



UNIVERZITET U NIŠU
ELEKTRONSKI FAKULTET



Aleksandar M. Milenković

**UNAPREĐENJE KONCEPTA
MEDICINSKIH INFORMACIONIH
SISTEMA U CILJU SMANJENJA EFEKATA
I POSLEDICA EPIDEMIJA I PANDEMIJA**

DOKTORSKA DISERTACIJA

Niš, 2021.



UNIVERSITY OF NIŠ
FACULTY OF ELECTRONIC ENGINEERING



Aleksandar M. Milenković

**IMPROVING THE CONCEPT OF MEDICAL
INFORMATION SYSTEMS IN ORDER TO
REDUCE THE EFFECTS AND
CONSEQUENCES OF EPIDEMICS AND
PANDEMICS**

DOCTORAL DISSERTATION

Niš, 2021.

Podaci o doktorskoj disertaciji

Mentor:	Prof. dr Dragan Janković, redovni profesor, Univerzitet u Nišu, Elektronski fakultet
Naslov:	Unapređenje koncepta medicinskih informacionih sistema u cilju smanjenja efekata i posledica epidemija i pandemija
Rezime:	<p>Pojava i brza ekspanzija velikih epidemija i pandemija pored uticaja na svakodnevni život ljudi kroz promenu zdravstvene, ekonomske, društvene i političke rutine, značajan uticaj ostvaruje i na postojeće IT proizvode, sa značajnim akcentom na velike informacione sisteme koji se svakodnevno eksploatišu.</p> <p>Glavni problem koji se prirodno nameće je efikasno smanjenje rapidnog širenja epidemije. Smanjenje prenosa bolesti najefikasnije se sprovodi socijalnim distanciranjem ljudi i smanjivanjem njihovih kontakata.</p> <p>Osim angažovanja zdravstvenih resursa u borbi protiv epidemije, javlja se i potreba za intenzivnom upotrebom IT rešenja koja mogu pomoći u usporenju širenje epidemija, omogućiti stalni monitoring područja pogođenog epidemijom, omogućiti brzo i rano dijagnostikovanje bolesti, smanjiti kontakte između zaraženih i nezaraženih osoba, predviđati trendove širenja epidemija kako bi se ciljano i proaktivno delovalo itd.</p> <p>Predloženi unapređeni koncept medicinskih informacionih sistema u cilju smanjenja efekata i posledica epidemija i pandemija omogućuje bolji odgovor medicinskog informacionog sistema na izazove koje će nositi buduće epidemije i pandemije, a ne samo za pandemiju COVID-19, koja je uzeta za studiju slučaja. Koncepti predloženi u ovoj doktorskoj disertaciji su primenljivi na svim postojećim medicinskim informacionim sistemima kako u Republici Srbiji tako i u regionu.</p> <p>Osnovni cilj naučnog istraživanja je unapređenje koncepta medicinskih informacionih sistema u cilju smanjenja efekata i posledica epidemija i pandemija.</p>

Najvažniji ciljevi ove doktorske disertacije su: unapređeni koncept medicinskog informacionog sistema, unapređen nivo kolaboracije medicinskih informacionih sistema sa ostalim informacionim sistemima van nivoa primarne zdravstvene zaštite, povećan nivo socijalnog distanciranja realizacijom novih servisa medicinskog informacionog sistema, predlog modela mašinskog učenja za brzo i rano dijagnostifikovanje COVID-19 bolesti na osnovu radioloških snimaka pluća, pravovremeno i tačno izveštavanje kako bi se obezbedili uslovi za brzo i adekvatno reagovanje i planiranje upotrebe ljudskih i materijalnih resursa, potvrda predloženih koncepata praktičnom realizacijom pojedinih predloženih servisa i funkcionalnosti ugrađenih u realan medicinski informacioni sistem MEDIS.NET koji se svakodnevno koristi.

Naučna
oblast:

Elektrotehničko i računarsko inženjerstvo - Računarstvo i informatika

Naučna
disciplina:

Medicinska informatika

Ključne reči:

medicinski informacioni sistem, pandemija, socijalni kontakti, korona virus, COVID-19, servisi e-zdravstva, duboko učenje, duboke neuronske mreže, kontrolna tabla, personalizovani automati za izdavanje lekova

UDK:

(004.8.032.26+614.4):61

CERIF
klasifikacija:

T120, Sistemski inženjering, računarska tehnologija

Tip licence
Kreativne
zajednice:

CC BY-NC-ND

Data on Doctoral Dissertation

Doctoral Supervisor: PhD Dragan Janković, full professor, University of Niš, Faculty of Electronic Engineering

Title: Improving the Concept of Medical Information Systems in Order to Reduce the Effects and Consequences of Epidemics and Pandemics

Abstract: The emergence and fast expansion of huge epidemics and pandemics besides the effect on everyday life of people through the change of health, economic, social and political routine, greatly influence the existing IT products, with a significant emphasis on large information systems which are exploited daily.

The main issue which naturally arises is the effective decrease of the rapid spread of epidemics. The reduction of disease transmission is most effectively achieved by socially distancing people and reducing their contacts.

In addition to engaging health resources in combating the epidemic, there is also a need for the intensive use of IT solutions that can help slowdown the spread of epidemics, enable continuous monitoring of the affected area, enable rapid and early diagnosis of diseases, reduce contacts between infected and uninfected people, predict trends of the spread of epidemics in order to act in a targeted and proactive manner, etc.

This doctoral dissertation presents an improved concept of medical information systems which is aimed at the reduction of effects and consequences of epidemics and pandemics. It enables a better response of the medical information system to the challenges which will be posed by future epidemics and pandemics, not just the COVID-19 pandemic, which was taken as a case study. The concepts proposed in this doctoral dissertation are applicable to all existing medical information systems both in the Republic of Serbia and in the region.

The main objective of the scientific research is to improve the concept of medical information systems in order to reduce the effects and consequences of epidemics and pandemics.

The most important objectives of this doctoral dissertation are: the improved concept of medical information system, improved level of collaboration of medical information systems with other information systems outside of the primary health care level, increased level of social distance by implementing new medical information system services, proposed machine learning model for the fast and early diagnosis of COVID -19 disease based on radiological images of lungs, timely and accurate reporting in order to provide conditions for the rapid and adequate response and planning of human and material resources allocation, confirmation of proposed concepts by the practical implementation of certain proposed services and functionalities built into the real medical information system MEDIS.NET which is used daily.

Scientific
Field:

Electrical and Computer Engineering - Computer Science

Scientific
Discipline:

Medical Informatics

Key Words:

medical information system, pandemic, social contacts, coronavirus, COVID-19, e-Health services, deep learning, deep neural network, live dashboard, personalized medicine vending machines

UDC:

(004.8.032.26+614.4):61

CERIF
Classification:

T120, Systems engineering, computer technology

Creative
Commons
License Type:

CC BY-NC-ND

ZAHVALNICA

Doktorska disertacija “Unapređenje koncepta medicinskih informacionih sistema u cilju smanjenja efekata i posledica epidemija i pandemija” urađena je na Elektronskom fakultetu u Nišu na Katedri za računarstvo u Laboratoriji za medicinsku informatiku pod mentorstvom redovnog profesora dr Dragana Jankovića. Ova doktorska disertacija predstavlja krunu mog dugogodišnjeg profesionalnog, naučnog i ličnog razvoja. Brillijantnom profesoru, mom mentoru, velikom čoveku, profesoru Draganu dugujem neizmernu zahvalnost na nesebičnoj pomoći, dobrim sugestijama, savetima, zalaganju, posvećenosti, strpljenju i trudu tokom mog naučnog i profesionalnog rada i usavršavanja, naročito tokom izrade same doktorske disertacije i radujem se daljoj i budućoj našoj saradnji.

Zahvaljujem se i ostalim članovima komisije profesoru dr Ivanu Milentijeviću, docentu dr Petru Rajkoviću, docentu dr Marini Milošević i redovnom profesoru dr Draganu Stojanovu na saradnji, stručnoj pomoći i savetima tokom procesa izrade disertacije.

Zahvaljujem se svim kolegama sa Katedre za Računarstvo na Elektronskom fakultetu u Nišu, specijalno svim članovima Laboratorije za medicinsku informatiku na Elektronskom fakultetu u Nišu koji su indirektno i direktno uticali na realizaciju ove doktorske disertacije i ispunjenju mojih velikih snova.

Neizmernu zahvalnost dugujem mojoj porodici na ukazanoj velikoj podršci ka ostvarenju mojih sjajnih ciljeva i velikih snova.

Zahvaljujem se Slavici Cvetković na velikoj podršci, izdvojenom vremenu i pomoći tokom perioda pisanja ove doktorske disertacije.

Svoj uspeh dugujem i svim svojim prijateljima van fakulteta.

Svim izuzetnim i velikim ljudima koji su stalno bili sa mnom na ovom velikom, dugom ali ujedno interesantnom, zanimljivom i dinamičnom putovanju prepunom lepih i zanimljivih trenutaka isprepletanim malim padovima i velikim uspesima.

*Sanjaj velike snove, ne odustaj, hodaj hrabro napred uvek uzdignute glave
i pazi šta želiš, možda ti se to i ostvari!*

A. Murenvalut

SADRŽAJ

1. UVOD	1
1.1. CILJEVI NAUČNOG ISTRAŽIVANJA DOKTORSKE DISERTACIJE	4
1.2. DOPRINOS NAUČNOG ISTRAŽIVANJA U DOKTORSKOJ DISERTACIJI	5
1.3. PRIMENJENE NAUČNE METODE	6
1.4. PREGLED DOKTORSKE DISERTACIJE	7
2. EPIDEMIJE I PANDEMIJE	9
2.1. OSAM FAZA PANDEMIJE	10
2.2. SUZBIJANJE I PREVENCIJA EPIDEMIJA I PANDEMIJA	11
2.3. NAJVEĆE SVETSKE EPIDEMIJE I PANDEMIJE	16
2.3.1. <i>Justinijanova kuga</i>	16
2.3.2. <i>Crna smrt</i>	17
2.3.3. <i>Španska groznica</i>	17
2.3.4. <i>Velike boginje (Variola vera)</i>	17
2.3.5. <i>Malarija</i>	18
2.3.6. <i>Tuberkuloza</i>	18
2.3.7. <i>Korona virusi</i>	19
2.3.8. <i>SARS</i>	20
2.3.9. <i>MERS</i>	20
2.3.10. <i>Pandemija COVID-19</i>	21
3. MEDICINSKI INFORMACIONI SISTEMI	26
3.1. RAZVOJ MEDICINSKIH INFORMACIONIH SISTEMA U REPUBLICI SRBIJI	30
3.2. NEDOSTACI MEDICINSKIH INFORMACIONIH SISTEMA U REPUBLICI SRBIJI I AKTIVNOSTI ZA UNAPREĐENJE	33
3.3. MEDICINSKI INFORMACIONI SISTEM – MEDIS.NET	35
3.4. IT REŠENJA U BORBI PROTIV PANDEMIJA I EPIDEMIJA ZARAZNIH BOLESTI	40
3.4.1. <i>Praćenje kontakata</i>	40
3.4.2. <i>Digitalne potvrde o vakcinaciji</i>	43
3.4.3. <i>Mogućnosti upotrebe otvorenih podataka</i>	46
3.4.4. <i>Praćenje podataka o širenju zaraznih bolesti</i>	47
3.4.5. <i>Portali, servisi i upotreba veštačke inteligencije za praćenje zaraznih bolesti</i> ...	49
3.5. PRAVNA REGULATIVA O ZDRAVSTVENOJ DOKUMENTACIJI I EVIDENCIJAMA U MEDICINSKIM INFORMACIONIM SISTEMIMA U REPUBLICI SRBIJI	54
3.5.1. <i>Integrirani zdravstveni informacioni sistem Republike Srbije</i>	59
3.5.2. <i>Elektronski medicinski dosije</i>	60
3.5.3. <i>Zaštita medicinskih podataka</i>	62
4. UNAPREĐENJE KONCEPTA MEDICINSKIH INFORMACIONIH SISTEMA	63
4.1. PROŠIRENJE I ADAPTACIJA POSTOJEĆIH MEDICINSKIH INFORMACIONIH SISTEMA U CILJU SMANJENJA SOCIJALNIH KONTAKATA	64
4.1.1. <i>Novi moduli koji su dodatno razvijeni</i>	67
4.1.2. <i>Postojeći adaptirani moduli u medicinskom informacionom sistemu</i>	71
4.1.3. <i>Alat za dinamičko kreiranje upitnika</i>	73
4.1.3.1.1. <i>Šema baze podataka</i>	76
4.1.3.1.2. <i>Dijagram komponenti</i>	77
4.1.4. <i>Alati za kreiranje COVID-19 izveštaja i izveštavanje</i>	79

4.1.4.1.	Kolaboracija sa servisima Kabineta premijera Vlade Republike Srbije	79
4.1.4.1.1	Dijagram slučajeva korišćenja.....	83
4.1.4.1.2	Komponentni dijagram.....	84
4.1.4.1.3	Šema baze podataka	85
4.1.4.2.	Kolaboracija sa servisom Instituta za javno zdravlje Srbije.....	86
4.1.4.2.1	Autentifikacija	88
4.1.4.2.2	Šema baze podataka	88
4.1.4.2.3	Opis <i>json</i> formata koji se koristi za autogenerisanje Windows formi.....	90
4.1.4.2.4	Komponentni dijagram.....	97
4.1.5.	<i>Integracija sa državnim radiološkim informacionim sistemom</i>	100
4.1.5.1.	Razmena medicinskih podataka tokom kolaboracije	101
4.1.5.1.1	Fakturisanje radioloških usluga – mogući problemi	104
4.1.5.2.	Šema baze podataka	105
4.1.5.3.	Komunikacija između MEDIS.NET-a i Republičkog RIS-a	107
4.1.5.3.1	Preuzimanje radioloških izveštaja na zahtev lekara (“ <i>on demand</i> ”)	112
4.1.5.3.2	Preuzimanje radioloških izveštaja pomoću web servisa (<i>web hook</i> implementacija).....	113
4.1.6.	<i>Web rešenje za dinamičko izveštavanje, analizu podataka i donošenje odluka.</i>	114
4.1.6.1.	Live Dashboard	123
4.1.7.	<i>Predlog za kolaboraciju medicinskog informacionog sistema sa informacionim sistemima organa i organizacija van sistema zdravstva</i>	127
4.1.7.1.	Kolaboracija sa informacionim sistemom naplate putarina	127
4.1.7.2.	Kolaboracija sa informacionim sistemom Ministarstva unutrašnjih poslova	128
4.1.7.3.	Kolaboracija sa servisima e-Uprave i lokalne samouprave.....	129
4.1.7.4.	Kolaboracija sa geografskim informacionim sistemima	131
4.1.7.5.	Kolaboracija sa informacionim sistemom Ministarstva prosvete	132
4.1.7.6.	Platforma za kolaboraciju pacijenata, lekara i medicinskog informacionog sistema	132
4.1.8.	<i>Benefiti upotrebe medicinskog informacionog sistema tokom pandemije COVID-19</i>	133
4.1.9.	<i>Smanjenje kontakata i povećanje socijalnog distanciranja</i>	137
4.1.10.	<i>Sličnosti modula MEDIS.NET-a sa drugim rešenjima</i>	140
4.1.11.	<i>Moguća unapređenja i ograničenja</i>	142
4.1.12.	<i>Predlog arhitekture unapređenog medicinskog informacionog sistema</i>	143
5.	UPOTREBA DUBOKOG UČENJA U BORBI PROTIV PANDEMIJE COVID-19	147
5.1.	MOTIVACIJA ZA KREIRANJE MODELA DUBOKIH NEURONSKIH MREŽA	148
5.2.	UPOTREBA DUBOKIH NEURONSKIH MREŽE U BORBI SA PANDEMIJOM COVID-19....	150
5.3.	MATERIJALI I METODE.....	151
5.3.1.	<i>K-slojna unakrsna validacija</i>	153
5.3.2.	<i>Model za klasifikaciju rendgenskih snimaka grudnog koša</i>	153
5.3.3.	<i>Model za optimizaciju vremenskih slotova za zakazivanje pregleda</i>	156
5.3.4.	<i>Merenje performansi kreiranih modela</i>	161
5.4.	OSTVARENI REZULTATI	163
5.4.1.	<i>Performanse modela za klasifikaciju rendgenskih snimaka grudnog koša</i>	163
5.4.2.	<i>Performanse modela za optimizaciju slotova za zakazivanje pregleda</i>	166
6.	PREDLOG PERSONALIZOVANOG AUTOMAT ZA IZDAVANJE LEKOVA	173

6.1.	UPOTREBA AUTOMATA ZA PRODAJU (AL).....	174
6.2.	KONCEPT PERSONALIZOVANOG AUTOMATA ZA IZDAVANJE LEKOVA (PAL).....	176
6.2.1.	<i>Najbolji scenario upotrebe PAL-a</i>	180
6.2.2.	<i>Alternativni scenariji upotrebe PAL-a</i>	182
6.2.3.	<i>Konstrukcija PAL-a</i>	183
6.2.4.	<i>Mogućnosti upotrebe PAL-a u Republici Srbiji</i>	185
6.2.5.	<i>Pozitivni efekti upotrebe PAL-a</i>	187
7.	ZAKLJUČAK	188
8.	PRAVCI DALJEG RAZVOJA	191
	LITERATURA	194
	INDEKS	206
	SPISAK SLIKA	210
	SPISAK TABELA	216
	BIOGRAFIJA AUTORA	217
	PRILOG A	218
	PRILOG B	219
	PRILOG C	221

1. UVOD

Primena informacionih sistema (IS) [1] se proširila na gotovo sve oblasti ljudskog delovanja i omogućila efikasniji rad. Jedna od najznačajnijih oblasti primene informacionih sistema je i medicina tj. zdravstvo. Rezultat ove primene je veliki broj informacionih sistema koji se razlikuju po oblasti primene i obimu. Tako je nastao veći broj kategorija informacionih sistema u oblasti zdravstva [2]: medicinski informacioni sistemi (MIS), bolnički informacioni sistemi (BIS), radiološki informacioni sistemi (RIS), laboratorijski informacioni sistemi (LIS), itd. U najvećem broju slučajeva postojeći IS-i pokrivaju jedan domen i imaju vrlo malo interakcija sa ostalim IS-ima u zdravstvu a gotovo nikakve sa ostalim IS-ima koji pokrivaju ostale segmente jednog društva što značajno utiče na njihovu praktičnu upotrebljivost. Međutim, kako se razvija primena IS-a u raznim oblastima sve više se identifikuju situacije kada se postojeće stanje karakteriše kao nezadovoljavajuće i kada je potrebno promeniti postojeće medicinske informacione sisteme i pre svega njihove koncepte i postavke i omogućiti njihovu interakciju i kolaboraciju ne samo na nivou zdravstvenih ustanova, odnosno sistema zdravstva, već i šire sa ostalim sistemima. Stoga se nameće realna potreba za izmenom konceptata i postavki MIS-a. Ta potreba je u pojedinim situacijama manje ili više izražena tj. jače ili slabije prepoznata. Što su takve situacije dramatičnije po funkcionisanje jednog društva to imaju veći efekat na izmenu trenutnih stanja i stvari i organizacije istih. Jedna od takvih situacija koja ima dramatične efekte je i pojava epidemija a još više u slučaju pandemija kao što je ova trenutna, pandemija COVID-19 [3].

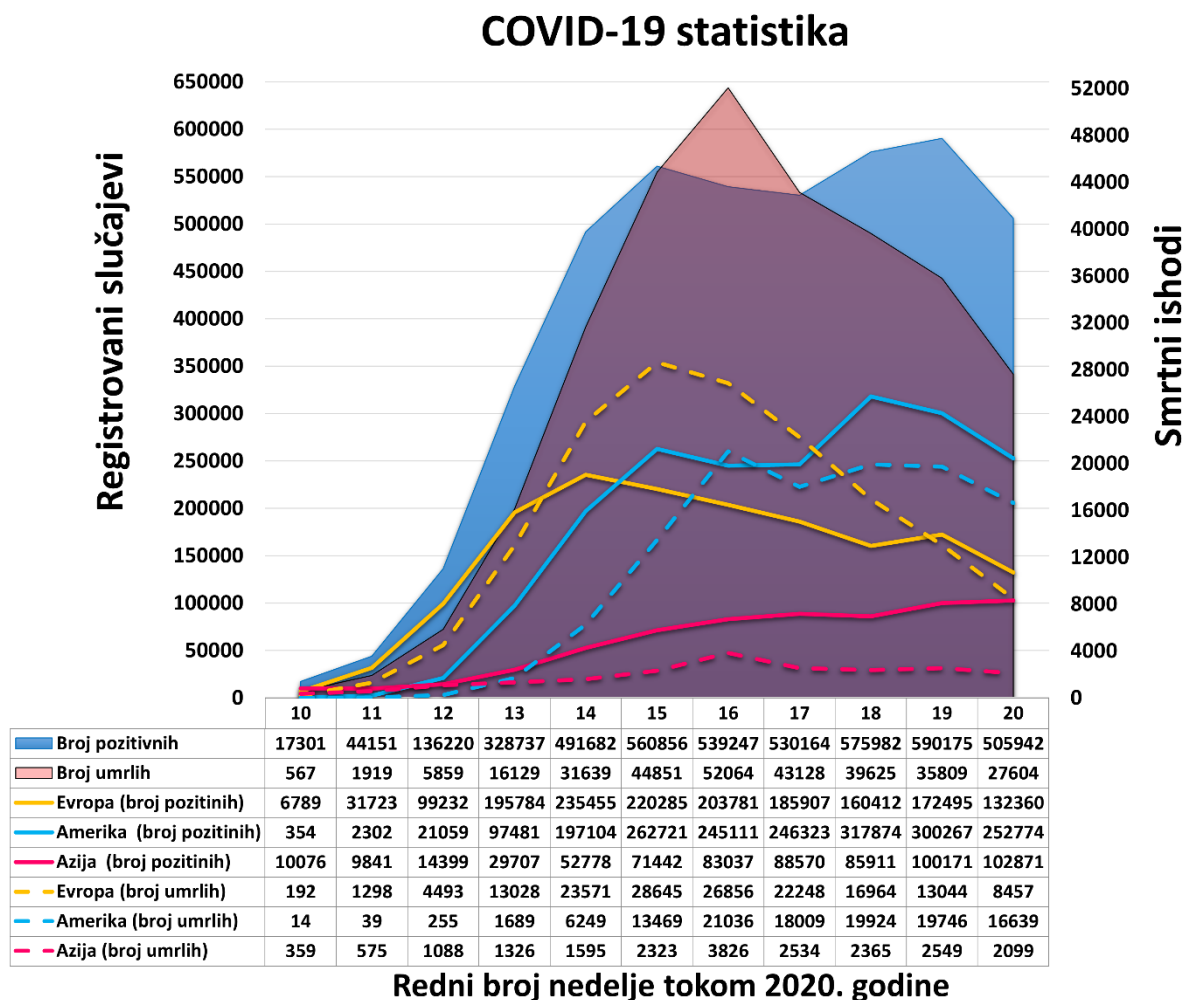
Pojava i brza ekspanzija velikih epidemija/pandemija pored uticaja na svakodnevni život ljudi kroz promenu zdravstvene, ekonomske, društvene i političke rutine, značajan uticaj ostvaruje i na postojeće IT proizvode, sa značajnim akcentom na velike informacione sisteme koji se svakodnevno eksploatišu.

Glavni problem koji se prirodno nameće je efikasno smanjenje rapidnog širenja epidemije tj. smanjenje broja osoba koje bi mogle biti izložene infekciji i samom zaražavanju. Smanjenje prenosa bolesti najefikasnije se sprovodi međusobnim socijalnim distanciranjem ljudi i smanjivanjem njihovih kontakata. Pojedine epidemije imaju karakteristiku rapidnog

širenja patogena koji je izaziva sa velikom incidencom hospitalizovanih i teško obolelih pacijenata. Pojava enormnog broja pacijenata, u malom vremenskom periodu, obolelih od bolesti koja prouzrokuje epidemiju može postati veliki problem za ceo zdravstveni sistem jedne države, naročito sa akcentom na sekundarni i tercijarni nivo zdravstvene zaštite. Čak i zemlje sa najboljim i najskupljim zdravstvenim sistemima mogu lako da dožive zdravstveni kolaps tokom epidemija što se i pokazalo tokom pandemije COVID-19 [4]. Primarno zdravstvo u takvim situacijama mora da preduzme značajne korake u ranom dijagnostifikovanju obolelih pacijenata i smanjenju kontakata kako ne bi došlo do kolapsa sekundarnog i tercijarnog nivoa.

Osim angažovanja zdravstvenih resursa u borbi protiv epidemije, javlja se i potreba za intenzivnom upotrebom IT rešenja. IT rešenja mogu dati doprinos na više načina: pomoći u usporenju širenje epidemija, omogućiti stalni monitoring područja pogođenog epidemijom, omogućiti brzo i rano dijagnostifikovanje bolesti, smanjiti kontakte između zaraženih i nezaraženih osoba, predviđati trendove širenja epidemija kako bi se ciljano i proaktivno delovalo itd.

Novi korona virus pojavio se krajem 2019. godine i nazvan je SARS-CoV-2. Otkriven je u Kini krajem 2019. godine u gradu Vuhanu u pokrajini Hubei [3]. Bolest uzrokovana virusom SARS-CoV-2 nazvana je COVID-19. Na osnovu statističkih podataka najugroženija populacija su ljudi starosti preko 65 godina muškog pola, ljudi sa komorbiditetima (hipertenzija, astma, dijabetes, gojaznost, onkološki pacijenti) i ljudi sa oslabljenim imunim sistemom. Jedne od najugroženijih zemalja sveta su ujedno i najrazvijenije zemlje sveta sa kvalitetnim i sofisticiranim zdravstvenim sistemom i ujedno to su i najgušće naseljene zemlje sa velikim gradovima gde je broj socijalnih kontakata ogroman [5]: Italija [6], SAD [7], Španija [8], UK [9]. Zbog karaktera bolesti COVID-19 Svetska zdravstvena organizacija (SZO) je 11. marta 2020. godine označila epidemiju virusa SARS-CoV-2 pandemijom [10], [11]. Prvi slučaj obolelog od ovog virusa u Republici Srbiji zabeležen je 6. marta 2020. godine [12]. Nakon toga u Republici Srbiji, kao i u ostalim zemljama, zabeležen je eksponencijalni rast obolelih pacijenata od bolesti COVID-19 (SLIKA 1), a samim tim i eksponencijalno angažovanje i opterećenje zdravstvenih resursa.



SLIKA 1. Eksponencijalni porast broja obolelih pacijenata od bolesti COVID-19

Sve napred navedeno je prepoznato kao realna situacija koja neminovno dovodi i do promena u organizaciji informacionih sistema koji se koriste u zdravstvenim ustanovama. Kako bi se unapredili postojeći medicinski informacioni sistemi u cilju adekvatnog, pametnog i brzog reagovanja tokom pojave i trajanja epidemija u ovom slučaju pandemije COVID-19, u ovoj doktorskoj disertaciji predloženo je više unapređenja koncepta medicinskih informacionih sistema i to u više domena.

Unapređenje koncepta medicinskih informacionih sistema moguće je pre svega posmatrati kroz razvoj novih zdravstvenih servisa, integraciju odnosno kolaboraciju sa već postojećim informacionim sistemima i servisima na različitim nivoima vlasti i zdravstva Republike Srbije, upotrebu veštačke inteligencije primenom dubokog učenja na rešavanju konkretnih problema u zdravstvenim ustanovama, razvoj novih i adaptiranje postojećih alata [13].

Predloženi unapređeni koncept MIS-a, koji je prikazan u ovoj doktorskoj disertaciji, omogućuje bolji odgovor MIS-a na izazove koje će nositi buduće epidemije/pandemije, a ne samo za trenutnu pandemiju COVID-19. Koncepti predloženi u ovoj doktorskoj disertaciji moći će da se primene na svim postojećim medicinskim informacionim sistemima kako u Republici Srbiji tako i u regionu kao i u bilo kojoj drugoj zemlji sa organizacijom zdravstvenog sistema koja liči na organizaciju u Republici Srbiji. Predloženi koncept prati i veći broj projektovanih i implementiranih servisa i funkcionalnosti ugrađenih u realan medicinski informacioni sistem MEDIS.NET koji se duže od 10 godina svakodnevno koristi u većem broju zdravstvenih ustanova u našoj zemlji, kao potvrda predloženog koncepta.

MEDIS.NET je medicinski informacioni sistem razvijen na Elektronskom fakultetu u Nišu u Laboratoriji za medicinsku informatiku [14]. Licenciran je od strane Ministarstva zdravlja Republike Srbije za upotrebu u primarnom zdravstvu na celoj teritoriji Republike Srbije. Njegova intenzivna upotreba je počela 2010. godine i do sada se koristi u 19 domova zdravlja i 6 drugih ustanova primarnog nivoa zdravstvene zaštite.

1.1. Ciljevi naučnog istraživanja doktorske disertacije

Osnovni cilj naučnog istraživanja je unapređenje koncepta medicinskih informacionih sistema u cilju smanjenja efekata i posledica epidemija i pandemija. Ostvarenje ovog osnovnog cilja ogleda se kroz ostvarenje većeg broja zasebnih ciljeva.

Najvažniji ciljevi predložene doktorske disertaciju su:

- Unapređeni koncept medicinskog informacionog sistema;
- Unapređen nivo kolaboracije medicinskih informacionih sistema sa ostalim informacionim sistemima van nivoa primarne zdravstvene zaštite;
- Povećan nivo socijalnog distanciranja realizacijom novih servisa MIS-a;
- Predlog modela mašinskog učenja za brzo i rano dijagnostifikovanje COVID-19 bolesti na osnovu radioloških snimaka pluća;
- Pravovremeno i tačno izveštavanje kako bi se obezbedili uslovi za brzo i adekvatno reagovanje i planiranje upotrebe ljudskih i materijalnih resursa;

- Potvrda predloženih koncepata praktičnom realizacijom pojedinih predloženih servisa i funkcionalnosti ugrađenih u realan medicinski informacijski sistem MEDIS.NET koji se svakodnevno koristi.

1.2. Doprinos naučnog istraživanja u doktorskoj disertaciji

Naučno istraživanje prikazano u ovoj doktorskoj disertaciji dovelo je do sledećih rezultata:

1. Urađeni su analiza i pregled postojećih zdravstvenih informacijskih sistema, alata i servisa koji se koriste u zdravstvenim ustanovama kao pomoć prilikom pojave epidemija/pandemija;
2. Unapređen je koncept medicinskog informacijskog sistema;
3. Sprovedena je analiza slučaja upotrebe i dat je predlog načina integracije predloženog unapređenog koncepta u sistem zdravstvene zaštite Republike Srbije;
4. Dat je predlog kolaboracije medicinskog informacijskog sistema sa informacijskim sistemima organa i organizacija van sistema zdravstva;
5. Razvijeni su novi e-Health servisi i urađena je integracija sa već postojećim zdravstvenim servisima na nivou Republike Srbije (servisi orijentisani prema pacijentima, servisi orijentisani prema drugim zdravstvenim sistemima, servisi orijentisani prema Vladinim sistemima i sistemima Ministarstva Republike Srbije);
6. Predložen je model i implementacija modela mašinskog učenja radi podrške lekarima pri dijagnostifikovanju oboljenja (klasifikovanje radioloških nalaza pluća), kao i optimizacija upotrebe medicinskih resursa (slotova za zakazivanje pregleda);
7. Razvijen je *Live Dashboard*-a za praćenje zdravstvenih resursa u realnom vremenu;

8. Razvijeni su novi alati za generisanje upitnika i alati za automatsko generisanje formi sa odgovarajućom pozadinskom logikom sa *Create, Read, Update, Delete* (CRUD) operacijama i povezivanje sa web servisima;
9. Implementacija predloženog unapređenog koncepta u realnom okruženju u okviru medicinskog informacionog sistema MEDIS.NET i njegova upotreba kako u specijalizovanim COVID-19 ambulancama tako i u ostalim organizacionim jedinicama zdravstvene ustanove primarnog nivoa zdravstvene zaštite.

1.3. Primenjene naučne metode

Za ostvarivanja predloženih ciljeva naučnog istraživanja u doktorskoj disertaciji korišćeno je više naučnih metoda.

Metod prikupljanja podataka korišćen je za ekstrahovanje, obradu i analizu matematičkim metodama realnih podataka prikupljenih iz heterogenih izvora podataka za proces treniranja i validiranja kreiranih modela mašinskog učenja.

Nad implementiranim algoritmima, modelima mašinskog učenja i realizovanim servisima sprovedeni su eksperimenti za potvrdu pouzdanosti, efikasnosti i kvaliteta rešenja u realnim uslovima.

Primenom komparativne metode upoređivani su rezultati ostvareni treniranjem i validiranjem razvijenih različitih modela mašinskog učenja. Za evaluaciju algoritama korišćene su statističke metode.

Metoda modelovanja korišćena je za modelovanje dodatnih servisa i softverskih modula. Tokom razvoja pojedinih modula za proveru funkcionalnosti u laboratorijskim uslovima, pre njihove implementacije u realnom okruženju, korišćen je metod simulacije koji podrazumeva i razvoj posebnih softverskih alata za potrebe simuliranja realnog okruženja i testiranja realizovanih servisa i modula.

1.4. Pregled doktorske disertacije

Doktorska disertacija je organizovana u šest poglavlja. U uvodnom poglavlju prikazani su motivacija, predmet i ciljevi istraživanja, doprinos naučnog istraživanja kao i primenjene naučne metode korišćenje tokom izrade doktorske disertacije.

U drugom poglavlju dat je kratak osvrt na epidemije i pandemije, njihovo suzbijanje i prevenciju. Dat je kratak prikaz pandemija koje su značajno pogodile čovečanstvo i ostvarile značajan uticaj na dalji tok razvoja čovečanstva.

U trećem poglavlju *Medicinski informacioni sistemi* dat je pogled na informacione sisteme u zdravstvu sa osvrtom na informatizaciju zdravstva i trenutnog stanja u Republici Srbiji. Prikazana su rešenja koja se koriste u borbi i praćenju epidemija i pandemija. Na kraju ovog poglavlja prikazana je i zakonska regulativa u Republici Srbiji koja obezbeđuje nesmetano uvođenje informacionih tehnologija u zdravstvo i njihovo povezivanje sa informacionim sistemima na drugim nivoima vlasti.

U četvrtom poglavlju *Unapređenje koncepta medicinskih informacionih sistema* prikazane su modifikacije medicinskog informacionog sistema koje poboljšavaju upotrebljivost takvog sistema tokom epidemija i pandemija u cilju suzbijanja zaraznih bolesti, povećanja stepena socijalnog distanciranja i izveštavanja u realnom vremenu. Prikazani su razvijeni novi moduli i alati, adaptirani postojeći moduli i prikazana je uspostavljena kolaboracija medicinskog informacionog sistema sa eksternim javno dostupnim sistemima i servisima.

U petom poglavlju *Upotreba dubokog učenja u borbi protiv pandemije COVID-19*, prikazane su tehnike dubokog učenja koje omogućavaju efikasno automatizovano dijagnostifikovanje bolesti pomoću radioloških snimaka. Prikazan je i razvijen model dubokih neuronskih mreža, koji omogućuje optimizovano zakazivanje pregleda pacijentima za vreme trajanja pandemije COVID-19. Korišćenjem konvolucione mreže (pretreniranog modela VGG19) razvijen je i istreniran model dubokih konvolucionih mreža koji brzo klasifikuje pacijente na osnovu rendgenskog snimka grudnog koša (pluća) u dve kategorije: pacijenti zaraženi virusom SARS-CoV-2, pacijenti bez dijagnostifikovane bolesti COVID-19. Automatska klasifikacija pacijenata može pomoći lekarima u postavljanju dijagnoze za bolest COVID-19. Takođe, prikazan je i razvijen model dubokih neuronskih mreža koji se bazira na višeslojnoj neuronskoj mreži, koja klasifikuje pacijenta sa zakazanim terminom u dve klase:

pacijent dolazi u svoj zakazani termin na pregled, pacijent ne dolazi u svoj zakazani termin na pregled. Ovo je izuzetno korisno za vreme trajanja pandemije i epidemije zbog ograničenog kretanja pacijenata koje i dovodi do toga da pacijenti propuštaju svoje zakazane termine za preglede. Problem je još izraženiji ukoliko uzmemo u obzir i značajno smanjen broj mogućih termina za zakazivanje različitih vrsta pregleda tokom trajanja pandemije ili epidemije usled smanjenja zdravstvenih resursa, pre svega ljudskih, usled vanrednog angažovanja u radu sa zaraženima.

Predlog i koncept personalizovanog automata za izdavanje lekova prikazan je u šestom poglavlju ove doktorske disertacije. Istaknute su sve prednosti tog rešenja ali i moguća ograničenja njegove upotrebe. Predloženo rešenje je u potpunosti prilagođeno trenutnom stanju razvijenosti informacionih tehnologija u zdravstvu i zakonskim regulativima u Republici Srbiji i moglo bi značajno da utiče na smanjenje zaražavanja.

Nakon šestog poglavlja slede *Zaključak* i *Pravci daljeg razvoja*.

Nakon poglavlja *Pravci daljeg razvoja* dat je spisak korišćene literature, indeks pojmova, spisak slika, spisak tabela, kratka biografija autora doktorske disertacije i dodaci.

2. EPIDEMIJE I PANDEMIJE

Zarazna bolest je bolest izazvana specifičnim uzročnim agensom, koja nastaje kao posledica prenosa agensa ili njegovih toksičnih produkata sa zaražene osobe ili drugog rezervoara na osetljivog domaćina, bilo direktno sa osobe na osobu ili indirektno preko zagađene hrane, vode, predmeta opšte upotrebe, prelaznog domaćina, vektora ili nežive sredine, te razmenom tečnosti koja je kontaminirana uzročnikom zaraze [15].

Kontakt je osoba koja je bila izložena slučaju zarazne bolesti, životinji ili zagađenoj životnoj sredini na takav način da je postojala mogućnost zaražavanja [15].

Izvor infekcije je osoba, životinja, stvar ili supstanca sa koje se uzročnik prenosi na osetljivu osobu [15].

Epidemija (od grčke reči επιδημία - među narodom rasprostranjeno) zarazne bolesti je oboljevanje od zarazne bolesti neuobičajeno po broju slučajeva, vremenu, mestu i zahvaćenoj populaciji ili neuobičajeno povećanje broja obolelih sa komplikacijama ili smrtnim ishodom, kao i pojava dva ili više međusobno povezanih slučajeva zarazne bolesti koja se nikada ili više godina nije pojavljivala na jednom području ili pojava većeg broja oboljenja čiji je uzročnik nepoznat, a prati ih i febrilno stanje. Po pravilu radi se uvek o zaraznim bolestima. Pojam epidemija nastala je od grčkih reči *epi* - preko i *demos* - narod. Epidemija od većeg epidemiološkog značaja označava pojavu teških kliničkih oblika zaraznih bolesti i/ili smrti od zarazne bolesti, pri čemu postoji opasnost od nastanka težih ekonomskih i društvenih posledica, preko graničnog prenošenja bolesti, kao i ponovna pojava slučajeva odstranjene ili iskorenjene zarazne bolesti [15]. Grana medicina koja se bavi proučavanjem epidemija naziva se epidemiologija.

Pandemija (od grčkih reči παν - svi i δῆμος - narod) zarazne bolesti je oboljevanje od zarazne bolesti koja prelazi državne granice i širi se na veći deo sveta ili svet u celini, ugrožavajući ljude u svim zahvaćenim područjima [15]. Svetska zdravstvena organizacija (SZO) smatra epidemiju pandemijom samo ukoliko su ispunjeni sledeći uslovi [16]:

1. U nekoj populaciji se pojavilo do tada nepoznato oboljenje;
2. Uzročnik oboljenja inficira ljude i izaziva teške posledice;
3. Uzročnik bolesti se širi brzo na većem području i zadržava se, egzistira u ljudskoj populaciji.

2.1. Osam faza pandemije

Svetska zdravstvena organizacija prati pandemiju kroz 8 faza [17], [18]:

Faza 1: Virus cirkuliše samo kod životinja gde se inicijalno i pojavio. Tokom ove faze virus nije prisutan kod ljudi.

Faza 2: Virus sa životinja je izazvao infekciju kod ljudi. Postoji osnovni nivo pojave pandemije jer je virus mutirao i prenosi se i na ljude. Ljudi su sada podložni oboljevanju od virusa.

Faza 3: Virus nastavlja da se širi. Oboljevaju grupe ljudi u jednoj zajednici. Postoji mogućnost za širenje virusa van te zajednice ukoliko se nastave socijalni kontakti sa drugim nezaraženim ljudima. Bolest izazvana virusom se može smatrati epidemijom u toj zajednici, ali to još nije pandemija.

Faza 4: Virus se širi još više, van teritorije jedne zajednice. Prenošenje virusa u druge zajednice i povećan broj obolelih u tim zajednicama. Veći broj zajednica prijavljuje epidemiju. Postoji mogućnost nastanka pandemije. Razvoj epidemije u pandemiju još uvek nije izvestan.

Faza 5: Virus je prisutan u najmanje dve zemlje sveta u jednom SZO regionu. SZO ima mrežu od 120 nacionalnih centara u 90 različitih zemalja sveta. U ovoj fazi većina zemalja nije pogođena virusom. Smatra se da je pandemija neizbežna. U ovoj fazi sve države (vlade, ministarstva zdravlja, zdravstveni sistemi) moraju biti spremni da implementiraju svoje planove za ublažavanje i suzbijanje širenja pandemije.

Faza 6: U toku je globalna pandemija. Bolest je rasprostranjena. Svi relevantni faktori na različitim nivoima vlasti aktivno rade na suzbijanju širenja bolesti. Pruža se pomoć stanovništvu. Koriste se različite mere za preventivno reagovanja i za suzbijanje zaraze.

Faza 7 - Post peak period: Faza pandemije u kojoj broj zaraženih u zemljama naglo pada ispod nivoa vrhunca zaraženih osoba tokom pandemije. Nakon dostizanja svog maksimuma infektivnosti i broja obolelih, stepen zaražavanja će se smanjiti i pandemija se polako stabilizuje i nestaje.

Faza 8 - Post pandemija: To je period nakon ublažavanja pandemije i stavljanja pandemije pod kontrolom. Prevencija drugog talasa bolesti je ključna u ovoj

fazi pandemije. Broj zaraženih je isti kao tokom regularne kalendarske godine bez prisutnosti pandemije (sezonski nivo oboljevanja).

Vremenski okvir ovih faza varira u velikoj meri i zavisi od patogena koji izaziva pandemiju, virulentnosti virusa, veličine pogođene teritorije pandemijom, itd. Trajanje pandemije može biti u rasponu od nekoliko meseca do nekoliko godina.

2.2. Suzbijanje i prevencija epidemija i pandemija

Sprečavanje pojave zarazne bolesti predstavlja skup mera koje se stalno sprovode u cilju prevencije pojave infekcije ili zarazne bolesti. Zaštita stanovništva od zaraznih bolesti sprovodi se obavljanjem epidemiološkog nadzora i planiranjem, organizovanjem i primenom propisanih mera, kontrolom sprovođenja tih mera i obezbeđenjem materijalnih i drugih sredstava za njihovo sprovođenje. Sprečavanje pojave i širenja zarazne bolesti može se ostvariti [19]: ličnom zaštitom od infekcije, implementacijom sistema ranog uzbunjivanja, imunizacijom, hemioprofilaksom (davanje lekova zdravim osobama u cilju sprečavanja nastanka zarazne bolesti), eliminacijom određene zarazne bolesti, iskorenjivanjem zarazne bolesti, izolacijom (kućna izolacija, opšti karantin, karantin u kućnim uslovima), dezinfekcijom, dezinsekcijom, deratizacijom, proglašavanjem vanredne situacije, podizanjem svesti ljudi preventivnim zdravstvenim obrazovanjem i prisutnošću zdravstvenih radnika na terenu tokom kontinuiranih edukacija, itd.

Tokom epidemija, pogotovo onih koje imaju karakter pandemije, pored tradicionalnih metoda i aktivnosti, identifikovane su sledeće ključne aktivnosti [20], koje su ažurirane strategijom suzbijanja širenja pandemije COVID-19 [21], čije strogo sprovođenje utiče na smanjenje broja zaraženih osoba, suzbijanje širenja epidemije i pandemije [13]:

1. Smanjenje kretanja i socijalno distanciranja (smanjenje broja mogućih kontakata) [22], [23];
2. Smanjenje potrebe da zdrave osobe dolaze u sredine gde je velika verovatnoća prisustva patogenog virusa (npr. smanjenje dolaska zdravih osoba u zdravstvene ustanove) [22];

3. Smanjenje kontakata i ograničavanje kretanja ugroženih grupa (starije osobe, hronični bolesnici, deca);
4. Podsticanje i promocija upotrebe maski za lice na javnim mestima [24];
5. Dobra ventilacija, redovno praćenje temperature i higijena ruku [25];
6. Što ranija identifikacija zaraženih pacijenata;
7. Hitno pronalaženje osoba koje su bile u kontaktu sa potvrđeno zaraženim osobama;
8. Izolacija osoba na koje se sumnja da su zaražene virusom (kod osoba bolest još nije dijagnostifikovana) [26];
9. Praćenje osoba tokom kućne izolacije (kućna samoizolacija se sprovodi zbog ograničenih resursa za stacionarno lečenje pacijenata);
10. Praćenje da li osobe u kućnoj izolaciji poštuju pravila samoizolacije (praćenje sprovode nadležni državni organi);
11. Učiniti dostupnim što veći broj digitalnih (državnih, administrativnih, zdravstvenih) onlajn servisa kako bi se smanjila potreba izlaska ljudi i izlaganja infektivnoj sredini [27];
12. Što ranija identifikacija potencijalno zaraženih pacijenata, koji su došli u kontakt sa zaraženim zdravstvenim radnikom;
13. Automatizovana pomoć lekarima pri dijagnostifikovanju bolesti;
14. Ušteda zdravstvenih resursa;
15. Predviđanja i prognoza razvoja i širenja bolesti;
16. Edukacija stanovništva i zdravstvenih radnika;
17. Konstantno tačno obaveštavanje i izveštavanje;
18. Automatsko pravovremeno prikupljanje relevantnih podataka.

Glavni problem koji se prirodno nameće je efikasno smanjenje rapidnog širenja epidemije tj. smanjenje broja osoba koje bi mogle biti izložene infekciji, kroz predložene ključne aktivnosti. Smanjenje prenosa bolesti najefikasnije se sprovodi sprovođenjem socijalnog distanciranja kroz efikasno smanjenje fizičkih kontakata ljudi na minimum [23]. Pored toga, potrebno je sprovesti edukativne kampanje koje bi povećale razumevanje epidemija i sprovele strategiju ublažavanja njenih posledica u cilju podizanja svesti o bolesti i njenim

posledicama. Pojedine epidemije imaju karakteristiku rapidnog širenja patogena koji je izaziva sa velikom incidencom hospitalizovanih i teško obolelih pacijenata. Pojava enormnog broja pacijenata, u malom vremenskom periodu, obolelih od bolesti koja prouzrokuje epidemiju, može postati veliki problem za ceo zdravstveni sistem jedne države naročito sa akcentom na sekundarni i tercijarni nivo zdravstvene zaštite.

Vreme za primanje vakcine	Vakcina								
	Vakcina protiv tuberkuloze	Vakcina protiv hepatitisa B u prvom ili u 12. godini života	Vakcina protiv difterije, tetanusa i velikog kašlja	Vakcina protiv dečije paralize	Vakcina protiv oboljenja izazvanih hemofilusom influence tip B	Vakcina protiv oboljenja izazvanih streptokokom pneumonije	Vakcina protiv malih boginja, zaušaka i rubele	Vakcina protiv difterije, tetanusa i velikog kašlja	Vakcina protiv difterije, tetanusa i velikog kašlja za odrasle
Na rođenju	BCG	Hep B 1. doza							
Sa navršenih mesec dana života		Hep B 2. doza							
Sa navršenih 2 meseca života			DTaP 1. doza	IPV 1. doza	HiB 1. doza	PCV 1. doza			
Sa navršenih 3.5 meseca života			DTaP 2. doza	IPV 2. doza	HiB 2. doza	PCV 2. doza			
U 6. mesecu života			DTaP 3. doza	IPV 3. doza	HiB 3. doza	PCV 3. doza			
Sa navršenih 6 meseci života		Hep B 3. doza							
Sa navršenih 12 meseci života						PCV Revakcina	MMR 1. doza		
Sa navršenih 18 meseci života			DTaP 1. revakcina	IPV 1. revakcina	HiB 1. revakcina				
U 7. godini života (pred polazak u školu)				bOPV (IPV) 2. revakcina			MMR Revakcina	TdaP (DT) 2. revakcina	
U 12. godini života (u 6. razredu)		Hep B (1, 2 i 3. doza) kod nevakcinisanih							
U 14. godini života				bOPV (IPV) 3. revakcina					TdaP (Td) 3. revakcina

BCG - vakcina protiv tuberkuloze

HB - vakcina protiv akutnog virusnog hepatitisa B

DTP - vakcina protiv difterije, tetanusa i velikog kašlja

OPV - vakcina protiv dečije paralize

TT - vakcina protiv tetanusa

MMR - vakcina protiv malih boginja, zaušaka i crvenke-rubeole

HiB - vakcina protiv oboljenja izazvanih hemofilusom influence tipa B

DT - vakcina protiv difterije i tetanusa

dT - vakcina protiv difterije i tetanusa

SLIKA 2. Kalendar obavezne aktivne imunizacije lica određenog uzrasta

Primarno zdravstvo u takvim situacijama mora da preduzme značajne korake u ranom dijagnostifikovanju obolelih pacijenata i smanjenju kontakata (smanjenje kontakata: pacijenata sa pacijentima u zdravstvenoj ustanovi, pacijenata za zdravstvenim osobljem, zdravstvenog osoblja sa drugim zdravstvenim osobljem iste zdravstvene ustanove) sa ciljem da se spreči kolaps sekundarnog i tercijarnog nivoa zdravstvene zaštite gde se očekuju teži (neretko hospitalizujući) slučajevi tokom epidemija i pandemija. Pored angažovanja zdravstvenih resursa (ljudskih, tehničkih, prostornih) u borbi protiv epidemije javlja se potreba za intenzivnom upotrebom IT rešenja (softverska i hardverska rešenja).

Zakonom Republike Srbije utvrđena je obavezna imunizacija [28] protiv zaraznih bolesti prema kalendaru imunizacije (SLIKA 2) u cilju prevencije i očuvanja zdravlja populacije.

Listu zaraznih bolesti čije je sprečavanje i suzbijanje u interesu države određuje svaka država posebno. U tabeli (TABELA 1) prikazane su zarazne bolesti u Republici Srbiji nad kojima se sprovodi epidemiološki nadzor i protiv kojih se primenjuju mere sprečavanja i suzbijanja zaraznih bolesti. Pojedine zarazne bolesti se moraju suzbijati na osnovu međunarodnih ugovora i prihvaćenih obaveza, bez obzira na odluku same države. U tom slučaju preduzimaju se mere predviđene međunarodnim sanitarnim konvencijama i drugim aktima.

TABELA 1. Zarazne bolesti po kategorijama nad kojima se sprovodi epidemiološki nadzor i protiv kojih se primenjuju mere sprečavanja i suzbijanja zaraznih bolesti [15]

Kategorija zarazne bolesti	Zarazna bolest
Bolesti koje se mogu sprečiti imunizacijom	Difterija (Diphtheria)
	Infekcije uzrokovane hemofilusom influence grupe B (<i>Haemophilus influenzae B cut causa morborum</i>)
	Influenca/Grip uključujući influencu A(H1N1) (<i>Influenzae/Influenzae A (H1N1)</i>)
	Morbili/Male boginje (<i>Morbilli</i>)
	Parotitis/Zauške (<i>Parotitis</i>)
	Pertusis/Veliki kašalj (<i>Pertussis</i>)
	Poliomijelitis/Dečja paraliza (<i>Poliomyelitis anterior acuta</i>)
	Rubela/Crvenka (<i>Rubella</i>)
	Variola vera/Velike boginje (<i>Variola vera</i>)
Tetanus (<i>Tetanus</i>)	
Polno prenosive bolesti	Infekcije hlamidijom (<i>Infectio chlamydiasis</i>)
	Gonokokne infekcije (<i>Infectio gonococcica</i>)
	Infekcija uzrokovana virusom humane imunodeficijencije (HIV-om)
	Sifilis (<i>Syphillis</i>)
Virusni hepatitis	Hepatitis A
	Hepatitis B
	Hepatitis C

Bolesti koje se prenose hranom i vodom i bolesti uzrokovane okruženjem (životnom sredinom)	Antraks (Anthrax) Botulizam (Botulismus) Kampilobakterioza (Campylobacteriosis) Kriptosporidioza (Cryptosporidiosis) Lambliaza (Đardioza) (Labliasis) Infekcija uzrokovana enterohemoragijskom E. Koli (Infectio intestinalis per E. Coli enterohaemorrhagicam) Leptospiroza (Leptospirosis) Listerioza (Listeriosis) Salmoneloza (Salmonellosis) Šigeloza (Shigellosis) Toksoplazmoza (Toxoplasmosis) Trihineloza (Trichinelosis) Jersinioza (Yersinosis)
--	--

Ostale bolesti	Bolesti koje se prenose nekonvencionalnim uzročnicima: - Zarazne spongiformne encefalopatije, varijanta Krojcfeldt-Jakobsove bolesti Bolesti koje se prenose vazduhom: - Legioneloza (Legionellosis) - Meningokokna bolest (invazivna bolest) (Morbus Meningococcica) - Pneumokokne infekcije (invazivna bolest) (Infectio Pneumococcal) - Tuberkuloza (Tuberculosis) - Težak akutni respiratorni sindrom (SARS) (SARS) - COVID-19, bolest koju izaziva virus SARS-CoV-2 Zoonoze - osim onih navedenih u Bolesti koje se prenose hranom i vodom i bolesti uzrokovane okruženjem (životnom sredinom): - Bruceloza (Brucellosis) - Ehinokokoza (Echinococcosis) - Besnilo (Rabies) - Q groznica (Q-febris) - Tularemija (Tularaemia) - Avijarna influenza kod ljudi (Avian influenzae) - Infekcija uzrokovana virusom Zapadnog Nila (Febris West Nile) - Hemoragijska groznica sa bubrežnim sindromom (Febris haemorrhagica cum syndroma renali) Ozbiljne uvezene bolesti: - Kolera (Cholera) - Malarija (Malaria) - Kuga (Pestis) - Virusne hemoragične groznice (Viral haemorrhagic fevers) Bolesti koje se prenose vektorima: - Krpeljski encefalitis (Encephalitis viralis ixodibus)
----------------	--

Posebna zdravstvena pitanja	Bolničke infekcije (infekcije povezane sa zdravstvenom zaštitom) Antimikrobna rezistencija
-----------------------------	---

2.3. Najveće svetske epidemije i pandemije

Kroz istoriju čovečanstva dešavale su se velike epidemije i pandemije zaraznih bolesti koje su bile praćene velikim procentom stradalog stanovništva. Epidemije i pandemije osim svojih direktnih negativnih posledica koje su imale, ostvarile su i pozitivne rezultate u napretku medicine, tehnike, umetnosti, razvoja celovitog ljudskog humanog društva, uticale su na tok istorije i razvoj humanog identiteta. U čuvenom romanu “Kuga” Albert Kami piše o nastojanju ljudske vrste da se odupre smrti. Justinijanova kuga je u šestom veku sprečila sjedinjenje Vizantijskog carstva sa ostatkom Zapadnog rimskog carstva. Pandemije i epidemije su omogućile širenje hrišćanstva jer su im ljudi pripisivali božanski znak. Nastajala su nova i propadala velika stara carstva pod naletom kuge i drugih zaraznih bolesti. Neki ratovi su vođeni i nastupala su primirja tokom zaraznih bolesti (npr. “Stogodišnji” rat između Engleske i Francuske 1337. - 1453.). U nastavku je dat kratak osvrt na neke bitne zarazne bolesti koje su imale značajan uticaj.

2.3.1. Justinijanova kuga

Justinijanova kuga [29] je zahvatila Vizantijsko carstvo preko Carigrada. Pretpostavlja se da se pojavila najpre u Egiptu ili Etiopiji, a kasnije da se proširila na Palestinu i Mediteran. Neki izvori navode da je bolest preko Huna iz Azije došla u Evropu i Afriku tokom njihovih velikih osvajačkih pohoda. Simptomi ove bolesti su bile natečene limfne žlezde. Prenosioci ove bolesti su bili pacovi i buve. Epidemija se u više navrata vraćala i tom prilikom stradalo je između 30 i 50 miliona ljudi, skoro trećina svetske i polovina evropske populacije [30] u tom periodu. U svojoj knjizi “Istorija ratovanja”, Vizantijski istoričar Prokopius od Cezarije navodi da je bolest dovela skoro do isčezavanja ljudske vrste i govori da je svakog dana u Carigradu umiralo preko 1.000 ljudi.

2.3.2. Crna smrt

Crna smrt [31] se smatra prvom pandemijom koja je od 1347. do 1351. godine prepolovila populaciju u Evropi. Bolest je usmrtila veliki broj ljudi u Kini i Indiji. Epidemija je 1348. godine stigla “putem svile” iz Azije u Evropu. Prema podacima Centra za kontrolu bolesti (CDC) i Svetske zdravstvene organizacije bolest je usmrtila oko 200 miliona ljudi.

2.3.3. Španska groznica

Španska groznica pojavila se u martu 1918. godine [32]. Do kraja 1918. godine broj umrlih dostigao je 40 miliona. Uzrok smrti bila je teška upala pluća praćena obilnim krvarenjem. Simptomi bolesti su bili isti kao kod sezonskog gripa sa pratećim pojavama crnih tačkica (najčešće po licu). Smrt je nastupala za 48 časova nakon zaražavanja. Smatra se da je virus u SAD prešao sa ptica na ljude i da je zatim prenet u Evropu. Ljudi u Evropi nisu imali dovoljno razvijen imuni odgovor koji bi se borio protiv ovakvog virusa. Epidemija je trajala oko godinu dana i odnela je ukupno oko 100 miliona ljudskih života. Prema podacima Svetske zdravstvene organizacije i Centra za kontrolu bolesti po broju nastradalih tokom ove pandemije, pandemija Španske groznice nazvana je “majkom svih pandemija” [33].

2.3.4. Velike boginje (Variola vera)

Epidemija velikih boginja (Variola vera) bila je 1972. godine u SFRJ [34]. To je bio nečuveni slučaj pojave jedne iskorenjene tropske bolesti u Evropi. Prisustvo virusa potvrđeno je 14. marta 1972. godine. Do polovine marta virus je zarazio više od 140 ljudi, pre svega na Kosovu i Metohiji, u Novom Pazaru, Čačku i Beogradu. Pogođen je bio i sever Crne Gore. Danas taj virus više ne postoji. Virus je izolovan i nalazi se samo na dva mesta u svetu (u laboratorijama Sjedinjenih Američkih Država i Ruske Federacije). Pretpostavka je da je Ibrahim Hoti sa Kosova virus doneo sa verskog putovanja iz Iraka 14. marta 1972. godine. Sedam dana kasnije za epidemiju se saznalo u Beogradu. Do maja od virusa je preminulo 40 ljudi a zaraženo je 175. Uspostavljen je karantin za pripadnike JNA. Virus POX izaziva bolest

velikih boginja koji se prenosi sa osobe na osobu praćen visokom temperaturom, karakterističnog osipa sa incidencom smrtnosti od 1/3 zaraženih osoba. Virus se prenosi inhalacijom i ostaje na predmetima i površinama do 7 dana. Virus se formira u plućima, zatim prelazi u krvotok i napada ostale organe: pluća, mozak, bubrege, creva, kožu i kardio-vaskularni sistem. 26. oktobra 1977. godine ova zarazna bolest je u potpunosti iskorenjena. SZO je 1980. godine objavila da je virus uništen i da je to kraj Variole vere.

Edvard Džener je testirao svoju teoriju zaštite od zaraznih bolesti i tom prilikom je pronašao dokaze da je postojala epidemija velikih boginja na tlu Evrope i Azije još davne 1796. godine. Uspeh njegovog testiranja doveo je do razvoja vakcine.

Variola vera je bilo i biološko oružje koje su evropski istraživači doneli na tlo Amerike u šesnaestom veku i ubacili u lokalno stanovništvo (čija je procenjena populacija u tom trenutku bila oko 100 miliona stanovnika) što je prouzrokovalo pojavu epidemije velikih boginja koja je usmrtila polovinu populacije Indijanaca.

Smatra se da je od ove bolesti u dvadesetom veku umrlo oko 500 miliona ljudi.

2.3.5. Malarija

Malarija [35], [36] je infektivna bolest kojom je potencijalno ugroženo 40% svetske populacije. Pretpostavlja se da je 500 - 600 miliona ljudi trenutno inficirano malarijom u svetu. Izaziva je parazit *Plasmodium* a prenosnik je komarac iz roda *Anopheles*. Najrasprostranjenija je u močvarnim područjima. Malarija je bolest koja je stalno prisutna u populaciji na određenom području (bolest endemičnog karaktera). Iako se malarija danas uspešno leči, ona je još uvek veliki problem u svetu, posebno u siromašnim zemljama, gde lekovi nisu dostupni u dovoljnoj količini.

2.3.6. Tuberkuloza

Velika epidemija tuberkuloze, poznate kao "velika bela kuga", pojavila se u Evropi u XVII veku i tajala je puna dva veka. Veliki problem izazvala je u afričkim kolonijama gde i

danas predstavlja pretnju. Za bolest postoji lek i vakcina. I pored toga, danas, svake godine u svetu od tuberkuloze umre oko dva miliona ljudi. Tuberkuloza je zarazna bolest a izaziva je bakterija koja se zove *Mycobacterium tuberculosis*. Bolest se najčešće manifestuje na plućima, mada može da zahvati i druge organe (mozak, moždane opne, bubrege, creva, kosti, jajnike itd.) [37].

2.3.7. Korona virusi

Korona virusi predstavljaju grupu virusa koji prouzrokuju respiratorne bolesti kako kod životinja tako i kod ljudi. To su virusi potporodice *Orthocoronavirinae*, porodice *Coronaviridae* i reda *Nidovirales*. Kod ljudi virusi izazivaju respiratorne infekcije koje su obično blage. SARS-CoV, MERS-CoV, SARS-CoV-2 mogu imati i smrtonosne posledice. Korona virusi izazivaju značajan broj ukupnih prehlada kod odraslih osoba i kod dece. Simptomi vezani za korona viruse su: curenje iz nosa, glavobolja, kašalj, povišena temperatura, bol u grlu (oteknute žlezde), groznica, opšti osećaj lošeg stanja, upala pluća (primarna virusna upala pluća, sekundarna bakterijska upala pluća). Humani korona virusi se prenose od zaražene osobe preko vazduha, bliskog ličnog kontakta, dodirivanjem predmeta ili površina na kojima je prisutan virus, a zatim dodirivanjem usta, nosa, očiju pre pranja ruku ili što je retko fekalnom kontaminacijom. Trenutno je poznato sedam vrsta humanih korona virusa:

1. korona virus 229E (HCoV-229E),
2. korona virus OC43 (HCoV-OC43),
3. teški akutni respiratorni sindrom (SARS-CoV),
4. korona virus NL63 (HCoV-NL63, New Haven coronavirus),
5. korona virus HKU1,
6. bliskoistočni respiratorni sindrom (MERS-CoV), prethodno poznat kao novi virus korona 2012 i HCoV-EMC,
7. teški akutni respiratorni sindrom korona virus (SARS-CoV-2), prethodno poznat kao 2019-nCoV.

2.3.8.SARS

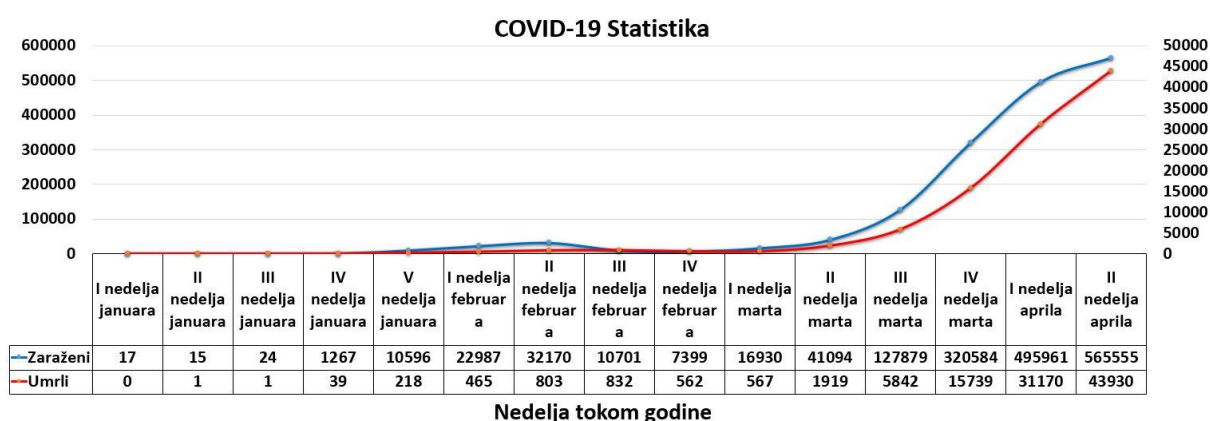
SARS-CoV [38] je virus iz porodice korona virusa koji prouzrokuje teški akutni respiratorni sindrom (SARS - Severe Acute Respiratory Syndrome). Uzrokuje često tešku bolest a početni simptomi bolesti su: bol u mišićima, glavobolja, groznica [39]. Pojava respiratornih simptoma se javlja u periodu od drugog do četrnaestog dana od zaražavanja. Uglavnom se javlja kašalj, otežano disanje, atipična obostrana upala oba plućna krila (rendgenski snimak pluća na početku bolesti pokazuje infiltrate kod gotovo 80% bolesnika) i visoka telesna temperatura (preko 38 stepeni). Bolest je prvi put otkrivena 2002. godine u kineskoj pokrajini Guangdong. Od početka februara 2003. godine proširila se na Hong Kong, Singapur, Vijetnam, Tajvan gde su polovina obolelih bili zdravstveni radnici. Tokom pandemije 2003. godine smrtnost od virusa je bila 9% [40]. Smrtnost za pacijente starosti preko 60 godina bila je oko 50%. Od novembra 2002. godine do jula 2003. godine SZO je zabeležila 8.098 zaraženih osoba u 29 zemalja sveta i registrovala 774 smrtna ishoda.

2.3.9.MERS

Bliskoistočni akutni respiratorni sindrom MERS (Middle East Respiratory Syndrome) [41] poznat još kao kamilji grip, predstavlja virusnu bolest respiratornih organa koja je izazvana virusom MERS-CoV iz porodice korona virusa. Tipični simptomi su temperatura, kašalj, dispneja, pneumonija (česta ali uvek nije prisutna), gastrointestinalni simptomi, dijareja, bolovi u mišićima, malaksalost. Teži oblici bolesti se javljaju kod pacijenata sa nekim komorbiditetima (šećerna bolest, tumori, plućne bolesti) i kod starijih osoba sa obično narušenim imunim sistemom. Smrtnost kod pacijenata kod kojih je potvrđena infekcija je 35%. Epidemija oboljenja se pojavila 2012. godine i trajala je do 2014. godine u Saudijskoj Arabiji. Dosta slučajeva prijavljeno je u Evropi, Aziji, Severnoj Americi i Severnoj Africi. Od 2012. godine do 2020. godine virus je registrovan u 26 zemalja sveta. Najveći broj obolelih je bio registrovan u Saudijskoj Arabiji (85%). Za taj vremenski period potvrđeno je 2.519 obolelih osoba i 866 smrtnih ishoda (smrtnost 34,3%) [42]. Od tog broja u Saudijskoj Arabiji zabeleženo je 2.121 slučaj, 788 smrtnih ishoda (smrtnost 37,1%). Trenutno ne postoji odobrena vakcina od strane SZO. Takođe trenutno ne postoji ni antivirusna terapija već je lečenje simptomatsko [43].

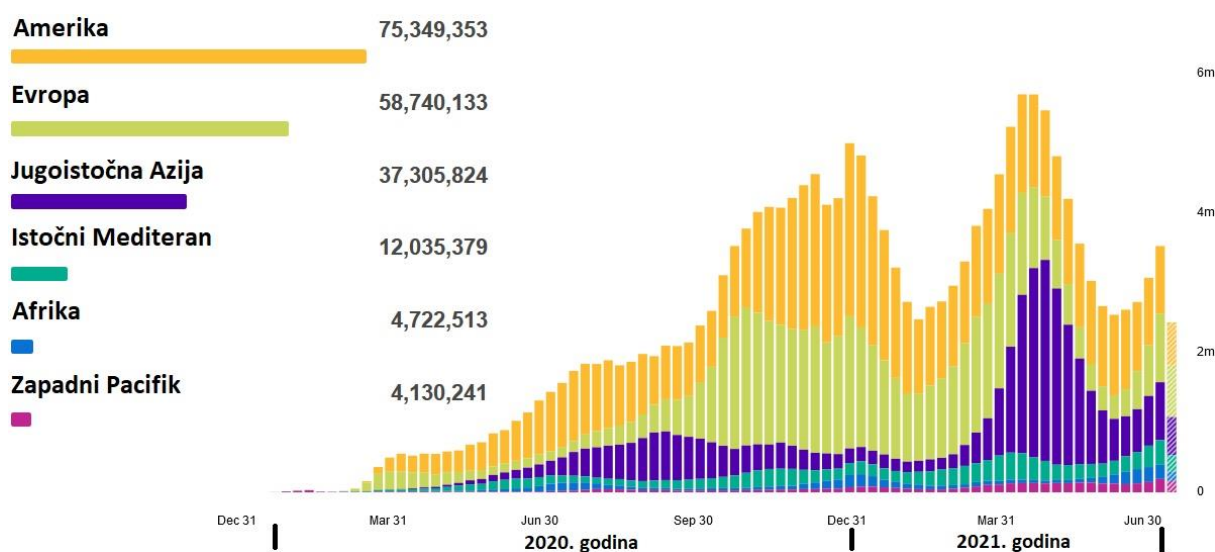
2.3.10. Pandemija COVID-19

COVID-19 je bolest koju izaziva novi korona virus SARS-CoV-2 [44]. Prvi slučaj obolelog od ove bolesti zabeležen je krajem 2019. godine u Vuhanu, pokrajini Hubei u Kini [3]. Prenos novog virusa od čoveka na čoveka Svetska zdravstvena organizacije potvrdila je 23. januara 2020. godine. Da bi se sprečila retransmisija virusa u ostale zemlje sveta Svetska zdravstvena organizacija 30. januara 2020. godine proglasila je međunarodnu vanrednu situaciju (U Kini je potvrđeno 7.736 virusom zaraženih osoba. Preko toga 12.167 suspektnih i 1.239 osoba u kritičnom stanju). Nakon pojave virusa u Kini, krizno žarište ubrzo je postala Evropa i Severna Amerika. Svetska zdravstvena organizacije je 11. marta 2020. godine epidemiju virusa SARS-CoV-2 proglasila pandemijom. Pandemija je ubrzo zahvatila 95.8% država članica Ujedinjenih nacija (UN) (185 od 193 država). Krajem marta 2020. godine gotovo četvrtina svetske populacije bila je u strogoj karantini [45]. U tom trenutku, prema UNESCO-u u 160 zemalja sveta potpuno su zatvorene škole i univerziteti [46].



SLIKA 3. Broj registrovanih COVID-19 slučajeva (broj zaraženih i umrlih) od početka 2020. godine do II nedelje aprila 2020. godine

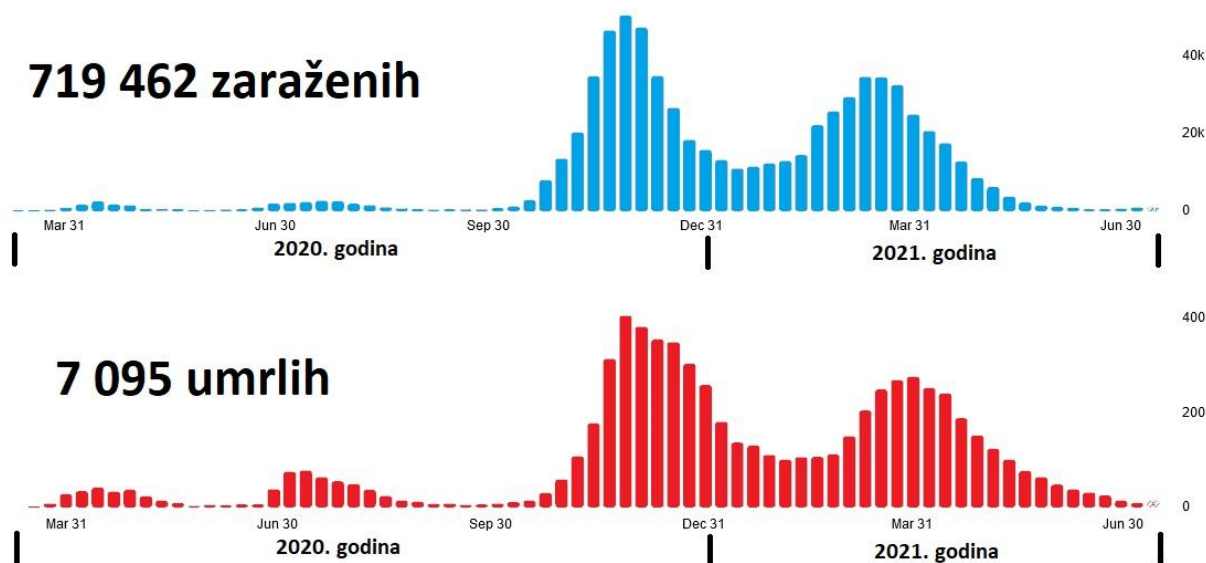
SLIKA 3 prikazuje eksponencijalni skok zaraženih osoba i umrlih pacijenata širom sveta od prve nedelje januara meseca 2020. godine zaključno sa drugom nedeljom aprila meseca 2020. godine [47].



SLIKA 4. Broj zaraženih bolešću COVID-19 po SZO regionima (30. jun. 2021. godine) [48]

Trenutno je u svetu (26. jul 2021. godine) ukupan broj zaraženih 192.284.207. Od tog broja 4.136.516 je preminulih [48]. Procenat smrtnosti u svetu tokom pandemije COVID-19 je 2,15%. SLIKA 4 prikazuje distribuciju broja zaraženih osoba u različitim SZO regionima sveta. Trenutno je u svetu (26. jul 2021. godine) u cilju suzbijanja zaraze dato 3.646.968.156 doza vakcina za bolest COVID-19 [48]. Najugroženije zemlje sveta tokom pandemije su ujedno i najrazvijenije zemlje sveta sa kvalitetnim i sofisticiranim zdravstvenim sistemom [5]. Zbog velikog broja stanovnika koje je stacionirano u urbanim sredinama (veliki milionski, prenaseljeni gradovi) značajno je povećan stepen socijalnih kontakata što prouzrokuje laku transmisiju virusa od obolele na zdravu osobu. Od tih zemalja Italija [6], SAD [7], Španija [8], UK [9] imale su a neke još imaju značajne posledice na zdravstveni sistem, koji je ne retko i totalno kolabirao tokom vrhunca pandemije u prvom i drugom talasu oboljevanja.

Prvi slučaj obolelog od virusa u Republici Srbiji zabeležen je 6. marta 2020. godine. Nakon toga u Republici Srbiji (SLIKA 5), kao i u ostalim zemljama (SLIKA 3 i SLIKA 4) sveta, zabeležen je eksponencijalni rast obolelih pacijenata od bolesti COVID-19 a samim tim i eksponencijalno angažovanje i opterećenje zdravstvenih resursa. Smrtnost od bolesti COVID-19 u Republici Srbiji prema zvaničnim podacima je 0,99% [49]. U Republici Srbiji trenutno (26. jul 2021. godine) je dato 5.121.989 doza vakcina, a broj stanovnika koji su potpuno imunizovani (primili dve doze vakcina) je 2.678.158 [48].



SLIKA 5. Broj COVID-19 zaraženih i preminulih pacijenata tokom 2020. i 2021. godine u Republici Srbiji prema statistici SZO [48]

Za COVID-19 Svetska zdravstvena organizacija dodelila je urgentnu MKB-10 dijagnozu U07.1 [50]. Jedna skorašnja studija [51] prikazuje poreklo novog virusa SARS-CoV-2, njegovu patologiju, kliničku manifestaciju, lečenje bolesti COVID-19 i upoređuje novi virus sa virusima SARS-CoV i MERS-CoV. Prema tim rezultatima novi korona virus usko je povezan sa virusom SARS-CoV iz 2002. godine. 138 hospitalizovanih pacijenata zaraženih sa COVID-19 u Vuhanu imalo je sledeće simptome: groznicu (136 [98,6%]), umor (96 [69,6%]) i suv kašalj (82 [59,4%]). Kompjuterizovani tomografski snimci (eng. Computed Tomographic Scans - CT Scans) grudnog koša svih zaraženih pacijenata pokazivali su obostrane nepravilne senke ili neprozirno “mlečno staklo” (eng. ground-glass) u plućima [52]. Bolest COVID-19 u većini slučajeva pogađa starije muškarce sa komorbiditetima i može dovesti do teških, kao i po život opasnih respiratornih bolesti. Prosečna starost pacijenata zaraženih novim koronavirusom u Vuhanu bila je 55,5 godina (standardna devijacija: 13,1) i 51% njih je imalo neku hroničnu bolest [53]. Najugroženiji pacijenti imaju hronične bolesti poput dijabetesa, hipertenzije i kardio-vaskularnih bolesti sa mogućim komplikacijama, koje uključuju sindrom akutnog respiratornog distresa (ARDS), RNAemiju, akutni srčani infarkt i sekundarnu infekciju [54]. Zbog dužeg zaključavanja i straha od infekcije i širenja virusa, COVID-19 negativno utiče i na opšte mentalno zdravlje populacije tokom čitave pandemije [55], a očekuju se drastične posledice u post-COVID-19 eri.

Prosečno vreme inkubacije (vreme od trenutka kontakta osobe sa virusom) je 4 do 5 dana, s tim da može biti i do 14 dana. Danas znamo da su osnovni simptomi koje izaziva COVID-19: povišena telesna temperatura (ne retko 40 stepeni), suv kašalj, bol u grlu, otežano disanje, bolovi u mišićima, groznica, dijareja i umor. U težim slučajevima javlja se teška obostrana upala pluća, sindrom otežanog disanja, sepsa i septički šok koji mogu uzrokovati smrt pacijenta. Na osnovu statističkih podataka najugroženija populacija su ljudi starosti preko 65 godina muškog pola, ljudi sa komorbiditetima (hipertenzija, astma, dijabetes, gojaznost, onkološki pacijenti) i ljudi sa oslabljenim imunim sistemom.

Republički fond za zdravstveno osiguranje (RFZO) po preporuci SZO uveo je nove dijagnoze Međunarodne klasifikacije bolesti (MKB-10) koje se odnose na oboljenje COVID-19 (TABELA 2).

TABELA 2. Nove COVID-19 dijagnoze u MKB 10 šifarniku dijagnoza

Šifra dijagnoze	Naziv COVID-19 dijagnoze
U07.1	COVID-19, virus identifikovan
U07.2	COVID-19, virus nije identifikovan
U08	Lična anamneza o COVID-19
U08.9	Lična anamneza o COVID-19, neoznačena
U09	Post COVID-19 stanje
U09.9	Post COVID-19 stanje, neoznačeno
U10	Multisistemski inflamatorni sindrom povezan sa COVID-19
U10.9	Multisistemski inflamatorni sindrom povezan sa COVID-19, neoznačen
U11	Potreba za imunizacijom protiv COVID-19
U11.9	Potreba za imunizacijom protiv COVID-19, neoznačeno
U12	COVID-19 vakcine koje uzrokuju neželjene efekte pri terapijskoj primeni
U12.9	COVID-19 vakcine koje uzrokuju neželjene efekte pri terapijskoj primeni, neoznačeno

Za dijagnostifikovanje bolesti koriste se brzi antigenski testovi. Ukoliko je testirana osoba negativna a ima očigledne simptome radi se i PCR [56] (eng. Polymerase Chain Reaction) test. Pozitivan antigenski test znači da je osoba pozitivna i onda nema potreba da se prisustvo virusa potvrđuje PCR testom. Ukoliko nema nikakvih komplikacija, osoba je izlečena nakon dve nedelje i nije potrebno raditi dodatne testove za ispitivanje prisutnosti virusa. Na

početku, smatralo se da je osoba izlečena ukoliko dobije dva uzastopna negativna PCR testa. Za teže bolesnike, obavezan je rendgen ili skener pluća.

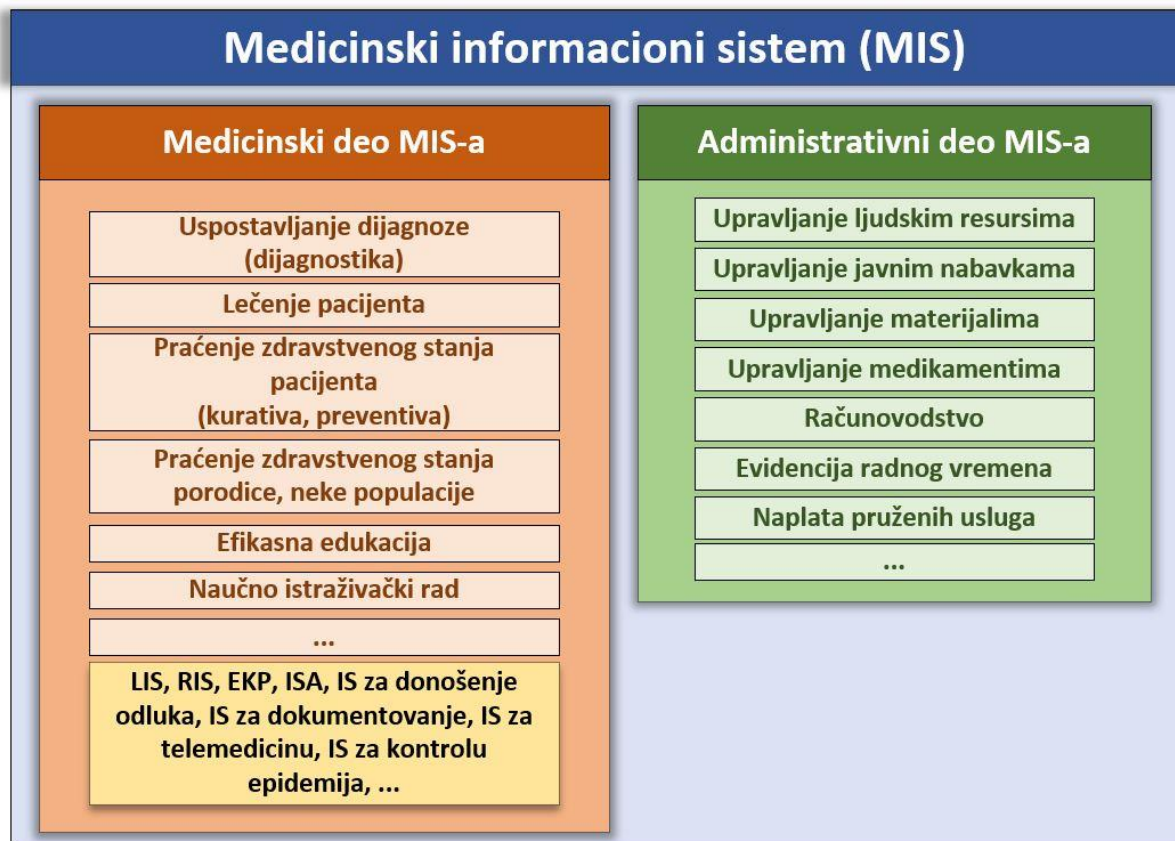
Lečenje bolesti je simptomatsko. Trenutno se u svetu testira nekoliko potencijalnih lekova za ovo oboljenje. U Republici Srbiji trenutno postoje dostupne sledeće vakcine za COVID-19 (23. jul 2021. godine): Sputnik V (Gam-COVID-Vac) “ruska vakcina”, Pfizer-BioNTech “iRNK vakcina”, Sinopharm “kineska vakcina” i AstraZeneca COVID-19 “oksfordska vakcina”. SZO sem ovih vakcina priznaje sledeće vakcine: Serum Institute of India, Janssen, Moderna, Sinovac, The Gamaleya National Center, Bharat Biotech, Novavax, Urevac, Sanofi Pasteur [57].

U cilju ispitivanja da li je osoba preležala korona virus SAR-CoV-2 simptomatski ili asimptomatski, da li nakon toga ima stečeni imunitet i da li je primljena vakcina proizvela dobar imuni odgovor organizma može se utvrditi analizama za IgG, IgM i IgA antitela. IgG antitela se stvaraju nakon preležane infekcije COVID-19 (simptomatski i asimptomatski), kao i nakon uspešno sprovedene vakcinacije. IgG antitela počinju da se stvaraju nakon prve nedelje bolesti. Svoj najviši nivo dostižu posle treće nedelje od pojave prvih simptoma. Nakon šest nedelja od infekcije između 94% - 98% obolelih pokazuje povišen nivo IgG antitela. Organizam najčešće stvara IgG antitela na spajk protein. IgM antitela javljaju se neposredno pre, za vreme ili posle pojava simptoma bolesti. IgA su lokalna antitela koja se javljaju nekoliko dana posle pojava prvih simptoma. Svoj maksimum dostižu tokom treće nedelje od početka bolesti i nestaju tokom četvrte nedelje od početka bolesti.

Kao dokaz saopštenih rezultata na konkretnom realnom primeru u ovoj doktorskoj disertaciji veliki akcenat je stavljen na trenutnu pandemiju COVID-19 tokom prikaza realizovanih softverskih modula i algoritama mašinskog učenja pri čemu se gotovo svi rezultati mogu direktno primeniti i na druge vrste epidemija i pandemija ili uz blage modifikacije.

3. MEDICINSKI INFORMACIONI SISTEMI

Informacioni sistem predstavlja skup podataka, procesa, ljudi, materijalnih sredstava i informacione tehnologije koji u međusobnoj interakciji prikupljaju, obrađuju, skladište i obezbeđuju potrebne informacije u cilju podrške nekoj organizaciji. Informaciona tehnologija (IT) je savremeni izraz koji opisuje sinergiju računarske tehnologije (hardvera i softvera) sa podacima i telekomunikacionom tehnologijom. Informaciona tehnologija je komponenta svakog informacionog sistema. U okviru jedne zdravstvene institucije informacioni sistem i informaciona tehnologija obuhvata širok spektar aplikacija i proizvoda koji se koriste od strane različitih tipova korisnika koji mogu biti: zdravstveni radnici, pomoćno osoblje, kadrovska služba, pacijenti, naučni radnici, vlada, ministarstva, instituti, itd. [58]



SLIKA 6. Medicinski informacijski sistem

Jedna od najznačajnijih oblasti primene informacionih sistema je medicina tj. zdravstvo. Medicinski informacijski sistem (MIS) predstavlja informacioni sistem koji se primenjuje u domenu zdravstva u okviru zdravstvene ustanove. U okviru medicinskog informacionog

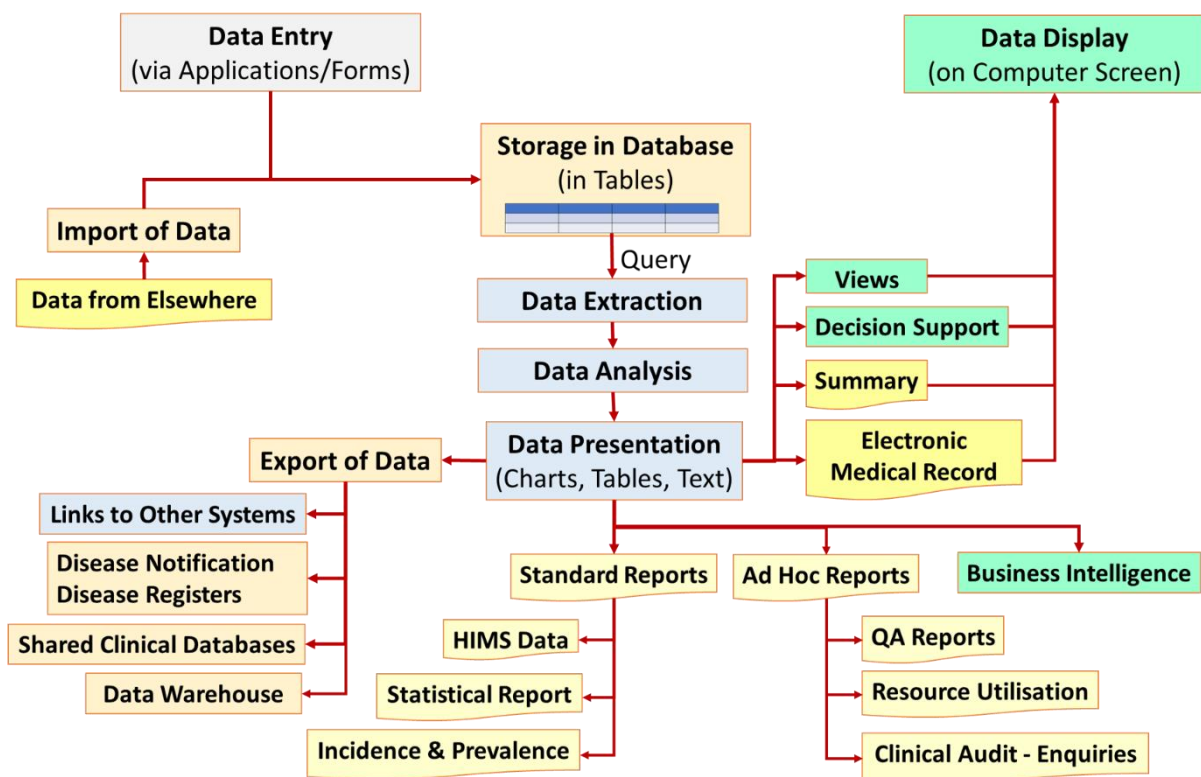
sistema postoje dva primarna dela: administrativni i medicinski deo (SLIKA 6). Administrativni deo medicinskog informacionog sistema zadužen je da podrži rad finansijske službe i da da podršku menadžmentu zdravstvene organizacije (npr. upravljanje ljudskim resursima, upravljanje javnim nabavkama, upravljanje materijalima i medikamentima, računovodstvo, evidencija radnog vremena, naplata pruženih usluga pacijentima, itd.). Sa druge strane medicinski deo medicinskog informacionog sistema omogućava medicinsku podršku tokom uspostavljanja dijagnoza, vođenju evidencije o lečenju pacijenata, praćenju zdravlja jednog pacijenata (kurativa i preventiva), čitave porodice i jedne populacije [59].

1960 - 1970	1980 -1990	1990 - 2000	2000 - 2010	2010 - 2020	2020 - danas
Administracija i naplata usluga	Pojavila se potreba za čuvanje medicinskih i administrativnih podataka	Razvoj Interneta i imejla	Razvoj elektronskog kartona pacijenta (EKP)	Razvoj mobilnih aplikacija u zdravstvu	Intezivira se upotreba algoritama mašinskog učenja u medicini
Mainframe računari	Razvoj mikroracunara	Rapidni porast medicinskih aplikacija	Klijent server arhitektura	Alati za praćenje zdravlja populacije	Intezivna upotreba dubokog učenja na različitim poljima medicine
Primarno namenjeni samo za velike bolnice				Big Data i upotreba alata za analitiku u medicini	Razvoj super računara i desktop računara visokih performansi
				Upotreba tehnologije računarstva u oblaku u medicini	Kolaboracija sa drugim informacionim sistemima van zdravstva
				SOA sistemi	Otvoreni podaci
				Kolaboracija sa ostalim medicinskih informacionim sistemima (različiti proizvođači)	Integracija medicinskih informacionih sistemima sa servisima pametnih gradova

SLIKA 7. Razvoj medicinskih informacionih sistema od 1960. godine do danas

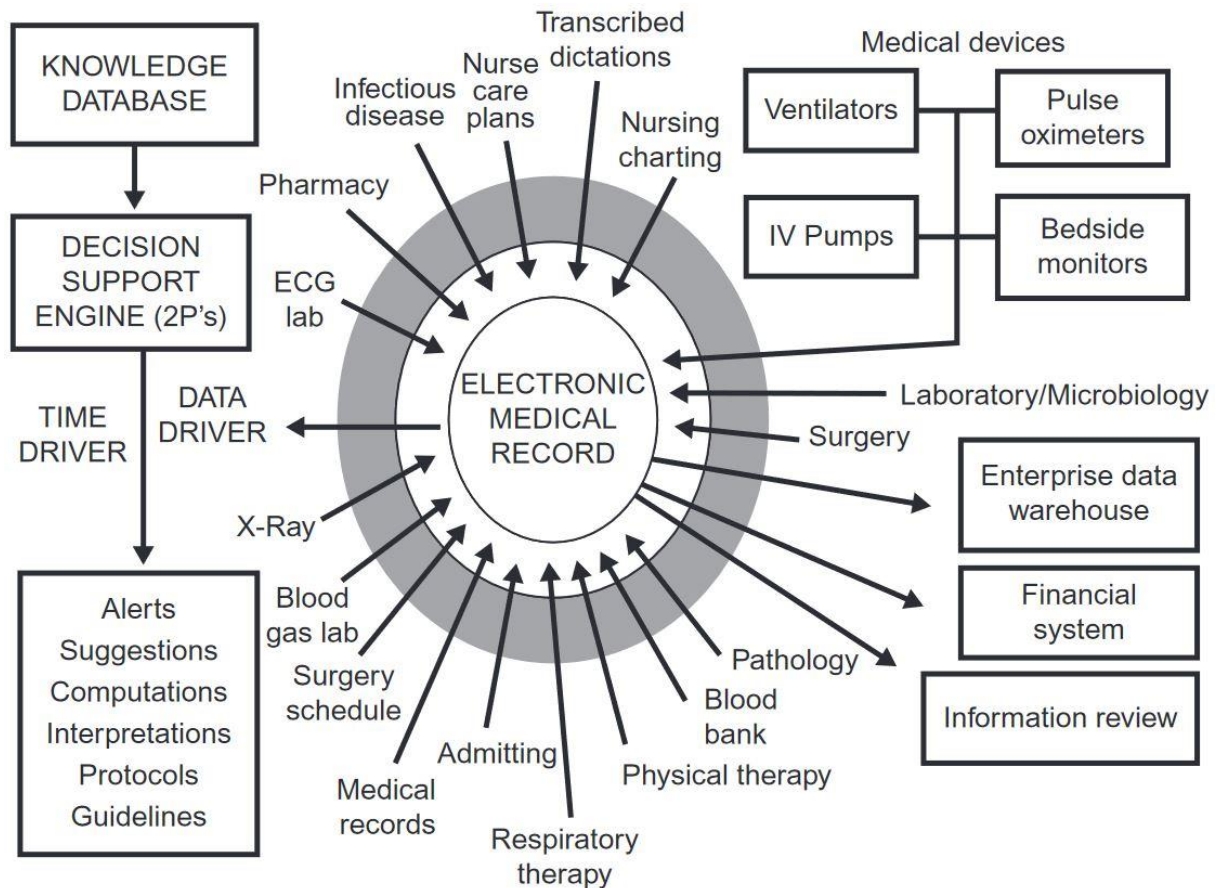
Na slici (SLIKA 7) prikazan je razvoj medicinskih informacijskih sistema od 1960. godine do danas. Razvoj prvih medicinskih informacijskih sistema (prvi informacijski sistemi nastali su u Sjedinjenim Američkim Državama) išao je od jednostavnog evidentiranja naplate za pruženu medicinsku uslugu, i to samo u većim zdravstvenim ustanovama, preko sistema za zakazivanje i verifikaciju pregleda, implementacije elektronskog kartona pacijenta, upotrebe mobilnih medicinskih aplikacija, pa sve do danas kada je: značajno intenzivirana upotreba dubokog učenja i ostalih algoritma veštačke inteligencije za dijagnostifikovanje bolesti i obradu medicinskih podataka, napredovala integracija sa servisima pametnog grada, intenzivna upotreba otvorenih podataka itd.

Medicinski informacijski sistem jedne zdravstvene ustanove obično se sastoji iz više manjih informacijskih sistema, međusobno čvrsto spregnutih, koji se koriste na nivou neke službe i obično obuhvata: Laboratorijski informacijski sistem (LIS), Radiološki informacijski sistem (RIS), Elektronski karton pacijenta (EKP), Informacijski sistem apoteka (ISA), Informacijski sistem za donošenje odluka, Informacijski sistem za dokumentovanje i skladištenje dokumenata, Informacijski sistem za telemedicinu, itd.



SLIKA 8. Tok podataka u medicinskom informacijskom sistemu [60]

Centralni deo medicinskog informacionog sistema je i baza podataka za čuvanje medicinskih i demografskih podataka pacijenata iz koje se mogu izvući relevantni podaci i njima manipulirati kako bi se stvorili različiti prikazi i izveštaji za određene svrhe. Ove mogućnosti i tok podataka u medicinskom informacionom sistemu su prikazane na slici (SLIKA 8).



SLIKA 9. Arhitektura i ključne karakteristike medicinskog informacionog sistema [61]

Centralni deo svakog medicinskog informacionog sistema je elektronski karton pacijenta (SLIKA 9). U elektronskom kartonu pacijenta nalaze se svi medicinski i demografski podaci koji su vezani za dijagnostifikovanje bolesti, uspostavljanje terapije i lečenje pacijenta. On obuhvata medicinske podatke unete tokom pregleda na različitim službama (organizacionim jedinicama) zdravstvene ustanovi i nakon obavljenih pregleda upotrebom različitih dijagnostičkih metoda. Cilj je da na nivou jedne države postoji centralizovani elektronski karton svakog pacijenta iz koga će ažurni medicinski i demografski podaci biti dostupni svim zdravstvenim ustanovama na zahtev iz lokalnog medicinskog informacionog sistemima. U tom

slučaju mora postojati dvosmerna komunikacija lokalnog medicinskog informacionog sistemima i centralizovanog elektronskog kartona pacijenta.

3.1. Razvoj medicinskih informacionih sistema u Republici Srbiji

Zdravstvene ustanove u Republici Srbiji su najčešće na svoju sopstvenu inicijativu uvodile informacione sisteme u svoje poslovanje jer su uvidele koristi koje pruža jedan takav sistem tokom svakodnevne eksploatacije. Ovo je za posledicu imalo razvoj velikog broja heterogenih softverskih rešenja sa različitim stepenom funkcionalnosti i korišćenih tehnologija. Ministarstvo zdravlja uočilo je prednosti upotrebe softverskih rešenja u zdravstvu pa je preko mnogobrojnih projekata uticalo na razvoj informacionih tehnologija u zdravstvu, prvenstveno na primarnom nivou zdravstvene zaštite [62].

Ekspanzija informacionih tehnologija u zdravstvu u Republici Srbiji intenzivirana je od 2009. godine zahvaljujući projektu DILS – Pružanje unapređenih usluga na lokalnom nivou [63]. Ukupna vrednost projekta bila je 32 miliona evra i projekat se realizovao iz sredstava zajma Vlade Republike Srbije i Svetske banke (Međunarodne banke za obnovu i razvoj – IBRD). Projekat je realizovan od strane tri resorna ministarstva Republike Srbije: Ministarstva zdravlja, Ministarstva prosvete i Ministarstva rada i socijalne politike. Projektom DILS obuhvaćeno je 158 domova zdravlja, 3 zavoda za zdravstvenu zaštitu studenata u Beogradu, Nišu i Novom sadu i Gradski zavod za gerontologiju u Beogradu. Hardverska oprema isporučena kroz projekat DILS obuhvatala je: 209 servera, 5.275 radnih stanica sa monitorima, 2.650 štampača, 1.312 bar kod čitača, 3.250 čitača kartica, 6 storidž sistema, 106 UPS-a, 1907 sviča različitih karakteristika, 1.623 rek ormana, 537.446 metara mrežnih kablova, 7.800 duplih mrežnih utičnica itd. Tokom projekta DILS, od 162 zdravstvene ustanove 64 je već imalo u upotrebi neki medicinski informacioni sistem, dok se 98 zdravstvenih ustanova izjasnilo da nema u upotrebi medicinski informacioni sistem i da želi novi. U tom trenutku u Republici Srbiji sertifikovano je 8 medicinskih informacionih sistema od strane Ministarstva zdravlja Republike Srbije za upotrebu na primarnom nivou zdravstvene zaštite. Svi sertifikovani sistemi morali su da prođu strogu kontrolu ispunjenosti propisanih kriterijuma što je omogućilo da sva

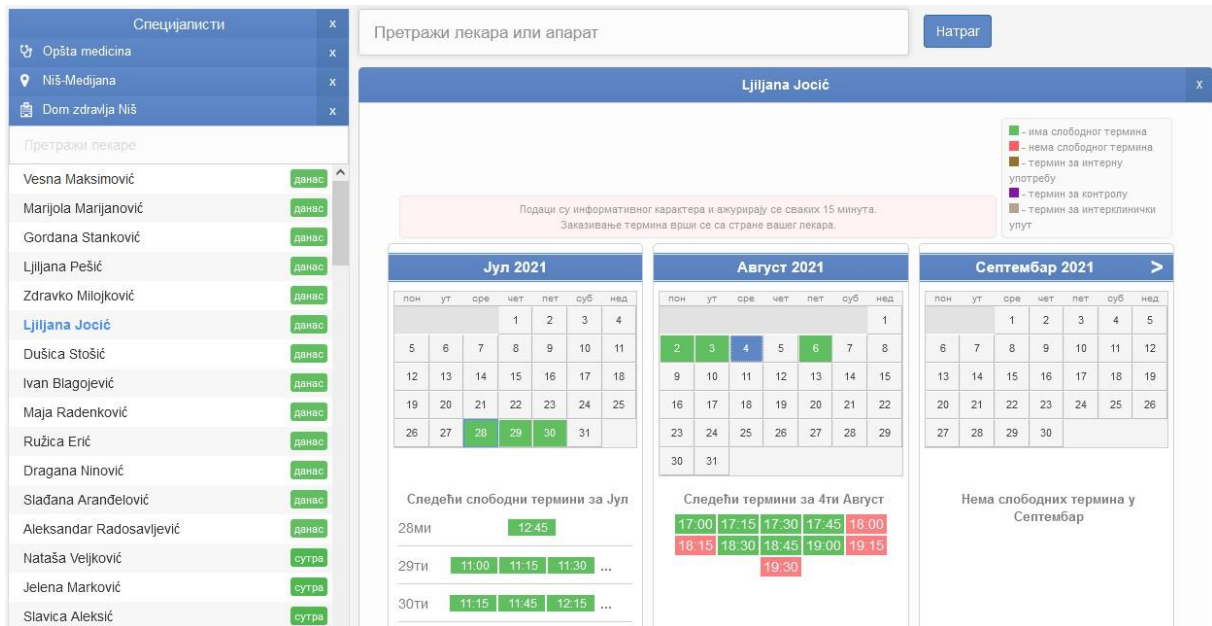
ta rešenje obezbede minimalni zajednički set funkcionalnosti koji je jedan medicinski informacijski sistem u Srbiji trebao da ima. Ukupna vrednost ulaganja u IT opremu kroz DILS projekat iznosila je 4.508.364 evra (3.138.266 evra iz projekta “Razvoj zdravstva Srbije – dodatno finansiranje”; 1.370.098 evra iz projekta “Pružanje unapređenih usluga na lokalnom nivou”). Ukupna sredstva utrošena za nabavku medicinskih informacijskih sistema iz sredstava projekta “Pružanje unapređenih usluga na lokalnom nivou”) iznosila su 1.188.548 evra.

Projekat “Integrirani zdravstveni informacijski sistem - EU-IHIS” finansirala je Evropska unija sa 2,5 miliona evra iz IPA fondova a projektom je predviđeno uvođenje bolničkih informacijskih sistema u 19 zdravstvenih ustanova na sekundarnom nivou zdravstvene zaštite i razvoj elektronskog kartona pacijenta [64]. Projekat je sprovodila Regionalna kancelarija Svetske zdravstvene organizacije za Evropu.

Republički fond za zdravstveno osiguranje (RFZO) svojim zahtevima (fakturisanje pruženih medicinskih usluga i njihovo automatsko slanje kao *XML* izveštaj, registracija izabranog lekara i automatsko slanje *XML* izveštaja) prema zdravstvenim ustanovama uticao je na ubrzanje razvoja informacijskih tehnologija u zdravstvu.

Uvođenje državnog medicinskog informacijskog sistema “Integrirani zdravstveni informacijski sistem Republike Srbije” omogućilo je da se medicinski podaci pacijenata, podaci zdravstvenih radnika i saradnika, podaci zdravstvenih ustanova, podaci o propisanim receptima, kreiranim uputima i zakazanim pregledima nalaze na jednom centralizovanom mestu. To je omogućilo lakše i bolje planiranje u oblasti zdravstvene zaštite i stvaranja boljih zdravstvenih politika uvođenjem integriranog zdravstvenog informacijskog sistema. Sistem obezbeđuje dostupnost zdravstvenih podataka svim učesnicima u zdravstvenom sistemu u skladu sa njihovim privilegijama. Naravno ovo je zahtevalo i vertikalnu integraciju postojećih medicinskih informacijskih sistema sa ovim sistemom.

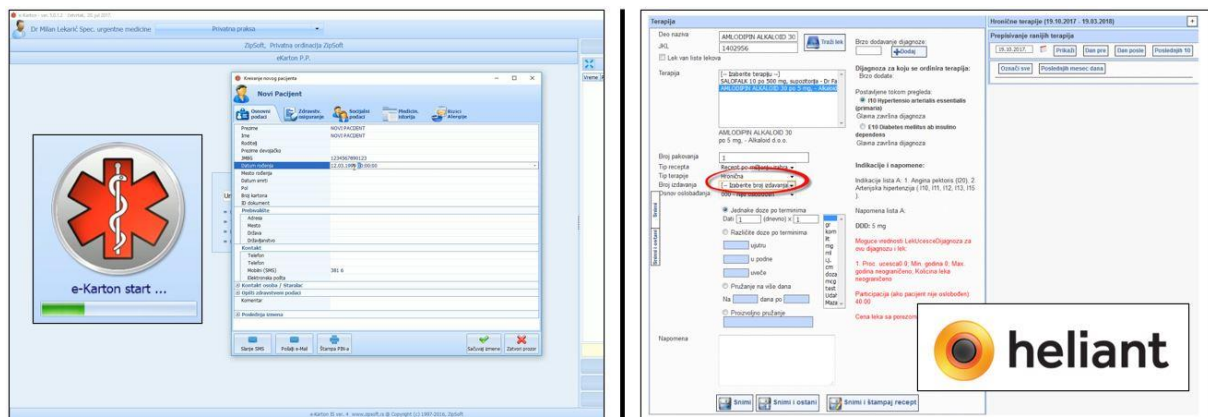
MojDoktor [65], omogućio je transparentnost dostupnosti svih zdravstvenih resursa (lekara i dijagnostičkih uređaja) na republičkom nivou i zakazivanje pregleda kako kod lekara tako i na dijagnostičkim uređajima (SLIKA 10). Svi medicinski informacijski sistemi morali su, zahtevom Ministarstva zdravlja, da se integrišu sa sistemom MojDoktor. Zakazivanje u sistemu MojDoktor nije moguće direktno već posredno preko medicinskih informacijskih sistema koji su u upotrebi u zdravstvenim ustanovama.



SLIKA 10. Praćenje dostupnih resursa preko sistema MojDoktor [65]

U saradnji Instituta za javno zdravlje Srbije dr Milan Jovanović Batut (Batut) i Ministarstva zdravlja Republike Srbije 2019. godine kreiran je centralizovani repozitorijum za evidentiranje svih pacijenata obolelih od različitih tipova dijabetesa.

Od svih dostupnih medicinskih informacionih sistema na teritoriji Republike Srbije po funkcionalnostima, broju zdravstvenih ustanova koje koriste te sistema, broju radnih stanica, korisnika izdvojila su se sledeća rešenja: MEDIS.NET, Heliant (SLIKA 11 - desno) [66], ZipSoft (SLIKA 11 - levo) [67], Comtrade.

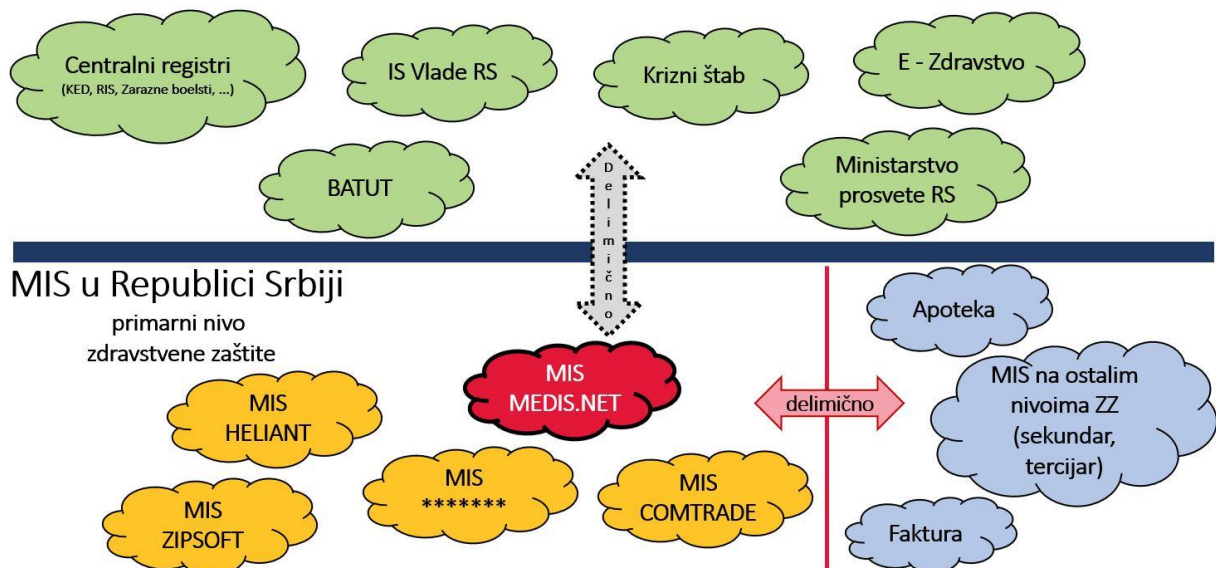


SLIKA 11. IS rešenje Zipsoft-a (levo) i Heliant-a (desno) [66], [67]

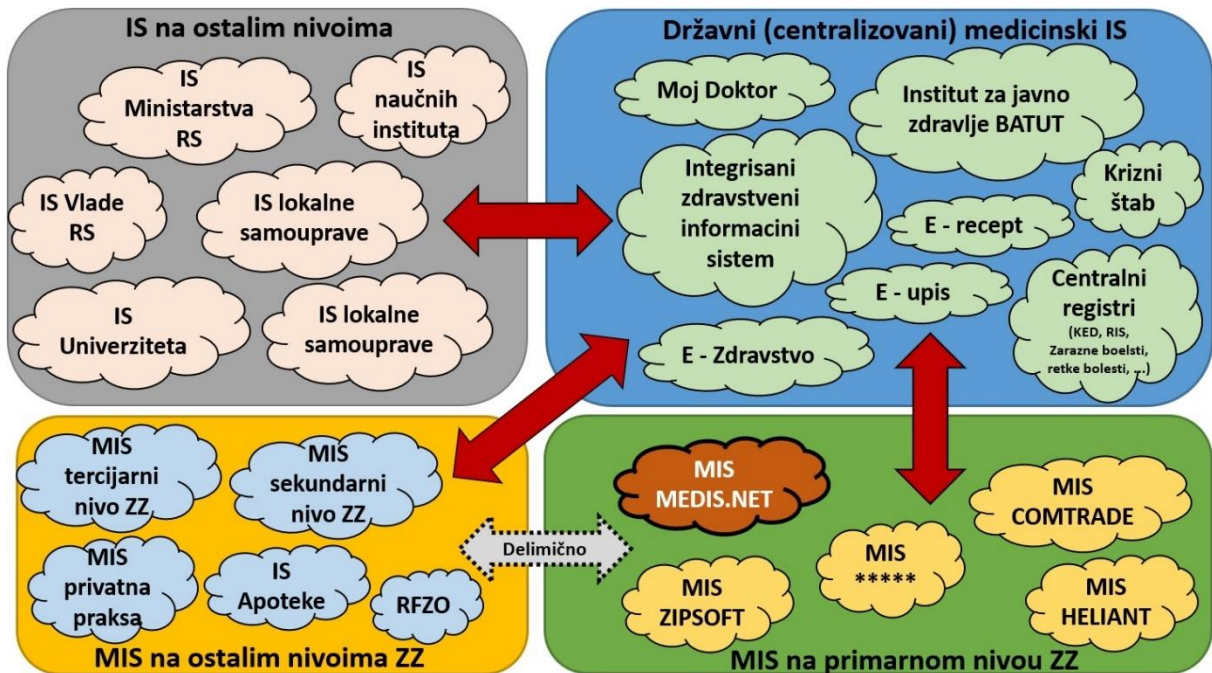
3.2. Nedostaci medicinskih informacijskih sistema u Republici Srbiji i aktivnosti za unapređenje

Neke bitne ograničavajuće karakteristike medicinskih informacijskih sistema koji se trenutno koriste u Republici Srbiji su:

- Pokrivaju samo jedan domen zdravstva i to u jednom gradu ili regionu;
- Imaju malu interakcija sa ostalim informacijskim sistemima u zdravstvu (SLIKA 12) (npr. interakcija MIS-a doma zdravlja i bolničkog informacijskog sistema (BIS) ili informacijskog sistema apoteka (ISA)) ili su gotovo bez ikakve interakcije;
- Nedostatak interakcija sa informacijskim sistemima koji pokrivaju ostale segmente jednog društva (informacijski sistemi van zdravstva);
- Prikupljeni podaci tokom života medicinskog informacijskog sistema se vrlo malo koriste – uglavnom se koriste samo lokalno (npr. kod faktura – naplata pruženih usluga pacijentima, izdavanje recepata, propisivanje naloga za injekcije, davanje uputa).



SLIKA 12. Interakcija između medicinskih informacijskih sistema i ostalih informacijskih sistema u Republici Srbiji



SLIKA 13. Predlog unapređenja medicinskih informacijskih sistema u Republici Srbiji

Unapređenje postojećeg stanja (SLIKA 13) može se sprovesti kroz niz aktivnosti:

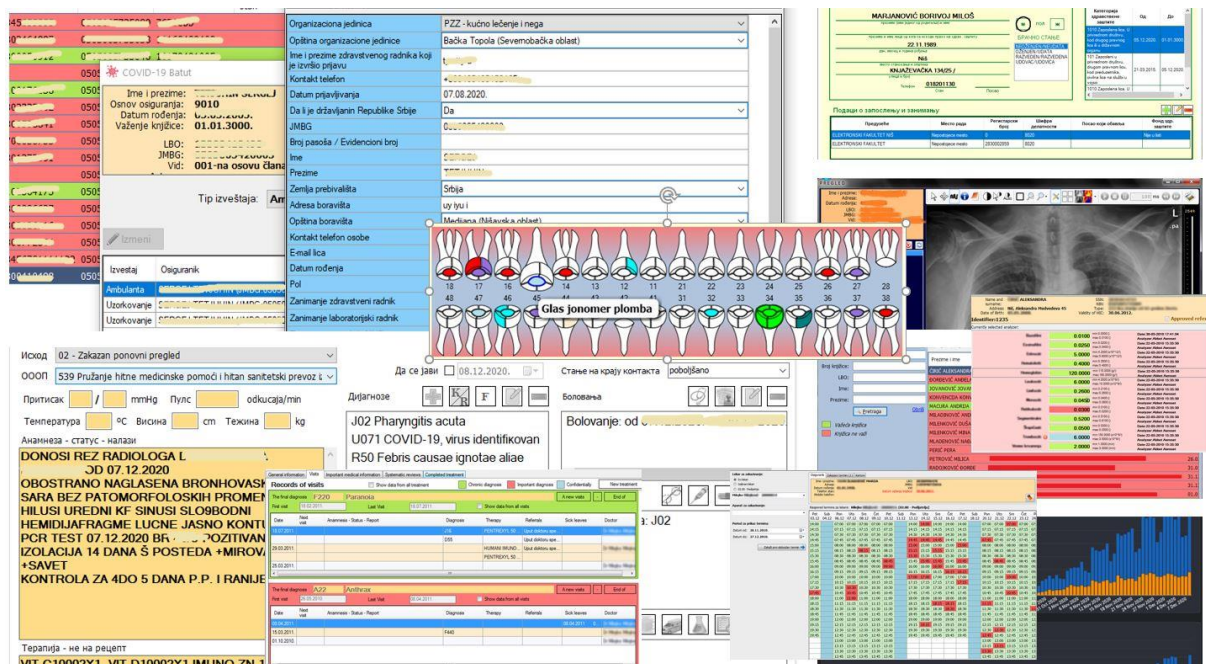
- Uvođenjem informacijskih tehnologija u sve zdravstvene ustanove sekundarnog i tercijarnog nivoa zdravstvene zaštite;
- Kolaboracijom medicinskih informacijskih sistema na svim nivoima zdravstvene zaštite (vertikalna integracija);
- Kolaboracijom svih medicinskih informacijskih sistema na jednom nivou zdravstvene zaštite direktno ili posredno preko Integrisanog zdravstvenog informacijskog sistema Republike Srbije;
- Omogućavanjem razmene svih medicinskih podataka iz elektronskog kartona pacijenata i demografskih podataka pacijenata sa Integrisanim zdravstvenim informacijskim sistemom Republike Srbije (vertikalna integracija);
- Uspostavljanjem kolaboracije svih medicinskih informacijskih sistema sa informacijskim sistemima koji se koriste u drugim domenima i na različitim nivoima lokalne i državne vlasti;
- Uvođenjem medicinskog informacijskog sistema i u zdravstvene ustanove privatne prakse (privatne ambulante, privatne apoteke, privatne bolnice, itd.);
- Sprovođenjem efikasnijeg lečenja pacijenata kod kojih je dijagnostifikovana teža bolest ili bolesno stanje što bi zahtevalo kreiranje centralnih državnih

registara: tumora, visokog krvnog pritiska, dijabetesa, terapijske radiologije, renalne dijalize, problema u trudnoći, retkih bolesti, itd.;

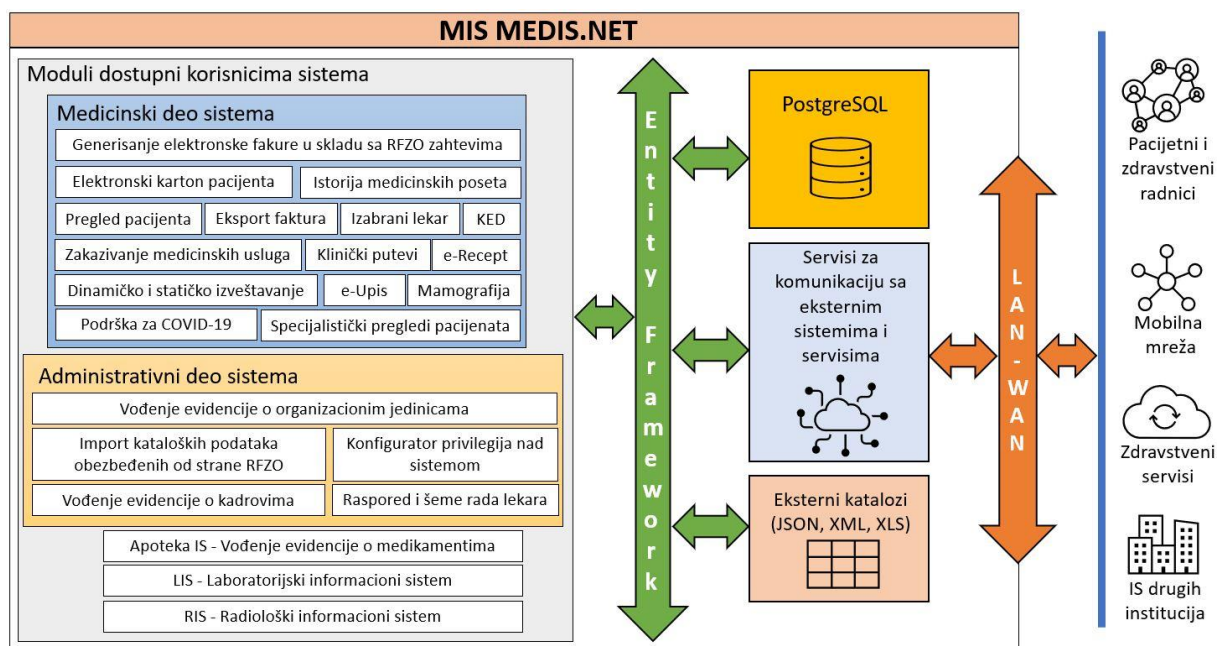
- Razvojem telemedicinskih sistema (TeleHomeCare, TeleEmergency);
- Povećanjem nivoa zdravstvenog obrazovanja i zdravstvene svesti pacijenata;
- Razvojem sistema za rad sa populacijom preko praćenja i kontrole zaraznih bolesti i kontrole životne sredine, itd.

3.3. Medicinski informacijski sistem – MEDIS.NET

MEDIS.NET je medicinski informacijski sistem razvijen na Elektronskom fakultetu u Nišu u Laboratoriji za medicinsku informatiku [68]. MEDIS.NET (SLIKA 14) je licenciran od strane Ministarstva zdravlja Republike Srbije za upotrebu u zdravstvenim ustanovama primarnog nivoa zdravstvene zaštite u Republici Srbiji. Trenutno se koristi u 19 domova zdravlja i 6 drugih zdravstvenih ustanova. U Domu zdravlja Niš, koji je po broju stanovnika koji gravitiraju ka njemu (oko 400.000) najveći dom zdravlja u Republici Srbiji, MEDIS.NET se intenzivno koristi više od 10 godina.



SLIKA 14. Medicinski informacijski sistem MEDIS.NET



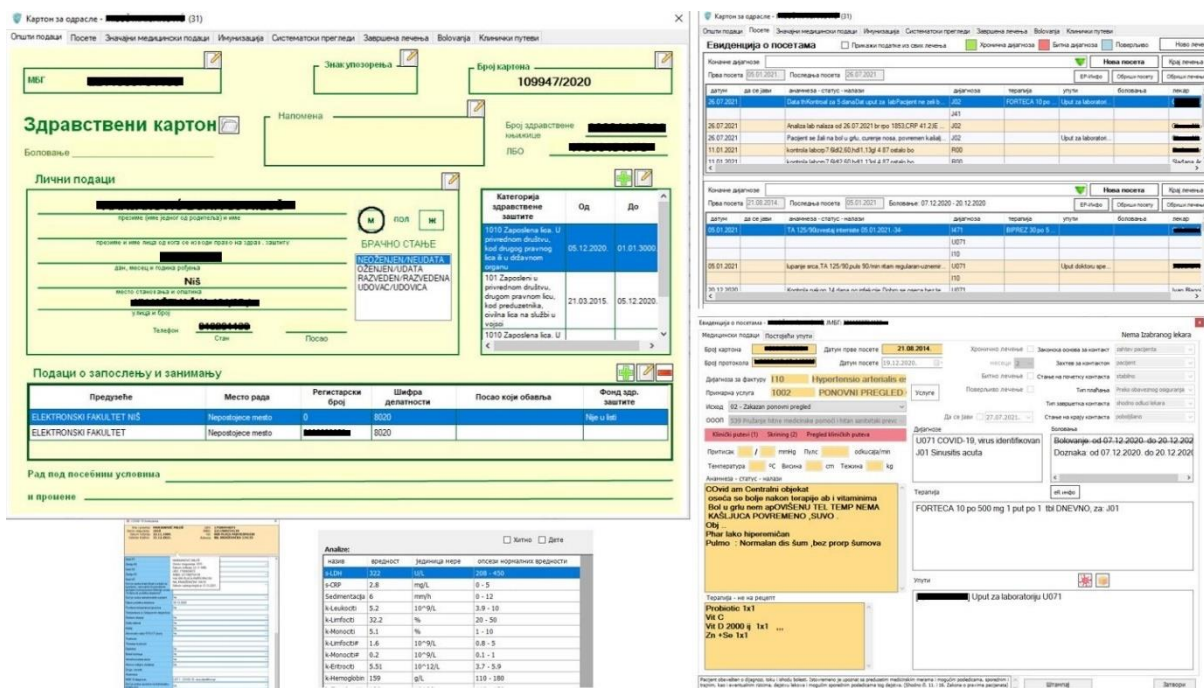
SLIKA 15. Struktura unapređenog medicinskog informacionog sistema MEDIS.NET

Osnovna struktura unapređenog medicinskog informacionog sistema prikazana je na slici (SLIKA 15). U sastavu informacionog sistema MEDIS.NET nalaze se sledeći moduli:

- Vođenje evidencije o kadrovima (unos, ažuriranje, brisanje i izveštavanje);
- Vođenje evidencije o organizacionim jedinicama;
- Generisanje elektronske fakture u skladu sa RFZO zahtevima;
- Elektronski karton pacijenta;
- Pregled pacijenta;
- Specijalistički pregledi pacijenata;
- Istorija medicinskih poseta;
- Generisanje recepata, uputa, bolovanja, naloga za injekcija i pomagala;
- Zakazivanje medicinskih usluga;
- Laboratorijski informacijski sistem;
- Radiološki informacijski sistem;
- Raspored i šeme rada lekara;
- Izabrani lekar;
- Dinamičko i statičko izveštavanje;
- Konfigurator privilegija nad sistemom;
- Eksport faktura;

- Mamografija;
- Import kataloških podataka obezbeđenih od strane RFZO;
- Knjiga evidencija obolelih od dijabetesa KED;
- Klinički putevi;
- Vođenje evidencije o medikamentima;
- e-Upis;
- e-Recept;
- Podrška za COVID-19.

MEDIS.NET se koristi za evidentiranje pruženih zdravstvenih usluga počevši od prijema pacijenta, preko čekaonice, posete lekaru, zatim za propisivanje i praćenja primene terapije, kreiranje uputa ka specijalističkim službama, kreiranje sistematskih pregleda, za lečenje pacijenata sa komorbiditetima, itd. Bitna karakteristika celog sistema je elektronski karton pacijenta (SLIKA 16), koji prati istoriju celokupnog lečenja pacijenta od njegovog rođenja do smrti, zajedno sa njegovim demografskim podacima kod kojih je takođe očuvana istorija u bazi podataka [14]. Omogućen je veći broj pogleda (različiti tipovi kartona) nad podacima iz elektronskog kartona pacijenta u zavisnosti od službe i specijalizacije lekara. Jedan od dostupnih pogleda nad elektronskim kartonom pacijenta je i stomatološki karton, koji omogućava vizuelizaciju vilice sa zubima i vizuelan unos dijagnoza i terapija [69].



SLIKA 16. Elektronski karton pacijenta u MIS-u MEDIS.NET

Za potrebe ubrzanog evidentiranja pruženih medicinskih usluga pacijentu koristi se modul za fakturisanje usluga [70] i modul za monitoring i kreiranje godišnjeg plana pružanja zdravstvenih usluga [71]. Za potrebe vođenja evidencije o ljudskim resursima razvijen je modul za kadrovsku evidenciju i modul za konfigurisanje radnog vremena i šeme rada zaposlenih [72]. Sistem omogućava zakazivanje poseta pacijentima kod lekara na osnovu prethodne definisane šeme rada iz radnog vremena [73], [74]. Sistem omogućava lak izbor i promenu izabranog lekara po standardima propisanim od strane države što utiče i na kapitacionu formulu [75]. U okviru sistema integrisan je i Laboratorijski informacijski sistem koji prati rad interne biohemijske laboratorije, od uputa poslatog laboratoriji, koji može biti izdat u ustanovi preko elektronskog kartona pacijenta ili unet kao eksterni uput, pa do dobijanja i unosa rezultata (podržana je akvizicija rezultata analiza sa biohemijskih analizatora [76]) odmah potom dostupnih u elektronskom kartonu pacijenta [77]. Bitna karakteristika celog medicinskog informacionog sistema je njegova dinamička prilagodljivost korisniku koji ga koristi, a to je omogućeno posebnim modulom za podešavanje korisničkih privilegija [78]. U zavisnosti od korisnika prijavljenog na sistem, izgled startovanog okruženja je različit. Sistem privilegija je takav da omogućava u potpunosti zaštitu prava pacijenata i lekara. KED, knjiga evidencije dijabetičara, omogućava konstantno praćenje hroničnih pacijenata obolelih od nekog tipa dijabetesa. KED je integrisan sa javno dostupnim servisima Instituta za javno zdravlje Srbije dr Milan Jovanović Batut. U okviru sistema nalazi se integrisan i radiološki informacijski sistem koji daje podršku rada radiološkoj službi [79]. Modul za mamografiju omogućava rad i sa pokretnim mamografom na terenu [80]. Integracija RIS-a sa centralnim državnim repozitorijumom omogućava uvid u radiološke nalaze kreirane na celoj teritoriji Republike Srbije. Integrisani klinički putevi u sistemu omogućavaju praćenje nekih hroničnih bolesti i sprovođenje prevencije (skrining programa [81]) za neke od bolesti. Modul je veoma koristan i mladim lekarima, jer mlade lekare vodi kroz niz koraka koji omogućavaju dijagnostifikovanje i lečenje određene bolesti po propisanim algoritmima i zdravstvenim propisima. Modul Interna apoteka omogućava i vođenje evidencije o medikamentima u lokalnoj apoteci zdravstvene ustanove [82]. Modul e-Upis omogućava onlajn upis dece u osnovne i srednje škole. E-Recept omogućava kreiranje elektronskog recepta i njegovo slanje u centralizovani državni repozitorijum. Modul COVID-19 daje podršku zdravstvenim radnicima u radu sa COVID-19 zaraženim ili suspektim licima. MEDIS.NET podržava fiksne, statičke izveštaja i dinamičko izveštavanje pogodno za dalju analitiku što je od velike vrednosti menadžmentu zdravstvene

ustanove [83], [84]. U radovima [85], [86] je prikazano kako prikupljeni podaci tokom eksploatacije MEDIS.NET-a kao i sam MEDIS.NET mogu da se iskoriste za stručno usavršavanje medicinskih radnika (studenata medicine, novih lekara, lekara na praksi, itd.).

U tabeli (TABELA 3) prikazane su neke od zdravstvenih ustanova koje koriste medicinski informacijski sistem MEDIS.NET (u koloni "Klijent" je naveden samo naziv grada u kome se nalazi konkretan dom zdravlja dok ATD označava Antituberkulozni dispanzer u Nišu). Prikazan je ukupan broj klijent računara, broj aktivnih lekara, broj ostalih korisnika sistema (bez aktivnih lekara), broj aktivnih pacijenata (pacijenti koji imaju registrovanog bar jednog izabranog lekara), ukupan broj poseta, ukupan broj propisanih recepata i ukupan broj kreiranih uputa tokom eksploatacije sistema.

TABELA 3. Neki od korisnika medicinskog informacijskog sistema MEDIS.NET

Klijent	Broj klijent računara	Broj lekara	Ostali korisnici	Broj aktivnih pacijenata	Broj poseta	Broj recepata	Broj uputa
ATD	15	11	20	20.040	404.332	19.670	11.394
Babušnica	27	20	45	10.386	1.310.674	1.112.688	215.961
Bela Palanka	32	28	50	9.317	1.856.939	1.304.560	486.562
Bojnik	23	18	38	11.894	1.109.817	917.924	189.348
Bosilegrad	22	14	32	6.772	895.582	557.911	93.605
Ćićevac	17	14	26	9.431	103.534	680.265	191.310
Dimitrovgrad	22	20	47	9.710	1.091.776	630.189	83.220
Gadžin Han	25	22	28	6.492	1.074.843	889.124	193.714
Medveđa	20	20	33	6.126	994.231	547.748	180.766
Merošina	26	27	40	10.500	1.536.443	720.824	166.096
Niš	272	294	525	252.511	24.677.881	14.498.678	4.168.731
Ražanj	26	21	40	5.516	895.456	534.245	197.918
Sokobanja	31	24	42	18.039	1.345.820	740.705	223.914
Studentska poliklinika	10	14	20	18.108	690.694	109.000	130.679
Vladičin Han	38	40	70	19.130	2.468.100	1.823.516	766.289
Vlasotince	50	39	101	25.838	2.319.332	1.960.652	337.211
Zaječar	64	20	102	48.323	4.430.277	3.881.424	769.031
Žitorađa	29	21	37	15.974	1.577.508	1.229.490	301.481

*Podaci preuzeti 28.07. 2021. godine.

3.4. IT rešenja u borbi protiv pandemija i epidemija zaraznih bolesti

IT rešenja mogu da pomognu u suzbijanju, praćenju i ublažavanju posledica pandemija i epidemija. U nastavku je dat prikaz nekih rešenja.

Razvoj pametnog zdravstvenog sistema je veoma bitan faktor iz ugla pacijenta (brža, kvalitetnija i efikasnija zdravstvena usluga i nega), zdravstvenih radnika (manji troškovi poslovanja ustanove, smanjen svakodnevni pritisak na medicinsko osoblje, uniformisan način za upravljanje sredstvima i podacima, povećano zadovoljstvo kod pacijenata) i istraživača (manji troškovi istraživanja, smanjeno vreme potrebno za istraživanje, povećana efikasnost istraživanja, dostupnost podataka) [87]. Istraživači su naglasili važnost nove generacije informacionih tehnologija, poput Interneta stvari (IoT), mobilnog Interneta, računarstva u oblaku, BigData, 5G mreže, mikroelektronike i veštačke inteligencije u cilju izgradnje pametne zdravstvene zaštite.

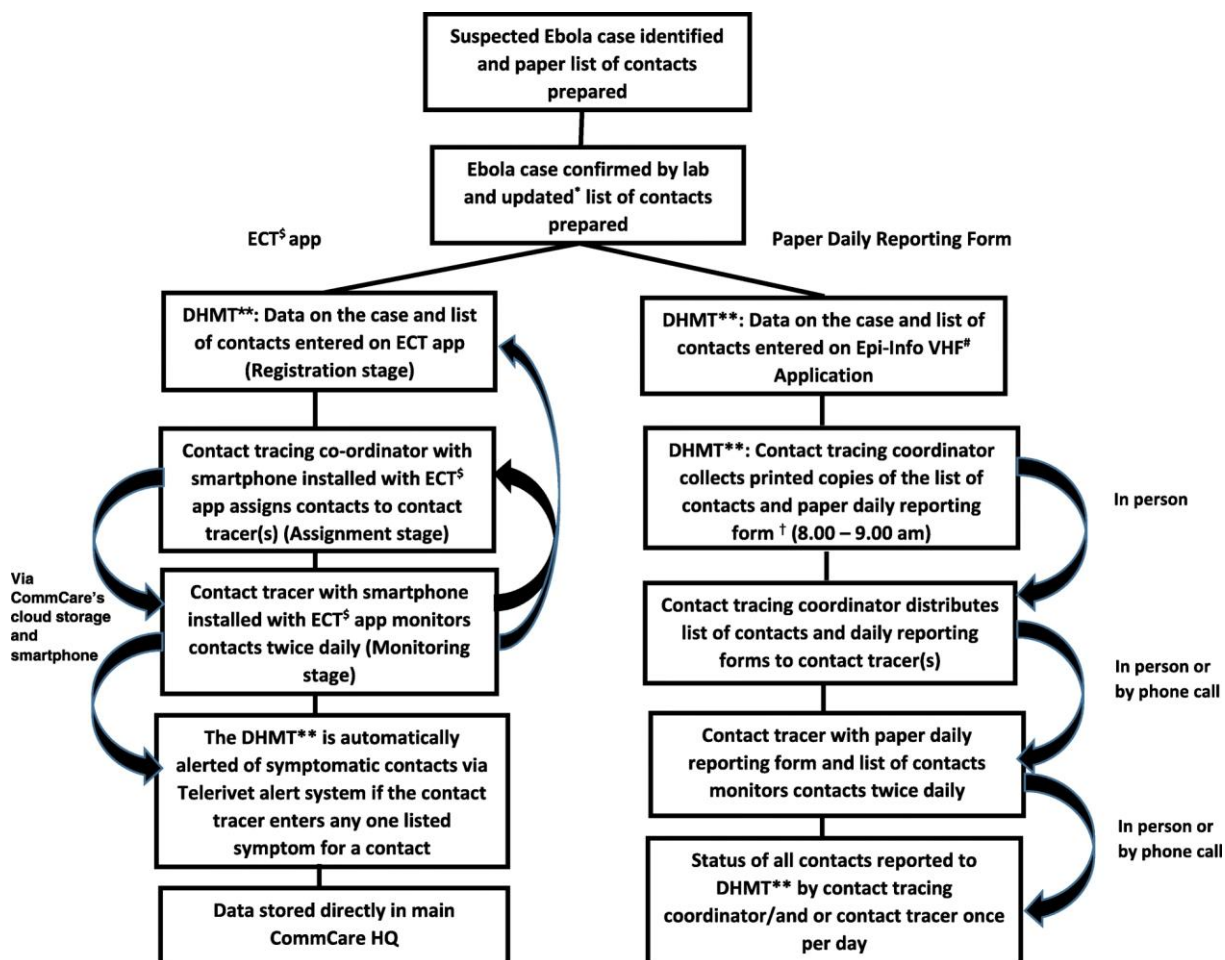
BigData Computational Epidemiology je novo i uzbudljivo multidisciplinarno polje istraživanja koje koristi različite modele izračunavanja i veliku količinu podataka za identifikovanje i kontrolisanje prostorno-vremenskog širenja zaraze kroz populaciju (npr. praćenje influence H1N1) [88].

Danas se mnoge zdravstvene ustanove suočavaju sa velikim izazovima u modernizaciji IT infrastrukture kako bi efikasno mogle da odgovore na nove izazove poput trenutne pandemije COVID-19 [89].

3.4.1. Praćenje kontakata

Za vreme poslednje velike epidemije Ebole u Zapadnoj Africi (2014. – 2016. godine) istraživači su razvili aplikaciju Ebola Contact Tracing (ECT) (SLIKA 17) za praćenje ostvarenih kontakata [90]. Istraživači su upoređivali rezultate dobijene upotrebom razvijene aplikacije sa rezultatima ostvarenim na osnovu upotrebe papirnih popunjenih obrazaca. Na osnovu njihovih istraživanja, praćenje kontakata zasnovano na razvijenoj aplikaciji uspešno je detektovalo 63% kontakata od svih laboratorijski potvrđenih slučajeva, dok je traženjem kontakata sa papirnih

obrazaca postignut rezultat od 39% i pri tome uneti podaci u papirnom obliku su često bili i nepotpuni. Razvijena aplikacija za pametne telefone povezana je sa centralnim sistemom za uzbuñjivanje koji obaveštava Okružni centar za reagovanje na Ebolu o simptomatskim kontaktima. Istraživači su se složili da je, uprkos mnogim izazovima, upotreba mobilne aplikacije imala i velike koristi jer su uneti podaci bili kompletni, povećana je tačnost unetih podataka i obezbeđena laka pretraga podataka.

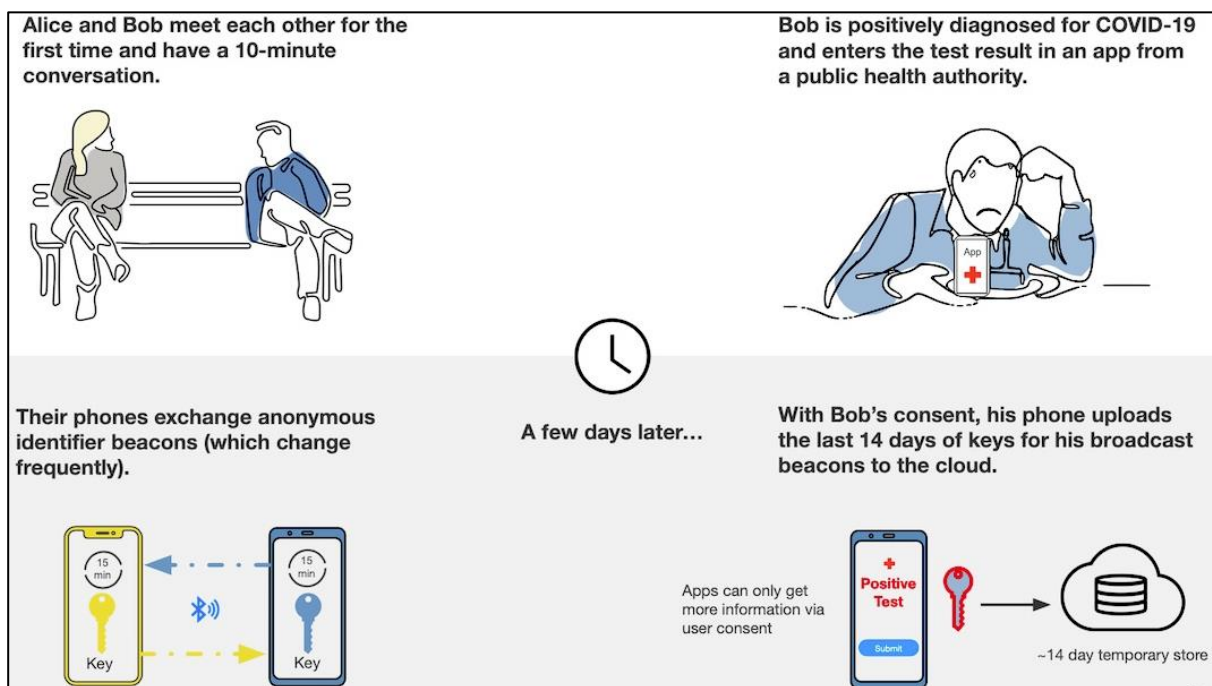


SLIKA 17. Dizajn aplikacije za praćenje kontakata zaraženih od Ebole u Zapadnoj Africi [90]

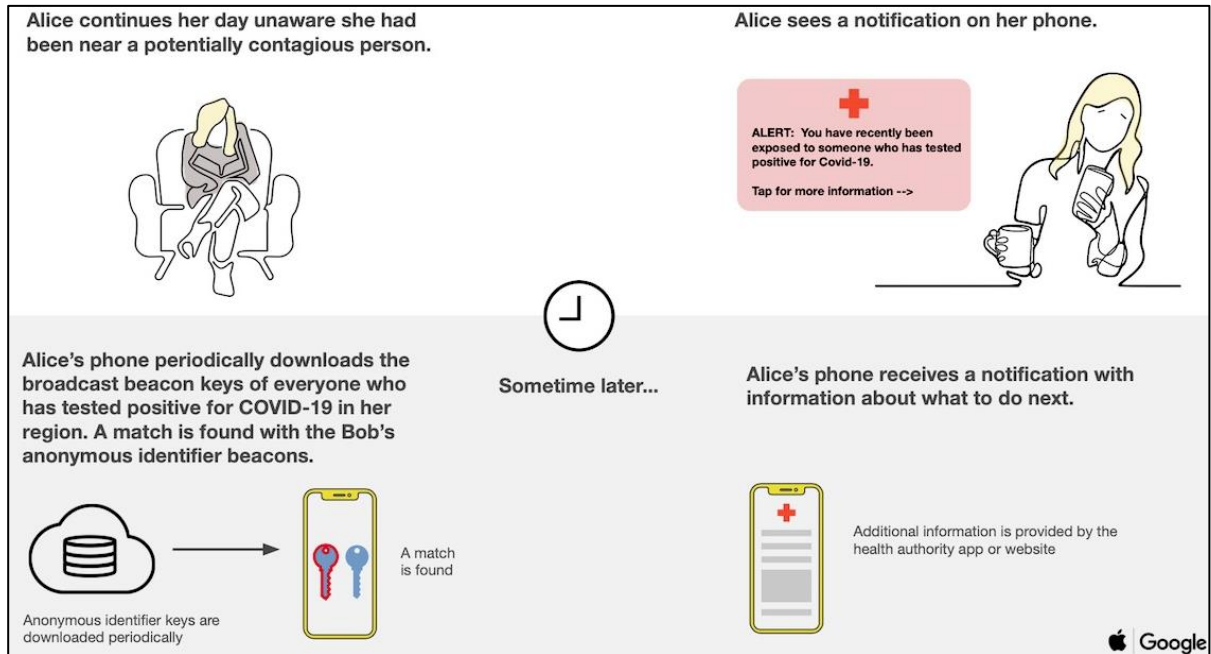
Pan-European Privacy Preserving Proximity Tracing (PEPP-PT) [91] je platforma na čijem razvoju je radio tim od 130 istraživača iz 8 evropskih zemalja. Pomoću ovog softvera, vlade donose odluku kako će obavestiti osobe da su bile u kontaktu sa nekim ko je bio pozitivan prilikom testiranja na COVID-19.

Upotreba pametnih tehnologija u zdravstvu u poslednje vreme predstavlja veliki izazov i fokus istraživanja mnogim istraživačima širom sveta. U poslednje vreme istraživački rad fokusiran je na razvoj mobilnih aplikacija koje prate zaražene ili potencijalno zaražene osobe i to u cilju suzbijanja širenja bolesti COVID-19.

Svetske poznate kompanije kao što su Apple i Google razvile su platformu za pametne telefone koja omogućuje praćenje širenja bolesti COVID-19 koristeći Bluetooth tehnologiju (SLIKA 18 i SLIKA 19) [92]. Potrebno je da korisnici mobilne aplikacije daju pristanak za deljenje ličnih podataka i lokacije. Ukoliko je urađen test na COVID-19 pozitivan, korisnik može da unese taj podatak u mobilnu aplikaciju. Nakon toga, aplikacija će kontaktirati sve ostale korisnike aplikacije koji su imali kontakt sa zaraženom osobom na udaljenosti do dva metra (6 fita).



SLIKA 18. Praćenje ostvarenog kontakta pomoću mobilne aplikacije (I faza – pozitivan test na COVID-19 nakon prethodno ostvarenog kontakta sa drugim osobama) [92]

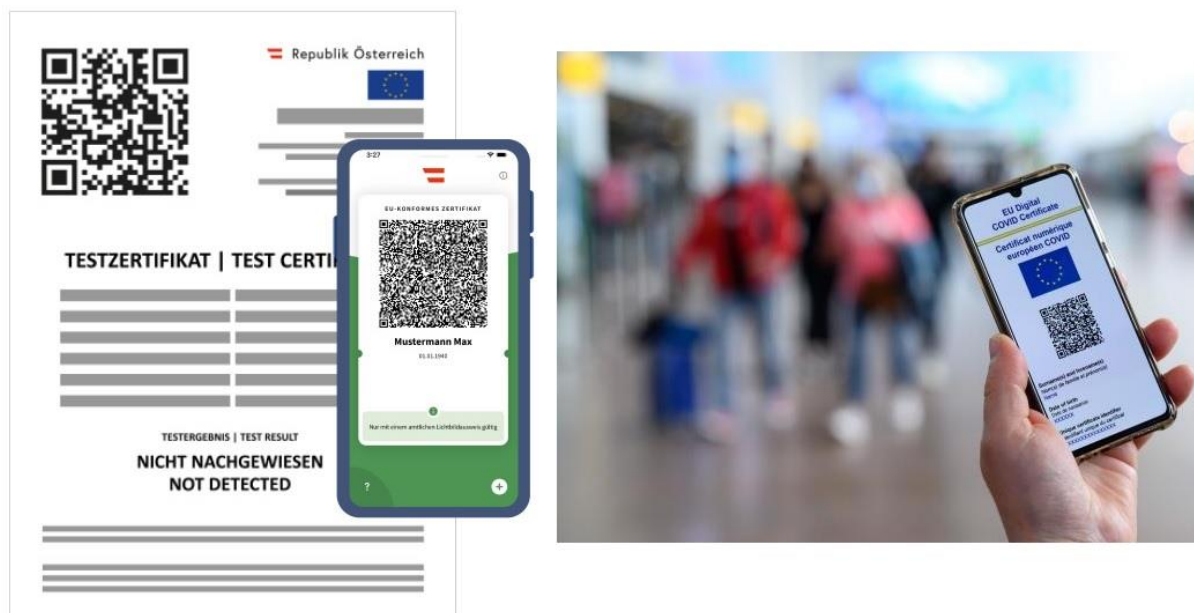


SLIKA 19. Praćenje ostvarenog kontakta pomoću mobilne aplikacije (II faza – obaveštavanje osobe koja je bila u kontaktu sa potvrđeno pozitivnom osobom) [92]

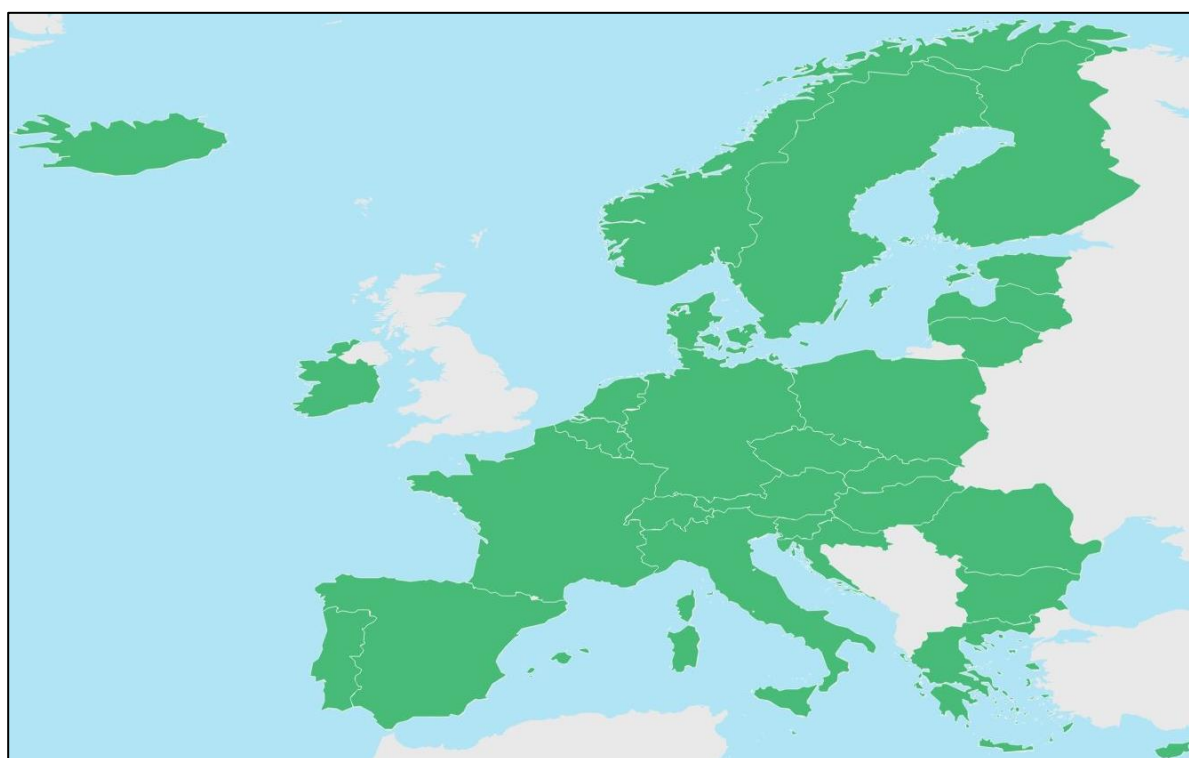
3.4.2. Digitalne potvrde o vakcinaciji

Evropska unija je 1. jula 2021. godine uvela u upotrebu aplikaciju za mobilne telefone (SLIKA 20) koja omogućava prikaz QR koda (digitalnih COVID-19 sertifikata), koji je dobijen nakon uspešne vakcinacije (primljene dve doze vakcina), nakon dobijenog negativnog testa na COVID-19 ili nakon preležane bolesti i omogućava ulaz osobama u objekte koji su pod restriktivnim merama pristupa zbog sprečavanja širenja bolesti COVID-19 [93]. Na svim mestima gde je to potrebno pri ulazu u objekte skenira se QR kod koji je dostupan iz mobilne aplikacije. Neke od karakteristika EU Digitalnog COVID-19 sertifikata su:

- Digitalni sertifikat koji može biti i u papirnom obliku;
- Jednostavna prezentacija sertifikata u obliku QR koda;
- Besplatno se dobija;
- Sertifikat je na nacionalnom i engleskom jeziku;
- Zagarantovana je bezbednost i sigurnost podataka;
- Važi u svim zemljama Evropske unije (SLIKA 21).



SLIKA 20. EU Digitalni COVID-19 sertifikat [93]



SLIKA 21. Zemlje u kojima važi Digitalni COVID sertifikat (30. jul. 2021. godine) [93]

U Republici Srbiji omogućeno je dobijanje Digitalnih zelenih sertifikata koji se odnose na zaraznu bolest COVID-19. Digitalni zeleni sertifikat predstavlja potvrdu koja je elektronski pečatirana i kao takva ne može biti falsifikovana niti zloupotrebljena. Digitalni zeleni sertifikat

sadrži sledeće podatke: ime, prezime, JMBG, pol, broj pasoša, da li je lice vakcinisano, broj primljenih doza vakcine, datum primanja prve i druge doze vakcine, da li je lice preležalo bolest COVID-19. Digitalni zeleni sertifikat sadrži i rezultate sledećih testova: PCR test (SARS-CoV-2 RT real-time PCR), Antigenski test (SARS-CoV-2 Ag-RTD Antigen Rapid Detection Test), Serološki test (SARS-CoV-2 RBD S-Protein Immunoglobulin G (IgG) Test). Rezultati testova se prikazuju samo ukoliko su urađeni u referentnim laboratorijama Republike Srbije. Digitalni zeleni sertifikat se može dobiti preko portala e-Uprava i na šalterima pošta u celoj Srbiji. Digitalni zeleni sertifikat se dobija besplatno. Sertifikat je dostupan u štampanom obliku (SLIKA 22) ili preko mobilnog telefona.

ДИГИТАЛНИ ЗЕЛЕНИ СЕРТИФИКАТ
 Потврда о извршеној вакцинацији против COVID-19 и резултатима тестирања
DIGITAL GREEN CERTIFICATE
 Certificate of vaccination against COVID-19 and test results

Број сертификата / Certificate ID: 750000021
 Датум и време издавања сертификата / Certificate issuing date and time: 26.07.2021. 09:58:38

Име и презиме / Name and surname: [REDACTED]
 Пол / Gender: Мушко/Male
 Датум рођења / Date of birth: [REDACTED]
 ЈМБГ / Personal No. / EBS: [REDACTED]
 Број пасоша / Passport No. / Издат од / Issued by: [REDACTED], SRB

Доза / Dose: 1 / 2
 Тип / Type: Pfizer-BioNTech
 Произвођач и серија / Manufacturer and batch number: BIONTECH MANUFACTURING GMBH, EN1194
 Датум / Date: 18.02.2021.
 Здравствена установа / Health care Institution: Дом здравља Niš

Доза / Dose: 2 / 2
 Тип / Type: Pfizer-BioNTech
 Произвођач и серија / Manufacturer and batch number: BIONTECH MANUFACTURING GMBH, EN1195
 Датум / Date: 11.03.2021.
 Здравствена установа / Health care Institution: Дом здравља Niš

SARS-CoV-2 RT Real-time PCR
 Резултат / Result: N/A
 Врста узорка / Sample type: N/A
 Произвођач теста / Test manufacturer: N/A
 Датум и време узоровања / Date and time of sampling: N/A
 Датум и време издавања резултата / Date and time of result: N/A
 Лабораторија / Laboratory: N/A

SARS-CoV-2 Ag-RDT (Antigen Rapid Detection test)
 Резултат / Result: N/A
 Врста узорка / Sample type: N/A
 Произвођач теста / Test manufacturer: N/A
 Датум и време узоровања / Date and time of sampling: N/A
 Датум и време издавања резултата / Date and time of result: N/A
 Лабораторија / Laboratory: N/A

SARS-CoV-2 RBD S-Protein Immunoglobulin G (IgG) test
 Резултат / Result: N/A
 Врста узорка / Sample type: N/A
 Произвођач теста / Test manufacturer: N/A
 Датум и време узоровања / Date and time of sampling: N/A
 Датум и време издавања резултата / Date and time of result: N/A
 Лабораторија / Laboratory: N/A

Потврда о пролежанјој болести COVID-19 / Confirmation of COVID-19 recovery
 Датум позитивног теста - лабораторија / Date of positive test - laboratory: N/A

Сертификат издаје: Институт за јавно здравље Србије "Др Милан Јовановић Батут"
 Certificate issued by: Institute of Public Health of Serbia "Dr Milan Jovanović Batut"
 Дигитални потпис / Digitally signed by: [REDACTED]

SLIKA 22. Digitalni zeleni sertifikat (verzija dokumenta za štampu u PDF-u)

Očitavanjem QR koda (SLIKA 23) koji je dostupan u Digitalnom zelenom sertifikatu dobijaju se sledeći statusi: za vakcinaciju zelena boja ukoliko su primljene prva i druga doza vakcine, odnosno prva doza kod vakcine AstraZeneka; za rezultate PCR i antigenskog testa zelena boja ukoliko su ovi testovi urađeni u poslednja 72 sata i ukoliko su negativni; za rezultat serološkog testa zelena boja ukoliko je urađen u poslednjih 6 meseci (za vakcinisane osobe), odnosno 2 meseca (za nevakcinisane osobe) i ukoliko je IgG parametar pozitivan. Za lica koja

su se oporavila od bolesti COVID-19 podatak se prikazuje ukoliko je lice imalo pozitivan rezultat PCR ili antigenog testa u poslednjih 9 meseci [94].

Дигитални зелени сертификат / Digital green certificate
 Потврда о извршеној вакцинацији против COVID-19 и резултатима тестирања на заразну болест SARS-CoV-2 / Confirmation of vaccination against COVID-19 and test results for SARS-CoV-2 infectious disease.

Подаци / Data

Јединствени матични број грађана (ЈМБГ) / Unique master citizen number (ЈМСН)

Име / Name

Име (ћирилицом) / Name (cyrilic)

Презиме / Surname

Презиме (ћирилицом) / Surname (cyrilic)

Пол / Gender: МУШКО

Пол (латиница) / Gender (latin): МУШКО

Пол (евн) / Gender (english): MALE

Датум рођења / Date of birth

Подаци о вакцинацији / Vaccination data

Доза / Dose: 1

Тип / Type: PFIZER-BIONTECH

Серијски број / Serial number:

Датум вакцинације / Date of vaccination: 18-02-2021

Произвођач / Manufacturer: BIONTECH MANUFACTURING GMBH

Место вакцинације / Vaccination site: ДОМ ЗДРАВЉА НИШ

Место вакцинације (латиница) / Vaccination site (latin): ДОМ ЗДРАВЉА НИШ

Доза / Dose: 2

Тип / Type: PFIZER-BIONTECH

Серијски број / Serial number:

Датум вакцинације / Date of vaccination: 11-03-2021

Произвођач / Manufacturer: BIONTECH MANUFACTURING GMBH

Место вакцинације / Vaccination site: ДОМ ЗДРАВЉА НИШ

Место вакцинације (латиница) / Vaccination site (latin): ДОМ ЗДРАВЉА НИШ

Документ је валидан. / Document is valid. ✓

SLIKA 23. Digitalni zeleni sertifikat nakon skeniranja QR koda sa mobilnog telefona

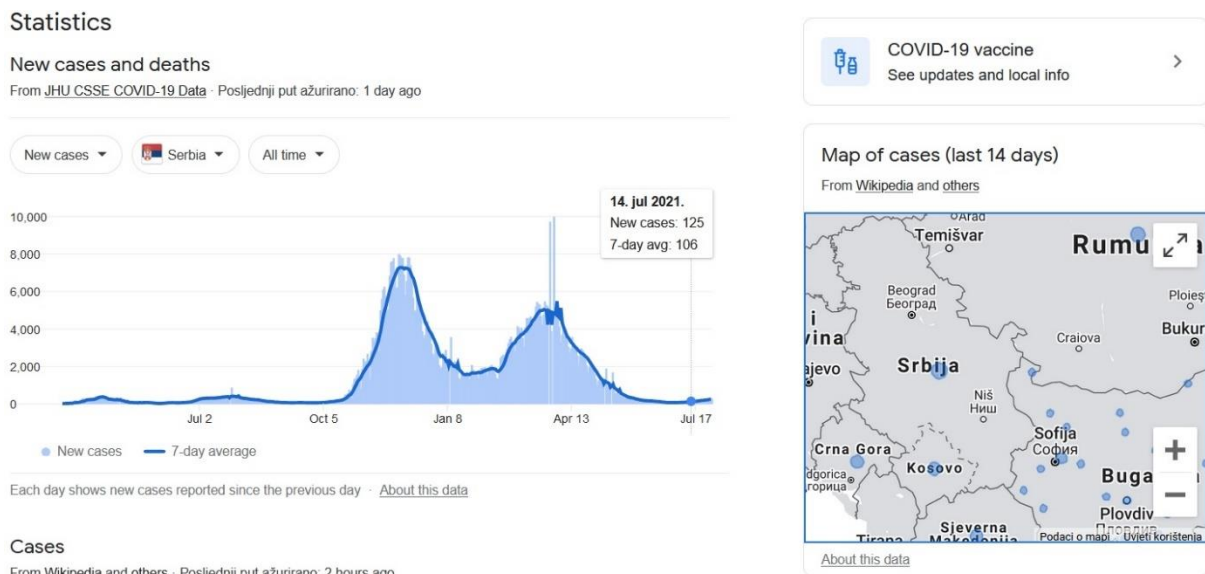
3.4.3. Mogućnosti upotrebe otvorenih podataka

Otvoreni podaci su podaci koji su javni, mašinski čitljivi, slobodni za korišćenje bez ograničenja i ponovnu upotrebu, kao i deljenje s bilo kim [95]. Najveći proizvođači i korisnici otvorenih podataka su državne institucije. Objavljivanjem otvorenih podataka državne institucije povećavaju nivo transparentnosti i odgovornosti, povećavaju kvalitet usluga u odnosu sa građanima, koji mogu da utiču i na unapređenje postojećih javnih usluga i koji mogu da utiču na stvaranju novih društvenih vrednosti koje se zasnivaju na podacima.

Otvoreni ažurni podaci se mogu koristiti tokom kreiranja i korišćenja alata za vizuelizaciju praćenja toka epidemija i pandemija preko različitih statističkih izveštaja do praćenja geografskog širenja i suzbijanja zaraza po različitim geografskim regionima. Otvoreni podaci omogućavaju i razvoj algoritama veštačke inteligencije za predviđanje širenja,

dijagnostifikovanje, klasifikaciju zaraznih bolesti, gde je ne retko potreban validan skup podataka za obučavanje i validiranje dubokih neuronskih mreža.

Strateška obaveza Vlade Republike Srbije, što je reflektovano kroz Strategiju razvoja elektronske uprave u Republici Srbiji za period od 2015. do 2018. godine i Akcioni plan za sprovođenje inicijative Partnerstvo za otvorenu upravu u Republici Srbiji za 2016. i 2017. godinu je otvaranje podataka javnih institucija. Portal otvorenih podataka Republike Srbije dostupan je preko [96].



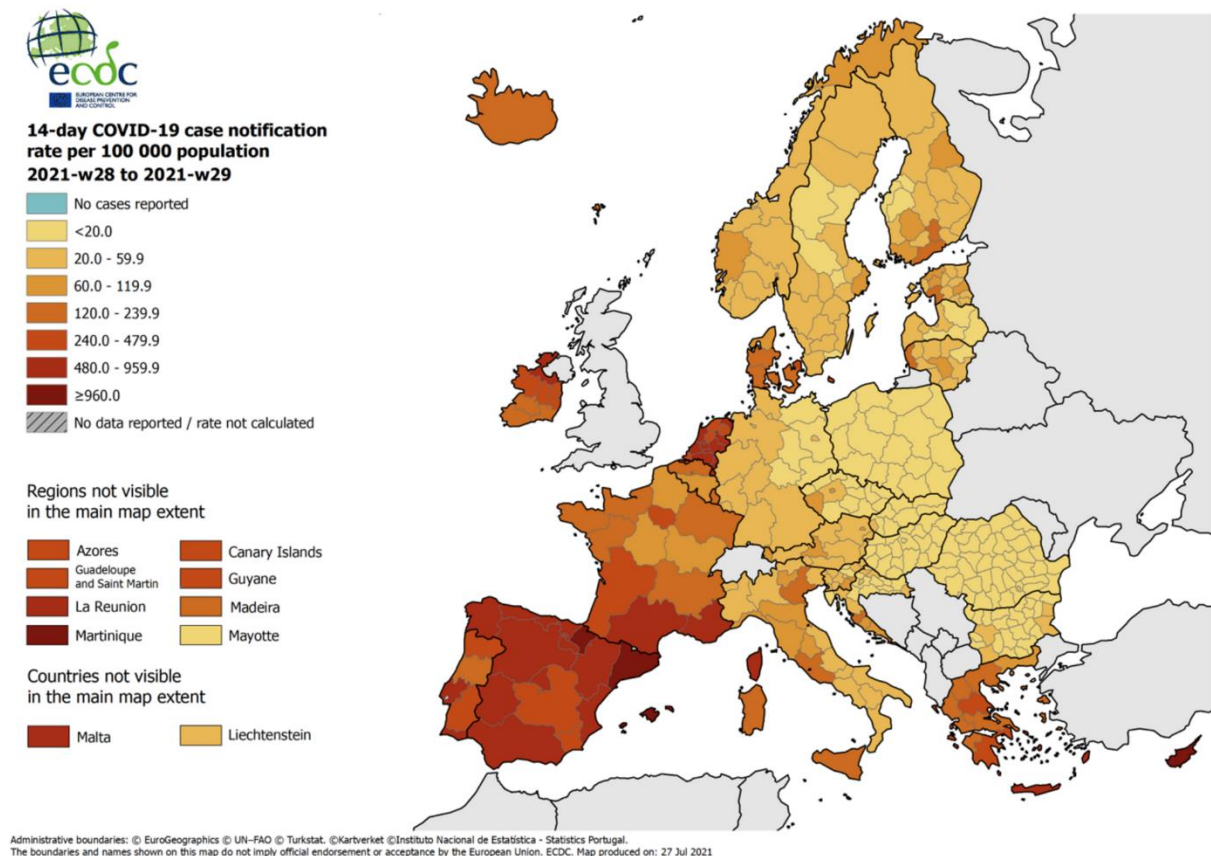
SLIKA 24. Google - Statistika zaražavanja virusom SARS-CoV-2 (Srbija, 14. jul 2021. godine)

3.4.4. Praćenje podataka o širenju zaraznih bolesti

Praćenje podataka o širenju zaraznih bolesti je veoma bitno kako bi se brzo i efikasno reagovalo u procesu suzbijanja zaraza. Pored informisanja vlada i ministarstava zemalja i odgovarajućih institucija, javno dostupni podaci o širenju zaraznih bolesti omogućavaju javnu dostupnost realne slike širenja zaraze stanovništvu. Najčešće se praćenje vrši na osnovu statističkih podataka (tabelarno ili pomoću različitih tipova grafikona), koji su dobijeni iz različitih izvora otvorenih podataka. Google je razvio servis za prikazivanje statističkih podataka tokom pandemije COVID-19 (SLIKA 24). Omogućen je prikaz novih slučajeva (osobe kod kojih je testovima potvrđeno oboljenje) i broja umrlih po državama u celom svetu. Moguć je prikaz podataka za jednu nedelju, 2 nedelje i od početka pandemije. Omogućen je geografski

prikaz distribucije zaraze preko Google servisa GoogleMaps. Podaci o bolesti COVID-19 se ažuriraju jednom dnevno sinhronizacijom sa repozitorijuma Centra za nauku i inženjerstvo Džon Hopkins Univerziteta (JHU CSSE).

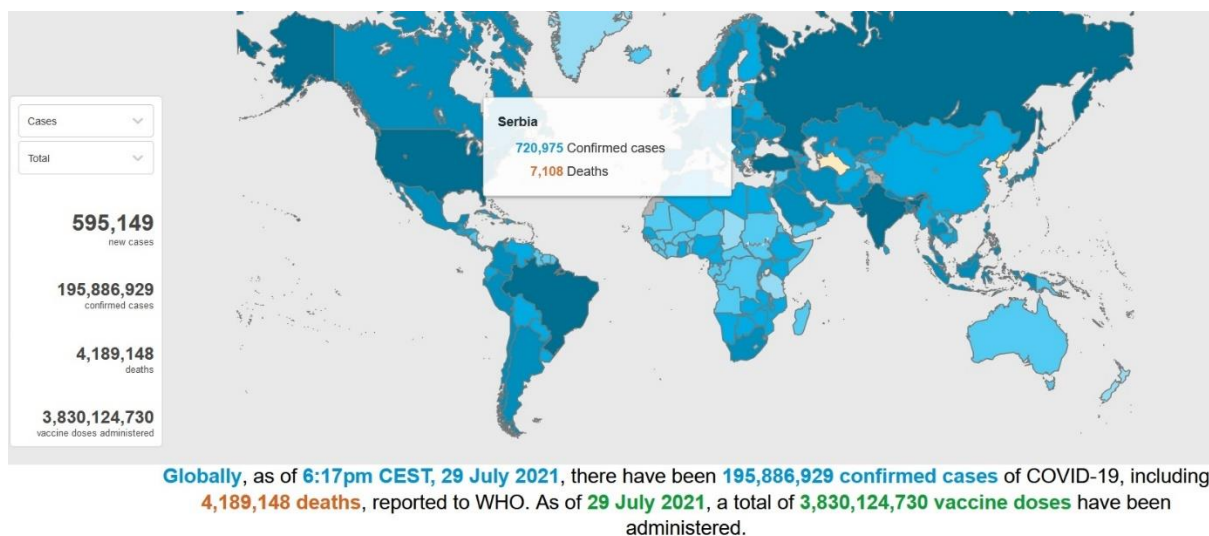
Evropski centar za prevenciju i kontrolu bolesti (European Centre for Disease Prevention and Control - ECDC) od 17. decembra 2020. godine na zahtev članica EU aktivno prati situaciju vezanu za COVID-19, na dnevnom nivou i nedeljno objavljuje ažurne izveštaje o broju umrlih i zaraženih osoba [97]. Nedeljni podaci dostupni su svakog četvrtka u obliku: *XLSX*, *CSV*, *Json* i *XML*. Bolja preglednost širenja i suzbijanja pandemije dobija se prikazom geografske distribucije zaraznih bolesti. ECDC omogućuje i geografski prikaz pandemije na svom portalu za praćenje bolesti COVID-19 (SLIKA 25).



SLIKA 25. ECDC - COVID-19 dvonedeljni prikaz bolesti u državama članica EU [97]

Za razliku od ECDC, Svetska zdravstvena organizacija daje vizuelni prikaz zaražavanja svih država sveta (SLIKA 26) [48]. Moguće je prikaz potvrđenih slučajeva, umrlih osoba i broja vakcinisanih osoba u protekla 24 časa, prethodnih 7 dana, prikaz procentualnih promena u

prethodnih 7 dana kao i prikaz ukupnog broja od početka pandemije. Geografski prikaz pandemije moguć je od celovite mape sveta do prikaza pojedinačnih država sveta.



SLIKA 26. Svetska zdravstvena organizacija - SARS-CoV-2 Dashboard [48]

3.4.5. Portali, servisi i upotreba veštačke inteligencije za praćenje zaraznih bolesti

Tokom pandemije COVID-19 razvijen je veći broj portala za prikazivanje podataka o širenju bolesti i pružanju relevantnih informacija tokom pandemije (način prenosa bolesti, simptomi bolesti, dostupnost vakcina, saveti za odabir vakcina, lokacija i radno vreme vakcionalnih punktova, radno vreme instituta za javno zdravlje, dostupnost laboratorija za testiranje, broj dostupnih funkcionalnih respiratora, broj osoba na respiratorima, broj bolničkih kreveta, broj delimično i potpuno vakcinisanih osoba, broj simptomatskih potvrđenih slučajeva, broj asimptomatskih slučajeva, broj umrlih, pravila za ulazak u zemlju prebivališta, pravila za ulazak u ostale zemlje u koje se putuje) i interakciju sa samim korisnicima.

Portal Korona virus – COVID-19 [98] razvijen je u Republici Srbiji nekoliko nedelja nakon pojave prvih zaraženih osoba (SLIKA 27). Portal obezbeđuje prikaz statističkih podataka i to: ukupan broj registrovanih slučajeva, broj smrtnih slučajeva, procenat smrtnosti, broj testiranih osoba, broj testiranih osoba u poslednja 24 časa, broj potvrđenih slučajeva u poslednja 24 časa, broj preminulih osoba u poslednja 24 časa, broj hospitalizovanih osoba i broj osoba na

respiratorima. Na portalu se nalazi spisak kontakt telefona kovid ambulanti, kontakt centar za sve informacije u vezi sa COVID-19, kontakt telefon za pomoć starim licima, COVID-19 info preko napravljene Viber grupe. Portal obezbeđuje ažurne statističke podatke (podaci su preuzeti sa Instituta za javno zdravlje Srbije dr Milan Jovanović Batut) i pruža uvid u značajna obaveštenja. Interfejs portala je na srpskom i engleskom jeziku.



SLIKA 27. Portal Korona virus - COVID-19 [98]

Građani koji posle preležane bolesti COVID-19 imaju tegobe ili osećaju da se njihov ritam promenio u odnosu na uobičajeni način života od prethodno preležane bolesti mogu preko portala e-Zdravlje [99] da urade test samoprocene i popune post COVID upitnik i saznaju da li postoji potreba za odlazak kod lekara (SLIKA 28). Post COVID upitnik je dostupan od 12. jula 2021. godine a cilj je praćenje stanja kod pacijenata koji su preležali bolest. Portalu se pristupa preko podataka iz zdravstvene knjižice pacijenta unosom ličnog broja osiguranika (LBO) i broja zdravstvene knjižice. Test samoprocene se sastoji iz velikog broja pitanja koja su podeljena na sledeće kategorije: Podaci o osobi, Registracija nadzora (Obavezno popuniti ukoliko dolazite iz inostranstva), Opis trenutnih simptoma, Druga oboljenja i stanja (označiti), Putovanje van Srbije, Podaci o kontaktima, Mesto kontakta. Post COVID upitnik se sastoji iz sledećih grupa pitanja: Lična anamneza, Pre Covid i Post Covid. Ukoliko je osoba bila u zemlji koja je označena kao visoko rizična, a pri tome nije imunizovana, nema negativne testove nakon popunjavanja testa samoprocene automatski će dobiti rešenje o sprovođenju kućne izolacije.

Preko servisa e-Uprava Republike Srbije “Iskazivanje interesovanja za vakcinisanje protiv COVID-19”, građani se mogu prijaviti za vakcinaciju, odabrati vakcinu i zakazati termin za vakcinisanje [100].

еЗдравље МИНИСТАРСТВО ЗДРАВЉА РЕПУБЛИКЕ СРБИЈЕ

ИНФО ТАБЛА САЊДУЧЕ ПУНА ВЕРЗИЈА ПОРТАЛА

ТЕСТ САМОПРОЦЕНЕ Пост COVID упитник

ТЕСТ САМОПРОЦЕНЕ

Сврха ове самопроцене, као и питања која ће бити постављена је да идентификује особе код којих постоји основана сумња за COVID-19 инфекцију. Питања која се постављају се тичу симптома и потенцијалне изложености SARS-CoV-2 вирусу, те је неопходно да веома озбиљно схватите одговарања на иста.

Тријажа тестова самопроцене се ради на основу тренутно активних алгоритама тријаже које је дефинисала струка. Са изменом ситуације може доћи до адаптације алгоритама тријаже.

Самопроцена ни на који начин не замењује мишљење, преглед, дијагнозу, терапију или било који други вид медицинске услуге која се врши од стране лекара.

Корисници који имају тешку клиничку слику или тешке респираторне проблеме требали би да се јаве у надлежну инфективну болницу или епидемиолошку службу.

Подаци о особи

Регистрација надзора (Обавезно попунити уколико долазите из иностранства)

Опис тренутних симптома

Друга оболења и стања (означити)

Путовање ван Србије

Подаци о контактима

Место контакта

SLIKA 28. Portal eZdravlje - Test samoprocene i Post COVID upitnik [99]

Neka rešenja razvijena u svetu omogućila su udaljenu komunikaciju hospitalizovanih pacijenata sa lekarima [27]. Pri tome se smanjuje stepen kontakta zaraženih osoba sa osobama koje su bez simptoma bolesti što omogućava i zaštitu zdravstvenih radnika (manji broj kontakta i trajanje kontakta sa zaraženim pacijentima).

Svetska zdravstvena organizacija preko svog zvaničnog portala obezbeđuje praćenje zaražavanja i širenja zaraznih bolesti poput SARS-a, MERS-a, Ebole itd. Redovno se na portalu ažuriraju podaci o zaraznim bolestima, nastalim epidemijama, zahvaćenim područjima epidemijama itd. Na portalu se nalaze i informacije o toku bolesti, simptomima bolesti, terapiji koja uspešno dovodi do izlečenja ili ublažavanja oboljenja, načinu prenosa zaraze itd.

Dr Max farmaceutski lanac u Slovačkoj je avgusta 2019. godine instalirao automate za izdavanje lekova u okviru svojih apoteka (SLIKA 29) [101]. Lekovi koji su bili dostupni na

automatu su lekovi koji se prodaju bez recepta (vitamini, probiotici, lekovi i preparati za obaranje temperature, medikamenti za prvu medicinsku pomoć). U martu 2020. godine Dr Max je ponudio i prodaju različitih maski preko automata po ceni od 2,9 EU. Ovo je smanjilo opterećenje radnika u apotekama i omogućilo smanjenje kontakata sa potencijalno zaraženim osobama.



SLIKA 29. Dr Max automat za prodaju medikamenata [101]

Algoritmi veštačke inteligencije i duboko učenje (SLIKA 30) se mogu upotrebiti u dijagnostifikovanju, praćenju i predviđanju toka bolesti kod osoba, u predviđanju teritorijalnog širenja bolesti, itd. U radu [102] prikazani su načini upotrebe dubokog učenja u borbi sa bolešću COVID-19. Tehnike dubokog učenja su se veoma dobro pokazale tokom dijagnostifikovanja obolelih od bolesti COVID-19 na osnovu malog trening seta radioloških slika.

U Nigeriji je tehnologija veštačke inteligencije iskorišćena veoma praktično za pametnu trijažu pacijenata [103]. Nakon popunjavanja onlajn upitnika i u zavisnosti od datih odgovora, pacijenti dobijaju medicinski savet na daljinu ili dobijaju poziv da se jave u bolnicu. Proizvođač rešenja Wellvis ističe da je ovo uticalo da se značajno rasterete pozivi upućeni prema dežurnim hitnim linijama.

U Južnoj Africi se koriste algoritmi veštačke inteligencije za predviđanje sledećih talasa bolesti COVID-19 i područja širenja zaraza i to na osnovu podataka o prethodnom širenju zaraznih bolesti koje su se javljale kao epidemije u pojedinim delovima države i na osnovu poznatog kretanja stanovništva iz jedne zajednice u drugu. Projekat je razvijen u kolaboraciji Wits Univerziteta, Vlade pokrajine Gauteng u Južnoj Africi i Jork Univerziteta u Kanadi [104].



SLIKA 30. Upotreba veštačke inteligencija u prevenciji širenja bolesti COVID-19 [105]

3.5. Pravna regulativa o zdravstvenoj dokumentaciji i evidencijama u medicinskim informacionim sistemima u Republici Srbiji

Zakon o zdravstvenoj dokumentaciji i evidenciji u oblasti zdravstva ("Sl. glasnik RS", br. 123/2014, 106/2015, 150/2017 i 25/2019 – dr. zakon) [106] reguliše u potpunosti zdravstvenu dokumentaciju i evidenciju, integrisani zdravstveni informacioni sistem i zaštitu podataka.

Zakonom se uređuje:

- Zdravstvena dokumentacija i vođenje evidencije o posetama;
- Tipovi i sadržaj zdravstvene dokumentacije i evidencija;
- Način i postupak vođenja zdravstvene dokumentacije;
- Lica ovlašćena za vođenje zdravstvene dokumentacije i upisivanje podataka;
- Rokovi za dostavljanje i obradu podataka;
- Način raspolaganja podacima iz medicinske dokumentacije pacijenata koja se koristi za obradu podataka;
- Obezbeđivanje kvaliteta;
- Zaštite i čuvanja podataka;
- Druga pitanja od značaja za vođenje zdravstvene dokumentacije i evidencija.

Zdravstvena dokumentacija i evidencije su osnov za funkcionisanje integrisanog zdravstvenog informacionog sistema u Republici Srbiji.

Član 2 ovog zakona definiše moguću upotrebu zdravstvene dokumentacije i evidencije kroz:

- Praćenje zdravstvenog stanja pacijenta;
- Praćenje i proučavanje zdravstvenog stanja stanovništva;
- Praćenje izvršavanja obaveza svih subjekata u oblasti zdravstvene zaštite;
- Praćenje faktora rizika iz životne sredine i procenu njihovog uticaja na zdravlje stanovništva;

- Praćenje resursa u oblasti zdravstvene zaštite;
- Praćenje i stalno unapređenje kvaliteta zdravstvene zaštite;
- Finansiranje zdravstvene zaštite;
- Planiranje i programiranje zdravstvene zaštite;
- Praćenje i ocenjivanje sprovođenja planova i programa zdravstvene zaštite;
- Sprovođenje statističkih i naučnih istraživanja;
- Informisanje javnosti;
- Izvršavanje međunarodnih obaveza u oblasti zdravstva i za razvoj sistema zdravstvene zaštite i zdravstvenog osiguranja.

Sve zdravstvene ustanove na svim nivoima zdravstvene zaštite uključujući i privatnu praksu u obavezi su da vode zdravstvenu dokumentaciju i evidenciju po ustanovljenim procedurama i precizno definisanim rokovima. Pacijent ima potpuno pravo da koristi sve podatke iz medicinske dokumentacije i evidencije. Podaci o ličnosti sadržani u medicinskoj dokumentaciji obrađuju se u skladu sa načelima zaštite podataka o ličnosti što podrazumeva zakonitu, primerenu i srazmernu obradu podataka o ličnosti (podaci moraju biti tačni, ažurni i zaštićeni od gubitka, uništenja, nedopuštenog pristupa, promene, objavljivanja i zloupotrebe). Podaci u zdravstvenoj dokumentaciji moraju biti ažurni i upotrebljivi u cilju pružanja zdravstvene zaštite pacijentu i stanovništvu.

Osnovni medicinski dokument je zdravstveni karton (ZK). Zdravstveni karton se vodi za svakog pacijenta kod izabranog lekara. Prolazni pacijenti nemaju otvoren zdravstveni karton već se vode samo na broj protokola u Knjizi evidencija. Zdravstveni karton prati pacijenta tokom celog njegovog života. Članom 15. ovog zakona definiše se Stomatološki karton kao osnovni dokument za vođenje evidencija kod izabranog doktora stomatologije i doktora stomatologije specijaliste dečje i preventivne stomatologije. Član 16. definiše postojanje Kartona obavezne imunizacije za vođenje evidencije o datim vakcinama protiv zaraznih bolesti, saglasno propisima o zaštiti stanovništva od zaraznih bolesti. Ovaj karton prati osobu od rođenja pa do navršanih 18 godina života (do potpunog sprovođenja programa obaveznih vakcinacija protiv zaraznih bolesti).

Vođenje medicinske dokumentacije, kreiranje i dostavljanje izveštaja je osnovni deo rada svake zdravstvene ustanove (državne i privatne), zdravstvenih radnika i zdravstvenih saradnika.

TABELA 4 prikazuje pojedine izraze i njihovo značenje i pojašnjenje koji se koriste u Zakonu o zdravstvenoj dokumentaciji i evidenciji u oblasti zdravstva.

TABELA 4. Pojedini izrazi i njihova pojašnjenja koji se koriste u Zakon o zdravstvenoj dokumentaciji i evidenciji u oblasti zdravstva

Izrazi	Značenje izraza i pojašnjenje
Dokument	Svaki zapis informacije bez obzira na njen fizički oblik ili karakteristike, pisani ili štampani tekst, zapis u elektronskom obliku, karte, šeme, fotografije, slike, crteži, skice, radni materijali, kao i zvučni, glasovni, magnetni, elektronski, optički i video snimci.
Pacijent	Lice, bolesno ili zdravo, koje zatraži ili kome se pruža zdravstvena usluga radi očuvanja i unapređenja zdravlja, sprečavanja, suzbijanja i ranog otkrivanja bolesti, povreda i drugih poremećaja zdravlja i blagovremenog i efikasnog lečenja, nege i rehabilitacije.
Prolazni pacijent	Lice kojem se pruža zdravstvena zaštita u zdravstvenoj ustanovi, u kojoj nema izabranog lekara.
Zdravstvena dokumentacija	Izvorni ili reprodukovani dokument, primljen u rad ili stvoren u radu zdravstvenih ustanova, privatne prakse i drugih pravnih lica. Zdravstvenu dokumentaciju čine medicinska dokumentacija o pacijentima i osnovna dokumentacija o zdravstvenoj ustanovi, privatnoj praksi i drugim pravnim licima. Zdravstvena dokumentacija može da se vodi u pismenom ili elektronskom obliku.
Medicinska dokumentacija	Dokument koji sadrži zapažene, merljive i ponovljive nalaze dobijene prilikom pregleda pacijenta, kao i laboratorijske i dijagnostičke testove, procene ili dijagnostičke formulacije. Medicinska dokumentacija hronološki beleži brigu o pacijentu, podržava dijagnostiku ili razloge posete zdravstvenoj ustanovi, potkrepljuje preventivne postupke, skrining, postupke lečenja i precizno ih dokumentuje. Predstavlja sudsko-medicinski dokument zbog čega mora biti potpuna, tačna i dostupna. Predstavlja i grupu sredstava za usklađeno evidentiranje i prikupljanje podataka o događajima i aktivnostima u sistemu zdravstvene zaštite.
Elektronski dokument	Predstavlja skup podataka sastavljen od slova, brojeva, simbola, grafičkih, zvučnih i video zapisa sadržanih u podnesku, pismenu, rešenju, ispravi ili bilo kom drugom aktu koji sačinjavaju pravna i fizička lica ili organi vlasti radi korišćenja u pravnom prometu ili u upravnom, sudskom ili drugom postupku pred organima vlasti, ako je elektronski izrađen, digitalizovan, poslat, primljen, sačuvan ili arhiviran u elektronskom obliku na magnetnom, optičkom ili drugom mediju.
Elektronski medicinski dosije	Predstavlja izvod podataka iz osnovne medicinske dokumentacije koja se vodi u elektronskoj formi o pacijentu, koji objedinjuje sve zdravstvene podatke od značaja za njegovo dugoročno zdravstveno stanje, a koji su po potrebi dostupni u pružanju zdravstvene zaštite, kako bi lečenje pacijenta bilo uspešnije.

Evidencija	Skup strukturiranih podataka utvrđenih zakonom, bez obzira na to da li se sastoji od individualnih ili zbirnih podataka.
Zdravstveno statističko istraživanje	Predstavlja sistem prikupljanja i obrade podataka u sistemu zdravstvene zaštite primenom jedinstvenih metodologija i statističkih standarda i u skladu sa propisima o statistici, a saglasno programu statističkih istraživanja.
Informacioni sistem	Sveobuhvatni skup tehnološke infrastrukture (mrežne, softverske i hardverske komponente), organizacije, ljudi i postupaka za prikupljanje, smeštanje, obradu, čuvanje, prenos, prikazivanje i korišćenje podataka i informacija.
Podatak	Činjenica ili skup činjenica, odnosno delova informacija, najčešće kvantifikovani.
Osnovna medicinska dokumentacija	Predstavlja zapis (pismeni ili elektronski) kojim se potkrepljuju određene tvrdnje, a koji je sačinjen u postupku sprovođenja zdravstvene zaštite.
Pomoćno sredstvo za vođenje evidencije	Predstavlja intermedijarnu evidenciju između osnovne zdravstvene dokumentacije i izveštaja i služi za praćenje procesa pružanja zdravstvene zaštite i sačinjavanje zbirnih i individualnih izveštaja.
Obrazac	Standardizovano sredstvo za vođenje dokumentacije i evidencije.
Podatak o ličnosti	Svaka informacija koja se odnosi na fizičko lice, bez obzira na oblik u kome je izražena i na nosač informacije (papir, traka, film, elektronski medij), po čijem nalogu, u čije ime, odnosno za čiji račun je informacija pohranjena, datum nastanka informacije, mesto pohranjivanja informacije, način saznavanja informacije (neposredno, putem slušanja, gledanja i sl, odnosno posredno, putem uvida u dokument u kojem je informacija sadržana i sl.), ili bez obzira na drugo svojstvo informacije
Obrada podatka	Svaka radnja ili zbir radnji koje se izvode nad podacima na automatizovan ili drugi način, kao što su: evidentiranje, unos, organizovanje, čuvanje, sjedinjavanje ili promena, povlačenje, konsultovanje, upotreba, otkrivanje putem prenošenja, objavljivanje ili na drugi način činjenje dostupnim, izjednačavanje, kombinovanje, blokiranje, brisanje ili uništavanje
Individualni izveštaj	Evidencija ličnih i medicinskih podataka o pacijentu ili pojedinačnih podataka o resursima zdravstvenog sistema, o zdravstvenoj ustanovi, privatnoj praksi i drugim pravnim licima
Zbirni izveštaj	Evidencija zbirnih podataka koji mogu da se odnose na pacijente, resurse zdravstvenog sistema, zdravstvene ustanove, privatnu praksu i druga pravna lica.
Registar	Skup podataka kojima su obuhvaćeni svi slučajevi određene bolesti ili stanja u definisanoj populaciji na određenoj teritoriji. Pomenuti podaci su javno dostupni, ali bez ličnih podataka.
Nadležni zdravstveni radnik, odnosno zdravstveni saradnik i drugo ovlašćeno lice	Zdravstveni radnik, zdravstveni saradnik, odnosno drugo lice koje je ovlašćeno za vođenje zdravstvene dokumentacije i upisivanje, rukovanje i obradu podataka iz zdravstvene dokumentacije i evidencija koje se vode u pismenom ili elektronskom obliku.

Nomenklatura, šifarnik i klasifikacija	Predstavljaju sistem kategorija u koji se metodom generalizacije podaci svrstavaju prema utvrđenim kriterijumima. Cilj jeste da se omogući sistematsko praćenje, poređenje, tumačenje i analiza evidentiranih podataka.
Nacionalni zdravstveni račun - NZR	Predstavlja računovodstveni okvir za standardizovano izveštavanje o troškovima i finansiranju zdravstva, koji meri sveukupne - javne, privatne i donirane zdravstvene troškove rezidenata određene države.

*Preuzeto iz "Sl. glasnik RS", br. 123/2014, 106/2015, 150/2017 i 25/2019 – dr. zakon [104].

Član 26. reguliše evidenciju o praćenju faktora rizika iz životne sredine. Osnovna dokumentacija o resursima u zdravstvenoj ustanovi, privatnoj praksi regulisana je u članu 27. ovog zakona.

Instituti za javno zdravlje dužni su da vode registre bolesti od većeg javno-zdravstvenog značaja (Član 31). Predviđeno je vođenje sledećih 18 registara:

1. Lica obolela od malignih tumora;
2. Lica obolela od šećerne bolesti;
3. Lica obolela od hronične bubrežne insuficijencije (uključujući i podatke o dijalizi);
4. Lica obolela od hronične psihoze;
5. Lica obolela od akutnog koronarnog sindroma;
6. Lica obolela od bolesti zavisnosti;
7. Lica obolela od cerebrovaskularne bolesti;
8. Lica sa invaliditetom;
9. Lica obolela od retkih bolesti;
10. Lica sa povredama i traumatizmom;
11. Lica koja su pretrpela povredu na radu;
12. Lica koja su obolela od profesionalne bolesti;
13. Decu sa smetnjom u razvoju;
14. Lica kod kojih je izvršena transplantacija (organa, tkiva, ćelija);
15. Lica obolela od tuberkuloze;
16. Lica obolela od HIV/AIDS;
17. Lica u programu biomedicinski potpomognute oplodnje - BMPO;

18. Lica obolela od druge bolesti ako se utvrdi da su od značaja za zdravlje stanovništva.

3.5.1. Integrirani zdravstveni informacijski sistem Republike Srbije

Član 44. zakona navodi da se Integrirani zdravstveni informacijski sistem Republike Srbije organizuje i razvija radi planiranja i efikasnog upravljanja sistemom zdravstvene zaštite, sistemom zdravstvenog osiguranja, prikupljanja i obrade podataka u vezi sa zdravstvenim stanjem stanovništva, finansiranjem zdravstvene zaštite i funkcionisanjem zdravstvene službe.

Integrirani informacijski sistem Republike Srbije, po zakonu, čine sledeći podsistemi:

- Zdravstveno-statistički sistem;
- Informacijski sistem organizacija zdravstvenog osiguranja;
- Informacijski sistemi zdravstvenih ustanova;
- Informacijski sistemi privatne prakse;
- Informacijski sistemi drugih pravnih lica.

Integrirani informacijski sistem Republike Srbije obezbeđuje zdravstvene podatke svim učesnicima u zdravstvenom sistemu, a prava pristupa tim podacima regulisana su pravima, ulogama i odgovornostima učesnika.

Zavod za javno zdravlje Republike Srbije je rukovalac podacima iz Integriranog informacijskog sistema Republike Srbije. Zavod za javno zdravlje dužan je da o svakoj povredi bezbednosti podataka obavesti lice, odnosno lica na koja se ti podaci odnose, ministarstvo nadležno za poslove zdravlja i Poverenika za informacije od javnog značaja i zaštitu podataka o ličnosti.

Svaka zdravstvena ustanova (državna i privatna praksa) je u obavezi da uvede informacijski sistem koji predstavlja skup tehnološke infrastrukture (mrežnih, softverskih i hardverskih komponentata), organizacije, ljudi i postupaka za prikupljanje, smeštanje, obradu, čuvanje, prenos, prikazivanje i korišćenje podataka i informacija.

Prema članu 45. zakona u skladu sa prirodom, obimom i složenošću delatnosti adekvatan informacijski sistem mora da:

1. Posедуje funkcionalnost, kapacitete i performanse koji omogućavaju pružanje odgovarajuće podrške poslovnim procesima;
2. Obezbeđuje blagovremene i tačne informacije od značaja za donošenje odluka i efikasno obavljanje aktivnosti;
3. Bude projektovan tako da sa odgovarajućim kontrolama za validaciju podataka na ulazu, u toku procesa obrade i na izlazu iz tog sistema, može da uoči pojave netačnosti i nekonzistentnosti u podacima i informacijama. Radi uspostavljanja i očuvanja integralnosti informacionog sistema potrebno je obezbediti da postojeći i drugi sistemi za obradu podataka, kao i sistem izveštavanja budu upodobljeni;
4. Obezbedi odgovarajuću organizacionu strukturu sa jasno utvrđenom podelom poslova i dužnosti zaposlenih kako bi se omogućilo adekvatno funkcionisanje i upravljanje informacionim sistemom;
5. Usvoji i dokumentuje odgovarajuću metodologiju kojom se utvrđuju sva pravila vezana za informacijski sistem;
6. Uspostavi proces upravljanja rizikom i bezbednošću informacionog sistema;
7. Politikom bezbednosti informacionog sistema uredi principe, načine i procedure postizanja i održavanja adekvatnog nivoa bezbednosti sistema i podataka, kao i ovlašćenja i odgovornosti vezanih za korišćenje resursa informacionog sistema.

3.5.2. Elektronski medicinski dosije

Prema članu 46. zakona Elektronski medicinski dosije predstavlja pogled nad podacima iz medicinske dokumentacije koja se vodi u elektronskoj formi o jednom pacijentu. Elektronski medicinski dosije objedinjuje sve zdravstvene podatke koji su od značaja za dugoročno zdravstveno stanje pacijenta, a koji bi po potrebi bili dostupni u budućem pružanju zdravstvene zaštite, kako bi pacijent imao veće šanse za uspeh prilikom lečenja.

Elektronski medicinski dosije preuzima medicinske podatke iz medicinske dokumentacije koja se vodi u zdravstvenoj ustanovi (državna i privatna praksa), iz zdravstveno-statističkog sistema i informacionih sistema organizacija zdravstvenog osiguranja.

Razvijen Integrirani informacijski sistem Republike Srbije je osnov za uvođenje elektronskog medicinskog dosijea.

Za pacijenta kome je otvoren elektronski zdravstveni karton, medicinski podaci se čuvaju u elektronskom obliku. Pacijent može pisanim putem da odbije otvaranje elektronskog zdravstvenog kartona. Pacijent za koga postoji elektronski zdravstveni karton može da ima uvid u celokupnu svoju medicinsku dokumentaciju. Ukoliko postoje tehnički uslovi pacijent može imati i onlajn uvid u medicinsku dokumentaciju preko Interneta.

TABELA 5. Podaci koji se upisuju u osnovnu medicinsku dokumentaciju

Podaci o pacijentu	Podaci o zdravstvenom stanju i zdravstvenim uslugama
Podaci o ličnosti: prezime, ime, prezime i ime jednog roditelja-staratelja, pol, dan, mesec, godina i mesto rođenja, bračno stanje, mesto prebivališta i boravišta, JMBG (jedinствeni matični broj građana)	Podaci o poseti
Podaci o osiguranju	Razlog posete
LBO (lični broj osiguranika)	Lična anamneza i objektivni nalaz
Podaci o izabranim lekarima	Dijagnoze
Medicinski podaci	Zdravstvene usluge pružene u toku posete
Lična medicinska istorija	Planirane zdravstvene usluge
Porodična medicinska istorija	Upućivanje na specijalističke preglede
Podaci o invalidnosti i nesposobnosti	Upućivanje na bolničko lečenje
Podaci o faktorima rizika	Izdani medicinski dokumenti
Socijalni podaci o pacijentu (zanimanje, školska sprema)	Podaci o lekovima
Kontaktни podaci (telefon, mobilni, imejl adresa)	Izdata medicinsko-tehnička pomagala
	Ugradni medicinski materijal
	Značajne medicinske informacije
	Pristanak pacijenta

*Preuzeto iz "Sl. glasnik RS", br. 123/2014, 106/2015, 150/2017 i 25/2019 – dr. zakon [104], član 13.

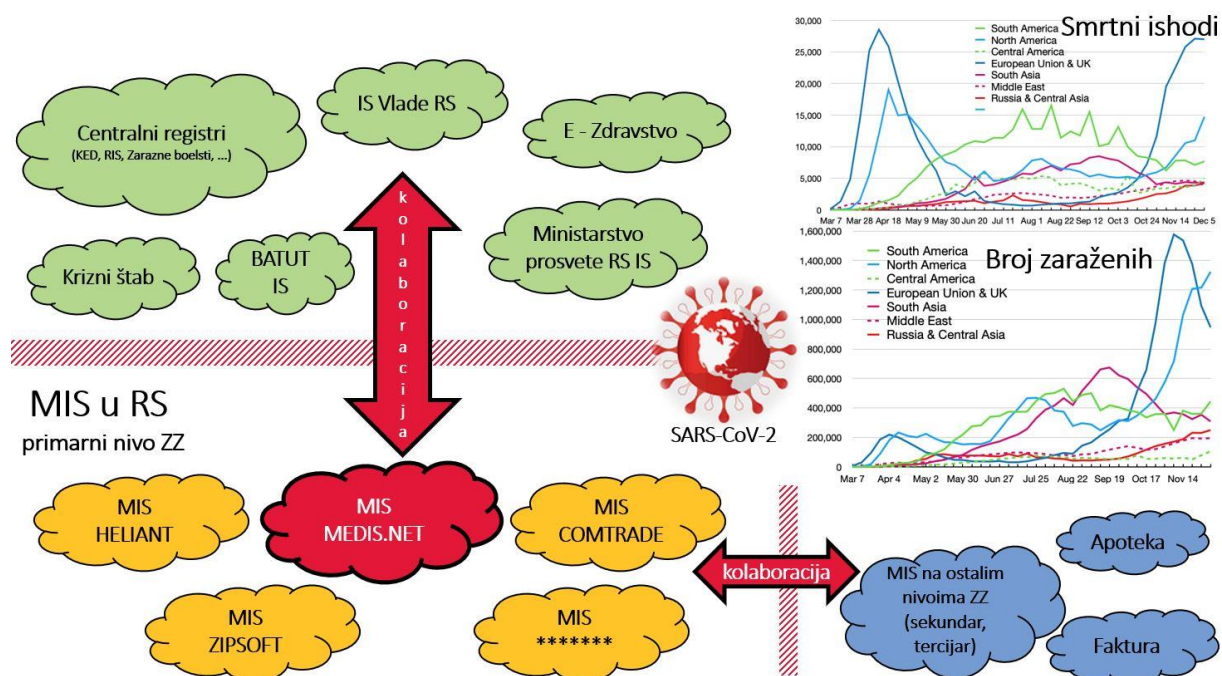
3.5.3. Zaštita medicinskih podataka

Zakonom o zaštiti podataka o ličnosti reguliše se prikupljanje i obrada zdravstvene dokumentacije. Svi akteri tokom rada sa medicinskom dokumentacijom dužni su da: čuvaju medicinsku dokumentaciju od neovlašćenog pristupa, uvida, kopiranja i zloupotrebe i to nezavisno od oblika u kome su medicinski podaci sačuvani (papir, diskovi, magnetni diskovi, elektronski zapisi (npr. baze podataka), itd.). Zdravstvene ustanove, državne i privatne prakse, su u obavezi da obezbede i održavaju sistem bezbednosti nad medicinskim podacima u skladu sa zakonom kojim se uređuje zaštita podataka o ličnosti i zakonom o zdravstvenoj dokumentaciji i evidenciji u oblasti zdravstva. TABELA 5 prikazuje sve podatke koji se upisuju u osnovnu medicinsku dokumentaciju.

Na osnovu svega navedenog ne postoje nikakva zakonska ograničenja i smetnje u Republici Srbiji u adaptiranju postojećih informacionih sistema u zdravstvu (medicinskih informacionih sistema) preko razvoja novih modula i integracije sa servisima ostalih informacionih sistema u zdravstvu (na različitim nivoima zdravstvene zaštite) i drugih informacionih sistema van zdravstva u cilju povećanja njihove efikasnosti u borbi i suzbijanju posledica epidemija i pandemija zaraznih bolesti.

4. UNAPREĐENJE KONCEPTA MEDICINSKIH INFORMACIONIH SISTEMA

Uticao novog korona virusa SARS-CoV-2, pored izrazito uglavnom negativnih i katastrofalnih uticaja na ceo svet, ostvario je i neke pozitivne posledice u pogledu razvoja medicine, virusologije, epidemiologije pa i razvoja i upotrebe informacionih tehnologija u zdravstvu kao i drugačijeg njihovog pozicioniranja u zdravstvu (od njihove pasivne primene za evidentiranje podataka u elektronskom obliku do njihove aktivne svakodnevne primene zbog uočenih benefita koje pružaju tokom pandemije). Izuzetno brzo, sa proglašenjem epidemije COVID-19 u Republici Srbiji i pandemije na nivou svetske zajednice, razvijale su se nove funkcionalnosti medicinskih informacionih sistema koji su u upotrebi na primarnom nivou zdravstvene zaštite. Pored potrebe za razvojem novih modula, neki moduli i funkcionalnosti medicinskih informacionih sistema pretrpele su i izmene i unapređenja kako bi adekvatno odgovorile na novi i veliki izazov, trenutnu pandemiju COVID-19 i to u cilju: smanjenja socijalnih kontakata, pružanja podrške za efikasnu trijažu pacijenata, bržeg dijagnostifikovanja bolesti, bržeg i blagovremenog izveštavanja, praćenja kontakata, itd.



SLIKA 31. Kolaboracija medicinskih informacionih sistema i ostalih informacionih sistema u Republici Srbiji nakon proglašenja epidemije i pandemije virusa SARS-CoV-2

Delimična povezanost koja je postojala između medicinskih informacionih sistema na primarnom nivou zdravstvene zaštite u Republici Srbiji (SLIKA 12), informacionih sistema drugih zdravstvenih ustanova, ustanova van oblasti zdravstva je unapređena kroz uspostavljanje kolaboracije između različitih dostupnih javnih servisa. Za relativno kratko vreme, od par meseci, intenzivnim radom IT stručnjaka napravljen je veliki pomak u kolaboraciji ovih sistema (SLIKA 31) tokom trajanja same pandemije bolesti COVID-19.

4.1. Proširenje i adaptacija postojećih medicinskih informacionih sistema u cilju smanjenja socijalnih kontakata

Pošto je socijalno distanciranje jedna od najefikasnijih mera za suzbijanje koronavirusa, određeni moduli medicinskog informacionog sistema MEDIS.NET su prilagođeni dok su neki novi razvijeni. Glavni cilj je bio “opremiti” medicinski informacioni sistem MEDIS.NET dobro razvijenim i prilagođenim modulima, koji bi dodatno pomogli u sprovođenju socijalne distance. Korišćenjem ovih modula postignuti su sledeći rezultati: izloženost korona virusu osetljivih grupa je svedena na minimum, smanjena je interakcija na relaciji između pacijenta i pacijenta, i pacijenta sa zdravstvenim radnikom, razvijen je konfigurabilni upitnik za brzu trijažu pacijenata, omogućena je onlajn komunikacija između pacijenata i lekara.

Grad Niš je treći grad po površini i po broju stanovnika u Srbiji i predstavljao je ujedno i drugo veliko žarište u Republici Srbiji od početka epidemije COVID-19. U Nišu postoji samo jedan dom zdravlja koji pored centralnog objekta sadrži još 63 ispostava na teritoriji Nišavskog okruga. Dom zdravlja Niš je najveća zdravstvena ustanova primarnog zdravstva u Republici Srbiji i na Balkanu prema broju pacijenata koji gravitiraju ka njemu (oko pola miliona). U Domu zdravlja Niš intenzivno se koristi medicinski informacioni sistem MEDIS.NET više od 10 godina (od 2010. godine do danas). Adaptacija i proširenje MIS-a MEDIS.NET kao odgovor na epidemiju urađena je specijalno za potrebe Doma zdravlja Niš a kasnije nove verzije isporučene su i ostalim ustanovama gde se MEDIS.NET koristi. Tokom razvoja dodatnih funkcionalnosti MEDIS.NET-a korišćeni su podaci iz baze podataka Doma zdravlja Niš. Ta ogromna količina strukturiranih podataka omogućila je da se identifikuje i izdvoji nekoliko

grupa pacijenata, koje su najviše pogođene pandemijom COVID-19 (TABELA 6, TABELA 7 i TABELA 8) i da se razviju dodatni softverski moduli, koji pomažu zaposlenim radnicima da deluju proaktivno u suzbijanju pandemije. Pre početka pandemije COVID-19, medicinski informacioni sistem MEDIS.NET nije imao ciljno razvijane softverske funkcionalnosti (module i podsisteme) koje bi pomogle zdravstvenim radnicima i pacijentima u borbi protiv sezonskih i vanrednih epidemija.

TABELA 6. Procenat stanovništva po starosnim i rizičnim grupama u Nišu

Starosna kategorija	Procenat stanovništva po starosnim strukturama	Prosečna starost	Standardna devijacija	95%-tni interval poverenja	Kategorija rizika
[0-6]	4,27	3,19	2,26	[3,16-3,22]	MR
[7-18]	9,94	12,72	3,43	[12,69-12,75]	
[19-34]	17,93	26,86	4,50	[26,83-26,89]	SR
[35-64]	35,66	49,31	8,77	[49,27-49,36]	
[65-79]	18,15	71,33	4,31	[71,30-71,36]	VR
80+	14,05	86,50	4,45	[86,46-86,53]	NR

* Svi podaci su preuzeti iz baze podataka Doma zdravlja Niš.

** MR – Mali rizik, SR – Srednji rizik, VR – Visoki rizik, NR – Najviši rizik.

TABELA 7. Procenat stanovništva određene starosne kategorija sa kategorijama rizika

Starosna kategorija	Kategorija rizika	Procenat stanovništva po kategorijama rizika	Prosečna starost	Standard devijacija	95%-tni interval poverenja
[0-6]	MR	14,21	9,86	5,37	[9,82-9,90]
[7-18]					
[19-34]	SR	53,59	41,80	13,04	[41,75-41,85]
[35-64]					
[65-79]	VR	18,15	71,33	4,31	[71,30-71,36]
80+	NR	14,05	86,50	4,45	[86,46-86,53]

* Svi podaci su preuzeti iz baze podataka Doma zdravlja Niš.

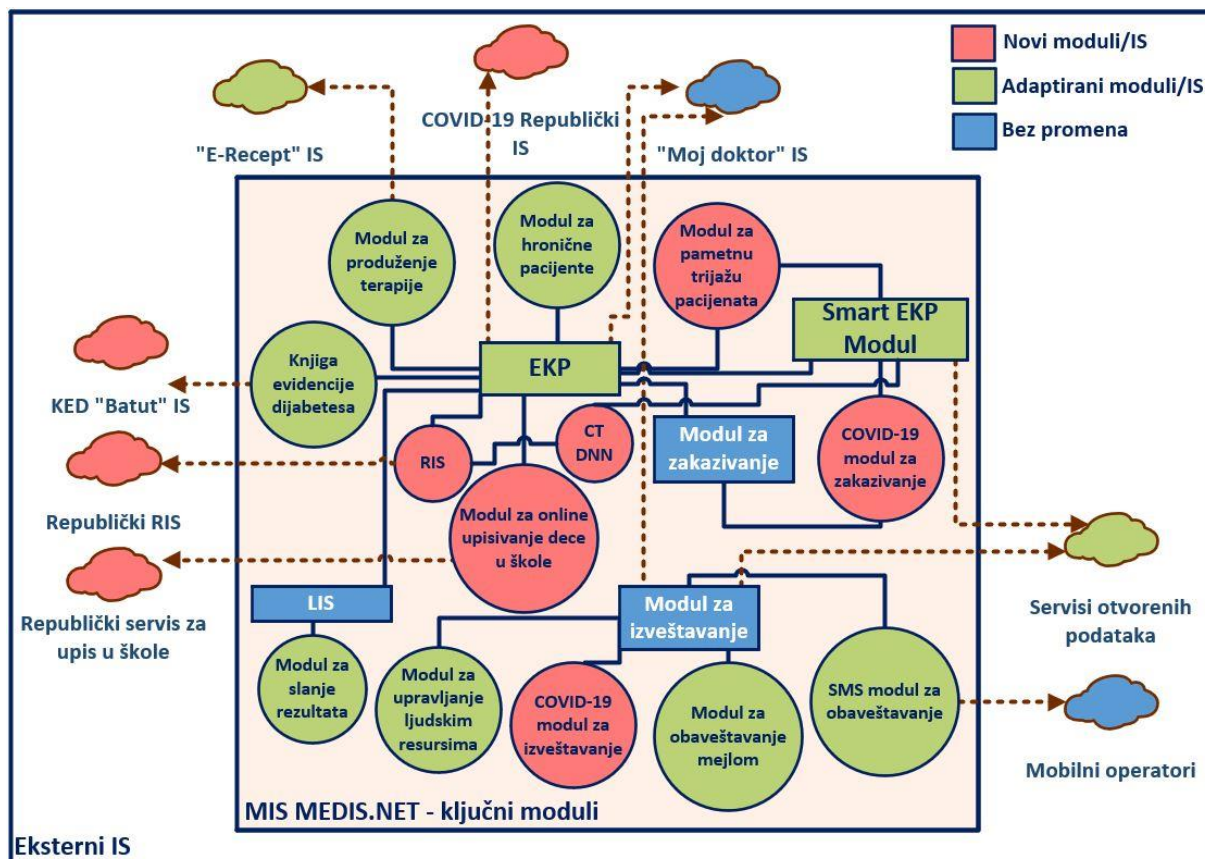
** MR – Mali rizik, SR – Srednji rizik, VR – Visoki rizik, NR – Najviši rizik.

TABELA 8. Top 10 hroničnih MKB-10 dijagnoza za procentom hroničnih pacijenata i prosečnoj starosti pacijenta u Domu zdravlja Niš

Hronične MKB-10 dijagnoze	Procenat hroničnih pacijenata	Prosečna starost pacijenata	Standardna devijacija	95%-tni interval poverenja
I10 - Essential (primary) hypertension	26,09	61,15	18,11	[61,05-61,25]
E11 - Type 2 diabetes mellitus	7,02	66,49	15,70	[66,32-66,65]
I20 - Angina pectoris	4,91	72,88	12,97	[72,71-73,04]
I49 - Other cardiac arrhythmias	4,89	67,30	17,96	[67,06-67,53]
J45 - Asthma	4,24	39,51	25,89	[39,15-39,87]
J44.0 - Chronic obstructive pulmonary disease with (acute) lower respiratory infection	3,41	56,51	27,89	[56,08-56,94]
N40 - Hyperplasia of prostate	2,30	72,44	12,20	[72,21-72,67]
E10 - Type 1 diabetes mellitus	1,65	67,74	16,15	[67,38-68,10]
H40 - Glaucoma	1,48	69,74	16,13	[69,36-70,12]
N30.1 - Cystitis	1,16	52,03	23,47	[51,41-52,65]

*Svi podaci su preuzeti iz baze podataka Doma zdravlja Niš.

SLIKA 32 prikazuje blokovsku šemu ključnih modula iz medicinskog informacionog sistema MEDIS.NET koji su direktno razvijeni ili adaptirani sa ciljem proaktivnog delovanja medicinskog informacionog sistema za povećanje socijalnog distanciranja tokom pandemije COVID-19 i brzo otkrivanje zaraženih i potencijalno zaraženih osoba. Najbitnije veze između ključnih modula medicinskog informacionog sistema MEDIS.NET označene su na slici (SLIKA 32). Crveni moduli na slici su potpuno novi moduli. Ti moduli su specijalno razvijeni kako bi MEDIS.NET pružio pomoć zaposlenim radnicima Doma zdravlja Niš i pacijentima tokom pandemije COVID-19. Zeleno označeni moduli nisu razvijani od početka već su nadograđeni novim dodatnim funkcionalnostima. Tri modula prikazana plavom bojom su ostala nepromenjena ali su prikazani zbog povezanosti sa ostalim prikazanim modulima i eksternim informacionim sistemima.



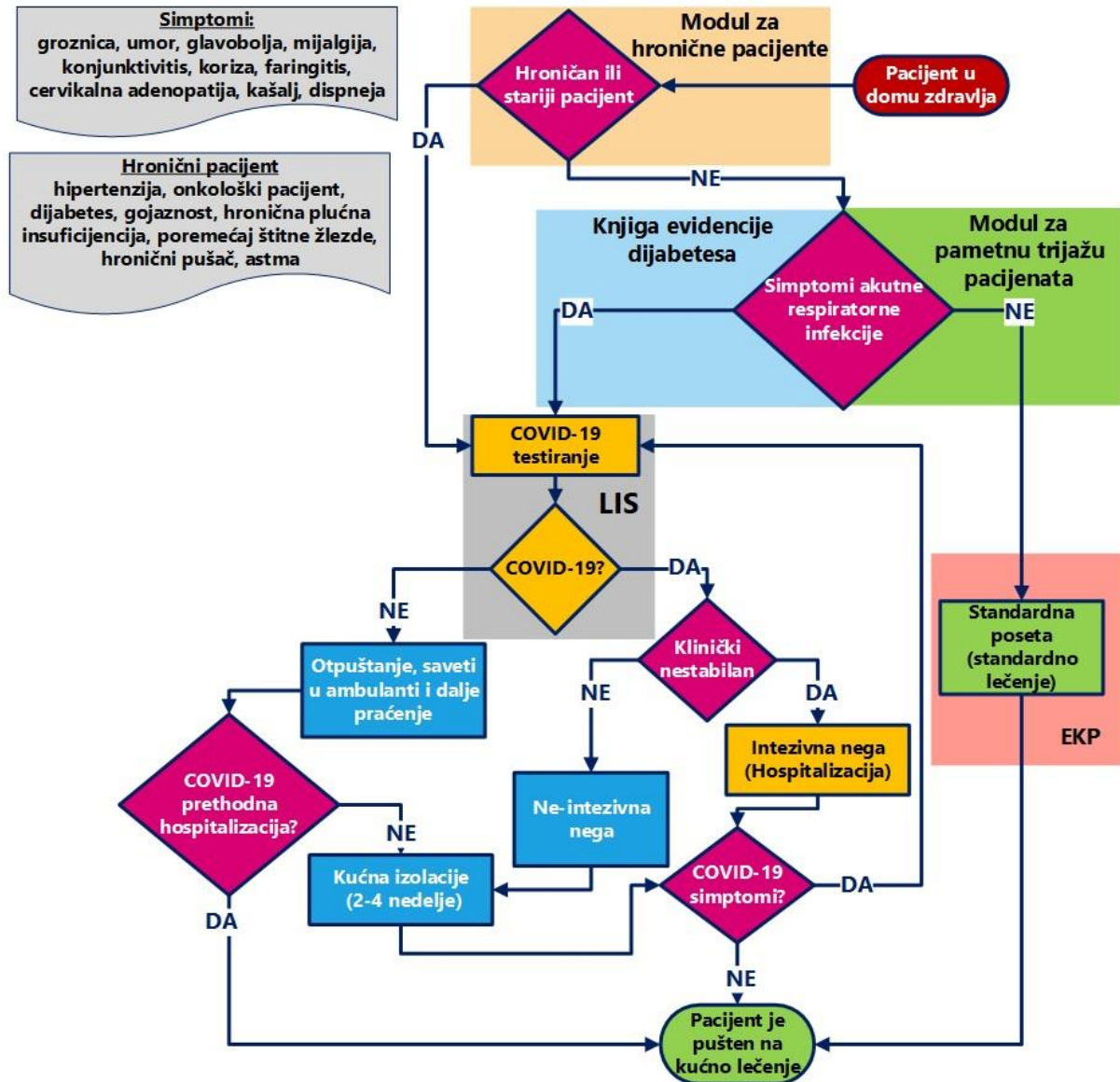
SLIKA 32. MIS MEDIS.NET - ključni moduli i njihova povezanost

4.1.1. Novi moduli koji su dodatno razvijeni

Tokom COVID-19 pandemije urgentno je razvijen državni *COVID-19 Republički IS* [49] koji je omogućio i kolaboraciju sa postojećim medicinskim informacionim sistemima u Republici Srbiji. Integracijom sistema *COVID-19 Republički IS* sa MEDIS.NET-om omogućena je razmena podataka o COVID-19 pacijentima. Servis je omogućio i onlajn komunikaciju između pacijenta i lekara.

Algoritam za trijažu pacijenata koji dođu u dom zdravlja na pregled tokom vanrednog stanja i pandemije COVID-19 u Republici Srbiji prikazan je na slici (SLIKA 33). Algoritam prikazuje module medicinskog informacionog sistema koji se koriste tokom pojedinih faza trijaže. Jedan od tih modula je i *Modul za pametnu trijažu pacijenata* koji se primenjuje u čekaonicama lekara. Pomoću modula za pametnu trijažu hronični i akutni pacijenti se klasifikuju u četiri grupe u zavisnosti od stepena hitnosti (Zelena, Žuta, Crvena i Plava) koji se

računa upotrebom dinamičkog upitnika (SLIKA 34) koji se zasniva na SOFA skor [107] i koji je ažuriran za potrebe COVID-19 pandemije.



SLIKA 33. Algoritam za trijažu pacijenata i moduli medicinskog informacionog sistema MEDIS.NET

The screenshot displays the 'Questionnaire' window for 'SOFA EC - Exclusion criteria'. It includes patient details (Name, BOI, DOB, VOF, SSN, PIN, TOI, Address) and a list of exclusion criteria with their respective counts:

Questionnaire Item	Count
1. Contact with COVID-19 person	Yes - 11
2. COVID-19 positive	Yes - 11
A. Severe trauma	No - 0
B. Age > 60 yr	Yes - 8
B. > 40% of total body surface area	No - 0
B. Inhalation injury	No - 0
C. Unwitnessed cardiac arrest	Yes - 5
C. Witnessed cardiac arrest, not resuscitated (defibrillation or pharmacological resuscitation)	No - 0
C. Recurrent cardiac arrest	No - 0
D. Severe baseline cognitive impairment	No - 0
E. Advanced untreatable neoplasm	No - 0
H. Severe and irreversible neurologic event or condition	No - 0
I. Heart - NYHA class III or IV heart failure	No - 0
I. Lungs - COPD with FEV1 < 25% predicted, baseline PaO2 < 55 mm Hg, or secondary pulmonary hypertension	Yes - 5
I. Lungs - Cystic fibrosis with FEV1 < 30% of baseline PaO2 < 55 mm Hg	No - 0
I. Lungs - Pulmonary fibrosis with FEV1 < 30% of baseline PaO2 < 55 mm Hg	No - 0
I. Lungs - Primary pulmonary hypertension with NYHA class III or IV heart failure, right atrial pressure > 15 mm Hg	No - 0
I. Liver - Child-Pugh score > 7	No - 0

A notification dialog box is displayed in the foreground, stating: "Total score is: 36. Threshold decision making 2 is crossed. There is an urgent need detailed examination." The dialog has an 'OK' button.

The 'List of questions - Exclusion criteria' window on the right shows a table of text questions with checkboxes for 'Valid question' and a 'Show' button.

SLIKA 34. Izgled upitnika na engleskom jeziku za trijažu pacijenta koji je deo Modula za pametnu trijažu pacijenata u MEDIS.NET-u

Upitnik sadrži i pitanja na koja se odgovara nakon obavljenih laboratorijskih analiza, kada rezultati tih analiza budu dostupni. Najpre je potrebno odabrati potrebne biohemijske analize. Postoje i predefinisani setovi biohemijskih analiza za COVID-19 pacijente kako bi se ubrzao sam proces odabira potrebnih biohemijskih analiza. Razvijen je i model na osnovu dubokih neuronskih mreža koji preporučuje potrebne analize. Model je razvijen upotrebom dubokih neuronskih mreža i treniran sa podacima iz baze podataka koja se svakodnevno koristi. Pored analiza koje sistem preporučuje za COVID-19, sistem može preporučiti dodatne analize ili setove predefinisanih analiza. Preporučene analize zavise od trenutnih vitalnih parametara pacijenta (temperatura, krvni pritisak, puls, disanje, znojenje, groznica) i njegove istorije lečenja. Lekar na kraju odlučuje koje od ponuđenih biohemijskih analiza prihvata i ima mogućnost da doda druge analize po potrebi. Za potrebe kreiranja dinamičkih upitnika u medicinskom informacionom sistemu MEDIS.NET razvijen je specijalni alat koji omogućava kreiranje proizvoljnog broja upitnika. Upitnik se pojavljuje u *Modulu za pametnu trijažu pacijenata* i u elektronskom kartonu pacijenta (*EKP*). Dostupnost pojedinih delova u upitniku i celog modula za pametnu trijažu zavisi od predefinisanih seta korisničkih privilegija što je omogućeno modulima za upravljanje ljudskim resursima. Pitanja u upitniku se dinamički

konfiguriraju i podešavaju preko specijalno kreiranog alata za te potrebe. Za svako pitanje se definiše tip pitanja koji može biti: slobodan tekst, numerička vrednost, višestruki izbor. Za pitanja konfigurisana tako da omogućavaju višestruki izbor definiše se i težinski faktor za svaku od dostupnih mogućnosti za izbor. Za svako pitanje definiše se minimalni i maksimalni težinski faktor. Za svaki upitnik definišu se i pragovi odlučivanja (ukupna vrednost težinskog faktora) koji automatski klasifikuje pacijenta na osnovu prethodno odabranih odgovora i unetih vrednosti. Alat podržava multijezičnost i dostupan je na srpskom i engleskom jeziku. Značaj ispravne trijaže je izuzetno bitan u situacijama kada ne postoji dovoljan broj testova i kada su kapaciteti laboratorija za obradu uzoraka ograničeni a izrazito je povećan broj pacijenata sa simptomima bolesti.

Tokom pandemije je razvijen i *COVID-19 modul za zakazivanje pregleda*. Ovaj modul omogućava pametno zakazivanje pregleda za određene identifikovane kritične grupe pacijenata sa dovoljno velikim vremenskim intervalima. Veći vremenski slotovi za zakazivanje pregleda omogućavaju izbegavanje kontakta pacijenata koji pripadaju ugroženim grupama u domu zdravlja. Sistem predlaže najprikladnije termine za grupe pacijenata identifikovane prema sledećim parametrima: hronični pacijent, hronična dijagnoza, akutno stanje, starost, pol, pokretljivost pacijenata, faktori rizika, datum prethodne posete.

Modul za onlajn upisivanje dece u škole omogućio je integraciju MEDIS.NET-a sa *Republičkim servisima za upis u škole* koje je razvilo Ministarstvo prosvete Republike Srbije. Medicinske potvrde za upis dece u osnovne i srednje škole automatski se nakon pregleda iz elektronskog kartona pacijenta šalju *Republičkom servisu za upis u škole* i kasnije su dostupne u školama u kojima deca apliciraju za upis. Na ovaj način se izbegava dolazak dece i njihovih roditelja u dom zdravlja, što je ranije bila standardna procedura, i time se povećava stepen socijalnog distanciranja.

COVID-19 modul za izveštavanje je proširenje *Modula za izveštavanje* [84]. Modul je realizovan kako bi se olakšalo kreiranje brzih i efikasnih izveštaja tokom pandemije. Podržana je mogućnost u pravljenju *job*-ova i periodično izveštavanje slanjem automatskih izveštaja na mejl šefovima službi i rukovodstvu doma zdravlja o trenutnoj situaciji vezanoj za pandemiju COVID-19. Ovaj modul omogućava kreiranje dinamičkih izveštaja i ima opciju personalizacije za svakog zaposlenog.

RIS modul omogućava kolaboraciju sa centralnim *Republičkim RIS servisima*. Ovim modulom moguće je pisanje radioloških uputa, pribavljanje izveštaja sa snimcima nakon obavljenih pregleda na odeljenjima/klinikama za radiologiju i obavljenim uslugama.

CT DNN modul je razvijan sa ciljem automatizovanog dijagnostifikovanja zaraženih pacijenata virusom SARS-CoV-2 na osnovu radioloških (rendgenskih i CT) snimaka pluća upotrebom dubokih neuronskih mreža.

4.1.2. Postojeći adaptirani moduli u medicinskom informacionom sistemu

Modul za zakazivanje je zadužen za evidentiranje zakazanih/otkazanih termina pacijentima za preglede kod izabranih lekara i dijagnostičkim uređajima. Modul za zakazivanje je povezan sa “Moj Doktor” IS-om [65].

Modul za obaveštavanje mejlovima zadužen je za pružanje servisnih informacija pacijentima i zaposlenim radnicima u domu zdravlja putem mejla. *SMS modul za obaveštavanje* omogućava pružanje servisnih informacija u obliku kratkih SMS poruka [108].

Za dobijanje ažurnih podataka *Modul za izveštavanje* je povezan sa dostupnim servisima otvorenih podataka Republike Srbije [96].

LIS (Laboratorijski informacioni sistem) je poseban informacioni sistem integrisan sa medicinskim informacionim sistemom MEDIS.NET. Kao posebno proširenje LIS-a razvijen je modul za slanje rezultata. Modul za slanje rezultata ima za cilj da šalje rezultate pacijentima putem mejlova i SMS-a. Na ovaj način postignut je povećan stepen socijalne distance, jer pacijenti ne moraju lično da preuzimaju rezultate biohemijskih analiza odlazeći u dom zdravlja.

Modul za upravljanje ljudskim resursima proširen je tako da sadrži dodatne podatke o zdravstvenom osoblju inficiranom virusom SARS-CoV-2. Podaci zabeleženi za svakog zdravstvenog radnika uključuju datum kada mu je dijagnostifikovana bolest COVID-19, pacijente sa kojima je imao fizički kontakt, fizičku lokaciju njegovog boravka u zdravstvenoj ustanovi dok je bio zaražen (28 dana unazad od trenutka dijagnostifikovanja bolesti).

Knjiga evidencije dijabetesa (KED) je modul razvijen kao ekstenzija EKP-a. Modul omogućava centralizovano detaljno vođenje knjige evidencije obolelih od svih tipova

dijabetesa u zemlji. Modul je u kolaboraciji sa republičkim KED “Batut” IS (centralni registar svih pacijenata obolelih od dijabetesa u Republici Srbiji na Institutu za javno zdravlje Srbije Milan Jovanović Batut).

Modul za produženje terapije omogućava prosleđivanje propisane terapije koja ide na recept sa tačnim vremenski rokom važenja centralizovanom državnog informacionom sistemu “*E-Recept*” IS. Lekar pomoću EKP-a može specificirati dužinu trajanja terapije. Tokom pandemije COVID-19 ovaj modul je omogućio produženje terapije hroničnim pacijentima do šest meseci, izbegavajući time nepotrebne kontakte i gužve u ordinacijama izabranih lekara (najčešće lekara opšte prakse) radi produženja terapije. Ukoliko se stanje pacijenta promeni u obavezi je da dođe na pregled kod svog izabranog lekara i to po mogućstvu u svom zakazanom terminu. Ukoliko bi imao neke simptome zarazne bolesti, pre svega povišenu temperaturu, morao bi da prolazi trijažu pacijenata u crvenom delu (COVID delu) doma zdravlja.

Modul za hronične pacijente kreiran je za vođenje evidencije o hroničnim bolesnicima. Modul predstavlja registar hroničnih bolesnika sa uspostavljenim hroničnim dijagnozama i uspostavljenom terapijom. Registar omogućava brzu proveru da li neki pacijent ima uspostavljenju hroničnu dijagnozu. Za hroničnog pacijenta prikazuje se celi tok lečenja (naravno to zavisi od podešenih privilegija korisnika sistema). Nedostatak ovog modula u ovom trenutku je njegova lokalna dostupnost (registar na nivou doma zdravlja). Ovaj modul je od velikog značaja u trijaži pacijenata tokom pandemije COVID-19 zbog velike osetljivosti pacijenata sa komorbiditetima.

EKP (Elektronski karton pacijenta) [14] je centralni deo medicinskog informacionog sistema MEDIS.NET i predstavlja elektronski karton pacijenta.

Smart EKP Modul omogućava da ceo medicinski informacioni sistem MEDIS.NET bude pametniji. Jedna od funkcionalnosti modula je i klasterizacija pacijenata na osnovu demografskih i medicinskih podataka upotrebom dubokih neuronskih mreža [109]. Logistička regresija [110], Random Forest [111] i duboke neuronske mreže korišćene su u implementaciji podsistema za pametno identifikovanje i procenu pacijenata koji se neće pojaviti u zakazanim terminima kod izabranih lekara i/ili na skupim dijagnostičkim pregledima (npr. pregledi na CT-u, MRI-u) za koje se dugo čega, nekada i po više meseci. Ovakav sistem omogućio je zakazivanje termina pacijentima u preklapljenim terminima [112] tokom pandemije COVID-19. Za praćenje hroničnih bolesnika koristi se alat kao i metod opisan u [113]. Za hronične pacijente tokom pandemije koristi se poseban podmodul koji lekarima opšte prakse predlaže

moću terapiju sa količinama leka i periodičnosti uzimanja leka kao i moguće upute za specijalističke preglede [114]. Zbog upotrebe novih lekova tokom lečenja zaraženih pacijenata infekcijom COVID-19 kao pomoć koristi se podsistem koji upozorava lekara da li propisana terapija odgovara uspostavljenoj dijagnozi. Podsistem pruža i obaveštenje o mogućim kontraindikacijama sa drugim lekovima koje pacijent koristi. Pametan mobilni podsetnik za uzimanje propisane terapije [115] pomaže starijim i hroničnim bolesnicima tokom pandemije da ne zaborave uzimanje terapije u tačno predviđeno vreme. Razvijen podsistem za upotrebu postojećih podataka iz medicinskog informacionog sistema za potrebe edukacije studenata medicine i novih zaposlenih radnika kao i za medicinska istraživanja [85] omogućava praćenje i izučavanje bolesti COVID-19 u ovom stadijumu.

Lista pacijenta

Broj kartona:

JMBG:

Broj knjižice:

LBO:

Ime:

Prezime:

Važeća knjižica
 Knjižica ne važi

Prezime i ime	LBO	JMBG	Broj knjižice
DENDA PETAR	██████████	██████████	██████████
DIMITRIJEVIĆ ĐORDE	██████████	██████████	██████████
ĐORĐEVIĆ ANĐELA	██████████	██████████	██████████
JOVANOVIĆ JOVANA	██████████	██████████	██████████
KONVENCIJA KONVENCIJA	██████████	██████████	██████████
MACURA ANDRIJA	██████████	██████████	██████████
MILADINOVIĆ ANDRIJA	██████████	██████████	██████████
MILENKOVIĆ DUŠAN	██████████	██████████	██████████
MILENKOVIĆ MINA	██████████	██████████	██████████
MLADENOVIĆ NAĐA	██████████	██████████	██████████
NOVI NOVI	██████████	██████████	██████████

SLIKA 35. Alat za dinamičko kreiranje upitnika - pretraga pacijenata

4.1.3. Alat za dinamičko kreiranje upitnika

Alat za dinamičko kreiranje upitnika (SLIKA 35 i SLIKA 36) omogućava kreiranje upitnika za različite potrebe u MEDIS.NET-u. Realizovan je kao sastavni deo medicinskog informacionog sistema MEDIS.NET. Dijagram slučajeva korišćenja alata prikazan je na slici (SLIKA 37). Alatom se kreira upitnik i tom prilikom se postavljaju pragovi za odlučivanje (SLIKA 38). Nakon toga dodaju se i pitanja prikazana na slici (SLIKA 39). Za svako pitanje može se postaviti maksimalni težinski faktor (SLIKA 40). Svako pitanje može biti različitog tipa: numerička vrednost, tekstualna vrednost, višestruki izbor. Za slučaj višestrukih izbora za svaku od ponuđenih opcija postavlja se težinski faktor koji je ograničen sa maksimalnom vrednošću težinskog faktora pitanja. Alat podržava i interfejs na engleskom jeziku. Alat se može koristiti

za kreiranje različitih upitnika za trijažu pacijenata, procenu psihofizičkog stanja pacijenata, uzimanje anamneze pacijentu, skrining program, itd.

The screenshot displays a software interface for managing questionnaires. At the top, there is a navigation bar with buttons: 'Dodaj osiguranika', 'Izmena osiguranika', 'Upitnik', 'Lista upitnika', 'Upitnik konfigurisanje', and 'Izveštaj'. Below this is a table with columns: 'Prezime i ime', 'LBO', 'JMBG', and 'Broj knjižice'. A list of names is shown on the left, with 'DENDA PETAR' highlighted. A modal window titled 'Upitnik' is open, showing patient details for DENDA PETAR and a questionnaire for 'SOFA EC - Exclusion criteria'. The questionnaire consists of several items with dropdown menus for 'Yes' and 'No' counts. At the bottom, it shows decision thresholds and a total score of 22.

Prezime i ime	LBO	JMBG	Broj knjižice
DENDA PETAR			
DIMITRJEVIĆ ĐORĐE			
ĐORĐEVIĆ ANĐELA			
JOVANOVIĆ JOVANA			
KONVENCIJA KONVENCIJA			
MACURA ANDRIJA			
MILADINOVIĆ ANDRIJA			
MILENKOVIĆ DUŠAN			
MILENKOVIĆ MINA			
MLADENOVIĆ NAĐA			
NOVI NOVI			
PETROVIĆ MILICA			
RADOJKOVIĆ ĐORĐE			
RADOJKOVIĆ PETAR			
RADULOVIĆ ALEKSANDRA			
STOŠIĆ SARA			
STRAJNIĆ PREDRAG			
TESTA TESTA			
TESTB TESTB			
V ALEKSANDAR			
VOJNI VOJNI			

Upitnik	
Ime i prezime:	DENDA PETAR
LBO:	██████████
Osnov osiguranja:	██████████
JMBG:	██████████
Datum rođenja:	██████████
Vid:	000-PLAĆA PARTICIPACIJU
Važenje knjižice:	██████████
Adresa:	██████████
Upitnik:	SOFA EC - Exclusion criteria
1. Contact with COVID-19 person	No - 0
2. COVID-19 positive	Yes - 11
A. Severe trauma	No - 0
B. Age > 60 yr	Yes - 8
B. > 40% of total body surface area affected	No - 0
B. Inhalation injury	No - 0
C. Unwitnessed cardiac arrest	Yes - 1
C. Witnessed cardiac arrest, not responsive to electrical therapy (defibrillation or pacing)	Yes - 1
C. Recurrent cardiac arrest	No - 0
D. Severe baseline cognitive impairment	No - 0
E. Advanced untreatable neuromuscular disease	Yes - 1
Prag odlučivanja 1:	7
Prag odlučivanja 2:	11
UKUPNO:	22

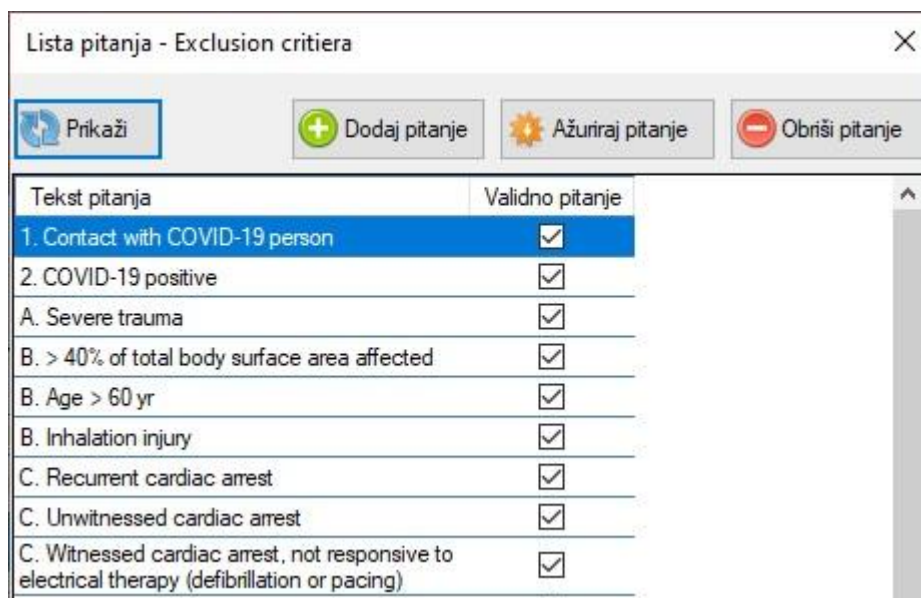
SLIKA 36. Izgled upitnika u alatu za dinamičko kreiranje upitnika



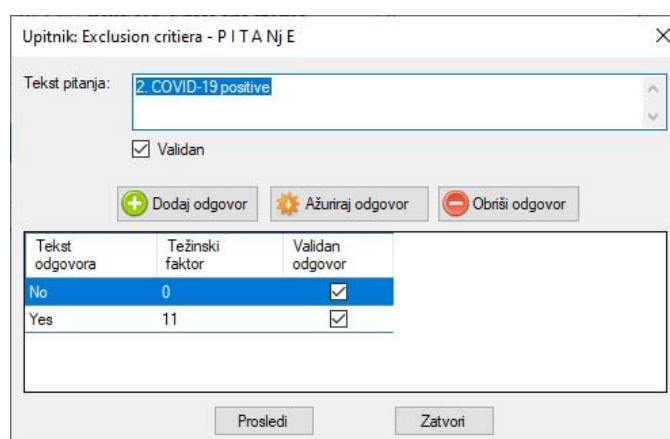
SLIKA 37. Dijagram slučajeva korišćenja Alata za generisanje dinamičkih upitnika

Šifra	Naziv	Prag odlučivanja 1	Prag odlučivanja 2	Validan
KD0001	Breast cancer	20	46	<input checked="" type="checkbox"/>
KDC100-XDZ	Karcinom debelog creva	10	28	<input checked="" type="checkbox"/>
SOFA EC	Exclusion critiera	7	11	<input checked="" type="checkbox"/>
SOFA score	SOFA score triage - Inclusion criteria	7	11	<input checked="" type="checkbox"/>

SLIKA 38. Konfigurisanje upitnika



SLIKA 39. Konfigurisanje liste pitanja na upitniku

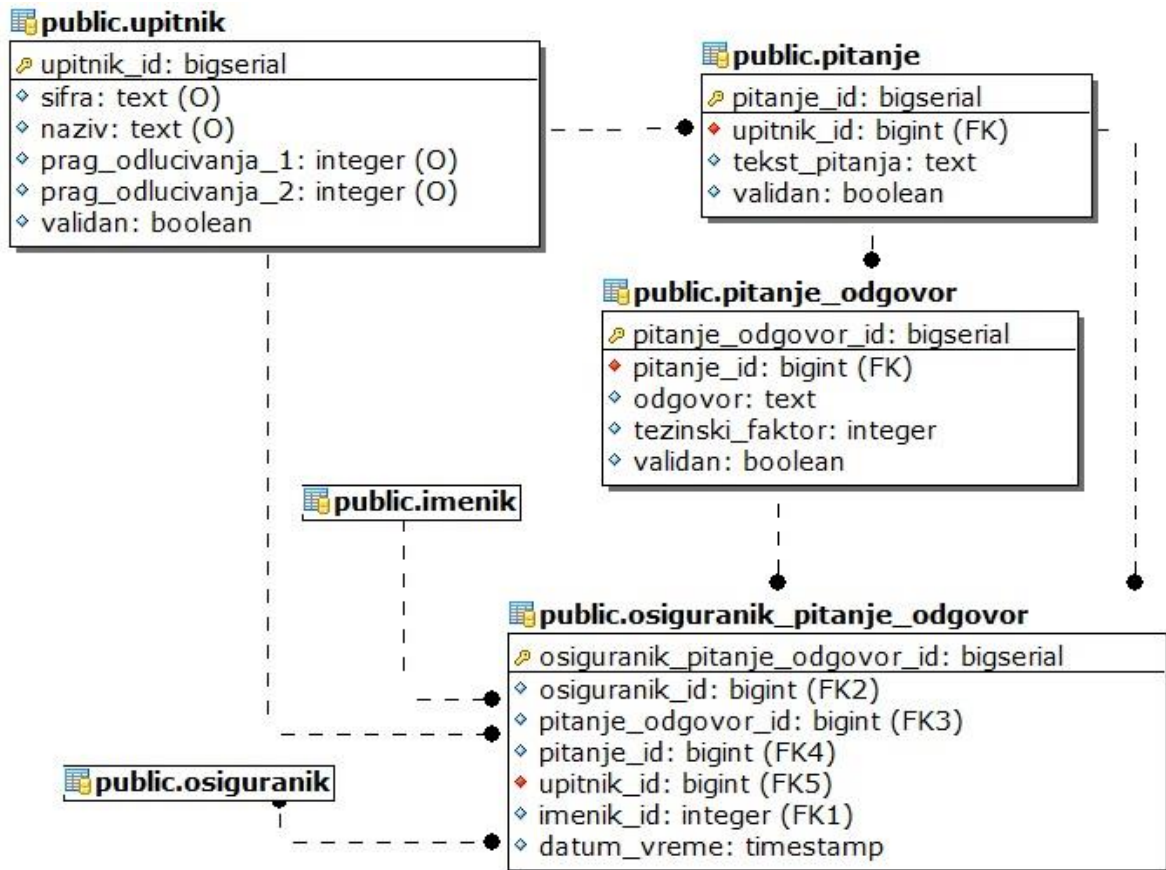


SLIKA 40. Konfigurisanje svakog pitanja na upitniku

4.1.3.1.1 Šema baze podataka

Tabele sa odgovarajućim relacijama iz baze podataka medicinskog informacionog sistema koje su bitne za kreiranje ovog alata prikazane su na dijagramu (SLIKA 41). Bitne tabele iz baze podataka za rad alata su: *upitnik*, *pitanje*, *pitanje_odgovor*, *osiguranik_pitanje_odgovor*, *osiguranik* i *imenik*. Tabela *upitnik* pamti kreirane upitnike koji su dostupni kroz interfejs aplikacije. U tabeli *pitanje* nalaze se kreirana pitanja koja su povezana sa odgovarajućim upitnikom. Svako pitanje može da ima više ponuđenih odgovora i to je modelirano relacijom *pitanje_odgovor*. Upitnik sa popunjenim pitanjima za određenog

pacijenta čuva se u tabeli *osiguranik_pitanje_odgovor* koja je povezana sa tabelom *imenik* (u kojoj se nalaze zaposleni radnici doma zdravlja i omogućava da se sačuva relacija ko je od zaposlenih radio upitnik sa pacijentom) i tabelom *osiguranik* (u tabeli se nalaze svi pacijenti koji gravitiraju ka domu zdravlja i ta relacija omogućava podatak kom pacijentu je rađen upitnik).

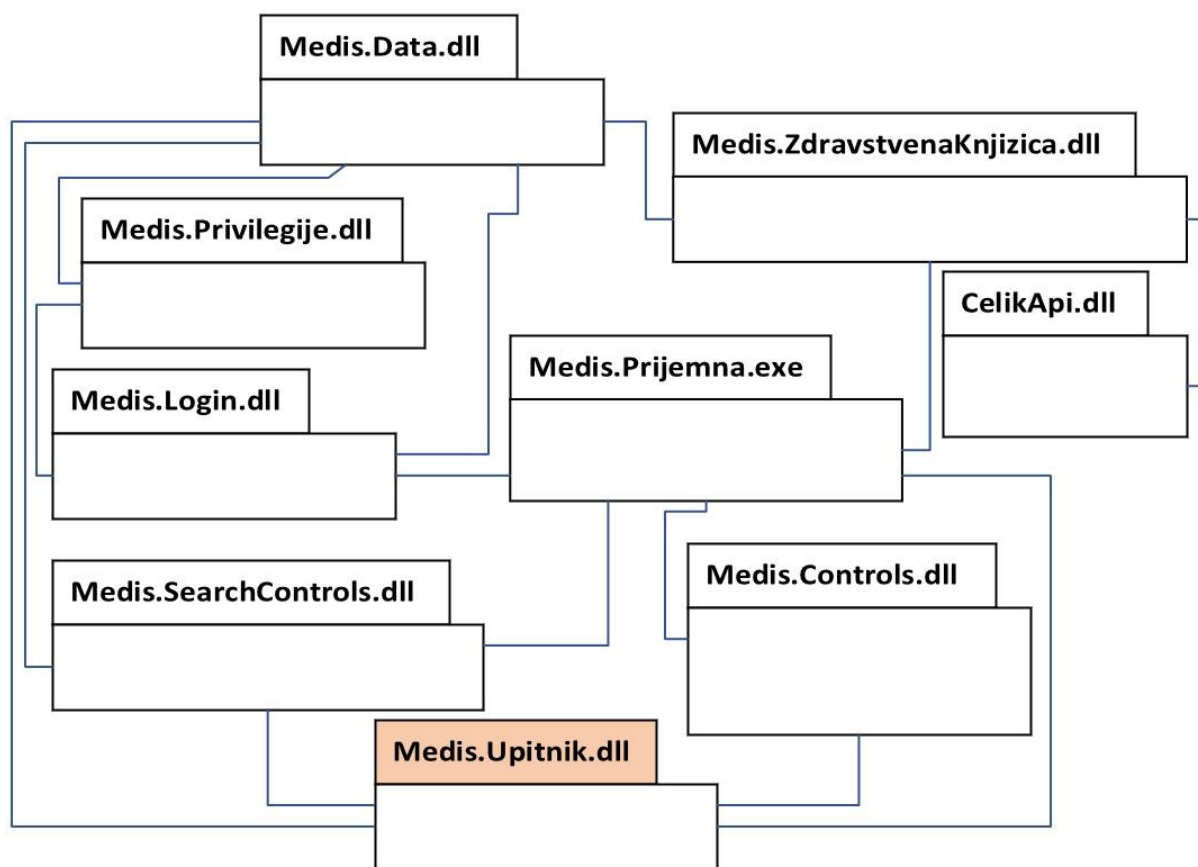


SLIKA 41. Bitne tabele za funkcionisanje Alata za generisanje dinamičkih upitnika

4.1.3.1.2 Dijagram komponenti

Dijagram komponenti alata prikazan je na slici (SLIKA 42). Pristup bazi podataka (*PostgreSQL*) omogućen je pomoću komponente *Medis.Data.dll*. *Entity Framework* je upotrebljen za mapiranje relacione šeme na objektni model. Objektni model baze podataka kreiran je u komponenti *Medis.Data.dll*. Sve ostale komponente prilikom pristupa bazi podataka koriste funkcionalnosti ove komponente. *Medis.Privilegije.dll* je komponenta koja

obezbeđuje rad sa privilegijama unutar sistema. Za prijavljivanje na sistem koristi se komponenta *Medis.Login.dll*. Ona je povezana sa komponentama *Medis.Privilegije.dll*, *Medis.Data.dll* i *Medis.Prijemna.dll*. Nakon uspešnog prijavljivanja na sistem učitane su sve privilegije prijavljenog korisnika što će uticati na dostupnost funkcionalnosti u aplikaciji *Medis.Prijemna.exe* kao i samog izgleda aplikacije. Komponenta *Medis.SearchControls.dll* sadrži razvijene korisničke komponente za različite pretrage i zavisna je od *Medis.Data.dll* a koristi se u *Medis.Prijemna.exe* i *Medis.Upitnik.dll*. Elektronska zdravstvena knjižica je implementirana u komponenti *Medis.ZdravstvenaKnjizica.dll*. *CelikApi.dll* omogućava očitavanje podataka iz lične karte sa čipom. Komponenta *Medis.Controls.dll* sadrži sve korisničke komponente koje se koriste u celom sistemu MEDIS.NET. Komponenta *Medis.Upitnik.dll* sadrži sve funkcionalnosti vezane za funkcionisanje dela alata koji se odnosi na rad sa upitnicima (popunjavanje upitnika, administriranje upitnika, kreiranje odgovarajućih izveštaja). Komponenta *Medis.Prijemna.exe* je polazna tačka (SLIKA 42) od koje kreće pretraga pacijenata i rad sa upitnicima.



SLIKA 42. Komponentni dijagram Alata za generisanje dinamičkih upitnika

4.1.4. Alati za kreiranje COVID-19 izveštaja i izveštavanje

Tokom pandemije COVID-19 na državnom nivou razvijeno je više servisa za obaveštavanje ažurnim podacima stanovništva, Kriznog štaba, Instituta za javno zdravlje Srbije Milan Jovanović Batut i Vlade Republike Srbije. Kako bi podaci o COVID-u bili tačni i ažurni na dnevnom nivou neophodno je bilo slati zbirne izveštaje iz medicinskog informacionog sistema na dnevnom nivou, ali isto tako i pojedinačne, vrlo detaljne izveštaje nakon pregleda pacijenata suspektnih na bolest COVID-19, nakon upućivanja i dobijanja rezultata COVID testova i za potrebe epidemiološkog nadzora (pre svega praćenja ostvarenih kontakata). Na početku, to je sve rađeno ručno (prebrojavanjem dnevnog učinka iz medicinskog informacionog sistema i slanjem izveštaja mejlovima ili čak poštom; popunjavanjem papirnih obrazaca za evidentiranje zaraznih bolesti), međutim brzo se uvidelo da to tako ne daje ažurne podatke na dnevnom nivou, što je vrlo bitno za donošenje brzih i bitnih odluka u teškim situacijama, kakva je trenutna pandemija korona virusa. Zbog svega toga razvijeno je više servisa na državnom nivou a postojeći medicinski informacioni sistemi morali su da ostvare kolaboraciju sa tim servisima. Inicijalno je kreiran jedan servis Vlade Republike Srbije pri Kabinetu premijera, a kasnije još jedan servis Instituta za javno zdravlje Srbije Milan Jovanović Batut. Drugi servis je bio podložan promenama u definisanju servisa, ne retko i na dnevnom nivou, pa je bilo potrebno kreiranje alata koji će na osnovu samog opisa servisa, dostupnog preko Interneta, kreirati dinamičke forme za različite tipove izveštaja koji se unose upotrebom medicinskog informacionog sistema, najčešće kroz elektronski karton pacijenta tokom kreiranja posete pacijentu. Nakon skoro godinu dana upotrebe prvi servis prestao je sa radom jer je drugi imao veći stepen detaljnosti izveštaja (sadržao je veću količinu medicinskih i demografskih podataka sa svakog suspektnog COVID pacijenta) koji su poslani višim instancama. U nastavku dat je pregled kolaboracije MEDIS.NET-a sa ova dva servisa.

4.1.4.1. Kolaboracija sa servisima Kabineta premijera Vlade Republike Srbije

Cilj ovog servisa je bio da Krizni štab i Kabinet premijera Vlade Republike Srbije, svakodnevno dobiju iz svih zdravstvenih ustanova ažurne dnevne podatke kako bi na zasedanju mogle da se donesu nove ili revidiraju postojeće mere. Obično je praksa bila da se podaci

dostave najkasnije jedan sat pre početka zasedanja Kriznog štaba. Uspostavljanje kolaboracije medicinskih informacionih sistema u Republici Srbiji sa razvijenim servisom Kabineta premijera za prikupljanje podataka postavljen je kao visoko prioritetni zahtev, koji je trebao biti realizovan u što kraćem roku. Podaci koje je potrebno dostavljati prikazani su i opisani u tabeli (TABELA 9).

TABELA 9. Opis zbirnih podataka koje ustanove primarne zaštite treba da periodično izveštavaju

Podatak koji se prati	Objašnjenje
Šifra ustanove	Šifra koja se koristi za elektronsku fakturu (tag SifUst)
Naziv ustanove	Tekstualni naziv ustanove
Datum i vreme kreiranja izveštaja	Datum i vreme kada je izveštaj nastao u formatu YYYY-MM-DD HH:MM:SS
Datum i vreme trenutka do kada je uzet presek podataka (Vreme preseka)	Datum i vreme preseka se dostavlja u formatu YYYY-MM-DD HH:MM:SS
Odgovorna osoba	Ime i prezime osobe koja je potvrdila i poslala izveštaj
Ukupan broj različitih pacijenata u COVID ambulanti	Ukupan broj različitih pacijenata koji su posetili COVID ambulante od početka pandemije do vremena preseka
Broj različitih pacijenata u COVID ambulanti	Broj različitih pacijenata koji su posetili COVID ambulante od početka pandemije od prethodnog do sadašnjeg vremena preseka
Ukupan broj ambulantnih pregleda	Ukupan broj evidentiranih ambulantnih pregleda u okviru COVID ambulanti od početka pandemije do vremena preseka.
Broj ambulantnih pregleda	Broj evidentiranih ambulantnih pregleda u okviru COVID ambulanti od prethodnog do sadašnjeg vremena preseka

Sistem treba da ima mogućnost definisanja ulaznih parametara za izveštavanje:

- Vreme preseka ili Sadašnje vreme preseka – vreme (HH:MM:SS) u kalendarskom danu kada se kreira izveštaj do koga se podaci za izveštaj uzimaju u obzir za izveštavanje. Npr. definisana parametarska vrednost na 14:00.
- Prethodno vreme preseka - vreme (HH:MM:SS) u jednom danu pre kalendarskog dana kada se kreira izveštaj od koga se podaci za izveštaj uzimaju u obzir za izveštavanje. Npr. definisana parametarska vrednost na 14:00.
- Ukoliko bude bilo potrebe, vreme preseka se potencijalno može menjati.

Primer: Izveštaj koji se generiše u recimo 14:12 sa takvom parametrizacijom, uzeće u obzir sve podatke u periodu od 24 časa, od 14:00 prethodnog dana do 14:00 časova dana kada se izveštaj kreira; Izveštaj koji se generiše u recimo 15:13 sa takvom parametrizacijom, uzeće u obzir sve podatke u periodu od 25 časova, od 14:00 prethodnog dana do 15:00 časova dana kada se izveštaj kreira.

Vrlo brzo početna verzija formata za slanje je brzo revidirana pa je potrebno bilo slati daleko veći broj podataka (SLIKA 43). Aplikacija obezbeđuje i grafički interfejs koji omogućava pregled poslatih dnevnih izveštaja (SLIKA 44). Obično je jedna osoba zadužena za korišćenje ove aplikacije a po potrebi privilegije se mogu dati i drugim grupama korisnika sistema MEDIS.NET (SLIKA 45). Kako bi se aplikacija izvršavala u pozadini bez zahteva od strane korisnika za dobijanje podataka i manualnog slanja servisu, razvijen je Windows Servis (SLIKA 46) koji se konfiguriše preko aplikacije *Medis.Konfigurisanje*.

```
1  {
2    "sifra_ustanove" : "07173318",
3    "naziv_ustanove" : "Dom zdravlja Niš",
4    "vreme_kreiranja_izvestaja" : "2020-07-29 10:00:00",
5    "vreme_preseka" : "2020-07-29 10:00:00",
6    "izvestaj_potvrdio" : "Pera Peric",
7    "broj_pacijenata_m" : 520,
8    "broj_pacijenata_z" : 480,
9    "broj_pacijenata_u" : 1000,
10   "broj_novih_pacijenata_m" : 16,
11   "broj_novih_pacijenata_z" : 14,
12   "broj_novih_pacijenata_u" : 30,
13   "broj_pregleda_m" : 560,
14   "broj_pregleda_z" : 540,
15   "broj_pregleda_u" : 1100,
16   "broj_novih_pregleda_m" : 17,
17   "broj_novih_pregleda_z" : 14,
18   "broj_novih_pregleda_u" : 31
19 }
```

SLIKA 43. Primer *json* podataka koji su se slali dostupnom servisu Kabineta premijera Vlade Republike Srbije

MEDIS.NET - COVID-19 Statistika

Datum i vreme prethodnog preseka: 19.04.2021. 00:01 Datum i vreme preseka: 20.04.2021. 00:01 Odgovorno lice: [redacted]

Učitaj podatke

	Muški pol	Ženski pol	Ukupno
Ukupan broj različitih pacijenata u COVID ambulanti:	24713	27900	52613
Broj različitih novih pacijenata u COVID ambulanti:	97	122	219
Ukupan broj ambulantnih pregleda:	189819	215028	404847
Broj novih ambulantnih pregleda:	103	129	232

Pošalji podatke

Osveži prikaz X Obriši poslednje poslate podatke

Datum i vreme kreiranja izveštaja	Odgovorna osoba	Muški pacijenti	Ženski pacijenti	Ukupno pacijenata	Novi muški pacijenti	Novi ženski pacijenti	Ukupno novih pacijenata	Pregledi muškaraca	Pregledi žena	Ukupno pregleda	Novi pregledi muškaraca	Novi pregledi žena	Ukupno novih pregleda	Za period od	Za period do
19.04.2021. 14:19:35	[redacted]	24578	27808	52386	410	478	888	188289	213511	401800	438	510	948	14.04.2021. 00:01	19.04.2021. 00:01
14.04.2021. 00:04:04	[redacted]	24168	27328	51496	101	121	222	182665	206680	389345	103	125	228	13.04.2021. 00:01	14.04.2021. 00:01
13.04.2021. 00:06:17	[redacted]	24066	27207	51273	123	147	270	181193	204924	386117	136	166	302	12.04.2021. 00:01	13.04.2021. 00:01
12.04.2021. 00:06:12	[redacted]	23943	27060	51003	112	133	245	179727	203032	382759	124	141	265	11.04.2021. 00:01	12.04.2021. 00:01
11.04.2021. 00:06:11	[redacted]	23831	26927	50758	91	109	200	178630	201772	380402	95	116	211	10.04.2021. 00:01	11.04.2021. 00:01
10.04.2021. 00:06:13	[redacted]	23740	26818	50558	107	123	230	177497	200451	377948	112	126	238	09.04.2021. 00:01	10.04.2021. 00:01
09.04.2021. 00:06:10	[redacted]	23630	26694	50324	100	131	231	175887	198551	374438	107	135	242	08.04.2021. 00:01	09.04.2021. 00:01

SLIKA 44. Korisnički interfejs aplikacije MEDIS.NET – COVID-19 Statistika

Rad sa privilegijama

Zaposleni **Grupe privilegija** Konfigurisanje privilegije

Grupe privilegija

Pronađi

- Administrator laboratorije
- Administrator sistema**
- Doktor
- Doktor - interna
- Doktor - opsta medicina
- Ginekolog
- Glavna sestra

Ažuriraj Dodaj Obriši

Moduli vazani za grupu privilegija

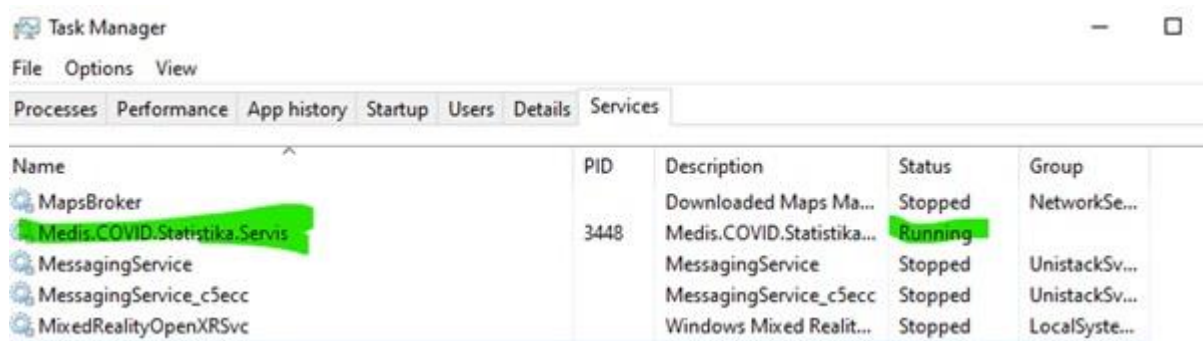
Dodaj modul Obriši modul

- KonfiguracijaBrzaPoseta
- KonfiguracijaCOVID19**
- KonfiguracijaFakturisanjaUsluga
- KonfiguracijaFormKartonOdrasli

Podšavanje izabranog modula

DozvoliPokretanjeAplikacijeMedisCOVIDStatistika **True**

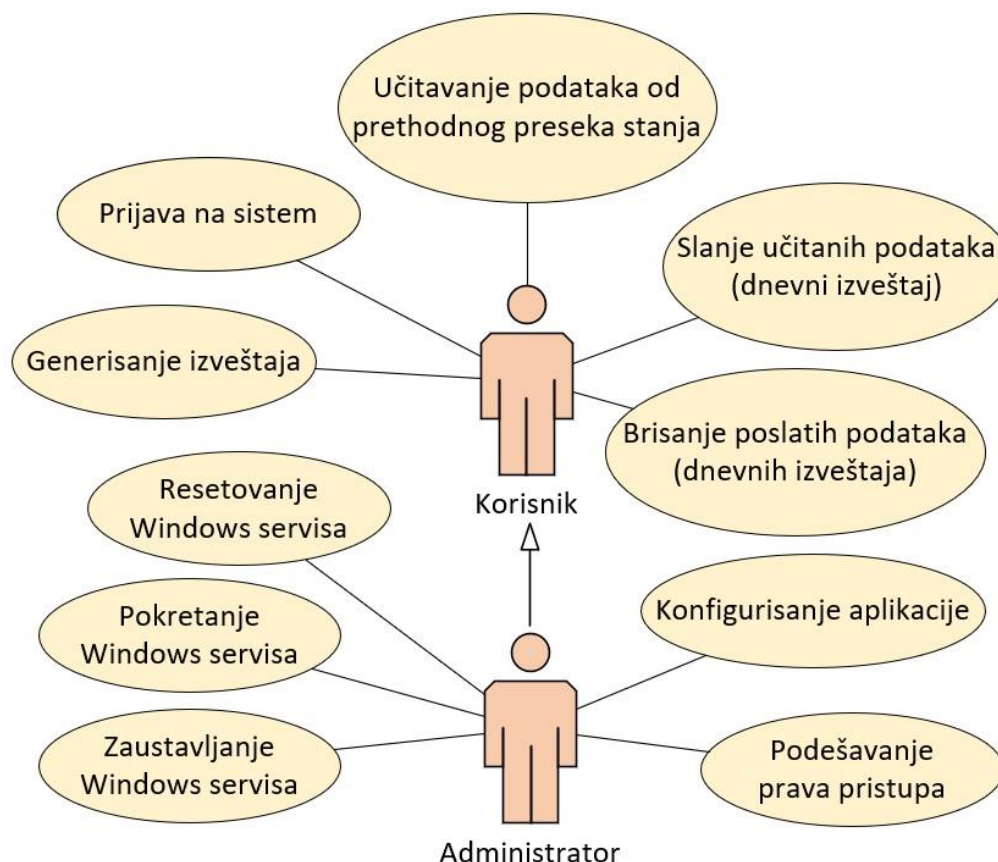
SLIKA 45. Konfigurisanje privilegija aplikacije MEDIS.NET – COVID-19 Statistika



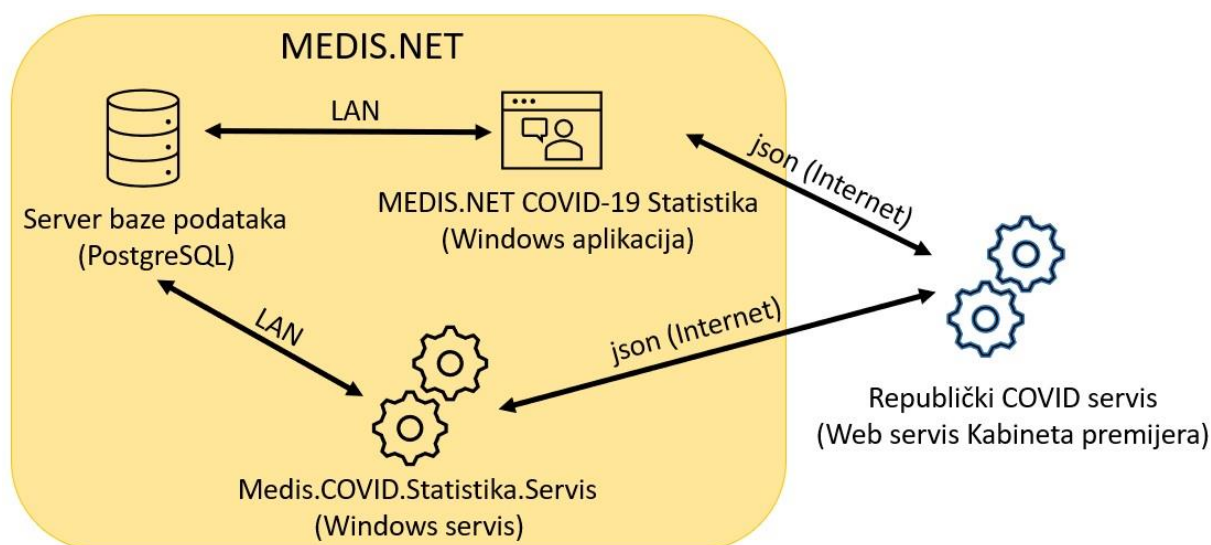
SLIKA 46. Aplikacije MEDIS.NET – COVID-19 Statistika se izvršava i kao Windows servis (*Medis.COVID.Statistika.Servis*)

4.1.4.1.1 Dijagram slučajeva korišćenja

Dijagram slučajeva korišćenja prikazuje funkcionalnosti koje su podržane u realizovanoj aplikaciji (SLIKA 47). Razlikuju se dve grupe korisnika (korisnik aplikacije sa pravima pristupa i administrator sistema za konfigurisanje prava pristupa i podešavanje pristupnih parametara servisa). Dijagram komunikacije (SLIKA 48) između bitnih komponenti aplikacije prikazuje komunikaciju MEDIS.NET-a sa Republičkim COVID servisom.



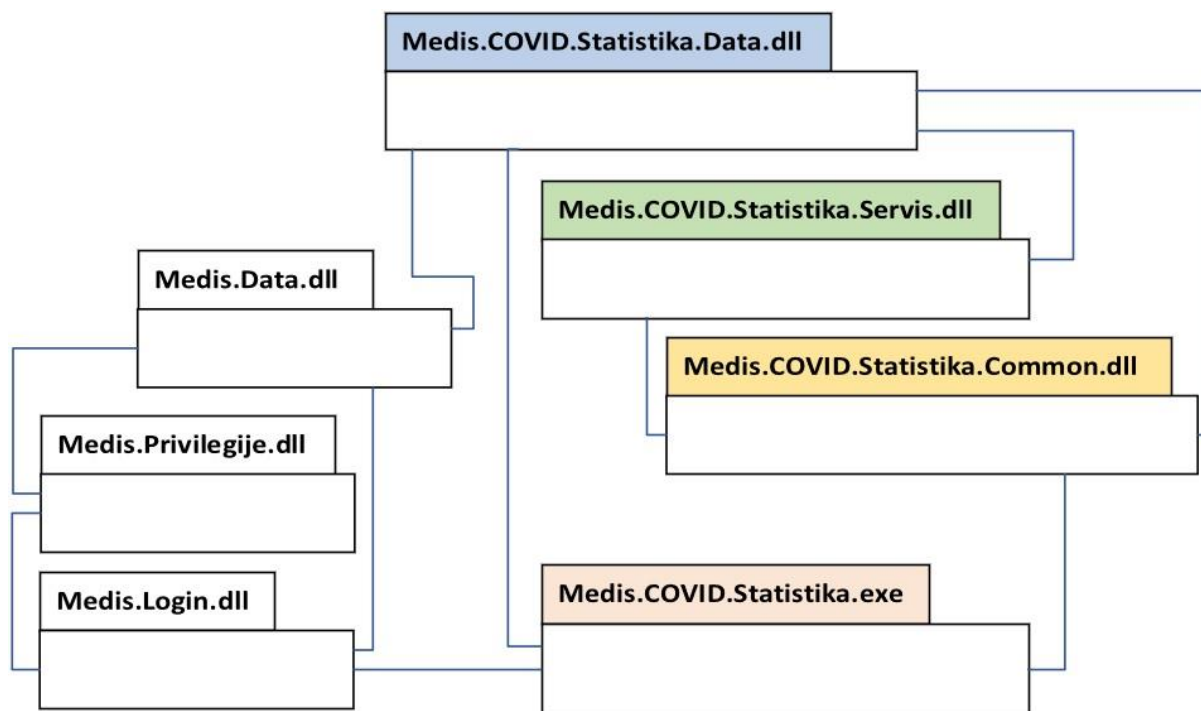
SLIKA 47. Dijagram slučajeva korišćenja aplikacije MEDIS.NET – COVID-19 Statistika



SLIKA 48. Dijagram komunikacije između bitnih komponenti aplikacije

4.1.4.1.2 Komponentni dijagram

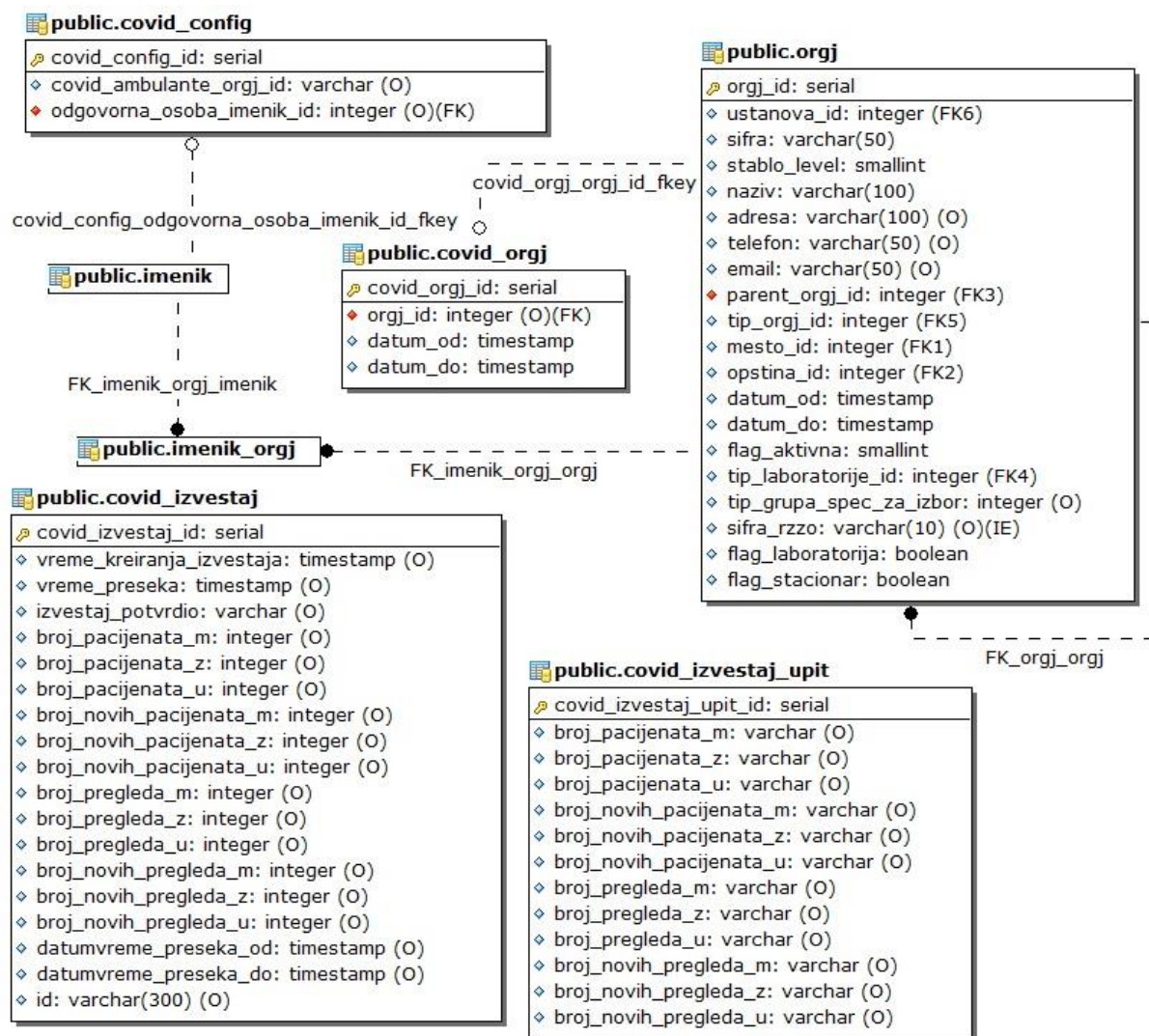
Najbitnije komponente aplikacije (bez sistemskih i eksternih komponenti) MEDIS.NET – COVID-19 Statistika za kolaboraciju sa Republičkim COVID servisom Kabineta premijera Vlade Republike Srbije su (SLIKA 49): *Medis.COVID.Statistika.Data.dll*, *Medis.COVID.Statistika.Servis.dll*, *Medis.COVID.Statistika.exe*, *Medis.Data.dll*, *Medis.Privilegije.dll*, *Medis.COVID.Statistika.Common.dll* i *Medis.Login.dll*. Pristup bazi podataka (PostgreSQL-u) omogućen je pomoću komponente *Medis.Data.dll*. Entity Framework je upotrebljen za mapiranje relacione šeme na objektni model. Objektni model baze podataka kreiran je u komponenti *Medis.Data.dll*. *Medis.Privilegije.dll* je komponenta koja je povezana sa *Medis.Data.dll* i *Medis.Login.dll* i obezbeđuje odgovarajuće korisničke privilegije prilikom prijavljivanja korisnika na sistem (*Medis.Login.dll*) iz odgovarajućih tabela baze podataka (*Medis.Data.dll*). *Medis.COVID.Statistika.Data.dll* obezbeđuje sve potrebne funkcionalnosti sa aspekta dostupnosti podataka iz baze podataka potrebnih Windows servisu (*MEDIS.COVID.Statistika.Servis*) i Windows aplikaciji (*Medis.COVID.Statistika.exe*). Za slanje podataka eksternom servisu zadužene su funkcionalnosti implementirane u komponenti *Medis.COVID.Statistika.Common.dll*.



SLIKA 49. Komponentni dijagram aplikacije MEDIS.NET – COVID-19 Statistika

4.1.4.1.3 Šema baze podataka

U tabeli *covid_izvestaj* iz baze podataka MEDIS.NET-a čuvaju se svi podaci poslani eksternom servisu (SLIKA 50). Pošto je način dobijanja relevantnih podataka iz baze podataka za slanje eksternom web servisu stalno bio podložan izmenama (stalno su se menjali zahtevi koje je država stalno ažurirala), parametrizovni *sql* upiti za izvlačenje potrebnih podataka iz baze podataka za svaku traženu stavku koja se trebala slati, sačuvani su u tabeli *covid_izvestaj_upit*. Tabela *orgj* čuva podatke o organizacionoj strukturi zdravstvene ustanove, dok tabela *imenik* sadrži podatke o zaposlenim radnicima u zdravstvenoj ustanovi. Tabela *imenik_orgj* je tabela spoja između tabela *imenik* i *orgj* (modeluje koji zaposleni radi u kojoj organizacionoj jedinici). Tabele *covid_config* i *covid_orgj* pružaju informaciju koje od postojećih organizacionih jedinica zdravstvene ustanove mogu da rade sa ovom aplikacijom i iz kojih organizacionih jedinica se uzimaju podaci za izračunavanje statistike i slanje izveštaja.



SLIKA 50. Bitne tabele iz baze podataka za funkcionisanje aplikacije MEDIS.NET – COVID-19 Statistika

4.1.4.2. Kolaboracija sa servisom Instituta za javno zdravlje Srbije

Informacioni sistem COVID-19 uvodi se u cilju vršenja epidemiološkog nadzora povezanog sa bolešću COVID-19, izazvane virusom SARS-CoV-2, koji zaključkom Vlade Republike Srbije uspostavlja i vodi Institut za javno zdravlje “Dr Milan Jovanović Batut”, uz tehničku podršku Kancelarije za informacione tehnologije i elektronsku upravu i Republičkog fonda za zdravstveno osiguranje (Sl. glasnik RS, br.50/20, 57/20). Funkcionisanje informacionog sistema COVID-19 je usaglašeno sa sistemom za elektronsku razmenu podataka - Servis javnog zdravlja - COVID19 (SJZ-COVID19). Epidemiološki nadzor povezan sa bolešću COVID-19 bliže je definisan Stručno-metodološkim uputstvom za kontrolu unošenja i sprečavanje širenja novog korona virusa SARS-CoV-2 u Republici Srbiji.

Obavezno je da se uradi prijava pacijenata suspektnih na COVID-19 od strane zdravstvene osobe (u domu zdravlja, u COVID ambulanta, ...) koja je u kontaktu sa tim suspektnim pacijentom i pri tome se unosi veliki set predefinisanih podataka u SJZ-COVID19. Pri svakom sledećem kontaktu zdravstvenog radnika i pacijenta (nakon dobijanja rezultata, nakon obavljene dijagnostičke procedure ili stacionarnog lečenja) potrebno je kreirati i poslati odgovarajući izveštaj preko SJZ-COVID19 koji će ažurirati podatke vezane za lečenje pacijenta. Postoje četiri izveštaja koja su predviđena za slanje iz doma zdravlja u SJZ-COVID19 za svakog pacijenta: Ambulanta, Epidemiologija, Uzorkovanje i Laboratorija. Pored tih pojedinačnih izveštaja svaka zdravstvena ustanova je u obavezi da dostavlja i zbirne izveštaje.

Set predefinisanih podataka koji je potreban za slanje u izveštajima često se menjao, ne retko i na dnevnom nivou. Set podataka obuhvatao je veliki broj podataka koji su bili obavezni za popunjavanje izveštaja a koji su se mogli dobiti iz elektronskog kartona pacijenta iz medicinskog informacionog sistema. To bi značajno olakšalo i skratilo proceduru, već preopterećenom medicinskom osoblju, tokom unosa traženih podataka za svakog pacijenta u izveštaje. Pomoću javnog dostupnog servisa SJZ-COVID19 omogućeno je medicinskim informacionim sistemima da šalju popunjene elektronske izveštaje. Zbog stalnih izmena setova podataka neophodno je bilo kreirati alat koji će lako moći da prihvati nastale izmene, koje su zavisile od potrebnog seta podataka koji se šalje SJZ-COVID19, da obezbedi intuitivan, jednostavan korisnički interfejs zdravstvenim radnicima za efikasan unos podataka (sa obeležanim obavezanim poljima koja se moraju popuniti) i odgovarajuće poruke ukoliko je nastala greška tokom popunjavanja traženih polja.

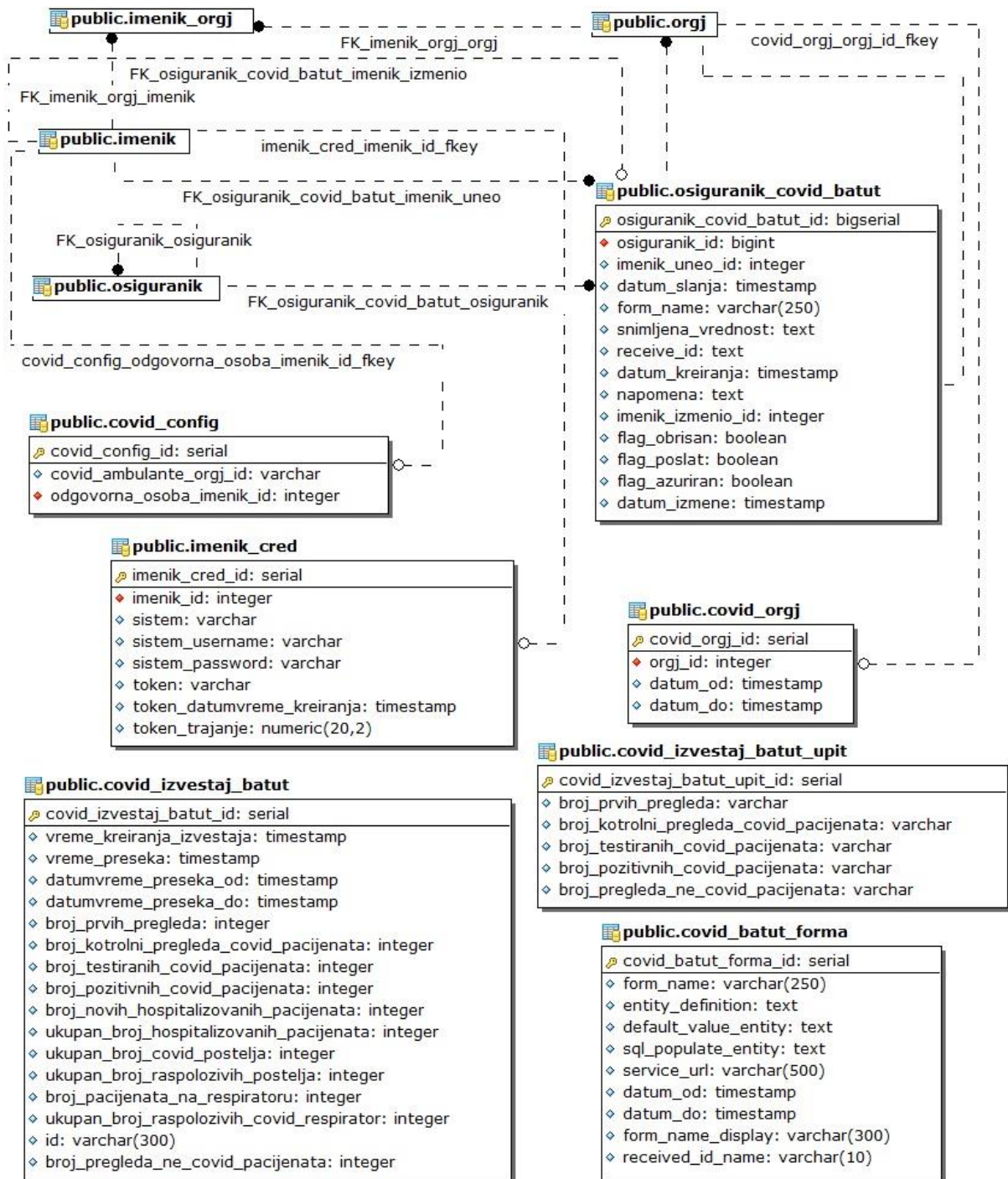
Razvijeni modul za kolaboraciju medicinskog informacionog sistema MEDIS.NET i SJZ-COVID19 omogućio je kreiranje zahtevanih izveštaja i slanje dnevnog zbirnog preseka stanja. Modul je omogućio CRUD (*Create, Read, Update, Delete*) operacije nad svim pojedinačnim izveštajima. Modul za rad sa izveštajima integrisan je i u elektronski karton pacijenta što je olakšalo rad lekarima jer su izveštaji dostupni za vreme kreiranja/ažuriranja posete tokom lečenja pacijenta. Kako bi modul obezbedio da se u svakom trenutku na formama (traženi izveštaji realizovani su kao Windows forme) prikazuju ažurna polja za unos traženih podataka, i to pored stalnih izmena na strani SJZ-COVID19, formiranje izgleda forme sa poljima za unos podataka kreira se dinamički i to na osnovu opisa javnog servisa SJZ-COVID19. Opis javnog servisa preuzima se periodično i čuva u bazi podataka.

4.1.4.2.1 Autentifikacija

Svaki zahtev (*GET*, *POST*, *UPDATE* i *DELETE*) upućen prema javnom servisu mora da sadrži *Bearer Token* za autorizaciju pristupa servisu. Token se dobija i proverava preko dostupnog servisa inicijalnim slanjem korisničkog imena i lozinke. Zdravstveni radnik kako bi mogao da šalje servisu tražene izveštaje morao je da poseduje svoje lične validne kredencijale (korisničko ime i lozinku) za pristup SJZ-COVID19. Nakon dobijanja tokena, svaki zahtev koji se šalje prema servisu u obavezi je da sadrži validan token.

4.1.4.2.2 Šema baze podataka

Bitne tabele iz baze podataka medicinskog informacionog sistema MEDIS.NET potrebne za funkcionisanje modula prikazane su na slici (SLIKA 51). Tabela *osiguranik* sadrži osnovne podatke o svakom pacijentu i povezana je sa tabelom *osiguranik_covid_batut*. Ta veza omogućava da se evidentira za kog pacijenta koji tip traženog izveštaja je poslat u SJZ-COVID19. U tabeli *osiguranik_covid_batut* pamte se podaci i o slanju traženog izveštaja u SJZ-COVID19. Polje *snimljena_vrednost* u toj tabeli sadrži vrednosti koje se šalju servisu (sačuvane u *json* obliku) za odgovarajući izveštaj (polje *form_name*). Polje *receive_id* sadrži vraćenu vrednost (jedinstveni identifikator - id) od strane servisa nakon uspešnog slanja izveštaja. Tabela *imenik_cred* sadrži kredencijale (korisničko ime, lozinka, token, vreme trajanja tokena i servis na koji se odnose kredencijali korisnika) svakog zaposlenog (iz tabele *imenik*) za dobijanje potrebnog tokena sa servisa. Nakon isteka vremena trajanja tokena (polje *token_datumvreme_kreiranja* čuva datum i vreme kada je dobijen validan token; polje *token_trajanje* određuje vremensko trajanje validnog tokena od trenutka dobijanje istog), potrebno je ponovo pribaviti validan token. Tabela *imenik_orgj* je tabela spoja između tabele *imenik* i *orgj* (modeluje koji zaposleni radi u kojoj organizacionoj jedinici). Tabele *covid_config* i *covid_orgj* pružaju informaciju koje od postojećih organizacionih jedinica zdravstvene ustanove mogu da rade sa ovom aplikacijom i iz kojih organizacionih jedinica se uzimaju podaci za izračunavanje statistike i slanje odgovarajućih izveštaja. Tabela *covid_izvestaj_batut* sadrži zbirne podatke koje je potrebno poslati Batutu. Neka od polja u toj tabeli popunjavaju se pomoću odgovarajućih parametrizovanih *sql* upita sačuvanih u tabeli *covid_izvestaj_batut_upit*.



SLIKA 51. Bitne tabele iz baze podataka za funkcionisanje modula za kolaboracija sa servisom Instituta za javno zdravlje Srbije Milan Jovanović Batut

Dinamičko kreiranje izveštaja koji se popunjava preko dinamički kreirane Windows forme, kreira se na osnovu sadržaja tabele `covid_batut_forma`. Polje `form_name` predstavlja naziv izveštaja/forme. Polje `entity_definition` sadrži preuzeti opis izveštaja sa servisa (zapamćen kao `json`) (SLIKA 52). Polje `default_value_entity` sadrži podrazumevane vrednosti za pojedina

polja u izveštaju (zapamćena vrednost kao *json*) (SLIKA 53). Polje *sql_populate_entity* sadrži parametrizovane *sql* upite kojima se popunjavaju pojedina polja na izveštaju na osnovu već zapamćenih podataka u elektronskom kartonu MEDIS.NET-a (zapamćena vrednost kao *json*) (SLIKA 54). Polje *servis_url* sadrži *url* za slanje popunjenog izveštaja servisu. Polja *datum_od* i *datum_do* definišu vremensko važenje verzije izveštaja. Polje *form_name_display* opisuje naziv Windows forme i naziv izveštaja za prikaz korisniku aplikacije. Polje *received_name_id* je naziv entiteta na servisu, koji identifikuje na sistemu izveštaj koji se šalje.

```
{
  "key": "ca_ime",
  "label": "Ime",
  "input_limit": "",
  "type": "text"
},
{
  "key": "ca_prezime",
  "label": "Prezime",
  "input_limit": "",
  "type": "text"
},
{
  "key": "ca_zemlja_prebivalista_id",
  "label": "Zemlja prebivališta",
  "type": "dropdown_single_select",
  "input_limit": [
    {
      "value": 10000301100248,
      "label": "Alandska ostrva"
    },
    {
      "value": 10000301100012,
      "label": "Alžir"
    },
    {
      "value": 10000301100016,
      "label": "Američka Samoa"
    },
    {
      "value": 10000301100020,
      "label": "Andora"
    }
  ]
}
```

SLIKA 52. Deo *entity_definition* polja tabele *covid_batut_forma* (iz zamapćenog *json* zapisa) za ambulanti izveštaj

4.1.4.2.3 Opis *json* formata koji se koristi za autogenerisanje Windows formi

Deo preuzetog opisa servisa za opis izveštaja Ambulanta prikazan je na slici (SLIKA 52). *Key* predstavlja jedinstveni identifikator entiteta u *json* zapisu. Polje *label* određuje naziv polja na formi koja se prikazuje korisniku u obliku Windows forme, *input_limit* određuje ulazna ograničenja dok *type* definiše tip polja (moguće vrednosti: *numeric*, *text*,

dropdown_single_select). Ukoliko neki entitet ima *type dropdown_single_select* u polju *input_limit* zapamćene su i kataloške vrednosti iz kojih se može izabrati samo jedna od dostupnih mogućih vrednosti. Svaka moguća vrednost za izbor opisana je svojim ključem (*value*) i opisom (*label*).

Podrazumevane vrednosti (SLIKA 53) iz polja *default_value_entity* tabele *covid_batut_forma* organizovane su po sistemu ključ (*key*) – vrednost (*value*). Ključ odgovara polju izveštaja preuzetog iz definicije web servisa, dok je vrednost podrazumevana kataloška vrednost koja se podrazumevano prikazuje korisniku tokom prikaza forme izveštaja. U *json*-u to je zapravo *id* vrednost polja iz kataloških polja preuzetih sa servisa. Tako za ključ *ca_zemlja_prebivalista_id*, što će odgovarati polju *Zemlja prebivališta* na formi koja se prikazuje korisniku, biti ponuđena podrazumevana vrednost *Republika Srbija*, što je u *json* zapisu vrednost (*value*) *10000301100688* (kataloška vrednost za polje zemlja prebivališta).

```
{
  "values": [
    {
      "key": "ca_uniformna_stuktura_id",
      "value": 10000302100001
    },
    {
      "key": "ca_da_li_je_drzavljanin_republike_srbije_id",
      "value": 10000300100001
    },
    {
      "key": "ca_zemlja_prebivalista_id",
      "value": 10000301100688
    },
    {
      "key": "ca_zanimanje_zdravstveni_radnik_id",
      "value": 10000300100002
    },
    {
      "key": "ca_zanimanje_laboratorijski_radnik_id",
      "value": 10000300100002
    },
    {
      "key": "ca_zanimanje_pripadnik_mupa_id",
      "value": 10000300100002
    }
  ]
}
```

SLIKA 53. Deo podrazumevanih vrednosti (iz zapamćenog *json* zapisa) iz polja *default_value_entity* tabele *covid_batut_forma* za ambulanti izveštaj

```

{
  "values": [
    {
      "key": "ca_datum_prijavljivanja",
      "value": "select to_char( now() , 'DD.MM.YYYY.');"
    },
    {
      "key": "ca_jmbg",
      "value": "select jmbg from osiguranik where osiguranik_id = :OSIGURANIKID;"
    },
    {
      "key": "ca_ime",
      "value": "select ime from osiguranik where osiguranik_id = :OSIGURANIKID;"
    },
    {
      "key": "ca_prezime",
      "value": "select prezime from osiguranik where osiguranik_id = :OSIGURANIKID;"
    },
    {
      "key": "ca_adresa_prebivalista",
      "value": "select oo.adresa_ulica, oo.adresa_broj, o.naziv as opstina_naziv from osiguranik left join osiguranik_opstina oo on (datum_do = '3000-01-01' and oo.osiguranik_id = osiguranik.osiguranik_id) left join opstina o on (o.opstina_id = oo.opstina_id) where osiguranik.osiguranik_id = :OSIGURANIKID;"
    }
  ],
}

```

SLIKA 54. Deo parametrizovanih upita (iz zapamćenog *json* zapisa) iz polja *sql_populate_entity* tabele *covid_batut_forma* za ambulantni izveštaj

Parametrizovani upiti (SLIKA 54) iz polja *sql_populate_entity* tabele *covid_batut_forma* organizovani su po sistemu ključ (*key*) – vrednost (*value*). Ključ odgovara polju izveštaja preuzetog iz definicije web servisa, dok je vrednost parametrizovani upit kojim se iz baze podataka preuzima već postojeća vrednost i prikazuju za polje (*key*) tokom prikazivanja forme izveštaja korisniku. Tako za ključ *ca_adresa_prebivališta*, što će odgovarati polju *Adresa prebivališta* na formi koja se prikazuje korisniku biti prikazana vrednost koja je izvučena parametrizovanim *sql* upitom:

```

select oo.adresa_ulica, oo.adresa_broj, o.naziv as opstina_naziv from
osiguranik left join osiguranik_opstina oo on (datum_do = '3000-01-01' and
oo.osiguranik_id = osiguranik.osiguranik_id) left join opstina o on
(o.opstina_id = oo.opstina_id) where osiguranik.osiguranik_id =
:OSIGURANIKID;.

```


Parametrizovani upiti mogu da imaju sledeće parametre koji definišu pacijenta (:OSIGURANIKID), datum i vreme (:DATUMVREME), lekara (:IMENIKID).

```
{
  "ca_uniformna_stuktura_id": 10000302100001,
  "ca_opstina_id": 10000301471331,
  "ca_ime_i_prezime_zdravstvenog_radnika_koji_je_izvrsio_prijavu": "████████████████████",
  "ca_kontakt_telefon": "",
  "ca_datum_prijavljivanja": "2020-12-06",
  "ca_da_li_je_drzavljanin_republike_srbije_id": 10000300100001,
  "ca_jmbg": "██████████",
  "ca_broj_pasosa_evidencioni_broj": "",
  "ca_ime": "██████",
  "ca_prezime": "██████████",
  "ca_zemlja_prebivalista_id": 10000301100688,
  "ca_adresa_prebivalista": "██████████",
  "ca_opstina_boravista_id": 10000301471307,
  "ca_kontakt_telefon_osobe": "██████████",
  "ca_email_lica": "",
  "ca_datum_rodjenja": "██████████",
  "ca_pol_id": 10000300200001,
  "ca_zanimanje_zdravstveni_radnik_id": 10000300100002,
  "ca_zanimanje_laboratorijski_radnik_id": 10000300100002,
  "ca_zanimanje_pripadnik_mupa_id": 10000300100002,
  "ca_zanimanje_pripadnik_vojske_rs_id": 10000300100002,
  "ca_zanimanje_drugo": "████████████████████",
  "ca_da_li_je_putovala_van_unutar_14_dana_pre_simptoma_id": 10000300100002,
}
```

SLIKA 55. Poslata vrednost *json*-a centralnom servisu (vrednost polja *snimljena_vrednost* iz tabele *osiguranik_covid_batut*) koja odgovara ambulantom izveštaju

SLIKA 55 prikazuje deo *json* vrednosti koja je poslata centralnom servisu SJZ-COVID19. Poslat zapis zapravo predstavlja ambulantni izveštaj nakon pregleda jednog pacijenta suspektnog na prisustvo virusa SARS-CoV-2. Izgled Windows forme koja korespondira poslatom izveštaju prikazan je na slici (SLIKA 56).

Za kreiranje jednog izveštaja u obliku Windows form aplikacije najpre se preuzme *json* iz tabele *entity_definition* (SLIKA 57). Na osnovu njega kreiraju se potrebne kontrole na formi. Zatim se za svaku kontrolu na formi postavlja podrazumevana vrednost na osnovu podataka iz *json*-a koji je snimljen u tabeli *default_value_entity*. Tokom drugog prolaska postavljaju se i sve vrednosti koje mogu biti preuzete iz baze podataka na osnovu *json*-a u polju *sql_populate_entity*. Ukoliko se forma prikazuje za ažuriranje, u svim poljima na formi se prikazuju vrednosti koje su zapamćene u *json*-u za određenog pacijenta i koji je zapamćen u tabeli *osiguranik_covid_batut*.

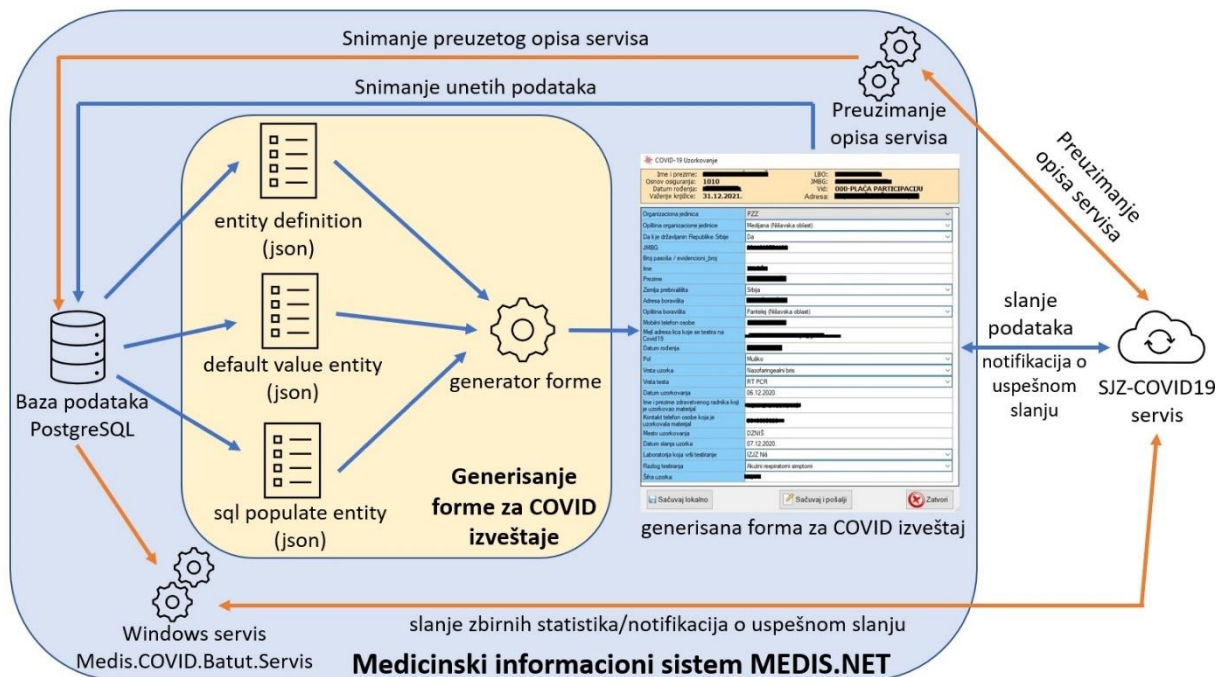
COVID-19 Ambulanta

Ime i prezime: ██████████ LBO: ██████████
 Osnov osiguranja: 1010 JMBG: ██████████
 Datum rođenja: ██████████ Vid: 000-PLAČA PARTICIPACIJU
 Važenje knjižice: 31.12.2021. Adresa: ██████████

MKB 10 dijagnoza	U07.1 - COVID-19, virus identifikovan
Da li je osoba upućena na biohemijsku analizu krvi	Da
Da li je osoba upućena na RTG/CT pluća	Da
Da li je osoba upućena na uzimanje biološkog uzorka za testiranje	Da
Da li je pacijent upućen na kućnu izolaciju	Da
Broj dana kućne izolacije	14
Da li je lice unutar 14 dana pre početka simptoma bilo korisnik ili zaposlenik ustanove socijalne zaštite za smeštaj lica u kojoj je potvrđena transmisija COVID-19?	Ne
Gubitak čula mirisa	Ne
Gubitak/promena čula ukusa	Ne
Hipertenzija	Ne
Gojaznost	Ne
Da li je pacijent upućen u COVID trijažni centar/bolnicu	Ne


Sačuvaj lokalno Sačuvaj i pošalji Zatvori

SLIKA 56. Izgled autogenerisane forme ambulantnog izveštaja (COVID-19 Ambulanta) iz elektronskog kartona pacijenta MEDIS.NET-a



SLIKA 57. Generisanje forme za COVID izveštaje

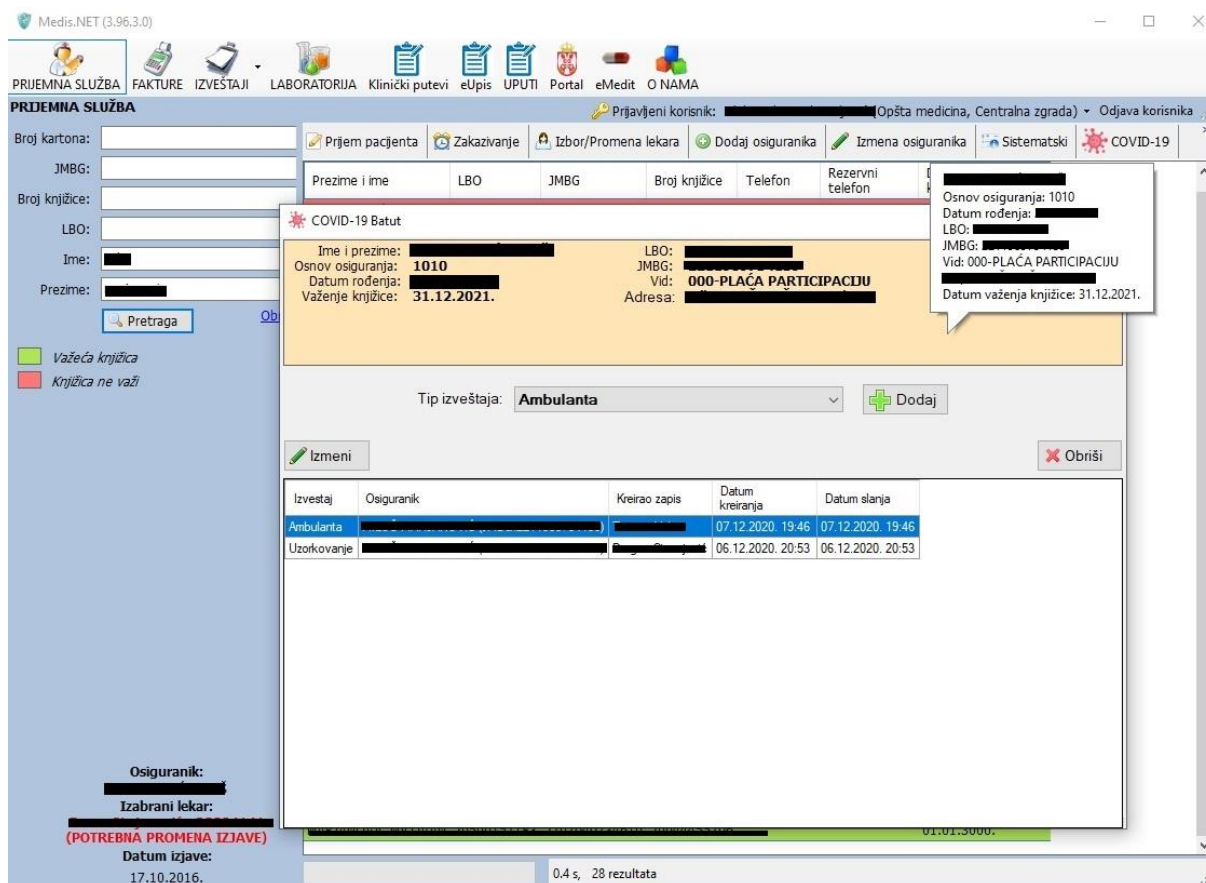
SLIKA 58 prikazuje formu za kreiranje izveštaja o uzorkovanju materijala za testiranje na bolest COVID-19. Svi potrebni izveštaji dostupni su preko grafičko korisničkog interfejsa MEDIS.NET-a (SLIKA 59).

 COVID-19 Uzorkovanje

Ime i prezime:	██████████	LBO:	██████████
Osnov osiguranja:	1010	JMBG:	██████████
Datum rođenja:	██████████	Vid:	000-PLAĆA PARTICIPACIJU
Važenje knjižice:	31.12.2021.	Adresa:	██████████

Organizaciona jedinica	PZZ
Opština organizacione jedinice	Medijana (Nišavska oblast)
Da li je državljanin Republike Srbije	Da
JMBG	██████████
Broj pasoša / evidencioni_broj	
Ime	██████
Prezime	██████████
Zemlja prebivališta	Srbija
Adresa boravišta	██████████
Opština boravišta	Pantelejš (Nišavska oblast)
Mobilni telefon osobe	██████████
Mejl adresa lica koje se testira na Covid19	██████████
Datum rođenja	██████████
Pol	Muško
Vrsta uzorka	Nazofaringealni bris
Vrsta testa	RT PCR
Datum uzorkovanja	06.12.2020.
Ime i prezime zdravstvenog radnika koji je uzorkovao materijal	██████████
Kontakt telefon osobe koja je uzorkovala materijal	██████████
Mesto uzorkovanja	DZNIŠ
Datum slanja uzorka	07.12.2020.
Laboratorija koja vrši testiranje	IZJZ Niš
Razlog testiranja	Akutni respiratomi simptomi
Šifra uzorka	██████

SLIKA 58. Izgled autogenerisane forme izveštaja o uzorkovanju (COVID-19 Uzorkovanje) iz elektronskog kartona pacijenta MEDIS.NET-a



SLIKA 59. Izgled dela aplikacije *Medis.Prijemna.exe* za kreiranje, pretragu, prikaz i slanje izveštaja prema servisu SJZ-COVID19

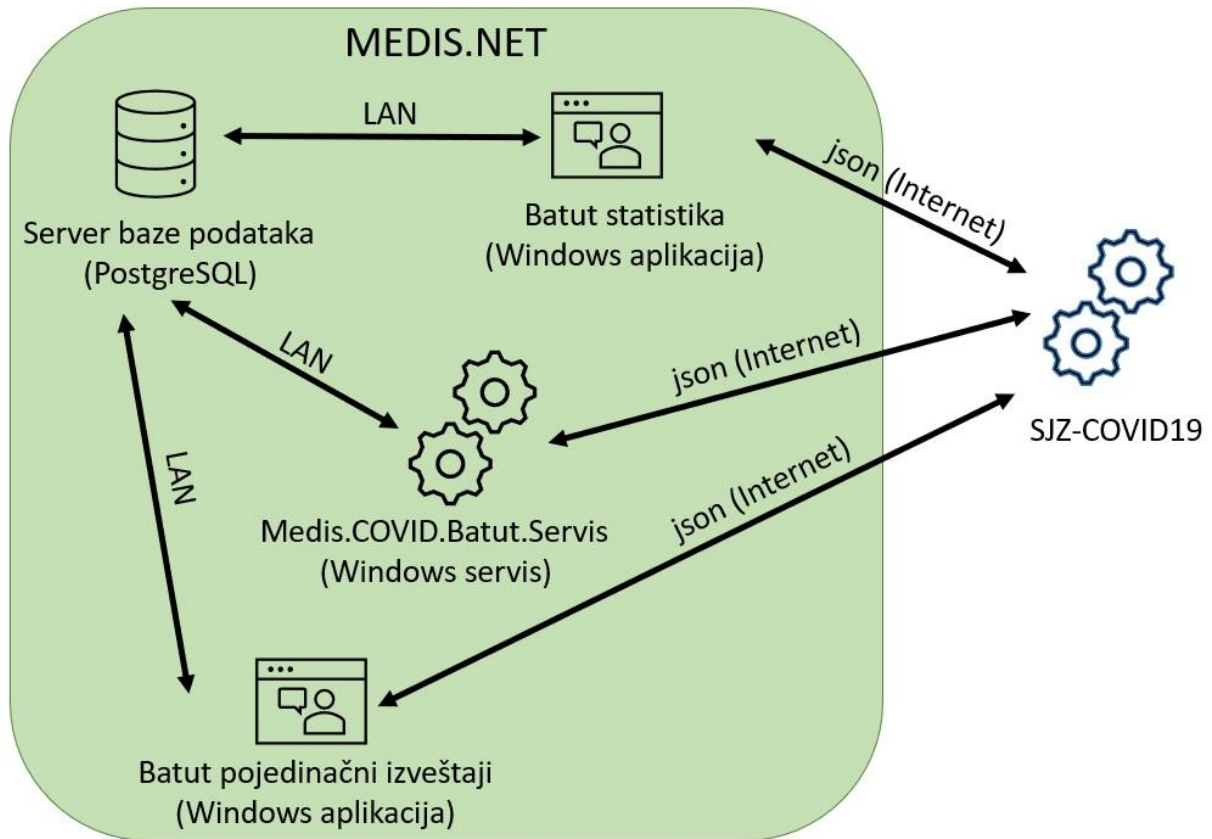
Dijagram slučajeva korišćenja za realizovani modul medicinskog informacionog sistema MEDIS.NET prikazan je na slici (SLIKA 60) i prikazuje moguće funkcionalnosti modula sa mogućim korisnicima sistema. Razlikuju se dva tipa korisnika (*korisnik* i *administrator*) koji imaju različite funkcionalnosti. Korisnik u zavisnosti od konfigurisanih privilegija (što se radi pomoću aplikacije *Medis.Konfigurisanje.exe*) može da ima pristup različitim funkcionalnostima razvijenog modula.



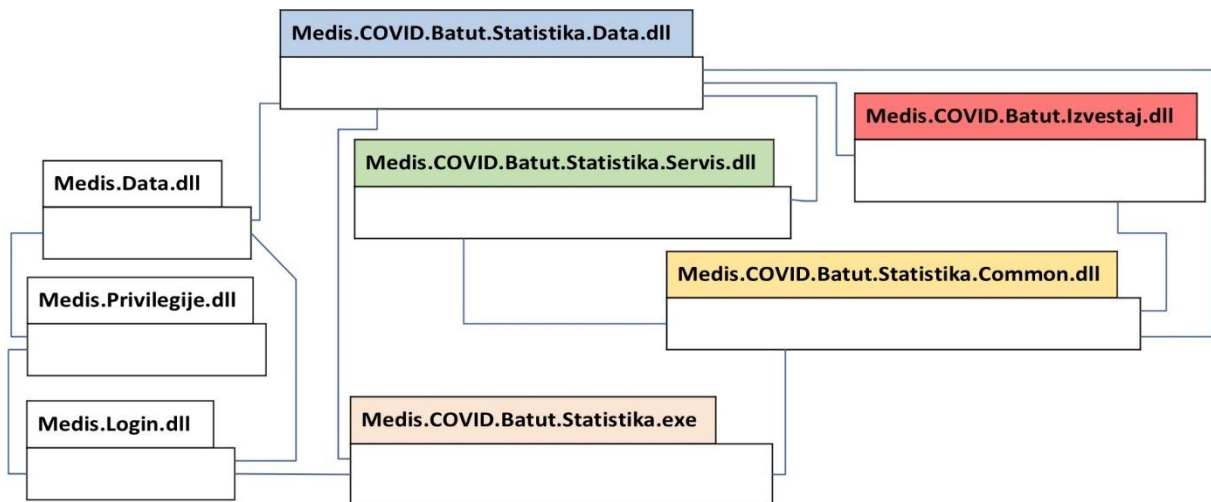
SLIKA 60. Dijagram slučajeva korišćenja razvijenog modula MEDIS.NET-a za kolaboraciju sa centralnim servisom SJZ-COVID19

4.1.4.2.4 Komponentni dijagram

Dijagram komunikacije između bitnih komponenti prikazan je na slikama (SLIKA 61 i SLIKA 62). *Medis.COVID.Batut.Servis* predstavlja Windows servis koji dostavlja tražene dnevne (zbirne) izveštaje Batutu pomoću realizovanog servisa SJZ-COVID19. Batut statistika je Windows aplikacija koja omogućava pregled poslatih zbirnih izveštaja pomoću servisa *Medis.COVID.Batut.Servis* (SLIKA 63). Aplikacije je dostupna administratorima sistema iz posebne aplikacije medicinskog informacionog sistema MEDIS.NET (*Medis.Konfigurisanje.exe*). Aplikacija omogućava pored pregleda, brisanje i manuelno slanje zbirnih izveštaja. Poslati podaci preko servisa i Windows aplikacije Batut statistika se čuvaju u bazi podataka u tabeli *covid_batut_izvestaj*. Potrebna podešavanja aplikacije se nalaze u tabeli *covid_batut_form*.



SLIKA 61. Dijagram komunikacije između bitnih komponenti modula MEDIS.NET za kolaboraciju sa SJZ-COVID19



SLIKA 62. Komponentni dijagram modula za kolaboraciju medicinskog informacionog sistema MEDIS.NET i SJZ-COVID19

Vreme kreiranja izveštaja	Datum i vreme preseka od	Datum i vreme preseka do	Broj prvih pregleda	Broj kontrolnih pregleda COVID pacijenata	Broj pregleda NE COVID pacijenata	Broj testiranih COVID pacijenata	Broj pozitivnih COVID pacijenata
06.08.2021. 00:05:49	05.08.2021. 00:01:00	06.08.2021. 00:01:00	95	190	227	32	19

SLIKA 63. Batut statistika - aplikacija za slanje zbirnih COVID izveštaja servisu SJZ-COVID19



SLIKA 64. Aplikacija *Medis.Konfigurisanje.exe* - sastavni deo MEDIS.NET-a

Pristup bazi podataka (*PostgreSQL*-u) omogućen je pomoću komponente *Medis.Data.dll*. *Entity Framework* je upotrebljen za mapiranje relacione šeme na objektni model. Objektni model baze podataka implementiran je u komponenti *Medis.Data.dll*. *Medis.Privilegije.dll* je komponenta koja je povezana sa *Medis.Data.dll* i *Medis.Login.dll* i obezbeđuje odgovarajuće korisničke privilegije prilikom prijavljivanja korisnika na sistem (*Medis.Login.dll*) iz odgovarajućih tabela baze podataka (*Medis.Data.dll*). *Medis.COVID.Batut.Statistika.Servis.dll* je komponenta zadužena za povezivanje sa servisima SJZ-COVID19. Pomoću komponente *MEDIS.COVID.Batut.Statistika.Data.dll* omogućeno je povezivanje sa bazom podataka za sve potrebne CRUD operacije modula za kolaboraciju sa SJZ-COVID19. Komponenta je u direktnoj vezi za komponentom *Medis.Data.dll*. *Medis.COVID.Batut.Statistika.Common.dll* sadrži osnovne implementirane funkcionalnosti, zajedničke metode, specijalizovane klase vezane za funkcionisanje modula za kolaboraciju sa SJZ-COVID19 i potrebne metode proširenja. *Medis.COVID.Batut.Statistika.dll* je zapravo Windows form aplikacija Batut statistika (SLIKA 63). Celokupna logika za autogenerisanje forme sa svim CRUD operacijama implementirana je i smeštena u komponentu

Medis.COVID.Batut.Izvestaj.dll. Pomoću aplikacije *Medis.Konfigurisanje.exe* (SLIKA 64) dostupno je podešavanje privilegija, implementiranih u komponenti *Medis.Privilegije.dll*, i konfigurisanje servisa.

4.1.5.Integracija sa državnim radiološkim informacionim sistemom

Radiološki informacioni sistem (RIS) može biti vezan za jednu zdravstvenu ustanovu kada se svi skladišteni podaci odnose na pacijente te ustanove. Međutim, puno značajniji je centralni RIS. Centralni RIS na nivou jednog regiona ili cele države omogućava pristup svim radiološkim podacima bilo kog pacijenta nastalim na bilo kom radiološkom odeljenju bilo koje zdravstvene ustanove u zemlji. Ovim podacima se može pristupiti iz bilo koje zdravstvene ustanove koja komunicira sa centralnim RIS-om. Centralni RIS osim proširene mogućnosti komunikacije između radioloških i opštih odeljenja različitih zdravstvenih institucija predstavlja poseban potencijal za napredne analize podataka. Centralizacijom RIS jednog područja kreira se veliki repozitorijum povezanih podataka o pacijentima sa rezultatima radioloških analiza.

Centralni RIS je moguće realizovati kao jedan sistem ako se on realizuje zajedno sa medicinskim informacionim sistemima zdravstvenih ustanova. Ako to nije slučaj onda se mora pribeći rešenju koje možemo nazvati Distribuirani centralni RIS (DCRIS), gde zapravo više nezavisnih RIS sistema kolaborira i čine delove DCRIS-a sa kojim kolaboriraju medicinski informacioni sistemi svih zdravstvenih ustanova u zemlji. Sam DCRIS može da se realizuje na više načina. Jedan način je da DCRIS kolaborira sa lokalnim RIS-om i medicinskim informacionim sistemima, a drugi način je da sve zdravstvene ustanove za potrebe radioloških službi koriste modul DCRIS-a a da lokalni medicinski informacioni sistemi kolaboriraju sa DCRIS-om. Ovakav slučaj je upravo u Republici Srbiji jer se ideja za centralnim RIS-om javila deset godina nakon realizacije medicinskih informacionih sistema u svim domovima zdravlja, pri čemu su medicinski informacioni sistemi heterogeni i realizovani od strane više vendora.

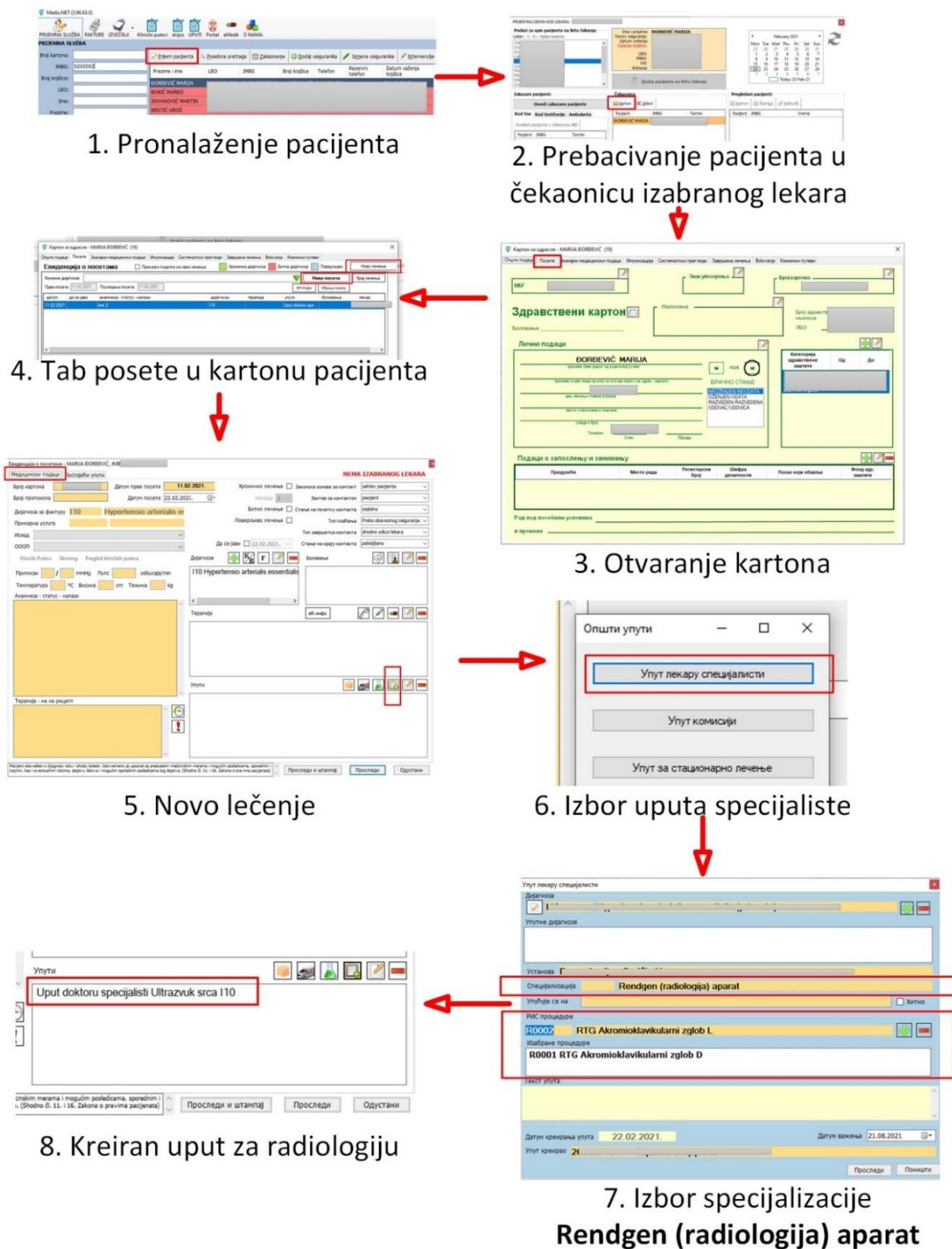
Tokom pandemije COVID-19 uspostavljena je kolaboracija između medicinskog informacionog sistema MEDIS.NET i državnog radiološkog informacionog sistema

(Republički RIS) koji je za vreme pandemije počeo sa radom. Cilj takve kolaboracije je bio da se na jednom centralizovanom mestu nalaze svi radiološki kreirani uputi, izveštaji lekara specijalista (radiologa), kao i eventualno sačuvani radiološki snimci preuzeti sa dijagnostičkih uređaja. Nad ovako prikupljenim podacima moguće je izvršenje brojnih analiza, ali i primena veštačke inteligencije sa različitim namenama i ciljevima. Jedan od mogućih ciljeva analize podataka može biti uočavanje šablona u radiološkim slikama pacijenata koji boluju od iste bolesti. Korišćenjem radioloških snimaka pluća pacijenata zaraženim virusom SARS-CoV-2 moguće je kreirati model veštačke inteligencije koji bi pomogao u prepoznavanju pacijenata sa rizikom od ozbiljnijih kliničkih komplikacija. Ovako kreiran model dodatno doprinosi boljoj organizaciji resursa u zdravstvenim ustanovama što je od posebne važnosti u doba pandemije. Osim analiza čiji je cilj prepoznavanje pacijenata koji pripadaju rizičnoj grupi, analiza radioloških podataka centralizovanog repozitorijuma može biti i u smeru smanjenja troškova radioloških analiza, kao i smanjenja broja radioloških pregleda. Prilikom radioloških pregleda, pacijent je izložen zračenju koje potencijalno može biti štetno i predstavlja faktor rizika za pojedina teška oboljenja, zato je svako smanjenje broja radioloških pregleda koji nisu neophodni poželjno. Smanjenje broja nepotrebnih radioloških pregleda vodi smanjenju nepotrebnih troškova, ali i smanjenju vremenskog perioda čekanja na zakazani radiološki pregled.

4.1.5.1. Razmena medicinskih podataka tokom kolaboracije

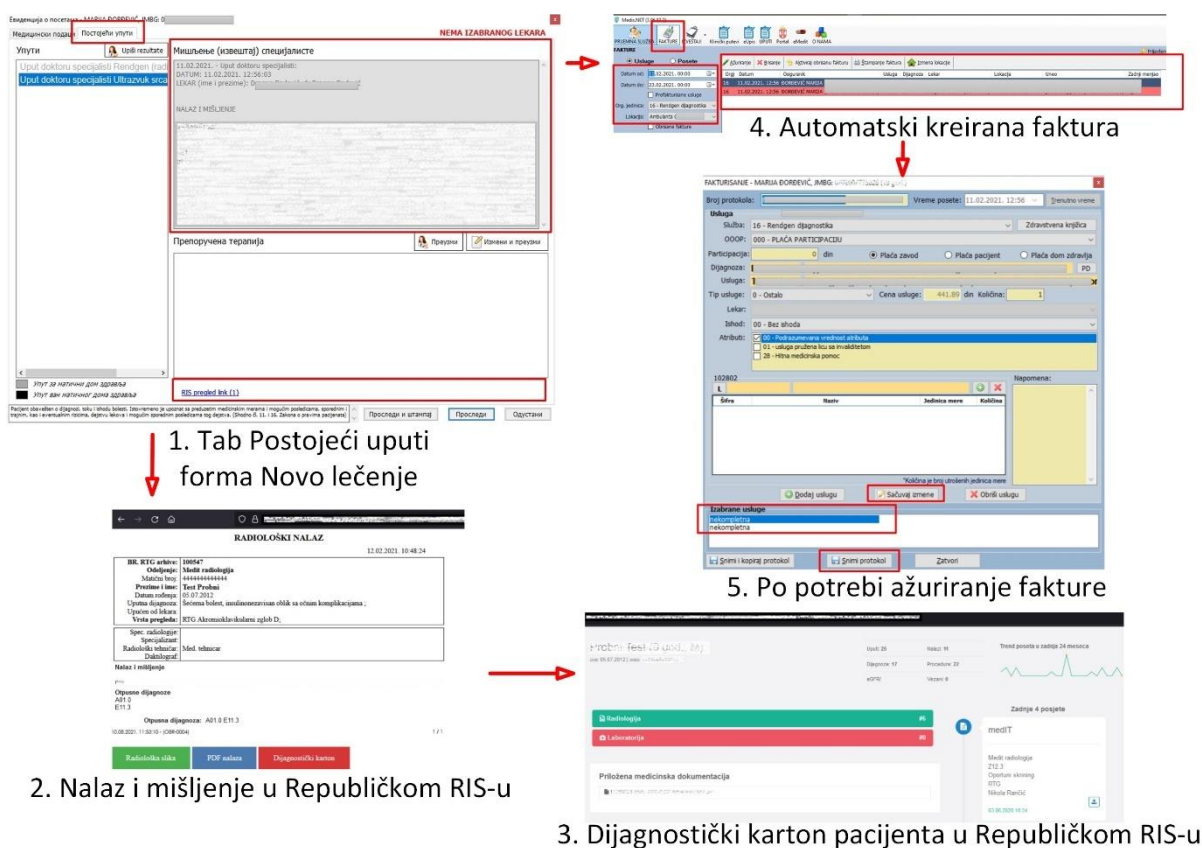
Obično, lekari opšte prakse upotrebom medicinskog informacionog sistema kreiraju radiološki uput. Nakon kreiranja radiološkog uputa i izborom radiološke procedure (SLIKA 65), radiološki uput se preko dostupnog servisa šalje centralnom republičkom radiološkom informacionom sistemu. Kada pacijent dođe na odeljenje za radiološku dijagnostiku, na osnovu podataka iz zdravstvene knjižice pacijenata, preuzimaju se kreirani radiološki uputi. Nakon primene dijagnostičke radiološke metode, lekar, radiolog, kreira izveštaj (kao odgovor na kreirani uput). Nakon kreiranog radiološkog izveštaja uput je dostupan u centralnom državnom radiološkom informacionom sistemu. Radiolog po potrebi može da revidira mišljenje na osnovu dobijenog nalaza, da revidira preporučenu terapiju i uspostavljene dijagnoze. Podržana je i mogućnost da više radiologa izrazi svoje mišljenje. Sve te izmene se čuvaju i dostupne su preko Republičkog RIS-a. Kada se pacijent vrati kod lekara koji je kreirao uput, najčešće za dobijanje preporučene terapije na osnovu mišljenja radiologa, otvaranje bolovanja ili dalje upućivanje

(npr. bolničko lečenje, dalja dijagnostika, ...), lekar preuzima iz Republičkog RIS-a mišljenje radiologa po kreiranom uputu.



SLIKA 65. Kreiranje uputa za radiologiju iz elektronskog kartona pacijenta u MEDIS.NET-u

Izveštaj radiologa dostupan je u elektronskom kartonu pacijenta. Nakon preuzimanje izveštaja lekar dobije informaciju o predlogu terapije kao i web link preko kojeg može pregledati i kreiran radiološki snimak načinjen nakon radiološke dijagnostičke procedure (ovo je opciono). Radiološki uređaji na kojima se vrši radiološka dijagnostika povezani su sa dostupnim softverom na odeljenju radiologije, koji omogućava i arhiviranje i dostupnost snimaka centralnom Republičkom RIS-u. Nakon preuzimanja izveštaja preuzimaju se i pružene usluge na radiološkoj službi doma zdravlja koje se automatski fakturišu pacijentu, a kasnije i šalju na naplatu RFZO-u preko objedinjene mesečne elektronske fakture celog doma zdravlja (SLIKA 66).



SLIKA 66. Preuzimanje radiološkog izveštaja

U okviru doma zdravlja obično je radiološka služba podeljena na:

- RO dijagnostiku (RFZO šifra službe: 1016);
- Ultrazvučnu dijagnostiku (RFZO šifra službe: 1017);
- RO zuba (RFZO šifra službe: 1019).

Pored antigenskih i PCR testova za dijagnostifikovanje bolesti COVID-19 i u cilju praćenja progresivnog napredovanja bolesti (najčešće obostrana upala plućnih krila sa pojavom staklastog tela) koriste se radiološki snimci grudnog koša (pluća) kreirani odgovarajućom radiološkom procedurom na rendgenu i CT aparatu. Takvi snimci kasnije, dostupni su u celom elektronskom kartonu pacijenta. Kolaboracija MEDIS.NET-a i Republičkog RIS-a omogućila je laki protok informacija načinjenih na radiološkoj službi sa ostalim službama doma zdravlja, kao i protok informacija na vertikalnom nivou primar – sekundar, primar – tercijar, primar – Ministarstvo zdravlja Republike Srbije što je za cilj imalo i obezbediti i pružiti efikasno lečenje pacijenata.

Integracijom sa centralnim Republičkim RIS-om, radiološki uputi se i mogu slati u okviru iste ustanove (u okviru jednog doma zdravlja npr. sa opšte službe na službi RO dijagnostike), u ustanovama sekundarnog i tercijarnog nivoa zdravstvene zaštite. Nakon kreiranja izveštaja na osnovu poslatog radiološkog uputa, radiološki izveštaj dostupan je u domu zdravlja. Ovom kolaboracijom omogućena je kako horizontalna tako i vertikalna integracija zdravstvenih ustanova na različitim nivoima zdravstvene zaštite pacijenata. Ovakva kolaboracija može obezbedi i vođenje evidencije celokupnog zračenja pacijenta tokom njegove izloženosti različitim radiološkim procedurama. Međutim, ova mogućnost nije implementirana u centralnom Republičkom RIS-u.

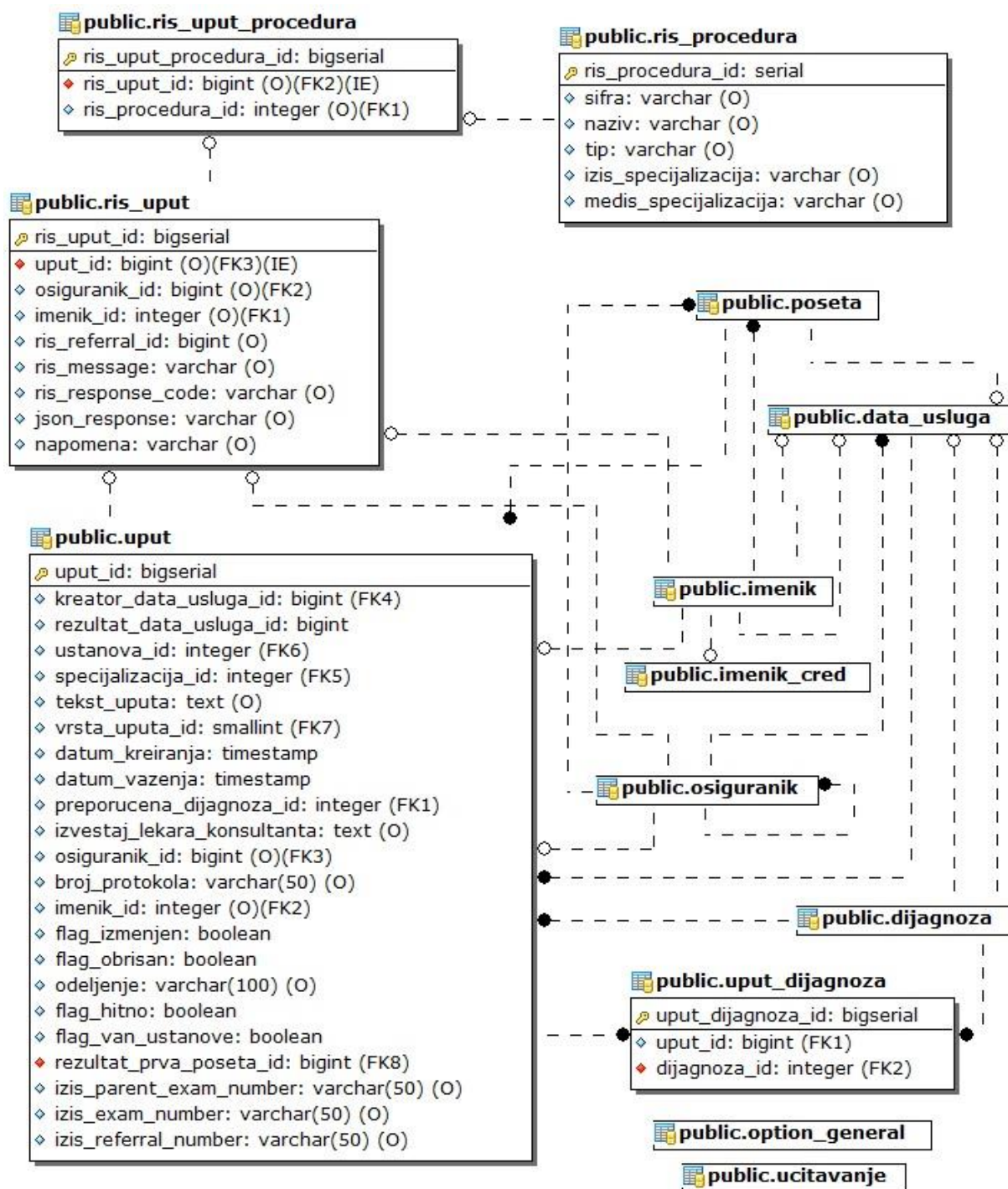
4.1.5.1.1 Fakturisanje radioloških usluga – mogući problemi

Kod ovako osmišljene kolaboracije radiološkog informacionog sistema i medicinskog informacionog sistema osim nesporne koristi postoje i određeni problemi. Najznačajniji se odnosi na automatsko fakturisanje usluga službe radiologije. Automatsko fakturisanje pruženih zdravstvenih usluga je funkcionalnost koju podržavaju medicinski informacioni sistemi kako bi se štedelo vreme zdravstvenih radnika, koje oni mogu dodatno da posvete pacijentima. Uobičajeni scenario je sledeći: pacijent dolazi na pregled kod svog izabranog lekara ili pak lekara specijaliste koji mu piše uput za izvršenje nekog radiološkog snimanja. Pacijent odlazi u radiološku službu gde se obavlja radiološko snimanje i kreira mišljenje radiologa. Nakon toga pacijent ponovo odlazi kod lekara koji mu je kreirao uput za snimanje i lekar analizira mišljenje specijaliste radiologa i dalje nastavlja sa lečenjem pacijenta. Ovom prilikom se vrši automatsko fakturisanje usluga koje su pružili i lekar i radiološka služba. Međutim, postoji scenario u kom pacijent ne odlazi ponovo kod lekara koji mu je napisao uput za radiološko snimanje (nalaz je

negativan, pacijent je odustao od daljeg lečenja kod tog lekara, pacijent je promenio prebivalište i zdravstvenu ustanovu u kojoj se leči, pacijent je preminuo i slično). U ovom scenariju se neće fakturisati usluga izvršenog snimanja i zdravstvena ustanova neće moći da naplati svoju uslugu snimanja kod RFZO-a. Što znači da je potrebno obezbediti fakturisanje obavljenog snimanja bez obzira na dalji sled događaja. Ovo fakturisanje će se obaviti automatski iz samog medicinskog informacionog sistema samo ako podatak o obavljenom snimanju bude dostavljen medicinskom informacionom sistemu.

4.1.5.2. Šema baze podataka

Na slici (SLIKA 67) prikazane su najbitnije tabele kreirane za potrebe kolaboracije medicinskog informacionog sistema MEDIS.NET i Republičkog RIS-a. Podaci o pacijentima zapamćeni su u tabeli *osiguranik*. Tabela *imenik* sadrži podatke o svim zaposlenim radnicima jedne zdravstvene ustanove. Katalog MKB-10 dijagnoza zapamćen je u tabeli *dijagnoza*. Prilikom posete pacijenta lekaru u elektronskom kartonu pacijenta kreira se novo lečenje i bar jedna poseta u tom lečenju. Podaci o toj poseti čuvaju se u tabeli *poseta*. Tokom jedne posete lekar pacijentu pruža određenu medicinsku uslugu, koja se zatim fakturiše i naplati RFZO-u preko zbirne mesečne fakture doma zdravlja. Podaci vezani za pamćenje pružene medicinske usluge nalaze su tabeli *data_usluga*. Tokom posete lekar može da kreira i upute (Uput lekaru specijalisti, Uput za stacionarno lečenje, Uput komisiji, Interni laboratorijski uput, Opšti laboratorijski uput). Svaki uput modeliran je posebnim tabelama kojima je tabela *uput* osnovna tabela (specijalizovani uputi modelirani su kao ekstenzije osnovnog uputa). Jedan od specijalističkih pregleda je i radiološki pregled za koji je neophodno kreirati i radiološki uput pomoću uputa lekaru specijalisti. Kreiranje radiološkog uputa povlači upisivanje podataka u tabeli *ris_uput* koja je zapravo ekstenzija tabele *uput*. Tabela *ris_procedura* obezbeđuje kataloške podatke za izbor radiološke procedure na formi uputa tokom kreiranja samog uputa. Podaci u toj tabeli preuzeti su iz Republičkog RIS-a. Jedan radiološki uput može sadržati veći broj zahtevanih radioloških procedura, pa je to modelirano pomoću table spoja *ris_uput_procedura*. Polje *ris_message* iz tabele *ris_uput* pamti podatke u *json* formatu. Ti podaci se šalju Republičkom RIS-u nakon kreiranja radiološkog uputa u okviru nove posete na elektronskom kartonu pacijenta. Polje *ris_referral_id* iz tabele *ris_uput* sadrži jedinstveni identifikator koji se dobija iz Republičkog RIS-a ukoliko je radiološki uput ispravno poslat. Podaci koji se prihvataju sa Republičkog RIS-a predstavljaju izveštaj lekara specijaliste radiologije ili više njih. Izveštaj je formiran kao odgovor za prethodno poslani radiološki uput.



SLIKA 67. Najbitnije tabele za funkcionisanje kolaboracije MEDIS.NET-a i Republičkog RIS-a

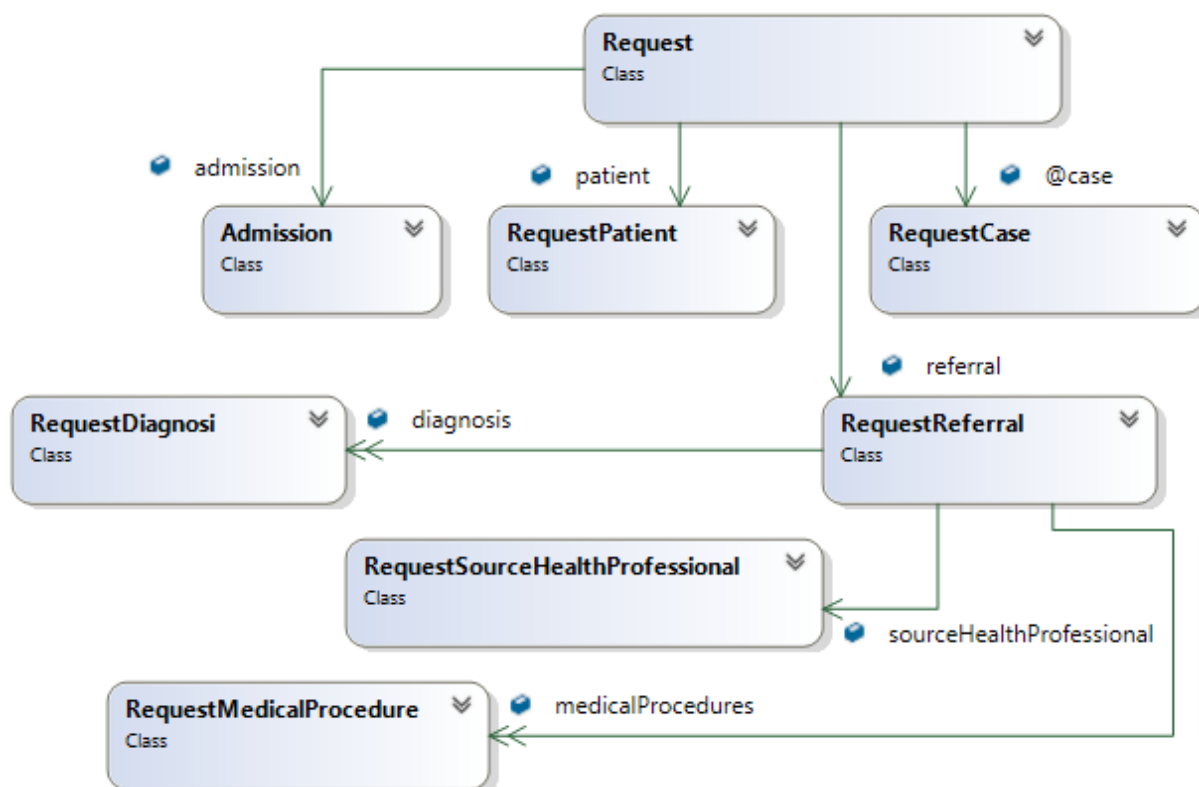
Polje *json_response* iz tabele *ris_uput* zapravo sadrži izveštaj lekara specijaliste konsultanta nakon izvršenog pregleda pacijenta i sprovedenih radioloških procedura. Polje *napomena* u toj istoj tabeli pamti dodatne informacije o poslatom radiološkom uputu. Polje *ris_response_code* sadrži statusne vrednost uputa i vrednost se dobija tokom preuzimanja radiološkog izveštaja (nakon upisa vrednosti u polje *json_response*). Nakon prihvatanja izveštaja

lekara specijaliste radiologije na osnovu pristiglih podataka (podataka zapamćenih u polju *json_response* tabele *ris_uput*) kreira se i faktura sa pruženim medicinskim uslugama (upisuju se podaci u tabelu *data_usluga*), samo ukoliko je radiološka usluga pružena pacijentu u istoj zdravstvenoj ustanovi u kojoj je i inicijalno kreiran radiološki uput. Tabela *imenik_cred* pamti kredencijale (korisničko ime, lozinka, naziv eksternog sistema, vrednost tokena, datum dobijanja tokena, vreme važenja tokena, itd...) za svakog zaposlenog iz tabele *imenik*, koji se koriste za pristup nekom od dostupnih eksternih servisa, u ovom slučaju i tokom pristupa javnom servisu Republičkog RIS-a. Tabelama *option_general* i *ucitavanje* omogućava se učitavanje potrebnih modula medicinskog informacionog sistema prilikom pokretanja aplikacije elektronski karton (*Medis.Prijemna.exe*) iz MEDIS.NET-a. Pored toga u tabeli *option_general* pamte se i sva podešavanja vezana za eksterni Republički RIS servis (u ovom slučaju pamte se eksterni *endpoint*-i za potrebne CRUD operacije nad servisom kao i kredencijali vendora).

4.1.5.3. Komunikacija između MEDIS.NET-a i Republičkog RIS-a

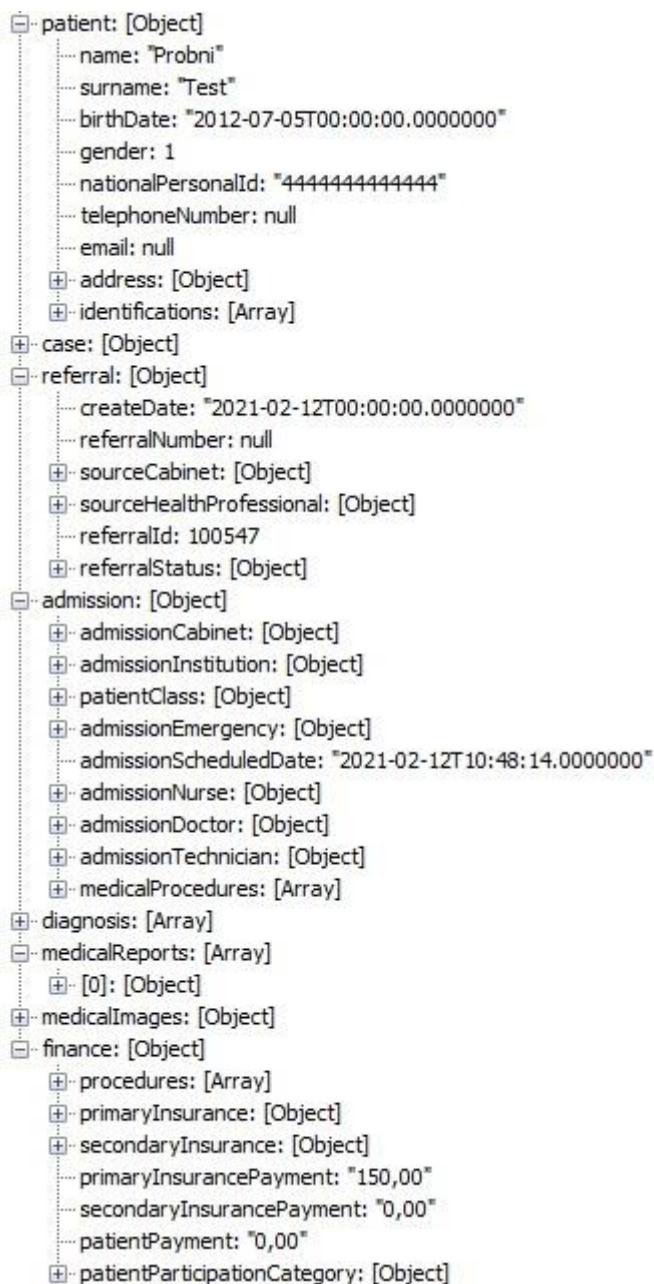
Nakon centralizacije RIS-a neophodno je omogućiti kolaboraciju sa heterogenim medicinskim informacionim sistemima. Medicinski informacioni sistemi različitih zdravstvenih ustanova u Republici Srbiji pripadaju različitim vendorima (MEDIS.NET, Heliant, ZIPSsoft, ComTrade, itd.). Suština svih ovih medicinskih informacionih sistema je ista, ali se razlikuju šeme baza podataka kao i način na koji su medicinski informacioni sistemi programski osmišljeni i realizovani. Da bi medicinski informacioni sistemi različitih vendora na isti način komunicirali sa Republičkim RIS-om, kreiran je poseban web servis. Komunikacija između medicinskog informacionog sistema MEDIS.NET i Republičkog RIS-a ostvarena je pomoću razvijenih web servisa. Republički RIS obezbeđuje javni servis neophodan za razmenu podataka sa drugim eksternim sistemima. Od podržanih web metoda servisa dostupne su metode za slanje kreiranog novog radiološkog uputa (*POST*), za ažuriranje poslatog radiološkog uputa (*UPDATE*), za brisanje poslatog radiološkog uputa (*DELETE*), za preuzimanje izveštaja lekara radiologa (*GET*), za proveru validnosti tokena (*GET*), koji se šalje svaki put prilikom poziva svakog od dostupnih web metoda servisa. Za autorizaciju se koristi *Bearer Token*, koji se dobija inicijalnim slanjem *POST* zahteva koji sadrži kredencijale (korisničko ime i lozinku) prijavljenog korisnika u medicinskom informacionom sistemu.

Razmena podataka se vrši pomoću *json* poruka koje se formiraju pomoću datih *json* šema. Klasni dijagram kreiran na osnovu šeme *json* zahteva (*json request*) za kreiranje radiološkog uputa, prikazan je na slici (SLIKA 68). Kreiran *json* objekat na osnovu šeme šalje se iz MEDIS.NET-a web servisu Republičkog RIS-a. SLIKA 65 prikazuje postupak slanja radiološkog uputa iz medicinskog informacionog sistema MEDIS.NET.



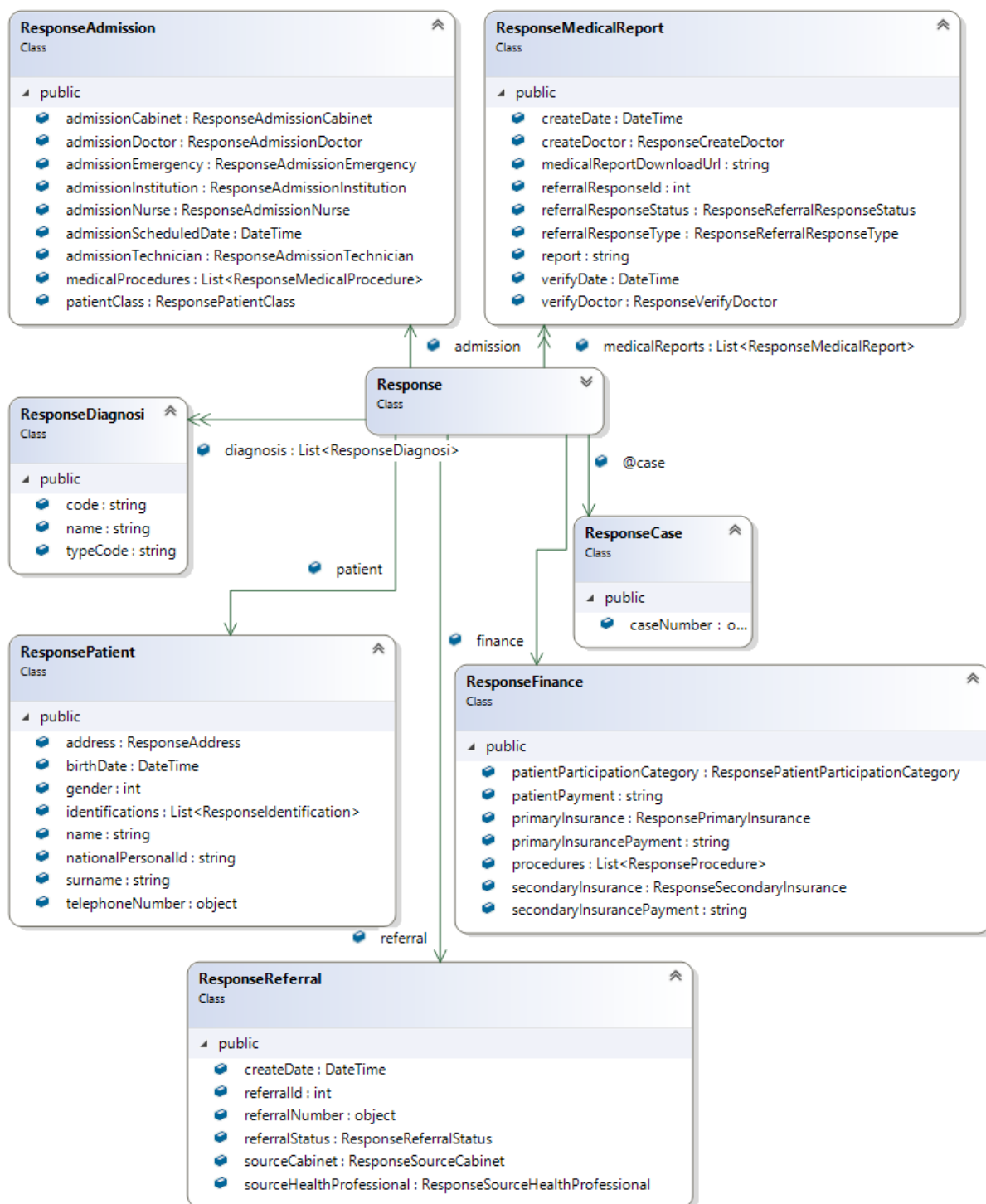
SLIKA 68. Klasni dijagram kreiran na osnovu *json request* zahteva za kreiranje radiološkog uputa

Izveštaj lekara specijaliste radiologa iz Republičkog RIS-a dobija se u obliku *json* poruke koja sadrži sledeće celine (SLIKA 69): podaci o pacijentu (*patient*), jedinstveni identifikator inicijalno kreiranog uputa (*case*), podaci o radiološkom uputu (*referral*), podaci o organizacionoj jedinici i osoblju iz te organizacione jedinice koje je izvršilo dijagnostičku radiološku proceduru (*admission*), uspostavljene dijagnoze (*diagnosis*), izveštaj lekara specijalista radiologije (*medicalReports*), linkove za preuzimanje nastalih radioloških snimaka nakon izvršene radiološke dijagnostičke procedure (*medicalImages*) i finansijski deo sa detaljnim opisom pruženih medicinskih radioloških usluga upućenom pacijentu (*finance*).



SLIKA 69. Primer strukture *json response* poruke za preuzimanje radiološkog izveštaja

Klasni dijagram kreiran na osnovu šeme *json odgovora (json response)* za opisivanje radiološkog izveštaja iz Republičkog RIS-a prikazan je na slici (SLIKA 70). Na dijagramu su prikazane samo najbitnije klase iz hijerarhije klasa.



SLIKA 70. Klasni dijagram kreiran na osnovu *json response* zahteva za preuzimanje radiološkog uputa iz Republičkog RIS-a

Preuzimanje izveštaja lekara specijaliste radiologije iz Republičkog RIS-a realizovano je na dva načina:

- preuzimanjem izveštaja na zahtev lekara (“*on demand*”),

- preuzimanjem izveštaja pomoću lokalnog web servisa (“*web hook*” implementacija).

Oba rešenja imaju svoje prednosti i nedostatke. U zavisnosti od toga koje prednosti više odgovaraju ili koje mane više smetaju, zdravstvene ustanove biraju jedan od dva ponuđena modula.

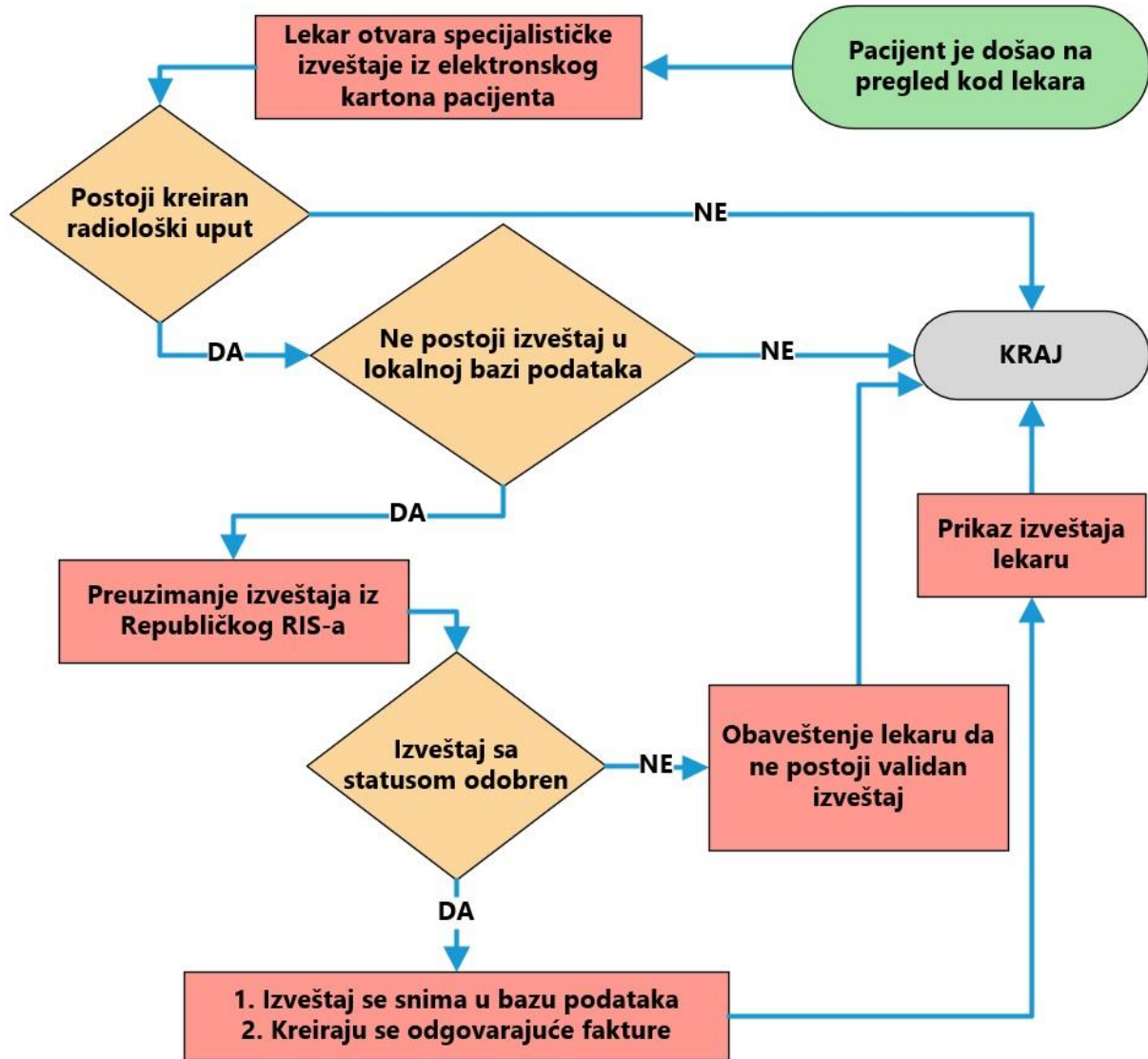
Prvi način kolaboracije, preuzimanje izveštaja na zahtev lekara, ne zahteva nikakva dodatna ulaganja od strane zdravstvene ustanove za implementaciju. Modul je kreiran u okviru MEDIS.NET-a i poziva se kada se pacijent javi lekaru nakon urađenog radiološkog pregleda. Međutim, u praksi je moguće da se pacijent nakon obavljenog radiološkog pregleda ne javi lekaru. U ovom slučaju odgovarajuće pružene usluge u zdravstvenoj ustanovi neće biti fakturisane, odnosno neće biti naplaćene RFZO-u preko objedinjene mesečne elektronske fakture cele zdravstvene ustanove.

Drugi način kolaboracije, “*web hook*”, nema problem sa fakturisanjem kao prethodni slučaj. Nevezano da li se pacijent nakon obavljenog radiološkog pregleda javio lekaru ili nije, MEDIS.NET će biti obavešten po završetku radiološkog snimanja i unetog mišljenja radiologa. Čim se MEDIS.NET obavesti o obavljenom pregledu, vrši se automatsko fakturisanje usluge. Međutim, ovaj modul za svoju realizaciju zahteva poseban server koji zdravstvena ustanova treba da obezbedi kao i statičku IP adresu, te je potrebno eventualno finansijsko ulaganje.

Kolaboraciju je moguće realizovati i tako što bi se “*on demand*” modul pozivao periodično (npr. na par minuta) za sve kreirane a ne završene upute, ali bi to značajno usporilo rad servera koji koristi MEDIS.NET, pa se u praksi može prihvatiti samo za male domove zdravlja čiji MEDIS.NET server nije mnogo opterećen, a ujedno pravilo bi se zagušenje saobraćaja prema Republičkom RIS-u.

Treba naglasiti da postojanje dva rešenja za kolaboraciju ima smisla samo kod zdravstvenih ustanova koje u svom sastavu imaju radiološku službu i ako lekari kreiraju uput za obavljanje snimanja u toj radiološkoj službi. Ako pak zdravstvena ustanova nema svoju radiološku službu ili ima radiološku službu koja nema uslova za zahtevano snimanje (zahtevano snimanje se obavlja u drugoj zdravstvenoj ustanovi) ili lekar kreira uput za snimanje u radiološkoj službi koja se nalazi u okviru druge zdravstvene ustanove, onda problem fakturisanja ne postoji i može se koristiti bilo koji od dva realizovana načina kolaboracije.

U scenariju gde radiološka služba zdravstvene ustanove obavlja snimanje po uputu koji je formiran iz neke druge zdravstvene ustanove, fakturisanje usluge obavljenog radiološkog snimanja mora da preuzme na sebe sama ustanova u kojoj je urađeno snimanje.

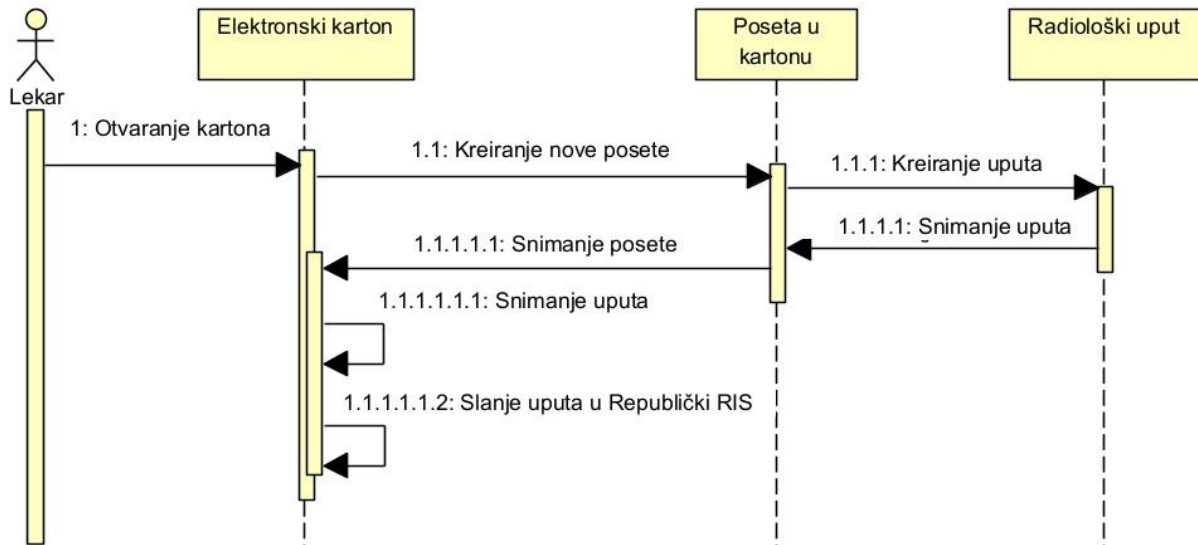


SLIKA 71. Preuzimanje radiološkog izveštaja na zahtev lekara

4.1.5.3.1 Preuzimanje radioloških izveštaja na zahtev lekara (“on demand”)

Kada pacijent (nakon obavljenog radiološkog pregleda) dođe na ponovni pregled, lekar može da pogleda izveštaje lekara (SLIKA 71) specijaliste nad kreiranim specijalističkim uputima (SLIKA 72) u elektronskom kartonu pacijenta. U trenutku otvaranja radiološkog izveštaja, ukoliko ne postoji snimljen izveštaj u internoj bazi podataka, izveštaj se preuzima sa Republičkog RIS-a. Ukoliko postoji odobren izveštaj u Republičkom RIS-u on se najpre upisuje

u bazu medicinskog informacionog sistema, a zatim se lekaru prikazuje tekst izveštaja kao i web lokacije preko kojih lekar može da otvori radiološke snimke. Prilikom upisa izveštaja u bazu podataka, preuzeti finansijski deo izveštaja se takođe snima kao nova jedna ili više faktura (ovo važi samo ukoliko je radiološki izveštaj nastao u istoj zdravstvenoj ustanovi u kojoj je i nastao radiološki uput).

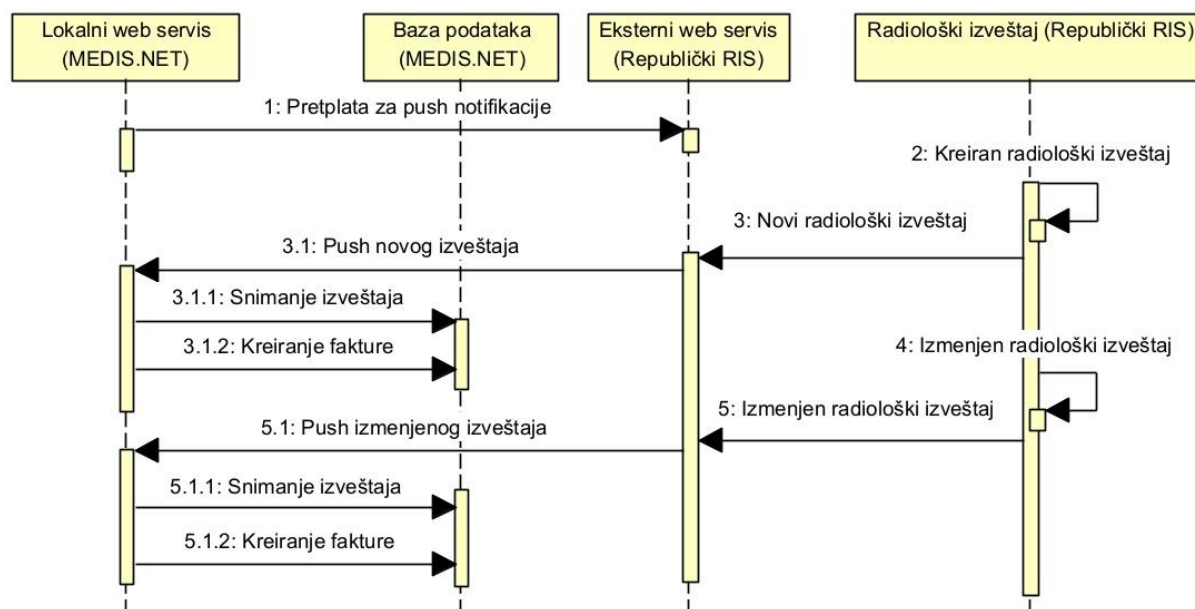


SLIKA 72. Sekvencijalni dijagram – kreiranje radiološkog uputa

4.1.5.3.2 Preuzimanje radioloških izveštaja pomoću web servisa (*web hook* implementacija)

Preuzimanje radioloških izveštaja pomoću web servisa (SLIKA 73) realizovano je kreiranjem web servisa i implementiranjem *web hook handler*-a *eMeditWebHookHandler* iz biblioteke *eMedit.Webhooks.Receiver.dll* vendara EMedit koji je razvio Republički RIS. Biblioteka je dostupna preko *NuGet* paketa iz razvojnog okruženja *Microsoft Visual Studio*. Implementirani događaji iz *handler*-a se izvršavaju pod različitim okolnostima. Najbitniji događaj *OnRspVer* aktivira se kada se *push*-uje notifikacija iz servisa Republičkog RIS-a na kog je pretplaćen realizovani lokalni web servis MEDIS.NET-a. Ukoliko se desi neka promena sa kreiranim radiološkim izveštajem na strani Republičkog RIS-a, pušuje se notifikacija i odmah se podiže događaj *OnRspVer* na lokalnom web servisu koji obrađuje novu verziju *push*-ovanog radiološkog izveštaja. Ovakav mehanizam pretplate na eksterni servis omogućava

dostupnost radiološkog izveštaja u medicinskom informacionom sistemu u trenutku kada radiološki izveštaj nastane ili pretrpi neku izmenu u eksternom sistemu (Republički RIS) i bude odobren za dalje distribuiranje. Prilikom prihvatanja radiološkog izveštaja, lokalni web servis pored upisa radiološkog izveštaja u lokalnu bazu podataka, automatski vrši i upis kreiranih faktura na odeljenjima radiologije (organizacione jedinice radiologije u okviru doma zdravlja) u lokalnu bazu medicinskog informacionog sistema. Ovakvo rešenje sa *push* notifikacijama dobro je iz razloga što nije potrebno periodično proveravanje da li postoji kreiran specijalistički izveštaj radiologa za konkretan kreiran i poslat radiološki uput. Nedostatak se ogleda u tome što je potrebno obezbediti javnu *IP* adresu i hosting lokalnog web servisa.



SLIKA 73. Sekvencijalni dijagram za preuzimanje radioloških izveštaja pomoću web servisa (*web hook* implementacija)

4.1.6. Web rešenje za dinamičko izveštavanje, analizu podataka i donošenje odluka

Poslovna inteligencija (eng. Business Intelligence - BI) [116] predstavlja alat za podršku odlučivanju, koji se koristi za izveštavanje i analitiku nekog podskupa podataka a da pritom taj proces ne utiče na performanse sistema. U pozadini čitavog procesa nalaze se projektovani

takozvani hiper kubovi (multidimenzionalne strukture podataka). Čest je naziv na Internetu OLAP Cubes (eng. Online Analytical Processing Cubes), a sami kubovi predstavljaju logičke i fizičke strukture podataka tako strukturiranih da su pripremljeni za brzu analitiku, iako se radi obično o milionima slogova.

OLAP omogućava brz pregled i analize nad postojećim podacima. Takođe, omogućava i donošenje odluka koju su vezane za buduće akcije. Moguće su jednostavne analize poput navigacije i pregleda podataka, ali i kalkulacije kompleksnih analiza koje uključuju vremenske serije i kompleksno modelovanje. Primene OLAP-a se mogu naći u finansijama, prilikom kreiranja i planiranja budžeta, u prodaji, marketingu, proizvodnji. Preduslov za kreiranje OLAP-a jeste mogućnost multidimenzionalne reprezentacije podataka. Kako bi analiza podataka bila uspešna i korisna, neophodno je dobro projektovanje multidimenzionalnih pogleda na podatke. OLAP sistem sakriva od korisnika detalje sintakse kompleksnih upita i omogućava konzistentno vreme izvršavanja upita bez obzira na njihovu kompleksnost. Takođe, pruža korisnicima jednostavnu i efikasnu analizu podataka po bilo kojoj dimenziji, sa bilo kojim nivoom integracije.

Za vreme projektovanja medicinskog informacionog sistema MEDIS.NET, vršena su i istraživanja vezana za obim podataka sakupljenih u primarnom zdravstvu na području Niša. Za projektovanje kubova korišćen je besplatno dostupni alat *Pentaho Open Source BI Tools* [117]. Pentaho je skup alata za ekstrakciju i transformaciju podataka, data-mining, generisanje parametrizovanih izveštaja, projektovanje i kreiranje logičkih kubova, kreiranje akcionih sekvenci i sastoji se od:

- Pentaho Data Integration;
- Pentaho Design Studio (Eclipse);
- Pentaho Report Designer;
- Pentaho BI Server;
- Mondrian Schema Workbench.

Postoji slobodna i komercijalna verzija alata. Komercijalna verzija alata poseduje lepši korisnički interfejs i dodatne tipove izveštaja i grafičkog prikaza. Suština OLAP kubova, kao multidimenzionalnih struktura podataka, leži u takozvanim dimenzijama i merama. Meru može predstavljati svaka informacija koja podleže agregacionim formulama (sumiranju, uprosečavanju, brojanju, određivanju minimalnih ili maksimalnih vrednosti nad skupom

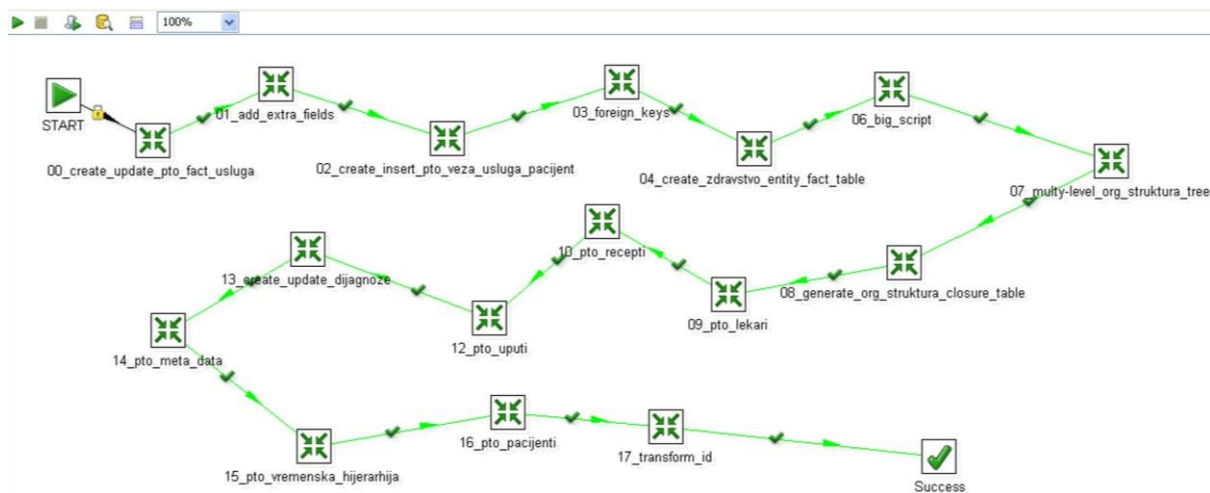
podataka). Najrasprostranjenija mera u poslovnoj inteligenciji širom sveta jeste upravo novac, budući da se BI najčešće koristi u finansijama, pa se tako može meriti prodaja nekog proizvoda po radnjama, po prodavcu, po kupcu, po državi, pa i kontinentima. Pobrojani parametri po kojima se analizira mera predstavljaju dimenzije u svetu OLAP kubova, što znači da je dimenzija bilo koji entitet ili atribut nekog entiteta po kome se može primeniti neka od agregacionih formula nad merama. U zdravstvu kao interesantne mere možemo izdvojiti: broj pruženih zdravstvenih usluga, utrošak medikamenata, utrošak sredstava, broj pacijenata, broj lekara, broj pojedinih dijagnoza, maksimalne ili minimalne vrednosti temperature, pritiska, pulsa, težine, visine pacijenata, broj zaraženih i broj umrlih od neke zarazne bolesti i slično. Ove mere se mogu posmatrati kroz širok spektar dimenzija u zdravstvu:

- Broj pruženih zdravstvenih usluga na nivou službe, lekara, ambulante, u vremenskom periodu, ili kombinacije svih navedenih dimenzija;
- Utrošak sredstava (svaka zdravstvena usluga u sistemu ima navedenu zavodsku i ekonomsku cenu) po službi, lekaru, ustanovi, pacijentu, u vremenskom periodu, ili kombinaciji bilo kojih navedenih dimenzija;
- Broj uputa po gore navedenim dimenzijama sa dijagnozama;
- Broj receptata po gore navedenim dimenzijama sa dijagnozama;
- Medikamenti po gore navedenim dimenzijama i sa dijagnozama, itd.

Realizovano rešenje krajnjem korisniku praktično nudi neograničeni broj kombinacija svega pobrojanog. Pored tabelarne analitike mogu se dobiti i grafikoni, koji su interaktivni prema krajnjem korisniku, tako da pružaju bolju mogućnost zaključivanja od običnih grafikona, i time daju izuzetnu podršku u odlučivanju prema procesima značajnim za rad zdravstvene ustanove.

Prvi proces (koji se odvija onoliko često koliko je to dovoljno za svaku ustanovu) jeste ekstrakcija i transformacija podataka iz baze podataka MEDIS.NET medicinskog informacionog sistema. Obično se podešava da se ekstrakcija podataka obavlja jednom u 24 sata, i to noću, kada je sistem najmanje opterećen svakodnevnim evidentiranjem rada primarne zdravstvene ustanove. Pentaho BI server izvršava projektovane i implementirane tzv. kettleskripte (eng. kettle scripts), koje se pozivaju iz kettledžobova (eng. kettle jobs). Na samom operativnom sistemu servera podesi se planer koji poziva izvršne datoteke (.bat Windows, .sh Linux), koje dalje pozivaju kettledžobove kako bi se izvršila ekstrakcija i transformacija

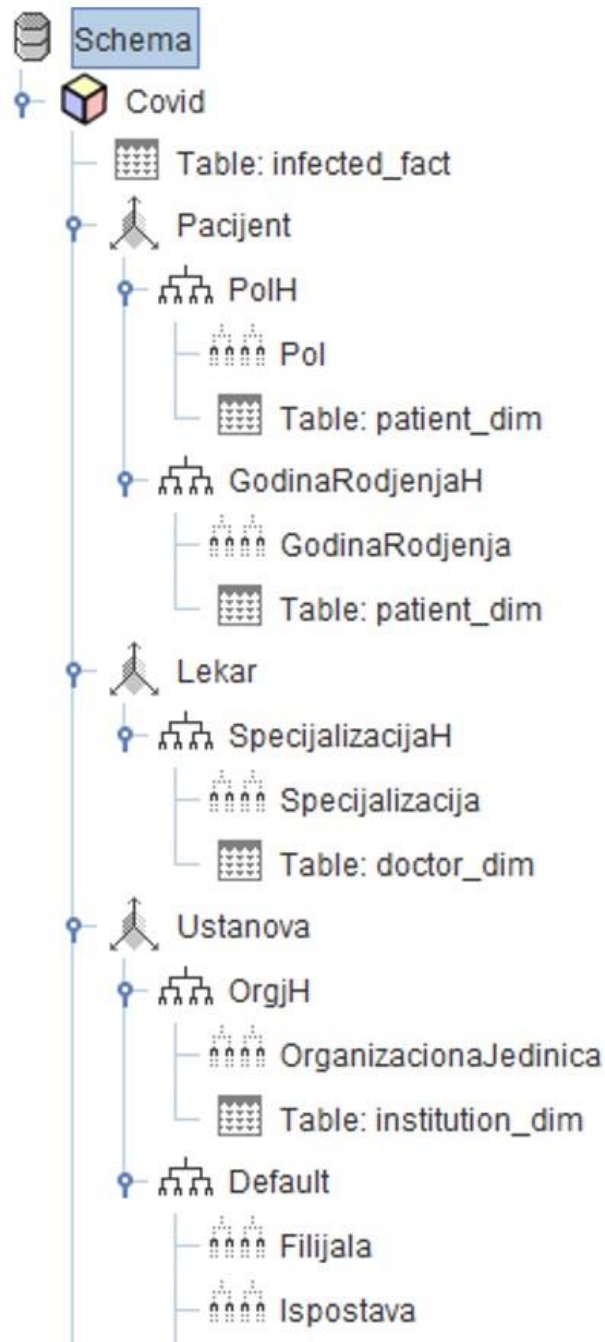
podataka. Podaci se pomoću ovih skripti “sipaju” u fizičke OLAP kubove, a koji se mogu smestiti na drugi server, u drugu bazu podataka, ili pak u istu. SLIKA 74 predstavlja primer kettl-džobova. Iza svakog od koraka u ovom procesu leži skripta koja ekstrahuje podatke iz baze podataka MEDIS.NET (i ne samo iz baze; moguća je i kombinacija sa nekim eksternim izvorima podataka: XML katalozi, json katalozi, itd.) i uz odgovarajuću logiku ih transformiše i smešta u fizički OLAP kub.



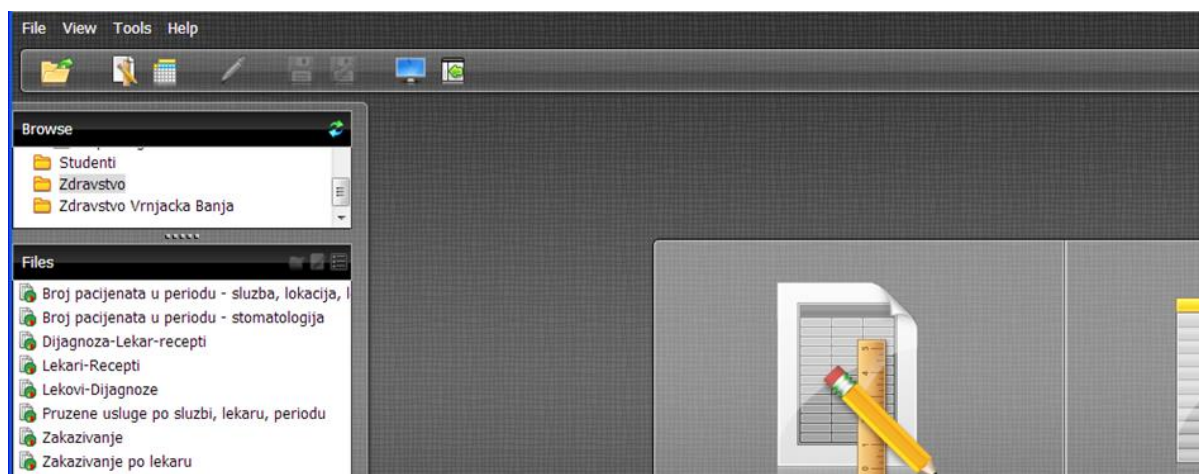
SLIKA 74. Kettle-džob koji formira jedan fizički kub

Kreiranje fizičkih kubova nije dovoljno za realizaciju analitike na Pentaho BI serveru, već je potrebno kreirati i logičke kubove, za čije je projektovanje i kreiranje iskorišćen alat *Mondrian Schema Designer* iz skupa Pentaho OS alata. SLIKA 75 prikazuje izgled jednog logičkog kuba pomoću alata *Mondrian Schema Designer Pentaho*.

Nad realizovanim kubovima podignut je set akcionih sekvenci koje korisnici mogu iskoristiti da počev od njih dobiju niz drugačijih ili sličnih analitika. Prijavljivanje na sistem je odvojeno od MEDIS.NET informacionog sistem, budući da se korisnik praktično prijavljuje na Pentaho BI server, a ne u medicinski informacioni sistem. Interaktivni rad korisnik-rešenje odvija se kroz Pentaho-vu korisničku konzolu (*Pentaho User Console*) koja je zapravo web aplikacija rađena u programskom jeziku Java, tako da se korisnik može prijaviti iz ustanove ali i sa strane, ukoliko je to dozvoljeno od strane samog administratora zdravstvene ustanove. Korisnik dobija nalog za rad sa BI serverom od strane svog administratora, kao i privilegije šta i kako može da radi.



SLIKA 75. Izgled jednog logičkog kuba



SLIKA 76. Korisnička konzola Pentaho BI servera

Sa leve strane web konzole korisnik ima dostupan pretraživač gde može da radi navigaciju kroz foldere i analize (SLIKA 76). Korisnik može da kreira nove foldere ukoliko ima privilegiju za to (definišu administratori ustanove).

Kada se otvori neka od realizovanih akcionih sekvenci (analitika), korisnik vidi dimenzije i jednu od više mera korišćenih u OLAP kubu nad kojim se sekvenca izvršava (SLIKA 77).

						Measures
						Broj pacijenata
						Period.Dani
Služba	Lokacija	Lekar	Fakturisano	Glavna dijagnoza	Usluge	• + Svi dani
+ Sve službe	+ Sve lokacije	+ Svi lekari	+ Fakturisane i nefakturisane	+ Sve glavne dijagnoze	+ Sve usluge	173,914

Slicer:

SLIKA 77. Početni izgled jedne akcione sekvence za analitiku

Ključ u interaktivnom radu sa akcionim sekvencama poslovne analitike jesu takozvano drilovanje i slajsovanje. Drilovanje zapravo predstavlja produbljivanje analitike kroz neku od dimenzija, odnosno globalizacija iste naviše (TABELA 10). Recimo ako korisnik driluje po zdravstvenim službama on može dobiti broj pacijenata pregledanih u svakoj službi ponaosob (i to samo klikom na mali plus znak pored imena dimenzije “Sve službe”), kao što je prikazano na slici (SLIKA 78). Sve kombinacije drilovanja nad svim raspoloživim dimenzijama su moguće. Ono što korisnik vidi u početku jesu grupni članovi dimenzije (“Sve službe”, “Svi lekari”, “Sve usluge”, i sl.). Jedna vrlo bitna dimenzija je hijerarhijska vremenska dimenzija. Vremenska

dimenzija je hijerarhijska zato što sadrži nivoe u sebi, tako da se analitika može dobiti za određeni period, za recimo godinu, pa unutar godine po kvartalima, unutar kvartala po mesecima, unutar meseci po nedeljama, sve do granularnosti od jednog dana.

TABELA 10. Opis OLAP operacija

Operacija	Opis
<i>Roll-up</i>	<p>Poznata i kao <i>drill-up</i>, vrši agregaciju podataka u hiperkubu “penjući se” uz koncept hijerarhije dimenzije ili redukovanjem dimenzija. Ukoliko je u pitanju dimenzija lokacija moguće je sa pogleda iz nivoa grada preći na viši nivo, odnosno na nivo provincije. Na ovaj način se ujedinjuju mere od interesa kroz <i>group-by</i> uslovljenu sumu slogova iz prethodnog slučaja, kada se spajaju vrednosti za gradove koje pripadaju istoj provinciji.</p> <p>Ukoliko je u pitanju redukovanje neke dimenzije, na primer dimenzije “vreme” doći će do prikaza podataka koji predstavljaju sumu za sve vremenske periode koji postoje u hiperkubu.</p>
<i>Drill-down</i>	<p><i>Drill-down</i> ili <i>roll-down</i> operacija jeste operacija suprotna <i>roll-up</i>-u. U ovom slučaju se pogled kreće sa manje detaljnih na detaljnije podatke. <i>Drill-down</i> se realizuje kretanjem “naniže” kroz koncept hijerarhije dimenzije ili dodavanjem nove dimenzije.</p> <p>Kada se primenjuje operacija <i>drill-down</i> na dimenziju lokacija jedan od mogućih ishoda jeste da se sa nivoa provincije siđe na nivo grada. Tada se postojeće metrike jedne provincije razlažu na slogove koji pripadaju istom gradu.</p> <p>Dodavanje nove dimenzije se obavlja operacijom <i>drill-down</i>. Kada se dodaje nova dimenzija, na primer “vreme”, vrši se razlaganje svih metrika po vremenskim periodima koji postoje u data cube-u.</p>
<i>Slice and dice</i>	<p>Operacija <i>slice</i> vrši selekciju i fiksiranje jedne vrednosti nad dimenzijom datog hiperkuba, kreirajući potkocku. Na primer, za dimenziju “lokacija” može se fiksirati grad Njujork i svi podaci koji će se prikazivati važiće samo za navedeni grad.</p> <p><i>Dice</i> operacija definiše potkocku izvođenjem operacije <i>slice</i> na dve ili više dimenzija istovremeno.</p>
<i>Pivot (rotate)</i>	<p><i>Pivot</i> je operacija vizuelizacije koja vrši rotaciju osa podataka ili zamenu mesta dimenzijama u pogledu kako bi bila moguća prezentacija iz više uglova</p>

Korisnik može uticati na oblik analitike koristeći *OLAP Navigator Pentaho* korisničke konzole (SLIKA 79). Kroz navigator se može menjati raspored vrsta i kolona, premeštati dimenzija iz vrste u kolonu, ili pak pomeriti u filter sesiju, tako da se ukloni sa analitike i ne

vidi u tabeli. Takve dimenzije se mogu koristiti za filtriranje (usvojen naziv – *slajsovanje* u poslovnoj inteligenciji). Na taj način se mogu filtrirati analitike da prikazuju podatke iz samo jedne službe, ili vezane za nekoliko izdvojenih zdravstvenih usluga (recimo sistematski pregledi), ili vezane za jednog lekara, itd.

Broj pacijenata u periodu - služba, lokacija, lekar						Measures
						Broj pacijenata
						Period.Dani
Služba	Lokacija	Lekar	Fakturisano	Glavna dijagnoza	Usluge	Svi dani
☐ Sve službe	☑ Sve lokacije	☑ Svi lekari	☑ Fakturisane i nefakturisane	☑ Sve glavne dijagnoze	☑ Sve usluge	173,914
0 - Nepostojeća organizaciona jedinica	☑ Sve lokacije	☑ Svi lekari	☑ Fakturisane i nefakturisane	☑ Sve glavne dijagnoze	☑ Sve usluge	1
01.01 - Opšta medicina	☑ Sve lokacije	☑ Svi lekari	☑ Fakturisane i nefakturisane	☑ Sve glavne dijagnoze	☑ Sve usluge	96,908
01.02 - Preventivna medicina	☑ Sve lokacije	☑ Svi lekari	☑ Fakturisane i nefakturisane	☑ Sve glavne dijagnoze	☑ Sve usluge	2,178
02.10 - Predškolsko	☑ Sve lokacije	☑ Svi lekari	☑ Fakturisane i nefakturisane	☑ Sve glavne dijagnoze	☑ Sve usluge	27,041
02.15 - Savetovalište za razvojne probleme	☑ Sve lokacije	☑ Svi lekari	☑ Fakturisane i nefakturisane	☑ Sve glavne dijagnoze	☑ Sve usluge	1,039
02.20 - Školsko	☑ Sve lokacije	☑ Svi lekari	☑ Fakturisane i nefakturisane	☑ Sve glavne dijagnoze	☑ Sve usluge	27,858
02.25 - Savetovalište za mlade	☑ Sve lokacije	☑ Svi lekari	☑ Fakturisane i nefakturisane	☑ Sve glavne dijagnoze	☑ Sve usluge	3,315
03.01 - Ginekologija	☑ Sve lokacije	☑ Svi lekari	☑ Fakturisane i nefakturisane	☑ Sve glavne dijagnoze	☑ Sve usluge	18,234
04.10 - Dečja stomatologija	☑ Sve lokacije	☑ Svi lekari	☑ Fakturisane i nefakturisane	☑ Sve glavne dijagnoze	☑ Sve usluge	24,657
04.20 - Stomatologija - odrasli	☑ Sve lokacije	☑ Svi lekari	☑ Fakturisane i nefakturisane	☑ Sve glavne dijagnoze	☑ Sve usluge	10,764
05.01 - Fizikalna medicina i rehabilitacija	☑ Sve lokacije	☑ Svi lekari	☑ Fakturisane i nefakturisane	☑ Sve glavne dijagnoze	☑ Sve usluge	15,150
05.02 - Medicina sporta	☑ Sve lokacije	☑ Svi lekari	☑ Fakturisane i nefakturisane	☑ Sve glavne dijagnoze	☑ Sve usluge	7,487

SLIKA 78. Drilovanje nadole po dimenziji “Služba”



SLIKA 79. OLAP Navigator koji se koristi za definisanje izgleda analitike i filtriranje dimenzija po određenim vrednostima

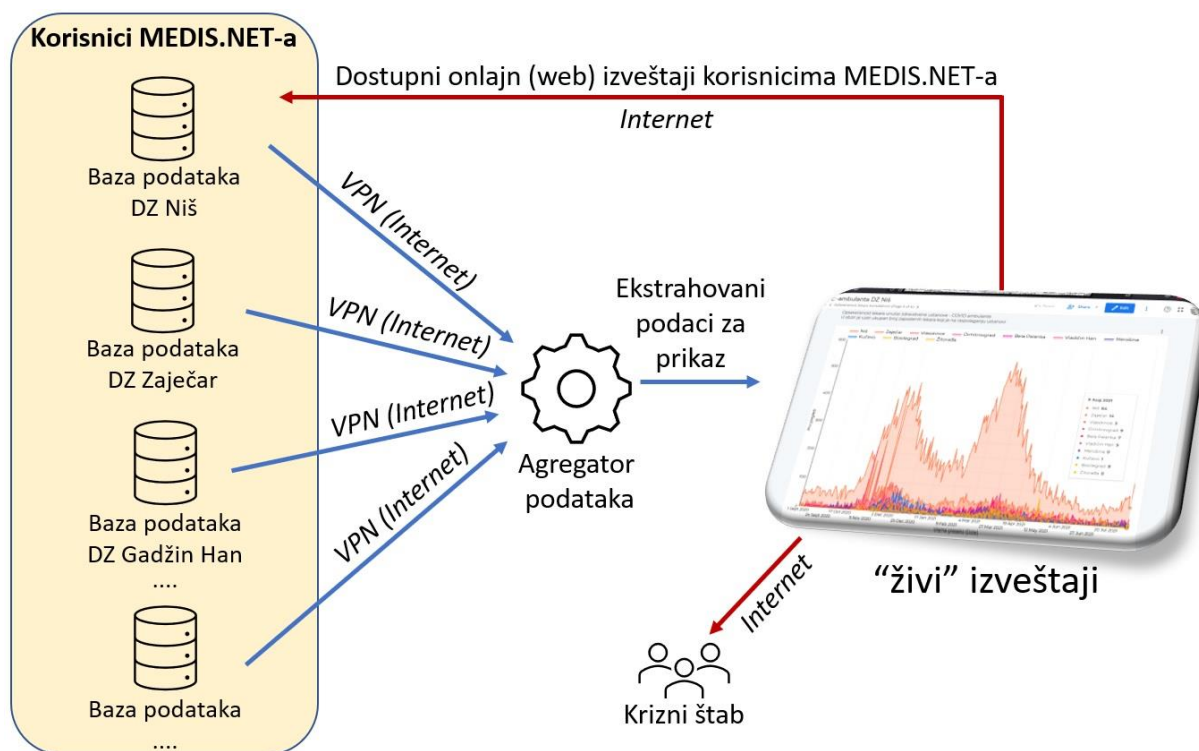
Svaka akciona sekvenca sadrži i paletu sa alatima (od kojih je *OLAP Navigator* samo jedan od njih) pomoću kojih se mogu izvoditi razne akcije, a sve u cilju dinamičkog kreiranja krajnje željene analitike. Jedna od funkcija iz paketa je i čart konfigurator, koji služi za konfigurisanje dijagrama po potrebi. Konzola sadrži uglavnom sve poznate vrste dijagrama.

Dijagrami su takođe interaktivni kao i tabele, pa korisnik klikom na bilo koji bar ili deo dijagrama može dobiti detaljnu analitiku vezanu za samo taj deo dijagrama. Takođe, prevlačenje kursora preko dijagrama rezultuje dinamičnim prikazom detalja analitike vezanih za taj deo dijagrama.

Kada korisnik postigne željeni izgled analitike, on može, ukoliko ima dodeljenu privilegiju za to, snimiti tako kreiranu analitiku u svom folderu i kasnije je pozvati, kako ne bi morao iz početka podešavati dimenzije i mere i dubinu prikaza.

Bitna činjenica je da se u osnovi nikad ne mogu predvideti svi izveštaji potrebni jednoj ustanovi, kao i činjenica da se okolnosti menjaju iz godine u godinu, iz meseca u mesec ili dnevno (što je slučaj tokom pandemije COVID-19) na državnom nivou, tako da izveštaji naručeni danas već sutra zastarevaju. BI analitika razvijena u okviru MIS-a MEDIS.NET pruža mogućnost korisnicima da predefinišu sami izveštaje, da interaktivnim radom sebi stvore upravo oblik izveštaja koji im je potreban, snime takav izveštaj i koriste u buduću, bez ikakve eksterne podrške. Noviji, drugačiji izveštaji pomažu u donošenju novih odluka, što opet utiče na poboljšanje produktivnosti u radu, bolju iskorišćenost sredstava u zdravstvu, kao i umanjeње lanca troškova. BI analitika može da pomogne rukovodstvu da uvidi ključne indikatore uspešnosti odnosno negativne faktore, i time može uticati na poboljšanje koordinacije pružanja zdravstvenih usluga bolesnicima, u smislu drugačije, efikasnije organizacije pojedinih aspekata u toku rada.

Činjenica je da su sadržajni izveštaji uglavnom potrebni kao podrška u donošenju odluka rukovodećim organima u jednoj zdravstvenoj ustanovi, a ovakvo rešenje pruža mogućnost da se izveštaji automatski izvršavaju i BI server ih sam šalje na mejl u određeno vreme i određenim danima. Tako će, ukoliko se rukovodstvo sastaje recimo petkom unutar ustanove radi odlučivanja po pitanjima vezanim za narednu radnu nedelju, svakom od njih petkom ujutru stići izveštaj na mejl, i to vezan baš za njegovu službu, ili pak za čitavu ustanovu (ako je u pitanju direktor). Vreme potrebno za generisanje izveštaja nebitno je u ovom slučaju, jer ih generiše mašina, i mašina ih šalje svakom ponaosob, u petlji ili pojedinačno, isti ili različiti izveštaj, sve u zavisnosti od podešavanja. Na ovaj način značajna je ušteda u pogledu broja utrošenih radnih sati zaposlenih u zdravstvu.



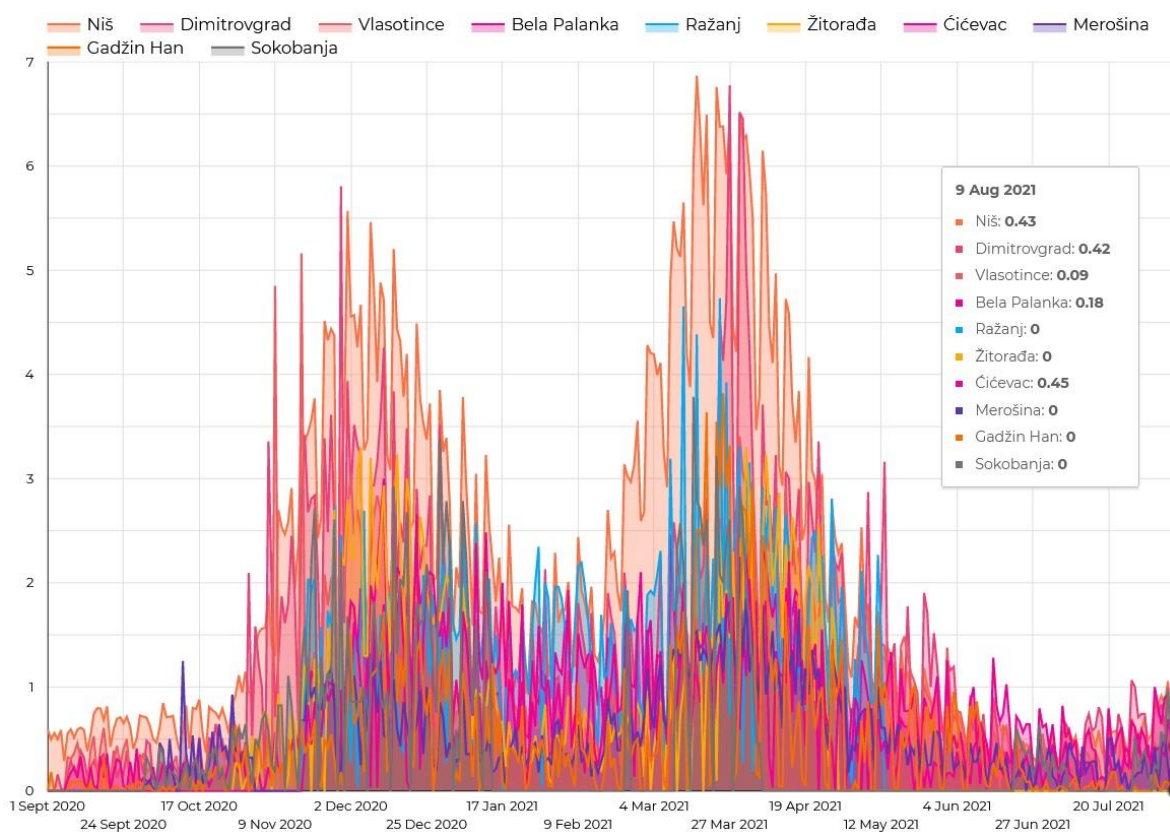
SLIKA 80. Postupak kreiranja onlajn izveštaja (“živi” izveštaji – *Live Dashboard*)

4.1.6.1. Live Dashboard

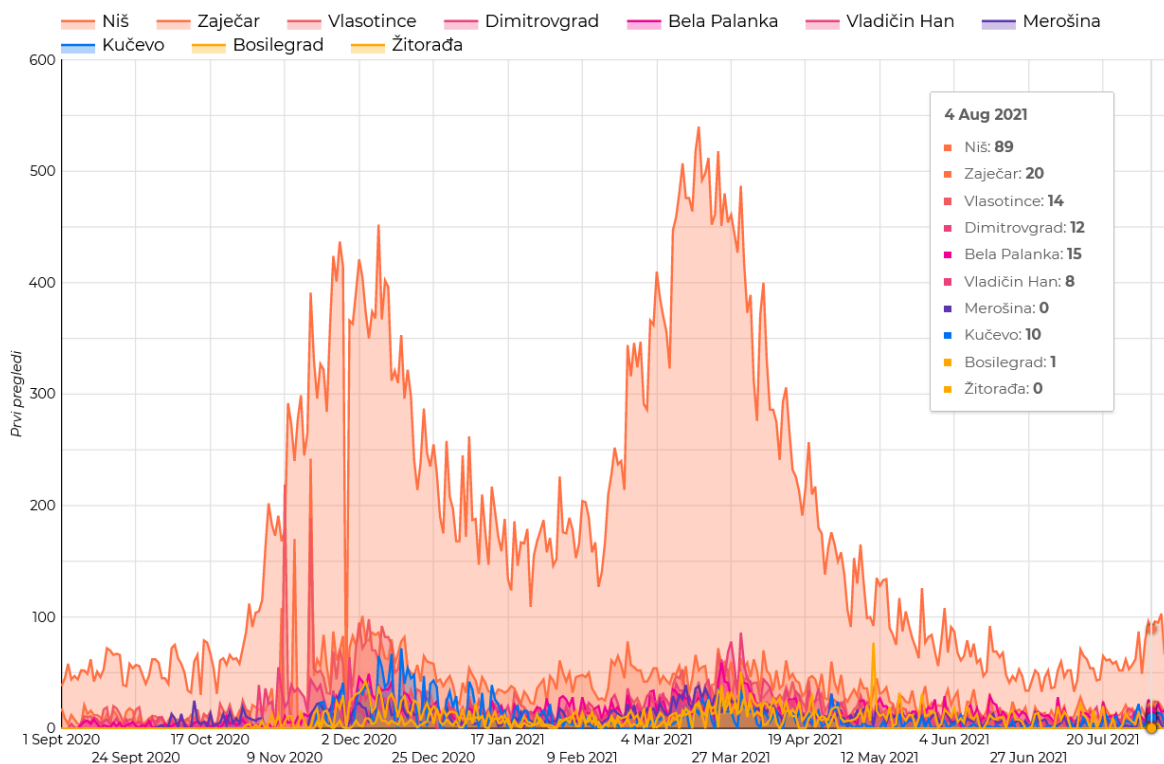
Tokom pandemije COVID-19 realizovan je *Live Dashboard* (SLIKA 80) za praćenje i vizuelizaciju podataka za potrebe praćenje pandemije. Podaci prikupljeni upotrebom elektronskog kartona pacijenta, kao i podaci iz izveštaja koji se svakodnevno šalju državnim centralnim servisima, mogu da se korisnicima predstave na pogodan način za praćenje toka pandemije. Podaci se sakupljaju iz baza podataka korisnika medicinskog informacionog sistema MEDIS.NET pomoću agregatora podataka. Ekstrahovani podaci iz baza podataka, nakon obrade pogodni su za prikaz preko web stranice svim korisnicima MEDIS.NET-a i trećim stranama u obliku interaktivnih grafičkih izveštaja. Prevlačenjem kursora preko grafikona dobijaju se detaljne informacije za svaki od dostupnih izveštaja. Ujedno podaci sa *Live Dashboard*-a mogu da pomognu i menadžmentu zdravstvenih ustanova i Kriznom štabu kako na lokalnom tako i na državnom nivou da efikasno reaguju sa novonastalom situacijom i da efikasno koriste zdravstvene resurse. Tako je moguće pratiti:

- Broj raspoloživih lekara opšte prakse i pedijataru u odnosu na broj prvih i kontrolnih pregleda u COVID ambulancama unutar ustanove - na vremenskoj osi (SLIKA 81);

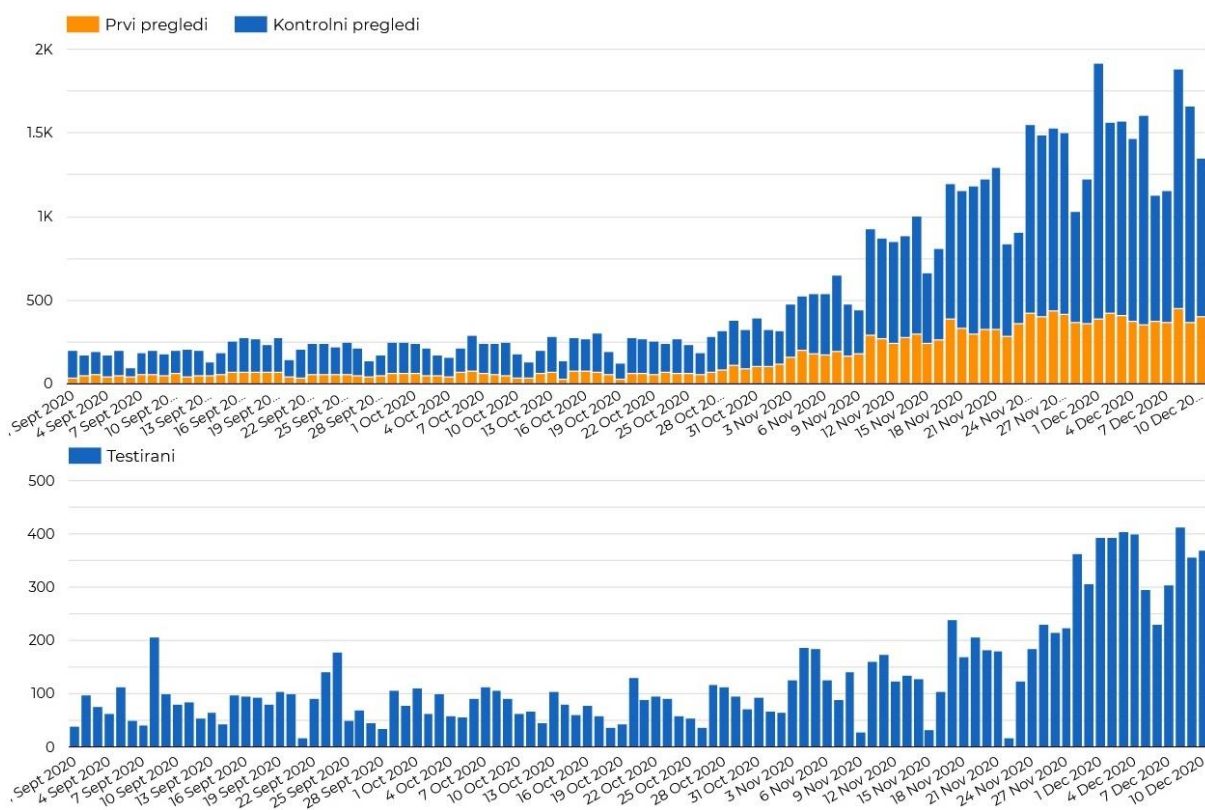
- Opterećenost lekara unutar zdravstvene ustanove - COVID ambulante (SLIKA 82);
- Broj prvih, kontrolnih COVID pregleda i urađenih testova (SLIKA 83);
- COVID Ambulanta Niš (SLIKA 84);
- Broj pregleda NE-COVID pacijenata na vremenskoj osi (SLIKA 85).



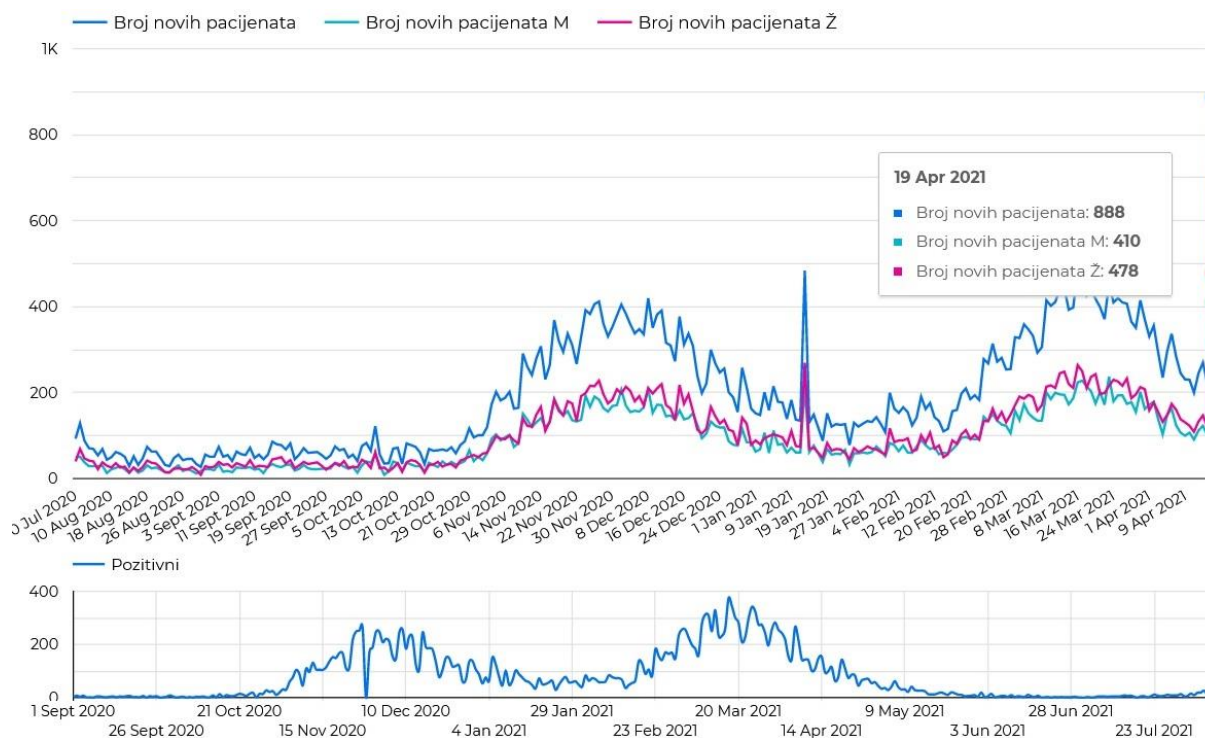
SLIKA 81. Broj raspoloživih lekara opšte prakse i pedijataru u odnosu na broj prvih i kontrolnih pregleda u COVID ambulantama unutar ustanove - na vremenskoj osi



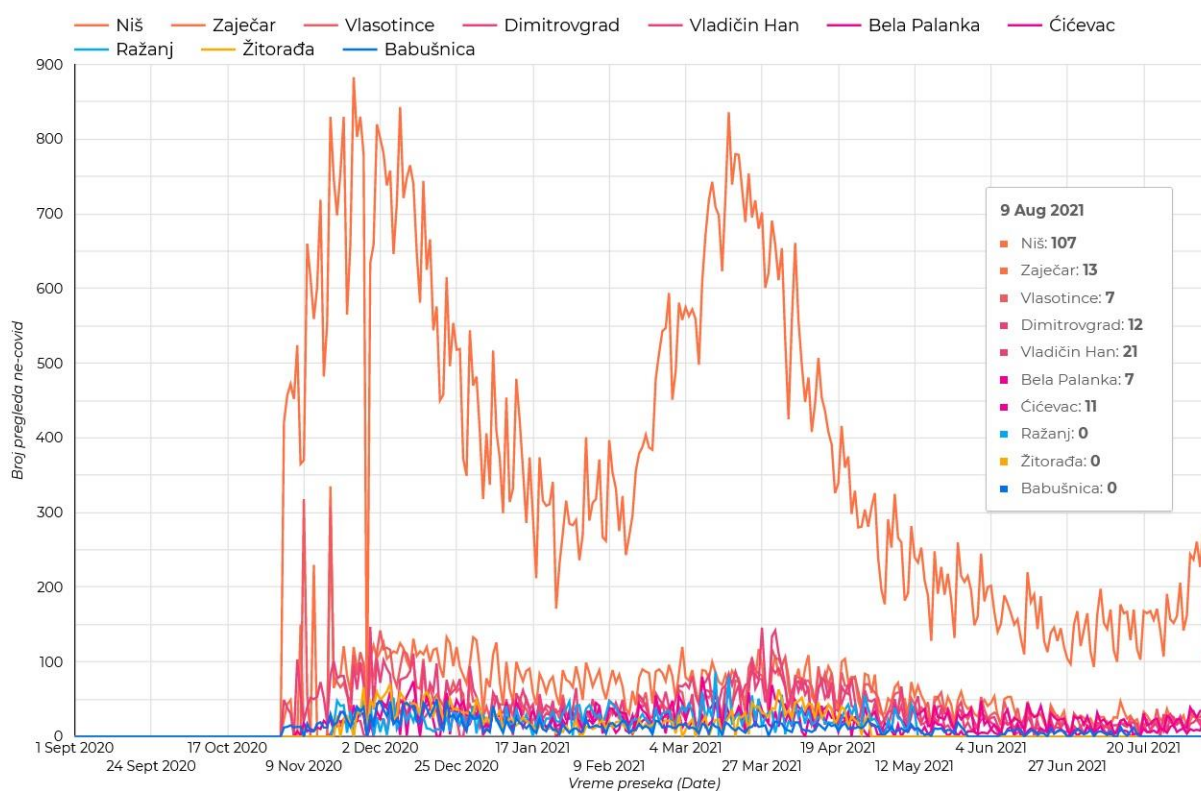
SLIKA 82. Opterećenost lekara unutar zdravstvene ustanove - COVID ambulante



SLIKA 83. Broj prvih i kontrolnih pregleda i broj testiranih pacijenata



SLIKA 84. Broj pacijenata u COVID ambulanti u Nišu



SLIKA 85. Broj pregleda NE-COVID pacijenata na vremenskoj osi

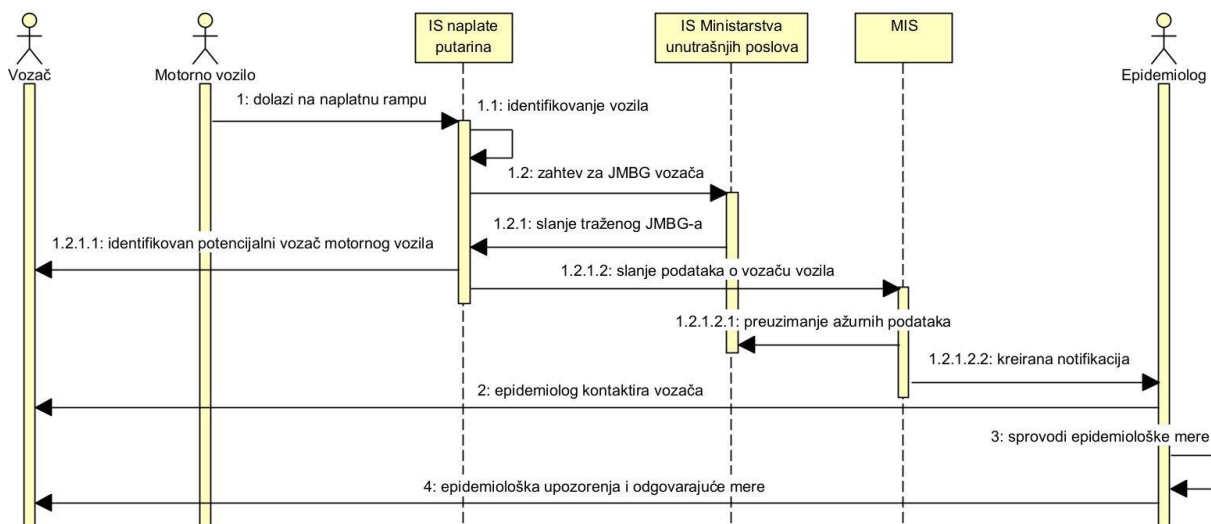
4.1.7. Predlog za kolaboraciju medicinskog informacionog sistema sa informacionim sistemima organa i organizacija van sistema zdravstva

Tokom pandemija i epidemija preuzimanje ažurnih i relevantnih podataka je neophodnost kako bi se na vreme reagovalo i donosile blagovremeno odgovarajuće mere u cilju suzbijanja zarazne bolesti. Medicinski informacioni sistem pored kolaboracije kako horizontalne tako i vertikalne sa različitim zdravstvenim sistemima i servisima neophodno je da ostvari kolaboraciju i sa sistemima van zdravstvene zaštite.

4.1.7.1. Kolaboracija sa informacionim sistemom naplate putarina

U cilju kontrolisanja kretanja stanovništva iz različitih gradova u državi moguće je uspostaviti kolaboraciju sa informacionim sistemom naplate putarina. U tom slučaju moglo bi se na osnovu registarskih tablica motornih vozila identifikovati vozač motornog vozila. Ukoliko vozač dolazi iz nekog mesta gde je trenutno žarište zarazne bolesti (“crvena zona”), podaci bi mogli da se pošalju epidemiolozima pomoću medicinskog informacionog sistema. Nakon prijema podataka, epidemiolozi bi mogli da kontaktiraju vlasnika motornog vozila kako bi utvrdili ko je zaista upravljao tim motornim vozilom, pa da kasnije sprovedu neophodne epidemiološke mere. Zatim bi epidemiolozi mogli da odrede epidemiološke mere za celu porodicu vozača, ukoliko je ona putovala sa vozačem ili ukoliko je sam vozač boravio sa članovima porodice nakon dolaska iz mesta označenog kao mesto kontaminirano virusom. Moguće je da epidemiolozi kontaktiraju i zaposlene sa kojima je vozač ostvario kontakte u firmi nakon povratka u mesto prebivališta (ukoliko je vozio službeno vozilo).

U suprotnom, kada se vozač vraća iz “zelene zone”, zone koja nije pogođena zaraznom bolešću, u “crvenu zonu”, vozač može opet biti kontaktiran od strane epidemiologa da bi dobio smernice o ponašanju na tom području ukoliko je uopšte dozvoljen njegov ulazak u to područje.



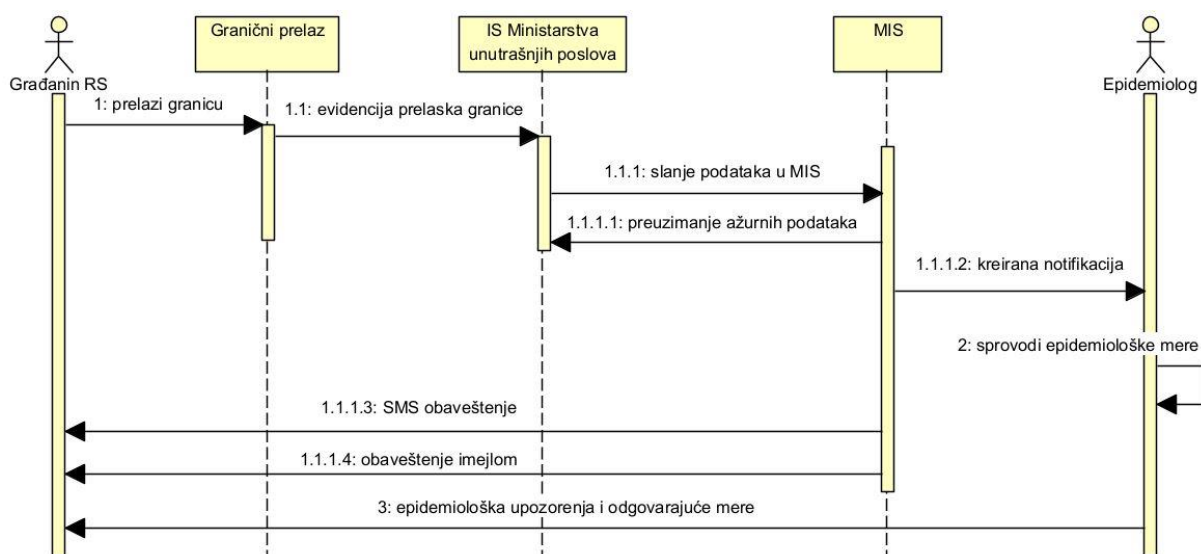
SLIKA 86. Sekvencijalni dijagram kolaboracije medicinskog informacionog sistema, informacionog sistema naplate putarina i informacionog sistema Ministarstva unutrašnjih poslova Republike Srbije

Potencijalni problem ovde je povezivanje registarskih tablica sa vozačem automobila, pa je neophodno da se ostvari kolaboracija medicinskog informacionog sistema, informacionog sistema naplate putarina i informacionog sistema Ministarstva unutrašnjih poslova (SLIKA 86). Na taj način moglo bi se doći do jedinstvenog matičnog broja (JMBG) vozača a zatim i do njegovog povezivanja sa podacima iz elektronskog kartona medicinskog informacionog sistema. U elektronskom kartonu pacijenta nalaze se i kontakt telefoni, mesto prebivališta i podaci o članovima njegove porodice. Kako bi ti podaci bili ažurni moguće je preuzimanje ažurnih podataka preko servisa Ministarstva unutrašnjih poslova (adresa stanovanja, adresa privremenog boravišta, kontakt telefon, članovi porodice, itd.).

4.1.7.2. Kolaboracija sa informacionim sistemom Ministarstva unutrašnjih poslova

Važnost povezivanja servisa informacionog sistema Ministarstva unutrašnjih poslova za praćenje kretanja stanovništva pomoću prolazaka motornih vozila kroz naplatnu rampu već je istaknuta. Pored toga, kolaboracija medicinskog informacionog sistema i informacionog sistema Ministarstva unutrašnjih poslova neophodna je prilikom praćenja ulazaka i izlazaka iz države građana Republike Srbije. Prilikom ulaska u matičnu državu iz neke druge države koja je označena rizičnom u pogledu epidemiološke situacije, može se nakon kontrolisanja pasoša poslati notifikacija epidemiolozima u medicinskom informacionom sistemu doma zdravlja

prema lokaciji prebivališta/trenutnog boravišta građanina. Nakon toga epidemiolozi bi dobili notifikaciju u medicinskom informacionom sistemu i mogli bi da kontaktiraju tu osobu u cilju informisanja ili sprovođenja epidemioloških mera. Ukoliko osoba izlazi iz države, i odlazi u državu koja je rizična po pitanju zaraznih bolesti, moguće je izvršiti notifikaciju epidemiologa slanjem odgovarajućih podataka u medicinski informacioni sistem doma zdravlja po mestu prebivališta građanina koji napušta državu. Ovo bi obezbedilo da epidemiolozi imaju dovoljno vremena da pripreme odgovarajuće mere prilikom povratka tih osoba u svoja mesta prebivališta (evidencija tačnog broja osoba koji odlaze u drugu državu koja je označena kao rizična, broj članova porodice koji su izašli tom prilikom iz države, geografska raspoređenost osoba koje ulaze u državu po adresi prebivališta, itd.). Ova integracija može obezbediti i automatizovano kreiranje i slanje mejlova, SMS poruka svim građanima koji napuštaju državu ili se vraćaju u nju kao i da se sprovede efikasno ograničenje kretanja tih osoba na osnovu zakonske regulative za slučaj epidemije/pandemije zaraznih bolesti. Na slici (SLIKA 87) prikazan je sekvencijalni dijagram kolaboracije medicinskog informacionog sistema i informacionog sistema Ministarstva unutrašnjih poslova Republike Srbije.

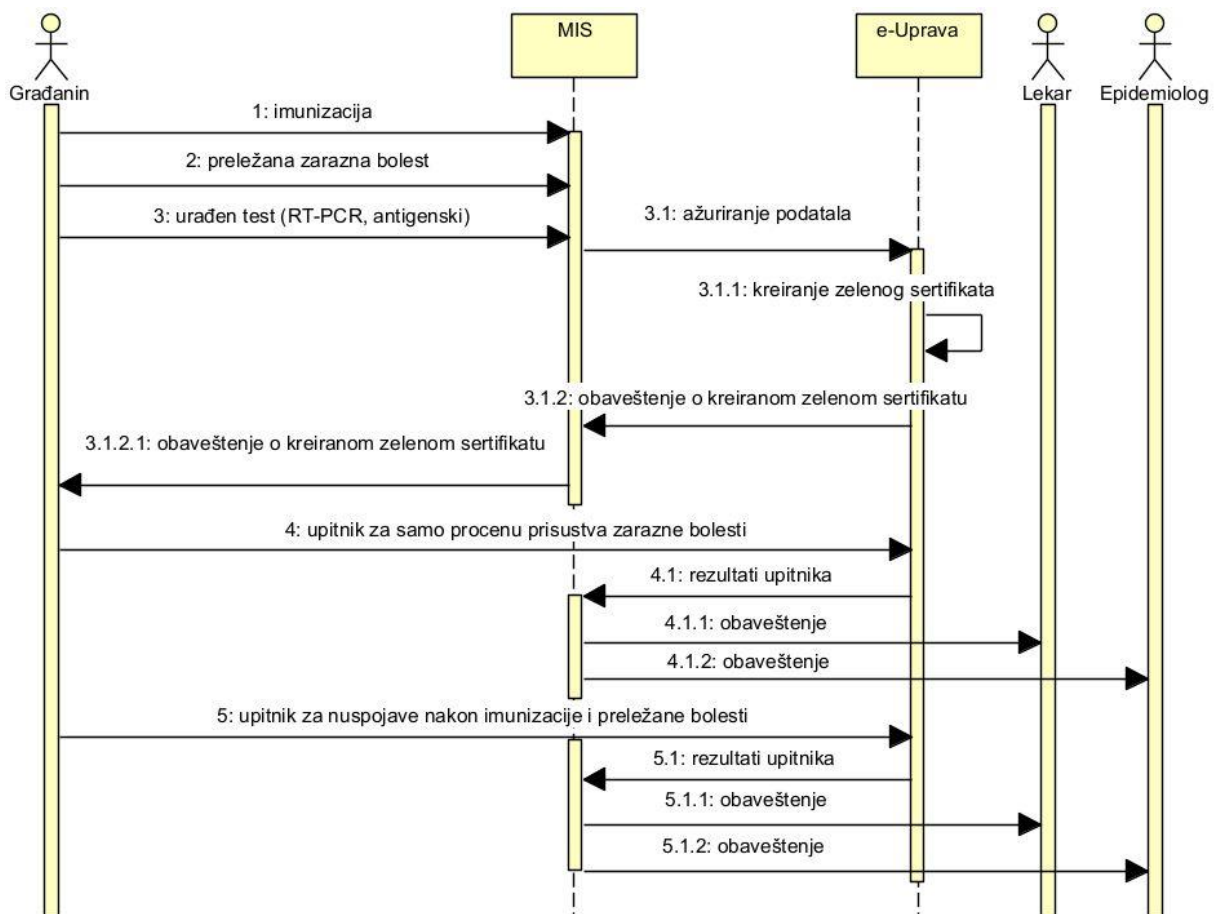


SLIKA 87. Sekvencijalni dijagram kolaboracije medicinskog informacionog sistema i informacionog sistema Ministarstva unutrašnjih poslova Republike Srbije

4.1.7.3. Kolaboracija sa servisima e-Uprave i lokalne samouprave

Ova kolaboracija je važna iz aspekta prikupljanja ažurnih podataka o građanima i to u oba smera: između medicinskih informacionih sistema i informacionih sistema e-Uprave i lokalne samouprave. Nakon primljene druge doze vakcine (nakon potpune imunizacije protiv

neke zarazne bolesti, npr. COVID-19 - za koju je potrebno primiti dve doze vakcine) potrebni podaci iz elektronskog kartona pacijenta se mogu automatski, pomoću dostupnih servisa, dostaviti e-Upravi i lokalnoj samoupravi. Tom prilikom automatski bi se pacijentu kreirao zeleni sertifikat, koji sadrži podatke da je osoba potpuno imunizovana, preležala bolest ili da ima negativne testove na zaraznu bolest. Takođe, mogli bi da se distribuiraju podaci o preležanoj zaraznoj bolesti, urađenim testovima za dijagnostifikovanje bolesti (npr. za COVID-19 rezultati RT-PCR testova, rezultati brzih antigenskih testova). Ti podaci bi automatski bili dostupni i u zelenom sertifikatu. Na ovaj način bi se skratile procedure koje građanin mora da obavi na portalu e-Uprave, ili da ode do najbliže pošte (što je trenutni slučaj sa pandemijom COVID-19) kako bi dobio zeleni sertifikat. Samim tim smanjili bi se i mogući socijalni kontakti zbog odlaska građana u poštu za dobijanje zelenog sertifikata.



SLIKA 88. Sekvencijalni dijagram kolaboracije medicinskog informacionog sistema i e-Uprave

Sa druge strane, rezultati upitnika za samoprocenu i za prijavu nuspojava nakon obavljene vakcinacije i preležane zarazne bolesti, koje građani popunjavaju preko portala e-Uprave mogu se distribuirati medicinskom informacionom sistemu doma zdravlja prema prebivalištu/boravištu pacijenta. Ti podaci bi bili značajni lokalnim epidemiolozima i lekarima u domovima zdravlja. Podaci sa urađenih upitnika pomogli bi i izabranim lekarima kako bi pacijentima pružili potrebnu hitnu medicinsku pomoć i efikasnu negu. SLIKA 88 prikazuje sekvencijalni dijagram kolaboracije medicinskog informacionog sistema i e-Uprave.

4.1.7.4. Kolaboracija sa geografskim informacionim sistemima

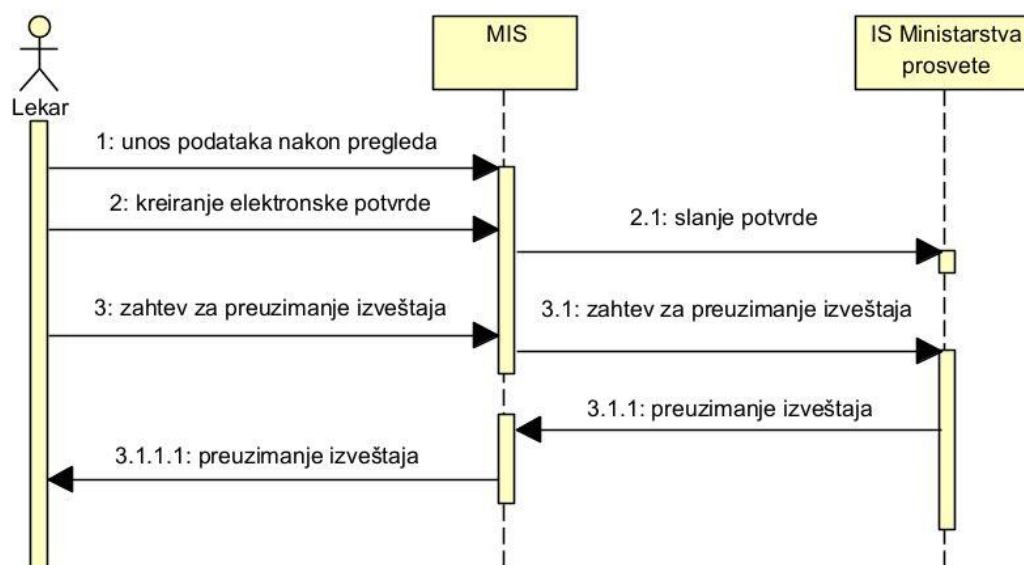
U cilju smanjenja kontakata i identifikacije potencijalno zaraženih osoba i ugroženih područja bila bi i integracija medicinskog informacionog sistema sa dostupnim geografskim informacionim sistemima (npr. geografski informacioni sistem grada Niša) (SLIKA 89). Realizacija takve kolaboracije omogućila bi efikasnije identifikovanje geografskih područja zahvaćenih заразним bolestima, što bi i olakšalo sprovođenje ograničavajućih mera na tom području ali i efikasnijeg lečenja obolelog stanovništva, lokalizovanog na jednom području.



SLIKA 89. Kolaboracija medicinskog informacionog sistema i geografskog informacionog sistema

4.1.7.5. Kolaboracija sa informacionim sistemom Ministarstva prosvete

Kolaboracijom medicinskog informacionog sistema sa servisima informacionog sistema Ministarstva prosvete omogućeno je slanje medicinskih potvrda iz elektronskog kartona pacijenta potrebnih za upis dece u osnovne i srednje škole (SLIKA 90). Pored medicinske potvrde o mogućnosti pohađanja nastave u školi šalje se i izabrana škola za koju dete aplicira za upis. Sa servisa se mogu preuzeti izveštaji koji su već podneti za upis deteta u školu. Ova kolaboracija je implementirana u medicinskom informacionom sistemu MEDIS.NET.



SLIKA 90. Sekvencijalni dijagram kolaboracije medicinskog informacionog sistema i informacionog sistema Ministarstva prosvete Republike Srbije

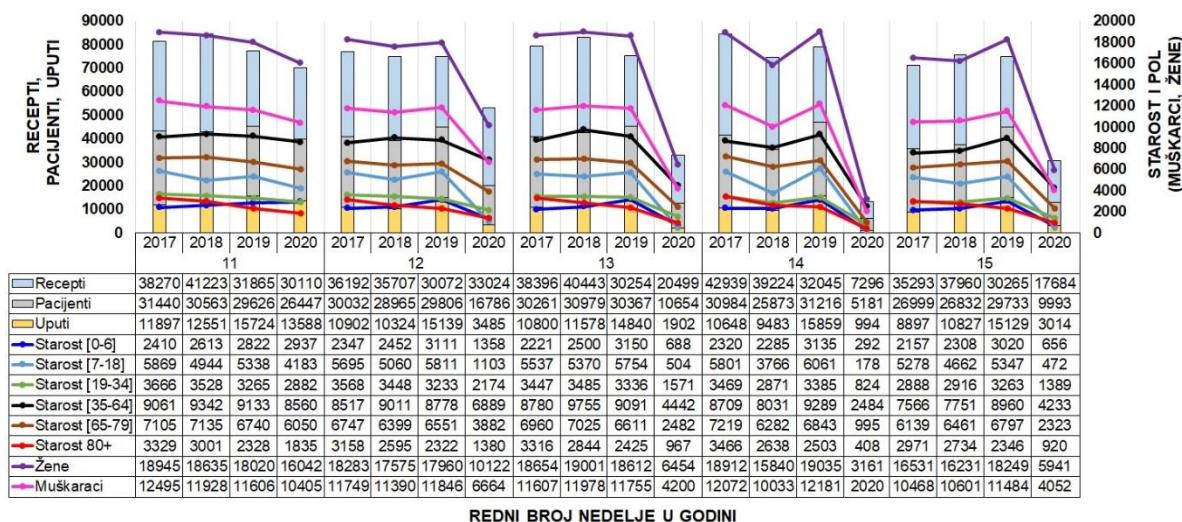
4.1.7.6. Platforma za kolaboraciju pacijenata, lekara i medicinskog informacionog sistema

Stanovništvu se može obezbediti kolaborativna platforma u obliku dostupnog *LMS*-a *Moodle*-a (ili neki drugi LMS) za dodatnu zdravstvenu edukaciju, obaveštavanje i komunikaciju i to na više nivoa: pacijent – pacijent, pacijent – lekar i lekar – lekar.

Integracija sa medicinskim informacionim sistemom ovu platformu obogatala bi dostupnim “živim” podacima iz elektronskih kartona pacijenata, tako da bi lekari mogli da daju relevantne informacije pacijentima u svakom trenutku o njihovom lečenju. Pristup podacima iz elektronskih kartona pacijenata bio bi usklađen sa nivoima korisničkih privilegija lekara u samom medicinskom informacionom sistemu i u skladu sa zakonodavstvom Republike Srbije.

4.1.8. Benefiti upotrebe medicinskog informacionog sistema tokom pandemije COVID-19

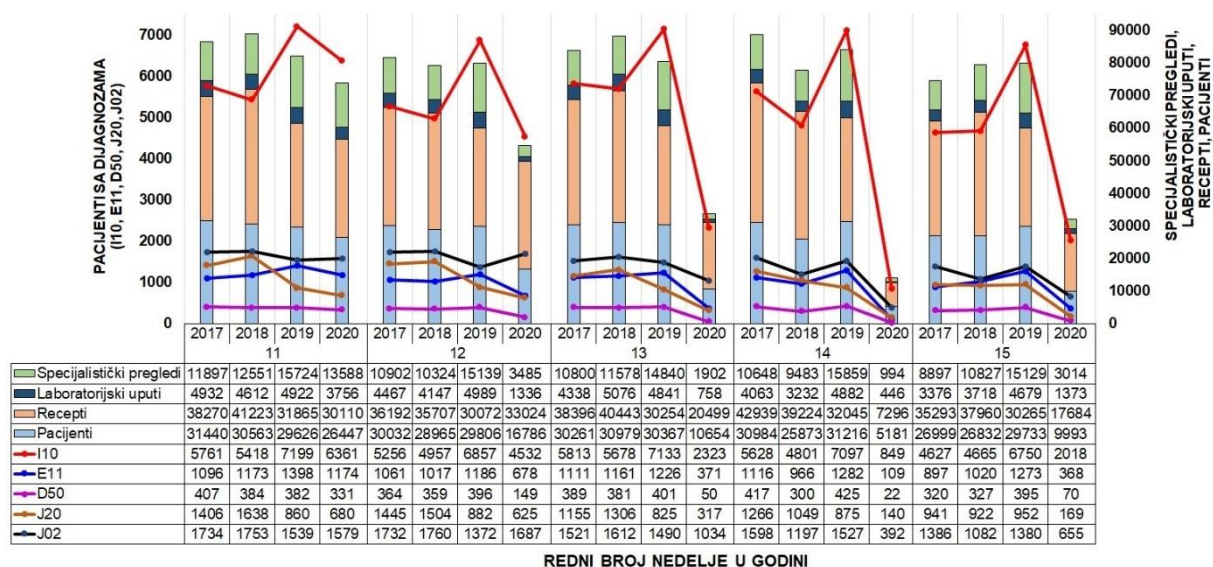
Na slikama (SLIKA 91 i SLIKA 92) prikazan je značajan pad dolazaka pacijenata za vreme pandemijskih nedelja COVID-19 u Dom zdravlja Niš nakon implementiranja dodatnih modula koji su prethodno opisani.



SLIKA 91. Broj recepata, pacijenata, uputa, muškaraca i žena sa starosnom strukturom u Domu zdravlja Niš tokom 11, 12, 13, 14 i 15 nedelje 2017, 2018, 2019. i 2020. godine

Na slici (SLIKA 91) može se primetiti najznačajnije smanjenje broja dolazaka pacijenata od 13. nedelje 2020. godine, u poređenju sa brojem dolazaka pacijenata tokom istih nedelja prethodnih godina (2017, 2018. i 2019. godine). To je postignuto povećanjem stepena socijalne distance. Zbog smanjenog broja pacijenata, smanjen je i broj specijalističkih uputa. Broj dolazaka dece u dom zdravlja starosti [0-6] i [7-18] značajno je smanjen zahvaljujući implementiranom Modulu za upis dece u škole. Modul je omogućio direktan prenos lekarskih uverenja iz doma zdravlja u škole, gde su se deca prijavila za upis. Primećeno je i značajno smanjenje dolazaka pacijenata starosne strukture [65-79] i 80+ koji pripadaju u kategorije visokog (VR) i najvišeg rizika (NR) (TABELA 6 i TABELA 7). U većini slučajeva to su bili hronični pacijenti sa uspostavljenim redovnim terapijama, koje je privremeno trebalo kontrolisati i korigovati. Ujedno te kategorije pacijenata predstavljaju najugroženiju grupu, koju je potrebno zaštititi tokom trenutne pandemije COVID-19. Integracijom medicinskog informacionog sistema MEDIS.NET sa COVID-19 Republičkim IS data je mogućnost onlajn komunikacije pacijenta sa lekarom, što je najverovatnije uticalo da se smanji broj dolazaka

pacijenata starosnih grupa [19-34] i [35-64]. Na ovaj način postignuto je povećano socijalno distanciranje na relaciji pacijent - pacijentu i pacijent - zdravstveni radnik. Smanjena učestalost kontakata u domu zdravlja podrazumeva i smanjenu verovatnoću zaraze zaposlenog medicinskog osoblja. SLIKA 91 prikazuje značajno smanjenje i propisanih recepata (uključujući i automatski propisane recepte hroničnim pacijentima sa produženim važenjem terapije) tokom 2020. godine u odnosu na ranije godine.



SLIKA 92. Broj specijalističkih pregleda, laboratorijskih uputa, recepata, pacijenata i najučestalijih dijagnoza u Domu zdravlja Niš tokom 11, 12, 13, 14 i 15 nedelje 2017, 2018, 2019. i 2020. godine

Od dvanaeste pandemijske nedelje 2021. godine, broj pacijenata koji su dobili specijalističke upute za preglede kod lekara specijalista u domu zdravlja je značajno opao (SLIKA 92). Od svih pacijenata koji su dolazili na specijalističke preglede u Dom zdravlja Niš, najviše je bilo pacijenata sa komorbiditetima. U većini slučajeva to su bili pacijenti sa dijagnostifikovanim bolestima: I10 - esencijalnom (primarna) hipertenzijom i E11 - dijabetes mellitus tip 2. Smanjeni broj pacijenata u domu zdravlja takođe je uticao i na smanjenje broja laboratorijskih uputa. SLIKA 92 prikazuje i najčešće bolesti za koje su propisivani recepti, uputi za specijalističke preglede i uputi za laboratorijska testiranja.

Tokom pandemije COVID-19 svi pacijenti koji su došli u dom zdravlja i koji su imali karakteristične simptome respiratornih infekcija su morali da prođu algoritam za trijažu. Uprkos slabijem dolasku pacijenata (TABELA 11) u dom zdravlja, broj pacijenata koji je upućen na Kliniku za infektivne bolesti i pulmologiju bio je veći u odnosu na prethodne godine (pre 2020.

godine). Uzimajući u obzir da je broj dolazaka pacijenata u dom zdravlja generalno smanjen (SLIKA 91 i SLIKA 92), povećanje takvih upućivanja je značajno. Kao značajna manifestacija bolesti COVID-19 je brza promena zdravstvenog stanja pacijenta sa značajnim promenama na plućima, pa su pacijenti u ozbiljnom stanju, nakon završene trijaže hitno upućivani na već pomenute eksterne klinike radi hitne dalje dijagnostike i lečenja.

TABELA 11. Ukupan broj pacijenata upućenih na Infektivnu kliniku (IK) i Pulmologiju (P)

Godina	Tip uputa	11	12	13	14	15	Ukupan broj uputa
		nedelja (%)	nedelja (%)	nedelja (%)	nedelja (%)	nedelja (%)	
2020	P	15,57	12,02	22,95	23,50	25,96	366
	IK	18,41	10,79	20,63	22,86	27,30	315
2019	P	25,45	17,27	21,82	19,55	15,91	220
	IK	25,26	19,11	18,77	16,04	20,82	293
2018	P	29,30	15,81	22,79	15,35	16,74	215
	IK	25,35	17,37	20,66	18,31	18,31	213
2017	P	19,34	19,89	18,78	25,41	16,57	181
	IK	20,69	23,71	23,28	18,97	13,36	232

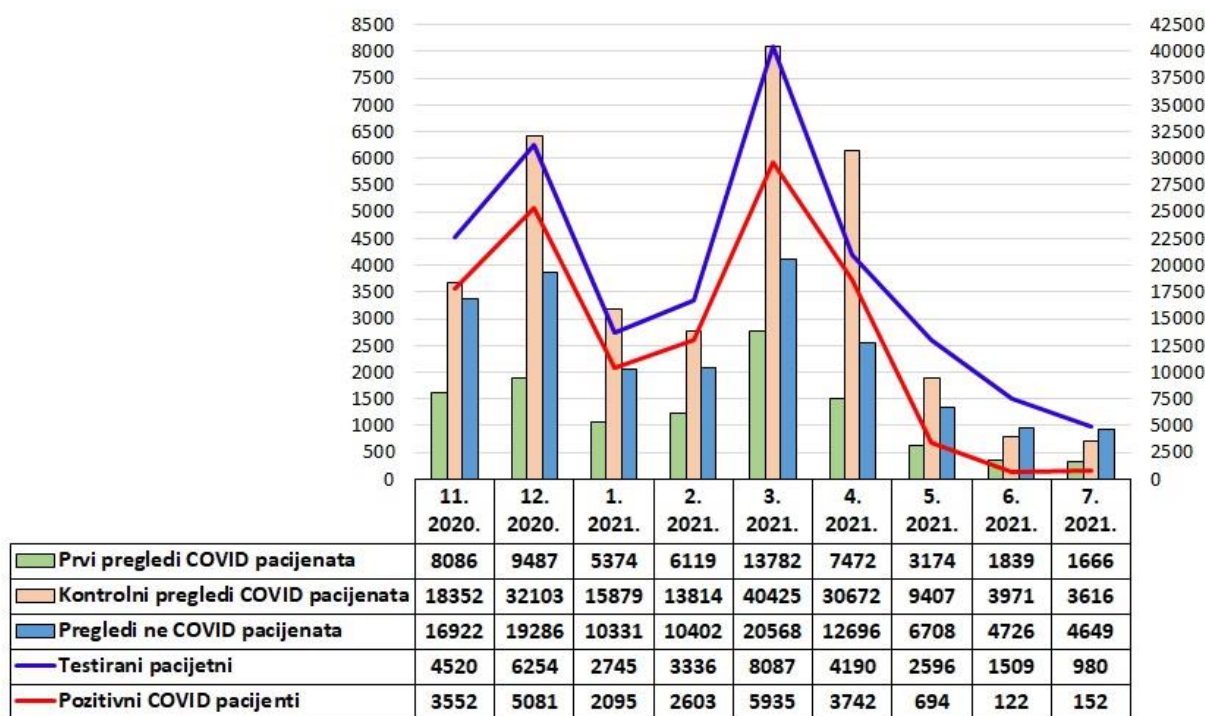
*Svi podaci su preuzeti iz baze podataka Doma zdravlja Niš.

U tabeli (TABELA 12) prikazan je broj pacijenata u procentima u četiri kategorije (nakon obavljene trijaže) tokom 13, 14. i 15. pandemijske nedelje 2020. godine. Najveći broj pacijenata imao je zeleni prioritet. To su bili pacijenti koji su u kućnoj izolaciji, pacijenti koji su testirani i kod kojih nije testovima dijagnostifikovana bolest COVID-19 i pored toga što su imali neke od simptoma respiratorne infekcije ili su bili u kontaktu sa zaraženim ili potencijalno zaraženim osobama. Pacijenti sa žutim prioritetom imali su jasnu kliničku sliku bolesti i bili su hospitalizovani u privremenim COVID-19 bolnicama. Pacijenti sa crvenim prioritetom su potvrđeni slučajevi oboleli od bolesti COVID-19, a ujedno to su i pacijenti sa komorbiditetima i pripadaju visoko rizičnim kategorijama (TABELA 7). Takvi pacijenti su hospitalizovani i potrebno je bilo njihovo stalno praćenje. Pacijenti sa plavim prioritetom su pacijenti koji su hospitalizovani u COVID-19 bolnicama direktno iz svojih stanova.

TABELA 12. Kategorije pacijenata nakon procesa trijaže pacijenata

Prioritet	Redni broj nedelje tokom 2020. godine		
	13	14	15
Najviši prioritet - Crveno - Hospitalizacija	149 (19,7%)	158 (35,4%)	181 (13,2%)
Srednji prioritet - Žuto - Hospitalizacija/COVID-19 Bolnice	153 (20,2%)	42 (9,5%)	444 (32,4%)
Kućna samostalna nega - Zeleno - Kućna izolacija	456 (60,1%)	246 (55,1%)	748 (54,4%)
*Hospitalizacija - Plavo -	0 (0%)	0 (0%)	0 (0%)
Ukupno pacijenata	758	446	1373

*Pacijenti koje je potrebno hospitalizovati direktno su prevezeni od kuće do COVID-19 bolnica.



SLIKA 93. Broj prvih i kontrolnih pregleda COVID pacijenata, broj testiranih i pozitivnih COVID pacijenata sa prikazanim brojem pregleda NE-COVID pacijenata

Iz medicinskog informacionog sistema MEDIS.NET svakodnevno se dostavljaju podaci Institutu za javno zdravlje Srbije Milan Jovanović Batut preko COVID-19 Republičkog servisa.

Na slici (SLIKA 93) prikazani su po mesecima sumirani poslani podaci u Domu zdravlja Niš preko razvijenog servisa MEDIS.NET za slanje dinamičkih izveštaja.

4.1.9.Smanjenje kontakata i povećanje socijalnog distanciranja

Jedna od najznačajnijih i najefikasnijih mera u suzbijanju pandemije COVID-19 je povećanje socijalne distance. Predloženi moduli:

- Modul za trijažu pacijenata,
- Modul za onlajn upis dece u škole,
- Modul za zakazivanje pregleda,
- Smart EKP modul,
- Modul za SMS obaveštavanje i za obaveštavanje putem imejla,
- Modul za slanje rezultata biohemijskih analiza,
- COVID-19 modul za izveštavanje,
- e-Recept,

omogućili su sprovođenje socijalnog distanciranja u zdravstvenim ustanovama, gde je istovremeno velika koncentracija patogenog virusa, kao i velika verovatnoća infekcije tokom pandemije COVID-19. Smanjivanjem kontakata, kvalitet medicinskih usluga koje se pružaju pacijentima u domu zdravlja nije narušen, naprotiv, kvalitet usluga je povećan jer je medicinsko osoblje moglo posvetiti više vremena pacijentima koji su dolazili na preglede (smanjio se broj pacijenata u domu zdravlja). Smanjenjem broja pacijenata u domu zdravlja, koji predstavlja zdravstvenu ustanovu primarnog nivoa zdravstvene zaštite, omogućeno je medicinskom osoblju da se iz doma zdravlja angažuje u posebnim COVID-19 bolnicama i ambulantomama za COVID-19 na teritoriji grada Niša. Na ovaj način povećali su se i zdravstveni kapaciteti tokom pandemije COVID-19, gde su svaki lekar i medicinska sestra dragocen resurs, što se naročito pokazalo tokom ove pandemije. Modul za trijažu pacijenata omogućio je brzo otkrivanje zaraženih pacijenata novim virusom i brže sprovođenje potrebnih akcija kako bi se pružila brza i kvalitetna medicinska nega. Osim toga, teži slučajevi infekcije koronavirusom prevezeni su u specijalizovane COVID-19 bolnice. Određeni izveštaji MEDIS.NET-a omogućili su Kriznom

štabu u gradu Nišu da efikasno prati potencijalno zaražene osobe i medicinsko osoblje, što je bila važna mera tokom pandemije kako bi se izbegao veliki broj zaraženih zdravstvenih radnika novim virusom.

Upotrebom modula za onlajn upis dece u škole smanjena je potreba dece i njihovih roditelja da posete dom zdravlja radi dobijanja papirnih zdravstvenih potvrda za upis dece u osnovne ili srednje škole. Na ovaj način je sprečen boravak dece i njihovih roditelja u ordinacijama lekara sa velikom verovatnoćom prisustva infekcije COVID-19. Modul je omogućio značajno smanjenje njihovog dolaska u dom zdravlja.

Za hronične pacijente, trajanje terapije nema vremensko ograničenje, a kontrolni pregledi se planiraju na svaka 3 meseca. Utvrđena terapija se stalno koriguje ili potvrđuje tokom kontrolnih pregleda. Tokom pandemije COVID-19 pomoću modula za produženje terapije produženo je trajanje propisane terapije hroničnim pacijentima na 9 meseci. Na ovaj način je smanjen broj dolazaka hroničnih pacijenata kod izabranog lekara na kontrolne preglede i produženje hronične terapije. Pacijent je mogao preuzeti produženu terapiju direktno u najbližoj apoteci ili je na specijalan zahtev mogao dobiti i na kućnu adresu (ova opcija kućne dostave lekova na žalost nije zaživela u dobroj meri). Cilj takvih unapređenja bio je da se smanji broj kontakata hroničnih pacijenata, kao i njihovo kretanje i cirkulacija u domu zdravlja kao i njihovi izlasci iz stanova. SLIKA 92 jasno prikazuje smanjenje broja dolazaka hroničnih pacijenata koji pate od hipertenzije (MKB-10 I10 - esencijalna (primarna) hipertenzija) i dijabetesa (MKB-10 E11 - dijabetes melitus tip 2). Tokom dvanaeste nedelje pandemije, trajanje terapija svim hroničnim pacijentima je produžena sa rokom važenja od 6 meseci. Zbog smanjenog fizičkog kretanja tokom nedelja pandemije, bilo je sporadičnih slučajeva koji su morali da se obrate izabranom lekaru radi promene terapije zbog problema sa hipertenzijom. Onlajn konsultacije sa izabranim lekarom značajno su pomogle pacijentima koji su imali problema sa hipertenzijom. Zbog produženja važenja terapije za hronične pacijente, smanjen je broj dolazaka pacijenata kod lekara različitih specijalnosti (SLIKA 92, Specijalistički pregled). Značajan pad broja dolazaka pacijenata u dom zdravlja primećen je i kod pacijenata sa dijagnostifikovanom hipertenzijom i dijabetesom, koji zapravo spadaju u najugroženiju kategoriju pacijenata tokom COVID-19 pandemije. Prilagođavanjem medicinskog informacionog sistema značajno je smanjen broj dolazaka tih hroničnih pacijenata u dom zdravlja a istovremeno je povećan stepen njihovog socijalnog distanciranja i smanjena je njihova izloženost virusnom okruženju.

Informacije o dostupnim slobodnim terminima za preglede, zakazanim pregledima, kao i informacije o dostupnosti izabranih lekara iz modula za zakazivanje pregleda MEDIS.NET dostupne su, pored medicinskom osoblju doma zdravlja, i pacijentima putem onlajn portala “Moj doktor”.

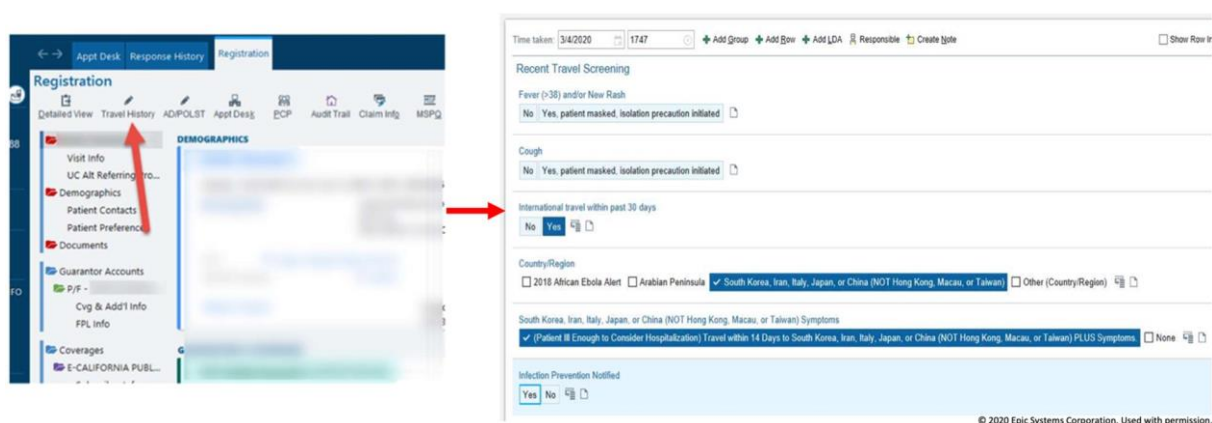
Smart EKP modul takođe je omogućio zakazivanje pregleda u preklopljenim terminima. Ovaj način zakazivanja pregleda može se upotrebiti za pacijente koji nemaju simptome bolesti COVID-19. Cilj ove funkcionalnosti je povećanje popunjenosti dostupnih termina za preglede kod lekara kod kojih se zakazuju pregledi. Tokom pandemije, 62% zakazanih pacijenata nije dolazilo kada su imali zakazane termine. Jedan od glavnih razloga takvog smanjenja dolazaka pacijenata u svojim zakazanim terminima bio je taj što je kretanje pacijenata bilo ograničeno tokom vanrednog stanja na teritoriji Republike Srbije. Da bi ispoštovali definisana ograničenja kretanja većina pacijenata je dolazila na preglede van svojih zakazanih termina. Zakazani termini bi na taj način bili bez realnih pacijenata u domu zdravlja sa jedne strane a sa druge strane imamo nagomilavanje u nekim drugim terminima što povećava broj ljudi u čekaonicama i mogućnost zaražavanja. Od dvanaeste nedelje 2020. godine broj zakazanih pregleda kod izabranih lekara pao je čak za 76%.

Modul za SMS obaveštavanje i za obaveštavanje putem imejla tokom pandemije COVID-19 se mogao koristiti za stalno obaveštavanje svih pacijenata o opštim pitanjima: saveti za ponašanje pacijenata tokom pandemije COVID-19, o radnom vremenu određenih službi u domu zdravlja, dostupnim terminima kod izabranog lekara kada se približi vreme kontrolnog pregleda. Najveći problem je taj što 23% pacijenata u Domu zdravlja Niš nema unete podatke (adresu prebivališta, imejl, kontakt telefon) u elektronsku zdravstvenu knjižicu u MEDIS.NET-u.

Modul za slanje rezultata biohemijskih analiza ima za cilj slanje rezultata biohemijskih analiza pacijentima putem imejla ili SMS-a. Cilj ovog modula je smanjenje direktnih kontakata tokom preuzimanja rezultata urađenih analiza između pacijenta i zdravstvenih radnika na šalteru odeljenja biohemijske laboratorije. Podržano je i pametno obaveštavanje pacijenata putem imejla. Sistem može da obaveštava pacijenta ukoliko je potrebno da hitno pozove izabranog lekara u zavisnosti od rezultata pojedinih analiza. Ta obaveštenja kasnije se mogu prosledivati i epidemiolozima. Broj laboratorijskih uputa i analiza je značajno opao (SLIKA 92) tokom prvih nedelja pandemije COVID-19.

Modul za izveštavanje omogućava kreiranje geografske distribucije virusa, analizu i predviđanje prostornog širenja infekcije izazvane pandemijom COVID-19 prema: područjima, opštinama, delovima gradova, naseljima, radnim mestima (prema institucijama, fabrikama, kompanijama), regionima.

Značajni podaci za Krizni štab koji je rukovodio akcijama usmerenim na suzbijanje širenja bolesti COVID-19 bili su i podaci o osobama koje su dolazile kod lekara na preglede, u periodu kada su lekari bili zaraženi i kojima je kasnije dijagnostifikovano prisustvo COVID-19 (14 - 28 dana pre registrovanja bolesti). Ovi podaci su dostavljeni pomoću modula za izveštavanje o bolesti COVID-19 i pomoću modula za upravljanje ljudskim resursima.

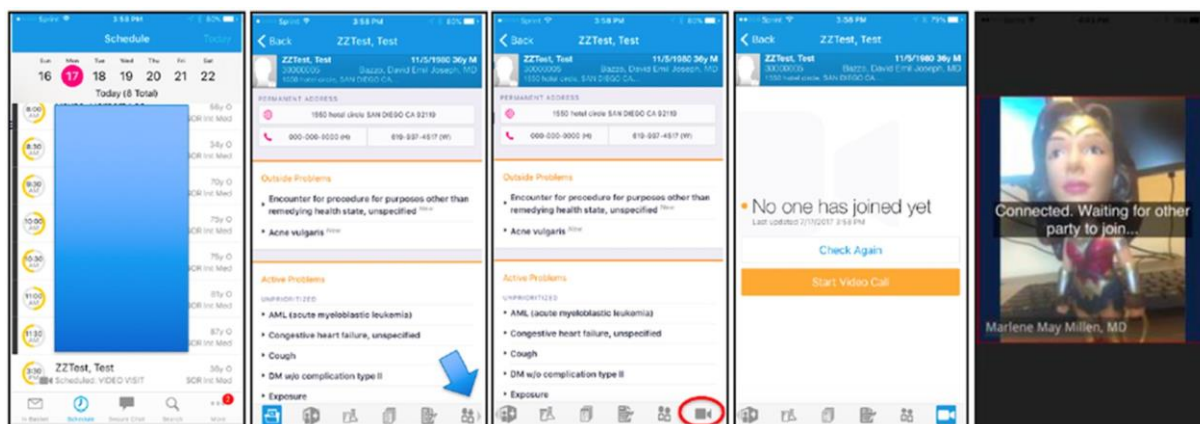


SLIKA 94. Praćenje kontakata i podaci o putovanju [118]

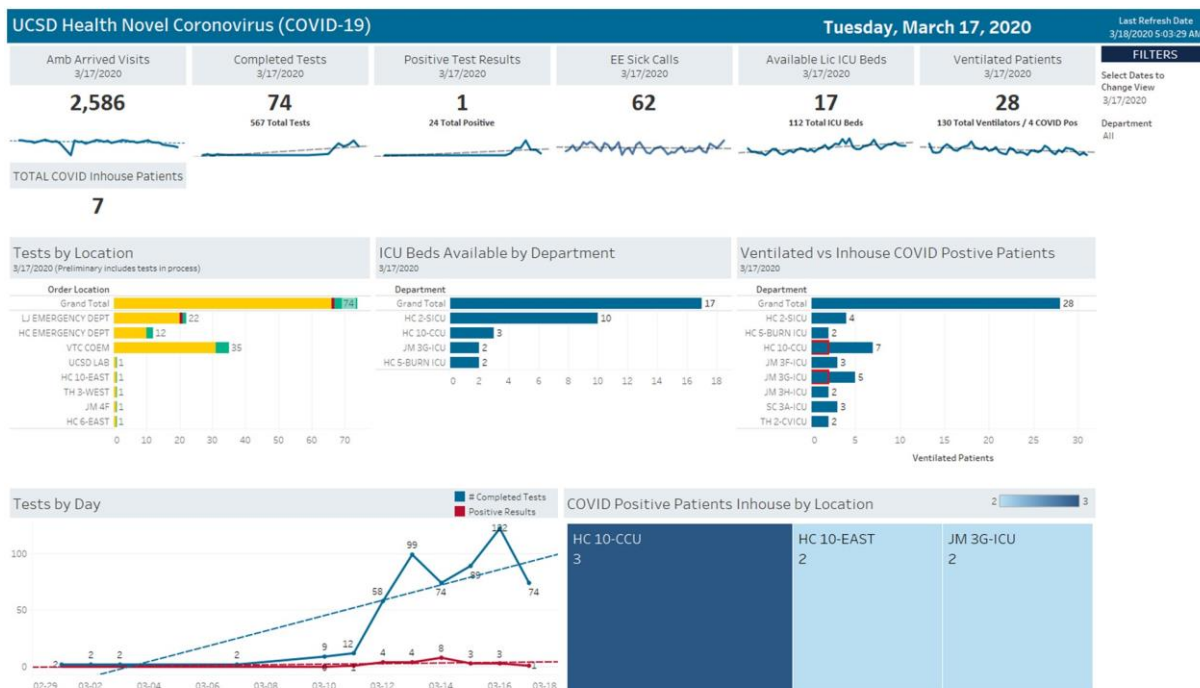
4.1.10. Sličnosti modula MEDIS.NET-a sa drugim rešenjima

Univerzitet u Kaliforniji, San Diego Health (UCSDH) inkorporirao je niz poboljšanja EKP-a stvorenih da podrže brzo uvođenje novih propisa, procedura i protokola u zdravstveni sistem za borbu protiv pandemije COVID-19 [118]. Oni su razvili multimodalne procese skrininga na COVID-19, koji se odvijaju i pre nego što pacijent dođe kod lekara na pregled (telefonski pozivi, slanje imejlava, slanje poruka iz EKP). U sistemu je kreiran i veći broj šablona za implementiranje trijažnih protokola koji se lako i po potrebi mogu menjati (SLIKA 94). Ova funkcionalnost za kreiranje trijažnih protokola veoma je slična predstavljenom

trijažnom upitniku u modulu za pametan pregled pacijenata u MEDIS.NET-u koji se takođe može konfigurisati.



SLIKA 95. Posete bazirane na telemedicine (*Patient Facing Technology*) [118]



SLIKA 96. Dashboard za praćenje resursa u realnom vremenu [118]

Kao dobro rešenje za izbegavanje nepotrebnih kontakata pacijenata i medicinskog osoblja, razvili su mogućnost kreiranja video posete (Patient Facing Technology – posete bazirane na telemedicini - SLIKA 95). Razvijen *Dashboard* (SLIKA 96) omogućio je praćenje COVID situacije u realnom vremenu i taj modul vrlo je sličan sa modulom za COVID-19 izveštavanje u MEDIS.NET-u. Takođe, UCSDH je kreirao i unapred definisan skup

laboratorijskih analiza posebno za COVID-19, sa mogućnošću dodavanja dodatnih analiza. U MIS MEDIS.NET-u tokom trijaže, pored standardnog skupa analiza za COVID-19, sistem predlaže dodatne analize, koje lekar može prihvatiti ili odbiti. Istraživači iz UCSDH tvrde da je EKP neophodan alat za podršku medicinskim potrebama zdravstvenog sistema tokom upravljanja pandemijom COVID-19.

4.1.11. Moguća unapređenja i ograničenja

Jedno od ograničenja je činjenica da prvih deset hroničnih dijagnoza MKB-10 nije uključivalo psihijatrijske bolesti poput depresije nastale tokom pandemije COVID-19. Psihijatrijski pacijenti su zbog toga lišeni psihijatrijske nege što će tek rezultirati ozbiljnijim nivoima depresije i anksioznosti tokom i nakon pandemije COVID-19 [119]. Za vreme pandemije COVID-19 radnici nerado uzimaju slobodno vreme radi posete domu zdravlja [120], a medicinski informacioni sistem MEDIS.NET im može pomoći da zakažu termin za svoje preglede. Buduća istraživanja i razvoj medicinskog informacionog sistema MEDIS.NET biće usmerena i ka tretmanu psihijatrijskih oboljenja a dobar preduslov je i kreirani konfigurabilni upitnik pomoću koga se mogu lako kreirati potrebni upitnici za psihijatrijsku evaluaciju pacijenata tokom i u post-eri pandemije COVID-19. Medicinski informacioni sistem MEDIS.NET može da radi sa aplikacijama za pametne telefone u cilju pružanja saveta [121], rehabilitacije [122], podrške starateljima [123] i praćenja simptoma [124].

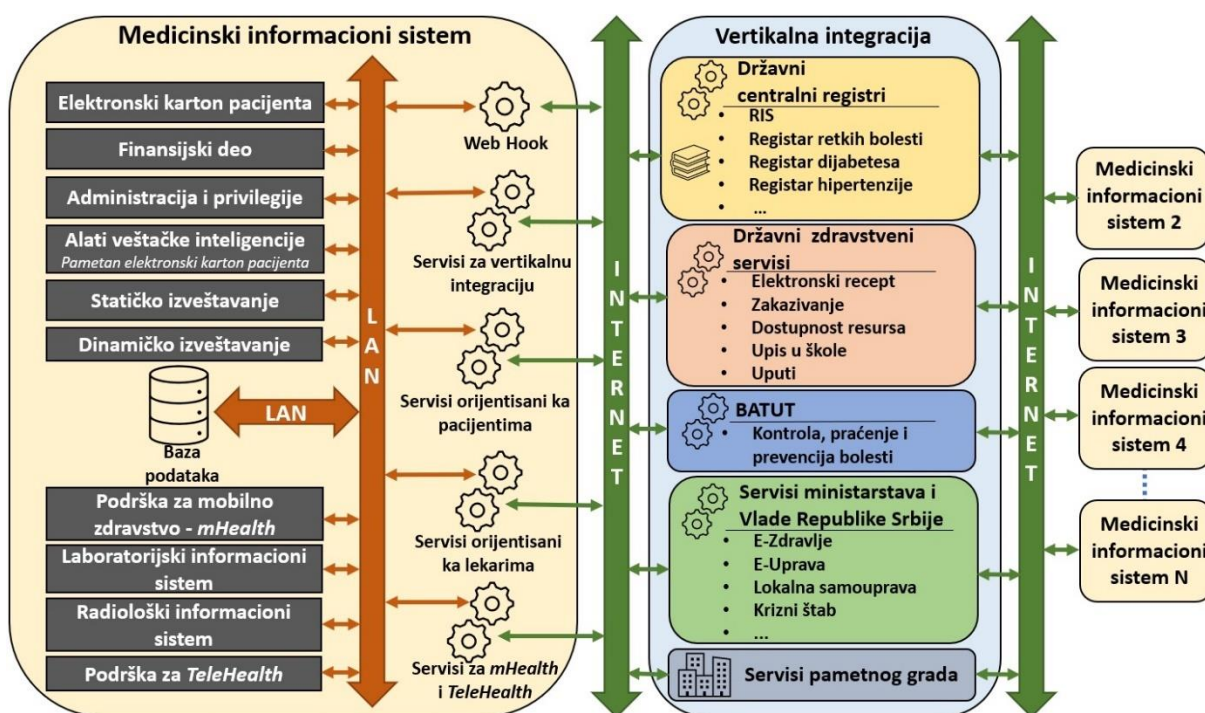
Veliko ograničenje su i materijalni troškovi za realizaciju SMS obaveštenja zbog skupe pretplate na odgovarajuće servise mobilnih operatera. Ovde treba dodati i hardversko-softverska ograničenja u samim zdravstvenim ustanova zbog finansijskih problema oko nabavke potrebne opreme za realizaciju nekih servisa MEDIS.NET-a.

Velika ograničenja postoje i kod realizacije modula za preklapanje zakazanih termina pacijentima. Sa strane MEDIS.NET-a ne postoje ograničenja već ona postoje u kolaboraciji MEDIS.NET-a sa centralizovanim sistemom "Moj Doktor" koji ne dozvoljava mogućnost višestrukog zakazivanja pacijenata u jednom vremenskom slotu, tako da ova vrsta zakazivanja ostaje samo dostupna na lokalnom nivou u domu zdravlja. Ukoliko bi zakazivanje intenzivno bilo realizovano na ovaj način, zakazani pacijenti svoje termine ne bi mogli da vide preko pomenutog portala.

Izrada geografske distribucije širenja zaraze na nivou opština, ulica, firmi, područja škola za sada je ograničena zbog malog broja unetih relevantnih podataka o lokacijama prebivališta, radnim mestima, školama u elektronskim zdravstvenim knjižicama pacijenata u MEDIS.NET-u.

4.1.12. Predlog arhitekture unapređenog medicinskog informacionog sistema

Na slici (SLIKA 97) prikazana je predložena arhitektura unapređenog medicinskog informacionog sistema sa ciljem da medicinski informacioni sistem može efikasno da odgovori na zahteve u borbi protiv novonastalih epidemija i pandemija, njihovom ublažavanju tokom trajanja epidemija i pandemija kao i suzbijanju zdravstvenih post efekata nastalih tokom epidemija i pandemija.



SLIKA 97. Predlog arhitekture unapređenog medicinskog informacionog sistema

Medicinski informacioni sistem sastoji se od nekoliko glavnih komponenata a to su:

- Softverske komponente medicinskog informacionog sistema: elektronski karton pacijenta, finansijski deo sistema, deo za administraciju i rad sa privilegijama, set alata veštačke inteligencije koji doprinose implementaciji pametnog elektronskog kartona pacijenta, set alata i komponenti za statičko i dinamičko izveštavanje, podrška za mobilno zdravstvo – *mHealth*, podrška za *TeleHealth*, laboratorijski informacioni sistem, radiološki informacioni sistem, baza podataka, skup servisa koji omogućavaju vertikalnu integraciju sa eksternim zdravstvenim, Vladinim sistemima i sistemima različitih ministarstava i nivoa vlasti u zemlji, servisa orijentisanih ka pacijentima, servisa orijentisanih ka lekarima, potrebnih servisa za funkcionisanje *mHealth*-a i *TeleHealth*-a;
- Hardverske komponente medicinskog informacionog sistema: serverska infrastruktura, lokalna mrežna infrastruktura i Internet konekcija.

Softverske komponente medicinskog informacionog sistema su čvrsto međusobno povezane. U prethodnim poglavljima ove doktorske disertacije prikazane su pojedinačno prikazane komponente koje su generalizovane na SLIKA 97 kako bi se prikazala celovita arhitektura jednog medicinskog informacionog sistema.

Vertikalnom integracijom medicinskog informacionog sistem preko realizovanih servisa omogućena je kolaboracija sa drugim heterogenim medicinskim informacionim sistemima koji se koriste u ustanovama primarnog, sekundarnog i tercijarnog nivoa zdravstvene zaštite. Sem kolaboracije sa heterogenim medicinskim informacionim sistemima, podržana je kolaboracija i sa državnim centralnim registrima, državnim zdravstvenim servisima, Institutom za javno zdravlje Srbije dr Milan Jovanović Batut, servisima ministarstava i Vlade Republike Srbije i servisima pametnog grada.

Elektronski karton pacijenta je centralni deo medicinskog informacionog sistema. Zadužen je za evidentiranje svih medicinskih i demografskih podataka za svakog pacijenta. Evidentiranje podataka u sistemu omogućeno je svaki put kada pacijent ostvari neki vid interakcije sa zdravstvenim radnikom. Elektronski karton pacijenta obuhvata celokupnu istoriju lečenja jednog pacijenta. Vertikalnom integracijom obezbeđuje se da se u elektronski karton pacijenta nađe celokupna istorija lečenja pacijenta bez obzira na lokaciju lečenja pacijenta u zemlji.

Finansijski deo sistema zadužen je za evidentiranje i naplatu pruženih zdravstvenih usluga pacijentima i vođenje celokupnog robno-materijalnog poslovanja jedne zdravstvene ustanove.

Deo za administriranje i privilegije omogućava konfigurisanje i prilagođavanje informacionog sistema zdravstvenoj ustanovi. Omogućava definisanje skupa pravila, definisanje korisničkih grupa privilegija, tipova korisnika i dodelu korisničkih privilegija svakom korisniku sistema ponaosob. Administrativni deo omogućava i definisanje izgleda interfejsa različitim grupama korisnika sistema.

Alati veštačke inteligencije pružaju pomoć zdravstvenom osoblju tokom svakodnevnog korišćenja funkcionalnosti medicinskog informacionog sistema: preporučivanjem terapije na osnovu prethodne istorije bolesti pacijenta, određivanjem i preporučivanjem dijagnoza na osnovu obavljenih analiza (rezultata biohemijskih analiza, radioloških snimanja, ...), dinamičkim prilagođavanjem korisničkog interfejsa, praćenjem i predikcijom širenja neke zarazne bolesti, pametnim zakazivanjem pregleda na skupim dijagnostičkim uređajima, smanjenjem troškova poslovanje zdravstvene ustanove, preporučivanjem dodatnih uputa na osnovu prethodne istorije bolesti pacijenta, pomoći u sprovođenju pametnog skrining programa, pametnom anonimizacijom podataka, itd.

Statičko izveštavanje omogućava kreiranje različitih izveštaja po već unapred definisanim šablonima za izveštaje, dok dinamičko izveštavanje omogućava da korisnici sistema sami po svom zahtevu kreiraju potrebne izveštaje, koji po potrebi mogu biti dostupni lekarima i van zdravstvenih ustanova (na mobilnim uređajima, laptopovima, ...).

Podrška za mobilno zdravstvo omogućava dostupnost medicinskih i ne-medicinskih podataka na pametnim prenosivim uređajima koji imaju neki pristup Internetu (tableti, mobilni telefoni, Internet mini laptopovi, ...). Podaci mogu biti dostupni zdravstvenom osoblju ali i pacijentima. Ovim je omogućeno i prikupljanje podataka u medicinski informacioni sistem koji su uneti svesnom ili nesvesnom (na osnovu podataka prikupljenih upotrebom različitih dostupnih i povezanih prenosivih senzora i senzorskih mreža) upotrebom prenosivih uređaja.

Laboratorijski informacioni sistem je samostalan informacioni sistem ali je ujedno i integralni deo jednog velikog medicinskog informacionog sistema. Laboratorijski informacioni sistem omogućava podršku u radu interne hematoloških i biohemijskih laboratorija. Povezanost ovog sistema sa elektronskim kartonom pacijenta je preko kreiranih uputa za potrebna

laboratorijska ispitivanja, izvršenih analiza i dobijenih rezultata analiza i kreiranih izveštaja sa uspostavljenim dijagnozama.

Radiološki informacioni sistem realizuje se obično kao poseban informacioni sistem koji je u tesnoj vezi sa ostatkom sistema zbog toka medicinskih podataka. Realizuje se kao nezavistan informacioni sistem zbog svoje kompleksnosti i velikim zahtevima prema hardverskim resursima i to za potrebe skladištenja velike količine snimljenog materijala tokom obavljenih dijagnostičkih procedura ali i kasnijim zahtevom za detaljnu i složenu analizu zabeleženih snimaka i dokumentovanje.

Podrška za *TeleHealth* omogućava udaljenu komunikaciju zdravstvenih radnika sa pacijentima. Moguće su i tele-konsultacije na relaciji zdravstveni radnik – zdravstveni radnik. *TeleHealth* omogućava brze konsultacije lekara i pacijenta bez potrebe za ličnim kontaktom, pa se na ovaj način i održava socijalna distanca i smanjuje boravak pacijenata u virulentnoj sredini.

Baza podataka je realizovana kao jedinstvena relaciona baza podataka. Mora se obezbediti replikovanje i redundantnost podataka za slučaj otkaza jednog servera baze podataka. Osim baze podataka potrebno je realizovati i sistem za arhiviranje digitalnog materijala nastalog najčešće upotrebom radioloških dijagnostičkih metoda.

5. UPOTREBA DUBOKOG UČENJA U BORBI PROTIV PANDEMIJE COVID-19

Duboko učenje [125] je grana veštačke inteligencije i mašinskog učenja. Algoritmi dubokog učenja zasnovani su na modelima veštačkih neuronskih mreža. Tehnike dubokog učenja uključuju duboke neuronske mreže (eng. Deep Neural Network - DNN), rekurentne neuronske mreže (RNN - Recurrent Neural Network), konvolucione neuronske mreže (eng. Convolutional Neural Network - CNN) i duboke mreže verovanja "belief" (eng. Deep Belief Networks - DBN). Ove tehnike se koriste za rešavanje problema kao što su obrada prirodnog jezika (eng. Natural Language Processing - NLP), računarski vid, bioinformatika, prepoznavanje zvuka, analize medicinske slike, prepoznavanje govora, itd. Duboko učenje pruža sofisticirana rešenja za probleme analize medicinske slike i smatra se ključnim metodom za tek buduće primene [126]. Duboka neuronska mreža je veštačka neuronska mreža (eng. Artificial Neural Network - ANN) sa više skrivenih slojeva neurona između ulaznih i izlaznih slojeva.

Konvoluciona neuronska mreža [127] je vrsta duboke neuronske mreže koja omogućava ekstrahovanje znanja iz sadržaja slike. Konvoluciona neuronska mreža je najsavremenija tehnika za klasifikaciju slika [128]. Konvolucione neuronske mreže koriste neke karakteristike vizuelnog korteksa i optimizovane su za prepoznavanje obrazaca. Zasnovane su na konvolutivnim slojevima koji se nalaze između skrivenih slojeva duboke neuronske mreže. Konvolutivni sloj se sastoji od neurona koji transformišu svoje ulaze pomoću operacije konvolucije. Pomoću konvolutivnog sloja detektuju se obrasci na slici dimenzija $M \times N$, gde su M i N vrednosti manji od širine i visine slike. Izvršavanje operacije konvolucije podrazumeva pomeranje matrice $M \times N$ na slici. Pri tome se izračunava skalarni proizvod $M \times N$ filtera konvolucije i vrednosti piksela 3×3 segmenta slike u kojoj se trenutno nalazi filter konvolucije. Operacija konvolucije kreira novu sliku na osnovu originalne, gde su istaknuti važni aspekti slike (istaknuti *feature-i*) dok su manje važni zamagljeni.

Dve različite tehnike dubokog učenja, upotreba konvolucione neuronske mreže za klasifikaciju rendgenskih snimaka grudnog koša i duboke neuronske mreže za optimizaciju vremenskih slotova za zakazivanje pregleda, predstavljene su u sledećim delovima ove doktorske disertacije. Cilj kreiranja ova dva modela dubokih neuronskih mreža je zapravo

podrška lekarima i zdravstvenim ustanovama kao i unapređenje postojećeg medicinskog informacionog sistema u borbi protiv tekuće pandemije COVID-19.

5.1. Motivacija za kreiranje modela dubokih neuronskih mreža

Najefikasniji i najpouzdaniji način za dijagnostikovanje pacijenata zaraženih virusom SARS-CoV-2 tokom pandemije COVID-19 i za praćenje njihovog oporavka su rendgenski i CT snimci grudnog koša [129]. Na osnovu rendgenskih i CT snimaka može se odrediti stepen hitnosti ako pacijent treba da bude hospitalizovan. Reverzna transkriptaza polimerazna lančana reakcija (RT-PCR) [130] danas se naširoko koristi za brzo prepoznavanje prisustva virusnog RNK virusa SARS-CoV-2 u brisu nosa [131] potencijalno zaraženih osoba, što je takođe postalo standard za dijagnostikovanje prisustva bolesti COVID-19. Osim brzih testova za dijagnostikovanje bolesti [132], za koje se retko pokazalo da su nepouzdana, rendgenski i CT snimci grudnog koša se mogu koristiti kao pouzdana potvrda uznapredovalog toka bolesti COVID-19, i za odlučivanje o sprovođenju hospitalizacije pacijenata u slučajevima uznapredovalog stadijuma bolesti. Prema dr Harlan M. Krumholz, profesoru medicine na *Yale University* i direktoru *Yale New Haven Hospital Center for Outcomes Research and Evaluation*, najčešći tip testa za potvrdu bolesti COVID-19, RT-PCR test, može pokazati lažno negativne rezultate i to kod 30% testiranih pacijenata [133]. Ogroman broj pacijenata koji su imali kliničku sliku bolesti COVID-19 bili su negativni. Sa druge strane, ako su pozitivni na testu, postoji velika verovatnoća da je kod njih prisutna bolest COVID-19. Ukoliko pacijent ima simptomatsku sliku bolesti COVID-19 koja je u podmakloj fazi, kao brza dijagnostika mogu se koristiti rendgenski i CT snimci grudnog koša. Rezultati su odmah vidljivi, što je izuzetno važno za pacijente, koje je potrebno hitno hospitalizovati i intenzivno lečiti. Rezultati RT-PCR testova stižu za 24 sata (analiza se sprovodi samo u nekoliko referentnih zdravstvenih ustanova u Republici Srbiji), dok je praksa tokom pandemije pokazala da se stanje pacijenata može brzo promeniti i to u prvih 24 sata od trenutka kada su se pojavili prvi simptomi bolesti COVID-19. Uzorci uzeti od pacijenata u malim gradovima šalju se na udaljenost od 200 km radi sprovođenje laboratorijskih analiza, što dodatno otežava upotrebu RT-PCR testova. Mala

protočnost u referentnim laboratorijama pravi usko grlo za dijagnostikovanje pacijenata na osnovu RT-PCR testova. Sa druge strane, rendgenski i CT snimci su se pokazali kao pouzdana metoda za sigurno dijagnostikovanje bolesti COVID-19. Automatska klasifikacija rendgenskih snimaka grudnog koša može pomoći lekarima u postavljanju dijagnoze COVID-19.

Korišćenjem konvolucione mreže razvijen je model koji brzo klasifikuje pacijente na osnovu rendgenskog snimka grudnog koša u dve kategorije: pacijenti zaraženi virusom SARS-CoV-2, pacijenti bez dijagnostikovane bolesti COVID-19. Automatska klasifikacija pacijenata može pomoći lekarima u postavljanju dijagnoze za bolest COVID-19.

Zbog socijalne distance i drugih dodatno uvedenih restriktivnih mera koje ograničavaju kretanje pacijenata tokom pandemije COVID-19, veliki procenat pacijenata ne dolazi na preglede u zakazanim terminima. Termini za pregled kod lekara (izabranog lekara ili lekara specijaliste) i/ili na dijagnostičkom uređaju ostaju rezervisani, ali se pacijenti ne pojavljuju na preglede. To su ne retko zakazani pregledi na skupim dijagnostičkim uređajima, na koje pacijenti čekaju dugo, često čak i 6 meseci. Zbog toga je bilo potrebno razviti alat koji će optimizovati zakazivanje termina pacijentima u dostupnim vremenskim slotovima za preglede na nivou cele zdravstvene ustanove. Tokom pandemije COVID-19 zdravstvene ustanove primarne zdravstvene zaštite rade sa smanjenim kapacitetom (broj mogućih vremenskih slotova za zakazivanje pregleda je manji), pa je potrebno optimizovati i povećati stepen popunjenosti tih dostupnih vremenskih slotova za zakazivanje. Razvijen je model dubokih neuronskih mreža koji se bazira na duboku neuronsku mrežu, koja klasifikuje pacijenta sa zakazanim terminom u dve klase: pacijent dolazi u zakazanom terminu, pacijent ne dolazi u zakazanom terminu. Pacijente koji bi bili klasifikovani kao oni koji “potencijalno ne dolaze” u svojim zakazanim terminima moguće je kontaktirati telefonom radi potvrde njihovog dolaska na pregled. Podržana je i opcija za zakazivanje većeg broja pacijenata koji su klasifikovani kao “potencijalno ne dolaze” u istim vremenskim slotovima za zakazivanje, što je modelirano prema uzoru na overbooking proceduru kod avio kompanija [134].

5.2. Upotreba dubokih neuronskih mreže u borbi sa pandemijom COVID-19

Tehnike dubokog učenja za potrebe biomedicine i medicinske informatike detaljno su opisane u radu [109]. Automatska dijagnoza tuberkuloze na osnovu rendgenskih snimaka grudnog koša realizovana je specijalno razvijenim algoritmima i upotrebom mašinskog učenja i to pre svega upotrebom *Support Vector Machines* (SVM) i konvolucionih neuronskih mreža [135]. Detaljni opisi dubokog učenja za analizu medicinske slike sa principima i metodama neuronskih mreža i koncepata dubokog učenja detaljno su prikazani u radu [126]. Autori su u radu [136] prikazali razvijenu duboku konvolucionu neuronsku mrežu COVID-NET, koja omogućava otkrivanje prisustvo bolesti COVID-19 na osnovu rendgenskih snimaka grudnog koša i to sa tačnošću od 92,6%. Markus Schmitt prikazuje 9 načina mašinskog učenja koji pomažu u borbi protiv pandemije [137]. Pristup za automatsko otkrivanja bolesti COVID-19 na osnovu rendgenskih snimaka i dubokih konvolucionih mreža prikazan je u radu [138]. Autori su koristili unapred obučene modele ResNET50, Inception V3 i Inception-ResNetV2. Postigli su najbolje performanse sa unapred obučenim modelom ResNET50. Modeli sa mehanizmom za određivanje fizičke lokacije ugroženog mesta u plućima mogli bi preciznije dijagnostikovati COVID-19 na osnovu radiografije grudnog koša i to sa preciznošću od 86,7%. To bi moglo biti i obećavajuća dopunska dijagnostička metoda za lekare koji su stalno u kontaktu sa COVID-19 pacijentima [139]. Simptomi kao i dijagnostikovanje bolesti COVID-19 na osnovu rendgenskih snimaka grudnog koša prikazano je i u radu [140]. Autori su u radu [141] predložili automatizovano otkrivanje slučajeva COVID-19 koristeći duboke neuronske mreže na osnovu rendgenskih snimaka. Oni su razvili svoj model *DarkCovidNet*.

Predviđanja o potencijalnim posetama pacijenata mogu biti korisna za zdravstvene ustanove (bolnice i domove zdravlja) za donošenje odluka za potrebe upravljanja ljudskim resursima i materijalima [142]. Razvoj pametnog zdravstvenog sistema [87] ključan je i bitan faktor iz perspektive pacijenata, zdravstvenih radnika i istraživača medicinskih nauka u cilju poboljšanja celog zdravstvenog sistema jedne zemlje. Rad [88] predstavlja upotrebu velike količine podataka (*Big Data*) i različitih matematičkih modela za praćenje i identifikaciju širenja epidemija i praćenje socijalnih kontakata. Mnoge institucije poboljšavaju svoju IT

infrastrukturu kako bi bile spremne za eksponencijalni porast pacijenata koji boluju od COVID-19 [89].

5.3. Materijali i metode

Tokom istraživanja korišćena su dva skupa podataka za treniranje i validaciju kreiranih modela dubokih neuronskih mreža. Korišćene su dve različite tehnike dubokog učenja za binarnu klasifikaciju: jedna tehnika za klasifikaciju rendgenskih snimaka korišćenjem konvolucionih neuronskih mreža, a druga tehnika za optimizaciju vremenskih slotova upotrebom dubokih neuronskih mreža. Za treniranje predloženih modela korišćena je grafička kartica NVIDIA GTX 1080 Ti 11 GB GDDR5Ks, Intel Core i7-9700K, 32 GB RAM-a i 512 GB SSD. Kao softverski alati tokom istraživanja korišćeni su *TensorFlow* [143], *Keras* [144], *NumPy* [145], *pandas* [146], *matplotlib* [147], *OpenCV* [148], *scikit-learn* [149] i *PyCharm for Python* [150].

TensorFlow je skalabilni i multiplatformski programski interfejs za implementiranje i pokretanje algoritama mašinskog učenja, uključujući pogodne omotače za duboko učenje. Razvijen je od strane istraživača i inženjera iz Google Brain tima [151]. Iako je glavni razvoj vodio tim istraživača i softverskih inženjera iz Google-a, razvoj je uključivao i mnoge saradnike iz zajednice otvorenog koda. Biblioteka *TensorFlow* inicijalno je rađena za interne potrebe Google-a. Pod licencom otvorenog koda izdata je 2015. godine. Istraživači iz akademske zajednice i industrije intenzivno koriste ovu biblioteku za razvoj rešenja za duboko učenje. U cilju poboljšanja performansi treniranja modela mašinskog učenja *TensorFlow* omogućava izvršenje i na GPU (grafički procesor). *Tensorflow* podržava GPU sa dostupnim CUDA modelom. *TensorFlow* API je dostupan na mnogim jezicima, uključujući *Python*, *JavaScript*, *Java* i *C*. *Python* API *TensorFlow* je trenutno najkompletniji API. *TensorFlow.js* i *TensorFlow Lite* omogućuju pokretanje i raspoređivanje kreiranih modela mašinskog učenja u web pretraživaču, na mobilnim uređajima i na IoT (Internet stvari) uređajima. Građen je oko grafa izračunavanja sastavljenog od skupa čvorova. Svaki čvor predstavlja operaciju koja može da ima nula ili više ulaza ili izlaza. *TensorFlow* funkcioniše sa tenzorima. Tenzor je kreiran kao simbolički upravljač za ulaz i izlaz ovih operacija.

Keras je softverska biblioteka za duboko učenje visokog nivoa otvorenog koda koja pruža *Python* interfejs za kreiranje veštačkih neuronskih mreža. Visok nivo podrazumeva da *Keras* pruža funkcionalnosti koje podržavaju stvaranje modela sa fokusom na ideji, a ne na konkretnoj implementaciji. On takođe omogućuje jednostavno kreiranje prototipova i izgradnju kompleksnih modela u samo nekoliko linija koda. *Keras* je interfejs za *TensorFlow* i njegovi moduli dostupni su preko *tf.keras* modula.

NumPy predstavlja paket opšte namene za procesiranje nizova. On omogućava visoke performanse nad objektima multidimenzionalnih nizova i alatima za rad sa ovakvim nizovima. Ovo je osnovni paket za naučna izračunavanja u *Python*-u. *NumPy* paket je u projektu korišćen prilikom pripreme i obrade ulaznih podataka.

Pandas predstavlja najpopularniju biblioteku u *Python*-u za analizu podataka, koji obezbeđuje visoko optimizovane performanse nad obradom podataka. *Pandas* biblioteka je u projektu korišćena za analizu, pripremu i obradu podataka.

Scikit-learn predstavlja open source biblioteku u *Python*-u za mašinsko učenje, preprocesiranje, unakrsnu validaciju i vizualizaciju. *Scikit-learn* biblioteka je korišćena za treniranje i ocenjivanje modela.

Matplotlib predstavlja biblioteku za vizuelizaciju u *Python*-u za 2D nacрте nizova. Jedan od najvećih doprinosa je mogućnost vizuelizacije ogromne količine podataka u vidu lako razumljive forme. *Matplotlib* biblioteka je korišćena za vizuelni prikaz zavisnosti klasa od određenih *feature*-a.

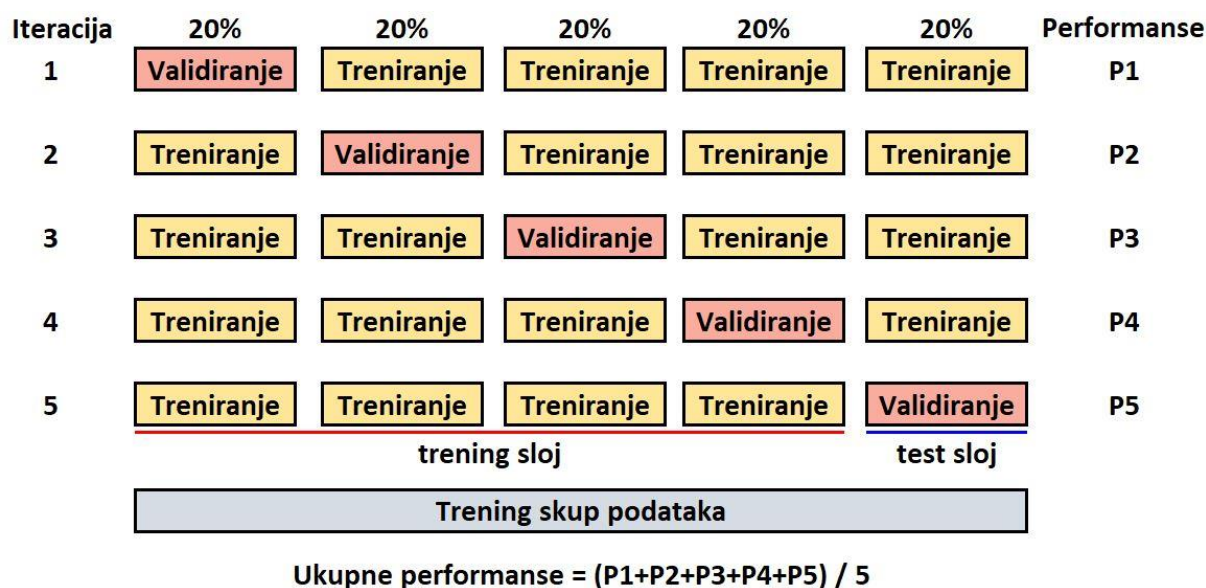
PyCharm je integrisano razvojno okruženje (IDE) koje se koristi za kompjutersko programiranje, najčešće za programiranje u programskom jeziku *Python*.

Python je interpretatorski programski jezik visokog nivoa i opšte namene. Sintaksa ovog jezika omogućava pisanje preglednih kodova. Ovaj programski jezik sadrži veliki broj biblioteka koje se mogu koristiti u mašinskom učenju.

OpenCV je biblioteka razvijena za primene u oblasti računarskog vida. Izvorno je razvijen od strane Intel-a. Razvoj biblioteke kasnije je podržan od strane Willow Garage i Itseez. Biblioteka je dostupna za više platformi i pod licencom je otvorenog koda (*Apache 2*). Biblioteka obezbeđuje metode pogodne za brzu i efikasnu manipulaciju slikama. *OpenCV* je napisan na programskom jeziku C++ ali pruža API za programski jezik *Python*.

5.3.1.K-slojna unakrsna validacija

K-slojna unakrsna validacija (eng. K-Fold Cross Validation) [152] korišćena je za evaluaciju kreiranih modela. U k-slojnoj unakrsnoj validaciji nasumično se razdvaja trening set podataka u k slojeva, u kojima se $k-1$ slojeva koristi za treniranje modela a jedan sloj se koristi za procenu performanse (validiranje). Ovaj postupak se ponavlja k puta (k iteracija) tako da se dobije k modela i k procena performanse modela. K-slojna unakrsna validacija se koristi za pronalaženje optimalnih vrednosti hiper-parametara, koji se postavljaju za treniranje kreiranog modela. Pomoću k-slojne unakrsne validacije izračunavaju se prosečne performanse modela (tačnost, greška klasifikacije) P tako što se saberu sve parcijalne izračunate performanse P_i za svaku pojedinačnu iteraciju i zatim podele sa brojem iteracija [151]. K-slojna unakrsna validacija za vrednost parametra k postavljenog na 5 prikazana je na slici (SLIKA 98).



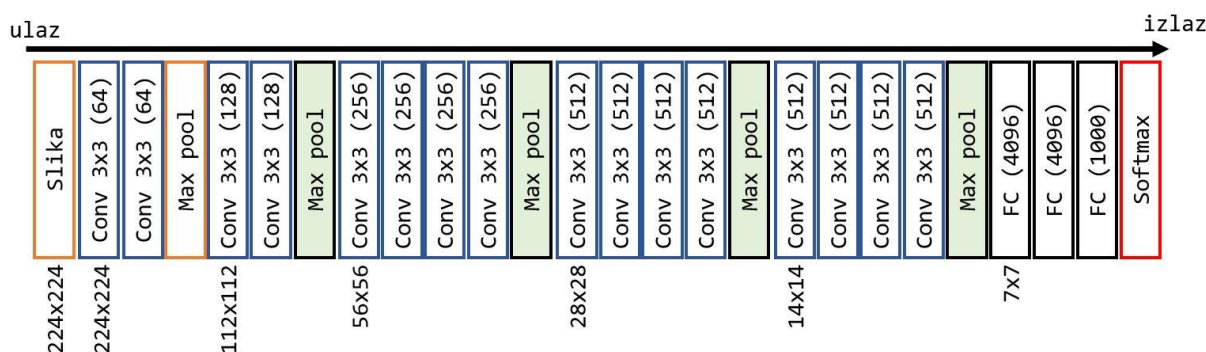
SLIKA 98. K-slojna unakrsna validacija za $k = 5$

5.3.2.Model za klasifikaciju rendgenskih snimaka grudnog koša

Za potrebe ovog istraživanja korišćen je set podataka (eng. dataset) rendgenskih i CT snimaka [153] za treniranje i validiranje modela za klasifikovanje rendgenskih snimaka

grudnog koša. Ovaj set podataka je podelio Dr. Joseph Cohen. Set podataka sadrži rendgenske i CT snimke grudnog koša sa dijagnozama: COVID-19, akutnim respiratornim distres sindromom (ARDS) [154], MERS [155], SARS [156] i upalom pluća. Korišćeno je 98 rendgenskih snimaka grudnog koša kod kojih je uspostavljena dijagnoza bolesti COVID-19. Da bi set podataka bio potpun i izbalansiran uzeto je i 98 rendgenskih snimaka grudnog koša bez dijagnoze COVID-19 [157]. Istraživanje prikazano u nastavku je sprovedeno na 98 COVID-19 i 98 pacijenata sa bolešću koja nije COVID-19 (ukupno 196 različitih rendgenskih slika grudnog koša). Sve slike su unapred obrađene: podešen je kontrast, podešena je zasićenost slike, uklonjene su crne trake i takve su sačuvane sa dimenzijama 224x224 piksela.

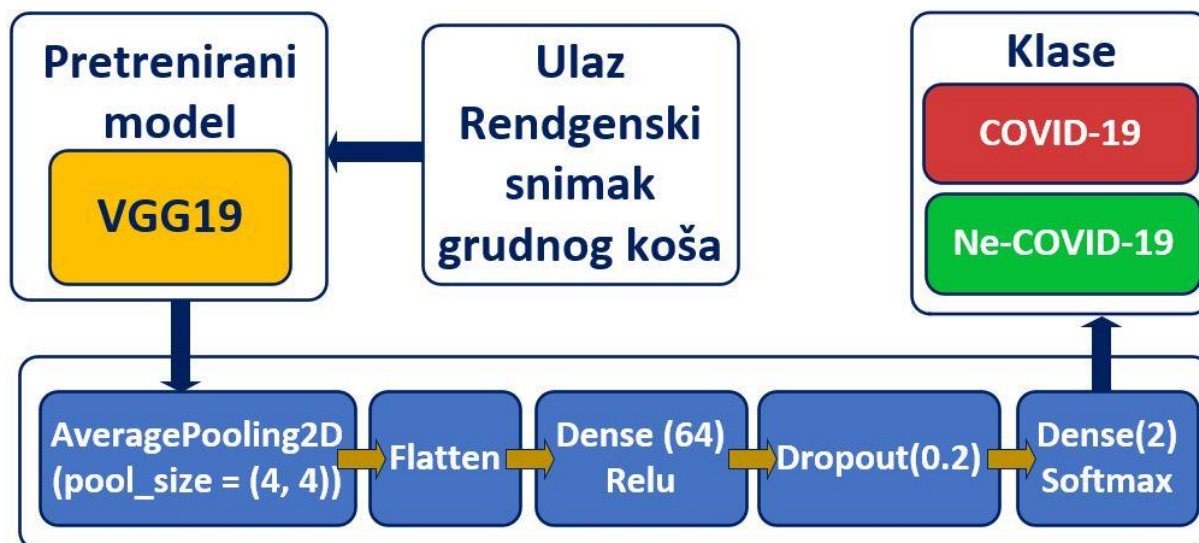
Dosta vremena je potrebno za obuku kreiranih modela dubokih konvolucionih neuronskih mreža [158] nad velikim setovima podataka. Transferno učenje (eng. Transfer learning) uključuje upotrebu modela koji su već obučeni (istrenirani) za jedan problem, i koriste se za neki sličan problem. Transferno učenje smanjuje vreme koje je neophodno za treniranje modela dubokih neuronskih mreža i smanjuje grešku generalizacije. Jedan način da se smanji vreme potrebno za obuku kompleksnih dubokih neuronskih mreže jeste taj da se ponovo koriste težine modela iz već pretreniranih modela koji su razvijeni nad standardnim *computer vision* benčmark skupovima podataka, kao što je ImageNet [159] i sa zadacima prepoznavanja i klasifikovanja slika [160]. Keras sadrži više pretreniranih modela nad skupovima podataka ImageNet-a čiji je primarni cilj prepoznavanje slika. Neki od tih modela su: VGG, ResNet i Inception. Za potrebe ovog istraživanja kreiran je model konvolucionih neuronskih mreža zasnovan na prethodno obučenom modelu VGG19 [161] za potrebe binarne klasifikacije rendgenskih snimaka grudnog koša u dve klase: Ne-COVID-19 i COVID-19.



SLIKA 99. Arhitektura VGG19 modela

VGG19 (Visual Geometry Group) je konvoluciona mreža koja se sastoji iz 16 konvolucionih slojeva, 5 MaxPool slojeva, 3 potpuno povezana sloja, i jednog SoftMax sloja. Slojevi u VGG19 mreži poredani su u sledećem redosledu: Conv3x3 (64), Conv3x3 (64), MaxPool, Conv3x3 (128), Conv3x3 (128), MaxPool, Conv3x3 (256), Conv3x3 (256), Conv3x3 (256), Conv3x3 (256), MaxPool, Conv3x3 (512), Conv3x3 (512), Conv3x3 (512), Conv3x3 (512), MaxPool, Conv3x3 (512), Conv3x3 (512), Conv3x3 (512), Conv3x3 (512), MaxPool, Fully Connected (4096), Fully Connected (4096), Fully Connected (1000), SoftMax (SLIKA 99). Vrednosti u zagradama pored konvolucionih slojeva predstavljaju broj filtera u tom sloju. Broj u zagradama pored potpuno povezanih slojeva predstavlja broj neurona u tom sloju. Mreža radi sa ulaznim slikama dimenzija 224x224x3 piksela. Pretrenirana mreža može da klasifikuje slike u veliki broj kategorija (1000 kategorija). *MaxPool* sloj omogućava redukciju dimenzionalnosti ulazne slike (visine i širine). Prva dva sloja su konvolutivni slojevi sa filterima 3x3. U ova dva sloja koriste se 64 filtera koji kreiraju sliku dimenzija 224x224x64. Svi filteri 3x3 su sa korakom 1. Nakon toga sledi *Max pool* sloj veličine 2x2 sa korakom 2 (svi *Max pool* slojevi su sa tim podešavanjem) koji smanjuje sliku na 128x128x64. Nakon ovoga slede još dva konvoluciona sloja sa po 128 filtera koji kreiraju sliku dimenzija 128x128x128. Nakon njih se primenjuje sloj *Max pool* veličine 2x2 sa korakom 2 koji smanjuje sliku na dimenzije 56x56x128. Nakon toga slede 4 konvoluciona sloja sa po 256 filtera koji sa *Max pool* slojem redukuju sliku na 28x28x256. Nakon toga ponovo se nalazi grupa konvolucionih slojeva sa po 512 filtera i sa *Max pool*-om i oni smanjuju sliku na dimenzije 14x14x512. Još četiri sloja sa po 512 filtera i sa *Max pool* slojem smanjuju sliku na dimenzije 7x7x512 koja se dovodi na potpuno povezane slojeve sa po 4096, 4096 i 1000 neurona respektivno. Nakon njih je *softmax* sloj koji određuje klasu.

Na slici (SLIKA 100) prikazana je arhitektura duboke konvolucione neuronske mreže kreirane za binarnu klasifikaciju radioloških snimaka grudnog koša u dve klase: COVID-19 i Ne-COVID-19. Pored slojeva VGG19 mreže koriste se u kreiranom modelu i sledeći slojevi u redosledu prikazanom na (SLIKA 100): *AveragePooling2D* [162] sa podešenim *pool_size* na (4, 4), *Flatten* [163], *Dense* [164] sa 64 neurona u sloju i *relu* [165] aktivacionom funkcijom, *Dropout* [166] sa koeficijentom 0.2 i na kraju je dodat još jedan izlazni *Dense* sloj sa 2 neurona i *softmax* [167] aktivacionom funkcijom.



SLIKA 100. Prikaz arhitekture duboke neuronske mreže kreirane za binarnu klasifikaciju radioloških snimaka grudnog koša

Sve slike iz kreiranog skupa podataka su nasumično podeljene u dva odvojena seta podataka u odnosu 80% (za treniranje) prema 20% (za validiranje). K-slojna unakrsna validacija korišćena je sa postavljenim parametrom $k = 5$ (SLIKA 98).

Najbolji rezultati dobijeni su sa sledećim vrednostima hiperparametara: veličina serije (eng. *batch size*) podešena je na 32, broj epoha (eng. *epochs*) na 300 a brzina učenja (eng. *learning rate*) na 0,001 (svi parametri su određeni eksperimentalnim putem).

5.3.3. Model za optimizaciju vremenskih slotova za zakazivanje pregleda

Set podataka koji je korišćen za obuku kreiranog modela duboke neuronske mreže kreiran je na osnovu podataka iz baze podataka Doma zdravlja Niš. Kreirani set podataka sadrži karakteristike (attribute) prikazane u tabeli (TABELA 13). Svi atributi se odnose na vremenske slotove za zakazivanje pregleda pacijentima i predstavljaju ulaze za kreiranu duboku neuronsku mrežu. Podaci u setu podataka su izvučeni iz baze podataka za period od 2015. do 2019. godine (5 godina).

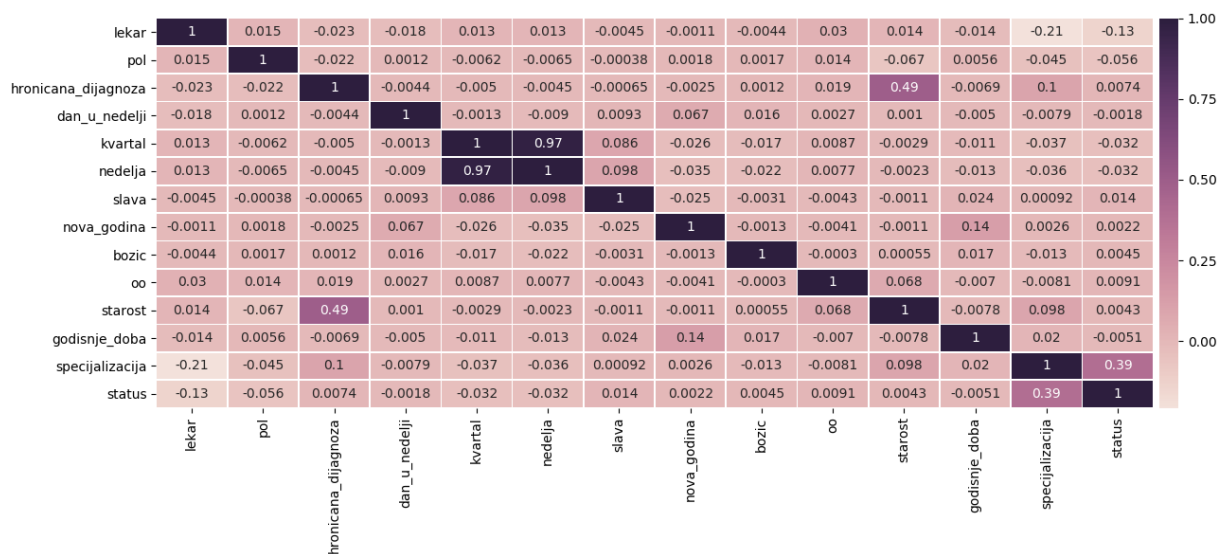
TABELA 13. Lista atributa iz seta podataka ekstrahovanog iz baze Doma zdravlja Niš za potrebe treniranje i validiranje kreiranog modela

Atribut	Oznaka atributa	Opis
Lekar	l	Id lekara
Pol pacijenta	p	1 - Muškarac, 0 - Žena
Hronična dijagnoza	hd	0 - Da, 1 - Ne
Dan u nedelji	dun	[1 - 7], 1 - prvi dan u nedelji (Ponedeljak)
Kvartal	kv	[1 - 4], godišnji kvartal
Redni broj nedelje	rbn	Redni broj nedelje u godini
Slava	s	Zakazani termin pregleda je tokom 10 najvećih slava u Srbiji
Nova godina	ng	Nova godina (30. i 31. decembar i 1, 2, i 3. januar)
Božić	b	6, 7. i 8. januar
Tip zdravstvenog osiguranja pacijenta	oo	1 - zapošljen (šifra: 10**) 2 - nezaposlen (šifra: 9999, 11**) 3 - penzioner (šifra: 12**) 4 - druge vrste osiguranja (šifra: 15**) 5 - osetljive grupe (šifra: 1820, 421) 6 - strani državljani (šifra: 17**) 7 - korisnici državnog osiguranja (šifra: 18**) 8 - specijalna regulativa (šifra: 19**) 9 - vojni osiguranici (šifra: 90**, 434, 1012, 1913) 10 - konvencija (šifra: 20**) 11 - trudnice (šifra: 412, 1811)
Starost pacijenta	sp	1 - [manje od 1] godine 2 - [1-6] godine 3 - [7-18] godine 4 - [19-34] godine 5 - [35-49] godine 6 - [50-64] godine 7 - [65-74] godine 9 - [75+] godine
Godišnje doba	gd	1 - Proleće, 2 - Leto, 3 - Jesen, 4 - Zima
Specijalizacija	spec	1 - neuropsihijatrija 2 - zubar 3 - psihijatrija 4 - doktor medicine 5 - dermatovenerologija 6 - otorinolaringologija 7 - fizikalna medicina i rehabilitacija 8 - interna medicina 9 - pedijatrija 10 - oftamologija

		11 - ginekologije i akušerstva 12 - opšta medicina
Broj dana do zakazanog termina	bdzt	Broj dana od trenutka zakazivanja termina za pregled do samog termina pregleda
Procenat nedolaska na pregled	pnp	Procenat nedolaska pacijenta u zakazanom terminu za pregled
Status	stat	0 - pacijent dolazi u zakazanom terminu 1 - pacijent ne dolazi u zakazanom terminu

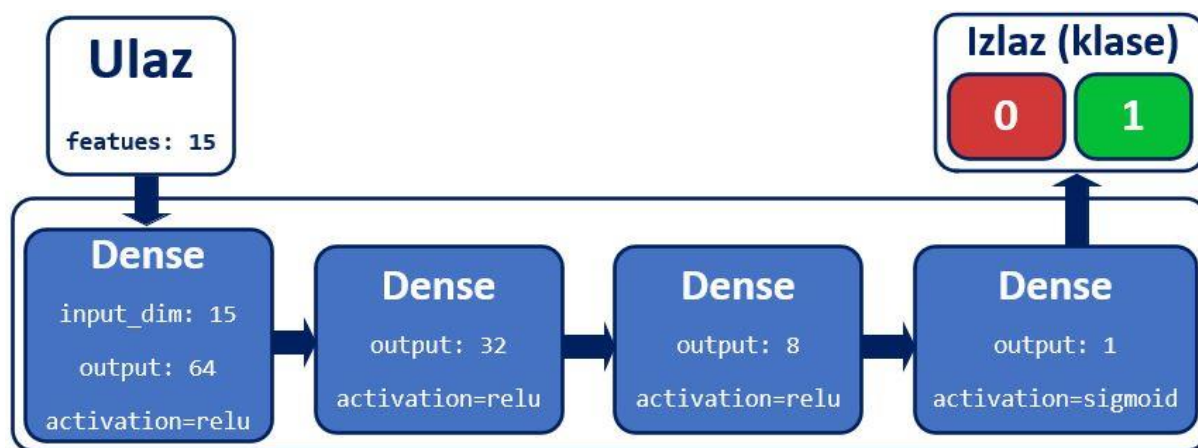
Kreirani model duboke neuronske mreže kreiran je u cilju binarne klasifikacije vremenskih slotova za zakazivanje pregleda u dve klase (Status: 0 - pacijent dolazi u zakazanom terminu, 1 - pacijent ne dolazi u zakazanom terminu). Netačni podaci i prazna polja ne mogu biti od koristi modelu koji se kreira već samo mogu proizvesti neželjeni šum. Iz tog razloga potrebno je rešiti se takvih podataka. Postoji više načina za uklanjanje nevalidnih podataka, poput stavljanja minimalne (maksimalne) moguće vrednosti u slučaju da je postojeća vrednost manja (veća) od postavljenog ograničenja. Postavljanje srednje vrednosti svih ostalih validnih podataka u toj koloni ili jednostavno uklanjanje sloga koji sadrži nevalidan podatak. Set podataka je inicijalno sadržao 388.194 slogova podataka. Nakon obrade seta podataka (identifikovanje nedostajućih vrednosti u slogovima skupa podataka; eliminisanje slogova sa nedostajućim vrednostima; brisanje atributa sa velikim procentom nedostajućih vrednosti; normalizovanje svih vrednosti atributa), set podataka sadrži 341.569 (88% od inicijalnog broja slogova) slogova.

Set podataka je veoma dobro izbalansiran prema atributu Status (TABELA 13) (skoro 50% slogova pripada klasi 0 i 1). Set podataka je zatim nasumično podeljen u dva disjunktna podskupa podataka u odnosu 80% (za treniranje modela) i 20% (za validiranje modela). Na slici (SLIKA 101) prikazana je matrica korelacije između atributa. Vrednosti matrice korelacije mogu biti u intervalu $[-1, +1]$. Vrednost +1 označava da između odgovarajućih atributa postoji potpuna korelacija, dok vrednost -1 da postoji potpuna negativna korelacija.



SLIKA 101. Korelaciona matrica između atributa obrađenog seta podataka

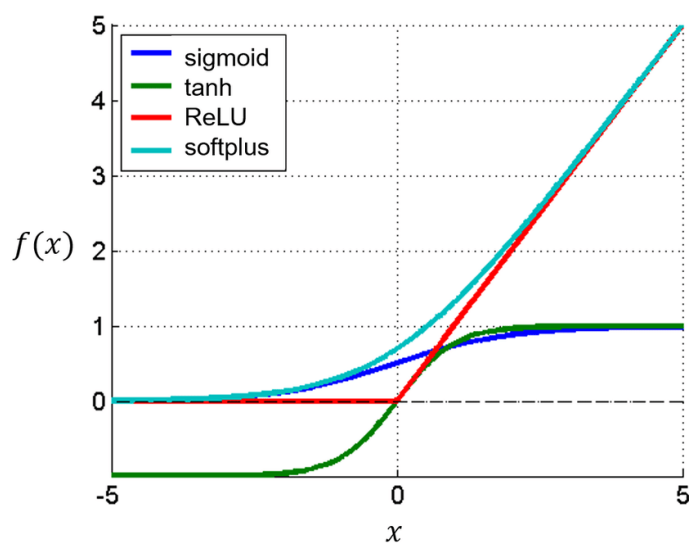
K-slojna unakrsna validacija je korišćena za procenu kreiranog modela. Vrednost za parametar k je postavljen tom prilikom na 5 (SLIKA 98). Najbolji rezultati dobijeni su sa sledećim vrednostima hiperparametara: veličina serije (*batch size*) je podešena na 512, broj epoha (*epochs*) na 100 i brzina učenja (*learning rate*) na 0.01 (svi parametri su dobijeni eksperimentalnim putem). Model za binarnu klasifikaciju prikazan je na slici (SLIKA 102).



SLIKA 102. Arhitektura duboke neuronske mreže sa *Dense* slojevima neurona

Za kreiranje modela duboke neuronske mreže odabran je sekvencijalni model definisan u *Keras* biblioteci. Ovaj model omogućava linearno slaganje slojeva u neuronskoj mreži. Svaki sloj neuronske mreže dodaje se sekvencijalnom modelu. Za sve slojeve neuronske mreže odabrani su *Dense* slojevi. *Dense* je regularni kompletno povezani sloj neuronske mreže. Svaki neuron u sloju povezan je sa svakim neuronom iz prethodnog i sledećeg sloja neuronske mreže.

Obavezni parametar konstruktora ovog tipa sloja je broj neurona u sloju pod nazivom *units*. U konstruktoru se takođe prosleđuje i tip funkcije aktivacije pomoću parametra *activation*. Podrazumevana vrednost za ovaj parametar je linearna funkcija aktivacije, ali su dostupne sve funkcije aktivacije. Inicijalizacija težina se može podešavati pomoću parametra *kernel_initializer*. Dostupne su i mogućnosti regularizacije. Ograničenja težina se postavljaju pomoću parametra *kernel_constraint*, gde se mogu postaviti ograničenja kao što su ne-negativnost i maksimalna vrednost. Predloženi model (SLIKA 102) na ulazu dobija vektor od 15 *feature*-a. Pored ulaznog i izlaznog sloja kreirani model sadrži i dva skrivena sloja. Prvi *dense* (ulazni) sloj ima 15 ulaza i 64 izlaza i koristi *relu* (ispravljačka linearna aktivacija - SLIKA 103) aktivacionu funkciju. Izlaz iz tog sloja dovodi se na ulaz sledećeg *dense* sloja koji ima 32 izlaza i postavljenu *relu* aktivacionu funkciju. Izlaz iz tog sloja dovodi se u sledeći sloj koji ima 8 izlaza. I kod njega je postavljena *relu* aktivaciona funkcija. Poslednji (izlazni) sloj je *dense* sloj i ima samo jedan izlaz. Ovde je upotrebljena *sigmoid* (sigmoidna funkcija - SLIKA 103) aktivaciona funkcija kako bi se kasnije izvršila binarna klasifikacija u dve klase 0 i 1.

SLIKA 103. Aktivacione funkcije (*sigmoid*, *tanh*, *ReLU* i *softplus*) [168]

5.3.4. Merenje performansi kreiranih modela

Za merenje performansi predloženih modela korišćeni su klasifikacioni izveštaji [169]. Promenljive TP, FP, TN i FN označavaju True Positives (tačno pozitivni), False Positives (lažno pozitivni), True Negatives (tačno negativni), False Negatives (lažno negativni). True positives (TP) je broj pozitivnih slogova koje je klasifikator ispravno prepoznao. True negatives (TN) je broj negativnih slogova koje je klasifikator ispravno prepoznao. False positives (FP) je broj negativnih slogova koje je klasifikator pogrešno prepoznao kao pozitivne. False negatives (FN) je broj pozitivnih slogova koje je klasifikator pogrešno prepoznao kao negativne. Navedeni termini su sumirani u matrici konfuzije koja je prikazana na slici (SLIKA 104) za slučaj binarnog klasifikatora. U slučaju N različitih klasa matrica konfuzije bi bila dimenzija $N \times N$. Matrica konfuzije je koristan alat za analizu klasifikatora. TP i TN prikazuju kada klasifikator dobro radi, dok FP i FN prijavljuju kada klasifikator pravi greške.

		Prave klase	
		Pozitivna	Negativna
Prepoznate klase	Pozitivna	TP	FP
	Negativna	FN	TN

SLIKA 104. Matrica konfuzije binarnog klasifikatora

Za izračunavanje performansi modela korišćene su sledeće mere [170]:

$$accuracy = \frac{TP + TN}{TP + FP + TN + FN} \quad (1)$$

$$recall = \frac{TP}{TP + FN} \quad (2)$$

$$precision = \frac{TP}{TP + FP} \quad (3)$$

$$f1 - score = 2 \cdot \frac{precision \cdot recall}{precision + recall} \quad (4)$$

Tačnost (*accuracy*) klasifikatora za dati test skup predstavlja procenat slogova koje je klasifikator ispravno klasifikovao. Često se u literaturi ova mera naziva i ukupnom stopom prepoznavanja klasifikatora. Ona odražava koliko dobro klasifikator prepoznaje slogove različitih klasa. Tačnost je najveća kada je distribucija klasa relativno uravnotežena

Kompletnost (*recall*) se utvrđuje koliko je ispravnih rezultata otkriveno. Predstavlja procenat ispravno klasifikovanih pozitivnih slogova u odnosu na ukupan broj pozitivnih slogova. Savršena kompletnost 1.0 za klasu K govori da je svaki slog klase K tako i označen, ali ne govori ništa o tome koliko je ostalih slogova loše klasifikovano da pripada klasi K.

Preciznost (*precision*) predstavlja procenat pozitivno klasifikovanih slogova koji su zaista pozitivni. Određuje koliko su predviđanja tačna. Savršeni rezultat preciznosti 1.0 za klasu K označava da za svaki slog koji je klasifikator označio klasom K zaista pripada toj klasi. Međutim, to ne daje nikakve informacije o slogovima klase K koji su loše klasifikovani.

F1-score se računa na osnovu preciznosti i kompletnosti. To je mera uravnoteženih prosečnih rezultata. Definiše se kao harmonijska sredina preciznosti i kompletnosti.

Osetljivost (*sensitivity*) i specifičnost (*specificity*) su mere koje se koriste kada distribucije klasa nisu uravnotežene. Osetljivost označava koliko dobro klasifikator prepoznaje pozitivne slogove, dok se specifičnost odnosi na to koliko dobro klasifikator prepoznaje negativne slogove.

$$sensitivity = \frac{TP}{TP + FN} \quad (5)$$

Osetljivost (*sensitivity*) je mera prepoznatih tačno pozitivnih rezultata koji su identifikovani kao tačni (npr. Sposobnost testa da pravilno identifikuje pacijente sa bolešću).

$$specificity = \frac{TN}{FP + TN} \quad (6)$$

Specifičnost (*specificity*) je mera prepoznatih tačnih negativnih vrednosti koji su ispravno identifikovane kao negativne (npr. sposobnost testa da pravilno identifikuje pacijenta bez bolesti).

5.4. Ostvareni rezultati

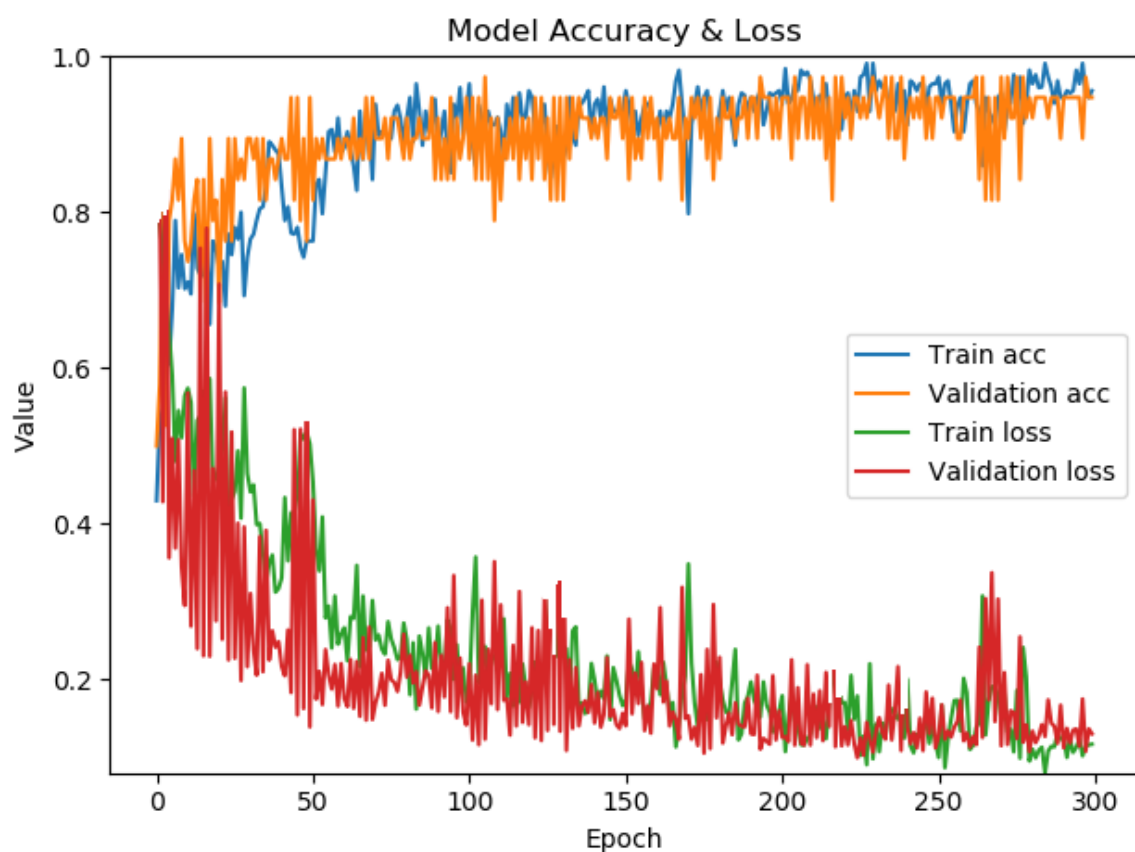
Nakon kreiranja modela dubokih neuronskih mreža, modeli su trenirani i validirani na pripremljenim skupovima podataka. U nastavku su prikazani ostvareni rezultati kreiranih modela primenjenih u realnim uslovima. Izgled modula za pregled radioloških slika na odeljenju radiologije i modula za zakazivanje termina za pregled pacijenata kod lekara ili na dijagnostičkim uređajem prikazan je na slici (SLIKA 105).



SLIKA 105. Moduli u medicinskom informacionom sistemu MEDIS.NET (levo - modul na odeljenju radiologije, desno - modul za zakazivanje pregleda pacijenata)

5.4.1. Performanse modela za klasifikaciju rendgenskih snimaka grudnog koša

SLIKA 106 prikazuje performanse modela za klasifikaciju rendgenskih snimaka grudnog koša. Na osnovu prikazanih performansi modela vidi se da nije došlo do prilagođavanja i pored toga što je korišćen veoma ograničen set podataka za treniranje predloženog modela. Prilagođavanje podrazumeva da model odlično pronalazi obrasce u trening podacima ali se neuspešno generalizuje u do tada neviđenim podacima. Matrica konfuzije prikazana je na slici (SLIKA 107). Na osnovu matrice konfuzije izračunata je tačnost, osetljivost, specifičnost, preciznost i f1-score i oni iznose 94,87%, 94,74%, 95,00%, 94,74% i 94,74%, respektivno. Izveštaj o klasifikaciji prikazan je u tabeli (TABELA 14).



SLIKA 106. Performanse modela za binarnu klasifikaciju rendgenskih snimaka grudnog koša

		Prave klase	
		COVID-19	Ne-COVID-19
Prepoznate klase	COVID-19	TP 94.7% 18	FP 5% 1
	Ne-COVID-19	FN 5.3% 1	TN 95% 19

SLIKA 107. Matrica konfuzije modela za binarnu klasifikaciju rendgenskih snimaka grudnog koša

TABELA 14. Izveštaj o klasifikaciji za model za klasifikaciju radioloških snimaka grudnog koša

	Preciznost	Kompletnost	F1-score
Ne-COVID-19	0,95	0,95	0,95
COVID-19	0,95	0,95	0,95
Macro avg	0,95	0,95	0,95
Weighted avg	0,95	0,95	0,95

*Macro avg – srednja vrednost odgovarajuće metrike (Preciznost, Kompletnost, *F1 score*) za obe klase.

**Weighted avg – ukupan broj TP iz svih klasa / ukupan broj objekata u svim klasama.

True positives (TP) je broj pacijenata (94,7%) koje je model klasifikovao kao COVID-19 a oni zapravo i jesu pacijenti sa tom dijagnozom. *True negatives* (TN) je broj pacijenata (95%) za koje je model predvideo da nemaju bolest COVID-19 i oni zaista i nemaju tu bolest. Pacijenti koji nemaju i koji imaju bolest mogu se identifikovati sa tačnošću od 95% upotrebom predloženog modela. *False positives* (FP) je broj pacijenata (5%) za koje je model predvideo da su pozitivni na COVID-19 a zapravo nisu. Ovde posoji problem, jer bi takvi pacijenti najverovatnije bili poslani u privremenu COVID-19 bolnicu pa samim tim bi boravili u visoko zaraznoj sredini. Postojala bi velika mogućnost da se takvi pacijenti i zaraze virusom koji izaziva bolest COVID-19 nakon dodatnog izlaganja virusnoj sredini. *False negatives* (FN) je broj pacijenata (5,3%) kojima je model predvideo da nisu pozitivni na COVID-19, a u stvari oni jesu pozitivni. Takvi pacijenti bi bili pušteni kući bez uspostavljene dijagnoze COVID-19. Takvi pacijenti bi mogli da zaraze veću populaciju ljudi sa kojima bi ostvarili socijalni kontakt. Dobra stvar je da se radiološki pregled obavlja za pacijente koji imaju izrazitu sliku bolesti COVID-19 pa ne bi bili svakako odmah otpušteni kući bez dodatnih testiranja (RT-PCR testiranje). U cilju povećanja performansi modela neophodno je povećanje procenta TP i TN, i smanjenje FP i FN.

Ostvarena tačnost od 94,87% postiže se korišćenjem unapred obučenog modela VGG19 za binarnu klasifikaciju slučajeva u dve klase: Ne-COVID-19 i COVID-19. Tačnost se povećava kroz proces treniranja mreže od 300 epoha, dok se vrednosti gubitaka smanjuju (SLIKA 106). Nakon povećanja broja epoha, blago počinje da se javlja problem prilagođavanja. Da bi se rešio ovaj problem može da se poveća trening set podataka i da se smanji složenost kreiranog modela. Eksperimentalno je određeno da je 300 epoha najbolja mera za treniranje mreže.

U radu [171] autori su predložili načine za detektovanje bolesti COVID-19 korišćenjem rendgenskih snimaka uz pomoć dubokih neuronskih mreža i SVM-a. Postigli su tačnost od 95,38% upotrebom pretreniranog modela ResNet50 i SVM-a. *Inception transfer learning* model korišćen je za predviđanje slučajeva COVID-19 pomoću CT snimaka [172]. Tokom treniranja i validiranja svojih modela autori su ostvarili tačnost od 89,5%. U radu [138] kreirani su modeli za predikciju bolesti COVID-19 na osnovu radioloških snimaka pluća i upotrebom pretreniranih modela InceptionV3, ResNet50 i Inception ResNetV2. Treniranjem kreiranih modela ostvarene su tačnosti od 97%, 98% i 97%, respektivno za navedene modele. U istraživanju posebno je naglašena upotreba pretreniranog modela ResNet50 čijom upotrebom su razvili svoj model za binarnu klasifikaciju i ostvarili tačnost od čak 98%.

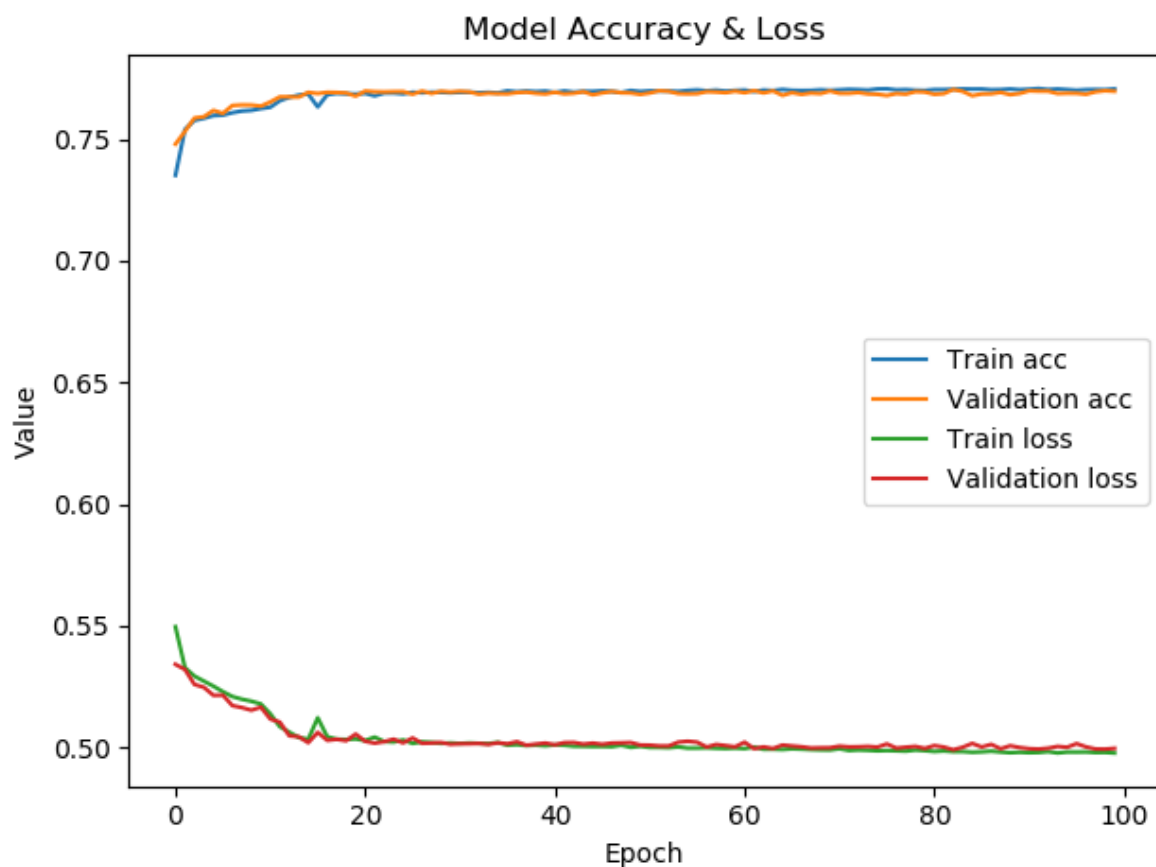
Istrenirani model za klasifikaciju rendgenskih snimaka grudnog koša može se koristiti na odeljenju za radiologiju u domovima zdravlja kao pomoćni alat lekarima za dijagnostikovanje bolesti tokom pandemije COVID-19. Radiolozi u domovima zdravlja, razvijeni model za binarnu klasifikaciju slika mogli bi da koriste u okviru postojećeg radiološkog modula u MEDIS.NET-u tokom pregleda rendgenskih snimaka (SLIKA 105). Integrisani model u MEDIS.NET-u može biti od koristi praktikantima, mladim lekarima, lekarima na specijalizaciji kao pomoćno sredstvo u dijagnostikovanju bolesti COVID-19. I pored toga što je ostvarena tačnost modela od 94,87%, lekari specijalisti radiologije na kraju postavljaju konačnu dijagnozu i odlučuju o daljem toku lečenja pacijenta.

Iako je količina podataka u skupu podataka (rendgenski snimci grudnog koša sa dijagnostikovanim oboljenjem COVID-19) za obuku predloženog modela ograničena (u ovom trenutku), dobijeni rezultati su prilično dobri. Performanse predloženog modela potrebno je verifikovati na većem skupu prikupljenih podataka. Za povećanje performansi modela potrebno je treniranje modela sa većim skupom podataka.

5.4.2. Performanse modela za optimizaciju slotova za zakazivanje pregleda

Na slici (SLIKA 108) prikazane su performanse modela za optimizaciju slotova za zakazivanje pregleda. Sa slike se vidi da je izbegnuto preprilagođavanje modela tokom procesa

treniranja. Matrica konfuzije prikazana je na slici (SLIKA 109). Na osnovu matrice konfuzije izračunata je tačnost, osetljivost, specifičnost, preciznost i f1-score i oni iznose 78,23%, 72,59%, 84,16%, 82,82% i 77,37%, respektivno. Izveštaj o binarnoj klasifikaciji prikazan je u tabeli (TABELA 15).



SLIKA 108. Performanse modela za optimizaciju slotova za zakazivanje pregleda

		Prave klase	
		0	1
Prepoznate klase	0	TP 72.59% 25426	FP 15.84% 5274
	1	FN 27.41% 9599	TN 84.16% 28015

SLIKA 109. Matrica konfuzije za binarnu klasifikaciju slotova za zakazivanje pregleda

TABELA 15. Izveštaj o klasifikaciji za model za binarnu klasifikaciju slotova za zakazivanje pregleda

	Preciznost	Kompletnost	<i>F1 score</i>
0 – pacijent dolazi u zakazanom terminu za pregled	0,74	0,84	0,79
1 – pacijent ne dolazi u zakazanom terminu za pregled	0,83	0,73	0,77
Macro avg	0,79	0,78	0,78
Weighted avg	0,79	0,78	0,78

*Macro avg – srednja vrednost odgovarajuće metrike (Preciznost, Kompletnost, *F1 score*) za obe klase.

**Weighted avg – ukupan broj TP iz svih klasa / ukupan broj objekata u svim klasama.

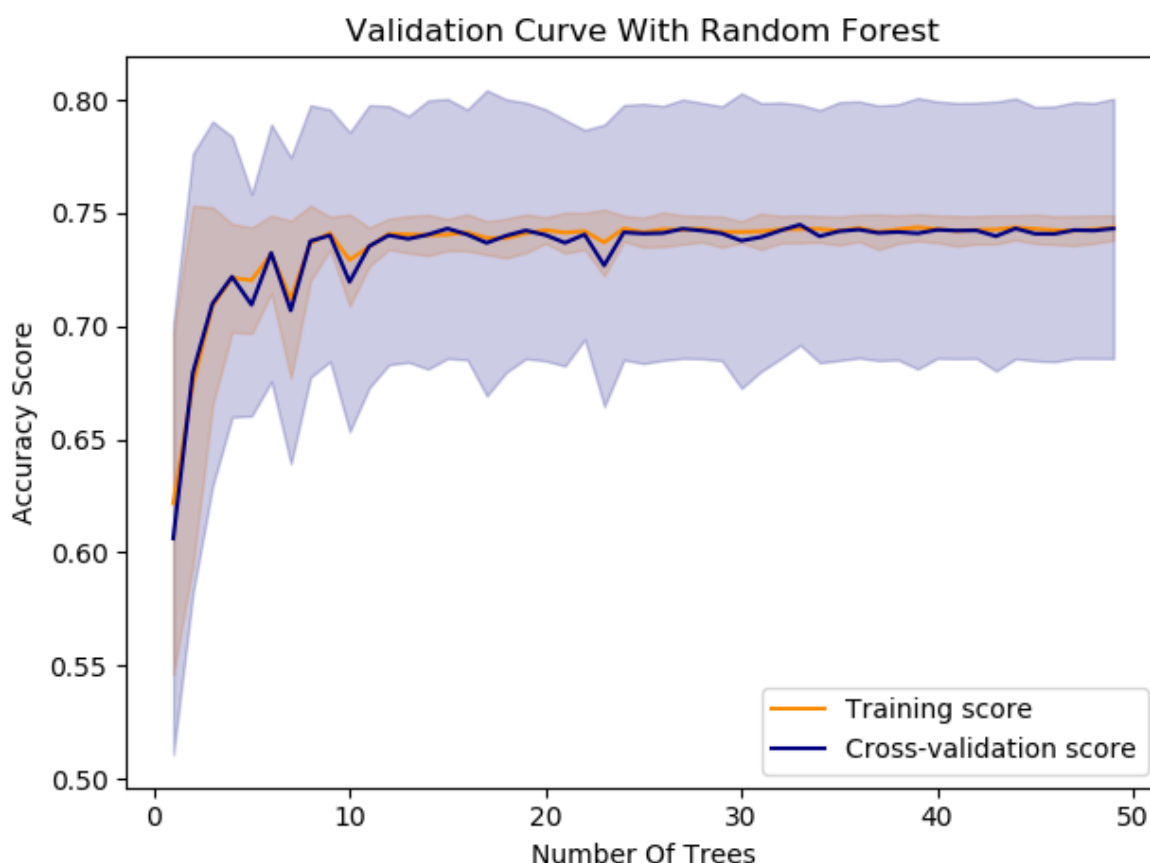
True positives (TP) je broj pacijenata (72,59%) za koje je model predvideo da će doći u zakazanom terminu. Ti pacijenti bi svakako i došli u svom zakazanom terminu. Ovo nema nikakvih pozitivnih i negativnih uticaja na model. *True negatives* (TN) je broj pacijenta (84,16%) koje je model klasifikovao da neće doći na zakazan pregled i oni zaista nisu došli. U tim termina su moguća dupla (preklopljena) zakazivanja kako bi se obezbedio veći stepen popunjenosti dostupnih termina za zakazivanje. *False positives* (FP) je broj pacijenata (15,84%) za koje je sistem predvideo da će doći na pregled, a oni nisu došli na zakazani pregled. Tako da ti termini ostaju nepopunjeni. U tim terminima može se izvršiti preklopljeno zakazivanje pacijenata, da bi se povećao stepen popunjenosti dostupnih termina za pregled. *False negative* (FN) je broj pacijenta (27,41%) za koje je model predvideo da neće doći na pregled a zapravo oni su došli. Takvi pacijenti generalno su potencijalni problem za stvaranje gužvi i prebukiranje slotova za zakazivanje. U realnim situacijama uvek se ostavlja malo prostora između dva susedna slota za zakazivanje pregleda kako bi se i takvim pacijentima pružila medicinska usluga. Trajanje tih pauza između dva slotova za zakazivanje definisano je u zavisnosti od specijalizacije i tipa službe u domu zdravlja. Da bi sistem imao bolje performanse neophodno je povećati procenete TP i TN, a smanjiti procenete za FP i FN sa ciljem povećanja tačnosti, senzitivnosti, specifičnosti, preciznosti i *f1-score*-a.

Razvijeni model za binarnu klasifikaciju zakazanih termina za preglede može se koristiti u modulu za zakazivanje u MEDIS.NET-u (SLIKA 105) za pametnu identifikaciju i procenu pacijenata koji neće doći na pregled kod izabranog lekara ili/i na skupe dijagnostičke preglede za koje pacijent treba da sačeka, ponekad čak i nekoliko meseci. Za svaki zakazani termin lekar može dobiti poruku o potencijalnom nedolasku pacijenta na pregled. Tokom pandemije COVID-19, pacijenti mogu zakazati preglede direktno kod svog izabranog lekara pozivom Call

centra pri domu zdravlja. U trenutku zakazivanja, korišćenjem razvijenog modela, operater Call centra može dobiti procenu o potencijalnom nedolasku pacijenta u zakazani termin. Operater taj termin može specijalno označiti tako da bude dostupan i za druga zakazivanja ukoliko je taj termin klasifikovan kao termin u kome se pacijent neće pojaviti na zakazani pregled. Avio kompanije širom sveta koriste slične principe za overbooking sedišta dugi niz godina [173] i to je bio glavni motiv za realizaciju ovakvog modela i integrisanje istog u modul za zakazivanje pregleda u MEDIS.NET-u. Korišćenjem razvijenog modela, na zahtev zaposlenih u domu zdravlja, za svakog pacijenta koji ima zakazan pregled može se proveriti da li će on doći u terminu svog zakazanog pregleda. Za te potrebe moguće je kreiranje i posebnih izveštaja. Nakon provere, moguće je kreirati dnevne izveštaje sa pacijentima koji se neće pojaviti u svojim zakazanim terminima tokom trajanja pandemije. Nakon pregleda izveštaja, takvi pacijenti se mogu kontaktirati telefonom radi potvrde njihovog dolaska u zakazanim terminima. Potrebno je telefonom kontaktirati pacijente sa zakazanim terminima na skupim dijagnostičkim aparatima (CT, MRI) i koji su klasifikovani kao pacijenti koji potencijalno ne dolaze na pregled (klasa 1). Tokom pandemije COVID-19 lekari u domu zdravlja rade prema izmenjenom rasporedu i to samo po nekoliko dana u toku nedelje. Broj dostupnih termina za zakazivanje pregleda je značajno smanjen i to čak za 72%. Zbog tako smanjenog broja slotova za zakazivanje pregleda neophodno je znati procenat pacijenata koji potencijalno ne dolaze u svojim zakazanim terminima za preglede. I pored smanjenja obima posla, broj zakazanih termina na dnevnom nivou u domu zdravlja je ogroman. Prosečan broj termina za zakazivanje na dnevnom nivou u Domu zdravlja Niš je 1.738. Zbog tako velikog broja zakazanih termina, operateri Call centra nisu u mogućnosti da kontaktiraju svakog pacijenta kako bi potvrdili da li dolaze u svojim zakazanim terminima na pregled. Tokom prvih meseci pandemije COVID-19 broj pacijenata koji ne dolaze u svojim zakazanim terminima je bio čak 62% (veliki uticaj na to imalo je uvedeno vanredno stanje koje je smanjilo i ograničilo kretanje stanovništva). Malo je verovatno da će se takav slučaj nedolaska pacijenata na pregled dogoditi za zakazane termine na skupim dijagnostičkim uređajima (CT, MRI), budući da se pacijenti unapred kontaktiraju oko dolaska na pregled.

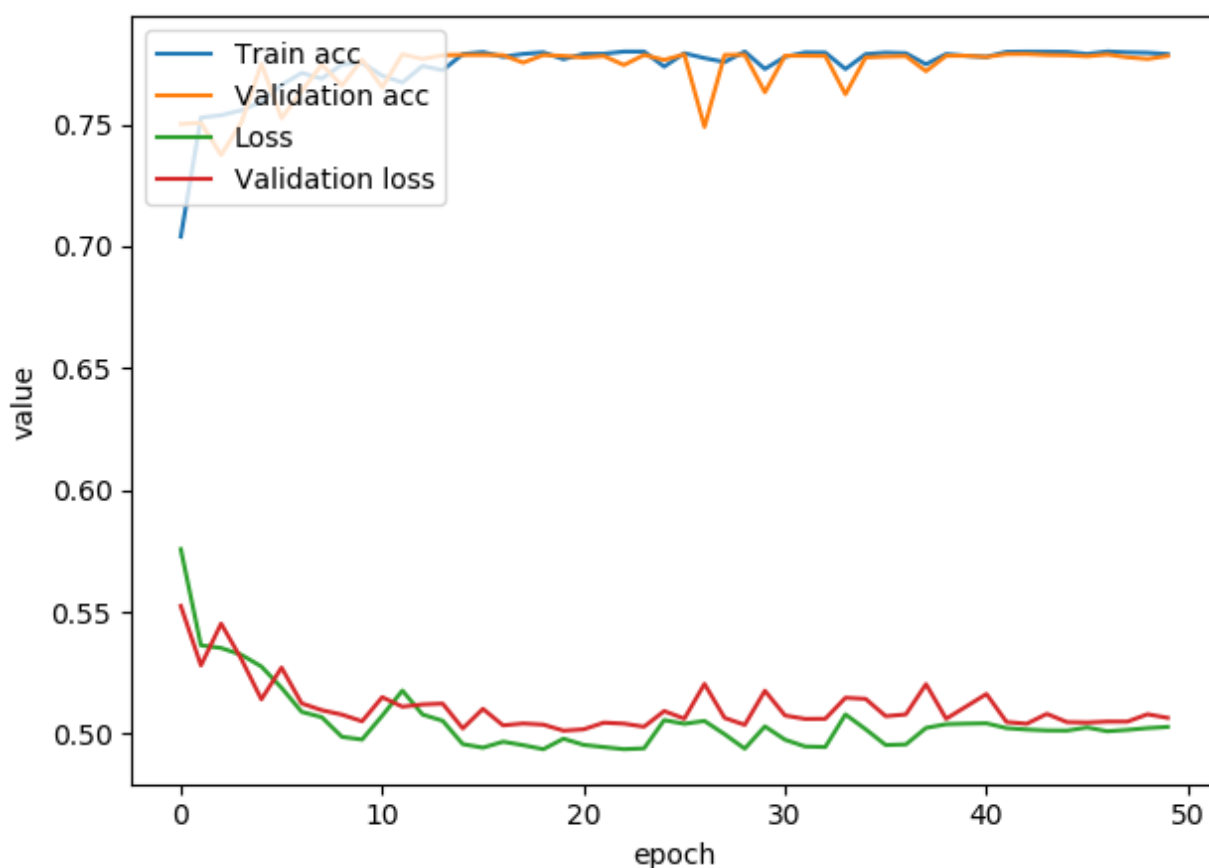
Tačnost kreiranog modela je 78,23%. Tačnosti se povećavaju kroz proces treniranja neuronske mreže od 100 epoha, dok se vrednosti gubitaka smanjuju (SLIKA 108). Eksperimentalnim putem utvrđeno je da treniranje sa 100 epoha ne dovodi do problema prilagođavanja. U cilju povećanja efikasnosti binarne klasifikacije zakazanih termina za

preglede, razvijena su još dva modela koristeći slučajne šume (*Random Forest*) [111] i logističku regresiju (*Logistic Regression*) [112]. Modeli su trenirani nad istim skupom podataka koji je inicijalno kreiran za obuku modela duboke neuronske mreže. Nakon obuke kreiranih modela ostvarena je tačnost od 75% za *Radnom Forest* (SLIKA 110) i 76% za *Logistic Regression*. Upotrebom ova tri modela kreiran je i sistem za glasanje. Sistem glasanja se koristi kako bi se preciznije utvrdilo da li pacijent dolazi u svom zakazanom terminu za pregled. Za izabrani zakazani termin vrši se binarna klasifikacija u dve klase (0 – pacijent dolazi u zakazanom terminu na pregled i 1 – pacijent ne dolazi u zakazanom terminu na pregled) pomoću duboke neuronske mreže, *Radnom Foresta* i *Logistic Regression*. Rezultati klasifikacije različitim binarnim kreiranim klasifikatorima se sumiraju. Na kraju obavljenog procesa glasanja pacijent dolazi u zakazanom terminu na pregled ukoliko su dva modela klasifikovala zakazani termin kao klasu 0. Korišćenjem sistema glasanja, broj pacijenata koji ne dolaze na svoje preglede može se značajno smanjiti na vrednost od 10%. Određivanje ove vrednosti obavljeno je simuliranjem nad podacima iz baze podataka Doma Zdravlja Niš.



SLIKA 110. Performanse modela za optimizaciju slotova za zakazivanje pregleda upotrebom *Radnom Forest-a*

Treniranjem modela iste arhitekture sa većim brojem atributa (broj ulaznih atributa 48) i sa promenjenim hiper-parametrima, gde su pored već opisanih atributa korišćeni i atributi koji opisuju i karakteristike vremena tokom svakog zakazanog termina postignuti su minimalno bolji rezultati sa tačnošću 78,87 (prethodna tačnost bila je 78,23). Atributi koji opisuju vreme preuzeti su sa Republičkog hidrometeorološkog zavoda (opisuju vazdušni pritisak, temperaturu, brzinu vetra, poledicu, debljinu snežnog pokrivača, količina padavina). Performanse modela prikazane su na slici (SLIKA 111). Najbolji rezultati dobijeni su sa sledećim vrednostima hiperparametara: veličina serije (batch size) je podešena na 1.024, broj epoha (epochs) na 50 i brzina učenja (learning rate) na 0,01 (svi parametri su dobijeni eksperimentalnim putem).



SLIKA 111. Performanse kreiranog modela treniranog sa parametrima koji opisuju zakazani termin zajedno sa hidro-meteorološkim vremenskim prilikama

Pored značajnih prednosti ovakvog optimizovanog pristupa zakazivanju pregleda postoji i jedan nedostatak oko same implementacije ovog rešenja za potrebe svakodnevne upotrebe u domovima zdravlja. Nedostatak koji se ovde za sada javlja jeste sama implementirana integracija medicinskog informacionog sistema MEDIS.NET sa centralnim Republičkim informacionim sistemom "Moj Doktor" za zakazivanje pregleda, koji ne

dozvoljava zakazivanje većeg broja pregleda u jednom vremenskom slotu za zakazivanje (overbooking zakazanih termina). Zbog prisutnog ograničenja ovakav način optimizovanog zakazivanja bio bi moguć samo na lokalnom nivou (u okviru doma zdravlja) ali to bi imalo negativne posledice za pacijente koji ne bi mogli da vide svoje termine zakazanih pregleda preko web portala “Moj Doktor”.

6. PREDLOG PERSONALIZOVANOG AUTOMAT ZA IZDAVANJE LEKOVA

Doprinos u borbi protiv pandemije virusa SARS-CoV-2 dala je i upotreba automata za prodaju lekova (AL) i medicinskih sredstava (na primer zaštitne maske). Njihovom primenom je značajno povećano socijalno distanciranje pacijenata unutar apoteka, a samim tim je i smanjena mogućnost zaražavanja prilikom preuzimanja lekova. Međutim puni potencijal koji nude automati nije iskorišćen zbog njihovog aktuelnog koncepta. Glavna ideja za razvijanje AL-a koji će omogućiti viši nivo socijalne distance je omogućiti pacijentima da podignu potrebne lekove bez ulaska u apoteku. Kako bi mogao da obavlja tu funkciju u Republici Srbiji, koncept AL-a je morao da bude modifikovan kako bi prepoznavao potrebe svakog pacijent ponaosob, tako je nastao personalizovani automat za prodaju lekova (PAL).

Jedno od mesta gde je potencijalni rizik zaražavanja izuzetno visok su apoteke, uzimajući u obzir da veliki broj ljudi, bili oni zaraženi ili ne, ulazi u apoteke kako bi preuzeli odgovarajuće lekove, što pogoduje daljem širenju virusa. Tokom epidemija, odnosno pandemija, potreba za kupovinom ili podizanjem lekova iz apoteka je veća. Postavlja se pitanje: Kako kupiti odnosno podići propisane lekove na bezbedniji način sa što manjom verovatnoćom da se dođe u kontakt sa samim virusom? Jedno od mogućih rešenja je upotreba automata za prodaju lekova (AL). Sam koncept AL-a je sličan onom koji koriste i drugi automati za prodaju hrane, pića, cigareta, itd. Međutim, upotreba AL-a nije toliko zaživela zbog ograničenog kapaciteta automata, zbog velikog broja lekova (više od 4000 u Republici Srbiji) i zbog činjenice da je za podizanje većine lekova potreban recept. Da bi se omogućila šira upotreba AL-a a samim tim uticalo na povećanje socijalnog distanciranja, potrebno je promeniti trenutni koncept AL-a, koji omogućava pristup samo ograničenom setu lekova. Njegov poboljšani koncept će omogućiti veću socijalnu distancu među pacijentima u apoteci, kao i između apotekara i pacijenata. Kako je potražnja lekova tokom pandemija izraženija, tako je i pritisak na osoblje apoteke veći, pa bi primena izmenjenog koncepta AL-a, upotreba PAL-a, povoljno uticala i na smanjenje pritiska kojem su oni izloženi. Postoje takođe i drugi benefiti upotrebe PAL koncepta, kao što su: dostupnost lekova 24/7, poboljšana produktivnost apoteka, a samim tim i bolji kvalitet života, itd.

U radu [174] su prikazane osnovne ideje o tome kako promeniti AL koncept. U nastavku doktorske disertacije te ideje su unapređene i proširene, a takođe je prikazan i koncept personalizovanog automata za prodaju lekova, koji će značajno povećati upotrebu AL-a u poređenju sa tradicionalnim AL-om. Predloženi PAL koncept se može primenjivati, ukoliko su ispunjeni sledeći uslovi: da su podaci sa recepata sačuvani u elektronskom kartonu pacijenta, da sve zdravstvene ustanove primarnog nivoa imaju medicinski informacioni sistem, informacije sa svih recepata su sačuvane u centralnom registru, sve apoteke imaju pristup informacijama u centralnom registru. U Republici Srbiji su ovi zahtevi ispunjeni od strane zdravstvenog sistema, koji se koristi kao osnova za razvoj PAL-a. Predloženi koncept PAL-a se može primeniti u bilo kojoj zemlji sa sličnim zdravstvenim sistemom.

6.1. Upotreba automata za prodaju (AL)

Široka upotreba prodajnih automata (AP) (vending machines) je učinila svakodnevni život jednostavnijim, s obzirom na to da se koriste za prodaju hrane, pića, cigareta itd. Njihova primena datira još iz vremena Herona iz Aleksandrije, koji je bio grčki matematičar i inženjer. On je patentirao AL koji je radio na kovanice za prodaju svete vode [175]. Od tada se upotreba AP-ova povećavala, tako da je prvi moderni automat koji je radio na kovanice upotrebljen 1880. godine u Londonu za prodaju razglednica. U Nemačkoj su ovi automati počeli da se koriste za prodaju čokolade od strane nemačkog proizvođača čokolade Stollwerck, koji je prodavao čokolade u oko 15.000 automata. Pored čokolade, prodavao je cigarete, šibice, žvakaće gume, itd. [176]

Upotreba AL-a u farmaceutskoj industriji bi postao novi standard zbog svih benefita koji sa njim idu, ipak njegova praktična primena još uvek predstavlja izazov. Do sada je AL upotrebljen u mnogim zemljama, kao što su SAD, Kanada, Velika Britanija, Švajcarska i Južna Afrika.

Američka kompanije InstyMed se bavi distribucijom automata koji pacijentima mogu izdavati propisane lekove [177]. Slovački lanac apoteka Dr Max je počeo sa upotrebom AL-a za prodaju lekova 2019. godine. Pacijenti mogu da podignu lekove koji pripadaju nekoj od sledećih 6 kategorija: vitamini, probiotici, lekovi za prehladu i kapi za oči, prva pomoć, proizvodi za intimnu higijenu i dodaci ishrani [178]. Marta meseca 2020. godine, Dr Max je u

jeku COVID-19 pandemije počeo sa prodajom platnenih maski preko AL-a po ceni od 2,9 evra [101].

Istraživanja su sprovedena za upotrebu AL-a u Indiji [179] i Kazahstanu [180]. Upotreba AL-a je izuzetno značajna za Indiju zbog njegove primenljivosti u ruralnim područjima koja nemaju pristup apotekama. U Kazahstanu je bio sproveden pilot projekat tokom koga su u studentskom gradu postavili AL sa sredstvima za prvu pomoć i lekovima.

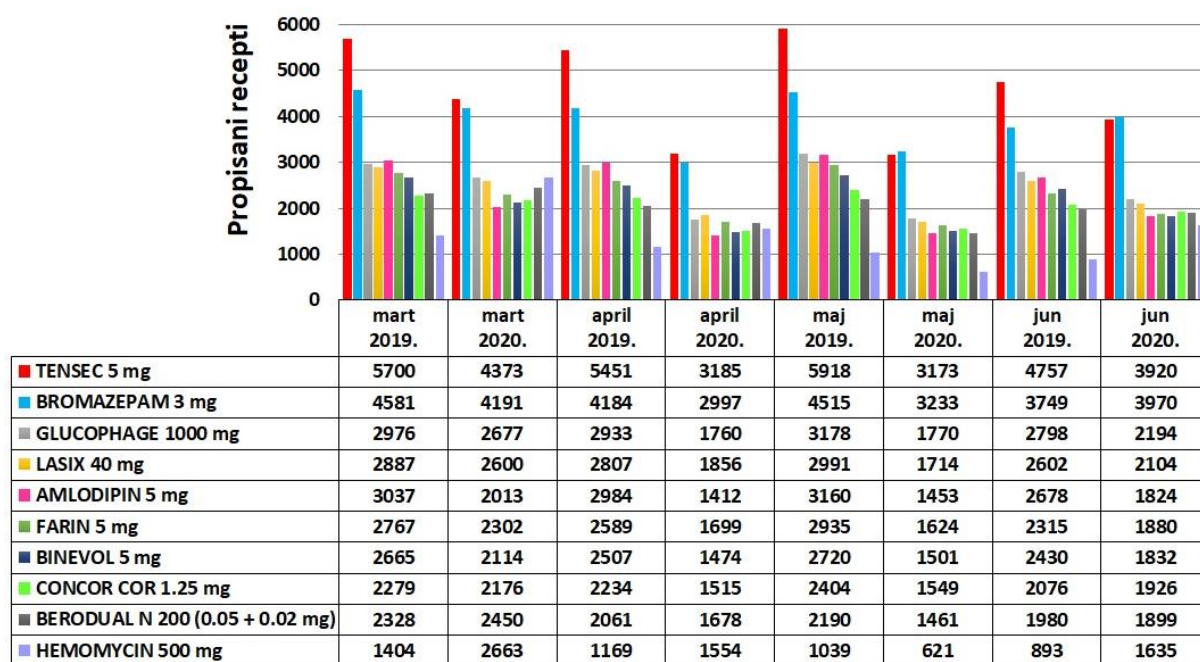
Jedinstvena priča o upotrebi AL-a dolazi iz Vankuvera u Kanadi [181]. Tokom epidemije opijata vlasti su odabrale nekoliko lokacija gde je podizanje lekova bilo nadgledano od strane treniranog osoblja. Kako bi uzeli lekove, pacijenti su počeli da se okupljaju što je predstavljalo rizik od širenja bolesti COVID-19. Kako bi se smanjilo širenje virusa ta mesta su morala biti zatvorena, što je onda povećalo nelegalnu prodaju lekova praćenu brojnim slučajevim predoziranja. Kriza je stavljena pod kontrolu upotrebom MySafe automata za prodaju opijata u decembru 2019. godine. Primena ovih automata je poboljšala kvalitet života i smanjila rizične aktivnosti na ulicama.

Iako postoje različite vrste AL-a, oni dele sličan set komponenata i podržanih funkcionalnosti. U radu [182] predstavljena je jedna varijanta AL-a. On se sastoji iz nekoliko glavnih komponenti: skener za uzimanje instrukcije od korisnika, sistem koji se sastoji iz: dva servo motora za izdavanje lekova, mesto za čuvanje lekova, senzor za detekciju pokretanja pilula, sistem nadgledanja za praćenje skladištenja zaliha, industrijska standardna mašina za odvojeno pakovanje lekova, beskontaktni laserski štampač koji je namenjen za štampanje opisa i vremena u koje lek treba popiti. Takođe, sistem za nadgledanje zaliha prati i datum isteka roka svakog leka i automatski šalje upozorenje kada je potrebno dopuniti zalihe. U ovom AL-u integrisan je i sistem koji omogućava naplatu za lekove pacijentima. Centralni mikroprocesor nadgleda sve ove sisteme.

Predloženi model PAL-a pripada setu usluga koje pruža koncept pametnog grada, koji između ostalog uključuje i poboljšanja u domenu zdravstvene zaštite [183].

6.2. Koncept personalizovanog automata za izdavanje lekova (PAL)

Kapacitet automata za izdavanje lekova je ograničen tako da ne može da sadrži sve lekove koji su svakodnevno potrebni svim pacijentima. U Republici Srbiji koristi se više od 4000 vrsta lekova dok je kapacitet automata obično limitiran na 200 lekova. Jedna od opcija je da automat sadrži u sebi lekove koji se najčešće koriste (propisuju na recepte) uključujući i dodatke ishrani (vitamine, minerale, probiotike, itd.). SLIKA 112 prikazuje deset najviše propisanih lekova u Domu zdravlja Niš tokom prvih meseci pandemije COVID-19. Dato je i poređenje sa 2019. godinom, pre pojave virusa SARS-CoV-2.



SLIKA 112. Deset najviše propisanih lekova u Domu zdravlja Niš

TABELA 16. Broj propisanih recepata po poseti

Broj propisanih recepata	Broj poseta	Procenat poseta [%]
1	100.284	43,17
2	43.930	18,91
3	27.387	11,79
4	20.371	8,76
5	14.778	6,36
6	10.167	4,37
7	6.460	2,78
8	3.882	1,67
9	2.303	0,99
10 i više	2.724	1,17

*Svi podaci su preuzeti iz baze Doma zdravlja Niš.

TABELA 17. Broj propisanih recepata po mesecima u Domu zdravlja Niš tokom 2020. godine

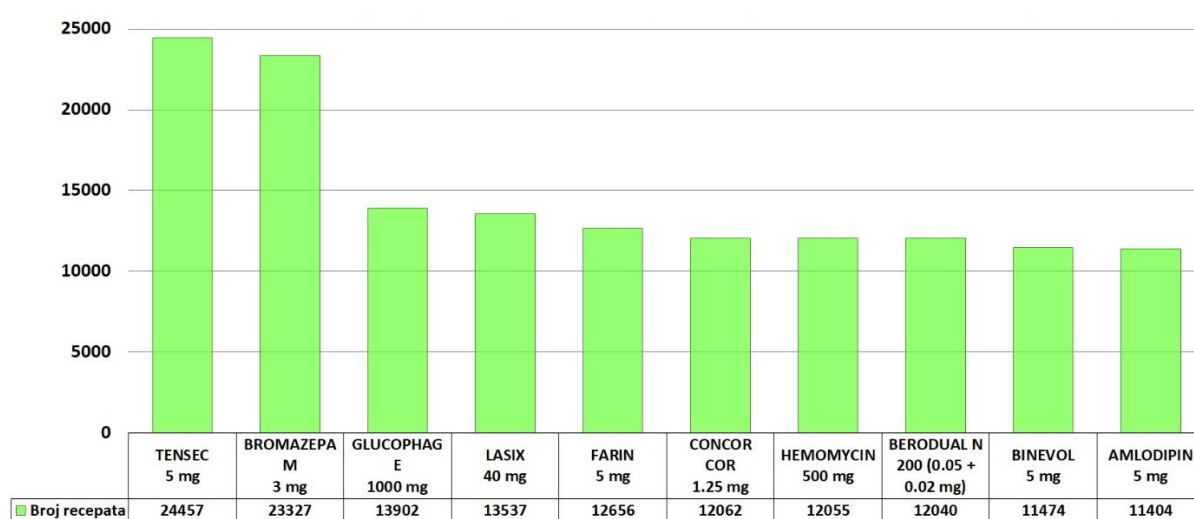
Mesec	Broj propisanih recepata
Januar	133.798
Februar	107.010
Mart	119.959
April	76.587
Maj	79.489
Jun	97.001
Jul	100.208
Avgust	82.846
Septembar	100.779
Oktobar	103.122
Novembar	94.183
Decembar	102.560
Ukupno	1.197.542

*Svi podaci su preuzeti iz baze Doma zdravlja Niš.

Tokom posete lekaru, pacijent najčešće dobije više propisanih recepata. Broj propisanih recepata po kreiranoj poseti pomoću elektronskog kartona pacijenta u MEDIS.NET-u prikazan je u tabeli (TABELA 16). TABELA 17 prikazuje broj propisanih recepata tokom 2020. godine u Domu zdravlja Niš. Kako bi mogao preuzeti sve propisane lekove sa recepata na automatu, ti propisani recepti trebalo bi da sadrže lekove koji se najčešće propisuju. Međutim, to nije uvek slučaj. SLIKA 113 prikazuje 10 lekova koji se najčešće propisuju na obrazac recepta u Domu zdravlja Niš i oni bi mogli biti dobri kandidati koji bi trebalo da se nađu u automatu za izdavanje

lekova. To su obično lekovi koji su vezani za bolesti krvnih sudova i hipertenziju. Na ovaj način, pacijent bi deo svoje terapije mogao preuzeti na automatu, ali za ostatak lekova morao bi da ponovo poseti apotekarsku jedinicu, pa se postavlja pitanja opravdanosti ovakvog automata za izdavanje lekova za slučaj kada je potrebno realizovati sve propisane recepte.

Kako bi se ovaj problem rešio, neophodno je promeniti koncept automata za izdavanje lekova. Modifikacija automata može ići u smeru razvoja personalizovanog automata za izdavanje lekova (PAL). PAL bi unapredio automat za izdavanje lekova tako što bi prilagodio automat svakom pacijentu ponaosob. Za svakog pacijenta u automatu bi bila pripremljena celokupna propisana terapija koju bi pacijent kasnije podigao.

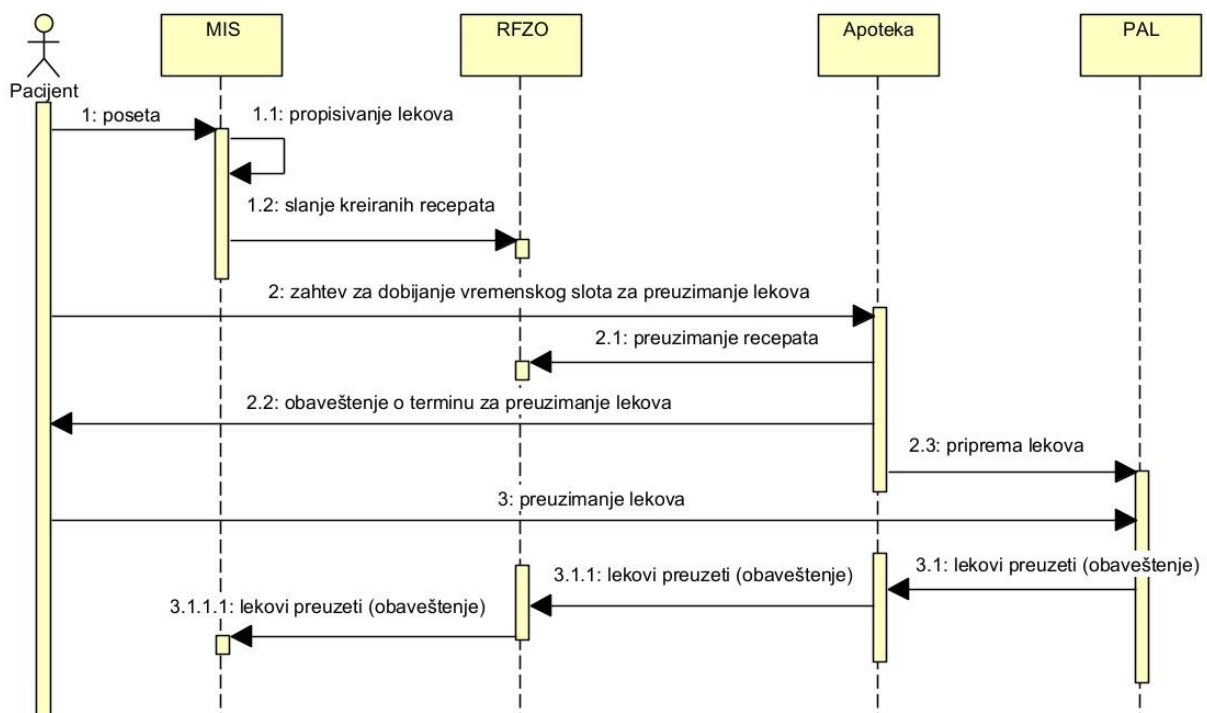


SLIKA 113. Deset najviše propisivanih lekova u Domu zdravlja Niš tokom prvih 6 meseci 2020. godine

Pacijent odlaskom u dom zdravlja bi dobio propisanu terapiju. Propisani recepti u elektronskom kartonu pacijenta u medicinskom informacionom sistemu, sada elektronski recepti, bili bi prosleđeni RFZO-u u centralizovani sistem. Svaka apoteka koja poseduje PAL trebala bi da ima mogućnost preuzimanja receptata iz centralizovanog sistema (RFZO). Pacijent može da zahteva dobijanje vremenskog slota za preuzimanje lekova u nekoj apoteci slanjem SMS-a na određeni broj telefona apotekarske ustanove, ili koristeći mobilnu ili web aplikacija. Nakon upućenog zahteva, apoteka za pacijenta preuzima propisanu terapiju iz RFZO-a. Ukoliko apoteka može da obezbedi sve lekove za propisanu terapiju pozitivno će obavestiti pacijenta o terminu kada može da dođe da podigne svoju terapiju pomoću PAL-a i poslaće lokaciju svog najbližeg PAL-a (ukoliko pacijent koristi mobilnu/web aplikaciju) koji će sadržati naručenu terapiju. Nakon toga, osoblje apotekarske ustanove kreiraće “paket” sa propisanom

terapijom i staviti isti u slot PAL-a. Paket će sadržati i odštampano uputstvo za aplikovanje propisane terapije. Ukoliko ne postoji mogućnost preuzimanja celokupne terapije, pacijent će biti obavešten o tome i moći će da odluči da li želi da delimično preuzme propisanu terapiju. Pacijent dolazi do PAL-a i preuzima “paket” sa propisanom terapijom (preuzima lekove). Za preuzimanje terapije potrebno je da se pacijent identifikuje na samom PAL-u na jedan od sledećih mogućih načina: upotrebom lične karte, upotrebom zdravstvene knjižice, i najlakše skeniranjem QR koda koji bi dobio prilikom slanja obaveštenja iz apoteke. Obaveštenje o preuzetoj terapiji pomoću PAL-a šalje se apotekarskoj jedinici, RFZO-u i MIS-u respektivno. Na kraju i lekar koji je propisao terapiju pacijentu može u elektronskom kartonu pacijenta da vidi da li je pacijent terapiju realizovao. Sekvencijalni dijagram (SLIKA 114) prikazuje tok od kreiranja elektronskog recepta do preuzimanja terapije pomoću PAL-a.

Ograničavajući faktor ovde predstavlja vreme koje protekne od trenutka slanja zahteva pacijenta apoteci do pripreme PAL-a za preuzimanje terapije kao i lekovi koji nisu trenutno raspoloživi u apoteci da bi celokupna propisana terapije bila u celosti kompletirana.



SLIKA 114. Sekvencijalni dijagram kreiranja elektronskog recepta i preuzimanje lekova upotrebom funkcionalnosti PAL-a

PAL bi trebao da omogućiti:

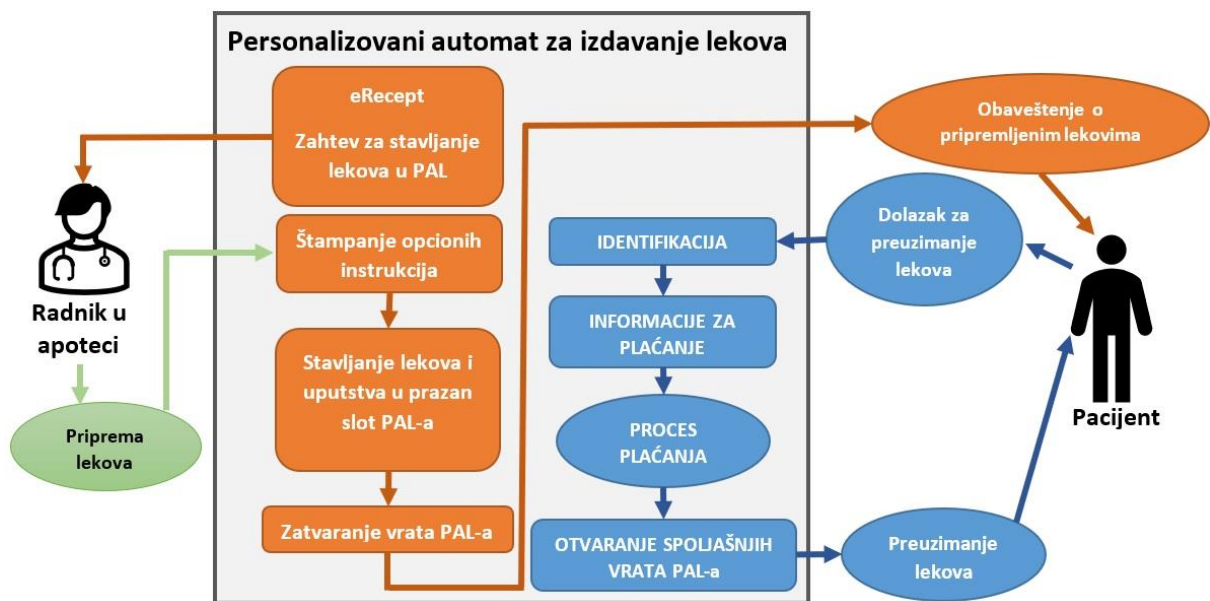
1. Identifikaciju pacijenta na sistem upotrebom lične karte, upotrebom zdravstvene knjižice, i najlakše skeniranjem QR koda koji bi dobio prilikom slanja obaveštenja iz apoteke;
2. Da obezbedi mogućnost različite vrste plaćanja (keš, kartica) zato što pacijent za propisanu terapiju za svaki recept posebno plaća participaciju koja zavisi od dijagnoze na receptu, osnova oslobađanja od participacije i tipa zdravstvenog osiguranja pacijenta;
3. Da obezbedi dostupnost leka u što kraćem vremenskom roku, od trenutka upućivanja zahteva pacijenta apoteci. Ovo vreme može da zavisi od lokacije PAL-a i od frekventnosti upotrebe PAL-a;
4. Prosleđivanje informacija o aktivnostima pacijenta tokom preuzimanja terapije. Slanje povratnih informacija apoteci, RFZO-u i medicinskom informacionom sistemu;
5. Povlačenje paketa terapije ukoliko pacijent ne preuzme isti u predviđenom vremenskom periodu koji opet može da zavisi od lokacije pacijenta i lokacije samog PAL-a.

6.2.1. Najbolji scenario upotrebe PAL-a

Najbolji scenario upotrebe PAL-a podrazumevao bi sledeće korake (SLIKA 115):

1. Pacijent dolazi u dom zdravlja za produženje ili propisivanje nove terapije;
2. Lekar propisuje terapiju u elektronski karton pacijenta upotrebom medicinskog informacionog sistema;
3. Elektronski recepti (SLIKA 116) (propisana terapija) šalje se u centralni repozitorijum (informacioni sistem RFZO-a);
4. Pacijent bira u kojoj apotekarskoj ustanovi želi da preuzme terapiju. Najlakša realizacija je pomoću mobilne/web aplikacije gde pacijent ima mogućnost lakog odabira dostupne apotekarske jedinice koja poseduje implementiran PAL;
5. Apoteka preuzima terapiju iz RFZO-a;

6. Apoteka obaveštava pacijenta o dostupnosti svih propisanih lekova. U ovom slučaju svi lekovi su dostupni u apoteci. Šalje se i tačno vreme pacijentu za preuzimanje terapije;
7. Osoblje apoteke priprema paket propisane terapije i stavlja isti u PAL;
8. Pacijent dolazi na lokaciju PAL-a;
9. Nakon identifikacije i plaćanja preuzima paket propisane terapije;
10. PAL šalje obaveštenje informacionom sistemu apoteke;
11. Informacioni sistema šalje obaveštenje RFZO-u;
12. RFZO šalje obaveštenje medicinskom informacionom sistemu.



SLIKA 115. Idealan scenario upotrebe PAL-a

Рецепт

Лек:
Шифра: 1325482 Назив: HEMOMYCIN 3 po 500 mg
 Лек је од посебног значаја за пацијента

Дијагноза:
U071 COVID-19, virus identifikovan

Дозирање:
Колико пута: 1 x Количина: 1 Јединица мере: tbl Периодичност: DNEVNO

Датум: 05.04.2021. Количина (број паковања/комада): 2

Опис:
Uzeti pola sata pre obroka jednom dnevno.

Тип рецепта: Akutna ЛРА: []
Број месеци: [] ООП: 000 PLAĆA PARTICIPAC
 Rutina cito Забрана паралеле

Број протокола: 22828/2021/4/5/1356

Форма лека: film tableta

Индикације:
1. Infekcije respiratornog trakta (J00-J06; J15.7; J16.0; J20-J32; J40; J41-J42), 2. Infekcije srednjeg uha (H65; H66), 3. Infekcije kože i i mekog tkiva (L00-L08), 4. Infekcije izazvane Chlamydia-ма (A55; A56), 5. Negonokokni uretritis (N34.1), 6. Cervicitis (N72).

Напомене:
Samo za decu.

Нови рецепт Проследи Одустани

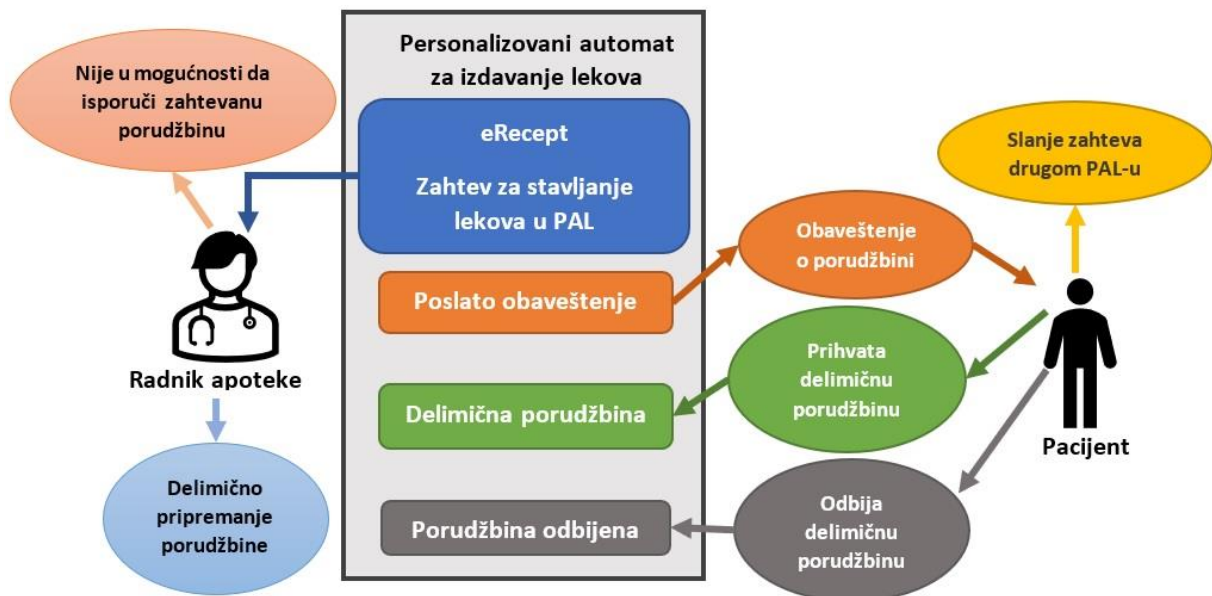
SLIKA 116. Primer elektronskog recepta iz MEDIS.NET-a

6.2.2. Alternativni scenariji upotrebe PAL-a

Alternativni scenariji upotrebe PAL-a podrazumevali bi sledeće (SLIKA 117):

- Scenario 1: Apoteka ne može da obezbedi lekove iz celokupne propisane terapije – pacijent bi morao da uputi zahtev drugoj apoteci;
- Scenario 2: Apoteka može da obezbedi samo neke lekove iz celokupne propisane terapije – pacijent može da odabere da preuzme dostupne lekove, a da za ostale propisane lekove uputi zahtev drugoj apoteci, ili da uputi zahtev za celu terapiju drugoj apoteci;
- Scenario 3: Pacijent pored propisane terapije na recept želi da preuzme i terapiju koja ne ide na recept (suplemente, probiotike, itd.) – pacijent kreira zahtev za terapiju koja ide na recept i terapiju koja ne ide na recept i šalje odabranoj apotekarskoj ustanovi. Pomoću mobilne/web aplikacije može da naruči slobodne lekove i suplemente (ono što ne ide na obrazac recepta);

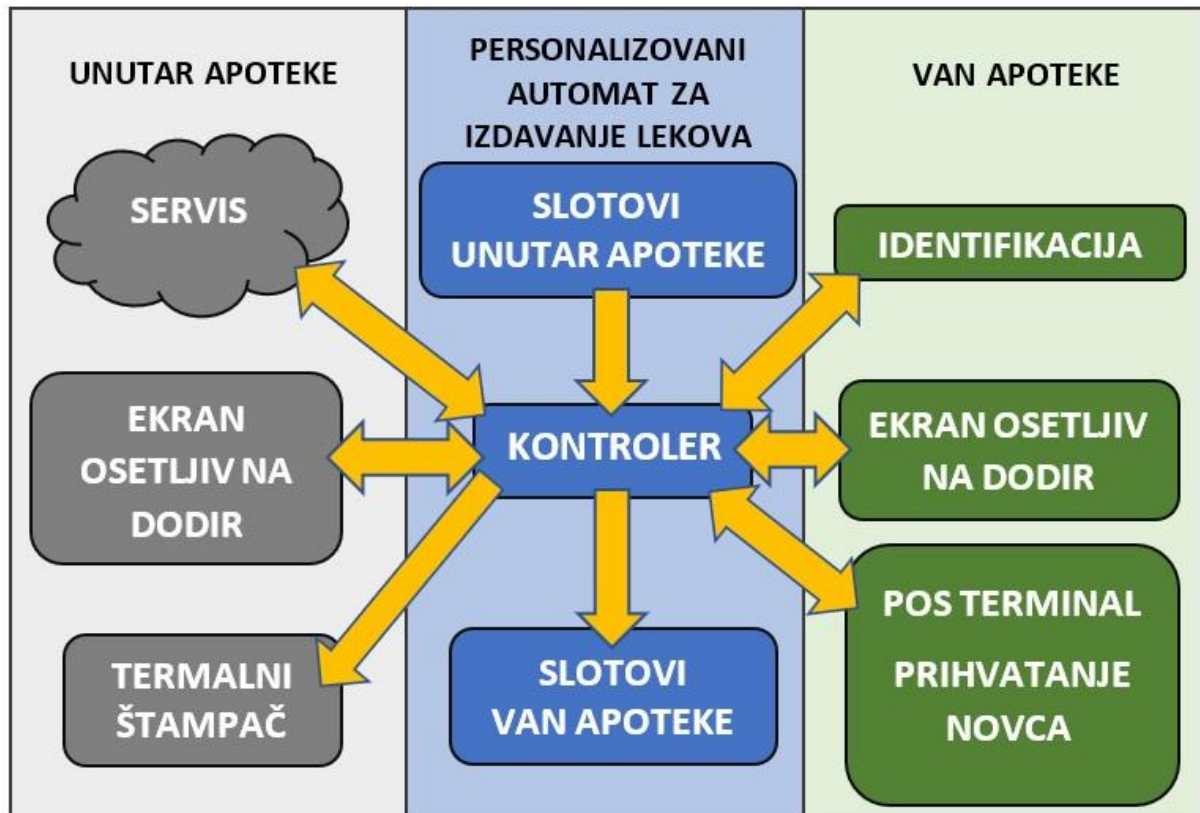
- Scenario 4: Pacijent nije preuzeo paket terapije iz PAL-a u predviđenom vremenskom intervalu. Paket terapije se izbacuje iz PAL-a;
- Scenario 5: Preuzimanje istih lekova na različitim PAL uređajima u okviru iste i/ili različite apotekarske ustanove. Ova opcija treba strogo da se zabrani, jer omogućava zloupotrebu.



SLIKA 117. Scenario kada se porudžbina lekova ne može u potpunosti isporučiti pacijentu

6.2.3. Konstrukcija PAL-a

Blokovski dijagram PAL-a prikazan je na slici (SLIKA 118). PAL poseduje dve strane. Jedna koja je dostupna radnicima apotekarske ustanove i nalazi se u prostorijama apoteke i druga koja se nalazi van apoteke i dostupna je pacijentima. Ovo razdvajanje je korisno i iz ugla održavanja socijalne distance pacijenata i radnika apoteke.

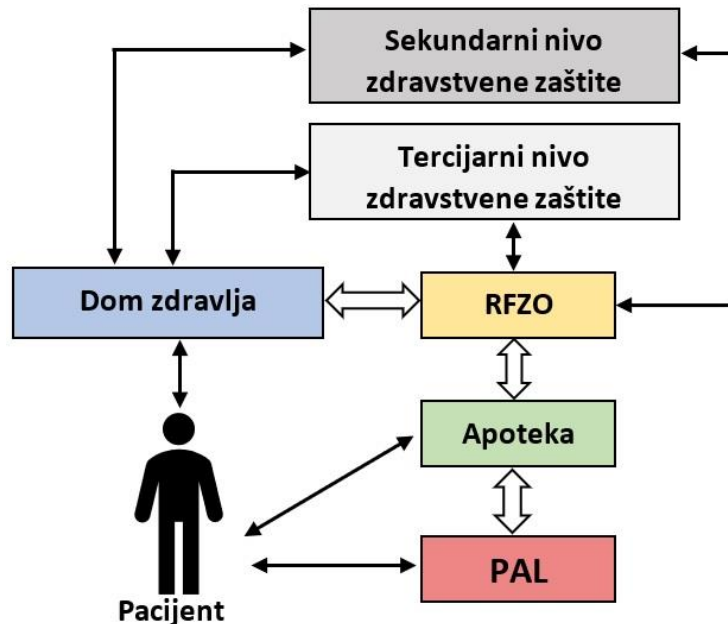


SLIKA 118. Blokovski dijagram PAL-a

Sa unutrašnje strane nalazi se ekran osetljiv na dodir pomoću koga osoblje apoteke lako može da interaguje sa automatom. Sa te iste strane nalaze se i dostupni slotovi automata u kojima se stavljaju paketi sa propisanom terapijom. Termalni štampač omogućava štampanje uputstva za aplikovanje propisane terapije. Ta uputstva se mogu staviti sa paketom propisane terapije u slot automata. Štampač se može koristiti i za štampanje dodatnih uputstava i računa pacijentima i to sa spoljašnje strane automata.

Sa spoljašnje strane automata nalazi se ekran osetljiv na dodir kako bi pacijenti mogli da lako interaguju sa automatom, POS terminal koji omogućava plaćanje karticama. Podržano bi bilo i plaćanje kešom i vraćanje kusura. Poseban deo sistema bio bi realizovan za identifikovanje pacijenata: čitač za ličnu kartu ili zdravstvenu knjižicu pacijenta i skener QR koda. Naravno i preko ekrana osetljivog na dodir moguće je izvršiti manuelnu identifikaciju i zatražiti štampanje dodatnih dokumenata (računa, kontraindikacija međusobne interakcije lekova ukoliko ona postoji između lekova u setu pripremljenih lekova, uputstva za aplikovanje propisane terapije). Sa spoljašnje strane nalazi se i ograničeni pristup za slotove za preuzimanje paketa terapije.

Za realizaciju samog automata koristi bio se *Raspberry Pi* [184]. Predlog je da se koriste dva modula *Raspberry Pi* koji bi podržavali posebno rad sa radnicima apoteke i sa pacijentima.



SLIKA 119. Hijerarhija zdravstvenih ustanova u Republici Srbiji

6.2.4. Mogućnosti upotrebe PAL-a u Republici Srbiji

Predložen koncept personalizovanog automata za izdavanje lekova u potpunosti se može implementirati u Republici Srbiji jer postoje svi tehnički preduslovi. Pozicija PAL-a u zdravstvenom sistemu Republike Srbije prikazan je na slici (SLIKA 119). Primarni nivo zdravstvene zaštite obuhvata ambulante i domove zdravlja na teritoriji cele države. Sekundarni nivo zdravstvene zaštite odnosi se na bolnice za potrebe hospitalizacije. Tercijarni nivo zdravstvene zaštite podrazumeva kliničke centre (u zemlji postoje 4 klinička centra) i institute i to su visoko specijalizovane zdravstvene ustanove u Republici Srbiji. Pacijent može dobiti propisan recept u zdravstvenim ustanova primarnog nivoa zdravstvene zaštite.

▼ Pacijent: ANKALIN NIKOLIC - 2207991000000 Broj zahteva: 30186070

Evidencija o oboljenju	Recepti	Medicinski karton pacijenta	Novi uput	Odabrar
Akutni recept	Terapija	Ograničenja	Istorija	

Vremenski deo Tabelarni prikaz

eRecept

- MOMENSA bočica sprej za nos, suspenzija bocica, 1 po 140 doza (50 mcg/doza) 1 po 140 doza (50 mcg/doza) / Količina: 1.00 / Doziranje: 1 x 1 doza DNEVNO / Lista: A **Zahtev zaprimljen, čeka odobrenje**
- MOMENSA bočica sprej za nos, suspenzija bocica, 1 po 140 doza (50 mcg/doza) 1 po 140 doza (50 mcg/doza) / Količina: 1.00 / Doziranje: 1 x 1 doza DNEVNO / Lista: A **Zahtev zaprimljen, čeka odobrenje**
- MOMENSA bočica sprej za nos, suspenzija bocica, 1 po 140 doza (50 mcg/doza) 1 po 140 doza (50 mcg/doza) / Količina: 1.00 / Doziranje: 1 x 1 doza DNEVNO / Lista: A **Zahtev zaprimljen, čeka odobrenje**
- **Proizvođač: NNN** ica sprej za nos, suspenzija bocica, 1 po 140 doza (50 mcg/doza) 1 po 140 doza (50 mcg/doza) / Količina: 1.00 / Doziranje: 1 x 1 doza DNEVNO / Lista: A **Zahtev zaprimljen, čeka odobrenje**
- MOMENSA bočica sprej za nos, suspenzija bocica, 1 po 140 doza (50 mcg/doza) 1 po 140 doza (50 mcg/doza) / Količina: 1.00 / Doziranje: 1 x 1 udah DNEVNO / Lista: A **Zahtev zaprimljen, čeka odobrenje**

SLIKA 120. Izgled elektronskih receptata u centralnom repozitorijumu koji su propisani pacijentu u MEDIS.NET

Od 2010. godine sve institucije primarnog nivo imaju implementiran medicinski informacioni sistema a samim tim i mogućnost za kreiranje elektronskog recepta u elektronskom kartonu pacijenta. Integracijom sa centralnim repozitorijumom RFZO-a omogućeno je slanje tako propisane terapije iz elektronskog kartona pacijenta, koja je kasnije vidljiva u informacionim sistemima apotekarskih ustanova kada pacijent dođe sa zahtevom za preuzimanje terapije (identifikuje se zdravstvenom knjižicom i po potrebi ličnom kartom). SLIKA 120. prikazuje izgled elektronskog recepta u centralnom repozitorijumu koji je propisan pacijentu u MEDIS.NET-u. Nakon preuzimanja terapije, lekar koji je kreirao terapiju može iz

elektronskog kartona pacijenta da proveri da li je pacijent propisanu terapiju realizovao u apoteci.

6.2.5.Pozitivni efekti upotrebe PAL-a

Upotrebom PAL-a povećava se socijalno distanciranje na relaciji radnik apoteke – pacijent (preuzimanje terapije) i pacijent – pacijent (prilikom boravka pacijenata u zatvorenoj sredini, u apoteci, i čekanja u redovima). Ukoliko je potrebno da pacijent poseti veći broj apoteka kako bi u potpunosti bila realizovana propisana terapija, stepen socijalnih kontakata se značajno povećava a samim tim i mogućnost prenošenja zarazne bolesti. Ovde treba dodati da pacijenti na ovaj način borave u zatvorenom prostoru, u apotekama, koji je značajan izvor respiratornih infekcija. Zbog toga bi upotreba PAL-a imala veliki značaj tokom trajanja epidemija i pandemija u cilju redukovanja retransmisije i širenja infekcije.

Pored omogućavanja socijalnog distanciranja, upotreba PAL-a može ostvariti i duge koristi. Neki od pozitivnih efekata upotrebe PAL-a i njihove varijacije su:

- PAL omogućava 24/7 dostupnost propisane terapije pacijentima;
- PAL omogućava dostupnost propisane terapije i van radnog vremena apoteke. Paketi sa lekovima tokom radnog vremena apoteke stavljeni su u slotove PAL-a i zatim su dostupni pacijentima van radnog vremena;
- PAL štedi vreme pacijentima ukoliko apoteka ne sadrži sve lekove propisane terapijom. Pacijent u slučaju delimične dostupnosti lekova u jednoj apoteci može da kontaktira drugu apoteku bez fizičkog odlaska. Smanjuje se vreme potrebno za obilazak apoteka kako bi se realizovala cela propisana terapija;
- PAL povećava efikasnost i produktivnost zaposlenih radnika u apoteci i smanjuje broj pacijenata koji ulaze u apoteku;
- PAL omogućava laku dostupnost propisane terapije pacijentima u ruralnim područjima;
- PAL ima veliki potencijal da bude servis pametnog grada;
- PAL za razliku od klasičnog automata za lekove, omogućava dostupnost neograničenog broja medikamenata (dostupnost svih medikamenata iz apoteke).

7. ZAKLJUČAK

Iako je pandemija bolesti COVID-19 izazvala veliki kolaps zdravstva, ekonomije, školstva, u jednom trenutku i zaustavila ceo svet, njene posledice u broju stradalih za sada nisu blizu katastrofalnim epidemijama i pandemijama zaraznih bolesti u istoriji čovečanstva tokom kojih je stradala, ne retko, i po polovina svetske populacije (naročito u Evropi). Zahvalnost tome se može pripisati pre svega značajnom razvoju nauke, napretku medicine, rapidnom razvoju tehnike pre svega uređaja za medicinsku dijagnostiku, razvoju novih i unapređenju postojećih IT proizvoda, itd. Ovde je potrebno naglasiti značajnu upotrebu softverskih rešenja u zdravstvu tokom pandemije, integrisanih softverskih modula, alata, veštačke inteligencije u medicinskim informacionim sistemima, koji su uticali na smanjenju efekata i posledica izazvanih pandemijom COVID-19. Kako bi softverska rešenja mogla da daju pun, efikasan doprinos i brz odgovor u borbi protiv pandemije ona su morala i da pretrpe izvesne dorade i konceptualna unapređenja i to za vreme trajanja same pandemije. Ta unapređenja koja su medicinski informacioni sistem podigla na nivo da se može boriti i biti softverska podrška zdravstvenim radnicima, pacijentima, sa pravom možemo reći i svim osiguranicima, u borbi protiv trenutne pandemije novog korona virusa SARS-CoV-2 prikazana su u ovoj doktorskoj disertaciji.

Predloženi unapređeni koncept omogućiće bolji odgovor medicinskog informacionog sistema i na sve izazove koje će nositi buduće epidemije/pandemije zaraznih bolesti, a ne samo za trenutnu pandemiju COVID-19. Koncepti predloženi u ovoj doktorskoj disertaciji moći će da se primene na svim postojećim medicinskim informacionim sistemima u Republici Srbiji, ali i šire i to pre svega u regionu (zbog slične organizacije zdravstvenog sistema) i zemljama sa sličnim zdravstvenim sistemom i to u cilju rapidnog proaktivnog reagovanja tokom epidemija/pandemija kako bi se ublažile posledice i podigao stepen izlečenja obolelih osoba i smanjila retransmisija bolesti.

Naučno istraživanje prikazano u doktorskoj disertaciji dovelo je do sledećih rezultata:

1. Analiza i pregled postojećih zdravstvenih informacionih sistema, alata i servisa koji se koriste u zdravstvenim ustanovama kao pomoć prilikom pojave epidemija/pandemija;
2. Unapređenje koncepta postojećeg medicinskog informacionog sistema;

3. Analiza slučaja upotrebe predloženog unapređenog koncepta medicinskog informacionog sistema u cilju smanjenja efekata i posledica epidemija i pandemija i proaktivnog reagovanja;
4. Analiza slučaja upotrebe i predlog načina integracije predloženog unapređenog koncepta medicinskog informacionog sistema u sistem zdravstvene zaštite Republike Srbije;
5. Predlog načina kolaboracije medicinskog informacionog sistema sa informacionim sistemima organa i organizacijama van sistema zdravstva;
6. Razvoj novih e-Health servisa i integracija sa već postojećim zdravstvenim servisima na nivou Republike Srbije (servisi orijentisani prema pacijentima, servisi orijentisani prema drugim zdravstvenim sistemima, servisi orijentisani prema Vladinim sistemima i sistemima Ministarstava Republike Srbije);
7. Realizacija i implementacija algoritama i modela mašinskog učenja sa dostupnim odgovarajućim servisima radi podrške lekarima pri dijagnostikovanju oboljenja i uštedi medicinskih resursa (slotova za zakazivanje pregleda);
8. Razvoj novih alata za generisanje upitnika i autogenerisanje formi sa odgovarajućom pozadinskom logikom sa CRUD operacijama i povezivanje sa web servisima;
9. Razvoj *Live Dashboard*-a za praćenje zdravstvenih resursa u realnom vremenu;
10. Implementacija predloženog unapređenog koncepta u cilju ublažavanja posledica epidemija i pandemija u realnom okruženju u okviru postojećeg medicinskog informacionog sistema MEDIS.NET i njegova upotreba kako u specijalizovanim epidemiološkim ambulantama tako i u ostalim organizacionim jedinicama zdravstvene ustanove;
11. Unapređeni koncept automata za izdavanje lekova u okviru ili van apotekarske ustanove.

Kakvi će efekti pandemije biti na celokupno čovečanstvo u post-COVID-19 eri ostaje da vidimo u periodu koji je pred nama. Za sada ostaje poznato i jasno, da je tokom ove pandemije, pokazana puna snaga softverskih rešenja u borbi protiv epidemija i pandemija zaraznih bolesti i prikazan veliki potencijal medicinskih informacionih sistema i veštačke inteligencije za buduće izazove na polju zdravstvene zaštite.

Višegodišnje iskustvo u realizaciji medicinskih informacionih sistema u Laboratoriji za medicinsku informatiku je značajano obogaćeno aktivnostima na realizaciji novih modula iniciranih postojanjem aktuelne pandemije virusa SARS-CoV-2. Nove okolnosti su dovele do pomeranja fokusa sa pojedinačne zdravstvene ustanove na sistem i kolaboraciju sa drugim kako zdravstvenim tako i ustanovama iz drugih oblasti. Kako bi se u budućnosti omogućilo nesmetano funkcionisanje medicinskih informacionih sistema i njihovo efikasno održavanje neminovno je promeniti sam koncept medicinskih informacionih sistema, njihovu arhitekturu, način projektovanja, implementaciju i kasnije održavanje. Nadam se da su rezultati saopšteni u disertaciji jedan korak u tom pravcu i da će imati uticaja na sve pobrojane procese u realizaciji novih medicinskih informacionih sistema.

8. PRAVCI DALJEG RAZVOJA

Ostvareni rezultati su pored nesporne koristi otvorili i mnoga pitanja i dileme i dovele do novih ideja za dalji rad i istraživanja koji mogu ići u više pravaca. Mogu se kretati od kreiranja novih softverskih modula medicinskog informacionog sistema za internu upotrebu u domu zdravlja, preko integracije sa postojećim i novim medicinskim i ne-medicinskim državnim informacionim sistemima i servisima, preko implementiranja razvijenih modela dubokog učenja u realnom sistemu i razvoja novih modela dubokog učenja do fizičkog implementiranja predloženog personalizovanog automata za izdavanje lekova pacijentima i sve to u cilju pružanja efikasnog odgovora medicinskog informacionog sistema prilikom pojave epidemije ili pandemije zarazne bolesti.

Dalji razvoj može ići i u smeru realizovanja kako horizontalne tako i vertikalne integracije i kolaboracije zdravstvenih informacionih sistema na svim nivoima zdravstvene zaštite pacijenata. Akcenat može biti stavljen na realizaciju integracije i kreiranja jednog velikog pametnog i efikasnog zdravstvenog informacionog sistema. Zapravo, može se ogledati i u integraciji pametnog informacionog sistema zdravstvene zaštite pacijenata u koncept pametnog grada.

Potreban je dalji razvoj modula za trijažu pacijenata kako bi se nadogradio dodatnim slučajevima upotrebe i bio dostupan preko Interneta pacijentima za samostalnu trijažu i samoprocenu. Rezultati postignuti prilagođavanjem medicinskog informacionog sistema MEDIS.NET-a za potrebe pandemije COVID-19 i stečeno iskustvo mogu se koristiti i tokom drugih epidemija (npr. epidemija sezonskog gripa, epidemija žutice, epidemija malih boginja, itd.).

Sledeći koraci u razvoju medicinskog informacionog sistema MEDIS.NET-a u cilju smanjenja kontakata i identifikacije potencijalno zaraženih osoba i ugroženih područja bili bi integracija sa dostupnim geografskim informacionim sistemima (npr. geografski informacioni sistem grada Niša). Realizacija takvog sistema omogućila bi efikasnije identifikovanje geografskih područja zahvaćenih zaraznim bolestima, što bi i olakšalo sprovođenje ograničavajućih mera na tom području ali i efikasnijeg lečenja obolelog, lokalizovanog na jednom području, stanovništva.

Razvoj mobilnih aplikacija i njihova integracija sa MEDIS.NET-om mogla bi značajno pomoći epidemiolozima u lakšoj identifikaciji potencijalno zaraženih osoba (medicinskog, ne-medicinskog osoblja i pacijenata), praćenju kretanja pacijenata i boravka u sredinama koje mogu biti izvori zarazne bolesti (kafići, restorani, klubovi, koncerti, hipermarketi, velike firme, korporacije, škole, fakulteti).

Korak dalje je i unapređenje realizovanog *Live Dashborad*-a dodavanjem novih parametara za praćenje ljudskih i drugih materijalnih i nematerijalnih resursa na nivou pojedinačnih zdravstvenih ustanova ili zbirnih (po vendoru medicinskog informacionog sistema).

Stanovništvu se može obezbediti kolaborativna platforma u obliku dostupnog *LMS Moodle*-a za dodatnu zdravstvenu edukaciju, obaveštavanje i komunikaciju i to na više nivoa: pacijent – pacijent, pacijent – lekar i lekar – lekar. Efikasnost se može značajno povećati integracijom *LMS*-a sa društvenim mrežama koje su postale skoro pa “must have”.

Tokom pandemije COVID-19 pacijenti sa komorbiditetima su bili najugroženija i najosetljivija grupa pacijenata. Zbog toga realizovanje centralnog državnog repozitorijuma za praćenje svih hroničnih pacijenata obolelih od svih vrsta hroničnih bolesti je neophodnost. Ovde se može uključiti i realizacija centralnog repozitorijuma za retke bolesti. Medicinski informacioni sistem može preko integracije svog pametnog modula za identifikovanje hroničnih bolesnika sa centralnim repozitorijumom automatizovano da snabdeva centralni repozitorijum sa relevantnim i ažurnim podacima.

Sledeći koraci u cilju primene tehnika dubokog učenja u borbi protiv pandemije COVID-19 su kreiranje i treniranje novih modela dubokih neuronskih mreža: za klasterovanje pacijenata prema terapiji, dijagnozi i faktorima rizika; za preporučivanje terapije, određivanje dijagnoze na osnovu trenutnog zdravstvenog statusa pacijenta i na osnovu prethodnih poseta; za automatski odabir laboratorijskih analiza na osnovu istorije prethodnih poseta pacijenta; za predviđanje geografskog širenja bolesti (epidemija, pandemija). Kreirani model za klasifikaciju rendgenskih snimaka mogao bi se obučiti nad proširenim setom podataka i verifikovati nad većom količinom podataka prikupljenih iz radiološkog kabineta Doma zdravlja Niš. U budućnosti se kreirani model može proširiti za klasifikaciju rendgenskih slika grudnog koša u više klasa: COVID-19, SARS, MERS, ARDS, pneumonija, bez oboljenja. Za takvu doradu modela neophodan je veliki i kvalitetan set podataka. Model za optimizaciju termina pregleda može se unaprediti dodavanjem novih atributa u set podataka za treniranje: gužva u saobraćaju,

udaljenost kuće pacijenta do lokacije doma zdravlja, broj dana do isteka propisane hronične terapije, itd. Rezultati postignuti korišćenjem tehnika dubokog učenja za potrebe pandemije COVID-19 mogu se takođe koristiti tokom drugih epidemija/pandemija, pa čak i u svakodnevnoj eksploataciji medicinskog informacionog sistema (posebno model dubokih neuronskih mreža za optimizaciju zakazivanja pregleda). Kreiranje modela mašinskog učenja koji na osnovu anamneze preporučuje dijagnoze, upute i terapiju može biti jedan od pravaca daljeg istraživanja.

Implementacija glasovnih komandi u medicinski informacioni sistem može biti od velikog značaja u situacijama kada lekar ostvaruje fizičku interakciju sa pacijentom tokom samog pregleda koji je oboleo od neke zarazne bolesti a istovremeno je potrebno da u sistemu, koristeći tastaturu i miš, unese odgovarajuće nalaze, izveštaje, da kreira medicinska elektronska dokumenta u elektronskom kartonu pacijenta na računaru. Ovakva potreba se pokazala neophodnom i u “crvenim zonama” COVID bolnica gde je standardna upotreba računara od strane osoblja u skafanderima izuzetno otežana. Prepoznavanje glasovnih komandi omogućilo bi brži unos podataka u sistem a i istovremeno smanjila bi se mogućnost transfera virusa na predmete.

Literatura

- [1] R. Stair and G. Reynolds, *Fundamentals of Information Systems*, 9th edition. Mason, OH: Cengage Learning, 2017.
- [2] J. A. Magnuson and B. E. Dixon, Eds., *Public Health Informatics and Information Systems*, 3rd ed. 2020 edition. Cham, Switzerland: Springer, 2020.
- [3] C.-C. Lai, T.-P. Shih, W.-C. Ko, H.-J. Tang, and P.-R. Hsueh, 'Severe acute respiratory syndrome coronavirus 2 (SARS-CoV-2) and coronavirus disease-2019 (COVID-19): The epidemic and the challenges', *Int. J. Antimicrob. Agents*, vol. 55, no. 3, p. 105924, Mar. 2020, doi: 10.1016/j.ijantimicag.2020.105924.
- [4] 'COVID Live Update: 192,317,396 Cases and 4,134,868 Deaths from the Coronavirus - Worldometer'. <https://www.worldometers.info/coronavirus/> (accessed Jul. 21, 2021).
- [5] 'European Centre for Disease Prevention and Control', *European Centre for Disease Prevention and Control*. <https://www.ecdc.europa.eu/en/geographical-distribution-2019-ncov-cases> (accessed Jul. 21, 2021).
- [6] S. Boccia, W. Ricciardi, and J. P. A. Ioannidis, 'What Other Countries Can Learn From Italy During the COVID-19 Pandemic', *JAMA Intern. Med.*, vol. 180, no. 7, p. 927, Jul. 2020, doi: 10.1001/jamainternmed.2020.1447.
- [7] I Hook and H. Kuchler, 'How Coronavirus Broke America's Healthcare System', *FT Magazine*. Accessed: May 23, 2020. [Online]. Available: <https://www.ft.com/content/3bbb4f7c-890e-11ea-a01c-a28a3e3fbd33>
- [8] C. Arango, 'Lessons Learned From the Coronavirus Health Crisis in Madrid, Spain: How COVID-19 Has Changed Our Lives in the Last 2 Weeks', *Biol. Psychiatry*, vol. 88, no. 7, pp. e33–e34, Oct. 2020, doi: 10.1016/j.biopsych.2020.04.003.
- [9] M. Rowena, 'Coronavirus: London hospitals facing "tsunami" of patients', *The Guardian*. Accessed: Jul. 21, 2021. [Online]. Available: <https://www.theguardian.com/world/2020/mar/26/london-hospitals-facing-tsunami-of-coronavirus-patients-overwhelmed>
- [10] J. Bedford *et al.*, 'COVID-19: towards controlling of a pandemic', *The Lancet*, vol. 395, no. 10229, pp. 1015–1018, Mar. 2020, doi: 10.1016/S0140-6736(20)30673-5.
- [11] WHO, 'WHO Virtual press conference on COVID-19'. WHO. Accessed: Jul. 21, 2021. [Online]. Available: https://www.who.int/docs/default-source/coronaviruse/transcripts/who-audio-emergencies-coronavirus-press-conference-full-and-final-11mar2020.pdf?sfvrsn=cb432bb3_2
- [12] Institut za javno zdravlje BATUT, 'Registrovan prvi oboleli od COVID-19. Pacijent u stabilnom stanju, država spremna – COVID-19'. <https://covid19.rs/потврђен-први-случај-коронавируса-у-с> (accessed Jul. 21, 2021).
- [13] A. Milenkovic, D. Jankovic, and P. Rajkovic, 'Extensions and adaptations of existing medical information system in order to reduce social contacts during COVID-19 pandemic', *Int. J. Med. Inf.*, vol. 141, p. 104224, Sep. 2020, doi: 10.1016/j.ijmedinf.2020.104224.
- [14] P. Rajkovic, D. Jankovic, and A. Milenkovic, 'Developing and deploying medical information systems for Serbian public healthcare: Challenges, lessons learned and guidelines', *Comput. Sci. Inf. Syst.*, vol. 10, no. 3, pp. 1429–1454, 2013, doi: 10.2298/CSIS120523056R.

- [15] 'Zakon o zaštiti stanovništva od zaraznih bolesti'. https://www.paragraf.rs/propisi/zakon_o_zastiti_stanovnistva_od_zaraznih_bolesti.html (accessed Jul. 22, 2021).
- [16] 'Pandemic – what is a pandemic?', Aug. 07, 2017. <https://web.archive.org/web/20170807112710/http://coastalcarolinaresearch.com/pandemic-what-is-a-pandemic/> (accessed Jul. 22, 2021).
- [17] WHO, 'Pandemic Phase Descriptions and Main Actions by Phase'. Accessed: Jul. 21, 2021. [Online]. Available: https://www.who.int/influenza/resources/documents/pandemic_phase_descriptions_and_actions.pdf
- [18] N. C. for B. Information, U. S. N. L. of M. 8600 R. Pike, B. MD, and 20894 Usa, *THE WHO PANDEMIC PHASES*. World Health Organization, 2009. Accessed: Jul. 22, 2021. [Online]. Available: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK143061/>
- [19] P. J. Hotez, *Preventing the Next Pandemic: Vaccine Diplomacy in a Time of Anti-science*. Baltimore: Johns Hopkins University Press, 2021.
- [20] World Health Organization, 'Infection Prevention and Control of Epidemic- and Pandemic-Prone Acute Respiratory Infections in Health Care', 2014. https://apps.who.int/iris/bitstream/handle/10665/112656/9789241507134_eng.pdf?sequence=1 (accessed Jul. 22, 2021).
- [21] World Health Organization, 'COVID-19 Strategy Update', 2020. https://www.who.int/docs/default-source/coronaviruse/covid-strategy-update-14april2020.pdf?sfvrsn=29da3ba0_19 (accessed Jul. 22, 2021).
- [22] P. Walker *et al.*, 'The global impact of COVID-19 and strategies for mitigation and suppression', Imperial College London, Mar. 2020. doi: 10.25561/77735.
- [23] A. C. Hayward, S. Beale, A. M. Johnson, E. B. Fragaszy, and Flu Watch Group, 'Public activities preceding the onset of acute respiratory infection syndromes in adults in England - implications for the use of social distancing to control pandemic respiratory infections.', *Wellcome Open Res.*, vol. 5, p. 54, Mar. 2020, doi: 10.12688/wellcomeopenres.15795.1.
- [24] C. Wang *et al.*, 'Immediate Psychological Responses and Associated Factors during the Initial Stage of the 2019 Coronavirus Disease (COVID-19) Epidemic among the General Population in China', *Int. J. Environ. Res. Public Health*, vol. 17, no. 5, p. 1729, Mar. 2020, doi: 10.3390/ijerph17051729.
- [25] W. Tan *et al.*, 'Is returning to work during the COVID-19 pandemic stressful? A study on immediate mental health status and psychoneuroimmunity prevention measures of Chinese workforce', *Brain. Behav. Immun.*, vol. 87, pp. 84–92, Jul. 2020, doi: 10.1016/j.bbi.2020.04.055.
- [26] A. Wilder-Smith and D. O. Freedman, 'Isolation, quarantine, social distancing and community containment: pivotal role for old-style public health measures in the novel coronavirus (2019-nCoV) outbreak', *J. Travel Med.*, vol. 27, no. 2, p. taaa020, Mar. 2020, doi: 10.1093/jtm/taaa020.
- [27] J. Wosik *et al.*, 'Telehealth transformation: COVID-19 and the rise of virtual care', *J. Am. Med. Inform. Assoc.*, vol. 27, no. 6, pp. 957–962, Jun. 2020, doi: 10.1093/jamia/ocaa067.
- [28] Institut za javno zdravlje Srbije dr Milan Jovanović BATUT, 'Kalendar vakcinacije Srbija'. <https://www.vaccine.org/kalendar-vakcinacije-srbija> (accessed Jul. 22, 2021).
- [29] National Geographic, 'Naučnici pronašli uzrok razorne Justinijanove kuge', *National Geographic*. <https://nationalgeographic.rs/istorija-i-kultura/arheologija/a13437/naucnici-pronasli-uzrok-razorne-justinijanove-kuge.html> (accessed Jul. 26, 2021).

- [30] Maugh, Thomas, 'An Empire's Epidemic'. <http://www.ph.ucla.edu/EPI/bioter/anempiresepidemic.html> (accessed Jul. 26, 2021).
- [31] 'Black Death | Definition, Cause, Symptoms, Effects, Death Toll, & Facts', *Encyclopedia Britannica*. <https://www.britannica.com/event/Black-Death> (accessed Jul. 23, 2021).
- [32] R. Biočanin, 'Najveće svetske epidemije i pandemije'. Accessed: Jul. 23, 2021. [Online]. Available: <https://defendologija-banjaluca.com/files/Rad%20prof.dr%20Rade%20Bio%C4%8Danin,%20Najve%C4%87e%20svjetske%20epidemije%20i%20pandemije.pdf>
- [33] 'Kako je svet izgledao posle Španskog gripa 1918 – i šta možemo da naučimo', *BBC News na srpskom*, May 06, 2020. <https://www.bbc.com/serbian/lat/svet-52461408> (accessed Jul. 23, 2021).
- [34] 'Variola vera - poslednja epidemija velikih boginja u Evropi', *National Geographic*. <https://nationalgeographic.rs/istorija-i-kultura/istorija/a25818/variola-vera.html> (accessed Jul. 23, 2021).
- [35] H. Caraballo and K. King, 'Emergency department management of mosquito-borne illness: malaria, dengue, and West Nile virus', *Emerg. Med. Pract.*, vol. 16, no. 5, pp. 1–23; quiz 23–24, May 2014.
- [36] 'World Malaria Report 2020'. <https://www.who.int/teams/global-malaria-programme/reports/world-malaria-report-2020> (accessed Jul. 23, 2021).
- [37] 'Tuberkuloza - Kamenica - Institut za plucne bolesti'. <https://www.ipb-ild.edu.rs/sr/zapacijente/o-plucnim-bolestima/tuberkuloza> (accessed Jul. 23, 2021).
- [38] W. Li, 'Bats Are Natural Reservoirs of SARS-Like Coronaviruses', *Science*, vol. 310, no. 5748, pp. 676–679, Oct. 2005, doi: 10.1126/science.1118391.
- [39] M. Chan-Yeung and R.-H. Xu, 'SARS: epidemiology', *Respirology*, vol. 8, no. s1, pp. S9–S14, Nov. 2003, doi: 10.1046/j.1440-1843.2003.00518.x.
- [40] M. D. Sorensen, 'Severe Acute Respiratory Syndrome (SARS): Development of Diagnostics and Antivirals', *Ann. N. Y. Acad. Sci.*, vol. 1067, no. 1, pp. 500–505, May 2006, doi: 10.1196/annals.1354.072.
- [41] A. Zumla, D. S. Hui, and S. Perlman, 'Middle East respiratory syndrome', *The Lancet*, vol. 386, no. 9997, pp. 995–1007, Sep. 2015, doi: 10.1016/S0140-6736(15)60454-8.
- [42] 'WHO EMRO | MERS situation update, January 2020 | MERS-CoV | Epidemic and pandemic diseases'. <http://www.emro.who.int/pandemic-epidemic-diseases/mers-cov/mers-situation-update-january-2020.html> (accessed Jul. 23, 2021).
- [43] 'Middle East respiratory syndrome coronavirus (MERS-CoV)'. [https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/middle-east-respiratory-syndrome-coronavirus-\(mers-cov\)](https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/middle-east-respiratory-syndrome-coronavirus-(mers-cov)) (accessed Jul. 23, 2021).
- [44] D. M. Morens, P. Daszak, and J. K. Taubenberger, 'Escaping Pandora's Box — Another Novel Coronavirus', *N. Engl. J. Med.*, vol. 382, no. 14, pp. 1293–1295, Apr. 2020, doi: 10.1056/NEJMp2002106.
- [45] FoNet, 'Četvrtina svetske populacije u karantinu', *NI*, Mar. 25, 2020. <https://rs.n1info.com/svet/a581989-Cetvrtina-svetske-populacije-u-karantinu/> (accessed Jul. 26, 2021).
- [46] UNESCO, 'Education: From disruption to recovery', *UNESCO*, Mar. 04, 2020. <https://en.unesco.org/covid19/educationresponse> (accessed Jul. 26, 2021).
- [47] EU Open Data Portal, 'COVID-19 Coronavirus Data'. <https://data.europa.eu/euodp/en/data/dataset/covid-19-coronavirus-data/resource/55e8f966-d5c8-438e-85bc-c7a5a26f4863> (accessed Apr. 22, 2020).

- [48] WHO, 'WHO Coronavirus (COVID-19) Dashboard'. <https://covid19.who.int> (accessed Jul. 26, 2021).
- [49] Ministarstvo zdravlja Republike Srbije, 'COVID-19 Srbija'. <https://covid19.rs/> (accessed Jul. 26, 2021).
- [50] WHO, 'Emergency use ICD codes for COVID-19 disease outbreak'. <https://www.who.int/standards/classifications/classification-of-diseases/emergency-use-icd-codes-for-covid-19-disease-outbreak> (accessed Jul. 26, 2021).
- [51] M. Xie and Q. Chen, 'Insight into 2019 novel coronavirus — An updated interim review and lessons from SARS-CoV and MERS-CoV', *Int. J. Infect. Dis.*, vol. 94, pp. 119–124, May 2020, doi: 10.1016/j.ijid.2020.03.071.
- [52] D. Wang *et al.*, 'Clinical Characteristics of 138 Hospitalized Patients With 2019 Novel Coronavirus–Infected Pneumonia in Wuhan, China', *JAMA*, vol. 323, no. 11, p. 1061, Mar. 2020, doi: 10.1001/jama.2020.1585.
- [53] N. Chen *et al.*, 'Epidemiological and clinical characteristics of 99 cases of 2019 novel coronavirus pneumonia in Wuhan, China: a descriptive study', *The Lancet*, vol. 395, no. 10223, pp. 507–513, Feb. 2020, doi: 10.1016/S0140-6736(20)30211-7.
- [54] C. Huang *et al.*, 'Clinical features of patients infected with 2019 novel coronavirus in Wuhan, China', *The Lancet*, vol. 395, no. 10223, pp. 497–506, Feb. 2020, doi: 10.1016/S0140-6736(20)30183-5.
- [55] C. Wang *et al.*, 'A longitudinal study on the mental health of general population during the COVID-19 epidemic in China', *Brain. Behav. Immun.*, vol. 87, pp. 40–48, Jul. 2020, doi: 10.1016/j.bbi.2020.04.028.
- [56] Z. Zhang *et al.*, 'Insight into the practical performance of RT-PCR testing for SARS-CoV-2 using serological data: a cohort study', *Lancet Microbe*, vol. 2, no. 2, pp. e79–e87, Feb. 2021, doi: 10.1016/S2666-5247(20)30200-7.
- [57] WHO, 'WHO lists additional COVID-19 vaccine for emergency use and issues interim policy recommendations'. <https://www.who.int/news/item/07-05-2021-who-lists-additional-covid-19-vaccine-for-emergency-use-and-issues-interim-policy-recommendations> (accessed Jul. 23, 2021).
- [58] K. A. Wager, F. W. Lee, and J. P. Glaser, *Health care information systems: a practical approach for health care management*, Fourth edition. San Francisco, CA: Jossey-Bass & Pfeiffer/Wiley, 2017.
- [59] D. Jankovic, P. Rajkovic, T. Stankovic, A. Milenkovic, and I. Kocic, 'Primena medicinskih informacionih sistema u edukaciji i istraživanjima u medicini', *Acta Medica Median.*, 2012, doi: :10.5633/amm.2012.0113s.
- [60] A. Salleh, 'Information Systems in Health Care', *HEALTHCARE SERVICE DELIVERY*, Sep. 06, 2021. <https://drdollah.com/hospital-information-system-his/> (accessed Jul. 29, 2021).
- [61] R. Scott Evans, 'Computer-Based Approaches to Improving Healthcare Quality and Safety at LDS Hospital', in *Clinical Decision Support*, Elsevier, 2014, pp. 209–240. doi: 10.1016/B978-0-12-398476-0.00007-5.
- [62] A. Milenković and D. Janković, 'Primena medicinskih informacionih sistema u Republici Srbiji – trenutno stanje i moguća unapređenja', *Žabljak*, Crna Gora, Feb. 2015, pp. 108–111.
- [63] Udruženje informatičara u zdravstvu - IKT jedinica DILS projekta, 'Izveštaj o statusu informatizacije ustanova primarne zdravstvene zaštite projektom "DILS" - Pružanje unapređenih usluga na lokalnom nivou'. May 11, 2014.

-
- [64] EU-IHIS, 'Integrirani zdravstveni informacioni sistem'. <http://www.eu-ihis.rs> (accessed Jul. 28, 2021).
- [65] Republika Srbija, Ministarstvo zdravlja, 'Moj Doktor'. <https://www.mojdoktor.gov.rs/> (accessed Jul. 28, 2021).
- [66] 'Heliant - Zdravstveni i poslovni informacioni sistemi', *Heliant*. <https://heliant.rs/> (accessed Sep. 01, 2021).
- [67] 'Informacioni sistem za zdravstvene ustanove - ZipSoft.rs', *ZipSoft d.o.o.* <https://www.zipsoft.rs/> (accessed Sep. 01, 2021).
- [68] D. Janković *et al.*, *Medicinski informacioni sistem MEDIS.NET*. Elektronski fakultet Niš - Laboratorija za medicinsku informatiku, 2010. [Online]. Available: http://www.elfak.ni.ac.rs/phptest/new/html/nauka/tehnicka_resenja/0259.html
- [69] I. Marković, D. Janković, and S. Cvetković, 'Implementacija elektronskog stomatološkog kartona u medicinski informacioni sistem', *Jahorina*, Mar. 2010, vol. 9, pp. 899–902.
- [70] A. Milenković, D. Janković, P. Rajković, T. Stanković, and I. Marković, 'Modul za fakturisanje pruženih zdravstvenih usluga kao deo medicinskog informacionog sistema MEDIS.NET', *Jahorina*, Mar. 2011, vol. 10, pp. 490–494.
- [71] M. Veljanovski, A. Veljanovski, A. Milenković, and D. Janković, 'Software Tool for Planning and Monitoring of Provided Medical Services', *Faculty of Electronic Engineering Niš*, 2017, pp. 135–138.
- [72] I. Marković, S. Cvetković, and D. Janković, 'An Implementation of a Scheduling Tool in Medical Information System', *Ohrid, Macedonia*, Jun. 2010, vol. 1, pp. 327–330.
- [73] A. Milenković, I. Marković, T. Stanković, S. Pešić, and D. Janković, 'Modul za zakazivanje pregleda - softverska podrška u radu Call centra zdravstvene ustanove', *Beograd*, Nov. 2010, pp. 1169–1172.
- [74] D. Janković, A. Milenković, T. Stanković, I. Marković, M. Stojković, and A. Veljanovski, *Integralni sistem za zakazivanje i obaveštavanje u zdravstvenim ustanovama*. Elektronski fakultet Niš - Laboratorija za medicinsku informatiku, 2013. [Online]. Available: http://www.elfak.ni.ac.rs/rs/nauka/projekti/tehnicka_resenja/1287-integralni-sistem-za-zakazivanje-i-obavestavanje-u-zdravstvenim-ustanovama
- [75] D. Janković, A. Milenković, M. Stojković, A. Veljanovski, P. Rajković, and T. Stanković, *Softverski modul za registraciju izabranog lekara*. Elektronski fakultet Niš - Laboratorija za medicinsku informatiku, 2015.
- [76] D. Vučković, D. Janković, A. Milenković, T. Stanković, and P. Rajković, 'Data Acquisition Methods in Laboratory and Medical Information Systems', *FACTA Univ. Ser. Autom. Control Robot.*, vol. 10, pp. 97–103, 2011.
- [77] A. Milenković, D. Janković, D. Vučković, and T. Stanković, 'LabIS - Informacioni sistem biohemijskih laboratorija', presented at the YU INFO, Kopaonik, Mar. 2010.
- [78] A. Milenković, P. Rajković, and D. Janković, 'Modul za konfigurisanje korisničkih privilegija u medicinskom informacionom sistemu', *Jahorina*, Mar. 2010, vol. 9, pp. 894–898.
- [79] A. Milenković, M. Stojković, A. Veljanovski, and D. Janković, 'Softverska podrška radiološkoj službi u okviru medicinskog informacionog sistema MEDIS.NET', *Beograd*, Nov. 2012, pp. 1641–1644.
- [80] M. Stojković, A. Veljanovski, D. Janković, A. Milenković, and T. Stanković, *Softverski modul za podršku rada pokretnog mamografa*. Elektronski fakultet Niš - Laboratorija za medicinsku informatiku.
-

- [81] A. Đorđević, D. Janković, and A. Milenković, 'Software Support for the Implementation of the Screening Programs', Jahorina, 2021, pp. 1–6. doi: 10.1109/INFOTEH51037.2021.9400707.
- [82] A. Milenković, D. Janković, P. Rajković, M. Stojković, and A. Veljanovski, 'Softverski modul za menadžment medikamentata i njegova integracija sa MIS-om', Beograd, Nov. 2014, pp. 959–962.
- [83] A. Milenković, M. Stojković, A. Veljanovski, D. Janković, T. Stanković, and L. Stoimenov, 'Web sistem za pomoć u odlučivanju i analizu podataka medicinskog informacionog sistema MEDIS.NET', Kopaonik, Mar. 2013, pp. 507–512.
- [84] A. Milenković, D. Janković, A. Veljanovski, M. Stojković, L. Stoimenov, and P. Rajković, 'Mogućnosti primene OLAP alata u medicinskim informacionim sistemima', 2013, vol. 12, pp. 836–841.
- [85] D. Janković, P. Rajković, T. Stanković, A. Milenković, and I. Kocić, 'Application of Medical Information Systems in Education and Research in Medicine', *Acta Medica Median.*, pp. 73–80, doi: 10.5633/amm.2012.0113.
- [86] P. Rajković, D. Janković, and A. Milenković, 'Knowledge Database and E-Learning Exstensions for Medical Information Systems', Niš, Srbija, Nov. 2012, pp. 240–243.
- [87] S. Tian, W. Yang, J. M. L. Grange, P. Wang, W. Huang, and Z. Ye, 'Smart healthcare: making medical care more intelligent', *Glob. Health J.*, vol. 3, no. 3, pp. 62–65, Sep. 2019, doi: 10.1016/j.glohj.2019.07.001.
- [88] S. Pyne, A. K. S. Vullikanti, and M. V. Marathe, 'Big Data Applications in Health Sciences and Epidemiology', in *Handbook of Statistics*, vol. 33, Elsevier, 2015, pp. 171–202. doi: 10.1016/B978-0-444-63492-4.00008-3.
- [89] A. A. Adalja, E. Toner, and T. V. Inglesby, 'Priorities for the US Health Community Responding to COVID-19', *JAMA*, vol. 323, no. 14, p. 1343, Apr. 2020, doi: 10.1001/jama.2020.3413.
- [90] L. O. Danquah *et al.*, 'Use of a mobile application for Ebola contact tracing and monitoring in northern Sierra Leone: a proof-of-concept study', *BMC Infect. Dis.*, vol. 19, no. 1, p. 810, Dec. 2019, doi: 10.1186/s12879-019-4354-z.
- [91] D. Cooper, K. van Quathem, and A. Oberschelp de Meneses, 'The "Pan-European Privacy Preserving Proximity Tracing Initiative" and Guidance by Supervisory Authorities'. 2020.
- [92] G. Dan, 'Apple and Google Detail Bold and Ambitious Plan to Track COVID-19 at Scale, Teetering on a Razor, Smartphone Giants Try to Balance Infection Tracking and Privacy', 2020. <https://arstechnica.com/information-technology/2020/04/apple-and-google-detail-bold-and-ambitious-plan-to-track-covid-19-at-scale/> (accessed Jul. 27, 2021).
- [93] European Commission, 'EU Digital COVID Certificate', *European Commission - European Commission*. https://ec.europa.eu/info/live-work-travel-eu/coronavirus-response/safe-covid-19-vaccines-europeans/eu-digital-covid-certificate_en (accessed Jul. 30, 2021).
- [94] eUprava, 'Digitalni zeleni sertifikat'. <https://euprava.gov.rs/usluge/6554> (accessed Jul. 30, 2021).
- [95] UNDP Serbia, 'Otvoreni podaci - otvorene mogućnosti', *UNDP*. <https://www.rs.undp.org/content/serbia/sr/home/projects/opendata.html> (accessed Jul. 30, 2021).
- [96] Vlada Republike Srbije, 'Portal otvorenih podataka Republike Srbije'. <https://data.gov.rs/sr/> (accessed Jul. 30, 2021).
- [97] European Centre for Disease Prevention and Control, 'European Centre for Disease Prevention and Control - COVID-19 situation Update Worldwide', *European Centre for*

- Disease Prevention and Control*. <https://www.ecdc.europa.eu/en/geographical-distribution-2019-ncov-cases> (accessed Jul. 30, 2021).
- [98] Ministarstvo zdravlja Republike Srbije and Institut za javno zdravlje dr Milan Jovanović - Batut, 'Portal Korona virus - COVID-19'. <https://covid19.rs/> (accessed Jul. 30, 2021).
- [99] Ministarstvo zdravlja Republike Srbije, 'Portal e-Zdravlje'. <https://www.e-zdravlje.gov.rs/landing/?v=20210730> (accessed Jul. 30, 2021).
- [100] Vlada Republike Srbije, 'eUprava - Iskazivanje interesovanja za vakcinisanje protiv COVID-19'. <https://euprava.gov.rs/usluge/6224> (accessed Jul. 30, 2021).
- [101] 'Dr.Max spustil "rúškomat" v Bratislave, plánuje pokračovat' v d'alších mestách', *Lekáreň Dr. Max*. <https://www.drmax.sk/informacie-pre-media/38013> (accessed Jul. 30, 2021).
- [102] C. Shorten, T. M. Khoshgoftaar, and B. Furht, 'Deep Learning applications for COVID-19', *J. Big Data*, vol. 8, no. 1, p. 18, Dec. 2021, doi: 10.1186/s40537-020-00392-9.
- [103] P. Rao, 'Nigerian digital healthcare startup helps triage COVID-19 cases', *Africa Renewal*, Jun. 25, 2020. <https://www.un.org/africarenewal/magazine/june-2020/coronavirus/nigerian-digital-healthcare-startup-helps-triage-covid-19-cases> (accessed Jul. 30, 2021).
- [104] DW - Science, 'COVID: Artificial intelligence in the pandemic', *DW.COM*. <https://www.dw.com/en/covid-artificial-intelligence-in-the-pandemic/a-58171146> (accessed Jul. 30, 2021).
- [105] A. S. Adly, A. S. Adly, and M. S. Adly, 'Approaches Based on Artificial Intelligence and the Internet of Intelligent Things to Prevent the Spread of COVID-19: Scoping Review', *J. Med. Internet Res.*, vol. 22, no. 8, p. e19104, Aug. 2020, doi: 10.2196/19104.
- [106] Vlada Republike Srbije, 'Zakon o zdravstvenoj dokumentaciji i evidencijama u oblasti zdravstva'. <https://www.paragraf.rs/propisi/zakon-o-zdravstvenoj-dokumentaciji-i-evidencijama-u-oblasti-zdravstva.html> (accessed Aug. 02, 2021).
- [107] M. D. Christian *et al.*, 'Development of a triage protocol for critical care during an influenza pandemic', *Can. Med. Assoc. J.*, vol. 175, no. 11, pp. 1377–1381, Nov. 2006, doi: 10.1503/cmaj.060911.
- [108] I. Marković, A. Milenković, and D. Janković, 'An Implementation of SMS Communication with Patients in a Medical Information System', presented at the ICEST, Veliko Tarnovo, Bulgaria, Jun. 2012.
- [109] *Deep Learning Techniques for Biomedical and Health Informatics*. Elsevier, 2020. doi: 10.1016/C2018-0-04781-7.
- [110] Hsiang-Chuan Liu, Shin-Wu Liu, Pei-Chun Chang, Wen-Chun Huang, and Chien-Hsiung Liao, 'A novel classifier for influenza a viruses based on SVM and logistic regression', in *2008 International Conference on Wavelet Analysis and Pattern Recognition*, Hong Kong, Aug. 2008, pp. 287–291. doi: 10.1109/ICWAPR.2008.4635791.
- [111] B. Dai, R.-C. Chen, S.-Z. Zhu, and W.-W. Zhang, 'Using Random Forest Algorithm for Breast Cancer Diagnosis', in *2018 International Symposium on Computer, Consumer and Control (IS3C)*, Taichung, Taiwan, Dec. 2018, pp. 449–452. doi: 10.1109/IS3C.2018.00119.
- [112] A. Đorđević, A. Milenković, D. Janković, and L. Stamenković, 'Optimization of health service schedule', presented at the 10th International Conference on Information Society and Technology, Kopaonik, Serbia, 2020. [Online]. Available: <https://www.eventiotic.com/eventiotic/conference/icist2020>

- [113] D. Aleksić, P. Rajković, D. Vučković, D. Janković, and A. Milenković, ‘Data summarization method for chronic disease tracking’, *J. Biomed. Inform.*, vol. 69, pp. 188–202, May 2017, doi: 10.1016/j.jbi.2017.04.012.
- [114] P. Rajkovic, D. Jankovic, and A. Milenkovic, ‘Adaption of medical information system’s e-learning extension to a simple suggestion tool’, in *2016 IEEE 18th International Conference on e-Health Networking, Applications and Services (Healthcom)*, Munich, Germany, Sep. 2016, pp. 1–6. doi: 10.1109/HealthCom.2016.7749473.
- [115] E. Milić, D. Janković, and A. Milenković, ‘Health Care Domain Mobile Reminder for Taking Prescribed Medications’, in *ICT Innovations 2016*, vol. 665, G. Stojanov and A. Kulakov, Eds. Cham: Springer International Publishing, 2018, pp. 173–181. doi: 10.1007/978-3-319-68855-8_17.
- [116] W. Grossmann and S. Rinderle-Ma, *Fundamentals of business intelligence*. Heidelberg New York, NY Dordrecht London Berlin: Springer, 2015.
- [117] R. Bouman, J. van Dongen, and J. Van Dongen, *Pentaho solutions: business intelligence and data warehousing with Pentaho and MySQL*, 1. Aufl. Indianapolis, Ind: Wiley, 2009.
- [118] J. J. Reeves *et al.*, ‘Rapid response to COVID-19: health informatics support for outbreak management in an academic health system’, *J. Am. Med. Inform. Assoc.*, vol. 27, no. 6, pp. 853–859, Jun. 2020, doi: 10.1093/jamia/ocaa037.
- [119] F. Hao *et al.*, ‘Do psychiatric patients experience more psychiatric symptoms during COVID-19 pandemic and lockdown? A case-control study with service and research implications for immunopsychiatry’, *Brain. Behav. Immun.*, vol. 87, pp. 100–106, Jul. 2020, doi: 10.1016/j.bbi.2020.04.069.
- [120] B. X. Tran *et al.*, ‘Characterize health and economic vulnerabilities of workers to control the emergence of COVID-19 in an industrial zone in Vietnam’, *Saf. Sci.*, vol. 129, p. 104811, Sep. 2020, doi: 10.1016/j.ssci.2020.104811.
- [121] M. W. B. Zhang, R. C. M. Ho, S. E. Cassin, R. Hawa, and S. Sockalingam, ‘Online and smartphone based cognitive behavioral therapy for bariatric surgery patients: Initial pilot study’, *Technol. Health Care*, vol. 23, no. 6, pp. 737–744, Oct. 2015, doi: 10.3233/THC-151026.
- [122] M. W. Zhang, P. Y. Chew, L. L. Yeo, and R. C. Ho, ‘The untapped potential of smartphone sensors for stroke rehabilitation and after-care’, *Technol. Health Care*, vol. 24, no. 1, pp. 139–143, Jan. 2016, doi: 10.3233/THC-151099.
- [123] M. W. B. Zhang *et al.*, ‘Conceptualization of an evidence-based smartphone innovation for caregivers and persons living with dementia’, *Technol. Health Care*, vol. 24, no. 5, pp. 769–773, Sep. 2016, doi: 10.3233/THC-161165.
- [124] A. Rajagopalan, P. Shah, M. Zhang, and R. Ho, ‘Digital Platforms in the Assessment and Monitoring of Patients with Bipolar Disorder’, *Brain Sci.*, vol. 7, no. 12, p. 150, Nov. 2017, doi: 10.3390/brainsci7110150.
- [125] D. Ravi *et al.*, ‘Deep Learning for Health Informatics’, *IEEE J. Biomed. Health Inform.*, vol. 21, no. 1, pp. 4–21, Jan. 2017, doi: 10.1109/JBHI.2016.2636665.
- [126] S. K. Zhou, H. Greenspan, and D. Shen, Eds., *Deep Learning for Medical Image Analysis*. London ; San Diego: Elsevier/Academic Press, 2017.
- [127] N. Ketkar, *Deep Learning with Python*. Berkeley, CA: Apress, 2017. doi: 10.1007/978-1-4842-2766-4.

- [128] N. Wu *et al.*, ‘Deep Neural Networks Improve Radiologists’ Performance in Breast Cancer Screening’, *IEEE Trans. Med. Imaging*, vol. 39, no. 4, pp. 1184–1194, Apr. 2020, doi: 10.1109/TMI.2019.2945514.
- [129] S. Salehi, A. Abedi, S. Balakrishnan, and A. Gholamrezanezhad, ‘Coronavirus Disease 2019 (COVID-19): A Systematic Review of Imaging Findings in 919 Patients’, *Am. J. Roentgenol.*, vol. 215, no. 1, pp. 87–93, Jul. 2020, doi: 10.2214/AJR.20.23034.
- [130] B. Gharizadeh *et al.*, ‘Navigating the Pandemic Response Life Cycle: Molecular Diagnostics and Immunoassays in the Context of COVID-19 Management’, *IEEE Rev. Biomed. Eng.*, vol. 14, pp. 30–47, 2021, doi: 10.1109/RBME.2020.2991444.
- [131] *Understanding PCR*. Elsevier, 2017. doi: 10.1016/C2014-0-02305-2.
- [132] E. Waltz, ‘Testing the Tests: Which COVID-19 Tests Are Most Accurate?’, *IEEE Spectrum*, Apr. 15, 2020. <https://spectrum.ieee.org/testing-tests-which-covid19-tests-are-most-accurate> (accessed Aug. 12, 2021).
- [133] L. Nicoletta, ‘Even if you test negative for COVID-19, assume you have it, experts say’, *livescience.com*, Apr. 03, 2020. <https://www.livescience.com/covid19-coronavirus-tests-false-negatives.html> (accessed Aug. 12, 2021).
- [134] H. Fukui and K. Nagata, ‘How do passengers react to airlines’ overbooking strategies? Evidence from the US airlines’, *Transp. Res. Part Policy Pract.*, vol. 132, pp. 242–255, Feb. 2020, doi: 10.1016/j.tra.2019.11.001.
- [135] F. Pasa, V. Golkov, F. Pfeiffer, D. Cremers, and D. Pfeiffer, ‘Efficient Deep Network Architectures for Fast Chest X-Ray Tuberculosis Screening and Visualization’, *Sci. Rep.*, vol. 9, no. 1, p. 6268, Dec. 2019, doi: 10.1038/s41598-019-42557-4.
- [136] L. Wang and A. Wong, ‘COVID-Net: A Tailored Deep Convolutional Neural Network Design for Detection of COVID-19 Cases from Chest X-Ray Images’, *ArXiv200309871 Cs Eess*, May 2020, Accessed: Aug. 12, 2021. [Online]. Available: <http://arxiv.org/abs/2003.09871>
- [137] S. Markus, ‘How to fight COVID-19 with machine learning’, Jul. 04, 2020. <https://towardsdatascience.com/fight-covid-19-with-machine-learning-1d1106192d84> (accessed Aug. 12, 2021).
- [138] A. Narin, C. Kaya, and Z. Pamuk, ‘Automatic detection of coronavirus disease (COVID-19) using X-ray images and deep convolutional neural networks’, *Pattern Anal. Appl.*, vol. 24, no. 3, pp. 1207–1220, Aug. 2021, doi: 10.1007/s10044-021-00984-y.
- [139] X. Xu *et al.*, ‘Deep Learning System to Screen Coronavirus Disease 2019 Pneumonia’, *Engineering*, vol. 6, no. 10, pp. 1122–1129, Oct. 2020, doi: 10.1016/j.eng.2020.04.010.
- [140] A. Jacobi, M. Chung, A. Bernheim, and C. Eber, ‘Portable chest X-ray in coronavirus disease-19 (COVID-19): A pictorial review’, *Clin. Imaging*, vol. 64, pp. 35–42, Aug. 2020, doi: 10.1016/j.clinimag.2020.04.001.
- [141] T. Ozturk, M. Talo, E. A. Yildirim, U. B. Baloglu, O. Yildirim, and U. Rajendra Acharya, ‘Automated detection of COVID-19 cases using deep neural networks with X-ray images’, *Comput. Biol. Med.*, vol. 121, p. 103792, Jun. 2020, doi: 10.1016/j.compbimed.2020.103792.
- [142] H. T. Karsanti, I. Ardiyanto, and L. E. Nugroho, ‘Deep Learning-Based Patient Visits Forecasting Using Long Short Term Memory’, in *2019 International Conference of Artificial Intelligence and Information Technology (ICAIIIT)*, Yogyakarta, Indonesia, Mar. 2019, pp. 344–349. doi: 10.1109/ICAIIIT.2019.8834634.
- [143] ‘TensorFlow’, *TensorFlow*. <https://www.tensorflow.org/> (accessed Aug. 12, 2021).
- [144] ‘Keras: the Python deep learning API’. <https://keras.io/> (accessed Aug. 12, 2021).
- [145] ‘NumPy’. <https://numpy.org/> (accessed Aug. 12, 2021).

-
- [146] ‘pandas - Python Data Analysis Library’. <https://pandas.pydata.org/> (accessed Aug. 12, 2021).
- [147] ‘Matplotlib: Python plotting — Matplotlib 3.4.2 documentation’. <https://matplotlib.org/> (accessed Aug. 12, 2021).
- [148] ‘OpenCV’, *OpenCV*. <https://opencv.org/> (accessed Aug. 12, 2021).
- [149] ‘scikit-learn: machine learning in Python — scikit-learn 0.24.2 documentation’. <https://scikit-learn.org/stable/> (accessed Aug. 12, 2021).
- [150] ‘PyCharm: the Python IDE for Professional Developers by JetBrains’, *JetBrains*. <https://www.jetbrains.com/pycharm/> (accessed Aug. 12, 2021).
- [151] S. Raschka and V. Mirjalili, *Python machine learning: machine learning and deep learning with Python, scikit-learn, and TensorFlow 2*, Third edition. Birmingham Mumbai: Packt, 2019.
- [152] J. Brownlee, ‘A Gentle Introduction to k-fold Cross-Validation’, *Machine Learning Mastery*, May 22, 2018. <https://machinelearningmastery.com/k-fold-cross-validation/> (accessed Aug. 12, 2021).
- [153] J. P. Cohen, ‘Open database of COVID-19 cases with chest X-ray or CT images’, Aug. 12, 2021. <https://github.com/ieee8023/covid-chestxray-dataset> (accessed Aug. 12, 2021).
- [154] R. Hart and E. Black, ‘Acute respiratory distress syndrome’, *Anaesth. Intensive Care Med.*, vol. 20, no. 11, pp. 658–662, Nov. 2019, doi: 10.1016/j.mpaic.2019.09.006.
- [155] H. Z. Farooq *et al.*, ‘Middle East respiratory syndrome coronavirus (MERS-CoV) — Surveillance and testing in North England from 2012 to 2019’, *Int. J. Infect. Dis.*, vol. 93, pp. 237–244, Apr. 2020, doi: 10.1016/j.ijid.2020.01.043.
- [156] H. K. H. Luk, X. Li, J. Fung, S. K. P. Lau, and P. C. Y. Woo, ‘Molecular epidemiology, evolution and phylogeny of SARS coronavirus’, *Infect. Genet. Evol.*, vol. 71, pp. 21–30, Jul. 2019, doi: 10.1016/j.meegid.2019.03.001.
- [157] ‘Chest X-Ray Images (Pneumonia)’. <https://kaggle.com/paultimothymooney/chest-xray-pneumonia> (accessed Aug. 12, 2021).
- [158] D.-X. Zhou, ‘Theory of deep convolutional neural networks: Downsampling’, *Neural Netw.*, vol. 124, pp. 319–327, Apr. 2020, doi: 10.1016/j.neunet.2020.01.018.
- [159] O. Russakovsky *et al.*, ‘ImageNet Large Scale Visual Recognition Challenge’, *Int. J. Comput. Vis.*, vol. 115, no. 3, pp. 211–252, Dec. 2015, doi: 10.1007/s11263-015-0816-y.
- [160] J. Brownlee, ‘Transfer Learning in Keras with Computer Vision Models’, *Machine Learning Mastery*, May 14, 2019. <https://machinelearningmastery.com/how-to-use-transfer-learning-when-developing-convolutional-neural-network-models/> (accessed Aug. 12, 2021).
- [161] ‘Understanding the VGG19 Architecture’. <https://iq.opengenus.org/vgg19-architecture/> (accessed Aug. 12, 2021).
- [162] J. Brownlee, ‘A Gentle Introduction to Pooling Layers for Convolutional Neural Networks’, *Machine Learning Mastery*, Apr. 21, 2019. <https://machinelearningmastery.com/pooling-layers-for-convolutional-neural-networks/> (accessed Aug. 15, 2021).
- [163] Keras Team, ‘Keras documentation: Flatten layer’. https://keras.io/api/layers/reshaping_layers/flatten/ (accessed Aug. 15, 2021).
- [164] ‘Keras Dense Layer Explained for Beginners | MLK - Machine Learning Knowledge’. <https://machinelearningknowledge.ai/keras-dense-layer-explained-for-beginners/> (accessed Aug. 15, 2021).
-

- [165] J. Brownlee, ‘A Gentle Introduction to the Rectified Linear Unit (ReLU)’, *Machine Learning Mastery*, Jan. 08, 2019. <https://machinelearningmastery.com/rectified-linear-activation-function-for-deep-learning-neural-networks/> (accessed Aug. 15, 2021).
- [166] J. Brownlee, ‘Dropout Regularization in Deep Learning Models With Keras’, *Machine Learning Mastery*, Jun. 19, 2016. <https://machinelearningmastery.com/dropout-regularization-deep-learning-models-keras/> (accessed Aug. 15, 2021).
- [167] J. Brownlee, ‘Softmax Activation Function with Python’, *Machine Learning Mastery*, Oct. 18, 2020. <https://machinelearningmastery.com/softmax-activation-function-with-python/> (accessed Aug. 15, 2021).
- [168] M. Musiol, *Speeding up Deep Learning Computational Aspects of Machine Learning*. 2016.
- [169] ‘Understanding the Classification report through sklearn – Muthukrishnan’. <https://muthu.co/understanding-the-classification-report-in-sklearn/> (accessed Aug. 13, 2021).
- [170] K. P. Shung, ‘Accuracy, Precision, Recall or F1?’, *Medium*, Apr. 10, 2020. <https://towardsdatascience.com/accuracy-precision-recall-or-f1-331fb37c5cb9> (accessed Aug. 13, 2021).
- [171] P. K. Sethy and S. K. Behera, ‘Detection of Coronavirus Disease (COVID-19) Based on Deep Features’, ENGINEERING, preprint, Mar. 2020. doi: 10.20944/preprints202003.0300.v1.
- [172] S. Wang *et al.*, ‘A deep learning algorithm using CT images to screen for Corona Virus Disease (COVID-19)’, *Infectious Diseases (except HIV/AIDS)*, preprint, Feb. 2020. doi: 10.1101/2020.02.14.20023028.
- [173] F. Alavi Fard, M. Sy, and D. Ivanov, ‘Optimal overbooking strategies in the airlines using dynamic programming approach in continuous time’, *Transp. Res. Part E Logist. Transp. Rev.*, vol. 128, pp. 384–399, Aug. 2019, doi: 10.1016/j.tre.2019.07.001.
- [174] D. S. Jankovic, A. M. Milenkovic, and A. I. Djordjevic, ‘Improving the Concept of Medication Vending Machine in the Light of COVID-19 and other Pandemics’, in *2020 55th International Scientific Conference on Information, Communication and Energy Systems and Technologies (ICEST)*, Niš, Serbia, Sep. 2020, pp. 42–45. doi: 10.1109/ICEST49890.2020.9232916.
- [175] M. Shuttleworth, ‘Heron’s Inventions includes Holy Water Dispenser and the Aeolipile’. <https://explorable.com/heron-inventions> (accessed Aug. 19, 2021).
- [176] L. Oppel, ‘Drug-dispensing machines | British Columbia Medical Journal’. <https://bcmj.org/news/drug-dispensing-machines> (accessed Aug. 19, 2021).
- [177] ‘InstyMeds: Safe, Fast & Easy Medication Dispensing System’, *InstyMeds*. <https://instymeds.com/> (accessed Aug. 19, 2021).
- [178] Dr Max, ‘Prvý lekárenský automat na Slovensku prinesie pacientom vyšší komfort služieb’, *Lekárň Dr. Max*. <https://www.drmax.sk/informacie-pre-media/35504> (accessed Aug. 19, 2021).
- [179] A. Rakshitha, E. Hema, G. Priya, V. Rakshitha, and L. Sapna, ‘Automatic Medicine Vending Machine’, *Int. J. Manag. Technol. Eng.*, vol. 8, no. X, pp. 1053–1058, Oct. 2018.
- [180] N. Kulmukhanova, A. Daribay, I. Temirtayev, and U. Bassembek, ‘ZhardEM Medicine Vending Machine’, 2018, pp. 108–113. doi: 10.1109/coconet.2018.84769.
- [181] A. Bethune, ‘Could an opioid vending machine from Dartmouth make street drug users safer during COVID-19 pandemic? | SaltWire’. <https://www.saltwire.com/prince-edward-island/business/regional-business/could-an-opioid-vending-machine-from-dartmouth->

- make-street-drug-addicts-safer-during-covid-19-pandemic-438458/ (accessed Aug. 19, 2021).
- [182] A. Brolin, R. Mithun, V. Gokulnath, and M. Harivishanth, 'Design of automated medicine vending machine using mechatronics techniques', *IOP Conf. Ser. Mater. Sci. Eng.*, vol. 402, p. 012044, Sep. 2018, doi: 10.1088/1757-899X/402/1/012044.
- [183] A. Visvizi and M. D. Lytras, Eds., *Smart cities: issues and challenges: mapping political, social and economic risks and threats*. Amsterdam, Netherlands ; Oxford, United Kingdom ; Cambridge, MA, United States: Elsevier, 2019.
- [184] Raspberry Pi, 'Teach, Learn, and Make with Raspberry Pi', *Raspberry Pi*. <https://www.raspberrypi.org/> (accessed Aug. 18, 2021).

INDEKS

Sve glavne ključne reči upotrebene u doktorskoj disertaciji su u abecednom redosledu u ovom odeljku. Svaka je povezana sa brojem stranice na kojoj se pojavljuje.

2

2019-nCoV, 19

A

accuracy, 162

Administrativni deo medicinskog
informacionog sistema, 27

AL, 173

ANN, 147

antigenski testovi, 24

AP, 174

ARDS, 23

Artificial Neural Network, 147

AstraZeneca, 25

AveragePooling2D, 155

B

Batut, 32

BATUT, 32

Bharat Biotech, 25

BI, 114

Big Data, 150

BigData Computational Epidemiology, 40

biološko oružje, 18

BIS, 1, 33

bolest endemičnog karaktera, 18

Business Intelligence, 114

C

CDC, 17

centralizovani elektronski karton, 29

CMS Moodle, 132

CNN, 147

Comtrade, 32

Convolutional Neural Network, 147

COVID-19, 2, 21, 23, 24

Crna smrt, 17

CRUD, 6, 87

CT, 23

D

DarkCovidNet, 150

DBN, 147

DCRIS, 100

Deep Belief Networks, 147

Deep Neural Network, 147

Dense, 155, 159

digitalni COVID-19 sertifikat, 43

Digitalni zeleni sertifikat, 44

DILS, 30

Distribuirani centralni RIS, 100

DNN, 147

Dom zdravlja Niš, 35, 64

Drill-down, 120

Drilovanje, 119

Dropout, 155

duboke mreže verovanja, 147

duboke neuronske mreže, 147

Duboko učenje, 147

E

Ebola Contact Tracing, 40

ECDC, 48

ECT, 40

EKP, 28

elektronski karton pacijenta, 29, 37

Elektronski medicinski dosije, 60

Entity Framework, 77

Epidemija, 9

Epidemija velikih boginja, 17

epidemiologija, 9

EU-IHIS, 31

F

F1-score, 162
 faktura, 33
Flatten, 155
 FN, 161
 FP, 161

G

ground-glass, 23

H

HCoV-229E, 19
 HCoV-EMC, 19
 HCoV-NL63, 19
 HCoV-OC43, 19
 Heliant, 32
 HKU1, 19
 Humani korona virusi, 19

I

IBRD, 30
 IgA, 25
 IgG, 25
 IgM, 25
 ImageNet, 154
 Instituti za javno zdravlje, 58
 Integrisani zdravstveni informacioni sistem
 Republike Srbije, 31, 59
 IoT, 40
 IS, 1
 ISA, 28
 IT, 26
 IT rešenja, 40
 Izvor infekcije, 9

J

Janssen, 25
 JMBG, 61
 Justinijanova kuga, 16

K

kalendar imunizacije, 14
 kamilji grip, 20
 Karton obavezne imunizacije, 55
 KED, 38
Keras, 152
 knjiga evidencije dijabetičara, 38
 Kompjuterizovani tomografski snimci, 23

Kontakt, 9
 konvolucione neuronske mreže, 147
 Korona virusi, 19
 K-slojna unakrsna validacija, 153
 kurativa, 27

L

lažno negativni, 161
 lažno pozitivni, 161
 LBO, 50, 61
 LIS, 1, 28
Live Dashboard, 123

M

majka svih pandemija, 17
 Malarija, 18
Matplotlib, 152
 Matrica konfuzije, 161
 matrica korelacije, 158
MaxPool, 155
 medicinski deo medicinskog
 informacionog sistema, 27
 Medicinski informacioni sistem, 26, 28
 MEDIS.NET, 4, 32, 35, 37
 Međunarodna klasifikacija bolesti, 24
 mentalno zdravlje, 23
 MERS, 20
 MERS-CoV, 19, 20, 23
 Middle East Respiratory Syndrome, 20
 MIS, 1, 26
 MKB-10, 24
 Moderna, 25
 MojDoktor, 31

N

New Haven coronavirus, 19
 NLP, 147
 Novavax, 25
NumPy, 152

O

OLAP, 115
 Online Analytical Processing Cubes, 115
OpenCV, 152
 organizacionim jedinicama, 29
 Otvoreni podaci, 46

P

PAL, 173, 178

- pametno zdravstvo, 40
Pandas, 152
 Pandemija, 9
 Pan-European Privacy Preserving Proximity Tracing, 41
 PCR, 24
 Pentaho, 115
 Pentaho BI, 116
 personalizovani automat za prodaju lekova, 173
 Pfizer-BioNTech, 25
Pivot (rotate), 120
 Polymerase Chain Reaction, 24
 portal e-Zdravlje, 50
 Portal Korona virus – COVID-19, 49
 Poslovna inteligencija, 114
 Post COVID upitnik, 50
 Post pandemija, 10
 Post peak period, 10
PostgreSQL, 77
precision, 162
 Preprilagođavanje, 163
 preventiva, 27
 prodajni automat, 174
PyCharm, 152
Python, 152
- Q**
- QR kod, 179
- R**
- radiološki informacijski sistem, 38
Raspberry Pi, 185
recall, 162
 Recurrent Neural Network, 147
 rekurentne neuronske mreže, 147
 RFZO, 24, 31
 RIS, 1, 28, 38, 100, 101
 RNN, 147
Roll-up, 120
 RT-PCR, 148
- S**
- Sanofi Pasteur, 25
 SAR-CoV-2, 25
 SARS, 20
 SARS-CoV, 19, 20, 23
 SARS-CoV-2, 2, 19, 21, 23, 63
 Scikit-learn, 152
sensitivity, 162
 Serum Institute of India, 25
 Servis javnog zdravlja - COVID19, 86
 Severe Acute Respiratory Syndrome, 20
 Sinopharm, 25
 Sinovac, 25
 SJZ-COVID19, 86
 skrining program, 38
Slice and dice, 120
 smanjenje kontakata, 14
 socijalno distanciranje, 11
 socijalno distanciranje, 12, 173
 specificity, 162
specificity, 162
 Sputnik V, 25
 stomatološki karton, 37
 Stomatološki karton, 55
 SVM, 150
 SZO, 2, 9
 Španska groznica, 17
- T**
- tačno negativni, 161
 tačno pozitivni, 161
TensorFlow, 151
 Test samoprocene, 50
 The Gamaleya National Center, 25
 TN, 161
 TP, 161
 Transfer learning, 154
 Transferno učenje, 154
 tuberkuloza, 18
- U**
- U07.1, 23
 UN, 21
 UNESCO, 21
 Urevac, 25
- V**
- Variola vera, 17
 velika bela kuga, 18
 vending machines, 174
 vertikalna integracija, 34
 veštačka neuronska mreža, 147
 VGG19, 155
 Virus POX, 17
 Visual Geometry Group, 155
 Vuhan, 23

Z

Zarazna bolest, 9

Zavod za javno zdravlje Republike Srbije,
59
ZipSoft, 32
ZK, 55

SPISAK SLIKA

SLIKA 1. Eksponencijalni porast broja obolelih pacijenata od bolesti COVID-19.....	3
SLIKA 2. Kalendar obavezne aktivne imunizacije lica određenog uzrasta	13
SLIKA 3. Broj registrovanih COVID-19 slučajeva (broj zaraženih i umrlih) od početka 2020. godine do II nedelje aprila 2020. godine.....	21
SLIKA 4. Broj zaraženih bolešću COVID-19 po SZO regionima (30. jun. 2021. godine) [48]	22
SLIKA 5. Broj COVID-19 zaraženih i preminulih pacijenata tokom 2020. i 2021. godine u Republici Srbiji prema statistici SZO [48].....	23
SLIKA 6. Medicinski informacioni sistem.....	26
SLIKA 7. Razvoj medicinskih informacionih sistema od 1960. godine do danas.....	27
SLIKA 8. Tok podataka u medicinskom informacionom sistemu [60]	28
SLIKA 9. Arhitektura i ključne karakteristike medicinskog informacionog sistema [61].....	29
SLIKA 10. Praćenje dostupnih resursa preko sistema MojDoktor [65].....	32
SLIKA 11. IS rešenje Zipsoft-a (levo) i Heliant-a (desno) [66], [67]	32
SLIKA 12. Interakcija između medicinskih informacionih sistema i ostalih informacionih sistema u Republici Srbiji.....	33
SLIKA 13. Predlog unapređenje medicinskih informacionih sistema u Republici Srbiji.....	34
SLIKA 14. Medicinski informacioni sistem MEDIS.NET	35
SLIKA 15. Struktura unapređenog medicinskog informacionog sistema MEDIS.NET.....	36
SLIKA 16. Elektronski karton pacijenta u MIS-u MEDIS.NET.....	37
SLIKA 17. Dizajn aplikacije za praćenje kontakata zaraženih od Ebole u Zapadnoj Africi [90]	41
SLIKA 18. Praćenje ostvarenog kontakta pomoću mobilne aplikacije (I faza – pozitivan test na COVID-19 nakon prethodno ostvarenog kontakta sa drugim osobama) [92].....	42
SLIKA 19. Praćenje ostvarenog kontakta pomoću mobilne aplikacije (II faza – obaveštavanje osobe koja je bila u kontaktu sa potvrđeno pozitivnom osobom) [92]	43
SLIKA 20. EU Digitalni COVID-19 sertifikat [93]	44
SLIKA 21. Zemlje u kojima važi Digitalni COVID sertifikat (30. jul. 2021. godine) [93].....	44

SLIKA 22. Digitalni zeleni sertifikat (verzija dokumenta za štampu u PDF-u)	45
SLIKA 23. Digitalni zeleni sertifikat nakon skeniranja QR koda sa mobilnog telefona	46
SLIKA 24. Google - Statistika zaražavanja virusom SARS-CoV-2 (Srbija, 14. jul 2021. godine)	47
SLIKA 25. ECDC - COVID-19 dvonedeljni prikaz bolesti u državama članica EU [97]	48
SLIKA 26. Svetska zdravstvena organizacija - SARS-CoV-2 Dashboard [48].....	49
SLIKA 27. Portal Korona virus - COVID-19 [98].....	50
SLIKA 28. Portal eZdravlje - Test samoprocene i Post COVID upitnik [99].....	51
SLIKA 29. Dr Max automat za prodaju medikamenata [101]	52
SLIKA 30. Upotreba veštačke inteligencija u prevenciji širenja bolesti COVID-19 [105].....	53
SLIKA 31. Kolaboracija medicinskih informacionih sistema i ostalih informacionih sistema u Republici Srbiji nakon proglašenja epidemije i pandemije virusa SARS-CoV-2.....	63
SLIKA 32. MIS MEDIS.NET - ključni moduli i njihova povezanost	67
SLIKA 33. Algoritam za trijažu pacijenata i moduli medicinskog informacionog sistema MEDIS.NET.....	68
SLIKA 34. Izgled upitnika na engleskom jeziku za trijažu pacijenta koji je deo Modula za pametnu trijažu pacijenata u MEDIS.NET-u	69
SLIKA 35. Alat za dinamičko kreiranje upitnika - pretraga pacijenata	73
SLIKA 36. Izgled upitnika u alatu za dinamičko kreiranje upitnika.....	74
SLIKA 37. Dijagram slučajeva korišćenja Alata za generisanje dinamičkih upitnika	75
SLIKA 38. Konfigurisanje upitnika	75
SLIKA 39. Konfigurisanje liste pitanja na upitniku.....	76
SLIKA 40. Konfigurisanje svakog pitanja na upitniku	76
SLIKA 41. Bitne tabele za funkcionisanje Alata za generisanje dinamičkih upitnika.....	77
SLIKA 42. Komponentni dijagram Alata za generisanje dinamičkih upitnika.....	78
SLIKA 43. Primer <i>json</i> podataka koji su se slali dostupnom servisu Kabineta premijera Vlade Republike Srbije	81
SLIKA 44. Korisnički interfejs aplikacije MEDIS.NET – COVID-19 Statistika.....	82
SLIKA 45. Konfigurisanje privilegija aplikacije MEDIS.NET – COVID-19 Statistika	82

SLIKA 46. Aplikacije MEDIS.NET – COVID-19 Statistika se izvršava i kao Windows servis (<i>Medis.COVID.Statistika.Servis</i>).....	83
SLIKA 47. Dijagram slučajeva korišćenja aplikacije MEDIS.NET – COVID-19 Statistika	83
SLIKA 48. Dijagram komunikacije između bitnih komponenti aplikacije.....	84
SLIKA 49. Komponentni dijagram aplikacije MEDIS.NET – COVID-19 Statistika.....	85
SLIKA 50. Bitne tabele iz baze podataka za funkcionisanje aplikacije MEDIS.NET – COVID-19 Statistika	86
SLIKA 51. Bitne tabele iz baze podataka za funkcionisanje modula za kolaboracija sa servisom Instituta za javno zdravlje Srbije Milan Jovanović Batut.....	89
SLIKA 52. Deo <i>entity_definition</i> polja tabele <i>covid_batut_forma</i> (iz zamapćenog <i>json</i> zapisa) za ambulantni izveštaj	90
SLIKA 53. Deo podrazumevanih vrednosti (iz zapamćenog <i>json</i> zapisa) iz polja <i>default_value_entity</i> tabele <i>covid_batut_forma</i> za ambulantni izveštaj.....	91
SLIKA 54. Deo parametrizovanih upita (iz zapamćenog <i>json</i> zapisa) iz polja <i>sql_populate_entity</i> tabele <i>covid_batut_forma</i> za ambulantni izveštaj.....	92
SLIKA 55. Poslata vrednost <i>json</i> -a centralnom servisu (vrednost polja <i>snimljena_vrednost</i> iz tabele <i>osiguranik_covid_batut</i>) koja odgovara ambulantnom izveštaju	93
SLIKA 56. Izgled autogenerisane forme ambulantnog izveštaja (COVID-19 Ambulanta) iz elektronskog kartona pacijenta MEDIS.NET-a.....	94
SLIKA 57. Generisanje forme za COVID izveštaje.....	94
SLIKA 58. Izgled autogenerisane forme izveštaja o uzorkovanju (COVID-19 Uzorkovanje) iz elektronskog kartona pacijenta MEDIS.NET-a.....	95
SLIKA 59. Izgled dela aplikacije <i>Medis.Prijemna.exe</i> za kreiranje, pretragu, prikaz i slanje izveštaja prema servisu SJZ-COVID19	96
SLIKA 60. Dijagram slučajeva korišćenja razvijenog modula MEDIS.NET-a za kolaboraciju sa centralnim servisom SJZ-COVID19	97
SLIKA 61. Dijagram komunikacije između bitnih komponenti modula MEDIS.NET za kolaboraciju sa SJZ-COVID19	98
SLIKA 62. Komponentni dijagram modula za kolaboraciju medicinskog informacionog sistema MEDIS.NET i SJZ-COVID19	98

SLIKA 63. Batut statistika - aplikacija za slanje zbirnih COVID izveštaja servisu SJZ- COVID19	99
SLIKA 64. Aplikacija <i>Medis.Konfigurisanje.exe</i> - sastavni deo MEDIS.NET-a	99
SLIKA 65. Kreiranje uputa za radiologiju iz elektronskog kartona pacijenta u MEDIS.NET-u	102
SLIKA 66. Preuzimanje radiološkog izveštaja.....	103
SLIKA 67. Najbitnije tabele za funkcionisanje kolaboracije MEDIS.NET-a i Republičkog RIS- a	106
SLIKA 68. Klasni dijagram kreiran na osnovu <i>json request</i> zahteva za kreiranje radiološkog uputa	108
SLIKA 69. Primer strukture <i>json response</i> poruke za preuzimanje radiološkog izveštaja	109
SLIKA 70. Klasni dijagram kreiran na osnovu <i>json response</i> zahteva za preuzimanje radiološkog uputa iz Republičkog RIS-a.....	110
SLIKA 71. Preuzimanje radiološkog izveštaja na zahtev lekara.....	112
SLIKA 72. Sekvencijalni dijagram – kreiranje radiološkog uputa	113
SLIKA 73. Sekvencijalni dijagram za preuzimanje radioloških izveštaja pomoću web servisa (<i>web hook</i> implementacija)	114
SLIKA 74. Kettle-džob koji formira jedan fizički kub.....	117
SLIKA 75. Izgled jednog logičkog kuba.....	118
SLIKA 76. Korisnička konzola Pentaho BI servera.....	119
SLIKA 77. Početni izgled jedne akcione sekvence za analitiku	119
SLIKA 78. Drilovanje nadole po dimenziji “Služba”	121
SLIKA 79. OLAP Navigator koji se koristi za definisanje izgleda analitike i filtriranje dimenzija po određenim vrednostima	121
SLIKA 80. Postupak kreiranja onlajn izveštaja (“živi” izveštaji – <i>Live Dashboard</i>)	123
SLIKA 81. Broj raspoloživih lekara opšte prakse i pedijataru u odnosu na broj prvih i kontrolnih pregleda u COVID ambulancama unutar ustanove - na vremenskoj osi	124
SLIKA 82. Opterećenost lekara unutar zdravstvene ustanove - COVID ambulante	125
SLIKA 83. Broj prvih i kontrolnih pregleda i broj testiranih pacijenata.....	125

SLIKA 84. Broj pacijenata u COVID ambulanti u Nišu	126
SLIKA 85. Broj pregleda NE-COVID pacijenata na vremenskoj osi	126
SLIKA 86. Sekvencijalni dijagram kolaboracije medicinskog informacionog sistema, informacionog sistema naplate putarina i informacionog sistema Ministarstva unutrašnjih poslova Republike Srbije.....	128
SLIKA 87. Sekvencijalni dijagram kolaboracije medicinskog informacionog sistema i informacionog sistema Ministarstva unutrašnjih poslova Republike Srbije	129
SLIKA 88. Sekvencijalni dijagram kolaboracije medicinskog informacionog sistema i e-Uprave	130
SLIKA 89. Kolaboracija medicinskog informacionog sistema i geografskog informacionog sistema.....	131
SLIKA 90. Sekvencijalni dijagram kolaboracije medicinskog informacionog sistema i informacionog sistema Ministarstva prosvete Republike Srbije.....	132
SLIKA 91. Broj recepata, pacijenata, uputa, muškaraca i žena sa starosnom strukturom u Domu zdravlja Niš tokom 11, 12, 13, 14 i 15 nedelje 2017, 2018, 2019. i 2020. godine.....	133
SLIKA 92. Broj specijalističkih pregleda, laboratorijskih uputa, recepata, pacijenata i najučestalijih dijagnoza u Domu zdravlja Niš tokom 11, 12, 13, 14 i 15 nedelje 2017, 2018, 2019. i 2020. godine	134
SLIKA 93. Broj prvih i kontrolnih pregleda COVID pacijenata, broj testiranih i pozitivnih COVID pacijenata sa prikazanim brojem pregleda NE-COVID pacijenata	136
SLIKA 94. Praćenje kontakata i podaci o putovanju [118].....	140
SLIKA 95. Posete bazirane na telemedicine (<i>Patient Facing Technology</i>) [118]	141
SLIKA 96. Dashboard za praćenje resursa u realnom vremenu [118].....	141
SLIKA 97. Predlog arhitekture unapređenog medicinskog informacionog sistema.....	143
SLIKA 98. K-slojna unakrsna validacija za $k = 5$	153
SLIKA 99. Arhitektura VGG19 modela.....	154
SLIKA 100. Prikaz arhitekture duboke neuronske mreže kreirane za binarnu klasifikaciju radioloških snimaka grudnog koša	156
SLIKA 101. Korelaciona matrica između atributa obrađenog seta podataka	159
SLIKA 102. Arhitektura duboke neuronske mreže sa <i>Dense</i> slojevima neurona	159

SLIKA 103. Aktivacione funkcije (<i>sigmoid, tanh, ReLU</i> i <i>softplus</i>) [168].....	160
SLIKA 104. Matrica konfuzije binarnog klasifikatora.....	161
SLIKA 105. Moduli u medicinskom informacionom sistemu MEDIS.NET (levo - modul na odeljenju radiologije, desno - modul za zakazivanje pregleda pacijenata)	163
SLIKA 106. Performanse modela za binarnu klasifikaciju rendgenskih snimaka grudnog koša	164
SLIKA 107. Matrica konfuzije modela za binarnu klasifikaciju rendgenskih snimaka grudnog koša.....	164
SLIKA 108. Performanse modela za optimizaciju slotova za zakazivanje pregleda	167
SLIKA 109. Matrica konfuzije za binarnu klasifikaciju slotova za zakazivanje pregleda.....	167
SLIKA 110. Performanse modela za optimizaciju slotova za zakazivanje pregleda upotrebom <i>Radnom Forest-a</i>	170
SLIKA 111. Performanse kreiranog modela treniranog sa parametrima koji opisuju zakazani termin zajedno sa hidro-meteorološkim vremenskim prilikama.....	171
SLIKA 112. Deset najviše propisivanih lekova u Domu zdravlja Niš.....	176
SLIKA 113. Deset najviše propisivanih lekova u Domu zdravlja Niš tokom prvih 6 meseci 2020. godine	178
SLIKA 114. Sekvencijalni dijagram kreiranja elektronskog recepta i preuzimanje lekova upotrebom funkcionalnosti PAL-a	179
SLIKA 115. Idealan scenario upotrebe PAL-a.....	181
SLIKA 116. Primer elektronskog recepta iz MEDIS.NET-a	182
SLIKA 117. Scenario kada se porudžbina lekova ne može u potpunosti isporučiti pacijentu. 183	183
SLIKA 118. Blokovski dijagram PAL-a	184
SLIKA 119. Hijerarhija zdravstvenih ustanova u Republici Srbiji	185
SLIKA 120. Izgled elektronskih recepata u centralnom repozitorijumu koji su propisani pacijentu u MEDIS.NET	186

SPISAK TABELA

TABELA 1. Zarazne bolesti po kategorijama nad kojima se sprovodi epidemiološki nadzor i protiv kojih se primenjuju mere sprečavanja i suzbijanja zaraznih bolesti [15]	14
TABELA 2. Nove COVID-19 dijagnoze u MKB 10 šifarniku dijagnoza	24
TABELA 3. Neki od korisnika medicinskog informacionog sistema MEDIS.NET	39
TABELA 4. Pojedini izrazi i njihova pojašnjenja koji se koriste u Zakon o zdravstvenoj dokumentaciji i evidenciji u oblasti zdravstva	56
TABELA 5. Podaci koji se upisuju u osnovnu medicinsku dokumentaciju	61
TABELA 6. Procenat stanovništva po starosnim i rizičnim grupama u Nišu.....	65
TABELA 7. Procenat stanovništva određene starosne kategorija sa kategorijama rizika	65
TABELA 8. Top 10 hroničnih MKB-10 dijagnoza za procentom hroničnih pacijenata i prosečnoj starosti pacijenta u Domu zdravlja Niš	66
TABELA 9. Opis zbirnih podataka koje ustanove primarne zaštite treba da periodično izveštavaju.....	80
TABELA 10. Opis OLAP operacija.....	120
TABELA 11. Ukupan broj pacijenata upućenih na Infektivnu kliniku (IK) i Pulmologiju (P)	135
TABELA 12. Kategorije pacijenata nakon procesa trijaže pacijenata	136
TABELA 13. Lista atributa iz seta podataka ekstrahovanog iz baze Doma zdravlja Niš za potrebe treniranje i validiranje kreiranog modela	157
TABELA 14. Izveštaj o klasifikaciji za model za klasifikaciju radioloških snimaka grudnog koša.....	165
TABELA 15. Izveštaj o klasifikaciji za model za binarnu klasifikaciju slotova za zakazivanje pregleda	168
TABELA 16. Broj propisanih recepata po poseti	177
TABELA 17. Broj propisanih recepata po mesecima u Domu zdravlja Niš tokom 2020. godine	177

BIOGRAFIJA AUTORA

Aleksandar Milenković je rođen 8. maja 1985. godine u Vranju, Republika Srbija. Osnovnu školu i Gimnaziju “Bora Stanković”, prirodno-matematički smer, završio je u Vranju. Nosilac je Vukove diplome u osnovnoj i srednjoj školi. Elektronski fakultet u Nišu upisao je 2004. godine. Diplomirao je 2009. godine na smeru Računarstvo i informatika na odseku Softversko inženjerstvo sa prosečnom ocenom 9,18 i ocenom 10 na diplomskom radu. Tokom studiranja za ostvarene rezultate dobitnik je većeg broja pohvalnica, povelja i nagrada.

Aleksandar je bio korisnik stipendije Ministarstva za nauku i tehnološki razvoj Republike Srbije od 2002. do 2014. godine (od treće godine srednje škole do treće godine doktorskih akademskih studija). Od 2009. do 2014. godine kao stipendista bio je angažovan na dva projekta Ministarstva prosvete i nauke Republike Srbije.

Od 2014. godine zaposlen je na Elektronskom fakultetu kao asistent na Katedri za računarstvo gde drži veći broj predmeta.

On je autor i koautor 5 radova na SCI listi, 5 radova u ostalim međunarodnim časopisima i časopisima nacionalnog značaja, 35 međunarodnih saopštenja, 9 domaćih saopštenja, 8 tehničkih rešenja i dva pomoćna udžbenika. Svi objavljeni naučni radovi su u vezi sa njegovim istraživanjima iz oblasti medicinske informatike.

Član je Laboratorije za medicinsku informatiku na Elektronskom fakultetu u Nišu i organizacije IEEE 14 godina.

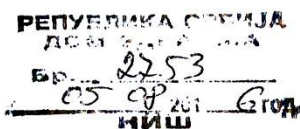
Aleksandar je angažovan na projektu saradnje Elektronskog fakulteta i zdravstvenih ustanova, koji se bavi razvojem medicinskog informacionog sistema MEDIS.NET od 2009. godine do danas. Učestvovao je na projektima Vlade Republike Srbije i programa Ujedinjenih nacija za razvoj u Srbiji (UNDP) pod nazivom “Prekvalifikacije u IT oblasti - .NET Web programer” od 2019. do 2020. godine.

PRILOG A

Saglasnost Doma zdravlja Niš da Elektronski fakultet u Nišu podatke prikupljene u toku korišćenja MEDIS.NET-a, može da koristi u naučne svrhe.



DOM ZDRAVLJA NIŠ Niš, ul. Vojvode Tankosića 15



UNIVERZITET U NIŠU
ELEKTRONSKI FAKULTET

18000 Niš
ul. Aleksandra Medvedeva 14

Predmet: Saglasnost

Na osnovu Vašeg zahtev broj 01/05-096/16 od 15.03.2016.g dajemo Vam sledeći odgovor :

Dom zdravlja Niš je saglasan da Elektronski fakultet podatke prikupljene u toku korišćenja MEDIS.NET-a, može da koristi u naučne svrhe bez narušavanja bilo čije i bilo kakve privatnosti i tajnosti podataka.

S poštovanjem,

U Nišu, 05.08.2016.god.

Izradio: Ivana Stanković
Pom. direktora za pravne poslove

DOM ZDRAVLJA NIŠ
DIREKTOR
Doc. dr Milorad Jerkan

Telefon (018) 4522-430, 4523-991 Telefaks: (018) 4241-047
Tekući račun - budžetski 840-586661-16 Tekući račun - sopstvena sredstva 840-586667-95
PIB 100334358 Matični broj 7173318 šifra delatnosti 8621
e-mail: info@domzdravljanis.co.rs

PRILOG B

Saglasnost Doma zdravlja Niš da autor doktorske disertacije, Aleksandar Milenković, može da koristi radiološke podatke pacijenata suspektnih na COVID-19 u naučne svrhe i izrade doktorske disertacije.

РЕПУБЛИКА СРБИЈА
ДОМ ЗАДРАВЉА

4831
29.12.2020
УНИВЕРЗИТЕТ У НИШУ
ЕЛЕКТРОНСКИ ФАКУЛТЕТ
Александра Медведева 14 · Поштански фах 73
18000 Ниш · Србија
Телефон 018 529 105 · Телефакс 018 588 399
E-mail: einfo@elfak.ni.ac.rs; http://www.elfak.ni.ac.rs
Текући рачун: 840-1721666-89; ПИБ: 100232259



UNIVERSITY OF NIŠ
FACULTY OF ELECTRONIC ENGINEERING

Aleksandra Medvedeva 14 · P.O. Box 73
18000 Niš - Serbia
Phone +381 18 529 105 · Fax +381 18 588 399
E-mail: einfo@elfak.ni.ac.rs
http://www.elfak.ni.ac.rs

Dom zdravlja Niš,
direktoru prof. dr Miloradu Jerkanu

Niš, 23.12.2020.

Predmet: Zahtev za isporuku COVID-19 radioloških slika

Poštovani direktore Jerkan,

Obraćam Vam se sa molbom da nam, u skladu sa Ugovorom o poslovno tehničkoj saradnji u vezi sa realizacijom projekta „Primena algoritama veštačke inteligencije u analizi medicinskih podataka u cilju unapređenja medicinskih informacionih sistema”, omogućite pristup radiološkim podacima pacijenata koji su suspekti na COVID-19.

Laboratorija za medicinsku informatiku se bavi širokim spektrom istraživanja u oblasti primene IT u medicini. Dobar deo istraživanja je rezultovao u objavljivanju naučnih radova i izradi master i magistarskih radova i doktorskih disertacija. Jedno od aktuelnih istraživanja je i primena ML modela u detekciji COVID-19 pozitivnih pacijenata na osnovu radioloških slika koje bi trebalo da bude i deo doktorske disertacije asistenta Aleksandra Milenkovića. Svoj model smo kreirali na osnovu testnih uzoraka i za potvrdu valjanosti našeg modela i eventualna poboljšanja potrebne su nam realne radiološke slike. Stoga bi nam od velike pomoći bile radiološke slike koje se svakog dana kreiraju u Domu zdravlja Niš. Za naša istraživanja nisu bitni podaci o samim pacijentima već samo radiološke slike.

Nadam se da ćete nam izaći u susret i omogućiti da nastavimo naša naučna istraživanja i dodjemo do značajnih rezultata koji će moći da se primene i u praksi i olakšaju borbu protiv COVID-19 virusa a ujedno još više ojačaju našu skoro deceniju dugu uspešnu saradnju.

Srdačan pozdrav,

Prof. Dragan Janković,

Laboratorija za Medicinsku informatiku
Elektronski fakultet u Nišu



ДОМ ЗДРАВЉА НИШ

Ниш, ул. Војводе Танкосића 15

Универзитет у Нишу

Електронски факултет

Лабораторија за медицинску информатику

Проф.др Драган Јанковић

ул.Александра Медведева бр.14

18000 Ниш

Предмет : Одговор на Ваш захтев за испоруку Covid-19 радиолошких слика

У вези Вашег захтева за испоруку Covid-19 радиолошких слика овим Вас обавештавамо следеће:

У вези Вашег захтева овим Вас обавештавамо да смо сагласни са Вашим захтевом за увид у тражену медицинску документацију, под условом да Вам не достављамо имена и презимена и друге личне податке пацијената ради поштовања одредаба Закона о правима пацијената („Службени гласник РС“ број 45/2013 и 25/2019 - др. закон) и Закона о заштити података о личности („Службени гласник РС“ број 87/2018).

С поштовањем,

Израдио:
Александар Илић, шеф од. за прав. посл.

Оверено:
Бранка Буквић, начелник сл. за прав.-ск. послове

Бранка Буквић



Дом здравља Ниш
директор

Милорад Јеркан
Проф. др Милорад Јеркан

Телефон (018) 4522-430, 523-991 Телефакс: (018) 4241-047
Текући рачун - буџетски 840-586661-16 Текући рачун - сопствена средства 840-586667-95
ПИБ 100334358 Матични број 07173318 шифра делатности 8621
E-mail: info@domzdravljanis.co.rs

PRILOG C

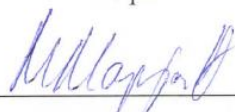
IZJAVA O DATOJ SAGLASNOSTI ZA UPOTREBU MEDICINSKIH I DEMOGRAFSKIH
PODATAKA IZ ELEKTRONSKOG KARTONA PACIJENTA ZA POTREBE IZRADE,
ODBRANE I PREZENTOVANJA DOKTORSKE DISERTACIJE

Ja, Miloš B. Marjanović (JMBG: 2211989754139) dajem potpunu saglasnost da Aleksandar M. Milenković može da koristi moje medicinske i demografske podatke iz perioda mog lečenja od bolesti COVID-19 iz elektronskog kartona medicinskog informacionog sistema MEDIS.NET iz Doma zdravlja Niš za potrebe izrade, pisanja i javne prezentacije doktorske disertacije pod naslovom: **Unapređenje koncepta medicinskih informacionih sistema u cilju smanjenja efekata i posledica epidemija i pandemija.**

Saglasan sam da moji podaci (medicinski i demografski) budu javno vidljivi u doktorskoj disertaciji kako u štampanoj verziji tako i u elektronskoj verziji doktorske disertacije.

U Nišu, 03.08.2021. godine

Potpis:



Miloš B. Marjanović

IZJAVA O AUTORSTVU

Izjavljujem da je doktorska disertacija, pod naslovom

UNAPREĐENJE KONCEPTA MEDICINSKIH INFORMACIONIH SISTEMA U CILJU SMANJENJA EFEKATA I POSLEDICA EPIDEMIJA I PANDEMIJA

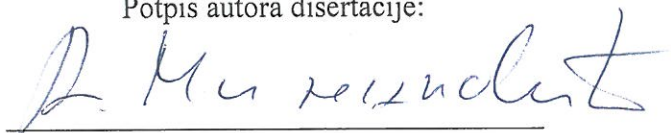
koja je odbranjena na Elektronskom fakultetu Univerziteta u Nišu:

- rezultat sopstvenog istraživačkog rada;
- da ovu disertaciju, ni u celini, niti delovima, nisam prijavljivao na drugim fakultetima, niti univerzitetima;
- da nisam povredio autorska prava, niti zloupotrebio intelektualnu svojinu drugih lica.

Dozvoljavam da se objave moji lični podaci, koji su u vezi sa autorstvom i dobijanjem akademskog zvanja doktora nauka, kao što su ime i prezime, godina i mesto rođenja i datum odbrane rada, i to u katalogu Biblioteke, Digitalnom repozitorijumu Univerziteta u Nišu, kao i publikacijama Univerziteta u Nišu.

U Nišu, _____

Potpis autora disertacije:



Aleksandar M. Milenković

IZJAVA O ISTOVETNOSTI ELEKTRONSKOG I ŠTAMPANOG
OBLIKA DOKTORSKE DISERTACIJE

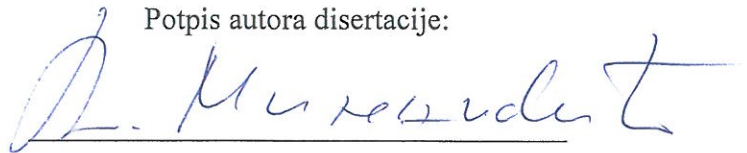
Naslov disertacije:

**UNAPREĐENJE KONCEPTA MEDICINSKIH INFORMACIONIH SISTEMA U
CILJU SMANJENJA EFEKATA I POSLEDICA EPIDEMIJA I PANDEMIJA**

Izjavljujem da je elektronski oblik moje doktorske disertacije, koju sam predao za unošenje u **Digitalni repozitorijum Univerziteta u Nišu**, istovetan štampanom obliku.

U Nišu, _____

Potpis autora disertacije:



Aleksandar M. Milenković

IZJAVA O KORIŠĆENJU

Ovlašćujem Univerzitetsku biblioteku "Nikola Tesla" da u Digitalni repozitorijum Univerziteta u Nišu unese moju doktorsku disertaciju, pod naslovom:

UNAPREĐENJE KONCEPTA MEDICINSKIH INFORMACIONIH SISTEMA U CILJU SMANJENJA EFEKATA I POSLEDICA EPIDEMIJA I PANDEMIJA


Disertaciju sa ovim prilogima predao sam u elektronskom obliku, pogodnom za trajno arhiviranje.

Moju doktorsku disertaciju, unetu u Digitalni repozitorijum Univerziteta u Nišu, mogu koristiti svi koji poštuju odredbe sadržane u odabranom tipu licence Kreativne zajednice (Creative Commons), za koju sam se odlučio.

1. Autorsvo (CC BY)
2. Autorstvo - nekomercijalno (CC BY-NC)
3. Autorstvo - nekomercijalno - bez prerade (CC BY-NC-ND)
4. Autorstvo - nekomercijalno - deliti pod istim uslovima (CC BY-NC-SA)
5. Autorstvo - bez prerade (CC BY-ND)
6. Autorstvo - deliti pod istim uslovima (CC BY-SA)

U Nišu, _____

Potpis autora disertacije:



Aleksandar M. Milenković