

KORIŠTENJE BLOCKCHAIN TEHNOLOGIJE PRILIKOM IMPLEMENTACIJE E-UPRAVE U INSTITUCIJAMA BOSNE I HERCEGOVINE

Muharem Redžibašić, MA dipl. ing., email: r.muharem@gmail.com
Prof. dr. Mladen Radivojević, email: radivojevicmladen60@gmail.com
Amina Fuško, BA ecc., email: minafusko@gmail.com
Internacionalni univerzitet Travnik u Travniku, Bosna i Hercegovina

Abstract: We know that most of the information systems introduced for e-Government are introduced individually with different information technologies, which results in a difficult exchange of information and reduces the transparency of those data that should always be available. As a possible solution, there is a new technology called blockchain. Blockchain technology provides a solution to the problem of creating a distributed database that does not depend on the central entity. By using this technology, many of the currently known problems with data fragmentation, security and transparency can be solved. This paper should present blockchain technology as well as an idea of how this technology could be used when introducing information systems for e-Government or for connecting existing systems to be more useful because the technological paradigm of blockchain technology implies safe storage and data transfer.

Keywords: e-Government, data, blockchain, information systems

USING BLOCKCHAIN TECHNOLOGY WITH IMPLEMENTATION OF E-GOVERNMENT AT INSTITUTIONS OF BOSNIA AND HERZEGOVINA

Sažetak: Obzirom da nam je poznato da se većina informacionih sistema koji se uvode u cilju e-Uprave uvode pojedinačno i uglavnom se radi o primjeni različitih informacionih tehnologija što za rezultat daje otežanu razmjenu podataka te smanjuje transparentnost onih podataka koji trebaju biti dostupni uvijek. Kao moguće rješenje pojavljuje se jedna nova tehnologija koja se naziva lanac blokova ili blockchain. Blockchain tehnologija daje rješenje problemu stvaranja distribuirane baze podataka koja ne ovisi o centralnom entitetu. Upotrebom ove tehnologije mogli bi se riješiti mnogi trenutno poznati problemi sa fragmentacijom, sigurnosti i transparentnosti podataka. Ovaj rad treba da predstavi blockchain tehnologiju kao i ideju na koji način bi se ta tehnologija mogla iskoristiti prilikom uvođenja informacionih sistema u cilju e-Uprave ili za povezivanje postojećih sistema kako bi bili iskoristiviji jer tehnološka paradigma blockchain tehnologije podrazumijeva sigurno pohranjivanje i prijenos podataka.

Ključne riječi: e-Uprava, podaci, blockchain, informacioni sistemi

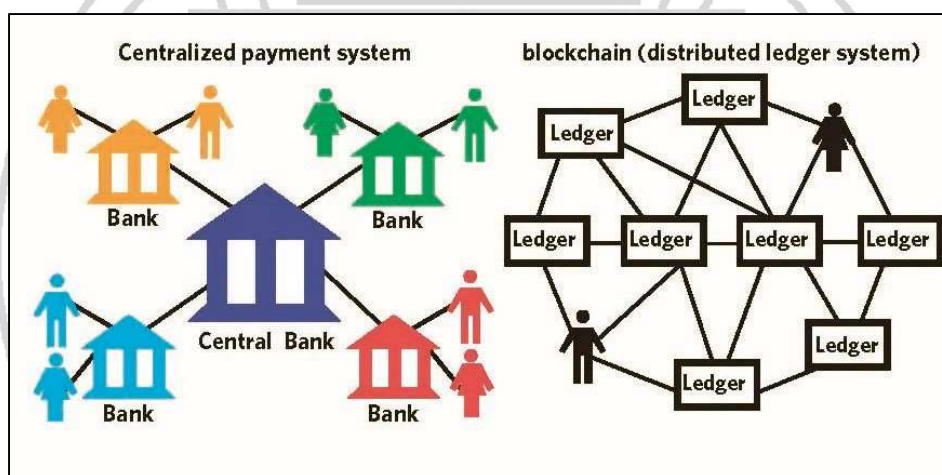
1. Blockchain tehnologija

Ukoliko se osvrnemo na savremeno poslovanje između ljudi nije teško donijeti zaključak da se uglavnom svodi na različite transakcije. Kroz historiju javljao se problem sigurnosti obavljanja istih i kao rješenje je postojalo uvođenje treće strane odnosno posrednika gdje se samim tim vršila centralizacija takvih procesa. Centralizovan pristup takvim stvarima donosi sa sobom određene parametre koji se mogu razmotriti, a to su npr. sigurnost, brzina, zloupotreba itd.

Alternativa centralizovanom pristupu upravo jeste tehnologija koja se naziva lanac blokova (u daljnjem tekstu blockchain) koja daje rješenje problemu stvaranja distribuirane baze podataka koja ne ovisi o centralnom entitetu, dakle decentralizovan oblik realizacije transakcija. [6]

Prvi naučni radovi na temu kriptografski osiguranih lanaca blokova pojavili su se 1991. godine gdje je ideja bila da se implementira sistem u kojem se ne mogu mijenjati vremenske oznake dokumenata. Već 1992. godine pojavili su se blokovi koji su u sebi zadržali po nekoliko dokumenata. Ovaj koncept je inkorporiran na osnovu dizajna „Merkle stabla“.¹⁶⁵ [11]

Pojam blockchain tehnologije kakvu danas poznajemo prvi put se pojavio 2008. godine te ga je osmislila osoba (ili grupa) pod pseudonimom Satoshi Nakamoto. Nakamoto je poboljšao dizajn na važan način koristeći metodu sličnu Hashcashu¹⁶⁶ da bi dodao blokove u lanac bez potrebe da ih potpisuje pouzdana strana. Taj dizajn je implementiran već iduće godine gdje je kreator postavio sva pravila algoritma i započeo sistem u januaru 2009. godine kada je napravio i prvi blok u lancu. Stoga za definisanje ove tehnologije možemo reći da *“Blockchain predstavlja distribuiranu repliciranu bazu podataka. Organizovana je u formi jednostruko spregnute liste (lanac), gde su čvorovi blokovi sa podacima o transakcijama, koji se posle grupisanja štite kriptografskim metodama.”* (Miroslav M., 2017.) [6]



Slika 1: Blockchain u odnosu na centralizovane sisteme [3]

1.1. Kako funkcioniše blockchain tehnologija

Blockchain je rastući popis zapisa koji se nazivaju blokovi, a koji su kriptografski povezani. Svaki blok sadrži kriptografski hash prethodnog bloka, vremensku oznaku, i podatke o transakciji (općenito predstavljenu kao Merkle stablo).

Prema dizajnu, blockchain je otporan na modifikaciju podataka. To je otvorena, distribuirana glavna knjiga koja može učinkovito i trajno evidentirati transakcije između dvije strane. Smatra

¹⁶⁵ Merkle stablo je stablo u kojem je svaki čvor lista označen sa hashom bloka podataka, a svaki čvor ne-lista je označen kriptografskim hashom oznaka njegovih dječjih čvorova. Hash stabla omogućuju učinkovitu i sigurnu provjeru sadržaja velikih struktura podataka.

¹⁶⁶ Hashcash je sistem dokazivanja rada ili dokaz određenog posla koji se koristi za ograničavanje napada neželjene pošte i DoS napada, a od nedavno je postao poznat po korištenju u bitcoin (i drugim kripto valutama) kao dio algoritma za mining (rudarstvo).

se da blockchain tehnologija stvara okosnicu novog tipa interneta kroz svoju osobinu gdje dopušta digitalnu distribuciju informacija ali ne i kopiranje istih.

Blockchain tehnologija ne podrazumijeva troškove prilikom vršenja transakcija (infrastruktura košta, ali nema transakcijskih troškova). Blockchain tehnologija je jednostavan, ali odličan način prenošenja informacija od tačke A do tačke B na potpuno automatiziran i siguran način.

Jedna strana u transakciji inicira proces stvaranjem bloka. Ovaj blok potvrđuju hiljade, možda milijoni računara raspoređenih na mreži. Provjereni blok dodaje se lancu koji se pohranjuje preko mreže stvarajući ne samo jedinstveni zapis, nego i jedinstveni zapis s jedinstvenom historijom. Bitcoin¹⁶⁷ koristi ovu tehnologiju za monetarne transakcije, ali se može koristiti na mnoge druge načine. Ako ste npr. napravili grešku, istu ne možete obrisati već ćete napraviti novu transakciju s kojom ćete poništiti prethodnu ali obje radnje će se zapisati u blockchain.[1]

1.2. Glavne osobine blockchain tehnologije

Ukoliko analiziramo prethodno rečeno možemo doći do nekih osnovnih osobina ove tehnologije koje je karakterišu:

- decentralizacija,
- transparentnost i
- nepromjenjivost. [1]

U *decentraliziranom sistemu*, informacija se ne pohranjuje od strane jednog entiteta. Zapravo, svi u mreži posjeduju informacije. U decentralizovanoj mreži ako želite da stupite u interakciju sa nekim drugim, možete to učiniti direktno, bez posredovanja treće strane. To jeste i bila glavna ideologija za Bitcoin.

Jedan od najinteresantnijih i pogrešno shvaćenih koncepata u blockchain tehnologiji je *transparentnost*. Neki ljudi kažu da vam blockchain daje privatnost, dok neki kažu da je transparentan. Kakogod identitet osobe je skriven kroz kompleksnu kriptografiju i predstavljen samo njihovom javnom adresom.

Nepromenljivost, u kontekstu blockchaina znači da kada nešto uđe u blockchain, ne može se mijenjati. Blockchain je povezana lista koja sadrži podatke i hash pointer koji ukazuje na njegov prethodni blok, otuda kreirajući lanac. Hash pointer je sličan pokazivaču, ali umjesto da sadrži samo adresu prethodnog bloka, on također sadrži hash podataka unutar prethodnog bloka. Ova mala podešavanja su ono što blockchain čini tako nevjerovatno pouzdanim.

Kako hashiranje radi objašnjeno je na sljedećem primjeru gdje je lahko uvidjeti da bez obzira na ulazne podatke, izlazni hash string ima uvijek fiksnu dužinu od 256 bita u slučaju korištenja SHA-256.

¹⁶⁷ Bitcoin je kriptovaluta, odnosno digitalni novac nastao upotrebom Blockchain tehnologije

Ulazna vrijednost	Hash (SHA-256)
Dobar dan.	5AFE0807A35642126CD7A010CBE8AA8029CAE8A5CC7339DE1742D1A4B2F86C6
Dobro došli na Internacionalni Univerzitet Travnik u Travniku.	1E5C542838200E9D1C156A0AF35904F925254CA7B2FB932108250E112DF6EDB6

Tabela 1: Hash primjer (SHA-256)¹⁶⁸

U osnovi, umjesto da se pamte ulazni podaci koji mogu biti ogromni, može se samo bilježiti izlazni hash string i na taj način pratiti.

1.3. Vrste blockchain tehnologije

Blockchain tehnologija može biti privatna i javna. *Javni blockchain* se manifestuje na dva načina:

- da svi mogu zapisivati i čitati podatke, te
- da svi mogu čitati podatke, a samo validirane osobe zapisivati.[7]

To ukratko znači da se svako može pridružiti blockchain mreži, što znači da mogu da čitaju, pišu ili učestvuju u javnom blockchainu. Javni blokovi su decentralizovani, niko nema kontrolu nad mrežom i sigurni su u tome da se podaci ne mogu mijenjati kada se potvrde na blockchainu.

Privatni blockchain je onaj kojem ne može svako pristupiti tj. mogu samo verificirane osobe (npr. da imaju određeni token s kojim mogu zapisivati transakcije). To može biti korisno u velikim organizacijama koje će iskoristiti prednosti blockchaina, ali tim podacima javnost neće moći pristupiti ili će im moći pristupiti u mjeri u kojoj bude bilo dozvoljeno.[2]

Javni blockchain <i>Bez verifikacije</i>	Privatni blockchain <i>Sa verifikacijom</i>
Bilo ko se može pridružiti mreži i pri tome čitati, pisati i učestvovati. Nema niko centralizovanu kontrolu nad mrežom i podaci ne mogu biti promijenjeni prije no budu validirani.	Kompletna mreža se zasniva na određenim dozvolama, verifikacijama o tome ko može učestvovati u mreži i na kojim transakcijama.

Tabela 2: Javni u odnosu na privatni blockchain (modifikovano prema [2])

2. Primjena blockchain tehnologije

Kada se diskutuje o primjeni ove tehnologije to postaje jako zanimljiva tema jer postoji više vrsta ove tehnologije i svaka od njih je primjenjiva na određene studije slučajeva u zavisnosti od potreba za primjenom ovakve tehnologije.

Uglavnom kada pomislimo na javni blockchain, mislimo na blockchain platforme kao što su Ethereum¹⁶⁹ i Bitcoin, koje su po prirodi dizajnirane da štite anonimnost. Ako ne znamo ko je

¹⁶⁸ Kreirano pomoću (<https://passwordsgenerator.net/sha256-hash-generator/>)

¹⁶⁹ Ethereum je vrsta javne distribuirane blockchain mreže

korisnik, zaista nemamo načina da kreiramo dozvole, pristup zasnovan na ulogama i kontrolišemo koje podatke ko može čitati ili pisati. U mnogim situacijama ovo je poželjno, zato u praksi imamo kripto valute bazirane na javnim blockchain platformama, jer je ta anonimnost važna i to je jedna od glavnih prednosti korištenja kripto valuta.

Pandan javnom blockchainu je prirodno privatni blockchain. To su platforme kao što je Hyperledger o kojoj će biti govora u nastavku.

Privatni blockchain platforme su specifičnije i poznate kao blockchain platforme zasnovane na permisijama. Kada govorimo o privatnim blockchain tehnologijama ili kada čujemo da ljudi pričaju o privatnim rješenjima zasnovanim na blockchain tehnologiji, oni imaju tendenciju da govore o stvarima na privatnom i zatvorenom nivou.

Uglavnom je želja da se kontroliše ko može da piše podatke u ovaj blockchain kao i želja da se odredi ko može da čita podatke iz ovog blockchaina. Da bi to bilo moguće, prvi korak je identitet. Moramo znati ko je dio mreže datog blockchaina. Ako ne znamo tko je korisnik, postaje teško, ako ne i nemoguće, definisati pravila o tome kojim podacima ko može pristupiti.

Dakle, kada pogledamo kako se ova dva tipa rješenja razlikuju, vidimo da se javni blockchain više fokusira na scenarije B2C¹⁷⁰ dok se sa druge strane privatni blockchaine poput Hyperledgera uistinu dobro strukturirani prema B2B¹⁷¹ scenarijima ili stvaranju bilo kakve zajedničke infrastrukture između institucija ili organizacija.

Obzirom da je tema ovoga rada fokusirana na primjenu ove tehnologije prilikom implementacije rješenja koja za cilj imaju uvođenje e-Uprave, sa aspekta primjene bit će govora o privatnoj blockchain tehnologiji jer upotreba ove tehnologije podrazumijeva identificiranje učesnika u transakcijama odnosno razmjenu podataka. Prve primjene blockchain tehnologije su podrazumijevale primjenu javnog blockchaina jer je bio akcenat na anonimnosti. Međutim, za bilo kakva profesionalna i poslovna rješenja, anonimnost nije opcija već upravo ono suprotno tome, stoga upotreba privatnog blockchaina nam omogućava eventualnu primjenu ove tehnologije kako u institucijama Bosne i Hercegovina tako i širom svijeta.

2.1. Hyperledger Fabric platforma kao primjer

Za Hyperledger možemo reći da je to projekat otvorenog koda predvođen Linux fondacijom. Inicijativa je i nastala iz razloga promocije blockchain tehnologije i njene primjene u poslovnom svijetu. Članovi ove inicijative su mnoge svjetski poznate organizacije kao što su IBM, CISCO, Intel. Hyperledger projekti su se razvijali na taj način da su se stvarala određena radna okruženja (eng. Framework) i pomoćni alati (eng. Tools, Utilities). Jedan od tih projekata jeste i Hyperledger Fabric, a tehnologije nastale korištenjem Hyperledger projekta se nazivaju i blockchain sistemima treće generacije gdje su prethodili Bitcoin i Ethereum.[4]

Hyperledger Fabric je privatna blockchain mreža zasnovana na permisijama koju postavljaju organizacije koje namjeravaju koristiti tu mrežu. Organizacije koje sudjeluju u izgradnji mreže Hyperledger Fabric nazivaju se članovi.[8]

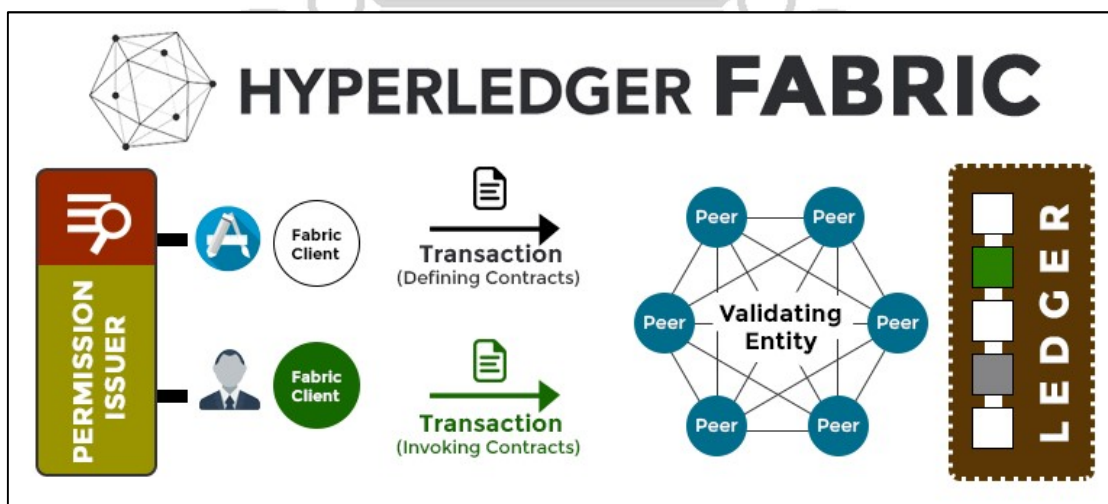
¹⁷⁰ B2C ili (eng. Business-to-consumer) podrazumijeva poslovanje određene organizacije ili institucije s krajnjim korisnicima

¹⁷¹ B2B ili (eng. Business-to-business) je vrsta elektronskog poslovanja između organizacija ili institucija

Svaka organizacija članica u blockchain mreži odgovorna je za postavljanje svojih mrežnih čvorova za sudjelovanje u mreži. Svi mrežni čvorovi trebaju biti konfigurirani s odgovarajućim kriptografskim materijalima kao što su Certifikacijsko tijelo (CA) i druge informacije, upravo taj specifičan mehanizam privatnih kanala razmjene informacija omogućava dijeljenje povjerljivih informacija putem blockchain mreže.

Postoje 3 tipa mrežnih čvorova (eng. Peer) i to:

- **Endorser peer** – čvor koji validira transakciju, npr. provjerava detalje sigurnosnog certifikata i ulogu koju ima inicijator zahtjeva, simulira ishod transakcije ali ne vrši zapisivanje u glavnu knjigu. Povratna vrijednost ovog čvora jeste da šalje odobrenje za određenu transakciju ili istu odbacuje.
 - **Anchor peer** – čvor koji prima promjene i šalje ih drugim čvorovima u mreži.
 - **Ordering peer** – čvor koji se smatra centralnim komunikacionim kanalom za cijelu Hyperledger Fabric mrežu. Zadužen je za konzistenciju stanja glavne knjige kroz mrežu.
- [9]



Slika 2: Hyperledger Fabric (pojednostavljeno) [10]

2.2. Korištenje blockchain tehnologije prilikom implementacije e-Uprave u institucijama BiH

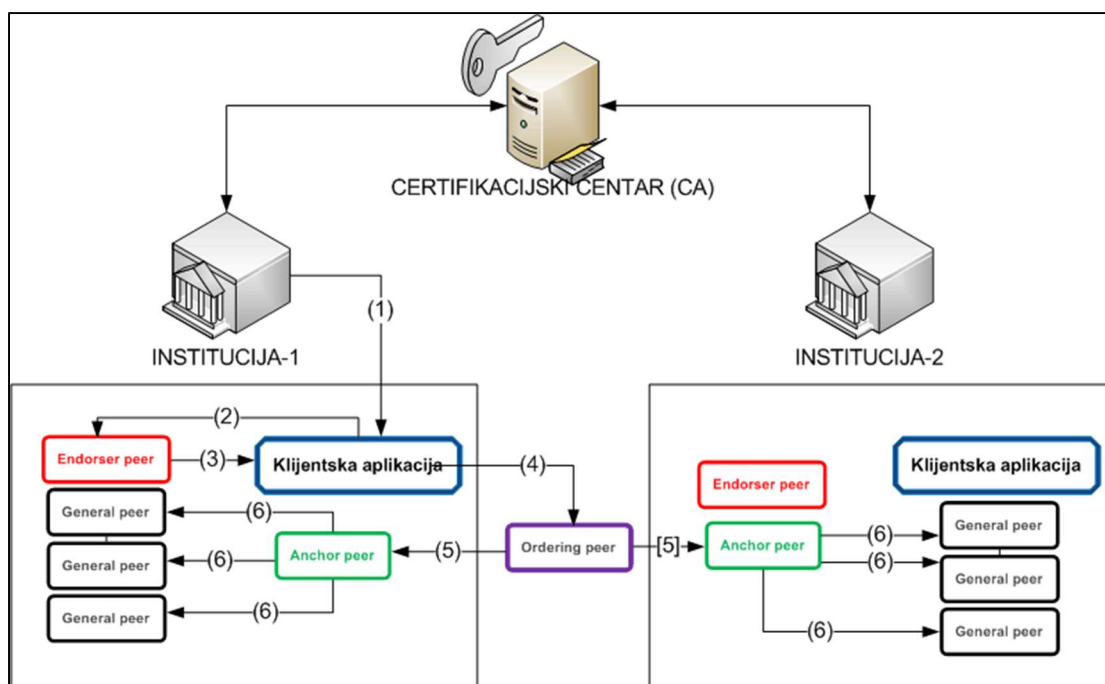
U ovom radu akcenat je na primjeni odnosno korištenju privatne blockchain tehnologije jer se kompletna mreža zasniva na određenim dozvolama, verifikacijama o tome ko može učestvovati u mreži i na kojim transakcijama.

Kada se bavimo istraživanjem i napretkom primjene blockchain tehnologije veoma lahko možemo doći do rezultata da se ova tehnologija uveliko koristi. Primjera radi Ujedinjeni Arapski Emirati imaju odobrenu nacionalnu strategiju za prijenos dokumenata putem blockchain tehnologije.[5]

Tehnologija blockchain implementira nepromjenjivi model za pohranu podataka, što je važna prednost u razvoju e-Uprave u poređenju sa standardnim bazama podataka - takav pristup štiti podatke od mogućih prevara. Naime, nakon što se podaci o građanima, poduzećima, vlasničkim pravima itd. upišu u državne registre blockchaina, bit će gotovo nemoguće promijeniti ih. Prema

tome, informacije iz takvih registara bit će moguće koristiti kao standardne pravne dokumente, dok god je evidencija u distribuiranoj glavnoj knjizi sa visokom razinom pouzdanosti i javno dostupna.

Jedan od načina da se implementira blockchain tehnologija prilikom implementacije e-Uprave jeste upravo korištenje Hyperledger Fabric platforme koja predstavlja privatni blockchain. U nastavku će biti predstavljen idejni dijagram te platforme sa objašnjenjem.



Slika 3: Hyperledger Fabric u e-Upravi (izvor: autori rada)

Prije svega bitno je još jednom napomenuti da svaka institucija koja je dio blockchain mreže je odgovorna za postavljanje mrežnih čvorova koji će učestvovati u mreži. Da bi se uspostavilo međusobno povjerenje između institucija i sigurna razmjena podataka između istih na slici 3. je vidljivo da je prijedlog rješenja da se to obavlja putem certifikacijskog centra (CA).

Nakon što se stekne povjerenje dovoljno je da jedan od učesnika u određenoj instituciji inicira transakciju putem klijentske aplikacije (1). Klijentska aplikacija prosljeđuje zahtjev za transakciju *Endorser peer-u* (2). *Endorser peer* provjerava sigurnosne detalje (kao što je validnost certifikata) i izvršava Chaincode¹⁷² te vraća odgovor klijentu sa odobrenjem ili odbijanjem izvršavanja transakcije(3). Ukoliko je transakcija odobrena, klijent nadalje prosljeđuje odobrenu transakciju *Ordering peer-u* kako bi se transakcija ispravno rasporedila i integrisala u blokove(4). *Ordering peer* integriše transakciju u blok i prosljeđuje taj blok *Anchor peer-ovima* u različitim institucijama koje su dio Hyperledger Fabric mreže(5). *Anchor*

¹⁷² Chaincode je izraz za programe koji se izvode na blockchainu kako bi implementirali poslovnu logiku načina na koji aplikacije djeluju s knjigom zapisa u blockchainu.

peer unutar određene institucije prosljeđuje blok ostalim peer-ovima unutar te institucije u kojoj se nalazi(6). Na taj način se postiže sinhronizacija.

Ovim smo predstavili pojednostavljen način funkcionisanja ove tehnologije za moguću primjenu u informacionim sistemima koji za cilj imaju e-Upravu. Korištenjem ove tehnologije dobili bi željeni stepen privatnosti, a što je najbitnije decentralizovanu arhitekturu sa tačnim podacima i konzistentnom repliciranom bazom podataka.

ZAKLJUČAK

Svima nam je poznato da je državni sektor jako složen i centralizovan sistem poslovanja. Uglavnom se uvođenje novina u poslovanju odgađa, a kada se to i desi onda se nailazi na veliki otpor prilikom implementacije. Česta je pojava da unutar jedne institucije imao različite informacione sisteme sa različitim nekonzistentnim bazama podataka u kojima je postojana redundancija tih podataka.

Dakle, jako je teško implementirati neki informacioni sistem koji za cilj ima uvođenje e-Uprave, a još je teže osigurati razmjenu, tačnost i ažurnost podataka. Osim toga transparentnost podataka je također upitna. Obzirom da se koristi centralizovana arhitektura često se dešava da postoje sigle-point-of-failure¹⁷³ koje svakako treba izbjeći li svesti na minimum.

Kroz ovaj rad smo se upoznali sa jednom relativno novom tehnologijom koja ima veliki potencijal da bude iskorištena kao osnova za e-Upravu. Da bi se potpuno mogla implementirati i da bi bili iskorišteni svi njeni potencijali potrebno je da se ispune mnogi tehnički i zakonski preduslovi.

Tehnologije implementirane na ovoj platformi mogu pružiti najsigurnije i najprikladnije okruženje za pohranu, obradu i prijenos podataka. Korištenjem alata blockchain tehnologije značajno se može smanjiti birokracija, isključiti papirologija, smanjiti transakcijski troškovi, uvesti potpuna kontrolira državnih službenika i učinkovito se boriti protiv korupcije. Unificiranjem informacionih sistema možemo između ostalog doprinijeti da se poveća povjerenje građana u njihove institucije.

Kakogod, ova tehnologija ima velike mogućnosti i predispozicije da postane rješenje mnogim do sada nerješivim problemima koji se godinama gomilaju i čine informacione sisteme samo djelomično upotrebljivim u državnim institucijama.

¹⁷³ Signle-point-of-failure (SPOF) su kritični dijelovi sistema čijim prestankom funkcionisanja gubimo funkcionalnost cijelog sistema.

LITERATURA

- [1] Blockgeeks misija dijeljenja znanja o Blockchain tehnologiji(2019), https://blockgeeks.com/guides/what-is-blockchain-technology/#Why_do_people_use_the_peer-to-peer_network, pristupljeno 28.04.2019. godine
- [2] Demiro M. (2018.), „Public Vs Private Blockchain In A Nutshell „, MEDIUM on-line platforma za dijeljenje, <https://medium.com/coinmonks/public-vs-private-blockchain-in-a-nutshell-c9fe284fa39f>, pristupljeno 30.04.2019. godine
- [3] Denis A. (2018.), „Šta je ustvari Blockchain i kako radi“, BUG tehnološki web portal, <https://www.bug.hr/tehnologije/sto-je-u-stvari-blockchain-i-kako-radi-3011>, pristupljeno 04.05.2019. godine
- [4] Dušan G. (2018.), „Šta je Hyperledger i kako vam može pomoći u razvoju blockchain aplikacija?“, StartIT - poduzetništvo i tehnologija, <https://startit.rs/sta-je-hyperledger-i-kako-vam-moze-pomoci-u-razvoju-blockchain-aplikacija/>, pristupljeno 28.04.2019. godine
- [5] Gareth J. (2018.), „Dubai – the Blockchain Oasis of the UAE: From Public to Private Sector“, Cointelegraph – najnovije vijesti iz kriptoindustrije, <https://cointelegraph.com/news/dubai-the-blockchain-oasis-of-the-uae-from-public-to-private-sector>, pristupljeno 12.05.2019. godine
- [6] Miroslav M. (2017.), „Blockchain tehnologija: mogućnost upotrebe izvan kripto valuta“, INFOTEH 2017, Srbija, https://www.researchgate.net/publication/318722738_BLOCKCHAIN_TEHNOLOGIJA_MOGUCNOSTI_UPOTREBE_IZVAN_KRIPTO_VALUTA, pristupljeno 10.05.2019. godine
- [7] PC-CHIP informatički portal o tehnologiji i računarima (2019.), <https://pcchip.hr/ostalo/tech/uvod-u-blockchain-tehnologiju/>, pristupljeno 03.05.2019. godine
- [8] Službena web stranica projekta Hyperledger (2019.), <https://www.hyperledger.org/projects/fabric>, pristupljeno 08.05.2019. godine
- [9] Službena web stranica projekta Hyperledger Fabric (2019.), <https://hyperledger-fabric.readthedocs.io/en/v1.1.0-alpha/arch-deep-dive.html>, pristupljeno 08.05.2019. godine
- [10] Top IT outsourcing kompanija iz Indije (2019.), <https://mobisoftinfotech.com/resources/blog/hyperledger-fabric-and-hyperledger-composer-introduction-to-the-permissioned-blockchain-framework/>, pristupljeno 11.05.2019. godine
- [11] Wikipedia slobodna enciklopedija (2019.), <https://en.wikipedia.org/wiki/Blockchain>, pristupljeno 29.04.2019. godine