијену *DApp* апликацију, њене основне функционалности, предности и могућности примене у пословању мањих модних брендова. Посебно је наглашено да овакво решење може помоћи мањим брендovima да боље организују сарадњу са добављачима, произвођачима и контролорима квалитета, као и да купцима понуде виши ниво транспарентности и проверљивости података о производу.

Анкета је примењена над испитаницима који су повезани са мањим модним брендovima и модним ланцем снабдевања. Полазна претпоставка била је да мањи модни брендови, који тек треба да се позиционирају на тржишту и стекну поверење крајњих корисника, могу имати значајну корист од система који омогућава праћење порекла производа, проверу аутентичности и транспарентно евидентирање кључних активности. У том смислу, анкета није служила само као инструмент за прикупљање општих утисака, већ и као начин да се испита прихватљивост предложеног решења код потенцијалних корисника.

Питања у анкети постављена су у складу са претходно дефинисаним истраживачким хипотезама (Приказ свих питања налази се у Прилогу 2). На основу одговора испитаника анализирано је у којој мери развијена апликација може да допринесе транспарентности, бржој провери порекла и аутентичности, већем поверењу купаца, ефикаснијем извршавању процесних корака, смањењу грешака у подацима и бољој сарадњи између учесника. На тај начин резултати анкете послужили су као основа за тестирање постављених хипотеза и процену практичне вредности предложеног решења.

На основу хипотезе Х2 и припадајућих подхипотеза Х2.1–Х2.7, дефинисаних у подпоглављу 1.3, анкета је структурирана тако да обухвати више аспеката коришћења апликације. Један део

питања односио се на разумљивост саме апликације и јасноћу приказаних функционалности након гледања видео материјала. Други део питања био је усмерен на процену корисности апликације за конкретне улоге у ланцу снабдевања. Посебна пажња посвећена је питањима која се односе на транспарентност, поверење, брзину провере порекла и аутентичности, ефикасност сарадње и могућност да апликација буде коришћена у пракси.

Пошто су испитаници најпре имали увид у видео приказе рада апликације, њихови одговори били су засновани на конкретном представљеном решењу, а не само на апстрактном опису концепта. На тај начин било је могуће добити релевантније ставове о томе да ли би оваква апликација могла бити корисна у реалном окружењу малог модног ланца снабдевања.

Прикупљени одговори из анкете касније су коришћени за анализу и проверу постављених хипотеза. У зависности од одговора испитаника, анализирано је које хипотезе су индикативно подржане у оквиру експлоративне корисничке евалуације, а за које је потребно додатно истраживање или унапређење решења. Поред квантитативних оцена, значајан део валидације представљали су и отворени коментари испитаника, у којима су могли да наведу шта сматрају корисним, шта би требало додатно објаснити, које функционалности би унапредили и да ли би апликацију користили у реалном пословању.

На овај начин, валидација и корисничка евалуација развијене *DApp* апликације спроведени су кроз комбинацију демонстрације система и анкетног испитивања. Видео материјали су омогућили да се апликација представи на разумљив и практичан начин, док је анкета омогућила прикупљање ставова потенцијалних корисника. Тако је створена основа за процену применљивости решења у малим модним ланцима снабдевања, као и за утврђивање његовог потенцијала да допринесе већој транспарентности, поверењу купаца и конкурентности мањих модних брендова.

7.2 Анализа резултата

У циљу валидације предложене децентрализоване апликације засноване на блокчејн технологији, намењене праћењу порекла и провери аутентичности модних производа, спроведена је анкета међу представницима мањих модних брендова. У анкетирању је учествовало 12 малих модних брендова (у даљем тексту испитаници) из Србије, због чега резултате не треба тумачити као основу за инференцијално статистичко закључивање, већ као индикативне налазе о перцепцији употребљивости, корисности и потенцијалне примене предложеног решења. Када је реч о искуству у модној индустрији, одговори показују да су обухваћени и новији и искуснији модни брендови.

С обзиром на то да у мањим модним ланцима снабдевања једна особа, најчешће власник бренда, често обавља више улога, анкетом је испитано у којој мери апликација може да омогући преглед различитих сегмената пословања на једном месту. Ово указује да решење треба да буде једноставно, прегледно и прилагођено корисницима који истовремено прате развој производа, набавку материјала, производњу, контролу квалитета, финансије и маркетинг.

Посебно је важно питање претходне употребе дигиталних алата за праћење производа, квалитета или документације. Овај резултат показује да циљна група нема висок ниво искуства са специјализованим дигиталним системима, али да постоји одређена основа за прихватање дигиталних решења. Због тога је важно да апликација буде интуитивна и лака за употребу, без потребе за напредним техничким знањем.

Општи утисак о представљеној апликацији био је позитиван. Просечна оцена јасноће да апликација омогућава транспарентније праћење процеса износила је 4,5 од 5, што показује да је већини испитаника концепт био разумљив.

На основу оцена и коментара, испитаницима су се највише свиделе функционалности које се односе на транспарентност процеса, праћење порекла материјала, евидентирање квалитета и бољу организацију рада. Посебно високо је оцењен део који се односи на унос података о материјалима и праћење њиховог порекла, са просечном оценом 4,91 од 5. То показује да испитаници препознају значај порекла материјала као важног елемента поверења у модни производ.

Функционалности за модног дизајнера, произвођача, финансијског и маркетиншког асистента такође су добиле високе оцене. Испитаници су препознали да апликација може да помогне у праћењу развоја производа, организацији производње, евиденцији трошкова и коришћењу података о пореклу и квалитету у промотивне сврхе. Посебно је занимљиво да је један испитаник предложио повезивање са *Meta Ads* платформом, што показује да се подаци из апликације могу посматрати и као основа за праћење маркетиншких кампања на друштвеним мрежама.

Ипак, у одговорима су се појавиле и одређене резерве. Мали модни брендови често немају довољно развијене процесе или све послове обавља једна особа. Поједини испитаници су навели да им апликација делује корисније за брендове са сложенијом организацијом. Такође, појавила се примедба да је потребно обезбедити тачност података које уносе произвођачи, јер технологија може да сачува запис, али не може сама по себи да гарантује да је унети податак тачан.

Резултати анкете су анализирани у односу на хипотезе постављене у дисертацији, при чему су узети у обзир одговори који се односе на спремност за коришћење апликације, транспарентност, проверу порекла, поверење у производ, ефикасност процеса, смањење грешака, сарадњу учесника и општу употребљивост решења. У појединим питањима број одговора је мањи од укупног броја испитаника, јер нису сви испитаници одговорили на сваку ставку упитника. Због тога се у анализи појединих питања као основа користи број валидних одговора на конкретно питање.

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

Ова хипотеза је у великој мери потврђена. На опште питање о спремности за коришћење апликације, 8 од укупно 12 испитаника одговорило је потврдно, док је 4 испитаника одговорило „можда“, без негативних одговора. Већина испитаника је изразила спремност да користи апликацију у пракси за праћење активности, размену података и проверу порекла и аутентичности производа. Посебно је значајно то што није било изразито негативног става према самом концепту. Ипак, део испитаника је навео да би апликацију користио условно, односно уколико би била прилагођена малим брендovima и једноставна за свакодневну употребу. Због тога се може закључити да постоји спремност за прихватање решења, али да она зависи од начина имплементације и степена прилагођености реалним капацитетима малих брендова.

X2.1. - Децентрализована апликација повећава транспарентност ланца снабдевања.

Ова хипотеза је потврђена. Код процене транспарентности, 9 од укупно 12 испитаника дало је највишу оцену, док је код питања о уносу података о материјалима 10 од 11 испитаника дало највишу оцену. Испитаници су високо оценили могућност апликације да омогући транспарентније праћење процеса, порекла материјала и аутентичности производа. Посебно је позитивно оцењен део који се односи на унос података о материјалима, јер су испитаници препознали да такви подаци могу учинити производ проверљивијим и јаснијим свим овлашћеним учесницима. То показује да је транспарентност једна од најјасније препознатих вредности предложеног решења.

X2.2. - Децентрализована апликација убрзава проверу порекла и аутентичности производа.

Ова хипотеза је делимично потврђена. На питање о спремности за унос података о материјалима, 9 од 11 испитаника одговорило је потврдно, док је по један испитаник одговорио „можда“ и „не“. Већина испитаника је показала спремност да уноси податке о материјалима како би порекло и квалитет производа били проверљиви. На основу тога може се закључити да апликација има потенцијал да олакша и убрза проверу порекла и аутентичности, јер би релевантни подаци били доступни на једном месту. Међутим, анкета није мерила стварно време провере пре и после употребе апликације, па се ова хипотеза не може сматрати у потпуности доказаном, већ подржаном на основу процене испитаника.

X2.3. - Децентрализована апликација повећава поверење купаца у порекло и оригиналност производа.

Ова хипотеза је потврђена. Код питања о поверењу у квалитет, порекло и оригиналност производа, 10 од 11 испитаника одговорило је потврдно, док је 1 испитаник одговорио „делимично“. Испитаници су високо оценили значај функционалности које се односе на тестирање квалитета, проверљивост и трајно бележење резултата. Већина сматра да би овакав систем повећао поверење у квалитет, порекло и оригиналност производа. Такође, подаци о материјалима, процесу израде и квалитету препознати су као важни за јачање вредности бренда и бољу тржишну позицију. То указује да транспарентност и проверљивост нису важне само за унутрашњу организацију, већ и за изградњу поверења код купаца.

X2.4. - Децентрализована апликација скраћује време важних процесних корака у ланцу снабдевања.

Ова хипотеза је делимично потврђена. Код питања о скраћењу времена рада модног дизајнера, 7 од 12 испитаника одговорило је потврдно, 4 делимично, док је код питања о бржем и поузданијем одобрењу производа 10 од 12 испитаника одговорило потврдно. Испитаници су препознали да апликација може допринети бржем раду модног дизајнера, лакшој размени информација и ефикаснијем одобравању производа. Посебно је позитивно оцењен начин на који апликација може да убрза завршетак важних процесних корака кроз јаснију комуникацију и доступност података. Ипак, као и код претходне хипотезе, анкета није мерила стварно скраћење времена у реалном радном окружењу.

X2.5. - Децентрализована апликација смањује број грешака и неконзистентности у подацима.

Ова хипотеза је такође потврђена. Свих 11 испитаника који су одговорили на питање о важности трајног, транспарентног и неизмењивог бележења резултата тестирања квалитета дало је највишу оцену. Испитаници су веома високо оценили значај трајног, транспарентног и неизмењивог бележења резултата тестирања квалитета. Препознали су да дигитална евиденција трансакција, докумената и трошкова може да олакша административни рад, смањи грешке и убрза завршетак процеса. Ипак, у коментарима је истакнуто и питање тачности почетног уноса података, посебно код произвођача. То значи да апликација може значајно да смањи грешке у евиденцији, чувању и размени података, али је за потпуну поузданост потребно увести додатне контролне механизме, као што су фотографије, докази, одобрења или потврде других учесника.

X2.6. - Децентрализована апликација унапређује сарадњу и правовремену размену података између учесника.

Ова хипотеза је потврђена. Функционалности за модног дизајнера су од 12 испитаника добиле 8 највиших оцена и 4 оцене 4, док су функционалности за произвођача од 11 испитаника добиле 9 највиших оцена. Испитаници су сматрали да функционалности за модног дизајнера и произвођача могу да допринесу бољој размени информација, праћењу статуса производа и повезивању различитих учесника у процесу. У коментарима се као предност издвајају боља организација, интеграција процеса и могућност праћења развоја производа кроз више фаза. То показује да апликација може да служи као заједнички простор

за правовремену размену података и бољу координацију учесника у модном ланцу снабдевања.

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

Ова хипотеза је великој мери потврђена. Функционалности које се односе на наставак рада модног дизајнера добиле су 8 највиших оцена од укупно 12 испитаника, уз још 3 оцене 4 и 1 оцену 3. Испитаници су већину функционалности оценили као корисне и практичне, а у отвореним коментарима су навели да је апликација добро осмишљена, јасна и корисна за организацију процеса. Истовремено, предложили су и конкретна унапређења, као што су додавање слика, визуелних доказа, 3Д приказа, јасније истицање порекла материјала и повезивање са другим алатима. Ово показује да корисници виде вредност апликације, али и да би њена дугорочна употреба зависила од једноставности, визуелне прегледности и практичне применљивости у свакодневном раду.

На основу целокупне анализе може се закључити да су постављене хипотезе углавном индикативно подржане у оквиру експлоративне корисничке евалуације, уз одређена ограничења. Најснажније су подржане хипотезе које се односе на транспарентност, поверење у производ, проверљивост квалитета, сарадњу учесника и смањење грешака у евиденцији. Хипотезе које се односе на убрзање процеса и дугорочну спремност за коришћење апликације подржане су резултатима, али би за њихову потпунију потврду било потребно спровести практично тестирање у реалном пословном окружењу.

Поред нумеричких оцена, посебно су значајни и отворени коментари испитаника, јер показују како потенцијални корисници разумеју практичну вредност апликације. У коментарима се најчешће истичу транспарентност, поверење купаца, боља организација процеса, али и одређене резерве у вези са применом код веома малих брендова.

Као позитиван утисак о иновативности и вредности апликације издваја се следећи коментар:

„Све похвале за развијену апликацију и сам концепт система. Сматрам да би оваква апликација могла значајно да унапреди пословање свих учесника у модном ланцу, посебно малих брендова који желе да изграде поверење и препознатљивост на тржишту.“

Један од испитаника је посебно нагласио проблем недовољне транспарентности малих брендова који послују преко друштвених мрежа:

„Нагласила сам на почетку мањак транспарентности мањих брендова са присутношћу само на друштвеним мрежама. Ово би им отворило многа врата јер овакав систем улива много више поверења него данашњи начин функционисања.“

Вредност апликације препозната је и у могућности боље организације процеса и повезивања различитих активности:

„Јако добра идеја, доста би помогла за организацију процеса и њихову интеграцију.“

Слично томе, један испитаник је истакао значај мерљивости у свакој фази производње:

„Рекла бих — врло корисна јер је мерљивост у сваком кораку производње врло битна и неопходна.“

У коментарима се појављује и мишљење да би апликација могла бити посебно корисна у тренутку када мали бренд почиње да расте и када се јавља потреба за бољом организацијом:

„Сматрам да би била идеална за ‘преломни’ моменат када мали бизнис почиње нагло да расте, јер је то тренутак када људи одједном имају превише активности које морају да прате, а не знају како, и ту настаје проблем, који би се превазишао употребом овакве апликације.“

Поред позитивних коментара, појављују се и одређене резерве. Један испитаник је навео да

свој бренд не препознаје у оваквој апликацији, јер му делује да би формализација процеса могла да наруши специфичност бренда:

„Искрено не видим свој бренд у оваквој апликацији, јер ми се кроз овакве јасно одређене ставке губи душа бренда, а уз то немам жељу да било шта у свом пословању убрзавам, па чак ни напредак самог бренда, што због сопствених капацитета, што због читаве филозофије бренда.“

Још један коментар указује на реално ограничење малих брендова, код којих једна особа често обавља више улога:

„Мали модни брендови који се тек пробијају обично у почетку све раде сами. Немам негативан коментар, сем питања да ли је уношење података о стању материјала и осталих података додатна обавеза, ако и то спадне на самог младог дизајнера који се пробија, а и даље нема буџет да плати особу која би се бавила тиме.“

Резултати анкете указују да учесници из модног ланца снабдевања препознају значајан потенцијал децентрализоване апликације за унапређење конкурентности малих и растућих модних брендова. Испитаници су посебно истакли додатну вредност система у контексту повећања транспарентности, аутентичности производа и јачања поверења потрошача, што може допринети бољем тржишном позиционирању мањих произвођача у односу на велике и већ афирмисане модне компаније. Кроз развијено решење приказано је како се блокчејн технологија и паметни уговори могу применити за бележење кључних пословних догађаја, као што су захтеви за материјал, трансакције, испоруке, провере квалитета и одобрења производа. На тај начин потврђена је могућност примене блокчејна као технолошког слоја који подржава транспарентност, непроменљивост података и проверљивост важних активности у модном ланцу снабдевања.

Повратне информације указују и на постојање одређене тензије према доминантним тржишним структурама и водећим актерима у индустрији, односно осећаја да мали модни брендови у развоју и успону, који тек граде своју препознатљивост и тржишну позицију, теже долазе до видљивости, поверења купаца и конкурентног положаја на тржишту којим доминирају велики актери и модели брзе моде. Учесници сматрају да апликација може помоћи мањим брендovima да кроз доказиво порекло производа, транспарентност процеса производње и аутентичност изградње препознатљив идентитет и конкурентску предност. Посебно је наглашено да овакав приступ може бити значајан за брендове који улажу у квалитет, оригинални дизајн и аутентичност производа, уместо у масовну производњу и концепте брзе моде засноване на већ виђеним моделима. Према мишљењу испитаника, предложени систем може допринети већој дигиталној видљивости независних брендова и смањењу баријера за њихово позиционирање на савременом модном тржишту.

8. ЗАКЉУЧАК

Предмет истраживања дисертације је развој модела пројектно-заснованог праћења порекла и аутентичности модних производа применом блокчејн технологије. Размотрени су сви кључни стејкхолдери у ланцу снабдевања модне индустрије, од дизајнера, добављача, произвођача, агенције за тестирање квалитета, дистрибутера, малопродаваца до крајњих потрошача, као и њихова спремност да усвоје иновативна решења заснована на блокчејн технологији.

Посебна пажња је посвећена обезбеђивању транспарентности и верификације порекла производа, што је од суштинске важности за осигурање квалитета и поштовање етичких стандарда производње. У оквиру емпиријског дела рада, спроведено је истраживање спремности потрошача да купују модне производе аутентификоване помоћу блокчејна, коришћењем модификованог *UTAUT2* модела. Добијени подаци су анализирани помоћу *SmartPLS* софтвера ради идентификовања најзначајнијих фактора који утичу на прихватање технологије.

Као доказ концепта, развијена је децентрализована апликација која омогућава приказ кључних функционалности предложеног модела и примену паметних уговора у процесу праћења порекла и аутентичности модних производа. У развоју апликације примењена је *DevOps* методологија ради осигурања континуираног развоја, тестирања и побољшања. Спроведена је корисничка евалуација функционалности апликације, као и ангажовање стејкхолдера из модне индустрије кроз анкетирање, ради валидације концепта. Резултати истраживања су презентовани у научним часописима и на релевантним националним и међународним конференцијама, са циљем доприноса даљем развоју и примени блокчејн технологије у области управљања ланцима снабдевања и праћења аутентичности модних производа.

8.1 Теоријски и менаџерски доприноси предложеног модела

Допринос ове дисертације се огледа у развијеном моделу пројектно-заснованог праћења порекла и аутентичности модних производа применом блокчејн технологије и у спроведеној студији прихватања. Налази ове студије доприносе, како теоријски тако и практично, растућем корпусу истраживања о усвајању блокчејна у модној индустрији. Док су се претходни модели углавном фокусирали на техничка решења за праћење или ефикасност ланца снабдевања [11], ово истраживање проширује дискусију интегрисањем понашања потрошача у оквиру засноване на блокчејну.

Предложени модел нуди свеобухватан приступ који укључује аутоматизацију путем паметних уговора, децентрализовану аутентификацију и алате за транспарентност усмерене ка потрошачима, што га разликује од претходних модела ланца снабдевања заснованих на блокчејну [28]. За разлику од традиционалних оквира за аутентификацију усмерених на луксузне производе, као што је *VeChain* праћење засновано на *RFID* технологији за луксузну робу [10], овај модел је скалабилан у целој модној индустрији, укључујући и „брзу моду“ и етичку производњу [12].

Поред тога, док су претходна истраживања полазила од претпоставке да су предности блокчејна саме по себи очигледне, наши налази указују на постојање празнина у свести и поверењу потрошача, наглашавајући потребу за едукацијом, једноставношћу употребе и перципираном релевантношћу у усвајању блокчејна [32].

8.2 Теоријске и практичне импликације истраживања

Ради појашњења начина на који ови налази проширују или се разликују од постојеће литературе, Табела 11 сумира кључне теоријске и менаџерске доприносе овог истраживања. Спровођење студије прихватања представљало је кључни део развијеног модела, а њен циљ био је идентификација фактора који утичу на усвајање блокчејн технологије међу крајњим корисницима у модној индустрији. Ова дисертација свеобухватно анализира различите варијабле, концепте и моделе како би показала спремност потрошача да се укључе у куповину модних производа чија је аутентичност потврђена блокчејн технологијом.

Табела 11. Кључни теоријски и менаџерски доприноси предложеног модела [58]

Постојећи модел	Фокус	Како се предложени модел разликује
<i>VeChai</i> заснована аутентификација моде [10]	Користити <i>RFID</i> и <i>NFC</i> чипове повезане са блокчејн технологијом ради праћења аутентичности производа.	Предложени модел превазилази физичко праћење укључивањем ангажовања потрошача, интеграцију са е-трговином и приступ који обухвата цео ланац снабдевања.
<i>Everledger</i> праћење животног циклуса модних производа [13]	Фокус је на праћењу животног циклуса луксузних производа високог квалитета уз примену блокчејн технологије.	Предложени модел превазилази оквир луксузних брендова и обухвата праћење брзе моде и етичке производње, што га чини свестранијим.
<i>IoT</i> -блокчејн интеграција у модној индустрији [22]	Коришћење <i>IoT</i> сензора за евидентирање услова производа у реалном времену (температура, руковање).	Овај модел се фокусира на физичке услове, док предложени модел побољшава транспарентност ланца снабдевања, паметне уговоре и механизме поверења потрошача.
Блокчејн за одрживе ланце снабдевања у модној индустрији [12]	Процена улоге блокчејна у обезбеђивању етичког снабдевања и одрживости.	Иако је одрживост једна од карактеристика предложеног модела, он интегрише и шире факторе усвајања као што су паметни уговори, е-трговина и прихватање од стране корисника.

Теоријске и практичне импликације ове дисертације приказане су у Табели 12.

Табела 12. Теоријске и практичне импликације истраживања [58]

Кључна тема	Налази истраживања	Разлика од постојећих студија	Импликације
Поверење потрошача и усвајање блокчејна	Поверење потрошача представља кључни покретач усвајања блокчејн технологије у малопродаји моде.	Постојеће студије се углавном фокусирају на техничке баријере усвајања блокчејна [11]. Реализовано истраживање проширује овај приступ истичући поверење као кључни фактор.	Брендови треба да промовишу механизме изградње поверења, као што су сертификована блокчејн верификација производа и транспарентна размена података са потрошачима.
Прихватање технологије и употребљивост	Очекивани напор и перципирана корисност су кључни фактори који утичу на усвајање.	Претходна истраживања о усвајању блокчејна полазе од претпоставке да је функционална ефикасност довољна [28]. Реализовано истраживање показује да је једноставност употребе подједнако важна за ангажовање потрошача.	Блокчејн решења у моди треба да буду једноставна за употребу, смањујући сложеност процеса аутентификације и праћења производа.
Свесност потрошача и баријере усвајања	Свесност потрошача и перципирана релевантност блокчејна у модној малопродаји остају на ниском нивоу.	За разлику од студија које претпостављају да су предности блокчејна потрошачима саме по себи очигледне [32], реализовано истраживање показује да недостатак едукације значајно успорава усвајање.	Модни брендови треба да спроводе кампање подизања свести како би едуковали потрошаче о практичној вредности блокчејна, као што су одрживост и спречавање фалсификата.
Допринос предложеног модела усвајања	Истраживање уводи проширени <i>UTAUT2</i> модел који укључује поверење и перципирану релевантност у усвајању блокчејна у моди.	Постојећи модели усвајања блокчејна не узимају у обзир поверење као примарну бригу потрошача [29]. Предложени модел пружа свеобухватнији теоријски оквир.	Будућа истраживања треба да тестирају и унапреде овај модел у различитим модним сегментима, како би се осигурала његова применљивост међу разноврсним групама потрошача.
Стратегија бренда и интеграција на тржишту	Брендови треба да позиционирају блокчејн као алат који омогућава поверење, а не само као иновацију у ланцу снабдевања.	Претходна истраживања истичу ефикасност блокчејна и спречавање превара, док резултати овог истраживања показују да потрошачи високо вреднују етичко порекло и транспарентност [123].	Блокчејн треба представити као средство за јачање интегритета бренда, а не само као техничко решење.
Сарадња регулаторних тела и индустрије	Стратешке сарадње са трговцима и регулаторима могу убрзати усвајање блокчејна.	Иако блокчејн подстиче децентрализацију, неопходни су регулаторна јасноћа и партнерства за успешну примену [114].	Модни брендови треба да сарађују са регулаторним телима и индустријским коалицијама ради успостављања заједничких стандарда аутентификације.

Резултати истраживања у оквиру дисертације су показали да очекувани напор, перципирана ефикасност и друштвени утицај имају значајан утицај на усвајање блокчејн технологије међу крајњим корисницима. Крајњи корисници су посебно усмерени на употребљивост блокчејн система и перципирану безбедност својих трансакција. Ови налази наглашавају значај развоја интерфејса који су једноставни за употребу, примене робусних мера безбедности, као и спровођења едукативних кампања ради јачања поверења потрошача и њихове спремности да усвоје ову технологију. Увид добијен из истраживања у оквиру дисертације доприноси теоријским моделима усвајања технологије, истовремено истичући улогу очекиваног напора, перципиране ефикасности и друштвеног утицаја у процесу усвајања.

Резултати имају практичан значај за све учеснике у ланцу снабдевања модне индустрије. Дизајнери могу осигурати интегритет и аутентичност својих производа, чиме се јача репутација брэнда и поверење потрошача. Добављачи имају користи од могућности блокчејна да прати и верификује читав производни процес, чиме се обезбеђује квалитет производа и усклађеност са индустријским стандардима. Дистрибутери могу користити блокчејн за проверу аутентичности производа пре дистрибуције, што смањује могућност да фалсификовани производи уђу на тржиште.

Како бисмо оперативнo применили ове увиде, развијена је децентрализована апликација (*DApp*), специјално дизајнирана за мала модна предузећа. Апликација обухвата праћење порекла и аутентичности производа засновано на блокчејн технологији, размену података и евидентирање кључних активности између модног дизајнера, добављача материјала, произвођача, лабораторијског техничара, тестера квалитета, финансијског и маркетиншког асистента. Спроведена је валидација и корисничка евалуација развијене децентрализоване апликације, са циљем процене њене употребљивости, функционалне ефикасности и потенцијалних техничких или организационих препрека. Добијени резултати представљају основу за даља унапређења решења пре његове шире примене у модној индустрији. Аутентификација путем блокчејна може помоћи трговцима на мало да изграде поверење са потрошачима нудећи верификоване информације о производу и његовом пореклу, што доводи до већег задовољства и лојалности купаца. На крају, крајњи потрошачи могу доносити информисане одлуке ослањајући се на јасно доступне информације.

8.3 Ограничења истраживања

Истраживање представљено у овој дисертацији које се односи на испитивања спремности корисника за усвајање блокчејн технологије у модној индустрији има и своја ограничења која се односе на циљну групу испитаника, која се првенствено састојала од млађих особа већ упознатих са онлајн куповином и заинтересованих за модне трендове. Поред изазова повезаних са реалном применом, још једно ограничење јесте и тренутни фокус на перспективу потрошача у процесу валидације модела.

Иако ова група представља важан сегмент потрошача за процену спремности на увођење блокчејн технологије у модну индустрију, шире и разноврсније узорковање би омогућило свеобухватнији увид у опште ставове и перцепције овој технологији. Многе студије које се баве усвајањем блокчејна у модној индустрији имају значајна ограничења услед неуравнотежених или уских узорака података, где се често бележи прекомерна заступљеност млађих, технолошки писменијих и високо образованих испитаника, док су просечни потрошачи и старије генерације недовољно заступљени [11] [29]. Поједина истраживања се усмеравају на индустријске актере, као што су произвођачи или оператери у ланцу снабдевања, уместо на саме потрошаче, што може довести до занемаривања перспективе крајњих корисника [124]. Чак и велике систематске анализе препознају пристрасност у избору узорка и пристрасност у објављивању резултата као изазове у изградњи репрезентативних скупова података [117].

Слично томе, демографске карактеристике узорка из реализованог истраживања уносе извесне пристрасности које су могле утицати на резултате и ограничити њихову генерализабилност. Старосна структура је била значајно наклоњена млађим генерацијама, чак 55,6% испитаника било је узраста између 20 и 25 година, што одговара генерацији Z (рођени између 1995. и 2012. године). Као „дигитални домороци“, припадници ове генерације имају већу технолошку писменост и отвореност ка иновацијама као што је блокчејн. Насупрот томе, старије генерације, укључујући миленијалце (1981–1996) и посебно генерацију X (1965–1979), која је склонија скепси према новим технологијама, биле су значајно недовољно заступљене. Овај дисбаланс је вероватно допринео повећаној перцепцији спремности потрошача да усвоје модне производе са блокчејн аутентификацијом. Полна структура узорка, где је 63,1% испитаника идентификовано као жене, одражава стварност да су жене доминантни потрошачи у модној индустрији. Иако овај однос одговара индустријској стварности, он је могао утицати и на резултате, будући да жене често показују веће интересовање за етичко порекло, аутентичност и транспарентност бренда. Уравнотеженији полни узорак би могао показати да ли мушкарци придају већу важност другим факторима при усвајању блокчејн технологије.

Ниво образовања узорка такође показује извесну неравнотежу, 48,1% испитаника имало је универзитетску диплому, док је 17,4% имало постдипломско образовање. Високо образовани појединци имају већу вероватноћу да разумеју блокчејн технологију и њене предности, што може довести до позитивнијих ставова. Ово, међутим, не одражава нужно ставове потрошача са нижим нивоом образовања, којима блокчејн може деловати мање релевантно или недовољно доступно. Статус запослења је још један фактор који уноси потенцијалну пристрасност, 56% испитаника били су студенти, што може утицати на њихов став према финансијским аспектима. Студенти имају другачије потрошачке навике и мању куповну моћ у односу на запослене професионалце, што може довести до искривљене слике о томе како ценовно осетљиви потрошачи перципирају модне производе са блокчејн аутентификацијом.

Добро познавање блокчејн технологије, које је пријавило 72,6% испитаника, представља још једно ограничење. Потрошачи који су већ упознати са блокчејном имају већу вероватноћу да га доживљавају позитивно. Насупрот томе, широка потрошачка јавност, која у великој мери није упозната са овом технологијом, могла би показати већу резервисаност или скепсу, што чини резултате ове студије оптимистичнијим него што је то у стварности.

Једно од ограничења емпиријског дела истраживања односи се на коначну структуру мерног модела у оквиру *SmartPLS* анализе. Након искључивања индикатора који нису испунили препоручене критеријуме поузданости и валидности, поједини конструкти су остали представљени једним индикатором. То се односи на конструкте очекивани напор (*EE*), навике (*HT*), друштвени утицај (*SI*) и поверење (*TR*). Овакво решење омогућило је задржавање теоријски релевантних конструката у структурном моделу, али истовремено представља ограничење јер код једноиндикаторских конструката није могуће проценити унутрашњу конзистентност на исти начин као код конструката мерених већим бројем индикатора.

Једно од кључних ограничења истраживања у оквиру ове дисертације је тешкоћа у валидацији предложеног модела у реалним условима, пре свега због изазова у успостављању сарадње са великим модним компанијама и добијања приступа њиховим ланцима снабдевања. Аутентификација путем блокчејна захтева беспрекорну интеграцију више стејкхолдера, укључујући произвођаче, добављаче, логистичке компаније, трговце и крајње потрошаче. Многе компаније су невољне да деле поверљиве податке, уводе нове системе или ремете постојеће пословне токове, што додатно компликује реалну валидацију модела. Иако симулације могу послужити као почетни доказ концепта, оне не могу у потпуности обухватити логистичке, технолошке и организационе изазове који прате примену у индустријском обиму. Ограничења истраживања односе се и на реализовано анкетање представника малих модних брендова и учесника модног ланца снабдевања. Иако је анкета

омогућила увид у ставове потенцијалних корисника о корисности и прихватљивости апликације, узорак је био ограничен.

Још једно ограничење односи се на чињеницу да развијена апликација у тренутној фази не обухвата све технологије предвиђене предложеним моделом. Иако су имплементирани кључни елементи који се односе на блокчејн технологију, паметне уговоре, евидентирање важних пословних догађаја и корисничке улоге, напредне функционалности као што су потпуна интеграција са *IoT* уређајима, напредна анализа података и шира примена вештачке интелигенције нису у потпуности реализоване.

8.4 Научни и стручни доприноси

Најзначајнији допринос ове дисертације је развој модела пројектно-заснованог праћења порекла и аутентичности производа у модној индустрији применом блокчејн технологије. Оваквим приступом очекује се унапређење транспарентности и ефикасности управљања ланцима снабдевања, повећање поверења потрошача и подстицање усвајања иновативних дигиталних решења у модном сектору.

Очекивани кључни научни доприноси су:

- Идентификација и концептуализација комплексних релација које владају у модном ланцу снабдевања, са фокусом на праћење порекла и аутентичности производа.
- Разматрање постојећих модела примене блокчејн технологије у управљању ланцима снабдевања и критички осврт на њихове могућности и ограничења.
- Истраживачко-теоријско-методолошка концептуализација примене блокчејн технологије и *DevOps* приступа у модној индустрији.
- Указивање на значај дигиталне безбедности и поверења у пословању стејкхолдера модног ланца снабдевања.
- Развој модела пројектно-заснованог праћења порекла и аутентичности модних производа применом блокчејн технологије.
- Моделирање и приказ концептуалног модела, архитектуре система и токова података у оквиру децентрализованог апликационог решења (*DApp*).
- Формални опис модела и дефинисање кључних функционалности децентрализоване апликације.
- Дизајн инфраструктуре за имплементацију предложеног модела у контексту малог модног ланца снабдевања.
- Емпиријско истраживање спремности крајњих корисника за усвајање блокчејн-аутентификованих производа применом модификованог *UTAUT2* модела.
- Валидација и корисничка евалуација развијене децентрализоване апликације од стране модних брендова и учесника у ланцу снабдевања, уз процену прихватљивости и корисности система, као и анализу његовог потенцијалног утицаја на ефикасност, транспарентност и сарадњу у модној индустрији.
- Унапређење процеса управљања модним ланцем снабдевања кроз интеграцију паметних уговора и аутоматизацију пословних трансакција.
- Дефинисање индикатора за евалуацију предложеног решења и проверу постављених хипотеза, кроз анализу спремности стејкхолдера за коришћење апликације, транспарентности, проверљивости порекла и аутентичности, поверења, смањења грешака, ефикасности процеса и сарадње међу учесницима у модном ланцу снабдевања.

Очекивани стручни доприноси су:

- Систематизација научне и стручне литературе и постојећих решења у области управљања модним ланцима снабдевања са аспекта примене блокчејн технологије.
- Систематизација метода и технологија које се у пракси могу применити за развој паметних уговора и децентрализованих апликација у модној индустрији.

- Дефинисање методолошког оквира за анализу спремности корисника на усвајање блокчејн-аутентификованих производа, прилагођеног специфичностима модне индустрије.
- Развој *proof-of-concept* децентрализоване апликације која ће омогућити праћење порекла и верификацију аутентичности модних производа.

Очекивани друштвени доприноси су:

- Потрошачима ће бити омогућен приступ транспарентним и проверљивим подацима о пореклу, материјалима и производном процесу, што ће подржати доношење информисаних одлука.
- Истраживање доприноси јачању поверења између потрошача и брендова, захваљујући транспарентности и немогућности манипулације подацима.
- Очекује се смањење фалсификовања и превара применом неизмењивих записа и дигиталне верификације.
- Рад подстиче усвајање одрживих и етичких пракси у модној индустрији кроз примену поузданих технолошких решења.
- За стејкхолдере у модном ланцу снабдевања истраживање доноси предности у виду ефикасније сарадње, правовремене размене података и смањења оперативних ризика у пословању.

8.5 Будућа истраживања

Развијени модел пројектно-заснованог праћења порекла и аутентичности модних производа применом блокчејн технологије представља основу за даља истраживања у области дигиталне трансформације модне индустрије. У оквиру дисертације развијена је децентрализована апликација која омогућава праћење порекла материјала, евидентирање кључних корака, проверу аутентичности производа, размену података између учесника и транспарентно бележење важних информација у модном ланцу снабдевања.

Један од главних праваца будућих истраживања односи се на дугорочно тестирање апликације у реалном пословном окружењу. Будућа истраживања треба да испитају како се апликација користи током целокупног животног циклуса производа, од креирања колекције, избора материјала и производње, до тестирања квалитета, продаје и комуникације са купцима. На тај начин било би могуће прецизније утврдити у којој мери апликација заиста скраћује време процесних корака, смањује број грешака и унапређује сарадњу између учесника.

Даља истраживања могу бити усмерена и на проширење узорка и укључивање већег броја различитих модних брендова. У овој дисертацији фокус је био на малим модним брендovima, али би било корисно испитати применљивост модела и код средњих и већих модних компанија, као и код брендова који послују у различитим сегментима тржишта, као што су одржива мода, луксузна мода, ручно рађени производи или онлајн продаја. На тај начин могло би се утврдити да ли је модел опште применљив или је потребно развијати његове прилагођене варијанте.

Још једно важно питање за будућа истраживања јесте провера тачности унетих података. Блокчејн технологија омогућава непроменљивост и проверљивост записа, али не гарантује сама по себи да је податак који је првобитно унет у систем тачан. Због тога је потребно испитати додатне механизме контроле, као што су фотографије, видео записи, дигитални сертификати, *QR* или *NFC* ознаке, потврде више учесника и временске ознаке. Ово је

посебно значајно у деловима који се односе на порекло материјала, статус производње и резултате тестирања квалитета.

Будућа истраживања могу бити усмерена на потпунију интеграцију осталих технологија предвиђених моделом. Вештачка интелигенција би могла да се користи за анализу трендова, препоруке у дизајну, предвиђање потражње и откривање неправилности у ланцу снабдевања. *Cloud* база података би омогућила скалабилно чување података о производима, учесницима, трансакцијама и животном циклусу производа, док би *Big data* могла да се користе за анализу перформанси производње, понашања купаца, ефикасности ланца снабдевања и тржишних трендова. Као додатни правац развоја, могуће је испитати и примену *IoT* уређаја за аутоматско праћење параметара у производњи, складиштењу и транспорту материјала, чиме би се оперативни подаци могли повезати са *cloud* базом и даљом анализом података.

Модел развијен у дисертацији је адаптибилан и може се применити и у другим индустријама у којима су порекло, квалитет, аутентичност и транспарентност од великог значаја. То се може односити на прехранбenu индустрију, фармацеутске производе, козметику, луксузну робу, уметничке предмете и ручно рађене производе. На овај начин било би могуће проценити степен применљивости предложеног модела изван контекста модне индустрије, као и идентификовати његове елементе који показују највећи потенцијал за ширу практичну примену.

9. ЛІТЕРАТУРА

- [1] M. C. Compagnucci, M. Fenwick, and S. Wrbka, Eds., *Smart Contracts: Technological, Business and Legal Perspectives*. Hart Publishing, 2021. doi: 10.5040/9781509937059.
- [2] I. A. Omar, R. Jayaraman, K. Salah, M. Debe, and M. Omar, "Enhancing Vendor Managed Inventory Supply Chain Operations Using Blockchain Smart Contracts," *IEEE Access*, vol. 8, pp. 182704–182719, 2020, doi: 10.1109/ACCESS.2020.3028031.
- [3] P. Shamili and B. Muruganantham, "Enhancing the decentralized application (DApp) for e-commerce by using the Ethereum blockchain," in *Proc. Int. Conf. Recent Trends Comput.*, R. P. Mahapatra et al., Eds. (*Lect. Notes Netw. Syst.*, vol. 341), Singapore: Springer Nature Singapore, 2022, pp. 679–694, doi: 10.1007/978-981-16-7118-0_58.
- [4] M. Christopher, R. Lowson, and H. Peck, "Creating agile supply chains in the fashion industry," *Int. J. Retail Distrib. Manag.*, vol. 32, no. 8, pp. 367–376, Aug. 2004, doi: 10.1108/09590550410546188.
- [5] K. Khurana and M. Ricchetti, "Two decades of sustainable supply chain management in the fashion business, an appraisal," *J. Fash. Mark. Manag.*, vol. 20, no. 1, pp. 89–104, Mar. 2016, doi: 10.1108/JFMM-05-2015-0040.
- [6] "Fashion Supply Chain: Everything You Need to Know." Accessed: Oct. 07, 2025. [Online]. Available: <https://www.oracle.com/retail/fashion/fashion-supply-chain/>
- [7] S. V. Akram et al., "Implementation of Digitalized Technologies for Fashion Industry 4.0: Opportunities and Challenges," *Sci. Program.*, vol. 2022, pp. 1–17, Aug. 2022, doi: 10.1155/2022/7523246.
- [8] B. Wren, "Sustainable supply chain management in the fast fashion Industry: A comparative study of current efforts and best practices to address the climate crisis," *Clean. Logist. Supply Chain*, vol. 4, p. 100032, Jul. 2022, doi: 10.1016/j.clscn.2022.100032.
- [9] L. Ramos, F. Rivas-Echeverría, A. G. Pérez, and E. Casas, "Artificial intelligence and sustainability in the fashion industry: a review from 2010 to 2022," *SN Appl. Sci.*, vol. 5, no. 12, p. 387, Dec. 2023, doi: 10.1007/s42452-023-05587-2.
- [10] S. Cuc, "Unlocking the Potential of Blockchain Technology in the Textile and Fashion Industry," *FinTech*, vol. 2, no. 2, pp. 311–326, May 2023, doi: 10.3390/fintech2020018.
- [11] D. Hindarto, S. Alim, and F. Hendrata, "Uncovering Blockchain's Potential for Supply Chain Transparency: Qualitative Study on the Fashion Industry," *sinkron*, vol. 8, no. 2, pp. 1107–1115, Apr. 2024, doi: 10.33395/sinkron.v8i2.13590.
- [12] A. Badhwar, S. Islam, and C. S. L. Tan, "Exploring the potential of blockchain technology within the fashion and textile supply chain with a focus on traceability, transparency, and product authenticity: A systematic review," *Front. Blockchain*, vol. 6, p. 1044723, Feb. 2023, doi: 10.3389/fbloc.2023.1044723.
- [13] R. Saxena, D. Arora, V. Nagar, and S. Mahapatra, "Bitcoin: A Digital Cryptocurrency," in *Blockchain Technology: Applications and Challenges*, vol. 203, S. K. Panda, A. K. Jena, S. K. Swain, and S. C. Satapathy, Eds., in Intelligent Systems Reference Library, vol. 203. , Cham: Springer International Publishing, 2021, pp. 13–28. doi: 10.1007/978-3-030-69395-4_2.
- [14] M. Alazab, S. Alhyari, A. Awajan, and A. B. Abdallah, "Blockchain technology in supply chain management: an empirical study of the factors affecting user adoption/acceptance," *Clust. Comput.*, vol. 24, no. 1, pp. 83–101, Mar. 2021, doi: 10.1007/s10586-020-03200-4.
- [15] E. K. Penney, J. Agyei, E. K. Boadi, E. Abrokwah, and R. Ofori-Boafo, "Understanding Factors That Influence Consumer Intention to Use Mobile Money Services: An Application of UTAUT2 With Perceived Risk and Trust," *Sage Open*, vol. 11, no. 3, p. 21582440211023188, Jul. 2021, doi: 10.1177/21582440211023188.
- [16] M. D. Karumanchi, J. I. Sheeba, and S. P. Devaneyan, "Cloud Based Supply Chain Management System Using Blockchain," in *2019 4th International Conference on Electrical,*

Electronics, Communication, Computer Technologies and Optimization Techniques (ICEECCOT), Mysuru, India: IEEE, Dec. 2019, pp. 390–395. doi: 10.1109/ICEECCOT46775.2019.9114692.

- [17] K. O. Park, “A Study on Sustainable Usage Intention of Blockchain in the Big Data Era: Logistics and Supply Chain Management Companies,” *Sustainability*, vol. 12, no. 24, p. 10670, Dec. 2020, doi: 10.3390/su122410670.
- [18] A. Chang, N. El-Rayes, and J. Shi, "Blockchain Technology for Supply Chain Management: A Comprehensive Review," *FinTech*, vol. 1, no. 2, pp. 191–205, Jun. 2022, doi: 10.3390/fintech1020015.
- [19] P. Chawla, A. Kumar, A. Nayyar, and M. Naved, *Blockchain, IoT, and AI Technologies for Supply Chain Management*. CRC Press, 2023.
- [20] M.-K. Kieu, R. Nayak, and M. Akbari, "AI-enabled Integration in the Supply Chain: A Solution in the Digitalization Era," *J. Resilient Econ.*, vol. 2, no. 1, pp. 115–122, 2022, doi: 10.25120/jre.2.1.2022.3919.
- [21] D. Sovtić, A. Trpkov, M. Radenković, S. Popović, and A. Labus, “Examining Readiness to Buy Fashion Products Authenticated with Blockchain,” *J. Theor. Appl. Electron. Commer. Res.*, vol. 20, no. 2, p. 119, Jun. 2025, doi: 10.3390/jtaer20020119.
- [22] A. Rejeb, J. G. Keogh, and H. Treiblmaier, “Leveraging the Internet of Things and Blockchain Technology in Supply Chain Management,” *Future Internet*, vol. 11, no. 7, p. 161, Jul. 2019, doi: 10.3390/fi11070161.
- [23] M. Hussain *et al.*, “Blockchain-Based IoT Devices in Supply Chain Management: A Systematic Literature Review,” *Sustainability*, vol. 13, no. 24, p. 13646, Dec. 2021, doi: 10.3390/su132413646.
- [24] E. A. Shammar, A. T. Zahary, and A. A. Al-Shargabi, “A Survey of IoT and Blockchain Integration: Security Perspective,” *IEEE Access*, vol. 9, pp. 156114–156150, 2021, doi: 10.1109/ACCESS.2021.3129697.
- [25] O. Ali, A. Jaradat, A. Kulakli, and A. Abuhlimeh, “A Comparative Study: Blockchain Technology Utilization Benefits, Challenges and Functionalities,” *IEEE Access*, vol. 9, pp. 12730–12749, 2021, doi: 10.1109/ACCESS.2021.3050241.
- [26] G. Habib, S. Sharma, S. Ibrahim, I. Ahmad, S. Qureshi, and M. Ishfaq, “Blockchain Technology: Benefits, Challenges, Applications, and Integration of Blockchain Technology with Cloud Computing,” *Future Internet*, vol. 14, no. 11, p. 341, Nov. 2022, doi: 10.3390/fi14110341.
- [27] N. L. Rane, Ö. Kaya, and J. Rane, "Integrating internet of things, blockchain, and artificial intelligence techniques for intelligent industry solutions," in *Artificial Intelligence, Machine Learning, and Deep Learning for Sustainable Industry 5.0*, N. L. Rane, Ö. Kaya, and J. Rane, Eds. Deep Science Publishing, 2024, doi: 10.70593/978-81-981271-8-1_6.
- [28] G. Caldarelli, A. Zardini, and C. Rossignoli, “Blockchain adoption in the fashion sustainable supply chain: Pragmatically addressing barriers,” *J. Organ. Change Manag.*, vol. 34, no. 2, pp. 507–524, Mar. 2021, doi: 10.1108/JOCM-09-2020-0299.
- [29] H. Singh, G. Jain, N. Kumar, L. Hashimy, and A. Shrivastava, “Blockchain Technology in the Fashion Industry: Virtual Proximity to Business,” *J. Electron. Commer. Organ.*, vol. 20, no. 2, pp. 1–21, Aug. 2022, doi: 10.4018/JECO.300303.
- [30] Z. Zheng, S. Xie, H.-N. Dai, X. Chen, and H. Wang, "Blockchain challenges and opportunities: A survey," *Int. J. Web Grid Serv.*, vol. 14, no. 4, pp. 352–375, Oct. 2018, doi: 10.1504/IJWGS.2018.095647.
- [31] N. Kshetri, “1 Blockchain’s roles in meeting key supply chain management objectives,” *Int. J. Inf. Manag.*, vol. 39, pp. 80–89, Apr. 2018, doi: 10.1016/j.ijinfomgt.2017.12.005.
- [32] Z. Sun, Q. Xu, and J. Liu, "Is blockchain technology desirable? When considering power structures and consumer preference for blockchain," *INFOR: Inf. Syst. Oper. Res.*, vol. 62, no. 1, 2024, doi: 10.1080/03155986.2023.2287997.

- [33] G. Tripathi, M. A. Ahad, and G. Casalino, "A comprehensive review of blockchain technology: Underlying principles and historical background with future challenges," *Decis. Anal. J.*, vol. 9, p. 100344, Dec. 2023, doi: 10.1016/j.dajour.2023.100344.
- [34] A. Trpkov, D. Sovtic, M. Tomic, A. Labus, and B. Rodic, "Stakeholders' readiness for adopting blockchain in the fashion industry," *Facta Univ. - Ser. Electron. Energ.*, vol. 37, no. 1, pp. 1–28, 2024, doi: 10.2298/FUEE2401001T.
- [35] Md. Rifat Hossain, F. A. Nirob, A. Islam, T. M. Rakin, and Md. Al-Amin, "A Comprehensive Analysis of Blockchain Technology and Consensus Protocols Across Multilayered Framework," *IEEE Access*, vol. 12, pp. 63087–63129, 2024, doi: 10.1109/ACCESS.2024.3395536.
- [36] M. J. Islam, S. Islam, M. Hossain, S. Noor, and S. M. R. Islam, "Securing Blockchain Systems: A Layer-Oriented Survey of Threats, Vulnerability Taxonomy, and Detection Methods," *Future Internet*, vol. 17, no. 5, p. 205, May 2025, doi: 10.3390/fi17050205.
- [37] I. J. Jacob, S. Kolandapalayam Shanmugam, and R. Bestak, Eds., *Expert Clouds and Applications: Proceedings of ICOECA 2022*, vol. 444. in Lecture Notes in Networks and Systems, vol. 444. Singapore: Springer Nature Singapore, 2022. doi: 10.1007/978-981-19-2500-9.
- [38] Y. Gilad, R. Hemo, S. Micali, G. Vlachos, and N. Zeldovich, "Algorand: Scaling Byzantine Agreements for Cryptocurrencies," in *Proceedings of the 26th Symposium on Operating Systems Principles*, Shanghai China: ACM, Oct. 2017, pp. 51–68. doi: 10.1145/3132747.3132757.
- [39] G. Katten, "Issuing Green Bonds on the Algorand Blockchain," Aug. 23, 2021, *arXiv*: arXiv:2108.10344. doi: 10.48550/arXiv.2108.10344.
- [40] G. Varavallo, G. Caragnano, F. Bertone, L. Verneti-Prot, and O. Terzo, "Traceability Platform Based on Green Blockchain: An Application Case Study in Dairy Supply Chain," *Sustainability*, vol. 14, no. 6, p. 3321, Mar. 2022, doi: 10.3390/su14063321.
- [41] M. Ashraf and C. Heavey, "A Prototype of Supply Chain Traceability using Solana as blockchain and IoT," *Procedia Comput. Sci.*, vol. 217, pp. 948–959, 2023, doi: 10.1016/j.procs.2022.12.292.
- [42] T. A. Alghamdi, R. Khalid, and N. Javaid, "A Survey of Blockchain Based Systems: Scalability Issues and Solutions, Applications and Future Challenges," *IEEE Access*, vol. 12, pp. 79626–79651, 2024, doi: 10.1109/ACCESS.2024.3408868.
- [43] M. Tomić, D. Sovtić, A. Trpkov, B. Rodić, and A. Labus, "Blockchain-based healthcare ecosystem," *E-Business Technologies Conference Proceedings*, vol. 3, no. 1, pp. 203–210, Jun. 2023. [Online]. Available: <https://www.ebt.rs/journals/index.php/conf-proc/article/view/159>
- [44] M. Kostić-Stanković, I. Mijatović, and J. Krivokapić, Eds., *Proceedings of the International Conference SymOrg 2024 — XIX International Symposium "Unlocking Hidden Potentials of Organizations: Merging the Human and the Digital"*, Zlatibor, Serbia: University of Belgrade, Faculty of Organizational Sciences, Jun. 2024.
- [45] M. Kocareva Ranisavljev, M. Reljić, and N. Maksimović, "Primena računarskih sistema u modnoj industriji sa tendencijom prilagođavanja unikatnih modela serijskoj proizvodnji," in *Proceedings of the International Scientific Conference - Synthesis 2015*, Belgrade, Serbia: Singidunum University, 2015, pp. 248–253. doi: 10.15308/Synthesis-2015-248-253.
- [46] B. Wang, W. Luo, A. Zhang, Z. Tian, and Z. Li, "Blockchain-enabled circular supply chain management: A system architecture for fast fashion," *Comput. Ind.*, vol. 123, p. 103324, Dec. 2020, doi: 10.1016/j.compind.2020.103324.
- [47] P. Dutta, T.-M. Choi, S. Somani, and R. Butala, "Blockchain technology in supply chain operations: Applications, challenges and research opportunities," *Transp. Res. Part E Logist. Transp. Rev.*, vol. 142, p. 102067, Oct. 2020, doi: 10.1016/j.tre.2020.102067.
- [48] D. Di Francesco Maesa and P. Mori, "Blockchain 3.0 applications survey," *J. Parallel Distrib. Comput.*, vol. 138, pp. 99–114, Apr. 2020, doi: 10.1016/j.jpdc.2019.12.019.

- [49] P. Popovski, W. Soussou, and S. P. Webb, "A brief history of blockchain: An investor's perspective," *LegalTech News*, vol. 3, 2018. [Online]. Available: <https://pbwt2.gjassets.com/content/uploads/2018/05/010051804-Patterson2.pdf>
- [50] Z. Zheng *et al.*, "An Overview on Smart Contracts: Challenges, Advances and Platforms," *Future Gener. Comput. Syst.*, vol. 105, pp. 475–491, Apr. 2020, doi: 10.1016/j.future.2019.12.019.
- [51] A. Giri, A. V. Sagarnal, C. R., and A. Dammur, "Enhancing Efficiency in Smart Grid Billing with Blockchain Technology and Smart Contracts," in *2024 2nd International Conference on Sustainable Computing and Smart Systems (ICSCSS)*, Coimbatore, India: IEEE, Jul. 2024, pp. 586–594. doi: 10.1109/ICSCSS60660.2024.10625244.
- [52] Y. Huang, Y. Bian, R. Li, J. L. Zhao, and P. Shi, "Smart Contract Security: A Software Lifecycle Perspective," *IEEE Access*, vol. 7, pp. 150184–150202, 2019, doi: 10.1109/ACCESS.2019.2946988.
- [53] J. Niu and Z. Ren, "A self-sovereign identity management scheme using smart contracts," *MATEC Web Conf.*, vol. 336, p. 08005, 2021, doi: 10.1051/mateconf/202133608005.
- [54] A. I. Ahmed *et al.*, "Blockchain and Smart Contracts: Enabling Trustworthy and Decentralized Digital Transactions," in *2024 36th Conference of Open Innovations Association (FRUCT)*, Lappeenranta, Finland: IEEE, Oct. 2024, pp. 262–271. doi: 10.23919/FRUCT64283.2024.10749910.
- [55] L. Judijanto, Z. Anwar, H. Budi, E. Sudarmanto, and H. Sutanto, "The Impact of Smart Contracts and Decentralized Finance Platforms on Transaction Costs in Indonesia's Traditional Economy," *Es Econ. Entrep.*, vol. 3, no. 02, Dec. 2024, doi: 10.58812/esee.v3i02.378.
- [56] S. Sayeed, H. Marco-Gisbert, and T. Caira, "Smart Contract: Attacks and Protections," *IEEE Access*, vol. 8, pp. 24416–24427, 2020, doi: 10.1109/ACCESS.2020.2970495.
- [57] Q. Lu and X. Xu, "Adaptable Blockchain-Based Systems: A Case Study for Product Traceability," *IEEE Softw.*, vol. 34, no. 6, pp. 21–27, Nov. 2017, doi: 10.1109/MS.2017.4121227.
- [58] J. Sunny, N. Undralla, and V. Madhusudanan Pillai, "Supply chain transparency through blockchain-based traceability: An overview with demonstration," *Comput. Ind. Eng.*, vol. 150, p. 106895, Dec. 2020, doi: 10.1016/j.cie.2020.106895.
- [59] J. J. Bullón Pérez, A. Queiruga-Dios, V. Gayoso Martínez, and Á. Martín Del Rey, "Traceability of Ready-to-Wear Clothing through Blockchain Technology," *Sustainability*, vol. 12, no. 18, p. 7491, Sep. 2020, doi: 10.3390/su12187491.
- [60] P. Helo and Y. Hao, "Blockchains in operations and supply chains: A model and reference implementation," *Comput. Ind. Eng.*, vol. 136, pp. 242–251, Oct. 2019, doi: 10.1016/j.cie.2019.07.023.
- [61] M. A. Khan and K. Salah, "IoT security: Review, blockchain solutions, and open challenges," *Future Gener. Comput. Syst.*, vol. 82, pp. 395–411, May 2018, doi: 10.1016/j.future.2017.11.022.
- [62] S. Zafar, K. M. Bhatti, M. Shabbir, F. Hashmat, and A. H. Akbar, "Integration of blockchain and Internet of Things: challenges and solutions," *Ann. Telecommun.*, vol. 77, no. 1–2, pp. 13–32, Feb. 2022, doi: 10.1007/s12243-021-00858-8.
- [63] H.-J. Kim, "TPS analysis, performance indicator of public blockchain scalability," *J. Internet Comput. Serv.*, vol. 20, no. 5, pp. 71–79, 2019, doi: 10.7472/jksii.2019.20.5.71.
- [64] 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, p. 9174, Nov. 2023, doi: 10.3390/s23229174.
- [65] 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, p. 1304, Feb. 2022, doi: 10.3390/s22041304.

- [66] 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, 2024, (*Lect. Notes Netw. Syst.*, vol. 801), pp. 377–383, doi: 10.1007/978-3-031-45648-0_37.
- [67] B. Pillai, K. Biswas, and V. Muthukkumarasamy, "Blockchain Interoperable Digital Objects," in *Blockchain – ICBC 2019*, vol. 11521, J. Joshi, S. Nepal, Q. Zhang, and L.-J. Zhang, Eds., in *Lecture Notes in Computer Science*, vol. 11521, Cham: Springer International Publishing, 2019, pp. 80–94. doi: 10.1007/978-3-030-23404-1_6.
- [68] A. Moretto, L. Macchion, A. Lion, F. Caniato, P. Danese, and A. Vinelli, "Designing a roadmap towards a sustainable supply chain: A focus on the fashion industry," *J. Clean. Prod.*, vol. 193, pp. 169–184, Aug. 2018, doi: 10.1016/j.jclepro.2018.04.273.
- [69] T. K. Agrawal, V. Kumar, R. Pal, L. Wang, and Y. Chen, "Blockchain-based framework for supply chain traceability: A case example of textile and clothing industry," *Comput. Ind. Eng.*, vol. 154, p. 107130, Apr. 2021, doi: 10.1016/j.cie.2021.107130.
- [70] G. M. Hastig and M. S. Sodhi, "Blockchain for supply chain traceability: Business requirements and critical success factors," *Prod. Oper. Manag.*, vol. 29, no. 4, pp. 935–954, Apr. 2020, doi: 10.1111/poms.13147.
- [71] H. Hellani, L. Sliman, A. E. Samhat, and E. Exposito, "On Blockchain Integration with Supply Chain: Overview on Data Transparency," *Logistics*, vol. 5, no. 3, p. 46, Jul. 2021, doi: 10.3390/logistics5030046.
- [72] Vasanthraj, A. Kaur, V. Potdar, and H. Agrawal, "Industry 4.0 Adoption in Food Supply Chain to Improve Visibility and Operational Efficiency—A Content Analysis," *IEEE Access*, vol. 11, pp. 73922–73958, 2023, doi: 10.1109/ACCESS.2023.3295780.
- [73] H. Taherdoost, "Smart Contracts in Blockchain Technology: A Critical Review," *Information*, vol. 14, no. 2, p. 117, Feb. 2023, doi: 10.3390/info14020117.
- [74] I. Lönnfält and J. Sandqvist, "Blockchains, the new fashion in supply chains? The compatibility of blockchain configurations in supply chain management in the fast fashion industry," M.S. thesis, Innovation and Industrial Management, School of Business, Economics and Law, University of Gothenburg, Gothenburg, Sweden, 2018. [Online]. Available: <https://gupea.ub.gu.se/items/9d2046cc-aa01-4993-b9f3-bc4f5d9f1427>
- [75] N. Kshetri, "Can Blockchain Strengthen the Internet of Things?," *IT Prof.*, vol. 19, no. 4, pp. 68–72, 2017, doi: 10.1109/MITP.2017.3051335.
- [76] N. C. Muggulla, "Potential application of blockchains in fashion/apparel supply chains," M.S. thesis, School of Business, National College of Ireland, Dublin, Ireland, 2022. [Online]. Available: <https://norma.ncirl.ie/6379/>
- [77] Y. Wang, J. Lin, and T.-M. Choi, "Gray market and counterfeiting in supply chains: A review of the operations literature and implications to luxury industries," *Transp. Res. E: Logist. Transp. Rev.*, vol. 133, art. no. 101823, Jan. 2020, doi: 10.1016/j.tre.2019.101823.
- [78] U. Tokkozhina, A. L. Martins, and J. C. Ferreira, "Use of Blockchain Technology to Manage the Supply Chains: Comparison of Perspectives between Technology Providers and Early Industry Adopters," *J. Theor. Appl. Electron. Commer. Res.*, vol. 17, no. 4, pp. 1616–1632, Dec. 2022, doi: 10.3390/jtaer17040082.
- [79] T. De Vass, H. Shee, and S. Miah, "IoT in Supply Chain Management: Opportunities and Challenges for Businesses in Early Industry 4.0 Context," *Oper. Supply Chain Manag. Int. J.*, pp. 148–161, Jan. 2021, doi: 10.31387/oscm0450293.
- [80] V. Charles, A. Emrouznejad, and T. Gherman, "A critical analysis of the integration of blockchain and artificial intelligence for supply chain," *Ann. Oper. Res.*, vol. 327, no. 1, pp. 7–47, Aug. 2023, doi: 10.1007/s10479-023-05169-w.
- [81] 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. 08, 2025. [Online]. Available: <https://rfos.fon.bg.ac.rs/handle/123456789/2877>
- [82] L. Besancon, C. F. Da Silva, P. Ghodous, and J.-P. Gelas, "A Blockchain Ontology for DApps Development," *IEEE Access*, vol. 10, pp. 49905–49933, 2022, doi: 10.1109/ACCESS.2022.3173313.
- [83] J. Nasir Qureshi, M. Shoaib Farooq, U. Ali, A. Khelifi, and Z. Atal, "Exploring the Integration of Blockchain and Distributed DevOps for Secure, Transparent, and Traceable Software Development," *IEEE Access*, vol. 13, pp. 15489–15502, 2025, doi: 10.1109/ACCESS.2024.3509036.
- [84] Z. Zhao, C. Rong, and M. G. Jaatun, "A Trustworthy Blockchain-based Decentralised Resource Management System in the Cloud," in *2020 IEEE 26th International Conference on Parallel and Distributed Systems (ICPADS)*, Hong Kong: IEEE, Dec. 2020, pp. 617–624. doi: 10.1109/ICPADS51040.2020.00086.
- [85] D. Sovtić, J. Trajković, and A. Labus, "Decentralized PHR application," in *Proc. Int. Conf. SymOrg 2024 — XIX Int. Symp. "Unlocking Hidden Potentials of Organizations: Merging the Human and the Digital"*, M. Kostić-Stanković, I. Mijatović, and J. Krivokapić, Eds., Zlatibor, Serbia: Univ. Belgrade, Fac. Org. Sci., Jun. 2024, pp. 492–498. [Online]. Available: <https://symorg.fon.bg.ac.rs/documents/archive/Zbornik-SymOrg-2024.pdf>
- [86] L. Marković, A. Labus, B. Rodić, D. Sovtić, and A. Trpkov, "E-recruitment powered by artificial intelligence and blockchain-based competency passports," *Zb. rad. Međunar. naučne konf. digit. ekon. DIEC*, vol. 8, pp. 5–25, 2025.
- [87] C. Noteboom, A. Sekar, and D. Tech, "Adapting project management life cycles for blockchain implementation: A thematic pilot study," *Issues Inf. Syst.*, vol. 26, no. 1, pp. 141–153, 2025, doi: 10.48009/1_iis_111.
- [88] I. D. M. Surung, I. P. A. Bayupati, and I. G. A. Agung Ayu Putri, "The implementation of ERP in supply chain management: A systematic literature review," *Int. J. Inf. Educ. Electron. Eng.*, vol. 12, no. 3, pp. 11–19, 2020, doi: 10.22232/ijieeb.2020.12.3.02.
- [89] V. Venkatesh, J. Y. L. Thong, and X. Xu, "Consumer acceptance and use of information technology: Extending the unified theory of acceptance and use of technology," *MIS Q.*, vol. 36, no. 1, pp. 157–178, Mar. 2012, doi: 10.2307/41410412.
- [90] J. A. Kumar and B. Bervell, "Google Classroom for mobile learning in higher education: Modelling the initial perceptions of students," *Educ. Inf. Technol.*, vol. 24, no. 2, pp. 1793–1817, Mar. 2019, doi: 10.1007/s10639-018-09858-z.
- [91] F. D. Davis, "Perceived Usefulness, Perceived Ease of Use, and User Acceptance of Information Technology," *MIS Q.*, vol. 13, no. 3, p. 319, Sep. 1989, doi: 10.2307/249008.
- [92] S. S. Al-Gahtani, "Modeling the electronic transactions acceptance using an extended technology acceptance model," *Appl. Comput. Inform.*, vol. 9, no. 1, pp. 47–77, Jan. 2011, doi: 10.1016/j.aci.2009.04.001.
- [93] M. Koufaris, "Applying the Technology Acceptance Model and Flow Theory to Online Consumer Behavior," *Inf. Syst. Res.*, vol. 13, no. 2, pp. 205–223, Jun. 2002, doi: 10.1287/isre.13.2.205.83.
- [94] 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," *Int. J. Inf. Manag.*, vol. 57, p. 102269, Apr. 2021, doi: 10.1016/j.ijinfomgt.2020.102269.
- [95] 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," *Telemat. Inform.*, vol. 58, p. 101529, May 2021, doi: 10.1016/j.tele.2020.101529.
- [96] M. Blut *et al.*, "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," *J. Assoc. Inf. Syst.*, vol. 23, no. 1, pp. 13–95, 2022, doi: 10.17705/1jais.00719.

- [97] M. Limayem, S. G. Hirt, and C. M. K. Cheung, "How habit limits the predictive power of intention: The case of information systems continuance," *MIS Q.*, vol. 31, no. 4, pp. 705–737, Dec. 2007, doi: 10.2307/25148817.
- [98] S. Wong, J. K. W. Yeung, Y.-Y. Lau, T. Kawasaki, and R. Kwong, "A Critical Literature Review on Blockchain Technology Adoption in Supply Chains," *Sustainability*, vol. 16, no. 12, p. 5174, Jun. 2024, doi: 10.3390/su16125174.
- [99] A. Raman and Y. Don, "Preservice Teachers' Acceptance of Learning Management Software: An Application of the UTAUT2 Model," *Int. Educ. Stud.*, vol. 6, no. 7, p. p157, Jun. 2013, doi: 10.5539/ies.v6n7p157.
- [100] P. Thangavel, P. Pathak, and B. Chandra, "Millennials and Generation Z: a generational cohort analysis of Indian consumers," *Benchmarking Int. J.*, vol. 28, no. 7, pp. 2157–2177, Aug. 2021, doi: 10.1108/BIJ-01-2020-0050.
- [101] J. M. Twenge, *Generations: The Real Differences Between Gen Z, Millennials, Gen X, Boomers, and Silents—and What They Mean for America's Future*. New York, NY: Atria Books, 2023.
- [102] M. Sarstedt and Y. Liu, "Advanced marketing analytics using partial least squares structural equation modeling (PLS-SEM)," *J. Mark. Anal.*, vol. 12, no. 1, pp. 1–5, Mar. 2024, doi: 10.1057/s41270-023-00279-7.
- [103] "Notes on linear regression analysis | Request PDF." Accessed: Oct. 21, 2025. [Online]. Available: https://www.researchgate.net/publication/362030796_Notes_on_linear_regression_analysis
- [104] A. Kraljic and A. Pestek, "An application of UTAUT2 model in exploring the impact of quality of technology on mobile Internet," *Econ. Rev.: J. Econ. Bus.*, vol. 14, no. 2, pp. 66–76, 2016.
- [105] M. P. Libório, A. M. A. Diniz, D. A. G. Vieira, and P. I. Ekel, "Subjective–objective method of maximizing the average variance extracted from sub-indicators in composite indicators," *Soc. Indic. Res.*, vol. 175, no. 2, pp. 613–637, Nov. 2024, doi: 10.1007/s11205-024-03385-w.
- [106] J. Henseler, C. M. Ringle, and M. Sarstedt, "A new criterion for assessing discriminant validity in variance-based structural equation modeling," *J. Acad. Mark. Sci.*, vol. 43, no. 1, pp. 115–135, Jan. 2015, doi: 10.1007/s11747-014-0403-8.
- [107] N. Kock and G. Lynn, "Lateral collinearity and misleading results in variance-based SEM: An illustration and recommendations," *J. Assoc. Inf. Syst.*, vol. 13, no. 7, pp. 546–580, Jul. 2012, doi: 10.17705/1jais.00302.
- [108] M. Simić, M. Despotović-Zrakić, and A. Labus, "A Methodological Approach for the Promotion of a New Fashion Brand Based on a Digital Marketing Strategy," in *Sustainable Business Management and Digital Transformation: Challenges and Opportunities in the Post-COVID Era*, M. Mihić, S. Jednak, and G. Savić, Eds., Cham: Springer International Publishing, 2023, pp. 255–277. doi: 10.1007/978-3-031-18645-5_16.
- [109] B. Radenković, M. Despotović-Zrakić, and A. Labus, "Digital Payment Systems: State and Perspectives," in *Digital Transformation of the Financial Industry: Approaches and Applications*, S. Benković, A. Labus, and M. Milosavljević, Eds., Cham: Springer International Publishing, 2023, pp. 203–216. doi: 10.1007/978-3-031-23269-5_12.
- [110] 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.
- [111] S. Milovanović, Z. Bogdanović, A. Labus, D. Barać, and M. Despotović-Zrakić, "An approach to identify user preferences based on social network analysis," *Future Gener. Comput. Syst.*, vol. 93, pp. 121–129, Apr. 2019, doi: 10.1016/j.future.2018.10.028.
- [112] "Развој софтвера оријентисаног на процесе : одабран | COBISS Plus." Accessed: May 15, 2026. [Online]. Available: <https://plus.cobiss.net/cobiss/sr/sr/data/cobib/147648777>

- [113] K. Francisco and D. Swanson, "The Supply Chain Has No Clothes: Technology Adoption of Blockchain for Supply Chain Transparency," *Logistics*, vol. 2, no. 1, p. 2, Jan. 2018, doi: 10.3390/logistics2010002.
- [114] I. Lee and G. Mangalaraj, "Big Data Analytics in Supply Chain Management: A Systematic Literature Review and Research Directions," *Big Data Cogn. Comput.*, vol. 6, no. 1, p. 17, Feb. 2022, doi: 10.3390/bdcc6010017.
- [115] S. L. Sitorus, R. T. H. Safariningsih, A. H. A. N. Karsa, M. A. Komara, and R. Evans, "Optimizing smart contracts and blockchain for sustainable digital fashionpreneurship," *Blockchain Front. Technol.*, vol. 5, no. 1, pp. 37–48, Jul. 2025, doi: 10.34306/bfront.v5i1.814.
- [116] A. Khati Chhetri, "Developing a front-end web app using React," B.S. thesis, Degree Programme in Business Information Technology, Haaga-Helia University of Applied Sciences, Helsinki, Finland, 2024. [Online]. Available: <https://urn.fi/URN:NBN:fi:amk-2024052114132>
- [117] B. Khider Ismail, "Designing and developing an online platform for learning React and Vite for beginners: User-centered data collection integrating surveys and user stories in interviews," B.S. thesis, Degree Programme in Information Technology, Turku University of Applied Sciences, Turku, Finland, 2025. [Online]. Available: <https://urn.fi/urn:nbn:fi:amk-202505241234>
- [118] J. Niederst Robbins, *Learning web design: a beginner's guide to HTML, CSS, Javascript, and web graphics*, 4th ed. Sebastopol, CA: O'Reilly Media, 2012.
- [119] F. Doglio, *Pro REST API Development with Node.js*. Berkeley, CA: Apress, 2015. doi: 10.1007/978-1-4842-0917-2.
- [120] A. Z. Ayezabu, "Supabase vs Firebase: Evaluation of performance and development of progressive web apps," B.S. thesis, Degree Programme in Information Technology, Metropolia University of Applied Sciences, Helsinki, Finland, 2022. [Online]. Available: <https://urn.fi/URN:NBN:fi:amk-2022090920032>
- [121] B. Momjian, *PostgreSQL: introduction and concepts*. Boston, MA: Addison-Wesley, 2001.
- [122] A. Goyal, "Blockchain Wallet for Secure Transactions," *SSRN Electron. J.*, 2024, doi: 10.2139/ssrn.4487894.
- [123] "Application of Blockchain Technology to Ensure Trust between Supply Chain Actors in the Fashion Industry." Accessed: Oct. 10, 2025. [Online]. Available: https://www.researchgate.net/publication/348332055_Application_of_Blockchain_Technology_to_Ensure_Trust_between_Supply_Chain_Actors_in_the_Fashion_Industry
- [124] R. Jayasuriya and R. Sims, "From the abacus to enterprise resource planning: Is blockchain the next big accounting tool?" *Account. Audit. Account. J.*, vol. 36, no. 1, pp. 24–52, 2023, doi: 10.1108/AAAJ-09-2020-4927.

СПИСАК СЛИКА

Слика 1. Основне карактеристике блокчејн платформи [34]	15
Слика 2. Модел пројектно-заснованог праћења порекла и аутентичности модних производа применом блокчејн технологије [21]	25
Слика 3. Стејкхолдери у ланцу снабдевања модне индустрије	27
Слика 4. Архитектура модела пројектно-заснованог праћења порекла и аутентичности модних производа применом блокчејн технологије	31
Слика 5. Основе компоненте модела пројектно заснованог за праћење порекла производа у модној индустрији.....	32
Слика 6. Методолошки оквир за интеграцију <i>DevOps</i> приступа и блокчејн технологије у модни ланац снабдевања	33
Слика 7. Модификовани <i>UTAUT2</i> модел [99].....	43
Слика 8. Резултат <i>PLS-SEM</i> алгоритама изведеног на новом моделу	46
Слика 9. Резултати примене методе <i>bootstrapping-a</i>	50
Слика 10. Почетни прототип <i>DApp</i> апликације за модну индустрију развијен у Figma [110]	52
Слика 11. Архитектура система децентрализоване апликације засноване на блокчејн технологији за праћење порекла и проверу аутентичности модних производа.....	54
Слика 12. Дијаграм секвенци интеракција између учесника децентрализоване апликације.....	55
Слика 13. Приказ свих улога у систему	61
Слика 14. Приказ Login странице	62
Слика 15. Приказ функционалности у оквиру улоге модног дизајнера.....	63
Слика 16. Приказ функционалности у оквиру улоге добављача материјала.....	63
Слика 17. Приказ функционалности у оквиру улоге произвођача	64
Слика 18. Приказ функционалности у оквиру улоге лабораторијског техничара	65
Слика 19. Приказ функционалности у оквиру улоге тестера квалитета	65
Слика 20. Приказ имплементираних паметних уговора	66
Слика 21. Провера услова за уплату средстава	67
Слика 22. Провера услова за прихватање захтева	68
Слика 23. Аутоматска исплата средстава добављачу	68
Слика 24. Потврда трансакције на <i>MetaMask</i> новчанику	69
Слика 25. Приказ трансакције на <i>Etherscan</i> платформи	69
Слика 26. Преглед колекција и развој производа.....	74
Слика 27. Преглед модела у оквиру изабране колекције	75
Слика 28. Преглед производа у продавници.....	76
Слика 29. Страница „Развој модела“ и листа модела дизајнера	77
Слика 30. Приказ странице са већим бројем модела	78
Слика 31. Приказ опције за слање захтева за материјал.....	79
Слика 32. Приказ странице добављача материјала и таба „Моје залихе“	81
Слика 33. Прозор за унос података о новим залихама.....	82
Слика 34. Приказ захтева дизајнера и обрада изабраног захтева	83
Слика 35. Приказ пристиглих материјала код произвођача	85
Слика 36. Приказ налога за шивење	87
Слика 37. Приказ пристиглих производа од произвођача	89
Слика 38. Прозор за враћање производа на дораду	90
Слика 39. Потврда слања производа на тестирање	91
Слика 40. Обавештење о успешно послатом производу на тестирање	92
Слика 41. Приказ производа који чекају тестирање и избор организације стандарда	93
Слика 42. Приказ врста тестова за изабрану организацију стандарда	94
Слика 43. Форма за унос резултата лабораторијског теста.....	95
Слика 44. Приказ колекције и модела у прегледу квалитета	98

СПИСАК ТАБЕЛА

Табела 1. Елементи блокчејна	13
Табела 2. Улоге и активности стејкхолдера у ланцу снабдевања модне индустрије [21]	28
Табела 3. Фазе пројекта, кораци увођења блокчејна и повезаност са <i>devops</i> процесима	38
Табела 4. Демографске карактеристике испитаника [58]	44
Табела 5. Процена валидности модела мерења латентних варијабли [58]	47
Табела 6. Измерене <i>cross-loading</i> вредности [58]	48
Табела 7. <i>Fornell–Larcker</i> критеријум [58]	48
Табела 8. <i>HTMT</i> критеријум дискриминантне валидности	49
Табела 9. Измерене VIF вредности [58]	49
Табела 10. Тестирање хипотеза [58]	50
Табела 11. Кључни теоријски и менаџерски доприноси предложеног модела [58]	106
Табела 12. Теоријске и практичне импликације истраживања [58]	107

ПРИЛОЗИ

ПРИЛОГ 1: Табела са приказом свих питања разврстаних по конструктима

МОДЕРИШУЋЕ ВАРИЈАБЛЕ	
Године	Колико имате година?
Пол	Ког сте пола?
Едукација	Који је ваш ниво образовања?
Статус	Који је ваш тренутни статус?
НЕЗАВИСНЕ ПРОМЕНЉИВЕ	
Очекивани напор	<ol style="list-style-type: none"> 1. Да ли сте упознати са специфичним погодностима које примена блокчејн технологије нуди у процесу производње у модној индустрији? 2. На скали од 1 до 5, оцените колико вам је лако да се определите за модне брендове који вам пружају увид у цео ланац снабдевања и животни циклус производа.
Перципирани ризик	<ol style="list-style-type: none"> 1. На скали од 1 до 5, оцените колико сте свесни растућег проблема фалсификованих модних производа који се налазе на тржишту. 2. Да ли вам је важно да само овлашћено лице које представља модни бренд може приступити вашим подацима? 3. Да ли вам је важно да се ваши лични подаци, достављени током онлајн куповине, никада не изгубе, не измене или не злоупотребе? 4. На скали од 1 до 5, оцените колико вас узнемирава када дизајнери означавају јефтине производе лошег квалитета као своје и продају их по већим ценама. 5. На скали од 1 до 5, оцените колико вас узнемирава када дизајнери означавају производе других дизајнера као своје и продају их скупље, без навођења оригиналног аутора.
Друштвени утицај	<ol style="list-style-type: none"> 1. На скали од 1 до 5, оцените колико често купујете онлајн преко веб-сајта или мобилне апликације неког бренда. 2. На скали од 1 до 5, оцените колико се слажете са изјавом: „Чешће бих пратио/ла онлајн активности путем веб-сајта или мобилне апликације ако бих знао/ла све ове информације о сваком производу.“
Перципирана ефикасност	<ol style="list-style-type: none"> 1. На скали од 1 до 5, оцените колико се слажете са изјавом: „Ова технологија би олакшала процес куповине и позитивно утицала на мој избор.“ 2. На скали од 1 до 5, оцените колико се слажете са изјавом: „Ако ова технологија постане широко заступљена у будућности, омогућиће потрошачима бржи и једноставнији процес избора одеће.“
Перципирана вредност цене	<ol style="list-style-type: none"> 1. На скали од 1 до 5, оцените да ли бисте, када бисте имали широк избор производа различитих произвођача, радије изабрали квалитет без обзира на цену. 2. На скали од 1 до 5, оцените колико се слажете са изјавом: „Посветио/ла бих више пажње и новца модним брендovima који ми гарантују квалитет и безбедност током онлајн плаћања.“ 3. На скали од 1 до 5, оцените да ли бисте били спремни да платите више за одевни предмет ако сте сигурни у порекло материјала и квалитет самог производа.

	4. На скали од 1 до 5, оцените колико се слажете са изјавом: „При куповини не обраћам пажњу на цену производа.“
Перципирани услови	1. На скали од 1 до 5, оцените у којој мери би доступност информација о дизајнеру или модној кући, пореклу материјала, одржавању производа, месту производње и контроли квалитета утицала на вашу одлуку о куповини.
	2. На скали од 1 до 5, ако преферирате онлајн куповину, оцените колико вам је важно да ваш изабрани модни бренд има програм лојалности преко којег можете транспарентно пратити поене за попуст.
	3. На скали од 1 до 5, оцените да ли бисте желели да имате информације о процесу производње производа који купујете и о свим фазама кроз које он пролази.
	4. На скали од 1 до 5, оцените колико вам је важно да имате информације о пореклу и врсти материјала од којег је производ направљен.
Навике потрошача	1. На скали од 1 до 5, оцените у којој мери водите рачуна да производи које купујете имају декларацију са истинитим подацима.
	2. На скали од 1 до 5, оцените колико се слажете са изјавом: „Ако је производ на великом попусту, не обраћам пажњу на његов квалитет.“
	3. На скали од 1 до 5, оцените колико се слажете са изјавом: „Пре него што одлучим да купим производ, увек обратим пажњу на информације о производу наведене на декларацији.“
Поверење	1. На скали од 1 до 5, оцените да ли имате поверења у онлајн плаћање производа.
	2. На скали од 1 до 5, оцените колико често сте били у ситуацији да због недостатка информација о производу нисте били задовољни онлајн куповином.
	3. На скали од 1 до 5, оцените да ли и у којој мери верујете да су ваши лични подаци заштићени на веб-сајтовима и мобилним апликацијама различитих модних брендова.
ЗАВИСНЕ ПРОМЕНЉИВЕ	
Очекивано понашање	1. На скали од 1 до 5, оцените у којој мери се слажете са тврдњом да би примена блокчејн технологије резултирала повећаном безбедношћу и тачношћу информација о производу.
	2. На скали од 1 до 5, оцените у којој мери се слажете са тврдњом да би примена блокчејн технологије довела до значајне уштеде времена, како за потрошаче, тако и за друге заинтересоване стране.
	3. На скали од 1 до 5, оцените колико се слажете са изјавом: „Намеравам да купујем одећу од модних брендова који ми нуде више информација и већу безбедност.“
	4. На скали од 1 до 5, оцените колико се слажете са изјавом: „Намеравам да пријатељима препоручим коришћење веб-сајтова модних брендова који нуде овакве услуге.“

ПРИЛОГ 2: Структура анкете за евалуацију децентрализоване апликације

МОДЕРИШУЋЕ ВАРИЈАБЛЕ	
Назив бренда	Назив бренда
Улога у модном ланцу снабдевања	Улога у модном ланцу снабдевања
Искуство у модној индустрији	Колико имате искуства у модној индустрији?
Претходно искуство са дигиталним алатима	Да ли сте раније користили дигиталне алате за праћење производа, квалитета или документације?
НЕЗАВИСНЕ ПРОМЕНЉИВЕ	
Транспарентност ланца снабдевања	1. Колико Вам је након приказа јасно да апликација омогућава транспарентније праћење процеса, порекла и аутентичности модних производа?
	2. Колико Вам је јасно како унос података о материјалима доприноси праћењу порекла, транспарентности и проверљивости производа?
Провера порекла и аутентичности производа	1. Да ли бисте били спремни да унесите податке о материјалима како би порекло и квалитет производа били проверљиви свим овлашћеним учесницима?
Поверење у порекло, оригиналност и квалитет производа	1. Колико сматрате да функционалности за тестирање квалитета доприносе проверљивости, транспарентности и поверењу у квалитет производа?
	2. Да ли би овакав систем повећао поверење у квалитет, порекло и оригиналност производа и тиме допринео већој вредности малог модног бренда?
	3. Колико су Вам функционалности за маркетинг асистента корисне? Да ли сматрате да би подаци о пореклу, материјалима, квалитету и процесу израде производа могли да повећају вредност малог модног бренда и допринесу његовој бољој тржишној позицији?
Скраћење важних процесних корака	1. Да ли сматрате да би ове функционалности скратиле време рада модног дизајнера, смањиле могућност грешака и допринеле професионалнијем развоју производа код малих модних брендова?
	2. Да ли сматрате да овакав начин одобрења производа доприноси транспарентнијем, бржем и поузданијем завршетку важних процесних корака?
Смањење грешака и неконзистентности у подацима	1. Колико је важно да резултати тестирања квалитета буду трајно, транспарентно и неизменљиво забележени у систему?
	2. Колико би дигитална евиденција трансакција, докумената и трошкова олакшала административни рад, смањила грешке и убрзала завршетак пословних процеса?
Сарадња и правовремена	1. Колико сматрате да функционалности за модног дизајнера доприносе ефикаснијем праћењу развоја производа и размени информација са осталим учесницима?

размена података	<p>2. Колико сматрате да функционалности за произвођача доприносе ефикаснијем праћењу производње, статуса производа и размени података са осталим учесницима?</p> <p>3. Шта би требало унапредити у овом делу апликације?</p>
Употребљивост апликације и наставак коришћења	<p>1. Колико сматрате да би оваква апликација могла да помогне малим модним брендovima да професионалније организују пословање и буду конкурентнији на тржишту?</p> <p>2. Колико су Вам функционалности за модног дизајнера у овом делу апликације корисне?</p> <p>3. Шта бисте додали или поједноставили у овом делу апликације?</p> <p>4. Шта би требало унапредити у овом делу апликације?</p> <p>5. Шта би требало поједноставити или унапредити?</p> <p>6. Шта би требало поједноставити или унапредити од функционалности у овом делу апликације?</p> <p>7. Шта бисте променили или додатно објаснили у овом делу?</p> <p>8. Шта би требало поједноставити или унапредити за рачуноводствене потребе?</p> <p>9. Шта би требало додати или унапредити за потребе маркетинга?</p>
ЗАВИСНЕ ПРОМЕНЉИВЕ	
Спремност стејхолдера за коришћење децентрализоване апликације	<p>1. Да ли бисте били спремни да користите овакву апликацију у пракси за праћење пословних активности, размену података и проверу порекла/аутентичности производа?</p> <p>2. Да ли бисте били спремни да користите овакав систем за евидентирање активности, смањење грешака и бржу размену информација?</p> <p>3. Колико сматрате да функционалности за финансијског асистента доприносе транспарентнијем праћењу трансакција, трошкова и финансијских токова?</p>

БИОГРАФИЈА АУТОРА

Даница Совтић, рођена 9.7.1999. године у Београду. Основну школу „14. октобар“ је завршила 2014. године као носиоца Вукове дипломе. Након завршене основне школе уписује Тринаесту београдску гимназију на природно-математичком смеру. Гимназију завршава 2018. године са одличним успехом. Факултет организационих наука у Београду, смер Информациони системи и технологије, уписује исте 2018. године. Положила је све испите и просечна оцена је 8,30. Стручну праксу на основним академским студијама завршила је у предузећу DEX, на позицији RPA консултанта. Школске 2022/23 уписала је мастер студије на студијском програму Електронско пословање на Факултету организационих наука, које завршава 2023. одбраном завршног рада на тему ” Развој апликације за праћење порекла модних предмета применом Algorand и React технологија ” са оценом 10 и укупном просечном оценом 10.00. На мастер академским студијама стручну праксу је реализовала на Катедри за електронско пословање. Школске 2023/24 уписала је докторске студије на студијском програму Софтверско инжењерство и електронско пословање. Положила је девет испита на докторским студијама са просечном оценом 10. Области интересовања Данице Совтић су: електронско пословање, интернет технологије, блокчејн, интернет интелигентних уређаја, дигитални маркетинг, *cloud computing*, е-здравство и дигитално банкарство.

Похађала је курс енглеског језика на Институту страних језика у Београду. Поред енглеског, поседује основно знање из немачког језика. Дуги низ година играла је у Културно уметничком друштву Лазар Хребелјановић са којим је обишла велики број земаља. Такође активно је годинама тренирала пливање и одбојку.

Током периода од 2022-2024 године Даница Совтић је била два пута именована у звање сарадник ван радног односа (демонстратор) за ужу научну област Електронско пословање. Приликом вредновања педагошког рада за извођење вежби из предмета Електронско пословање од студената је добила просечну оцену 4.96, а из предмета Симулација и симулациони језици 4.81. 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 Даница 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 Nakaton – Blockchain Challenge*” и *Bootcamp-a "Blockchain Bootcamp 2024"*. Активно је водила и менторисала четири тима на ”*FON Nakaton – Blockchain Challenge-y*”.
3. Учествовала је у промоцији специјалног броја часописа *Facta Universitatis, series Electronics and Energetics, Blockchain technologies and application*.

Списак 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. **Sovtić, D.**, Trpkov, A., Radenković, M., Popović, S., & 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**.
3. Trpkov, A., **Sovtić, D.**, Tomić, M., Labus, A. & 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**

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, M14

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

1. Vojičić, N., Urošević, V., Drajić, D., **Sovtić, D.** and Mokhtari, I. (2026). Traceability and Digital Product Passports for Seafood on the FishEUTrust Platform. In: Reis, J.L., Ruiz-Mafé, C., Peter, M.K., Reis, L.P. (eds) *Marketing and Smart Technologies*. ICMaTech 2025. Smart Innovation, Systems and Technologies, vol 474. Springer, Cham. https://doi.org/10.1007/978-3-032-16288-5_15, **M33**
2. **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**
3. 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**
4. Marković, L., Trpkov, A., **Sovtić, D.**, Rodić, B., & 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**
5. 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 ICMaTech 2024 (pp. 3-20), 5-7 December, Ponta Delgada, Azores, Portugal, Singapore: Springer Nature Singapore, https://doi.org/10.1007/978-981-96-3081-3_1, **M33**

6. 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/documents/archive/Zbornik-SymOrg-2024.pdf>, ISBN 978-86-7680-464-1, **M33**
7. **Sovtić, D.**, Trajković J. and Labus, A (2024). Decentralized PHR application, In: Milica Kostić-Stanković, Ivana Mijatović, Jovan Krivokapić (eds.). Proceedings of the International Conference SymOrg 2024 - XIX International Symposium (pp. 492-498), Zlatibor, Serbia, Retrieved from: <https://symorg.fon.bg.ac.rs/documents/archive/Zbornik-SymOrg-2024.pdf>, ISBN 978-86-7680-464-1, **M33**
8. 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.**, & 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.**, & 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., & 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, **M61**
3. **Sovtić, D.**, Trpkov, A., & 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, **M61**

Изјава о ауторству

Име и презиме аутора Даница Совтић

Број индекса 5085/2023

Изјављујем

да је докторска дисертација под насловом

Модел пројектно-заснованог праћења порекла и аутентичности модних производа применом блокчејн технологије

- 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 **Даница Совтић**

Број индекса 5085/2023

Студијски програм **Електронско пословање и софтверско инжењерство**

Наслов рада **Модел пројектно-заснованог праћења порекла и аутентичности модних производа применом блокчејн технологије**

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 пројектно-заснованог праћења порекла и аутентичности модних производа применом блокчејн технологије

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