

eHealth tehnologija u ljekarništvu: prednosti, izazovi i implementacija

Žili, Karlo

Master's thesis / Diplomski rad

2021

Degree Grantor / Ustanova koja je dodijelila akademski / stručni stupanj: **University of Zagreb, Faculty of Pharmacy and Biochemistry / Sveučilište u Zagrebu, Farmaceutsko-biokemijski fakultet**

Permanent link / Trajna poveznica: <https://urn.nsk.hr/urn:nbn:hr:163:422189>

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

Download date / Datum preuzimanja: **2024-11-22**



Repository / Repozitorij:

[Repository of Faculty of Pharmacy and Biochemistry University of Zagreb](#)



Karlo Žili

***eHealth* tehnologija u ljekarništvu:
prednosti, izazovi i implementacija**

DIPLOMSKI RAD

Predan Sveučilištu u Zagrebu Farmaceutsko-biokemijskom fakultetu

Zagreb, 2021.

Ovaj diplomski rad prijavljen je na kolegiju Farmaceutska informatika Sveučilišta u Zagrebu Farmaceutsko-biokemijskog fakulteta i izrađen u Centru za primijenjenu farmaciju pod stručnim vodstvom prof. dr. sc. Renate Jurišić Grubešić

Zahvaljujem mentorici prof. dr. sc. Renati Jurišić Grubešić na vodstvu i strpljenju u izradi ovog rada te na ukazanom povjerenju i stečenim znanjima.

Također zahvaljujem svojoj obitelji i prijateljima na pruženoj podršci i razumijevanju tijekom studiranja.

SADRŽAJ

1. UVOD	1
1.1. <i>eHealth</i> , eZdravlje – što je to?.....	1
1.2. <i>eHealth</i> vs. <i>Digital Health</i>	4
1.3. Komponente eZdravlja.....	6
1.4. Digitalne tehnologije i ljekarnička skrb	7
1.4.1. <i>eHealth</i> politike	9
1.5. Šest uvjeta uspješnosti.....	13
2. OBRAZLOŽENJE TEME	17
3. MATERIJALI I METODE	18
4. RASPRAVA	19
4.1. Telefarmacija	19
4.1.1. Telefarmacija u Hrvatskoj	21
4.1.2. <i>Online</i> ljekarne i telefarmacija	23
4.2. <i>mHealth</i>	25
4.2.1. „Uzlazeća domena mZdravlja“.....	25
4.2.2. <i>Wearable</i> senzori i mobilni uređaji u službi <i>mHealth</i> -a.....	37
4.2.3. <i>Internet stvari</i> i <i>Internet medicinskih stvari</i> – IoT & IoMT	42
4.3. Zdravstveno informacijski sustavi	49
4.3.1. Zdravstveni podatci i sustavi podrške za kliničko odlučivanje (CDS).....	51
4.3.2. CEZIH	57
4.4. eRecept	63
4.4.1. Problemi elektroničkog propisivanja recepata	66
4.4.2. eRecept u Hrvatskoj	72
4.5. Elektronički zdravstveni zapis (eKarton)	73
4.5.1. EZZ i ljekarnici	74
4.5.2. eKarton u Hrvatskoj	79
4.6. Nove istraživačke studije za nove tehnologije	83
4.6.1. Problematika istraživanja <i>eHealth</i> tehnologija i njezinih intervencija.....	83
4.6.2. „Brza i relevantna istraživačka paradigma“	84
4.6.3. Komponente nove istraživačke paradigme.....	89
4.7. Budućnost <i>eHealth</i>-a u ljekarništvu (<i>umjetna inteligencija, blockchain, gamifikacija</i>)	97
4. ZAKLJUČAK	104
5. LITERATURA	106
6. SAŽETAK/SUMMARY	123
7. TEMELJNA DOKUMENTACIJSKA KARTICA/BASIC DOCUMENTATION CARD	124

1. UVOD

U uvodnom poglavlju objasniti će se osnovna definicija *eHealth*-a, kao i njezine glavne komponente. Prikazat će se kratka razrada pojmova *eHealth* i *Digital Health*, odnosno eZdravlja i digitalnog zdravlja, pri čemu će se vidjeti njihova velika sličnost, ali i razlike. Poseban naglasak stavljen je na uvjete pod kojima određena tehnologija eZdravlja može postati uspješna u svojoj namjeni. Osim navedenoga, posebno je istaknuta i transformacija koju ljekarnička skrb prolazi pod utjecajem digitalne revolucije te kako ljekarnici poprimaju nove uloge za digitalno doba.

1.1. *eHealth*, eZdravlje – što je to?

eHealth, ili hrv. eZdravlje, uzlazeće je interdisciplinarno polje koje je križište medicinske informatike, javnog zdravlja i biznisa. Prvenstveno se referira na zdravstvene usluge i informacije koje se isporučuju putem interneta i pripadajućih tehnologija. Pojam *eHealth*, odnosno eZdravlje često se u hrvatskoj literaturi naziva i eZdravstvo (Ostojić i sur., 2012).

U širem smislu, pojam karakterizira ne samo tehnički razvoj, nego i stanje uma, način razmišljanja, stav, opredijeljenost za umreženo globalno razmišljanje - s ciljem poboljšanja zdravstvene skrbi na lokalnoj, regionalnoj i svjetskoj razini, koristeći informacijske i komunikacijske tehnologije. *eHealth* podrazumijeva mnogo više od sintagme „Internet i medicina“.

Sukladno tome „e“ u *eHealth*-u, odnosno eZdravlju, ne podrazumijeva samo „e“ kao „elektroničko“, već pod time možemo svrstati do deset različitih pojmova.

- *Efficiency* (učinkovitost) - *eHealth* dolazi s obećanjem povećanja učinkovitosti u zdravstvenoj skrbi, a time i smanjenja troškova. Jedan mogući način smanjenja troškova koristeći *eHealth* je izbjegavanje nepotrebnih/duplicirajućih dijagnostičkih ili terapijskih intervencija, putem poboljšanih komunikacijskih mogućnosti između provoditelja zdravstvene skrbi te putem uključivanja pacijenata u proces.
- *Enhancing quality of care* (poboljšanje kvalitete skrbi) - poboljšavanje učinkovitosti uključuje ne samo smanjenje troškova, nego ujedno i poboljšanje kvalitete. *eHealth* može poboljšati kvalitetu zdravstvene skrbi kroz omogućavanje usporedbe različitih

poslužitelja, uključivanje potrošača kao dodatne snage za osiguranje kvalitete te usmjeravanjem pacijenata prema najboljim poslužiteljima kvalitete.

- *Evidence based* (utemeljeno na dokazima) - *eHealth* intervencija treba biti utemeljena na dokazima na način da njezina učinkovitost nije pretpostavljena, već da je dokazana rigoroznom znanstvenom evaluacijom. Ovo područje zahtijeva još mnogo truda i rada.
- *Empowerment of consumers and patients* (osnaživanje potrošača i pacijenata) – stvoriti baze podataka znanja medicine i osobnih elektroničkih zapisa (eKarton) dostupnih korisniku preko interneta; na taj način *eHealth* otvara nove puteve za medicinu usmjerenu pacijentu i omogućava terapijski izbor za pacijenta temeljen na dokazima.
- *Encouragement* (poticanje) - poticanje novih odnosa između pacijenata i zdravstvenih profesionalaca, pri čemu dolazi do stvaranja odluka na uzajamno zadovoljstvo.
- *Education* (obrazovanje) - edukacija zdravstvenih djelatnika putem informacijsko-komunikacijskih načina.
- *Enabling* (omogućavanje) razmjene informacija i komunikacije na standardiziran način između sudionika zdravstvenog sustava.
- *Extending* (proširivanje) - proširivanje dometa zdravstvene skrbi izvan njezinih konvencionalnih granica. To se očituje i na geografskoj i na konceptualnoj razini. *eHealth* omogućava korisnicima da na jednostavan način dobiju zdravstvenu uslugu putem *online* usluge od globalnih poslužitelja. Takve usluge mogu biti od jednostavnih savjeta pa sve do kompleksnih intervencija ili produkata kao što su farmaceutici.
- *Ethics* (etičnost) - *eHealth* uključuje nove vrste interakcija između pacijenta i zdravstvenog djelatnika te time predstavlja nove izazove i prijetnje etičkim problemima, kao što su *online* profesionalne prakse, informirani pristanak, privatnost i problemi pravičnosti.
- *Equity* (pravičnost) - da bi zdravstvena skrb bila pravičnija jedno je od obećanja *eHealth*-a, ali ujedno u isto vrijeme postoji prijetnja da bi *eHealth* mogao produbiti jaz između „ljudi koji imaju“ i „ljudi koji nemaju“. Ljudi koji nemaju novca, vještine, i pristup računalima i mrežama, ne mogu efektivno koristiti računala. Kao rezultat, takve će populacije pacijenata (koji bi ustvari najviše profitirali od zdravstvenih informacija) najmanje profitirati od napretka u informacijskoj tehnologiji. Trenutačna digitalna podjela ide između ruralne i urbane populacije, između bogatih i siromašnih, mladih i starih, žena i muškaraca, pacijenata s uobičajenim bolestima i onih s rijetkim bolestima.

Osim ovih esencijalnih 10 „e“-ova, *eHealth* bi također trebao biti i: *easy-to-use* (jednostavan za primjenu), *entertaining* (zabavan), *exciting* (uzbudljiv) (Eysenbach, 2001).

Na temelju svega navedenog, može se zaključiti da *eHealth* ima tri istaknute funkcije:

- Prva funkcija *eHealth*-a je „informirati, nadzirati i pratiti“, što podrazumijeva da ove tehnologije promatraju i proučavaju zdravstvene parametre te da educiraju korisnika.
- Druga funkcija *eHealth*-a je „interakcija“: interakcija između svih sudionika zdravstvene skrbi, pri čemu ove tehnologije olakšavaju komunikaciju između zdravstvenih djelatnika i pacijenata.
- Treća funkcija *eHealth*-a je „korištenje podataka“ (*data utilization*), pri čemu se misli na skupljanje, upravljanje i upotrebu zdravstvenih i medicinskih izvora podataka, s ciljem donošenja ispravne medicinske odluke i intervencije. Ove tri funkcije možemo shvatiti kao glavnu konceptualizaciju *eHealth*-a u primarnoj skrbi (Eysenbach, 2001).

eHealth nije ograničen samo na upotrebu mobilnih aplikacija koje prate pacijentovo ponašanje ili simptome, ono objedinjuje komunikacijsku tehnologiju koja omogućuje izmjenu informacija između primarne i sekundarne skrbi te također omogućuje „*big data*“ istraživanja koja dovode do razvoja digitalnih alata za procjenu rizika. Prve dvije kategorije *eHealth* tehnologija, ona koja omogućuju priliku za nadzor te ona koja omogućuje komunikaciju, ponajviše se mogu uključiti u dnevnu praksu primarne skrbi. Uz to, za primarnu je skrb također esencijalno i elektroničko prikupljanje podataka da bi se omogućio dugoročni monitoring, procjena rizika i istraživanje (van der Klei i sur. 2019).

Brzina kojom se šire i nastaju nove tehnologije i aplikacije eZdravlja je frapantan. Samo u 2017. bilo je više od 325 000 dostupnih mobilnih „*health*“ aplikacija, no ustrajnost upotrebe bila je slaba, a kvaliteta upitna. Upravo zbog toga, zdravstveni djelatnici su često nesigurni te im je vrlo teško odrediti i preporučiti pravu *eHealth* aplikaciju za svoje pacijente. Tome u prilog ide jedan nizozemski nacionalni program *eHealth* monitoringa iz 2017. koji je obuhvaćao implementaciju takvih tehnologija u primarnu skrb. Program je otkrio da je 62 % usluga iz primarne skrbi nudilo mogućnost za video konzultacije, samo 24 % usluga nudilo je uvid pacijentima u svoju medikacijsku povijest *online* putem, a svega 11 % usluga omogućavalo je pacijentima pristup njihovim laboratorijskim nalazima. Na temelju toga možemo zaključiti da većina pružatelja zdravstvenih usluga i njihovih pacijenata smatra implementaciju *eHealth*

tehnologija pozitivnim iskorakom, no nailazi na barijere i poteškoće za široku upotrebu istih (van der Klei i sur. 2019).

Usljed razvoja raznih digitalnih tehnologija, pojavila su se i nova multidisciplinarna područja: zdravstvena informatika i, jedna od njezinih komponenata, farmaceutska informatika. Zdravstvena informatika se uspostavila kao poveznica zdravstvene skrbi i informacijskih tehnologija, s ciljem da se poboljša klinička skrb, osigura sigurnost pacijenata i poveća učinkovitost i efikasnost organizacijskih procesa. Farmaceutska informatika može se definirati kao subspecijalnost informatike koja se primjenjuje izravno na farmaceutsku skrb. Naglasak je na primjeni informacije, a ne na osnovnim alatima. Najčešće, ali ne uvijek zasnovana je na informacijskoj tehnologiji, a primjenjuje se na rukovanje informacijama (Jurišić Grubešić, 2016a).

1.2. *eHealth vs. Digital Health*

eHealth (eZdravlje) je zdravstvena praksa koja koristi informacijske i komunikacijske tehnologije u zdravstvenom prostoru. To je širok pojam koji pokriva velik dio prostora, zbog čega niti jedna terminologija nije prihvaćena kao univerzalni standard za definiciju eZdravlja. To je sredstvo za pružanje visokokvalitetne skrbi na jeftin i djelotvoran način te tako integrirana IT rješenja ključ su uspjeha za optimizaciju kliničkog i administrativnog tijeka rada. Globalni trendovi imali su velik utjecaj na zdravstvenu skrb te je sukladno tome primjena informacijskih i komunikacijskih tehnologija na ljudsko zdravlje postala jedan od primarnih ciljeva eZdravlja. Osnovni je zadatak eZdravlja osnaživanje pacijenta i postizanje što boljeg zdravlja ljudi.

Digital Health (digitalno zdravlje) krovni je pojam za širok spektar tehnologija koje bi mogle doskočiti izazovima zdravstvene skrbi. Predstavlja evolucijsku adaptaciju u umjetnosti i medicinskoj znanosti prema opće prisutnoj informacijskoj i komunikacijskoj tehnologiji. Mnogi aspekti ljudskog zdravlja i medicine sada su dokumentirani uz pomoć digitalnih tehnologija. Zdravstveni sektor danas suočava se s mnogim izazovima i predstavlja značajan trošak dijela BDP-a u gospodarstvima zemalja svijeta. Potreba za disruptivnim inovacijama je nužna te je „digitalno zdravstvo“ glavni kandidat za provođenje te inovacije. Digitalno zdravlje bavi se pitanjima kako bolje uključiti pacijente u digitalne zdravstvene tehnologije i kako ih medicinski profesionalci ili promotori mogu koristiti za pružanje zdravstvene skrbi.

Pojmovi *Digital Health* i *eHealth* (Digitalno Zdravlje i eZdravlje) često se koriste naizmjenično, ali se njihova tumačenja bitno razlikuju. eZdravlje je praksa pružanja

zdravstvene skrbi korištenjem informacijskih i komunikacijskih tehnologija (ICT) u zdravstvenom prostoru. eZdravlje obuhvaća veći dio medicinske informatike, ali prioritizira promicanje uporabe ICT-a u zdravstvenom razvoju, na troškovno efektivan i učinkovit način.

eZdravlje je sredstvo za pružanje visokokvalitetne skrbi sve većem broju ljudi, radeći to troškovno učinkovito te pružajući skrb na pristupačan način i način usmjeren korisniku. Cilj je poboljšati dostupnost i kvalitetu skrbi u zdravstvenom sustavu korištenjem informacijskih i komunikacijskih tehnologija te tako omogućiti pružateljima zdravstvenih usluga učinkovitije obavljanje posla. Digitalno zdravlje je način dosezanja do svakoga potrošača zdravstvene skrbi u svijetu putem digitalnih kanala. Cilj je implementirati i iskoristiti ICT tehnologije za pružanje i proširivanje zdravstvene skrbi na čitavu populaciju. Alati eZdravlja i digitalnog zdravlja nisu samo tehnička rješenja za zdravstvene profesionalce, nego su i alat za građanstvo za upravljanje vlastitim zdravljem te uređaji za olakšavanje kućne njege pacijenata putem daljinskog nadzora i pomoći. U alate eZdravlja i digitalnog zdravlja ne pripadaju samo aplikacije koje koriste internet, nego uključuju i proizvode, sustave i usluge. Primjeri uključuju elektroničke zdravstvene kartone, zdravstvene informativne mreže, telemedicinske usluge, zdravstvene portale i još mnogo toga (Khillar, 2020).

1.3. Komponente eZdravlja

Tehnološki razvoj u zadnja dva desetljeća proširio je i produbio značenje *eHealth*-a. Danas pojam *eHealth* podrazumijeva široki raspon usluga i sustava koji objedinjuju zdravstvenu skrb i informatičke tehnologije. *eHealth*, odnosno tehnologije digitalnog zdravlja, krovni je pojam koji obuhvaća širok raspon proizvoda koji predstavljaju križište zdravlja i tehnologije za potrebe prevencije, dijagnoze, liječenje te upravljanja zdravljem i bolestima. Digitalno-zdravstvena domena obuhvaća nekoliko kategorija:

- *Telehealth* (telezdravlje), i njezine komponente kao što su telemedicina i telefarmacija, uključuju virtualne posjete, daljinsko praćenje pacijenta i programe daljinske njege;
- Mobilno zdravlje (*mHealth*), uključujući uređaje za praćenje u području *wellnessa* i *fitnessa* te aplikacije za pametne telefone koji podržavaju različite aspekte zdravlja, adherenciju lijekova, spavanje, prehranu i sl.
 - Kada su ovi uređaji međusobno u komunikaciji, nerijetko se ovakav aspekt naziva „internetom stvari“ (*Internet of Things – IoT*), što se može opisati kao međusobno povezivanje računalnih uređaja putem interneta, što im omogućuje slanje i primanje, odnosno razmjenu podataka – u kontekstu medicinskih uređaja koji se zasnivaju na toj tehnologiji taj se aspekt naziva „Internet medicinskih stvari“ (*Internet of Medical Things – IoMT*);
- Zdravstvena informacijska tehnologija (*Health Information Technology – HIT*), uključujući zdravstveno informacijske sustave, elektroničke sustave medicinskih zapisa (eKarton), elektroničko propisivanje recepata (eRecepti) te IT aplikacije, *web* usluge, servise i portale za zdravlje potrošača;
- Uređaji, senzori i nosivi uređaji („*Wearables*“), koji uključuju nosive bežične uređaje, biometrijske senzore, dijagnostičke proizvode, lijekove s omogućenim sensorima i sl., ovdje također pripada i robotika zdravstvene skrbi
- Softver za personaliziranu zdravstvenu skrb, uključujući ishode terapija koje su prijavili pacijenti, prediktivnu analitiku te podrška kliničkim odlukama – softver ovakve prirode često je usluga zdravstvenih informacijskih sustava

(Vatanka i Crespi Lofton, 2020).

Dodatno treba istaknuti kako postoji podskupina *eHealth* tehnologija pod nazivom digitalni terapeutici (DTx). Savez digitalnih terapeutika definira digitalne terapeutike kao tehnologije s ugrađenim softverom koje pružaju medicinske intervencije izravno pacijentima koristeći na dokazima utemeljen, klinički evaluiran softver za liječenje, upravljanje i prevenciju širokog spektra bolesti i poremećaja. Digitalni terapeutici, osim izravnog pružanja medicinskih intervencija pacijentima, omogućuju i integraciju s drugim tehnologijama digitalnog zdravlja. Pod digitalne terapeutike najčešće se ubrajaju *mHealth* aplikacije i nosivi uređaji, koji iza sebe imaju čvrste dokaze o učinkovitosti, dokaze utvrđene na kliničkim relevantnim istraživanjima. Sve tvrtke koje žele registrirati digitalne terapeutike, trebale bi objavljivati rezultate ispitivanja, uključujući klinički značajne ishode te ih objavljivati u znanstvenim časopisima.

Zajedničke osobine svih digitalnih terapeutika uključuju poboljšavanje zdravlja pacijenata, pružanje smislenih rezultata i uvide u personalizirane ciljeve i ishode zdravstvene intervencije, jednostavnost povezivanja s pametnim telefonima i tabletima, sučelje lako za korištenje i prilagođeno korisniku te odgovarajuću sigurnost i zaštitu privatnosti pacijenata. (dtxalliance.org)

Širenje i rast interneta ubrzalo je difuziju na *webu* baziranih *eHealth* usluga, kao što su interaktivni edukacijski programi, programi za prevenciju bolesti, *online* grupe za rasprave namijenjene pacijentima itd. Usluge zdravstvene skrbi, putem tehnologija digitalnog zdravlja, mogu biti pružene pacijentima i zdravstvenim profesionalcima kroz virtualne klinike ili ljekarne, koje omogućuju telekonzultacije i videokonferencije. Na kraju, *eHealth* se može iskoristiti kao podrška u medicinskom istraživanju, pri čemu se koriste kompleksne tehnologije potpomognute modelima umjetne inteligencije koje imaju mogućnosti upravljanja i obrade velike količine podataka (Omboni, 2019.; Walczak, 2018).

1.4. Digitalne tehnologije i ljekarnička skrb

Ljekarnici se danas nalaze u vihoru digitalne transformacije ljekarničke skrbi. Tehnologije i inovacije nastavljaju rapidno oblikovati sustav zdravstvene skrbi te je potreba za specijaliziranim ulogama za podršku i optimizaciju kliničkog radnog tijeka, upotreba sustava i pohranjivanja podataka naglašena više nego ikad. Kako napreduje ostatak sustava zdravstvene skrbi, tako i, gledano s tehnološkog stajališta, ljekarnički procesi i usluge moraju doživjeti digitalnu transformaciju kako ne bi zaostajale. Tehnologija je revolucionirala industriju zdravstvene skrbi, a uspon digitalnog zdravlja doveo je do poboljšanog pristupa zdravstvenim

uslugama, većeg osnaživanja pacijenata, i kontinuiteta skrbi. Od mobilnih aplikacija do robustnih softvera, pacijenti i pružatelji zdravstvenih usluga mogu upravljati zdravstvenim stanjima kao nikada do sada.

Učinak novih tehnologija, starenje stanovništva, rastući troškovi i veći zahtjevi za uslugama samo su neki od izazova s kojima se zdravstveni sustav suočava. Kako se zdravstveni sustav razvija da bi doskočio tim izazovima, pristupi i tehnologije digitalnog zdravlja predstavljaju mnogo različitih načina na koje se mogu pružiti inovativna rješenja te omogućiti bolja povezanost zdravstvenog tima. Kako bi iskoristili tehnološki razvoj, farmaceuti i drugi pružatelji zdravstvenih usluga sve se više oslanjaju na tehnologiju da bi povećali svoja znanja i vještine. Ova promjena paradigme u pristupu posla stvara promjene u ulogama koje ljekarnici imaju (Emberley 2015; Vatanka i Crespi Lofton, 2020).

Uz savjetovanje o pravilnoj i sigurnoj primjeni lijekova, ljekarnik već danas treba biti spreman preuzeti svoju novu ulogu "trenera digitalnog zdravlja", jer pacijentima postaje dostupno više od 300 000 zdravstvenih mobilnih aplikacija i raznih digitaliziranih uređaja koji su povezani s lijekom ili bolesti. Liječnici također trebaju preuzeti ulogu propisivača mobilnih digitalnih rješenja (tzv. preskriptivne *mHealth* aplikacije), a dostupnost ljekarnika u zajednici je idealna za razgovor s pacijentom oko ispravnog korištenja takvih aplikacija (Vatanka i Crespi Lofton, 2020; naturala.hr, 2016).

Ljekarnici mogu iskoristiti svoju ulogu najpristupačnijeg pružatelj zdravstvene skrbi i stručnjaka za lijekove za preporučivanje tehnologija i usluga digitalnog zdravlja, odnosno *eHealtha*-a, putem tumačenja i primjene podataka koje takva digitalna rješenja generiraju na zdravstvenu skrb pacijenata. Proizvodi digitalnog zdravlja pružaju uvid u trenutne aspekte zdravstvenog stanja i liječenja pacijenta na način koji ranije nije bio dostupan (Vatanka i Crespi Lofton, 2020).

Ljekarne i ljekarnici nalaze se na jedinstvenoj poziciji i mogu iskoristiti alate digitalnog zdravlja u povećanju učinkovitost adherencije na terapiju. Na primjer, pametni telefoni su promijenili način na koji se može utjecati na neadherenciju. Pacijenti mogu dobiti automatizirane tekstove ili pozive koji će ih podsjećati kada bi trebali uzimati lijek ili nadopuniti svoje terapije. Isto tako, moguće je razmotriti i mobilnu aplikaciju koja automatski skuplja podatke pacijenta iz raznih zdravstvenih i *wellnes* uređaja te otvara mogućnosti za ljekarnike i pacijente u takvim uvjetima, gdje se preko interaktivnog sučelja može vidjeti sva medikacijska povijest,

zdravstveni indikatori i drugo. Osim toga, tehnologije digitalnog zdravlja omogućavaju važnu prisutnost zdravstvenih stručnjaka na društvenim mrežama, u cilju promicanja zdravlja, ali i u edukaciji ili rješavanju kompleksnih slučajeva.

Informacijske tehnologije u službi zdravstvene skrbi, odnosno proizvodi i usluge digitalnog zdravlja, nude brojne mogućnosti za unapređenje skrbi, kao npr. poboljšanje sigurnosti pacijenata, omogućavanje profesionalcima dostave visoko kvalitetne skrbi te maksimalno osiguravanje pacijentima učinak njihove farmakoterapije. Ali, u svemu tome, ne smije se dozvoliti da tehnologija upravlja odlukama zdravstvenih profesionalca – tehnologiju treba iskoristiti da odluke budu kvalitetnije. Ljudski dodir ostaje presudan za učinkovito pružanje njege te će ovakvi novi alati uvećati, umjesto zamijeniti, osobne (personalne) intervencije ljekarnika i ostalih zdravstvenih profesionalaca (Jurišić Grubešić, 2016a; Vatanka i Crespi Lofton, 2020).

Važnost ljekarničke skrbi s pacijentom u središtu raste. Ljekarnici su često posljednji zdravstveni profesionalci s kojima pacijenti komuniciraju u procesu nabave lijeka te zbog toga imaju odgovarajuću predispoziciju i kapacitete za pružanje usluga digitalnog zdravlja. U skladu s tim, sa svojim znanjem, dostupnošću i pouzdanošću ljekarnici su idealni kandidati za ulogu „trenera digitalnog zdravlja“ – uloga koja je prirodno proširenje trenutačne uloge ljekarnika kao stručnjaka za lijekove i zdravlje (V. Ng, 2014; myvetahealth.com).

1.4.1. *eHealth* politike

eHealth, tj. eZdravstvo, danas je prepoznato kao najbrže rastuće područje u zdravstvu. S obzirom na to, organizacije i države svijeta donijele su razne politike, zakone i strategije koje za cilj imaju potaknuti i osigurati implementaciju tehnologija digitalnog zdravlja, kao i njihovog daljnjeg razvoja u sklopu zdravstvenih sustava te skrbi.

Svjetska zdravstvena organizacija (WHO) 2005. je donijela rezoluciju „WHA58.28“ kojom su uspostavili strategiju razvoja i provođenja *eHealth* strategija za sve članice. Rezolucija poziva države članice da stvore odgovarajuće *eHealth* usluge u svojim zemljama. Iste je godine WHO pokrenuo Globalni opservatorij za *eHealth* (GOe), inicijativu posvećenu proučavanju eZdravstva, njegovom razvoju i utjecaju na zdravlje građana u zemljama članicama (who.int).

WHO rezolucijom potiče se države članice na razvijanje dugoročnog plana i strategije implementacije *eHealth* tehnologija u različita područja zdravstvenog sektora, stvaranje infrastrukture za informacijsko-komunikacijske tehnologije (ICT) u službi zdravlja, stvaranje dobre suradnje s privatnim i neprofitnim ICT sektorom za dostavu eZdravstvenih usluga, kako bi *eHealth* usluge mogu doseći zajednice s odgovarajućim zdravstvenim potrebama, da se uvedu standardi i norme za evaluaciju *eHealth* tehnologija, zajedno s nacionalnim središtima za procjenu izvrsnosti tehnologija eZdravlja, te da se provodi uvođenje nacionalnih elektroničnih zdravstveno informacijskih sustava za poboljšanje nadziranja javnoga zdravlja, kao i brzog odgovora na bolesti i hitne slučajeve u javnom-zdravstvu. Prepoznajući kako područje eZdravstva brzo transformira pružanje zdravstvenih usluga i zdravstvenih sustava širom svijeta, WHO s ovom inicijativom igra središnju ulogu u oblikovanju i praćenju budućnosti *eHealth*-a, posebice u nisko i srednje razvijenim zemljama (who.int; apps.who.int).

Osim toga, Europska unija, odnosno Europska komisija, donijela je dokumente o digitalnoj transformaciji zdravstvene skrbi („*Staff Working Document*“ i „*Communication on Digital Transformation of Health and Care*“), s ciljem usmjeravanja EU aktivnosti u području *eHealth*-a. Dokumenti identificiraju tri glavna prioriteta. Prvo: svaki građanin mora imati siguran pristup svojim zdravstvenim podacima u čitavoj EU; potom ostvarivanje personalizirane medicine putem zajednički dijeljene europske podatkovne infrastrukture, koja omogućuje istraživačima i zdravstvenim profesionalcima bazen resursa (podatci, računalna obrada, spremišni kapacitet i dr.) u EU; i treće: osnaživanje građana pomoću digitalnih alata koji će im omogućiti brigu o svom zdravlju, poticati ih na prevenciju te omogućivati povratne informacije i interakcije između korisnika i pružatelja zdravstvenih usluga. Ovakvim politikama na razini EU građanima se nastoji omogućiti siguran pristup i visokokvalitetne digitalne usluge u zdravstvenoj skrbi (digital-strategy.ec.europa.eu).

U ime europske zajednice ljekarnika, Farmaceutska grupa Europske unije (*Pharmaceutical Group of European Union* – PGEU) uključena je u niz konzultacija i inicijativa na europskoj razini, uključujući i pitanja o *eHealth*-u. Godine 2014., kao odgovor na dokument Europske komisije („*Green Paper on mHealth*“) PGEU je pozvala na bolju zaštitu podataka generiranih pomoću *mHealth* aplikacija te zatražila od Komisije razvijanje smjernica u vezi s razlikovanjem između aplikacija za životni stil i aplikacija za medicinsku upotrebu. Uz to, PGEU je pozvala i programere takvih aplikacija da osiguraju konzultacije s krajnjim korisnicima tehnologija eZdravlja (tj. s pacijentima i zdravstvenim profesionalcima) tijekom faza dizajniranja,

ocjenjivanja i implementacije kako bi se osigurala primjenjivost takvih tehnologija u zdravstvenoj praksi. Godine 2016., PGEU iznosi izjavu sa svojih pet ključnih preporuka za razvoj i provedbu *eHealth* tehnologija u zdravstvenoj praksi, namijenjene za razmatranje ljekarnicima i drugim zdravstvenim profesionalcima, ICT programerima te zakonodavcima. Preporuke su sljedeće: ljekarnici kaoiskusni korisnici trebaju imati ulogu u razvoju politika i usluga eZdravstva na lokalnoj, regionalnoj ili nacionalnoj razini; integracija eZdravstva u zdravstvene sustave tako da nadopunjuju i podržavaju postojeću praksu; povezivanje elektroničkih zdravstvenih kartona sa sustavima elektroničnog propisivanja recepata te poboljšanje komunikacije i suradnje između pacijenata, zdravstvenih radnika i ICT programera kako bi se ostvario puni potencijal tehnologija eZdravlja i izgradilo povjerenje (pgeu.eu).

U Hrvatskoj je razvoj *eHealth* tehnologija, tj. tehnologija eZdravlja, obuhvaćen nacionalnom strategijom za razvoj zdravstva. Unutar te strategije predviđeni su prioriteti informatizacije zdravstvene skrbi kao i daljnji razvoj eZdravstva.

Ključan prioritet strategije je integriranje i standardizacija zdravstvenih informacija i ujednačavanje stupnja informatiziranosti u sustavu zdravstva. Zdravstveni informacijski sustav mora integrirati sve podatke koji cirkuliraju u zdravstvenom sustavu te, uz visok stupanj sigurnosti i zaštićenosti, osigurati dostupnost podataka ovlaštenim subjektima. Strategija također daje naglasak na integraciju informacijskih sustava u zdravstvenim ustanovama te međusobnu razmjenu informacija, unutar čega se podrazumijeva i povezivanje svih registara u zdravstvu i objedinjivanje podataka. Prioritet je i interoperabilnost informacijskih sustava u zdravstvu sa svim tijelima državne uprave, kao i sa zemljama Europske unije. Ključan cilj strategije je i uspostava elektroničkih zdravstvenih zapisa (EZZ-a), kao i korištenje zdravstveno-statističkih informacija za potporu odlučivanju i uspostava sustava izvješćivanja i upozoravanja. Izravnim dohvatom podataka iz EZZ-a pacijenta (podatci o liječenju, prevenciji, zdravstvenim postupcima i sl.), zdravstveno-statistička izvješća će biti aktualna i bez kašnjenja te će služiti kao kvalitetna potpora odlučivanju upravljačkim tijelima u zdravstvu.

Strateški plan uzima u obzir i funkcionalno unapređenje, modernizaciju i održavanje postojećih informacijskih sustava u zdravstvu putem razvoja e-liste čekanja, e-naručivanja, e-doznaka za ortopedsku pomagala, e-liste lijekova, e-smjernica propisivanja, e-kliničkih smjernica, e-preventive, e-upravljanja kroničnim bolestima, informacijskog sustava kao potpore sustavu upravljanja kvalitetom, umrežavanje ordinacija medicine rada, mZdravlje i dr. Bitna stavka je također normizacija i certifikacija *eHealth* rješenja u hrvatskom zdravstvenom sustavu. U vezi

normizacije zdravstvenih informacijskih sustava treba slijediti europske (CEN, CENELEC i dr.) i međunarodne norme (ISO, HL7 i dr.), odnosno usvojene hrvatske norme (Hrvatski zavod za norme - HZN). Informacijski sustavi u zdravstvu prije uporabe moraju proći postupak certifikacije – provjeru funkcionalnosti, sigurnosti podataka i sustava te interoperabilnosti. Za tu je svrhu potrebno postaviti primarne kriterije kojima proizvod treba udovoljavati, ustanoviti tijelo koje će provoditi postupak certificiranja, definirati razdoblje za koje će certifikat vrijediti, kao i uvjete za potencijalnu re-certifikaciju proizvoda. Sva programska rješenja moraju biti sukladna (kompatibilna). To znači da se izradom programskog rješenja mora osigurati izravna interoperabilnost s drugim programskim rješenjima, odnosno definiranjem standardnog oblika podataka, svako programsko rješenje će ga moći prihvatiti.

Nacionalna strategija digitalizacije zdravstva daje velik naglasak na upotrebu ICT u obrazovanju zdravstvenih profesionalaca. Obrazovanje svake zdravstvene profesije mora sadržavati teme o eZdravstvu. S obzirom na velik broj korisnika u zdravstvenom sustavu, potreban je sustav e-učenja (engl. *e-learning*) koji će olakšati provedbu izobrazbe, a upravljačkom tijelu zdravstva omogućiti izradu sadržaja koji, osim stručnih i korisničkih uputa, mogu imati i preporuke ponašanja, odnosa prema pacijentima, rješavanja kriznih situacija, sigurnosna pravila i sl. Isto tako, potrebno je educirati zdravstvene djelatnike za osnove rada s računalom, za rad sa svim aplikacijama koje se nalaze u području njihovog djelovanja, te o pravima pacijenata i načinu rada zdravstvenog sustava.

Plan uzima u obzir i zakonsko reguliranje tehnologija digitalnog zdravlja. Cjelokupno područje eZdravlja treba biti u potpunosti podržano harmoniziranim zakonskim regulativom, što znači da postojeće zakone i pravilnike treba uskladiti, odnosno dopuniti. Potrebna je definicija prava i obveza svih dionika informatizacije zdravstvenog sustava u provedbi takve informatizacije. Iznimno je važno u integriranom informacijskom sustavu definirati ovlaštenja pacijenata i zdravstvenih djelatnika u javnom i privatnom sektoru, s naglaskom na prava i obveze dobavljača informatičko-komunikacijskih programa i opreme, vezano uz propise koji reguliraju zaštitu osobnih podataka i informacijsku sigurnost. Svakako je potrebno središnje regulirati oblik i sadržaj medicinske dokumentacije, uključivo elektronički zdravstveni zapis, te politiku i pravila informacijske sigurnosti (zdravlje.gov.hr).

1.5. Šest uvjeta uspješnosti

Da bi se tehnologije *eHealtha*, odnosno tehnologije digitalnog zdravlja, uspješno implementirale u praksu, nužni su odgovarajući uvjeti za razvoj i napredak *eHealtha* u primarnoj skrbi kao i općoj kliničkoj praksi. Identificirano je šest ključnih uvjeta za poboljšanje razvitka i stvaranja efektivnih, sigurnih i integrirajućih *eHealth* aplikacija i tehnologija.

Prvi uvjet jest zajedništvo, odnosno zajednička suradnja (ko-stvaranje) te angažman korisnika i „*developer*“ (razvojni inženjeri aplikacija, tj. programeri i proizvođači aplikacija) aplikacija u stvaranju novih tehnologija eZdravlja. Tako, prilikom početka korištenja nove *eHealth* aplikacije, istu vrlo često slijedi tako zvani „*hype ciklus*“. Usvajanje aplikacije započinje s određenim inovacijskim obećanjem, potom slijedi vrhunac korištenja iste, a nakon toga dolazi do razočarenja korisnika radi neispunjenih očekivanja, odnosno svi oni implementacijski izazovi postaju sve očitiji. Tijekom faze razočaranja, interes za aplikaciju se može povratiti ukoliko se u daljnji razvoj i poboljšanje iste uključe sami korisnici i njihov „*feedback*“, tj. povratne informacije korisnika samih tehnologija. Stoga, da bi se osigurala uspješna implementacija *eHealtha* i njezina upotreba, ključno je obraćanje pažnje na interakciju između potrebe korisnika, tehnologije i predviđene ideje te tehnologije. Strategija koja najviše odgovara takvom izazovu jest strategija „ko-stvaranja“. U „ko-stvaranju“ relevantni korisnici pozvani su iznijeti svoje želje i potrebe u okviru procesa razvoja i implementacije *eHealth* tehnologija. Ovakva strategija se ne fokusira samo na dizajnu, već i na specifikaciji vrijednosti. Unutar toga, „*developer*“ imaju za cilj odgovoriti na pitanje odgovara li namjerena svrha tehnologije potrebama okolnosti. Tako, na primjer, prilikom razvoja nove *eHealth* aplikacije zdravstveni djelatnici i pacijenti ne daju samo komentare na samu aplikaciju, već također izražavaju potrebu za uputama i smjernicama kako koristiti takvu aplikaciju. Bez takvih smjernica, zdravstveni profesionalci smatraju da bi aplikacija imala malu vrijednost u njihovom radnom okruženju. Tehnike „ko-stvaranja“ su pokazale kako se mogu poboljšati implementacije *eHealth* aplikacija i tehnologija kao i njihova prihvatljivost te ostvarivost.

Drugi uvjet za razvoj je spajanje *eHealth* tehnologije s uobičajenom zdravstvenom skrbi. Većinu *eHealth* aplikacija ljudi koriste na vlastitu ruku, samoinicijativno, bez pomoći ili usmjeravanja od strane pružatelja skrbi. No, „miješana“ skrb („*blended care*“), u kojoj se klasična skrb povezuje s *eHealth* tehnologijama, ima za potencijal poboljšati kvalitetu i učinkovitost zdravstvene skrbi, pri čemu se održava ili čak poboljšava zadovoljstvo pacijenata,

odnosno pružatelja tih usluga. Na primjeru jednog *case report*a iz 2015. pokazano je kako je implementacija ovakvog pristupa „miješane“ skrbi kod pacijenata koji su patili od medicinski neobjašnjivih simptoma dovela do smanjene upotrebe lijekova i poboljšala suradljivost. Istraživanja oko upotrebe „miješane“ skrbi i dalje su malobrojne, ali prvi rezultati su obećavajući. Osim navedenog *case report*a, valja istaknuti nedavnu studiju iz 2018. koja je evaluirala kombinaciju *online/web* alata za procjenu rizika i konzultacije uživo za pretilu pacijente. Ona je pokazala odgovarajući učinak na smanjenje tjelesne mase kod rizične populacije zahvaljujući upotrebi principa „miješane“ skrbi. Dakako, potrebno je provesti daljnja istraživanja da bi se pokazalo kako i do koje mjere bi takva „miješana“ skrb mogla biti korisna u uvjetima primarne skrbi. No, čak i na temelju limitiranih dokaza o njezinoj učinkovitosti, dolazi se do zaključka kako bi „miješana“ skrb mogla uštedjeti značajnu količinu vremena (ponajviše konzultacijskog vremena), pri čemu bi se to „uštedeno“ vrijeme moglo usmjeriti prema skrbi onih pacijenta kojima je to najpotrebnije.

Treći uvjet je individualiziranost *eHealth* tehnologija. Personalizirani *eHealth* mnogo je efikasniji od onih aplikacija i tehnologija koje slijede pristup „jedna veličina odgovara svima“. Ova činjenica daje do znanja da je potreban jedan holistički i „po mjeri“ okvir po kojem bi se uzimale individualne potrebe korisnika u obzir te u skladu s time razvijale i prilagođavale odgovarajuće aplikacije. Ovakav pristup iznimno odgovara sadašnjoj primarnoj skrbi koja se nastoji sve više okretati prema pacijentu, odnosno stavlja pacijenta u središte zdravstvene skrbi. U takvoj personaliziranoj medicini uzimaju se u obzir pacijentove karakteristike, od genetičke slike, sve do okolišnih faktora, koje daju informaciju za stvaranje plana i strategije zdravstvene skrbi „po mjeri“ pacijenta. Ovdje istančanu ulogu može dobiti strojno učenje (*machine learning*) i umjetna inteligencija kao jedna od tehnologija koja se mogu iskoristi u okviru *eHealth*a. Strojno učenje može se upotrijebiti za informiranje tijekom dijagnostičkog procesa, ali također i za individualiziranje terapije, kao i za predviđanje terapijskih odgovora. Npr., algoritmi strojnog učenja mogu se iskoristi za predviđanje glikemijskog odgovora na hranu u pacijenta s dijabetesom tipa 2 i pomoći uspostaviti personalizirani plan dijete. Aplikacije strojnog učenja u zdravstvu pokazuju kako je bitno gledati *eHealth* kao trijadu u kojoj je „korištenje podataka“ (zbirka, upravljanje i upotreba izvora zdravstvenih podataka) od jednake važnosti kao i ostale aplikacije *eHealth*-a koje informiraju, prikupljaju, prate i omogućavaju interakciju među korisnicima. Većina *eHealth* aplikacija i tehnologija zahtijeva određeni stupanj (zdravstvene) pismenosti, kao i razumijevanje te vještinu rukovanja digitalnim tehnologijama. U skladu s time, *eHealth* može prouzrokovati nejednakosti po pitanju zdravlja,

tj. vrlo često može pogoršati već postojeće razlike među populacijama koje nemaju odgovarajuću zdravstvenu, odnosno digitalnu pismenost. Nužno je da razvojni inženjeri *eHealth*-a budu svjesni potencijalnog rizika pogoršanja nepravdi te da implementiraju strategije za poboljšano uključivanje grupa ljudi koji su pod rizikom. Uključivanjem interaktivnih, korekcijskih procesa s ranjivim skupinama ljudi tijekom razvoja i implementacije *eHealth*-a, i stvaranjem aplikacija „po mjeri“ korisnika moglo bi se pomoći u smanjenju nejednakosti u zdravlju.

Četvrti uvjet je globalnost *eHealth*-a. *eHealth* tehnologija ne smije biti samo relevantna za uvjete „visokih resursa“, već mora biti sposobna funkcionirati i u uvjetima „niskih resursa“. U slabije razvijenim državama i područjima, primarna zdravstvena skrb može imati koristi od implementacije *eHealth*-a. No, sam razvoj i istraživanje takvih tehnologija odvija se u uvjetima „visokih resursa“ što onemogućava zadovoljavajuću provedbu u uvjetima „niskih resursa“. Stoga je nužno, i od visokog prioriteta, uključiti takve uvjete niskih resursa u daljnji razvoj *eHealth* tehnologija jer je njihov utjecaj na poboljšanje sustava zdravstvene skrbi slabije razvijenih zemalja od velikog značaja.

Peti uvjet za uspješno usvajanje *eHealth*-a je utemeljenost na dokazima učinkovitosti. Postoji na tisuće *eHealth* aplikacija dostupnih na raznim *online* servisima. No, za većinu takvih aplikacija ne zna se koliko su one sigurne i učinkovite. Za dio aplikacija postoje određene informacije i pri tome pokazuju svoju suboptimalnu korist te su uz to nedovoljno istražene. Tome u prilog ide nedavna studija za aplikacije namijenjene pacijentima s hipertenzijom, dostupne za Android i iOS platforme koja je pokazala da su te aplikacije vrlo loše kvalitete. Glavni razlog nedostatka dokaza o učinkovitosti je nedostatak adekvatnih istraživanja i studija, odnosno istraživačkih strategija koje mogu pratiti ubrzani razvoj *eHealth* aplikacija, tj. digitalnih tehnologija generalno. Prilikom upotrebe tradicionalnih oblika istraživanja, kao što je npr. randomizirani kontrolirani klinički pokus (*randomized controlled trial* - RCT), potrebno je u prosjeku četiri do pet godina da se završi studija i objave rezultati. Takav tempo i takav vremenski okvir trajanja čini tradicionalne oblike studija nepraktičnima za evaluaciju *eHealth* tehnologija i aplikacija – dok se objave rezultati studije, sama aplikacija koja se proučavala može biti u tom trenutku tehnološki već zastarjela. Koliko se digitalne tehnologije brzo razvijaju dovoljno je pogledati kako je samo u svega četiri godine došlo do razvoja slanja poruka: od jednostavnih slanja tekstualnih poruka putem SMS-a u 2005. pa do 2009. s razvojem 3G pametnih telefona koji pokreću aplikacije kao što su WhatsApp, Viber ili slično, s

moogućnostima slanja tekstualnih te ostalih multimedijских informacija. U 2020. taj je razvoj otišao i dalje, početak implementacije 5G mobilnih mreža, raširenost mobilnih uređaja s procesorskom snagom kakva su imala osobna računala od prije pet godina. Osim ovog hardverskog razvoja, paralelno je, u skladu s tim, napredovao i softverski razvoj, pri čemu nisu ni *eHealth* aplikacije zaostajale. Stoga je za ovaj ubrzani tempo razvoja potreban inovativan oblik studija i istraživanja koje su dovoljno brze, prilagodljive i koncizne. Odnosno, nužne su tako oblikovane studije koje mogu uzeti u obzir brzo širenje i implementaciju tijekom samog procesa istraživanja te moraju biti u stanju dinamično se prilagođavati kada je to potrebno. U članku objavljenom u časopisu *International Journal of Medical Informatics* 2014. godine, Glasgow i sur. predlažu novu vrstu studije koju su nazvali „brza i relevantna istraživačka paradigma“ koja ima za potencijal ubrzati *eHealth* istraživački proces bez upropaštavanja kvalitete istraživanja. Ukratko, istraživanja u pogledu *eHealth* tehnologija moraju biti rapidna i koncizna, iterativna i kompletna te adaptivnog dizajna da bi mogla pratiti inovacijski karakter *eHealth*-a.

Šesti uvjet jest etičnost *eHealth*-a. *eHealth* tehnologije moraju biti susretljive po pitanju etičnog razmatranja, privatnosti i sigurnosti pacijenata. Prvo pravilo medicine je „ne čini štetu“; u skladu s tim, svaka inovacija i terapija koju pružatelj zdravstvene skrbi nastoje implementirati u praksu ne smije prouzročiti neželjene i nepovoljne učinke na pacijente. Kako se pod *eHealth*-om smatra upotreba tehnologije, princip „ne čini štetu“ smatra se ne samo pod medicinsku intervenciju, već se također pod tim smatra sigurnost i pouzdanost tehnoloških inovacija, kao što su npr. sigurnost i zaštita osobnih podataka pacijenata. U kontekstu toga, postavlja se pitanje na koji način upotrebene *eHealth* tehnologije mogu osigurati zaštitu svojih korisnika, misleći pri tome na koji se način podatci pacijenata mogu na anonimni i siguran način pohraniti te tako spriječiti da isti pacijenti ne postanu žrtve *cyber*-kriminala. Također se postavlja pitanje kako adekvatno urediti odnos između velikih i utjecajnih kompanija, ako što su Google i Apple, i njihovog sve više rastućeg komercijalnog interesa prema zdravstvenim podacima. Ovo su samo neka od pitanja u polju etičnosti *eHealth* tehnologija na koje je nužan brz odgovor ukoliko se želi što bolje iskoristi *eHealth* u zdravstvenoj skrbi. Ovih šest uvjeta drže ključ uspjeha implementacije *eHealth*-a u primarnu zdravstvenu skrb. Kada se premoste prepreke kao što su inovacijska kompleksnost i nedostatak dokaza o učinkovitosti, na *eHealth* će se moći gledati kao na tehnologiju koja je u stanju podržati, pa čak i transformirati zdravstvenu skrb (van der Klei i sur. 2019).

2. OBRAZLOŽENJE TEME

Digitalna revolucija odvija se brzim i nezaustavljivim tempom. Eksplozija digitalnih rješenja i tehnologija postavila je pritisak promjena na klasičnu isporuku zdravstvene skrbi te zdravstvenih sustava. Digitalna transformacija, s naglaskom na obradu velikih količina podataka, računalnu procesnu moć, mobilne tehnologije, informacijske i računalne mreže, na putu je da u potpunosti transformira zdravstvenu skrb, a time i ljekarničku skrb kakvu smo do sada poznavali.

3. MATERIJALI I METODE

U izradi diplomskog rada korišteni su znanstveni radovi iz časopisa dostupnih u bazama podataka Medline, PubMed Central (PMC), ScienceDirect, ResearchGate, udžbenik Medicinska informatika te ostala dostupna znanstvena i stručna literatura. Za pretragu referenci korištena je ponajviše PubMed-ova tražilica.

Kako je diplomski rad nastajao za vrijeme trajanja epidemije COVID-19, određene teme bile su pod utjecajem te zarazne bolesti, u smislu pronalazaka informacija o utjecaju *eHealth* tehnologija u rješavanju izazova i problema vezanih uz pandemiju.

Budući da je tema diplomskoga rad upotreba *eHealth* tehnologija i načela u ljekarničkoj skrbi, i to ponajviše gledano iz perspektive javnog ljekarništva, područje *eHealth* tehnologija koje su više vezane na druge farmaceutske djelatnosti, poput farmaceutske industrije, nisu obuhvaćene ovim radom (npr. tehnologije serijalizacije lijekova ili 3D printanje).

4. RASPRAVA

U ovom poglavlju prikazat će se i opisati najvažnije komponente *eHealth* tehnologija, zajedno s njihovim definicijama, prednostima, nedostacima, izazovima u implementaciji, naznakama o tome što se od ovih tehnologija može očekivati u budućnosti, te kako će se ljekarnici mijenjati u skladu s tim. Navest će se odgovarajući odabrani primjeri navedenih tehnologija i intervencija kako bi se bolje ocrtala njihova primjena u realnim uvjetima zdravstvene, odnosno ljekarničke skrbi. Poseban naglasak stavljen je na istraživanja, odnosno istraživačke studije, koje se mogu najbolje nositi s brzomijenjajućim tehnologijama, kao što su tehnologije digitalnog zdravlja.

4.1. Telefarmacija

Pod pojmom *telehealth* (telezdravlje) podrazumijeva se upotreba informacijsko-komunikacijskih tehnologija (ICT) za pružanje zdravstvene skrbi i kliničkih usluga „na daljinu“, s ciljem pružanja brže i učinkovitije dijagnoze te kliničke skrbi. Jedan od sastavnih dijelova telezdravlja, zajedno s telemedicinom, jest i telefarmacija.

Američka nacionalna udruga odbora farmaceuta (*National Association of Boards of Pharmacy* – NABP) definira telefarmaciju kao sredstvo pružanja farmaceutske skrbi putem upotrebe telekomunikacijskih i informacijskih tehnologija prema pacijentima koji su „na udaljenosti“. Telefarmacija pruža kliničku farmaceutsku uslugu i isporučivanje farmakoterapije na udaljenim lokacijama bez fizičke prisutnosti farmaceuta. Tipičan primjer telefarmacijske usluge uključuje usluge kao što su pregled narudžbi lijekova, izdavanje i priprava terapeutika, dijeljenje informacija o lijekovima, konzultacije s pacijentima, nadzor farmakoterapije. Stoga, telefarmacija koristi posljednja dostignuća u tehnologiji koja omogućuju kvalificiranom farmaceutu, koji je smješten na određenoj centralnoj lokaciji, nadziranje farmaceutskog asistenta ili farmaceutskog tehničara na udaljenom mjestu prilikom izdavanja lijekova putem audio i video računalnih poveznica (Poudel i Nissen, 2016.; Casey i sur., 2010).

Telefarmacija služi kao alternativa 24-sata dostupnog farmaceuta lociranog na jednom mjestu. Ovaj pristup usvojen je od strane brojnih zdravstvenih institucija kao alternativna strategija širenja ljekarničke pokrivenosti u područja gdje nije dostupna 24-satna farmaceutska usluga. Rastuća količina informacijskih sustava elektroničnog zdravlja i pripadajućih tehnologija, kao što su npr. elektronički zdravstveni kartoni, omogućuju da informacija bude bolje dostupna

farmaceutima za procjenu prije nego se donese odluka o adekvatnoj farmakoterapiji i dozi. Te tehnologije unapređuju telefarmacijske usluge i omogućuju farmaceutu da efikasnije doprinosi poboljšanju primjene lijekova.

Princip rada telefarmacije može se objasniti na sljedeći način. Mala ruralna bolnica, klinika ili ljekarna u izoliranom području spojena je s određenim većim centrom u urbanom središtu koji ima pristup farmaceutskom osoblju. Ta povezanost omogućena je putem video-telefonskog sustava, odgovarajućih softvera, i automatiziranog stroja za izdavanje lijekova. To ruralno mjesto, ovisno je li riječ o bolnici ili ljekarni, ima zaposlenog medicinskog tehničara, odnosno farmaceutskog tehničara. Oni javljaju u centralnu lokaciju popis lijekova koji su propisani pacijentima iz tih ruralnih središta te zaduženi farmaceut iz centralne lokacije pregledava recept i daje dopuštenje te izdaje lijek putem automatiziranog sustava za izdavanje.

Farmaceutski tehničar u ruralnom središtu tada skenira barkod s ambalaže izdanog lijeka, prethodno označenog odgovarajućom etiketom, s ciljem potvrđivanja izdanog lijeka te naposljetku sam lijek biva izdan pacijentu koji je došao po njega. Pri tome, video praćenjem, farmaceut u centralnom mjestu vizualno nadzire postupak tehničara kako bi se uvjerio da je izdan odgovarajući lijek. Na kraju procesa izdavanja, centralni farmaceut pokreće dvosmjernu video konzultaciju s pacijentom da bi ga savjetovao oko pravilne doze i upotrebe lijeka. Na ovaj se način također rješavaju i sva pitanja te nedoumice koje pacijent može imati oko primjene lijeka. Automatizirani strojevi za izdavanje lijekova nisu uvijek povoljno rješenje za male ruralne bolnice ili ljekarne. Uzevši u obzir taj problem, istraživači iz Farga ND USA, razvili su alternativni sustav kojim farmaceut s udaljenog centralnog mjesta putem videokonferencijskog nadzora nadzire farmaceutskog tehničara prilikom cijelog procesa pripreme, pakiranja i izdavanja lijeka pacijentu. U drugom primjeru, da bi se omogućio i olakšao 24-satni pristup farmaceuta liječnicima i medicinskim tehničarima, razvila se bežična mobilna tehnologija koja omogućava konzultaciju i komunikaciju licem u lice (Poudel i Nissen, 2016).

U bilo kojem telefarmacijskom modelu, farmaceut ima aktivnu ulogu u dostavi farmaceutskih usluga. Telefarmacijski modeli osiguravaju visokokvalitetnu skrb prema zajednici, pogotovo u pogledima nadgleda farmakoterapije i konzultacijama s pacijentima. Studija iz 2013. koja je pratila utjecaj telefarmacije pokazala je kako je uključenost farmaceuta u nadgledanju farmakoterapije „s udaljenosti“ u vremenu kada je bolnička ljekarna bila zatvorena rezultiralo smanjenjem broja neželjenih reakcija (Schneider, 2013).

Neželjene reakcije i ostale medikacijske pogreške doprinose tisućama smrti svake godine. Godišnji trošak na neželjene učinke koje su se mogli spriječiti u SAD procjenjuje se na 2 milijarde USD. Sukladno tome, studija iz 2012. pokazala je kako su neželjeni ishodi, uključujući hospitalizaciju i potencijalnu smrt, mogli biti spriječeni da su se koristile telefarmacijske usluge (Cole i sur., 2012).

Ljekarnicima se putem usluge telefarmacije omogućuje virtualna prisutnost na telefarmacijskoj lokaciji za pružanje ljekarničke usluge. Kad pacijent posjećuje ljekarnu koja podržava telefarmacijsku uslugu, pacijent ima gotovo identično iskustvo kao i u tradicionalnoj ljekarni. Posjećuje ljekarnu, razgovara s farmaceutskim tehničarima te ima neposredan pristup ljekarniku putem, primjerice, video veze, ukoliko imaju pitanja ili trebaju konzultaciju (Larson, 2019).

Telefarmacija pruža ljekarnicima priliku pružanja skrbi većem broju pacijenata, a ponajviše omogućuje ljekarnicima da ostanu ključan stup zdravstvenog tima pacijenta. Također pruža mogućnost otvaranja ljekarni na mjestima na kojima tradicionalna ljekarna možda neće biti održiva te omogućuje pružanje usluga pacijentima s nedostatnim ljekarničkim uslugama u ruralnim područjima s lokalnom, održavajući prijateljsku vezu koju su ljekarnici uvijek imali sa zajednicom kojoj služe (Larson, 2019).

S rastućom populacijom pacijenata s kroničnim bolestima, uključenost farmaceuta u telefarmacijskom modelu da bi se popravio nadzor i potaknula adherencija lijekova može smanjiti rizik medikacijskih pogrešaka, neželjenih reakcija, smanjiti medikacijske troškove i smanjiti troškove liječenja. Zbog toga je nužan oprez kod određenih telefarmacijskih modela koji isključuju angažiranost aktivnog farmaceuta, kao što je to npr. kod internet ljekarni, kod klasičnih automata za prodaju lijekova, ljekarni gdje se narudžbe vrše putem pošte ili modela koji prebacuju usluge ljekarnika na ostale zdravstvene profesionalce kao što su liječnici ili medicinski tehničari (Poudel i Nissen, 2016).

4.1.1. Telefarmacija u Hrvatskoj

Primjer za telefarmaciju pronalazimo i u Hrvatskoj. U kaotičnim vremenima 2020., uslijed epidemije COVID-19, Hrvatska ljekarnička komora (HLJK) u suradnji s Hrvatskim Crvenim križem (HCK) pokrenula je projekt pod nazivom „Pozovi za zdravlje“ koji uključuje telefonsko savjetovanje i dostavu lijekova na kućnu adresu osoba u izolaciji, samoizolaciji te nepokretnih bolesnika za vrijeme trajanja epidemije. Projekt započet u travnju 2020., vođen ljekarnicima-

volonterima koji imaju mogućnost pružanja odgovarajućeg ljekarničkog savjeta i organizacije dostave lijekova u dom bolesnika. No, projekt se ne odnosi na sve pacijente koji koriste lijekove za kroničnu terapiju, već je usmjeren prvenstveno na izdavanje lijekova pacijentima kojima je dodijeljena mjera izolacije ili samoizolacije, zatim nepokretnim osobama koje su u mreži socijalnih službi te transplantiranim, onkološkim i drugim bolesnicima narušenog imuniteta kojima je važno da ne izlaze iz svojih domova za vrijeme trajanja epidemije COVID-19. Sama dostava lijekova odnosi se samo na lijekove koji se izdaju na liječnički recept. Putem pozivnog centra, pacijenti mogu zatražiti uslugu ljekarnika-volontera, nakon čega ljekarnici, kroz detaljan razgovor s pacijentom, naprave nalog za izdavanje i dostavu lijekova. Nakon kreiranja naloga, ljekarna koja je najbliža mjestu stanovanja pacijenta ili ljekarna u kojoj pacijent inače podiže lijekove dobiva nalog za izdavanje terapije. Ljekarnik-volonter kontaktira pacijenta prije same dostave, kako bi s njim dogovorio sve detalje vezane uz dostavu.

Glavni cilj projekta je osigurati kontinuitet opskrbe lijekovima i ljekarničkog savjeta svima pogođenima ovom epidemijom na stručan, siguran i legalan način; potom, pomoći oboljelima od kroničnih bolesti u izolaciji/samoizolaciji i teško pokretnim osobama te spriječiti kršenja propisanih mjera i ograničenja kretanja. Osim pozivnog centra, u sklopu projekta postoji i odgovarajuća stranica na „Facebook“ platformi, koja omogućuje dodatne informacije u vezi projekta kao i informiranje o svim odgovarajućim epidemiološkim mjerama za suzbijanje epidemije te za dijeljenje svih javnozdravstvenih korisnih uputa.

U prvim tjednima pacijenti su pokazali veliki interes za projekt. U prva tri tjedna projekt je imao više od tisuću poziva te preko 400 isporuka lijekova. Pacijenti su zvali za različite savjete u vezi svoje farmakoterapije, pri čemu se svaki drugi poziv odnosio na dodatno savjetovanje o primjeni lijeka i nekog zdravstvenog propisa za vrijeme epidemije. U projekt je uključeno više od 150 ljekarnika i 20-tak studenata Farmaceutsko-biokemijskog fakulteta Sveučilišta u Zagrebu koji su pomagali u logističkom dijelu projekta. Dio volontera zadužen je za rad na terenu i za izravni kontakt s pacijentima, a dio ih je raspoređen u *Call centru*. Organizatori ovog projekta uvidjeli su važnost takvog pružanja ljekarničke skrbi „na daljinu“ te imaju u svojim planovima da se takva realizacija nastavi i dalje, u skladu s potrebama pacijenata (hljk.hr, 2020; Kalogjera, 2020).

4.1.2. Online ljekarne i telefarmacija

Online ljekarna, Internet ljekarna ili e-ljekarna je ljekarna koja posluje putem interneta, koristeći ljekarničke *web* portale na kojima se potrošačima omogućuje kupovina farmaceutskih proizvoda (uključujući receptne, bezreceptne lijekove), medicinska pomagala, dodatke prehrani, kozmetičke proizvode i sl., šaljući narudžbe potrošačima putem odgovarajuće dostavne službe. Ovisno o regulacijama i zakonima države u kojoj posluje *online* ljekarna, nabava receptnih lijekova je dozvoljena ili nije dozvoljena putem interneta (Chordiya i Garge, 2018.; Jurišić Grubešić, 2016b; wikipedia.org).

Prednost prometa lijekovima putem interneta očituje se u jednostavnosti i praktičnosti nabave lijekova, kao i ostalih proizvoda koju *online* ljekarna nudi. Nabava proizvoda s *online* ljekarne posebice može biti velika prednost kod osoba u ruralnim područjima, starijih osoba te invalida. Na taj način mogu doći do informacije o lijekovima, ljekarničke usluge, lijekova i ostalih ljekarničkih proizvoda koji su im ranije bili teško dostupni (Larson, 2019).

Svakako nabavka lijekova s interneta predstavlja određeni rizik. Farmaceutska grupa Europske unije (PGEU) navodi rizike nabavke lijeka putem interneta, pri čemu izjavljuju kako lijek naručen s interneta može biti nekvalitetan, nedjelotvoran i nesiguran za upotrebu. Nema jamstva da je lijek pravilno skladišten i transportiran, teže je dobiti odgovarajuću naknadu sredstava od zdravstvenih osiguranja za plaćeni lijek, također ukoliko se lijek naručuje iz druge države, teško je tražiti odgovornost prodavača iz druge države kod bilo kakvih problema s lijekom. Reklama lijeka može prezentirati autentičan izgled pakiranja lijeka, ali je on bez djelatne tvari. Također je moguće da je oglašavanje na internetu preuveličano, napravljeno s ciljem privlačenja korisnika te ne dogovara istini. U takvim slučajevima izrazi „čudotvoran lijek“, „bez rizika“, „ekskluzivan“ i sl., mogu se naći u oglašavanju. Ovakve osobine oglašavanja lijekova *online* često su značajke ilegalnih internetskih ljekarni. U SAD-u je izdavanje *online* lijekova na recept dopušteno, ali postoje brojni slučajevi ilegalnih internetskih ljekarni. Radi toga FDA provodi aktivnu potragu i zatvaranje *online* ljekarni koje omogućuju razne ilegalne radnje kao što je prodaja receptnih lijekova bez recepta, izdavanje krivotvorenih lijekova ili ispunjavanje *online* anketa, tj. upitnika za dijagnosticiranje bolesti i tegoba, umjesto pozivanja pacijenata na posjet odgovarajućem zdravstvenom profesionalcu za pravu dijagnozu. Isto tako, tijekom internetske nabave nema izravnog kontakta s liječnikom ili ljekarnikom koji će osigurati izbor pravog lijeka za stanje pacijenta ili dati odgovor na pitanja pacijenta o mogućim nuspojavama i interakcijama. S obzirom na rizike s kojima se pacijent može susresti tijekom nabave lijekova s interneta,

PGEU je donio vodič za davanje ljekarničkih usluga *online* putem. Temeljni cilj takve usluge je zaštita zdravlja pacijenata i njihove sigurnosti, u sklopu čega je internetska usluga samo dopuna prethodnog izravnog kontakta u javnoj ljekarni. Uz navedeno, *online* usluge ljekarne moraju biti u skladu s nacionalnim i europskim zakonodavstvom te u skladu s načelima nacionalnog etičkog kodeksa i dobre ljekarničke prakse. Europski sud je 2003. dozvolio je da zemlja EU ima pravo nametanja zabrane na prodaju lijekova na recept preko interneta, ali ne i na bezreceptne lijekove. Sukladno s tim, Hrvatska je donijela zabranu o prodaji i izdavanju lijekova putem interneta, što je definirano Zakonom o ljekarništvu. Neke druge države Europske unije kao što su Njemačka, Nizozemska, Danska, Estonija, Švedska, Finska, ali i ne-EU države poput Velika Britanije i Švicarske, omogućile su izdavanje lijekova na recept putem interneta, pri čemu ljekarne moraju imati i odgovarajuće certifikate za *online* usluge prometa lijekova. Na *web* stranicama *online* ljekarni iz Europske unije mora biti istaknuti tzv. „EU logo za *online* prodaju lijekova“ koji pacijentima omogućuje razlikovanje legalnih od ilegalnih ljekarni te sigurnost prilikom nabavke lijekova *online* putem. Klikom na istaknuti „logo“, pacijenta se prebacuje u registar *online* ljekarni registriranih i odobrenih od strane nadležnog regulatornog farmaceutskog tijela, odnosno agencije, gdje može provjeriti je li njegova internetska ljekarna na popisu ili ne. Odgovarajući zakoni i regulacije omogućit će sprječavanje rizika kod *online* nabave lijekova. Zakonodavci imaju dužnost donošenja propisa s kojima će spriječiti opasnosti *online* nabave lijekova i ostalih proizvoda s internetskih ljekarni, a pritom omogućiti zadržavanje pogodnosti koje pruža internet te time poboljšati kvalitetu života pacijenata (FDA, 2021; Roeder, 2020; Larson, 2019).

Budući da legalne internetske ljekarne mogu voditi bazu podataka o svojim pacijentima te nude ljekarničke savjete putem telefona ili e-maila, *online* ljekarne mogu biti platforma za pružanje telefarmacijskih usluga. Telefarmacija ljekarnicima može poslužiti kao sredstvo za suzbijanje prijetnji koje predstavljaju internetske ljekarne. Kombinacijom usluga *online* ljekarni i telefarmacije mogu se nadopuniti nedostaci Internet ljekarni, kao što je nedostatak komunikacije s ljekarnikom tijekom nabave lijeka ili drugog proizvoda koje internetska ljekarna nudi. Telefarmacija omogućuje proširivanje usluga *online* ljekarni gdje se osigurava prisutnost ljekarnika na daljinu korištenjem informacijsko-komunikacijskih tehnologija za isporuku adekvatne ljekarničke skrbi (Larson, 2019; Jurišić Grubešić, 2016b).

4.2. *mHealth*

mHealth (*mobile health*), odnosno *mZdravlje*, komponenta je *eHealth*-a te se može definirati kao medicinska i javnozdravstvena praksa podržana mobilnim uređajima informacijsko-komunikacijskih tehnologija (ICT), poput mobilnih telefona, tableta, nosivih uređaja za nadziranje i drugih bežičnih uređaja. *mHealth* uključuje upotrebu i kapitalizaciju sržnih funkcija mobilnih uređaja, kao što je slanje glasovnih i tekstualnih poruka kod mobilnih telefona, ali i kompleksnije funkcije i aplikacije istih uređaja (WHO, 2011).

Najčešće se *mHealth* aplikacije koriste za praćenje velikih količina informacija koje se tiču životnog stila i zdravstvenog stanja korisnika. Dostavni mehanizam *mHealth*-a je povezanost između korisnika i pružatelja zdravstvene skrbi putem interneta. Upotreba internetskih platformi potiče kolaborativnu skrb te interakcije između sudionika (Omboni, 2019).

4.2.1. „Uzlazeća domena *mZdravlja*“

Sve veća prisutnost pametnih telefona i tableta među različitim društvenim i demografskim skupinama učinila je mobilne aplikacije potencijalno obećavajućim alatom za uključivanje pacijenata u vlastitu zdravstvenu skrb, posebno onih pacijenata s visokim zdravstvenim potrebama. Mobilne zdravstvene aplikacije, *mHealth*, odnosno aplikacije mobilnog zdravlja, predstavljaju aplikacije dizajnirane za pametne telefone koje mogu pomoći osnažiti pacijente s visokim potrebama i visokim troškovima u samostalnom upravljanju zdravljem. Sposobnost aplikacije da omogućuje pacijentima suradnju, aktivaciju i sudjelovanje, razmjenu informacija te donošenje odluka za vlastito zdravlje može motivirati pacijente za angažman oko vlastite zdravstvene skrbi (Steinhubl i sur., 2015).

Prema podacima iz 2019., u svijetu postoji 5,1 milijarda ljudi koja koriste mobilne usluge. Očekuje se kontinuirani rast broja pametnih telefona te se predviđa da će do 2025. biti 5,8 milijardi korisnika istih. Broj korisnika mobilnog interneta također raste – samo u 2018. broj pretplatnika je iznosio 3,6 milijardi, a do 2025. očekuje se rast do 5 milijardi pretplatnika. Posljedično, broj IoT uređaja i priključaka će se od 2019. do 2025. utrostručiti, od 9,1 milijardu do 25 milijardi. Ovaj brzi porast korisnika mobilnih pametnih uređaja prati u stopu i ukupni broj aplikacija koje nude zdravstvene usluge i informacije. Na temelju statistika iz 2017., ukupni broj, na svim relevantnim trgovinama aplikacija, iznosi više od 325 000 *health*

aplikacija (uključujući zdravstvene, *fitness*, *wellnes* i medicinske aplikacije). Ponajveći porast aplikacija je zabilježen za Android platformu, gdje je došlo do astu od 50 % u razdoblju od 2016. do 2017., dok je, u usporedbi, za iOS platformu u istom tom periodu taj rast iznosio 20 %. Uz to, procjenjuje se da je u 2017. izvršeno ukupno 3,7 milijardi preuzimanja *Health* aplikacija. Ovaj trend ukazuje na rastuću potražnju korisnika za povezanošću i razmjenu zdravstvenih podataka (Omboni, 2019; Research 2 Guidance, 2017).

Potrošači mogu koristiti spomenute aplikacije za širok raspon funkcija, uključujući praćenje *fitness* ciljeva, prehrane, ciklusa spavanja, adherencije na lijekove, prestanka pušenja te praćenje i prikupljanje podataka koji se odnose na specifična zdravstvena stanja. Mnoge od ovih aplikacija mogu se povezati s nosivim uređajima, kao što su *fitness* uređaji za praćenje i sl., radi prikupljanja podataka koji su u svezi sa stvarnim ponašanjem pacijenta. Iako je još uvijek puno nepoznanica u pogledu učinkovitosti samih zdravstvenih aplikacija, preliminarni podatci pokazuju da te aplikacije mogu potaknuti zdrave aktivnosti te ponašanja u samoupravljanju koje mogu rezultirati nizom prednosti (Vatanka i Crespi Lofton, 2020).

Oko 50 % korisnika *smartphone* uređaja prikuplja svoje zdravstvene podatke putem mobitela ili tableta, a 30 % ima barem jednu *Health* aplikaciju instaliranu na svojim mobitelima. Dijabetes i pretilost su i dalje dva glavna oboljenja koja u skoroj budućnosti pokazuju najveći marketinški potencijal, no oni ne predstavljaju ujedno i najveća tržišta. Pretpostavlja se da će *mHealth* rješenja zadobiti 422 milijuna korisnika, s marketinškim potencijalom od 70 %, dok će brojke za pretilost iznositi 600 milijuna korisnika s marketinškim potencijalom od 35 %. Manji potencijal, ali zato najveći broj korisnika očekuje se za aplikacije koje su u svezi s kardiovaskularnim bolestima i hipertenzijom, ovdje se predviđa ukupan broj od 1 milijardu i 1,1 milijardu korisnika, s marketinškim potencijalom od 15 %, odnosno 25 %. Najpopularnije aplikacije su one koje omogućuje povezivanje s zdravstvenim profesionalcima (30 %), potom aplikacije za dijabetes (27 %) i kardiovaskularne bolesti (24 %) te aplikacije za upravljanje lijekovima (24 %). Aplikacije za „samo-motrenje“, praćenje i pohranu vitalnih signala, kao što su krvni tlak, tjelesna masa, lipidni profil, šećer u krvi, tjelesna aktivnost, unos lijekova, te su povezane s medicinskim uređajima i „*wearable*“ sensorima, vrlo su popularne *mHealth* aplikacije. Procjenjuje se da je 42 % *mHealth* aplikacija u stanju se povezati sa sensorima i *wearable* uređajima te se očekuje da će u sljedećih 5 godina uređaji koji već imaju u sebi ugrađene senzore (akcelerometri u mobitelima, mjerenje krvnog tlaka i srčanog ritma pomoću kamere mobilnog uređaja i dr.) postati relevantnije tehnologije, od npr. pametnih satova, za

povezivanje s *mHealth* aplikacijama (Omboni, 2019; Accenture, 2018; Research 2 Guidance, 2018; Research 2 Guidance, 2017).

mHealth aplikacije mogu omogućiti automatski „*feedback*“ orijentiran prema pacijentu, npr. može se formirati ilustrirani trend nekog podatka koji pacijent prati (krvni tlak, tjelesna masa) ili aplikacije mogu svojim sustavom obavješćivanja podsjećati uzimanje terapije i pridržavanje zdravstvenih preporuka. Upravo takva upozorenja i podsjetnici mogu imati ključni aspekt u poboljšanju adherencije terapije, odnosno pridržavanja svih mjera koja su nužne za tretman odgovarajućeg oboljenja. *mHealth* aplikacije također mogu biti izvrstan alat za pružanje edukativnog materijala za određene bolesti, za praćenje i pohranu zdravstvenog statusa, kao i napretka u provođenju liječenja. Generalno, *mHealth* aplikacije se vrlo često koriste za provođenje i olakšavanje komunikacije između pacijenata i pružatelje zdravstvene skrbi. Vrlo je bitno da se prikupljeni podatci mogu pohraniti u baze podataka. Na temelju ankete iz 2018., 50 % „*developer*“ nudi alate (tj. odgovarajući API) za olakšanu integraciju „*third-party*“ *fitness* i *wellness* aplikacijskih podatkovnih točaka (*data points*), a 49 % povezuje svoje aplikacije s funkcionalnostima elektroničnih zdravstvenih zapisa, omogućavajući razmjenu podataka i jednostavnu integraciju između različitih aplikacija i usluga. U ove se aplikacije također mogu integrirati algoritmi učenja kako bi se pratio način na koji pojedinci reaguju na podsjetnike koje aplikacija nudi te utvrdilo najučinkovitije pristupe za aktiviranje i održavanje promjene ponašanja, odnosno životnog stila korisnika. Razvoj digitalnih sučelja koja povećavaju angažman potrošača i pacijenata u poboljšanju njihovog zdravlja stvara mogućnosti ne samo da potiču promjene na individualnoj razini, već se mogu i šire primijeniti za poboljšanje zdravlja stanovništva (Vatanka i Crespi Lofton, 2020; Omboni, 2019; Research 2 Guidance, 2018).

Pametni telefoni, za razliku od osobnih računala, konstanto su aktivni i spojeni na mrežu te ih ljudi nose sa sobom kao oblik modernog stila života. Upravo zbog toga, mobiteli su idealni način za isporuku zdravstvenih podataka. Mobilne aplikacije mogu osposobiti i potaknuti pacijente na samoupravljanje, odnosno ohrabruju pacijente na sudjelovanje u medicinskom donošenju odluka. Generalno, *mHealth* ima za potencijal poboljšati komunikaciju između pacijenata i zdravstvenih djelatnika te poboljšati terapijsku adherenciju pacijenata. Brojne studije povezale su upotrebu mobilnih zdravstvenih aplikacija s poboljšanom adherencijom prema lijekovima kod pacijenta s kroničnim bolestima. Također je utvrđeno da su aplikacije učinkovite i prikladne za pacijente koji upravljaju svojim zdravljem u kućnim uvjetima.

Smanjeni broj prijema u bolnice radi održavanja pacijenata zdravim je jedan od načina kako ljekarne pomažu u kontroli troškova zdravstvene zaštite. Jedan bolnički sustav značajno je smanjio stope ponovnog zaprimanja pacijenata u bolnici radi kongestivnih zatajenja srca nudeći pacijentima aplikaciju s prilagođenim uputama za lijekove i videozapisima o samopomoći (Stranz 2020; Omboni, 2019; Pérez-Jover i sur., 2019; Kruse i sur., 2015; Mottl, 2015).

Ovakve aplikacije su dobitna kombinacija ukoliko se mora držati nadzor nad zdravstvenim stanjem pacijenata koji su geografski teško dostupni ili ako je nužan striktni nadzor zbog težine bolesti, a pri tome se koriste relativno jeftine, lako dostupne i pogodne tehnologije koje funkcioniraju na već postojećoj mobilnoj mreži i infrastrukturi. Također, *mHealth* ima kapaciteta i mogućnosti poboljšati kontrolu rizičnih faktora i zdravstvene statusa, posebice za pacijente koji boluju od kroničnih bolesti kao što su dijabetes, hipertenzija ili zatajenje srca. Kako sve više alata povećava sposobnost praćenja i komuniciranja sve većeg niza varijabli, uloga ljekarnika u tumačenju i primjeni ovih podataka za kliničko odlučivanje raste. Primjerice, pacijenti se mogu izvagati vagom koja je dizajnirana za prepoznavanje porasta mase i mogućeg zadržavanja tekućine te podatke, putem *bluetooth* veze, prenijeti u aplikaciju na pametnom telefonu. Aplikacija šalje zdravstvenom timu pacijenta poruku na procjenu i potencijalnu intervenciju pod određenim uvjetima, na primjer ako pacijent dobije određenu količinu kilograma u određenom roku (Vatanka i Crespi Lofton, 2020; Omboni, 2019).

Potrošači danas očekuju visoku razinu digitalne sofisticiranosti od tvrtki s kojima komuniciraju, uključujući i pružatelje zdravstvenih usluga. Nedavna istraživanja pokazuju da gotovo 60 % pacijenata očekuje da iskustvo korisnikovih usluga digitalne zdravstvene skrbi odražava iskustvo prisutnog kod ostalih usluga koja koriste na dnevnoj bazi (maloprodaja, trgovine, financijske usluge, banke i sl.). U skladu s tim, pacijenti su voljniji odabrati (ili napustiti) pružatelje zdravstvenih usluga na temelju njihovih digitalnih mogućnosti.

54 % pacijenata željelo bi stupiti u kontakt s pružateljima zdravstvenih usluga pomoću svojih pametnih telefona. Istodobno, došlo je do porasta broja mobilnih aplikacija za zdravstvenu zaštitu i osobnih uređaja za nadzor nekog od zdravstvenog parametra. Korištenje nosivih zdravstvenih i *fitness* tehnologija povećalo se s 9 % u 2014. na 33 % u 2018. godini, te se očekuje da će taj trend nastaviti rasti. Kako tehnologija napreduje i kako usvajanje iste raste, pacijenti postaju sve zainteresiraniji za korištenje digitalnih alata za praćenje svog zdravlja i komunikaciju s pružateljima usluga (Stranz, 2020; Phaneuf, 2021; Deloitte, 2019; Rock Health, 2019; NTT Data Services, 2018; Accenture, 2015).

Naravno, *mHealth* ima i svojih nedostataka koji mu otežavaju implementaciju. Na temelju studije iz 2019. samo 25 % doktora je preporučilo *mHealth* aplikacije za monitoring zdravstvenog stanja pacijenata, a 42 % liječnika je brinulo oko toga da će *mHealth* aplikacije pacijente učini previše nezavisnim od liječnika. Jedan od izazova šire implementacije je problem i u samoj mobilnoj tehnologiji. Raširenost 3G mobilne mreže je u zadnjih nekoliko godina porasla sa 75 % na 87 %, 4G mreža je 2018. počela preuzimati vodstvo sa svojih 43 % te se očekuje porast broja globalnih mobilnih konekcija do 60 % do 2023., a uz sve to 5G mreža je već započela svoja testiranja i rane oblike implementacije diljem svijeta. Unatoč tome, pokrivenost mreže i kvaliteta povezanosti u ruralnim i zabačenim područjima je i dalje ograničena. Dostupnost internet mobilnih tehnologija je i dalje glavna barijera za potrošače u nekim područjima svijeta. Unatoč raširenosti digitalnih tehnologija, velik udio ljudi je „nepovezan“ upravo zbog nedostatka vještina i znanja s digitalnim, odnosno mobilnim tehnologijama. Distribucija i pristup raznom mobilnom sadržaju i uslugama su često limitirani zbog jezičnih barijera. Poneke aplikacije i njezini sadržaji isporučuju se samo na lokalnim jezicima, bez međunarodnih verzija. Posebna zabrinutost za *mHealth* aplikacije je ta što ne postoji ispravna regulacija, standardizacija i validacija razvojnog procesa tehnologija. Američki FDA je propisao specifične smjernice za razvojne tvrtke, no problemi su i dalje prisutni. Ne postoje standardizirane metode za evaluaciju kvalitete *mHealth* aplikacija, a informacije koje te aplikacije dostavljaju mogu biti neprecizne. Većina *mHealth* aplikacija se ne smatra medicinskim uređajima, već se glavnina aplikacija vodi kao aplikacije za *fitness* ili *wellness* programe. Svega se nekolicina *mHealth* aplikacija može smatrati dovoljno preciznima i sigurnima za kliničku upotrebu, kao što su npr. aplikacije za hipertenziju koje prate i mjere vrijednosti krvnog tlaka ili omogućuju savjetovanje oko kontrole visokog krvnog tlaka – što tada takve *mHealth* aplikacije čini digitalnim terapeutima (Dgx) Nadalje, *mHealth* predstavlja jedan potencijalni problem glede sigurnosti i privatnosti tijekom razmjene osjetljivih podataka. Neke *mHealth* aplikacije ne odgovaraju danim regulacijama privatnosti, i zbog toga ne postoji garancija da će zdravstvene informacije korisnika biti zaštićene ili da će sami korisnici biti obaviješteni ukoliko dođe do krađe podataka (GSMA, 2019; Omboni, 2019).

Uz spomenuto, treba naglasiti i dizajn samih *mHealth* aplikacija. Pacijenti žele više koristiti sustave koji su estetski ugodni, jednostavni i intuitivni. Žele platformu koja olakšava komunikaciju, pruža mogućnosti praćenja liječenja i pojednostavljuje procese poput punjenja lijekova ili plaćanja, odnosno kupovinu lijekova. Ove afinitete krajnjih potrošača treba uzeti u obzir prilikom svakog razvoja nove ili usavršavanja postojeće aplikacije mobilnog zdravlja, ne

bi li se tako povećala učinkovitost tih alata digitalnog zdravlja (Stranz, 2020.; Accenture, 2019.; Lazard i sur., 2015).

Danas se *mHealth* tehnologije „probijaju“ u zdravstvenu skrb te tako stvaraju temelje za radikalnu transformaciju prakse liječenja, skrbi i medicinskih istraživanja. Zahvaljujući sve većoj računalnoj moći mobilnih tehnologija, pojedinci stječu mogućnost nadziranja, praćenja te slanja zdravstvenih parametara, kontinuirano i u realnom vremenu. Ova „metamorfoza“ stvorila je potencijal za dijagnostiku akutnih bolesti i kontrolu kroničnih stanja koja se mogu odvijati van zdravstvenih ustanova (Stranz, 2020).

4.2.1.1. Pacijenti u središtu

Unutar iznenađujuće kratkog perioda, svijet je postao kompleksno povezan i kompletno pouzdan na mobilne uređaje. Ukupni globalni mobilni podatkovni promet mjesečno na kraju 2019. godine je iznosio 33 egzabajta ($33 \cdot 10^{18}$ bajtova, odnosno 33 milijarde gigabajtova) i procjenjuje se da će se do 2025. povećati do 164 egzabajtova mjesečno (Ericsson Mobility Report, 2020; Steinhubl i sur., 2015).

Unatoč tome, *mHealth* sustav je i dalje u povojima, i u smislu tehnološkog razvoja te u smislu inkorporacije istih u sustav skrbi. Uzevši u obzir Moorov zakon sa sve manjim i jeftinijim integriranim sklopovima, *mHealth* uređaji imaju potencijal smanjiti trošak kliničkih istraživanja i zdravstvene skrbi, baš onako kako je sav ostali tehnološki napredak učinio to u svim ostalim industrijama osim u industriji zdravstvene skrbi (Skinner, 2013).

Upravo *mHealth*-ov naglasak na interes potrošača zdravstvene skrbi čini inkorporaciju u rutinsku skrb izazovnom i transformirajućom. Osnaživanje pacijenata s pristupačnošću i vlasništvom nad svojim medicinskim podacima preokreće dominirajuću jednosmjernu dinamiku današnjeg sustava zdravstvene skrbi. Umjesto toga, *mHealth* stavlja potrošača u prvi plan zdravstvene skrbi (Steinhubl i sur., 2015).

Sve veći broj dokaza sugerira da je zdravstvena skrb učinkovitija i djelotvornija kada su pacijenti aktivno uključeni u svoje liječenje. Angažirani pacijenti surađuju sa svojim pružateljima zdravstvenih usluga, postupaju s poštovanjem i dostojanstvom, dobivaju informacije povezane sa svojom skrbi te sudjeluju u odlučivanju. Pacijenti koji su najmanje angažirani oko vlastite skrbi mogu se suočiti s barijerama zdravstvene pismenosti ili socijalnim preprekama u svojoj skrbi, na što se može odgovoriti zdravstvenim obrazovanjem,

podsjeticima i bilježenjem zdravstvenih podataka. Za ove funkcije nisu potrebne aplikacije za pametne telefone, no kudikamo *mHealth* aplikacije mogu pružiti novu platformu za pohranu i isporuku informacija te pri tome poboljšati učinkovitost zdravstvene skrbi. Umjereno aktivirani pacijenti koji su informirani i sposobni pratiti svoje zdravlje mogu imati koristi od toga što mogu vizualizirati i sažeti svoje zdravstvene podatke, dobiti smjernice o sljedećim koracima i komunicirati s članovima obitelji i pružateljima zdravstvenih usluga. Konačno, najangažiraniji pacijenti mogu imati koristi od ostalih pacijenata koji su na istoj razini angažiranosti, pri čemu se ta podrška pruža putem društvenih mreža ili trajnih motivacijskih izazova koji se mogu isporučiti kroz „gamifikaciju“ - to jest, korištenje elemenata iz dizajna igara, poput natjecanja, nagrađivanja i bilježenja bodova, kako bi aktivnost bila zabavnija (Singh i sur., 2016).

4.2.1.2. Problemi *mHealth*-a

a) Privatnost

Da bi se *mHealth* u potpunosti realizirao, potrošači, davatelji usluga te sustav zdravstvene skrbi moraju biti u mogućnosti dati povjerenje pouzdanosti, privatnosti i sigurnosti svojih podataka kao i uređajima koji ih skupljaju i dijele. Da bi se to postiglo, put do toga je dug. Iako se regulatorno nadgledanje često smatra zaprekom brzog širenja inovativnih tehnologija, kontinuirano postojanje obmana i podvala zahtijeva određenu razinu nadzora (Steinhubl i sur., 2015).

Jedna je istraga pronašla da, od ukupno 1500 testiranih zdravstvenih aplikacija, svaka je peta aplikacija tvrdila da može liječiti ili izliječiti široki raspon medicinskih problema koristeći samo svjetlo, zvuk ili vibracije samih mobitela. Drugi primjer potencijalno opasnih neadekvatnih regulacija zdravstvenih aplikacija je dostupnost medicinskih dijagnostičkih alata s objašnjenjem da se ovakve aplikacije mogu koristiti samo za zabavne ili rekreativne svrhe. Takvo objašnjenje omogućuje *developerima* izbjegavanje regulatornog nadzora, odnosno omogućuje izbjegavanje pružanja ikakvih dokaza o učinkovitosti takvih aplikacija (Steinhubl i sur., 2015; Dolan, 2014).

Globalno, postoji velika nesigurnost oko *mHealth* regulacija, više od 150 zemalja nema regulatorni okvir, pri čemu Europska unija i SAD aktivno redefiniiraju svoj. U nastojanju da ubrza umjesto da ograniči inovaciju, američka FDA, u konzultaciji s *Uredom nacionalne koordinacije i federalne komunikacijske komisije*, izabrala je upotrijebiti pristup baziran na

riziku, fokusirajući se na nadzor samo onih aplikacija ili uređaja koji bi predstavljali rizik za sigurnost pacijenata ukoliko ne bi funkcionirali kako su predviđeni (Steinhubl i sur., 2015).

mHealth korisnici također su zabrinuti za privatnost i vlasništvo svojih zdravstvenih podataka. Većina država ima zakone koji štite podatke o pacijentu, ali s velikim rasponom varijabilnosti. U SAD-u, Zakon o prenosivosti i odgovornosti zdravstvenog osiguranja (*Health Insurance Portability and Accountability Act - HIPAA*) određuje privatnost i sigurnost zdravstvenih podataka. No, ovaj se zakon drži samo unutar okolnosti zdravstvene skrbi, što omogućuje *mHealth developerima* dijeljenje jednog dijela korisničkih podataka, često bez znanja samih korisnika iste. *Američka federalna komisija za trgovinu* testirala je 12 *mHealth* i *fitness* aplikacija te je pronašla da su potrošački podatci bili poslani prema 76 različitih *third-party* kompanija. Neki od podataka koji su bili podijeljeni uključivali su jedinstvene identifikatore mobilnih uređaja, kao i vlasnikove rute trčanja, prehrambene navike te raspored spavanja (Steinhubl i sur., 2015; Brook, 2014).

Slična analiza 43 *fitness* aplikacija pronašla je da je 40 % aplikacija skupljalo podatke visokog rizika – adrese, financijske informacije, puna imena, zdravstvene informacije, lokacije, datume rođenja, poštanske brojeve – i više od 55 % aplikacija dijelilo je informacije s trećom stranom, analitičkim servisima koji su potencijalno mogli povezati te podatke s podacima iz drugih aplikacija (Steinhubl i sur., 2015).

U eri „velikih podataka“ (*big data*), od kritične je važnosti da uvjeti vlasništva osobnih podataka, posebice medicinskih podataka, nedvosmisleno budu izrečeni, a ne zakopani unutar univerzalno nepročitanih i potom prihvaćenih uvjeta sporazuma. Od korisnika bi se eksplicitno trebalo tražiti da prihvate kad god bi se njihovi podatci trebali prodati ili biti poslani drugima. Vrlo je teško da će se tako što postići bez novih zakona i regulatornog nadzora. Jedan od čistih *mHealth* benefita je jednostavan pristup značajnim podacima zdravstvene skrbi, ali ta povećana dostupnost, i prema potrošačima, i pružateljima usluga, stvara potencijal za moguće sigurnosne rizike (Steinhubl i sur., 2015).

Zdravstveni podatci su već sada omiljena meta *cyber* kriminalcima, gdje će se na crnom tržištu platiti 20 USD za informacije zdravstvenog osiguranja osoba, dok u usporedbi za brojeve kreditnih kartica će se platiti svega 1 do 2 USD (Clarke, 2013).

S 4,5 milijuna izgubljenih ili ukradenih *smartphona* u 2019., nije teško zamisliti sigurnosnu katastrofu koja se mogla dogoditi da su svi ti mobiteli imali u sebi pohranjene osjetljive osobne

zdravstvene informacije ili, što je još više zabrinjavajuće, da su ti ukradeni mobiteli poslužili kao portal za pristup elektroničnom zdravstvenom zapisnom sustavu. Pohrana na „cloudu“, sigurnost bazirana na biometriji, enkriptirani transferi podataka, i udaljeni prekidači za gašenje, neke su od mogućih rješenja koja bi se mogla upotrijebiti ili se upotrebljavaju (u manjem broju slučajeva) za smanjenje tih rizika (Steinhubl i sur. 2015).

b) Preopterećenost podacima

Iznimno kritični izazov za uspješnu implementaciju *mHealth* strategija je osiguravanje iskoristivosti podataka, primarno za potrošače, ali i za pružatelje usluga. Ukoliko se podaci ne stave u iskoristivi kontekst, velika količina njih, potencijalno dostupna potrošačima, može vrlo lako zasuti (ili preopteretiti) čak i najaktivnije i najobrazovnije korisnike zdravstvene skrbi. Svaki korisnik neće imati iste potrebe te će se prezentacija djelotvornih informacija morati oblikovati da bi odgovarala individualnim potrebama. Dodatno, pružanje veće količine medicinskih podataka pacijentima ne samo što neuspješno jamči poboljšanje ishoda liječenja, već potencijalno može dovesti i do negativnih posljedica.

Kako je potrošačka potražnja za „nosive“ senzore u porastu, pružatelji zdravstvene skrbi suočit će se s mogućnošću preplavlivanja podacima pacijenata. Takav „*tsunami*“ podataka stvorit će brojne teške izazove, uključujući potrebu za 24-satnim nadgledanjem, s potrebom da se sumiraju multiparametri i kontinuirano skupljaju podaci u koristan i klinički smislen format, te izazovi odgovornosti i ovaj scenarij predviđa da će pružatelji zdravstvene skrbi biti voljni prihvatiti podatke stvorene od strane pacijenata i u njih unijeti dostatnu podršku. Od kritične važnosti za upravljanjem nad korištenjem podataka pacijenta i pružatelja usluga bit će razvoj sofisticiranih alata za analizu podataka te platforme prilagođene korisnicima za prezentaciju tih istih podataka (Steinhubl i sur., 2015).

c) Nedostatak kvalitetnih mHealth aplikacija

Svaku terapiju treba prilagoditi pacijentu te ju propisati s razumijevanjem njezinih koristi i rizika. To se također odnosi na aplikacije koje privlače različitu publiku, nudeći različite funkcionalnosti. Kvaliteta i sigurnost aplikacija nisu nužno u skladu s funkcionalnošću i moraju se uzeti u obzir odvojeno. Korištenje okvira razvoja aplikacija koji uzima u obzir angažman, kvalitetu i sigurnost mobilnih aplikacija presudan je za korisnike koji žele prepoznati pouzdane aplikacije koje će služiti njihovim zdravstvenim potrebama. Iako aplikacije imaju ogroman potencijal za angažiranje populacije s visokim potrebama i visokim troškovima liječenja,

situacija je takva da je mali broj onih zdravstvenih aplikacija, prisutnih na trgovinama aplikacija (*Apple* i *Android app stores*), koje će vjerojatno biti korisne pacijentima (Singh i sur., 2016).

Kvaliteta *mHealth* aplikacija očituje se u pouzdanosti informacija koju pružaju ciljanoj populaciji, potom preporučljivosti i upotrebljivosti same aplikacije. Problem nekvalitete *mHealth* aplikacija najčešće se očituje u loše izvedenim *mHealth* projektima koji su nedovoljno intuitivni i nedovoljno relevantni za dani set zdravstvenih problema te nemaju dovoljno značajki da zaokupe pažnju i angažman pacijenata na dulje vrijeme. Sljedeći primjeri idu u prilog tome.

Studija je analizirala tehnologije s sposobnošću praćenja aktivnosti te je uspostavila slabe dokaze o trajnoj upotrebi, s procjenom da trećina korisnika prestaje koristiti iste nakon 6 mjeseci od inicijalnog početka upotrebe. U studiji iz 2014., sudionici su izjavili da im je aplikacija namijenjena za kontrolu adherencije lijekova bila „frustrirajuća“ i „teška“ za korištenje. U drugoj studiji, u kojoj se pratila upotreba dijetalnih aplikacija za promicanje zdrave prehrane, istraživači su našli da je manje od 3 % korisnika upotrebljavalo aplikaciju manje od tjedan dana te manje od 10 % korisnika je napravilo pozitivne promjene u svojoj prehrani (Ledger i McCaffrey, 2014; Grindrod i sur., 2014; Helander i sur., 2014).

Nadalje, kroz sustavnu pretragu trgovina aplikacija i analize aplikacija za iOS (*Apple*) i Android operativne sustave, studija iz 2016. procijenila je stupanj korisnosti takvih aplikacija za pacijente, i to na temelju sljedećih kriterija: opis angažmana pacijenta, relevantnost aplikacije prema ciljanoj populaciji pacijenata, ocjene i recenzije potrošača i najnovije ažuriranje aplikacije. Između 1 046 aplikacija koje se odnose na zdravstvenu skrb, studija je uočila da 43 % iOS aplikacija i 27 % Android aplikacija može biti korisno za pružanje digitalnog rješenja zdravstvene skrbi (Singh i sur., 2016).

Procjene pokazuju da otprilike 71 % korisnika aplikacija kroz razne djelatnosti (npr. mediji i zabava, maloprodaja, način života, poslovanje, financije) prestaje koristiti aplikaciju u roku od 90 dana. U studijama zdravstvenih istraživanja aplikacija namijenjenih za široki spektar zdravstvenih stanja, uključujući Parkinsonovu bolest, reumatoidni artritis i kardiovaskularno zdravlje, pokazalo se da je svega oko 10 % do 25 % sudionika koristilo dane aplikacije do kraja trajanja faze prikupljanja podataka u sklopu tih studija (Perro, 2018; Bot i sur., 2016; Crouthamel i sur., 2018; McConnell, 2018).

Na temelju prethodno navedenih primjera može se zaključiti kako korisnici zahtijevaju „potrošački prijateljske“ uređaje i aplikacije koje su samoodržive (*self-reinforcing*) te zabavne, odnosno ugodne za korištenje. Jedan od načina da se ovi ciljevi ostvare su upotrebe elemenata iz mehanike igara (*gamifikacija*), stimulacije, te društvene mreže za promicanje nadmetanja među korisnicima (Steinhubl i sur., 2015).

Kada je riječ o zdravstvenim aplikacijama, sve je u pružanju funkcionalnosti na najkorisniji mogući način. Na temelju primjera iz prakse vidljivo je kako je vrlo malo zdravstvenih aplikacija uspješno implementiralo tu ključnu komponentu. Poželjno je imati jedinstvene funkcionalnosti u aplikaciji, ali osnovne značajke trebaju biti lako dostupne krajnjim korisnicima. Ako mobilna aplikacija zahtijeva od pacijenata puno vremena za shvaćanje kako funkcionira, pacijent aplikaciju više neće upotrebljavati (Georgiou, 2021).

Prema studiji objavljenoj u *Journal of Medical Internet Research*, pružanje socijalne platforme pacijentima moćan je način za poboljšanje zdravog ponašanja. Više od 56 % od 217 ispitanih korisnika otkrilo je da društvena značajka unutar aplikacije povećava njihovo uvjerenje da drugi ljudi žele voditi zdravu rutinu. Mnogo je blagodati dodavanja društvenih značajki u aplikaciju. Kada se pojedincu dijagnosticira određena bolest ili zdravstveni problem, vjerojatno bi se želio povezati s ljudima kojima je dijagnosticirano slično stanje (West i sur., 2017; Georgiou, 2021).

Suvremeni potrošači očekuju uglađeno i elegantno korisničko iskustvo. Loše korisničko iskustvo može biti razlog zašto većina mobilnih zdravstvenih aplikacija ne ostavlja sjajan prvi dojam, to pak dovodi do gubitka interesa za odgovarajuću aplikaciju i prestanka korištenja iste. Također, aplikacija mobilnog zdravlja trebala bi omogućiti pacijentima jednostavnu komunikaciju sa zdravstvenim profesionalcima. Ukoliko aplikacija nudi platformu na kojoj se može odvijati komunikacija pacijenata i ljekarnika, liječnika ili drugog zdravstvenog profesionalca, to bi uvelike pomoglo svim stranama te uštedjelo vrijeme i povećalo djelotvornost zdravstvene skrbi (Georgiou, 2021).

Dodatan bonus za *mHealth* aplikaciju je ako ima mogućnost integracije s nosivim uređajima (*wearables*). Kako je već objašnjeno, nosivi uređaj može prikupiti kritične podatke, poput otkucaja srca, šećera u krvi, tremore, kontrolu držanja tijela, obrasce spavanja i tjelesnu aktivnost. Ovi podatci mogu pomoći pacijentima da saznaju više o svojoj *fitness* rutini, kao i zdravstvenom stanju, te pružiti veću kontrolu nad svojim zdravljem (Georgiou, 2021).

Bez rigoroznog testiranja u kliničkim pokusima, *mHealth* je pod rizikom da slijedi isti put kao i upotreba robotike u kirurgiji ili upotreba prakse doziranja megavitaminskih doza – terapije koje se često koriste, ali bez čistih klinički podržavajućih dokaza. Uspješna implementacija *mHealth* aplikacija zahtijeva poboljšano razumijevanje individualnih varijabilnosti u razinama komfora s različitim tehnologijama te zna kako individualno ohrabriti pacijente na održivu upotrebu istih (Steinhubl i sur., 2015).

Prestanak korištenja aplikacija može imati negativne posljedice i za same studije koje odgovarajuće aplikacije proučavaju, što rezultira lošim ishodom, odnosno zaključcima studija. Gubitak angažmana može imati značajne utjecaje na integritet podataka prikupljenih u okviru studija *mHealth*-a, stvarajući probleme, poput pristranosti (ako aplikaciju prestaju koristiti oni pojedinci koji se sustavno razlikuju od ostalih onih koji nastavljaju koristiti odgovarajuću *mHealth* intervenciju), smanjenje kvalitete podataka i visoke stope nedostajanja podataka. Nadalje, nedostatak transparentnosti u dizajnu studije ili izvještavanju može dovesti do pogrešne interpretacije ako nije jasno koliko je ljudi pristupilo i ostalo u studiji te koji su faktori koji pokreću taj angažman. Neuspjeh u rješavanju ili sprečavanju ovih prijetnji može značiti da studije mZdravstva donose netočne zaključke o postojanju, snazi ili smjeru povezanosti izloženosti i ishoda (Druce i sur., 2019).

Uspjeh spomenutih studija rezultat je razmatranih strategija koje se koriste za maksimalizirane angažmane sudionika, uključujući fokusiranje na upotrebljivost tehnologije, funkcionalnu sposobnost sudionika i razmatranje radnog opterećenja te vremenske obveze sudionika i poticajne ili motivirajuće čimbenike (poput upotrebe podsjetnika, praćenja podataka, pružanja podataka o kontaktima za studiju i podrška studiji). Ovaj članak opisuje korištene strategije i naučene lekcije. Koristi citate sudionika (dane u e-porukama sudionika, putem društvenih mreža ili kao odgovor na formalne zahtjeve za povratne informacije) kako bi istaknuo koliko su strategije bile uspješne u promicanju angažmana (Druce i sur., 2019; Druce i sur., 2018; Reade, 2017).

4.2.2. *Wearable* senzori i mobilni uređaji u službi *mHealth-a*

Nosivi elektronični uređaji mogu se definirati kao uređaji koji se mogu nositi ili spojiti s ljudskom kožom za kontinuirano i pomno praćenje aktivnosti, odnosno stanja pojedinca, bez ometanja ili ograničavanja korisnikovih pokreta (Haghi i sur., 2017).

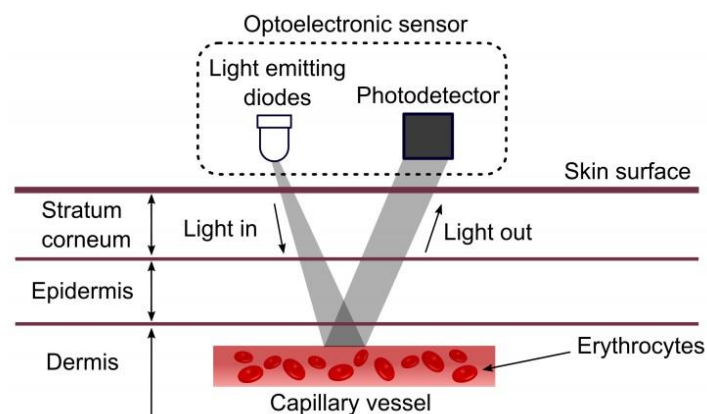
Danas je dostupan čitav raspon nosivih uređaja i sustava s uključenim biometrijskim sensorima, kao što su mikrosenzori koji su neprimjetno integrirani u tekstil, pametni satovi, pametni pojasevi/remeni, pametni povezi za glavu, kožni priljepci, pametne narukvice, pametne naočale, slušalice, te ostali slični uređaji dizajnirani za širokopojasni rad i operacije. Područje nosivih sustava za nadzor zdravlja usmjerava se k smanjenju veličine nosivih uređaja, mjerenju sve većeg broja vitalnih znakova te slanju sigurnih i pouzdanih podataka putem tehnologija pametnih telefona. Iako u posljednje vrijeme postoji interes za promatranje sveobuhvatnih bioloških i nebioloških medicinskih podataka za cjelovito praćenje zdravstvenih stanja pojedinaca, ipak je najviše zastupljena primjena nosivih sustava za praćenje osnovnih fizioloških parametara pojedinca u mobilnom okruženju (Haghi i sur., 2017).

Iako ovi senzori imaju svaki svoju funkciju i mogućnosti, svima je zajednička mogućnost pasivnog, nenametljivog te kontinuiranog nadzora. Druga je ključna karakteristika njihova mogućnost neprimjetnog praćenja i prijenosa svih biometrijskih podataka u jedno interaktivno i informativno korisničko sučelje (*user interface*), gdje se sakupljeni podatci i informacije mogu bilo kada podijeliti s pružateljima zdravstvene skrbi, istraživačima, članovima obitelji ili pak na pojedine društvene mreže. Najpoznatiji i najkorišteniji nosivi senzori su senzori s ugrađenim akcelerometrima za praćenje aktivnosti, no senzorska tehnologija je u puno većoj mogućnosti od samog brojanja koraka i osiguravanja adekvatnih personaliziranih informacija za usmjeravanje zdravlja i kondicije. Sam potencijal senzora nošenih na zapešću iskazuje se u činjenici na postojanje brojnih biometrijskih parametara za koje se razvijaju odgovarajući senzori. Većina komercijalno dostupnih nosivih uređaja prate određene, odnosno specifične vitalne znakove. No, većina takvih uređaja za rekreaciju nije prikladna za medicinsko praćenje visoko rizičnih pacijenata. Takve aplikacije i uređaji zahtijevaju strogu validaciju za upotrebu u kliničkim uvjetima te preporuku od strane zdravstvenih djelatnika. S obzirom na to, nosive uređaje možemo podijeliti na nosive uređaje potrošačke razine i nosive uređaje kliničke razine (Haghi i sur., 2017).

Potrošački zdravstveni nosivi uređaji uključuju uređaje za osobni *wellness* ili *fitness*, kao što su uređaji za praćenje aktivnosti, trake, narukvice, sportski satovi te pametna odjeća. Većinu ovih uređaja ne reguliraju zdravstveni autoriteti, ali ih stručnjaci mogu odobriti za određene zdravstvene primjene na temelju neformalne kliničke provjere i studija potrošača. Primjere za to pronalazimo među sljedećim uslugama, tehnologijama i aplikacijama: Misfit, Fitbit, Withings, Samsung Health, Apple Health i drugi (www.aabme.asme.org).

Nosivi uređaji kliničke klase uključuju regulirane uređaje i potporne platforme koje su općenito certificirane, odnosno odobrene za upotrebu od strane jednog ili više regulatornih ili zdravstvenih tijela, poput Američke agencije za hranu i lijekove (FDA) ili Europske agencije za lijekove (EMA). Većina tih uređaja koristi se zajedno sa savjetima stručnjaka ili uz liječnički recept. Primjeri za ovo su: pametni remen „Active Protective“ koji otkriva padove i postavlja zaštitne zračne jastuke kod kukova namijenjen starijim osobama; Halo Sport slušalice, koje se nose tijekom treninga kako bi stimulirale područja mozga odgovorno za mišićno pamćenje, snagu i izdržljivost; „Quell“ uređaj, nosivi uređaj za neuromodulaciju koji podražuje osjetne živce kako bi pružio olakšanje od kronične boli. Ovakvi nosivi uređaji odgovaraju opisu digitalnih terapeutika te mogu biti preporučeni od strane zdravstvenih profesionalca kao odgovarajuća terapija (Haghi i sur., 2017; www.aabme.asme.org).

U kontekstu toga, postoji nekoliko komercijalnih uređaja koji omogućuju nadzor srčanog ritma upotrebom mobilne aplikacije i kožnog priljepka za kontinuirano praćenje ritma. Isto tako, razvijaju se tehnologije za nadzor krvnog tlaka, gdje se zamjenjuju klasični tlakomjeri i upotrebljava fotopletizmografija (neinvazivna kvantitativna metoda koja koristi infracrveno svjetlo za mjerenje protoka krvi u kožnoj mikrocirkulaciji) te tranzicijsko vrijeme pulsa (Slika 1).



Slika 1. Princip rada fotopletizmografijskog senzora (preuzeto i prilagođeno iz Moraes i sur., 2018).

Fotopletizmografija je tehnika koja, između ostaloga, omogućuje i rad pulsni oksimetara za mjerenje zasićenosti krvi kisikom. Ovime se može postići češće, pa čak i kontinuirano, praćenje krvnog tlaka i srčanog ritma, što može omogućiti kritičnu razinu praćenja za veliku populaciju ljudi. Uređaji s fotopletizmografskim senzorima su uređaji bez manžeta. Upravo takvi uređaji najviše obećavaju među *mHealth* uređajima za praćenje krvnog tlaka, najviše zbog toga što su jednostavni za uporabu i mogu se koristiti svugdje, što je važan aspekt za pacijente s pretrpanim rasporedom ili pacijentima koji često putuju te ne mogu nositi uobičajene. Korištenjem fotopletizmografskog (PPG) optoelektroničnog senzora, s LED diodom i fotodetektorom, svjetlost iz izvora se reflektira o tkivo ili prolazi kroz tkivo te očitava na detektoru. Načelo rada PPG senzora temelji se na emisiji svjetlosti iz LED diode koja prodire u kožu i krvne žile. Detektor mjeri transmitiranu ili reflektiranu svjetlost za mjerenje određenog parametra. Rezultati PPG signala prvenstveno ovise o protoku krvi i kisika u kapilarnim žilama tijekom svakog otkucaja srca. U transmisijskom načinu rada, svjetlost prolazi kroz apsorpcijske tvari kao što je kožna pigmentacija, kost, arterijska i venska krv te se neapsorbirana svjetlost očitava na detektoru. S obzirom da PPG senzor u reflektirajućem modu reflektira svjetlost o tkivo, taj način rada može provoditi mjerenje u debljim dijelovima tijela (kao npr. zapešće ili čelo), što omogućuje takvim PPG senzorima implementaciju u razne nosive oblike, uključujući pojase, trake, narukvice, priljepke ili flastere. Koristeći svjetlosnu diodu kao izvor svjetlosti, a kameru telefona ili zaseban senzor kao fotodetektor, pametni telefon se također može koristiti za izvođenje fotopletizmografije (Omboni, 2019; Moraes i sur., 2018).

Rezultati meta-analize iz 2018., pregledom 14 studija, upućuju na to da ne postoji znatna razlika između mjerenja otkucaja srca pametnim telefonom i validiranom metodom s odgovarajućim medicinskim uređajem za mjerenje srčanog ritma. Korištenje *mHealth* aplikacija za pametne telefone s ugrađenim PPG senzorom, za mjerenje srčanog ritma u populaciji odraslih osoba s normalnim sinusnim ritmom, pokazao se kao valjan način mjerenja. No, analiza također upućuju na to da rezultati tih aplikacija prilikom mjerenja srčanog ritma kod djece i osoba s aritmijama nisu dale dosljedne rezultate, odnosno rezultati mjerenja su bili nekonzistentni s vrijednostima dobivenim s validiranim metodama mjerenja sinusnog ritma u tim populacijama (De Ridder i sur., 2018).

Što se tiče mjerenja krvnoga tlaka PPG-om, *mHealth* aplikacije i nosivi uređaji komercijalne razine vrlo često podbacuju u tom segmentu, nisu najprecizniji alati te ne mogu poslužiti kao zamjena za klinički validirane tlakomjere, ali mogu poslužiti kao orijentacijski način za

kontrolu krvnoga tlaka. U prilog tome idu i studije iz 2016. koje su analizirale aplikacije za instantno mjerenje krvnog tlaka, namijenjene za pametne telefone, pri čemu su izračunavale vrijednost tlaka principom PPG-a, korištenjem kamere i LED diode mobilnog telefona. Rezultati jedne od studija su upućivale na to da je srednja vrijednost razlika u izmjenom tlaku s aplikacijom i validiranim uređajem iznosila za 12,4 mmHg za sistolički tlak i 10,1 mmHg za dijastolički tlak, prevelika razlika da takve aplikacije budu na kliničkoj razini upotrebe. Ostale studije također su potvrdile da je stupanj korelacije između standardnih medicinskih uređaja koji se rutinski koriste u kliničkoj praksi i proučenih aplikacija za pametne telefone nedovoljan da se aplikacije preporuča za kliničku primjenu. Ne postoji mnogo validacijskih studija koje analiziraju bezmanžetne (fotopletizmografske) uređaje i aplikacije, ali dosadašnji rezultati upućuju na to da većina komercijalno dostupnih aplikacija ili uređaja ne zadovoljava kliničke uvjete. No, 2019. god. FDA je odobrila prvi, za kliničku i kućnu upotrebu, siguran i učinkovit bezmanžetni nosivi uređaj za mjerenje tlaka, pod imenom „BioBeat“ (Slika 2), koji u kliničkim prihvatljivim odstupanjima može precizno odrediti vrijednosti krvnog tlaka. Uređaj može doći u obliku pametnoga sata ili priljepka, te je također odobren za mjerenje srčanog ritma i zasićenosti krvi kisikom, i dolazi s vlastitom aplikacijom za mobilne i stolne uređaje koja omogućuje pohranu, praćenje i analizu izmjerenih podataka. Podatci se u stvarnom vremenu prenose s nosivog uređaja na korisničku aplikaciju te na medicinski sustav upravljanja pacijenta. Mjerenje krvnog tlaka odvija se pomoću PPG senzora koji mjeri tranzitno vrijeme pulsnog vala (*Pulse Wave Transit Time – PWTT*). Studija iz 2020. potvrdila je preciznost i pouzdanog tog uređaja (srednja vrijednost razlike u izmjenom sistoličkom i dijastoličkom tlaku između ovog uređaja i standardnih medicinskih tlakomjera iznosila je manje od 5,0 mmHg, sa standardnom devijacijom manjom od 8,0 mmHg) te zaključila kako su PPG bazirani uređaji jednostavniji za postavljanje i korištenje od manžetnih uređaja i omogućuju promjenu na koji će se način u bolničkim i vanbolničkim uvjetima, odnosno kućnom scenariju, moći nadzirati tlak kroz dulji vremenski period. Također, studija je zaključila da su potrebna daljnja istraživanja kako bi se ovi podatci dodatno ojačali i potvrdili (Nachman i sur., 2020; FDA, 2019; Omboni, 2019; Alexander i sur., 2016; Plante i sur., 2016).



Slika 2. „BioBeat“ nosivi uređaj, prednja i pozadinska strana s vidljivim integriranim PPG senzorima (preuzeto i prilagođeno iz Nachman i sur., 2020).

Jedna vrlo inovativna skupina senzora razvija se za praćenje autonomnog živčanog sustava, tzv. elektrodermalna metrika (praćenje galvanskog odgovora u koži), i varijabilnosti srčanog ritma, s ciljem pružanja objektivnih podataka individualiziranih dnevnih varijacija razina emocionalnog stresa i anksioznosti. Ovakva mogućnost kvantitativnog praćenja emocionalnog statusa može biti od koristi i u praćenju učinkovitosti neke terapijske strategije. Senzor se nosi na zapešću u obliku velike narukvice te prati elektrodermalnu aktivnost kao senzitivni indeks za simpatičku aktivnost živčanog sustava. Ostale senzorske tehnologije koje se razvijaju pronalaze svoju primjenu u praćenju faza sna i prekida sna (upotreba aktigrafa – može biti u obliku sata koji u sebi ima ugrađeni akcelerometar koji mjeri i bilježi pokrete tijela te tako dobiva informacije o cirkadijanom ritmu), praćenju respiratornih bolesti (korištenje nosivih uređaja koji mjere zasićenost krvi kisikom, pulsni oksimetar, mjere pulmonarni volumen - respiratorna induktivna pletizmografija, u obliku pojasa koji se nosi oko prsa, mjere tjelesnu aktivnost i kvalitetu zraka i dr.), kontinuiranom praćenju razine glukoze u krvi (kontaktne leće s polimeriziranim kristalnim koloidima, za neinvazivni nadzor visoke koncentracije glukoze u suzama, putem metode usmjeravanja NIR svjetlosti u leću koja se potom reflektira o leću, a intenzitet zrake opada proporcionalno koliko je veća koncentracija glukoze u suzama ili elektromagnetični senzori u obliku rukavice koje mjere promjene u tkivu šake, mjereći pomoću elektromagnetskih valova mijenjanje dielektričnih svojstva u krvi uslijed povišene koncentracije glukoze u krvi) itd. (Hanna i sur., 2020; Omboni, 2019; Smith i sur., 2018; Aliverti, 2017.; Steinhubl i sur., 2015; Hu i sur. 2013; Poh, 2010; Ancoli-Israel i sur., 2003).

Nosivi uređaji postaju sve više popularni u raznim područjima, od sporta i *fitnessa* do nadzora zdravlja. Zbog sve većeg broja starije populacije u cijelom svijetu, nosivi uređaji postaju važne tehnologije za dugoročno praćenje zdravlja (Omboni, 2019).

Ukoliko nosivi ili uobičajenim medicinski uređaji, kao što su krvni tlakomjeri i glukometri, posjeduju tehnologije povezivanja, kao npr. *bluetooth*, te mogu komunicirati s digitalnim alatima, odnosno aplikacijama mobilnih telefona koji imaju u sebi integrirane elektronične zapise podataka i pri tome se još ti podatci mogu dijeliti s pružateljima zdravstvene skrbi, takve platforme digitalnih alata mogu pomoći u upravljanju bolesti te podići adherenciju uzimanja lijekova na novu razinu. Kao što se iz prethodnih primjera moglo vidjeti, nosivi uređaji vrlo često mogu komunicirati međusobno, odnosno mogu odašiljati prikupljene podatke, npr. na aplikacije mobilnih telefona, gdje se ti podatci tada pohranjuju te dalje analiziraju, a korisniku se omogućuje pregled isith. Kada su uređaji povezani u takvom odnosu, oni čini jednu novu vrstu platforme. Platformu *Interneta stvari*. Internet stvari (IoT) novi je koncept koji pruža mogućnost praćenja zdravstvene skrbi pomoću nosivih uređaja. IoT se definira kao mreža fizičkih objekata koja je podržana tehnologijom za podatkovnu komunikaciju i sensorima za interakciju s unutarnjim i vanjskim stanjima objekta te okolinom objekta (Haghi i sur., 2017).

4.2.3. Internet stvari i Internet medicinskih stvari – IoT & IoMT

Internet stvari, odnosno *Internet of Things* (IoT), sustav je bežičnih, međusobno povezanih i spojenih digitalnih uređaja koji mogu prikupljati, slati i pohranjivati podatke putem mreže bez potrebe za interakcijom čovjeka s čovjekom ili čovjeka s računalom. IoT se još shvaća kao dinamička, samokonfiguracijska mreža fizičkih i virtualnih stvari vođena interoperabilnim komunikacijskim protokolima, medijima i standardima. „Stvari“, odnosno uređaji Interneta stvari imaju identitete i attribute, sposobne su za povezivanje s informacijskim mrežama poput interneta te mogu vršiti prepoznavanje, obradu podataka, umrežavanje i komunikaciju. Stoga se IoT može smatrati novom verzijom informacijske i komunikacijske tehnologije (ICT) te još jednim tehnološkim kandidatom za pokretanje *eHealth*-a, tj. eZdravstva (Kelly i sur., 2020; Al-Turjman, 2019).

Arhitektura IoT-a u pružanju zdravstvene skrbi sastoji se od 3 osnovna sloja: 1) percepcijski sloj, 2) mrežni sloj i 3) aplikacijski sloj. Percepcijski sloj, odnosno percepcijske i identifikacijske tehnologije koje čine taj sloj, temelj su tehnologija *Interneta stvari*.

Percepcijski sloj je fizički sloj koji ima senzore za očitavanje i prikupljanje informacija o okolini. Senzori su uređaji koji mogu percipirati promjene u okruženju te mogu uključivati: tehnologije radiofrekvencijske identifikacije (RFID), infracrvene senzore, kamere, GPS, senzore pametnih uređaja i sl. Ti senzori omogućuju sveobuhvatnu percepciju putem prepoznavanja objekata, prepoznavanja lokacije i geografskog prepoznavanja te mogu pretvoriti ove podatke u digitalne signale što omogućuje mrežni prijenos. Senzorske tehnologije omogućuju praćenje terapije u stvarnom vremenu i olakšavaju priskrbivanje mnoštva fizioloških parametara pacijenata kako bi se dijagnoze i visokokvalitetno liječenje moglo brzo pratiti. Mrežni sloj odgovoran je za povezivanje s drugim pametnim stvarima, mrežnim uređajima i serverima. Značajke mrežnog sloja se također koriste za prijenos i obradu senzorskih podataka. Mrežna razina IoT tehnologija uključuje žičane i bežične mreže, koje komuniciraju i pohranjuju obrađene informacije (iz prvog sloja) lokalno ili na nekom drugom centraliziranom mjestu (npr. centralni server). Komunikacija između uređaja može se odvijati na niskim, srednjim i visokim frekvencijama. Ovo uključuje komunikacijske tehnologije kratkog dometa, poput RFID-a, bežične senzorske mreže, *bluetooth*, Wi-Fi, NFC, LAN, GSM sustave (kao npr. 4G ili 5G) i dr. Visokofrekventne stanične mreže četvrte generacije (4G) doživjele su velik komunikacijski potencijal za ovakve tehnologije te uz njih razvijajuće 5G mreže postaju sve dostupnije i očekuje se da će postati glavni pokretači rasta IoT aplikacija za zdravstvenu skrb, s potencijalom pružanja pouzdanog povezivanja do tisuću uređaja istodobno. Komunicirani podatci pohranjuju se lokalno ili se šalju centraliziranom „*cloud*“ serveru, odnosno na određeni udaljeni server za čiji pristup treba internetska veza. Računarstvo u „*oblaku*“ kao podrška u pružanju zdravstvenih usluga ima brojne prednosti, prvenstveno jer je sveprisutno, fleksibilno te skalabilno u smislu prikupljanja, pohrane i prijenosa podataka između uređaja povezanih sa serverom. Korištenje „*clouda*“ može podržati podatkovno zahtjevne elektroničke zdravstvene zapise, portale za pacijente, medicinske IoT uređaje (koji mogu uključivati aplikacije za pametne telefone) te analitiku velikih podataka koja pokreće sustave za podršku u odlučivanju i terapijske strategije. Aplikacijski sloj interpretira i primjenjuje podatke te je odgovoran za pružanje usluga korisniku specifičnih za aplikaciju. U sklopu ovog sloja definiraju se razne aplikacije s kojima se može uspostaviti „Internet stvari“, na primjer to mogu biti platforme pametnih domova (*smart homes*), pametnih gradova (*smart cities*) i pametnog zdravlja (*smart health*) (Kelly i sur. 2020; Sethi i Sarangi, 2017).

Nosivi uređaji temeljeni na IoT platformama moraju pružiti jednostavan, moćan aplikacijski pristup ostalim IoT uređajima. Predloženo je mnogo platformi i struktura, pri čemu su već sada

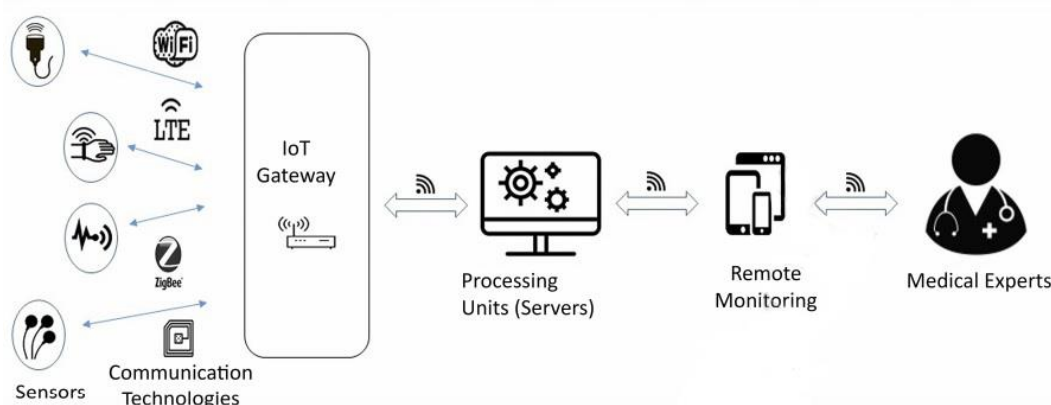
dostupni komercijalni uređaji za biometrijsko/medicinsko mjerenje fizioloških parametara. No, i dalje postoje izazovi daljnje implementacije i razvoja. Presudne su četiri ključne mogućnosti koje IoT platforme moraju omogućiti za svoju uspješnu provedbu i realizaciju. Kao prvo, IoT platforme i tehnologije moraju osigurati jednostavnu i sigurnu povezivost. Dobra IoT platforma omogućuje lako povezivanje uređaja i izvršavanje funkcija upravljanja uređajima u tri razine: prikupljanja podataka, prijenosa podataka u čvorište te trajno čuvanje i promatranje u određenoj medicinskoj stanici. Ovi koraci moraju biti osigurani; stoga je enkripcija podataka neophodna. Sljedeća komponenta uspješne IoT platforme je adekvatna potrošnja energije. Da bi se korisniku nosivog uređaja omogućilo lako upravljanje istim uređajem te dugoročno praćenje parametara bez prekida, gubitak energije postaje važna točka upotrebe ovih tehnologija. To je strogo povezano s brojem parametara koji se očitavaju, učinkovito programiranim kodom, kao i dobrim pakiranjem podataka, odnosno enkripcijom i kompresijom istih. Potom, bitna karakteristika nosivih uređaja je sama nosivost istih. Nosivi uređaji dizajnirani su za razne vrste biomedicinskog nadzora kako bi svojim korisnicima pomogli u dugom, zdravom životu. Stoga takvi uređaji moraju biti jednostavni, laki i udobni za nošenje. Ovi se zahtjevi ispunjavaju s laganim, malim i dobro strukturiranim uređajem. Cilj je stvoriti nosive uređaje koji će biti prikladni i praktični te se mogu nositi i koristiti kroz dulji vremenski period. Zadnja karakteristika za uspješnu IoT platformu je smanjen (minimaliziran) rizik od gubitka podataka. Kada podatke prikuplja mikrokontroler, odnosno IoT pristupnik, te ih prenosi na pametni telefon ili pohranu u „cloudu“ (na neki udaljeni server putem interneta), postoji mogućnost prekida veze i posljedični gubitak podataka. Rješenje za to može biti privremeno spremanje podataka u memoriju nosivog uređaja. Učestalost takvih situacija mora se smanjiti što je više moguće, kako bi se osiguralo sigurno praćenje zdravstvenih parametara te, u konačnici, omogućilo adekvatno provođenje zdravstvene skrbi i osiguralo optimalno zdravlje pojedinaca (Haghi i sur., 2017).

4.2.3.1. Internet medicinskih stvari, IoMT

Internet stvari (IoT) nudi brojne koristi za pojednostavljivanje i poboljšanje pružanja zdravstvene skrbi, omogućavajući proaktivno predviđanje zdravstvenih problema, dijagnosticiranje, liječenje i nadziranje pacijenta u zdravstvenim ustanovama i izvan njih. IoT je otvorio novi izazov u domeni zdravstvene skrbi, koja se naziva *Internetom medicinskih stvari*. *Internet of Medical Things* (IoMT), odnosno *Internet medicinskih stvari*, podskup je *Interneta stvari* usmjeren prema zdravstvu i zdravstvenoj skrbi. IoMT predstavlja

amalgamaciju medicinskih uređaja i aplikacija koji se pomoću mrežnih tehnologija mogu povezati sa zdravstvenim IT sustavima. IoMT platforma omogućuje povezivanje pacijenata sa svojim liječnicima, ljekarnicima i ostalim zdravstvenim djelatnicima te prijenos medicinskih podataka putem sigurne mreže. IoMT nudi značajne blagodati za dobrobit ljudi povećanjem kvalitete života te smanjenjem medicinskih troškova (Al-Turjman i sur., 2019; www.aabme.asme.org).

Kao što je prikazano na Slici 3, kritični elementi su bežični senzori koji se mogu koristiti za daljinsko praćenje zdravstvenog statusa i komunikacijske tehnologije za slanje tih podataka pružateljima zdravstvene skrbi.

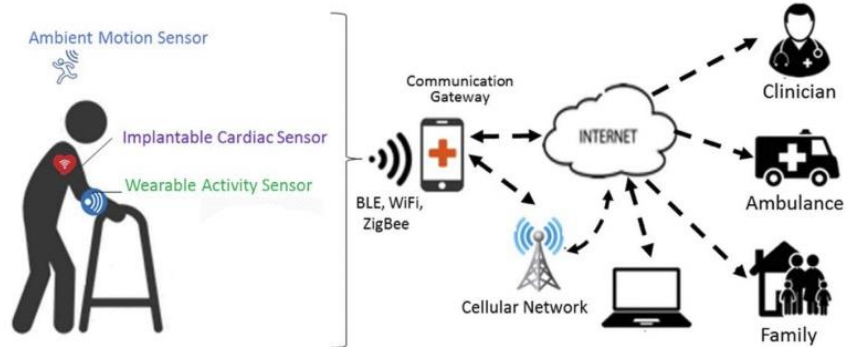


Slika 3. Klasična arhitektura *Interneta medicinskih stvari* (IoMT)

(preuzeto i prilagođeno iz Al-Turjman i sur., 2019).

Aplikacije IoMT platforme mogu bolje iskoristiti zdravstvene resurse te pružiti kvalitetniju i jeftiniju zdravstvenu skrb. Sukladno tome, iz perspektive zdravstvene skrbi, uređaji, odnosno „stvari“, koji se nalaze u mreži „Interneta stvari“ mogu se smatrati bilo kojim uređajima koji mogu prikupljati zdravstvene podatke pojedinaca, uključujući računalne uređaje, mobilne telefone, nosivu opremu, digitalne lijekove („pametne pilule“), implantabilne kirurške uređaje ili druge prijenosne uređaje koji mogu mjeriti/prikupljati zdravstvene podatke i povezati se s internetom. Takvi uređaji i aplikacije mogu se iskoristiti u uslugama daljinskog praćenja i nadziranje zdravstvenih stanja pacijenata (Slika 4) od strane zdravstvenih profesionalaca, potom u poboljšanju samostalnog upravljanja kroničnim stanjima, pružanju pomoći u ranim fazama otkrivanja abnormalnosti, brzom identifikaciji simptoma i uspostavi kliničke dijagnoze,

pružanju rane intervencije te i u poboljšanju adherencije prema propisanoj farmakoterapiji (Kelly i sur., 2020; Al-Turjman i sur., 2019; www.aabme.asme.org; ww2.frost.com).



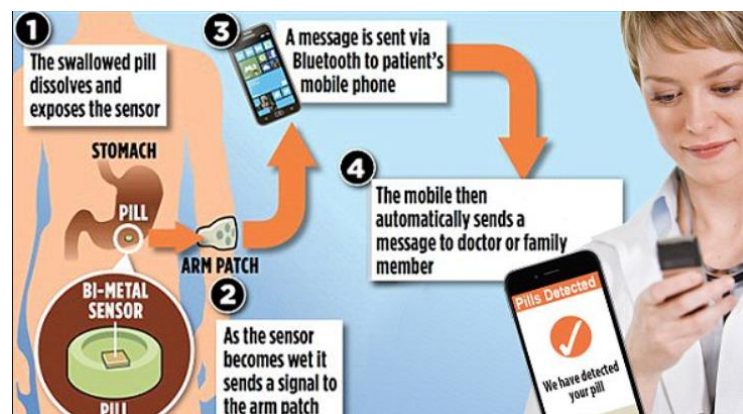
Slika 4. Primjer sustava IoMT platforme za nadziranje zdravlja pacijenta (preuzeto i prilagođeno iz Alsubaei i sur. 2017).

Također, IoMT predstavlja ogroman potencijal u smislu smanjenja troškova i poboljšane profitabilnosti. Analiza Goldman Sachsa iz 2015. procjenjuje da će IoMT tehnologije i usluge uštedjeti zdravstvu godišnje troškove u vrijednosti od 300 milijardi dolara, prvenstveno zbog daljinskog nadzora pacijenata te poboljšane adherencije u primjeni lijekova. Prema istraživanju AllTheResearch-a, globalno tržište IoMT-a procijenjeno je na 44,5 milijardi USD u 2018. godini i očekuje se porasti na 254,2 milijarde USD do 2026. godine (AllTheResearch, 2020; HealthTechMagazine, 2020; Stern, 2015).

IoT je infrastruktura koja omogućuje rad pametnih zdravstvenih usluga. Kada IoT senzori prikupljaju zdravstvene podatke, prenose ih i pohranjuju, to omogućuje analizu podataka i pametnu zdravstvenu skrb, odnosno tzv. „pametno zdravlje“. Ovaj koncept može poboljšati identifikaciju čimbenika rizika, dijagnozu bolesti, liječenje i daljinsko praćenje te osnažiti ljude da sami upravljaju svojim zdravljem. Pametne zdravstvene usluge koriste napredak u informacijskim tehnologijama, kao što su IoT, analitika velikih podataka, računarstvo u oblaku, umjetna inteligencija, strojno učenje, duboko učenje, kako bi tradicionalnu zdravstvenu skrb transformirali u učinkovitiji, prikladniji i personaliziraniji sustav. Trenutni razvoj informacijskih računalnih tehnologija omogućio je razvoj rješenja zdravstvene zaštite s inteligentnijim mogućnostima predviđanja u bolnici i izvan nje. Osiguravaju se virtualni modeli za prijenos skrbi koja se pruža u bolnicama u dom pacijenta, pomoću senzora i uređaja koji

omogućuju daljinski pregled i nadzor zdravstvenog stanja pacijenta u njihovim domovima te se stvara kontinuitet liječenja putem pristupa kroz ovakvu digitalnu mrežu. IoT također pruža priliku za poboljšanje kvalitete i učinkovitosti cjelokupnog ekosustava pružanja usluga, uključujući upravljanje bolnicama, upravljanje medicinskom imovinom, praćenje tijeka rada osoblja i optimizaciju medicinskih resursa na temelju protoka pacijenata (Kelly i sur. 2020).

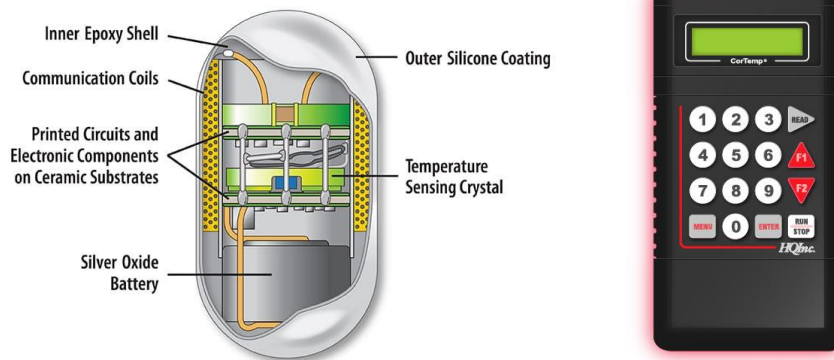
Jedan od pozitivnih učinaka IoMT-a je i upravljanje lijekovima. Napredne tehnologije poput "pametnih pilula" (Slika 5) koje sadrže mikroskopske senzore, jednom progutani, mogu prenositi podatke na povezane uređaje. Jedan primjer za to je primjena pametnih pilula za mjerenje učinkovitosti liječenja kako bi se poboljšali klinički ishodi. „Pametan lijek“ Abilify MyCite, tableta je s aripiprazolom i ugrađenim probavljivim sensorom, izrađenim od bakra, silicija i magnezija, koji bilježi kada je lijek uzet. Proizvod je odobren za liječenje shizofrenije, akutno liječenje maničnih i miješanih epizoda povezanih s bipolarnim poremećajem tipa I i za upotrebu kao dodatak liječenju depresije kod odraslih (www.abilifymycite.com).



Slika 5. Princip rada „pametne tablete“ (preuzeto i prilagođeno s <https://thasso.com/abilify-mycite-the-first-digital-pill-where-does-all-that-silicon-go/>).

Sustav funkcionira slanjem signala sa senzora pilule, pri čemu se aktivacija i slanje signala događa pod utjecajem probavnih tekućina. Signal se odašilje na nosivi flaster koji prenosi dalje informacije u mobilnu aplikaciju kako bi pacijenti mogli pratiti i bilježiti unošenje lijeka na pametnom telefonu. Pacijenti također mogu dopustiti svojim pružateljima skrbi, liječniku i/ili ljekarniku, pristup informacijama iz aplikacije putem *web* portala. Ovim načinom, „pametna“ tableta, odnosno pilula, pomaže putem tehnološkog pristupa u kontroli adherencije terapije (HealthTechMagazine, 2020; FDA, 2017).

Drugi sličan primjer, CorTemp (Slika 6), koristi pilulu za praćenje unutarnjeg zdravlja pacijenta, tj. omogućuje bežični prijenos podataka unutarnje vrijednosti temperature tijela – mjerenje koje može biti kritično u po život opasnim stanjima (HealthTechMagazine, 2020; www.hqinc.net).



Slika 6. Građa „pametne pilule“ CorTemp (lijevo) i vanjska jedinica za očitavanje signala i prikazivanje izmjerene temperature (desno) (preuzeto i prilagođeno s: <https://hqinc.net/cortemp>).

Kako se usvajanje tehnološko podržanih zdravstvenih usluga povećava, s ciljem pružanja fleksibilnih modela skrbi zdravstvenim sustavima, sve veći broj tradicionalnih praksi pružanja zdravstvenih usluga bit će nadopunjeno ili zamijenjeno platformama IoMT tehnologija. No, implementacija IoT-a u zdravstvo oslanjat će se na jasan i robustan kodeks postupanja prema upravljanju podacima, privatnosti, povjerljivosti i *cyber* sigurnosti u vezi s opskrbom i upotrebom IoT uređaja u zdravstvenoj zaštiti. Daljnji razvoj IoMT uređaja i usluga mora biti u kontekstu standardiziranih protokola i interoperabilnosti s nacionalnim i međunarodnim zdravstvenim sustavima. Iz perspektive zdravstvenog sustava, potrebne su kliničke smjernice o propisivanju tehnologija digitalnog zdravlja te zakoni u vezi s naknadama za usluge primarne i sekundarne skrbi pružene putem IoT tehnologija. Također je nužno utvrđivanje prihvatljivost i digitalne pismenosti pacijenata i zdravstvenih profesionalca u kontekstu upotrebe IoT-a za poboljšanje pružanja usluga i cjelokupnog iskustva u zdravstvenoj skrbi (Kelly i sur., 2020).

4.3. Zdravstveno informacijski sustavi

Zdravstveni informacijski sustavi (ZIS) su elektronički sustavi dizajnirani za upravljanje zdravstvenim podacima. To uključuje sustave koji prikupljaju, pohranjuju, upravljaju, obrađuju te prenose zdravstvene podatke pacijenata. Prednosti zdravstvenih informacijski sustava očituju se u poboljšanoj kolaborativnoj skrbi, sigurnosti pacijenta, izbjegavanju medicinskih i medikacijskih pogrešaka, analitici podataka, kontroli troškova, uštedi vremena, poboljšanju zadovoljstva pacijenata te u općem upravljanju javnog zdravlja. Budući da zdravstveni informacijski sustavi često pristupaju, obrađuju ili održavaju velike količine osjetljivih podataka, sigurnost takvih sustava je od velike važnosti (Brook, 2020).

Ključnu ulogu u stvaranju zdravstveno informacijskih sustava imaju zdravstvene informacijske tehnologije (*Health IT*). Zdravstveni IT je područje IT-a koji uključuje dizajn, razvoj, stvaranje, uporabu i održavanje informacijskih sustava za zdravstvenu skrb i industriju. Automatizirani i interoperabilni zdravstveni informacijski sustavi imaju za ulogu poboljšavati zdravstvenu skrb i javno zdravlje, smanjivati troškove, povećavati učinkovitost, smanjivati pogreške te poboljšati zadovoljstvo pacijenata (Wallask i DeVecchio 2018).

ZIS mogu koristiti svi u zdravstvu, od pacijenata, ljekarnika liječnika, do službenika javnog zdravstva i pacijenata. Sustavi prikupljaju podatke te ih sastavljaju na način koji se može koristiti za daljnje donošenje zdravstvenih odluka. Procjenjuje se da je u 2020. bilo generirano više od 2500 egzabajta zdravstvenih podataka, stoga zdravstveni informacijski sustavi igraju ključnu ulogu u upravljanju zdravstvenim podacima. ZIS pomaže u prikupljanju, sastavljanju i analizi zdravstvenih podataka kako bi pomogli u upravljanju javnog zdravlja te smanjili troškove u zdravstvenom sustavu. Sustavi objedinjuju podatke o pacijentima, analiziraju ih te prepoznaju trendove u populaciji. Rezultati analize zdravstvenih velikih podataka („*big data*“) mogu pružiti kliničkim sustavima za podršku u odlučivanju nužan preduvjet za dijagnosticiranje i liječenje pojedinih pacijenata te tako osigurati poboljšanu skrb o pacijentu (Brook, 2020; Orphanidou, 2019).

Složeno pretraživanje ukupne arhive medicinskih podataka te potpora liječenju koje se temelji na znanstveno utvrđenim spoznajama prepoznate su prednosti informacijskog sustava koje dodatno potiču primjenu informacijskih i komunikacijskih tehnologija u zdravstvu. Uz upravljanje medicinskim podacima, integrirani informacijski sustav zdravstvene zaštite

omogućuje nadzor nad troškovima i upravljanje njima, a time i učinkovitije upravljanje sredstvima kojima zdravstvo raspolaže (Kern i Petrovečki, ured., 2009).

Pacijentima su često potrebne različite zdravstvene usluge kod različitih pružatelja zdravstvene skrbi. Komponenta ZIS-a, mjenjačnica zdravstvenih podataka, omogućuje zdravstvenim ustanovama pristup zajedničkim zdravstvenim zapisima. Korištenjem digitalnih mreža za razmjenu zdravstvenih podataka, ostvaruje se učinkovitost i ušteda troškova.

Suvremeni informacijski sustavi u zdravstvu imaju uvijek jedan zajednički cilj – mogućnost integracije i mogućnost kvalitetnog upravljanja informacijama izvan institucija ili područja u kojima podatci nastaju, poštujući sve mjere sigurnosti i zaštite informacija. Sinergijski učinak potpunog integriranja različitih dijelova cijelog zdravstvenog sustava krajnji je cilj informatizacije. Središnji dio informacijskog sustava zdravstvene zaštite mora povezati sve entitete u zdravstvu. To je mjesto u koje se iz svih dijelova zdravstvenog sustava slijevaju medicinski podatci o pacijentu, omogućujući nesmetano kruženje kliničke dokumentacije (kao npr. eRecepti, eUputnice, eNalazi) te spajanje financijskih procesa s medicinskim (elektronični računi i ostala administrativna izvješća). Takav sustav postavlja pacijenta na središnje mjesto zdravstvenog sustava (Kern i Petrovečki, ured., 2009).

Ključne značajke, odnosno usluge zdravstvenih informacijskih sustava, mogu biti: klinički informacijski sustav, elektronički zdravstveni zapisi, elektroničko propisivanje recepata, sustavi za podršku kliničkom odlučivanju, portali za pacijente te ostale e-usluge koje omogućuju obavljanje kliničkih i administrativnih procesa unutar zdravstvenog sustava.

Sustavi podrške za kliničko odlučivanje dizajnirani su za analizu velikih količina digitalnih podataka te predlaganje "sljedećih koraka" za liječenje – mogu upozoriti pružatelje zdravstvenih usluga na informacije kojih možda nisu svjesni te unaprijed zapaziti potencijalne probleme, poput opasnih interakcija lijekova (www.adracare.com).

Portali za pacijente važna su značajka ZIS-a te čine platformu koja je slična elektroničkom zdravstvenom kartonu. Portali za pacijente putem internetske veze omogućuju pacijentima pristup svojim osobnim zdravstvenim podacima, poput onih o zakazanim terminima posjeta liječniku, lijekovima, laboratorijskim rezultatima. Uz navedeno, portali za pacijente omogućuju aktivnu komunikaciju s liječnicima, provođenje zahtjeva za dopunu recepta te daju mogućnost zakazivanja sastanaka s liječnikom. Popularnost portala za pacijente raste iz dana u dan jer se pacijentima poboljšava pristupačnost prema zdravstvenom sustavu te održava transparentnost

između pacijenata i njihovih postupaka liječenja. Rezultat toga iskazuje se u povećanom zadovoljstvu i pouzdanju pacijenata u zdravstvo (www.portal.zdravlje.hr).

Elektronički zdravstveni zapis (eKarton) zamjenjuje papirnatu verziju zdravstvenog kartona. Svrha EZZ-a je usmjeravanje zdravstvenih podataka pacijenata prema svim zdravstvenim djelatnicima s ciljem pružanja adekvatne zdravstvene skrbi. eRecepti, kao komponenta ZIS-a, ubrzava proces propisivanja recepta, omogućavajući isporuku receptne informacije iz liječničke ordinacije do ljekarne putem internetske veze (www.cezih.hr, a). Detaljniju obradu ove e-usluge, kao i EZZ-a, donose sljedeća poglavlja.

Zdravstveni informacijski sustavi donose revoluciju u zdravstvu. Potpomažu robustnim sustavima u zdravstvenim ustanovama i zdravstvenim postupcima, povećavajući učinkovitost zdravstvenih profesionalaca, stvarajući im rad lakšim i organiziranijim. Kao rezultat toga, zdravstveni se profesionalci mogu bolje usredotočiti na pružanje kvalitetnije zdravstvene skrbi pacijentima (www.adracare.com).

4.3.1. Zdravstveni podatci i sustavi podrške za kliničko odlučivanje (CDS)

Informacijski sustavi u zdravstvu omogućuju optimizaciju troškova, poboljšanje učinkovitosti radnih procesa, smanjenje pogrešaka tijekom liječenja i poboljšanje kvalitete zdravstvene skrbi, no jednako omogućuju i ostvarivanje niza dodatnih pogodnosti koje su bez informatizacije nezamislive. Primjena suvremenih tehnologija omogućuje napredna pretraživanja i obradu elektronički pohranjenih podataka, bez obzira na mjesto na kojemu se podatci stvaraju. Medicinske znanosti jedno su od najzanimljivijih područja u tome kontekstu jer sadržavaju golemu količinu nestrukturiranih podataka pohranjenih na različitim lokacijama iz kojih treba probrati podatke da bi se oblikovala informacija i nove spoznaje, a istodobno se treba pridržavati svih pravila i zakona koji reguliraju okvire uporabe medicinskih podataka o bolesniku.

Skladištenje i crpljenje podataka dvije su posebne vrste obrade podataka koje počivaju na doseg u informacijskih i komunikacijskih tehnologija. Skladištenje podataka skup je svih informatičkih postupaka i korištenja tehnologije koji omogućuju da se velike količine podataka pohrane u sustave, tzv. skladišta podataka, iz kojih se izravno oblikuju izvješća i analize poslovanja. Skladište podataka omogućuje korisniku u stvarnom vremenu izravan uvid u statističke podatke prema poslovnim potrebama, što je osobito važno za upravljanje poslovnim

sustavima kakav je i sustav zdravstvene zaštite. Sasvim pojednostavljeno, skladište podataka možemo promatrati kao posebno oblikovane baze podataka u kojima se uz pohranu samih podataka pohranjuju i unaprijed zadana izvješća kao rezultati obrade podataka. Crpljenje podataka (ponekad i „rudarenje“, engl. *data mining*) čini skup radnji kojima se s pomoću matematičkih algoritama pronalaze i crpe informacije iz velike količine podataka, tj. pronalaze skupovi podataka, pravila nizanja podataka ili slične pravilnosti koje dotad nisu bile uočene. Crpljenje podataka dio je tzv. inteligentne obrade podataka (engl. *intelligent data analysis*) koja danas čini važan dio razvoja sustava za pomoć u medicinskom odlučivanju (Kern i Petrovečki, ured. 2009).

Metode umjetne inteligencije, posebno neuronske mreže, stabla odlučivanja i sustavi bazirani na pravilima uvjetnih odredaba često se koriste kao pristupi rudarenja podataka za zdravstvene informacije, omogućujući manje trošenje vremena za pronalaženje i analizu relevantnih dokaza te smanjenje količine pogreška koje nastaju tijekom analize. Rudarenje podataka strukturiranih i nestrukturiranih informacija (npr. kliničke bilješke) metodama umjetne inteligencije ima sve važniji utjecaj na donošenje zdravstvenih odluka. Tehnike umjetne inteligencije u stanju su primijeniti stručno znanje donošenja odluka koje uključuje sve relevantne podatke, bez obzira na njihovu veličinu te ih kombinirati na složene i nelinearne načine u svrhu poboljšanja kvalitete odlučivanja. Kao jedna od tehnologija zdravstvenog informacijskog sustav, sustavi za podršku kliničkog odlučivanja predstavljaju uslugu koja uz pomoć analize velike količine zdravstvenih podataka ima za cilj poboljšati zdravstvenu skrb i zdravlje pacijenata (Walczak, 2018).

Osim pri upravljanju zdravstvenim sustavima, ti složeni postupci obrade podataka nalaze primjenu u kliničkim istraživanjima i znanstvenom radu medicinskih stručnjaka, gdje na osnovi velike količine podataka dobivenih svakodnevnim radom istraživači dolaze do spoznaja koliko su neki postupci liječenja bili uspješni, kakva je povezanost terapijskih doza i stvarnog uspjeha liječenja, kakvi su podatci o komorbiditetu, kakva je povezanost mjere liječenja i laboratorijskih nalaza i slično. Tako oblikovan informacijski sustav jednako može pratiti i financijske pokazatelje, kao što su potrošnja i cijena lijekova, ili cijena obavljenih medicinskih postupaka. Treba svakako naglasiti da takva istraživanja i obrada podataka uvijek moraju čuvati privatnost pacijenta, koji su ujedno vlasnici svojih osobnih zdravstvenih i medicinskih podataka (Kern i Petrovečki, ured. 2009).

U zdravstvenim informacijskim sustavima nastaju velike količine podataka („*big data*“). Velika količina podataka u zdravstvu pojam je koji se koristi za opisivanje ogromnih količina podataka

stvorenih usvajanjem digitalnih tehnologija koje prikupljaju zdravstvene parametare pacijenata te pomažu u upravljanju zdravstvene skrbi. Ovi podatci zahtijevaju pravilno upravljanje i analizu kako bi se izvukle značajne informacije. Primjena analitike podataka i pripadajućih tehnologija u analizi velikih podataka u zdravstvu ima puno pozitivnih rezultata. Primijenjena na zdravstvenu skrb, analitika podataka ima za potencijal smanjiti troškove liječenja, prevenirati bolesti te poboljšati kvalitetu života (Dash i sur., 2019; datapine.com).

Sustavi za podršku kliničkom odlučivanju (*Clinical Decision Support Systems* – CDSS ili samo CDS) računalni je program koji koristi i analizira podatke prikupljene EZZ-om i drugim putevima u informacijskoj arhitekturi zdravstvenoga sustava (iz bolnica, klinika, ljekarni i dr.), kako bi pomogao kliničarima u donošenju utemeljenih odluka u vezi s dijagnozom, liječenjem i prognozom različitih stanja. Sustavi podrške kliničkoj odluci (CDS) pružaju zdravstvenim djelatnicima, pacijentima ili drugim pojedincima znanje i informacije specifične za osobu, koje su inteligentno filtrirane ili predstavljene u odgovarajuće vrijeme, radi poboljšanja zdravlja i zdravstvene skrbi. CDS obuhvaća razne alate za poboljšanje donošenja odluka u kliničkom tijeku rada. Ovi alati uključuju kompjuterizirana upozorenja i podsjetnike pružateljima zdravstvenih usluga i pacijentima, kliničke smjernice, usredotočena izvješća i sažetke podataka o pacijentu, predloške dokumentacije, dijagnostičku podršku i kontekstualno relevantne referentne informacije i sl. (www.cdc.gov; artificialintelligence.health; www.healthit.gov).

Tipični CDSS sadrži tri temeljna elementa: 1) osnovni, odnosno sloj upravljanja podataka, 2) procesirajući sloj (sloj obrade podataka) te 3) korisničko sučelje. Sloj upravljanja podataka spaja kliničku bazu podataka (koja sadržava podatke o bolestima, dijagnozama i laboratorijskim nalazima), podatke o pacijentu te bazu znanja u obliku pravila uvjetnih naredbi (*if-then* konstrukta) ili modela strojnog učenja. Sloj obrade primjenjuje pravila ili algoritme te skupove podataka iz baze znanja prema dostupnim podacima o pacijentu. Rezultati obrade se prikazuju putem sloja korisničkog sučelja, kao npr., mobilnim, *web* ili računalnim aplikacijama, nadzornim pločama EZZ sustava ili mobilnim tekstualnim upozorenjima (SMS upozorenja) (www.altexsoft.com).

Na temelju toga, CDS sustavi se mogu podijeliti u dvije vrste: sustave bazirane na „znanju“ (*knowledge-based systems*) i sustave bazirane bez „znanja“ (*nonknowledge-based systems*).

Sustave bazirani na „znanju“ izgrađeni su na temelju baze znanja, odnosno informacija u kojoj je svaki podatak strukturiran u obliku pravila uvjetnih odredbi (*if-then*). Na primjer, ako se

pošalje nova narudžba za analizu krvi i ako je analiza krvi već napravljena u protekla 24 sata (te je ta informacija bila pohranjena u bazu podataka), tada je moguće dupliciranje i sustav će upozoriti na to. Mehanizam zaključivanja pokreće ugrađenu logiku za kombiniranje pravila utemeljenih na dokazima s pacijentovom anamnezom i podacima o njegovom trenutačnom stanju. Rezultati dolaze u obliku upozorenja, podsjetnika, dijagnostičkih prijedloga, niza mogućnosti liječenja ili rangiranih popisa mogućih rješenja, dok konačnu riječ ima ljudski stručnjak, a ne sustav (www.altexsoft.com).

Sustav baziran bez „znanja“ sastoji se od primjene modela strojnog učenja, pri čemu je strojno učenje jedna od grana umjetne inteligencije. Umjesto da se savjetuje s bibliotekom unaprijed definiranih pravila uvjetnih odredbi (*if-then*), sustav uči iz prošlih iskustava i pronalazi obrasce u povijesnim podacima (npr., iz već postojećih zdravstvenih podataka pohranjenih u EZZ-u). Dvije tehnike koje se najčešće koriste u takvim CDSS-ovima su genetski algoritmi i umjetne neuronske mreže. Genetski algoritmi (GA) odražavaju mehaniku prirodne selekcije. Kao što se vrste mijenjaju iz generacije u generaciju kako bi se bolje uklopile u svoj okoliš, GA se prilagođavaju novom zadatku, proizvodeći niz slučajnih rješenja, a zatim ih iterativno procjenjuju i poboljšavaju dok se ne pronađe najpogodnija opcija. Druga tehnika su umjetne neuronske mreže (*artificial neural networks* - ANN) koje oponašaju ljudsko razmišljanje. Slično ljudskom mozgu, ANN-ovi imaju skup "neurona" nazvanih "neurodi". Oni su međusobno povezani ponderiranim vezama koje djeluju kao živčane sinapse koje prenose signale kroz neuronsku mrežu. Sustavi bazirani bez „znanja“ dolaze s obećanjem da će značajno smanjiti troškove zdravstvene skrbi te ublažiti pritisak na zdravstvene stručnjake. No, postoje problemi koji sprečavaju njihovo opće usvajanje. Takav sustav uključuje računalno intenzivan i dugotrajan proces „obuke“, tj. „učenja“ tih sustava, te zahtjev za velikim skupovima podataka potrebnim za poboljšanje točnosti modela (www.altexsoft.com).

Ljudi su skloni pogreškama, posebno kada se radi o velikim količinama informacija u visoko stresnom zdravstvenom okruženju. Kompjuterizirani sustavi mogu se iskoristiti za pretraživanje velikih količina podataka te za rad nebrojenih usporedbi kako bi suzili broj mogućih odluka. U ljekarničkom pogledu, CDS se mogu iskoristiti u pravilnom odabiru lijekova, u provjeravanju alergija na lijekove, za davanje osnovnih uputa oko doziranja lijekova, u provjeravanju interakcija lijekova te u provjeravanju duplikacija terapija. Statistike pokazuju da 7000 do 9000 američkih pacijenata godišnje umire zbog medikacijskih pogrešaka. Osim toga, puno više ljudi pati od komplikacija uzrokovanih odabirom neprikladnih lijekova, loše procijenjenih doza ili

nekompatibilnosti lijekova, povećavajući troškove liječenja za preko 40 milijardi USD godišnje. Činjenica da se 50 % medikacijskih pogrešaka dogodi u prvoj fazi naručivanja ili propisivanja, olakšava uočavanje i sprečavanje pogrešaka prije nego se nanese bilo kakva šteta. Podatci pokazuju da medicinske sestre i farmaceuti identificiraju od 30 % do 70 % pogrešaka u propisivanju lijekova. U toj situaciji, prikladno odgovaraju alati za podršku u odlučivanju, uklanjajući rizike od ljudskih faktora, poput distrakcije koja čini oko 75 % pogrešaka u prometu lijekovima (Tariq i sur., 2020; www.altexsoft.com; www.pharmacytimes.com).

Koristeći kritične podatke o pacijentu, kao što su težina, dob, alergijski status te trenutnu terapiju, CDSS se mogu automatski nositi sa sljedećim zadacima.

Za provjere alergija na lijekove, sustav komparira propisane lijekove s pacijentovim popisom dokumentiranih alergija te procjenjuje vjerojatnost neželjenih reakcija i generira upozorenja. CDSS osigurava provođenje osnovnih uputa o doziranju lijeka. Pogreške u doziranju čine preko 60 % svih pogrešaka u propisivanju. Te se pogreške mogu ispraviti odgovarajućim modulom za podršku u odlučivanju. U najjednostavnijem scenariju, softverska komponenta generira popis preporučenih parametara doziranja za određeni lijek, specifičnih za pacijenta, štedeći vrijeme zdravstvenom profesionalcu na odabiru najprikladnije doze i učestalosti doziranja. CDSS također mogu upozoriti zdravstvene stručnjake na prekoračenje u ograničenju doziranja (Zakharov i sur., 2012; www.altexsoft.com).

Dupliciranje terapije se javlja kada se istovremeno propisuju dva ili više lijekova s istom aktivnom tvari, dovodeći do predoziranja i s tim povezanim štetnim učincima. CDSS uspoređuje novododani lijek s aktivnim sastojcima lijekova u medikacijskom profilu pacijenta. Ako se otkrije podudaranje, sustav generira upozorenje.

Interakcija lijeka s drugim tvarima može promijeniti njegov očekivani učinak. Na temelju dostupne kliničke dokumentacije, CDSS razmatra interakcije novopropisanih lijekova s drugim lijekovima s medikacijskog popisa pacijenta (interakcije lijek-lijek ili DDI), hranom i pićem (interakcije lijek-hrana), biljnim proizvodima, alkoholom, mjerenjima (ako lijek može utjecati na rezultate laboratorijskih testova), trudnoćom i dojenjem te bolešću koja također može utjecati na učinkovitost lijeka (interakcije lijek-bolest). Takvi se sustavi mogu pronaći u liječničkim i ljekarničkim programskim rješenjima za praćenje radnog tijeka. Sustavi su opremljeni komponentama za sigurnost primjene lijekova koje mogu vršiti provjeru dupliciranih terapija, lijek-lijek interakcije te provjere doze lijeka (www.altexsoft.com).

Prema rezultatima ankete, ljekarnici koji imaju pristup informacijskom sustavu o lijekovima, opremljenim sigurnosnim komponentama sustava za podršku kliničkom odlučivanju, priopćili su da su sustavu često pristupali, 49 % ih je reklo da ga koriste za svakog pacijenta, odnosno svaki recept, a 37 % im pristupa nekoliko puta dnevno. Ispitanici su također izjavili kako im je takav sustav povećao produktivnost (61 % ispitanika) i pružanje kvalitetne ljekarničke skrbi (92 % ispitanika), kao što su provođenja pregleda lijekova, usklađivanje lijekova i identificiranja potencijalnih problema povezanih s lijekovima (dupliciranja terapija, interakcija lijekova ili alergija na lijekove) (Leung i sur., 2016).

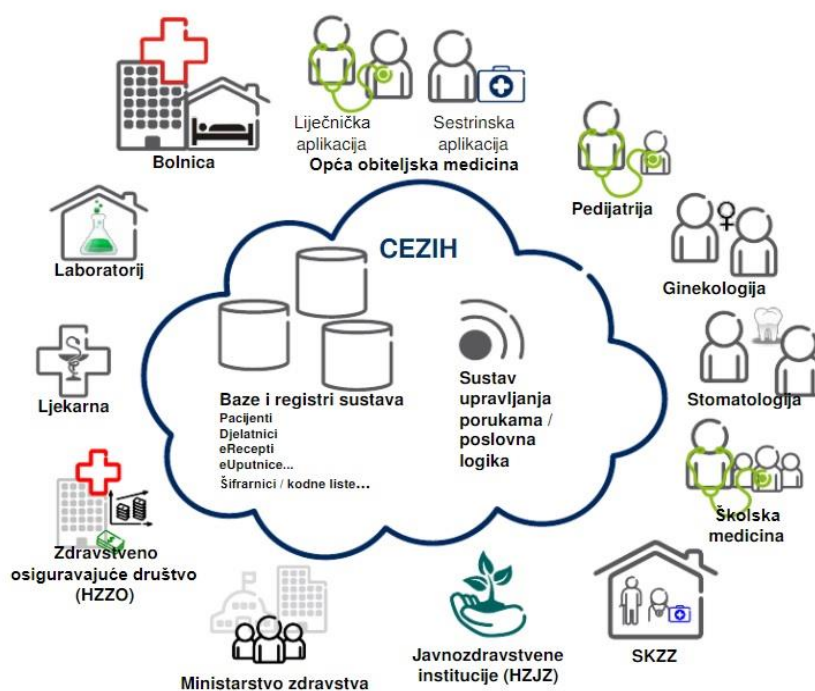
Sustavi podrške za kliničko odlučivanje se također upotrebljavaju i za dijagnostičku podršku i kliničko upravljanje. Sustavi za dijagnostičku podršku uspoređuju podatke o stanju pacijenta s bazom znanja i generiraju popis mogućih dijagnoza. Ovakvi alati mogu koristiti rješenja koja koriste modele dubokog učenja za dijagnostičko oslikavanje (*diagnostic imaging*), s fokusiranjem na jedan od zdravstvenih problema, poput plućnih abnormalnosti ili vrsta karcinoma. Programi s umjetnom inteligencijom djeluju kao drugi par očiju te daju prijedloge i upozorenja – umjesto da dolaze do konačnog zaključka.

Kod kliničkog upravljanja, klinike mogu koristiti softvere za podršku u odlučivanju kako bi se poboljšalo poštivanje kliničkih smjernica. Takva rješenja obavljaju različite zadatke, od poticanja medicinskih sestara na određena mjerenja prema protokolu do informiranja liječnika o pacijentima koji ne slijede svoje planove liječenja. Alati za podršku odlučivanju mogu smanjiti troškove liječenja predlažući jeftinije alternative za lijekove ili uočavajući duplikacije testova (www.altexsoft.com).

CDSS namijenjeni su poboljšanju kvalitete donošenja odluka u zdravstvenoj skrbi. Uparivanje metoda umjetne inteligencije u sustave podrške kliničkog odlučivanja omogućit će korištenje velikih količina podataka za stvaranje relevantnih informacija za donošenje odluka svim zdravstvenim profesionalcima te će putem tih sustava umjetna inteligencija pronaći svoju najvažniju ulogu u zdravstvu (Walczak, 2018).

4.3.2. CEZIH

Centralni zdravstveni informacijski sustav Republike Hrvatske (CEZIH) je hrvatski nacionalni zdravstveni informacijski sustav centralizirane arhitekture. Pokrenut je 2011. godine s ciljem stvaranja središnjeg sustava pohrane zdravstvenih podataka i informacija za njihovu standardiziranu obradu na primarnoj, sekundarnoj i tercijarnoj razini zdravstvene zaštite. CEZIH povezuje HZZO (Hrvatski zavod za zdravstveno osiguranje), zdravstvene institucije, ljekarne, laboratorije, liječničke ordinacije te ugovorne privatne prakse (www.cezih.hr, a).



Slika 7. Pregled CEZIH sustava (preuzeto i prilagođeno s: www.cezih.hr, a)

CEZIH predstavlja nužnost za integriranim zdravstvenim informacijskim sustavom, čija je svrha postizanje sinergijskog učinka potpunog integriranja različitih dijelova cijelog zdravstvenog sustava. Na taj se način omogućava upravljanje medicinskim podacima, poboljšanje učinkovitosti radnih procesa, smanjenje pogrešaka tijekom liječenja, poboljšanje kvalitete zdravstvene skrbi, nadziranje i optimiziranje troškova te učinkovito upravljanje sredstvima (Jurišić Grubešić, 2016a).

Arhitekturu CEZIH sustava možemo podijeliti u dva dijela, uzimajući u obzir načine pristupa odnosno sučelja. Sučelje prvog tipa je realizirano preko *web* servisa na koje se spajaju klijentske aplikacije (npr. usluge eRecept ili eKarton), dok su drugi tip *web* aplikacije (npr. *helpdesk* za eRecept) koji korisnici direktno koriste kroz *web* preglednike.

Uloga CEZIH-a u početku je bila povezivanje informatičkih rješenja u primarnoj zdravstvenoj zaštiti, no CEZIH je prerastao tu ulogu te je postao platforma za integraciju svih informacijskih rješenja u zdravstvu RH, integraciju s nekim državama Europske unije u projektu prekogranične razmjene medicinskih informacija, ali i samo rješenje za krajnje korisnike u određenim slučajevima u kojem je to optimalno (npr. elektronički zdravstveni zapis ili portal za pacijente). Smisao sustava CEZIH (uključujući integrirane aplikacije) jest da se informacije u maksimalnoj mjeri prikupljaju kao dio osnovnog postupka rada svakog dionika (Kern, 2020).

S uslugama poput eRecepta, eUputnice i eNaručivanja, CEZIH je već svrstao Hrvatsku među najnaprednije europske države u području *eHealth*-a, odnosno eZdravstva, a po korištenju eRecepta s Danskom, Estonijom, Islandom i Švedskom dijelimo prvo mjesto u Europi. Opsežan i složen projekt informatizacije nacionalnog zdravstva dugoročan je projekt od kojeg korist imaju svi građani RH, zdravstveni sustav u cjelini, ali i hrvatsko gospodarstvo, jer su hrvatska rješenja u eZdravstvu kvalitetan izvozni proizvod čiju su vrijednost prepoznale i druge države. Na tragu toga, liječnici i ljekarnici moraju biti zajednički aktivno uključeni u kreiranje pouzdanih i učinkovitih rješenja digitalnog zdravlja, uz podršku IT industrije (www.hzzo.hr, b; www.natural.hr).

Osim najpoznatijih e-usluga (eRecept, eUputnice i eNaručivanja), CEZIH nudi i brojne druge funkcionalnosti, kao npr., provođenje izvješćivanja poslije svakog liječničkog pregleda, prijavljivanje zaraznih bolesti, eNalazi, eDoznake (ePomagala), eKarton, portal za pacijente, nacionalni preventivni programi i drugo.

Usluga eKarton danas se vrlo malo koristi, ali ima veliki potencijal u pružanju kvalitetne zdravstvene skrbi. eKarton predstavlja koncept cjeloživotnog medicinskog zapisa pacijenta koji osim uobičajenih administrativnih podataka sadržava i podatke specifične za pojedine zdravstvene djelatnike. Tako oblikovanom zapisu mogu pristupiti svi djelatnici zdravstvenih sustava za koje medicinska struka i zakon RH iz područja zaštite privatnosti podatka iskažu pravo na to (Kern, 2020; Kern i Petrovečki, ured., 2009).

Portal za pacijente, naziva „Portal zdravlja“, također je vrlo malo korištena e-usluga CEZIH-a. Razlog za to se očituje u slabom korištenju sustava e-Građani, preko kojega je ta usluga dostupna.

Putem „Portala zdravlja“, pacijenti, odnosno građani, imaju uvid u dio vlastitih zdravstvenih i medicinskih podataka iz CEZIH-a. Imaju uvid u svoje lijekove, trenutačno i dosadašnje propisane lijekove te uvid u podatke o lijekovima koje su propisali izabrani liječnici, kao i o podacima izdavanja lijekova preuzetih u ljekarnama. Uvid u laboratorijske nalaze, specijalističke nalaze, naručivanja na specijalističke preglede i pretrage, uvid u pregled eUputnica te termina na koji su naručeni. Također se putem portala omogućuje i obnova recepata za odobrene lijekove, pregled posjeta liječnicima primarne zdravstvene zaštite. Pogledati se mogu i otpusna pisma iz bolnica odnosno ustanova specijalističko-konzilijarne zdravstvene zaštite. Portal zdravlja omogućuje građanima da izabranim liječnicima obiteljske medicine, dentalne medicine, ginekologu, specijalistima, zdravstvenim djelatnicima hitne pomoći te ljekarnicima, dozvole ili zabrane pristup podacima. Također, Portal omogućuje uvid u to tko, kada i koji su podatci iz pacijentovog eKartona pregledavani (www.portal.zdravlje.hr).

Uz to postoji i mobilna aplikacija Portala zdravlja, koja je trenutačno u fazi testiranja i razvoja te zbog toga nudi ograničene mogućnosti u odnosu na računalnu, tj. *web* verziju iste usluge. Usluge koje podržava aplikacija odnose se na dozvoljavanje pristupa zdravstvenim profesionalcima eKartonu te slične postavke, ali i omogućuje pacijentu uvid u propisanu terapiju, tj. popis lijekova koje pacijent ima. Putem mobilne aplikacije, pacijent također može podnijeti zahtjev za obnovu recepata odobrenih lijekova, odnosno produženje terapije, usluge koje paralelno postoje i na *web* portalu. Aplikacija nudi i oblik obavješćivanja pacijenta, gdje primjerice može doći poruka kada je neki zahtjev za obnovu recepta odobren od strane liječnika i sl. (www.portal.zdravlje.hr).

Jedna od novijih e-usluga CEZIH-a je usluga ePomagala, odnosno eDoznake. U potpunosti implementiran 2020. godine, sustav ePomagala predstavlja informatizaciju procesa propisivanja, odobravanja i isporuke medicinskih pomagala, koji omogućuje prijenos elektroničnih doznaka (eDoznake) od liječnika do ljekarne. Ovim sustavom eliminira se čekanje u čekaonicama ambulanti primarnih liječnika radi isporuke novih doznaka za lancete, trakice, senzora i sl. Liječnici i medicinski tehničari neće više trošiti vrijeme na ispis i fizičku predaju doznaka pacijentima te će se time omogućiti više vremena za liječenje onih kojima je zdravstvena skrb potrebna. eDoznake će smanjiti gužve u čekaonicama te smanjiti izloženost

pacijenata drugim pacijentima, smanjujući npr. tako i mogućnost zaraze, što je u vremenima epidemije COVID-19-a od izrazite važnosti. Također će se trošiti manje sredstava na tonere i papire te će i to pridonijeti smanjenju troškova u zdravstvu (www.hit-konferencija.hr).

U jeku epidemije COVID-19-a, provodi se uvođenje e-usluga CEZIH-a koja će na elektronički način pokrivati proces cijepljenja. U sklopu toga, stvaraju se sustavi centralnog mjesta za zaprimanje, distribuciju i praćenje lagera cjepiva RH (eCEZDLIH) i centralni e-Cijepni karton RH (eCIJEPIH). HZZO planiranje nabavke cjepiva i izvještavanje od županijskih zavoda za javno zdravstvo većinom obavlja putem e-maila te izradom narudžbenica od strane županijskih zavoda za javno zdravstvo. Krajnji cijepitelji (PZZ ordinacije, bolnice i sl.) vode papirnatu evidenciju ili bilježe podatak o cijepljenju u svoja programska rješenja te između cijepitelja ne postoji razmjena informacija o dobivenim cjepivima u drugim ordinacijama. Radi toga, uvodi se centralno programsko rješenje koje će pratiti svaku jedinicu cjepiva od trenutka ulaska u centralnu ustanovu za distribuciju (HZZO), pratiti distribuciju istog putem standardnih kanala distribucije preko županijskih zavoda za javno zdravstvo ili izvanrednih kanala distribucije, sve do krajnjih standardnih točaka distribucije, tj. cijepitelja. Na ovaj način moći će se pratiti sljedivost cjepiva na teritoriju RH što je posebno važno u slučaju opoziva neke serije cjepiva ili masovnih nuspojava cijepljenja. Osim toga, u svakom trenutku moći će se vidjeti koliko kojeg cjepiva u svojim zalihama imaju pojedini cijepitelji. Uvođenjem ovog projekta, unapređuje se zaprimanja, distribucija i praćenja potrošnje i lagera cjepiva. Također, uvodi se i cijepni karton kao centralno mjesto gdje će se skupljati podatci o cijepljenju za građane, bez obzira gdje je isto izvršeno (rodilište, pedijatrijska ordinacija, školska medicine itd.). Svi će zdravstveni djelatnici imati mogućnost uvida u cijepni karton pacijenta. Također, građanima će biti dostupna nova e-usluga u sustavu e-Građani, dostupna na sličan način kao i eKarton, koja će im omogućiti elektronički prikaz svih njihovih primljenih cjepiva. Uz to, kako bi se olakšao i ubrzao proces procjepljivanja stanovništva cjepivom protiv bolesti COVID-19, uveden je i nacionalni sustav za prijavljivanje građana zainteresiranih za cijepljenje, koja se odvija putem internetske *web* stranice „cijepise.zdravlje.hr“. Nakon prijave i obrade zahtjeva, građani dobivaju svoj zakazani termin za cijepljenje, a zdravstvenim profesionalcima pruža se registar, odnosno popis, svih prijavljenih građana za odgovarajuće termine (www.cezih.hr, www.cijepise.zdravlje.hr).

Buduća e-usluga CEZIH-a čija se implementacija očekuje u 2022. godini je usluga eLijekovi. Cilj elektronične usluge je ostvariti integrirano upravljanje podacima o lijekovima na

nacionalnoj razini, kako bi se omogućila jednostavna i sigurna razmjena informacija o lijekovima među raznim dionicima zdravstvenog sustava, racionalizacija resursa, unaprijedila sigurnost primjene lijekova te kako bi se pridonijelo daljnjem unapređenju čitavog zdravstvenog sustava. Projekt ima tri osnovna segmenta: stvaranje jedinstvene baze lijekova, uvođenje sustava za provjeru interakcija prilikom propisivanja lijekova te razvoj funkcionalnosti izravnog prijavljivanja nuspojava iz CEZIH-a prema HALMED-u. Za izravno prijavljivanje nuspojava, građanima, odnosno pacijentima, ova će funkcionalnost biti dostupna putem sustava e-Građanin. Pacijentima će na taj način biti omogućena jednostavna prijava sumnje na nuspojavu lijeka, što je vrlo važno za trajnu procjenu sigurnosnog profila svakog lijeka na tržištu. Krajnji cilj ove usluge je ojačati ulogu pacijenta u procesu liječenja i brigu o vlastitom zdravlju te potaknuti zdravstvenu pismenost (www.hzzo.hr, a).

4.3.2.1. Sigurnosni aspekti sustava CEZIH

Kako CEZIH sadržava veliku količinu osjetljivih zdravstvenih podataka, sigurnost sustava je od velike važnosti. S obzirom na osjetljivost podatka, CEZIH rješenje primjenjuje visoke standarde vezane uz implementaciju sigurnosti, pri čemu su osnovni zahtjevi tog rješenja povjerljivost podataka, kontrola pristupa, visoka dostupnost te višeslojna implementacijska rješenja. Sigurnosne značajke CEZIH sustava možemo svesti na dva segmenta. Prvi segment obuhvaća zajedničke infrastrukturne i arhitekturne značajke, dok drugi segment obuhvaća aplikativne značajke u ovisnosti o realizaciji samih aplikacija.

Najznačajnije arhitekturne značajke CEZIH-a su Virtualna Privatna Mreža (VPN) te Vatrozid. CEZIH sustav odvojen je od ostatka Internet mreže VPN-om. To znači da je onemogućen pristup do CEZIH servera bez ostvarivanja VPN tunela. Ovo vrijedi za svaku funkcionalnost CEZIH sustava. VPN se realizira na CEZIH VPN serverima. VPN serveri prilikom ostvarivanja VPN veze zahtijevaju klijentski certifikat. Klijentski certifikati izdani su na *smart* karticu korisnika. VPN serveri prihvaćaju samo validne certifikate izdane od strane CEZIH certifikacijskog tijela. CEZIH infrastruktura obuhvaća i Vatrozide kojima se razdvajaju CEZIH serveri te definiraju pristupni protokoli i portovi. Vatrozidom je krajnjim korisnicima omogućen pristup samo preko https veze na definiranim pristupnim adresama i portovima. Direktni pristup serverima od strane krajnjih korisnika nije moguć.

Povjerljivost podataka osigurava se šifriranjem transportnog kanala pomoću *Secure Socket Layer/Transport Layer Security* (SSL/TLS) sloja. Sva komunikacija između korisnika CEZIH sustava, bilo preko *web* aplikacije ili *web* servisa, šifrirana je. Isto tako, šifrirana je i komunikacija između CEZIH *web* aplikacija i CEZIH *web* servisa.

Unutar CEZIH rješenja, koristi se pet tipova certifikata. Svi certifikati izdaju se od CEZIH certifikacijskog tijela. Certifikate možemo podijeliti s obzirom na namjenu za koju se koriste. Prvi tip certifikata je serverski certifikat koji se koristi za uspostavu sigurnog transportnog kanala (SSL/TLS). Drugi tip certifikata su aplikativni certifikati. Oni se izdaju *web* aplikacijama koje se spajaju na CEZIH *web* servise. Služe za prijavu *web* aplikacija kao klijentski certifikati. Treći tip certifikata je certifikat izdan centralnom CEZIH sustavu. Četvrti tip certifikata je potpisni certifikat. Tim certifikatom potpisan je sav kod koji se izvršava na strani korisnika kroz Internet preglednike. Peti tip su klijentski certifikati izdani krajnjim korisnicima (zdravstvenim djelatnicima). Klijentski certifikati izdaju se zdravstvenim djelatnicima na pametne kartice (*smart cards*). Klijentski certifikati koriste se za prijavu na CEZIH rješenja te za potpisivanje poruka koje se razmjenjuju preko *web* servisa.

Pod aplikativnim značajkama podrazumijevaju se procesi prijave i autorizacije korisnika klijentskih *web* aplikacija i *web* servisa. Svaka aplikacija zahtijeva prijavu putem korisničkog certifikata. Koriste se certifikati s pametnih kartica izdanih od strane CEZIH certifikacijskog tijela. Potom CEZIH autorizira korisnika, odnosno provjerava ima li korisnik pravo slati poruku u CEZIH sustav. Autorizacija unutar CEZIH sustava vrši se na principu uloga. Svaki korisnik u imeničkom servisu korisnika CEZIH sustava ima pridijeljene uloge. Administraciju korisnika usluga i dodjelu ovlasti provodi HZZO.

Ovom složenošću sustava osiguravaju se zdravstveni podatci prisutni u središnjoj pohrani centralnog zdravstvenog informacijskog sustava te se jamči zaštita osobnih, odnosno zdravstvenih podataka pacijenata, u skladu sa svim zakonima i odredbama o zaštiti podataka (www.cezih.hr, a).

4.4. eRecept

eRecept, ili elektronični recept, je elektronično stvoreni, preneseni i popunjeni medicinski recept koji zamjenjuje papirni recept. Elektroničko propisivanje recepta daje mogućnost propisivaču elektronično slanje preciznog, valjanog i razumljivog recepta direktno do ljekarne (www.cms.gov).

Također, elektroničko propisivanje recepta se definira kao korištenje elektroničkog uređaja za podnošenje i razmjenu receptne informacije između uključenih strana, odnosno pacijenta, liječnika koji izdaje recept (propisivača), ljekarne te zdravstvenog osiguranja. E-propisivanje recepta predstavlja suradnju između propisivača, pacijenta i ljekarnika u svrhu liječenja pacijenta, pri čemu je recept pismena odredba liječnika medicine, dentalne medicine ili veterine ljekarniku o sastavu, spravljanju i izdavanju lijeka (Aldughayfiq i Sampalli, 2021; Öhlund i sur., 2012; www.struna.ihjj.hr).

Primjena e-recepata prvenstveno ima za cilj ne samo poboljšati sigurnost lijekova, već i poboljšati učinkovitost propisivanja, izdavanja i preuzimanja lijekova, odnosno ima za cilj ponuditi kvalitetniju zdravstvenu skrb pacijentima. Sustav propisivanja e-recepata omogućuje elektroničko pohranjivanje recepata te pojednostavljuje preuzimanje lijekova u ljekarni (Lämsä i sur., 2018).

Sustavi eRecepta ključne su sastavnice i pokretači digitalnog zdravlja. Ovakva platforma može poboljšati sigurnost pacijenata te svakim danom sve više stječu popularnost u zdravstvenim sustavima diljem svijeta. Kao dio *eHealth* strategija, primjena elektroničkih recepata ocijenjena je kao reforma farmaceutske zdravstvene politike u mnogim zemljama (Aldughayfiq i Sampalli, 2021; Lämsä i sur., 2018).

eRecepti su omogućili liječnicima elektroničko slanje receptnih podataka u ljekarnička računala. Ovaj je proces smanjio pogreške u propisivanju i primjeni lijekova, što je rezultiralo smanjenim brojem poziva iz ljekarni prema liječnicima radi pojašnjenja u vezi propisanog recepta. Elektroničkim slanjem i primanjem recepata pojednostavljen je tijek kliničke i ljekarničke prakse. Pojednostavljuje se postupak dostavljanja recepta u ljekarnu, izdavanja lijekova ili produženja terapije, a zadovoljstvo i suglasnost pacijenata pritom raste. Osim toga, povezivanje liječničkih i ljekarnički sustava smanjilo je papirologiju i pridružene pogreške koje se mogu pojaviti oslanjanjem na rukom napisane recepte. Isto tako, budući da pacijent ne dobiva tiskanu kopiju recepta, eliminira se i mogućnost gubitka recepta (Porterfield i sur., 2014).

Sigurnost pacijenta može se poboljšati putem sustava elektroničkog propisivanja povećanjem čitljivosti recepata, smanjenjem vremena potrebnog za propisivanje lijekova i njihovog izdavanja pacijentima te smanjenjem medikacijskih pogrešaka i neželjenih reakcija lijekova. Ušteda troškova u zdravstvenom sustavu ostvarena je upravo smanjenjem neželjenih reakcija na lijekove, poboljšanom učinkovitošću i poboljšanim pristupom davatelja zdravstvenih usluga zdravstvenim formularima. Danas se propisuje više lijekova nego ikad prije, a s tim povećanjem dolazi do mogućnosti stvaranja više pogrešaka. E-propisivanje eliminiralo je neke mogućnosti pogrešaka i potencijalno može pomoći u sprečavanju više od 2 milijuna neželjenih reakcija na lijekove godišnje, od kojih je 130 000 opasnih po život. Sve ove promjene stvorile su uštedu vremena te troškova za sve uključene strane (Porterfield i sur., 2014; Leavitt, 2007).

Studija iz 2014. koja je provela recenziju 47 različitih izvora zaključila je kako e-propisivanje recepata smanjuje pogreške u propisivanju, povećava učinkovitost i pomaže uštedjeti na troškovima u zdravstvenoj skrbi. Pogreške u liječenju smanjene su na samo sedminu njihove prethodne razine, a ušteda troškova zbog poboljšanih ishoda liječenja i smanjenih posjeta bolnicama procjenjuje se na između 140 i 240 milijardi američkih dolara kroz period od deset godina za zdravstvene prakse i sustave koji su uveli e-recepte (Porterfield i sur., 2014; Kaushal i sur., 2010).

E-propisivanje uklanja pogreške zbog nečitljivosti i pomaže pružateljima usluga da donose bolje informirane odluke o tome koje lijekove propisati na temelju povijesti bolesti i podataka o alergijama, isključivo u slučaju ako je sustav e-recepata integriran s elektroničkim zdravstvenim zapisom pacijenta. Sustavi upozoravaju propisivače kada se otkrije alergija na lijek, interakcija s drugim lijekovima ili zdravstvenim stanjima te na taj način pružateljima usluga sustav pomaže u izbjegavanju pogrešaka u propisivanju i neželjenim reakcijama na lijekove. U nekim slučajevima upozorenja se pojavljuju kad postoji minimalan rizik ili kada nema istinske komplikacije. Propisivači se mogu preopteretiti upozorenjima te umjesto da ih pročitaju, oni ih zanemaruju, što može potencijalno uzrokovati propuštanje važne informacije o nekakvom istinskom problemu (Porterfield i sur., 2014).

U ljekarni se unos recepata pojednostavljuje budući da odgovarajući softver omogućuje automatiziranu obradu recepta. Učinkovitost je povećana, zbog manje količine papirologije i problema koji se uz nju vežu. Sustav automatski uparuje imena pacijenata i liječnika koji je propisao recept, a druga polja u eReceptu se automatski popunjavaju, ali to ne eliminira

situaciju da navedena polja katkad zahtijevaju ručnu intervenciju upisa informacija. Glavna polja eRecepta su naziv lijeka, količina i upute za pacijenta (Porterfield i sur., 2014).

S ovakvim sustavom manje se troši vremena na rješavanje problema s ljekarnama, uključujući prethodna odobrenja i zahtjeve za dopunu recepata/lijekova. Imajući na raspolaganju pacijentove receptne formulare i informacije o prihvatljivosti lijekova, liječnici mogu tako odabrati odgovarajući lijek te smanjiti vjerojatnost zamjenjivanja lijeka zbog primijećenih medikacijskih pogrešaka ili drugih nepravilnosti zamijećenih od strane ljekarnika. Količina vremena koje se troši na rješavanje pojašnjenja oko nedoumica vezanih za recepte na relaciji ljekarnik-liječnik uvelike se smanjuje, što omogućava zdravstvenim profesionalcima više vremena za usredotočiti se na samu skrb o pacijentu. Sustav elektroničnog propisivanja recepata ovime omogućuje i održavanje adherencije. Adherencija prema terapiji omogućava bolje zdravstvene ishode i smanjuje troškova (Porterfield i sur., 2014).

Ušteda troškova, zajedno s poticajima i poboljšanom učinkovitošću, povećat će daljnju upotrebu e-recepata u budućnosti.

Sustavi e-recepta postali su vrlo relevantni tijekom trajanja pandemije COVID-19. Fizičko distanciranje, ograničavanje nepotrebnih putovanja izvan kuće i minimiziranje socijalnih kontakata postali su neophodni u cijelom svijetu. Sustavi e-recepta smanjuju fizički kontakt i rizik od izloženosti virusu, kao i vrijeme čekanja u ljekarnama, povećavajući tako sigurnost i zdravlje pacijenata (Aldughayfiq i Sampalli, 2021).

Istraživanje iz 2016. ispitivalo je ekonomske, zdravstvene i socijalne koristi koje su ostvarene implementacijom sustava e-recepata. Njihova su otkrića potvrdila da su sve uključene strane u sustav e-recepta imale ekonomsku korist. Ta ekonomska korist očituje se u uštedama troškova zbog razine transparentnosti koju sustav pruža, smanjujući prijevare povezane sa sustavima te smanjujući troškove za ispisivanje recepata. U pogledu zdravstvenih dobrobiti, sustav je smanjio medikacijske pogreške, pružio bolju razinu dostupnosti lijekova te poboljšao nadzor nad uzimanjem lijekova od strane pacijenta, odnosno pacijentovu adherenciju prema farmakoterapiji. Nadalje, glavna socijalna dobrobit koju je sustav postigao je povećano povjerenje pacijenta u sam sustav propisivanja. No, navedene dobrobiti ovisiti će o arhitekturi sustava e-recepata i njegovom implementacijskom procesu u zemlji (Deetjen, 2016).

eReceptni sustavi mogu djelovati kao samostalni sustavi u sklopu zdravstvene skrbi ili mogu biti ugrađeni u sustave elektroničkih zdravstvenih zapisa, odnosno el. zdravstvenih kartona

(EZZ, odnosno eKarton). EZZ sustavi uključuju podatke o pacijentima, kao što su kliničke bilješke, laboratorijski nalazi i rezultati, te alati za potporu kliničkog odlučivanja. Kad je elektronično propisivanje recepata dio EZZ sustava, pružatelji skrbi mogu pristupiti svim informacije o pacijentu, a ne samo informacijama o receptu.

4.4.1. Problemi elektroničkog propisivanja recepata

Implementacija sustava elektroničkog propisivanja recepata nosi sa sobom i određene prepreke, kao što su troškovi implementacije i održavanja, privatnost pacijenta, pogreške u sustavu te pravna pitanja.

Sustav elektroničkog propisivanja recepata zahtijeva obuku i podršku informacijske tehnologije za instalaciju i održavanje. Organizacije, nacionalni zdravstveni sustavi i drugi potencijalni korisnici moraju uzeti u obzir ove troškove prilikom odlučivanja o implementaciji sustava e-propisivanja. Primjerice, 2017. godine kanadska je vlada uložila 300 milijuna USD kroz pet godina za poboljšanje aktivnosti *eHealth*-a, uključujući proširenje elektroničkog sustava propisivanja recepata i pristup pacijenata svojim elektroničkim zdravstvenim zapisima. (www.budget.gc.ca; Porterfield i sur., 2014).

Ako sustav e-recepata nije pravilno dizajniran, mogu se pojaviti pogreške. Glavna pogreška je nedostatak specifičnih upozorenja i preopterećenje upozorenjima, što stvara pojavu koja se naziva „umor od upozorenja“: kada se prikazuju gomile upozorenja za vrijeme unosa svakoga recepta, propisivači mogu prestati čitati upozorenja ili ih samo brzo pregledavaju. Ukoliko se upozorenja zanemare, može se propustiti određena opasnost, kao npr. interakcija lijeka. Istraživanje iz 2013. godine pokazalo je kako su problemi s dizajnom sustava bili razlog za prestanak korištenja softvera za e-propisivanje; razlozi su također uključivali i sljedeće stvari: hardverski problemi (12,4 %), problemi s tijekom rada (27,9 %), softverski problemi (34,0 %) i drugi problemi (25,5 %), kao što su troškovi, potrošnja vremena i problemi s internet vezom (Porterfield i sur., 2014; Jariwala i sur. 2013).

Privatnost podataka također može zabrinuti pružatelje zdravstvenih usluga i pacijente. Informacije mogu procuriti na brojnim točkama, a ako nisu postavljeni odgovarajući vatrozidi i sustavi za sprječavanje upada, postoji mogućnost krađe zaštićenih podataka o pacijentu. Većina kršenja informacija zapravo se događa kao rezultat internih postupaka zaposlenika, pa

je kontinuirana obuka o sigurnosti od velike važnosti te može prouzrokovati dodatne troškove (Porterfield i sur., 2014).

Pravna se pitanja javljaju kada pružatelji usluga trebaju propisati narkotike ili psihotropne tvari. Jedna od prepreka sustava el. propisivanja recepata je nemogućnost slanja e-recepata droga ili psihotropnih tvari. Za neke propisivače narkotici i psihotropne tvari predstavljaju velik dio lijekova koje propisuju. Novi zakoni omogućili su slanje kontroliranih recepata s propisanim drogama i psihotropicima, ali odredbe koji ti zakoni donijeli otežavaju implementaciju takvih e-recepata (Porterfield i sur., 2014).

2010. god. Američka agencija za suzbijanje zlouporabe droga DEA (Drug Enforcement Administration) donijela je regulativu koja uzima u obzir elektroničko propisivanje narkotika i psihotropnih tvari. Regulativa je učinila legalnim elektronički prijenos recepata za narkotike i psihotropne tvari, ali uz odgovarajuće standarde kakav taj elektronički transfer mora biti. Ti standardi uključuju provjeru identiteta, dvofaktorsku provjeru autentičnosti, digitalne certifikat, mjesečne zapisnike, reviziju softvera od strane nezavisnih strana i zahtjev za vođenje evidencije od dvije godine. DEA je procijenila da implementacija takvih sustava s takvim standardima može koštati između 43 milijuna i 1,5 milijardi američkih dolara za različite opcije koje uključuju značajke kao što su provjera identiteta, protokoli provjere autentičnosti te različiti sigurnosni zahtjevi. Do 2015. propisivanje narkotika i psihotropnih tvari postalo je biti legalan i u potpunosti implementiran u svih 50 saveznih država SAD-a (www.healthcareitnews.com; Porterfield i sur., 2014; DEA, 2010; www.deadiversion.usdoj.gov),

Sustavi el. propisivanja recepata mogu imati problem da višestruki sustavi ne mogu efektivno dijeliti informaciju zbog nedostatka interoperabilnosti, što smanjuje učinkovitost sustava e-recepata. Interoperabilnost se odnosi na interoperativnost u procesu el. propisivanja recepata koja uključuje ljude, sustave, procedure i organizacije (Öhlund i sur., 2012).

Europski okvir interoperabilnosti (EIF) definira četiri razine interoperabilnosti: pravnu, organizacijsku, semantičku i tehničku interoperabilnost. Pod pravnom razinom interoperabilnosti podrazumijeva se usklađivanje zakona koji se tiču međusobne suradnje različitih organizacija, što utječe na to kako i što se može priopćiti. Organizacijska razina se odnosi na to kako se različiti organizacijski procesi integriraju te kako se upravlja razmjenu informacija. Semantička razina se odnosi na obradu informacija na smislen način, pod uvjetom da je informacija u priopćenoj poruci točno definirana, dogovorena i razumljiva svim

uključenim stranama. Tehnička razina se odnosi na tehničke preduvjete koji povezuju različite sustave, poput komunikacijskih protokola, formata poruka, usluga, specifikacija sučelja itd. (EIF, 2010).

Sve ove razine interoperabilnosti utječu na stvarnu implementaciju usluge eRecepta. Da bi se postigla interoperabilnost, značajan naglasak u *eHealth*-u stavljen je na primjenu standarada i odgovarajuće terminologije. Standardi kao što su ISO 13606 (standard za zdravstvenu informatiku, u pogledu komunikacije za elektroničke zdravstvene zapise definiran od strane međunarodne organizacije za standardizaciju), HL7 (Health Level Seven - standardi za razmjenu, integraciju, dijeljenje i pronalaženje elektroničkih zdravstvenih podataka koji podržavaju kliničku praksu te upravljanje, pružanje i procjenu zdravstvenih usluga) i Snomed CT (standard za zdravstvenu terminologiju). Iako su ovi standardi važni gradivni blokovi u postizanju interoperabilnosti e-receptnih sustava, manje se pažnje pridaje drugim čimbenicima za poboljšanje interoperabilnosti, poput mjerenja interoperabilnosti i sudjelovanja korisnika u danom sustavu interoperabilnost. Kako bi se poboljšala interoperabilnost u cjelokupnom procesu e-propisivanja, potrebno je analizirati različite protoke informacija, arhitekturu informacijskog sustava te uloge korisnika i njihov utjecaj na komunikaciju i kvalitetu procesa kako bi se procijenili problemi interoperabilnosti i utvrdila područja koja su problematična. Da bi se postiglo kontinuirano poboljšanje interoperabilnosti, potrebno je uspostaviti kontinuirano mjerenje problema interoperabilnosti (Öhlund i sur., 2012).

Nedavno je provedeno istraživanje u Finskoj, državi koja posjeduje centralizirani informatički zdravstveni sustav, kako bi se istražile učestalosti pojave anomalija e-recepta (tj. pogrešaka, nejasnoća i drugih nedostataka), kako te anomalije utječu na sigurnost pacijenta u javnim ljekarnama te metode za pojašnjenje e-recepta. Ukupno 54 javne ljekarne, koje su sudjelovale u studiji, prijavile su te anomalije. Od ispitanih gotovo 41 000 e-receptata tijekom razdoblja ispitivanja, samo 7 % izdanih e-receptata je imalo anomalije. Od toga, gotovo 63 % e-receptata sadržavao je pogreške u uputama doziranja lijeka, a u 28 % e-receptata nedostajao je razlog korištenja propisanog lijeka, odnosno nedostajala je informacija o indikaciji za lijek. U slučaju sa 69 % anomalija, ljekarnik je riješio problem pojasnivši i napisavši uputu za doziranje, a gotovo 23 % od toga, sam pacijent je ispravio uputu za doziranje. Sukladno tome, opterećenje ljekarne i ljekarnika povećalo se s tumačenjem anomalija e-receptata, što je utjecalo na ukupnu kvalitetu usluge. Anomalije e-recepta mogu se razjasniti u ljekarni bez potrebe za kontaktiranjem liječnika. No, anomalije često imaju negativne posljedice za ljekarne, posebno

u pogledu povećanja radnog opterećenja te produljenja vremena pružanja ljekarničke usluga pacijentima. Konkretno, opterećenje ljekarni povećalo se za 39 %, što je dovelo do povećanja vremena čekanja za pacijente. Sustave e-propisivanja treba dalje razvijati kako bi se potaknuli propisivači na izdavanje cjelovitijih e-receptata te se na taj način poboljšala sigurnost lijekova i olakšalo njihovo učinkovitije izdavanje (Timonen i sur., 2018).

Jedan od presudnih izazova sustava e-receptata, kao i cjelokupnog informatičkog zdravstvenog sustava, jest pitanje treba li cjelokupna arhitektura sustava biti centralizirana ili decentralizirana.

Sustavi elektroničkog propisivanja mogu postojati u dva oblika: kao centralizirani i decentralizirani sustavi. U centraliziranim sustavima, sva medicinska evidencija pohranjena je na centraliziranim serverima koje kontrolira nacionalno regulatorno tijelo. Odnosno, u centraliziranom sustavu svi su korisnici povezani s poslužiteljem središnje mreže odnosno "serverom". Središnji server pohranjuje podatke te omogućuje svim pružateljima zdravstvene skrbi pristup tim zdravstvenim podacima. U pogledu e-recepta, jedna od blagodati centraliziranog sustava je mogućnost dostupnosti medikacijske povijesti pacijenta svim uključenim stranama. To pomaže minimalizirati pogreške u interakciji lijekova i neželjenih reakcija na lijekove. Štoviše, centralizirani sustavi nude bolje usluge za buduća istraživanja i studije. Sve europske zemlje, koje su implementirale sustav elektroničkog propisivanja receptata, koriste centraliziranu arhitekturu sustava te imaju nacionalnu bazu e-receptata te ostalih zdravstvenih podataka. Centralizirani sustav je jednostavan za postavljanje te se može brzo razviti. No, korištenje centraliziranih sustava predstavlja određeni rizik za privatnost i sigurnost zdravstvenih podataka. U centraliziranim sustavima implementacija je veći izazov u pogledu sigurnosti, tehnologije elektroničkog propisivanja receptata, kao i elektroničkih zdravstvenih zapisa zbog toga što ovaj pristup zahtijeva postojanje središnje točke za kontrolu informacija. Mnoga su istraživanja pokazala da su centralizirani sustavi ranjivi na *cyber*-napade, kao što je DDoS (*Distributed Denial of Service*) te napade socijalnog inženjeringa. Ovaj pristup je skuplji za pružanje potrebne sigurnosti i privatnosti za zaštitu podataka pacijenata u odnosu na decentralizirani sustav. Instaliranje i upravljanje sigurnošću podataka pacijenata u centraliziranom sustavu može koštati stotine milijuna dolara (Zaghloul i sur., 2019; Li i sur., 2019; Becker's Healthcare, 2016; Patil i Seshadri, 2014.; Anderson, 2008.; berty.tech).

Decentralizirani sustavi nude višu razinu privatnosti informacija te veću zaštitu, kompleksniji su za uspostavljanje, ali se mogu olakšano implementirati ukoliko već postoje prethodno

uspostavljene lokalno centralizirane baze podataka. U decentraliziranom sustavu ne postoji jedinstveno centralizirano tijelo koje donosi odluke u ime svih strana. Umjesto toga, svaka strana unutar tog sustava, koja je ujedno ravnopravna sa svim ostalim dionicima sustava, donosi lokalne autonomne odluke prema svojim individualnim ciljevima. Ravnopravne strane u decentraliziranom sustavu međusobno komuniciraju izravno, dijele informacije i pružaju usluge drugim ravnopravnim stranama unutar sustava (isr.uci.edu).

Neke su zemlje usvojile decentralizirani pristup zbog postojeće infrastrukture. Kako je i prije uvođenja sustava e-recepata u SAD-u postojala odgovarajuća infrastruktura sustava elektroničkih zdravstvenih zapisa koja je bila dostupna u većini bolnica i zdravstvenih centara, informatički zdravstveni sustav u SAD-u nije uspostavljen na centraliziranoj arhitekturi. Sustav za elektronično propisivanje recepata u SAD-u je decentralizirane arhitekture koji ovisi o centraliziranim lokalnim sustavima, koji svaki dio podataka o pacijentu pohranjuju u svoj lokalni serverski sustav (npr. baza zdravstvenih podataka ljekarni, bolnica). Američki sustav za elektroničko propisivanje recepata naziva se *Surescript*, koji osim usluge e-recepta omogućuje i razmjenu općih zdravstvenih informacija iz medicinskih zapisa. *Surescripts* djeluje kao posrednik koji upravlja, odnosno pomaže u transferu e-recepata između liječnika koji propisuje recept i ljekarnika, izgrađuje elektroničku mrežu za povezivanje svih uključenih strana, ali ovisi o lokalnim sustavima prisutnim u zdravstvenim centrima ili ljekarnama za pohranu, transfer i pristup podataka pacijenata. Da bi se mogle koristiti *eHealth* mogućnosti *Surescripts*a, sve uključene strane moraju biti pretplaćene na njihovu uslugu. Također, kako je u SAD-u sustav decentraliziran te ga ne kontrolira niti njime upravlja niti jedna nacionalna organizacija, u SAD-u ne postoji nacionalna baza podataka e-recepata ili zdravstvenih zapisa. U američkom sustavu e-recepata također se mogu dijeliti medikacijske povijesti pacijenata s dionicima sustava, ali nužni su preduvjeti, prethodno spomenuta pretplaćenost na sustav e-recepata te odobrenje pacijenta i/ili zdravstvenih centara. Nedavno ažuriranje *Surescripts* pruža spomenutu mogućnost da ljekarnici ili određeni zdravstveni centar zatraži zahtjev za uvid u bilo koji zdravstveni podatak putem mreže. No, one strane koje žele razmjenu podataka ili pristup podacima moraju biti pretplaćene na istu uslugu elektroničkog propisivanja recepata. Svaki zdravstveni centar pohranjuje svoje zdravstvene podatke o svojim pacijentima u vlastiti elektronički zdravstveni zapis te ti podatci nisu dostupni ostalim zdravstvenim centrima ili ljekarnama sve dok se ne postavi zahtjev i odobrenje za pristup (Aldughayfiq i Sampalli, 2021; surescripts.com).

Iako je američki sustav za e-recepte decentralizirani sustav, to je i dalje mreža koja omogućuje komunikaciju između svih uključenih strana. Budući da sustav ovisi o lokalnim centraliziranim sustavima u zdravstvenim centrima ili ljekarnama, sama mreža može biti ranjiva na sigurnosne prijetnje uzrokovane napadom na lokalne centralizirane sustave (bolnica, ljekarna ili sl.) koji su povezani sa *Surescripts* posrednikom, dakle sigurnost mreže ovisi o sigurnosnim značajkama lokalnih servera.

U Kanadi sustav elektroničnog propisivanja recepata naziva se *PrescribeIT* te je državno financiran i pod nadležnošću nacionalnog regulatornog tijela. Centralizirane je arhitekture te, nakon što bude u potpunosti operativan, omogućivat će – osim slanja receptne informacije između propisivača i ljekarne te informativnog sustava o lijekovima s upozorenjima o interakciji lijekova – također i pristup elektroničkim zdravstvenim zapisima pacijenata. Sustav je zasad djelomično implementiran te se u bližoj budućnosti očekuje potpuna implementacija u svim provincijama i teritorijima Kanade (Aldughayfiq i Sampalli, 2021; Canada Health Infoway, 2018).

U Velikoj Britaniji sustav slanja e-recepata odvija se uslugom *EPS (Electronic Prescription Service)* kroz centralizirani nacionalni zdravstveni informatički sustav naziva *Spine*. Potrebno je odobrenje pacijenata ukoliko se žele slati informacije kroz navedeni sustav te sustav omogućuje da pacijent odabire preferiranu ljekarnu u koju će e-recept biti poslan (NHS Digital, 2021).

U Australiji usluge e-recepata, koju pružaju tvrtke u privatnom vlasništvu *MediSecure* i *eRx*, povezane su s glavnim sustavom elektroničkih zdravstvenih zapisa koji je centraliziran te je pod nadzorom nacionalnog regulatornog tijela. U Japanu su i dalje prisutni papirnati recepti te je elektronički sustav propisivanja recepata za sada tek ideja. U predloženom budućem japanskom sustavu e-recepata koristit će se mobilna aplikacija instalirana na pametnom telefonu pacijenta, unutra koje će biti pohranjena medikacijska povijest pacijenta. U predloženom japanskom modelu, predlaže se da pacijenti sami kontroliraju svoje zdravstvene informacije te sami omogućuju slanje svojih zdravstvenih podataka stranama koje su zatražile te podatke. Sustavi el. propisivanja recepata u Danskoj, Estoniji, Švedskoj, Finskoj, omogućuju pristup pacijentu pomoću *web* portala za prikazivanje relevantnih informacija o e-receptu. Sustavi u tim zemljama su centralizirane arhitekture te su sve komponente i usluge pod nadzorom i vlasništvom nadležnih državnih nacionalnih tijela i organizacija. U Hrvatskoj, kao i u ostalim europskim zemljama, zdravstveni informacijski sustav je centralizirane arhitekture

te je eRecept jedna od brojnih elektroničkih usluga koje taj sustav nudi i omogućuje (Aldughayfiq i Sampalli, 2021; Australian Digital Health Agency, 2019; Sellberg i Eltes, 2017; Patrao i sur., 2013).

Sve je više nastojanja i ambicija diljem svijeta da se stvori takav sustav e-recepata, kao i ukupan informacijski zdravstveni sustav, gdje će pacijent imati središnju ulogu – pristup u kojemu se pacijentima daje prioritet u donošenju odluka u vezi s vlastitim zdravljem (Pereira i sur., 2018).

4.4.2. eRecept u Hrvatskoj

eRecept je u zdravstveni sustav Republike Hrvatske implementiran 2011. godine. Elektroničko propisivanje recepta omogućilo je korisnicima zdravstvenih usluga u RH da im njihov osobni liječnik putem računala propiše lijek, koji oni potom mogu podići u bilo kojoj ljekarni na području RH, bez potrebe za papirnatim receptom. eRecept je jedna od funkcionalnosti Centralnog zdravstvenog informacijskog sustava Republike Hrvatske, tj. CEZIH-a. Sustav služi kao elektronička potpora digitalizaciji zdravstvenog sustava te, osim eRecepta, podržava niz funkcionalnosti, kao što su eUputnice, eNaručivanje, eDoznake, eListe, eNalazi, eKarton i dr. Elektroničko propisivanje recepata predstavlja uspješnu integracije informatičkih tehnologija i zdravstvene skrbi te je usluga eRecepta svrstala Hrvatsku u sam vrh uspješnosti u pogledu informatiziranog zdravstva u svijetu. Za zdravstveni sustav ova informatizacija predstavlja uštedu od oko 15 milijuna kuna godišnje, koliko se trošilo na izdavanje papirnatih recepata (www.cezih.hr, b; www.hzzo.hr, b; www.ljekarnasdz.hr).

Proces elektroničkog propisivanja recepta počinje s terapijom koju odabire i propisuje liječnik. Prije izlaska iz ordinacije, pacijentu e-recept zaključuje medicinska sestra koja provjerava status osiguranika i šalje e-recept u središnji informacijski sustav – CEZIH. Pacijenti po propisani lijek idu u ljekarnu samo sa zdravstvenom iskaznicom. Svoj lijek pacijent u ljekarni može podignuti u roku od 15 dana nakon što mu je liječnik propisao recept, odnosno 3 dana ukoliko se radi o antibiotiku te 5 dana ako je riječ o narkotiku. Zahvaljujući e-receptima, kronični bolesnici trebali bi izbjeći redove u čekaonicama jer je pacijentu dovoljno telefonski nazvati liječnika i izvijestiti ga da je potrošio propisani lijek. Ukoliko liječnik pacijentu propiše ponovljivi recept za terapiju do 180 dana (6 mjeseci), pacijent više ne mora lijek s ponovljivog recepta podizati uvijek u istoj ljekarni, već ga može podignuti u bilo kojoj drugoj ljekarni u zemlji.

Istraživanje iz 2014., provedeno na uzorku od 1200 ispitanika (korisnika usluge eRecept), zaključilo je kako je čak 81,4 % anketiranih osoba izrazilo iznimno visoko zadovoljstvo korištenjem usluge eRecept. Od pet mogućih ponuđenih ocjena, 81,4 % ispitanika dodijelilo je ocjenu odličan s obrazloženjem "Meni je usluga eRecept odlična i ne bih volio/la da se vratimo na stari sustav papirnatih recepata". Korisnici usluge eRecept zadovoljni su ovom uslugom, a u prilog tome dodatno govore i odgovori na otvoreno pitanje koje im je postavljeno u okviru iste ankete: "Kada biste u jednoj riječi trebali opisati vaše iskustvo uslugom eRecepta u Republici Hrvatskoj koja bi to riječ tada bila?" Najveći broj ispitanika naveo je riječ: "Odlično", zatim "Super", "Zadovoljna/Zadovoljan", "Dobro" i dr. (www.ericsson.hr).

eRecept je svrstao RH u sam vrh uspješnosti u pogledu informatiziranog zdravstva te skupa s Danskom, Estonijom, Islandom i Švedskom, Hrvatska dijeli prvo mjesto u Europi po korištenju elektroničkog sustava propisivanja recepata (www.hzzo.hr, b).

4.5. Elektronički zdravstveni zapis (eKarton)

Elektronični zdravstveni zapis (EZZ), također zvan i eKarton, elektronička je verzija anamneze pacijenta koja sadržava sve ključne administrativne kliničke podatke relevantne za zdravstvenu skrb pacijenta, uključujući zdravstvene probleme, lijekove, vitalne znakove, imunizacije, laboratorijske podatke, radiološka izvješća i drugo. EZZ automatizira pristup informacijama te ima za potencijal pojednostavljivanje tijeka rada zdravstvenih profesionalca (Vatanka i Crespi Lofton, 2020; www.healthit.gov).

EZZ također ima mogućnost podržati druge aktivnosti povezane sa zdravstvenom skrbi izravno ili neizravno putem različitih sučelja, uključujući podršku za kliničko odlučivanje, upravljanje kvalitetom i izvještavanje o ishodima. Na primjer, EZZ može poboljšati skrb o pacijentima na sljedeće načine: smanjivanjem učestalosti medikacijskih pogrešaka poboljšanjem točnosti i jasnoće medicinskih zapisa, omogućavanjem dostupnosti zdravstvenih podataka, smanjenjem dupliciranja testova, smanjivanjem kašnjenja u liječenju i dr. (www.cms.gov).

Iako EZZ sadrži anamnezu i medikacijsku povijest pacijenata, sustav EZZ-a je izgrađen da nadilazi standardno kliničko prikupljanje podataka te omogući širi pogled na skrb o pacijentu. Usmjerenost na pacijenta ključna je značajka elektroničkih zdravstvenih zapisa, i pri tome, u stvarnom vremenu, omogućuju trenutni i siguran pristup informacijama svim autoriziranim korisnicima. Jedna od ključnih značajki EZZ-a jest da ovlašteni pružatelji zdravstvene skrbi

moгу stvarati i upravljati zdravstvenim podatcima u digitalnom formatu koji se mogu dijeliti s drugim pružateljima zdravstvenih usluga u više zdravstvenih organizacija. EZZ-ovi su stvoreni za razmjenu informacija s drugim pružateljima zdravstvenih usluga i organizacija, poput laboratorija, liječnika opće prakse, specijalista, ljekarnika, klinika, škola itd. (Vatanka i Crespi Lofton, 2020; healthit.gov).

Vrlo često zdravstvenim djelatnicima nedostaje uvid u sveobuhvatne i vjerodostojne medicinske podatke. Putem razgovora s pacijentom često se ne mogu saznati cjeloviti i bitni medicinski i zdravstveni podatci, stoga dostupnost cjeloživotnog elektroničkog zdravstvenog kartona (naročito u bolnicama, ljekarnama, službama hitne pomoći) može znatno pomoći zdravstvenim djelatnicima. EZZ-ovi su sljedeći korak u kontinuiranom napretku zdravstvene zaštite koji može ojačati odnos između pacijenata i zdravstvenih profesionalaca. Podatci te njihova pravodobnost i dostupnost omogućit će pružateljima zdravstvenih usluga donošenje boljih odluka te pružanje bolje skrbi (Kern, 2020; www.cms.gov).

Ljekarnici, kao autorizirani korisnici zdravstvenog informacijskog sustava, mogu pristupiti i koristiti podatke s digitalnih zdravstvenih platformi, s ciljem prepoznavanja i rješavanja problema povezanih s lijekovima te pružanja edukacije i savjetovanja za pacijente. Značajke elektroničkih zdravstvenih zapisa ljekarnicima sveukupno mogu povećati ljekarničku učinkovitost u cjelovitom upravljanju farmakoterapijom (Vatanka i Crespi Lofton, 2020).

4.5.1. EZZ i ljekarnici

Prihvatanje elektroničnih zdravstvenih zapisa utjecalo je na metode s kojima zdravstveni profesionalci skrbe za svoje pacijente. Doduše, vrlo često se zaboravlja da i ljekarnici mogu aktivno koristiti napredne funkcionalnosti koje se nalaze unutar e-zdravstvenih zapisa.

Danas ljekarnici u javnim ljekarnama imaju vrlo mali ili nikakav pristup kliničkim podatcima pacijenata. To dovodi do situacije u kojoj ljekarnici ne mogu provoditi svoj posao u punom smislu riječi, odnosno ne mogu u potpunosti ostvariti svoj potencijal u provođenju zdravstvene skrbi za koji su licencirani. Većina ljekarnika želi imati pristup takvoj vrsti podataka, ali velika većina sustava upravljanja zdravstvenom skrbi ne podržava tako nešto (Nelson i sur., 2016.).

U prilog tome ide i kvantitativno istraživanje iz 2011. o razlikama između medikacijske povijesti, kojeg su skupili liječnici i farmaceuti, provedeno pregledom 200 medicinskih kartona. Autori su otkrili da farmaceuti bolje prepoznaju informacije o lijekovima iz medikacijskih

povijesti pacijenata od liječnika. Uz to, nekoliko studija otkrilo je da su podatci o medikacijskoj povijesti prikupljeni tijekom konzultacije s ljekarnicima potpuniji u usporedbi s podacima prikupljenim od strane drugih pružatelja zdravstvene skrbi. Stoga, stavljanje medikacijske povijesti, pa tako i zdravstvenog kartona, na raspolaganje svim stranama uključenim u sustav, posebice farmaceutima, može poboljšati sigurnost pacijenta prilikom propisivanja ili izdavanja novog lijeka (Aldughayfiq i Sampalli, 2021; Hatch i sur., 2011; Carter i sur., 2006; Vira i sur. 2006; Tam i sur., 2005).

Zbog dugotrajnog kontakta s pacijentom, liječnici i ljekarnici u primarnoj zaštiti u prigodi su prikupiti mnogobrojne podatke o bolesniku, njegovoj obitelji, bolestima, primjeni lijekova, korištenju ostalih usluga u zdravstvenom sustavu i sl. Količina i kvaliteta prikupljenih podataka o bolesniku povezana je s boljom kvalitetom skrbi o bolesniku i racionalnijim korištenjem raspoloživih zdravstvenih kapaciteta. Podatci o rizicima koji se odnose na pacijentovo zdravlje, podatci o bolestima te lijekovima koje pacijent koristi, svi takvi podatci su nužni da bi se donio zaključak kod procjene akutne ili kronične bolesti, tegoba ili drugih kritičnih incidenata. Digitalna razmjena cjelovite informacije o pacijentima među autoriziranim zdravstvenim profesionalcima podići će kvalitetu zdravstvene skrbi i sigurnost pacijenata te olakšati rad liječnicima, a potencijalno, ubuduće, i drugim autoriziranim korisnicima, uključujući i ljekarnicima (Jurišić Grubešić, 2016a; www.hzzo.hr, b).

Elektronički zdravstveni zapisi, tzv. eKartoni, važan su alat za ljekarnike. Oni omogućuju ljekarnicima provjeru konzistencije i točnosti pacijentove medikacijske povijesti. Studija iz 2012. je pokazala kako je 74 % pacijenata imalo nedosljednosti između onoga što im je bilo zapisano u elektroničkom zdravstvenom zapisu i onoga što su pacijenti zaista uzimali. Zadatci poput usklađivanja terapija su iznimno ovisni o informacijskoj tehnologiji. Zbog toga su digitalni alati nužna poveznica koja će povezati pacijente, liječnike i ljekarnike (Nelson i sur., 2016; Stewart i Lynch 2012).

O korisnosti elektroničkih zdravstvenih zapisa govori i sljedeći primjer. U Kanadi je provedena studija koja je analizirala benefite provincijskog informacijskog sustava lijekova, komponente tamošnjeg elektroničkog zdravstvenog zapisa koja pohranjuje informacije oko izdavanja lijekova. Ljekarnici mogu pregledavati farmakoterapijske profile pacijenata uz pomoć opisanog digitalnog alata. Anketa provedena među ljekarnicima koji su koristili taj sustav utvrdila je da je došlo do poboljšanja od 60 % u sljedećim kategorijama: pristupu informacijama pacijenta, aktivnosti propisivanja od strane ljekarnika, provođenju pregleda farmakoterapije,

kontinuitetu skrbi nad pacijentom, lociranju neprikladnih upotreba lijekova, utvrđivanju problema uslijed upotrebe lijekova te provođenju terapijskog usklađivanja (Leung i sur., 2016).

Ljekarnici s pristupom el. zdravstvenom kartonu mogu interpretirati zdravstvene parametre pacijenata u realnom vremenu te komunicirati s liječnikom primarne zaštite ili specijalistom da bi se poboljšala skrb ako je potrebno. Podatci koji su skupljeni putem digitalnih zdravstvenih alata mogu pomoći u stvaranju najbolje moguće metode liječenja, proširiti trenutačno razumijevanje određene bolesti i smanjiti primjenu nepotrebnih zdravstvenih resursa. U brojnim zdravstvenim sustavima svijeta trenutačno postoji ozbiljna nepovezanost između bolnica i javnih ljekarni što se tiče prijenosa podataka pacijenata, to pak može rezultirati ozbiljnom štetom prema pacijentima. Postoji potreba za pravovremenom i preciznom razmjenom zdravstvenih podataka između EZZ-a i javnih ljekarni, posebice u tranzicijskoj skrbi i terapijskim usklađivanjima. U nekim državama (primjer SAD-a i posrednika „*Surescripts*“) javne ljekarne imaju pristup EZZ-u te se na taj način može vršiti nadzor nad terapijom pacijenata. Takav pristup ima za potencijal proširiti ulogu farmaceuta te poboljšati sigurnost pacijenata, ali i dalje postoji problematika oko isplaćivanja naknada, vremenskog ograničavanja, odgovornosti, suglasnost pacijenata, suglasnosti oko troškova i sl. (Leung i sur. 2016; Nelson i sur., 2016).

Kako se zdravstvene informacijske tehnologije proliferiraju, od velike je važnosti da ljekarnički radni tijek i potreba za informacijama budu zadovoljeni u sklopu elektroničkog zdravstvenog zapisa pacijenta, kako bi se optimizirala kvaliteta farmakoterapije, timska komunikacija te ishodi za pacijente. Kao kritičan član tima zdravstvene skrbi, ljekarnik može iskoristiti razne značajke EZZ-a. Tri funkcije EZZ-a koje ljekarnici mogu koristiti su: dokumentacija, usklađivanje terapije te evaluacija i nadzor pacijenata.

Dokumentacija te zadatci koji se vežu uz nju, a obavljaju je ljekarnici, uključuju sljedeće: zabilješke oko usklađivanja terapija, dokumentaciju o alergijama pacijenata, zabilješke o kliničkom napretku, zabilješke oko farmakološke terapije (kao što su npr. razlozi za prekid terapije ili proaktivne preporuke) te objašnjenja za financijsku opravdanost terapija. Uz navedene zadatke koje ljekarnici obavljaju tijekom procesa dokumentacije, postavljaju se pitanja što bi sve ljekarnik trebao dokumentirati, kako bi trebao dokumentirati, tko će čitati ili upotrebljavati dokumentaciju, kako će se dokumentacija koristiti prilikom komunikacije između ljekarnika i ostalih zdravstvenih profesionalca te pacijenata, i na koji će se način takva dokumentacija moći iskoristiti za financijsku opravdanost troškova i koristi određenih terapija.

Na temelju toga, nužno je utvrđivanje načina na koji će ljekarnici skupljati podatke i, između ostaloga, da li strukturirana ili nestrukturirana polja (slobodni okvir za tekst) u digitalnom obrascu najbolje odgovaraju za specifičan slučaj te radni tijek da bi se zadovoljile potrebe odgovarajućih institucija, organizacija i ostalih dionika zdravstvenog sustava. Neke od barijere koje su identificirane tijekom procesa provođenja zadataka dokumentacije, koje su ljekarnici provodili u EZZ-u, bile su: strah od tužbi ili kritika od drugih zdravstvenih profesionalca, ograničenost u vremenu, percipirana važnost i prikladnost dokumentacije, prihvaćenost od strane liječnika, problem vlasništva oko zdravstvenog zapisa i sl. Neophodno je suočavanje s ovakvim barijerama ukoliko se želi provesti uspješna implementacija elektroničkog zdravstvenog zapisa u ljekarnički radni tijek. Proširene zadaće kliničkih farmaceuta poslužile su naglašavanju potrebe za povećanom ulogom farmaceuta u dokumentaciji zdravstvenih podataka unutar elektroničkog zdravstvenog zapisa te se sada ljekarnicima otvara pristup cjelovitom zdravstvenom kartonu pacijenta, neovisno o tome gdje je skrb bila pružena. Kako provođenje ljekarničke dokumentacije u EZZ-u raste, važno je da ljekarnici nauče kako mogu pronaći informaciju u elektroničnom kartonu te dokumentirati svoju procjenu ili preporuku (Nelson i sur., 2016).

Farmaceuti upotrebljavaju EZZ da bi usporedili liste lijekova, povezali lijekove s terapijskim problemima pacijenata, evaluirali učinkovitost i neželjene učinke lijekova te radili dokumentacijske preporuke za stvaranje kompletne medikacijske povijesti pacijenta. Tijekom tog procesa terapijskog usklađivanja, ljekarnik koristi EZZ za provjeravanje konzistentnosti i točnosti medikacijske povijesti te obavlja sistematičnu konzultaciju s pacijentom kako bi dobio dodatne informacije. U jednoj studiji, 74 % pacijenata imalo je terapijska odstupanja između svojih pisanih izvještaja i svojeg elektroničkog zdravstvenog zapisa. Od tih terapijskih odstupanja, 51,5 % je bilo nebilježenje lijekova koji su pacijenti koristili (npr. OTC lijekovi), zaboravka prijave korištenih lijekova od strane pacijenata, lijekovi propisani od drugih liječnika i sl. Druga studija je utvrdila da populacija pacijenata ima u prosjeku 6 medikacijskih odstupanja u EZZ-u, pri čemu su neaktivni lijekovi, odnosno lijekovi koje pacijent više ne uzima, činili većinu pogrešaka (41%). Na temelju ovih podataka, uviđa se nužnost ljekarničkog pristupa u elektronički zdravstveni karton pacijenta za mogućnost provođenja odgovarajuće ljekarničke intervencije u terapijskom usklađivanju. Postupci terapijskog usklađivanja mogu imati veliku korist od dijeljenja lista lijekova između različitih zdravstvenih organizacija i ustanova, i to putem elektroničkih sustava kao što su „mjenjačnice zdravstvenih informacija“. Mjenjačnice zdravstvenih informacija mogu se definirati kao usluga pouzdane i interoperabilne

elektroničke razmjene kliničkih podataka među liječnicima, medicinskim sestrama, farmaceutima, pacijentima te ostalim pružateljima/primateljima zdravstvenih usluga. Na taj se način omogućuje povjerljiv te siguran način pristupanja i dijeljenja vitalnih podataka medicinske povijesti pacijenata, gdje god da im se isporučuje učinkovita zdravstvena skrb (liječničke ordinacije, laboratoriji, ljekarne, službe hitne pomoći i dr.), koja je pomoću toga „skrojena“ za jedinstvene medicinske potrebe pacijenata. HIE je tehnologija koja posreduje u poboljšanju pružanja skrbi, omogućavajući zdravstvenim profesionalcima poboljšan pristup pacijentovim podacima za donošenje informiranih odluka te olakšava provođenje odgovarajuće dijagnostike i terapije. Doduše, takve „mjenjačnice“ mogu dati samo popis lijekova koje pacijent koristi, terapijsko usklađivanje i dalje bi zahtijevalo usmenu konzultaciju s pacijentom da bi se evaluiralo na koji način pacijent zaista uzima lijekove, a ta uloga je vrlo dobro namijenjena farmaceutu (www.healthIT.gov; Hersh i sur., 2016; Nelson i sur., 2016; Stewart i Lynch, 2012; Johnson i sur., 2010).

Treći slučaj ljekarničke upotrebe elektroničkih zdravstvenih zapisa je evaluacija i monitoring pacijenata, kao jedna sveobuhvatna značajka EZZ-a. Farmaceuti mogu iskoristiti EZZ-e za evaluacije koje se tipično sastoje od: identifikacije potencijalnih medikacijskih problema, pregledavanja terapijskih režima doziranja, provjeravanja lijek-lijek ili lijek-bolest interakcija, nadziranja neželjenih nuspojava lijekova, procjenjivanja terapijske učinkovitosti i prikladne doze lijekova na temelju stanja bolesti i laboratorijskih vrijednosti, upravljanja farmakološkim terapijama, provođenja terapijskog usklađivanja te procjene medikacijske adherencije pacijenata. Posebno dizajnirani klinički digitalni alati za podršku u odlučivanju koji koriste EZZ-ove podatke o pacijentu pomažu ljekarniku, npr. u slučajevima antibiotske rezistencije ili kod detekcije neželjenih reakcija na lijekove, na donošenje boljih i ispravnijih odluka (Nelson i sur., 2016).

Osim klasičnih zdravstvenih podataka u vezi medikacijske povijesti pacijenata, ljekarnici putem elektroničkih zdravstvenih zapisa mogu imati pristup i elektroničkim laboratorijskim rezultatima i podacima. U Kanadi, npr., ljekarnici koji su imali pristup el. laboratorijskim nalazima putem informacijskog sustava potvrdili su kako su imali poboljšanu produktivnosti (u 56 % anketiranih ljekarnika) i kvalitetu skrbi (u 87 % anketiranih ljekarnika). Ljekarnici koji nemaju pristup informacijskom sustavu o lijekovima ili laboratorijskim rezultatima izjavili su da bi željeli imati takvu tehnologiju koja će im pomoći u informiranju oko skrbi pacijenta (96 % odnosno 91 %) (Leung i sur., 2016).

Liječnici i medicinski tehničari gledaju na plan provedbe liječenja i protokole vezane uz njih te manje pozornosti daju na medikacijski profil pacijenata te njihovih stanja. Stoga je razumno zašto se ljekarnici moraju fokusirati na lijekove i nadzor srodnih informacija istaknutih u kliničkim zabilješkama unutar EZZ-a. Postoji velika potreba ljekarnika za zdravstvenim podacima pacijenta kojima pružaju ljekarničku skrb. Od velike je važnosti da se dizajniraju EZZ-ovi s odgovarajućim značajkama, koji će podržati ljekarničke potrebe za dosljednim zdravstvenim podacima; budući da nedostajuće, nedovršene, neprecizne informacije mogu dovesti do medikacijskih pogrešaka, neželjenih učinaka lijekova, neuspjeha u profilaktičkoj terapiji te ostalih potencijalnih šteta prema pacijentu (Nelson i sur., 2016).

4.5.2. eKarton u Hrvatskoj

Elektronični zdravstveni zapis pacijenta, e-usluga poznatija pod nazivom eKarton, dostupna je u Hrvatskoj od 2016. godine. Središnji elektronički zdravstveni zapis pacijenta, objedinjen je i strukturiran skup osobnih zdravstvenih podataka o pacijentu, prikupljenih i pohranjenih u Centralni informacijski zdravstveni sustav – CEZIH, kojem pristup imaju samo ovlašteni zdravstveni profesionalci koji sudjeluju u liječenju pacijenta i kojima je pacijent dao pristanak. Podatci se prikupljaju e-uslugama, poput eRecepta ili eUputnica, kroz zaštićenu virtualnu privatnu mrežu, a maksimalnu sigurnost jamči čitav niz zaštitnih mjera, uključujući kriptirani promet podataka te pametne identifikacijske kartice putem kojih ovlašteni zdravstveni djelatnici pristupaju sustavu. Dijagnoze, posjeti, receptni lijekovi, nalazi, alergije, terapije, veće operacije, specijalne napomene itd. – sve su to podatci koji su sastavni dio elektroničkog zdravstvenog zapisa. Sadržaj koji vide i pacijent i zdravstveni profesionalci u EZZ aplikaciji obuhvaća podatke o posjetima liječniku, o laboratorijskim nalazima, o nalazima iz bolnica i specijalističko-konzilijarne zdravstvene zaštite te o propisanim i izdanim lijekovima. Liječnici trenutno dodatno imaju uvid u podatke o alergijama, implantatima, terapiji, većim kirurškim zahvatima te ostalim specijalnim napomenama.

eKarton nije zamišljen kao izdvojeni podsustav CEZIH-a u smislu da se medicinski podaci šalju zasebno. U eKarton se prikupljaju i njime prikazuju podatci iz ostalih „transakcijskih“ mehanizama unutar CEZIH-a. Arhitektura EZZ-a je takva da je kroz samu aplikaciju dostupan podskup podataka koji se razmjenjuju kroz CEZIH, a koji je struka definirala kao dovoljan. Moguće je prikazati i dodatne podatke koji se već razmjenjuju kroz CEZIH, podatci iz drugih

mehanizama poput eRecepta, eUputnice, komunikacijskih poruka i dr. Na taj se način jamči točnost i konzistentnost podataka (Kern, 2020).

Korištenjem eKartona liječnik će kroz kratki vremenski period moći sagledati sve relevantne medicinske informacije, poput informacija o alergijama, implantatima ili lijekovima koje pacijent trenutno koristi te potom, sukladno tome, usmjeriti svoje aktivnosti i efikasnije pružiti pomoć. Ovo rješenje smanjit će vrijeme potrebno za obradu pacijenta te će pacijentima posljedično smanjiti vrijeme čekanja provedeno u čekaonicama. Isto tako, ova e-usluga omogućuje i bolju suradnju različitih razina zdravstvene zaštite – suradnja koja je osigurana zbog prisutnosti svih zdravstvenih podataka na jednom mjestu, tj. postojanja jedinstvenog repozitorija podataka pacijenata sa sveobuhvatnim pogledom na njihovo zdravlje. Ovo rješenje smanjit će vrijeme potrebno za obradu pacijenta i pri tome omogućiti da liječnici imaju više vremena posvetiti se svojim pacijentima. Sama suradnja različitih zdravstvenih djelatnika pomoći će im jer će imati sve podatke o pacijentu na jednom mjestu.

MARJUA MUŽEVIĆ		Pregled	Posjete	Slučajevi	Nalazi	Terapija	Alergije	Amik. terapija	Implantati	Veći kir. zahvati	Ostale spec. nap.	Ostalo			
Osnovni podaci		Kronične bolesti (4/5)						Akutna stanja							
SPOL	DOB	DATUM ROĐENJA		F33.0 Povratni depresivni poremećaj, sadašnja epizoda blaga						R11 Mažnina i povraćanje					
Ž	48	10.12.1967		F32.0 Blaga depresivna epizoda						J03 Akutna upala tonzila (akutni tonzilitis)					
MBO		593670908		E11 Dijabetes melitus novisan o inzulinu						S69 Druga i nespecificirane ozljede ručnog zgloba i lake					
Izabrani liječnici		F51.0 Neorganska nesanicca						M54 Bol u leđima (dorzalgija)							
		Aktivna terapija						Alergije							
								16.10.2015 Specijalna napomena za Alergije druga ...							
								16.10.2015 Specijalna napomena za Alergije ...							
		Antikoagulantna terapija						Implantati							
		16.10.2015 Specijalna napomena za Antikoagulantnu terapiju druga ...						16.10.2015 Specijalna napomena za Implantate ...							
		16.10.2015 Specijalna napomena za Antikoagulantnu terapiju ...						16.10.2015 Specijalna napomena za Implantat ...							
		Veći kirurški zahvati						Ostale spec. nap.							
		16.10.2015 Specijalna napomena za Veći kirurški zahvat druga ...						16.10.2015 Specijalna napomena za Ostalo druga ...							

Slika 8. Primjer liječničkog korisničkog sučelja aplikacije eKarton (preuzeto i prilagođeno s: „eKarton i portal za pacijente – objašnjenja i način korištenja“)

Zdravstveni profesionalci pristupljaju podacima pacijenata isključivo sa svog radnog mjesta i uz pomoć svoje pametne identifikacijske kartice, pri čemu svaki ulazak u eKarton ostavlja trag koji je vidljiv i samom pacijentu. Pacijent može, pomoću sustava e-Građana, provjeravati

povijest ulazaka te samostalno regulirati pravo pristupa, ali, unatoč tome, i dalje postoji mogućnost, koju u HZZO-u nazivaju „razbijanje stakla“, da u slučaju životne ugroženosti ili neke druge hitne situacije, liječnici (poput onih na hitnoj pomoći) moći će zaobići dozvole i informirati se o detaljima iz eKartona. Pri tome će i taj događaj ostaviti trag u sustavu kojeg će pacijent moći vidjeti. (www.tportal.hr)



Slika 9. Izgled okvira za odobravanje pristupa eKartonu zdravstvenim djelatnicima – kvačica označava da je dodijeljen pristup odgovarajućem zdravstvenom djelatniku (preuzeto i prilagođeno s: www.portal.zdravlje.hr).

Slika 9 predstavlja isječak iz portala za pacijente te pokazuje kome sve pacijent može dati pristup svojem elektroničkom zdravstvenom zapisu. Svi djelatnici navedenih specijalizacija koji imaju pametnu karticu te dodijeljenu ulogu u CEZIH-u, mogu pristupiti EZZ-u ako je to pacijent dopustio.

Sudjelovanje ljekarnika u eKartonu zasada nije na odgovarajućoj razini. Općenito je usluga eKarton malo korištena od strane zdravstvenih profesionalaca. Pristup usluzi eKarton inicijalno je zabranjena svim korisnicima, odnosno zdravstvenim djelatnicima, sve dok pacijent svojom odlukom ne postavi pravo pristupa, tj. odobrenje za pojedinačne zdravstvene djelatnike. To odobrenje obavlja se preko portala za pacijente, Portala zdravlja. Na tom portalu, koji je jedna od usluga e-Građanina, pacijent može dati pristup svojim zdravstvenim podacima zdravstvenim djelatnicima, uključujući i ljekarnicima. No, korištenje Portala zdravlja je također poprilično malo, što je posljedica činjenice da relativno mali broja građana koristi uslugu, ali i usluge sa Središnjeg državnog portala e-Građani. Iznimno je nužno poticanje korištenja te

promoviranja Portala zdravlja i eKartona kako bi se ostvarile pune prednosti tih usluga i posljedično poboljšala zdravstvena skrb (Kern, 2020).

Premda postoji tehnička podloga unutar sustava CEZIH, osim eRecepata i eDoznaka, ljekarnici nisu u potpunosti implementirali ostale e-usluge u svoj ljekarnički radni tijek. Da bi ljekarnik pristupio u eKarton, kao zdravstveni djelatnik primarne zdravstvene zaštite mora ispuniti odgovarajući obrazac, odnosno tiskanicu za dodjelu ovlasti na CEZIH-u, dati svoje podatke kao i podatke ljekarne u kojoj radi, te predati popunjenu tiskanicu u pripadajući područni ured Hrvatskog zavoda za zdravstveno osiguranje (HZZO). Nakon odobrenja zahtjeva za dodjelom ovlaštenja povezivanja ljekarnika sa CEZIH-om, ljekarniku se omogućuje pristup usluzi eKartona, a time i pojedinačnim eKartonima svojih pacijenata, i to ako je prethodno pacijent dao odobrenje da svom elektroničnom kartonu mogu pristupiti i ljekarnici (www.cezih.hr, b; www.portal.zdravlje.hr).

S pristupom u eKarton, ljekarniku se omogućava uvid u važne informacije o zdravstvenom stanju i terapijskoj situaciji pacijenata. Te informacije preduvjet su za provođenje točne i precizne ljekarničke konzultacije oko farmakoterapije, ali stvara se i kvalitetan temelj za eventualnu preporuku liječniku o optimizaciji terapije.

4.6. Nove istraživačke studije za nove tehnologije

4.6.1. Problematika istraživanja *eHealth* tehnologija i njezinih intervencija

Tempo istraživanja *eHealth* tehnologija uglavnom nije išao u korak s tehnološkim napretkom, a mnoge vrste dizajna studija, metode i mehanizmi financiranja nisu u stanju pružiti potrebne informacije o funkcionalnosti na brz i relevantan način. Iako su provedena značajna *eHealth* istraživanja, s pozitivnim kratkoročnim rezultatima, nekoliko ključnih pitanja provedbe i širenja, kao što su reprezentativnost, trošak, nenamjerne posljedice, utjecaj na nejednakost u pružanju zdravstvene skrbi te održivost, nije obrađeno.

eHealth istraživanje koje za cilj ima svoje rezultate translirati u zakonodavstvo i praksu nije dovoljno kontekstualno. Izvještavanje o čimbenicima postavljanja, primjenjivanja reaktivnijeg i pragmatičnijeg studijskog dizajna te transparentnije izvještavanje o rezultatima istraživanja onih problema koji su važni za potencijalne usvojitelje; kliničke i organizacijske donositelje odluka, neke su od odrednica novog i boljeg istraživanja *eHealth* tehnologija, odnosno intervencija.

eHealth intervencija može se definirati kao „upotreba novih informacijskih i komunikacijskih tehnologija, posebno interneta, za poboljšanje, odnosno omogućavanje, zdravlja i zdravstvene skrbi". U to se podrazumijevaju internet, interaktivni glasovni odgovor (IVR), automatizirani i elektronički programi, mobilne aplikacije, ali se isključuju telemedicina i intervencije usmjerene isključivo na zdravstvene profesionalce koji nemaju prilagođena sučelja za pacijente ili potrošače. Unatoč dosljednim dokazima koji dokumentiraju superiornost *eHealth* intervencija nad uobičajenim intervencijama zdravstvene skrbi, i dalje je prisutan niz pitanja. Pitanja koja uključuju generaliziranost, troškovnu učinkovitost te pitanje pod kojim su uvjetima *eHealth* intervencije više, odnosno manje učinkovite.

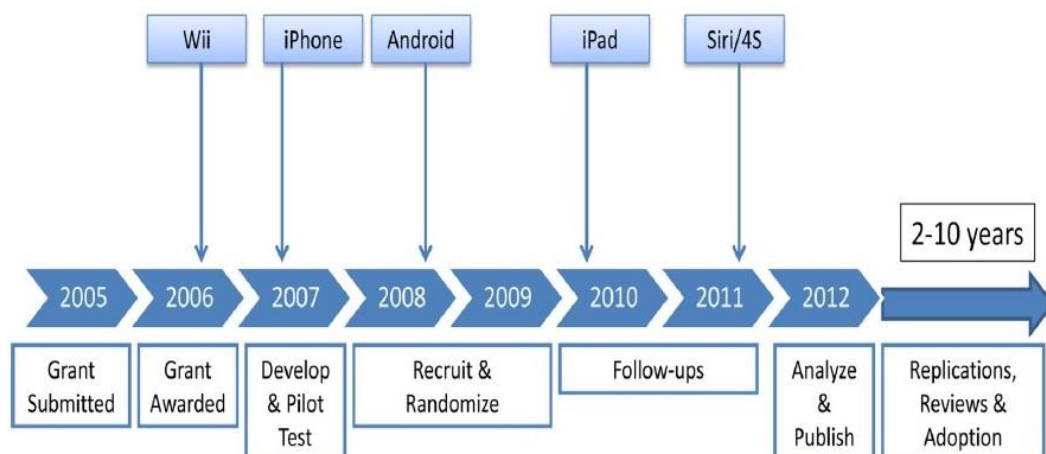
Raširena upotreba i integracija *eHealth* intervencija u rutinsku zdravstvenu skrb te zdravstveno zakonodavstvo i dalje ostaje izazov. Postoje iznimke, no općenito se većina objavljenih istraživanja o *eHealth* programima provodi u akademskim okvirima te takvi programi, kada im isteknu financijska sredstva, više se ne podržavaju. Također je važno uzeti u obzir potencijalne nenamjerne posljedice *eHealth* intervencija koje mogu uključivati pogoršanje nejednakosti u zdravlju i zdravstvenoj skrbi te neuspjeh u pružanju zdravstvene skrbi onima kojima je to najpotrebnije. Ranija zabrinutost da će određene skupine ljudi s niskim primanjima ili druge

osobe u nepovoljnom položaju imati manje pristupa i manje mogućnosti sudjelovanja u *eHealth* intervencijama, pokazala se neutemeljenom, posebice, imajući u obzir pojavu *eHealth* intervencija putem mobilnih telefona (*mHealth* intervencije).

Da bi se povećalo istraživanje koje nije samo rigorozno, već brzo, relevantno, robustno, rekurzivno i transparentno, potrebni su pragmatičniji „istraživački sustavi brzog učenja“ koji integriraju relevantne korisnike (npr. istraživače, donatore, zdravstvene sustave i dr.) s klinički relevantnim istraživačkim pitanjima, koriste učinkovite i inovativne istraživačke dizajne te koriste bogate longitudinalne skupove podataka (Glasgow i sur., 2014).

4.6.2. „Brza i relevantna istraživačka paradigma“

Nagli porast *eHealth* tehnologija te razvoj inovacija daleko nadmašuje tradicionalne istraživačke procese. Na Slici 10 može se vidjeti tipičan istraživački vremenski slijed koji je relativno spor i neskladan s brzinom tehnološkog napretka.



*Adapted from Riley et al., in press

Slika 10. Tradicionalna „spora“ istraživačka paradigma
(preuzeto i prilagođeno iz Glasgow i sur. 2014)

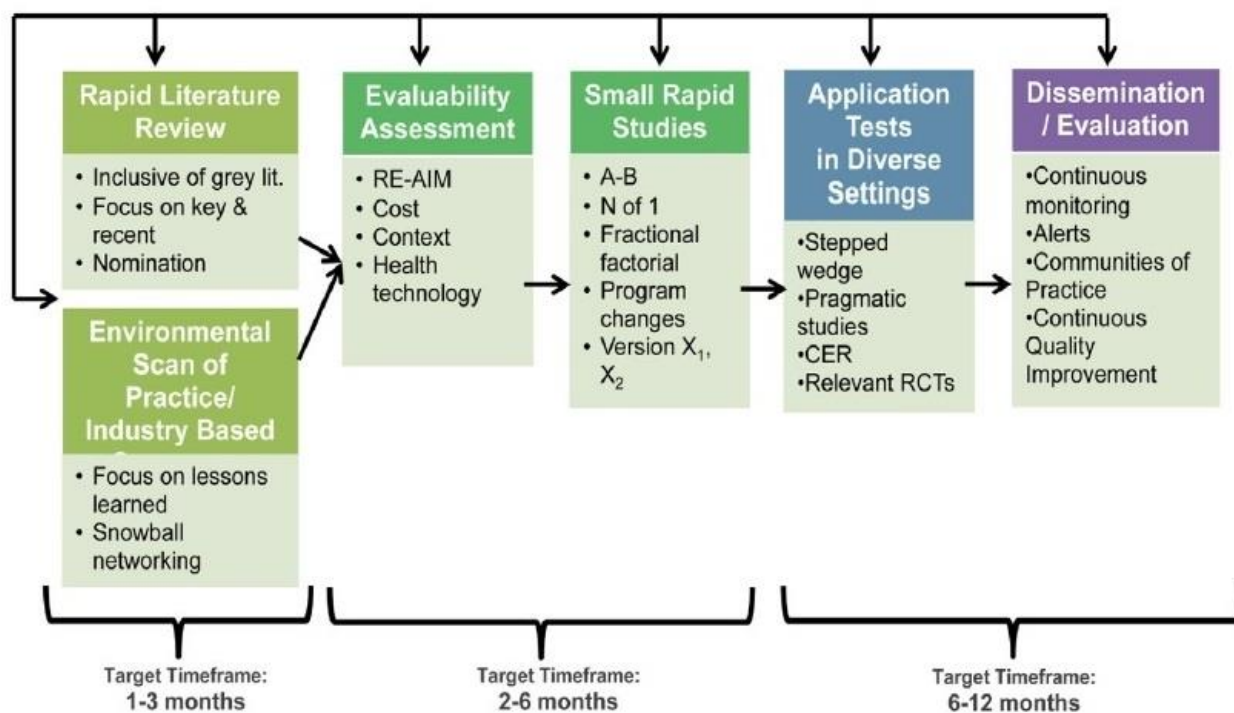
Trenutačnoj klasičnoj studiji, koja bi u svom ispitivanju obuhvaćala *eHealth* tehnologiju, trebalo bi oko 6 do 7 godina istraživanja prije nego joj publikacije postanu dostupne. Sadržaj takvog istraživanja, s obzirom na brzinu razvoja tehnologija, vjerojatno bi bio zastarjeo, ako ne i neupotrebljiv. Mnoge temeljne tehnološke inovacije i široko rasprostranjene digitalne

platforme ne bi bilo moguće proučiti s obzirom na trenutne vremenske rokove istraživanja (Glasgow, i sur., 2014).

Brzina s kojom se *eHealth* aplikacije razvijaju i implementiraju zahtijevaju inovativne studijske dizajne za koje je nužno da budu rapidni i koncizni. Potreban je takav dizajn studija koji mogu uzeti u obzir širenje i implantaciju aplikacija tijekom samog istraživačkog procesa te koji se mogu iterativno prilagoditi preprekama implementacije ukoliko je to potrebno (van der Kleij, i sur., 2019).

Glasgow i sur., u svome radu „*Pristupi implementacijske znanosti za integraciju eHealth istraživanja u prasku i zakonodavstvo*“, predstavili su takav dizajn, s nazivom „brza i relevantna istraživačka paradigma“, koja ima za potencijal ubrzati *eHealth* istraživački proces, bez smanjivanja istraživačke kvalitete, ali i povećati relevantnost takvih studija te povećati vjerojatnost pretakanja rezultata studija u zakonodavstvo i praksu (van der Kleij, i sur., 2019; Glasgow i sur, 2014).

Slika 11 prikazuje brži i relevantniji pristup u razvoju i istraživanju *eHealth* intervencija, s obzirom na brzinu tehnološkog razvoja, mogućnost prikupljanja količine podataka i potencijal dostizanja do širokog spektra ljudi.



Slika 11. Shematski prikaz „brze i relevantne istraživačke paradigme“

(preuzeto i prilagođeno iz Glasgow i sur. 2014)

Ovakva paradigma istraživačkog procesa omogućila bi širenje *eHealth* intervencija u praksu mnogo bržim tempom od trenutnih istraživačkih mehanizama. No, ovakva paradigma zahtijeva razmatranje širenja i implementacije *eHealth* tehnologije u praksu tijekom samog razvoja istraživačkog procesa, koristeći netradicionalne dizajne studija te kontinuiranu evaluaciju tehnologija (Glasgow i sur., 2014).

Kao što to Slika 11 prikazuje, ovdje nije riječ o linearnom procesu, već o ciklusu inovacija i brzih testiranja. Pronalasci koji su u svezi s procesima, ishodima ili određenim novim vanjskim razvojem, mogu pokrenuti cirkuliranje prema drugim fazama. Vrijeme potrebno za prijelaz od procjene potreba i identifikacije primjera do širenja u praksi, varirat će ovisno o intervenciji, kontekstu, potražnji, rezultatima te nizu drugih čimbenika, uključujući troškove, podršku sudionika i istraživačkog tima, no isti može biti dovršen u roku od jedne do dvije godine kako je prikazano na Slici 11, u odnosu na klasični istraživački proces, gdje takvo istraživanje može potrajati i više od sedam godina, prikazano na slici 10 (Glasgow i sur. 2014).

U sklopu toga dizajna studije, istraživanje započinje s jedno- do tromjesečnim periodom u kojem se procjenjuju najbolja literatura i postupci. Potom slijedi proces brzog stvaranja prototipa i rafiniranje odgovarajuće aplikacije. Nakon toga, provodi se istraživačka evaluacija s ciljem određivanja mogućnosti pronalaženja pozitivnog efekta aplikacije u praksi. Ukoliko evaluacija ima pozitivan ishod, uslijedit će niz konciznih eksperimenata, kao što su na primjer: N-of-1 studija, A-B kvazi-eksperimentalni dizajn studije, multifazna optimizacijska strategija (*Multiphase Optimization Strategy - MOST*), neprekinute vremenske serije (*Interrupted Time Series - ITS*), ili randomizirani pokus sekvencionalnog višestrukog zadatka (*Sequential Multiple Assignment Randomized Trial - SMART*). Ova faza bi trebala trajati između dva do šest mjeseci. Ukoliko se aplikacija dokaže kao potencijalno iskoristiva i efektivna, sljedećih šest mjeseci će biti potrošeno na provođenje većih studija, preferirano temeljenih na *stepped-wedged* studiji ili studiji komparative učinkovitosti (CER), da bi se donio dokaz o učinkovitosti aplikacije, odnosno intervencije. Daljnja široka implementacija *eHealth* aplikacija i intervencija trebala bi biti vođena kontinuiranim ciklusima procjenjivanja i poboljšavanja na temelju komentara potrošača i napretka u tehnologiji (van der Kleij i sur., 2019).

Tablica 1 prikazuje usporedbe tradicionalnog istraživačkog procesa s predloženim rapidnim istraživačkim postupkom na nekoliko elemenata važnih za bržu integraciju *eHealth* intervencija u praksu. Ključne su razlike u tome što pristup koji obuhvaća brži razvoj uključuje dizajniranje za diseminaciju (širenje) od samog početka, potom u cijelosti razmatra pitanje troškova, konteksta i izvedivosti te smatra razvoj i adaptaciju stalnim iterativnim procesom. (Glasgow i sur., 2014.)

Tablica 1. Usporedba istraživačkih procesa (preuzeto i prilagođeno iz Glasgow i sur., 2014).

Usporedba tradicionalnog istraživanja s brzim, relevantnim istraživačkim procesom		
Problem	Tradicionalni istraživački proces	Brzi, relevantni istraživački proces
<i>Brzina</i>	Spor do vrlo spor	Brz, posebice u početnoj fazi
<i>Fleksibilnost intervencije i „protokola“</i>	Standardiziran, „smrznut“	Iterativan, evoluirajući, prilagodljiv
<i>Prilagodljivost</i>	Na prilagodljivost se gleda kao na nešto loše, kompromis integritetu	Potiče se te je nužno da „odgovara“
<i>Upotrebljene studije</i>	Većinom RCT-ijevi	Različite vrste, interaktivne, konvergentne
<i>Trošak i isplativost istraživanja i proizvoda</i>	Ne uzima se u obzir, najčešće visok	Glavno razmišljanje, MINC pristup, na to se misli prije, tijekom i nakon istraživačkog procesa
<i>Izještavanje</i>	Primarni ishodi, ostali ishodi manje bitni	Široko, transparentno, uzima u obzir perspektivu usvojitelja
<i>Uloga konteksta</i>	Ne naglašava, istraživanje neovisno o kontekstu	Kontekst je centralan, kritičan te se istražuje

4.6.2.1. Nova paradigma i IS pristup

Komponente brze i relevantne istraživačke paradigme u suštini čine modeli i pristupi implementacijske znanosti (*Implementation Science – IS*).

Implementacijska znanost (IS) može se uhvatiti u koštac s problemima proučavanja konteksta implementacije *eHealtha* na više razina: njezinog participativnog implementacijskog procesa te na sami učinak intervencije. IS modeli i okviri mogu se koristiti u dizajniranju i ocjenjivanju *eHealth* intervencija za bolje razumijevanje kontekstualnih čimbenika i čimbenika okolnosti, poticanje korištenja osjetljivijih i pragmatičnijih dizajna studija te izvještavanje o rezultatima i problemima važnim za potencijalne usvojitelje, zdravstvene profesionalce te institucionalne donositelje odluka. Postoji preko 60 okvira implementacijske znanosti koji su razvijeni za rješavanje široke raznovrsnosti problema prisutnih u zdravstvenim uslugama te se ti okviri mogu iskoristiti za pomoć u dizajniranju bržih i relevantnijih procesa istraživanja. No zasada, ne postoji IS model specifičan za *eHealth*; i niti jedan model sistematično ne uključuje metode povezane s vanjskom validacijom, važnošću praktičnih mjera, brzim razvojem i implementacijom, iterativnim procesima adaptacije, kontinuiranim praćenjem napretka i usmjerenosti na pacijenta (Glasgow i sur., 2013).

Značajan primjer modela implementacijske znanosti je model RE-AIM. Model se široko koristi za planiranje, evaluaciju i pregled intervencija za promicanje zdravlja i upravljanje bolestima. RE-AIM je konceptualni model osmišljen kako bi poboljšao kvalitetu, brzinu i utjecaj na javno zdravlje te omogućuje da se sa istraživanja prijeđe na dugoročnu učinkovitost u stvarnim uvjetima. To može biti posebno korisno za povećanje potencijala *eHealth* intervencija koje za cilj imaju translaciju u praksu. RE-AIM se sastoji od pet evaluacijskih dimenzija koje su u svezi i s unutarnjom i vanjskom validacijom: doseg, djelotvornost, usvajanje, provedba i održavanje, pri čemu su te dimenzije namijenjene korištenju u svim fazama istraživanja, od planiranja do evaluacije. Upotreba ovih pet dimenzija može riješiti ključna pitanja u translaciji istraživanja i povećati vjerojatnost implementacije intervencije te održanja implementacije u velikom broju uvjeta (Glasgow i sur., 2013).

Sve je veći broj *eHealth* intervencija koje koriste upravo RE-AIM model u svom dizajnu i evaluaciji. Web stranica za procjenu zdravstvenog stanja i pružanje podrške pacijenata *Connection to Health*, specifično je razvijena korištenjem RE-AIM modela primjenom strategija za povećanje dosega (npr. različitih modaliteta), učinkovitosti (npr. korištenjem

interventnih strategija utemeljenih na dokazima), usvajanje (npr. pomoć u integriranju sustava u tijekove rada i omogućavanje lokalne prilagodbe), provedba (npr. usmjeravanje na prioritetna pitanja za pacijente i zdravstvene timove) i održavanje/održivost (npr. integracija s kliničkim putovima njege) (Glasgow i sur. 2014).

Također, valja istaknuti i studiju iz 2013., autora Glasgow i sur., koja je upotrijebila RE-AIM model za dizajniranje i procjenu *BeFit* servisa, internetski i telefonski program za upravljanje nad pacijentima koji boluju od hipertenzije.

Još jedan uspješan primjer koji je koristio metode IS-a je i studija iz 2007., autora Strecher i sur., koja je koristila MOST dizajn kako bi utvrdila koja je kombinacija komponenata intervencije (*web* stranica s programom za odvikavanje od pušenja) proizvela najveće učinke na odvikavanje od pušenja tijekom šest-mjesečnog prestanak pušenja u ispitanika.

4.6.3. Komponente nove istraživačke paradigme

4.6.3.1. Početni koraci i opći pregled nove istraživačke paradigme

Prvi korak u „brzoj i relevantnoj“ paradigmi je simultano provođenje brzog pregleda literature te "pregleda okoliša", najboljih primjera prakse iz industrije. Drugi važan korak u ovoj paradigmi brzog istraživanja je brza izrada prototipa te rafiniranje istoga. To uključuje, prvo, sintetiziranje rezultata brzog pregleda literature i procjenu potreba, koristeći postupke evaluacije, kako bi se procijenilo imaju li identificirani programi ili intervencije realne šanse za široko usvajanje ili uspjeh u stvarnim uvjetima prije ulaganja znatnih financijskih sredstava i provođenja dugogodišnjih ispitivanja. Poslije napomenutih aktivnosti evaluacije, uslijedili bi višestruki, mali brzi eksperimenti s raznolikim pacijentima u različitim okruženjima, koristeći alternativne dizajne istraživanja kako bi se brzo testiralo i kontinuirano usavršavala *eHealth* intervencija, s naglaskom na postizanju točke u kojoj se pronalaze dosljedni rezultati. Posljednji korak, prije većeg širenja, testiranje je programa unutar praktičnih, odnosno pragmatičnih dizajna studija/pokusa u raznovrsnim okruženjima. Fokus pragmatičnih studija je rješavanje istraživačkih pitanja koja su relevantna za sudionike te uključivanje različitih okruženja, uvjeta administracije i populacije; procijeniti troškove i potrebne resurse te kontekstualne čimbenike koji mogu biti povezani s ishodima intervencije, ali i prijava neželjenih posljedica (Glasgow i sur., 2014).

Nakon što je *eHealth* intervencija replicirana i testirana u različitim okruženjima, slijedi njezino širenje u praksu. Tijekom ove faze važno je kontinuirano pratiti djelotvornost *eHealth* intervencije, načine za poboljšanje njezine kvalitete te ugraditi upozorenja ako intervencija više ne djeluje. Sukladno s tim, *eHealth* intervencije mogu se najbolje održati u zajednicama prakse (*Communities of Practice – CoP*) koje su kolaborativne i pružaju podršku svojim pripadnicima. Zajednica prakse ovdje se može definirati kao skupina ljudi koja "dijeli zabrinutost ili strast prema nečemu čime se bave te uče kako tu praksu mogu poboljšati tijekom redovitih interakcija" (www.wenger-trayner.com.; Glasgow i sur., 2014).

4.6.3.2. Procjena evaluabilnosti projekta

Brze metode učenja uključuju procjene evaluabilnosti kako bi se procijenila izvedivost implementacije i održavanja *eHealth* intervencija tijekom ranih faza istraživanja i razvoja te brze, prilagodljive studije za brzo utvrđivanje optimalnih komponenata *eHealth* intervencija. Procjena evaluabilnosti slijedi nakon početnih koraka procjenjivanja najbolje literature i postupaka te pregleda najboljih primjera iz prakse.

Procjena evaluabilnosti/procjena tehnologija zdravlja

Procjena evaluabilnosti utvrđuje ključne resurse, kontekstualne čimbenike i predviđene izazove implementacije određene tehnologije prije provođenja studije te može dalje optimizirati istraživačke aktivnosti, uzimajući u obzir važne elemente modela implementacijske znanosti, uključujući RE-AIM elemente, troškove, održivost i kontekst. Procjena evaluabilnosti može se koristiti zajedno s procjenom tehnologija zdravlja (*Health Technology Assessment - HTA*) koja ispituje i izvještava o svojstvima same tehnologije, uključujući sigurnost, djelotvornost, izvedivost i indikacije za uporabu, troškove i isplativost, kao i socijalne, ekonomske i etičke posljedice njezine uporabe, bilo da je namjerna ili nenamjerna. HTA može biti osobito koristan tijekom faza izrade prototipa i refiniranja, pružajući neprekidno povratne informacije o specifičnim karakteristikama tehnologije koju treba ispraviti te olakšati i nadzirati prikladno uvođenje i upotrebu novih *eHealth* intervencija, osiguravajući njihovu sigurnost, učinkovitost i izvedivost (Glasgow i sur., 2014).

RE-AIM procjena

RE-AIM, kao jedan od vrlo često korištenih pristupa implementacijske znanosti, može se koristiti tijekom ranih faza *eHealth* intervencija za postavljanje pitanja koja mogu utjecati na

širenje u praksu, uključujući: (a) Koji postotak i koje vrste pacijenata će vjerojatno primiti program? (b) Za koga je intervencija učinkovita? Za koje ishode, s kojim širim učincima i potencijalnim negativnim posljedicama? (c) Koji postotak i koje vrste ustanova i zdravstvenih djelatnika će vjerojatno usvojiti ovaj program? (d) Koliko su dosljedni različiti dijelovi programa koji će se vjerojatno implementirati duž različitih uvjeta, kliničara i podgrupa pacijenata? Pod kojom cijenom? (e) Koliko se dobro *eHealth* program i njegovi učinci mogu održavati?

Nužno je razmatranje navedenih pitanja skupa s ciljevima relevantnih korisnika kako bi se povećala šansa djelotvornog programa za njegovo uspješno implementiranje i održavanje (Glasgow i sur., 2014).

Troškovne i ekonomske procjene

Troškovi *eHealth* programa rijetko su se navodili u dosadašnjoj istraživačkoj literaturi. To je problematično jer su troškovi i potrebni resursi za ostvarenje programa obično prva pitanja, koja se donositelji odluka pitaju kada namjeravaju usvojiti takvu vrstu programa. Sveobuhvatne ekonomske analize, poput procjene dugoročnih troškova i koristi iz društvene perspektive mogu biti prilično složene, vremenski zahtjevne i same po sebi skupe. Unatoč tome, praćenje troškova implementacijske isporuke *eHealth* programa i procjena replikacijskih troškova isporuke programa pod različitim uvjetima moguće je u većini studija te se ovaj korak ne smije zanemariti (Glasgow i sur., 2014; Ritzwoller i sur., 2009).

Kontekstualna procjena

Procjena kontekstualnih čimbenika tijekom *eHealth* istraživanja nužna je kako bi pomogla u razlikovanju uvjeta pod kojima određena intervencija ili tehnologija funkcionira ili ne funkcionira. Ključni kontekstualni čimbenici koji mogu utjecati na učinkovitost *eHealth* intervencije uključuju i druge interventne komponente (npr. količinu i vrijeme interakcije između čovjeka i čovjeka; korištenje drugih intervencija koje su preporučene ili nisu preporučene krajnjem korisniku), konkurentski zahtjevi potrošača i uvjeti prakse, specifične postavke ili tehnološke karakteristike (npr. razina personalizacije, vrsta upotrebljenog uređaja itd.) i razina potpore društvenoj okolini. Pristup mješovitih metoda često je koristan za bolje razumijevanje što kome odgovara i pod kojim uvjetima (Glasgow i sur. 2014).

4.6.3.3. *Rapidni adaptivni dizajni studija*

Uvidi iz procjena evaluabilnosti informiraju prototipove i brza usavršavanja komponenata *eHealth* intervencija. Nekoliko optimizacijskih pristupa usvojenih iz industrije i inženjeringa može biti osobito korisno za brzo testiranje i rafiniranje komponenata *eHealth* intervencija, kao na primjer: model dinamičkih sustava, N-of-1, A–B kvazi eksperimentalni sustav, višefazne strategije optimizacije (*Multiphase Optimization Strategies - MOST*) i randomizirani pokus sekvencionalnog višestrukog zadatka (*Sequential Multiple Assignment Randomization Trial - SMART*). Ovi dizajni studija su rigorozni i omogućuju brzim studijama da prepoznaju i prilagode najidealnije i najučinkovitije *eHealth* intervencije. Ove metode mogu odgovoriti na pitanje "što funkcionira?", pomažući prepoznati koja kombinacija i/ili slijed komponenata intervencije optimiziraju ishode. Te metode mogu osigurati takav tempo da *eHealth* intervencijama budu implementirane u zdravstvenu skrb prije nego same tehnologije koje omogućuju isporuku dotične *eHealth* intervencije postanu zastarjele. Uz to, ovi su dizajni iterativni, fleksibilni prema zahtjevima okruženja iz realnog svijeta te u konačnici mogu smanjiti potrebu za puno duljim i skupljim velikim studijama. Pronalasci iz brzih, prilagodljivih studija mogu se koristiti za identificiranje onih elemenata *eHealth* intervencija koji su najučinkovitiji i koji bi trebali biti testirani u većem opsegu kako bi se utvrdilo mogu li se ti pronalasci ponoviti u raznovrsnim okruženjima iz stvarnog svijeta.

Model dinamičkih sustava

Ovakav model omogućuje informiranje o analizi, dizajniranju i provedbi prilagodljivih intervencija, što dovodi do poboljšane adherencije, boljeg upravljanja ograničenim resursima, smanjenja negativnih učinaka i sveukupno učinkovitije intervencije (E.Rivera i sur., 2007).

N-of-1

N-of-1 ispitivanja ili klinička ispitivanja jednog subjekta smatraju pojedinačnog pacijenta jedinom točkom promatranja u studiji koja istražuje profile učinkovitosti ili nuspojave različitih intervencija. Krajnji cilj N-of-1 ispitivanja je odrediti optimalnu ili najbolju intervenciju za pojedinog pacijenta pomoću objektivnih kriterija na temelju podataka. Takva ispitivanja mogu iskoristiti dizajn studija i statističke tehnike povezane sa standardnim kliničkim ispitivanjima zasnovanim na populaciji, uključujući randomizaciju, razdoblja „ispiranja“ i „križanja“, kao i placebo kontrole (O Lillie i sur., 2011).

A–B kvazi eksperimentalni sustav

Kvazi eksperiment je empirijska intervencijska studija koja se koristi za procjenu uzročnog utjecaja intervencije na ciljnu populaciju bez slučajnog dodjeljivanja. Kvazi eksperimentalno istraživanje dijeli sličnosti s tradicionalnim eksperimentalnim dizajnom, odnosno randomiziranim kontroliranim pokusom, ali mu posebno nedostaje element slučajnog dodjeljivanja intervenciji ili kontroli. Umjesto toga, kvazi-eksperimentalni dizajn omogućuje istraživaču da kontrolira dodjeljivanje subjekata u određenu intervenciju, ali koristeći definirani kriterij umjesto slučajnog dodjeljivanja (DiNardo J., 2008).

Višefazne strategije optimizacije (MOST) i randomizirani pokus sekvencionalnog višestrukog zadatka (SMART)

MOST studija se sastoji od faze probira u kojoj se komponente intervencije učinkovito identificiraju za uključivanje ili isključivanje u intervenciju na temelju njihove izvedbe. Sastoji se od dviju faza. Faze pročišćavanja: u kojoj se odabrane komponente fino podešavaju i istražuju problemi kao što su optimalne razine funkcioniranja svake komponente; i faze potvrde, u kojoj se optimizirana intervencija, koja se sastoji od odabranih komponenata u svojim optimalnim razinama, procjenjuje u standardnom randomiziranom kontroliranom pokusu.

SMART studija je inovativan dizajn istraživanja posebno pogodan za izgradnju prilagodljivih intervencija koje variraju u vremenu. SMART ispitivanje može se koristiti za empirijsko utvrđivanje najbolje prilagodljivih varijabli te pravila odlučivanja za adaptivnu intervenciju.

I MOST i SMART pristupi koriste nasumično eksperimentiranje kako bi omogućili valjane zaključke. S pravilnom primjenom, ovi pristupi mogu dovesti do razvoja potentnijih *eHealth* intervencija (M.Collins i sur., 2007).

4.6.3.4. Ispitivanje intervencija/aplikacija u raznovrsnim okolinama

Dokazi iz rapidnih, adaptivnih studija mogu se upotrijebiti za identifikaciju onih elemenata *eHealth* intervencija koji su najučinkovitiji. Potom slijedi testiranje na većem razmjeru ispitanika ne bi li se ti dokazi mogli replicirati u raznovrsnim realnim uvjetima (Glasgow i sur., 2014).

Relevantniji RCT-ijevi

Tijekom testiranja aplikacija u raznovrsnim uvjetima, moguće je koristiti i randomizirane kontrolirane pokuse (RCT), ali na određene načine modificirane za potrebe brzog istraživačkog procesa. U skladu s tim, postoji nekoliko vrsta studija koje se mogu iskoristiti za poboljšanje relevantnosti tradicionalnog RCT dizajna studije.

Dizajn naziva „Minimalna intervencija potrebna za promjenu“ (*Minimal Intervention Needed for Change - MINC*) može se koristiti za pronalaženje jeftinih, minimalno intenzivnih intervencija koje poboljšavaju ishode. Odnosno minimalna ili najniža razina intenziteta intervencije, stručnosti i resursa potrebnih za postizanje klinički značajnog poboljšanja u određenom ishodu za određenu ciljanu populaciju pod određenim skupom uvjeta, kada ih pruža određena vrsta osoblja ili interaktivni modalitet. Cilj je osigurati standard koji će pomoći u usporedbi različitih intervencija, kako bi se utvrdila relativna poboljšanja intervencija na temelju njihovih relativnih troškova. Definiranjem i dokumentiranjem MINC-a u određenom području sadržaja, moguće je identificirati najjeftiniju i najlakše primjenjivu intervenciju koja ima najveće šanse za širenje u praksu (Glasgow i sur., 2014).

Stepped-wedge studija (SW) tip je randomiziranog kontroliranog pokusa (RCT). U tradicionalnom RCT-u dio sudionika u eksperimentu istodobno je i nasumično raspoređen u skupinu koja prima tretman ("grupa za liječenje"), a drugi dio u skupinu koja to ne prima ("kontrolna skupina"). U SW studiji obično postoji logističko ograničenje koje sprečava istodobni tretman s nekim sudionicima, i umjesto toga svi ili većina sudionika iz te skupine dobiva tretman u valovima ili "koracima" („*steps*“ – „*stepped*“) (The Gambia Hepatitis Study Group, 1987).

Studija uključuje sekvencijalno izvođenje intervencije prema sudionicima (pojedincima ili klasterima) kroz određena vremenska razdoblja. Do završetka studije svi će sudionici dobiti

intervenciju/terapiju, iako je redosljed kojim sudionici dobivaju intervenciju/terapiju određen nasumično (Brown i Lilford, 2006).

Izraz „*stepped-wedge*“ ("stepenasti klin") skovan je u Gambijskoj intervencijskoj studiji za hepatitis zbog oblika stepenastog klina vidljivog na shematskoj ilustraciji dizajna.

Dizajn „stepenastog klina“ nudi brojne mogućnosti za analizu podataka, posebno za modeliranje učinka vremena na učinkovitost intervencije. Dizajn maksimizira statističku snagu jer se učinak intervencije procjenjuje usporedbama unutar skupina i između skupina ispitanika te takva studija može biti posebno korisna tijekom faze implementacije jer omogućava poboljšanje intervencije ili njezine provedbe tamo gdje je potrebno, prije početka sljedeće faze implementacije. Uz to, razdoblja praćenja RCT-a mogu se skratiti ili segmentirati tako da se rezultati mogu analizirati na mjestima gdje se pretpostavlja da će se postići maksimalna korist od intervencije te modelirati dugoročniji ishodi ili jedan od istražitelja može biti „zaslijepljen“ da se provede nastavak dijela studije i objave rezultate odvojeno (Glasgowi sur., 2014).

Istraživanje komparativne učinkovitosti (Comparative Effectiveness Research - CER)

CER model može se definirati kao "stvaranje i sinteza dokaza koji uspoređuju koristi i štetu alternativnih metoda za sprečavanje, dijagnosticiranje, liječenje i nadzor kliničkog stanja ili za poboljšanje pružanja njege" s ciljem pružanja pomoći potrošačima, kliničarima i zakonodavcima da donose utemeljenu odluku koja će poboljšati zdravstvenu skrb. *eHealth* može biti optimalno pogodan za CER studije jer se mnoštvo relevantnih podataka može brzo prikupiti za usporedbu rezultata između dvije intervencije integrirane u okruženje stvarnog svijeta kako bi se utvrdilo je li poželjnija u pogledu učinaka i karakteristika intervencije (npr. trošak, lakoća korištenja i dr.). Pored toga, elektronički zdravstveni zapisi mogu biti iskorišteni za prikupljanje relevantnih podataka za usporedbu dviju intervencija, čime se bitno smanjuje teret procjene (Glasgow i sur., 2014).

Pragmatični pokusi

Pragmatični pokusi procjenjuju učinkovitost intervencija u stvarnim uvjetima rutinske prakse kako bi se maksimizirala primjenjivost i generaliziranost, te da bi se povećala heterogenost u svim aspektima intervencije (sudionici, osoblje, postavke). Pragmatični pokusi koriste se za adresiranje pitanja koja su relevantna za korisnike te koriste uvjete koje odgovaraju uvjetima realnog svijeta. Indikator pragmatično-eksplanatornog kontinuuma (*Pragmatic-Explanatory Continuum Indicator Summary - PRECIS*) je alat koji se može koristiti za procjenu do koje su

mjere dizajni studije pragmatični ili obrazložavajući duž ključnih dimenzija, do koje mjere imaju potencijal za širenje te alat koji procjenjuje pragmatizam tekućih studija. Alat se također može koristiti za ocjenu gotovih projekata ili za provođenje sustavnih pregleda objavljenih istraživanja (Glasgow i 2014).

4.6.3.5. Diseminacija (širenje) i evaualcija

Nakon što je *eHealth* intervencija replicirana i testirana u različitim okruženjima, slijedi njezino širenje u praksu. Tijekom ove faze važno je kontinuirano pratiti djelotvornost *eHealth* intervencije, načine za poboljšanje njezine kvalitete te ugraditi upozorenja ako intervencija više ne djeluje. Sukladno s tim, *eHealth* intervencije mogu se najbolje održati u zajednicama prakse (*Communities of Practice – CoP*) koja su kolaborativna i pružaju podršku svojim pripadnicima. Zajednica prakse ovdje se može definirati kao skupina ljudi koja "dijeli zabrinutost ili strast prema nečemu čime se bave te uče kako tu praksu mogu poboljšati tijekom redovitih interakcija" (Glasgow i sur., 2014.; www.wenger-trayner.com).

Provođenje daljnje diseminacije (širenja) implementacija *eHealth* aplikacija/intervencija vodi se kontinuiranim ciklusima procjenjivanja i unapređivanja na temelju povratnih informacija potrošača te napretka u tehnologiji (van der Kleij i sur., 2019).

4.7. Budućnost *eHealth*-a u ljekarništvu (*umjetna inteligencija, blockchain, gamifikacija*)

Brzi razvoj digitalnih tehnologija u zdravstvenoj skrbi utjecao je na svakoga zdravstvenoga profesionalca pa tako i na ljekarnika. S revolucijom *eHealth* tehnologija, ljekarnici mogu u potpunosti odbaciti utisak društva o ljekarnama kao čistoj komercijalnoj djelatnosti, u kojoj su ljekarnici samo „trgovci u kutama“. Kako se pacijenti sve više osnažuju u pogledu samostalnog upravljanja svojim zdravljem, pri čemu nove digitalne tehnologije potiču tu demokratizaciju zdravstvene skrbi, ljekarnici, skupa s pacijentima, morat će zajedno evoluirati. Kako se ljekarnička djelatnost prilagođava novom dobu digitalnog zdravlja, ljekarnici će morati prihvatiti ulogu „trenera digitalnoga zdravlja“. Ljekarnici će postati zdravstveni profesionalci koji će ujedno biti i tehnološki *guru*. Kao tehnološki *guru* dešifrirat će raznovrsne zdravstvene podatke iz raznih zdravstvenih nosivih uređaja i aplikacija te ih tumačiti pacijentu. Na temelju tih podataka, prikupljenih putem raznih *eHealth* tehnologija, i ostalih svojih znanja kao zdravstvenog profesionalca farmaceutske djelatnosti, ljekarnici će moći uspostaviti i provoditi odgovarajuću ljekarničku skrb (www.medicalfuturist.com).

Uz pomoć tehnologija digitalnog zdravlja, ljekarne mogu postati središta zdravstvene konzultacije, gdje će ljekarnici moći u punoj boljoj mjeri pružati usluge primarne zdravstvene skrbi. Uz daljnju implementaciju visokih tehnologija, ljekarne mogu postati posebni centri pružanja zdravstvene i ljekarničke skrbi u kojima će se ostvarivati personalizirana terapija za pacijente. Centri koji će npr. imati posebne 3D printere za 3D printanje lijekova po mjeri pacijenta, a rutinske poslove će obavljati robotizirane tehnologije. Kao rezultat toga, ljekarnici će imati više vremena za pacijente, pomažući im interpretirati podatke sa svojih nosivih uređaja te se uhvatiti u koštac sa zdravstvenim problemima koji zahtijevaju kreativnost. To je budućnost koju očekuje ljekarnički radna praksa, budućnost u kojoj će digitalne tehnologije služiti kao alat ljekarniku, ali nikako kao njegova zamjena (www.medicalfuturist.com).

Već sada postoje primjeri kako robotizacija ljekarni može poboljšati ljekarnički radni tijek, poboljšati zadovoljstvo pacijenta, smanjiti vrijeme čekanja, poboljšati upravljanje inventarom te unaprijediti sigurnost pacijenata. Istraživanje iz 2019. proučavalo je utjecaj robotskog sustava za izdavanje u ljekarničkoj okolini, pri čemu se utvrdilo kako takav sustav smanjuje pogreške prilikom izdavanja lijekova, smanjuje vrijeme koje osoblje ljekarne provodi u skladištima (do 59,3 %) te doprinosi visokoj razini zadovoljstva među zaposlenicima ljekarne (Rodriguez-Gonzalez i sur. 2019, Alama i sur., 2018).

Budućnost *eHealth*-a očitovati će se u novim tehnologijama i pristupima digitalnog zdravlja. Tehnologije poput umjetne inteligencije, *Interneta stvari*, *blockchaina* te novi pristupi, kao što je *gamifikacija*, potpomognut će daljnju digitalnu transformaciju zdravstvenog sustava, skupa sa zdravstvenom i ljekarničkom skrbi.

Umjetna inteligencija (*Artificial Intelligence* – AI) je znanost o stvaranju inteligentnih sustava koji rješavaju složene probleme na razini ili bolje od ljudskih stručnjaka. Umjetna inteligencija i tehnologije temeljene na strojnom učenju mogu transformirati zdravstvenu skrb izvedeći nove i važne uvide iz ogromnih količina podataka generiranih tijekom svakidašnje isporuke zdravstvene skrbi. Izazovi za ljekarničku praksu uključuju otkrivanje kako primijeniti ove tehnologije za otkrivanje novih obrazaca u zdravstvenim podacima. Ljekarnička praksa, skupa s ostatkom zdravstvene skrbi, doživjet će velike promjene uslijed primjene takve tehnologije. Očekuje se da će umjetna inteligencija pomoći zdravstvenim djelatnicima poboljšavajući zdravstvene ishode te iskustava pacijenata, što će rezultirati povećanjem zdravlja stanovništva, smanjenjem troškova u zdravstvu te poboljšanjem ljekarničkih, tj. zdravstvenih intervencija prema pacijentima (Guiu Segura, 2020; Walczak, 2018).

Zdravstvena skrb temeljena na *Internetu stvari* i upotrebi dubokog strojnog učenja može pomoći zdravstvenim profesionalcima da vide nevidljivo te pružiti nove i poboljšane dijagnostičke mogućnosti. Primjene umjetne inteligencije su se proširile pa sada uključuju analizu slika, prepoznavanje teksta, dizajna aktivnosti lijekova, predviđanje ekspresije mutacije gena i drugo. AI je u stanju čitati dostupne podatke iz EZZ-a, uključujući anamnezu, fiziološke, laboratorijske te podatke o lijekovima. Algoritmi umjetne inteligencije mogu kontekstualizirati takve podatke kako bi donijeli odluku o liječenju, dijagnozi ili drugim mogućnostima. Već sada postoje AI tehnologije koje mogu raditi kompleksan niz zadaća. Primjer takvog softvera je IBM-ov Watson. IBM Watson koristi AI modele za čitanje strukturiranog i nestrukturiranog teksta u EZZ-u, čitanje slika (npr. rendgenske snimke) te isticanje primarnih i sporednih pronalazaka važnih za kliničko odlučivanje, a također prikuplja relevantnu medicinsku literaturu kao odgovor na klinički upite (Kelly i sur., 2020; IBM, 2018).

Primjerice, usporedba dijagnostičke procjene starijih osoba obavljena od strane 54 oftalmologa i softvera s umjetnom inteligencijom, pokazala je kako je primjena AI na slike mrežnice poboljšala otkrivanje stanja dijabetičke retinopatije i edema makule, postigavši visoku specifičnost (98 %) i osjetljivost (90 %) (Gulshan i sur., 2016).

Umjetna inteligencija i algoritmi dubokog učenja mogu također optimizirati upravljanje bolestima te mogu provoditi analizu „velikih podataka“ generiranih iz elektroničkih zdravstvenih zapisa, *mHealth* aplikacija i IoT uređaja (Kelly i sur., 2020).

Mogućnosti AI mogu se očitovati u predviđanju rizika, predviđanju budućih medicinskih ishoda te predviđanju odluka o skrbi. Postoji nekolicina studija i radova koji su proučavali učinak umjetne inteligencije na predviđanje i donošenje ispravnih odluka u vezi odgovarajućih zdravstvenih stanja. Studije i radovi su obuhvaćali zdravstvena stanja kao što su dijabetes, kongestivno zatajenje srca, bolesti kostiju, Alzheimerova bolesti, klasifikacija benignih i malignih tumora, srčane aritmije te procjenu mentalnog zdravlja. Svi zaključci studija upućuju na to da sustav i okviri koji koriste umjetnu inteligenciju uspješno i precizno mogu predviđati, klasificirati te procijeniti razna zdravstvena stanja (Lu i sur., 2018; Lee i sur., 2018; Mathews i sur., 2018; Pham i sur., 2017; Yadav i sur., 2016; Li i sur., 2014; Suk i sur., 2014).

Najveći potencijal primjene umjetne inteligencije u ljekarničkoj praksi doći će od otkrivanja i primjenjivanja obrazaca podataka, odnosno informacija koje mogu utjecati na bolje informiranje ljekarničke odluke, čineći razliku u provođenju ljekarničke skrbi (Guiu Segura, 2020).

Korištenje podataka iz zdravstvenih elektroničkih zapisa i sposobnost umjetne inteligencije da uči prepoznavati obrasce može se iskoristi u ispravnoj upotrebi lijekova. Dobro razvijen AI softver mogao bi otkriti i upozoriti na slučajeve kada se čini da propisani lijek odstupa od svog obrasca odgovarajuće upotrebe. Štoviše, AI može pomoći u odlukama odabira lijeka, uzimajući u obzir pacijentove sklonosti prema određenim lijekovima. Polifarmacija je česta u starijih odraslih osoba i mlađih rizičnih populacija te povećava rizik od nepovoljnih zdravstvenih ishoda. Optimizacija terapije jedna je od uloga ljekarnika te na ovom području AI može pružiti nove alate za razumijevanje interakcija lijekova i povezanih mehanizama, kao i preporučivanje alternativnih lijekova za izbjegavanje negativnih učinaka na zdravlje. Nadalje, AI se može iskoristi u upravljanju terapije lijekovima. Farmakokinetički vođeno doziranje lijekova s uskim terapijskim indeksom standardna je praksa u upravljanju lijekovima. AI ovdje pronalazi ulogu kao pomoć u donošenju odluka o doziranju takvih lijekova, u stvarnom vremenu. Upravljanje nad nestašicama lijekova i osiguravanje kontinuiteta opskrbe lijekova mogu rezultirati time da se značajna količina vremena i pažnje ljekarnika preusmjeri na to, umjesto da je usredotočen na važne zadatke u pružanju visokokvalitetne skrbi. AI bi mogao preciznije predvidjeti uporabu

lijekova u bolnicama i zdravstvenim sustavima, kao i pružanje podrške kliničkim odlukama pri istraživanju alternativnih mogućnosti liječenja ako lijek nije dostupan (Guiu Segura, 2020).

Tradicionalna paradigma regulacije i testiranja zdravstvenih i medicinskih proizvoda nisu dizajnirani za prilagodljive tehnologije poput umjetne inteligencije te ostalih *eHealth* tehnologija, koje imaju mogućnost prilagodbe i optimizacije performansi svojih komponenata u stvarnom vremenu, pri čemu ta prilagodba ima cilj kontinuiranog poboljšanja zdravstvene skrbi prema pacijentu. Ovoj vrsti tehnologija puno više odgovara nova „brza i relevantna istraživačka paradigma“ za provjeru svoje učinkovitosti i sigurnosti te posljedično donošenje adekvatnih regulacija na temelju rezultata istraživanja. Ljekarnici imaju ključnu ulogu u stvaranju dokaza koji su potrebni za donošenje odluka o tome kada i kako široko primijeniti AI u rutinskoj kliničkoj i ljekarničkoj praksi. Time farmaceuti zauzimaju važno mjesto jednog od istraživača u sklopu „brze i relevantne istraživačke paradigme“ novih *eHealth* tehnologija i intervencija (Guiu Segura, 2020; Glasgow i sur., 2014).

Gamifikacija se odnosi na dodavanje elemenata igranja (*gaminga*), kao npr. izazova, nagrada i iskustvenih bodova, u okruženja koja ne pripadaju igrama. Brojne zdravstvene mobilne aplikacije provode procese *gamifikacije* u nastojanjima povećavanja angažmana korisnika prema svojoj aplikaciji ili poticanja određenih zdravstvenih ponašanja, koristeći elemente igranja, inače prisutnih u video igrama (Fleming, 2016).

U *mHealth* aplikacijama krajnji je cilj poboljšati zdravlje korisnika, a *gamifikacija* se pokazuje kao učinkovit alat za to. Kada se dodaju igre, odnosno elementi igranja, aktivnosti ili zadatci, obično su zabavniji, ugodniji te zanimljiviji. Stvorena motivacija povećava vjerojatnost bržeg i kvalitetnijeg završetka zadatka u *mHealth* aplikaciji, a time i postizanja konačnog cilja, postizanja boljeg zdravlja. Klasični elementi *gamifikacije* u mobilnim zdravstvenim aplikacijama su značke i druge nagrade, praćenje i istraživanje, status performansi, rangiranje, natjecanje, samorefleksija na postignute rezultate i dr. Temeljni dio *gamifikacije* su podatci koji se mjere i bilježe. To mogu biti podatci kao što je broj prijeđenih koraka dnevno, GPS podatci vožnje biciklom, mjerenje glukoze u krvi kod bolesnika s dijabetesom, unos propisanih lijekova, vrijednosti srčanog ritma itd. Ukoliko nema podataka za promatranje, uspoređivanje i poboljšanje, nema ni igre kao ni nagrađivanja. Transparentna struktura kriterija bodovanja i mogućnosti postizanja postignuća, strategije su za motiviranje korisnik. Korisnik zna što je potrebno za dobivanje sljedeće nagrada u *gamificiranoj* aplikaciji. To može biti nagrada u obliku značke, zvijezde ili nagradnih bodova, koja se dodjeljuje u aplikaciji kada god se

postigne i zabilježi pozitivni događaj koji ta aplikacija promovira, kao npr. nagrada za uspješno obavljenu jutarnji trening ili nagrada za mjerenje razine glukoze u krvi i sl. Dodavanje *gamifikacijskih* strategija u *mHealth* aplikacije stvara uzbudljivije korisničko iskustvo, povećava se angažman prema aplikaciji i poboljšava korisničko pridržavanje zdravstvenih ciljeva koje aplikacija prezentira korisniku (www.mindsea.com).

Uz *gamifikaciju*, kao proces dodavanja igračih elementa na okruženja koja nisu igre, postoje i posebno dizajnirane video igre koje se nazivaju „ozbiljne igre“ (*serious games*) ili „primijenjene igre“ (*applied games*), video igre koja su dizajnirane za određenu svrhu koja nije isključivo zabavne karakteristike. "Ozbiljne igre" čine intervencije koje su igre te koriste elemente igranja kao integralnu i primarnu metodu za postizanje određene svrhe, poput zdravstvenog ili obrazovnog cilja. Ovakve video igre sve više stječu popularnost u kontekstu zdravstvenih intervencija, iz razloga što koriste uvjerljive i zabavne značajke dizajna video igara kako bi angažirale korisnike za provođenje npr. određenih zdravstvenih ponašanja (Fleming, 2016).

Spomenute igre, kao i sve ostale video igre, povećavaju motivaciju pojedinaca i, prema tome, imaju potencijal doseći do pojedinca kojima tradicionalni modaliteti promjene ponašanja možda nisu privlačni ili dostupni. Također, igre imaju puno veću mogućnost dopiranja do šire publike. Igre podižu motivaciju korisnika kroz zadovoljavanja tri primarne ljudske potrebe: kompetentnosti, autonomije i povezanosti. Teorija samo-determinacije globalna je teorija ljudske motivacije koja se aktivno primjenjuje na video igre. Teorija pretpostavlja da se kontinuirana motivacija može održati kroz spomenute tri primarne ljudske potrebe. Kompetencija se definira kao urođena želja za učenjem novih vještina i stjecanjem majstorstva nad njima. Ona se može postići predstavljanjem novih izazova koji postupno grade naučene vještine, stvarajući sudionicima igre prilike za suočavanje s tim izazovima i napredovanje kroz igrine razine. Autonomija se definira kao urođena želja za kontrolom nad ciljevima i ponašanjima. U igrama se to može postići tako što se korisnicima dopušta odabir osobnih ciljeva i pojedinačnih ponašanja koja mogu ispuniti željene ciljeve. Povezanost se odnosi na ljudsku sklonost prema socijalnom povezivanju i pripadnosti. Povezivanje se može postići putem stvarnih ili virtualnih društvenih mreža, zajednice igrača, poticanja i natjecanja (Shiyko, 2016).

„Primijenjene igre“, skupa s *gamificiranim mHealth* aplikacijama, imaju ogroman potencijal kao *eHealth* intervencije koje mogu utjecati na zdravlje pacijenta.

Ovaj pristup je još u ranim fazama te postoji vrlo malo studija i radova na ovu temu. Unatoč tome, dosadašnji rezultati studija upućuju na učinkovitost ovih *gamificiranih* pristupa za poboljšanje zdravlja. Nekolicina studija je pokazala kako ozbiljne igre mogu pomoći kod depresije i anksioznosti. Zajednički zaključak tih studija je da su video igre kao digitalne intervencije bile učinkovite u smanjenju simptoma anksioznosti i depresije. Jedna je studija proučavala utjecaj primijenjene igre na tjelesni indeks mase i nutricionističko znanje. Igra potiče zdravije prehrabene navike i tjelesnu aktivnost, pri čemu je napredak u igri povezan s aktivnostima iz realnog svijeta (npr. pojedena zdrava namirnica, trčanje, hod stubama itd.) Rezultati su pokazali kako je igra imala uspješan utjecaj na promjenu ponašanja i zdravstvenog stanja, igra je potaknula mršavljenje te je došlo je do smanjenja BMI-a. Također su provedene studije koje su pokazale kako igre mogu pomoći kod multiple skleroze i moždanih oštećenja. Studija s multiplom sklerozom pokazala je kako je trening s video igrom, koja se igra s pločom za ravnotežu, uzrokovala pozitivne promjene u mikroarhitekturi bijele tvari kod pacijenata. Sa zaključkom da se s visoko intenzivnim i sa zadatkom orijentiranim treningom dolazi do poželjne mikrostrukturalne promjene u mozgu pacijenata s multiplom sklerozom. Druga studija koja je promatrala učinkovitost upotrebe video igre s komponentom virtualne stvarnosti pokazala je kako taj pristup poboljšava statičku i dinamičku posturalnu stabilnost te hod i pokret ruku kod osoba s traumatskim oštećenjem mozga (Fleming, 2016; Shiyko, 2016; Fleming, 2014; Li, 2014; Prosperini, 2014; Ustinova, 2014).

Gamificirane mHealth aplikacije su u studijama također imale uspješne rezultate. Studija je promatrala učinkovitost *gamifikacije* u aplikacijama za nadzor hipertenzije. Promatrane su bile dvije aplikacije, jedna bez i druga s elementima igara. Podatci koji su bili prikupljeni uključivali su upitnik o angažmanu, upitnik o prihvaćanju tehnologije, prijavljivanje u sustav i povratne informacije sudionika. Na temelju toga studija je zaključila da je *gameficirana mHealth* aplikacija postigla bolji angažman korisnika prema aplikaciji, budući da je takva aplikacija stimulirala intrinzičnu motivaciju korisnika za daljnje korištenje (Cechetti i sur., 2019).

2020. FDA je registrirala prvu „ozbiljnu igru“ kao digitalni terapeutik. Igra naziva *EndeavorRx* odobrena je kao terapijska video igra namijenjena za djecu „starosti od 8 do 12 godina, s dijagnosticiranim ADHD-om. Igra se propisuje na recept, i samo se s receptom može preuzeti na mobilne uređaje te je namijenjena da se koristi kao nefarmakološka mjera, tj. terapija skupa s klasičnom propisanom farmakološkom terapijom. Djeca igrajući igru sa svojim avатарom

prolaze kroz prostor ispunjen preprekama te skupljaju mete za zaradu bodova. Igra utječe na simptome ADHD-a, poboljšavajući funkciju pažnje u ciljanoj populaciji (FDA, 2020).

Vrlo često se postavlja pitanje trebaju li zdravstveni sustavi biti centralizirani ili decentralizirani. Centralizirani sustavi jednostavniji su za uspostavljanje, ali predstavljaju rizik za sigurnost podataka, budući da su svi podatci pohranjeni na jednom središtu. Decentralizirani sustavi su kompleksniji za postavljanje, ali nude potrebnu sigurnost podataka, iz razloga što su podatci pohranjeni na više različitih servera. Kao primjer jedne radikalne tehnologije decentraliziranih sustava, za koju se u budućnosti očekuje velika primjena, je *blockchain* tehnologija. Kontroverzna tehnologija koja stoji iza kriptovaluta kao što je *Bitcoin*, predstavlja tehnologiju decentralizirane i distribuirane baze podataka koja eliminira uloge posrednika.

U *blockchain*-u se stvaraju neovisne „blokovi“ podataka koji sadrže pojedinačne skupove informacija ograničenog kapaciteta, gdje se nakon ispunjavanja jednog bloka podataka otvara sljedeći, pri čemu se stvara ovisna veza u kolektivnom bloku (svaki blok podataka sadrži informaciju koji blok njemu prethodi), što zauzvrat stvara mrežu koju reguliraju korisnici *blockchain*-a, a ne posrednik. Postoji nekolicina radova koji predlažu načine upotrebe i integracije *blockchain* tehnologije u zdravstvo. Jedan rad se osvrće na upotrebu *blockchain*-a u stvaranju zdravstvenog modela usmjerenog prema pacijentu, razlažući strukturu takvog sustava gdje se velik naglasak daje na podatke skupljene putem tehnologija mobilnog zdravlja (*mHealth*). Drugi rad istražuje mogućnost *blockchain* tehnologije u upravljanju osobnih zdravstvenih zapisa pacijenata i procjeni izvedivosti takvog pristupa. Zaključci oba rada upućuju na to da *blockchain* tehnologija ima potencijala i svoje mjesto u zdravstvu, posebice zato jer nudi sustav koji maksimizira sigurnost, zaštitu i pristupačnost zdravstvenih podataka. Također, zaključuju da je potrebno još istraživanja s kojima bi se dokazala i potvrdila učinkovitost ovakve nove i radikalne tehnologije. Isto tako, ovakva tehnologija može se iskoristi i u procesu serijalizacije lijekova. Neraskidiva *blockchain* infrastruktura može pružiti sredstva za izbjegavanje krivotvorenih proizvoda i omogućiti inovativna logistička rješenja u lancu opskrbe lijekovima. U takvom konceptu sustava temelj čine „kriptofarmaceutici“, odnosno farmaceutski proizvodi s jedinstvenom informacijskom oznakom, povezani u *blockchain*-u medikacijskih informacija, čineći informacijski bogate obrasce farmaceutika specifične za pacijente (Kelly i sur., 2020; Chen i sur., 2019; Nørfeldt i sur., 2019; Park i sur., 2019; berty.tech; www.investopedia.com; www.ibm.com).

4. ZAKLJUČAK

Tehnologije *eHealth*-a, odnosno *eZdravlja*, imaju veliki potencijal korištenja u modernoj zdravstvenoj skrbi, pa tako i u ljekarničkoj skrbi. Ovakve tehnologije i intervencije nisu samo običan alat u službi zdravlja, već one aktivno provode digitalnu transformaciju cjelokupnog zdravstvenog sustava. *eHealth* omogućuje osnaživanje pacijenata te demokratizaciju zdravstva, stvarajući nove načine isporuke skrbi za zdravstvene profesionalce. Upravo *eHealth* tehnologije dolaze s obećanjem rješavanja jednog od najvećih izazova i problema u zdravstvu, a to je smanjenje visokih troškova zdravstvenog sustava. *eHealth* omogućuju uštede i smanjenje troškova u zdravstvu korištenjem jednostavnih, jeftinih i pristupačnih tehnologija i intervencija.

Tehnologije i intervencije digitalnog zdravlja obuhvaćaju razne proizvode, sustave i usluge, kojima se ostvaruje visokokvalitetna zdravstvena skrb na ekonomičan i praktičan način. *eHealth* tehnologije, usluge i intervencije, iz pogleda ljekarničke djelatnosti, uključuju razne informacijske i komunikacijske usluge te uređaje koji podržavaju telefarmaciju – projekciju ljekarničke skrbi na daljinu, iznimno koristan princip za ruralne i teško pristupačne krajeve. *Online* ljekarničke aktivnosti i telefarmacija dovode do novog načina odnosa između liječnika, ljekarnika, pacijenata te ostalih zdravstvenih djelatnika. Usluge i tehnologije telefarmacije moći će riješiti problem nedostatka ljekarnika u zdravstvenom sustavu, omogućavajući ljekarničku uslugu prema svim sredinama kojima nedostaje farmaceut. Potom, tehnologije i usluge mobilnog zdravlja (*mHealth*), koje čine mobilne aplikacije te nosivi i mobilni uređaji, omogućit će osnaživanje pacijenata u pogledu upravljanja vlastitim zdravljem. Aplikacije i uređaji *mHealth*-a mogu se putem platformi „Interneta stvari“, odnosno „Interneta medicinskih stvari“, međusobno povezivati, komunicirati te dijeliti informacije koje ljekarniku mogu uvelike pomoći u donošenju odluka tijekom pružanja ljekarničke skrbi. Zdravstvene informacijske sustave koji podržavaju i objedinjuju razne elektronične usluge, poput elektroničnog propisivanja recepta i elektroničnih zdravstvenih zapisa, ljekarnici već koriste u svakodnevnom radu te su time jednim dijelom već prigrlili digitalnu transformaciju svoje struke.

U radu su spomenute samo neke od tehnologija digitalnog zdravlja koje provode digitalnu transformaciju ljekarničke djelatnosti s pomoću kojih će ljekarnici znatno preoblikovati svoju stručnu djelatnost te dobiti nove zadatke i uloge. Ljekarnici su već sada na putu postanka pravim „treenerima digitalnog zdravlja“, sa zadatkom interpretiranja i objašnjavanja svih onih zdravstvenih podataka i informacija skupljenih putem različitih digitalnih zdravstvenih

tehnologija koje pacijenti koriste pri upravljanju vlastitim zdravljem. Uz poduzimanja klasičnih farmakoloških i nefarmakoloških pristupa, ljekarnici kao pravi zdravstveni profesionalci i budući stručnjaci digitalnog zdravlja svojim će pacijentima preporučivati i digitalne terapeutike, validirane tehnologije eZdravlja s visokim stupnjem učinkovitosti i sigurnosti. Isto tako, da bi se mogle razvijati takve tehnologije, od iznimne je važnosti uključivanje farmaceuta u procese brzog i relevantnog razvoja te istraživanja novih *eHealth* intervencija. Pri tome će farmaceuti, iz svog stručnog aspekta, utjecati na izradu kvalitetnih tehnologija digitalnog zdravlja u svrhu unapređenja zdravstvene skrbi o pacijentu.

Visoke nove tehnologije i principi, kao što su platforme interneta stvari i umjetna inteligencija, sa svojom mogućnošću prikupljanja i analize velikih količina zdravstvenih podataka, pružit će ljekarniku dosad neviđene mogućnosti u pružanju ljekarničke skrbi. Umjetna inteligencija bit će ključan faktor za digitalnu transformaciju, otvarajući vrata alatima koji će pomagati ljekarnicima u donošenju farmakoterapijskih odluka, kao i u provođenju cjelokupne ljekarničke skrbi.

Digitalna revolucija iznjedrit će nove prilike, ali i prijetnje koje mogu utjecati na sigurnost zdravstvene i ljekarničke skrbi, što će apostrofirati značaj uloge ljekarnika kao stručnjaka u zdravstvu te naglasiti njihov doprinos u izazovima brzo mijenjajućeg zdravstvenog sektora. Digitalna transformacija te pripadajuće digitalne tehnologije fundamentalno će promijeniti zdravstvenu i ljekarničku skrb. Od velike je važnosti da ljekarnici i ljekarnička djelatnost ukorak prate spomenutu transformaciju i adekvatno na nju odgovaraju. Ključ toga jest kontinuirana edukacija. Na taj će način ljekarnik kao zdravstveni profesionalac i stručnjak za lijekove, ali i kao budući stručnjak zdravstvenih digitalnih tehnologija sa zadaćom „trenera digitalnog zdravlja“, u potpunosti i odgovorno preuzeti ulogu ljekarnika 21. stoljeća te u cijelosti postati spreman za novo digitalno doba.

5. LITERATURA

„e-Lijekovi – Integrirani informatički sustav za upravljanje lijekovima“, 2020., <https://hzzo.hr/novosti/ostalo/e-lijekovi-integrirani-informaticki-sustav-za-upravljanje-lijekovima>, (a) pristupljeno, 11.04.2021.

18 Examples Of Big Data Analytics In Healthcare That Can Save People, 2020., <https://www.datapine.com/blog/big-data-examples-in-healthcare/>, pristupljeno: 12.04.2021.

Abilify MyCite, the first digital pill. Where does all that silicone go?, 2017., <https://thasso.com/abilify-mycite-the-first-digital-pill-where-does-all-that-silicon-go/>, pristupljeno: 13.04.2021.

Abilify MyCite. How the ABILIFY MYCITE® System works, 2021., <https://www.abilifymycite.com/how-mycite-works>, pristupljeno: 13.04.2021.

Accenture 2018 Consumer Survey on Digital Health. 2018., https://www.accenture.com/t20180306T103559Z__w__/us-en/_acnmedia/PDF-71/accenture-health-2018-consumer-survey-digital-health.pdf, pristupljeno: 20.09.2020.

Accenture. Digital health consumer survey. 2019., https://www.accenture.com/t20190208t144039z__w__/us-en/_acnmedia/pdf-94/accenture-2019-digital-health-consumer-survey.pdf#zoom=50, pristupljeno: 29.01.2021.

Accenture. Losing patience: Why healthcare providers need to up their mobile game. 2015., https://www.accenture.com/t20160118T135036__w__/us-en/_acnmedia/Accenture/Conversion-Assets/DotCom/Documents/Global/PDF/Dualpub_24/Accenture-Losing-Patience.pdf, pristupljeno: 29.01.2021.

Alam S, Osama M, Iqbal F, Sawar I. Reducing pharmacy patient waiting time. *Int J Health Care Qual Assur.* 2018., 31(7), 834-844.

Aldughayfiq B, Sampalli S., Digital Health in Physicians' and Pharmacists' Office: A Comparative Study of e-Prescription Systems' Architecture and Digital Security in Eight Countries. *OMICS*, 2021, 102-122.

Alexander JC, Minhajuddin A, Joshi GP. Comparison of smartphone application-based vital sign monitors without external hardware versus those used in clinical practice: a prospective trial. *J Clin Monit Comput.* 2017, 31(4), 825-831.

Aliverti A. Wearable technology: role in respiratory health and disease. *Breathe*, 2017, 13 (2) 27-36.

AllTheResearch. Global Internet of Medical Things (IoMT) Market - Segment Analysis, Opportunity Assessment, Competitive Intelligence, Industry Outlook 2016-2026, 2020., <https://www.alltheresearch.com/report/166/internet-of-medical-things-market>

Alsubaei F, Abuhussein A, Shiva S. Security and Privacy in the Internet of Medical Things: Taxonomy and Risk Assessment. 2017 IEEE 42nd CONFERENCE ON LOCAL COMPUTER NETWORKS WORKSHOPS (LCN WORKSHOPS), Singapur, 2017, 112-120.

Al-Turjman F, Nawaz H, Ulusar U. Intelligence in the Internet of Medical Things era: A systematic review of current and future trends. *Computer Communications*, 2019, 150.

Ancoli-Israel S, Cole R, Alessi C, Chambers M, Moorcroft W, Pollak CP. The role of actigraphy in the study of sleep and circadian rhythms. *Sleep*. 2003, 26(3), 342-392.

Artificial intelligence in medicine, <https://www.ibm.com/watson-health/learn/artificial-intelligence-medicine>, pristupljeno: 07.04.2020.

Bad Math: The Impact of Medication Dosage Miscalculations, 2020., <https://www.pharmacytimes.com/view/bad-math-the-impact-of-medication-dosage-miscalculations>, pristupljeno: 13.04.2021.

Bot B.M., Suver C., Neto E.C. The mPower study, Parkinson disease mobile data collected using ResearchKit. *Sci Data*. 2016, 3, 160011.

Brook C. Health and fitness apps poor at protecting privacy, FTC says. Threatpost. 2014., <http://threatpost.com/health-and-fitness-apps-poor-at-protecting-privacy-ftc-says>.

Brook C. What is a Health Information System?, 2020., <https://digitalguardian.com/blog/what-health-information-system>, pristupljeno: 12.03.2021.

Carter MK, Allin DM, Scott LA, Grauer D. Pharmacist-acquired medication histories in a university hospital emergency department. *Am J Health Syst Pharm*, 2006, 63(24), 2500-3.

Casey MM, Sorensen TD, Elias W, Knudson A, Gregg W. Current practices and state regulations regarding telepharmacy in rural hospitals. *Am J Health Syst Pharm*, 2010, 67(13), 1085.

Implementing Clinical Decision Support Systems., 2020.,
<https://www.cdc.gov/dhds/pubs/guides/best-practices/clinical-decision-support.htm>,
pristupljeno: 13.04.2021.

CDS Systems, 2021., <https://artificialintelligence.health/clinical-decision-support.html#>,
pristupljeno: 13.04.2021.

Cechetti NP, Bellei EA, Biduski D, Rodriguez JPM, Roman MK, Bertolotti De Marchi AC,
Developing and implementing a gamification method to improve user engagement: A case
study with an m-Health application for hypertension monitoring. *Telematics and Informatics*,
2019, 41, 126-138.

Centralized vs Decentralized vs Distributed Systems, <https://berty.tech/blog/decentralized-distributed-centralized>, 2019.,
pristupljeno: 28.03.2021.

Centralni zdravstveni informacijski sustav Republike Hrvatske (CEZIH) – Koncept sustava,
2013., (a) http://www.cezih.hr/pzz/dokumentacija/01_00_CEZIH_koncept_sustava.pdf,
pristupljeno: 05.04.2021.

Chen HS, Jarrell JT, Carpenter KA, Cohen DS, Huang X. Blockchain in Healthcare: A
Patient-Centered Model. *Biomed J Sci Tech Res*. 2019, 20(3), 15017-15022.

Chordiya S V i Garge B M. E-pharmacy vs conventional pharmacy. *IP Int J Compr Adv
Pharmacol* 2018, 3(4), 121-123.

Cijepi se – misli na druge, 2021., <https://cijepise.zdravlje.hr/>, pristupljeno: 21.04.2021.

Clarke E. Hackers sell health insurance credentials, bank accounts, SSNs and counterfeit
documents, for over \$1,000 per dossier. Dell Secure Works. 2013.,
www.secureworks.com/resources/blog/general-hackers-sell-health-insurance-credentials-bank-accounts-ssns-and-counterfeit-documents,
pristupljeno: 09.02.2021.

Clinical Decision Support Systems: How They Improve Care and Cut Costs, 2020.,
<https://www.altexsoft.com/blog/clinical-decision-support-systems/>, pristupljeno: 13.04.2021.

Cole SL, Grubbs JH, Din C, Nesbitt TS. Rural inpatient telepharmacy consultation
demonstration for after-hours medication review. *Telemed J E Health*. 2012, 18(7), 530–537.

CorTemp Wireless Core Body Temperature Monitoring Data Recorder, 2021.,
<https://hqinc.net/cortemp/>, pristupljeno: 13.04.2021.

Crouthamel M., Quattrocchi E., Watts S. Using a ResearchKit smartphone app to collect rheumatoid arthritis symptoms from real-world participants: feasibility study. *JMIR Mhealth Uhealth*. 2018, 6, e177.

Dash S, Shakyawar SK, Sharma M, Kaushik S. Big data in healthcare: management, analysis and future prospects. *J Big Data*, 2019, 6, 54.

De Ridder B, Van Rompaey B, Kampen JK, Haine S, Dilles T. Smartphone Apps Using Photoplethysmography for Heart Rate Monitoring: Meta-Analysis. *JMIR Cardio*. 2018, 2(1), 4.

Decentralization, 2006., <https://isr.uci.edu/projects/pace/decentralization.html>, pristupljeno: 07.04.2021.

Deetjen, U. European e-prescriptions: Benefits and success factors., 2016., <http://www.politics.ox.ac.uk/materials/publications/15224/workingpaperno5ulrikedeetjen.pdf>, pristupljeno: 06.04.2021.

Deloitte. A consumer-centered future of health. 2020., <https://www2.deloitte.com/us/en/insights/industry/health-care/global-health-care-trends-survey.html>, pristupljeno: 28.01.2021.

Digital Health, 2020. <https://www.pgeu.eu/digital-health/>, pristupljeno: 20.04.2021.

Dolan B. The rise of the seemingly serious but ‘just for entertainment purposes’ medical app. *MobiHealthNews*. 2014., <http://mobihealthnews.com/35444/the-rise-of-the-seemingly-serious-but-just-for-entertainment-purposes-medical-app/>, pristupljeno: 09.02.2021.

Druce KL, Cordingley L, Short V, et al. Quality of life, sleep and rheumatoid arthritis (QUASAR): a protocol for a prospective UK mHealth study to investigate the relationship between sleep and quality of life in adults with rheumatoid arthritis. *BMJ Open*. 2018, 8(1), e018752.

Druce KL, Dixon WG, McBeth J. Maximizing Engagement in Mobile Health Studies: Lessons Learned and Future Directions. *Rheum Dis Clin North Am*. 2019, 45(2), 159-172.

Drug Enforcement Administration (DEA) Economic Impact Analysis of the Interim Final Electronic Prescription Rule, 2010., http://www.deadiversion.usdoj.gov/ecommm/e_rx/eia_dea_218.pdf, pristupljeno: 10.04.2021.

eKarton i portal za pacijente - objašnjenja i način korištenja, 2016., (b)
http://www.cezih.hr/eKarton/eKarton_nacin_koristenja_RevA_002.pdf, pristupljeno:
05.04.2021.

Electronic Health Records, 2012., <https://www.cms.gov/Medicare/E-Health/EHealthRecords>,
pristupljeno: 31.03.2021.

Electronic Prescription Service, 2021., <https://digital.nhs.uk/services/electronic-prescription-service>, pristupljeno: 10.04.2021.

Electronic Prescriptions for Controlled Substances, 2020.,
https://www.deaiversion.usdoj.gov/fed_regs/rules/2020/fr0421_3.htm, pristupljeno:
10.04.2021.

Electronic Transfer of Prescription, 2021., <https://developer.digitalhealth.gov.au/products/electronic-transfer-prescription>, pristupljeno: 10.04.2021.

E-Prescribing, 2020., <https://www.cms.gov/Medicare/E-Health/Eprescribing>, pristupljeno:
26.03.2021.

Ericsson Mobility Report. 2020., <https://www.ericsson.com/en/mobility-report/reports/june-2020/mobile-data-traffic-outlook>, pristupljeno: 09.02.2021.

eRx of controlled substances now legal in 50 states, 2015., <https://www.healthcareitnews.com/news/erx-controlled-substances-now-legal-50-states>, pristupljeno: 06.04.,2021.

European Commission European Interoperability Framework (EIF) for European public services, 2010., https://ec.europa.eu/isa2/sites/isa/files/isa_annex_ii_eif_en.pdf, pristupljeno
07.04.2021.

Eysenbach G. What is e-health?. *J Med Internet Res.* 2001, 3(2), E20.

FDA - Internet Pharmacy Warning Letters, 2021., <https://www.fda.gov/drugs/drug-supply-chain-integrity/internet-pharmacy-warning-letters>, pristupljeno: 24.04.2021.

FDA approves pill with sensor that digitally tracks if patients have ingested their medication, 2017., <https://www.fda.gov/news-events/press-announcements/fda-approves-pill-sensor-digitally-tracks-if-patients-have-ingested-their-medication>, pristupljeno 13.04.2021.

FDA Permits Marketing of First Game-Based Digital Therapeutic to Improve Attention Function in Children with ADHD, 2020., <https://www.fda.gov/news-events/press-announcements/fda-permits-marketing-first-game-based-digital-therapeutic-improve-attention-function-children-adhd>, pristupljeno: 06.04.2021.

FDA Report K190792 510(k) SUMMARY Biobeat Technologies Ltd.'s BB-613 WP, 2019., https://www.accessdata.fda.gov/cdrh_docs/pdf19/K190792.pdf, pristupljeno: 09.04.2021.

Fleming TM, Cheek C, Merry SN, Thabrew H, Bridgman H, Stasiak K, Shepherd M, Perry Y, Hetrick S. Serious games for the treatment or prevention of depression: a systematic review. *Revista de Psicopatologia y Psicologia Clinica*, 2014, 19(3), 227.

Fleming TM., de Beurs D, Khazaal Y, Gaggioli A, Riva G., Botella C, Baños RM, Aschieri F, Bavin, LM, Kleiboer A, Merry S, Lau HM, i Riper H. Maximizing the Impact of e-Therapy and Serious Gaming: Time for a Paradigm Shift. *Frontiers in psychiatry*, 2016, 7, 65.

Funkcijska specifikacija- eCEZDLIH&eCIJEPIH, 2021., (c), <http://www.cezih.hr/cezdlh-cijepih.html>, pristupljeno: 21.04.2021.

Georgiou M. Developing a healthcare app in 2021: what do patients really want? 2021., <https://www.imaginnovation.net/blog/developing-a-mobile-health-app-what-patients-really-want/>, pristupljeno 20.03.2021.

Glasgow R, Nelson C, Kearney K, Reid R, Ritzwoller D, Strecher V, Couper M, Green B, Wildenhaus K. Reach, Engagement, and Retention in an Internet-Based Weight Loss Program in a Multi-Site Randomized Controlled Trial. *J Med Internet Res*, 2007, 9(2), 11

Glasgow RE, Askew S, Purcell P, Levine E, Warner ET, Stange KC, Colditz GA, Bennett GG. Use of RE-AIM to Address Health Inequities: Application in a low-income community health center based weight loss and hypertension self-management program. *Transl Behav Med*. 2013., 3(2), 200-210.

Glasgow RE, Phillips SM, Sanchez MA. Implementation science approaches for integrating eHealth research into practice and policy. *Int J Med Inform*, 2014, 83(7), 1-11.

Global Observatory for eHealth. 2021., <https://www.who.int/observatories/global-observatory-for-ehealth>, pristupljeno: 20.04. 2021.

Grindrod KA, Li M, Gates A. Evaluating user perceptions of mobile medication management applications with older adults: a usability study. *JMIR Mhealth Uhealth*, 2014, 2(1), 11.

GSMA *The Mobile Economy 2019*. 2019., <https://www.gsmainelligence.com/research/?file=b9a6e6202ee1d5f787cfebb95d3639c5&download>, pristupljeno: 09.02.2021.

Guiu Segura JM, Artificial Intelligence in Pharmacy Practice. *Pharma Focus Asia*, 2020, 40., 59-61., <https://issuu.com/verticaltalk/docs/pfa-issue40>, pristupljeno: 06.04.2021.

Gulshan, V., Peng, L., Coram, M., Stumpe, M. C., Wu, D., Narayanaswamy, A., Venugopalan, S., Widner, K., Madams, T., Cuadros, J., Kim, R., Raman, R., Nelson, P. C., Mega, J. L., i Webster, D. R., Development and Validation of a Deep Learning Algorithm for Detection of Diabetic Retinopathy in Retinal Fundus Photographs. *JAMA*, 2016, 316(22), 2402–2410.

Haghi M, Thurow K, Stoll R. Wearable Devices in Medical Internet of Things: Scientific Research and Commercially Available Devices. *Healthc Inform Res*, 2017, 23(1), 4-15.

Hanna J, Bteich M, Tawk Y, Ramadan AH & Dia B, Asadallah FA, Eid A, Kanj R, Costantine J, Eid A. Noninvasive, wearable, and tunable electromagnetic multisensing system for continuous glucose monitoring, mimicking vasculature anatomy. *Science Advances*. 2020, 6., eaba5320.

Hatch J, Becker T, and Fish JT. Difference between pharmacist- obtained and physician- obtained medication histories in the intensive care unit. *Hosp Pharm*, 2011, 46, 262–268.

Health Information Exchange, 2019., <https://www.healthit.gov/topic/health-it-and-health-information-exchange-basics/health-information-exchange>, pristupljeno: 02.04.2021.

Helander E, Kaipainen K, Korhonen I, Wansink B. Factors related to sustained use of a free mobile app for dietary self-monitoring with photography and peer feedback: retrospective cohort study. *J Med Internet Res*. 2014, 16(4), e109.

Hersh, WR Totten, AM., Eden K, Devine, B, Gorman P, Kassakian, SZ, Woods SS, Daeges M, Pappas M, McDonagh, MS. The Evidence Base for Health Information Exchange. *Health Information Exchange*, 2016, 14, 213–229.

Hu Y, Jiang X, Zhang L, Fan J, Wu W. Construction of near-infrared photonic crystal glucose-sensing materials for ratiometric sensing of glucose in tears. *Biosens Bioelectron.* 2013, 48, 94-99.

HZZO uvodi ePomagala, 2020., <https://www.hit-konferencija.hr/blog/hzzo-uvodi-epomagala>, pristupljeno: 09.04.2021.

Internet of Medical Things Revolutionizing Healthcare, 2017., <https://aabme.asme.org/posts/internet-of-medical-things-revolutionizing-healthcare> pristupljeno: 05.04.2021.

Introduction to communities of practice, 2015., <https://wenger-trayner.com/introduction-to-communities-of-practice>, pristupljeno: 28.02.2021.

Is IoMT the Magic Bullet to Reshape Coordinated and Proactive Care Delivery?, 2017., <https://ww2.frost.com/news/press-releases/iomt-magic-bullet-reshape-coordinated-and-proactive-care-delivery/>, pristupljeno: 05.04.2021.

Jariwala KS, Holmes ER, Banahan BF 3rd, McCaffrey DJ 3rd. Adoption of and experience with e-prescribing by primary care physicians. *Res Social Adm Pharm.* 2013, 9(1), 120-128.

Johnson CM, Marcy TR, Harrison DL, Young RE, Stevens EL, Shadid J. Medication reconciliation in a community pharmacy setting. *J Am Pharm Assoc*, 2010, 50(4), 523-526.

Jurišić Grubešić R. Farmaceutska informatika - Uvod u farmaceutsku informatiku i temeljni informatički pojmovi – predavanje 1., 2016 (a)

Jurišić Grubešić R. Farmaceutska informatika - Internet u farmacijskoj znanosti i struci, predavanje 4., 2016 (b)

Kalogjera I. Veliki interes za projekt „Pozovi za zdravlje“: U prva tri tjedna uslugu zatražilo više od 1000 građana. 2020., <https://nismosame.com/savjeti/veliki-interes-za-projekt-pozovi-za-zdravlje-u-prva-tri-tjedna-uslugu-zatrazilo-vise-od-1000-gradana/>, pristupljeno: 11.12.2020.

Kaushal R, Kern LM, Barrón Y, Quaresimo J, Abramson EL. Electronic prescribing improves medication safety in community-based office practices. *J Gen Intern Med.* 2010, 25(6), 530-536.

Kelly JT, Campbell KL, Gong E, Scuffham P. The Internet of Things: Impact and Implications for Health Care Delivery. *Journal of medical Internet research*, 2020, 22(11), e20135.

Kern J i Petrovečki M. Medicinska informatika, Zagreb, Medicinska naklada, 2009, str. 101-109.

Kern, J. 'Stanje informatizacije zdravstva u Hrvatskoj', *Bilten Hrvatskog društva za medicinsku informatiku (Online)*, 2020, 26(1), str. 1-10.

Khillar S. Difference Between eHealth and Digital Health, 2020., <http://www.differencebetween.net/technology/difference-between-ehealth-and-digital-health/>, pristupljeno: 21.01.2021.

Kruse CS, Argueta DA, Lopez L, Nair A. Patient and provider attitudes toward the use of patient portals for the management of chronic disease: A systematic review. *J Med Internet Res*, 2015, 17(2), e40.

Larson M., The Difference Between Telepharmacy and Internet Pharmacy. *TelePharm.*, 2019., <https://blog.telepharm.com/the-difference-between-telepharmacy-and-internet-pharmacy>, pristupljeno: 23.04.2021.

Lazard A, Mackert MS, Shalev H, Stephens KK, Mackert MS., Watkins I, Xie B. Design simplicity influences patient portal use: the role of aesthetic evaluations for technology acceptance. *J Am Med Inform Assn*, 2015, 23(1), 157-161.

Ledger D, McCaffrey D. Inside wearables: How the science of human behavior change offers the secret to long-term engagement. *Endeavour Partners LLC*, 2014, <http://endeavourpartners.net/assets/Wearables-and-the-Science-of-Human-Behavior-Change-EP4.pdf>, pristupljeno: 24.03.2021.

Lee CY, Chen GL, Zhang ZX, Chou YH, Hsu CC. Is Intensity Inhomogeneity Correction Useful for Classification of Breast Cancer in Sonograms Using Deep Neural Network?. *J Healthc Eng*, 2018, 8413403, 1-10.

Lenskjold A. How Gamification Is Changing mHealth Apps for the Better, 2020., <https://mindsea.com/gamifying-mhealth-apps/>, pristupljeno: 06.04.2021.

- Leung V, Tharmalingam S, Cooper J, Charlebois M. Canadian community pharmacists' use of digital health technologies in practice. *Can Pharm J (Ott)*. 2016, 149(1), 38-45.
- Li H, Li X, Ramanathan M, Zhang A. Identifying informative risk factors and predicting bone disease progression via deep belief networks. *Methods*, 2014, 69(3), 257-265.
- Li J, Theng YL, Foo S. Game-based digital interventions for depression therapy: a systematic review and meta-analysis. *Cyberpsychol Behav Soc Netw*, 2014, 17(8), 519–27.
- Lu N, Li T, Ren X, Miao H. A Deep Learning Scheme for Motor Imagery Classification based on Restricted Boltzmann Machines. *IEEE Trans Neural Syst Rehabil Eng*. 2017, 25(6), 566-576.
- Ljekarne su neprobojne barijere lažnim lijekovima, a ljekarnici treneri digitalnog zdravlja, 2016., <https://www.naturala.hr/odrzana-prva-pharmit-konferencija-digitalne-farmacije/>, pristupljeno: 28.01.2021.
- Margolis KL, Asche SE, Dehmer SP, Bergdall AR, Green BB, Sperl-Hillen JM, Nyboer RA, Pawloski PA, Maciosek MV, Trower NK, O'Connor PJ. Long-term Outcomes of the Effects of Home Blood Pressure Telemonitoring and Pharmacist Management on Blood Pressure Among Adults With Uncontrolled Hypertension: Follow-up of a Cluster Randomized Clinical Trial. *JAMA Netw Open*. 2018, 1(5), e181617.
- Mathews SM, Kambhamettu C, Barner KE. A novel application of deep learning for single-lead ECG classification. *Comput Biol Med*. 2018, 99, 53-62.
- McConnell M.V., Shcherbine A., Pavlovic A. Feasibility of obtaining measures of lifestyle from a smartphone app: the MyHeart counts cardiovascular health study. *JAMA Cardiol*. 2017, 2, 67–76.
- Moraes JL, Rocha MX, Vasconcelos GG, Vasconcelos Filho JE, de Albuquerque VHC, Alexandria AR. Advances in Photoplethysmography Signal Analysis for Biomedical Applications. *Sensors (Basel)*. 2018, 18(6), 1894.
- Mottl J. Mobile health tools cut readmissions for congestive heart failure patients. *Fierce Pharma*. 2015., <https://www.fiercehealthcare.com/mobile/mobile-health-tools-cut-readmissions-for-congestive-heart-patients>, pristupljeno: 13.04.2021.

Nachman D, Gepner Y, Goldstein N, Kabakov E, Ishay AB, Littman R, Azmon Y, Jaffe E, Eisenkraft A. Comparing blood pressure measurements between a photoplethysmography-based and a standard cuff-based manometry device. *Sci Rep.* 2020, 10(1), 16116.

Nacionalna strategija razvoja zdravstva 2012.-2020., 2012., <https://zdravlje.gov.hr/UserDocsImages/dokumenti/Programi,%20projekti%20i%20strategije/Skracena%20Nacionalna%20strategija%20razvoja%20zdravstva%20-%20HRV%20-%20za%20web.pdf>, pristupljeno: 15.04.2021.

Nacionalna strategija razvoja zdravstva 2012.-2020., 2012., <https://zdravlje.gov.hr/UserDocsImages/dokumenti/Programi,%20projekti%20i%20strategije/Skracena%20Nacionalna%20strategija%20razvoja%20zdravstva%20-%20HRV%20-%20za%20web.pdf>, pristupljeno: 20.04.2021.

Nadogradnja sustava eZdravstva – od rujna dostupan eKarton i eHZZO - portal za pacijente, 2016., <https://hzzo.hr/novosti/nadogradnja-sustava-ezdravstva-od-rujna-dostupan-ekarton-i-ehzzo-portal-za-pacijente>, (b) pristupljeno: 22.03.2021.

National Progress Report - Surescripts 2018., <https://surescripts.com/news-center/national-progress-report-2018>, pristupljeno: 10.04.2021.

Nelson SD, Poikonen J, Reese T, El Halta D, Weir C. The pharmacist and the EHR. *J Am Med Inform Assoc.* 2017, 24(1), 193-197.

Nørfeldt L, Bøtker J, Edinger M, Genina N, Rantanen J. Cryptopharmaceuticals: Increasing the Safety of Medication by a Blockchain of Pharmaceutical Products. *J Pharm Sci.* 2019, 108(9), 2838-2841.

NTT Data Services - NTT data study finds nearly two-thirds of consumers expect their healthcare digital experience to be more like retail. 2018., <https://www.businesswire.com/news/home/20180305005288/en/NTT-DATA-Study-Finds-Two-Thirds-Consumers-Expect>, pristupljeno: 29.01.2021.

Öhlund SE, Astrand B, Petersson G. Improving Interoperability in ePrescribing. *Interact J Med Res.* 2012, 1(2), 17.

Omboni S. Connected Health in Hypertension Management. *Front Cardiovasc Med.*, 2019, 6, 76.

Online pharmacy, 2021., https://en.wikipedia.org/wiki/Online_pharmacy, pristupljeno: 23.04.2021.

Orphanidou C. A review of big data applications of physiological signal data. *Biophys Rev.* 2019, 11(1), 83-87.

Ostojić, R., Bilas, V. i Franc, S. E-zdravstvo - unapređenje zdravstvenog sustava primjenom informacijske i komunikacijske tehnologije. *Društvena istraživanja*, 2012, 21(4), 843-862.

Park YR, Lee E, Na W, Park S, Lee Y, Lee JH. Is Blockchain Technology Suitable for Managing Personal Health Records? Mixed-Methods Study to Test Feasibility. *J Med Internet Res.* 2019., 21(2), e12533.

Patrao L, Deveza R, and Martins H. Pem-a new patient centred electronic prescription platform. *Proc Technol*, 2013, 9, 1313–1319.

Pereira J, Beir M, Teixeira J, and Machado RJ. Patient-centric e-prescription services—an integrated system architecture proposal. 2018 INTERNATIONAL CONFERENCE ON INTELLIGENT SYSTEMS (IS), Madeira, Portugal, 2018, 576–583.

Pérez-Jover V, Sala-González M, Guilabert M, Mira JJ. Mobile apps for increasing treatment adherence: systematic review. *J Med Internet Res*, 2019, 21(6), e12505.

Perro J. Mobile apps: what's a good retention rate? 2018., <https://info.localytics.com/blog/mobile-apps-whats-a-good-retention-rate>, pristupljeno: 24.03.2021.

Petranović D. Krenuo eKarton: Tko će moći vršljati po našim podacima?, 2016, <https://www.tportal.hr/vijesti/clanak/krenuo-ekarton-tko-ce-moci-vrsljati-po-nasim-podacima-20160901>, pristupljeno: 22.03.2021.

Pham T, Tran T, Phung D, Venkatesh S. Predicting healthcare trajectories from medical records: A deep learning approach. *J Biomed Inform*, 2017, 69, 218-229.

Phaneuf A. Latest trends in medical monitoring devices and wearable health technology. *Business Insider*. 2021., <https://www.businessinsider.com/wearable-technology-healthcare-medical-devices>, pristupljeno: 29.01.2021.

Plante TB, Urrea B, MacFarlane ZT, Blumenthal RS, Miller ER 3rd, Appel LJ, Martin SS. Validation of the Instant Blood Pressure Smartphone App. *JAMA Intern Med.* 2016, 176(5), 700-702.

Poh MZ, Swenson NC, Picard RW. A wearable sensor for unobtrusive, long-term assessment of electrodermal activity. *IEEE Trans Biomed Eng.* 2010, 57(5), 1243-1252.

Portal zdravlja, 2021, <https://portal.zdravlje.hr/>, pristupljeno: 05.04.2021.

Porterfield A, Engelbert K, Coustasse A. Electronic prescribing: improving the efficiency and accuracy of prescribing in the ambulatory care setting. *Perspectives in health information management*, 2014, 11(Spring), 1g

Poudel A, Nissen LM. Telepharmacy: a pharmacist's perspective on the clinical benefits and challenges. *Integr Pharm Res Pract.* 2016, 5, 75-82.

Pozovi za zdravlje - pozivni centar hrvatske ljekarničke komore, 2020., <https://www.hljk.hr/Vijesti/tabid/37/ctl/Details/mid/4861/ItemID/6416/>, pristupljeno: 12.11.2020.

Prescribers: See How PrescribeIT™ Works in an Electronic Medical Record System and Pharmacy Management System, 2018., <https://www.infoway-inforoute.ca/en/what-we-do/news-events/webinars/3585-prescribers-see-how-prescribeit-works-in-an-electronic-medical-record-system-and-pharmacy-management-system>, pristupljeno: 10.04.2021.

Prosperini L, Fanelli F, Petsas N, et al. Multiple sclerosis: changes in microarchitecture of white matter tracts after training with a video game balance board. *Radiology.* 2014., 273(2), 529-538. doi:10.1148/radiol.14140168

Protecting Patient Privacy – Surescripts, 2021., <https://surescripts.com/our-story/privacy>, pristupljeno: 10.04.2021.

Reade S, Spencer K, Sergeant JC, et al. Cloudy with a Chance of Pain: Engagement and Subsequent Attrition of Daily Data Entry in a Smartphone Pilot Study Tracking Weather, Disease Severity, and Physical Activity in Patients With Rheumatoid Arthritis. *JMIR Mhealth Uhealth.* 2017, 5(3), 37.

Research 2 Guidance - 325,000 mobile health apps available in 2017. 2017., <https://research2guidance.com/325000-mobile-health-apps-available-in-2017/>, pristupljeno: 20.09.2020.

Research 2 Guidance. *mHealth Developer Economic 2018. Connectivity in Digital Health.* 2018., <https://research2guidance.com/product/connectivity-in-digital-health/>, pristupljeno: 20.09.2020.

Ritzwoller DP, Sukhanova A, Gaglio B, Glasgow RE. Costing behavioral interventions: a practical guide to enhance translation. *Ann Behav Med.* 2009, 37(2), 218-227.

Rock Health. Digital Health Consumer Adoption Report 2019., 2019.

<https://rockhealth.docsend.com/view/i6j4ieu>, pristupljeno: 29.01.2021.

Rodriguez-Gonzalez CG, Herranz-Alonso A, Escudero-Vilaplana V, Ais-Larisgoitia MA, Iglesias-Peinado I, Sanjurjo-Saez M. Robotic dispensing improves patient safety, inventory management, and staff satisfaction in an outpatient hospital pharmacy. *J Eval Clin Pract.* 2019., (1):28-35. doi: 10.1111/jep.13014, PMID: 30136339.

Roeder F. Infographic: Check If You Can Buy Medicines In Your Country Online. *Consumer Choice Center*, 2020., <https://consumerchoicecenter.org/infographic-check-if-you-can-buy-medicines-in-your-country-online/>, pristupljeno: 24.04.2021.

Schneider PJ. Evaluating the impact of telepharmacy. *American Journal of Health-System Pharmacy*, 2013, 70 (23), 2130–2135.

Sellberg N, i Eltes J. The Swedish patient portal and its relation to the national reference architecture and the overall ehealth infrastructure. In: Aanestad M, Grisot M, Hanseth O, and Vassilakopoulou P, eds. *Information Infrastructures within European Health Care. Health Informatics*, Springer, Cham, 2017, 14, 225–244.

Sethi P i Sarangi S. Internet of Things: Architectures, Protocols, and Applications. *Journal of Electrical and Computer Engineering.* 2017, 9324035, 1-25.

Shaping Europe's digital future – eHealth <https://digital-strategy.ec.europa.eu/en/policies/ehealth>, pristupljeno: 20.04.2021.

Shiyko M, Hallinan S, Seif El-Nasr M, Subramanian S, Castaneda-Sceppa C. Effects of Playing a Serious Computer Game on Body Mass Index and Nutrition Knowledge in Women. *JMIR Serious Games.* 2016, 4(1), 8.

Singh K, Drouin K, Newmark LP, Rozenblum R, Lee J, Landman A, Pabo E, Klinger EV, & Bates, DW. Developing a Framework for Evaluating the Patient Engagement, Quality, and Safety of Mobile Health Applications. *Issue brief (Commonwealth Fund)*, 2016, 5, 1–11.

Skinner JS. The costly paradox of health-care technology. *MIT Technol. Rev.*, 2013., www.technologyreview.com/news/518876/the-costly-paradox-of-health-care-technology, pristupljeno: 04.03.2021.

Smith MT, McCrae CS, Cheung J, Martin JL, Harrod CG, Heald JL, Carden KA. Use of Actigraphy for the Evaluation of Sleep Disorders and Circadian Rhythm Sleep-Wake Disorders: An American Academy of Sleep Medicine Clinical Practice Guideline. *J Clin Sleep Med.* 2018, 14(7), 1231-1237.

Steger A. How the Internet of Medical Things Is Impacting Healthcare, 2020., <https://healthtechmagazine.net/article/2020/01/how-internet-medical-things-impacting-healthcare-perfcon>, pristupljeno: 12.04.2021.

Steinhubl SR, Muse ED, Topol EJ. The emerging field of mobile health. *Sci Transl Med.* 2015, 7(283), 283rv3.

Stern C. Goldman Sachs says a digital healthcare revolution is coming - and it could save America \$300 billion, 2015., <https://www.businessinsider.com/goldman-digital-healthcare-is-coming-2015-6>, pristupljeno: 12.04.2021.

Stewart AL, Lynch KJ. Identifying discrepancies in electronic medical records through pharmacist medication reconciliation. *J Am Pharm Assoc.* 2012, 52(1), 59–66.

Stranz M. Opportunities and trends in digital health. 2020., 3(2) <https://www.pharmacytimes.com/view/opportunities-and-trends-in-digital-health>, pristupljeno: 28.01.2021.

Struna – defincija recept, 2011., <http://struna.ihjj.hr/naziv/recept/14412>, pristupljeno: 05.04.2021.

Suk HI, Lee SW, Shen D; Alzheimer's Disease Neuroimaging Initiative. Hierarchical feature representation and multimodal fusion with deep learning for AD/MCI diagnosis. *Neuroimage*, 2014, 101, 569-582.

Tam VC, Knowles SR, Cornish PL, Fine N, Marchesano R, Etchells EE. Frequency, type and clinical importance of medication history errors at admission to hospital: a systematic review. *CMAJ*, 2005, 173(5), 510-5.

Tariq RA, Vashisht R, Sinha A, Scherbak Y. Medication Dispensing Errors And Prevention. *Treasure Island (FL): StatPearls Publishing*, 2020, dostupno na:

<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK519065/>, pristupljeno: 13.04.2021.

The Future Of Pharmacies In 3 Scenarios, 2020., <https://medicalfuturist.com/the-bright-future-of-pharmacies>, pristupljeno: 10.04.2021.

Timonen J, Kangas S, Kauppinen H, and Ahonen R. Electronic prescription anomalies: a study of frequencies, clarification and effects in Finnish community pharmacies. *J Pharm Health Serv, Res*, 2018, 9, 183–189

Types of Healthcare Information Systems, 2020., <https://www.adracare.com/blog/types-of-healthcare-information-systems>, pristupljeno: 12.04.2021.

Ustinova KI, Perkins J, Leonard WA, Hausbeck CJ. Virtual reality game-based therapy for treatment of postural and co-ordination abnormalities secondary to TBI: a pilot study. *Brain Inj.* 2014., 28(4). 486-495., doi:10.3109/02699052.2014.888593

van der Kleij RMJJ, Kasteleyn MJ, Meijer E, Bonten TN, Houwink EJF, Teichert M, van Luenen S, Vedanthan R, Evers A, Car J, Pinnock H, Chavannes NH. SERIES: eHealth in primary care. Part 1: Concepts, conditions and challenges. *Eur J Gen Pract.* 2019, 25(4), 179-189.

Vatanka P, Crespi Lofton j. Re-envisioning the Pharmacist's Role in the Era of Digital Health—CPhA's Inaugural Digital Health Conference. *Journal of Contemporary Pharmacy Practice*, 2020, 67 (2), 23–32.

Vira T, Colquhoun M, Etchells E. Reconcilable differences: correcting medication errors at hospital admission and discharge. *Qual Saf Health Care*, 2006,15(2), 122-6.

Walczak, S., The Role of Artificial Intelligence in Clinical Decision Support Systems and a Classification Framework. *International Journal of Computers in Clinical Practice*, 2018, 3, 31-47.

Wallask S, DelVecchio A. Health IT (health information technology)., 2018., <https://searchhealthit.techtarget.com/definition/Health-IT-information-technology>, pristupljeno: 14.04.2021.

West JH, Belvedere LM, Andreasen R, Frandsen C, Hall PC, Crookston BT. Controlling Your “App”etite: How Diet and Nutrition-Related Mobile Apps Lead to Behavior Change. *JMIR Mhealth Uhealth*, 2017, 5(7), 95.

WHA58.28 eHealth, 2005., http://apps.who.int/iris/bitstream/handle/10665/20378/WHA58_28-en.pdf?sequence=1, pristupljeno: 20.04.2021.

What is Clinical Decision Support (CDS)?, 2018., <https://www.healthit.gov/topic/safety/clinical-decision-support>, pristupljeno: 13.04.2021.

WHO. mHealth New horizons for health through mobile technologies, 2011., https://www.who.int/goe/publications/goe_mhealth_web.pdf, pristupljeno: 12.04.2021.

Yadav, S, Ekbal, A, Saha, S, Pathak, PS, i Bhattacharyya, P, Patient Data De-Identification: A Conditional Random-Field-Based Supervised Approach. *In Management Association, I. (Ed.), Natural Language Processing: Concepts, Methodologies, Tools, and Applications, IGI Global*, 2020, 48, 991-1010.

Zakharov S, Tomas N, Pelclova D. Medication errors--an enduring problem for children and elderly patients. *Ups J Med Sci*. 2012, 117(3), 309-317.

6. SAŽETAK/SUMMARY

Primjena informacijskih i komunikacijskih tehnologija promijenila je način pružanja zdravstvene skrbi. Ljekarništvo i ljekarnici moraju ići ukorak s digitalnom transformacijom ljekarničke skrbi. Tehnologije digitalnog zdravlja donijet će ljekarnicima nove, proširene zadaće i odgovornosti te ulogu „trenera digitalnog zdravlja“. Time će ljekarnik, kao zdravstveni profesionalac, postati jedinstveni tehnološki stručnjak koji razumije, primjenjuje i preporučava različite *eHealth* tehnologije i platforme, kao što su telefarmacija, mZdravlje, nosivi uređaji, Internet medicinskih stvari, elektronički zdravstveni zapisi te ostale tehnologije i intervencije koje omogućavaju provođenje kvalitetnije ljekarničke skrbi. Kako i sami pacijenti implementiraju u svoj životni stil razne digitalne tehnologije u službi vlastitog zdravlja, ljekarnik će svojim poznavanjem tehnologija digitalnog zdravlja znatno olakšati i pomoći pacijentu u tumačenju brojnih zdravstvenih podataka skupljenih pomoću novih tehnologija te mu pružiti adekvatnu ljekarničku skrb.

The use of information and communication technologies has changed the way healthcare is provided. Pharmacy and pharmacists must keep pace with the digital transformation of pharmaceutical care. Digital health technologies will bring pharmacists new, expanded tasks and responsibilities and the role of "digital health coach". In this way, the pharmacist, as a health professional, will become a unique technology expert who understands, applies, and recommends various eHealth technologies and platforms, such as telepharmacy, mHealth, wearable devices, the Internet of Things, electronic health records and other technologies and interventions in the field of pharmaceutical care. As patients themselves implement various digital technologies for self-care and self-medication, the pharmacist will significantly facilitate and help the patient in interpreting numerous health data collected using new technologies and provide him with adequate pharmaceutical care.

7. TEMELJNA DOKUMENTACIJSKA KARTICA/BASIC DOCUMENTATION CARD

Temeljna dokumentacijska kartica

Sveučilište u Zagrebu
Farmaceutsko-biokemijski fakultet
Studij: Farmacija
Centar za primijenjenu farmaciju,
Farmaceutska informatika
Domagojeva 2, 10000 Zagreb, Hrvatska

Diplomski rad

***e*HEALTH TEHNOLOGIJA U LJEKARNIŠTVU: PREDNOSTI, IZAZOVI I IMPLEMENTACIJA**

Karlo Žili

SAŽETAK

Primjena informacijskih i komunikacijskih tehnologija promijenila je način pružanja zdravstvene skrbi. Ljekarništvo i ljekarnici moraju ići ukorak s digitalnom transformacijom ljekarničke skrbi. Tehnologije digitalnog zdravlja donijet će ljekarnicima nove, proširene zadaće i odgovornosti te ulogu „trenera digitalnog zdravlja“. Time će ljekarnik, kao zdravstveni profesionalac, postati jedinstveni tehnološki stručnjak koji razumije, primjenjuje i preporučava različite *eHealth* tehnologije i platforme, kao što su telefarmacija, mZdravlje, nosivi uređaji, Internet medicinskih stvari, elektronički zdravstveni zapisi te ostale tehnologije i intervencije koje omogućavaju provođenje kvalitetnije ljekarničke skrbi. Kako i sami pacijenti implementiraju u svoj životni stil razne digitalne tehnologije u službi vlastitog zdravlja, ljekarnik će svojim poznavanjem tehnologija digitalnog zdravlja znatno olakšati i pomoći pacijentu u tumačenju brojnih zdravstvenih podataka skupljenih pomoću novih tehnologija te mu pružiti adekvatnu ljekarničku skrb.

Rad je pohranjen u Središnjoj knjižnici Sveučilišta u Zagrebu Farmaceutsko-biokemijskog fakulteta.

Rad sadrži: 123 stranice, 11 grafičkih prikaza, 1 tablicu i 177 literaturnih navoda. Izvornik je na hrvatskom jeziku.

Ključne riječi: *eHealth*, *Digital Health*, eZdravlje, eZdravstvo, digitalno zdravlje, mZdravlje, telefarmacija, eReceipt, eKarton, Internet stvari, umjetna inteligencija, ljekarnička skrb

Mentor: **Dr. sc. Renata Jurišić Grubešić**, redovita profesorica Sveučilišta u Zagrebu Farmaceutsko-biokemijskog fakulteta.

Ocjenjivači: **Dr. sc. Renata Jurišić Grubešić**, redovita profesorica Sveučilišta u Zagrebu Farmaceutsko-biokemijskog fakulteta.
Dr. sc. Živka Juričić, redovita profesorica Sveučilišta u Zagrebu Farmaceutsko-biokemijskog fakulteta.
Dr. sc. Željka Vanić, redovita profesorica Sveučilišta u Zagrebu Farmaceutsko-biokemijskog fakulteta.

Rad prihvaćen: svibanj 2021.

Basic documentation card

University of Zagreb
Faculty of Pharmacy and Biochemistry
Study: Pharmacy
Centre for Applied Pharmacy, Pharmacy informatics
Domagojeva 2, 10000 Zagreb, Croatia

Diploma thesis

eHEALTH TECHNOLOGY IN PHARMACY: BENEFITS, CHALLENGES, AND IMPLEMENTATION

Karlo Žili

SUMMARY

The use of information and communication technologies has changed the way healthcare is provided. Pharmacy and pharmacists must keep pace with the digital transformation of pharmaceutical care. Digital health technologies will bring pharmacists new, expanded tasks and responsibilities and the role of "digital health coach". In this way, the pharmacist, as a health professional, will become a unique technology expert who understands, applies, and recommends various eHealth technologies and platforms, such as telepharmacy, mHealth, wearable devices, the Internet of Things, electronic health records and other technologies and interventions in the field of pharmaceutical care. As patients themselves implement various digital technologies for self-care and self-medication, the pharmacist will significantly facilitate and help the patient in interpreting numerous health data collected using new technologies and provide him with adequate pharmaceutical care.

The thesis is deposited in the Central Library of the University of Zagreb Faculty of Pharmacy and Biochemistry.

Thesis includes: 123 pages, 11 figures, 1 table and 177 references. Original is in Croatian language.

Keywords: eHealth, Digital Health, mHealth, telepharmacy, ePrescription, electronic health records, Internet of Things, artificial intelligence, pharmaceutical care

Mentor: **Renata Jurišić Grubešić, Ph.D.** Full Professor, University of Zagreb Faculty of Pharmacy and Biochemistry

Reviewers: **Renata Jurišić Grubešić, Ph.D.** Full Professor, University of Zagreb Faculty of Pharmacy and Biochemistry
Živka Juričić, Ph.D. Full Professor, University of Zagreb Faculty of Pharmacy and Biochemistry
Željka Vanić, Ph.D. Full Professor, University of Zagreb Faculty of Pharmacy and Biochemistry

The thesis was accepted: May 2021