

УНИВЕРЗИТЕТ У БЕОГРАДУ
ФАКУЛТЕТ ОРГАНИЗАЦИОНИХ НАУКА

ЗАВРШНИ РАД

**Испитивање спремности примене блокчејн
технологије у здравству**

Ментор

Др Александра Лабус,

Ванредни професор

Студент

Милица Томић, 2018/0039

Београд, 2022. године

САДРЖАЈ:

| | |
|---|----|
| 1. Увод..... | 1 |
| 2. Блокчејн технологије у здравству | 3 |
| 2.1. Блокчејн технологије | 3 |
| 2.2. Блокчејн протоколи..... | 7 |
| 2.3. Блокчејн платформе..... | 10 |
| 2.4. Примери примене блокчејн технологије у здравству..... | 13 |
| 3. Моделирање блокчејн система за здравство | 20 |
| 4. Испитивање спремности примене блокчејн технологије у здравству | 26 |
| 4.1. Пројектни захтев..... | 26 |
| 4.2. Испитивање спремности примене блокчејн технологије у здравству коришћењем UTAUT2 модела | 27 |
| 4.3. Анализа резултата..... | 36 |
| 5. Закључак..... | 49 |
| 6. Литература..... | 50 |

1. УВОД

Здравствени систем представља организацију људи, институција и ресурса који пружају адекватне здравствене услуге да би задовољили здравствене потребе циљне популације. Широм света постоји велики број различитих здравствених система и подразумевано је да свака држава развија здравствени систем у складу са својим потребама и ресурсима. Међутим, акценат у скоро свим здравственим системима се ставља на заштиту и мере јавног здравља.[1]

Сходно томе, здравствени системи широм света се суочавају са разним изазовима у тежњи да функционишу ефикасније и ефективније, што доводи до повећања трошкова или лошијих здравствених исхода [2] [3]. Здравствени сектор је сложен и укључује лекаре из разних специјалности, практичаре, истраживаче и пацијенте који се суочавају са изазовима везаним за повећану фрагментацију података о пацијентима, а различите структуре података и токови посла то додатно отежавају. Могућност безбедне размене здравствених информација пацијената постаје велики изазов међу актерима здравственог система. [4][5] [6]

Блокчејн је технологија која служи за транспарентно складиштење и дељење података [8]. Заправо, представља дистрибуирану базу података која садржи све забележене трансакције хронолошки [8] [9]. Ову базу података одржава мрежа верификованих учесника и оно што је изузетно важно је да чува непромењене блокове података који могу да се деле у мрежи без учешћа треће стране[7][10][11]. Блокчејн баш зато има тенденцију да позитивно утиче на здравствени систем из једноставног разлога: базиран је на аутоматизацији, сигурности и максималном поверењу.[12] [6]

Свака заинтересована страна здравственог система чини такозвани чвор блокчејна који је организован у равноправну P2P (peer-to-peer) мрежу. Исто тако, сваки чвор поседује 2 кључа – јавни и приватни. Јавни кључ служи за шифровање порука које су послате чвору, а приватни за дешифровање порука и омогућава чвору да их прочита.

Када говоримо о трансакцијама које се обављају помоћу блокчејна, главна карактеристика им је сигурност. Дигитално потписивање трансакција помоћу приватног кључа омогућава аутентификацију и обезбеђује интегритет трансакције.

Аутентификација је обезбеђена због чињенице да само корисник са одређеним приватним кључем може да потпише трансакцију, а интегритет јер уколико дође до грешке приликом трансакције података, дешифровање није омогућено, тј. није омогућена провера дигиталног потписа [10].

Сам значај и циљ имплементације блокчејна у здравству се огледа у трансформацији здравственог система који је пре свега оријентисан ка корисницима. Блокчејн технологија се може користити као подршка у преписивању лекова, управљању ланцем снабдевања, управљању и праћењем трудноће и осталим ризицима, као и дељењу података и размени медицинске документације у различитим здравственим установама.

Циљ овог рада је испитивање спремности примене блокчејн технологије у здравству и огледа се у спровођењу анкете, а затим у анализи добијених резултата од испитаника.

У овом раду је кроз пар поглавља детаљно представљена блокчејн технологија и начин функционисања у здравству. Након уводног поглавља, у другом поглављу рада су детаљно представљени основни концепти блокчејн технологије, блокчејн протоколи и већ постојећи примери примене ове технологије у здравству. Треће поглавље рада је посвећено моделирању блокчејн система за здравство, у оквиру ког су обрађени сви процеси, начин функционисања и стејкхолдери који учествују у здравственом екосистему заснованом на блокчејну. У оквиру четвртог поглавља се налази пројектни захтев, као и УТАУТ2 модел за испитивање спремности за усвајање нове технологије, као и његове карактеристике и начин примене. Представљен је и модификовани УТАУТ2 модел прилагођен за специфичну технологију на коју се односи ово истраживање. На крају је изложена анализа резултата који су добијени након спроведене анкете над испитаницима. На крају самог рада се налази закључак и референце на литературу која је коришћена у раду.

2. БЛОКЧЕЈН ТЕХНОЛОГИЈЕ У ЗДРАВСТВУ

2.1. БЛОКЧЕЈН ТЕХНОЛОГИЈЕ

Блокчејн представља дигиталне књиге које су отпорне на неовлашћено коришћење и имплементиране у дистрибуирану базу података без централног органа. Оно што је важно јесте да омогућава заједници корисника да снима трансакције у заједничкој књизи унутар те заједнице тако да се ниједна трансакција не може променити након објављивања[13].

Поред тога, блокчејн дигитална књига нуди изузетно поуздане могућности складиштења јер је направљена користећи механизме консензуса, дигиталне потписе и хеш ланце. Због ових напредних карактеристика, блокчејн пружа бројне услуге укључујући следљивост, интегритет, безбедност и немогућност порицања, док се информације чувају на јавни, децентрализован начин који чува приватност[14] [15].



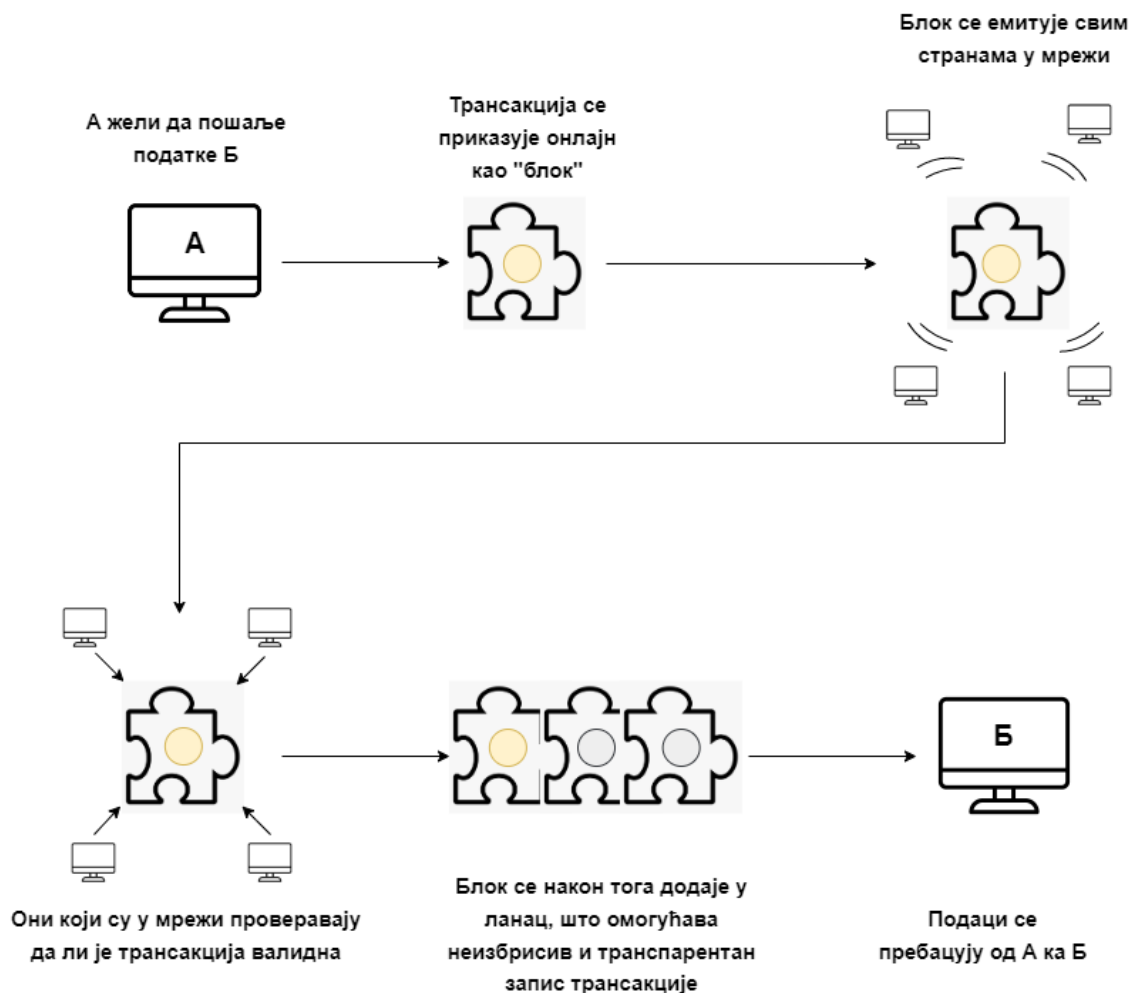
Слика 1. Како блокчејн испуњава захтеве здравствене индустрије, адаптирано из [15]

Ова технологија постаје надалеко позната 2009. године лансирањем прве модерне криптовалуте, Биткоин мреже. У оваквим системима, пренос дигиталних информација, које представљају електронски новац, се одвија у дистрибуираном систему. Корисници могу дигитално да потписују и преносе своја права на информације на друге кориснике. Биткоин блокчејн јавно бележи овај трансфер, при чему омогућава својим корисницима да самостално проверавају валидност трансакције. Самостално се одржава и њиме управља дистрибуирана група учесника, што заједно са криптографским механизмима чини блокчејн отпорним на измене, било да су у питању модификације блокова или фалсификовање трансакција.

Када говоримо о трансакцијама које су потписане, све су груписане у блокове, при чему је сваки блок, након валидације и проласка кроз консензусну одлуку, криптографски повезан са претходним. Сви конфликти се решавају аутоматски коришћењем утврђених правила[13].

Узевши у обзир све претходно наведено, четири кључне карактеристике блокчејн технологије су[13]:

1. *Главна књига* – Технологија користи само књигу која је приложена да обезбеди историју трансакција, при чему се трансакције и вредности у блокчејну не могу мењати, за разлику од традиционалних база података.
2. *Безбедна* – Блокчејнови су криптографски безбедни, обезбеђујући да подаци унутар књиге буду тачни и да нису манипулисани.
3. *Делљена* – Омогућена је транспарентност између чворова(учесника) узевши у обзир чињеницу да се књига дели између више учесника.
4. *Дистрибуирана* – Блокчејн се може дистрибуирати, што омогућава подешавање броја чворова не би ли мрежа била отпорнија на нападе. Са повећањем броја чворова се смањује могућност напада који утиче на консензус протокол кога користи блокчејн.



Слика 2. Визуелна репрезентација блокчејна, адаптирано из [13]

Два појма која не можемо да избегнемо када говоримо о блокчејн технологији су свакако *механизми консензуса, консензус протоколи и паметни уговори.*

Трансакције које се дистрибуирају у мрежи и које се сматрају валидним се наручују и пакују у блокове од стране чворова, који се називају рудари, када мрежа користи неки специфичан механизам консензуса, као што су доказ о раду или доказ о уделу. Како се рудари бирају и који подаци се укључују у блок зависи од консензус протокола. Блокови се затим емитују на мрежи, где чворови за валидацију проверавају да ли примљени блок садржи важеће трансакције и да ли је повезан са претходним блоком у ланцу

коришћењем одговарајућег хеша. Ако су оба услова испуњена, чворови додају блок у блокчејн. У супротном, блок се одбацује [10].

Стога можемо констатовати да чворови одређују дистрибуирани консензус, слажући се на тај начин о специфичним правилима и да блокчејн делује као механизам консензуса како би се осигурало да чворови остану синхронизовани [10].

Дистрибуирани консензус протокол представља споразум који дефинише како мрежа одређује који чвор(рудар) ће припремити и запечатити најновији блок са још увек непотврђеним и неформатираним подацима. Омогућава да блокчејн мрежа остане функционална и потврђује хронолошки редослед генерисаних трансакција [10].

Паметни уговори проширују блокчејн технологију и представљају колекцију кода или података (понекад се називају функцијама или стањем) који се примењују помоћу криптографски потписане трансакције на блокчејн мрежи. Паметне уговоре извршавају чворови унутар блокчејн мреже и битно је да сви чворови имају исте резултате извршења, који се бележе на блокчејну [13].

Паметни уговори додају много функционалности и могућности примене у здравству (ограничавање приступа, аутоматизација одређених задатака итд), али се сматра да би за бољу интеграцију блокчејна у здравство било потребно да се више користе паметни уговори и мање ограничавајући консензус алгоритми[10].

Блокчејн мреже се могу категоризовати на основу модела дозволе, што одређује ко може да одржава мрежу, те разликујемо блокчејн мреже без дозволе и блокчејн мреже са дозволом. *Нпр. ако било ко може да објави нови блок, у питању је блокчејн мрежа без дозволе, а ако само одређени корисници могу, у питању је блокчејн мрежа са дозволом.*

Блокчејн мреже без дозволе су децентрализоване платформе отворене за свакога да објављује блокове, без потребе за одобрењем ауторитета. Често представља софтвер отвореног кода, који је слободно доступан за преузимање. Било који корисник може да чита и пише у књигу у оквиру овакве мреже. Пошто свако може да објављује блокове, то може довести и злонамерне кориснике који би могли да објаве блокове на начин који ће

негативно утицати на систем. Да би се ово спречило, користи се систем консензуса, који од корисника захтева да троше или одржавају ресурсе када објаве блокове[13].

Блокчејн мреже са дозволом су оне у којима корисници који објављују блокове морају бити ауторизовани од стране неког ауторитета, било централизованог или децентрализованог. Пошто само овлашћени корисници одржавају блокчејн, могуће је ограничити приступ читању и издавању трансакција. Ове мреже тако могу дозволити било коме да чита блокчејн или се може ограничити приступ само овлашћеним лицима. Исто важи и за трансакције. Блокчејн мреже са дозволом могу имати исто дистрибуирано и отпорно складиште података и исту следљивост дигиталних средстава док пролазе кроз блокчејн, као и блокчејн мреже без дозволе. Ове мреже такође користе моделе консензуса за објављивање блокова, али често не захтевају трошкове или одржавање ресурса(као што је случај са блокчејн мрежама без дозволе). То је тако јер је за оснивање нечијег идентитета потребно да корисник буде члан мреже, а они који одржавају блокчејн имају одређени ниво поверења један према другом, јер су сви овлашћени да објављују блокове и јер њихова ауторизација може бити опозвана услед лошег понашања. Зато су модели консензуса у блокчејн мрежама са дозволом бржи. Блокчејн мреже са дозволом највише користе организације којима је потребна већа контрола и заштита блокчејна[13].

Узевши све у обзир, закључујемо да блокчејн технологија преузима постојеће концепте који су доказани и спаја их у решење које је по много свему напредније и функционалније за сам систем.

2.2. БЛОКЧЕЈН ПРОТОКОЛИ

Протоколи су кључне компоненте блокчејн технологија које омогућавају да се информације аутоматски деле преко мреже криптовалута безбедно и поуздано. У области рачунарства, протоколи представљају правила која дефинишу како је дозвољено преношење података између различитих рачунарских система. Исто тако, дефинишу

начин на који подаци треба да буду структурирани да би били прихваћени у систему и успостављају мере заштите да би се спречила штета од стране злонамерних корисника [16]. Протоколи имају изузетно важну улогу јер помажу у надгледању и обезбеђивању рачунарске мреже.

Да поновимо, блокчејн је ланац блокова где сваки блок служи за складиштење информација. Исто тако, представља дистрибуирану, децентрализовану књигу која чува податке као што су трансакције и јавно их дели са свим чворовима који су присутни у мрежи, при чему нема укључености посредника или неког централног органа.

Међутим, да би се одржао начин на који се подаци сигурно преносе кроз мрежу, потребан је скуп протокола. Како се блокчејн користи за трансакције, протоколи су кључни за дељење података да би се одржала безбедност.

Блокчејн протоколи представљају скуп протокола који се користе за управљање блокчејн мрежом [17]. Правила дефинишу сам интерфејс мреже, интеракцију између рачунара, врсту података итд.

Протоколи теже да испуне следећа 4 принципа [17]:

1. *Безбедност* – Протоколи одржавају безбедност целе крипто мреже, дефинишу структуру података и обезбеђују податке од злонамерних корисника.
2. *Децентрализацију* – Блокчејн је децентрализована мрежа у коју се не меша ниједан централни орган. Стога, протоколи овлашћују целу мрежу.
3. *Конзистентност* – Протоколи ажурирају целу базу података кад год дође до неке трансакције не би ли сви корисници били у току са крипто мрежом.
4. *Скалабилност* – Некада је скалабилност, односно повећање броја трансакција, била проблем у блокчејну. Зато се данас већина протокола бави питањем све већег броја трансакција у мрежи и додавањем чворова мрежи.

Исто тако, свака трансакција је верификована и ускладиштена од стране програмера, тако да сваки корисник може да приступи трансакцији. Протоколи помажу у одржавању ове транспарентности.

Рад блокчејн протокола изгледа овако:

Претпоставимо да постоји трансакција између 2 корисника А и Б.

Корисник А захтева да изврши трансакцију. Креира се блок за корисника А и једном кад се креира не може да се мења, и то захваљујући блокчејн протоколу. Након тога, блок се шаље свима у мрежи, исто захваљујући протоколу.

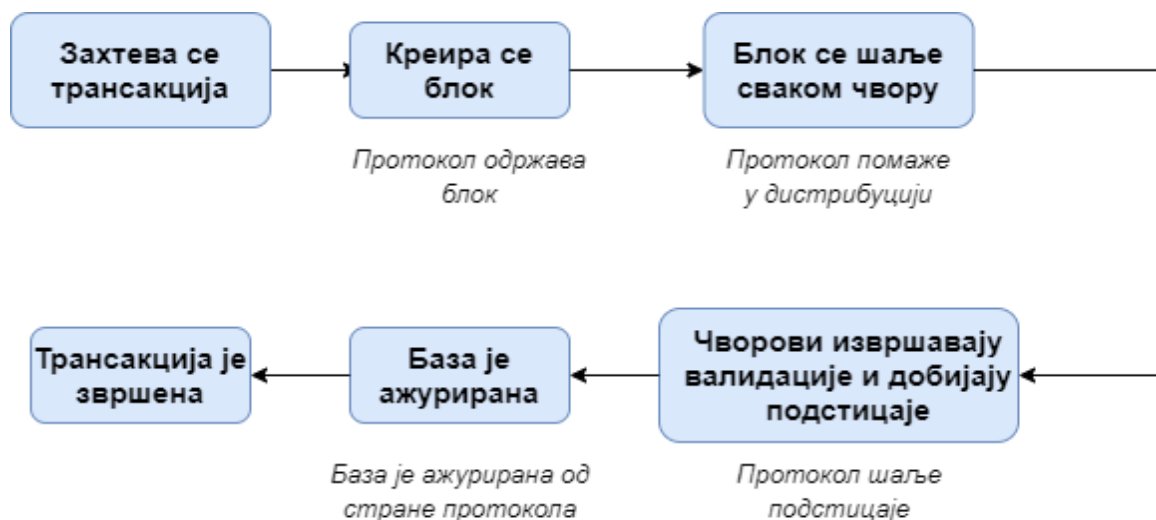
Чворови верификују трансакцију.

Након верификације, шаље се награда сваком чвору. За слање подстицаја су такође задужени протоколи.

Након успешне трансакције, блок се додаје на листу. Протоколи ажурирају базу података и као такву је дистрибуирају у мрежи, не би ли сви корисници имали приступ.

Након овога, трансакција је обављена.

Видимо да су протоколи умешани у сваки корак сигурне трансакције, из чега закључујемо да је цела крипто мрежа сигурна, скалабилна и конзистентна [17].



Слика 3. Рад блокчејн протокола, адаптирано из [16]

Блокчејн се развија из дана у дан, а и протоколи се развијају великом брзином. Сваки сектор, укључујући и здравство, користи решење засновано на протоколу блокчејна[17].

Узевши у обзир чињеницу да су протоколи веома сложени, углавном има смисла радити са прилагођеним Блокчејн развојним услугама које имају искуства у испоруци Блокчејн развојних решења. Међутим, професионалци могу да помогну да се постојећи софтвер неприметно интегрише са Блокчејн технологијама и могу да осигурају да се софтвер безбедно примењује и одржава. Зато је за компаније које желе да искористе Блокчејн технологије битно да пронађу стручњаке који знају да се придржавају данашњих водећих протокола[16].

2.3. БЛОКЧЕЈН ПЛАТФОРМЕ

Блокчејн платформа омогућава корисницима и програмерима нове употребе поред постојеће блокчејн инфраструктуре.

Неки од типова блокчејн платформи[17]:

1. Hyperledger

Развијен је 2015. године од стране Linux-а и у питању је блокчејн платформа отвореног кода. Помаже предузећима да обезбеде блокчејн решења и да креирају заштићени блокчејн протокол. Омогућава међународне пословне трансакције. Подржава Пајтон и има много библиотека које помажу у развоју софтвера. Главни циљ је да обезбеди универзалне смернице за имплементацију Блокчејна.

Предности:

- Побољшане услуге због великог броја библиотека
- Отвореног је кода, тако да свако може да допринесе
- Помаже у међународним трансакцијама

Недостаци:

- Није отпоран на грешке на мрежи
- Недостаје вештих програмера

2. Quorum

У питању је блокчејн платформа заснована на Ethereum-у и основана је да поједностави развој блокчејн апликација у предузећима [18]. Има за циљ да реши проблеме са трансакцијама. Може да промени начин на који функционишу финансијска предузећа и имплементирају блокчејн. Отвореног је кода и данас је постао један од најбољих пословних блокчејн оквира.

Предности:

- Има могућности да реши било који финансијски упит
- Отвореног је кода, тако да свако може да допринесе
- Пружа боље перформансе и побољшано искуство трансакције

Недостаци:

- Недостатак скалабилности
- Недостатак сигурности и приватности

3. Corda

Представља протокол предузећа и користан је у разним областима везаним за банкарске и финансијске организације. Користи консензус алгоритме за одржавање транспарентности и сигурности. Омогућава изградњу интероперабилних блокчејн мрежа са строгом приватношћу. Такође је оквир отвореног кода.

Предности:

- Пружа побољшану сигурност
- Стабилан је и скалабилан

Недостаци:

- Није превише флексибилан јер само стране које су укључене у трансакцију могу да учествују у одлуци

4. Ethereum предузећа

Ethereum је блокчејн платформа која је имала велики утицај на еволуцију блокчејн технологије у последњих неколико година. Користи уграђени језик Solidity[18]. Дефинише платформу за децентрализоване апликације и представља решење за програмере и предузећа која креирају технологију засновану на блокчејну да би промениле начин на који многе индустрије послују. Међутим, за приватне мреже са дозволама се користи Ethereum предузећа, углавном за приватност, скалабилност и побољшане перформансе. Омогућава предузећима да креирају власничке варијанте Ethereum-а док и даље искоришћавају најновији Ethereum код [16].

Предности:

- Побољшана је верзија Ethereum-а и стога пружа више приватности
- Скалабилан је

Недостаци:

- Нестабилан је и има високе накнаде за трансакције
- Склон је онлајн хаковању

5. Multichain

Отвореног је кода и основан је за приватне блокчејн мреже. Развијен је да помогне профитним корпорацијама. Омогућава постављање приватне блокчејн мреже.

Предности:

- Помаже у успостављању приватних блокчејнова које могу користити одређене организације
- Омогућава контролу трансакција

Недостаци:

- Не подржава паметне уговоре

Одабир одговарајуће блокчејн платформе за здравствени систем може бити изазован јер постоји широк спектар карактеристика које су кључне за усвајање у пројектима здравственог система. На пример, постоји забринутост да би усвајање блокчејна непотребно трошило пуно енергије. Ова брига не би требало да се односи на блокчејн сам по себи, већ одражава недостатак разумевања разних протокола који се користе за изградњу блокова који се могу одабрати за одређену блокчејн платформу. Остале бриге укључују отвореност блокчејн мреже, која може бити јавна или приватна, могућност модификације кода и дистрибуције и потреба за специфичним хардвером.

Данас постоји велики избор блокчејн платформи, који су раније поменути. Битно је да блокчејн платформе буду опште, односно да нису ограничене само на финансијске апликације, и популарне, односно технички зреле и подржане од стране заједнице да би будуће одржавање било могуће. У будућности ће се засигурно разматрати и усвајање свих платформи у домену здравства због великог броја пожељних техничких карактеристика [19].

2.4. ПРИМЕРИ ПРИМЕНЕ БЛОКЧЕЈН ТЕХНОЛОГИЈЕ У ЗДРАВСТВУ

Примена паметне здравствене заштите се на основу различитих потреба може поделити на следећи начин:

1. Помоћ у дијагнози и лечењу
2. Здравствени менаџмент
3. Превенција болести и праћење ризика
4. Виртуелни асистенти
5. Паметне болнице
6. Помагање у истраживању лекова

Наиме, здравствени сектор је један од најпопуларнијих области истраживања, због чега се последњих неколико деценија проналазе иновативна и поуздана решења која помажу и унапређују здравствену индустрију и заједницу(практичари, специјалисти, лекари, болнице, терапеути, пацијенти, обвезници). Побољшање се огледа у организовању, приступању и дељењу здравствених картона без икаквих модификација на безбедан и интероперабилан начин[20]. Блокчејн има бројне потенцијале за технологију здравствене заштите. Постоје различити постојећи експерименти и литература који истичу апликације за здравствену заштиту са омогућеним блокчејном, а ово су неколико специфичних софтверских решења [15]:

- *Gem Health мрежа* – Здравствена индустрија користи велики број записа и докумената који су поверљиви и који се чувају у централизованом бази података, где долази до проблема безбедности и интероперабилности. Тешкоће у дељењу поверљивих записа се могу појавити када је пацијенту потребно специјализовано лечење у другој болници или иностранству. Сваки пут кад пацијент оде на преглед код другог лекара долази до поремећаја због потребног креирања нових записа, мењања комуникационог протокола између лекара, ажурирања различитих здравствених картона, обраде информација за све укључене стране. Исто тако, интерфејс може бити некомпатибилан што захтева временски дугу аутентификацију која црпи доста ресурса[21]. Gem Health, који користи Ethereum блокчејн технологију за креирање заједничке мрежне инфраструктуре, је развио потенцијално решење за овај проблем. Ова мрежа

омогућава здравственим радницима да имају исти приступ здравственим информацијама без ограничења централизованог складишта. Медицинске информације су релевантне, транспарентне и овлашћени корисници имају приступ најновијим информацијама о лечењу у реалном времену[21]. Ово минимизира ризик од немара медицинских радника који може довести до застарелих информација и спречити здравствене проблеме који могу да настану због тих дезинформација[21]. Као показатељ корисности коришћења блокчејна на овај начин је била Естонија, која сарађује са платформом за здравствену заштиту, *GuardTime*. Ова платформа омогућава грађанима Естоније, здравственим радницима и осигурањима да поврате све медицинске третмане обављене у Естонији, коришћењем блокчејна.

- *OmniPHR* – Представља модел који су развили Roehrs, Costa, и Righi[22] да помогне у руковању здравственим картонима пацијената, дајући им обједињени приказ картона које чувају више провајдера здравствене заштите[22]. Поред тога, *OmniPHR* омогућава здравственим радницима приступ ажурним подацима о пацијенту, чак и онда када су евиденције ускладиштене на другој локацији или ажуриране од стране другог провајдера здравствене заштите[22]. Главна недоумица код *OmniPHR* модела је разлика између електронског здравственог картона (EHR) и персоналног здравственог картона (PHR). EHR су записи који се чувају у складу са различитим стандардима владе и помажу у решавању проблема јединственог вођења евиденција широм државе. Омогућава записима да буду ажурни и што прецизнији[22]. Главна разлика се огледа у томе што ове евиденције чувају и ажурирају здравствени радници без интеракције са пацијентом, док су PHR записи којима рукују пацијенти[22]. *OmniPHR* решава овај проблем тако што омогућава пацијентима свеобухватнију слику њихових записа, одржавајући ниво тачности који захтева медицинска заједница[22]. Свеобухватно, *OmniPHR* је функционални модел који користи блокчејн технологију која се фокусира на дистрибуцију и интероперабилност PHR података са циљем да се омогући јединствен приступ здравственим картонима који су дистрибуирани између различитих здравствених организација[22]. Исто

тако, OmniPHR користи отворени стандард, openEHR, који промовише интероперабилност кроз хијерархијско организовање блокова података.

- *MedRec* – Представља децентрализован систем за управљање електронским медицинским записима користећи блокчејн технологију. Основали су га Azaria, Ekblaw, Vieira и Lippman[23]. Овај систем омогућава пацијентима приступ својим здравственим информацијама у реалном времену, код различитих здравствених радника и локација лечења. Конкретно, блокчејн технологија се користи да би се олакшала аутентификација, поверљивост, одговорност и дељење података коришћењем модуларног дизајна који се интегрише са постојећим, локалним складиштем података[23]. Овакав систем пружа пацијентима и медицинским радницима знатно повећану интероперабилност. Све у свему, модел је спој предности које се огледају у децентрализованој структури базе података која омогућава размењивање информација са максималним успехом и побољшане интероперабилности дељења медицинских записа. Још једна, изузетно велика предност је то што се бави питањем подстицаја за рударење података, што је један од највећих препрека за примењивање блокчејн технологије у здравству.
- *Прожимајући(Свеприсутан) систем друштвених мрежа (PSN)* – Представља сигуран систем за свеприсутну друштвену мрежу који су креирали Zhang, Zue, и Huang. Обухвата мобилно рачунарство и бежично читавање. Основни проблем који спречава PSN да постане у потпуности реализовани концепт је начин на који PSN чвор може безбедно да дели здравствене податке са другим чворовима у мрежи. Многи истраживачи предлажу коришћење два протокола за обезбеђивање система заснованог на PSN-у која би решила овај проблем. Први протокол успоставља безбедну везу за сензорске чворове и мобилне уређаје, док други користи блокчејн за дељење здравствених података између PSN чворова тако што користи адресе у блокчејну не би ли олакшао осталим PSN чворовима да приступе здравственим подацима. Уз помоћ ова два протокола би се успоставио здравствени систем података заснован на блокчејну који може да

дели податке између паметних уређаја и сензора, односно између пацијената и лекара. Заправо, овај систем више олакшава размену података у мрежи здравствених установа, него што представља решење за безбедност и интероперабилност система здравствене заштите. Предности овог система се огледају у томе што се смањује рачунарско оптерећење паметног уређаја за праћење здравственог стања, избегава се потенцијално цурење података јер се подаци чувају локално на уређају, и избегава се непотребно складиштење података у PSN чворовима.

- *Контектно вођено евидентирање података за носиве сензорске уређаје* – Представља шему коју су дизајнирали Siddiqi, Ali, и Sivaraman за безбедно евидентирање података са носивих сензорских уређаја коришћењем суседних уређаја који чувају отиске прстију у Bloom филтерима. Међутим, постоје многи ризици када се шаљу подаци са ових уређаја, и укључују оштећење података, квар уређаја или манипулисање подацима од стране злонамерног лица. На пример, објављено је да је бивши амерички политичар Дик Чејни био забринут да би могао бити убијен путем његовог уграђеног бежичног пејсмејкера. Bloom филтер је структура података која представља компактан начин за складиштење податке тамо где је захтев да се тражи чланство а не да се преузимају сами подаци.[24]
- *MedShare* – Представља систем који је дизајниран да се бави дељењем података између медицинских радника који чувају податке у окружењима где мањка поверења, и развили су га Xia, Sifah, Asamoah, Gao, Du, и Guizani[25]. Главни проблем у здравственој индустрији је одржавање приватности здравствених картона и смањење ризика од злонамерних активности које могу нанети озбиљну штету и финансијски губитак за све укључене стране[25]. Систем је изграђен на блокчејн технологији и обезбеђује извор података, ревизију и контролу за медицинске податке који се деле на облаку међу великим компанијама[25]. MedShare надгледа ентитете који приступају медицинским подацима и проверава да ли постоје било какве злонамерне радње[25]. Све трансакције података у овом

систему се деле од једног ентитета до другог, са свим извршеним радњама које су снимљене на безбедан начин, не би ли се спречило неовлашћено коришћење[25]. Дизајн користи паметне уговоре и механизме контроле приступа за праћење података и опозивање приступа било ком злонамерном ентитету уколико дође до кршења правила или лошег понашања унутар система[25]. Главни циљ MedShare-a је да добављачима услуга на облаку и другим субјектима који чувају осетљиве медицинске податке пружи способност да добију порекло података и ревизију, док шаљу медицинске податке између ентитета у медицинској заједници, са малим или никаквим ризиком по сигурност дељених података[25]. Као што је горе наведено, MeDShare систем је изграђен коришћењем блокчејн технологије и подељен између серије од четири главна слоја[25]. Први слој је кориснички и састоји се од различитих класификација корисника који могу да приступе подацима из система. Други је слој упита података и састоји се од скупова структура упита који обрађује, прослеђује или одговара на упите постављене у систему. Трећи слој је слој за структурирање података и слој порекла који се састоји од појединачних компоненти које помажу у процесуирању захтева за приступ подацима из постојеће инфраструктуре базе података кроз низ ентитета. Ови ентитети су у облику аутентификатора, чворова за обраду и консензус чворови, паметни уговори и блокчејн мрежа. Последњи слој је постојећи слој инфраструктуре базе података који се састоји од већ постојећих система базе података који су имплементирани од појединачних страна не би ли се извршили специфични задаци.

- *Блокчејн платформа за клиничка испитивања и прецизност медицине* – Представља архитектуру блокчејн платформе предложено од стране Shae и Tsai[26] за клиничко испитивање и прецизност медицине. Предности предложеног система почињу са повећаним интегритетом податка када су у питању клиничка испитивања, и односи се на проблем истраживача који погрешно пријављују своје податке. Заправо, блокчејн парадигма омогућава већу транспарентност и помаже у побољшању тачности анализе података која се врши над подацима прикупљеним из клиничких испитивања[26]. Још једна корист се

огледа у томе да би блокчејн омогућио клиничка испитивања која могу да проверавају колеге. Они могу да процене и тестирају податке из клиничких испитивања, а да власници података(нпр. истраживачи) не губе власништво њихових података[26]. Ова архитектура система настоји да поправи два проблема са процесом клиничког испитивања података, а то су интегитет података и дељење података и поверена сарадња[26]. Предложени систем решава ове проблеме тако то има приватност анонимног идентитета и сигуран приступ подацима кроз коришћење блокчејн архитектуре[26].

- *Healthcare Data Gateway* - Дизајниран да пацијентима олакша контролу над својом медицинском документацијом. Другим речима, пацијенти могу лакше да поседују, контролишу и безбедно деле своје податке. Заснован је на блокчејну и предложили су га Yue, Wang, Jin, Li, и Jiang[27]. HDG је био развијен да подржи апликацију за мобилне телефоне и изабран је због своје рачунарске снаге, популарности и брзе бежичне мреже која подржава 5G мрежу засновану на облаку. Апликација би омогућила пролаз који се састоји из три слоја. Први слој за складиштење који обезбеђује скалабилну, безбедну, веома доступну и независну услугу коришћења здравствених података. Други слој је за управљање подацима и састоји се од скупа HDG-ова који су независни и међусобно повезани, а трећи слој је за коришћење података који омогућава субјектима који користе здравствене податке пацијента да приступе медицинском систему записа[27]. Поред тога, HDG користи обједињену шему података која помаже у складиштењу и организовању података у систему за управљање базом података, системом упита где се наглашава заштита приватности, анонимност, сарадња, резервна копија и опоравак података[27]. Систем користи децентрализовану платформу не би ли олакшао правно и регулаторно доношење одлука у вези са прикупљањем, складиштењем и дељењем података од пацијената, при чему омогућава пацијентима да имају контролу над својим подацима и да увек буду свесни ко приступа њиховим подацима.

3. МОДЕЛИРАЊЕ БЛОКЧЕЈН СИСТЕМА ЗА ЗДРАВСТВО

Као што је већ наведено, блокчејн представља метод за складиштење података на транспарентан, непроменљив и дистрибуиран начин.

Овакав метод чувања и дељења података је погодан за здравствени систем, где учесници треба да буду регистровани чланови сагласни да користе протокол консензуса и дефинисана правила. Здравствени систем заснован на блокчејну пружа повећано поверење, приватност и аутоматизацију, што би позитивно утицало на размену клиничких података између пацијената, здравствених установа, апотека, осигурања и других заинтересованих страна. Приступ тим подацима би био сигурнији и омогућен само овлашћеним здравственим лицима, при чему би се бележила свака посета здравственој установи, свако клиничко испитивање и био би могућ приступ подацима из здравственог осигурања.

Блокчејн би омогућио интеграцију електронских здравствених картона и створио дистрибуирану базу електронских здравствених картона, који садрже све потребне информације о пацијенту, било да је у питању историја лечења, потребна дијагноза, лабораторијски резултати или рендгенска слика. Исто тако, укључено је искуство телемедицине која обухвата комуникацију са лекаром и дељење података у реалном времену.

Здравствени радници свакодневно стварају огромну количину података у различитим форматима. То обухвата резултате лабораторијских испитивања, извештаје, финансијска документа, мерења виталних знакова, рендгенске слике и многе друге документе. Обимна база података која се генерише у здравственим установама се шири великом брзином, и увек постоји опасност да тим подацима приступи неко ван здравствене установе. Блокчејн би позитивно утицао на верификацију и интегритет тих података, што би значајно утицало на цену, квалитет података и саму вредност пружања здравствене заштите унутар система. Приступ подацима је пружан свима који су део блокчејн

архитектуре, што их чини видљивим и транспарентним. Све ово може помоћи у решавању различитих изазова са којима се суочава здравствена индустрија[28].

Укључивање блокчејна у здравствени систем је подељено у четири етапе. У првој фази, здравствени радници имају директну везу са блокчејном. Сви медицински подаци се прате и чувају у постојећим информационим системима. Разни подаци који се односе на пацијенте, укључујући ИД-јеве пацијената, се преносе преко АПИ-ја. Затим се паметни уговори користе за извршавање унутрашњих трансакција. Трансакције се извршавају у блокчејн мрежи која користи јавне ИД-јеве пацијената без укључених личних информација. Затим се креирају блокови и повезују у непроменљив ланац(књигу), при чему су све трансакције тада јединствено препознатљиве. Сходно томе, обрнута обрада упита почиње од здравственог радника преко АПИ-ја. База података блокова чува само податке о пацијентима који се могу идентификовати, као што су пол, године, историја болести итд. Затим се анализирају клинички подаци, не би ли се добили нови увиди. Коначно, ако пацијент жели да подели свој идентитет са здравственим радником, дели свој приватни кључ. Овако здравствени радник приступа подацима о пацијенту и пружа адекватан третман или негу идентификованих симптома. Наравно, подаци остају поверени само онима који имају приватни кључ пацијента.

На *Слици 4* су приказане све заинтересоване стране које су учесници у здравственом систему заснованом на блокчејну, а то су[6]:

- Здравствени радници – Односи се на сваку особу (лекар, професионалац, хирург, практичар, медицинска сестра, здравствени радник) или ентитет (болница, дом здравља, институт, клиника, хитна помоћ) који пружа дијагностичку, медицинску, хируршку, рехабилитациону или стоматолошку услугу. Оно што је другачије у односу на традиционалне системе здравствене заштите је праћење здравствених података пацијената путем електронског здравственог картона (*EHR – Electronic Health Record*) који је део постојећег здравственог информационог система (*HIS - Health Information System*) тог медицинског објекта. Стандардни подаци који се односе на пацијенте, укључујући јавне ИД-јеве пацијената, се преносе преко АПИ-ја у блокчејну. Здравствени радници могу

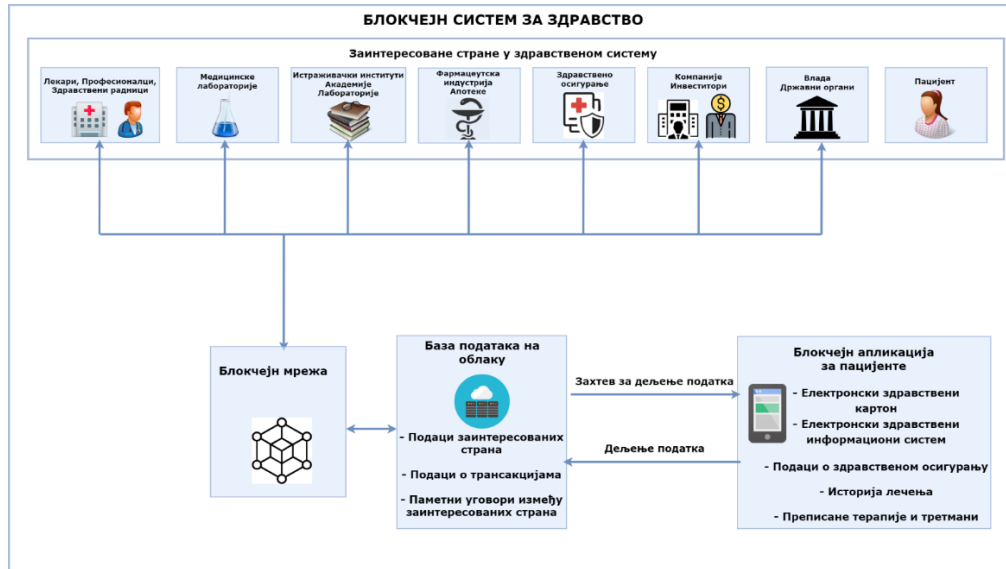
да чувају у блокчејну све податке везане за пацијента, укључујући медицинске прегледе, успостављене дијагнозе, датуме имунизације, преписане терапије и третмане, алергије, лабораторијске резултате, као и радиолошке слике. Све трансакције које се обављају између здравствених радника и пацијената су регистроване и верификоване коришћењем паметних уговора. Све трансакције, укључујући и јавне ИД-јеве пацијената, се чувају у блокчејну. Поред података који су везани за пацијенте, чувају се и трансакције између других заинтересованих страна у здравственом систему, као што су бизнис стратегије, финансијски подаци, уговори о сарадњи и многи други.

- Медицинске лабораторије - Представља лабораторије где пацијенти проверавају своје здравствено стање. Након готовог прегледа, налази помажу здравственим радницима да установе дијагнозу и препишу одговарајући третман и потребне лекове. Уколико лабораторија има приступ здравственом информационом систему, подаци из налаза ће аутоматски бити доступни здравственим радницима, јер ће лабораторија сачувати све податке у електронском здравственом картону пацијента. Све трансакције између лабораторије и здравствених радника се чувају у блокчејну.
- Истраживачки институти, академије и лабораторије – Ови институти имају значајну улогу у смислу упознавања са новим дијагнозама, медицинским третманима, лековима и медицинском опремом. Исто тако, ови институти учествују у развијању и напредовању технологија које подижу пословање између свих заинтересованих страна на виши ниво. Блокчејн се може користити за дељење података између заинтересованих страна, не би ли били у току са научним истраживањима и изумима.
- Фармацеутска индустрија и апотеке – Блокчејн се у фармацеутској индустрији може користити за праћење трансакција у ланцу снабдевања, чување података који су везани за производњу, складиштење, коришћење лекова итд. Сви ови подаци су видљиви осталим заинтересованим странама у блокчејн систему. Још

важније за пацијенте, фармацеути могу да проверавају рецепте, преписане лекове и историју коришћења лекова помоћу блокчејн система, као и да чувају трансакције о купљеним лековима и лековима на рецепт.

- Здравствено осигурање – Омогућава осигурање које покрива све, или бар делом трошкове везане за лечење пацијента. У зависности од државе, може бити у складу са законом или приватно. Оно што је важно је да свако осигурано лице има свој лични број осигурања. Помоћу блокчејна, осигуравајућа друштва могу да провере да ли је осигурање пацијента покривено и да подели ове податке са осталим заинтересованим странама којима су ови подаци од интереса.
- Компаније и инвеститори – Разни типови компанија, као што су корпорације, непрофитне, стартап компаније и инвеститори могу да користе блокчејн да би били у току са новим пословним подухватима у здравственом сектору. Сходно томе, могу да уложе у побољшану инфраструктуру здравственог система, развој нових лекова, набавку медицинске опреме. Исто тако, могу да донирају за лечење тешко болесних пацијената.
- Влада и државни органи – Влада и државни органи треба да буду у току са трансакцијама које се обављају између заинтересованих страна у сектору здравствене заштите, а све то, као и трансакције са владом и државним органима, је могуће захваљујући блокчејну.
- Пацијенти – Пацијенти могу да користе блокчејн апликације да би приступили специфичним здравственим подацима који су у блокчејну јавни. Помоћу апликације могу да приступе електронском здравственом картону и електронском здравственом информационом систему, историји лечења, подацима о здравственом осигурању, као и подацима који су сакупљени помоћу паметних уређаја за праћење здравља. Пацијенти могу да поделе свој идентитет коришћењем приватног кључа, као и податке, на захтев од здравствених радника, медицинских лабораторија, здравствених осигурања, апотека и осталих

заинтересованих страна. Све трансакције између заинтересованих страна се снимају на блокчејну и чувају у бази података на облаку.



Слика 4. Блокчејн систем за здравство, адаптирано из [6]

Код управљања личним здравственим подацима све интересне стране у здравственом екосистему могу имати дигиталну архиву која садржи личне здравствене податке. Складиштење и приступ дигиталној архиви се реализују путем блокчејн технологије, а свака особа има право контроле приступа над сопственим подацима. Доступни и безбедни електронски подаци се могу лакше интегрисати у рутинску дијагнозу и прилагођен третман [29]. Стандардизација и дигитализација разних евиденција омогућава размену информација између заинтересованих страна.

Друго, права на личне здравствене податке су у потпуности у рукама корисника. За приступ или преузимање ових података је потребно направити захтев, а корисник може да овласти трећу страну на коришћење или да повуче право у свако доба[29].

На основу свега наведеног, закључујемо да су главне функције у блокчејн систему за здравство *објављивање, складиштење и дељење здравствених података*[29]:

1. *Објављивање здравствених података* – Када пацијент посети здравствену установу, лекар генерише медицинску документацију или извештај са прегледа. Када се подаци генеришу, лекар генерише кратак приказ и хеширане здравствене податке и објављује их у блокчејну након пријаве са приватним кључем пацијента. Ови здравствени подаци су у исто време шифровани симетричним кључем и кључем за шифровање од здравствених података који су шифровани са јавним кључем пацијента. На крају, оба кључа се заједно шаљу пацијенту.
2. *Складиштење здравствених података* – Након пријема података од здравствене установе, пацијент оверава потпис, затим користи сопствени приватни кључ да дешифрује здравствене податке шифрованог кључа, оригиналне здравствене податке и потпис, а затим генерише нови кључ за шифровање за складиштење медицинских података и њихов потпис у бази података на облаку
3. *Дељење здравствених података* – Права на коришћење здравствених података су у потпуности контролисана од стране пацијента, а он може да овласти трећу страну да приступи здравственим подацима помоћу механизма контроле приступа, и може да повуче овлашћење у било ком тренутку. Локација, права коришћења, датум истека дељених записа у бази података на облаку и кључ за дешифровање за трећу страну су снимљена на блокчејну, а политика контроле приступа је постављена од стране базе података на облаку.

4. ИСПИТИВАЊЕ СПРЕМНОСТИ ПРИМЕНЕ БЛОКЧЕЈН ТЕХНОЛОГИЈЕ У ЗДРАВСТВУ

4.1. ПРОЈЕКТНИ ЗАХТЕВ

Циљ ове анкете је испитање спремности пацијената за коришћење нових напредних сервиса у е-здравству, који се заснивају на блокчејн технологијама.

Блокчејн представља метод за складиштење података на транспарентан и непроменљив и начин. Овакав метод чувања и дељења података је погодан за здравствени систем, где учесници треба да буду регистровани чланови који су сагласни да користе дефинисана правила. Здравствени систем заснован на блокчејну пружа повећано поверење, приватност и аутоматизацију, што би позитивно утицало на размену клиничких података између пацијената, здравствених установа, лекара, апотека, осигуравајућих кућа, и других заинтересованих страна. Блокчејн би омогућио стварање стално доступне и дељене базе електронских здравствених картона.

Главна предност за пацијента је да се уписани медицински подаци у базу не могу мењати. Примена блокчејна у здравству спречава могућност губљења медицинских докумената, кривотворења резултата анализа, замене снимака и резултата различитих пацијената. Пацијент има приступ својим здравственим подацима било када и било где путем мобилне апликације и одлучује са киме ће делити те податке.

Пацијенти могу да користе различите мобилне апликације у оквиру којих могу да приступају својим персоналним здравственим картонима и електронским здравственим картонима, евидентирају личне здравствене податке, прегледају историју болести, извештаје и електронске рецепте, податке о здравственом осигурању и прате параметре измерене помоћу паметних уређаја. У питању су паметни сатови, наруквице и остали носиви сензори, који омогућавају праћење откуцаја и рада срца, шећера у крви, засићења кисеоником, мерење крвног притиска, праћење и мерење температуре. Сви ови подаци

који су прикупљени се прате коришћењем апликације, и чувају се на облаку и убацују у персонални електронски здравствени картон. Пацијенти могу да деле све ове податке са здравственим установама, лекарима, медицинским лабораторијама, здравственим осигурањем коришћењем приватног кључа. Све трансакције које се обављају између пацијента и горе наведених заинтересованих страна се бележе у блокчејну, чувају на облаку у бази података и не могу се мењати.

4.2. ИСПИТИВАЊЕ СПРЕМНОСТИ ПРИМЕНЕ БЛОКЧЕЈН ТЕХНОЛОГИЈЕ У ЗДРАВСТВУ КОРИШЋЕЊЕМ UTAUT2 МОДЕЛА

UTAUT модел је једна од најмоћнијих теорија за испитивање спремности за прихватање одређене технологије, која је развијена да испита способност корисника да прихвате технологију и њихову намеру да усвоје нове технологије [30].

Према моделу, уочена вероватноћа усвајања технологије зависи од директног ефекта четири кључна конструкта, а то су [31]:

- *Очекивани учинак* – Дефинише се као "степен до ког појединац верује да ће му/јој коришћење система помоћи да постигне бољи учинак у послу".
- *Очекивани напор* – Дефинише се као "степен лакоће повезан са коришћењем система".
- *Друштвени утицај* – Дефинише се као "степен до ког појединац перципира да је важно да ли други мисле да он/она треба да користи нови систем".
- *Олакшани услови* – Дефинише се као "степен до ког појединац верује да постоји организациона и техничка инфраструктура која подржава коришћење овог система".

Модеришуће варијабле су *године, пол, искуство и добровољност употребе* и оне ублажавају утицај четири основна конструкта на очекивано понашање и понашање употребе [30].

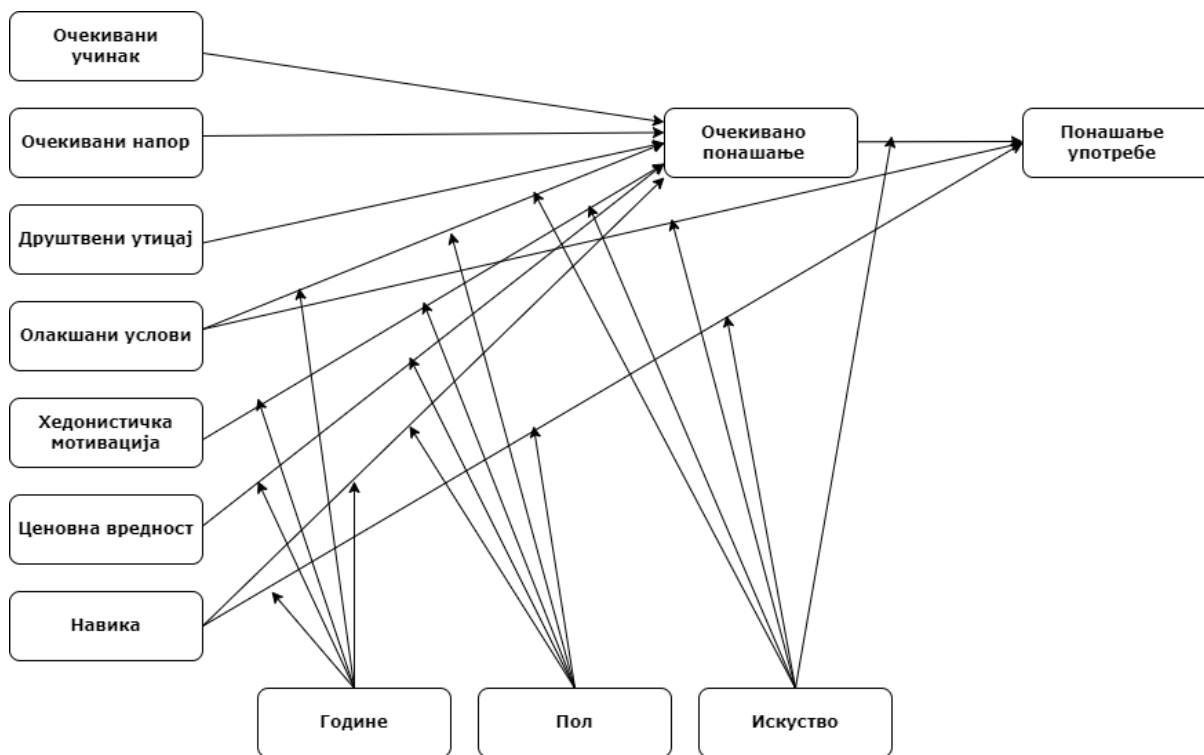
Током година, модел је показао широку примену, што је омогућило генерализацију саме теорије. С обзиром на различитост информационо-комуникационих технологија и напредак у овом сектору, одређени број научника је проширио УТАУТ модел и побољшао његову моћ предвиђања.

УТАУТ2 модел представља проширење УТАУТ модела и дизајниран је да се више фокусира на кориснике. Треба да одговори на два главна циља. Пре свега, за разлику од претходних покушаја проширења модела, УТАУТ2 није дизајниран да има неки специфични фокус, као што је нова технологија или географска локација. Уместо тога, циљ ове теорије је да представи свеобухватни оквир за испитивање спремности за прихватање нове технологије. Проширење је дизајнирано да даје прецизније објашњење понашања корисника [32] [33]. Други циљ је био да се представи бихевиористички модел за испитивање спремности прихватања технологије од стране потрошача, у поређењу са УТАУТ моделом који је развијен за организациони концепт. Да би се овај циљ испунио, модел је проширен са новим конструктима, са изменом неких односа (избачена је модеришућа варијабла добровољност употребе) у оригиналном моделу, не би ли се прилагодио контексту употребе технологије од стране потрошача. Овиме модел постиже ширу генерализацију, обраћајући се само сегменту приватних корисника.

УТАУТ2 предвиђа да је употреба технологије од стране појединца подржана ефектом 3 додатна конструкта, а то су [32]:

- *Хедонистичка мотивација* – Дефинише се као "забава или задовољство које проистиче из коришћења технологије, и показало се да игра важну улогу у прихватању и коришћењу технологије".
- *Ценовна вредност* – Дефинише се као "компромис потрошача између уочених користи од апликација и новчаних трошкова за њихово коришћење".
- *Навика* – Дефинише се као "у којој мери људи имају тенденцију да се понашају аутоматски".

Ова проширена верзија УТАУТ модела резултирала је бројним теоријским доприносима. Модел објашњава 74% варијансе у очекиваном понашању и 52% варијансе у употреби технологије, што значи да модел има високу предиктивну ваљаност када се примени на сегмент потрошача [34].



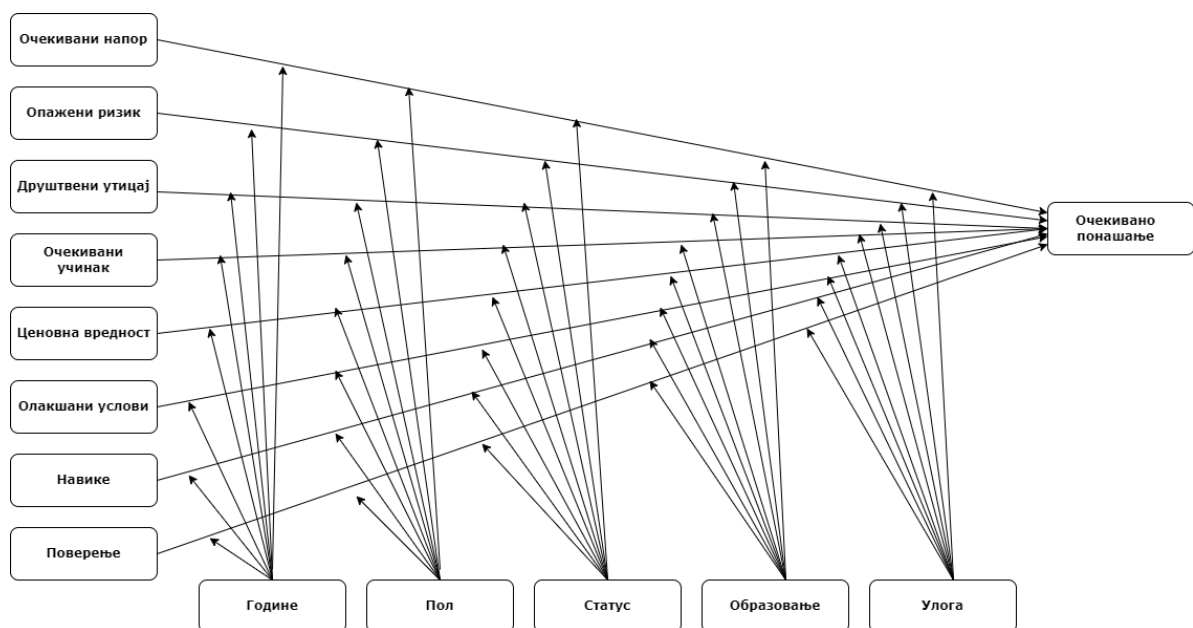
Слика 5. УТАУТ2 модел, адаптирано из [34]

Модел који је коришћен у сврху овог истраживања је УТАУТ2 проширен са додатним конструктом *Поверење*, који даје комплетност самом моделу.

- *Поверење* – Дефинише се као "поверење корисника у технологију и представља део уочених предности при коришћењу технологије [35]".

На *Слици 6* су приказани конструкти који су разматрани у истраживању и који имају утицај на усвајање и прихватање блокчејн технологије у здравственом екосистему. То су *очекивани напор, опажени ризик, друштвени утицај, очекивани учинак, ценовна*

вредност, олакшани услови, навике и поверење. Ови конструкти директно утичу на очекивано понашање корисника у коришћењу блокчејн технологије.



Слика 6. Модификовани УТАУТ2 модел, адаптирано из [34]

У наредној табели је приказан распоред питања из анкете везане за истраживање спремности примене блокчејн технологије у здравственом систему, по конструктима из модификованог УТАУТ2 модела.

Табела 1: Распоред питања по конструктима из УТАУТ2 модела

| МОДЕРИШУЋЕ ВАРИЈАБЛЕ | |
|---|---|
| Године | Колико имате година? |
| Пол | Ког сте пола? |
| Статус | Који је Ваш тренутни статус? |
| Образовање | Који је ниво Вашег образовања? |
| Улога | Која је Ваша улога у здравственом систему? |
| ЛАТЕНТНЕ ВАРИЈАБЛЕ/НЕЗАВИСНЕ ПРОМЕНЉИВЕ | |
| Очекивани напор | Да ли сматрате да би овакво лечење знатно уштедело Ваше време? (На скали од 1 до 5 изразите Ваш став на основу следећих питања, 1 – не слажем се, 5 – у потпуности се слажем) |

| | |
|------------------|--|
| Очекивани напор | <p>Сматрам да је коришћење мобилних апликација за здравство једноставно и практично. (На скали од 1 до 5 изразите Ваше мишљење, 1 – не слажем се, 5 – у потпуности се слажем)</p> <p>Сматрам да бих се брзо прилагодио/ла коришћењу мобилних апликација за здравство. (На скали од 1 до 5 изразите Ваше мишљење, 1 – не слажем се, 5 – у потпуности се слажем)</p> |
| Опажени ризик | <p>Да ли Вам је важно да Вашим здравственим подацима може да приступи само ауторизовани корисник са контролом приступа, односно Ваш лекар, здравствено осигурање, медицинске лабораторије? (1 – није ми важно, 5 – веома ми је важно)</p> <p>Да ли сте сагласни да се Ваши здравствени подаци деле између лекара, здравствених установа, здравственог осигурања или научних институција? (1 – уопште нисам сагласан/на, 5 – сагласан/на сам)</p> <p>Да ли и колико сматрате да су Ваши здравствени подаци сигурни и заштићени у том случају?(1 – нису сигурни, 5 – прилично су сигурни)</p> <p>Да ли Вам је важно да Ваши здравствени подаци не буду никад изгубљени, промењени или злоупотребљени?(1 – није ми важно, 5 – веома ми је важно)</p> <p>Користили сте паметни уређај за мерење откуцаја срца. Да ли бисте дозволили свом лекару да прати измерене вредности и да Вам у реалном времену да савет? (На скали од 1 до 5 одговорите како бисте реаговали у датим ситуацијама, 1 – не бих дозволио/ла, 5 – сигурно бих дозволио/ла)</p> <p>Вадили сте крв у медицинској лабораторији. Да ли би сте волели да имате на мобилном уређају апликацију која би Вам омоћила да на једном месту имате све лабораторијске резултате? На скали од 1 до 5 одговорите како бисте реаговали у датим ситуацијама, 1 – не бих волео/ла, 5 – веома бих волео/ла)</p> <p>Да ли сте Вам се некада десило да се плашите да користите третман који Вам је лекар у иностранству преписао јер не зна историју Вашег лечења, алергије на лекове, налазе итд? (На скали од 1 до 5 одговорите како бисте реаговали у датим ситуацијама, 1 – веома ретко, 5 – веома чест)</p> |
| Друштвени утицај | <p>Да ли бисте на захтев лекара у земљи или иностранству поделили Ваше лабораторијске резултате помоћу апликације на Вашем мобилном уређају?(На скали од 1 до 5 одговорите како бисте реаговали у датим ситуацијама, 1 – не бих поделио/ла, 5 – сигурно бих поделио/ла)</p> |

| | |
|------------------|--|
| Друштвени утицај | <p>Намеравам да препоручим коришћење ових апликација својим пријатељима и породици. (На скали од 1 до 5 оцените какав ће бити Ваш став кад једног дана буде имплементирана ова технологија у дигиталном здравству и развијен систем надгледања и контроле пацијената на даљину, 1 – не слажем се, 5 – у потпуности се слажем)</p> |
| Очекивани учинак | <p>Да ли сматрате да би овакво лечење знатно убрзало процес лечења? (На скали од 1 до 5 изразите Ваш став на основу следећих питања, 1 – не слажем се, 5 – у потпуности се слажем)</p> <p>Колико бисте се осећали сигурније у своје здравље ако бисте знали да Ваш лекар стално прати Ваше здравствено стање? (На скали од 1 до 5 изразите Ваш став на основу следећих питања, 1 – мало сигурније, 5 – прилично сигурније)</p> <p>Колико мислите да би било сигурније за труднице да лекар прати њихову трудноћу на даљину коришћењем паметних уређаја и да на основу измерених вредности може да пружи савет у реалном времену? (На скали од 1 до 5 изразите Ваш став на основу следећих питања, 1 – није много сигурније, 5 – много је сигурније)</p> <p>Да ли сматрате да би Ваше лечење у иностранству било једноставније, сигурније и брже, да лекар има увид у Ваш медицински извештај и здравствене податке у електронском формату? (1 - не слажем се, 5 - у потпуности се слажем)</p> <p>Да ли сматрате да би у том случају третман који Вам је преписан био адекватнији? (1 - не слажем се, 5 - у потпуности се слажем)</p> <p>Сматрам да би имплементација блокчејн технологије резултирала превенцијом или убрзавањем процеса добијања потребног третмана за лечење. (На скали од 1 до 5 оцените у којој мери се следеће изјаве подударају са Вашим мишљењем када је реч о употреби блокчејн технологије у здравству, 1 - не слажем се, 5 - у потпуности се слажем)</p> <p>Сматрам да би имплементација блокчејн технологије резултирала повећањем сигурности и тачности добијених третмана за лечење. (На скали од 1 до 5 оцените у којој мери се следеће изјаве подударају са Вашим мишљењем када је реч о употреби блокчејн технологије у здравству, 1 - не слажем се, 5 - у потпуности се слажем)</p> |

Очекивани учинак

Сматрам да би имплементација блокчејн технологије резултирала повећањем приватности персоналног лекарског картона јер би само ауторизовани здравствени органи могли да му приступе. (На скали од 1 до 5 оцените у којој мери се следеће изјаве подударају са Вашим мишљењем када је реч о употреби блокчејн технологије у здравству, 1 - не слажем се, 5 - у потпуности се слажем)

Сматрам да би имплементација блокчејн технологије омогућила успешно и сигурно лечење на даљину. . (На скали од 1 до 5 оцените у којој мери се следеће изјаве подударају са Вашим очекивањима када је реч о употреби блокчејн технологије у здравству, 1 - не слажем се, 5 - у потпуности се слажем)

Очекујем да информације које омогућава ова технологија буду тачне, поуздане и једноставне за разумевање. (На скали од 1 до 5 оцените у којој мери се следеће изјаве подударају са Вашим очекивањима када је реч о употреби блокчејн технологије у здравству, 1 - не слажем се, 5 - у потпуности се слажем)

Очекујем да подаци о мом здравственом стању буду приватни и дељени само онима којима дозволим. (На скали од 1 до 5 оцените у којој мери се следеће изјаве подударају са Вашим очекивањима када је реч о употреби блокчејн технологије у здравству, 1 - не слажем се, 5 - у потпуности се слажем)

Не очекујем никакву корист од примене блокчејн технологије у здравству. (На скали од 1 до 5 оцените у којој мери се следеће изјаве подударају са Вашим очекивањима када је реч о употреби блокчејн технологије у здравству, 1 - не слажем се, 5 - у потпуности се слажем)

Ценовна вредност

Новчано улагање у паметни уређај који би пратио моје здравствено стање и податке бележио на мобилну апликацију ми не представља проблем. (На скали од 1 до 5 изразите Ваше мишљење, 1 – не слажем се, 5 – у потпуности се слажем)

Спреман/на сам да плаћам здравствено осигурање више да бих имао/ла мобилну апликацију путем које бих могао/могла да имам увид у електронски здравствени картон, персонални електронски картон и могућност да на захтев поделим своју здравствену документацију са здравственим установама и лекарима у земљи и иностранству.

Олакшани услови

Да ли сматрате да би било практично и сигурно да можете да имате онлајн комуникацију са Вашим лекаром? (На скали од 1 до 5 изразите Ваш став на основу следећих питања, 1 – не слажем се, 5 – у потпуности се слажем)

Колико би Вам било лакше да свој медицински извештај и здравствене податке можете да делите са Вашим лекаром онлајн? (На скали од 1 до 5 изразите Ваш став на основу следећих питања, 1 – не слажем се, 5 – у потпуности се слажем)

Колико би Вам било практичније да лекар може да прати Ваше здравствено стање док сте код своје куће и преписује Вам адекватну терапију? (На скали од 1 до 5 изразите Ваш став на основу следећих питања, 1 – не слажем се, 5 – у потпуности се слажем)

Да ли сматрате да би за одређене групе људи, као што су пензионери или труднице, константно праћење здравственог стања било од великог значаја? (На скали од 1 до 5 изразите Ваш став на основу следећих питања, 1 – не слажем се, 5 – у потпуности се слажем)

Сматрам да би имплементација блокчејн технологије резултирала значајном уштедом времена, и на страни пацијената и на страни осталих заинтересованих страна. (На скали од 1 до 5 оцените у којој мери се следеће изјаве подударују са Вашим мишљењем када је реч о употреби блокчејн технологије у здравству, 1 - не слажем се, 5 - у потпуности се слажем)

Навике

Да ли бисте користили паметне уређаје као што су паметни сатови, паметне наруквице и слично за праћење Вашег здравственог стања (праћење откуцаја и рада срца, шећера у крви, засићења кисеоником, мерење крвног притиска, праћење и мерење температуре)?

Да ли бисте вредности измерене помоћу паметних уређаја поделили са својим лекаром?

Да ли бисте користили паметне уређаје у сврху телерехабилитације, односно како би Ваш лекар могао да прати Ваш напредак у опоравку помоћу мобилне апликације? Овим путем би Вас лекар константно пратио и сходно томе давао даље сугестије и инструкције.

Поверење

Колико Вам овај начин лечења звучи сигурно и гарантовано? (На скали од 1 до 5 изразите Ваш став на основу следећих питања, 1 – не звучи ми сигурно, 5 – звучи прилично сигурно)

Колико бисте се осећали сигурно приликом дељења свог медицинског извештаја са лекаром онлајн? (На скали од 1 до 5 изразите Ваш став на основу следећих питања, 1 – не звучи ми сигурно, 5 – звучи прилично сигурно)

ЗАВИСНА ПРОМЕНЉИВА

Очекивано понашање

Сагласан/на сам да помоћу мобилне апликације здравственој установи омогућим приступ мојим здравственим подацима.(На скали од 1 до 5 изразите Ваше мишљење, 1 – не слажем се, 5 – у потпуности се слажем)

Сагласан/на сам да на мобилној апликацији чувам своје здравствене податке (историја лечења, лабораторијски налази, подаци о здравственом осигурању, подаци који су сакупљени помоћу паметних уређаја...) у оквиру свог персоналног здравственог картона и електронског здравственог картона. (На скали од 1 до 5 изразите Ваше мишљење, 1 – не слажем се, 5 – у потпуности се слажем)

Не би ми био проблем да у оквиру здравствене установе поделим своје здравствене податке помоћу мобилне апликације. (На скали од 1 до 5 изразите Ваше мишљење, 1 – не слажем се, 5 – у потпуности се слажем)

Чешће бих пратио/ла своје здравствено стање када бих користио/ла мобилну апликацију за здравство. (На скали од 1 до 5 изразите Ваше мишљење, 1 – не слажем се, 5 – у потпуности се слажем)

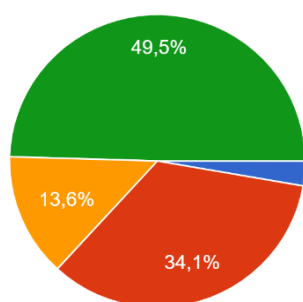
Сагласан/на сам да се лечим од куће уз помоћ здравствених апликација док медицинско особље прати и надгледа моје лечење са другог места. (На скали од 1 до 5 оцените какав ће бити Ваш став кад једног дана буде ова технологија у дигиталном здравству и развијен систем надгледања и контроле пацијената на, 1 – не слажем се, 5 – у потпуности се слажем)

4.3. АНАЛИЗА РЕЗУЛТАТА

За ово истраживање је спроведена анкета у којој је учествовало 220 испитаника. Они се међусобно разликују по демографским подацима, односно по годинама, полу, статусу, образовању и улози у здравственом систему.

Анализу започињемо са добијеним демографским подацима испитаника и кратким приказом сличности и разлика које су уочене између тих података.

Када су у питању године, највећи број испитаника има преко 35 година, а затим они између 20 и 25 година старости. Овај однос је приказан на следећој слици и табели.



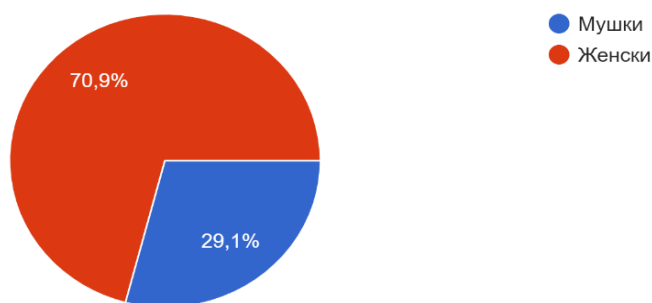
- Мање од 20
- Од 20 до 25
- Од 25 до 35
- Више од 35

Године

| | |
|-------------|-----|
| Мање од 20 | 109 |
| Од 20 до 25 | 75 |
| Од 25 до 35 | 30 |
| Више од 35 | 6 |

Слика 7. Распоред испитаника по годинама

У истраживању су у значајно већем проценту учествовали испитаници женског пола, што можемо видети графички и табеларно.

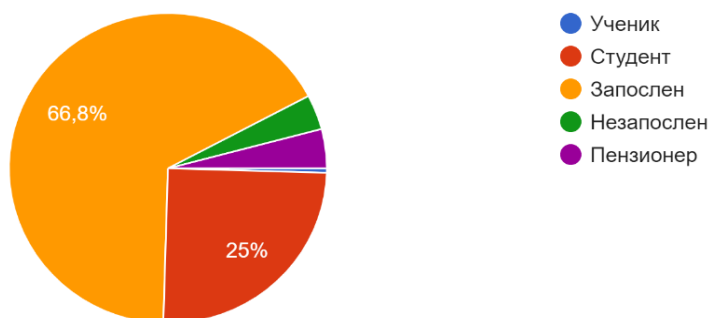


Пол

| | |
|--------|-----|
| Мушки | 156 |
| Женски | 64 |

Слика 8. Распоред испитаника по полу

Када говоримо о статусу испитаника, са наредне слике и таблице можемо видети да је највећи број њих запослен или је студент. У остале категорије ученик, пензионер и незапослен је припало значајно мање испитаника.

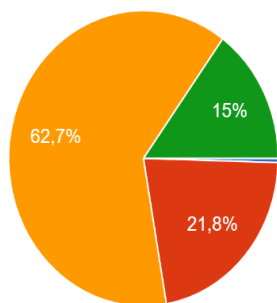


Статус

| | |
|------------|-----|
| Ученик | 1 |
| Студент | 55 |
| Запослен | 147 |
| Незапослен | 8 |
| Пензионер | 9 |

Слика 9. Распоред испитаника по статусу

У даљем анализирању видимо да је у истраживању учествовало највише испитаника који су стекли звање неке више школе или факултета, а мањи број њих има завршене постдипломске студије, средњошколско и основно образовање, што можемо видети графички и табеларно.



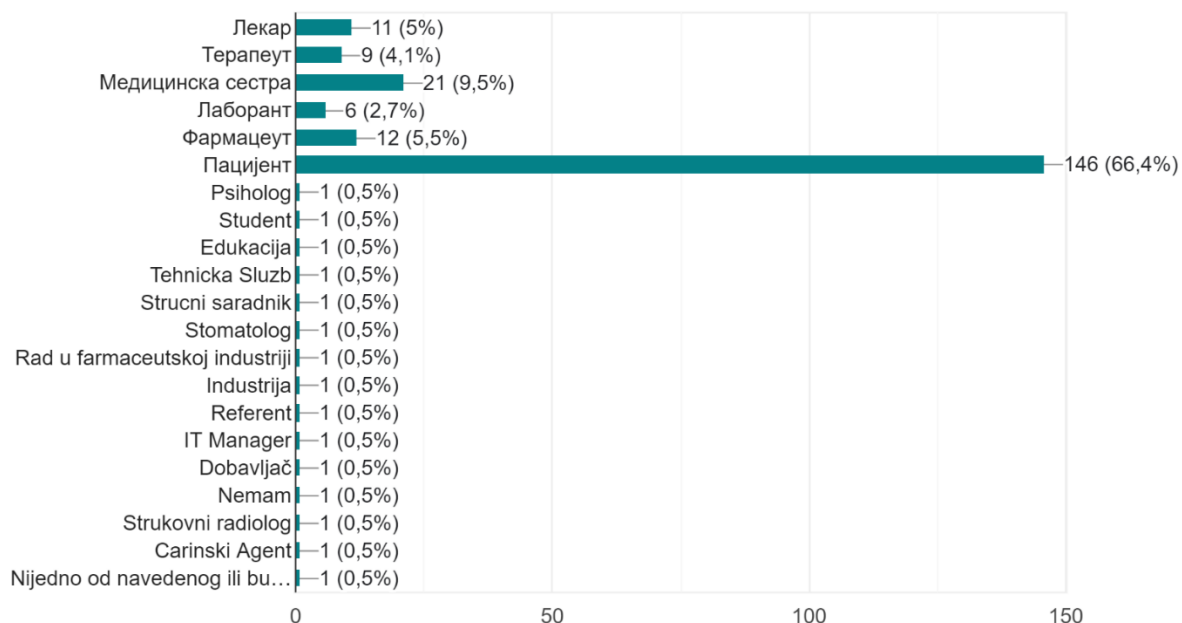
- Основно образовање
- Средњошколско образовање
- Виша школа/факултет
- Постдипломске студије

Образовање

| | |
|--------------------------|-----|
| Основно образовање | 1 |
| Средњошколско образовање | 48 |
| Виша школа/факултет | 138 |
| Постдипломске студије | 33 |

Слика 10. Распоред испитаника по образовању

Када анализирамо улогу испитаника у здравственом систему, видимо да највећи број њих има улогу пацијента, а затим медицинске сестре, фармацеута, лаборанта, лекара и терапеута. Од осталих улога се јављају и улоге стоматолога, радиолога, психолога, стручног сарадника, техничке службе, референта, ИТ менаџера, добављача итд. Овај распоред можемо детаљније видети на слици испод.



Слика 11. Распоред испитаника по улози у здравственом систему

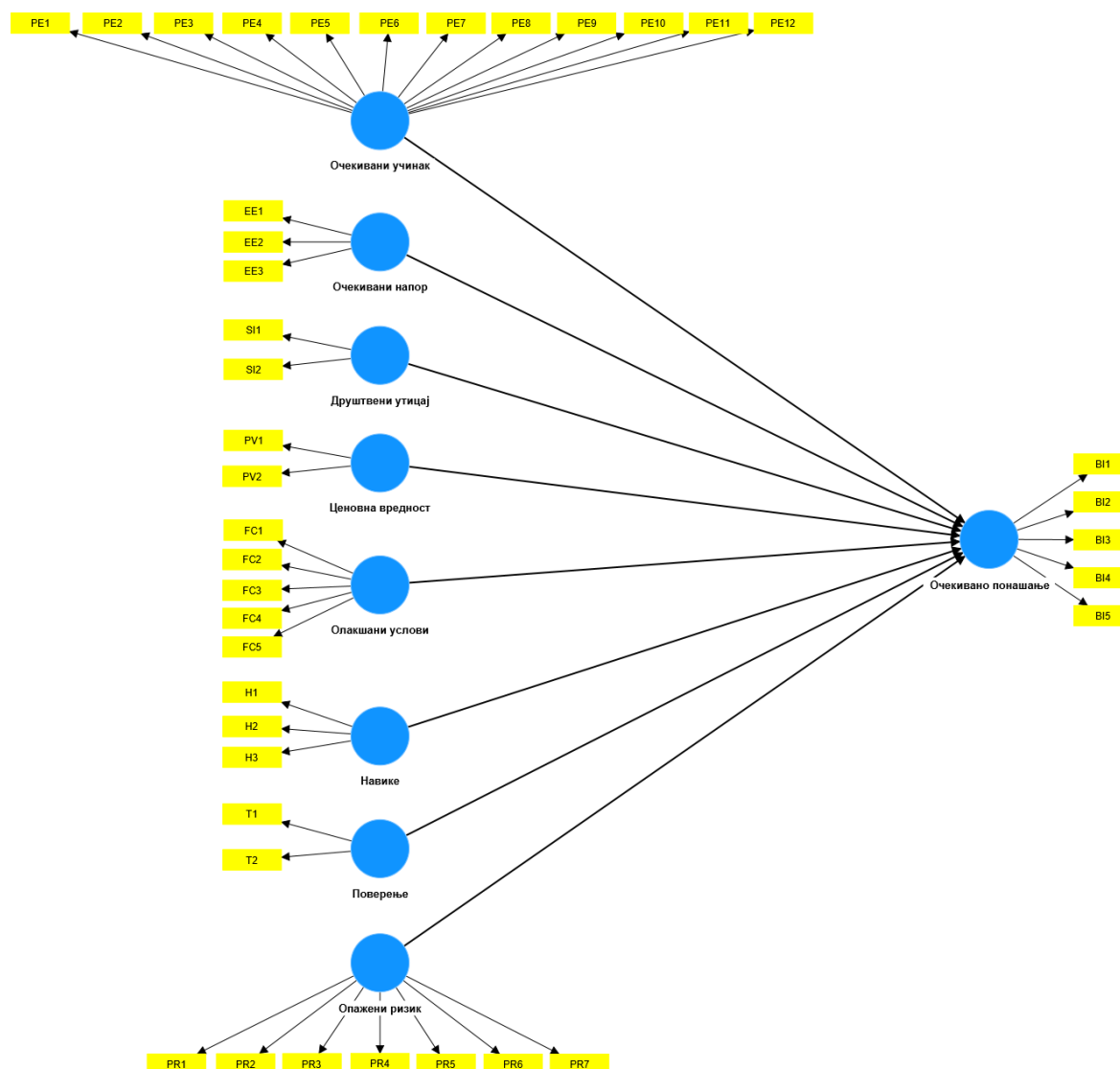
Демографски подаци испитаника су представљени кроз следећу табелу.

Табела 2: Демографска расподела испитаника

| | Варијабла | Вредности | Фреквенција | % |
|--------------------------|------------|-------------------|-------------|-------|
| Општи демографски подаци | Године | <20 | 6 | 2,7% |
| | | 20-25 | 75 | 34,1% |
| | | 25-35 | 30 | 13,6% |
| | | >35 | 109 | 49,5% |
| | Пол | Мушки | 64 | 29,1% |
| | | Женски | 156 | 70,9% |
| | Статус | Ученик | 1 | 0,5% |
| | | Студент | 55 | 25% |
| | | Запослен | 147 | 66,8% |
| | | Незапослен | 8 | 3,6% |
| | | Пензионер | 9 | 4,1% |
| | Образовање | Основно | 1 | 0,5% |
| | | Средњошколско | 48 | 21,8% |
| | | Виша/факултет | 138 | 62,7% |
| | | Постдипломске | 33 | 15% |
| | Улога | Лекар | 11 | 5% |
| | | Терапеут | 9 | 4,1% |
| | | Медицинска сестра | 21 | 9,5% |
| | | Лаборант | 6 | 2,7% |
| | | Фармацеут | 12 | 5,5% |
| Пацијент | | 146 | 66,4% | |

Сада ћемо да извршимо детаљну анализу и испитивање зависности између конструктора који су коришћени у моделу и самом истраживању и очекиваног понашања корисника када је реч о имплементацији блокчејн технологије у здравству. За испитивање ове зависности је у оквиру истраживања коришћена *PLS-SEM метода*. Статистички циљ ове методе је да максимизира варијансу која је објашњена у зависним варијаблама. PLS-SEM метода омогућава развој модела који има циљ да представи ову зависност између зависних варијабли и очекиваног понашања. За анализу добијених резултата је коришћен SmartPLS 4.0 софтверски алат.

На наредној слици је приказан структурни модел мерења латентних варијабли.



Слика 12. Модел мерења латентних варијабли

Латентне варијабле су заправо конструкти које смо користили у УТАУТ2 моделу. Чланови, који представљају питања из анкете која је претходно спроведена, су придружени овим варијаблама. Зато су у овом случају латентне варијабле чине фактори: очекивана ефикасност, очекивани напор, друштвени утицај, ценовна вредност, олакшани услови, навика, поверење и опажени ризик. Сви ови фактори утичу на спремност корисника на коришћење блокчејн технологије у здравственом екосистему, тако да утичу

на зависну променљиву очекивано понашање. Из овога следи и почетни УТАУТ2 модел, приказан на *Слици 6*.

Варијабле године, пол, статус, образовање и улога су модеришуће варијабле и на моделу је стрелицама приказан њихов утицај на латентне варијабле, које имају утицај на зависну променљиву. Дакле, утицај сваке од латентних варијабли на очекивано понашање корисника се испитује у односу на године, пол, статус, образовање и улогу испитаника.

На основу овог модела су постављене следеће хипотезе:

X1 : Очекивани напор утиче на спремност корисника да користе блокчејн технологију имплементирану у оквиру здравственог система

X2: Ризик који корисници опажају утиче на њихову спремност да користе блокчејн технологију имплементирану у оквиру здравственог система

X3: Друштвени утицај који корисници опажају утиче на њихову спремност да користе блокчејн технологију имплементирану у оквиру здравственог система

X4: Очекивани учинак који корисници опажају утиче на њихову спремност да користе блокчејн технологију имплементирану у оквиру здравственог система

X5: Ценовна вредност коју корисници опажају утиче на њихову спремност да користе блокчејн технологију имплементирану у оквиру здравственог система

X6: Олакшани услови које корисници опажају утичу на њихову спремност да користе блокчејн технологију имплементирану у оквиру здравственог система

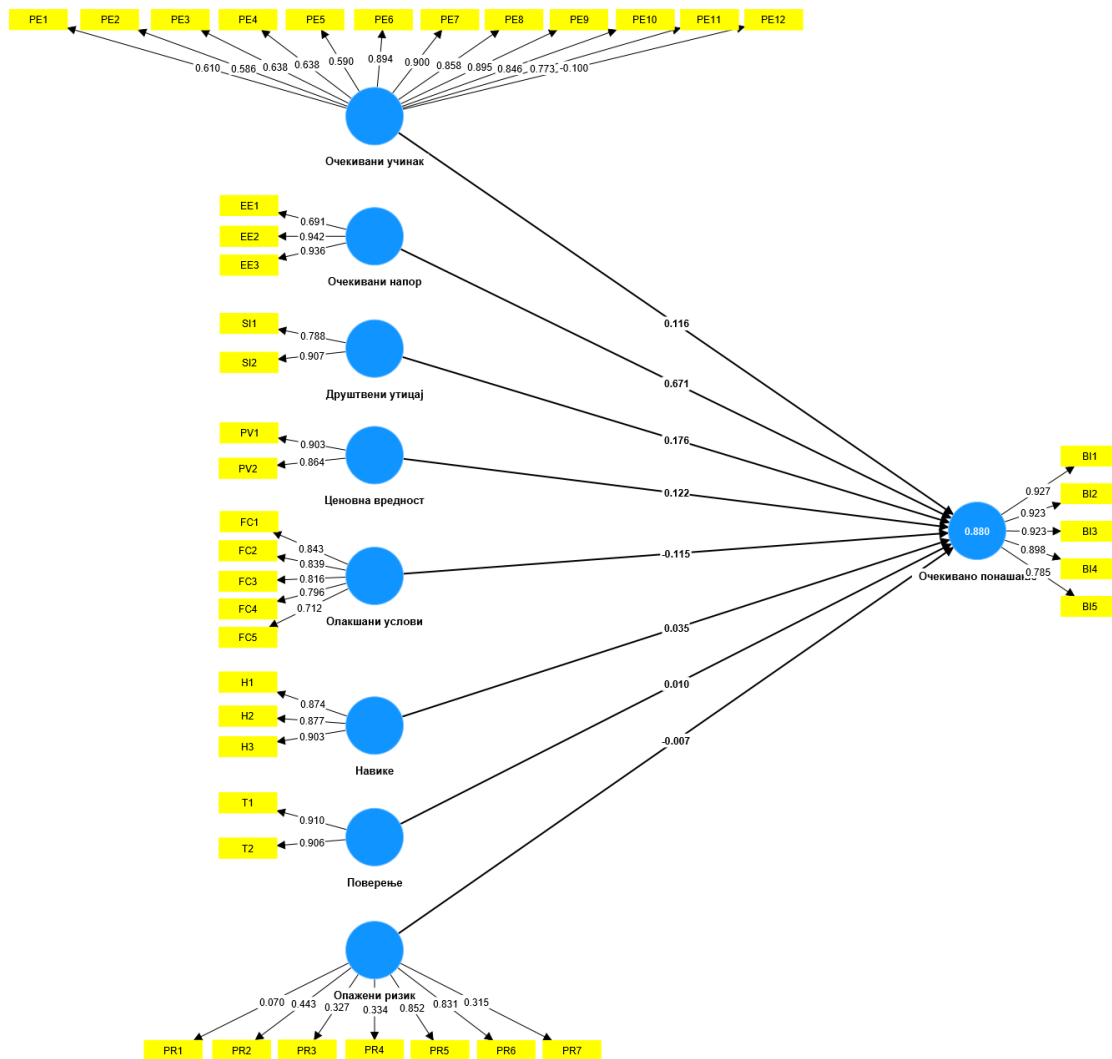
X7: Навике које потрошачи могу да стекну утичу на њихову спремност да користе блокчејн технологију имплементирану у оквиру здравственог система

X8: Поверење које корисници имају утиче на њихову спремност да користе блокчејн технологију имплементирану у оквиру здравственог система

Над датим моделом прво извршавамо PLS-SEM алгоритам помоћу SmartPLS софтвера. Извршена је евалуација која има две фазе. Прва фаза је евалуација модела мерења

латентних варијабли и односи се на везе између података који су прикупљени у истраживању и променљивих које се посматрају у моделу. Друга фаза се односи на евалуацију структурног модела и у њој су анализирани везе између променљивих.

На Слици 13 се може видети резултат извршавања овог алгорита.

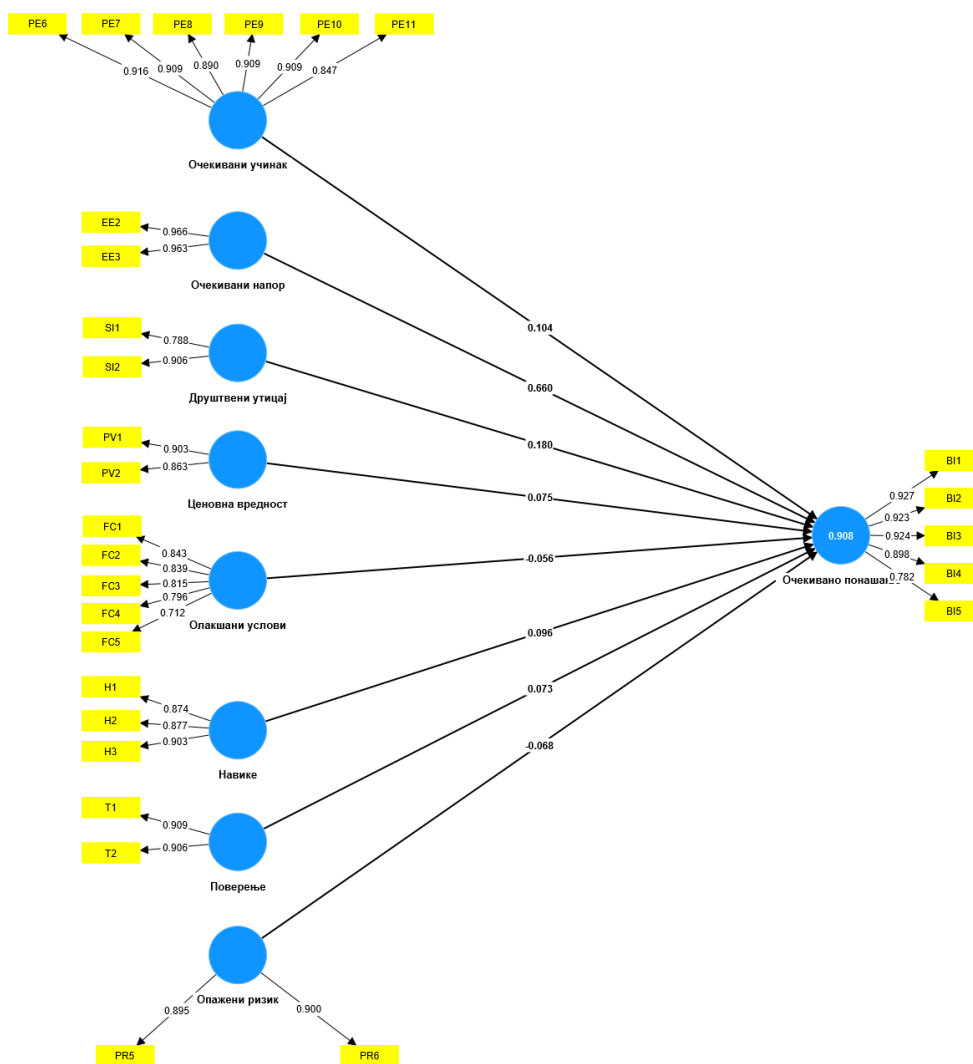


Слика 13. Резултат примене PLS-SEM алгорита

Након извршеног PLS-SEM алгорита, из финалних резултата извештаја анализирамо *outer-loadings*. То заправо представља поузданост индикатора, односно апсолутни допринос питања која су спроведена у истраживању њиховим додељеним конструктима.

Из таблице извештаја видимо да поједина питања не мере добро своје латентне варијабле, те их избацујемо да бисмо модел побољшали. На пример, питање *EE1* не мери добро очекивани напор, па га зато избацујемо да би модел био бољи. Исто важи и за питања *PE1*, *PE2*, *PE3*, *PE4*, *PE5*, *PE12*, *PR1*, *PR2*, *PR3*, *PR4*, *PR7*.

Након избацивања ових индикатора, у *outer-loadings* резултатима су остали само индикатори који добро мере конструкте којима су додељени, а како сада изгледа модел након примењеног PLS-SEM алгоритма можемо видети на *Слици 14*.



Слика 14. Резултат примене PLS-SEM алгоритма након избацивања индикатора

Даље на основу новог модела са *Слике 14* радимо анализу.

Први критеријум квалитета нашег модела који анализирамо је *R-squared*. Ова вредност је статистичка мера која представља пропорцију варијансе зависне променљиве која је објашњена са две или више независних променљивих. Није показатељ узрочности, већ само коваријанса. У нашем случају износи 0.908, што значи да је модел добар и да има високу предиктивну тачност. Другим речима, модел описује 90.8% варијабилитета зависне променљиве.

| | R-square | R-square adjusted |
|--------------------|----------|-------------------|
| Очекивано понашање | 0.908 | 0.904 |

Слика 15 – Измерена вредност *R-squared* критеријума

Даље, у Табели 3 је приказана оцена поузданости и валидности модела мерења латентних варијабли.

Табела 3: Оцена валидности модела мерења латентних варијабли

| Варијабла | Индикатори | Cronbach's alpha | Composite reliability | Average variance extracted (AVE) |
|--------------------|--------------------------------|------------------|-----------------------|----------------------------------|
| Друштвени утицај | SI1, SI2 | 0.624 | 0.837 | 0.721 |
| Навике | HI1, HI2, HI3 | 0.862 | 0.915 | 0.783 |
| Олакшани услови | FC1, FC2, FC3, FC4, FC5 | 0.863 | 0.900 | 0.644 |
| Опажени ризик | PR5, PR6 | 0.759 | 0.893 | 0.806 |
| Очекивани напор | EE2, EE3 | 0.924 | 0.964 | 0.930 |
| Очекивани учинак | PE6, PE7, PE8, PE9, PE10, PE11 | 0.951 | 0.961 | 0.805 |
| Очекивано понашање | BI1, BI2, BI3, BI4, BI5 | 0.935 | 0.951 | 0.797 |
| Поверење | T1, T2 | 0.787 | 0.904 | 0.824 |
| Ценовна вредност | PV1, PV2 | 0.720 | 0.876 | 0.780 |

Прво што анализирамо из *Табеле 3* је *Cronbach's alpha*, који представља коефицијент који мери интерну конзистентност, односно поузданост, скупа питања из анкете. Заправо, мери колико је скуп питања уско повезан као група. Ова статистика се користи кад желимо да утврдимо да ли група питања доследно мери исту карактеристику, односно када желимо да измеримо интерну конзистентност анкете која се заснива на Ликертовој скали. *Cronbach's alpha* квантификује ниво слагања на стандардизованој скали од 0 до 1. Према правилу, све измерене вредности преко 0.7 су добре, преко 0.8 веома добре, а преко 0.9 одличне. Што се нашег примера тиче, једино је вредност коефицијента за конструкт *Друштвени утицај* био мањи од 0.7, и самим тим црвене боје у табели у оквиру извештаја, што значи да питања која су у оквиру овог конструкта не мере доследно исту карактеристику. Све остале вредности много боље, што значи да сва остала питања уско повезана као група и адекватно мере конструкт коме су додељена.

Следећи параметар који анализирамо из ове табеле је *композитна поузданост (composite reliability)*, који представља меру унутрашње конзистентности. Вредности које су задовољавајуће за композитну поузданост су између 0.6 и 0.7, али за напреднија истраживања су пожељније вредности преко 0.7. Исто тако, вредности између 0.9 и 0.95 нису најпожељније, а још мање пожељне су вредности преко 0.95. У случају нашег модела, три варијабле имају вредности које су преко 0.95, а то су *Очекивани напор*, *Очекивани учинак* и *Очекивано понашање*, а две преко 0.9 и то *Навике* и *Поверење*. Остале варијабле су у границама које су задовољавајуће чак и за напреднија истраживања.

Последњи параметар који анализирамо из *Табеле 3* је *Average variance extracted(AVE)* који представља однос варијансе коју конструкт обухвата у односу на варијансу услед грешке у мерењу. Самим тим, даје резултате који описују да ли постоји позитивна корелација између индикатора који описују исту варијаблу. Вредности овог параметра које су задовољавајуће су изнад 0.5. У нашем случају, све вредности су задовољавајуће када говоримо о AVT параметру.

У даљој анализи смо помоћу *cross-loadings* параметра одредили меру у којој се варијабле у моделу међусобно разликују. Заправо овај параметар идентификује оне ставке које имају велико оптерећење на исте конструкте и оне који имају велико оптерећење на више

конструкта. Циљ је да се обезбеди да конструкт има најјаче везе са сопственим индикаторима. У нашем случају је то заиста испуњено, што се може видети на *Слици 16*.

| | Друштвени утицај | Навике | Олакшани услови | Олажени ризик | Очекивани напор | Очекивани учинак | Очекивано понашање | Поверење | Ценовна вредност |
|------|------------------|--------|-----------------|---------------|-----------------|------------------|--------------------|----------|------------------|
| В11 | 0.713 | 0.583 | 0.610 | 0.592 | 0.843 | 0.689 | 0.927 | 0.541 | 0.617 |
| В12 | 0.668 | 0.602 | 0.655 | 0.585 | 0.889 | 0.706 | 0.923 | 0.441 | 0.699 |
| В13 | 0.710 | 0.578 | 0.631 | 0.594 | 0.884 | 0.712 | 0.924 | 0.478 | 0.680 |
| В14 | 0.674 | 0.564 | 0.599 | 0.558 | 0.843 | 0.681 | 0.898 | 0.419 | 0.674 |
| В15 | 0.767 | 0.615 | 0.655 | 0.539 | 0.652 | 0.684 | 0.782 | 0.646 | 0.708 |
| ЕЕ2 | 0.698 | 0.587 | 0.675 | 0.623 | 0.966 | 0.720 | 0.906 | 0.506 | 0.672 |
| ЕЕ3 | 0.630 | 0.527 | 0.655 | 0.583 | 0.963 | 0.692 | 0.868 | 0.390 | 0.669 |
| FC1 | 0.511 | 0.566 | 0.843 | 0.574 | 0.516 | 0.479 | 0.523 | 0.651 | 0.407 |
| FC2 | 0.470 | 0.566 | 0.839 | 0.607 | 0.521 | 0.457 | 0.482 | 0.560 | 0.399 |
| FC3 | 0.512 | 0.575 | 0.815 | 0.513 | 0.453 | 0.515 | 0.534 | 0.655 | 0.437 |
| FC4 | 0.461 | 0.539 | 0.796 | 0.555 | 0.501 | 0.455 | 0.486 | 0.458 | 0.421 |
| FC5 | 0.605 | 0.498 | 0.712 | 0.496 | 0.696 | 0.883 | 0.709 | 0.399 | 0.550 |
| Н1 | 0.540 | 0.874 | 0.524 | 0.616 | 0.451 | 0.456 | 0.532 | 0.513 | 0.539 |
| Н2 | 0.577 | 0.877 | 0.630 | 0.781 | 0.517 | 0.531 | 0.560 | 0.531 | 0.492 |
| Н3 | 0.649 | 0.903 | 0.658 | 0.725 | 0.558 | 0.568 | 0.644 | 0.576 | 0.619 |
| PE10 | 0.589 | 0.516 | 0.632 | 0.522 | 0.652 | 0.909 | 0.668 | 0.364 | 0.533 |
| PE11 | 0.560 | 0.408 | 0.546 | 0.440 | 0.615 | 0.847 | 0.633 | 0.336 | 0.453 |
| PE6 | 0.642 | 0.584 | 0.725 | 0.589 | 0.701 | 0.916 | 0.732 | 0.495 | 0.602 |
| PE7 | 0.679 | 0.583 | 0.692 | 0.529 | 0.664 | 0.909 | 0.726 | 0.566 | 0.631 |
| PE8 | 0.679 | 0.497 | 0.656 | 0.538 | 0.661 | 0.890 | 0.700 | 0.488 | 0.534 |
| PE9 | 0.680 | 0.586 | 0.682 | 0.501 | 0.647 | 0.909 | 0.718 | 0.550 | 0.639 |
| PR5 | 0.582 | 0.730 | 0.548 | 0.895 | 0.541 | 0.493 | 0.570 | 0.492 | 0.458 |
| PR6 | 0.607 | 0.709 | 0.680 | 0.900 | 0.582 | 0.542 | 0.584 | 0.536 | 0.462 |
| PV1 | 0.602 | 0.585 | 0.508 | 0.490 | 0.701 | 0.553 | 0.717 | 0.390 | 0.903 |
| PV2 | 0.653 | 0.514 | 0.495 | 0.410 | 0.515 | 0.569 | 0.611 | 0.461 | 0.863 |
| SI1 | 0.788 | 0.469 | 0.459 | 0.598 | 0.468 | 0.477 | 0.533 | 0.418 | 0.409 |
| SI2 | 0.906 | 0.646 | 0.631 | 0.548 | 0.677 | 0.705 | 0.776 | 0.585 | 0.743 |
| T1 | 0.583 | 0.593 | 0.645 | 0.496 | 0.408 | 0.514 | 0.513 | 0.909 | 0.447 |
| T2 | 0.531 | 0.517 | 0.578 | 0.545 | 0.438 | 0.437 | 0.505 | 0.906 | 0.420 |

Слика 16. Оцена валидности модела - cross-loadings вредности

Fornell-Lacker критеријум је једна од најпопуларнијих техника која се користи за проверу дискриминантне валидности модела. Према овом критеријуму, квадратни корен просечне варијансе конструкта мора бити већи од корелације између тог и било ког другог конструкта. Заправо, овај критеријум пореди корелације варијабли и AVE вредности који су приказани у *Табели 3*. Матрица корелације дата на *Слици 17* показује да је валидност задовољена за све конструкте осим за конструкт *Очекивано понашање*, где видимо да постоји одступање од 0.027.

| | Друштвени утицај | Навике | Олакшани услови | Олажени ризик | Очекивани напор | Очекивани учинак | Очекивано понашање | Поверење | Ценовна вредност |
|--------------------|------------------|--------|-----------------|---------------|-----------------|------------------|--------------------|----------|------------------|
| Друштвени утицај | 0.849 | | | | | | | | |
| Навике | 0.669 | 0.885 | | | | | | | |
| Олакшани услови | 0.654 | 0.686 | 0.803 | | | | | | |
| Олажени ризик | 0.662 | 0.801 | 0.685 | 0.898 | | | | | |
| Очекивани напор | 0.690 | 0.578 | 0.690 | 0.626 | 0.964 | | | | |
| Очекивани учинак | 0.713 | 0.589 | 0.733 | 0.577 | 0.733 | 0.897 | | | |
| Очекивано понашање | 0.789 | 0.658 | 0.704 | 0.643 | 0.920 | 0.777 | 0.893 | | |
| Поверење | 0.602 | 0.612 | 0.674 | 0.573 | 0.466 | 0.524 | 0.561 | 0.908 | |
| Ценовна вредност | 0.707 | 0.625 | 0.568 | 0.512 | 0.695 | 0.633 | 0.755 | 0.478 | 0.883 |

Слика 17. Оцена валидности модела – Fornell-Lacker критеријум

Даља анализа се односила на оцену структурног модела. Мултиколинеарност у скупу варијабли је оцењена коришћењем *Variance Inflation Factor (VIF)* фактора. Математички гледано, VIF представља однос укупне варијансе модела и варијансе модела који укључује само ту једну независну променљиву. Што се VIF више повећава, резултати су мање поуздани. Високе вредности VIF вредности указују на висок ниво колинеарности варијабли и то је проблематично јер утиче на саму процену и губи статистички значај. У нашем случају, све вредности су испод 5, што можемо видети у *Табели 5*. Из свега наведеног закључујемо да нема колинеарности варијабли.

Табела 4 : VIF вредности

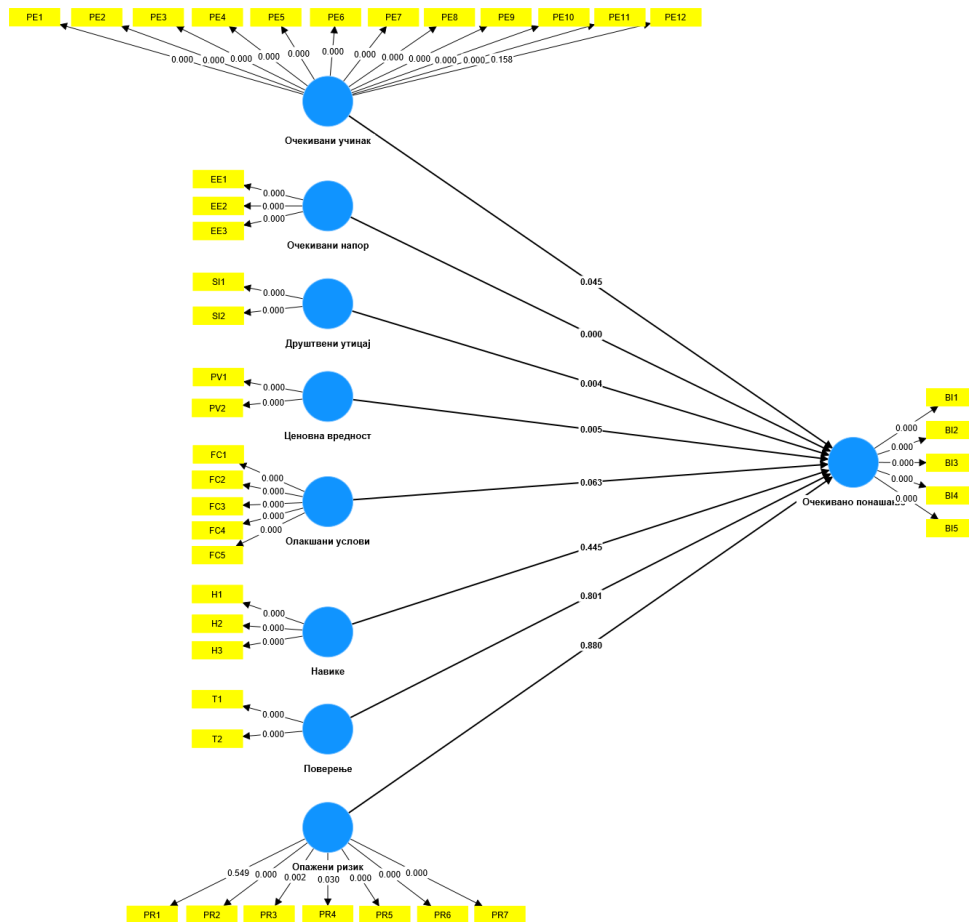
| | Очекивано понашање |
|------------------|--------------------|
| Друштвени утицај | 3.262 |
| Навике | 3.719 |
| Олакшани услови | 3.529 |
| Опажени ризик | 3.513 |
| Очекивани напор | 3.200 |
| Очекивани учинак | 3.095 |
| Поверење | 2.127 |
| Ценовна вредност | 2.705 |

Даље је извршена детаљна анализа значајности помоћу методе *bootstraping* са 5000 узорака и значајности од 5%. На *Слици 18* можемо видети резултате, при чему закључујемо да најјачи утицај на спремност примене блокчејн технологије у здравству имају *Очекивани напор*, *Друштвени утицај*, *Ценовна вредност* и *Очекивани учинак*, односно ово су статистички значајне хипотезе. Утицај осталих индикатора није статистички значајан. Заправо, потврдили смо да на *Очекивано понашање* утичу *Очекивани напор*, *Друштвени утицај*, *Ценовна вредност* и *Очекивани учинак*, и да највише доприносе у спремности за примену технологије. То би значило да би се у даљем раду и истраживању треба посветити само овим компонентама које ће највише мотивисати људе да користе блокчејн технологију у здравству.

| | Original sample (O) | Sample mean (M) | Standard deviation (STDEV) | T statistics (O/STDEV) | P values |
|--|---------------------|-----------------|----------------------------|--------------------------|----------|
| Друштвени утицај -> Очекивано понашање | 0.176 | 0.175 | 0.061 | 2.885 | 0.004 |
| Навике -> Очекивано понашање | 0.035 | 0.034 | 0.046 | 0.764 | 0.445 |
| Олакшани услови -> Очекивано понашање | -0.115 | -0.110 | 0.062 | 1.863 | 0.063 |
| Опажени ризик -> Очекивано понашање | -0.007 | -0.003 | 0.046 | 0.151 | 0.880 |
| Очекивани напор -> Очекивано понашање | 0.671 | 0.666 | 0.060 | 11.222 | 0.000 |
| Очекивани учинак -> Очекивано понашање | 0.116 | 0.119 | 0.058 | 2.002 | 0.045 |
| Поверење -> Очекивано понашање | 0.010 | 0.008 | 0.040 | 0.252 | 0.801 |
| Ценовна вредност -> Очекивано понашање | 0.122 | 0.121 | 0.044 | 2.807 | 0.005 |

Слика 18. Тестирање хипотеза

Мерење значајности индикатора смо спровели помоћу веза између разматраних варијабли. Везе су анализирани на основу вредности *кофицијената путање (path coefficient)* структурног модела. Вредности које су близу +1 представљају јаку позитивну везу и статистички су значајне, док уколико је вредност близу 0, утицај не постоји, а близу -1 представља јаку негативну везу.



Слика 19. Резултати Bootstrapping-a

5. ЗАКЉУЧАК

Блокчејн је технологија која је на нашим просторима и даље нова, на самом зачетку свог развојног пута. Ова технологија има огромне потенцијале да позитивно утиче на многе системе и сфере пословања. Утицај који би имала на здравство би био од великог значаја за све стејкхолдере који учествују у овом екосистему. Кроз ово истраживање је испитана спремност да се блокчејн технологија примени у здравству и анализирани су ставови испитаника о начину коришћења и свим предностима које ова технологија нуди. Сви подаци добијени из истраживања су обрађени помоћу PLS-SEM методе, и на основу добијених резултата доносимо закључак да међу испитаницима постоји извесна заинтересованост за коришћење нове технологије, али и да је и даље здравство систем који је прилично конзервативан и за кога би усвајање нове технологије представљао дуг процес, који захтева огромно стрпљење. Исто тако, за испитанике је само дигитално здравство одлично решење у многим случајевима, док већина сматра да дигитално здравство има лимитације и да за ургентна стања примат ипак има лични контакт. Ипак, на основу великог броја позитивних коментара и сакупљених података испитаника, закључак овог истраживања је да би блокчејн технологија уз адекватан модел примене направила револуцију у здравству.

6. ЛИТЕРАТУРА

- [1] F. White, “Primary health care and public health: Foundations of universal health systems,” *Med. Princ. Pract.*, vol. 24, no. 2, pp. 103–116, 2015, doi: 10.1159/000370197.
- [2] S. Mcclean, J. Gillespie, L. Garg, M. Barton, B. Scotney, and K. Kullerton, “Using phase-type models to cost stroke patient care across health, social and community services,” *Eur. J. Oper. Res.*, vol. 236, no. 1, pp. 190–199, Jul. 2014.
- [3] WORLD HEALTH STATISTICS 2018: Monitoring Health for the SDGs, WHO, Geneva, Switzerland, 2018.
- [4] M. Hosseini and B. E. Dixon, “Syntactic interoperability and the role of standards,” in *Health Information Exchange: Navigating a Network of Health Information Systems*. Amsterdam, The Netherlands: Elsevier, 2016, p. 135.
- [5] E. Chukwu and L. Garg, “A systematic review of blockchain in healthcare: Frameworks, prototypes, and implementations,” *IEEE Access*, vol. 8, pp. 21196–21214, 2020, doi: 10.1109/ACCESS.2020.2969881.
- [6] Labus, A., Radenković, M., Bogdanović, Z., & Despotović, V. A BLOCKCHAIN SYSTEM FOR HEALTHCARE. In D. Bećirović, H. Delić (Eds.). *Book of Proceedings 3rd International Scientific Conference on Digital Economy* (pp 23.). Tuzla: Visoka škola” Internacionalna poslovno-informaciona akademija”, DIEC 2020
- [7] Tapscott, D., & Tapscott, A. (2016). *Blockchain Revolution: How the Technology Behind Bitcoin and Other Cryptocurrencies is Changing the World*. In *Age of Networked Intelligence*. Penguin Random House LLC.
- [8] E. Oropallo, G. Secundo, P. Del Vecchio, P. Centobelli, and R. Cerchione, “Blockchain technology for bridging trust, traceability and transparency in circular supply chain,” *Inf. Manag.*, no. July, p. 103508, 2021, doi: 10.1016/j.im.2021.103508.

- [9] Cerchione, R., Centobelli, P., Riccio, E., Abbate, S., & Oropallo, E. (2022). Blockchain's coming to hospital to digitalize healthcare services: Designing a distributed electronic health record ecosystem. *Technovation*, August 2021. <https://doi.org/10.1016/j.technovation.2022.102480>
- [10] M. Hölbl, M. Kompara, A. Kamišalić, and L. N. Zlatolas, "A systematic review of the use of blockchain in healthcare," *Symmetry (Basel)*, vol. 10, no. 10, 2018, doi: 10.3390/sym10100470.
- [11] A. Tandon, A. Dhir, N. Islam, and M. Mäntymäki, "Blockchain in healthcare: A systematic literature review, synthesizing framework and future research agenda," *Comput. Ind.*, vol. 122, 2020, doi: 10.1016/j.compind.2020.103290.
- [12] L. Sharma, J. Olson, A. Guha, and L. McDougal, "How blockchain will transform the healthcare ecosystem," *Bus. Horiz.*, vol. 64, no. 5, pp. 673–682, 2021, doi: 10.1016/j.bushor.2021.02.019.
- [13] D. Yaga, P. Mell, N. Roby, and K. Scarfone, "Blockchain Technology Overview," 2019, doi: 10.6028/NIST.IR.8202.
- [14] H. Zhao, Y. Zhang, Y. Peng, and R. Xu, "Lightweight Backup and Efficient Recovery Scheme for Health Blockchain Keys," *Proc. - 2017 IEEE 13th Int. Symp. Auton. Decentralized Syst. ISADS 2017*, pp. 229–234, 2017, doi: 10.1109/ISADS.2017.22.
- [15] T. McGhin, K. K. R. Choo, C. Z. Liu, and D. He, "Blockchain in healthcare applications: Research challenges and opportunities," *J. Netw. Comput. Appl.*, vol. 135, no. January, pp. 62–75, 2019, doi: 10.1016/j.jnca.2019.02.027.
- [16] <https://www.chetu.com/blogs/blockchain/5-key-blockchain-protocols-you-need-to-know.php>
- [17] <https://www.geeksforgeeks.org/blockchain-protocols-and-their-working/>
- [18] M. Dabbagh, K. K. R. Choo, A. Beheshti, M. Tahir, and N. S. Safa, "A survey of empirical performance evaluation of permissioned blockchain platforms: Challenges and

- opportunities,” *Comput. Secur.*, vol. 100, pp. 1–13, 2021, doi: 10.1016/j.cose.2020.102078.
- [19] T. T. Kuo, H. Zavaleta Rojas, and L. Ohno-Machado, “Comparison of blockchain platforms: A systematic review and healthcare examples,” *J. Am. Med. Informatics Assoc.*, vol. 26, no. 5, pp. 462–478, 2019, doi: 10.1093/jamia/ocy185.
- [20] K. Shehzad, M. Afrasayab, M. Khan, M. A. Mushtaq, R. L. Ahmed, and M. Mohsin Saleemi, “Use of blockchain in internet of things: A systematic literature review,” *Proc. - 2019 Cybersecurity Cyberforensics Conf. CCC 2019*, vol. 10, no. 5, pp. 165–171, 2019, doi: 10.1109/CCC.2019.00012.
- [21] M. Mettler and M. A. Hsg, “2016 IEEE 18th International Conference on e-Health Networking, Applications and Services, Healthcom 2016,” *2016 IEEE 18th Int. Conf. e-Health Networking, Appl. Serv. Heal. 2016*, pp. 16–18, 2016.
- [22] A. Roehrs, C. A. da Costa, and R. da Rosa Righi, “OmniPHR: A distributed architecture model to integrate personal health records,” *J. Biomed. Inform.*, vol. 71, pp. 70–81, 2017, doi: 10.1016/j.jbi.2017.05.012.
- [23] A. Azaria, A. Ekblaw, T. Vieira, and A. Lippman, “MedRec: Using blockchain for medical data access and permission management,” *Proc. - 2016 2nd Int. Conf. Open Big Data, OBD 2016*, pp. 25–30, 2016, doi: 10.1109/OBD.2016.11.
- [24] M. Siddiqi, S. T. All and V. Sivaraman, "Secure lightweight context-driven data logging for bodyworn sensing devices," *2017 5th International Symposium on Digital Forensic and Security (ISDFS)*, 2017, pp. 1-6, doi: 10.1109/ISDFS.2017.7916500
- [25] Xia, Q., et al., 2017. MeDShare: trust-less medical data sharing among cloud service providers via blockchain. *IEEE Access* 5, 14757–14767.
- [26] Z. Shae and J. J. P. Tsai, "On the Design of a Blockchain Platform for Clinical Trial and Precision Medicine," *2017 IEEE 37th International Conference on Distributed Computing Systems (ICDCS)*, 2017, pp. 1972-1980, doi: 10.1109/ICDCS.2017.61.

- [27] Yue, X., et al., 2016. Healthcare data gateways: found healthcare intelligence on blockchain with novel privacy risk control. *J. Med. Syst.* 40 (10), 218.
- [28] S. Tanwar, K. Parekh, and R. Evans, "Blockchain-based electronic healthcare record system for healthcare 4.0 applications," *J. Inf. Secur. Appl.*, vol. 50, p. 102407, 2020, doi: 10.1016/j.jisa.2019.102407.
- [29] Y. Chen, S. Ding, Z. Xu, H. Zheng, and S. Yang, "Blockchain-Based Medical Records Secure Storage and Medical Service Framework," *J. Med. Syst.*, vol. 43, no. 1, 2018, doi: 10.1007/s10916-018-1121-4.
- [30] A. M. Momani, "The unified theory of acceptance and use of technology: A new approach in technology acceptance," *Int. J. Sociotechnology Knowl. Dev.*, vol. 12, no. 3, pp. 79–98, 2020, doi: 10.4018/IJSKD.2020070105.
- [31] Venkatesh, Morris, Davis, & Davis (2003). User Acceptance of Information Technology: Toward a Unified View. *MIS Quarterly*, 273, 425.
- [32] Venkatesh, Thong, & Xu (2012). Consumer Acceptance and Use of Information Technology: Extending the Unified Theory of Acceptance and Use of Technology. *MIS Quarterly*, 361, 157.
- [33] Alvesson, M. & Kärreman, D. (2007). Constructing mystery: Empirical matters in theory development. *Academy of Management Review*, 324, 1265-1281.
- [34] A. M. Momani, "The Unified Theory of Acceptance and Use of Technology," *Int. J. Sociotechnology Knowl. Dev.*, vol. 12, no. 3, pp. 79–98, 2020, doi: 10.4018/ijskd.2020070105.
- [35] M. El-Masri and A. Tarhini, "Factors affecting the adoption of elearning systems in Qatar and USA: Extending the Unified Theory of Acceptance and Use of Technology 2 (UTAUT2)," *Educational Technology Research and Development*, vol. 65, no. 3, pp. 743-763, 2017.