

BLOCKCHAIN TEHNOLOGIJA U ZDRAVSTVU

Šporer, Lorena

Master's thesis / Diplomski rad

2024

Degree Grantor / Ustanova koja je dodijelila akademski / stručni stupanj: **Libertas International University / Libertas međunarodno sveučilište**

Permanent link / Trajna poveznica: <https://um.nsk.hr/um:nbn:hr:223:430281>

Rights / Prava: [In copyright](#)/[Zaštićeno autorskim pravom.](#)

Download date / Datum preuzimanja: **2025-02-22**



Repository / Repozitorij:

[Digital repository of the Libertas International University](#)



LIBERTAS MEĐUNARODNO SVEUČILIŠTE

ZAGREB

LORENA ŠPORER

DIPLOMSKI RAD

***BLOCKCHAIN* TEHNOLOGIJA U ZDRAVSTVU**

Zagreb, listopad 2024.

LIBERTAS MEĐUNARODNO SVEUČILIŠTE

ZAGREB

DIPLOMSKI SVEUČILIŠNI STUDIJ

FIZIOTERAPIJA

***BLOCKCHAIN* TEHNOLOGIJA U ZDRAVSTVU**

BLOCKCHAIN TECHNOLOGY IN HEALTHCARE

KANDIDATKINJA: Lorena Šporer

MENTORICA: izv. prof. Antonija Balenović, dr. med.

Zagreb, listopad 2024.

LIBERTAS MEĐUNARODNO SVEUČILIŠTE

IZJAVA O AKADEMSKOJ ČESTITOSTI

Ja, Lorena Šporer, svojim potpisom jamčim da je ovaj specijalistički diplomski rad odnosno diplomski rad rezultat isključivo mojega vlastitog rada, da se temelji na mojim istraživanjima te da se oslanja na objavljenu literaturu kao što to pokazuje popis korištene literature.

Izjavljujem da ni jedan dio specijalističkog diplomskog rada odnosno diplomskog rada nije prepisan iz necitiranog rada i da ni jedan dio rada ne krši bilo čija autorska prava.

U Zagrebu, 1.9.2024.

Studentica:

SADRŽAJ

SAŽETAK	1
SUMMARY	2
1. UVOD	3
1.1. Predmet i ciljevi rada.....	3
1.2. Istraživačka pitanja.....	4
1.3. Metodologija rada	4
1.4. Struktura i sadržaj rada.....	4
2. DIGITALNO ZDRAVLJE.....	6
2.1. Mobilno zdravlje – <i>mHealth</i>	9
2.2. Zdravstvena informacijska tehnologija – <i>Health IT</i>	11
2.3. Telemedicina.....	14
3. SIGURNOST NA INTERNETU	18
4. BLOCKCHAIN TEHNOLOGIJA	23
4.1. Ciljevi uvođenja <i>blockchaina</i> u zdravstvo.....	29
4.2. Prednosti primjene <i>blockchain</i> tehnologije	31
4.3. Usporedba tradicionalnog pristupa i <i>blockchaina</i>	35
4.4. Potencijalni problemi i izazovi uvođenja <i>blockchaina</i> u zdravstvo.....	39
5. PRIMJENA BLOCKCHAINA U FIZIOTERAPIJI	42
5.1. <i>MediiOchain</i> u fizioterapiji.....	46
6. RASPRAVA	50
7. ZAKLJUČAK.....	53
LITERATURA	54
POPIS TABLICA	59
POPIS SLIKA.....	60

SAŽETAK

U ovom diplomskom radu prikazano je uvođenje *blockchain* tehnologije u zdravstvo, ali i njezin utjecaj na zdravstveni sustav. Govoreno je o digitalnom zdravlju, prednostima implementacije tehnologije u zdravstveni sustav i opasnostima koje narušavaju sigurnost na internetu. Definirani su pojmovi poput kibernetičkog napada i kibernetičke sigurnosti. Spomenuta je sigurnost korisnikovih podataka s najvećom mogućom zaštitom, ali i načini na koje neovlaštene osobe (hakeri) mogu preuzeti tuđe informacije. Sprječavanje takvog scenarija moguće je uz korištenje korisničkog imena i lozinke, kao i opreznost da se ne dođe do gubitka privatnog ključa korisnika. Sigurnost stvara i dupliciranje zapisa ili podataka na internetu, što otežava mogućnost hakiranja. Načini na koje bi *blockchain* tehnologija mogla poboljšati zdravstveni sustav i njezin utjecaj na fizioterapiju su različiti. Glavno je dobro pripremiti sam sustav i osigurati podatke. Prikazani su slučajevi kako bi to izgledalo u kliničkoj praksi. *Blockchain* tehnologija u zdravstvu pomogla bi u donošenju odluka i dijagnoza liječnicima. Došlo bi do pojačanja samopouzdanja pacijenata koji bi imali veći nadzor nad svojim podacima. S korisničkim imenom i lozinkom kod privatnog *blockchaina* pacijent bi morao dati pristanak za uvid u svoj zdravstveni karton drugoj osobi. Za pronalazak saznanja o tome kako bi se došlo do poboljšanja u zdravstvenom sustavu koristile su se provjerene i službene internetske stranice i članci u stručnim časopisima. U radu su prikazane sve prednosti *blockchain* tehnologije, od ubrzanja slanja informacija, bržeg postavljanja dijagnoze, do konzultacije liječnika s pacijentima i liječnicima specijalistima. Omogućeno je brže provođenje transakcije u svrhu plaćanja tretmana i liječenja u privatnim zdravstvenim ustanovama.

Ključne riječi: digitalno zdravlje, sigurnost na internetu, *blockchain*, zdravstvene ustanove, zdravstvo.

SUMMARY

This thesis presents the introduction and impact of blockchain technology on healthcare. It is shown what are the advantages of its implementation and what are its challenges and risks. They talked about digital health and the implementation of technology in the healthcare system. The dangers that undermine security on the Internet, the concepts of cyber attack and cyber security are presented. Security of user data, with the highest possible protection and ways in which unauthorized persons, hackers can download other people's information. Preventing such a scenario is possible with the use of a username and password, as well as being careful not to lose the user's private key. Security is also created by duplicating records or data on the Internet, which makes the possibility of hacking more difficult. The ways in which blockchain technology could improve the healthcare system and its impact on physiotherapy are different, but the main thing is to prepare the system itself and secure the data. Cases are presented and how it would look like in clinical practice. Blockchain technology in healthcare would help doctors make decisions and diagnoses. It would increase the self-confidence of patients, who would have more control over their data. With a private blockchain username and password, the patient would have to give consent for another person to view their health record. To find information on how to improve the health system, verified and official websites and articles in professional journals were used. The paper shows all the advantages of blockchain technology for speeding up the sending of information, faster diagnosis and consultation of doctors, both with patients and with specialist doctors. It is possible to carry out transactions faster for the purpose of paying for treatment in private health institutions.

Key words: digital health, security on internet, blockchain, healthcare facilities, healthcare.

1. UVOD

U današnje vrijeme tehnologija je sve više zastupljena u svim aspektima čovjekova života. Neizostavna je i njezina uloga u području zdravlja. Pojmovi poput digitalnog zdravlja i telemedicine postaju pristupačniji i izazivaju sve više zanimanja za njihovu upotrebu. Nekada je bilo nezamislivo da se liječnički pregled provodi s kućnog praga, kao i fizikalna terapija ili brza komunikacija različitih liječnika između različitih država svijeta i sl. Uz današnje pametne uređaje (mobitele, tablete i sl.) i stalno napredovanje tehnologije to je postalo izvedivo. Takvim pristupom došlo se do poboljšanja ishoda liječenja, bržeg donošenja točnih dijagnoza i napretka u liječenju. Poboljšala se usmjerenost zdravstvenih usluga na pacijenta. Povećala se uloga i važnost pacijenta u vlastitu liječenju, što je pacijentima podiglo samopouzdanje i motivaciju koja je ključna u procesu liječenja i oporavka. Jedna od tehnologija koja ne prestaje s napredovanjem i usavršavanjem jest *blockchain* tehnologija. Ljudi su do sada čuli za *blockchain* samo u svijetu financija, financijskih transakcija i kriptovaluta. U ovom diplomskom radu bit će riječi o primjeni *blockchain* tehnologije u zdravstvenom sustavu i o tome kakav bi utjecaj imala kada bi se uvela u fizioterapiju.

1.1. Predmet i ciljevi rada

Predmet rada je predstaviti digitalno zdravlje i sigurnost na internetu, prijetnje koje ugrožavaju sigurnost osobnih privatnih podataka, primjenu *blockchain* tehnologije u zdravstvu, prednosti njezine uporabe kod zaposlenika i samih pacijenata, ali i izazove i rizike koji se mogu očekivati u praksi zbog njezine primjene. U radu se opisuju načini kojima bi takva tehnologija olakšala dostupnost zdravstvenih informacija, uz istovremeno poboljšanje sigurnosti dijeljenja informacija između pacijenta i bolnica, odnosno zdravstvenih ustanova i ostalih dionika u zdravstvu (osiguranja); utjecaji kakve bi takva tehnologija imala na provođenje fizikalne terapije; te očekivanja u budućnosti vezana za mogućnosti liječenja i vođenja procesa u fizikalnoj terapiji.

Ciljevi rada su predstaviti važnost sigurne razmjene osobnih zdravstvenih digitalnih podataka i *blockchain* tehnologiju, ali i mogućnosti poboljšanja u području e-zdravstva; navesti rizike i nedostatke primjene *blockchain* tehnologije u medicini i opisati ih; te predstaviti potencijalne dobrobiti takve tehnologije u fizioterapiji.

1.2. Istraživačka pitanja

Istraživačka pitanja postavljena u radu su:

1. Koje su prednosti i ograničenja primjene *blockchain* tehnologije u zdravstvu?
2. Očekuje li se uskoro veća primjena *blockchain* tehnologije u zdravstvu?
3. Je li *blockchain* tehnologija prihvatljiva za kompleksne sustave kao što je zdravstvo?
4. Kakve se dobrobiti mogu očekivati primjenom *blockchain* tehnologije u području fizioterapije?

Sukladno navedenom, pokušalo se doći do saznanja kakve se promjene mogu očekivati u zdravstvu vezane za primjenu *blockchain* tehnologije, kako će zdravstvo kao složeni sustav uspostaviti primjenu *blockchaina* te usmjeriti djelatnike i pacijente na svoju primjenu te koje se dobrobiti, potencijalna ograničenja i prepreke mogu očekivati u području fizioterapije.

1.3. Metodologija rada

U svrhu obrade predmeta i ciljeva rada te odgovora na postavljena istraživačka pitanja korišteni su provjereni stručni i znanstveni podatci objavljeni u domaćim i međunarodnim publikacijama i bazama podataka te službene smjernice i direktive EU-a vezane za temu *blockchain* tehnologije u zdravstvu. Prikupljeni podatci bit će analizirani, sintetizirani i predstavljeni.

1.4. Struktura i sadržaj rada

U prvom poglavlju opisuje se način života kakav bi bio danas bez tehnologije koja je zastupljena u svim područjima života, pa tako i u zdravstvu. U drugom poglavlju predstavlja se primjena digitalnog sustava u području digitalne skrbi za pacijenta, ali i kategorije digitalnog zdravlja kao što su mobilno zdravlje, zdravstvena informacijska tehnologija, nosivi uređaji i telemedicina. U trećem poglavlju prikazuju se opasnosti na koje korisnik može naići i način na koji se privatni podatci na *blockchain* platformi mogu osigurati. U četvrtom poglavlju opisuje se digitalna knjiga sa zapisima umreženima u obliku lanca u blokovima, ali i način na koji se

taj proces odvija. Prikazuju se dobrobiti, problemi i ciljevi uvođenja *blockchain* tehnologije u zdravstvo. U petom poglavlju prikazuje se izgled *blockchain* tehnologije u području fizioterapije. Također se iznosi MediioChain primjer sustava za upravljanje medicinskim podacima primjenom *blockchain* tehnologije. Šesto poglavlje opisuje prednosti *blockchain* tehnologije u području financija, dobro kontrolirane nedostatke i načine na koje se osigurava njihova kontrola. Negativne strane previše su rizične i teške za kontroliranje u zdravstvenom sustavu koji još nije dovoljno upoznat ili spreman za uporabu *blockchain* tehnologije tako da se riskira sa zdravstvenim podacima pacijenta. U sedmom poglavlju donosi se zaključak da današnji zdravstveni sustav nije spreman za *blockchain* tehnologiju. Smatra se da bi bilo puno teže kontrolirati negativne strane *blockchain* tehnologije u zdravstvu. Misleći na zdravstvenu dobrobit pacijenta i dobar tijek liječenja, zaključuje se da je *blockchain* tehnologiju potrebno još istraživati i nadograđivati kako bi dobila svoje mjesto u zdravstvenom sustavu.

2. DIGITALNO ZDRAVLJE

Digitalno zdravlje širok je koncept koji primjenjuje digitalnu transformaciju u području zdravstvene skrbi s multidisciplinarnim pristupom zdravstvu. Širok opseg digitalnog zdravlja uključuje kategorije kao što su mobilno zdravlje (*mHealth*), zdravstvena informacijska tehnologija (IT), nosivi uređaji, telezdravstvo i telemedicina, personalizirana medicina (FDA, 2023).

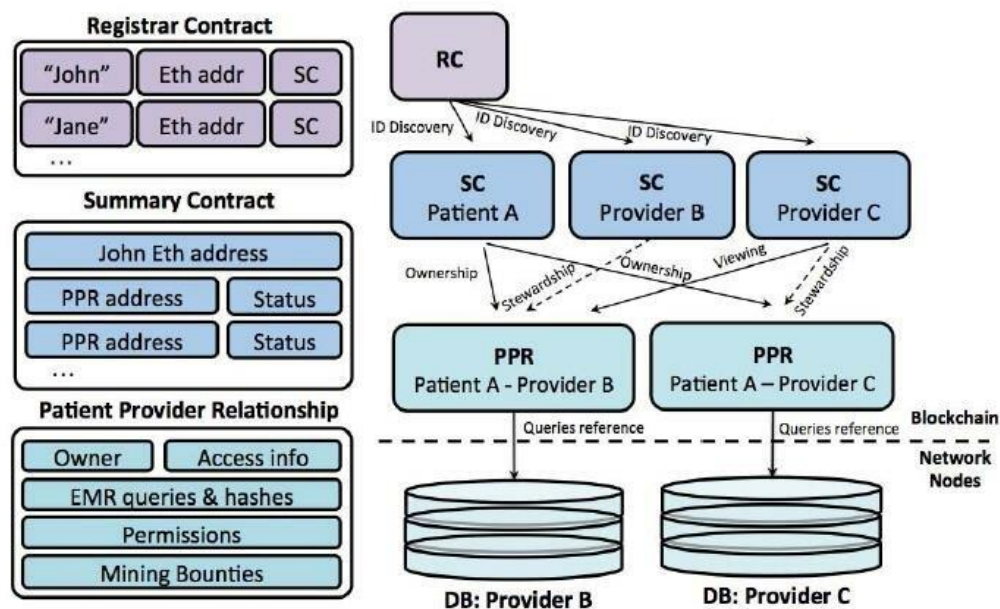
U današnje vrijeme sve se više može zamijetiti korištenje pojma digitalno zdravlje. Postoji interes za njegovim uvođenjem u svakodnevnu praksu s ciljem smanjenja troškova, uštede vremena te olakšanja u provođenju informacija i liječničkih dijagnoza. Spominju se i tzv. digitalne bolnice budućnosti. Predložila ih je Deloitte, jedna od vodećih tvrtki za pružanje usluga revizije i savjetovanja, poreza, poslovnog savjetovanja, upravljanja rizicima i financijskog savjetovanja. Navedene usluge pruža više od 250 domaćih stručnjaka i specijaliziranih stručnjaka iz inozemstva. Njihov je prijedlog da bi se tako smanjili troškovi zdravstvene skrbi. Naime, proveli su simulaciju izmišljenih specifičnih slučajeva upotrebe za dizajn digitalnih bolnica na globalnoj razini u 10 godina. Simulacija je razvila upotrebu digitalne tehnologije u pet kategorija. To su: redefinjirano pružanje usluga, digitalno iskustvo pacijenata, poboljšanje razvoja talenata, operativna učinkovitost kroz tehnologiju, dizajn, liječenje i dobrobit. Samim uvođenjem takve tehnologije u zdravstvo očekuje se i ulaganje u ljude, tehnologiju, procese i prostorije. Prednosti digitalne tehnologije su *Point of care* (POC), gdje se liječenje i praćenje liječenja proteže *izvan bolničkih zidova*. Zahvaljujući telemedicinskim uslugama, pacijent može pratiti i primati zdravstvene usluge i preporuke od doma. Tako je nastao novi pojam *virtualni odjel* koji pruža podršku pacijentu na daljinu, nadzor i liječenje. Prednost je što omogućava pacijentu i liječniku u stvarnom vremenu praćenje dijagnoze i dizajniranje posebnih prostora za konzultacije na daljinu, s ciljem smanjenja stopa nepotrebnih posjeta, a poboljšava iskustvo liječenja. Dolazi do redizajniranja bolničkih prostora u smislu kontrole zvuka i svjetla s dvostrukim ekranima za simultani razgovor s pacijentom te elektroničkog pristupa medicinskoj dokumentaciji. Smanjuje se i vrijeme popunjavanja medicinske dokumentacije. Brzinu i prijenos informacije do pacijenta omogućava tehnologija. Pisane bilješke na papiru ručno zamjenjuju zvučni zapisi, što uvelike olakšava primanje informacija i lakše razumijevanje rečenog. Umjetna inteligencija (AI) ima veliku ulogu pri donošenju odluka. Softver temeljen na AI tehnologiji može, na primjer, pružiti informacije iz medicinske literature kako bi kliničarima pomogao identificirati stanja, kao što su ADHD i

poremećaji spavanja, te kvantificirati kvalifikaciju koronarnih arterija. AI postaje novi bolnički asistent koji pomaže u mnoštvu dijagnostičkih procesa. Neizostavno je spomenuti i kibernetičku sigurnost te načine na koje su zaštićeni pacijentovi podatci. Bolnice bi trebale uspostaviti odgovarajuće zaštitne protokole i pristupe protiv kibernetičkog kriminala. Mobilno zdravlje (*mHealth*) pokazalo se kao korisna tehnologija koja pruža pacijentima brzu informiranost i učinkovito praćenje svojeg zdravstvenog stanja. Korištenjem mobilnih uređaja, pametnih mobitela, pametnih satova i tableta liječnik može dobiti puno važnih informacija vezanih za pacijentov tijek bolesti i oporavka te praćenje poboljšanja ili pogoršanja stanja. Za javnost su vrlo zanimljive različite zdravstvene aplikacije koje je moguće instalirati na pametne uređaje kao što su mjerači krvnog tlaka, mjerači za praćenje otkucaja srca, različiti uređaji za mjerenje šećera u krvi i dr. Pacijenti vode dnevnik svojih aktivnosti i bilježe rezultate stanja krvnog tlaka i otkucaja srca koje zdravstvene aplikacije mogu istog trenutka poslati u zdravstvenu ambulantu pa ih liječnik ima na uvid u stvarnom vremenu. Primjer su aplikacije za korištenje *mHealtha* kao dodatka ili proširenje medicinskog uređaja (npr. pokretanje mjerenja krvnog tlaka), aplikacije za pružanje podrške pacijentima (npr. izračun doze lijekova ili kontraindikacije lijekova...), softver za analizu ili obradu radioloških snimki i slika (s dijagnostičkom svrhom), aplikacije za osiguravanje redovite upotrebe lijekova te dokumentiranje svojih vrijednosti i provjeru stanja, aplikacije preko kojih komuniciraju liječnik i pacijent, aplikacije koje omogućuju pristup kliničkom informacijskom sustavu, aplikacije koje računaju BMI i sl. (HealthHub, 2023.)

IT u zdravstvu odnosi se na „korištenje elektroničkih i digitalnih tehnologija za upravljanje, pohranjivanje i razmjenu zdravstvenih informacija. Obuhvaća širok raspon alata, od elektroničkih zdravstvenih zapisa (EHR), sustava za podršku kliničkom odlučivanju, mobilnih zdravstvenih aplikacija, do telezdravstvenih platformi“ (ProHealth Ware, 2023). Cilj je povećati učinkovitost, kvalitetu zdravstvenih usluga i smanjiti troškove pravovremenim dobivanjem točnih informacija, odnosno podataka o pacijentu. Prednosti *mHealtha* su ekonomska ušteda, poboljšana zaštita podataka i nadzor javnog zdravstva, poboljšana skrb pacijenata te bolja učinkovitost i upravljanje stanovništvom. Elektronički zdravstveni karton (EHR) zamijenio je papirnate i rukom pisane zdravstvene kartone koje liječnik koristi za provjeru zdravstvenih podataka i dijeljenje istih sa specijalistima. Osobni zdravstveni karton (PHR) jest karton koji se koristi za unos kalorija, rasporeda vježbanja, podataka krvnog tlaka i podataka za posjet liječnika. S njime mogu upravljati sami pacijenti, pa ga čak i izraditi. Napravljen je da se pacijenti više angažiraju, zanimaju za praćenje i vođenje svojih zdravstvenih

podataka. E-recept elektronički je dokument preko kojeg se odvija komunikacija između liječnika i ljekarnika. Njime se osigurava usklađivanje i podizanje lijekova. Nema potrebe za pohranjivanjem svih medicinskih podataka ni tzv. zahtjeva za vrijeme prilagodbe. U tom se slučaju pohranjuje samo oznaka zapisa na *blockchainu* i njegovoj platformi. Upućuje se pacijenta da zna gdje se taj zapis može locirati. Kada se takav proces za e-recept odvija preko interneta, primjerice, preko aplikacije *blockchaina*, stječe se nepromijenjen duplikat zapisa. Veću ulogu dobiva pacijent jer su sva kontrola i odgovornost na njemu, a ne na nekoj drugoj organizaciji. Kao rješenje problema za pacijente koji su sumnjičavi i ne bi željeli takvu vrstu odgovornosti bilo bi dobro da se organiziraju provjereni agenti koji bi osiguravali i kontrolirali njihove podatke. MedRec aplikacija sastoji se od korisničkog sučelja, u svrhu poboljšanja trajne veze sa zdravstvenim zapisima, u obliku blokova koji se prenose na više organizacija ovisno koliko je računala na kojim lokacijama uključeno, uz pristanak vlasnika tih podataka. U praksi je pacijent zadužen otići u ljekarnu bez fizičkog nošenja papira. Dužan je podići prepisani lijek koji ljekarnik dobije računalnim putem. (ProHealth Ware., 2023.)

Slika 1. Medicinski recept (primjer)



Izvor: [https://www.researchgate.net/figure/MedRec-smart-contracts-on-the-blockchain-](https://www.researchgate.net/figure/MedRec-smart-contracts-on-the-blockchain-Azaria-et-al-2016-1_fig2_367348594)

[Azaria-et-al-2016-1_fig2_367348594](https://www.researchgate.net/figure/MedRec-smart-contracts-on-the-blockchain-Azaria-et-al-2016-1_fig2_367348594)

Ostali sadržaji koji pripadaju IT-u u zdravstvu su alati za osobno zdravlje i podršku u kliničkom odlučivanju, računalni unos narudžbi liječnika ili davatelja usluga, komunikacija e-poštom i internetski portali za pacijente, alati za razmjenu zdravstvenih informacija i sl. Što se tiče sadržaja, neizostavno je spomenuti i registar bolesti, odnosno bazu podataka koja prikuplja i održava podatke o pojedinim pacijentima kojima je dijagnosticirana neka bolest ili zdravstveno stanje. Registri se koriste s ciljem praćenja i prevalencije bolesti, praćenja podataka o njezinu liječenju i ishodu, poboljšanja dijagnoze i istraživanja. (ProHealth Ware, 2023.)

Telezdravstvo je korištenje telekomunikacija u svrhu poboljšanja zdravstvene skrbi. Primjenjuje se za daljinsko praćenje krvnog tlaka, otkucaja srca i drugih mjernih vrijednosti. Predstavlja virtualne posjete između pacijenta i liječnika koji su u današnje vrijeme sve češći. Poboljšanje je moguće telekonzultacijama koje omogućuju liječniku da na daljinu dobije savjet od specijaliste i dijeli podatke kao što su CT, MRI, UZV... Daljinsko praćenje pacijenata, odnosno praćenje izvan bolničkih zidova (*telehomecare*), osmišljeno je s ciljem da oni s kroničnim bolestima i demencijom budu u svojim domovima. Senzori prate promjene u kroničnim stanjima. Dio telezdravstva je i *Point of care*, dijagnostika koja se može obavljati na mjestu gdje se pacijent trenutno nalazi. Telemedicina se razlikuje od telezdravstva. Naime, oboje se koriste tehnologijom za poboljšanje pristupa i pružanje zdravstvene skrbi na daljinu, ali telezdravstvo obuhvaća širi pogled i aspekt medicine. (National Institute of Biomedical Imaging and Bioengineering. 2020.)

2.1. Mobilno zdravlje – *mHealth*

Mobilno zdravlje predstavlja korištenje mobilnih uređaja u svrhu prevencije zdravlja i poboljšanja životnog stila. Aplikacije *mHealth* uključuju preglede i dijagnoze, praćenje tjelesne aktivnosti, krvnog tlaka, mentalnog zdravlja i niza drugih područja koja spadaju pod održavanje i vođenje brige o zdravlju. *MHealth* moguće je koristiti preko mobitela, tableta, pametnih satova, nosivih uređaja i drugih informatičkih komunikacijskih uređaja. Začetnik je pojma Robert Istepanian, znanstvenik koji je uveo m-zdravlje kao mobilnu komunikaciju u nastajanju za zdravstvenu skrb. Cilj uvođenja mobilnog zdravlja jest mogućnost postizanja osviještenosti kod građana vezanih za njihovo zdravlje i samo praćenje bolesti. Ključne aplikacije u mobilnom zdravlju su obrazovanje i svijest, daljinsko prikupljanje medicinskih podataka, komunikacija i obuka zdravstvenih djelatnika, mogućnost praćenja i izbijanja bolesti i pandemija te podrška u

dijagnozi i liječenju. S pomoću mobilnog zdravlja olakšava se kontroliranje širenja bolesti i izbijanja pandemije. S podacima koji se nalaze u *mHealthu* poboljšava se kvaliteta praćenja zdravstvenih podataka i smanjuju se troškovi. Preko mobilne aplikacije prati se krvni tlak, kolesterol, dijabetes, kardiovaskularni čimbenici rizika i dr. (Ramsey. B., 2024).

U aplikacijama *mHealth* raspravlja se o zdravom načinu životu, prehrani i tjelovježbi. Osvještavaju se i savjetuju ljudi o važnosti zdravoga životnog stila. Tako su sve popularnije aplikacije povezane s vježbanjem, praćenjem spavanja, primjeni dijete i prehrane po preporukama nutricionista. Zdravlje žena također je jedna od tema koja se može povezati s navedenim aplikacijama. Primjer tome je aplikacija na pametnim mobitelima koja prati menstrualni ciklus, plodne dane ili trudnoću. Obavještava korisnicu o svim važnim činjenicama vezanima za menstrualni ciklus i vlastiti menstrualni ciklus. (Ramsey. B., 2024).

MHealth aplikacije sadrže digitalne informacije korisnika i zdravstvene zapise koji se mogu teže izgubiti. Primjena aplikacija pokazala se odličnom u procesu liječenja jer olakšava komunikaciju između pacijenta i liječnika. Također, omogućava liječnicima uvid u pacijentovo upravljanje lijekovima i pridržavanje uzimanja istih. Preko SMS poruke šalje pacijentu vrijeme kada mora popiti lijek. Kasnije se bilježi podatak da je lijek uzet na vrijeme, što pomaže pacijentima starije životne dobi, ali i daje pacijentima sigurnost u praćenju vlastite terapije. Preko mobilnog uređaja moguće je pohranjivati i povijest bolesti pacijenata, što olakšava liječniku točnije postavljanje dijagnoze i terapije liječenja te bolji uvid u pacijentovo stanje. (Ramsey. B., 2024).

Glavne karakteristike *mHealth* aplikacija su poboljšanje usluga povezanih sa zdravljem i ishoda liječenja te brže provođenje znanstvenih istraživanja. Tijekom izrade aplikacija potrebno je obratiti pažnju na sučelje koje treba biti prilagođeno korisniku, sigurnost, integraciju s nosivim uređajima i personalizaciju. (Ramsey. B., 2024).

Slika 2. Prednosti *mHealth* aplikacija



Izvor : <https://www.rishabhsoft.com/blog/benefits-of-mobile-apps-in-healthcare>

2.2. Zdravstvena informacijska tehnologija – *Health IT*

Health IT primjer je širokog obuhvata niza zdravstvenih tehnologija. Koristi se za snimanje, pohranjivanje, zaštitu i dohvaćanje kliničkih i ostalih podataka. Predstavlja informacijsku tehnologiju koja uključuje brigu o zdravlju i zdravstvenu zaštitu. Cilj je poboljšati zdravstveni sustav, ubrzati prijenos podataka te uštedu troškova pacijenata i zdravstvenih ustanova. Omogućava pacijentima veću prisutnost u upravljanju vlastitim zdravstvenim podacima. Administracija postaje jednostavnija, a brže je njezino uvođenje u sustav. Također, dolazi do automatizacije. (Wallask S. 2024.)

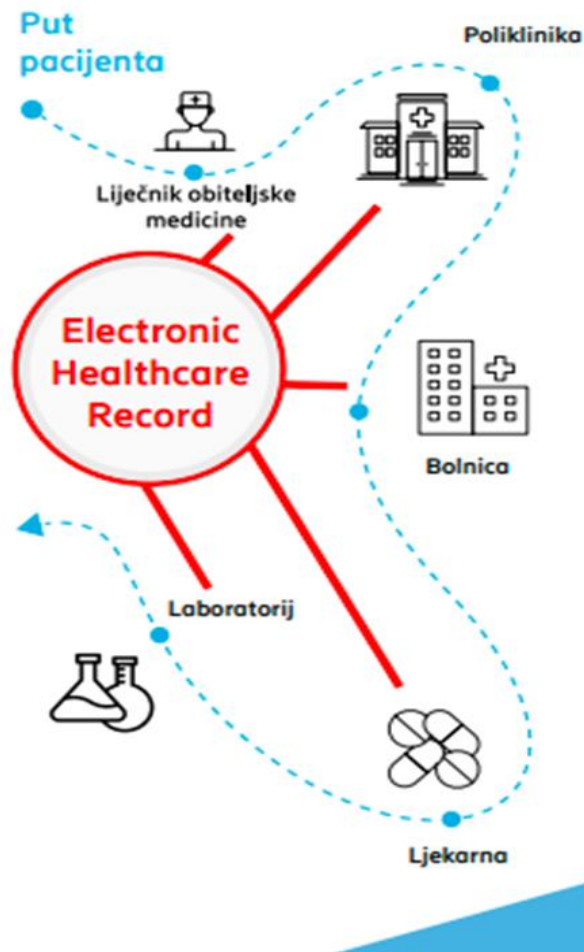
Health IT olakšava istraživanje te praćenje zdravlja i bolesti unutar populacije. Dolazi do bolje kontrole nad epidemijama ili pandemijama u populaciji. Dopušta utjecaj liječnika i osvještavanje populacije na opasnosti epidemija ili drugih prijetnji javnom zdravlju. Preko elektroničkih uređaja daje savjete i preporuke za smanjenje širenja neke bolesti. Zahvaljujući tim tehnologijama, odvija se ušteda troškova radi izbacivanja suvišnih testova i postupaka koji se mogu učiniti samo jedanput jer budu zapisani i ne moraju se više ponavljati. Učinkovitost

zdravstvenog osoblja i cijelog tima uvelike je važna za dobro funkcioniranje bolničke ustanove. Omogućava smanjenje medicinskih pogrešaka i poboljšanje učinka liječenja.

Elektronički zdravstveni karton jedan je od pojmova koji pripada zdravstvenoj informacijskoj tehnologiji. Omogućava liječnicima praćenje pacijentovih zdravstvenih stanja, odnosno postavljanje pacijentove dijagnoze i terapije. Elektronički zdravstveni karton i pametni ugovori jamče da su podatci odgovarajuće spremljeni te dostupni ovlaštenom osoblju. Prednost je ta što su podatci pacijenta lako dostupni liječniku i ako liječnik nije prisutan u svojoj ordinaciji. Također, olakšava izmjenu pacijentovih podataka s drugim stručnjacima, što podrazumijeva bržu konzultaciju, pa i izvan granica države. Primjenom elektroničkog zdravstvenog sustava pokazalo se da su točnije zaprimljeni zdravstveni recepti i izdavanje lijekova. Sadrži sve podatke o pacijentu, dob, spol, ime i prezime, visinu, težinu i druge administrativne podatke. U te podatke ulazi obiteljska anamneza, dodatni podatci (obrazovanje, socijalni status, državljanstvo, bračno stanje, zaposlenje, stil života), dokumentacija medicinske povijesti, kontakt osobe i osiguranje pacijenta. Unutar njega nalaze se podatci o aktivnoj posjeti liječniku ako se kartonu pristupa zbog pisanja novog nalaza nakon provedenog pregleda. Uneseni su podatci koji uključuju opis prijama pacijenta i protokola posjeta. Uključena je i elektronička uputnica za neku drugu ustanovu, ako je potrebna, kao i upisivanje osiguranja pacijenta, odnosno osiguravajućeg pravnog tijela koji će snositi troškove liječenja. Na mreži se nalaze terapije pacijenta, svi provedeni testovi i zaprimljeni nalazi iz drugih ustanova. Također se nalaze sve radiološke snimke, nalazi i laboratorijski podatci, ali i podatci o krvnoj grupi, naglašena zdravstvena stanja, alergije i rizični faktori. Podatci o krvnoj grupi detaljno su uneseni s imenovanom osobom koja je izdala potvrdu o krvnoj grupi u određenom razdoblju. Liječnik uvidom u elektronički zdravstveni karton može saznati pacijentovu krvnu grupu i Rh-faktor. Tako liječnik saznaje sve o pacijentu, bez prethodnog postavljanja velikog broja pitanja, što dovodi do uštede na vremenu. Tijekom pregleda liječniku su potrebni određeni testovi koje pacijent mora izvršiti kako bi jednostavnije donio točnu dijagnozu. Ako je pacijent već izvršio neke testove, bit će upisani u elektronički zdravstveni karton te neće morati ponavljati test, što također dovodi do uštede vremena jer su podatci, odnosno rezultati testova, automatski upisani u elektronički zdravstveni zapis vidljiv liječniku i nema potrebe za ponavljanjem. Time dolazi do smanjenja rizika od ozljede tijekom ponovnog izvođenja testa, smanjenja troškova i nestanka same nelagode pacijenta. U sustav elektroničkog zdravstvenog kartona uključeni su sustavi podsjetnika za liječnika i pacijenta. Prednost je u tome što pacijent dobiva e-poruke i SMS-ove gdje ga se podsjeća o skorašnjem terminu pregleda ili obavezama vezanima za uzimanje terapije

ili podsjetnik za vođenje zdravstvenog dnevnika. Elektronički zdravstveni karton pruža točno vođenje informacijama, brzi pristup, sigurnu razmjenu i poboljšanje produktivnosti. Pohranjuje sve informacije važne za liječenje pacijenta i lakše donošenje odluke o liječenju kod liječnika. (Petrović, J. 2023).

Slika 3. Elektronički zdravstveni karton

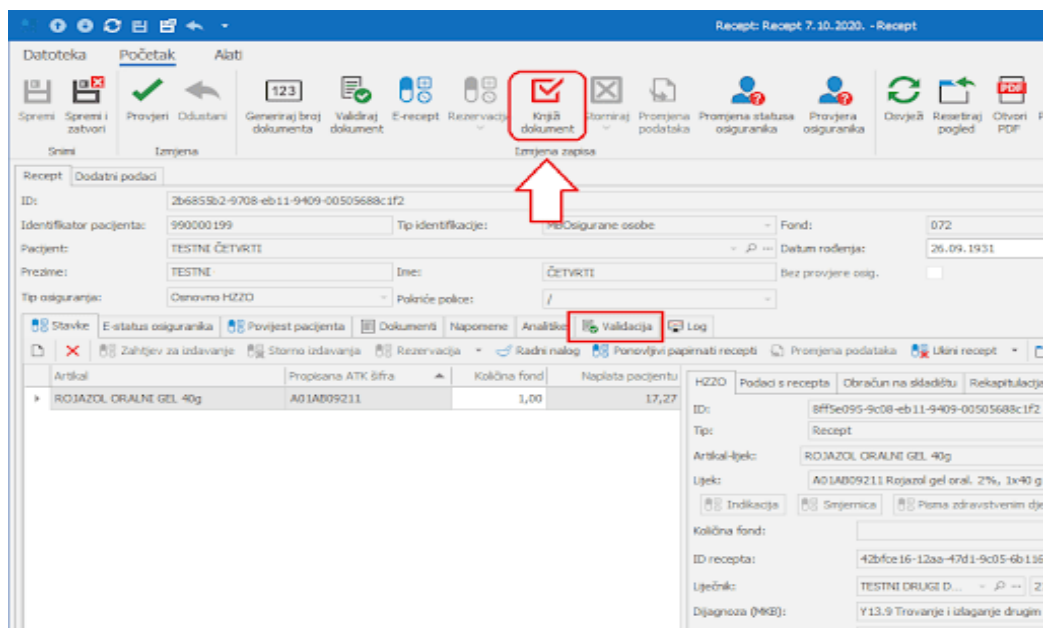


Izvor: https://www.ericsson.hr/documents/20194/322060/EHR_hr.pdf/2e3dc640-bc79-40b9-9b3a-9c32d045505d

Elektronička zdravstvena evidencija usko je povezana s elektroničkim zdravstvenim kartonom. Naime, to je skenirana digitalna verzija papirnato medicinskog kartona pojedinca. U evidenciji su elektronički upisani osobni podatci pacijenta, njegova medicinska povijest i popis dijagnoza. Posljednji pojam važan za *Health IT* jest e-recept, elektronički dokument koji omogućuje bržu komunikaciju između liječnika, pacijenta i ljekarnika. Sustav je napravljen

tako da se automatski šalju narudžbe za recepte u ljekarnu. Nakon što liječnik obavi pregled, postavi dijagnozu i odredi liječenje, šalje preko računala recept za lijek koji se preko informatičkih platformi šalje na računalo ljekarnika. Pacijent bez fizičkog recepta u rukama odlazi u ljekarnu, daje zdravstvenu knjižicu i podiže lijek. Cijeli proces brži je nego obično zahvaljujući e-receptu. Osiguravaju se točni podaci o lijeku, primatelju lijeka i načinu kako se mora primjenjivati.

Slika 4. Primjer e-recepta



Izvor: <http://www.jadraninfo.hr/IPSXhelp/html/401341d7-d12a-40aa-8082-3dad0f3b3ca6.htm>

2.3. Telemedicina

Telemedicina se odnosi na pružanje kliničkih usluga na daljinu preko telekomunikacijskih uređaja te u stvarnom vremenu između pacijenta i pružatelja zdravstvenih usluga korištenjem elektroničkih, audio i vizualnih uređaja. (Thomas, L., 2023).

Zbog pandemije bolesti COVID-19 pokazala se dobrom za kontrolu zaraznih bolesti, ali i u određivanju dijagnoza i liječenja sa smanjenim rizikom od zaraze liječnika i pacijenata. Tako su od zaraze bili sigurni kronični bolesnici, trudnice i starije osobe. Njihova terapija i liječenje bolesti nisu bili ugroženi. Oduvijek je u medicini važna uključenost pacijentove obitelji koja

ima ključnu ulogu u liječenju jer pruža podršku pacijentu i motivaciju za napredak u terapiji. Uz nove tehnologije i telemedicinu, pacijentova obitelj može biti upućena u tijek terapije člana obitelji. Omogućava im se komunikacija s liječnikom bez obzira nalazili se u drugom gradu ili drugoj državi. Liječnici preko telemedicine mogu dobiti uvid u pacijentovo kućno okruženje i načine na koje bi se u tom okruženju mogla provoditi terapija. Ako pacijent boluje do alergija, liječnik može procijeniti što se u pacijentovu kućnom okruženju mora mijenjati kako bi se postiglo ugodnije okruženje i lakša kontrola alergije pacijenta. Liječnik dobiva cijeli uvid preko računala, mobilnog uređaja, kamere ili videopoziva. Što se tiče fizikalne terapije, fizioterapeut preko telemedicine dobiva uvid kako izgleda prostor u pacijentovu domu te kako prilagoditi kretanje, olakšati ga u kućnom okruženju ili snalaziti se u prostoru s obzirom na vrstu ozljede i dijagnoze. Telemedicina se pokazala odličnim rješenjem za brže naručivanje za liječničke termine, kao i u uvid slobodnih termina kod sljedećeg liječnika, što štedi vrijeme i troškove. U sustavu telemedicine postoje razine pružanja usluge. Dije se na primarnu, sekundarnu i tercijarnu razinu. Domovi zdravlja, kao i klinički centri, koriste se računalima za izmjenu podataka pacijenata unutar različitih ustanova s ciljem bržeg postavljanja dijagnoze i plana liječenja. U mrežu telemedicine, osim zdravstvenih ustanova, uključene su i različite osiguravajuće ustanove i trgovačka društva koja obavljaju zdravstvenu djelatnost, kao i privatne zdravstvene ustanove. Telemedicinu najviše koriste ustanove koje sadrže Psihijatrijski odjel, Odjel radiologije i Kardiološki odjel. Dobro je rješenje za smanjenje dugih redova u bolnicama i kliničkim centrima.

Slika 5. Telemedicina



Izvor: <https://olhardigital.com.br/2023/04/04/colunistas/regulamentacao-da-telemedicina-uma-vitoria-para-a-saude-no-brasil/>

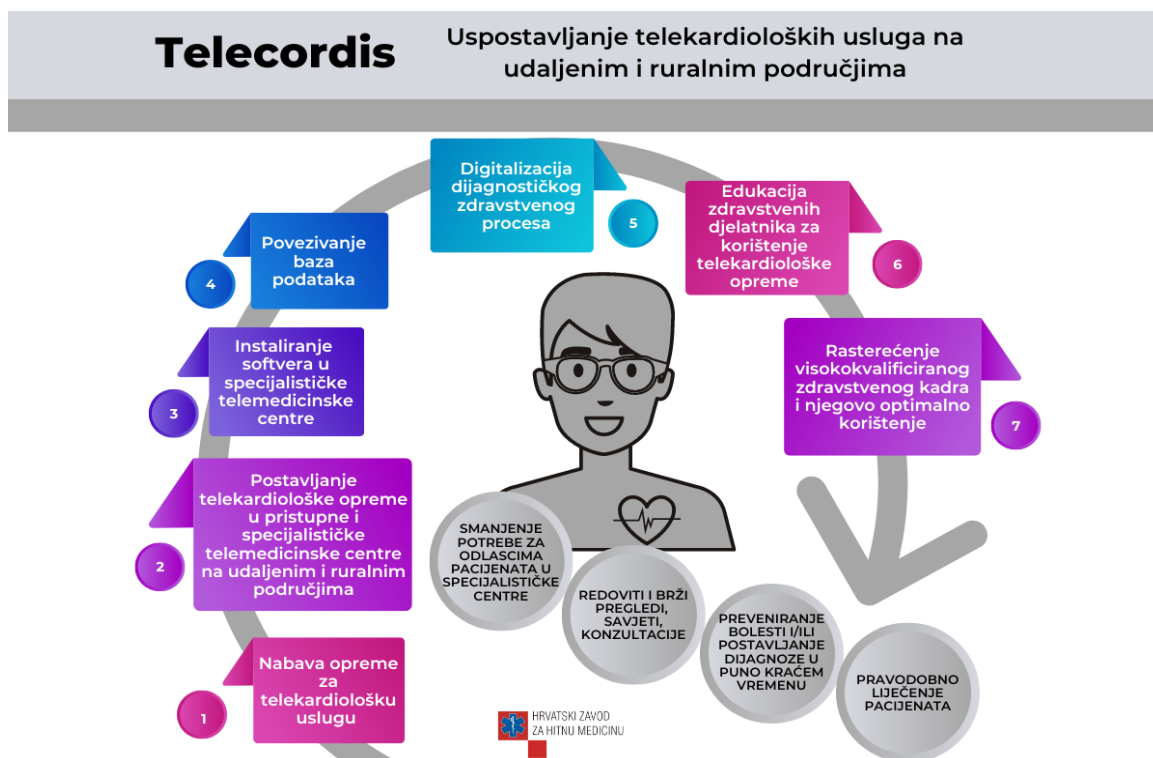
Telemedicina je sve više zastupljena u kardiologiji pod nazivom telekardiologija. Za daljinsku dijagnozu i liječenje bolesti srca koriste se telekomunikacija, mobiteli i računala. Liječe se dijagnoze poput koronarne bolesti srca, aritmije srca, infarkta miokarda i kongestivnog zatajenja srca. Kardiolozi se koriste elektrokardiografskim podacima koji se šalju na daljinu u stvarnom vremenu. Primaju ih razni stručnjaci, diskutiraju situaciju i traže najbolje rješenje problema. Napredna tehnologija olakšava posao stručnjacima, pojednostavljuje učinkovitost, kao i bolje liječenje bolesti. (Thomas, L., 2021).

Telekardiologija radi po principu da se preko telefona u obliku zvučnog signala prenosi EKG slika koju snima elektrokardiogram (EKG). Stručnjaci dobivaju važne informacije, šalju usmeno izvješće i sažetak preko e-pošte u klinički centar za pacijente. Svi zaprimljeni zvukovi EKG slika nalaze se u elektroničkoj bazi podataka u predviđenom telekardiološkom centru da bi se u budućnosti mogli usporediti rezultati tijekom određenog razdoblja. Telekardiologija svojim pacijentima omogućava EKG. Nalazi se u uređaju koji izgleda kao pametni sat i omogućava stalno praćenje stanja. Tako pacijent ne gubi vrijeme čekajući na pregled, a ne

povećava si ni troškove odlaskom u ordinaciju. Dolazi do smanjenja pogrešaka u liječenju i postavljanju same dijagnoze te propusta srčanih događaja. Provodi se dugotrajno praćenje dijagnoze čime se smanjuju određeni rizici srčane bolesti. Skraćuje se vrijeme konzultacija, a pacijent dobiva sve važne savjete i preporuke. Telekardiološki uređaji su maleni i jednostavni za korištenje. Nije potrebno puno vremena da se pacijenta educira o načinu provedbe i upotrebe telemedicinskih uređaja u svakodnevnom životu. (Thomas, L., 2021).

Telemedicina pokazala se odlična u izobrazbi novog medicinskog tima, kao i dobra dodatna edukacija za postojeći medicinski tim. U Hrvatskoj sve više zaokuplja pozornost građana preko *Telecordis* projekta Hrvatskog zavoda za hitnu medicinu s ciljem digitalizacije zdravstvenog dijagnostičkog sustava kojim će se omogućiti brža intervencija i modernizacija. Postizati će se brzina u davanju dijagnoze i spašavanju pacijenata. (Hrvatski zavod za hitnu medicinu, 2024.)

Slika 6. Telecordis



Izvor: <https://www.hzhm.hr/aktualno/novosti/nacionalni-plan-oporavka-i-otpornosti-potpisani-ugovori-o-dodjeli-bespovratnih-sredstava-za-projekte-telecordis-i-teletransfuzija>

3. SIGURNOST NA INTERNETU

U današnje vrijeme sigurnost na internetu sve je češća tema o kojoj se raspravlja. Smišljaju se rješenja te sagledavaju mogućnosti i radnje kojima se mogu zaštititi privatni podaci internetskih korisnika. Sigurnost na internetu obilježava niz sigurnosnih strategija koje se provode *online*.

Kada se govori o sigurnosti na internetu, koriste se pojmovi poput kibernetičkog napada i kibernetičke sigurnosti. Cilj kibernetičkog napada jest oduzeti važne dokumente i oštetiti sustave, odnosno dobiti kontrolu ili pristup nad njima u smislu poslovne ili privatne računalne mreže. Riječ je o zlouporabi tuđih informacija krađom identiteta uništavanjem i objavljivanjem privatnih informacija koje se nalaze na mreži. Hakeri se koriste različitim virusima, trojancima, računalnim crvima, špijunskim softverima i drugim oblicima zlonamjernog softvera koji imaju sposobnost krađe tuđih informacija od strane neovlaštenih osoba. (IBM Journal. 2024).

Slika 7. Opasnosti na internetu



Izvor: <https://tesla.carnet.hr/mod/book/tool/print/index.php?id=6701>

U internetskom svijetu prevladava pet vrsta prijetnji za internetsku sigurnost. To su: zlonamjerni softver, krađa identiteta, *botnet* mreže, neželjena pošta i gubitak podataka. Zlonamjerni softver omogućava pad mreže, odnosno sustava ili poslužitelja. Krađa identiteta (*phishing*) način je na koji hakeri prevarom navode korisnike da im pošalju osjetljive informacije. *Botnet* mreže (mreže robota) su mreže koje čine zaražena računala, odnosno zlonamjerni programi/virusi s pomoću kojih se zaraze računala s ciljem krađe osobnih podataka i slanja velike količine *spam* poruka. U neželjenoj pošti nalaze se *spam* poruke kojima se zarazi računalo i tako se ruši mreža. (IBM Journal. 2024).

Različiti su motivi kibernetičkog napada. Najčešći mogu biti politički, kriminalni i osobni. Kibernetičke napade uzrokuju različite kriminalne organizacije, državni akteri i privatne osobe čiji je cilj oštetiti podatke i dokumente, a „istovremeno mogu uključivati milijune osoba. Primjerice, *ransomware* napad u Irskoj iz 2021. godine zatvorio je većinu zdravstvenih usluga na nekoliko sati, što je ostavilo dugotrajne posljedice“ (Europski parlament, 2022).

Krađa bolničkih podataka i informacija o pacijentu mnogo je složenija jer se dovode u pitanje ljudski životi. Može imati posljedicu koja će se protezati godinama jer se i sami podatci u kartonima pacijenata skupljaju i ondje evidentiraju dulje vrijeme. Također bi došlo do velike prijetnje za ljudske živote i probleme s liječenjem pacijenata bez mogućnosti uvida u zdravstvene kartone.

Pojam suprotan kibernetičkom napadu jest pojam kibernetičke sigurnosti. Nastao je s ciljem osiguranja osobnih podataka na internetu. Riječ je o sigurnom kibernetičkom prostoru koji je preduvjet za jedinstveno digitalno tržište kako bi se korisnici internetske mreže mogli osjećati sigurno. Sigurnosna rješenja u ovom području odnose se na instaliranje antivirusnog softverskog proizvoda koji štiti uređaje od napada otkrivanjem i uklanjanjem virusa koji je haker poslao na računalo te sigurnosnih paketa krajnjih točaka koji uključuju sveobuhvatniji pristup internetskoj sigurnosti. Zadnje rješenje koje se spominje su upravitelji lozinki koji pomažu pohraniti i organizirati zaporke preko enkripcije, odnosno šifriranja u kriptografiji. Microsoft. (2024)

Kibernetički napadi pokušavaju se spriječiti na različite načine, i to ulaganjem u pouzdani sustav kibernetičke sigurnosti, edukacijama osoba koje koriste internet i imaju svoje podatke na internetu, organiziranjem tima za kibernetičku sigurnost na razini države, zapošljavanjem IT administratora u području zdravstva ili određenog poduzeća. Na razini

bolnice kibernetičku sigurnost moguće je ostvariti kontrolama provjere autentičnosti, i to ograničenjem neovlaštenog pristupa na daljinu medicinskim podacima i autentifikacijom pristupa medicinskim podacima. Protiv borbe neovlaštenog pristupa medicinskim zapisima najbolje su se pokazale primjene lozinka, odnosno korisničko ime i lozinka pacijenta ili liječnika. Potrebno je voditi brigu o osnivanju organizacija za sigurnost, imenovanju voditelja sigurnosti, pa i šefa sigurnosti vezane za kibernetički napad, uspostaviti određeni sustav ljudi, odnosno programera za brigu o sigurnosti administracije, odnosno medicinskim zapisima pacijenata.

Republika Hrvatska nastoji poboljšati dosadašnje radnje na području sigurnosti podataka. Agencija za zaštitu osobnih podataka izbacila je Opću uredbu o zaštiti osobnih podataka i Zakon o provedbi Opće uredbu o zaštiti podataka gdje je jasno napomenuto da je „pravo na zaštitu osobnih podataka jedno od temeljnih prava svakog čovjeka. Svrha zaštite osobnih podataka jest zaštita privatnog života te ostalih ljudskih prava i temeljnih sloboda u prikupljanju, obradi i korištenju osobnih podataka“ (Agencija za zaštitu podataka, 2018).

U Zakonu o zaštiti osobnih podataka zapisano je da je druga osoba u mogućnosti korištenja tuđih podataka samo pod uvjetom da im je osoba čiji se podatci koriste u svrhu istraživanja ili drugoga obaviještena o radnjama koje će se obavljati s njezinim podacima i da osoba čiji se podatci koriste da pisan pristanak drugoj strani. „Privola ispitanika je slobodno dano i izričito očitovanje volje ispitanika kojom on izražava svoju suglasnost s obradom njegovih osobnih podataka u određene svrhe“ (Narodne novine, 2012).

Zdravstvo se predstavlja kao rizično područje jer posljedice kibernetičkog napada na bolnicu mogu uzrokovati odgodu liječenja ili djelovanja, na primjer, odgodu hitnog medicinskog zahvata. Što se tiče ulaganja Europske unije u zaštitu od kibernetičkih napada, puno slabije rezultate ima od Amerikanaca koji su taj problem shvatili mnogo ozbiljnije. Potrebno je ulagati u kibernetičke sigurnosne mjere za osnovne i kritične usluge, kao i nadograditi zakone na razini Europske unije koja ulaže i radi na sigurnosti te jačanju mrežnog sustava preko Direktive o sigurnosti mrežnih i informatičkih sustava (NIS2).

Mrežni i informacijski sustavi i usluge igraju ključnu ulogu u društvu. Njihova pouzdanost i sigurnost važni su za gospodarske i društvene aktivnosti, a posebno za funkcioniranje unutarnjeg tržišta (Službena internetska stranica EU, 2016). Nakon te direktive Europski parlament donio je i pravila za bolju zaštitu osnovne infrastrukture EU-a. Sigurnost i povjerljivost podataka moguće je uspostaviti primjenom kriptografskog potpisa, lozinke i

korisničkog imena, što nudi *blockchain* tehnologija. Korisnici nisu oduševljeni s dijeljenjem njihovih privatnih i zdravstvenih podataka *online* gdje im svatko može ući u uvid ili ih hakirati. Privatnost i sigurnost *blockchain* tehnologije u vidu zdravstvenih podataka mogla bi se poboljšati s pružanjem sigurnog podatkovnog centra za elektroničku medicinsku evidenciju. Prednost *blockchain* tehnologije nudi mogućnost da se hakeri identificiraju i zaustave prije nego što se uzmu bilo kakve informacije. Tu se očituje njezina transparentnost. Sigurnost i upravljanje identitetom preko *blockchain* tehnologije sastoji se od identifikacije, autentifikacije i autorizacije pojedinca za pristup sustavima. Sigurnost podataka o klijentima čuva se u dosjeu, tzv. blokovima, gdje informacije uključuju korisničko ime, lozinke, evidenciju, povijest transakcije, novčane i druge podatke vezane za korisnika. Kada hakeri oštete podatke, dolazi do velike prijetnje za sigurnost identiteta. Nije strano i da hakeri prodaju podatke preko *darkneta*. *Blockchain* tehnologija ima mogućnost provjere identiteta koji je distribuiran preko glavne knjige i daje nade na tržištu upravljanja identitetom i pristupom (IAM). Omogućava se sigurna pohrana i upravljanje digitalnim ID-ovima za korisnike. U knjigu se zapravo pohranjuje digitalni identitet, suvereni identitet (SSI) koji kontrolira i čuva pravo pojedinca da otkrije različite aspekte svojeg identiteta u različitim domenama. Pohranjuje se lokalno u pametne mobitele korisnika usluge ili se jednostavno distribuira na *blockchain* mrežu. Kriptografski pandan sastoji se od korisničkog imena i lozinke. Kriptografija je slanje poruka koje mogu pročitati samo one osobe kojima su namijenjene u obliku šifre koju mogu razbiti iste te osobe. To su podaci namijenjeni samo toj osobi. Donosi autoritet iza svih transakcija. Odgovorna je za dokazivanje vlasništva podataka i provjeru njihove valjanosti da ne dođe do neprovjerenih podataka.

U literaturi se razlikuju dvije vrste kriptografije na *blockchain* mreži. To su: jednosmjerne funkcije raspršivanja (SHA-256) i asimetrična enkripcija (šifriranje javnog ključa). Jednosmjerne funkcije raspršivanja, nazvane SHA-256, ne dopuštaju da se algoritamski koristi za pronalaženje izvornih podataka, nego samo da bi se provjerilo je li došlo do promjene ili narušavanja sigurnosti u programu, internetskoj stranici koja se koristi i otvorena je preko poveznice. Ako se ustanovi da nema podudaranja šifre, odnosno brojeva između iznosa raspršivanja i izračuna koji se dobio nakon skidanja internetskog programa, u tijeku je prevara ili otimanje podataka. Asimetrična enkripcija uključuje pojmove poput privatnog i javnog ključa, a obavlja funkciju dvosmjerne kriptografije. Onaj koji neovlašteno pokuša upasti ili preuzeti podatke bez valjanog ključa dobit će samo beskorisne podatke. *Blockchain* za sigurnost na mreži koristi konsenzus gdje su skupljena određena pravila kojih se moraju pridržavati svi

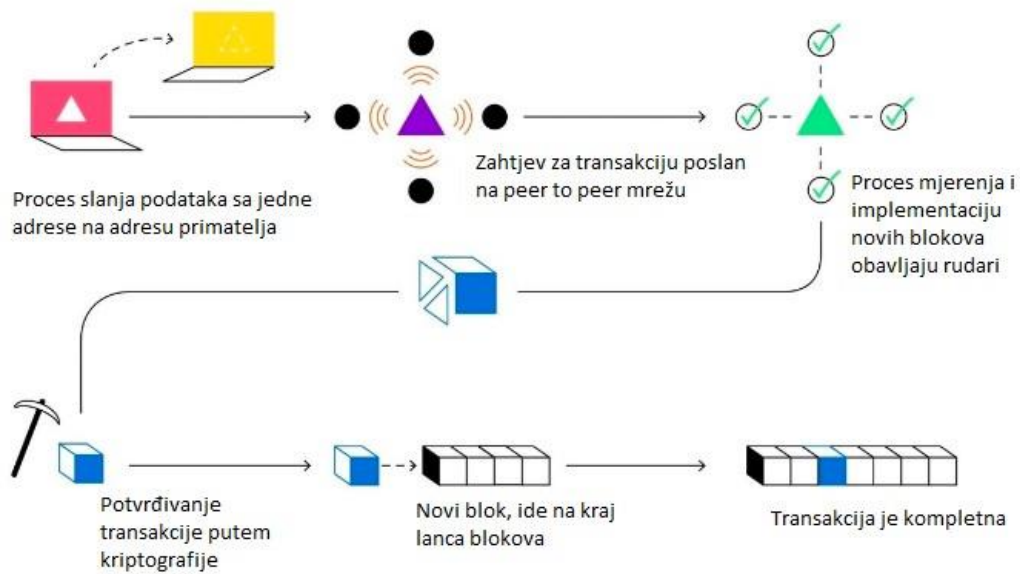
korisnici unutar *blockchain* tehnologije. Svaki redak baze podataka preslikava se na javni ključ ili adresu koju kontroliraju osobe s pravom pristupa i korištenja tih podataka. Valjana je ona transakcija koja pokušava modificirati red za koji postoji odgovarajući potpis. U sustavu upravljanja podataka pojedinac ima pravo ograničiti pristup svojim podacima ili odobriti pristup određenim ovlaštenim stranama. Takav se sustav definira Općom uredbom Europske unije o zaštiti podataka. Ako neka osoba dođe do tuđih informacija, važno je da se uključi sigurnost zaštite podataka na deidentifikaciju, odnosno da se ne znaju informacije kao što su ime i prezime, telefonski broj, broj osiguranja i identifikacijski broj. Pri tome se uklanjaju iz podataka i dolazi do nemogućnosti identifikacije.

Zdravstvena zaštita bori se za zaštitu podataka u smislu da ne postoji dovoljno pouzdanog i sigurnog podatkovnog puta. U zdravstvu elektronički zdravstveni karton (EHR) ima problem s vanjskim ugovaranjem privatnih zdravstvenih podataka u oblaku. Postoji opasnost od dobivanja privatnih zdravstvenih informacija neovlaštenim stranama. Cilj je osigurati još jaču sigurnost, privatnost podataka i osjetljivih podataka pacijenata. Za sada su zaštićeni sigurnim otiskom, a pohranjeni su u centraliziranim bazama podataka. Sve više pažnje dobiva pohrana elektroničkih zdravstvenih kartona na *blockchainu* jer se pokazalo da je moguće izvršiti veću sigurnost podataka. Elektronički zdravstveni kartoni pohranjuju se u distribuiranu knjigu preko sustava *Inter Planetary File System* (INPFS). Kada su tako pohranjeni, podatci su šifrirani, odnosno kodirani kriptografskim algoritmom za enkripciju s javnim ključem. Tako se *blockchain* pokazao kao koristan primjer za zaštitu medicinskih osjetljivih podataka. Zdravstvena industrija prikazuje povećanje sveobuhvatnog kršenja privatnosti podataka i neučinkovito upravljanje zdravstvenim zapisima. Otežavajuća je okolnost da pacijenti kontroliraju transparentnost i agilnost svojih zdravstvenih podataka. (Dräger., 2024).

4. BLOCKCHAIN TEHNOLOGIJA

Blockchain tehnologija distribuirana je baza podataka ili knjiga otvorenog koda koja povezuje povijest transakcija. Jednostavnije rečeno, to je digitalno knjigovodstvo. Može se dijeliti među svim korisnicima *blockchain* mreže. (Admirals., 2023). Podatci se spremaju na više računala koja se nalaze na različitim lokacijama, a mogu se neograničeno dodavati u blokovima. Međutim, ne mogu se nikada ukloniti ili uređivati bez konsenzusa. Funkcionira tako da se određeni broj podataka, odnosno informacija, pošalje s jedne adrese na drugu. Informacije se automatski premještaju s adrese pošiljatelja na adresu primatelja tih informacija bez trećeg posrednika. Nakon toga izvršava se uspostava na mrežu, uz zahtjev za transakciju koji je poslan na *peer to peer* mrežu. Ona ukazuje na ravnopravnost među dvjema stranama. Služi za distribuciju digitalnih datoteka. Sastoji se od broja kojim se koristi program tzv. rudarstva (eng. *nonce*) uključenog u zaglavlje bloka koji se zatim raspršuje. Nakon što se to zbroji i sagleda je li jednako ili manje od ciljane težine mreže, blok se dodaje u lanac blokova tzv. *blockchain*. Zatim slijedi postupak ocjenjivanja značajki mjernog postupka, provjeravanje zadovoljavaju li te značajke prethodno postavljena mjerila i implementacija novih blokova. Taj proces obavljaju rudari (svi korisnici na *blockchainu*) koji su nagrađeni novostvorenim jedinicama za svoju umreženost u osiguravanje sebe unutar mreže. *Blockchain* mreža, *nonce* ili mrežni čvorovi potvrđuju sve provedene transakcije unutar tog procesa. (Hayes A., 2023). Potvrđivanje je obavljeno preko kriptografije, odnosno kriptografskih potpisa. Taj se proces naziva tzv. rudarenje. U njemu dolazi do potvrđivanja transakcija i stvaranja novog bloka na lancu blokova. Provodi se softverskim aplikacijama koje se pokreću na informatičkim uređajima koji su dizajnirani posebno za rudarenje, odnosno integriranim krugovima dizajniranim za aplikacije. Taj novi blok s podacima dodaje se na sam kraj lanca blokova. Za sam kraj procesa sve je kompletno. Blok je vremenski zabilježen bez mogućnosti promjene ili uređivanja. Naglasak je da je potrebno voditi brigu o ograničenom broju podataka u svakom bloku. (Admirals., 2023).

Slika 8. Proces stvaranja *blockchaina*



Izvor: <https://www.startech.org.rs/blockchain-tehnologija>

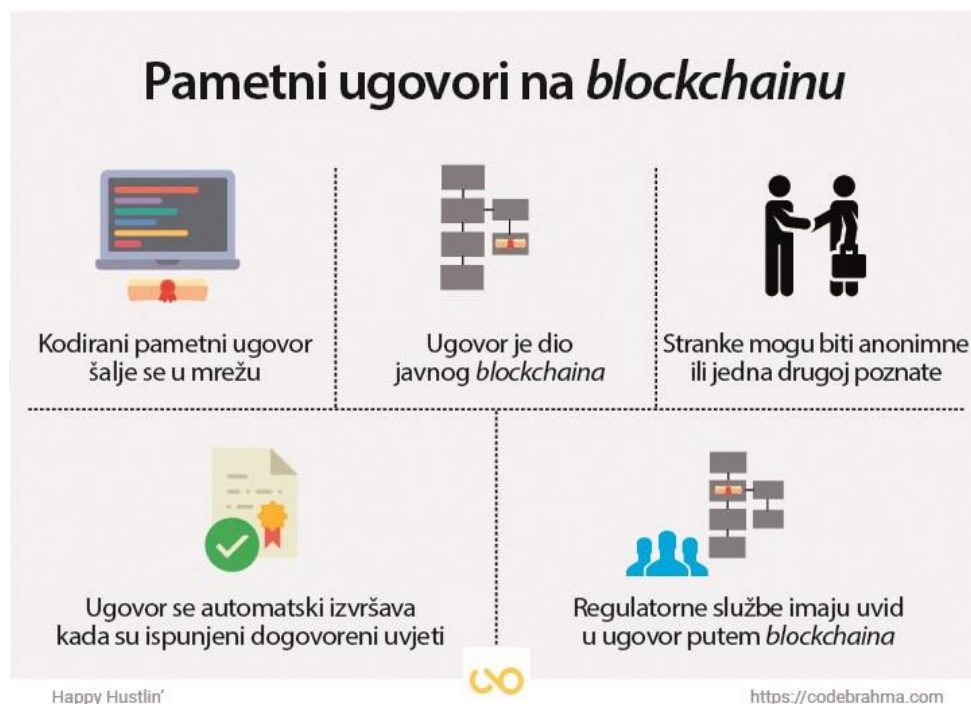
Mediion je aplikacija poznata u svijetu *blockchain* tehnologije u području zdravstva. Riječ je o platformi na lancu blokova čija je uloga povezati liječnika i pacijenta. Došlo bi se do olakšanja komunikacije preko videopoziva u obliku telekonzultacija. Internetskim putem liječnik bi imao mogućnost poslati pisane konzultacije ili savjete popraćene slikama ili videom. Tako bi u realnom vremenu na pacijentovo računalo bio zaprimljen liječnikov savjet. Uštedjelo bi se na vremenu naručivanja za pregled jer bi preko *blockchain* aplikacije došlo i do bržeg ugovaranja termina pregleda, bez fizičkog dolaska u ordinaciju ili preko telefonskih poziva. Pristup aplikaciji moguć je preko pametnog telefona nakon instalacije na Android i iOS uređaje. Pacijent se nakon instaliranja aplikacije dužan prijaviti, registrirati te unijeti korisničko ime i lozinku. U zdravstvu medicinska dokumentacija, automatizirane obavijesti i podsjetnici smanjuju nedolaske na preglede. Dolazi do pohranjivanja medicinskih podataka u karton i plaćanja usluge direktno u aplikaciji. Pacijent može kontaktirati s privatnim ordinacijama, poliklinikama, specijaliziranim zdravstvenim ustanovama, fizioterapeutskim ustanovama, kao i zdravstvenim osiguravajućim sustavima. Na aplikaciju se prijavljuju korisnici i davatelji usluga kako bi *blockchain* tehnologija funkcionirala.

Sigurnost i povjerljivost *blockchaina* temelji se na *kriptografskom hashu* koji povezuje tzv. blokove zapisa novododanih podataka sa svakim prethodnim informacijskim blokom stvarajući tako lanac blokova. Predstavlja sloj zaštite koji omogućava nepromjenjivost bloka. Riječ je o nizu tekstova koji identificiraju određene informacije unutar mreže *blockchaina*. Lanac blokova je kontinuiran i dosljedan. Može biti javan ili povjerljiv. Teže dolazi do problema s hakiranjem informacija na *blockchainu* jer se nalaze na milijun različitih mjesta unutar mreže, što otežava otimanje informacija, odnosno podataka s *blockchain* mreže. (Manku S., 2021.)

Tri ključne komponente koje su potrebne da se ostvari *blockchain* su: kriptografija privatnog ključa, distribucijska mreža sa zajedničkom knjigom te poticaj za održavanje mrežnih transakcija vođenja evidencije i sigurnosti. Novododani blok u lancu mora biti datiran i potvrđen od strane mrežnih čvorova. Sve su informacije kronološki poredane i zaštićene kriptografijom. Digitalnu knjigu moguće je duplicirati i podijeliti s ostalim računalima povezanim unutar mreže. Najviše se na *blockchain* mreži pohranjuju transakcije kriptovalutama, ali u novije vrijeme raspravlja se o rasipanju informacija. *Blockchain* bilježi podatke o bilo čemu. Najčešće je riječ o podacima vezanima za financijske transakcije te popise nekretnina i vlasništva u vladinim organizacijama i udrugama za primanje i brojenje glasova na izborima. *Blockchain* tehnologijom napajaju se autonomni uređaji, nosivi uređaji i određena vozila koja su povezana internetskom mrežom. Distribuirana su preko *peer to peer* mreže, aplikacije koja pokreće vozila i uređaje. U cilju je postići i ostvariti viziju tzv. pametnih gradova, pa čak i na razini različitih država, u mehanizmima za potvrđivanje kreditiranja, odobravanje kredita, mapiranja i oporavka od raznih vrsta kriza te u zdravstvenim ustanovama i organizacijama za prikaz medicinskih kartona i pomoći kod medicinskih ili sličnih istraživanja. Aplikacije *blockchaina* moguće je primijeniti u procesima transparentnima u opskrbi lijekovima i medicinskom opremom, brže medicinske akreditacije i elektroničkih medicinskih kartona (EHR), otkrivanja medicinskih prevara, upravljanja medicinskim i genomskim istraživanjem, poboljšavanja sigurnosti i obaveza koje se olakšavaju provedbom pametnih ugovora. Omogućavala bi se bolja kontrola i praćenje zdravstvenog sustava jer bi se osiguravao identitet pacijenta i pružatelja usluga. Važna karakteristika *blockchaina* za sigurnost korisnika smatra se kriptografija, odnosno adrese računa koje su stvorene s pomoću kriptografskog potpisa, što predstavlja lažno ime za korisnika (pseudonim). Poruke se neprestano kronološki slažu u tzv. blokove koji onda tvore *blockchain*. Sve je na jednom mjestu, ali na više lokacija na mreži. Nastaje povezanost između više računala. Poruke se razmjenjuju preko pametnih ugovora koji su temelj *blockchain* tehnologije. Digitalni ugovori potpisani su i

pohranjeni na *blockchain* mrežu. Dolazi do automatskog izvršenja pametnih ugovora kada su ispunjeni uvjeti tzv. konsenzusa. Čine temelj upotrebe *blockchaina* od tokena do decentraliziranih aplikacija. Njima se postiže to da obje strane u procesu izvrše svoj dio transakcije ili prijenosa podataka i sredstava bez uplitanja treće strane. Osoba koja je prva predložila pojam pametnih ugovora jest Sazbo davne 1994. godine. Okarakterizirao ih je kao mehanizme u procesu digitalne transakcije koji ostvaruju uvjete ugovora. Decentralizirane aplikacije pokreću pametne ugovore. Primjer gdje pametni ugovori imaju glavnu ulogu jest kada dobavljač proizvoda zakaže isporuku, a proizvođač zahtijeva plaćene sirovine. Može se uspostaviti plaćanje, automatsko vršenje otpreme ili isporuke. Prednost pametnih ugovora naspram tradicionalnih je u minutama potrebnima za izvršenje. Pametni ugovori provode se brže, dolazi do automatskog izvršenja ugovora, što ubrzava proces. Digitalno sklapanje ugovora preko pametnih ugovora pokazalo se odličnim kod uštede troškova. Programer izrađuje pametni ugovor pisanjem koda u kojem su jasno postavljene odredbe koje se moraju ispoštovati izvršenjem ugovora. Nakon što se obje strane usuglase kakva su pravila, programer šalje ugovor na mrežu. Nakon toga računala diljem svijeta imaju kopiju toga ugovora, s naglaskom da moraju biti korisnici mreže na kojoj se ugovor nalazi. Kako bi ugovor funkcionirao, potrebno je odraditi sve korake pametnog ugovora, a to su: određivanje ugovora, stvaranje ugovora, implementacija, uvjeti praćenja (pravila), izvršenje ugovora i snimanje. Izvršenje ugovora automatski se objavljuje na *blockchainu*. Djelovanje pametnog ugovora može biti vremenski ograničeno. Radnja se može izvršiti određenog datuma, primjerice, 1. siječnja 2026. U tom razdoblju nitko ne može mijenjati pravila ugovora jer zadani kod ne podržava takve radnje. (BassuMalick, C., 2023)

Slika 9. Pametni ugovori na *blockchainu*



Izvor: <https://www.bug.hr/tehnologije/sto-je-u-stvari-blockchain-i-kako-radi-3011>

U ovoj mreži razlikujemo dvije vrste *blockchaina*, javni i privatni. Javni *blockchain* vidljiv je svima. Svatko ima pravo pridružiti se i primijeniti izvorni softver. Koristi se u kriptovalutama – *bitcoinu* i *ethereumu*. *Bitcoin* je digitalni token koji predstavlja vrijednost, a funkcionira bez financijskog posrednika. Koristi se u svrhu različitih načina ulaganja ili kao alternativa *fiat* valutama (eurima, dolarima, francima...). Prvi je put dospio u upotrebu 2009. godine. Prikazan je kao token, digitalna valuta ili kriptovaluta. Prenosi se preko javnog ključa na javni ključ druge osobe, bez trećeg posrednika, odnosno državnih tijela. Za transakcije je potrebno imati aplikaciju digitalnog novčanika koja omogućava slanje i primanje sredstava. (Bitcoin.org., 2009-2024). *Ethereum* je platforma neizostavna kod *blockchaina*. Prati u stopu popularnost *bitcoina*. *Blockchain* platforma kojom upravlja zajednica preko *ether* valute osnovana je 2013. godine, što daje na znanje da *blockchain* tehnologija nije u upotrebi mnogo godina. Samim time pripada novoj informatičkoj tehnologiji. Riječ je o javnoj distribuiranoj mreži otvorenog koda koja se oslanja na korištenje pametnih ugovora. Transakcije se provjeravaju kao i kod svih *blockchainova* preko mrežnih čvorova kriptografskim potpisom i bilježe se javno u distribuiranu knjigu. Ugovori predstavljaju sposobnost da automatski

izvršavaju isplatu, zadane zadatke, uz ispunjenje određenih uvjeta bez trećeg posrednika. Naglasak je na velikom broju sudionika koji su uključeni u generiranje i provjeru blokova tzv. rudara. Koriste PoW (*Proof of Work*) i PoS (*Proof of Stake*) koji predstavljaju mehanizme konsenzusa. (BitcoinStore., 2022). Oslanjaju se na rudare koji rješavaju probleme nastale u *blockchainu* kako bi potvrdili transakcije i kako bi nastao novi blok koji ide na *blockchain*. Pokazalo se da takav način troši puno energije i ima loš utjecaj na okoliš, ali i na klimu. Nedostatak kod PoS-a jest taj što nema dovoljnu brzinu za masovno usvajanje, a javni *blockchain* prepoznatljiv je po velikom broju članova. Zanimljivo je kako javni *blockchainovi* mogu sudjelovati zajedno, što znači da korisnici dviju različitih platformi mogu razmjenjivati novčana sredstva. Naime, u svijetu postoji više javnih *blockchainova*. Osim *bitcoina* i *etheruma*, važan je i *dock blockchain*, platforma napravljena za decentralizaciju i pružanje rješenja za tvrtke i programere koji se koriste vjerodajnicama. Osigurava njihovu provjeru u bilo koje vrijeme. Ono što je zapravo i čini javnim *blockchainom* jest to što se vjerodajnice mogu provjeravati bez kontaktiranja njihova izdavatelja. Zanimljiv je smjer kojim se razvijaju *ethereum* i *dock blockchainovi*. Plan je da se te dvije platforme udruže, odnosno nastane tzv. *ethereum-dock* most. Time bi se korisnicima omogućilo premještanje imovine s *etheruma* na *dock* i obrnuto. Postigla bi se interoperabilnost između dvaju lanaca blokova. Korisnici će dobiti mogućnost iskorištavanja prednosti obaju lanca, a da DPP-ove izgrade samo na jednom lancu blokova, primjerice, *etherumu*. Prednost ovakvog načina povezivanja blokova jest u tome što će korisnici moći birati u koji će lanac prenositi, odnosno koji je jeftiniji. (Dock., 2022).

Kod privatnih *blockchainova* situacija je malo drukčija. Ovlast za stvaranje novih blokova i njihovo dodavanje u lanac tiče se samo jednog tijela. Sudjelovanje je moguće samo sa središnje lokacije. Nitko izvana ne može sudjelovati. Važno je napomenuti da se takav oblik *blockchaina* još istražuje i ne postoji prava klasifikacija. Uključuje i generalizira sve *blockchain* sustave koji, naravno, nisu javni te se odnose na korištenje privatnog ključa, lozinke i adrese korisnika. Rade za privatne tvrtke i organizacije koje se ne žele javno izlagati sa svojim podacima. Tako prilagođavaju svoje postavke, pristupačnost, autorizaciju i druge sigurnosne postavke.

4.1. Ciljevi uvođenja *blockchaina* u zdravstvo

Blockchain tehnologija pokazala se važnom u području financija, odnosno u financijskim transakcijama. Sve se više govori o njezinoj primjeni u zdravstvu i dobrobitima koje bi ta tehnologija donijela tom području. Glavni cilj bio bi brži prijenos podataka, zaprimanje pacijentovih podataka između liječnika i specijalista, razmjena pacijentovih podataka te primanje savjeta specijalista iz drugih klinika i bolnica koje se nalaze i izvan granica države. Došlo bi se do brže komunikacije između stručnjaka, bržeg donošenja najboljeg rješenja, načina liječenja i postavljanja dijagnoze pacijenta. Pacijent bi tada imao veću priliku upravljanja svojim zdravstvenim podacima i uvid u svoj zdravstveni sustav, što trenutačno nije u mogućnosti. Cilj bi bio brže, učinkovitije i profesionalnije donošenje odluka vezanih za pacijentovo zdravlje, što utječe na pacijentovu dobrobit, obostranu korist za liječnika i pacijenta te uštedu vremena. Interes za primjenu *blockchaina* sve se više pokazuje u svim područjima zanimanja. Industrije i tvrtke koriste ga u svrhu ispitivanja i istraživanja zdravlja stanovništva, a nepromjenjivi zapisi o kliničkim ispitivanjima, rezultatima i zaključcima u obliku blokovnih lanaca s vremenskom oznakom. Također, omogućava vremensko praćenje. Riješili bi se potencijalni problemi s promjenama ishoda liječenja, samoga lijeka i selektivnog izvješćivanja u istraživanjima.

Primjena *blockchain* tehnologije u farmaceutskoj industriji odnosi se na smanjenje učestalih prevara, prodaje sumnjivih supstanci na crnom tržištu i pogrešaka koje su nastale u istraživanju. Došlo bi se do sve većih provjera malverzacija s lijekovima, a lakše bi se pratile i sanirale razne prevare i pokušaji ilegalne prodaje i uzimanja različitih lijekova. Također, primjena se odnosi i na praćenje i vođenje zdravstvenih podataka, interoperabilnost, presuđivanje potraživanja i upravljanje naplatom, internetsku sigurnost i integritet te podrijetlo lanca opskrbe lijekovima. Dugoročni plan jest upotreba *blockchaina* u neuroznanosti, primjena u kliničkoj praksi, reguliranje plaćanja medicinskih usluga u edukacijama i predavanjima, analiza velikih datoteka u istraživanjima i u pravnim svrhama kao dokazni materijal u sudskom sporu. U zdravstvenom sustavu *blockchain* je koristan u situacijama provođenja kliničke prakse gdje bi došlo do brže razmjene podataka, rješavanja zahtjeva i upravljanja uplatom. Olakšala bi se komunikacija između HZZO-a, bolnica i pacijenata. Načini plaćanja bili bi manje komplicirani jer ne bi trebala biti prisutna treća strana za plaćanje poput banke. Plaćanje bi se izvodilo iznimno preko relacije uplatitelj – primatelj, a to bi u ovom slučaju bio HZZO. S ciljem skraćivanja platnog puta došlo bi se do bržeg prijenosa novca. *Blockchain* tehnologija koristila bi se i u upravljanju

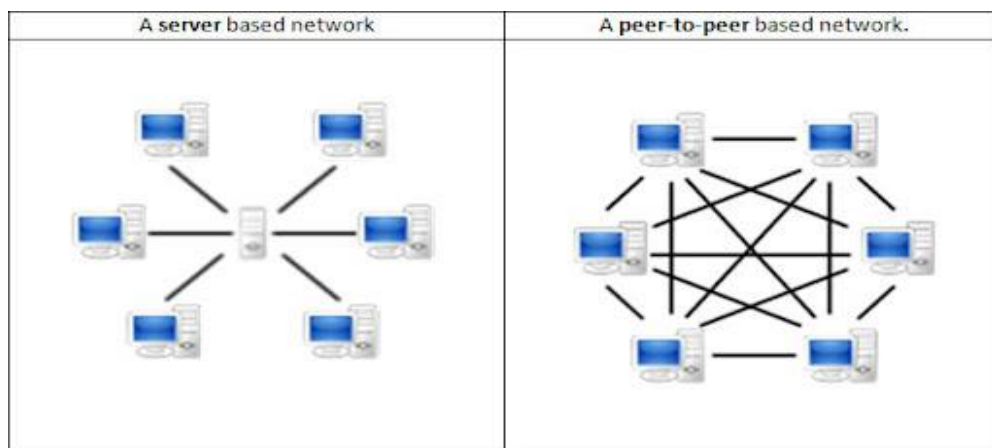
lijekovima koji bi se lakše pratili da ne dođe do njihova krivotvorenja i zlouporabe na recept. Sve su transakcije lijekova preko e-recepta sigurne i zaštićene, pohranjene u blokove u lancima koji se ne mogu mijenjati. Vodila bi se evidencija o izdanim lijekovima pacijenata, pratila kretanja lijekova i provjeravali svi zahtjevi za lijekove. Pacijent bi imao korisničko ime i lozinku, mogućnost pristupa svojim zdravstvenim podacima u bilo kojem trenutku i pravo odlučivanja o pravu na pristup njegovim podacima. Također, imao bi pravo kontrole nad svojim zdravstvenim podacima odnosno kartonima. Cilj je da se preko *blockchain* tehnologije dijele podatci pacijenata između svih zdravstvenih dionika. To bi uključivalo dijeljenje otpusnog pisma i dijagnoze pacijenata. E-karton sadrži podatke o kroničnim stanjima, dijagnozama, alergijama, evidenciji o cijepljenju, trenutnom načinu liječenja i njegovu ishodu. Došlo bi se do brže komunikacije između liječnika i specijalista, zdravstvenih ustanova, zdravstvenih sustava u drugim državama u Europi, ali i u svijetu. Poboljšalo bi se donošenje odluka jer *blockchain* omogućava liječnicima i specijalistima s različitih lokacija da pregledaju istu osobu, odnosno uvid u zdravstvene podatke osobe u stvarnom vremenu i ne dugom vremenskom razmaku. Pretvara medicinske zapise o pacijentu u blokove, odnosno lance koje je nemoguće mijenjati, čime se ubrzava medicinska akreditacija. Osnažuje pacijentima njihovu osobnost i autoritet tako da preuzimaju vlasništvo nad svojim podacima. Podržava mehanizme pristanka gdje je pacijent vlasnik podataka. Mora odobriti drugoj strani pristanak ako želi upravljati njegovim privatnim zdravstvenim podacima. U svrhu istraživanja to se pokazalo odličnim rješenjem za lakšu evidenciju i sigurnost u istraživanju. Osiguravatelji zdravstvenih usluga također imaju cilj da se *blockchain* što više primjenjuje jer se ubrzavaju procesi prijenosa i dobivanja zahtjeva i potvrda, štedi se vrijeme, smanjuju se troškovi eliminacijom posrednika, odnosno treće strane. Farmaceutske tvrtke dodaju sudionike za klinička ispitivanja sa svojim nepromijenjenim zapisima, što omogućava lakše praćenje i evidenciju prijenosa lijekova, dobivanje različitih zahtjeva za lijekove, bolju kontrolu i nadzor, s mogućnosti uočavanja krivotvorenja lijekova. *Blockchain* aplikacije mogu točno identificirati ozbiljne pogreške, pa čak i pogreške opasne u medicinskom polju. Cilj uvođenja transparentnosti u dijeljenje medicinskih podataka moguće je uz pomoć *blockchaina*. Jedno mjesto u mreži može se koristiti za pohranu podataka o pacijentu pa je dijagnosticiranje jednostavnije jer se sve nalazi na jednom mjestu jednim klikom računalnog miša. S ovom tehnologijom praćenje pacijenata u stvarnom vremenu, a ne s odmakom od nekoliko dana, tjedana ili mjeseci, poteškoće s prometnom infrastrukturom i udaljenim mjestima od bolnica, više ne bi bili problem. Cilj uvođenja *blockchain* tehnologije jest brža transakcija zdravstvenih podataka između osiguravatelja, pacijenata, klinika, liječnika

i specijalista, uz dozvolu samog pacijenta koji upravlja svojim zdravstvenim podacima u stvarnom vremenu.

4.2. Prednosti primjene *blockchain* tehnologije

Zlatni standard za *blockchain* tehnologiju odnosi se na zaštitu podataka, digitalni identitet, kibernetičku sigurnost i interoperabilnost. Odvijaju se transakcije bez odobrenja ili uključivanja treće strane, što štedi troškove i vrijeme prijenosa podataka ili novčanog iznosa. Moguće je izvršiti kupnju bez uplitanja banke, između uplatitelja i primatelja plaćanja, odnosno korisnika usluge i izvršitelja usluge. Dolazi do izvršenja posudbe ili pozajmljivanja sredstava bez uključivanja skupih finansijskih institucija. Transakcije se izvršavaju u nekoliko koraka i minuta bez ikakvih komplikacija i gubljenja vremena. Odsutnost posrednika gleda se kao prednost *blockchain* tehnologije. Aplikacije koje se primjenjuju nisu skupe i moguće ih je imati na pametnim uređajima, mobitelima ili tabletima. Pouzdanost podataka osigurana je preko *peer to peer* baze podataka te postoji mogućnost najnovije sigurnosne kopije podataka. (Kumar, U. 2022).

Slika 10. Usporedba mreže s poslužiteljem i *peer to peer*



Izvor: http://racfor.zesoi.fer.hr/doku.php?id=racfor_wiki:malware:forenzika_p2p_mreza

Podatci se nalaze na milijun lokacija pa je hakerima teže ući u trag privatnih podataka, hakirati sustave ili umetnuti lažne podatke. Hakeri se kod *blockchaina* mogu identificirati i zaustaviti prije nego što se uzmu bilo kakve informacije jer je transparentan i sve korisnike drži

odgovornima. Tako se mogu pratiti svi njihovi kriptografski potpisi odnosno *hashovi*. Podržava umetanje novih vrsta, klasa aplikacija i poslovnih modela, što predstavlja *blockchain* kao raznovrsnu tehnologiju s puno mogućnosti i veliku zainteresiranost javnosti za primjenu tehnologije u brojnim područjima, od ekonomije, bankarstva, zdravstva, do farmaceutske industrije. Riječ je o tehnologiji koja nalazi sve više mjesta u svim poslovnim područjima. Temelji se na inovativnim primjenama i tehnologijama. *Blockchainovi* nemaju radno vrijeme tako da je pristup blokovima podataka moguć od 0 do 24. Samim time, omogućeno je cjelodnevno praćenje podataka. Zapisi mogu biti dostupni svim članovima zajednice. Nitko ne može promijeniti ni pokušati zlouporabiti proces razmjene podataka. Pacijent ima pravo kontrole nad svojim zdravstvenim podacima preko korisničkog imena i lozinke, odlučiti tko od drugih strana može pristupiti njegovim podacima i znati za što će se koristiti njegovi podatci. Riječ je o stabilnom i sigurnom skupu podataka zbog kriptografskog zapisa kojim korisnici mogu komunicirati preko transakcija različitih vrsta. Omogućava se unos kliničkih podataka koji se nalaze u blokovima u nepromjenjivim lancima. Time se sprječava ugroza pacijentovih povjerljivih podataka. Karakterizira ga decentralizacija. To znači da je *blockchain* decentralizirana knjiga koju održavaju sami korisnici. Njima se daje autoritet i pravo da sami upravljaju svojim transakcijama i podacima unutar *blockchain* mreže. Time se olakšava medicinska komunikacija između osiguravatelja, zdravstvenih ustanova, pacijenta i farmaceutskih tvrtki. Zahvaljujući korisničkom imenu i lozinki, osigurava se povjerljivost i sigurnost podataka. Prednost je i što se podatci pohranjuju kronološki pa ne može doći do zabune kada je koji podatak unesen i kada je što napravljeno. Velik je broj *blockchain* mreža i svaka se od njih može duplicirati i podijeliti, a ima i širok raspon mogućnosti. *Blockchain* tehnologija upravlja i pristupa šifriranim podacima o pacijentu te ih pohranjuje. Takvi predloženi okviri mogu se koristiti za praktičnu provedbu u smislu brže dijagnoze, načina i ishoda liječenja pacijenta. Jednom kada se nešto unese, zabilježeno je i nema mijenjanja jer se koriste kriptografski potpisi. Može identificirati veliki broj podataka. Ne postoji ograničenje koliko se podataka može unijeti u *blockchain* lanac, dok je unos podataka u blok ograničen. Joshi, I. (2023).

Mogućnosti primjene *blockchaina* su beskonačne. Identitet korisnika skriven je iza kriptografskog imena i potpisa. Može se prepoznati samo po njihovoj javnoj adresi. Neki dijelovi kriptografije zabilježeni su još kod starih Grka u 5. st. pr. Kr. Ljudi su međusobno razmjenjivali šifrirane poruke, a razumjeli su ih samo pošiljatelj i primatelj. (Dujella A, 2007.)

Danas je pojam kriptografije malo drukčiji, ali smisao je ostao isti. Ovakav način pisanja poruka i čuvanja dokumenata osmišljen je kako bi se osigurao nesiguran komunikacijski kanal. Pošiljalatelj šalje poruku koja je transformirana unaprijed dogovorenim ključem. Potom se odvija šifriranje. Šifru prepoznaju samo pošiljalatelj i primatelj. Tada se dobiva poruka ili informacija koja se zove šifrat čija je uloga da treća osoba, koja želi neovlašteno ući u posjed informacija, to ne uspije. Tako je informacija ili poruka zaštićena i sigurna od hakera. Kada se prođe taj dio komunikacijskog lanca, dolazi se do dešifriranja, odnosno primatelj prepoznaje lozinku ili šifru. Dobiva informaciju brzo i bez opasnosti da je netko treći ugrozi ili pokuša izmijeniti poslanu poruku.

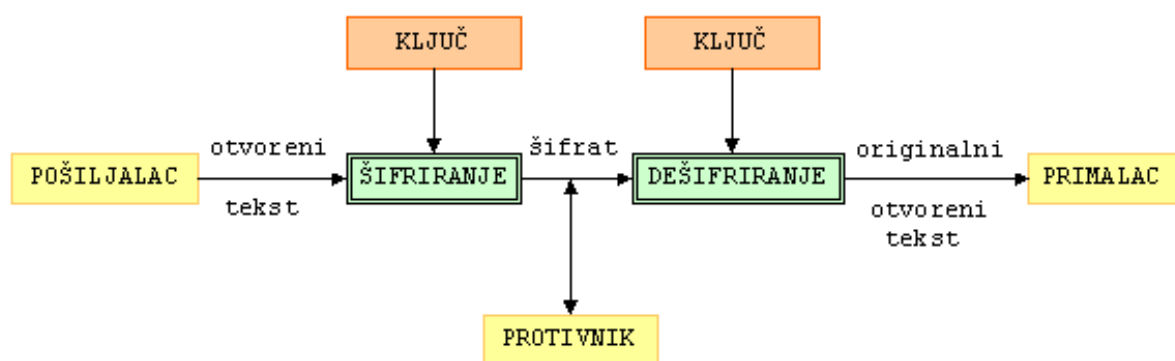
Prednosti *blockchain* tehnologije u zdravstvu su različite, ali potrebno je i dalje istraživati i obraćati pažnju na njih da ih se pronađe. Jedna od dobiti *blockchain* tehnologije jest osiguravanje zdravstvenih podataka o pacijentu kriptografijom i odvijanje brže komunikacije između zdravstvene ustanove i ljekarne, odnosno upravljanje lancem opskrbe lijekova. Tako se može bolje kontrolirati transportiranje lijekova, a smanjuje se ilegalno podizanje i prodaja lijekova. Nemoguće je podići lijek, a da o tome nije obaviješten i upućen liječnik koji vodi terapiju. Pojedinačni longitudinalni zapisi o pacijentu postaju bolje zaštićeni i spremljeni su svi na jednom mjestu. Doktor opće prakse ili specijalist dobiva mogućnost da brzo pregleda zdravstveni karton pacijenta i na temelju toga donese točnu dijagnozu i bolji način liječenja. Opskrbni je lanac optimiziran. U njemu se kontrolira da zadani proizvod na siguran način dođe do osobe kojoj je namijenjen. Osigurava se kontrola u transportu lijekova od ljekarne do pacijenta tako da pacijent ne mora dugo čekati na lijek od ljekarnika, a ljekarnik puno utrošiti vremena na recept od liječnika. *Blockchain* tehnologijom postiže se dosljednost uzimanja i plaćanja lijekova koji su pod kontrolom liječnika. Sam proces odvija se plaćanjem kriptovalutama. Zato je u platformu uključen tzv. digitalni novčanik. Kriptovalute su vrsta digitalnog novca, a digitalni novčanik elektronička verzija pravog i stvarnog novčanika. Digitalni novčanik omogućava pohranu podataka o plaćanju i sredstvima plaćanja (kriptovalutama). Siguran je jer sadrži kriptografiju, biometrijsku autentifikaciju koja podrazumijeva otisak prsta ili prepoznavanje korisnika po crtama njegova lica. Za dodatnu zaštitu digitalnog novčanika koristi se tokenizacija. Korisnik dobiva specifičan token sa svojim korisničkim imenom i lozinkom. Decentralizirana pohrana medicinskih zapisa još je jedna od specifičnih pozitivnih strana *blockchaina*. (Joshi, I., 2023).

Blockchain tehnologija pokazala se dobrom kod ažuriranja upravljanja lancem medicinske opskrbe i kontrole lijekova u ljekarnama, ali i u stvarnom vremenu za pacijenta da mu uvijek

bude dostupna terapija koju mu je prepisao liječnik. Stalni napredak i želja za napretkom omogućava i napredak samog zdravstvenog sustava. To se iskazuje na poboljšanju rezultata liječenja pacijenata. Svi medicinski zapisi, nalazi i radiološke snimke nalaze se u elektroničkom zdravstvenom kartonu koji je siguran. Tako liječnik ili djelatnik hitne pomoći može u slučaju ozbiljne zdravstvene situacije dobiti brzo sve informacije o pacijentu koje su ključne za dobivanje pozitivnog ishoda liječenja i dobre brze reakcije. Zahvaljujući svim mobilnim i računalnim uređajima, proces donošenja dijagnoze i odluka postao je jednostavniji i brži. *Blockchain* tehnologija pokazala se kao dobro rješenje za poboljšanje provođenja medicinskih istraživanja. Razlog tome je što istraživač cijelo vrijeme ima dostupne podatke i ne može ih tako lako izgubiti kao što je to bio slučaj s papirnatim zapisima. (Smojver, M., 2024).

Za današnja istraživanja i pregled svih informacija potrebno je mnogo vremena. Kada su informacije na jednom mjestu, cijeli proces postaje lakši i brži. Prednost je i što tijekom istraživanja jednom viđena informacija ostaje zauvijek ista jer ih je nemoguće mijenjati kada su jednom upisane u neki od *blockchain* blokova. Važna su istraživanja u zdravstvenom sustavu i potrebno je stalno njihovo provođenje. U tom iscrpnom procesu istraživanja *blockchain* tehnologija može uvelike pomoći.

Slika 11. Kriptografija



Izvor: <https://web.math.pmf.unizg.hr/~duje/kript/osnovni.html>

4.3. Usporedba tradicionalnog pristupa i *blockchaina*

Općenito govoreći, vezano za primjer banaka, *blockchain* je kod *bitcoina* izazvao mogućnost velikih gubitaka i dobitaka novca. Tradicionalno sigurno ulaganje pokazalo se sigurnijim od *blockchain* načina ulaganja, i to na primjeru *bitcoina*. Sigurnije su potvrde o depozitu, plemeniti metali ili trezorski zapisi. Razlika između tradicionalnog pohranjivanja podataka i na *blockchainu* u strukturi je podataka i načinu na koji im se pristupa. Važno je samo da se kod *blockchain* tehnologije dobro čuva privatni ključ jer se ne može ukrasti lako zbog načina na koji radi *blockchain* tehnologija. Činjenica je da se svijet mijenja s novim tehnologijama i načinima liječenja. U ovom podnaslovu bit će riječi o prednostima i nedostacima između primjene *blockchaina* u zdravstvu i tradicionalnog uobičajenog pristupa liječenju.

Elektronički zdravstveni kartoni (EHR) pokazali su se brzim i sigurnim načinom unosa i uvida u zdravstvene podatke pacijenta i dijeljenja istih. Prikaz podataka između bolnica i pacijenta, doktora i pacijenta nikada se nije činio jednostavnijim i bržim uvidom u stanje pacijenta. Omogućava se uvid u pacijentov karton i u drugoj ustanovi, drugom gradu ili drugoj državi. Brže stiže drugo ili treće profesionalno mišljenje koje olakšava liječnikovu odluku o načinu liječenja ili donošenju dijagnoze. S tradicionalne strane, čak i ako su organizacije željne dijeljenja podataka pacijenata, njihova sigurnost nije osigurana. Ako nema brzog dijeljenja podataka, pacijentu se rade ponovne pretrage, analize i ispitivanja jer nema vremena za čekanje podataka koji su napravljani. Čak i s ponovljenim testovima, rezultati stižu brže, što ponovno dovodi pacijenta u neugodnu situaciju (izrade testova, trpljenje neugode, straha i bolova). Prolaženjem istoga gubi se povjerljivost prema liječniku i cijelom zdravstvenom sustavu, ali i novac i resursi. Pohranjivanje i dijeljenje zdravstvenih zapisa preko *blockchaina* omogućava deskriptivnu knjigu koja se može integrirati u sustavu za upravljanje digitalnim zdravstvenim zapisima. Oni zapisi koji su uvedeni u digitalnu knjigu ne mogu se mijenjati ili brisati. Tako se štiti autoritet pacijenta i zaštita podataka. Svaki zapis povezan je s ključem, korisničkim imenom i lozinkom pa je teže izvršiti krađu podataka. Neovlašteni pristup podacima i sama sigurna pohrana osigurava povjerenje korisnika, zaštitu podataka i njihovo dijeljenje. U tradicionalnoj praksi događale su se situacije kada je dolazilo do zamjene dijagnoza i liječničkih kartona, što kod *blockchaina* nije praksa. Neovlašteni pristup podacima moguć je ako nisu dobro razrađeni svi uvjeti zaštite podataka. Podatci se nalaze na fizički vidljivom mjestu, s

možnosti zamjene ili uzimanja podataka. Trenutačno u zdravstvenim sustavima onemogućen je ili uskraćen pacijentov pristup podacima ili upravljanja vlastitim podacima. Pristup medicinskim podacima usmjeren je na samu instituciju, odnosno na bolnice, pružatelje osiguranja i druge zdravstvene ustanove. Kod *blockchain* tehnologije usmjerenost je na samog pacijenta, odnosno korisnika usluge, koji ima pravo upravljanja svojim podacima, odlučivanja tko ima pravo pristupa njegovim podacima, kada i pod kojim uvjetima mora dati pristanak za korištenje svojim podacima drugim stranama. Preko *blockchaina* izbjegavaju se transakcije u kojima mora sudjelovati treća strana. Sve transakcije odvijaju se preko dviju strana. Kod kliničkih ispitivanja važna je organiziranost, pristupačnost podataka i kronološki redoslijed. Sve to omogućuje *blockchain* koji podatke čini transparentnima. Istraživači moraju tražiti pristanak za upravljanje tuđim podacima. Mogu identificirati studije s upitnim protokolima i spriječiti njihovo objavljivanje. Svi dokumenti kliničkih ispitivanja vremenski su označeni i sigurnosno pohranjeni. Tradicionalnim načinom, bez primjene današnje tehnologije, otežano je istraživanje zbog težeg organiziranja vremena i ograničenog pristupa podacima. Ponekad je teško održati kronološki red podataka i medicinskih zapisa. Zatrpčnost podacima i dokumentima traži veću organiziranost istraživača i duže razdoblje nabavljanja podataka. Obično je potrebno i nekoliko mjeseci da se dobije prihod. *Blockchain* tehnologijom omogućuje se upravljanje financijama kliničkog ispitivanja, ubrzani postupak transakcija plaćanja bez trećeg posrednika, primjerice, banke. Naknade se dobivaju odmah nakon izvršenja zadatka istraživanja. Podržava veću sigurnost podataka s enkripcijom, kriptografskim potpisom, šifriranjem podataka. Daljnja *anonimizacija* olakšava sigurno pohranjivanje i dijeljenje. Podrška nosivim medicinskim uređajima olakšava snimanje i siguran prijenos IoT podataka od uređaja do uređaja. Pametni ugovori pomažu medicinskom sektoru da smanji troškove eliminacijom posrednika, odnosno treće strane. Zahvaljujući pametnim ugovorima, nisu potrebni posrednici poput odvjetnika, što čini proces bržim, jeftinijim i učinkovitijim. *Smart contracts* ili pametni ugovori sami se izvršavaju s obzirom na uvjete sporazuma između kupca i prodavatelja držeći se konsenzusa. Uvjeti su zapisani u redcima koda koji se nalazi u *blockchainu*. Bez e-recepta moguće je manipulirati praćenjem i podizanjem lijekova, kao i samim krivotvorenjem lijekova. Preko *blockchaina* moguća je brža komunikacija na relaciji liječnik – ljekarnik. Pacijentu se omogućava da odmah nakon posjeta liječniku dođe u ljekarnu. Ljekarnik je već zaprimio popis lijekova za pacijenta te mu ih može odmah isporučiti. Komunikacija se odvija na relaciji liječnik – ljekarnik, a ne tradicionalno na relaciji liječnik – pacijent – ljekarnik, čime se štede vrijeme, novac i resursi. Preko *blockchaina* poboljšava se kontrola i upravljanje lancem opskrbe lijekova. Također je moguća provjera vjerodajnica i medicinskih dozvola. Takav način pokazao

se bržim i pouzdanijim zamjenama koje se ne oslanjaju na izravne ljudske referencije. Brže je zapošljavanje, a poboljšana je transparentnost i povjerenje među proizvođačima (farmaceutskim tvrtkama), bolnicama i pacijentima. *Blockchain* tehnologija na više različitih računala omogućava brži uvid u medicinske kartone pacijenata. Sveobuhvatnim pregledom kartona pacijenta pacijent upravlja pristankom za dijeljenje podataka. Ima kontrolu nad evidencijom vlastitih osjetljivih medicinskih podataka. S pomoću pametnih telefona dobivaju se obavijesti kada se njihovi podatci ažuriraju. Mogu dijeliti punu ili djelomičnu evidenciju s liječnikom ili nekom drugom zdravstvenom ustanovom ili organizacijom. Osiguravatelji zdravstvenih usluga ili HZZO-a u Hrvatskoj mogli bi lako koristiti *online* potvrde s pacijentom izravno bez posrednika, odnosno treće strane. Sam bi postupak bio brži i jednostavniji u samo nekoliko koraka. U zdravstvenim ustanovama bez ove tehnologije gubi se vrijeme kada pacijentov karton dugo putuje između pacijenta, liječnika ili doktora specijalista. Zahvaljujući *blockchainu*, udaljenost između ustanova i profesionalnih liječnika više ne bi bila problem, kao i problem pristupa pacijenata u udaljenim ili ruralnim sredinama. Prekogranična plaćanja tradicionalnim načinom vrlo su skupa i dugotrajna. *Blockchain* tehnologija uključuje *peer to peer* transakcije, što podrazumijeva brzu isplatu prekograničnog plaćanja.

Tablica 1. Usporedba tradicionalnog i *blockchain* tehnologije

TRADICIONALNO	BLOCKCHAIN TEHNOLOGIJA
Tko upravlja sustavom?	
centralizirane vlasti	konsenzus (konsenzusni algoritam)
Pitanje privatnosti?	
implementaciju obavlja institucija	korisnici preko pseudonima
Vrijeme prijenosa podataka?	
ponekad i danima - sporo	nekoliko sekundi - brzo
Koja je kriptografska tehnika?	
dodatne usluge	zadana kriptografska tehnika
Integracija?	

nije siguran	dizajn zaštićen od neovlaštenog otvaranja
Podrijetlo podataka?	
nije izvedivo trenutno	praćenje u budućnost
Energija?	
manja potrošnja	veća potrošnja

Izvor: Sistematizacija autora

4.4. Potencijalni problemi i izazovi uvođenja *blockchaina* u zdravstvo

Blockchain tehnologija je kao baza podataka opisana prvi put 1982. godine. Sadrži nedovoljno propisa i zakona jer je relativno nova. *Bitcoin* se spominje 2009. godine, a *ethereum* 2013. godine. Prepreka je nedostatak jasnih regulatornih smjernica. Neregulirano okruženje donosi pravne probleme za korisnika i za sam sustav. Sigurnost je jedan od problema uvođenja *blockchaina*. Prije se naglašavalo da je siguran sustav, i to mu je davalo prednost i motiv za uvođenje u sustav, ali nije imun na sve vrste računanih napada. Potencijalna opasnost mogao bi biti napad na mrežu od 51 % u kojem skupina tzv. rudara (korisnika *blockchaina*) kontrolira mreže većom računalnom snagom mreže. To daje mogućnost manipulacije digitalnom knjigom. Važno je da ga nije toliko realno izvesti dođe li do toga da veći broj korisnika kontrolira neovlašteno s podacima u *blockchainu*, ali nije ni za izostavljanje takve vrste scenarija. Decentralizacija se gubi, a uvodi se centralizacija. Određenim korisnicima mreže daje se previše ovlasti i autoriteta. U pitanje se može dovesti nedostatak privatnosti podataka jer su *blockchain*

transakcije uglavnom javno dostupne. Rješenje ovog problema nalazi se u tome da se fokus stavi na privatni ključ i korištenje korisničkog imena uz lozinku. Podacima se može jedino pristupiti uz pristanak korisnika tzv. privatnim *blockchainom*. Ako korisnik izgubi privatni ključ, može zauvijek izgubiti pristup svojim podacima. Kao rješenje moglo bi biti ako imate više kopija privatnog ključa. Ako izgubite originalan ključ, možete se osloniti na jednu od kopija. Negativna je strana ugroženost zapisa u slučaju da netko može pristupiti jednoj od kopija ključa. Treba naglasiti da je nakon generiranja podataka promjena privatnog ključa nemoguća. Velik broj korisnika koji se nalaze u mreži i pridružuju joj se, mogu napraviti problem za implementaciju *blockchaina* u zdravstvo. U tom je slučaju sustav sporiji, ograničen je broj transakcija i povećani su troškovi korisnika. Rezultat uvođenja *blockchaina* u zdravstveni sustav jest složenost sustava koja zahtijeva posvećenost i edukaciju korisnika, visoko troškovno održavanje, korisničko iskustvo i tehničko znanje. Nedostatak toga je prepreka u implementiranju *blockchaina* u sustav. Složenost *blockchain* tehnologije kao rezultat ima obeshrabrivanje nekih zdravstvenih institucija i organizacija u njegovo uvođenje.

Nerealno je očekivati da svi sustavi mogu omogućiti skupe hardverske i softverske sustave kakve zahtijeva *blockchain*. Nedostatak je velika energetska potrošnja koja negativno utječe na klimu i nastaje ekološki problem. „Prema nekim procjenama, jedna *ethereum* transakcija može imati ugljični otisak od oko 35 kWh, što je jednako mjesečnoj potrošnji energije prosječnog stanovnika EU-a“ (Blog platform Unicorn, 2023). Jednom kada je nešto uneseno u lančani blok nema više mogućnosti mijenjanja, uređivanja ili brisanja unesenih podataka. Informacije postaju nepovratne. Također, nije dobro kada dođe do neke pogreške ili nesporazuma. Tada, također, nema mjesta ispravljanju. Može biti prisutno neovlašteno upravljanje informacijama jer se nalaze na internetskoj mreži. Izazov može biti i upravljanje vlastitim identitetom, što predstavlja složenost i teškoće za korisnika u smislu prevelike odgovornosti i moći nad upravljanjem svojim podacima jer ne uspije kontrolirati i manipulirati podacima zbog složenosti sustava. Jedan je od problema i usklađenost sa zahtjevima privatnosti podataka, kao i vremenski zahtjevni procesi koji se javljaju kod velikog opterećenja mreže. Potrebno je i dalje raditi na nesavršenosti konsenzusnih mehanizama i poboljšati konsenzus s ciljem da bude još sigurniji i bolji od ovoga sada. Postavlja se pitanje na koji bi način društvo prihvatilo takve promjene u zdravstvenom sustavu. Treba biti svjestan da šira društvena prihvaćenost može biti potencijalni problem. Stanovništvo starije populacije nije s oduševljenjem prihvatilo sve veće uplitanje tehnologije u područje zdravstva. Postoji fantomski strah od toga da tehnologija ne prevlada svijetom i da će se izgubiti tradicionalni ljudski pristup

stvarima i zdravstvu općenito. U ovim situacijama i liječnici, koji se dulje vrijeme nalaze u bolnicama ili oni koji su pred mirovinom, ne vide prednosti današnjih tehnologija, nego se i dalje priklanjaju papiru i olovci ne imajući povjerenje u nove tehnološke programe i računala. Rješenje bi bilo da postepeno započnu usvajati tehnike *blockchaina*, počevši od malih *blockchainova*. Javlja se nedostatak zaposlenika koji bi upravljali *blockchain* tehnologijom, ali i softverskih inženjera za *blockchain*. Prisutni su i visoki troškovi implementacije provođenja *blockchaina*. Moraju se zaposliti programeri *blockchaina* i programeri *blockchain* softvera kako bi izgradili aplikacije temeljene na *blockchainu* i udovoljili hardverskim zahtjevima. S druge strane, društvo kao takvo može imati stigmatu od nove tehnologije. Dolaskom novih zaposlenika dolazi do zamjene radnih mjesta, davanja otkaza zaposlenicima koji više nisu potrebni za obavljanje poslova koje bi sad obavljao *blockchain*. Poželjna je prilagodba nacionalnog elektroničkog medicinskog zapisa koji se temelji na blokadi od strane globalne zajednice. Zahtijevat će prihvaćanje protokola za kodiranje medicinskih informacija, poticanje društva, pojedinca i pružatelja zdravstvenih usluga da usvoje takav sustav zapisivanja kartona. Kao rezultat može se očekivati poskupljenje sredstava i resursa vezanih za *blockchain*.

Blockchain je preskup sustav za zdravstvo. Postavlja se pitanje isplati li se riskirati i uložiti u takvu tehnologiju s obzirom na to da pruža veliku prednost u istraživanju, financiranju medicinskih usluga i napretku globalnog zdravlja. Primjer takvog načina riskiranja i ulaganja u *blockchain* jest Estonija koja dobiva dobrobiti takvog pristupa liječenju. Prva je europska država koja je uvela *blockchain* u zdravstvo, europski inovator i začetnik *blockchaina* u zdravstvu. Za takvo što potrebno je izraditi dobre smjernice, osigurati sigurnost podataka i uložiti u infrastrukturu. Estonija je surađivala s Guardtimeom, privatnom tvrtkom za sigurnost podataka koja osigurava zdravstvene kartone više od milijun građana. Infrastruktura koju su izgradili jest blok, lanac zdravstvenih kartona, gdje se osigurava sigurnost zapisa i istovremeno široka dostupnost ovlaštenim organizacijama. U zdravstvu, ako dođe do poremećaja u mreži, padu ili napadu mreže u sustavu tehnologije *blockchain*, posljedica može biti smrt pacijenta. U ovim uvjetima podatci pacijenta na *blockchainu* mogu imati značajnu ulogu u spašavanju nečijeg života zahvaljujući bržem donošenju dijagnoza, reakciji liječnika i tijeku liječenja pacijenta. Ako se ne reagira na vrijeme, ne omogući pristup medicinskim podacima i ne saznaju određene pojedinosti o liječenju pacijenta, može doći do smrti pacijenta. U ovim je sekundama potrebna brza reakcija liječnika ili specijalista. (Boulos, M. N. K.; Wilson, J. T. ; Clauson, K. A., 2018.)

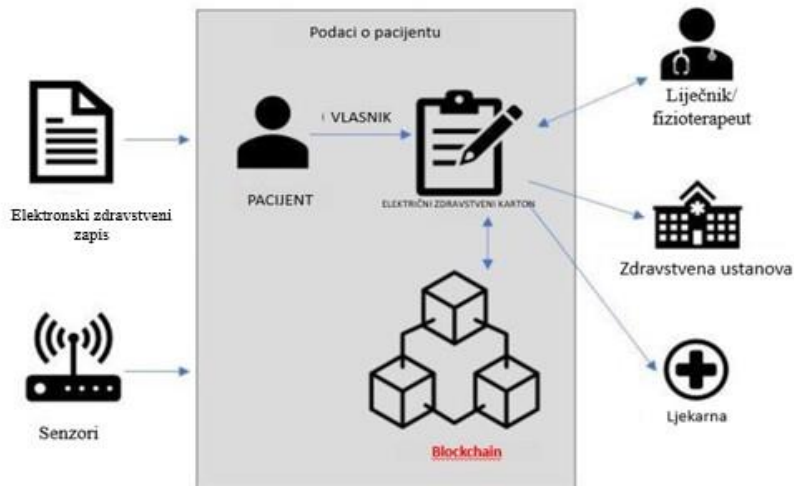
5. PRIMJENA *BLOCKCHAINA* U FIZIOTERAPIJI

U ovom poglavlju prikazuje se primjena *blockchaina* u fizioterapiji gdje se sve više pokazuje zanimanje za istraživanje i pronalaženje dobrobiti uvođenja navedene tehnologije. Do prije nekoliko godina ta vrsta tehnologije bila je potpuna nepoznanica za primjenjivanje u fizikalnoj praksi. Samom primjenom olakšava se upravljanje zdravstvenim kartonima, ali i samom fizikalnom terapijom. Nepromjenjivi zapisi omogućavaju kontinuirano praćenje pacijentova puta tijekom rehabilitacije, fizioterapijskog plana i programa. Kod pacijenata uključenih u fizioterapijski proces ključno je da se detaljno dokumentira njihov napredak i provedene radnje iz dana u dan. Podatci o pacijentu nakon što se unesu u *blockchain*, ne mogu se više mijenjati. Tako se dobiva povjerljiv i pouzdan zapis o pacijentovu tijeku terapije i samom napretku u terapiji. *Blockchain* tehnologija ima prednost što je decentralizirana. Cijeli proces odvija se bez treće strane, sa samo dva sudionika. Omogućava bilježenje povijesti protoka fizikalne terapije pacijenta. Pacijenti imaju pravo kontrole i odlučivanja nad svojim zdravstvenim podacima. Odlučuju kome će i iz kojih opravdanih razloga ustupiti uvid u svoj zdravstveni ili fizioterapijski karton. Zdravstveni podatci mogu se dati na uvid nekom drugom fizioterapeutu ili doktoru fizioterapije, ali nakon toga moguće je i opozvati tu odluku. Pacijent određuje vrijeme koje će liječnik imati na raspolaganju za uvid u fizioterapijski plan i program. Interoperabilnost omogućava holistički pregled na fizikalni pregled i tijekom fizikalne terapije. *Blockchain* tehnologija omogućava smanjenje prevara odnosno ilegalno preuzimanje podataka. Lako se može ući u trag onome tko pokuša manipulirati tuđim zdravstvenim podacima jer sustav bilježi sve prijave i pokušaje ulaska u sustav te ih prijavljuje vlasniku podataka u cilju sprječavanja lažnih aktivnosti i naplate u osiguravajućim ustanovama. Kod istraživanja i napretka u fizikalnoj terapiji uvelike pomaže *blockchain* tehnologija. Scenarij u kojemu fizioterapeut liječi pacijenta s moždanim udarom izgleda tako da fizioterapeut bilježi vježbe svake sesije, način izvođenja tih vježbi i pacijentov napredak. Zabilježeni podatci ostaju dio sigurnog nepromjenjivog zapisa koji će u budućnosti pomoći u napretku fizikalne terapije. Fizikalni djelatnici nadaju se da će kroz takve decentralizirane aplikacije *blockchain* zdravstveni sustav biti pripremljen za dio skrbi usmjerene na pacijenta u fizikalnoj terapiji. Fizioterapeutima *blockchain* sustav omogućava pristup zdravstvenim kartonima preko *peer to peer* mreže, što uključuje provjeravanje podataka bez komunikacije sa središnjim sustavom. Fizioterapeutima se stvaranjem *peer to peer* mreže omogućava novo pružanje usluga i nove

metode njihova naplaćivanja. Preko *peer to peer* mreže pacijent i liječnik povezani su bez treće osobe. Ako fizioterapeut radi u privatnoj klinici, uvjetuje plaćanje i primanje uplate u kriptovalutama ili nečemu sličnom. Pametni ugovori ili *smart contract* ključni su za prikaz uvjeta plaćanja i provedbu usluge. Tako bi se u području fizikalne terapije ubrzale sve dozvole, zahtjevi i pristanci za provođenje fizikalne terapije. Uvjeti ugovora kodirani su i ne mogu se mijenjati nakon slanja na platformu. Pametni ugovori pojednostavljaju administrativne poslove kao što su registracija pacijenata, izdavanje računa za fizikalne usluge ili obrada različitih zahtjeva. Popunjavanje i dobivanje dozvole bilo bi ubrzano, kao i obrasci pristanka i uvjeti plaćanja. Time se omogućava rad u multidisciplinarnim timovima zbog različitih platformi i pružatelja usluga, što rezultira kohezivnim fizioterapijskim planom liječenja. Pacijentov pristup fizioterapijskom i medicinskom kartonu omogućava veću ulogu pacijenta, podizanje samopouzdanja i motivacije te viđenja dobrobiti fizioterapije. Kako bi fizioterapijski tretman imao pozitivne ishode, ključna je motivacija, usredotočenost i volja pacijenta za napretkom. Sama naplata postaje jednostavnija jer su pružene usluge bilježene u *blockchainu* i automatski se naplaćuju. Na primjeru bolesnika koji se rehabilitira nakon operacije kuka bilježe se podaci o svakom napretku i sesiji. Ako bi se našao neki haker koji bi želio izmijeniti ili zlouporabiti privatne podatke pacijenta, *blockchain* bi taj pokušaj registrirao i pokušao spriječiti malverzacije. Važnost privatnog ključa vidljiva je na primjeru kada fizioterapeut daje pacijentu novi plan liječenja kartonom koji je na *blockchain* platformi. Plan liječenja dostupan je samo korisnicima s odgovarajućim ključem za šifriranje. U nekim slučajevima pristup je omogućen zdravstvenim djelatnicima koji skrbe za pacijenta. Decentralizacija omogućava da pacijent odobri pristanak uvida u svoj karton nekom drugom fizioterapeutu. Ako se nađe u situaciji da je njegov fizioterapeut odsutan, spriječen je i dolazak na fizikalnu terapiju. Tako se sprječava neovlašteni ulazak u medicinsku dokumentaciju i mogućnost pristupa podacima od strane bilo kojeg drugog fizioterapeuta. Revizijski tragovi za odgovornost odličan su mehanizam u slučaju ako dođe do nekog pravnog spora jer je sve datirano i zapisano te *blockchain* pamti sve ono što je uneseno. Ako dođe do tužbe zbog kršenja Zakona o privatnosti podataka o neovlaštenom ulazu u *blockchain*, tehnologija bilježi kada se što unijelo i iz kojeg razloga. U tom slučaju svi uneseni podaci u sustav moraju biti vidljivi i mogu poslužiti kao dokazni materijal. Klinika u Švicarskoj implementirala je sustav temeljen na *blockchainu* za upravljanje zapisima pacijenata, što je rezultiralo značajnim smanjenjem neovlaštenog pristupa. *Blockchain* osigurava da se podaci o pacijentu nakon fizikalne terapije ne mogu mijenjati ili brisati, čime se kontinuirano zapisuje povijest i praćenje bolesti. Toronto, SAD i Melbourneu neke su od država koje provode *blockchain* tehnologiju u zdravstvu, točnije u fizikalnoj terapiji. Ishodi

primjene *blockchaina* u zdravstvu pokazali su se zadovoljavajući. U SAD-u pametni ugovori isplaćivali su fizioterapijsku uslugu. Plaćanje ide odmah po završetku tretmana, što dovodi do smanjenja troškova, ali i administrativnih poslova. (FasterCapital., 2024).

Slika 12. Prikaz procesa odvijanja *blockchaina* u zdravstvenim ustanovama



Izvor: <https://www.mdpi.com/1424-8220/20/22/6538>

Jedna od ideja za moderniziranje fizikalne terapije jest izrada fizioterapeutskog pacijentova novčića tzv. *patient coina*. Riječ je o fizioterapeutskom *blockchainu* koji predstavlja kovanice, odnosno digitalni token koji se koristi za zakazivanje termina fizikalne terapije i naplatu iste. Token je dizajniran za pokretanje digitalne ekonomije u području privatne fizioterapije. Pacijent dobiva *patient coin* preko pametnog ugovora. Moguće ga je koristiti samo uz prijavu preko računa. To je platforma koja omogućava dijeljenje pacijentovih podataka, zakazivanje termina fizikalne terapije te smanjenje troškova i administracije. Pacijenti na taj način dogovaraju fizikalne preglede, termine fizikalne terapije i dobivaju obavijest kada trebaju doći k fizioterapeutu. Ova vrsta tehnologije potiče motivaciju kod pacijenata jer fizioterapeut preko aplikacije može pružiti popust pacijentu za svoje usluge ili određene fizioterapijske proizvode. Fizioterapeutu je cijelo vrijeme omogućeno praćenje stanja pacijenta i njegovo napredovanje u fizikalnoj terapiji čime dolazi do boljeg pružanja zdravstvene skrbi, a samim time i boljih ishoda liječenja. Pacijenti imaju veće ovlasti što se tiče kontrole nad svojim zdravstvenim podacima.

Pojednostavljuje se proces dijeljenja zdravstvenih podataka te unos podataka u sustav, odnosno zdravstveni karton pacijenta. Platformu *patient coin* moguće je koristiti samo uz prijavu preko računa. Sama ideja osmišljena je s ciljem da se fizioterapijske ustanove bolje promoviraju *online*. Pacijenti bi na mreži trebali ostavljati određene recenzije koje bi sustav bilježio te ih nagrađivao *patient coinom*. Tako bi pacijent dobivao popuste s obzirom na zarađeni broj *patient coina*. Ovakva bi se platforma u budućnosti mogla pokazati korisnom i zanimljivom budućim pacijentima fizikalne terapije. U SAD-u postoji mobilna platforma pod nazivom PatientMD koja svojim pacijentima omogućava pristup i korištenje *patient coina*. Pacijent dobiva token preko pametnih ugovora kao motivaciju za određivanje fizikalne terapije kod kuće, koordinaciju, pridržavanje uzimanja lijekova ili slično. Fizioterapeut preko internetske platforme dobiva na uvid pacijentovu angažiranost za pacijentov problem i mogućnost da nagradi pacijenta. Nagrada može biti u smislu popusta na terapiju ili neke druge fizioterapeutske usluge. Osim u području fizikalne terapije, ovu vrstu tehnologije preko *blockchaina* moguće je koristiti i za istraživanja, recenzije, telemedicinu, umjetnu inteligenciju, zdravstveni turizam, naručivanje termina liječenja, edukacije i prikaz različitih događaja koji promoviraju zdravlje. (Mazumdar, J., 2023).

Slika 13. *Patient bitcoin*



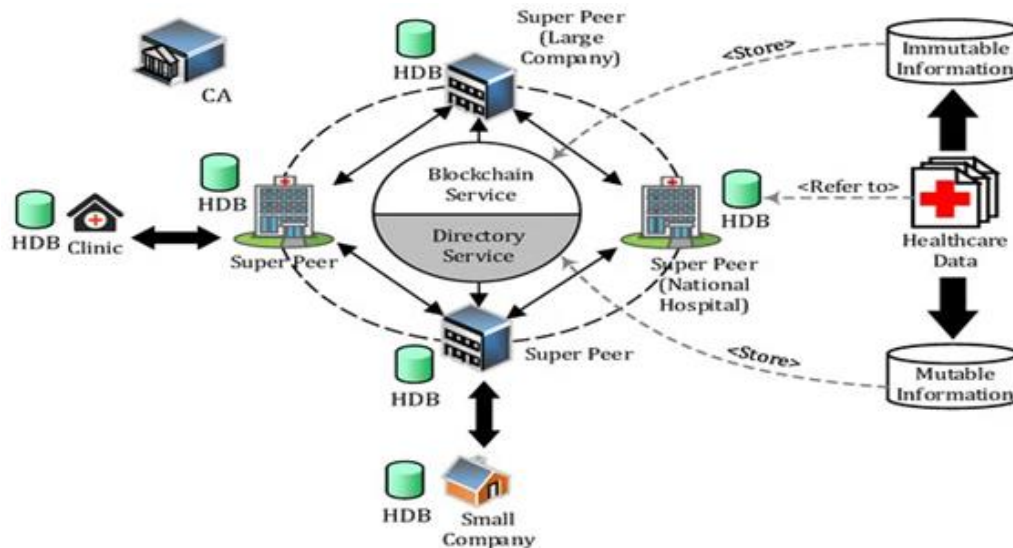
Izvor: <https://coinbrain.com/coins/arbi-0xe3a7b813881b355fdc8d08e35fe4c9a2af036102>

5.1. *MediiOchain* u fizioterapiji

MediiOchain je zdravstvena platforma na *blockchainu* koja upravlja medicinskim podacima primjenom lanca blokova. Informacije bi se pohranjivale na oblaku koji bi bio odgovoran za njihovo pohranjivanje. Specifičnim oblikom dijeljenja mreže bio bi javno dostupan i distribuiran između svih suradnika zdravstvenog sustava. U isto vrijeme radilo bi se na potpunoj zaštićenosti od neovlaštenog pristupa podacima. Pacijent bi bio jedini koji može dati pristanak za uvid u njegov karton. Izradio bi se siguran i samoodrživ registar svih zapisa i informacija o zdravstvenom stanju i statusu pacijenta, od fizioterapijske procjene, plana fizioterapije, načina provođenja fizikalne terapije, do ishoda primjene fizikalne terapije. Takav istraživačko-razvojni projekt u planu je Europske unije koja bi ga i subvencionirala iz svojih fondova. Cilj je postići učinkovitije i brže liječenje, provesti fizikalnu terapiju, brinuti se o zdravlju, tjelesnoj aktivnosti, prehrani i sl. Pacijent bi ostvarivao lakšu komunikaciju i razmjenu informacija s liječnikom, osiguravajućim društvom ili zdravstvenim ustanovama. Pruža se mogućnost jednostavnog i kontroliranog pacijentova uvida u vježbe koje može raditi kod kuće. Projekt govori općenito o zdravstvu, ali takav pristup *blockchain* tehnologije mogao bi se primijeniti i na fizioterapiju. Arhitektonski je osmišljen da povezuje sve zdravstvene usluge. U tom procesu dolazi do dijeljenja zdravstvenih podataka koji se temelje na sesiji sastavljenoj od generiranja podataka, njezinim upravljanjem i sigurnim ključevima. Sesija predstavlja omogućenu vezu između dva računala. Proces se provodi u aplikaciji *MediiChain* tako da davatelj fizioterapijske usluge prikuplja zdravstvene fizioterapeutske podatke pacijenta preko medicinskih uređaja i različitih senzora na *blockchain*. Njegova je uloga stvoriti događaj (engl. *event*) i poslati ga u *blockchain* koji ga dodaje u novonapravljeni blok s drugim zaprimljenim blokovima tvoreći lanac. Kako bi sve funkcioniralo prema planu, potrebno je da davatelj usluge u novi unos doda inventar pacijenta za opisivanje podataka. Pacijent preko dešifriranja i šifriranja podataka može odobriti pristup podноситelju zahtjeva za pristup podacima preko sesije. Odabire podatke koje želi poslati, stvara sesiju s odabranim opisom podataka, šifrira je i sažima, stvara događaj i šalje *blockchain* fizioterapeutu koji je zdravstveni djelatnik. Takav stvoreni blok za dijeljenje ide na kraj lanca. Kada se šifrira sadržaj i stvori ključ sesije, podatci dolaze fizioterapeutu. Kada fizioterapeut primi sesiju, radi provjeru stanja sesije, odnosno potpis poruke i raspon zahtjeva. Ako su svi podatci valjani i provjereni, vraćaju se podноситelju zahtjeva. Osigurani su i zaštićeni preko asimetrične enkripcije podataka koja predstavlja jednu od najjačih zadnjih obrana od pokušaja krađe podataka. Šanse da netko ukrade podatke gotovo

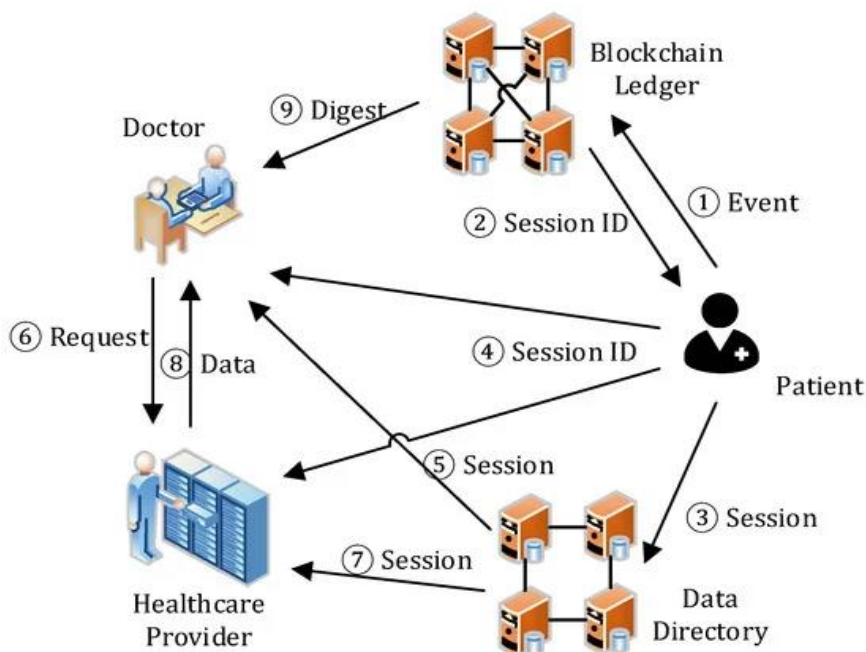
su nemoguće jer ta osoba nema odgovarajuće deskriptivne ključeve. Njih mogu imati samo pošiljalac i primatelj informacija koji su dogovorili o tome koji će sigurni ključ koristiti. Sljedeći korak u procesu koji se odvija u *blockchainu* jest upravljanje ključevima. Kada se pacijent registrira, on i njegov fizioterapeut, ujedno i pružatelj usluge, razmjenjuju javne ključeve za stvaranje inventara. U situaciji kada podnositelju zahtjeva treba pristup zdravstvenim podacima, pacijentov javni ključ bit će uključen u zahtjev i pohranjen na *blockchain* dijeljenju. Kada dođe do opoziva sesije, pacijent uklanja odgovarajući ključ iz kućišta. Potrebno je kopiranje ključeva da bi se provjerila autentičnost dijeljene poruke. (Shen, B., Guo, J., Yang, Y., 2019)

Slika 14. Arhitektura *Mediichain*



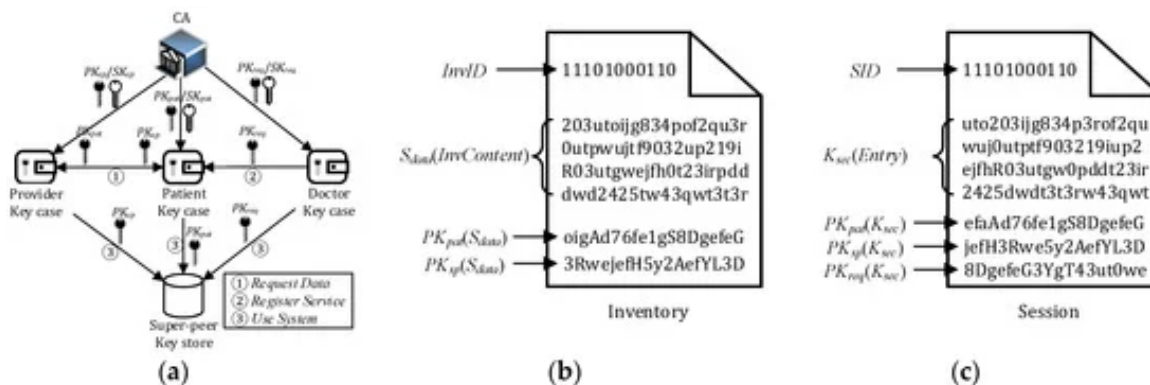
Izvor: <https://www.mdpi.com/2076-3417/9/6/1207>

Slika 15. Proces dijeljenja podataka na temelju sesije



Izvor: <https://www.mdpi.com/2076-3417/9/6/1207>

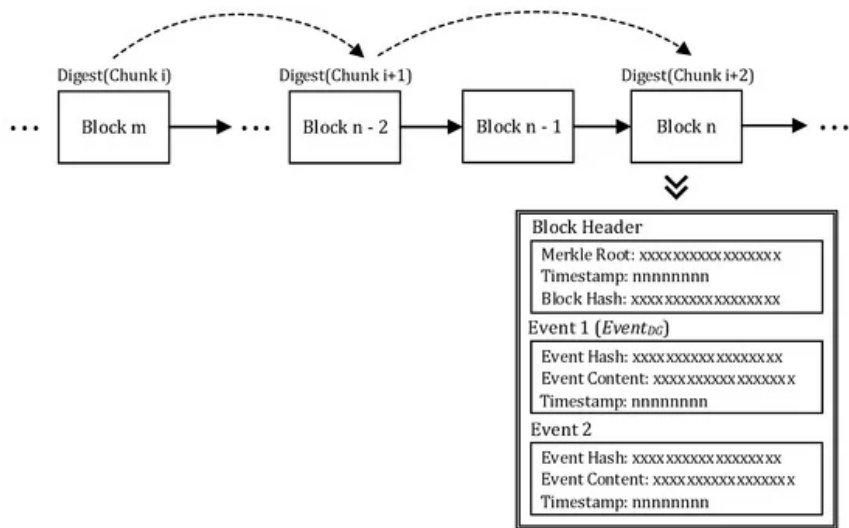
Slika 16. Shema upravljanja ključem



Izvor: <https://www.mdpi.com/2076-3417/9/6/1207>

S obzirom na to da je *blockchain* u zdravstvu usmjeren na pacijenta, ali i sama fizikalna terapija, dolazi se do zaključka da im je to zajednička karakteristika. Fizikalna terapija usmjerena je na individualizam pacijenta, kao i multidisciplinarni pristup koji joj može omogućiti *blockchain* tehnologija.

Slika 17. Prikaz blokova lanaca u zdravstvu



Izvor: <https://www.mdpi.com/2076-3417/9/6/1207>

6. RASPRAVA

Blockchain tehnologija pokazala je i opravdala interes mnogih zdravstvenih organizacija za njezinu primjenu u sustav. Međutim, to danas nije široko primijenjena tehnologija niti je preporučena kao standard ili nadstandard u praksi. *Blockchain* koji omogućava stvaranje zdravstvene platforme od zdravstvenih podataka pacijenta mogao bi ubrzati i uštedjeti vrijeme pregleda, skupljanja i provjere zdravstvenih podataka o pacijentu. Ti blokovi unutar lanca blokova, koji se vežu jedan za drugi nakon provjere transakcija, sadržavali bi zdravstvene kartone pacijenta ili cijeli zapis provođenja fizikalne terapije i plana fizioterapije. Sama transakcija novčanih sredstava za plaćanje usluga u privatnim bolnicama bila bi ubrzana. Uplata bi se mogla izvršiti odmah po završetku tretmana, pregleda ili fizikalne terapije. *Blockchainom* bi se postigao cilj da pacijent bude u središtu slučaja, da se njegovo mišljenje i stav cijene te da se uvažava pacijentova samouvjerenost i motiviranost. To bi potencijalno bio način da se i pacijentu dopusti kontrola i mogućnost provjere svojeg zdravstvenog ili fizioterapijskog kartona, odnosno uvid u zdravstvene podatke u bilo koje doba dana ili na bilo kojem mjestu. Tako bi treće strane ispale iz procesa prijenosa podataka ili bi u komunikaciji to bili samo pacijent i zdravstvena ustanova ili organizacija. U državnim bolnicama došlo bi do smanjenja uloge same vlasti, odnosno države. Komunikacija *blockchaina* odvijala bi se na relaciji pacijent – liječnik, bez uplitanja države, vlade, banke ili neke treće strane. Prema rezultatima istraživanja mogla bi se postići visoka sigurnost jer je moguće spriječiti, ali i utvrditi tko je pokušao ukrasti podatke zbog korisničkih imena koja se nalaze u sustavu *blockchaina*. Stvarnost je zapravo da je internetska mreža sama po sebi nesigurna i može doći do velikih povreda privatnosti podataka. Danas sve što se nalazi na internetu ne garantira stopostotnu sigurnost za korisnika usluga.

Na istraživačko pitanje o tome koje su prednosti i ograničenja primjene *blockchain* tehnologije u zdravstvu, može se odgovoriti da su to brža komunikacija i pacijentova veća ovlaštenost u kontroli i pristupu vlastitim medicinskim podacima. Ograničenja se nalaze u problemu osiguravanja korisnika, sigurnosti podataka i prihvaćenosti takva načina pristupa podacima od strane pacijenta odnosno korisnika.

Na istraživačko pitanje o tome očekuje li se uskoro veća primjena *blockchain* tehnologije u zdravstvu, može se odgovoriti da je neće biti u skorijoj budućnosti. Razlog tome je što *blockchain* tehnologija pruža više ograničenja i negativnih rezultata u zdravstvenoj praksi nego pozitivnih rezultata i rješenja zdravstvenih problema.

Na istraživačko pitanje o tome je li *blockchain* tehnologija prihvatljiva za kompleksne sustave kao što je zdravstvo, može se potvrdno odgovoriti. Na to ukazuje podatak da neke zemlje koje su *blockchain* prihvatile u zdravstvu za sada ne nailaze na ikakve probleme. Međutim, što se tiče sagledavanje cjelokupne situacije i same organizacije zdravstvenog sustava, smatra se da je potrebno puno dodatnog ulaganja, nove radne snage, kao i edukacije svih ljudi u zdravstvenom sustavu, a i samih pacijenata, što nije jednostavno izvedivo, pa bi vrlo vjerojatno dovelo do novih problema u zdravstvenom sustavu.

Na istraživačko pitanje o tome kakve se dobrobiti primjenom ove tehnologije očekuju na području fizioterapije, može se odgovoriti da su to smanjene liste čekanja i papirologija u administrativnom radu, dok pacijenti na pametnom uređaju imaju uvid u svoje fizioterapijske kartone i mogu brže doći do vježbi ili fizioterapijskog plana koje im je prepisao fizioterapeut. S druge strane, upitno je koliko bi se sami pacijenti mogli dodatno angažirati i pravilno se osposobiti za korištenje ovakve tehnologije.

Rezultati ovog istraživanja ukazuju na to da koliko god se na prvu *blockchain* činilo kao idealno rješenje u zdravstvu, utvrđeno je da ono nije spremno na takve promjene i uvođenje. Izazovi i rizici, koji bi se pojavili za bolnice, stvorili bi puno veći problem nego što je dobivena vrijednost, odnosno rješenje problema koji bi se *blockchainom* mogli osigurati. Nadalje, uvođenje takve tehnologije izazvalo bi puno veće troškove u zdravstvu, kao i potrebu za zapošljavanjem velikog broja dobro educiranih programera u području *blockchaina*, što pretpostavlja puno veći broj nezdravstvenog osoblja. Problem bi nastao i tijekom zapošljavanja takvih profesionalnih programera jer je malo njih obučeno za provođenje *blockchain* tehnologije. Za to bi bile potrebne i dodatne edukacije koje za sobom povlače i problem nemogućnosti osiguravanja skupe opreme. Potrebno je osigurati svu računalnu opremu, određene nosive uređaje i različita druga sredstva da bi funkcioniranje takve platforme bilo izvedivo. Iz pregleda literature da se iščitati da i zaposlenici koji rade u bolnicama nisu zadovoljni s pretjeranim uvođenjem tehnologije i uplitanjem digitalizacije u odlučivanje dijagnoza ili provođenje liječenja. Stariji zaposlenici bolnica smatraju da je sigurnije i praktičnije uzeti papir i olovku te tako zapisati pacijentov plan i program fizikalne terapije. Za njih je internet nesigurno i nepouzdana mjesto gdje bi se ostavljale osjetljive informacije o pacijentu, tim više što ova tehnologija omogućava uključenost više korisnika u sustav i računala s različitih lokacija. Vjerojatno se tako zatvara prilika za napretkom, ulaganjem, učenjem i nadograđivanjem sustava *blockchaina*, kao i za dokazivanjem za pravi odabir spremanja zdravstvenih podataka kako bi se uvidjelo što nedostaje i kako riješiti taj problem. Nestaje i

moćnost da se zdravstvo prilagodi *blockchain* pohrani podataka te da se omogući bolja sigurnost i zaštita podataka. Europske države poput Estonije riskiraju na tom području. Njezin zdravstveni sustav usvojio je *blockchain* tehnologiju i ne pokazuje neke veće probleme. U ovom radu shvaća se da je na *blockchain* tehnologiji i njezinim dobrobitima za zdravstvo potrebno još raditi, ulagati i istraživati da bi u budućnosti mogla zaživjeti i pokazati pozitivne rezultate.

7. ZAKLJUČAK

Zdravstveni sustav kakav danas poznajemo nije još spreman za uvođenje *blockchain* tehnologije. Potrebno je još mnogo ulaganja, educiranja stanovništva i usmjerenosti na prilagodbu zdravstvenog sustava i *blockchaina* na implementaciju u današnji sustav.

U ovom radu pokazalo se da bi nedostaci i rizici koji prate *blockchain* uzrokovali mnoge probleme u zdravstvu, od dugačkih lista čekanja, čekanja na naručivanje pregleda, do mogućnosti pacijenta da dobiju u bilo kojem trenutku uvid u svoj zdravstveni karton i sve svoje zdravstvene osjetljive podatke. Uvođenjem *blockchain* tehnologije u zdravstvo neki bi se od tih problema riješili. Međutim, smatra se da bi problemi koje bi *blockchain* izazvao bili neizmjereno veći. Na prvom su mjestu sigurnost i zaštićenost pacijentovih podataka, ali i jednostavnost zdravstvenog sustava koji je pacijentima poznat. Posebno starija populacija, ali i neki mlađi pacijenti i liječnici, možda bi imali prevelik pritisak, odnosno moć da upravljaju nad svojim podacima. Smatra se da zdravstveni sustav, ali i fizioterapija, nisu spremni uvesti tako radikalne promjene. Sustav kao sustav i sam se suočava s brojnim izazovima i rizicima koji bi se samo pojačali još više. *Blockchain* tehnologija omogućila bi brzinu prijenosa informacija, uplate i transakcije novčanih sredstava između pružatelja, ali i primatelja usluge. Uplata sredstava preko *blockchain* tehnologije bila bi brža. Našla bi se na računu primatelja odmah nakon tretmana ili pregleda. Razlog tome je neuplitanje treće strane, u ovom slučaju banaka, ili obavještanje i odobravanje od strane osiguravajućih ustanova. Poboljšala bi se komunikacija između pacijenta i liječnika, što se tiče fizičke udaljenosti, u slučaju da pacijent i liječnik ne mogu biti na istoj lokaciji. No, isto tako, može doći do konzultacije, uvida u plan fizikalne terapije ili davanja liječničkih savjeta na daljinu. Liječnik specijalist bi u realnom vremenu dobio uvid u rad i vođenje kartona pacijenta koji je uradio drugi liječnik.

Smatra se da bi *blockchain* mogao narušiti i ovako problematični zdravstveni sustav zbog svoje složenosti, ali i potrebe da se u njegovo funkcioniranje ulaže mnogo sredstava. Preko *blockchaina* bi se u dobrom smjeru odvijale transakcije, odnosno prijenos lijekova i druga medicinska oprema. Zaključak bi se odnosio na odluku da zdravstveni sustav nije spreman, barem za sada, za implementaciju *blockchaina* u zdravstvo i fizioterapiju.

LITERATURA

1. Admirals. (2023). Što je blockchain tehnologija? Dostupno na: <https://admiralmarkets.com/hr/education/articles/cryptocurrencies/sto-je-blockchain-tehnologija> (10. travnja 2024.)
2. Agencija za zaštitu osobnih podataka. (2018). Kako možete ostvariti svoja prava zajamčena Općom uredbom o zaštiti podataka i Zakonom o provedbi Opće uredbe o zaštiti podataka? Dostupno na: <https://azop.hr/prava-ispitanika/> (1. travnja 2024.)
3. Banadinović M., Voćanec D., Džakula A. (2022). Uvođenje elektroničkih zdravstvenih kartona u bolnice. European Observatory on Health System and Policies. Dostupno na: <https://eurohealthobservatory.who.int/monitors/health-systems-monitor/updates/hspm/croatia-2022/introduction-of-electronic-health-records-in-hospitals> (18. svibnja 2024.)
4. BassuMalick, C. (2023). Što su pametni ugovori? Vrste, prednosti i alati. Spiceworks. Dostupno na: <https://www.spiceworks.com/tech/innovation/articles/what-are-smart-contracts/> (18. svibnja 2024.)
5. Belmonte J. M. R., Rodrigez, H. C, Merchan R. C. E. (2018). Kako blockchain može promijeniti medicinu? National Library of Medicine. PubMed. 130 (4). 420-427. Dostupno na: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/29727247/> (3. svibnja 2024.)
6. Bitcoin.org. (2009-2024). Bitcoin projekt pod licencom MIT. Dostupno na: <https://bitcoin.org/en/how-it-works> (20. svibnja 2024.)
7. BitcoinStore. (2022). Što je blockchain? Kako funkcionira? Kompletni vizualni vodič za početnike. Dostupno na: <https://www.bitstore.net/hr/blog/sto-je-blockchain-i-kako-funkcionira/#-to-je-blockchain> (20. travnja 2024.)
8. Blog platforme Unicorn. (2024). Zašto ljudi mrze NFT-ove? Psihologija iza reakcije. Dostupno na: <https://unicornplatform.com/blog/why-do-people-hate-nfts-the-psychology-behind-the-backlash/> (21. svibnja 2024.)
9. Boulos, M. N. K.; Wilson, J. T. ; Clauson, K. A. (2018.) Geoprostorni blockchain: obećanja, izazovi i scenariji u zdravstvu i zdravstvenoj skrbi. Int. J. Health Geogr. 17, 25. Dostupno na: <https://link.springer.com/article/10.1186/s12942-018-0144-x> (4. svibnja 2024.)

10. Daley S. (2024). Blockchain u zdravstvu: 18 primjera koja treba znati. BuiltIN. Dostupno na: <https://builtin.com/blockchain/blockchain-healthcare-applications-companies> (2. svibnja 2024.)
11. Deloitte. (2024). Digitalna bolnica budućnosti. Za 10 godina tehnologija može promijeniti lice globalne isporuke zdravstvene zaštite. Dostupno na: <https://www2.deloitte.com/cn/en/pages/life-sciences-and-healthcare/articles/the-digital-hospital-of-the-future.html> (1. travnja 2024.)
12. Dock. (2022). Ethereum and ERC-20 tokens are coming soon to dock with dock bridge, dock website. Dostupno na: <https://blog.dock.io/ethereum-and-erc-20-tokens-are-coming-soon-on-dock-with-dock-bridge/> (24. kolovoza 2024.)
13. Docsun health. (2024). Mhealth. Dostupno na: <https://scopicssoftware.com/blog/mobile-health-apps/> (10. srpnja 2024.)
14. Dräger. (2024). Kibersigurnost u zdravstvenim ustanovama. Dostupno na: https://www.draeger.com/en_uk/Hospital/Cybersecurity-In-Healthcare (1. travnja 2024.)
15. Dujella A. (2007.), Kriptografija, Klasična kriptografija, Osnovni pojmovi, Udžbenik sveučilišta u Zagrebu, Element, Zagreb Dostupno na: <https://web.math.pmf.unizg.hr/~duje/kript/osnovni.html> (14. svibanj 2024.)
16. Europski parlament. (2022). Zašto je kibersigurnost važna? Koja je cijena kibernapada? Dostupno na: <https://www.europarl.europa.eu/topics/hr/article/20211008STO14521/zasto-je-kibersigurnost-vazna-i-koja-je-cijena-kibernapada> (1. travnja 2024.)
17. FasterCapital. (2024). Blockchain fizikalna terapija: decentralizirana zdravstvena evidencija: blockchain rješenje za fizikalne terapeute. Dostupno na: <https://fastercapital.com/content/Physical-Therapy-Blockchain--Decentralized-Health-Records--A-Blockchain-Solution-for-Physical-Therapists.html#Introduction-to-Blockchain-in-Physical-Therapy> (2. svibnja 2024.)
18. FDA. (2023). Što je digitalno zdravlje? Dostupno na: <https://www.fda.gov/medical-devices/digital-health-center-excellence/what-digital-health> (1. travnja 2024.)
19. Hayes A. (2023). Činjenice o blockchainu. Što je to, kako radi i kako se može koristiti? Saznajte za što su sposobne ove digitalne javne knjige. Investopedia. Dostupno na: <https://www.investopedia.com/terms/b/blockchain.asp> (10. svibnja 2024.)

20. HealthHub. (2023). Bolnice kao digitalni zdravstveni hubovi budućnost. Trendovi na horizontu. Dostupno na: <https://www.healthhub.hr/bolnice-kao-digitalni-zdravstveni-hubovi-buducnost-trendovi-na-horizontu-deloitte-i-medical-futurist/> (1. travnja 2024.)
21. Hrvatski zavod za hitnu medicinu, (2024.), Telecordis, Dostupno na <https://www.hzhm.hr/telecordis>, (1. travanj 2024.)
22. IBM Journal. (2024). Što je kibernetički napad? Dostupno na: <https://www.ibm.com/topics/cyber-attack> (1. travnja 2024.)
23. Istepanian, R. (2022). Mobilno zdravlje (m-zdravlje) u retrospektivi: poznate nepoznate stvari. Javno zdravstvo. Dostupno na: <https://ristepanian.com/> (10. srpnja 2024.)
24. Jeyantchi, J., Jayabalan, J. (2024). Pregled najsuvremenijih shema lančanih blokova za elektroniku. Upravljanje zdravstvenim zapisima. Cybernetics and information technologies, 24, 1. Dostupno na: file:///C:/Users/Lorena/Downloads/A_Review_on_State-of-Art_Blockchain_Schemes_for_El.pdf (15. svibnja 2024.)
25. Johnner, C. (2015). Što je blockchain tehnologija? Admirals. Dostupno na: <https://www.johner-institute.com/articles/software-iec-62304/medical-apps/> (1. travnja 2024.)
26. Joshi, I. (2023). Prednosti blockchaine u zdravstvu. LinkedIn, UPES Dehradun. Dostupno na: <https://www.linkedin.com/pulse/advantages-blockchain-healthcare-ritik-sinha> (14. svibnja 2024.)
27. Kumar Gosh, P., Chakraborty, A., Hasan, M., Rashid, K., Siddique H. A. (2023). Primjena blockchaine u zdravstvenom sustavu. MDPI. Dostupno na: <https://www.mdpi.com/2079-8954/11/1/38> (15. svibnja 2024.)
28. Kumar, U. (2022). Prednosti blockchaine u zdravstvu. GeeksforGeeks. Dostupno na: <https://www.geeksforgeeks.org/benefits-of-blockchain-in-healthcare/> (20. svibnja 2024.)
29. Manku S. (2021). Blockchain tehnologija zdravstvena rješenja. Embodia. Dostupno na: <https://embodiaapp.com/blog/134-blockchain-technology-for-healthcare-solutions> (3. svibnja 2024.)
30. Mazumdar, J. (2023). Patient coin je prvi svjetski blockchain i fizioterapeutski coin temeljen na kriptovaluti. Pro Physiotherapy. Dostupno na: <https://coinbrain.com/coins/arbi0xe3a7b813881b355fdc8d08e35fe4c9a2af036102> (24. kolovoza 2024.)

31. Microsoft. (2024). Što je kibernetička sigurnost? Dostupno na: <https://www.microsoft.com/sr-latn-rs/security/business/security-101/what-is-a-cyberattack> (1. travnja 2024.)
32. Morey J. (2021). Budućnost blockchaina u zdravstvenoj skrbi. Forbes. Dostupno na: <https://www.forbes.com/sites/deloitte/2024/05/07/ready-to-revolutionize-health-systems-four-measures-to-drive-10x-enhancements-in-government/?sh=11601642263f> (10. svibnja 2024.)
33. Narodne novine. (2012). Odbor za zakonodavstvo Hrvatskog sabora. Dostupno na: https://narodne-novine.nn.hr/clanci/sluzbeni/2012_09_106_2300.html (1. travnja 2024.)
34. National Institute of Biomedical Imaging and Bioengineering. (2020). Telezdravstvo. Dostupno na: <https://www.nibib.nih.gov/science-education/science-topics/telehealth> (1. travnja 2024.)
35. Petrović, J. (2023). Elektronički zdravstveni karton. Dostupno na: <https://careoll.com/elektronski-zdravstveni-karton/> (10. srpnja 2024.)
36. ProHealth Ware. (2023). Što je zdravstvena tehnologija (HealthIT)? Dostupno na: <https://prohealthware.com/hr/health-information-technology-health-it/> (1. travnja 2024.)
37. Ramsey, B. (2024). Što su mHealth aplikacije? Scopic. Dostupno na: <https://scopicsoftware.com/blog/mobile-health-apps/> (9. srpnja 2024.)
38. Saeed, H., Malik, H., Bashir, U, Ahmad, A. i sur. (2022). Blockchain tehnologija u zdravstvu: sustavni pregled. Natural Library of Medicine. PubMed, 17 (4). Dostupno na: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC9000089/> (14. svibnja 2024.)
39. Shen, B., Guo, J., Yang, Y. (2019). MedChain: Učinkovito dijeljenje zdravstvenih podataka preko blockchaina. MDPI, 9(6), 1207. Dostupno na: <https://www.mdpi.com/2076-3417/9/6/1207> (21. svibnja 2024.)
40. Singh, Y., Jabbar, M., Shandilya K. S., Vovk O., Hnatjuk J. (2023). Istraživanje primjene blockchain tehnologije u zdravstvu: plan, put i budući smjerovi. Frontiers. Dostupno na: <https://www.frontiersin.org/journals/public-health/articles/10.3389/fpubh.2023.1229386/full> (10. svibnja 2024.)
41. Službena internetska stranica Europske unije. (2016). Direktiva (EU) 2016/1148 Europskog parlamenta i Vijeća od 6. srpnja 2016. o mjerama za visoku zajedničku razinu sigurnosti mrežnih i informacijskih sustava diljem Unije. Dostupno na:

https://eur-lex.europa.eu/eli/dir/2016/1148/oj#ntr16-L_2016194EN.01002701-E0016
(1. travnja 2024.)

42. Smojver, M. (2024). Može li blockchain poboljšati zdravstveni sustav? Boomerang. Dostupno na: <https://boomerang.hr/tehnologija/blockchain-u-zdravstvu/> (18. svibnja 2024)
43. Thomas, L. (2023). Što je telemedicina? News Medical Life Sciences. Dostupno na: <https://www.news-medical.net/health/What-is-Telemedicine.aspx> (10. srpnja 2024.)
44. Thomas, L. (2021). Što je telekardiologija? News Medical Life Sciences. Dostupno na: https://www-news--medical-net.translate.google.com/health/What-is-Telecardiology.aspx?_x_tr_sl=en&_x_tr_tl=hr&_x_tr_hl=hr&_x_tr_pto=sc (8. srpnja 2024.)
45. Tim Investopedia. Brown, R. J., Perez, Y. (2024). Nonce: Što to znači i kako se koristi u blockchainu? Što je nonce? Dostupno na: <https://www.investopedia.com/terms/n/nonce.asp> (20. svibnja 2024.)
46. Wallask S. (2024.), Zdravstvena informacijska tehnologija, TeachTargert mreža, Dostupno na: https://www-techtargert-com.translate.google.com/searchhealthit/definition/Health-IT-information-technology?_x_tr_sl=en&_x_tr_tl=hr&_x_tr_hl=hr&_x_tr_pto=sc, (2. svibanj 2024.)

POPIS TABLICA

Tablica 1. Usporedba tradicionalnog i blockchain tehnologije	38
--	----

POPIS SLIKA

Slika 1. Medicinski recept (primjer).....	8
Slika 2. Prednosti mHealth aplikacija	11
Slika 3. Elektronički zdravstveni karton.....	13
Slika 4. Primjer e-recepta.....	14
Slika 5. Telemedicina.....	16
Slika 6. Telecordis	17
Slika 7. Opasnosti na internetu.....	18
Slika 8. Proces stvaranja blockchaina.....	24
Slika 9. Pametni ugovori na blockchainu	27
Slika 10. Usporedba mreže s poslužiteljem i peer to peer.....	31
Slika 11. Kriptografija	34
Slika 12. Prikaz procesa odvijanja blockchaina u zdravstvenim ustanovama	44
Slika 13. Patient bitcoin.....	45
Slika 14. Arhitektura Mediichain	47
Slika 15. Proces dijeljenja podataka na temelju sesije	48
Slika 16. Shema upravljanja ključem	48
Slika 17. Prikaz blokova lanaca u zdravstvu	49

ŽIVOTOPIS



Europass
Životopis

Osobni podatci

Prezime / Ime **Šporer / Lorena**

Adresa(e) 92, Kalnička ulica, 48260, Križevci, Republika Hrvatska

Broj mobilnog
telefona 0989621698

E-mail sporer.lorena@gmail.com

Državljanstvo hrvatsko

Datum rođenja 30. 9. 2000.

Spol Ž

**Obrazovanje i
osposobljavanje**

Datumi	2015. - 2019. 2019. - 2022.
Naziv dodijeljene kvalifikacije	hotelijsko-turistički tehničar preddiplomski sveučilišni studij, prvostupnica fizioterapije, univ. bacc. physioth.
Glavni predmeti / stečene profesionalne vještine	
Ime i vrsta organizacije pružatelja obrazovanja i osposobljavanja	Srednja škola Koprivnica Međunarodno sveučilište Libertas
Osobne vještine i kompetencije	
Materinski jezik(ci)	hrvatski jezik
Drugi jezik(ci)	engleski jezik, njemački jezik
Tehničke vještine i kompetencije	higeja edukacije, funkcionalna dijagnostika
Računalne vještine i kompetencije	rad u Wordu, Power Pointu i Excelu

Vozačka dozvola

B kategorija