POTENCIJAL KORIŠTENJA BLOCKCHAIN TEHNOLOGIJE U KONTEKSTU RJEŠENJA ZA PAMETNE GRADOVE

Mihaljević, Ivica

Master's thesis / Diplomski rad

2018

Degree Grantor / Ustanova koja je dodijelila akademski / stručni stupanj: **University of Split, Faculty of economics Split / Sveučilište u Splitu, Ekonomski fakultet**

Permanent link / Trajna poveznica: https://urn.nsk.hr/urn:nbn:hr:124:589920

Rights / Prava: In copyright / Zaštićeno autorskim pravom.

Download date / Datum preuzimanja: **2024-03-29**

Repository / Repozitorij:

REFST - Repository of Economics faculty in Split

zir.nsk.hr

UNIVERSITY OF SPLIT

dabar

DIGITALNI AKADEMSKI ARHIVI I REPOZITORIJI

SVEUČILIŠTE U SPLITU

EKONOMSKI FAKULTET



DIPLOMSKI RAD

POTENCIJAL KORIŠTENJA BLOCKCHAIN TEHNOLOGIJE U KONTEKSTU RJEŠENJA ZA PAMETNE GRADOVE

Mentor:

Izv.prof.dr.sc. Maja Ćukušić

Student:

Ivica Mihaljević, univ. bacc. oec.

Broj indeksa: 2162652

Split, rujan 2018.

SADRŽAJ

1 UVOD 4

1.1 Predmet istraživanja 4

1.2 Problem istraživanja 5

1.3 Istraživačka pitanja 6

1.4 Svrha i ciljevi istraživanja 7

1.5 Metode istraživanja 7

1.6 Doprinos istraživanja 8

1.7 Sadržaj diplomskog rada 9

2 PAMETNI GRADOVI 10

2.1 Što su pametni gradovi? 10

2.1.1 Definicija pametnih gradova 13

2.2 Zašto pametni gradovi? 19

2.3 Dimenzije pametnih gradova 25

2.4 Smart city i big data 29

2.4.1 Internet of Things 30

2.4.2 Big Data 33

3 BLOCKCHAIN TEHNOLOGIJA 35

3.1 Što je blockchain tehnologija 35

3.2 Kako funkcionira blockchain? 39

3.2.1 Blok 39

3.2.2 Konsenzus algoritam 41

3.2.3 Najduži lanac 42

3.3 Kako blockchain mijenja svakodnevnicu? 43

3.3.1 Financijski sektor 43

3.3.2 Energetski sektor i IoT 46

3.3.3 Zdravstveni sektor....47
3.3.4 Pravni sektor....47
3.4 Izazovi blockchain tehnologije....48
3.5 5G mreža....49
4 BLOCKCHAIN TEHNOLOGIJA KAO ODGOVOR NA PROBLEME PAMETNIH GRADOVA....51
4.1 Blockchain tehnologija – rješenje sigurnosnog aspekta pametnih gradova?....51
4.2 Pametna ekonomija temeljena na blockchain pametnim gradovima?....53
4.3 Pametni gradovi temeljeni na blockchain tehnologiji kao odgovori na izazov upravljanja resursima?....55
5 ZAKLJUČAK....57
SAŽETAK....59
LITERATURA....60
GRAFIČKI PRILOZI....67
POPIS TABLICA....67

1 UVOD

Svijet se trenutno nalazi na svojoj prekretnici. Ubrzani rast stanovništva, migracije, te pritisak koji ostavlja potreba da se napokon ljudsko djelovanje uskladi s ekološkim pritiscima ključni su aspekti koje bolje upravljanje urbanim sredinama može barem donekle staviti pod kontrolu.

Tehnologija je imala ključni utjecaj na razvoj urbanih sredina kroz povijest. Gradovi su nositelj razvoja, bili su to kroz povijest i ostali su to, danas s većim utjecajem nego ikad. Sve projekcije pokazuju da će urbane sredine samo nastaviti rasti i zbog toga, pametni pristup razvoju i upravljanju gradovima sve više dobiva na pozornosti.

Smart City koncept postoji već od prije, no tek u posljednje vrijeme ispunjena je tehnološka pretpostavka da se ovaj koncept uistinu prenese u stvarnost. Tehnološka pretpostavka se ogleda ponajviše u razvoju interneta, 5G tehnologije, IoT rješenja, te tehnologijom kojom će se ovaj rad baviti, blockchain tehnologija. Ovaj rad pokušat će dati mali doprinos razvoju tog koncepta i primjene pametnih rješenja pri razvoju pametnih gradova.

1.1 Predmet istraživanja

Tehnologija je ušla u sve pore ljudskog djelovanja, ne postoji grana ljudske djelatnosti na koju tehnologija, u većoj ili manjoj mjeri nije imala utjecaja. Sa sve većim i bržim gospodarskim razvojem ljudskih zajednica, javlja se potreba za boljim, učinkovitijim i djelotvornijim upravljanjem istih. Pri tome, prvenstveno mislimo na upravljanje gradovima. Posljednjih nekoliko desetljeća događa se eksplozivan rast i razvoj gradova u svijetu, a s tim javljaju se i problemi upravljanja istima. Dvije ključne komponente kojima će se ovaj rad baviti jesu *blockchain* tehnologija i pametni gradovi, odnosno, potencijal primjene *blockchain* tehnologije u izgradnji pametnih gradova.

Pojam pametnih gradova podrazumijeva urbanu sredinu, koja koristi više vrsta podatka prikupljenih od strane različitih elektroničkih uređaja, u svrhu boljeg i efikasnijeg upravljanja resursima i imovinom. Ovo uključuje podatke prikupljene od građana, uređaja i imovine koji su onda procesuirani i analizirani u svrhu praćenja i upravljanja prometom, transportnim sustavima, energetskim sustavima, upravljanje opskrbom pitke vode, komunalnim sustavima, sigurnosnim i informacijskim sustavima, školama, knjižnicama, bolnicama i drugim sustavima (McLaren & Agyeman, 2015.). Svrha izgradnje pametnih gradova jest poboljšanje

kvalitete života koristeći tehnologiju za poboljšanje efikasnosti usluga koje zadovoljavaju potrebe korisnika tih usluga. Upotreba tehnologije stvara novi način na koji vodeći gradski dužnosnici upravljaju gradovima i ostvaruju interakciju s zajednicom. Koristeći sustave sa senzorima, s kontrolom u stvarnom vremenu, podaci prikupljeni od strane građana, se u stvarnom vremenu analiziraju i procesuiraju (Poslad, Ma, Wang, & Mei, 2015., navedeno u Musa, 2016.).

Druga komponenta ovog rada jest primjena, odnosno potencijal primjene *blockchain* tehnologije u pametnim gradovima. *Blockchain* tehnologija je peer to peer distribuirana baza podataka na koja bilježi sve transakcije, dogovore, ugovore i prodaje (Christidis & Devetsikiotis, 2016.). Blockchain tehnologija unijela je revoluciju u financijskom svijetu kroz trgovanje raznim kriptovalutama. Primjena ove tehnologije u kontekstu pametnih gradova najviše se ogleda u vidu sigurnosnog aspekta. Zbog toga, *blockchain* tehnolgija, biti će temelj na kojem će se graditi sustavi pametnih gradova. Benefit ove tehnologije je u tome, što napadač koji pokušava kompromitirati *blockchain* mrežu, mora ovladati 51% cijele mreže, što je u praksi nemoguće (Biswas & Muthukkumarasamy, 2016.).

Sigurnosni aspekti pametnih gradova ključna je komponenta cijelog sustava, posljedice koje mogu nastati lošim sigurnosnim rješenjima mogu imati nezamislive posljedice na svakodnevni život, a upravo *blockchain* tehnologija ima presudnu ulogu u rješavanju tog problema. Nadalje, blockchain tehnologija može pridonijeti razvoju pametnih gradova kroz primjenu pametnih ugovora, koji pomažu prilikom naplate, upravljana postrojenjima i transakcijama. Pametni ugovori su brži, sigurniji i jeftiniji jer su uvjeti realizacije ugovora zapisani u samom kodu ugovora, te zbog toga nije potrebna treća medijatorska strana koja će verificirati valjanost ugovora (Pyzyk, 2018.).

Predmet ovog diplomskog rada biti će potencijal primjene *blockchain* tehnologije u kontekstu pametnih gradova.

1.2 Problem istraživanja

U skladu s navedenim predmetom istraživanja izveden je problem istraživanja ovog rada.

Problem ovog diplomskog rada jest istražiti koji su potencijali i načini primjene blockchain tehnologije u kontekstu izgradnje sustava pametnih gradova. Odnosno, istražit će se način na koji blockchain tehnologija može biti primijenjena priliko izgradnje sustava pametnih gradova budućnosti.

Realizacija problema istraživanja ovog rada odvijati će se u dvije faze. U teorijskom dijelu rada detaljno će se objasniti koncepti ključne dvije komponente ovog rada, blockchain tehnologija i koncept pametnog grada.

U empirijskom dijelu rada na konkretnim primjerima pokazati će se sve mogućnosti primjene blockchain tehnologije prilikom izgradnje pametnih gradova.

Upravljanje resursima ključna je stavka sve više urbaniziranog stanovništva. 2008. godine više od 50% stanovništva živjelo je u urbanim područjima, a ovim tempom rasta postotka urbanog stanovništva, do 2050. godine, preko 70% stanovništva živjeti će u urbanim područjima (Department for Bussines Inovation & Skills, 2013.). Sve navedeno jasno ukazuje da će opterećenje na infrastrukturu i resurse urbanih područja biti jako veliko, te se stoga s istima treba bolje i racionalnije upravljati. Upravo koncept pametnih gradova pokazuje se kao odlično rješenje ovog problema. Već danas, mnogi gradovi u svijetu ubrzanim tempom prelaze na pametne sustave upravljanja infrastrukturom i resursima grada. Od 2010. do 2025. BDP 600 najvećih gradova na svijetu porasti će preko $30 trilijuna američkih dolara, ili 65% globalnog rasta. Preko 10 trilijuna američkih dolara investicija biti će uloženo u gradove do 2025. godine, a novih, preko milijardu stanovnika pojavit će se nadolazećim gradovima. Porast potražnje od 80 milijardi kubnih metara vode stvorit će ogroman pritisak na vodovodne i kanalizacijske sustave urbanih područja, lučna infrastruktura morati će se povećati za 2.5 puta da bi pratila porast kontejnerskog prometa (Dobbs, i dr., 2012.).

1.3 Istraživačka pitanja

Na temelju navedenog u prijašnjim poglavljima, u kojima su definirani predmet i problem istraživanja, u ovom poglavlju definirati će se istraživačka pitanja na koje će se tražiti odgovor u empirijskom dijelu diplomskog rada.

Istraživačka pitanja su iduća.

Blockchain ekosistem imati će presudan utjecaj na razvoj pametnih gradova, pogotovo u pogledu sigurnosti?

Blockchain tehnologija polagano preuzima primat kada se govori o razvoju pametnih gradova zbog svojih tehničkih mogućnosti, a pri tome se poseban naglasak stavlja na sigurnosni aspekt pametnih gradova. Mnogi primjeri iz svijeta pokazuju da će *blockchain* tehnologija biti ta koja će imati presudan utjecaj na razvoj sustava za pametne gradove.

Pametni gradovi, temeljni na *blockchain-u*, učiniti će preokret u načinu na koji se upravlja energetskim sektorom?

Energetski sektor će biti pod velikim stresom s porastom opterećenja kroz povećanje urbaniziranosti stanovništva. Ključ održivog razvoja gradova biti će upravo pametno upravljanje energetskim sektorom.

Pametni gradovi temeljeni na *blockchain* tehnologiji biti će temelj „pametne ekonomije“?

Sljedeći korak u razvoju globalne ekonomije biti će razvoj „pametne ekonomije“, odnosno razvoj društva u kojem će pojedinac biti u centru svih zbivanja, a ne trenutnog, u kojem su institucije te oko kojih je sve bazirano (npr. banke).

1.4 Svrha i ciljevi istraživanja

Iz svega prije navedenog jasno se može zaključiti da će se morati upravljanju gradovima morati pristupiti na novi i učinkovitiji način. Koncept pametnih gradova, izgrađen na *blockchain* tehnologiji trenutno se nameće kao jedno od najboljih rješenja zbog svojih tehnoloških karakteristika.

Cilj ovoga rada je istražiti potencijale primjene *blockchain* tehnologije u kontekstu primjene iste na sustave pametnih gradova. Iako već postoje mnoge inicijative i primjeri izgradnje pametnih gradova, upravo je *blockchain* tehnologija unijela revoluciju u načinu na koji se pristupa izgradnji pametnih sustava. Prije svega tu se misli na sigurnosti aspekt tih sustava.

1.5 Metode istraživanja

Služeći se smjernicama znanstvene metodologije pri izradi ovog stručnog djela, a u cilju da ostvarimo problem istraživanja, svi pojmovi, definicije, pojave i zakonitosti detaljno će se proučiti. Prikupljanje relevantnih informacija u samoj je biti ovog stručnog djela, a u cilju prikupljanja što relevantnijih informacija koje će pomoći pri ostvarivanju problema istraživanja, koristit će se odgovarajuće znanstvene metode.

U ovom radu će se koristiti znanstvene metode koje se koriste u praksi izrađivanja znanstvenih i akademskih radova. Odabrane metode će se koristiti da bi se prikupili i analizirali primarni i sekundarni podaci, shvatile zakonitosti, načela i međuodnosi, te donijeli ispravni zaključci. Metode koje će se koristiti u izradi teorijskog dijela su (Zelenika, 1998.):

- **Metoda analize** – postupak kojim složene pojmove, sudove i zaključke raščlanjujemo na jednostavnije sastavnice u svrhu boljeg razumijevanja istih,
- **Metoda indukcije** – metoda kojom se na temelju činjenica i saznanja dolazi do nekih novih saznanja i spoznaja, tj. otkrivanja novih zakonitosti,
- **Metoda dedukcije** – metoda pomoću koje se iz općih sudova izvode posebni i pojedinačni zaključci primjenom deduktivnog načina zaključivanja,
- **Metoda sinteze** – postupak znanstvenog istraživanja i objašnjavanja stvarnost putem spajanja, sastavljenih jednostavnih misaonih tvorevina u složene i složenijih u još složenije, povezujući izdvojene elemente, pojave, procese i odnose u jedinstvenu cjelinu u kojoj u njezini dijelovi uzajamno povezani,
- **Metoda komparacije** – metoda pomoću koje uspoređujemo sličnosti i razlike u ponašanju i intenzitetu istih ili srodnih činjenica, pojava, procesa ili odnosa,
- **Metoda kompilacije** – postupak preuzimanja tuđih rezultata znanstveno-istraživačkog rada, odnosno tuđih opažanja, stavova, zaključaka i spoznaja,
- **Metoda klasifikacije –** postupak kojim se vrši sistemska podjela općeg pojma na posebne elemente koje taj pojam obuhvaća,
- **Metoda deskripcije** – postupak jednostavnog opisivanja činjenica, predmeta i procesa u prirodi i društvu, te njihovih empirijskih potvrđivanja i veza, ali bez znanstvenog tumačenja i objašnjavanja.

1.6 Doprinos istraživanja

Ovaj rada predstavljati će doprinos istraživanjima koja se bave izgradnjom pametnih sustava, te istraživanjima koja se bave primjenom *blockchain* tehnologije u sustavima pametnih gradova. Koncept pametnih gradova relativno je novi pojam i trenutno je jedna od glavnih tema kada se govori u racionalnijem i održivom upravljanju urbanim sredinama. Uz to, *blockchain* tehnologija relativno je nedavno dosegao planetarnu popularnost zbog direktne povezanosti s svijetom kripto valuta.

Sve mogućnosti ove tehnologije tek se otkrivaju, te ovaj rad može pomoći istraživačima, tehnološkim poduzećima, a naposljetku i krajnjim korisnicima da bolje razumiju potencijale primjene *blockchain* tehnologije u kontekstu pametnih gradova.

1.7 Sadržaj diplomskog rada

Ovaj diplomski rad sastojat će se od 5 zasebnih poglavlja.

U prvom dijelu definirati će se predmet i problem istraživanja. Potom će se postaviti istraživačka pitanja, oko kojih će se temeljiti empirijski dio rada. Nadalje, definirati će se ciljevi, metode istraživanja, te doprinos ovoga rada istraživanjima na ovu temu.

U drugom dijelu će se detaljno predstaviti koncept pametnih gradova, različita područja u kojima se može primijeniti koncept pametnih gradova, utjecaj koji će isti imati na urbane gradove.

U trećem dijelu detaljno će se predstaviti *blockchain* tehnologija. U ovom dijeli obradit će se tehnička strana ove tehnologije kao, principi rada i različiti načini primjene ove tehnologije. Nadalje, istražiti će se odnos 5G tehnologije i *blockchain-a*, te utjecaj koji će 5G tehnologija imati na *blockchain*.

U četvrtom poglavlju odgovoriti će se na istraživačka pitanja u kontekstu utjecaja blockchain tehnologije pri stvaranja moderne pametne ekonomije, te utjecaja iste na upravljanje resursima. Nadalje, razradit će se pitanje blockchain tehnologije u kontekstu sigurnosti prilikom izgradnje pametnih gradova.

U zaključku će se izložiti sažeti prikaz rezultata istraživanja ovog diplomskog rada, do kojih se došlo u teorijskom i empirijskom dijelu rada.

2 PAMETNI GRADOVI

For the human race to succeed, our cities must succeed.

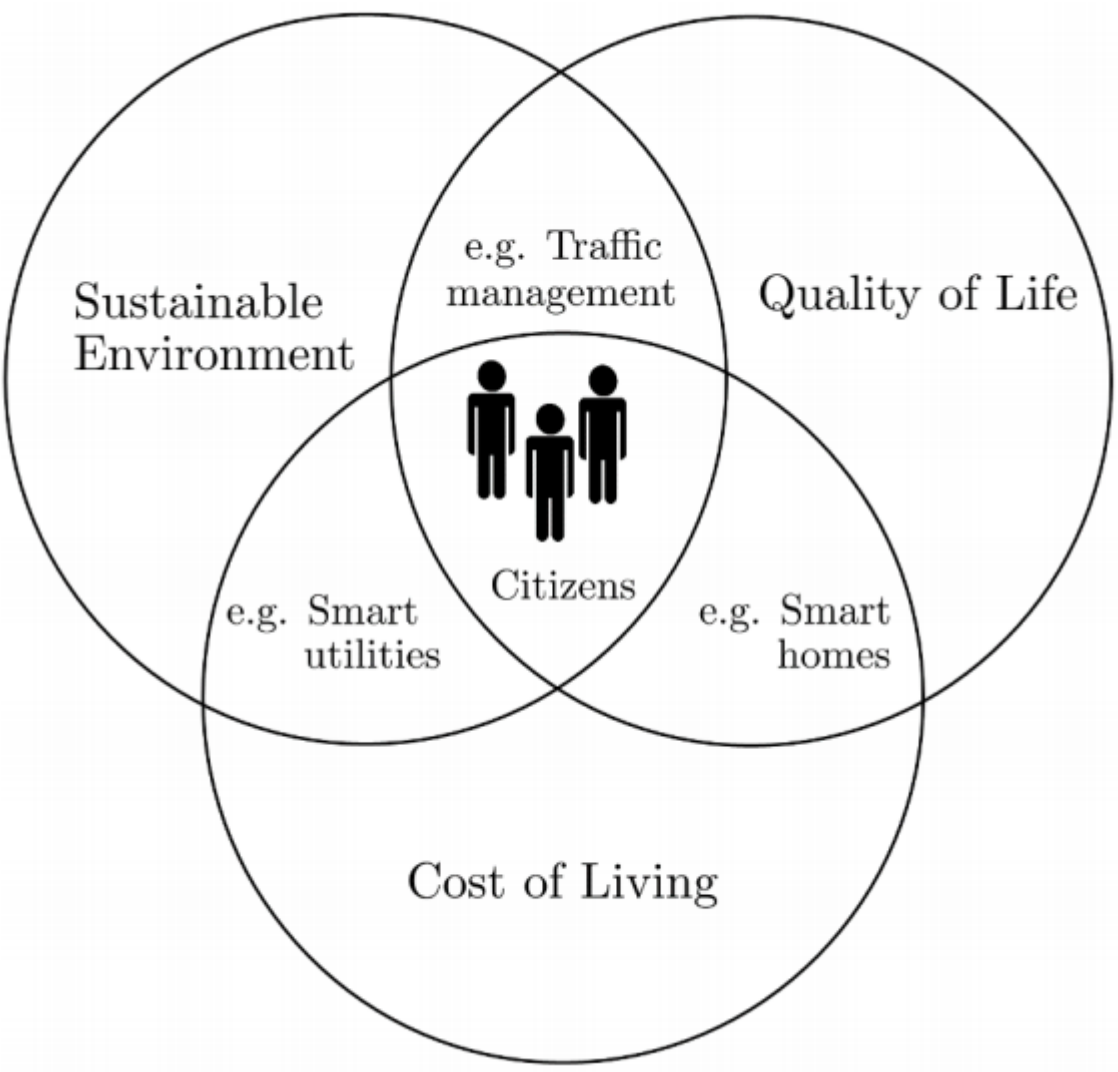
John Chambers, Executive Chairman, Cisco

2.1 Što su pametni gradovi?

U posljednje vrijeme termini kao što su *smart city*, *wired city* ili *cyber city* sve se češće mogu čuti u javnom diskursu svih društvenih krugova, od znanstvenika koji pomiču same granice mogućeg, preko državnih i gradskih lidera koji pokušavaju poboljšati uvjete života svojih građana, do krajnjih, potencijalnih korisnika pametnih gradova. Također, tu glavnu riječ vode velike multinacionalne kompanije koje se pokušavaju pozicionirati na tržištu kao lideri, te se nadmeću za javna sredstva koja se dodjeljuju za razvitak tehnologije koja bi bila podloga razvoja pametnih gradova. Tu prije svega treba spomenuti Cisco, IBM, Siemens, ali i Microsoft, Google i dr. Prve tri navedene kompanije direktno sudjeluju u razvitku pilot projekata pametnih gradova, kao što su Korejski Songdo-Dong, ili Saudijski Grad Kralja Abdullaha. No, usprkos enormnim ulaganjima u razvoj pametnih gradova od nule, najveći dio sredstava i napora svih čimbenika u svijetu ipak će biti modernizacija već postojećih gradova. Modernizirati London, Berlin ili pak jedan New York jako je zahtjevan posao, te je trenutno i dalje ne rješiva enigma. Iako se rast stanovništva u svijetu usporava, migracije koja se trenutno odvija u skoro svakoj državi svijeta stavlja ogroman pritisak na gradove, infrastrukturu i sve službe koje se brinu za normalno funkcioniranje gradova. Nadalje, ekološki utjecaj koji gradovi ostavljaju veliki je problem sa zdravstvenog, ali i komunalnog aspekta. Peking, Tokio, Pariz, New Delhi i dr. veliki, prenapučeni gradovi, imaju velikih problema s kvalitetom zraka a samim time i kvalitetom života u smislu pogoršanja zdravstvenog stanja svojih stanovnika. Iako su navedeni gradovi već opće poznati po svojoj zagađenosti, ni manji gradovi nisu imuni na manja, ali ipak zamjetna zagađenja zraka koja se javljaju periodično. Sve ovo razlog je zašto se sve veća novčana sredstva ulažu u pronalazak rješenja koji bi poboljšali uvjete urbanog života.

Sam pojam pametnog grada nije jednoznačno definiran, već ga različiti autori različito tumače. Kroz povijest, samo shvaćanje pametnih gradova se mijenjalo, a samim time se i fokus stavljao na različite aspekte pametnih gradove koje su, za to razdoblje bili najaktualniji. Tako su u antičko doba veliki trgovi značili mjesto na kojima se razvija trgovina, vijadukti koji su donosili pitku vodu u gradove iz udaljenih mjesta, te prve kanalizacijske mreže u mnogočemu su poboljšali život u to vrijeme, razvoj cesta omogućio je

lakše putovanje i sl. Iako se cijeli proces razvoja najviše očitovao u 19. i 20. stoljeću s pojavom prvih oblika tehnologije, povijesni razvoj bio je temelj onome što postoji danas. Gradovi su oduvijek bili mjesto u kojima se vodila glavna riječ i donosile odluke koje su utjecale na cijele civilizacije, nadalje to su bila mjesta prilika za rast i razvoj kako pojedinca, tako i cijelih društvenih skupina. Gradovi su od samih početaka bili centri znanja, moći i razvoja, a danas je to očitije više nego ikad.



Slika 1. Temeljni ciljevi pametnih gradova

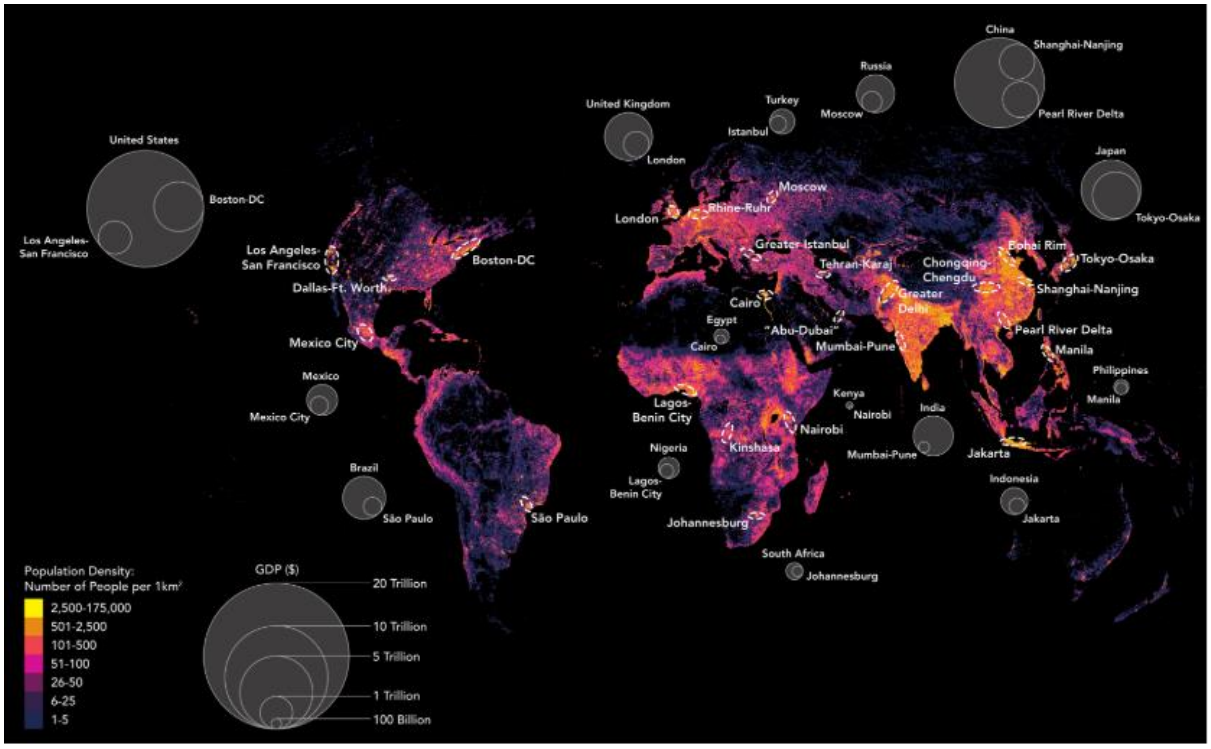
Izvor: (Gharaibeh, i dr., 2017.)

Iz gornje slike očito je da se u centru cijelog procesa razvijanja pametnih gradova nalaze građani, odnosno ljudi koji će i ubirati plodove razvoja pametnih sustava koji su integrirani u gradove, ali i sve druge sfere života. Razvoj pametnih gradova nema za cilj samo razvoj tehnologije, već je tehnologija samo jedna komponenta koncepta pametnih gradova. Temeljni

ciljevi pametnih gradova kako su ih predstavili (Gharaibeh, i dr., 2017.) skup je međusobno preklapajućih ciljeva u centru kojih se nalaze građani. Prema autorima tri temeljna cilja pametnih gradova su kvaliteta života, cijena života te održivi ekonomski rast i razvoj. U područjima u kojima se preklapaju dva cilja nalazi se potencijalno pametno rješenje. Tako se u slučaju rješavanja cijene i kvalitete života otvara sektor pametnih domova s kojima se želi spustit troškovi života, a istodobno povećati kvalitetu istoga. U slučaju održivog ekonomskog rasta i razvoja i kvalitete života, autori su naveli primjer pametnog sustava upravljanja prometom, na način da se kontrolira protok prometa na optimalan način te se smanji količina vremena potrošena u gužvama, samim time se smanjuje količina zagađenja u gradovima te se kvaliteta života građana povećava. Mnogi autori, ali poduzetnici zaboravljaju da razvoj tehnologije neće i ne može riješiti probleme modernih gradova, već to mora biti cjelokupan proces koji će se primarno bazirati na rješavanju problema građana.

Kako (Albino, Berardi, & Dengelico, 2015.) prepoznaju, metabolizam gradova generalno se temelji na inputu dobara i outputu otpada s konzistentnim negativnim eksternalijama, koji multipliciraju socijalne i ekonomske probleme. Gradovi se oslanjaju previše na eksterne resurse te oni jesu i ostat će potrošači resursa. Shodno navedenome, jako bitna komponenta pametnih gradova mora biti i održivost razvoja, jer u uvjetima u kojim stalno raste dotok novog stanovništva, a infrastruktura i prirodni resursi su ograničeni, gradovi se ne smiju dovesti u situaciju da oskudijevaju najosnovnijim resursima i time pogubno djeluju na životne uvjete stanovništva.

2011. u 600 najvećih gradova u svijetu živi 1.5 milijardi ljudi, ili 22% populacije, koji su zaslužni za preko 50% globalnog BDP-a. 485 milijuna kućanstava sa prosječnim BPP-om po stanovniku od 20 000$. 100 najvećih gradova bili su zaslužni za 38% globalnog BDP-a. U bliskoj budućnosti, 2025. godine, broj stanovnika u najvećih 600 gradova porasti će na 2 milijarde stanovnika i oni će biti zaslužni za 60% svjetskog BDP-a, to znači 735 milijuna kućanstava s prosječnim BDP-om od 32 000$. (Dobbs, i dr., 2011.). Nadalje, skoro polovica BDP-a Velike Britanije nalazi se u Londonu sa svojom širom okolicom. (Khanna, 2016.)



Slika 2. Distribucija BDP-a i stanovništva u svijetu

Izvor: World Economic Forum (https://www.weforum.org/agenda/2016/04/how-much-economic-growth-comes-from-our-cities/)

Iz slike 1. vidljivo je da su područja koja su najgušće naseljena upravo i ona koja najviše doprinose BDP-u. Tako se može vidjeti da se za SAD, najveći dio BDP-a proizvede u području od Bostona do DC-a, te u širem području Los Angelesa. U Africi su to područja oko Lagosa, Kaira i Johannesburga.

Budućnost urbanizma dolazi sa istoka prema zapadu, te će se većina najvećih gradova na svijetu nalaziti upravo na istoku, odnosno Aziji. Tu se prije svega misli na Kinu i Indiju. U nastavku teksta će se nakon uvoda, pokušati jasnije definirati pametni gradovi.

2.1.1 Definicija pametnih gradova

Pametni gradovi nemaju jasnu i jednoznačnu definiciju. Iako se ovaj termin u posljednje vrijeme snažno širi akademskom zajednicom, ali i pojedincima i skupinama koji direktno sudjeluju u razvoju pametnih gradova i dalje ne postoji jednoznačna definicija što je to pametni grad. Veliki je problem što se mnogo gradova „predstavlja“ kao pametni gradovi, ali oni to nisu, nadalje, različiti autori koriste različite termine za pametne gradove (inteligentni grad, povezani grad i sl.)sve to samo doprinosi većoj zbunjenosti oko razumijeva termina ali i koncepta pametnog grada. U svom članku iz 2008. godine (Hollands, 2008.) jasno ističe da gradovi prečesto ističu da su pametni, ali nikad jasno ne definiraju što to znači, niti ponude

neke konkretne dokaze koji bi poduprli tu izjavu. Nadalje, (Allwinkle & Cruickshank, 2011.) navode kako je jako bitno da se s ovom praksom prestane, jer osnivanje ICT odjela pri gradskim upravama ne znači da su ti gradovi automatski pametni. Primjeri takvih gradova su San Diego, San Francisco, Ottawa i dr.

Nadalje, (Hollands, 2008.) se oslanja na rad (Komninos, 2008), u kojem se ističu četiri komponente inteligentnih gradova (autor koristi drugačiju terminologiju):

- Aplikacija širokog raspona elektronskih i digitalnih tehnologija u zajednicama i gradovima
- Korištenje informatičke tehnologije u svrhu transformacije života i zanimanja u nekoj regiji
- Uvođenje ICT tehnologije u gradove
- Teritorizacija takvih praksi u svrhu povezivanja ICT tehnologije i ljudi zbog povećanja inovacija, učenja, znanja i *problem-solving* vještina koje tehnologija nudi

Postoje mnoge definicije pametnih gradova. Kako prepoznaju (O'Hare & O'Grady, 2012.), široki raspon konceptualnih varijanti proizlazi iz zamjene termin „pametni“ s alternativnim pridjevima kao što su „inteligentni“ ili „digitalni“. Sam termin „pametni grad“ je širok pojam i ne koristi ga se uvijek konzistentno. No, trenutno ne postoji način da se uokviri pojam pametnog grada, niti jedan-za-sve definicija pametnog grada.

Termin pametni grad prvi put se krenuo spominjati tijekom 1990-ih godina, kada je cijeli fokus bio na tehnološkoj komponenti pametnih gradova, odnosno primjeni ICT tehnologije u gradovima. S obzirom da se tijekom tih godina krenula ubrzano razvijati moderno shvaćanje tehnologije, računala, digitalne komunikacije i sl., očekivano je da je sav fokus bio na tehnološkoj komponenti. Kalifornijski institut pametnih zajednica bio je prvi koji je u cijeli koncept pametnih gradova ubacio socijalnu komponentu, te je stavljen fokus na to kako zajednice mogu „postati pametne“ i iskoristiti tehnologiju za rješavanje problema (Albino, Berardi, & Dengelico, 2015.). U tom trenutku nastala je jako bitna ideja o pametnim gradovima koji su bili primarno orijentirani na ljudsku stranu a ne samo tehnološku. Kako navodi (Albino, Berardi, & Dengelico, 2015.), nekoliko godina nakon Kalifornijskog instituta, Sveučilište u Ottawi krenulo je kritizirati ideju pametnih gradova jer je bila previše orijentirana na tehnološku komponentu, zanemarujući sami razlog zašto je i nastala ideja pametnih gradova, a to je poboljšanje života svojih građana. U svom radu (Albino, Berardi, &

Dengelico, 2015.) stavljaju naglasak na „socijalni kapital“ pametnih gradova. No navode kako je početkom novog stoljeća termin „smart city“ raspršio u fenomen urbanog epiteta.

Prema (Harrison, i dr., Foundations for Smarter Cities, 2010.), koncept „smarter cities“ proizašao je iz studije provedene 2008. godine poznate kao „Instrumentalizirani planet“. Centralna opažanja studije su da u mnogima aspektima, Zemlja postaje instrumentalizirana, mreže su sposobne prikupljati podatke o svijetu u stvarnom vremenu, te da je jeftina računalna snaga dostupna da se ti podaci analiziraju. Nadalje, istraživanje je pokazalo da se mogu postići značajni pozitivni pomaci korištenjem prikupljenih podataka kako bi povezali fizičke događaje s naprednim analitičkim sustavima, čiji rezultat bi bio poboljšanja u sustavima upravljanja gradovima. Prema autoru, takvi sustavi su nazvani „Smarter Planet“, od kojih je „smarter cities“ jedna od velikih sastavnica. IBM je prema tome istraživanju definirao tri IT karakteristike ili dimenzije:

- Instrumentaliziranost – Instrumentalizacija omogućuje snimanje i integraciju stvarnih podataka u stvarnom vremenu kroz korištenje senzora, brojila, osobnih uređaja, kamera, kioska, pametnih telefona, interneta i drugih sličnih sustava za prikupljanje podataka, uključujući i društvene mreže kao mreže ljudskih senzora. Kombinacija instrumentaliziranih i međusobno povezanih sustava učinkovito spaja fizički svijet s virtualnim.
- Međusobna povezanost – Informacije dobivene od instrumentaliziranih podataka integrirane su kroz cijeli proces, sustav, organizaciju, industriju ili vrijednosni lanac. Osim toga, takvi se podaci mogu međusobno povezati preko više procesa, sustava, organizacija, industrija ili lanaca vrijednosti. Moguće je i međusobno povezivanje podataka koji su nesređeni ili nisu direktno povezani sa samim sustavom. Na primjer Web 2.0 međusobna povezanost društvenih mreža, Internet tražilica i drugih logičkih konstrukata koji nude smislene informacije preko cijelog raspona fizički distribuiranih sustava.
- Inteligencija – Analiza ovih povezanih informacija mora dati nove uvide u odluke i akcije koje se donose da bi se poboljšali ishodi procesa ili sustava, organizacija ili industrijskih lanaca vrijednosti. Takvi ishodi moraju iz korijena promijeniti iskustvo krajnjeg korisnika ili ekosustava, tj., moraju dodati opipljivu vrijednost. Najbolji primjeri će imati inteligenciju koja će u približno stvarnom vremenu donositi odluke, razmišljati strateški i predvidljivo. (Harrison, i dr., Foundations for Smarter Cities, 2010.)

Iz studije koju su proveli Harrison i drugi, jasno je da IT komponenta mora biti povezana, instrumentalizirana i inteligentna. No, bitno je opaziti da Harrison nudi samo definiciju ICT dijela koncepta pametnih gradova, a ne cijelu definiciju pametnih gradova. Iz mnogo primjera u svijetu očito je da su donosioci odluka previše baziraju upravo samo na ovaj dio pametnih gradova. Takav jednodimenzionalan pristup razvoju pametnih sustava nije dobar, te se često dogodi da razvijeni sustavi nisu ono što građanima treba, a sredstva, vrijeme i znanje su već utrošeni. Bitno je naglasiti da je socijalna komponenta ključ uspjeha pametnih gradova, a tehnologija je samo alat. U nastavku teksta će se prikazati definicije pametnih gradova.

(Chourabi, i dr., 2012.) nudi pregled definicija pametnih gradova koji će biti predstavljeni u tablici ispod.

Tablica 1. Pregled definicija pametnog grada prema (Chourabi, i dr., 2012.)

• *A city well performing in a forward-looking way in economy, people, governance, mobility, environment, and living, built on the smart combination of endowments and activities of self-decisive, independent and aware citizens.*	(Giffinger, i dr., 2007.)
• *A city that monitors and integrates conditions of all of its critical infrastructures, including roads, bridges, tunnels, rails, subways, airports, seaports, communications, water, power, even major buildings, can better optimize its resources, plan its preventive maintenance activities, and monitor security aspects while maximizing services to its citizens*	(Hall, 2000)
• *A city "connecting the physical infrastructure, the IT infrastructure, the social infrastructure, and the business infrastructure to leverage the collective intelligence of the city"*	(Harrison, i dr., 2010)
• *A city striving to make itself "smarter" (more efficient, sustainable, equitable, and livable)*	(Smart Cities Council, n.d.)
• *A city "combining ICT and Web 2.0 technology with other organizational, design and planning efforts to dematerialize and speed up bureaucratic processes and help to identify new, innovative solutions to city management complexity, in order to improve sustainability and livability."*	(Toppeta, 2010)
• *"The use of Smart Computing technologies to make the critical infrastructure components and services of a city—which include city administration, education, healthcare, public safety, real estate, transportation, and utilities—more intelligent, interconnected, and efficient"*	(Washburn & Sindhu, 2010)

Izvor: (Chourabi, i dr., 2012.)

Iz navedenih definicija mogu se prepoznati termini koji se pojavljuju kroz više definicija, a to su:

- Održivost,
- Učinkovitost,
- Učenje,
- Monitoring,
- Povezanost, i
- Inteligencija.

U nastavku teksta (Albino, Berardi, & Dengelico, 2015.) pregledom znanstvenih radova na temu pametnih gradova nude još dublji uvid u razumijevanje termina pametnog grada. Razlog za ovako dubok i širok pristup traženju točne definicije pametnog grada leži u činjenici što je sam termin pametnog grada konceptualno širok pojam, te je bitno obuhvatiti što veći broj radova da bi se mogli iznaći zajedničke, ili dodirne točke, na osnovu kojih se može donijeti zaključak što bi približno bila definicija pametnog grada.

Tablica 2. Pregled definicija pametnog grada prema Albino, Berardi, & Dengelico, 2015.

Smart city as a high-tech intensive and advanced city that connects people, information and city elements using new technologies in order to create a sustainable, greener city, competitive and innovative commerce, and an increased life quality	(Bakici, Almirall, & Wareham, 2013)
Being a smart city means using all available technology and resources in an intelligent and coordinated manner to develop urban centers that are at once integrated, habitable, and sustainable	(Barrionuevo, Berrone, & Ricart, 2012)
A city is smart when investments in human and social capital and traditional (transport) and modern (ICT) communication infrastructure fuel sustainable economic growth and a high quality of life, with a wise management of natural resources, through participatory governance	(Caragliu, Del Bo , & Nijkamp, 2011)
Smart cities will take advantage of communications and sensor capabilities sewn into the cities' infrastructures to optimize electrical, transportation, and other logistical operations supporting daily life, thereby improving the quality of life for everyone	(Chen, 2010)
Two main streams of research ideas: 1) smart cities should do everything related to governance and economy using new thinking paradigms and 2) smart cities are all about networks of sensors, smart devices, real-time data, and ICT	(Cretu, 2012)

integration in every aspect of human life.	
Smart community – a community which makes a conscious decision to aggressively deploy technology as a catalyst to solving its social and business needs – will undoubtedly focus on building its high-speed broadband infrastructures, but the real opportunity is in rebuilding and renewing a sense of place, and in the process a sense of civic pride. [...] Smart communities are not, at their core, exercises in the deployment and use of technology, but in the promotion of economic development, job growth, and an increased quality of life. In other words, technological propagation of smart communities isn't an end in itself, but only a means to reinventing cities for a new economy and society with clear and compelling community benefit *A smart city is based on intelligent exchanges of information that flow between its many different subsystems. This flow of information is analyzed and translated into citizen and commercial services. The city will act on this information flow to make its wider ecosystem more resourceefficient and sustainable. The information exchange is based on a smart governance operating framework designed to make cities sustainable.*	(Eger, 2009)
Smart cities are the result of knowledge-intensive and creative strategies aiming at enhancing the socio-economic, ecological, logistic and competitive performance of cities. Such smart cities are based on a promising mix of human capital (e.g. skilled labor force), infrastructural capital (e.g. high-tech communication facilities), social capital (e.g. intense and open network linkages) and entrepreneurial capital (e.g. creative and risk-taking business activities).	(Kourtit & Nijkamp, Smart cities in the innovation age, 2010)
Smart cities have high productivity as they have a relatively high share of highly educated people, knowledge-intensive jobs, output-oriented planning systems, creative activities and sustainability-oriented initiatives.	(Kourtit, Nijkamp, & Arribas, 2012)
A community of average technology size, interconnected and sustainable, comfortable, attractive and secure. *The application of information and communications technology (ICT) with their effects on human capital/education, social and relational capital, and environmental issues is often indicated by the notion of smart city*	(Lazaroiu & Roscia, 2012)
A smart city infuses information into its physical infrastructure to improve conveniences, facilitate mobility, add efficiencies, conserve energy, improve the quality of air and water, identify problems and fix them quickly, recover rapidly from disasters, collect data to make better decisions, deploy resources effectively, and share data to enable collaboration across entities and domains.	(Nam & Pardo, 2011)
Creative or smart city experiments [...] aimed at nurturing a creative economy through investment in quality of life which in turn attracts knowledge workers to live and work in smart cities. The nexus of competitive advantage has [...]	(Thite, 2011)

shifted to those regions that can generate, retain, and attract the best talent.	
Smart Cities initiatives try to improve urban performance by using data, information and information technologies (IT) to provide more efficient services to citizens, to monitor and optimize existing infrastructure, to increase collaboration among different economic actors, and to encourage innovative business models in both the private and public sectors.	(Marsal, Colomer, & Meléndez, 2014)

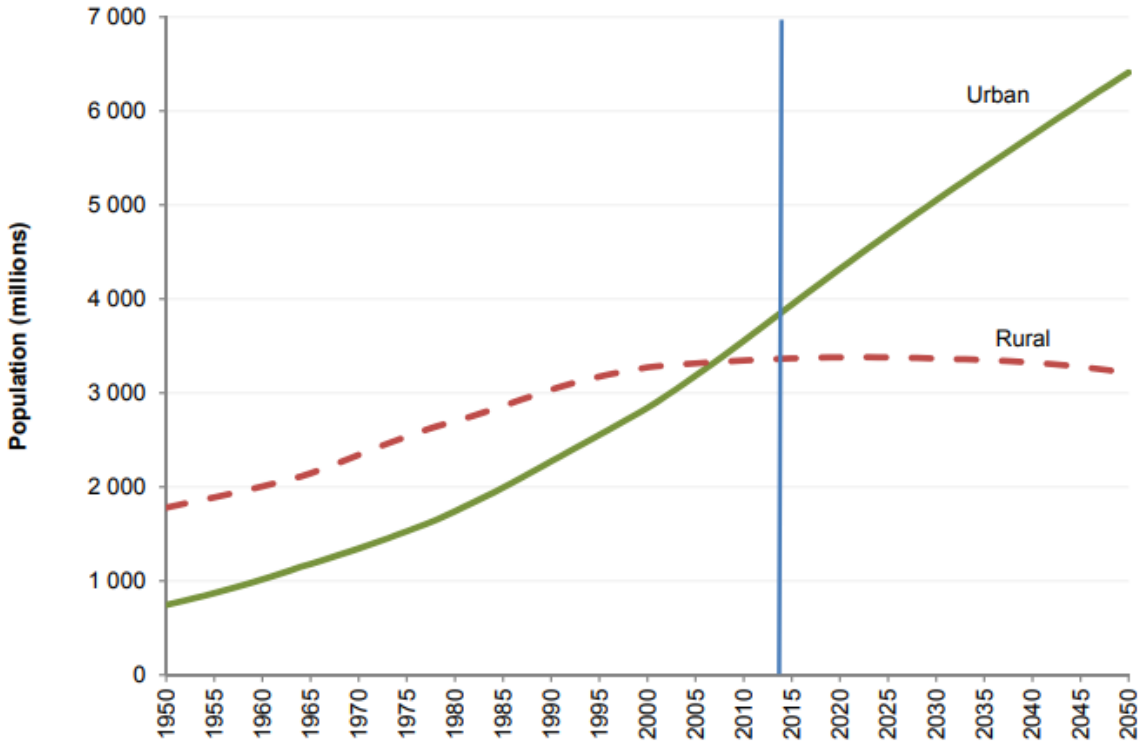
Izvor: (Albino, Berardi, & Dengelico, 2015.)

Iz navedenih definicija može se zaključiti da se glavni naglasak stavlja na međusobnu povezanost triju komponenti koji čine pametni grad, a to su socijalna komponenta, tehnološka komponenta, te upravljačka komponenta. Spoj ove tri komponente čini pametni grad, gdje je socijalna komponenta najvažnija, jer je upravo ona razlog i pokretač inicijative da se tehnologijom poboljša život građana na način da se bolje upravlja resursima, infrastrukturom i znanjem.

Prilikom izgradnje pametnih gradova treba se krenuti od socijalne komponente, a ne od slijepog vjerovanja u tehnologiju i sposobnost iste da riješi sve probleme modernih gradova. Iz navedenih definicija jasno se ističe da je socijalna komponenta najvažnija komponenta i ako se želi uspješno izgraditi napredno društvo koje će primjenom tehnologije učiniti gradove pametnima. Ljudski kapital neizostavan je faktor bilo kojeg strateškog projekta ili procesa, a izgradnja pametnih gradova jest dugoročni proces, jer se ne trebaju ljudi prilagođavati tehnologiji, već upravo obrnuto, tehnologija se mora prilagoditi stvarnim potrebama građana. Ne stavljanje socijalne komponente na prvo mjesto prilikom izgradnje pametnih gradova riskira se neuspjeh, jer time dobivamo prazne ljušture koje neće biti prilagođene stvarnim potrebama građana.

2.2 Zašto pametni gradovi?

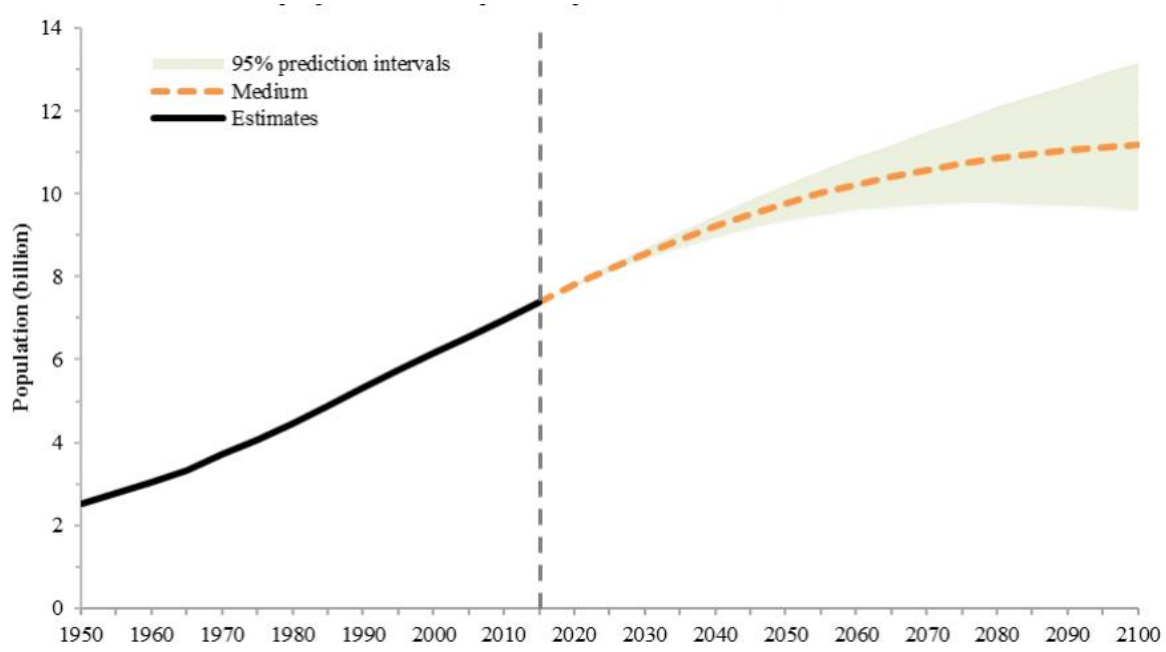
Riječi prvog čovjeka Cisco-a možda najbolje sumiraju važnost trenutka u kojem se nalazimo i zadataka koji ljudi kao civilizacija moraju postići. Gradovi su temelj naše civilizacije, oni igraju ključnu ulogu u socijalnom i ekonomskom aspektu diljem svijeta, te imaju ogromni utjecaj na svoju okolinu. (Christodoulou & Mori, 2011.) Zbog svog posebno velikog utjecaja na okolinu, ali i ekonomskog i socijalnog značaja, gradovima se mora pridati posebna pažnja prilikom promišljanja o budućnosti. Razni autori se slažu da će gradovi imat sve veći i veći utjecaj na ekonomski, socijalni i okolišni aspekt u budućnosti. Prema Populacijskom fondu Ujedinjenih Naroda, 2008. godina bila je godina u kojoj je po prvi put u povijesti, 50%, odnosno, 3,3 milijarde ljudi živjelo u urbanim područjima.



Slika 3. Svjetsko urbano i ruralno stanovništvo, 1950-2050

Izvor: (United Nations, Department of Economic and Social Affairs, Population Division , 2015.)

Prema procjenama UN-a, smatra se da će ova brojka porasti na 70% do 2050. godine. Nadalje, rast populacije nastaviti će se kroz cijelo sljedeće stoljeće. Ono neće biti istog intenziteta kao u prošlom stoljeću jer godišnji prirodni prirast je u opadanju, te će se taj trend nastaviti kroz cijelo stoljeće. Trenutno, prema podacima UN-a, u svijetu ima nešto više od 7.5 milijardi ljudi.

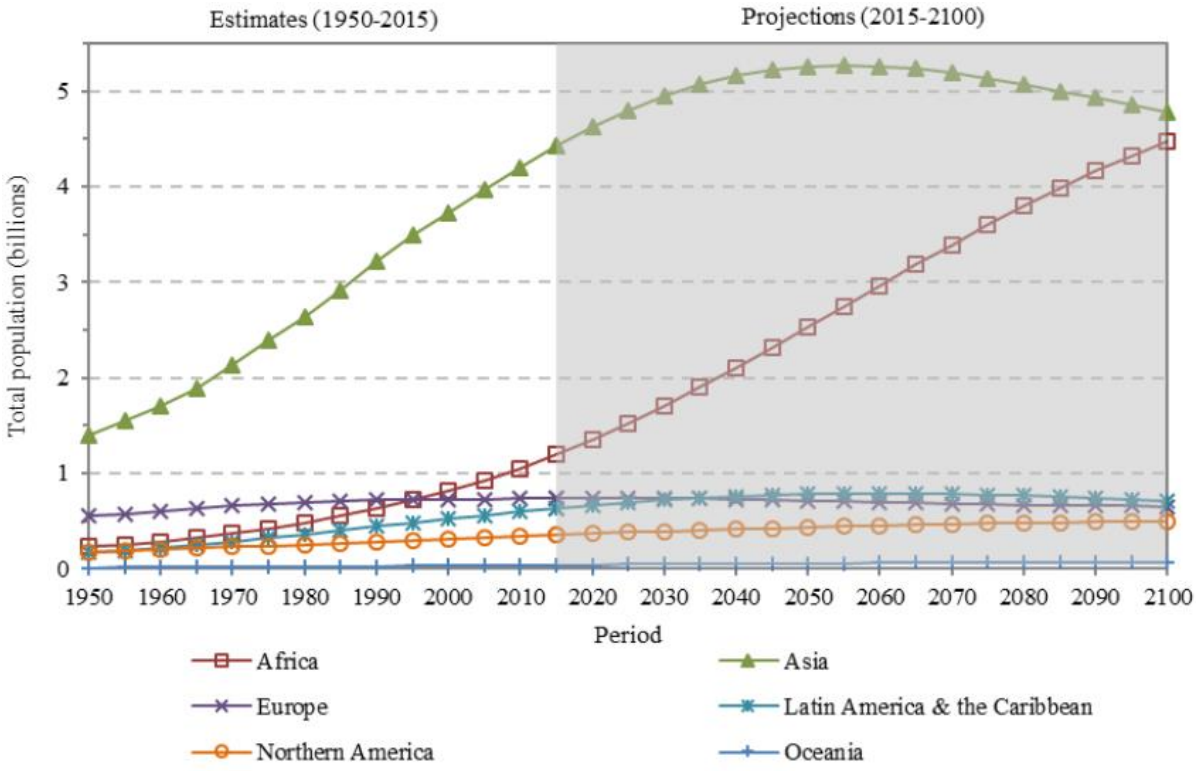


Slika 4. Populacija u svijetu: procjena, 1950-2015, i srednja procjena rasta s intervalima procjene od 95%, 2015-2100.

Izvor: (UN, DESA, Population Division, 2017.)

Iako se rast stanovništva usporava, te prema (UN, DESA, Population Division, 2017.), sigurno je da će se on nastaviti kroz sljedećih nekoliko desetljeća, te postoji šansa da poslije 2100. rast populacije stagnira. Trenutno je stopa rasta stanovništva i dalje na relativno visokoj razini, uzimajući u obzir prosječnu povijesnu stopu rasta, koja je dosta niža od trenutnih 1.2%.

Nadalje, iz slike 5. može se iščitati da će najveći porast stanovništva biti u Aziji i Africi. Iz istraživanja (UN, DESA, Population Division, 2017.), može se iščitati kako će više od polovice očekivanog rasta stanovništva biti u Africi. Iako Azija i dalje ima jako visoke stope rasta, prema projekcijama UN-a, taj rast će se postupno usporavati, te će sredinom ovog stoljeća on prestati. Prema (UN, DESA, Population Division, 2017.), od očekivanih 2.2 milijarde ljudi koji bi trebali biti dodani globalnoj populaciji od 2015. do 2050., 1.3 milijarde ljudi će biti dodane samo u Africi. Drugi najveći doprinos dati će Azija od 750 milijuna ljudi. Ostale regije svijeta isto će imati više broja stanovnika 2050 nego što ih imaju danas, osim Europe. Naime, prema projekcijama UN-a, broj stanovnika će u Europi 2050. biti manji nego danas. Nadalje, Afrika će nakon 2050. imati najveći doprinos rastu stanovništva.

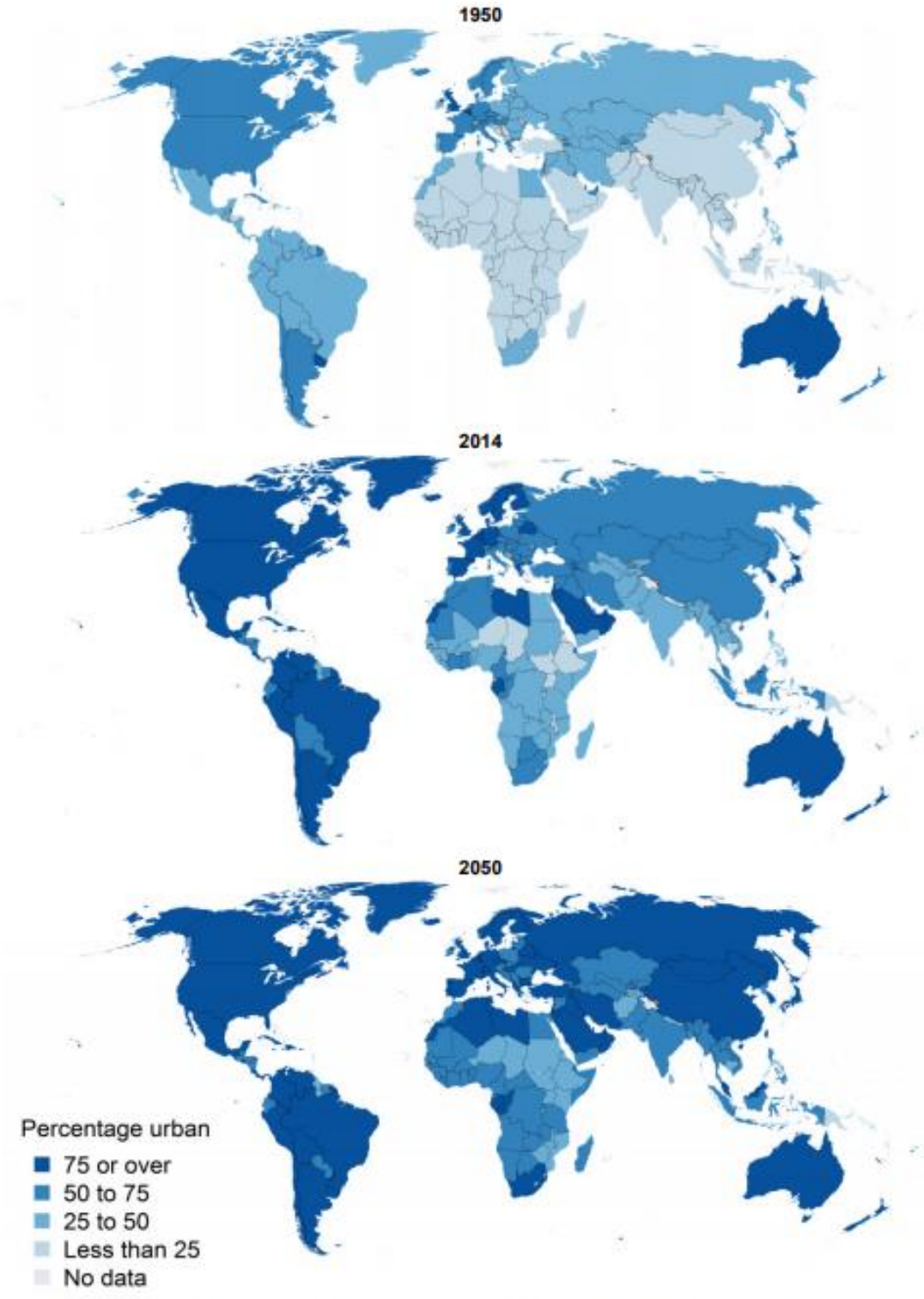


Slika 5. Populacija prema regijama: procjena, 1950-2015, i srednja projekcija rasta, 2015-2100

Izvor: (UN, DESA, Population Division, 2017.)

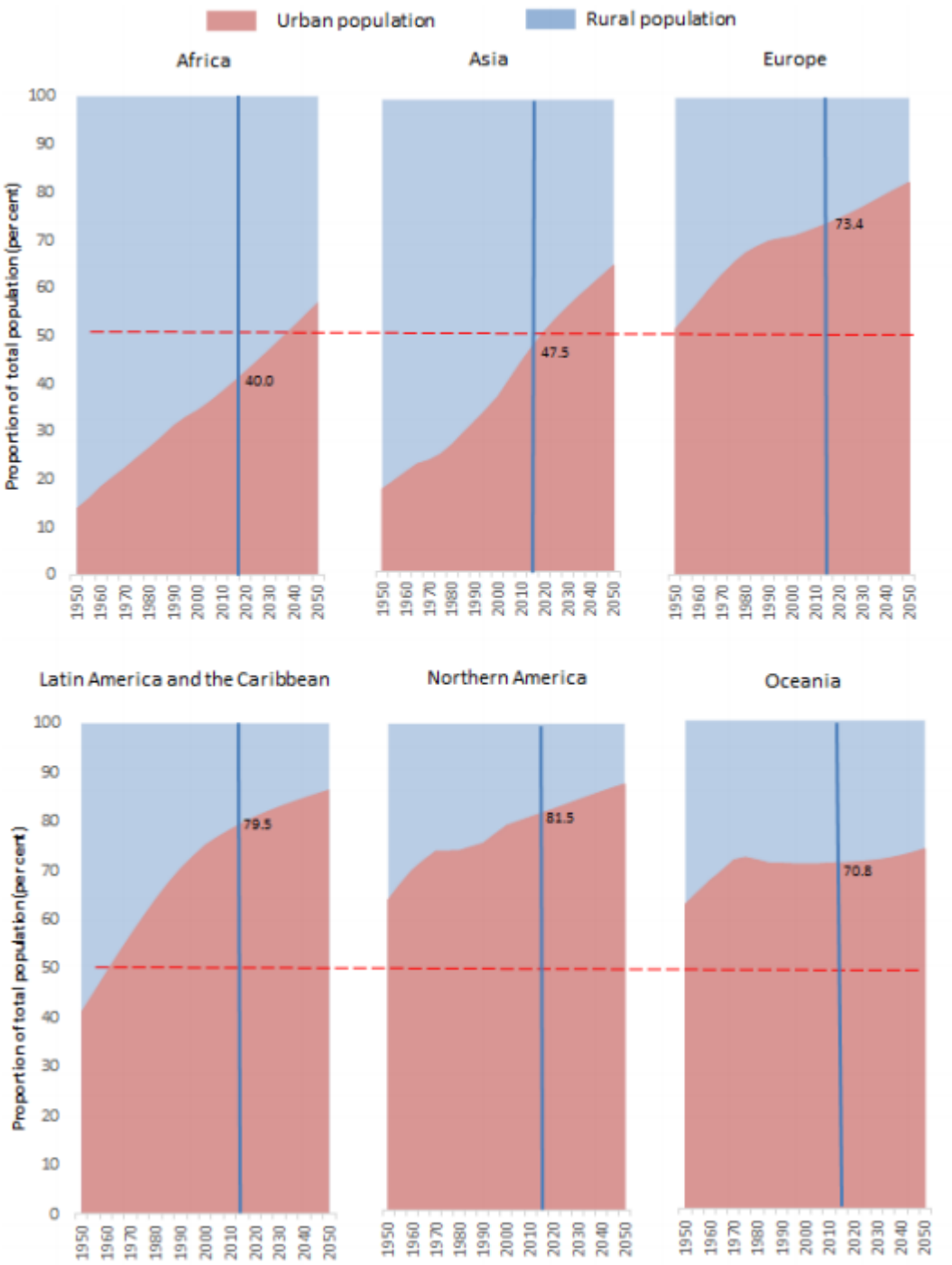
Zanimljivo je primijetiti da najveću udio urbanog stanovništva imaju Amerike, pogotovo Latinska Amerika. Iz slike 6. može se jasno vidjeti da najmanji udio urbanog stanovništva imaju Afrika i Azija. Uvjerljivo najmanji postotak urbanog stanovništva ima u sub-Saharskoj Africi, gdje je postotak niži od 40%. Iz slike 6. jasno se može zaključiti gdje će se odigrati najveća migracija stanovništva u sljedećih 50 godina. Azija je već u procesu ubrzane migracije ruralnog stanovništva prema urbanim krajevima, a Afrika tek treba krenuti s tim procesom, iako se i trenutno odvija ogromna migracija ruralnog stanovništva prema urbanim sredinama.

Europa, Amerike i Oceanija, u budućnosti će nastaviti proces povećanja udjela urbanog stanovništva, no taj rast će biti relativno spor, te sigurno neće biti tako snažan kao u Africi i Aziji, s obzirom da je stanovništvo Europe, Amerike i Oceanije već visoko urbanizirano. Prema (UN, DESA, Population Division, 2017.), rast stanovništva u sljedećem stoljeću može se pripisati samo nekolicini država. Procjenjuje se da će se polovica svjetskog rasta stanovništva pripisati sljedećim državama poredanim po njihovom doprinosu: Indija, Nigerija, Demokratska Republika Kongo, Pakistan, Etiopija, Tanzanija, Sjedinjene Američke Države, Uganda, Indonezija.



Slika 6. Postotak stanovništva u urbanim sredinama, 1950, 2014, i 2050

Izvor: (United Nations, Department of Economic and Social Affairs, Population Division , 2015.)



Slika 7. Urbana i ruralna populacija u odnosu na ukupnu populaciju po regijama, 1950-2050

Izvor: (United Nations, Department of Economic and Social Affairs, Population Division , 2015.)

Iz slike 7. može se uočiti da će se proces urbanizacije nastaviti u svim regijama svijeta bez obzira na razinu razvijenosti, no dvije regije odskaču po brzini tranzicije. Afrika i Azija imaju najbrži proces migracije od svih regija. Prema (Townsend, 2014.), Kina planira svake godine sagraditi 20 gradova da bih održala korak sa sve većim priljevom ruralnog stanovništva koje se mjeri u milijunima godišnje.

2.3 Dimenzije pametnih gradova

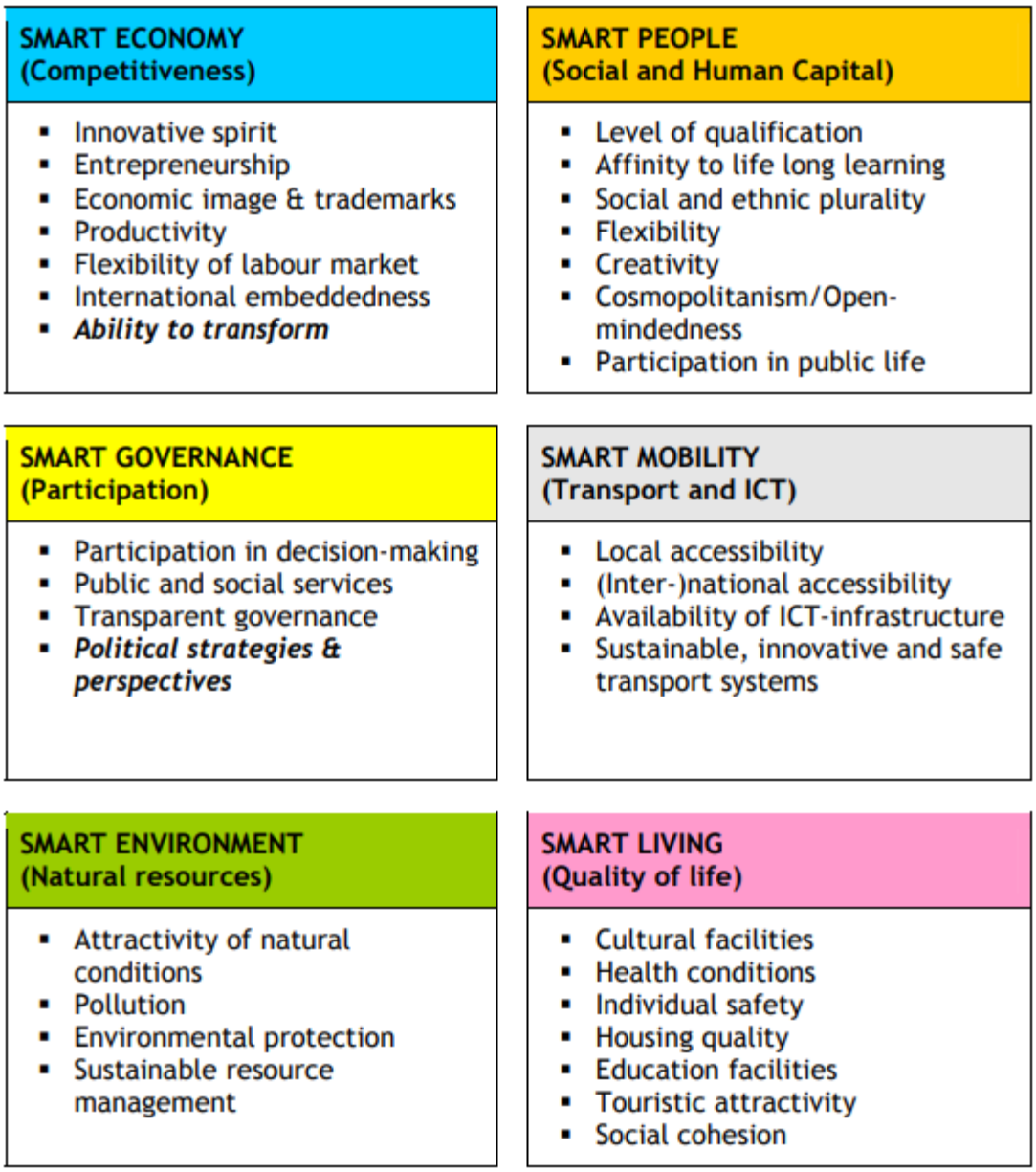
(Albino, Berardi, & Dengelico, 2015.) u svom radu ističu rad (Komninos, 2008), koji je izveo četiri moguće dimenzije pametnog grada:

- Aplikacija širokog raspona tehnologije,
- Korištenje informacijske tehnologije za transformaciju života građana,
- Ugradnja ICT tehnologije u gradsku infrastrukturau,
- Povezivanje ICT-a i ljudi u svrhu poboljšanja učenja, inovacija i znanja.

(Albino, Berardi, & Dengelico, 2015.) nadalje u svom radu se oslanjaju na istraživanje Centra za regionalne znanosti pri Sveučilištu u Beču od autora (Giffinger & Gudrun, Smart Cities Ranking: An effective instrument for the positioning of cities?, 2010.) koji identificiraju ukupno šest dimenzija pametnog grada. Te dimenzije, ili kako ih autori nazivaju, komponente, su sljedeće:

- Pametna ekonomija,
- Pametna mobilnost,
- Pametna okolina,
- Pametni ljudi,
- Pametno življenje,
- Pametno upravljanje.

Svaka od ovih komponenti ima još više podkomponenti koje još detaljnije opisuju svaku od komponenti. U oba primjera očito je da se veliki naglasak stavlja na ljudski, odnosno socijalni faktor u cijelom konceptu pametnih gradova. Odnosno, postoji više komponenti koje se direktno odnose na socijalni kapital pametnih gradova, odnosno komponenta pametnog upravljanja, pametnog življenja te pametnih ljudi. U nastavku teksta, na slici 8. prikazana je tablica komponenti pametnih gradova.



Slika 8. Komponente pametnih gradova

Izvor: (Giffinger & Gudrun, Smart Cities Ranking: An effective instrument for the positioning of cities?, 2010.)

Očito je da su pametni gradovi multidimenzionalni sustavi, te je ovo još jedan razlog zašto još i danas nema jedinstvene definicije pametnih gradova. Upravo zbog svoje kompleksne prirode, pametni gradovi još će dugo ostati nerazjašnjeni fenomeni. Tako kompliciran sustav jako je teško jednoznačno definirati, a zbog toga danas ne postoji jasna odredba što je to pametni grad, te koji su gradovi pametni, a koji ne. Postavlja se pitanje da li su gradovi pametni ako ispune sve navedene dimenzije ili samo dio njih, ako je samo dio, koji dio je potreban i sl. U nastavku teksta će biti prikazan pregled literature koji pokušava definirati dimenzije pametnog grada.

Nastojanja znanstvenika da jasno odrede pametne gradove još uvijek nisu polučili veliki uspjeh. Trenutno u svijetu dominira razmišljanje da je pametan grad, onaj grad koji je prepun tehnologije. No u svojoj suštini to nije istina, ljudska komponenta je ključ uspjeha i sami razlog zašto pametni gradovi danas u svijetu još uvijek nisu polučili veći uspjeh.

Više autora se slaže da izgradnja pametnih gradova kreće od ljudskog kapitala, odnosno ljudske komponente, te da slijepo vjerovanje u tehnologiju ne čini neki grad pametnim; (Hollands, 2008.), (Shapiro, 2006.) preuzeto iz (Albino, Berardi, & Dengelico, 2015.).

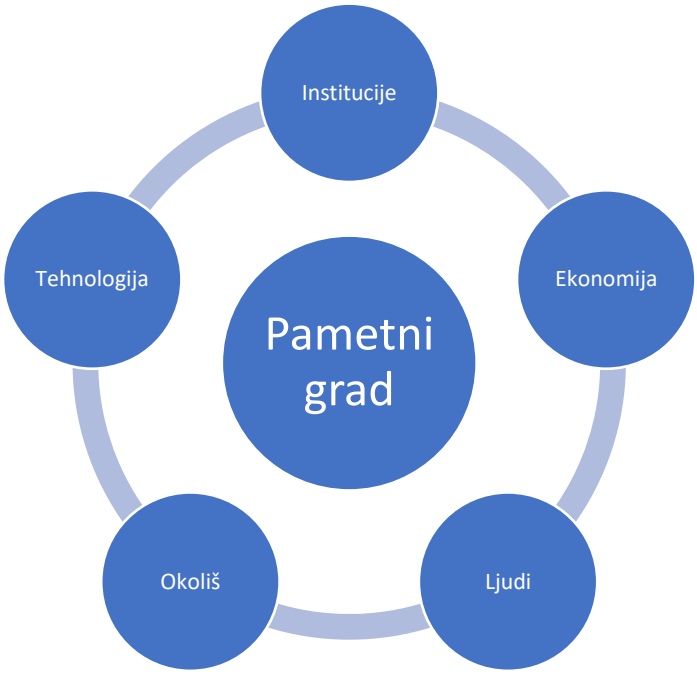
Tablica 3. Ključne dimenzije pametnih gradova

IT edukacija IT infrastruktura IT ekonomija Kvaliteta života	(Mahizhnan, 1999)
Ekonomija Mobilnost Okoliš ljudi upravljanje	(Giffinger, i dr., 2007.)
Tehnologija Ekonomski razvoj Rast broja poslova Povećanje kvalitete života	(Eger, 2009)
Kvaliteta života Održivi ekonomski razvoj Upravljanje prirodnim resursima primjenjujući odredbe koje uključuju sve Konvergencija ekonomskih, socijalnih i ekoloških ciljeva	(Thuzar, 2011)
Ekonomski i socijalni problemi gradova ekonomsko-tehnički-socijalni problemi okoliša međupovezanost instrumentalizacija integracija primjena inovacije	(Nam & Pardo, 2011)
ekonomska (BDP, sektorska snaga, međunarodne transakcije strane investicije) ljudska (talent, inovacije, kreativnost, edukacija) socijalna (tradicija, navike, religija, obitelj) ekološka (upravljanje energijom, vodom i otpadom) institucionalna (civilna uključenost, administrativno uređenje, izbori)	(Barrionuevo, Berrone, & Ricart, 2012)

Ljudski kapital (npr. obučena radna snaga) infrastrukturni kapital (npr. visokotehnološki sustavi za komunikaciju) socijalni kapital (npr. intenzivno i otvoreno povezivanje) poduzetnički kapital (npr.. kreativne, rizične poslovne aktivnosti)	(Kourtit, Nijkamp, & Arribas, 2012)
Upravljanje i organizacija tehnologija vladavina zakonski kontekst ljudi i komunikacije ekonomija izgrađena infrastruktura prirodni okoliš	(Chourabi, i dr., 2012.)

Izvor: Preuzeto iz (Albino, Berardi, & Dengelico, 2015.)

Pregledom literature možemo uvidjeti određeni obrazac po kojem različiti autori definiraju dimenzije pametnog grada. Tako se riječi kao, socijalno, ljudi, ljudski kapital, te ekonomija, poduzetništvo, održivi razvoj i sl. ponavljaju kroz više autora. Na osnovu toga, možemo pokušati definirati dimenzije pametnog grada kroz glavne skupine dimenzija.



Slika 9. Izrada autora prema pregledu literature iz (Albino, Berardi, & Dengelico, 2015.)

Prema pregledu literature može se donijeti zaključak da su gore prikazane dimenzije, osnovne dimenzije iz koje se kasnije razrađuju dalje dimenzije manje razine. Institucionalno uređenje, stabilna, ali dinamična i održiva ekonomija, obrazovani ljudi spremni za riskantne poduzetničke pothvate kojima se dolazi do inovacije i napretka, te stalna potraga za znanjem,

uz brigu o okolišu, a sve to koristeći kao alat, naprednu tehnologiju sastavljenu od međusobno povezanih uređaja i sustava koji prikupljaju, obrađuju i analiziraju podatke u stvarnom vremenu na osnovu kojih institucije donose pravodobne i kvalitetne odluke.

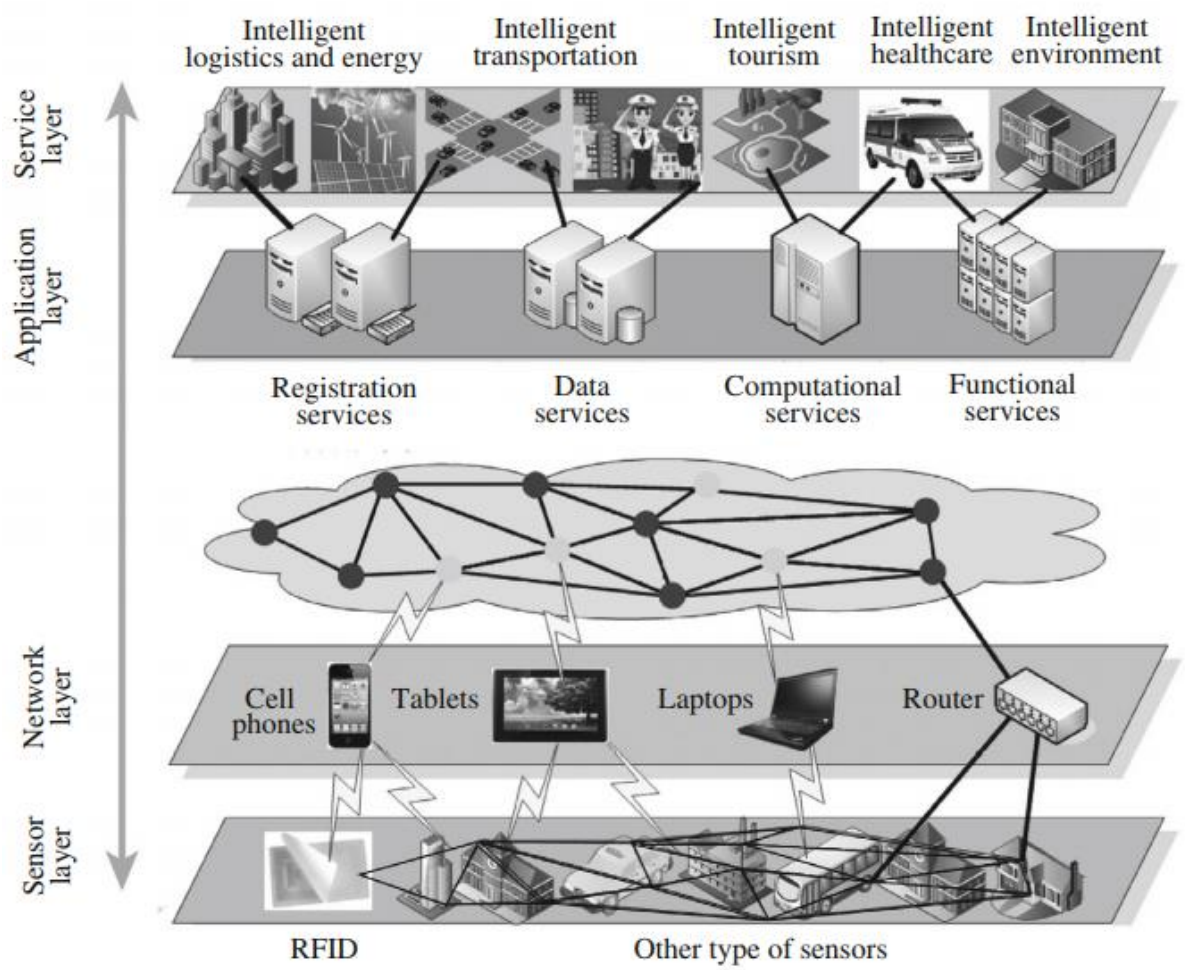
2.4 Smart city i big data

Big data, odnosno veliki podaci jedna su od ključnih komponenti pametnih gradova. Ključni su iz razloga jer su izvor informacija na osnovu kojih se, nakon obrade i analize istih, donose odluke, koje utječu na živote građana. Te odluke mogu se donositi od strane ljudi, ili od strane samog računala koje je dovoljno napredno da samo prepozna obrasce koji se ponavljaju i na osnovu toga sam donosi odluke. Ovo se najbolje može prikazati na primjeru primjene takvih naprednih tehnologija na prometnu infrastrukturu. Naime, prikupljanjem i analizom podataka kroz duži vremenski period, analiziranjem prikupljenih podataka računalo može prepoznati obrasce u prometu koji se ponavljaju (npr. gužva na gradskim prometnicama u jutarnjim satima kada ljudi dolaze na posao, ili popodne, kada ljudi odlaze s posla), te može samo donositi odluke i upravljati prometnom regulacijom na način da onemogući stvaranje gužvi, ili barem smanji njihov intenzitet.

Ključnu ulogu prilikom prikupljanja podataka imaju koncepti *Internet of Things* i *cloud computing*. Pametni grad se s tehnološke strane zasniva na prikupljanju velike količine podataka, obradom podataka u stvarnom vremenu masivnom računalnom snagom baziranom u „oblaku“. Cjelokupna struktura pametnog grada je sljedeća (DiRen, JianJun, & Yuan, 2015.):

- Percepcijska razina – za prikupljanje podataka
- Mrežna razina – za prijenos podataka
- Servisna razina – za pohrani velike količine podataka
- Računalna razina – obrada podataka
- Aplikacijska razina – prikaz rezultat obrade za krajnjeg korisnika

U nastavku teksta prikazana je grafička ilustracija tehnoloških razina pametnog grada.



Slika 10. Arhitektura pametnih gradova

Izvor: (DiRen, JianJun, & Yuan, 2015.)

2.4.1 Internet of Things

Internet stvari relativno je nov termin, a odnosi se na povezivanje velikog broja uređaja na mrežu, odnosno Internet te njihovu međusobnu interakciju. Internet stvari tehnološki je temelj pametnih gradova, jer se odnosi na razne vrste senzora koji će u stvarnom vremenu prikupljati podatke. Ovaj koncept je ujedno i jedan od najvećih izazova prilikom izgradnje pametnih gradova. Naime, postavlja se pitanje kako postaviti i organizirati tako veliki broj uređaja kroz grad, te na koji način kasnije voditi brigu o istima.

Internet stvari se temelji na povezivanju senzora koji su ugrađeni u električnim mrežama, željeznicama, mostovima, tunelima, cestama, raznim građevinama, vodovodnim sustavima, telekomunikacijskoj tehnologiji, resursnim sustavima i dr. Internet stvari omogućuje povezanost između ljudi, ljudi i strojeva i povezanost između strojeva (DiRen, JianJun, & Yuan, 2015.), preuzeto od (ITU, 2005.).3

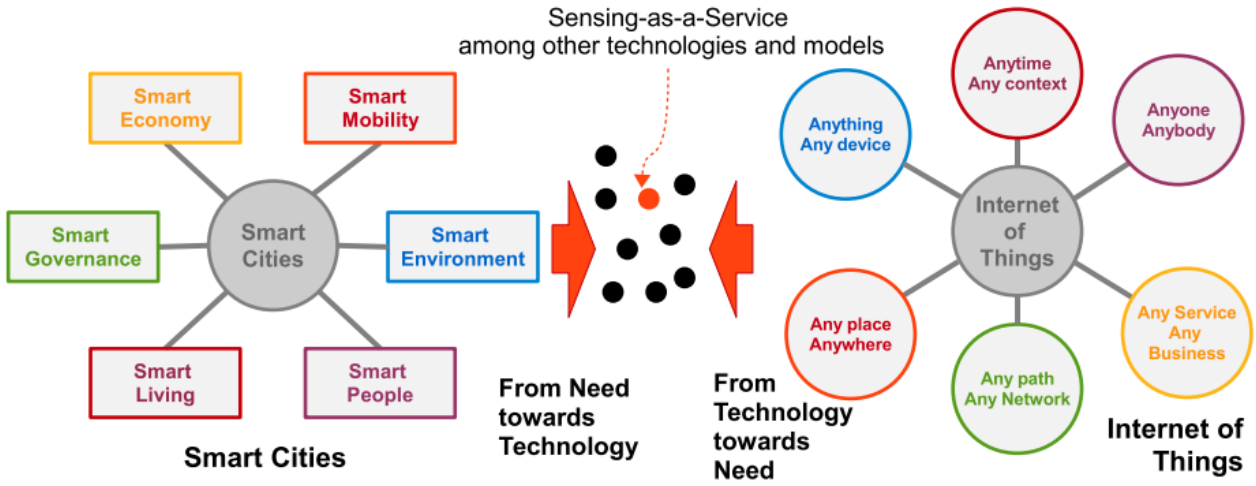
Uvođenje *cloud computinga* realiziran je jedan od najvećih problema prilikom izgradnje i povezivanja i prikupljanja podatka od strane velikog sustava senzora. Tehnološki trend u svijetu je da sve ide prema cloud computingu, odnosno korištenje tehnologije kao usluge.

U svom radu (Perera, Zaslavsky, Christen, & Georgakopoulos, 2013.) navode da je osnovna ideja iza računala u oblaku koncentracija resursa kao što su hardware i software u samo nekoliko fizičkih lokacija i ponuda tih resursa kao usluga velikom broju potrošača koji su locirani u različitim mjestima diljem svijeta i povezani su preko interneta. Nadalje, autori ističu da postoje tri osnove kategorije ovih usluga, a one su :

- Infrastruktura kao usluga
- Platforma kao usluga
- Software kao usluga

Zajedničko svojstvo svim ovim uslugama je da nude resurse kao uslugu. No, danas je najpoznatiji model poznat kao „Everything as a service“, ili XaaS. Popularnost je stekao upravo zbog svog poslovnog modela koji se zasniva na „*pay only for what you use*“ ili „*pay as you go*“. Ovo omogućuje potrošačima da koriste samo dio resursa koji im stvarno treba (Perera, Zaslavsky, Christen, & Georgakopoulos, 2013.).

Nadalje, autori uvode novi model *cloud computinga*, koji bi potencijalno mogao riješiti probleme pametnih gradova. „*Sensing as a service*“ ima istu logiku kao i XaaS, potrošači plaćaju samo onaj dio koji stvarno i koriste.

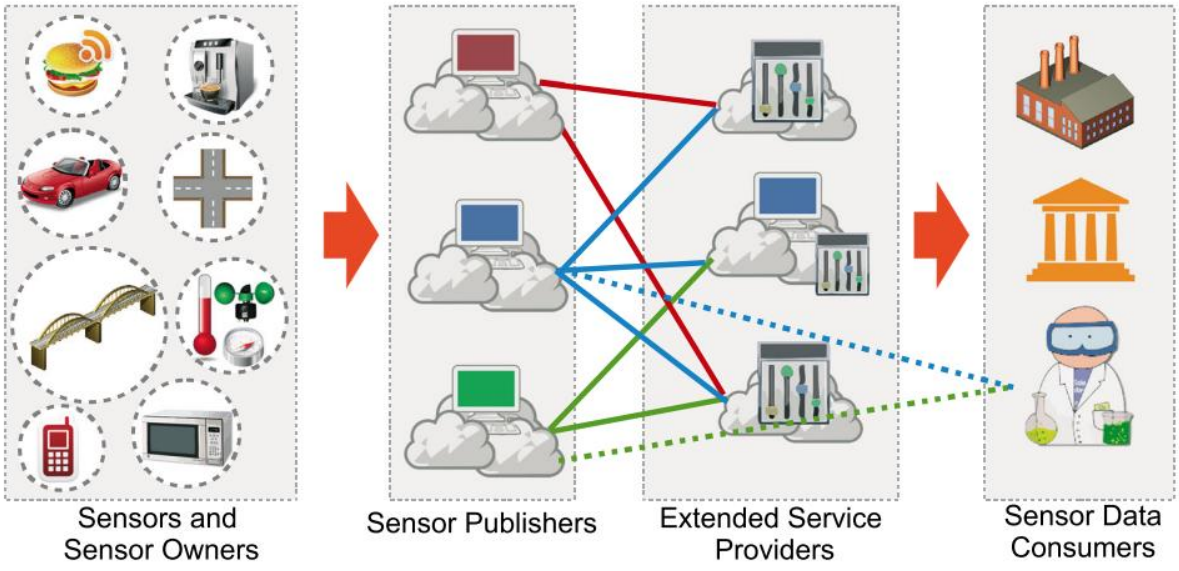


Slika 11. XaaS u odnosu s drugim tehnologijama

Izvor: (Perera, Zaslavsky, Christen, & Georgakopoulos, 2013.)

Glavne komponente „Sensing as a service“ modela su prema (Perera, Zaslavsky, Christen, & Georgakopoulos, 2013.), su:

- Senzori i vlasnici senzora – senzori su uređaju koji detektiraju, mjere ili osjete promjene u fizičkom prostoru u stvarnom vremenu. Vlasnici senzora odlučuju da li žele objavljivati podatke sa svojih senzora ili ne.
- *Sensor publishers* - odvojeni entitet koji se brine o senzorima, komunikaciji s vlasnicima senzora, te dozvolama koje su mu vlasnici senzora dali.
- *Extended Serivce Provider* – najinteligentnija komponenta, ona dodaje vrijednost podacima koji su prikupljeni uz dozvolu vlasnika senzora. U ovom koraku vrši se obrada i priprema podataka za daljnju obradu.
- Krajnji potrošač – konzumira podatke koji su uz dozvolu vlasnika senzora prikupljeni od strane različitih senzora, a koji su pripremljeni i obrađeni od strane ESP-ova. Krajnji potrošači mogu biti pojedinci ili organizacije.



Slika 12. Komponente "Sensing as a Service" modela

Izvor: (Perera, Zaslavsky, Christen, & Georgakopoulos, 2013.)

2.4.2 Big Data

Veliki podatci termin je relativno nedavno ušao u svakodnevnu upotrebu, a termin je nastao kao posljedica razvoja tehnologije, odnosno eksplozivnog rasta tehnološkog sektora. Velike kompanije našle su se u situaciji u kojoj su dnevno počele prikupljati nezamislivo velike količine podataka sa svoji servisa. Facebook, Google, Amazon, Microsoft i dr. dnevno prikupljaju ogromne količine podataka.

Veliki podaci su:

- Ogromni u svom volumenu,
- Stvaraju se u stvarnom vremenu,
- Sveobuhvatni,
- Iznimno su detaljni,
- Međusobno povezani,
- Fleksibilni,

preuzeto od (Kitchin, 2014.).

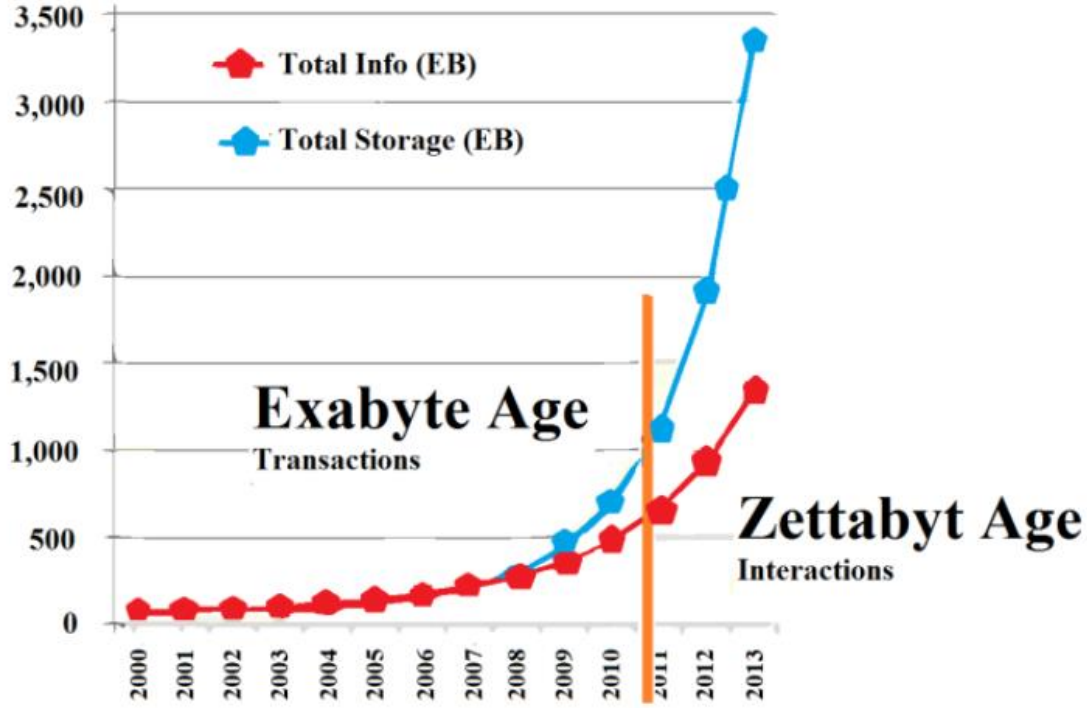
Prema definiciji (Kitchin, 2014.), veliki podaci su masivni, dinamični varijabilni, detaljni, međusobno povezani, troškovno jeftini setovi podataka koji mogu biti povezani i iskorišteni na razne načine, takvo bogatstvo podatcima omogućuje kreiranje tranzicije s jednostavnijih koncepata i ideja prema onima kompleksnijima.

Veliki podaci igraju ključnu ulogu prilikom kreiranja pametnih gradova jer su upravo veliki podaci ona sirovina koja se prikuplja senzorima. U podacima se nalaze odgovori na pitanja na koja se želi dati odgovor.

Razvojem i rastom interneta došlo je do eksplozije količine podatka koja se generira svakog dana. Nadalje, prema izvješću McKinsey instituta (Manyika, i dr., 2011.), rast podataka procjenjuje se da će biti na razini od 40% godišnje uz 5% godišnji rast potrošnje u IT sektoru.

(Kitchin, 2014.) nadalje parafrazira riječi glavnog ekonomista Google-a, koji procjenjuje da se više podataka generira u periodu od dvije godine nego u cijeloj povijesti do danas. (Zaslavsky, Perera, & Georgakopoulos, 2012.). Autori nadalje navode podatke od (Guizzo & Ackerman, 2011), 2010. godine količina podataka premašila je jedan zetabyte (ZB), a do kraja 2011. količina je premašila 1.8 ZB. Očito je da se događa svojevrsna eksplozija generiranja podataka. Ovakav brzi rast podataka događa se prvi put u povijesti, te trenutna

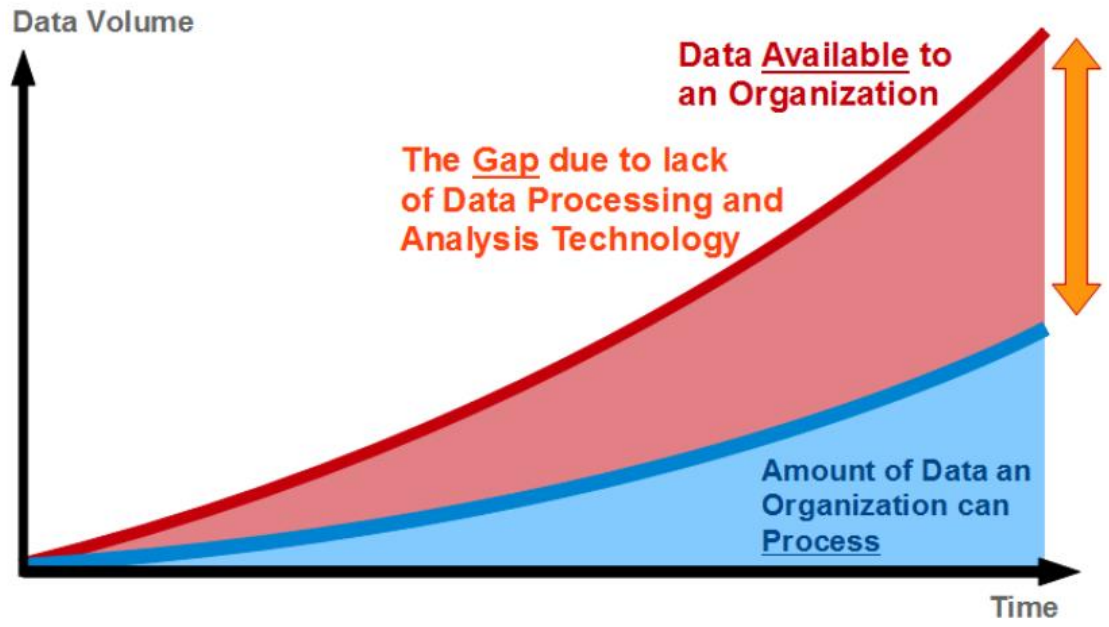
situacija prelazi u osjećaj „zatrpanosti“ svim tim podatcima.



Slika 13. Ukupna količina podataka i projekcija u budućnosti

Izvor: www.teradata.com , preuzeto od (Zaslavsky, Perera, & Georgakopoulos, 2012.)

Slika 13. pokazuje da se projekcije za godine koje su navedene dogodila eksplozija podataka, brojke su danas sigurno još veće.



Slika 14. Razlika između količine podataka i mogućnosti organizacije da se ti procesuiraju

Izvor: (Zaslavsky, Perera, & Georgakopoulos, 2012.)

3 BLOCKCHAIN TEHNOLOGIJA

Još od samih početaka interneta nije bilo događaja koji je tako promijenio način na koji gledamo tehnologiju, ali i cijeli koncept svijeta kao što je to učinio koncept decentralizirane, distribuirane mreže zvane blockchain. Samo ime sadrži esencijalni opis tehnologije, povezana mreža blokova, odnosno zapisa. Jedna od prvih primjena tehnologije jest ona monetarna, odnosno nastajanje kripto valuta. One su jedan od razloga zašto je blockchain tehnologija postala tako raširena i prepoznata u svakodnevnom životu današnjice. Vrhunac te popularnosti dogodio se pred kraj 2017. godine kada je cijena kripto valuta počela strelovito rasti do razina za koje nitko nije očekivao da su moguće. Tako je Bitcoin, najpoznatija od mnogih kripto valuta koje su izniknule kao gljive poslije kiše u posljednjih nekoliko godina, dostigla cijenu od skoro 20 000$ za jedan Bitcoin sredinom prosinca 2017. godine (Higgins, 2017.). Mnoge druge kripto valute, kao što su Litecoin, Etherum, Dash i sl. rasle su na valu rasta cijene Bitcoina. Može se reći da je to prvi put da je Bitcoin postao poznat široj javnosti, jer su mnoge medijske kuće izvještavale o astronomskim cijenama nečega do tada potpuno nepoznatog.

Sama tehnologija nastala je dosta čudnovato. Naime, 2008. godine, pojedinac (ili skupina autora) skrivajući se iza pseudonima Satoshi Nakamoto objavio je rad pod naslovom „Bitcoin: A Peer-To-Peer Electronic Cash System“. Pravi identitet autora do danas nije poznat. Sam rad opisivao je na način slanja novca preko mreže bez posrednika, odnosno financijske institucije kao posrednika kojem se vjeruje. (Crosby, Nachiappan, Pattanayak, Verma, & Kalyanaraman, 2016.). Ovaj revolucionarna ideja u svojoj biti je dosta jednostavna, a bazira se na kriptografiji.

U nastavku teksta objasnit će se što je to blockchain tehnologija, tehnička podloga blockchain tehnologije, objasniti će se različiti načini primjene blockchain tehnologije. Ukratko će se predstaviti 5G tehnologija, koja će imati ključnu ulogu u razvoju kako blockchain tehnologije, tako i cijelog koncepta pametnih gradova.

3.1 Što je blockchain tehnologija

U svojoj samoj biti, blockchain je distribuirana baza zapisa, ili javni konto svih transakcija ili digitalnih događaja koji su izvršeni i dijeljeni od strane svih sudionika. Svaka transakcija je verificirana od strane većine sudionika u sustavi. Jednom kada se zapis zabilježi u mreži, on

se nikad više ne može izbrisati (Crosby, Nachiappan, Pattanayak, Verma, & Kalyanaraman, 2016.).

Shodno navedenome, blockchain je, u najjednostavnijem objašnjenju lanac blokova, odnosno digitalnih zapisa o svim transakcijama koje su se dogodile od početka samog lanca.

Svaki zapis na lancu osiguran je digitalnim potpisom kako bi se dokazala njegova autentičnost, te se zbog upotrebe kriptografije, jednom uneseni zapisi o transakciji ne mogu mijenjati.

Upravo zbog tog svojstva provjere svake izvršene akcije, blockchain je revolucionaran jer ne zahtjeva treću stranu koja bi verificirala svaku transakciju. U današnje vrijeme, ulogu posrednika između dva subjekta koji vrše razmjenu igrale su banke i razne druge financijske institucije. Odnosno, da bi se izvršila bilo kakva transakcija preko interneta bilo je potrebno da tu transakciju ovjeri treća strana za koju su se sudionici dogovorili da joj vjeruju. U svom radu (Crosby, Nachiappan, Pattanayak, Verma, & Kalyanaraman, 2016.) navode više primjera u kojima je potrebna potvrda treće strane da je transakcija, odnosno željena akcija izvršena. Autori navode primjere u kojem servis koji nudi usluge elektroničke pošte verificira da je email dostavljen na željenu adresu, ili primjer Facebook-a, koji nam potvrđuje da je objavljeni post dostupan samo za prijatelje, ili primjer banke koja verificira da je transakcija koji smo inicirali uspješno završena, odnosno dostavljena drugoj strani. Naravno, sve to nije idealno, te tako postoje dosta visoki troškovi transakcije. Nadalje, pošto postoji jedno centralno mjesto, odnosno centralna baza podataka u koju se spremaju zapisi o transakcijama, ono je podložno krađama, tj. neovlaštenim upadima u sustav i izmjenama detalja o pojedinom zapisu o nekoj transakciji.

Blockchain uspješno rješava problem posrednika s dva ključna svojstva koji su u samoj njegovoj biti, a to su distribuirani konsenzus i anonimnost.

Blockchain omogućava svim svojim sudionicima da dođu do konsenzusa. Pošto je svaki zapis o transakciji spremljen u digitalnom obliku, te je zapis transakcije dostupan svim sudionicima lanca, vrlo male su šanse da se izvrše bilo kakve prevarantske radnje, ili da dođe do dupliciranja unosa bez potrebe treće strane da to verificira.



Slika 15. Ilustracija posrednika koji provjerava autentičnost transakcije

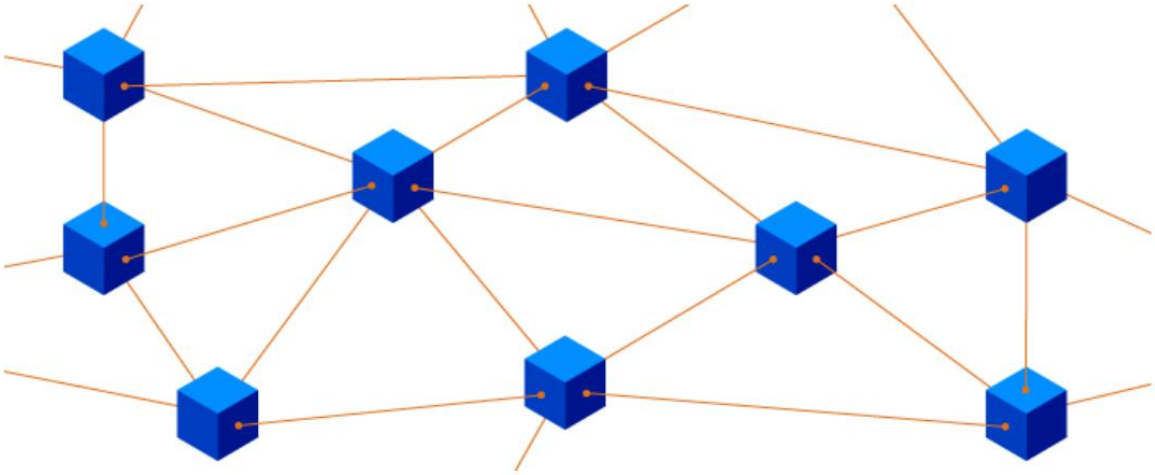
Izvor: (Crosby, Nachiappan, Pattanayak, Verma, & Kalyanaraman, 2016.)

Za bolje objašnjenje kako blockchain funkcionira, citirati će se primjer (Pratap, 2018.), u članku objavljenom na stranici Hackernoon(prijevod s engleskog):

> *„Kako bi bolje razumjeli blockchain, uzmite obzir opciju da šaljete određenu količinu novaca prijatelju koji živi u nekoj udaljenoj lokaciji. Glavna opcija koja se može koristit je da tu transakciju obavite preko banke ili nekog servisa za transfere kao što je PayPal ili Paytm. Ova opcija uključuje treće strane kako bi procesuirala transakciju te se zbog toga naplaćuje određeni dio sredstava za transakcijske troškove. Nadalje u slučajevima kao što je ovaj, ne možemo osigurati poslana sredstva od potencijalnih hakera koji mogu upasti u mrežu i ukrasti sredstva. U oba slučaja, krajnji korisnik je taj koji snosi štetu. Ovo je moment u kojem dolazi blockchain.*
>
> *Umjesto da koristimo usluge banke za transfer novaca, ako koristimo blockchain, proces postaje puno lakši i sigurniji. Ne postoji dodatni trošak s obzirom da je sama transakcija procesuirana od strane nas samih te s stoga nema potrebe da uključimo i posrednika. Nadalje, pošto je cijela blockchain mreža decentralizirana i podaci o transakciji su javno dostupni i decentralizirani. A pošto zapisi o transakcijama nisu locirani na jednom centralnom mjestu, ne postoji mogućnost da se zapisi kompromitiraju.“*

Iz gore navedenoga jasno se mogu uvidjeti svi benefiti koje donosi blockchain tehnologija. Blockchain tehnologija je sljedeći korak u ekonomiji bez posrednika, odnosno peer-to-peer ekonomiji. Kombiniranjem peer-to-peer mreža, kriptografije, distribuirane baze podataka i

decentraliziranih mehanizama za konsenzus, daje se mogućnost pojedincima da se slože oko trenutnog stanja i zapišu taj dogovor na siguran i autentičan način (Wright & De Filippi, 2015.).



Slika 16. Ilustracija blockchain-a

Izvor: preuzeto s (H, n.d.) (https://rubygarage.org/blog/how-blockchain-works)

Glavne značajke blockchain mreže prema izvornom radu Satoshia Nakamota su (Nakamoto, 2008), preuzeto od (Mougayar, 2016.):

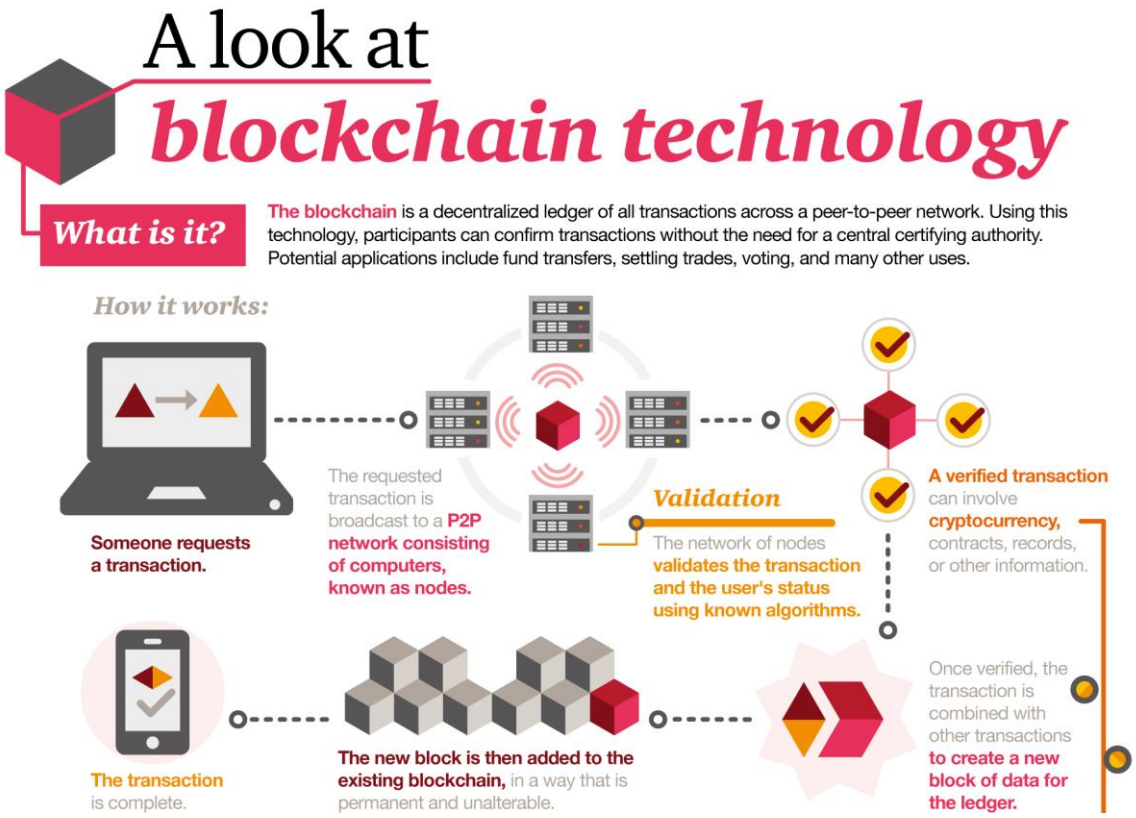
- Čista peer-to-peer verzija elektroničkog novca omogućuje online prijenos sredstava na način da se šalje direktno od jednog subjekta do drugog bez potrebe posrednika, odnosno financijske institucije
- Treća strana kojoj se vjeruje nije potrebna da bi se spriječilo dvostruko trošenje
- Nudimo rješenje problema dvostrukog trošenja korištenjem peer-to-peer mrežom
- Mreža vremenski obilježi svaku transakciju tako što *hashira* transakcije u hash-based proof-of-work lanac, te na taj način stvara lanac zapisa koji se ne mogu mijenjati ili brisati
- Najduži lanac ne služi samo kao dokaz slijeda događaja koji su zapisani, već i dokaz da je došao iz najvećeg bazena CPU snage. Dok god je većina CPU snage kontrolirana od strane čvorišta (engl. node) koji je surađuju, oni će tvoriti najduži lanac i onemogućiti napad.
- Mreža sama po sebi zahtijeva minimalnu strukturu.

(Mougayar, 2016.) u svojoj knjizi navodi tri definicije blockchain mreže, ovisno o perspektivi iz koje se ista promatra. Prva definicija je ona tehnička, a koja govori da je blockchain back-

end baza podataka koja otvoreno održava distribuiranu knjigu zapisa. Sljedeća definicija je ona poslovna, a ona blockchain definira kao mrežu za razmjenu vrijednosti između sudionika. Treća definicija je ona pravna, a ona mrežu definira kao mehanizam za validaciju transakcija bez korištenja posrednika.

3.2 Kako funkcionira blockchain?

3.2.1 Blok



Slika 17. Pregled funkcioniranja blockchain mreže na primjeru jedne transakcije

Izvor: PWC

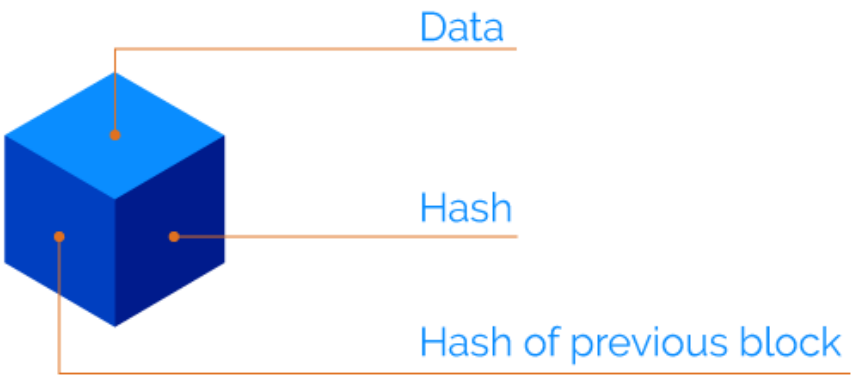
Blockchain je u svojoj biti lanac povezanih blokova. Svaki blok posjeduje informacije u transakcijama, te vlastiti hash i hash o prethodnom bloku.

Hash je matematička funkcija koja uzima input bilo koje veličine i pretvara ga u output fiksne veličine. Taj proces odvija se korištenjem kompleksnih algoritama (danas u upotrebi najčešći je SHA-256 algoritam).

INPUT	HASH
Hi	639EFCD08ABB273B1619E82E78C29A7DF02C1051B1820E99FC395DCAA3326B8
Welcome	53A53FC9E2A03F9B6E66D84BA701574CD9CF5F01FB498C41731881BCDC68A7C8

Slika 18. Primjer hash outputa

Izvor: (Blockgeeks, n.d.)



Slika 19. Ilustracija svojstava jednog bloka

Izvor: (Ruby Garage, n.d.)

Unutar svakog bloka nalaze se zaštićeni podaci o transakcijama kao i proizvoljni cijeli broj koji se naziva „nounce“, koji se koristi za produciranje proof-of-work.

Bitno je napomenuti da tip podataka, odnosno zapisa o transakciji može biti više, ovisno o namjeni samog blockchaina. Tako kod kripto valuta to može biti zapis o količini sredstava, no oni mogu sadržavati i podatke o npr. utrošku električne energije, udio u vlasništvu kompanije, glas na demokratskim izborima i sl.

Hash služi kao jedinstveni identifikator pomoću kojega se pojedini blok identificira. Nadalje, prilikom bilo koje promjene u bloku, mijenja se i hash kod, te se na taj način može pratiti kad su i od strane koga rađene izmjene.



Slika 20. Primjer lanca blokova s jedinstvenim hash kodovima

Izvor: (Ruby Garage, n.d.)

3.2.2 Konsenzus algoritam

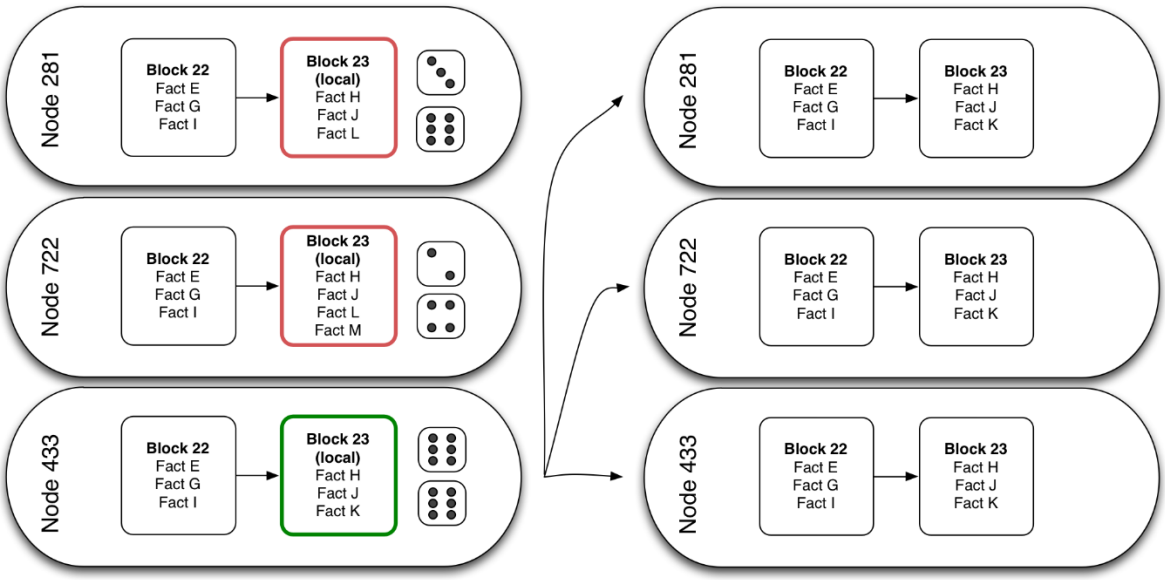
Ovaj proces, uz samu hash enkripciju ključna je komponenta blockchaina. Ovdje se zapravo radi o konsenzus algoritmu.

Decentralizirani konsenzus razbija prijašnju ustaljenu paradigmu centraliziranog konsenzusa. Ustaljena paradigma bila je da jedna centralna baza podataka vršila validaciju transakcija, no to se uvođenjem blockchain tehnologije iz korijena promijenilo. Naime, decentralizirana shema prenosi autoritete za validaciju podataka na decenetraliziranu virtualnu mrežu, te omogućuje čvorištima te mreže da kontinuirano i sekvencijalno bilježe sve transakcije na javnom bloku stvarajući lanac (Mougayar, 2016.).

Kako navodi autor upravo je ovaj algoritam ključan za decentralizaciju blockchain mreže, jer se na ovaj način osigurava validnost svih podataka u mreži, sprječava dupliciranje unosa i eliminira opasnost dvostruke potrošnje.

Sami proces može se usporediti s bacanjem kockice, gdje se nasumičnim kombinacijama pokušava dobiti određeni broj. Ovaj posao odrađuju tzv. rudari u procesu rudarenja za koji su, ako uspiju otkriti novi blok, za taj posao nagrađeni. Rudari nisu ništa drugo nego čvorišta u mreži koja koriste procesorsku snagu svojih računala da bi riješili kompleksne matematičke probleme.

Drugo važno svojstvo konsenzus algoritma jest mogućnost brze provjere istinitosti dobivenih rezultata, na ovaj način lako se sprječavaju prevare, odnosno varanje.

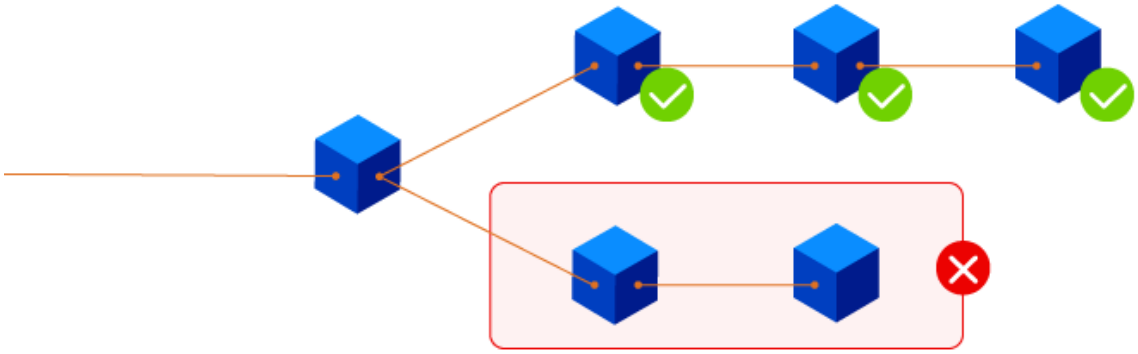


Slika 21lustracija načina na koji funkcionira rudarenje

Izvor: (Zaniotto, 2016)

3.2.3 Najduži lanac

Kako na blockchain mreži ima jako mnogo čvorišta, odnosno subjekata koji pokušavaju pronaći sljedeći blok te na taj način zaraditi proviziju. Situacije u kojima odjednom više subjekata uspije iznaći sljedeći blok, lanac se grana. Kako se na novu granu lanca dodaju novi blokovi, taj lanac postaje najduži. Za taj odvojeni lanac onda se smatra da je jedini validan i na njega se nastavljaju dodavati novi blokovi. Stari dio lanca se odbacuje, a blokovi se ponovo šalju na verifikaciju (Ruby Garage, n.d.).



Slika 22.Ilustracija grananja blockchain-a

Izvor: (Ruby Garage, n.d.)

Neovlašteno mijenjanje podataka u svakom bloku je izuzetno teško. U teoriji je moguće hakirati blockchain mrežu u akciji zvanoj „51% attack“. Napadač, ako želi izmijeniti podatke, ili preuzeti kontrolu nad mrežom, treba preuzeti kontrolu nad 51% svih čvorišta, odnosno potrebno je preuzeti kontrolu nad većinom računalne snage od strane nekog entiteta. U praksi je ovaj scenarij još uvijek nerealan, no u budućnosti može predstavljati potencijalni sigurnosni problem zbog razvoja kvantnih računala.

3.3 Kako blockchain mijenja svakodnevnicu?

Iako su kripto valute najpoznatiji način primjene blockchain tehnologije, to nije jedini način primjene ove revolucionarne tehnologije. Njegova monetarna funkcija preko kripto valuta najeksponiraniji je njen dio zbog novca koji se mogao zaraditi na špekulacijama s cijenom raznih kripto valuta.

Primjena blockchain tehnologije je eksplodirala u jako veliko broju industrija. Svi pokušavaju iznaći način kako primijeniti blockchain tehnologiju na svoje poslovanje. Trenutno postoji nekoliko sektora u kojima se blockchain tehnologija već pronašla plodno tlo za razvoj.

Sektori koji će najviše biti uključeni u razvoj blockchain tehnologije:

- Financijski sektor,
- Energetski sektor
- Zdravstveni sektor
- Umjetnost (Autorska prava)
- Dapps (Decentralizirane aplikacije)
- IoT
- Pravni sektor, uključujući ugovore, identitet, demokratski izbori, zemljišne knjige, transparentnost javnog sektora

3.3.1 Financijski sektor

Financijski sektor doživjeti će najveće promjene od svih drugih sektora, upravo zbog svog značaja u razmjerima globalne ekonomije. On je taj koji omogućuje funkcioniranje globalne ekonomije, a ujedno je i jedan od naj „zakržljalijih“ sektora uopće. Iako bankarski i financijski sektor ulažu u front-end dio svog poslovanja, back-end dio je zaostao i funkcionira na staroj tehnologiji. Upravo ta tehnološka zaostalost razlog je zbog kojega financijski sektor danas funkcionira sporo, ima velike troškove poslovanja, a krajnji korisnici su suočeni s

visokim transakcijskim provizijama, sporošću sustava i nelogičnostima. (Tapscott & Tapscott, 2016.) navodi primjer moderne banke koja nudi Internet bankarstvo, ali se i dalje cijelo poslovanje zasniva na papirnatim potvrdama.

Nadalje, financijske institucije koje se bave trgovanjem vrijednosnim papirima imaju još veće probleme u svom poslovanju. Potrebni su dani, ponekad čak i tjedni da bi se transakcije proknjižile nakon sklapanja ugovora. (Tapscott & Tapscott, 2016.) u svojoj knjizi izlaže razloge zbog koji su banke tako krute institucije koje se sporo mijenjaju i prilagođavaju promjenama na tržištu. Jedan od razloga je što su banke danas čudni spoj više tehnologija iz različitih tehnoloških era, tako postoje dijelovi bankarskog poslovanja koji se nisu mijenjali stotinu godina, jedan dio, onaj u pozadini, funkcionira na tehnologiji staroj 30-40 godina, dok se na vanjskoj strani nudi Internet bankarstvo krajnjim korisnicima. U bankarskom sektoru nije postojala jasna tranzicija između tehnologija. Drugi razlog koji autor navodi je taj što su banke zapravo monopolske organizacije koje u velikoj mjeri nisu imali potrebe da se ubrzano mijenjaju. Autor navodi izjavu Josepha Stiglitza koji je u jeku velike financijske krize izjavio da banke rade sve kako bi povećali transakcijske troškove. Banke na ovaj način zarađuju ogromne profite, ali kako navodi (Tapscott & Tapscott, 2016.), one nisu jedine, tu su još velike kartičarske kuće, osiguravateljske kuće, centralne banke, klirinška društva, konzultantske kuće, računovodstveni servisi i dr.

Iz navedenog je jasno da se radi o jako kompleksnom sektoru koji će morati izvršiti korijenite promjene u svom poslovanju ili će i rast FinTech startup-ova pregaziti. Nadalje, zbog svoje pozicije, koja su često monopolskog karaktera, nije bilo velike potrebe za inoviranjem i poboljšavanjem svoje ponude, sve ovo uzrok je današnjeg sporog i skupog financijskog sektora.

(Tapscott & Tapscott, 2016.) u svojoj knjizi navode 8 načina na koji će blockchain tehnologija utjecat na financijski sektor:

1. Autentifikacija identiteta i vrijednosti – danas se oslanjamo na moćne posrednike kako bi vršili identifikaciju i uspostavili povjerenje između sudionika transakcija. Blockchain smanjuju, ili u nekim slučajevima eliminiraju faktor povjerenja jer se isti uspostavlja na blockchain mreži. Uspostava identiteta na ovaj način predstavlja robustan, provjerljiv, te kriptografski osiguran način suradnje između uključenih subjekata.

2. Transfer vrijednosti – blockchain tehnologija može za financijski sektor učiniti ono što je kontejnerski prijevoz učinio za transportni sektor, smanjiti cijenu, povećati brzinu, smanjiti otpor prilikom transfera te na taj način povećati ekonomski rast i prosperitet.
3. Čuvanje vrijednosti – mehanizam plaćanja kombiniran s pouzdanom i sigurnim čuvanjem vrijednosti smanjuje potrebu za korištenjem klasičnih financijskih institucija, bankarski depoziti i štedni računi će postati nepotrebni
4. Na blockchain će svaki pojedinac moći izdati, trgovati i riješiti klasične financijske instrumente direktno, bez posredstva financijskih institucija te će na taj način smanjiti troškove, dramatično povećati brzinu i povećati transparentnost. Sudionici će moći dobiti kredite od drugih sudionika na mreži. Ovo je jako značajan faktor za one koji trenutno nemaju klasičan pristup financijskim institucijama.
5. Razmjena vrijednosti – vrijeme potrebno da se proknjiže transakcije na financijskom tržištu, prilikom trgovanja vrijednosnim papirima i drugim derivatima kojima se trguje na financijskim tržištima, mjeri se danima, a ponekad i u tjednima. Sve to stvara probleme sudionicima na financijskom tržištu. Blockchain tehnologija će smanjiti vrijeme obrade transakcije s tjedana i dana, na minute i sekunde.
6. Investicije – danas za bilo koje investicije većeg obujma potrebno je sudjelovanje treće strane, odnosno financijske institucije. Iako već sada financijske institucije obavljaju funkciju spajanja investitora i poduzetnika koji traže sredstva za daljnji razvoj, upotrebom blockchain tehnologije povećat će se bazen sudionika na takvim tržištima. Svaki pojedinac će moći jednostavno, brzo i sigurno uložiti svoje novce u neki poduzetnički pothvat. Nadalje, isplate dionica i kupona biti će transparentnije i sigurnije.
7. Osiguranje vrijednosti i upravljanje rizikom – blockchain podržava decentralizirane modele osiguranja, te na taj način korištenje derivata za upravljanje rizikom postaje transparentnije. Koristeći reputacijske sustave koji analiziraju socijalni i ekonomski kapital pojedinca, njihove pothvate i druge atribute, osiguravateljske kuće mogu imati jasniju sliku o svojim klijentima i rizicima koje uzimaju.
8. Računovodstvo – tradicionalno računovodstvo neće izdržati izazove modernog poslovanja. Blockchain tehnologija, koristeći svoju distribuiranu knjigu transakcija, omogućit će reviziju i financijsko izvještavanje u stvarnom vremenu. Također cijelo poslovanje svih sudionika na tržištu postati će transparentnije.

Koliko ozbiljno su financijske institucije shvatile važnost trenutka u kojem se nalaze, najbolje govori sljedeći podatak koji (Mougayar, 2016.) iznosi u svojoj knjizi:

- 2015. godine ConsenSys je demonstrirao kako bilateralni Total Return Swap financijski ugovor funkcionira na blockchain mreži koristeći sve komponente blockchaina
- U 2016. godini Clearmatics je objavio da testira novi klirinški sustav za over-the-counter derivate koji bazira na blockchain tehnologiji
- U veljači 2016. godine 40 najvećih svjetskih banaka demonstriralo je testni sistem za trgovanje financijskim derivatima koristeći 5 različitih blockchain tehnologija

3.3.2 Energetski sektor i IoT

Energetski sektor također je jedan od sektora koji će imati velike mogućnosti primjene blockchain tehnologije. Industrija energije ogromno je tržište koje je jedno od najpogodnijih za implementaciju blockchain tehnologije. Blockchain će transformirati distribucijske sustave. (Longo, n.d.). Autor u svom članku dalje navodi primjer velikog konzorcija energetskih tvrtki koje zajednički rade na razvoju i implementaciji sustava baziranog na blockchain tehnologiji zvanog Interbit, koji služe za razmjenu energije između različitih sudionika.

No prava revolucija u energetskom sektoru nije na visokim, korporativnim razinama, već na lokalnoj mikro razini. Naime, pojedine blockchain platforme omogućuju pojedincima da energiju koju proizvedu solarnim ili vjetro elektranama, koje se nalaze u njihovim dvorištima, da prodaju svojim susjedima. Na ovaj način optimizirala bi se distribucija energije, ona bi postala dostupnija, a svi uključeni imali bi poticaj da se okrenu obnovljivim izvorima energije, čije viškove mogu ponuditi na tržištu. (Sivaram & Freeman, 2018) navode 5 najbitnijih područja energetskog sektora u kojima su mogućnosti implementacije i razvoja blockchain tehnologija najveće, a one su:

- Peer-to-peer transakcije
- Transakcije na mreži
- Financiranje energetskih projekata
- Podupiranje održivosti
- Punjenje električnih automobila

Blockchain je usko vezan za Internet stvari. (Tapscott & Tapscott, 2016.) u svojoj knjizi navodi kako postoji široki konsenzus među tehnološkim kompanijama da je blockchain ključna tehnologija koja je nedostajala Internetu stvari. Razlog je, autor dalje navodi, zbog toga što blockchain „animira“ mrežu. Drugim riječima, uz blockchain Internet stvari postaje živo biće, senzori komuniciraju međusobno, brinu se sami o sebi i međusobno, konstantno surađuju, šalje neprekinut tok informacija i sl.

Blockchain nudi dvije komponente koje su ključne za Internet stvari, usađuje povjerenje na način da nema potrebe za skupim posrednicima, te osigurava sigurnost svih sudionika na mreži svojim kriptografskom komponentom. Još jedan razlog je i činjenica da podaci kad se jednom spreme na blockchain mrežu, nisu podložni promjenama i trajno ostaju spremljeni.

3.3.3 Zdravstveni sektor

Zdravstveni sektor jako ovisi o tehnološkom napretku, jer razvoj tehnologije direktno pomaže zdravstvenim djelatnicima da bolje pomažu ljudima. Pritom se ovdje ne misli samo na kliničko-bolnički dio, već i na farmaceutski dio također.

Bolje upravljanje zdravstvenim spisima o svakom pacijentu te zaštita istih jednom kada budu zapisani na blockchain mrežu. Na ovaj način povećava se sigurnost ove dokumentacije jer nisu spremljeni na jedno centralno mjesto, bolnički bazu podataka, već na distribuiranu i decentraliziranu bazu podataka koja je kriptografski zaštićena. Nadalje, zdravstveni spisi postali bi lakše dostupni za krajnjeg pacijenta jer bi im mogli pristupiti i bez da moraju ići u bolnicu.

Farmaceutski sektor profitirao bi od razvoja IoT sustava baziranih na blockchainu. Bolja kontrola bolesti, povećana transparentnost testiranja lijekova uvođenjem pametnih lijekova i pametnih prostetskih dodataka koji sami znaju kada su dovoljno potrošeni te da se trebaju zamijeniti.

3.3.4 Pravni sektor

Veliki utjecaj blockchain bi mogao imati i na svakodnevni rad države i državnih institucija. Naime, implementacijom blockchain tehnologije mogli bi se eliminirati cijeli dijelovi birokratskog aparat države. Prvi primjer jesu javni bilježnici, uvođenjem blockchain tehnologije u ovu djelatnost ovjeravanje dokumenata može se vršiti na samoj mreži, bez potrebe fizičke osobe da provjerava dokumentaciju. Nadalje, implementacijom blockchain

tehnologije može eliminirati potrebu za potvrdom identiteta od strane državnih tijela jer će se sama autentifikacija provoditi na mreži. Izbori se mogu odvijati elektronskim putem na način da koristeći blockchain mrežu svaki državljanin neke države može glasati preko svog mobitela ili tableta.

3.4 Izazovi blockchain tehnologije

Iako ima ogroman potencijal, blockchain tehnologija nije imuna na slabosti. Neke od slabosti su eksternog karaktera koji su očituje otporom pojedinaca, birokratskih aparata, starih korporacijskih sudionika i dr. Interne slabosti odnose se na slabosti same tehnologije, a tu spadaju faktori kao što su razvoj kvantnog računala, skalabilnost cijele tehnologije, još uvijek nedovoljno razvijen ekosustav, manjak razvijatelja sustava, nedostatak standardizacije i sl.

Tablica 4. Pregled slabosti blockchain tehnologije

Tehnički problemi	Tržišni/poslovni problemi
• Nedovoljno razvijen ekosustav • Nedostatak zrelih aplikacija • Nedostatak developera • Nezrelost middleware i alata • Skalabilnost • Nedostaci u usporedbi s klasičnim bazama podataka • Privatnost • Sigurnost • Nedostatak standardizacije	• Transfer podataka na blockchain • Kvaliteta ideja i projekata • Kritična masa korisnika • Kvaliteta startup-ova • Venture capital • Volatilnost kripto valuta • Uključivanje novih korisnika • Nedostatak obrazovanih pojedinaca • Troškovi • Dileme inovatora
Bihevioralni/edukacijski problemi	**Pravni/regulatorni**
• Nerazumijevanje potencijalne vrijednosti • Ograničena vizija • Upravljanje promjenama • Povjerenje u mrežu • Samo nekoliko stvarnih primjena • Nizak faktor korisnosti	• Nejasna regulacija • Uplitanje države • Zahtjevi za sukladnošću s regulativom • Napuhanost cijele priče • Oporezivanje i izvještavanje

Izvor: Izrada autora prema (Mougayar, 2016.)

Iz tablice je očito da se blockchain tehnologija prvo mora suočiti s velikim brojem izazova koji će se morati riješiti ukoliko se želi da ona dođe na razinu sveopće prihvaćenosti. Veliki problemi nisu toliko na tehnološkoj strani koliko na tržišnim, pravnim i bihevioralnim izazovima implementacije ove tehnologije. Treba se sjetiti kako je Internet izgledao u svojim

početcima i otporu na koji se nailazilo u bilo kojoj fazi njegovog razvoja. Čak i danas postoji otpori razvoju interneta. Blockchain tehnologija neće imati ništa drugačiji put od onoga koji je prošao sam Internet.

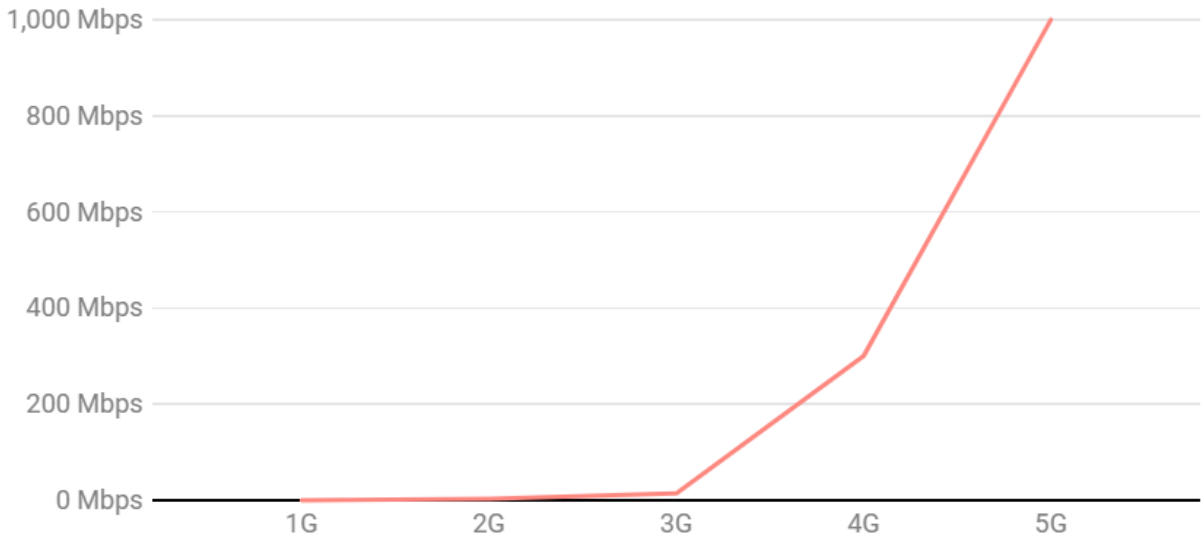
3.5 5G mreža

Razvoj 5G mreže ključan je za još brži razvoj pametnih gradova. Naime, poboljšanja koja ovaj najnoviji tip mobilne mreže donosi su najveće do sada. 5G označava petu generaciju mobilne mreže i trebala bi do sada donijeti više poboljšanja nego prijašnje generacije.

Prema pisanju (Sagen, 2018) 5G mreža donosi tri ključna poboljšanja, a to su:

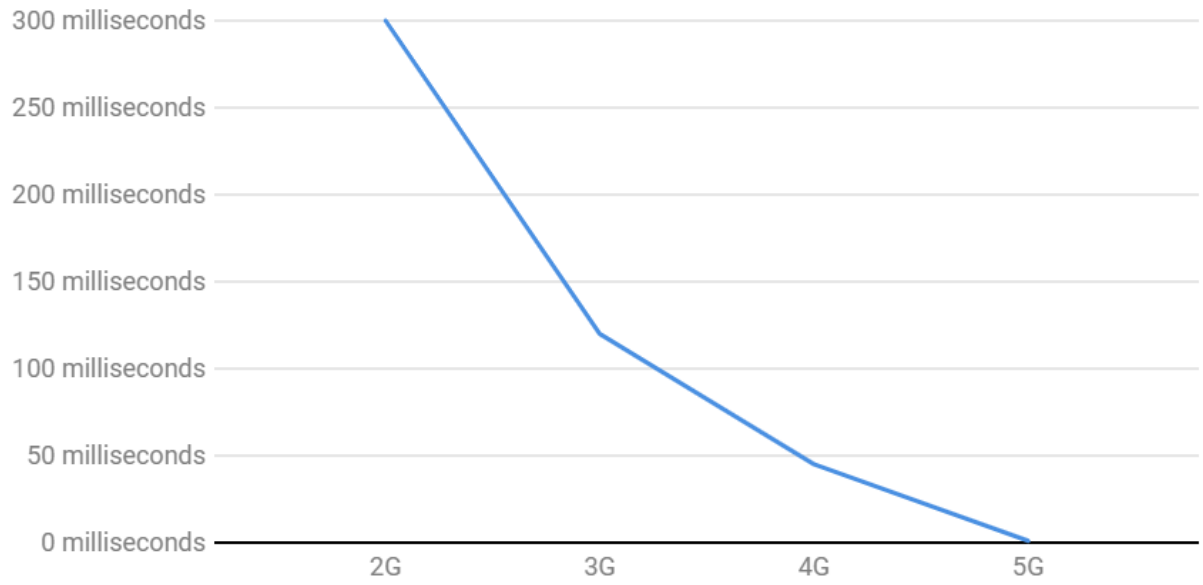
- Veća brzina (veća količina transferiranih podataka)
- Manja latencija (brži odziv mreže, veća responzivnost)
- Mogućnost spajanja puno većeg broja uređaja istovremeno

Upravo ove tri komponente 5G mreže su ključne za daljnji razvoj Interneta stvari a samim time i pametnih gradova. Naime, povećanjem brzine te povećanjem responzivnosti same mreže i sve to uz povećanje broja uređaja koji se mogu istovremeno spojiti na mrežu, sve je ono što su inženjeri i dizajneri pametnih gradova i Interneta stvari sanjali.



Slika 23. Brzina prijenosa podataka na mobilnim mrežama; generacijski pregled

Izvor: preuzeto s (The Conversation, 2018)



Slika 24. Latencija mobilnih mreža; generacijski pregled

Izvor: preuzeto s (The Conversation, 2018)

Najveće poboljšanje implementacijom 5G mreža doživjeti će industrija autonomnih vozila. Naime, upravo smanjenje latencije biti će ključno za još brži napredak razvoja autonomnih vozila jer je brzina odziva mreže jako niska. Naime, brzina odziva umjesto dosadašnjih 100 milisekundi u prosjeku, trebala bi pasti ispod 1 milisekunde.

Nadalje, industrijska primjena u Internetu stvari također će doživjeti velike pomake prilikom implementacije 5G mreže. Naime, povezivanjem velike količine uređaja istovremeno, sa većim brzinom prijenosa podataka i većom respozivnošću mreže, znači da će se podatci s terena moći prikupljati i analizirati u stvarnom vremenu s minimalnim kašnjenjem.

Za telekomunikacijske tvrtke, implementacija će značiti smanjenje troškova jer će moći zamijeniti optičke kablove s bežičnom 5G mrežom jer će brzina prijenosa podataka biti skoro pa jednaka. Sve to značit će i smanjenje troškova krajnjim korisnicima, koji će dobiti bolju povezanost uz manju cijenu (Gandhi, 2018.).

4 BLOCKCHAIN TEHNOLOGIJA KAO ODGOVOR NA PROBLEME PAMETNIH GRADOVA

Nakon opsežnog i iscrpnog pregleda koncepta pametnog grada, svih njegovih komponenti, velikih podataka i Interneta stvari, te nakon pregleda blockchain tehnologije čiji se načini primjene u kontekstu pametnih gradova predmet ovog diplomskog rada, u ovom, posljednjem poglavlju razraditi će se odgovori na istraživačka pitanja postavljena u uvodu ovog rada.

4.1 Blockchain tehnologija – rješenje sigurnosnog aspekta pametnih gradova?

Blockchain tehnologija ključni je aspekt razvoja pametnih gradova. Pri tome se prvenstveno misli na implementaciju IoT sustava koji će biti tehnološki temelj na osnovu kojega se grade drugi IT sustavi koji čine neki grad pametnim. Internet stvari je revolucionaran koncept povezivanja velikog broja senzora koji međusobno komuniciraju i šalju podatke u skoro pa stvarnom vremenu u bazu podataka gdje se ti podaci dalje obrađuju, analiziraju i koriste za donošenje odluka, ili kako je sve izglednije treniranje računala da sami donose odluke na osnovu inputa koje dobivaju s terena. Tzv. koncept *machine learning-a*.

5G tehnologija riješit će problem broja uređaja koji se mogu spojiti na mobilnu mrežu, brzina prijenosa podataka također je jako visoka, a utrošak energije od strane uređaja je dramatično smanjen. Nadalje, brzina odziva mreže je na rekordno visoka a to napokon omogućava uređajima koji će zavisiti od trenutnog odziva mreže, kao što su npr. autonomna vozila i sl.

Posljednji aspekt pametnog IT sustava koji bi činio jednu komponentu pametnog grada jest sigurnosni aspekt. Naime, da bi sustav Interneta stvari funkcionirao, potrebno je da svi sudionici daju dozvolu da senzori prikupljaju podatke o njima, kako na ulici od strane raznih senzora, tako i na uređajima u njihovom domu, mobitelima, automobilima i dr. Očito je da ovako veliki set prikupljenih podataka o građanima pametnih gradova predstavlja veliki sigurnosni problem. Nadalje, izgradnjom sustava za elektronsko glasovanje na izborima, prenošenje zemljišnih knjiga u cloud, medicinskih zapisa, podataka o načinu korištenja pojedinih sustava, kretanjima i sl. predstavlja ogroman problem sa sigurnosnog aspekta. Zamislimo samo situaciju u kojoj bi cyber kriminalci otuđili, podatke o kretanjima nekog građanina, njegovim navikama, osobnim podacima i sl. Ili slučaj, da kriminalci neovlašteno uđu u sustave na kojima su zapisani podaci o vlasništvu nad nekretninama i izvrše nelegalne

promjene. Primjera kao što su ovi ima mnogo i očito je zašto koncept Interneta stvari još nije zaživio na globalnoj i općeprihvaćenoj razini.

Sigurnost podataka i privatnost građana moraju biti zagarantirani. Nadalje, da bi pametni sustavi mogli dobiti široku prihvaćenost od strane krajnjih korisnika, odnosno građana, realizatori ideja pametnih gradova moraju uvjeriti sve sudionike u sigurnosni aspekt IT sustava, neotuđivost, postojanost i privatnost svih podataka na mreži.

Prilikom izgradnje pametnih gradova, s fokusom na tehnološkoj komponenti, dizajniranju IT sustava mora se pristupiti holistički. Sigurnost je neizostavna komponenta bez koje nema pametnih gradova. Uzimajući to u obzir, trenutno postoji samo nekoliko primjera u svijetu gdje je blockchain tehnologija uključena u svakodnevni život. Vjerojatno najpoznatiji primjer primjene moderne tehnologije na razini države jest Estonija. Estonija je imala velikih problema s svojim IT sustavima nakon DDoS napada kojega BBC u svojem članku (McGuinness, 2017), naziva napadom Brončanog vojnika (ovdje autor aludira na kip sovjetskog vojnika, čijim premještanjem iz središta grada na njegovu periferiju je i izazvalo masovne nerede diljem države), ostavili su Estoniju u IT mraku danima, a poneki državni sustavi nisu radili ni nakon što je prošlo nekoliko tjedana. Ovaj događaj razotkrio je svu slabost IT sustava današnjice, gdje se samo jednom primitivnom metodom jednostavnog zatrpavanja servera „spam“ sadržajem može dovesti cijelu državu na koljena. U tom periodu napada, financijske institucije nisu radile, državni informacijski sustavi također su bili zasuti DDoS napadima, jednostavne operacije kao slanje elektroničke pošte danima nisu bile u funkciji. Nakon tih nemilih događaj Estonija je uložila mnogo u razvoj sigurnih IT sustava koji se baziraju na blockchain tehnologiji.

Na primjeru Estonije nije teško zamisliti posljedice sličnog napada na neki pametni grad u kojem je većina sustava spojena na mrežu. Najjednostavniji sustavi kao što su semafori, javna rasvjeta i sl. nebi bili u funkciji ili bi provaljivanjem u sustav bili iskorišteni da izazovu štetu. Ovo je primjer samo jednostavnih sastavnica pametnog grada, posljedice u slučaju upada u energetsku mrežu, bazu podataka o građanima, financijske informacijske sustave i sl. imale bi nesagledive posljedice na svakodnevni život.

Blockchain tehnologija koja se temelji na decentralizaciji trenutno je jedini izbor prilikom izgradnje pametnih gradova. U slučaju ovako velikih sustava, s tako velikim značajem ne smije biti kompromisa.

Blockchain tehnologija je odgovor na pitanje sigurnosti pametnih gradova i pri tome se misli na sigurnost pametnih gradova IT stajališta, koje je ujedno i temelj, odnosno baza na kojima se grade pametni gradovi budućnosti. Svojim konceptom distribuiranosti knjige transakcije i decentralizacije, trenutno ne postoji tehnologija koja može parirati blockchain tehnologiji u pogledu sigurnosti. Nadalje, na osnovu jednostavnosti samog koncepta blockchain tehnologije, mogućnosti primjene su zaista neograničene i samo je mašta granica. Blockchain tehnologija također rješava jedan od ključnih izazova današnjice, a to je kako izgraditi povjerenje između sudionika koji međusobno vrše različite vrste transakcija. Zapisima na distribuiranu knjigu zapisa osigurava se integritet podataka, a samim time i gradi povjerenje između različitih subjekata.

No, kako je odmah na početku rada objašnjeno tehnologija sama po sebi neće riješiti sve probleme koji danas muče moderno društvo. Blockchain tehnologija je sa sigurnosnog pogleda skoro pa neuništiv koncept, ali samo dok sudionici na mreži čuvaju svoje privatne ključeve. Upravo je to jedna od najvećih boljki i izazova koje će kreatori blockchain sustava morati riješiti. Naime, sustavom javnih i privatnih ključeva pojedinac sudjeluje u transakcijama bilo kojeg tipa na blockchain mreži, krađom privatnog ključa mogu nastati nesagledive posljedice za pojedinca kojemu je privatni ključ ukraden. Sigurnost svakog pojedinca u njegovim je rukama, iz nedavnih skandala vezanih za krađe kripto valuta jasno je da blockchain sam neće riješiti sve probleme, no uvelike će osigurati da ima mali broj istih.

4.2 Pametna ekonomija temeljena na blockchain pametnim gradovima?

Osnovni idejni cilj pametnih gradova jest povećanje održivosti trenutnog civilizacijskog dosega, te zadržavanje mogućnosti budućeg rasta i osiguranje istoga. Svijet nikad nije bio u boljem stanju nego što je danas. Veliki broj studija pokazuje da u svijetu nikad nije bilo manje siromaštva, manje gladnih, stopa mortaliteta u konstantnom je padu. Svijet se od prve industrijske revolucije nalazi u uzlaznoj putanji, a pri tome mislimo na sve društvene sfere, od društvenog razvoja, zdravstvenog, tehnološkog, ekonomskog i dr. Upravo je taj razvoj i izvor velikih problema s kojima se svijet danas susreće. Naime, neizostavna komponenta razvoja je i trošenje, od početnih resursa do krajnjeg proizvoda. Čovjek nikad nije imao veći utjecaj na planetu nego što to ima danas. Ljudi su podredili planetu samo za svoje potrebe, bez ikakvog razmišljanja o budućim posljedicama koje stalni pritisak ima na ograničene resurse ovog planeta. Modernoj civilizaciji potreban je održivi model, koji se zasniva na rastu i razvoju. No, taj model ne smije biti neobuzdan kao što je to slučaj danas. Gradovi će igrati

ključnu ulogu u budućem razvoju ljudske civilizacije. Rastom broja stanovnika u gradovima, koji će do kraja stoljeća premašiti stopu od 70% nastaje veliki izazov na kojeg moderno društvo mora imati odgovor. Implementacijom pametnih sustava u sve nove i sadašnje gradove osigurati će se tehnološka osnova za razvoj istih. Neminovno je da će se većina izazova s kojima se danas susreće IoT i blockhain biti riješeni u dogledno vrijeme, no bez socijalnog kapitala tehnološki napredak ne znači puno. Ljudski kapital morati će znati prepoznati i preuzeti glavnu ulogu u razvoju pametnih gradova, modernoj ekonomiji potrebna je moderna radna snaga, odnosno obrazovana populacija koja će znati prepoznati izazove i probleme, inovirati i rješavati iste, na sustavnoj i pojedinačnoj razini. Svijet trenutno nije spreman na brzu implementaciju pametnih sustava, no u dogledno vrijeme, kako generacije budu odrastale okružene tehnologijom tako će i tranzicija s trenutne paradigme prijeći na neku novu paradigmu gdje će pojedinci koristit moć pametnih sustava za rješavanje sustavnih problem društva.

Pametna ekonomija biti će bazirana na pametnim gradovima jer će većina ekonomije u svijetu biti bazirana u gradovima. Već sada je, a u budućnosti će značaj gradova u svjetskoj ekonomiji samo nastaviti rasti. Sustavi pametnih gradova baziranih na blockchain tehnologiji, korišteni od strane ljudskog kapitala tih gradova donositi će racionalnije ekonomske poglede. Strateški smjer kretanja buduće ekonomije određivati će ljudi uz pomoć tehnologije i pristupu svakolikim analitičkim sustavima. Implementacijom IoT sustava koji će se temeljiti na blockchain tehnologiji omogućiti će do sada neviđenu priliku za dublji pogled u funkcioniranje civilizacije. Pristup većoj količini podataka, te razvojem računalnih sustava koji će moći analizirati podatke u stvarnom vremenu, donosioci odluka moći će na vrijeme reagirati i spriječiti pojavljivanje ekonomskih kriza. Nadalje, pametni sustavi na lokalnoj razini sami će znati donositi odluke, na osnovu svih prikupljenih podataka, te će se time neki problemi koji muče današnje ekonomije moći u cijelosti eliminirati. Blockchain pametni sustavi omogućiti će bolje upravljanje resursima, načinom na koje društvo troši resurse te bolju kontrolu nad troškovima, ne samo financijskim, već i društvenim i socijalnim troškovima koji se danas javljaju u društvu.

Pametni gradovi temeljeni na blockchain-u i Internetu stvari postati će temelj pametnih ekonomija. Slijevanjem sve većeg ljudskog kapitala u gradove, povećava se i sama baza inovatora, a samim time i šanse za još bržim, ali ekološki održivim rastom postaju samo veće. Blockchain će omogućiti razvoj pametnih gradova, a posljedično s tim doći će razvoj pametnih ekonomija.

4.3 Pametni gradovi temeljeni na blockchain tehnologiji kao odgovori na izazov upravljanja resursima?

Nastavno na posljednje poglavlje, gradovi su glavni pokretači ekonomije ali i potrošači resursa, a tu se najviše misli na potrošnju električne energije, nafte, prirodnog plina, atomske energije. Posljedično na sve veći rast ekonomije, rastu i zahtjevi za gorivom koje će pogoniti taj razvoj. Gradovi danas troše veliku većinu svih resursa jer se u njima i odvija najveći udio ekonomskog razvoja. Daljnjim rastom urbanog stanovništva i sami gradovi će biti primorani da se šire, a samim time trošiti će velike količine energije. Pametnim upravljanjem energijom može se postići održivi rast ekonomije a samim time i ispuniti cilj izgradnje pametnih gradova, a to je stvaranje pametne ekonomije temeljene na blockchain tehnologiji i Internetu stvari koji će imati održivi rast tijekom dugog vremenskog razdoblja. Danas najveći udio u potrošenim resursima otpada na naftu i naftne derivate. Nešto manji dio otpada na ugljen a ostatak se dijeli između nuklearne energije i obnovljivih izvora energije. Nafta, kao pokretač i gorivo na kojem je se razvila ekonomija 21. stoljeća ujedno je i veliki zagađivač. Ugljan je po pitanju ekološke održivosti u još goroj poziciji od nafte, no njegov udio u resursima s vremenom srećom opada. Nuklearna energija, iako u usporedbi s fosilnim gorivima jako čist izvor energije, potencijalno i ključni novi izvor energije, polako gubi svoju ulogu u svijetu zbog sigurnosnih razloga. Nedavni incident koji se dogodio s nuklearnom elektranom u Fukushimi uzburkao je inače prihvatljivo mišljenje o čistom i sigurnom izvoru energije. Europske zemlje također su prihvatile paradigmu gašenja nuklearnih reaktora.

Električna energija omogućila je razvoj modernog svijeta i moderne ekonomije. Ista će imati i najveći utjecaj na razvoj ekonomije u budućnosti s obzirom da sve veći broj država okreće proizvodnji električne energije iz obnovljivih izvora energije. Pametno upravljanje energijom najviše će se ogledati u upravljanju električnom energijom s obzirom da je ista relativno lako i jeftino dostupna čak i pojedincima. Naime velika promjena koja će se dogoditi implementacijom blockchain tehnologije i decentralizacijom proizvodnje dovesti će do stvaranja mikro mreža. Energetska decentralizacija će od pojedinaca koji su do sada bili samo potrošači energije postati i proizvođači energije. Svaki kilovat električne energije koji jedno domaćinstvo ne potroši, a koje je proizvelo koristeći obnovljive izvore energije kao što su solarna energija i energija vjetra, može se ponuditi na tržištu u prodavati npr. susjedima koji imaju potrebu za većom potrošnjom energije, ili tvrtkama koje imaju potrebu za većom potrošnjom energije. Nadalje, razvojem pametnih sustava temeljenih na internetu stvari bolje

će se moći analizirati i pratiti ukupna potrošnja električne energije, smanjit će se stopa gubitka energije pametnim praćenjem dijelova sustava koji trenutno nemaju veliku potrošnju, pa će se ista moći samo redistribuirati, bez potrebe za stvaranjem nove električne energije. Sve ovo dati će i veću moć kako pojedincima tako i tvrtkama koje će imati električnu energiju po jeftinijoj cijeni, a od iste se u slučaju može i zaraditi ukoliko subjekt ima energetske viškove koje ne koristi. Blockchain tehnologija će omogućiti stvaranje mikro mreža, sigurnosni aspekt uz mogućnost stvaranja pametnih ugovora koji se sami primjenjuju kada su postavljeni uvjeti zadovoljeni dovest će do revolucije u pogledu upravljanja energetskim sektorom.

Nadalje, veliki napredak u upravljanju potrošnjom resursa postići će se razvojem blockchain servisa za dijeljenje autonomnih vozila. U pametnoj ekonomiji neće biti potrebe za posjedovanjem automobila već će se isti dijeliti između više vlasnika. Na taj način smanjit će se potreba za proizvodnjom velikog broja automobila, potrošnja resursa će biti optimizirana jer će se koristiti na najbolji mogući način, odnosno uz najveću korisnost. Plaćanje za servise prijevoza odvijati će se preko blockchain mreže, koje će jamčiti sigurnost, niske troškove transakcija i privatnost.

Nadalje, upravljanje ostalim resursima također će doživjeti korijenite promjene implementacijom pametnih sustava temeljenih na blockchain tehnologiji. Pametno upravljanje otpadom, gdje će svaki kontejner za otpad posjedovati senzore napunjenosti te će sami dojavljivati napunjenost kontejnera. Nadalje, može se optimizirati način prikupljanja otpada, gdje autonomna vozila za prikupljanje otpada neće morati odlaziti i prazniti spremnike koji još nisu puni, već će samo ići na mjesta gdje za to stvarno postoji potreba.

Upravljanje vodnim sustavima također će doživjeti velike promjene gdje će se najveći razvoj postići u detekciji gubljenja vode prilikom prijenosa.

5 ZAKLJUČAK

Rast svjetskog stanovništva, kao i sve veće migracije ruralnog stanovništva prema urbanim sredinama povećava pritisak na infrastrukturu, ali i društvene i socijalne prilike u gradovima. Gradovi će do sredine ovoga stoljeća proći kroz velike promjene, bez obzira željeli to gradski poglavari i građani ili ne. Migracije stanovništva su s ekonomskog aspekta racionalan izbor ruralnog stanovništva, s obzirom da je u gradovima koncentrirano najviše ekonomskog bogatstva te samim time nudi i najviše mogućnosti. Da bi spriječili negativne posljedice priliva stanovništva gradovi će se nužno morati prilagoditi novim trendovima, ili će riskirati stvaranjem ekstremno siromašnih četvrti, lošu alokaciju resursa te njihovo nekontrolirano trošenje.

Sve navedeno predstavlja veliki izazov s obzirom da su gradovi jako kompleksni sustavi koji se ne mogu lako mijenjati. Velika većina gradova na Zapadnom svijetu su stari gradovi, s već dotrajalom infrastrukturom što predstavlja veliki problem s aspekta upravljanje otpadom, energijom i vodom.

Tehnologija, te implementacija iste u gradske sustave može transformirati način na koji se upravlja gradom, njegovim resursima, ali i načinom na koji ljudi imaju interakciju s gradom. Planiranje strategija razvoja gradova s primarnim fokusom na tehnologiju nije dobar pravac djelovanja. Naime, takvim planiranjem zanemaruju se, ili se ne uzimaju u obzir sve stvarne potrebe stanovništva, koje čine izuzetno kompleksan skup potreba i želja. Nadalje, koncept interneta stvari doživljava ponovno rođenje uvođenjem tehnologija kao što su blockchain i 5 generacije mobilne mreže.

Blockchain tehnologija nije revolucionarna samo u tehnološkom smislu, ona predstavlja potpuni zaokret u načinu na koji se promatra svijet. Ta promjena paradigme koju blockchain tehnologija uvodi ključna je stvar zbog kojega je ista toliko privlačna i razlog zašto zaokuplja maštu tehnoloških entuzijasta, ali i velikih korporacija. Sve strane nalaze su u utrci da pronađu najbolji način primjene blockchain tehnologije u svojem polju djelovanja. Mnogi uspoređuju blockchain tehnologiji sa Internetom u smislu utjecaja i transformativne moći koju je isti imao na svijet i svakodnevni život. Blockchain tehnologija ima neslućene mogućnosti u pogledu mogućih primjena ove tehnologije, od pametnih domova, mikro mreža, zaštite pametnih sustava, privatnosti, kripto ekonomije, te na kraju izgradnje pametnih gradova i pametnih ekonomija.

Blockchain tehnologija za pametne gradove najveći će doprinos dati u vidu sigurnosti, integriteta podataka, te kao platforma za razvoj mnogih drugih sustava koji će se bazirati na blockchain tehnologiji. Pametni gradovi temeljeni na blockchain tehnologiji budućnost su urbanog života.

SAŽETAK

Sažetak: Ovim radom ukazuje se na mogućnosti primjene blockchain tehnologije u kontekstu rješenja za pametne gradove. Pametni tehnološki sustavi budućnost su urbanog razvoja gradova, a jedna od ključnih tehnologija koja podupire razvoj pametnih gradova jest i blockchain tehnologija. Razvoj pametnih gradova temelji se na implementaciji koncepta Interneta stvari, kao najniže razine pametnih sustava u pametnim gradovima, no bez integracije s blockchain tehnologijom, takvi sustavi su sa sigurnosnog aspekta jako ranjivi. Ovaj rad ukazuje da je blockchain tehnologija ključna komponenta koja je nedostajala za razvoj pametnih gradova, jer je sigurnosni aspekt ključan za širu prihvaćenost pametnih gradova. Nadalje, ovaj rad ukazuje da je blockchain tehnologija ključna za razvoj boljih, pametnih sustava za upravljanje resursima gradova, te da se implementacijom blockchain tehnologije prilikom razvoja pametnih gradova može stvoriti temelj pametne ekonomije.

Ključne riječi: *blockchain, smart city, Internet of Things*

Abstract: This paper shows the possibilities of applying blockchain technology in the context of smart city solutions. Smart technology systems are the future of urban development of cities, and one of the key technologies that supports the development of smart cities is blockchain technology. The development of smart cities is based on the implementation of the Internet of things concept, as the lowest level of intelligent systems in smart cities, but without integration with blockchain technology, such systems are highly vulnerable from the security aspect. This paper suggests that blockchain technology is a key component lacking in the development of smart cities because the security aspect is key to wider acceptance of smart cities. Further, this paper suggests that blockchain technology is key to developing better, intelligent resource management systems, and that by implementing blockchain technology in the development of smart cities, it can create foundation for smart economies.

Keywords: *blockchain, smart city, Internet of Things*

LITERATURA

Albino, V., Berardi, U., & Dengelico, R. (4.. Veljača, 2015.). Smart Cities: Definitions, Dimensions, Performance, and Initiatives . *Journal of Urban Technology*, str. 3-21.

Allwinkle, S., & Cruickshank, P. (10. Kolovoz, 2011.). Creating Smart-er Cities: An Owerview. *Journal of Urban Technology* , str. 1-16.

Bakici, T., Almirall, E., & Wareham, J. (June 2013). A Smart City Initiative: the Case of Barcelona. *Journal of the Knowledge Economy*, str. 135–148.

Barrionuevo, J. M., Berrone, P., & Ricart, J. E. (2012). *Smart Cities, Sustainable Progress.* Dohvaćeno iz Research Gate: https://www.researchgate.net/profile/Pascual_Berrone/publication/276088190_Smart_Cities_Sustainable_Progress_Opportunities_for_Urban_Development/links/563f9a3908ae8d65c0150f53.pdf

Biswas, K., & Muthukkumarasamy, V. (2016.). Securing Smart Cities Using Blockchain Technology. *14th IEEE International Conference on Smart City.* ResearchGate.

Blockgeeks. (n.d.). *What Is Hashing? Under The Hood Of Blockchain*. Dohvaćeno iz Blockgeeks: https://blockgeeks.com/guides/what-is-hashing/

Caragliu, A., Del Bo , C., & Nijkamp, P. (10. Kolovoz 2011). Smart Cities in Europe. *Journal of Urban Technology*, str. 65-82.

Chen, T. (15. Ožujak 2010). Smart grids, smart cities need better networks [Editor's Note]. *IEEE Network, Volume 24: issue 2*.

Chourabi, H., Nam, T., Walker, S., Gil-Garcia, J., Mellouli, S., Nahon, K., . . . Scholl, H. J. (2012.). Understanding Smart Cities: An Integrative Framework . *2012 45th Hawaii International Conference on System Sciences.* Maui, HI, USA: IEEE.

Christidis, K., & Devetsikiotis, M. (2016.). Blockchain and Smartz Contracts for teh Internet of Things. *IEEE Access: Special Section on the plethora of research in the internet of things*.

Christodoulou, A., & Mori, K. (2. June 2011.). Review of sustainability indices and indicators: Towards a new City Sustainability Index (CSI). *Environmental Impact Assessment Review*.

Cretu, L.-G. (Travanj 2012). *Smart Cities Design using Event-driven Paradigm and Semantic Web* . Dohvaćeno iz Revistaie : http://www.revistaie.ase.ro/content/64/07%20-%20Cretu.pdf

Crosby, M., Nachiappan, Pattanayak, P., Verma, S., & Kalyanaraman, V. (Lipanj 2016.). BlockChain Technology: Beyond Bitcoin. *Applied Inovation Review, Issue No.2*.

De Filippi, P., & Wright, A. (2018.). *Blockchain and the Law: The Rule of Code.* Harvard University Press.

Department for Bussines Inovation & Skills. (2013.). *Smart Cities: Background Paper 2013.* London: Department for Business, Innovation and Skills.

DiRen, L., JianJun, C., & Yuan, Y. (10.. Lipanj, 2015.). *ResearchGate: Publications.* Dohvaćeno iz ResearchGate: https://www.researchgate.net/publication/281578551_Big_data_in_smart_city

Dobbs, R., Remes, J., Manyika, J., Roxburgh, C., Smit, S., & Scheer, F. (2012.). *Urban world: Cities and the rise of the consuming class.* McKinsey&Company.

Dobbs, R., Smit, S., Remes, J., Manyika, J., Roxburgh, C., & Restrepo, A. (2011.). *Urban world: Mapping the economic power of cities.* McKinsey Global Institute.

Drescher, D. (2017.). *Blockchain Basics: A Non-Technical Introduction in 25 Steps.* Apress.

Eger, J. (Siječanj 2009). *Smart Growth, Smart Cities, and the Crisis at the Pump A Worldwide Phenomenon.* Dohvaćeno iz Research Gate: https://www.researchgate.net/publication/262250605_Smart_Growth_Smart_Cities_and_the_Crisis_at_the_Pump_A_Worldwide_Phenomenon

Gandhi, V. (13. Travanj 2018.). *5G to become the catalyst for innovation in IoT*. Dohvaćeno iz Network World: https://www.networkworld.com/article/3268668/internet-of-things/5g-to-become-the-catalyst-for-innovation-in-iot.html

Gharaibeh, A., Salahuddin, M. A., Hussini, S. J., Khreishah, A., Khalil, I., Guizani, M., & Al-Fuqaha, A. (7. Kolovoz 2017.). Smart Cities: A Survey on Data Management, Security and Enabling Technologies. *IEEE Communications Surveys & Tutorials*, str. 2456 - 2501.

Giffinger, R., & Gudrun, H. (25.. Siječanj, 2010.). Smart Cities Ranking: An effective instrument for the positioning of cities? *Journal of the Centre of Landi Policy and Valuations*, str. 7-25.

Giffinger, R., Fertner, C., Kalasek, R., Kramar, H., Pichler Milanović, N., & Meijers, E. (Siječanj 2007.). *ResearchGate: Publication.* Dohvaćeno iz ResearchGate: https://www.researchgate.net/publication/261367640_Smart_cities_-_Ranking_of_European_medium-sized_cities

Guizzo, E., & Ackerman, E. (Lipanj 2011). 5 technologies that will shape the web. *Spectrum, IEEE, vol. 48*, str. 40-45.

H, T. (n.d.). *How the Blockchain Works*. Dohvaćeno iz Ruby Garage: https://rubygarage.org/blog/how-blockchain-works

Hall, R. E. (28. Rujan 2000). *Osti.gov (U.S. Department of Energy Office of Scientific and Technical Information).* Dohvaćeno iz The Vision of A Smart City : https://www.osti.gov/servlets/purl/773961/

Harrison, C., Eckman, B., Hamilton, R., Hartswick, P., Kalagnanam, J., Paraszczak, J., & Williams, P. (Srpanj/Kolovoz 2010). *Foundations for Smarter Cities.* Dohvaćeno iz Fumblog: http://fumblog.um.ac.ir/gallery/902/Foundations%20for%20Smarter%20Cities.pdf

Harrison, C., Eckman, B., Hamilton, R., Hartswick, P., Kalagnanam, J., Paraszczak, J., & Williams, P. (Srpanj-Kolovoz 2010.). Foundations for Smarter Cities. *IBM Journal of Research and Development*, str. 1-16.

Herzberg, C. (2017.). *Smart Cities, Digital Nations: Building Smart Cities in Emerging Countries and Beyond.* Roundtree Press.

Higgins, S. (29. Prosinac 2017.). *From $900 to $20,000: Bitcoin's Historic 2017 Price Run Revisited*. Dohvaćeno iz coindesk: https://www.coindesk.com/900-20000-bitcoins-historic-2017-price-run-revisited/

Hollands, R. G. (26. . Studeni, 2008.). Will the real smart city please stand up? *City*, str. 303-320.

ITU. (2005.). *ITU Internet reports: The Internet of things.* Tunisia : ITU.

Khanna, P. (13.. Travanj, 2016.). *Agenda: World Economic Forum*. Dohvaćeno iz World Economic Forum: https://www.weforum.org/agenda/2016/04/how-much-economic-growth-comes-from-our-cities/

Kitchin, R. (2014.). The real-time city? Big data and smart urbanism. *Geo Journal*, str. 1-14.

Komninos, N. (2008). *Inteligent Cities and GLobalisation of Innovation Networks.* London: Taylor&Francis Group.

Kourtit, K., & Nijkamp, P. (13. Listopad 2010). Smart cities in the innovation age. *Innovation: The European Journal of Social Science Research*.

Kourtit, K., Nijkamp, P., & Arribas, D. (19. Travanj 2012). Smart cities in perspective - a comparative European study by means of self-organizing maps. *Innovation: The European Journal of Social Science Research*, str. 229-246.

Lazaroiu, G. C., & Roscia, M. (5. Listopad 2012). Definition methodology for the smart cities model. *Energy*, str. 326-332.

Longo, L. (n.d.). *Blockchain for energy*. Dohvaćeno iz eniday: https://www.eniday.com/en/technology_en/blockchain-energy-eni/

Mahizhnan, A. (Veljača 1999). Smart cities: The Singapore case. *Cities*, str. 13-18.

Manyika, J., Chui, M., Brown, B., Bughin, J., Dobbs, R., Roxburgh, C., & Byers, A. H. (2011.). *Big data: The next frontier for innovation, competition, and productivity.* McKinsey Global Institute.

Marsal, L., Colomer, J., & Meléndez, J. (Veljača 2014). Lessons in urban monitoring taken from sustainable and livable cities to better address the Smart Cities initiative. *Technological Forecasting and Social Change*.

McGuinness, D. (27. Travanj 2017). *How a cyber attack transformed Estonia*. Dohvaćeno iz BBC News: https://www.bbc.com/news/39655415

McLaren, D., & Agyeman, J. (2015.). *Sharing Cities: A Case for Truly Smart and Sustainable Cities.* MIT Press.

Mougayar, W. (2016.). *The Bussiness Blockchain: Promise, Practice and Application of the Next Interent Technology*. New Jersey: John Wiley & Sons Inc.

Musa, S. (Siječanj 2016.). *Academia Edu.* Dohvaćeno iz Academia Edu: Sam Musa: https://www.academia.edu/21181336/Smart_City_Roadmap

Nakamoto, S. (2008). *Bitcoin: A Peer-to-Peer Electronic Cash System.* Dohvaćeno iz Bitcoin: https://bitcoin.org/bitcoin.pdf

Nam, T., & Pardo, T. A. (Lipanj 2011). *Conceptualizing Smart City with Dimensions of Technology, People, and Institutions.* Dohvaćeno iz Inta-aivn: https://www.researchgate.net/publication/221585167_Conceptualizing_smart_city_with_dimensions_of_technology_people_and_institutions

O'Hare, G., & O'Grady, M. (30. Ožujak 2012.). How Smart Is Your City? *Science*, str. 1581-1582.

Perera, C., Zaslavsky, A., Christen, P., & Georgakopoulos, D. (2.. Rujan, 2013.). Sensing as a service model for smart cities supported by Internet of Things. *SPECIAL ISSUE - SMART CITIES*, str. 81-93.

Poslad, S., Ma, A., Wang, Z., & Mei, H. (4.. LIpnja, 2015.). Using a Smart City IoT to Incentivise and Target Shifts in Mobility Behaviour—Is It a Piece of Pie? *Sensors - Open Access Journal* .

Pratap, M. (1.. Kolovoz 2018.). *Blockchain Technology Explained: Introduction, Meaning, and Applications*. Dohvaćeno iz Hackernoon: https://hackernoon.com/blockchain-technology-explained-introduction-meaning-and-applications-edbd6759a2b2

Pyzyk, K. (3.. Siječanj 2018.). *Smart Cities Dive*. Dohvaćeno iz Smart Cities Dive: Deep Dive: https://www.smartcitiesdive.com/news/6-trends-that-will-define-smart-cities-in-2018/513889/

Reed, D., Larus, J. R., & Gannon, D. (Siječanj 2012). Imagining the Future: Thoughts on Computing. *Computer, vol. 45*, str. 25-30.

Ruby Garage. (n.d.). *How the Blockchain Works*. Dohvaćeno iz Ruby Garage: https://rubygarage.org/blog/how-blockchain-works

Sagen, S. (15. Kolovoz 2018). *What Is 5G?* Dohvaćeno iz PC Mag: https://www.pcmag.com/article/345387/what-is-5g

Shapiro, J. M. (2.. Svibanj, 2006.). Smart Cities: Quality Of Life, Productivity, And The Growth Effects Of Human Capital. *Review of Economics and Statistics*, str. 324-335.

Sivaram, V., & Freeman, M. (30. Srpanj, 2018). *Council on Foreign Relations*. Dohvaćeno iz Blockchain and Energy: We Sifted Hype from Reality So You Don't Have To: https://www.cfr.org/blog/blockchain-and-energy-we-sifted-hype-reality-so-you-dont-have

Smart Cities Council. (n.d.). *O nama: Smart Cities Council*. Dohvaćeno iz Smart Cities Council: https://smartcitiescouncil.com/article/about-us-global

Song, H. (2017.). *Smart Cities: Foundations, Principles, and Applications.* Wiley-Blackwell.

Swan, M. (2015.). *Blockchain: Blueprint for a New Economy.* O'Reilly Media.

Tapscott, D., & Tapscott, A. (2016.). *Blockchain Revolution: How the Technology Behind Bitcoin and Other Cryptocurrencies is Changing the World.* Portfolio Penguin.

The Conversation. (17. Svibanj 2018). *What is 5G? The next generation of wireless, explained*. Dohvaćeno iz The Conversation: http://theconversation.com/what-is-5g-the-next-generation-of-wireless-explained-96165

Thite, M. (Studeni 2011). *Smart cities: Implications of urban planning for human resource development.* Dohvaćeno iz Research Gate: https://www.researchgate.net/publication/241724308_Smart_cities_Implications_of_urban_planning_for_human_resource_development

Thuzar, M. (Prosinac 2011). *Urbanization in Southeast Asia: Developing smart cities for the future?* Dohvaćeno iz Research Gate: https://www.researchgate.net/publication/293185744_Urbanization_in_Southeast_Asia_Developing_smart_cities_for_the_future

Toppeta, D. (Listopad 2010). *The Smart City Vision: How Innovation and ICT Can Build Smart, "Livable", Sustainable Cities.* Dohvaćeno iz INTA International Urban Development Association: https://inta-aivn.org/images/cc/Urbanism/background%20documents/Toppeta_Report_005_2010.pdf

Townsend, M. A. (2014.). *Smart Cities - Big Data, Civic Hackers, and the Quest for a New Utopia.* W. W. Norton & Company.

UN, DESA, Population Division. (2017.). *World Population Prospects: The 2017 Revision.* New York: United Nations.

United Nations, Department of Economic and Social Affairs, Population Division . (2015.). *World Urbanization Prospects: The 2014 Revision.* New York: United Nations.

Washburn, D., & Sindhu, U. (11. Veljača 2010). *Helping CIOs Understand "Smart City" Initiatives.* Dohvaćeno iz http://c3328005.r5.cf0.rackcdn.com/73efa931-0fac-4e28-ae77-8e58ebf74aa6.pdf

Wright, A., & De Filippi, P. (20. Svibanj 2015.). *Decentralized Blockchain Technology and the Rise of Lex Cryptographia.* Dohvaćeno iz SSRN: https://papers.ssrn.com/sol3/papers.cfm?abstract_id=2580664

Zaniotto, F. (28. Travanj 2016). *The Blockchain Explained to Web Developers, Part 1: The Theory*. Dohvaćeno iz mermelab: https://marmelab.com/blog/2016/04/28/blockchain-for-web-developers-the-theory.html

Zaslavsky, A., Perera, C., & Georgakopoulos, D. (2012.). Sensing as a Service and Big Data. *Proceedings of the International Conference on Advances in Cloud Computing (ACC)*, (str. 21-29). Bangalore, Indija.

Zelenika, R. (1998.). *Metodologija i tehnologija izrade znanstvenog i stručnog djela.* Rijeka: Ekonomski fakultet u Rijeci.

GRAFIČKI PRILOZI

Slika 1. Temeljni ciljevi pametnih gradova 11
Slika 2. Distribucija BDP-a i stanovništva u svijetu 13
Slika 3. Svjetsko urbano i ruralno stanovništvo, 1950-2050 20
Slika 4. Populacija u svijetu: procjena, 1950-2015, i srednja procjena rasta s intervalima procjene od 95%, 2015-2100. 21
Slika 5. Populacija prema regijama: procjena, 1950-2015, i srednja projekcija rasta, 2015-2100 22
Slika 6. Postotak stanovništva u urbanim sredinama, 1950, 2014, i 2050 23
Slika 7. Urbana i ruralna populacija u odnosu na ukupnu populaciju po regijama, 1950-2050 24
Slika 8. Komponente pametnih gradova 26
Slika 9. Izrada autora prema pregledu literature iz (Albino, Berardi, & Dengelico, 2015.) 28
Slika 10. Arhitektura pametnih gradova 30
Slika 11. XaaS u odnosu s drugim tehnologijama 31
Slika 12. Komponente "Sensing as a Service" modela 32
Slika 13. Ukupna količina podataka i projekcija u budućnosti 34
Slika 14. Razlika između količine podataka i mogućnosti organizacije da se ti procesuiraju 34
Slika 15. Ilustracija posrednika koji provjerava autentičnost transakcije 37
Slika 16. Ilustracija blockchain-a 38
Slika 17. Pregled funkcioniranja blockchain mreže na primjeru jedne transakcije 39
Slika 18. Primjer hash outputa 40
Slika 19. Ilustracija svojstava jednog bloka 40
Slika 20. Primjer lanca blokova s jedinstvenim hash kodovima 41
Slika 21lustracija načina na koji funkcionira rudarenje 42
Slika 22.Ilustracija grananja blockchain-a 42
Slika 23. Brzina prijenosa podataka na mobilnim mrežama; generacijski pregled 49
Slika 24. Latencija mobilnih mreža; generacijski pregled 50

POPIS TABLICA

Tablica 1. Pregled definicija pametnog grada prema Chourabi, i dr., 2012 16

Tablica 2. Pregled definicija pametnog grada prema Albino, Berardi, & Dengelico, 2015 17

Tablica 3. Ključne dimenzije pametnih gradova 27

Tablica 4. Pregled slabosti blockchain tehnologije 48