



УНИВЕРЗИТЕТ „СВ. КИРИЛ И МЕТОДИЈ“ -
СКОПЈЕ

ФАКУЛТЕТ ЗА ИНФОРМАТИЧКИ НАУКИ
И КОМПЈУТЕРСКО ИНЖЕНЕРСТВО



М-р Гоце Гаврилов

**КОЛАБОРАТИВЕН ЗДРАВСТВЕН ИНФОРМАЦИОНЕН СИСТЕМ
БАЗИРАН НА НОВИ ТЕХНОЛОГИИ**

- докторска дисертација -

Скопје, 2017 година

Ментор:

Ред. проф. д-р Владимир Трајковиќ
ФИНКИ – Скопје

Комисија за оцена и одбрана:

1.

2.

3.

4.

5.

Датум на одбрана:

Датум на промоција:

Дисертацијата е од областа на техничките
науки

М-р Гоце Гаврилов

Колаборативен здравствен информациона систем базиран на нови технологии

РЕЗИМЕ: Информатичката технологија се повеќе се користи во здравството со цел да се подобрат и унапредат здравствени услуги и да се намалат трошоците. Една од областите со најголеми потреби кои имаат достапни информации во вистинско време и со висока точност е здравството. Информациските системи играат значајна улога во подобрувањето на здравјето и здравствената заштита, како и во планирањето и финансирањето на здравствените услуги. Користењето на информатичките и комуникациските технологии (ИКТ) во здравството се предлага како корисна алатка за зголемување на ефикасноста, подобрување на пристапот и подобрување на квалитетот на здравствената заштита. Главниот аргумент за воведување услуги за е-здравство е неговиот потенцијал за цената на заштеда.

Системите на електронскиот здравствен картон (engl. Electronic health Records- EHR) се основни апликации во секое е-здравствено опкружување и претставуваат основни услуги за платформата на здравствената информациона технологија. Широката употреба на EHR, градење на безбедна средина за споделување на EHR многу го привлече вниманието во обете области: здравствената индустрија и академската заедница.

Колаборативниот здравствен информациски систем, претставен во оваа докторска дисертација, може да послужи како значаен придонес за здравствените власти во донесувањето на одлуки поврзани со креирање на политиките за здравствената заштита.

Целта на оваа докторска дисертација е да се дефинира колаборативен здравствен информациски систем базиран на нови технологии со кој ќе биде можно: зголемување на здравствената заштита, навремено и побрзо доставување на медицински податоци во рамките на здравствениот систем, можност за испраќање на разни известувања до корисниците, автоматски пренос на податоци за здравствената состојба меѓу различните учесници, зголемување на флексибилноста во собирањето и обработката на медицинските податоци, користење на медицината базирана на докази и нејзина имплементација во информациските системи, добивање на информации и податоци за навремено планирање на здравствените мерки и политики. Овој систем ќе создаде можност за зголемување на здравствената заштита, од една страна, и зголемување на капацитетот на здравствените установи од друга, што резултира со намалување на вкупните трошоци за пациентите и давателите на здравствена заштита и подобрување на квалитетот на животот на пациентите. Намалените трошоци за возврат ќе придонесат за навремено планирање на здравствениот денар за нови услуги и истражувања за подобрување на здравствената заштита. Подобра здравствена заштита се обезбедува со испраќање и размена на податоци и информации меѓу различни учесници во системот.

КЛУЧНИ

ЗБОРОВИ: е- услуги, веб портал, Електронски здравствен картон (EHR), електронски идентитет (eID), информациски системи, колаборативни системи.

Goce Gavrilov, M.Sc.

Collaborative Health Information System based on new technologies

ABSTRACT: Information technology is increasingly used in healthcare with the goal to improve and enhance medical services and to reduce costs. One of the areas with greatest needs having available information at the right moment and with high accuracy is healthcare. Information systems play a significant role in the improving of health and healthcare, as well as in the planning and financing of health services. The use of information and communication technology (ICT) in health care is proposed as a useful tool to increase efficiency, improve access, and improve the quality of care. The main argument for introducing eHealth services is its cost-saving potential.

Electronic Health Record (EHR) systems are core applications in any e-Health environment and represent basic services for healthcare information technology platforms. The widespread use of EHR, building a secure EHR sharing environment has attracted a lot of attention in both healthcare industry and academic community.

Collaborative health care information system, presented in this thesis, can serve as a valuable input for the healthcare authorities in making decisions related to creating health care policies.

The aim of this doctoral thesis is to define the collaborative health information system based on new technology that would be possible: increasing health prevention, timely and faster delivery of medical data within the healthcare system, able to send various notifications to users, automatic transmission of data concerning between different actors, increased flexibility in the collection of medical data, using evidence-based medicine and its implementation in information systems, obtaining information and data for timely planning of health measures and policies. This model will create an opportunity for increased health care, on the one hand, and increased capacity of health institutions on the other, resulting in a reduction of overall costs for patients and healthcare providers and improve the quality of life of the user. Reduced costs in turn will contribute to the timely planning of health penny for new services and research to improve health care. Better health care is provided by sending and exchange of data and information between various participants in the system.

KEY WORDS: e-services, web portal, Electronic health record (EHR), Electronic Identity (eID), information systems, and collaborative systems.

Содржина

1. Вовед	1
1.1 Мотивација за изработка на докторската дисертација	1
1.2 Придобивки од докторската дисертација.....	4
1.3 Структура на докторската дисертација.....	6
1.4 Листа на објавени трудови поврзани со докторската дисертација.....	8
2. Сродна работа - Преглед на досегашните истражувања во областа на здравствените информациони системи поврзани со предложениот модел.....	10
2.1 Улогата и влијание на информационите системи во здравството	10
2.2 Досегашните истражувања во областа на здравствените информационални системи поврзани со моделот	13
2.2.1 Примери на ЗИС поврзани со предложениот модел	13
3. Здравствени информационални системи	25
3.1 Значење на здравствениот информационален систем	25
3.2 Дефиниција на поимот здравствен информационален систем	26
3.3 Е-здравство	32
3.4 Интероперабилност на ЗИС.....	34
3.5 Електронски потпис и електронски идентитет во ЗИС	36
3.6 Електронско здравствено досие.....	37
4. Предлог колаборативен здравствен информационален систем	45
4.1 Основни карактеристики на предложениот систем	45
4.2 Системски нивоа на предложениот систем	47
4.3 Архитектура на предложениот систем.....	50
4.3.1 Архитектура на електронското здравствено досие	50
4.3.2 Архитектура на останатите компоненти од колаборативниот ЗИС	55
4.3.3 Комуникациска магистрала (Enterprise service bus).....	68
4.3.4 Информационален систем на Фонд за здравствено осигурување.....	70
5. Интероперабилност на предложениот колаборативен здравствен информационален систем	77
5.1 Примери за интероперабилност.....	79
5.1.1 Сервис за обезбедување на податоци за пациентот	79
5.1.2 Сервис за избран лекар	80
5.1.3 Сервис за обезбедување на медицински податоци за остварување на право за надоместок на средства	83
5.1.4 Сервис за обезбедување на медицински податоци за остварување на право за надоместок за отсуство од работа (боледување)	88

5.1.5	Сервис за заверка на ортопедски и други помагала, подигнување на помагала	93
5.1.6	Сервис за интеграција со системот за дијагностичко сродни групи (ДСГ груперот).....	96
5.1.7	Сервис за електронски рецепт	101
5.1.8	Прекугранична интероперабилност	104
5.2	Безбедност и приватност на податоците во колаборативниот здравствен информационален систем	107
6.	Евалуација на предложениот модел: методологија и метрики.....	113
7.	Заклучок.....	136
8.	Користена литература	139

Листа на слики

Слика 1: Колаборативен здравствен информациски систем	46
Слика 2: Архитектура на колаборативниот здравствен информациски систем	47
Слика 3: Архитектура на моделот на Електронско здравствено досие.....	51
Слика 4: Основна архитектура на процесот на потпишување [95]	59
Слика 5: Процес на дигитално потпишување	61
Слика 6: Автентикација на корисник во здравствениот систем	62
Слика 7: Процес на генерирање на потпишано барање- sign request [95].....	65
Слика 8: Процес на комплетно потпишување - Complete- signing [95]	66
Слика 9: Проверка на валидност на на потпишан документ [95]	67
Слика 10: Размена на административни податоци	78
Слика 11: Секвенцијален дијаграм на процесот за добивање на податоци за осигуреник	79
Слика 12: UML дијаграм на активности за избор на лекар	81
Слика 13: Секвенцијален дијаграм за процесот за избор на лекар	82
Слика 14: Процес на поднесување на барање за надомест на средства	85
Слика 15: Секвенцијален дијаграм за процесот на обезбедување на потребни документи за надомест на средства	86
Слика 16: Процес на поднесување на барање за боледување	90
Слика 17: Обезбедување на податоци за остварување на правото за боледување	91
Слика 18: UML дијаграм на активности за заверка на ортопедски и други помагала	94
Слика 19: UML дијаграм на активности за испорака на ортопедски помагала	95
Слика 20: Секвенцијален дијаграм на генерирање на ДСГ код	98
Слика 21: Е- рецепти и реализација на рецепт	102
Слика 22: Секвенцијален дијаграм на прекугранична интероперабилност	105
Слика 23: Архитектура на OpenNCP	107
Слика 24: Број на рецепти по регион.....	120
Слика 25: Сооднос меѓу бројот на упати и број на извршени здравствени услуги.....	121
Слика 26: Процентуална распределност меѓу број на осигуреници и останати податоци по региони.....	122
Слика 27: Заштеди од печатење сини картони	125
Слика 28: Заштеди на компаниите	126
Слика 29: Заштеди од извод од матична книга на родени	126
Слика 30: Заштеди на лекарите.....	127
Слика 31: Заштеди за верификација на ортопедски и медицински помагала	128
Слика 32: Точка на рентабилност [121].....	132

Листа на табели

Табела 1: Број на записи на промени во ИТ системот на ФЗОМ и на МЗ

Табела 2: Број на здравствени установи по региони

1. Вовед

1.1 Мотивација за изработка на докторската дисертација

Развојот во областа на информациско- комуникациските технологии и напредокот во медицинските науки, заедно со сродните технологии, доведе до силна потреба за размена на здравствени информации надвор од институционалните граници. Новите информациско-комуникациски технологии имаат голем потенцијал целосно да го сменат здравството и здравствениот систем кон подобро и да придонесат за иднината на нивната одржливост.

Ваквиот развој на информациско-комуникациските технологии го привлече вниманието и на здравствениот сектор. Информациските системи играат значајна улога во подобрувањето на здравјето и здравството, како и во планирањето и финансирањето на здравствените услуги. Користење на информациско-комуникациската технологија во здравството станува сè повеќе важна во многу земји во последниве неколку години. Постојат континуирани напори за национална и меѓународна стандардизација на интероперабилноста и размената на податоци во областа на здравството.

Во текот на последните неколку години, информациската технологија ни даде можност за трансформирање на начините за доставување на податоци кои може да понудат навременост, ефикасност и достапност. Со созревање на информациската технологија, здравството и други организации собираат огромни количини на податоци во електронска форма [1]. Но, иако податоците се чуваат со години, секој систем има свои стандарди за внесените вредности и користењето на различни дефиниции за текстови и податоци.

Здравствената информациска технологија (ЗИТ) претставува еден од начините кој најмногу придонесува за модернизирање и подобрување на здравствената заштита. Користење на ЗИТ обезбедува навремен пристап до здравствените информации за пациентите а со поддршка на медицината базирана на докази се намалуваат медицинските грешки и се подобрува донесувањето на клинички одлуки [2]. Електронското здравствено досие (engl. Electronic Health Record-EHR),

електронското досие за пациентот (engl. Electronic Patient Record-EPR), електронското медицинско досие (engl. Electronic Medical Record-EMR), здравствените информациски системи (ЗИС) и размена на здравствени податоци се основните компоненти на здравствената инфомациска инфраструктура [3]. Истите, често се клучни елементи во обезбедување на поддршка за реформите во здравството.

Во здравствената средина, соработката меѓу здравствените работници е реалност и дел од нивната секојдневна работа. Може да се каже дека речиси сите аспекти од работењето на здравствените работници се остваруваат само преку интеракција со компјутерите во една колаборативна платформа [4]. Земјите од Европската Унија се залагаат за обезбедувањето на прекугранична здравствена заштита преку заштита на правата на пациентите во рамки на прекуграничната здравствена заштита [5].

Во споредба со предходно спроведените истражувања за влијанието на новите технологии врз подобрување на здравствената состојба, кои не даваа некои посебни позитивни резултати, во денешно време оваа состојба значително се менува. Имено, резултатите кај скоро сите актуелни студии се доста позитивни и ветувачки во однос на подобрувањето на квалитетот на здравствената заштита на пациентите кои ги остваруваат своите права од здравствена заштита преку здравствени информациски системи кај кои се применуваат последните техничко-технолошки достигнувања. Ова се само дел од причините кои не поттикнуа да креираме нов колаборативен модел на здравствен информациски систем кој ќе биде базиран на достигнувањата во технологијата. Колаборативниот модел, претставен во оваа докторска дисертација, е комплексен здравствен информациски систем кој во себе интегрира повеќе компоненти: електронски здравствени досиеа, електронски идентитет, мобилни апликации, размена на податоци, медицински информациски системи, складишта на медицински податоци и дополнителни сервиси.

Новите технологии треба да најдат примена во здравствениот информациски систем преку обезбедување поддршка за намалување на административните

бариири и непотребните трошоци од една страна и зголемување на задоволството кај граѓаните и подобра здравствена заштита од друга страна. Употребата на достигнувањата на новите информатички (информациско-комуникациските) технологии и анализата на финансиските трошоци во информациските системи на сите нивоа на здравствена заштита претставува особен предизвик за оваа докторска дисертација.

Целта на оваа дисертација е дефинирање на колаборативен модел на здравствен информациски систем базиран на нови технологии.

За да ја постигнеме целта во докторската дисертација ќе се осврнеме на:

- ✓ Истражување и анализа на примената на информациско-комуникациските технологии во здравството;
- ✓ Компаративна анализа на повеќе здравствени информациски системи и нивна примена;
- ✓ Квалитативна и квантитативна анализа на современите технологии и нивна примена на сите нивоа на здравствена заштита;
- ✓ Дефинирање на колаборативен модел на здравствен информациски систем;
- ✓ Развој на архитектурата на информацискиот систем со примена на современите технологии и трендови во развојот на информациско-комуникациските технологии која ќе биде скалабилна, лесна за надградба и ќе обезбедува добра комуникација меѓу хетерогени компоненти;
- ✓ Дефинирање на безбедносни протоколи кои ќе обезбедат сигурност и приватност на корисничките информации и податоци во сите нивоа од информацискиот систем;
- ✓ Дефинирање на начин и модел за анализа на финансиските средства кои непотребно се трошат за услугите а кои услуги може да бидат подобро организирани или пак реализирани на начин со поголемо користење на современите технологии.

1.2 Придобивки од докторската дисертација

Колаборативниот здравствен информациски систем, презентираан во оваа докторска дисертација, дава нови насоки и димензии во користењето на модерните информациско-комуникациски технологии во насока на подобрување на здравствената заштита на граѓаните, поедноставно остварување на правата од здравствено осигурување, зголемување на задоволството од пружената здравствена услуга. Во предложениот модел се користени придобивките од развојот на колаборативните информациски технологии, новите достигнувања на полето на развој на системите за стандардизација, дефинираните модели и концепти на електронски здравствени досиеја, развојот на интероперабилните технологии, електронските идентитети, облак базираната технологија.

Од извршените истражувања и разработената тематика, во овој дел ги дефинираме главните хипотези кои треба да бидат разработени и постигнати со оваа докторска дисертација:

- Дефиниран модел на колаборативен здравствен информациски систем базиран на нови технологии;
- Дефиниран модел кој ќе го покаже значењето и придобивките од имплементацијата на новите технологиите во еден колаборативен здравствен информациски систем;
- Развој на архитектурата на колаборативниот здравствен информациски систем со примена на современите технологии и трендови во развојот на информациско-комуникациските технологии која ќе биде скалабилна, лесна за надградба, и ќе обезбедува добра комуникација меѓу хетерогени компоненти;
- Дефиниран модел, начин и метод за интеграција на апликациите на одделните здравствени информациски системи со колаборативниот ЗИС базиран на нови технологии;
- Дефинирање и опис на соодветни стандарди и протоколи со цел надминување на зависноста на информациските системи од

еднообразната технологијата и воспоставување на информациски систем базиран во целост на сервисно ориентираната архитектура и облак базирана технологија;

- Опис на безбедносните стандарди и протоколи кои треба да се користат во ЗИС, со цел контролиран пристап до информациите, евиденција на корисниците, кои ќе обезбедат заштита на приватноста и безбедноста на корисничките информации и податоци;
- Дефинирање на протокол за прекугранична размена на здравствени податоци и информации;
- Евалуација на предложениот модел на колаборативен ЗИС и негова споредба со слични системи кои постојат во праксата, се објавени во литературата или дополнително ќе бидат објавени во насоки за понатамошно подобрување

Она што сакаме да го постигнеме со предложениот колаборативен ЗИС не е само во воспоставување на архитектура која ќе овозможи централизирано прибирање, обработка и пристап до здравствените податоци. Во голем дел придобивките од предложениот модел се градење на комплексни структури на електронски здравствени податоци кои понатаму би се користеле при лекувањето и воспоставување на поточна дијагностика при пружањето на здравствената заштита на граѓаните. Главниот придонес се очекува да биде во создавање на нов колаборативен модел на ЗИС базиран на новите технологии преку анализа на финансиските трошоци кои се потребни при остварување на услугите во постоечките информациски системи за здравствена заштита, за конечно подобра здравствена заштита и услуги.

Главната цел на оваа дисертација е дефинирање на колаборативен ЗИС со кој ќе биде овозможено: зголемување на здравствената заштита, навремено и побрзо доставување на медицински податоци во рамките на здравствениот систем, можност за испраќање на разни известувања до корисниците, автоматски пренос на податоци за здравствената состојба меѓу различните учесници, зголемување на флексибилноста во собирањето и обработката на медицинските податоци, користење на медицината базирана на докази и нејзина имплементација во

информациските системи, добивање на информации и податоци за навремено планирање на здравствените мерки и политики.

Овој модел ќе создаде можност за зголемување на здравствената заштита, од една страна, но и зголемен капацитет на здравствените институции од друга страна, што резултира со намалување на севкупните трошоци за пациентите и здравствените установи и го подобрува квалитетот на животот на граѓаните. Намалените трошоци од своја страна ќе придонесат за навремено планирање на здравствениот денар за нови услуги и истражувања со цел подобрување на здравствената заштита.

Со овие придобивки, моделот нуди можност за зголемена здравствена заштита на корисниците надвор од просториите на здравствените установи, а со тоа и зголемен медицински капацитет на здравствените институции. Тоа резултира со намалување на севкупните трошоци не само на пациентите туку и на болниците.

Дополнителен придонес кој се очекува да биде постигнат со изработка на оваа докторска дисертација е утврдување на предностите од примената на новите технологии во обезбедувањето на здравствените сервиси, подобрување на здравствените услуги и поголемо задоволство на здравствените осигуреници.

1.3 Структура на докторската дисертација

Во **втората** глава е даден краток преглед на досегашните истражувања во областа на здравствените информациски системи (ЗИС), примената на новите технологиите при дизајнот на колаборативните информациски системи. При тоа се дадени само кратки насоки во однос на тоа дека новиот модел на колаборативен здравствен информациски систем што ќе биде предложен во оваа дисертација, ќе ги користи резултатите од претходните истражувања и притоа ќе се направи комбинација на придобивките од претходно добиените резултати од други истражувања. Во овој дел направена е компаративна анализа меѓу некои примери на здравствени

информациски и колаборативни системи и моделот на колаборативен здравствен информациски систем предложен во оваа докторска дисертација.

Во **третата** глава, на оваа докторска дисертација, се елаборира потребата од модернизирање на здравствените информациски системи, како и влијанието и примената на информациско-комуникациските технологии (ИКТ) во здравството. Понатаму направен е осврт на разните дефиниции на електронски здравствени досиеа, е-здравство, интероперабилност, колаборација. Во овој дел се објаснува концептот на електронски идентитет во контекст на негова примена во сложени здравствени информациски системи.

Во **четвртата** глава опфатени се основните карактеристики на колаборативниот здравствен информациски систем, предложен во оваа докторска дисертација. Во овој дел објаснета е структурата и архитектурата на колаборативниот ЗИС, информациската инфраструктурата потребна за поддршка при размена на информации не само на национално ниво туку и за прекугранична размена на информации. Истата информациска инфраструктура, мора да биде прилагодлива и да постои можност за нејзино проширување, за да се овозможи задоволување на идните потреби.

Во **петата** глава се дадени неколку примери на услуги кои се составен дел од предложениот колаборативен здравствен информациски систем. Примерите кои се објаснети во овој дел се само еден дел од сервисите кои ги подржува предложениот модел и истите се однесуваат на активности во здравствените установи и здравствениот Фонд. Посебно внимание е посветено на сигурноста и приватноста на податоците во предложениот модел како и на начинот на авторизација и автентикација на корисниците на системот.

Во **шестата** глава е опфатена евалуација и валидација на предложениот модел во оваа докторска дисертација. Опишана е споредба на податоците во дефинираниот колаборативен здравствен информациски систем преку кој ќе може да се оцени ефективноста на предложениот модел. Анализирани се придобивките од дефинираниот колаборативен ЗИС со примена на новите технологии. Направена е квалитативна и квантитативна анализа на предложениот модел. На крај се

разгледани и анализирани резултатите добиени со споредба на дел од податоците кои се прибираат во предложениот систем.

Во **последната (седма)** глава се дадени заклучоците до кои е дојдено врз основа на анализите, имплементацијата и разработениот колаборативен здравствен информациски систем.

1.4 Листа на објавени трудови поврзани со докторската дисертација

Трудови во меѓународни списанија:

- [A1] **Gavrilov G**, Vlahu-Gjorgievska E., Trajkovik V. Analysis of introducing e-services: a case study of Health Insurance Fund of Macedonia. *Journal of Health Organization and Management*, vol. 30, no 3, pp: 354 - 371. (2016).
- [A2] **Gavrilov G**, Trajkovik V. New model of Electronic Health Record: Macedonian case study. *Journal of Emerging Research and Solutions in ICT*, Vol. 1. No 2, pp: 86–99. (2016)

Трудови на меѓународни конференции:

- [A1] **Gavrilov G**, Vlahu-Gjorgievska E., Trajkovik V. Connected Health Development in R. Macedonia: Focus on Health Insurance Fund. In Loshkovsa S., Koceski S., editors. *ICT Innovations 2015. Web Proceedings ISSN 1857-7288*; pp. 282-292. (2015).
- [A2] **Gavrilov G**, Trajkovik V. Security and Privacy Issues and Requirements for Healthcare Cloud Computing. In Markovski S, editor. *ICT Innovations 2012. Web Proceedings ISSN 1857-7288*; pp. 143-152. (2012).
- [A3] **Gavrilov G**, Trajkovik V. Service-oriented architecture of Macedonian healthcare information system, In proceedings of the 9th International Conference for Informatics and Information Technology, Bitola, Macedonia. (2012).
- [A4] **Gavrilov G**, Davcev D. Concept of Healthcare Information System in Macedonia- Electronic Health Card System. In Kocarev L, editor. *ICT Innovations 2011. Web Proceedings ISSN 1857-7288*; pp. 39-49. (2011).

Користена литература за глава 1

- [1] Reay J.B. Got Data? Got Governance? Leveraging Data across the Continuum of Care to Serve the Next Generation Health Initiatives. *Journal of Healthcare Information Management*. vol. 27, no. 3, pp: 54-59. (2013).
- [2] Bélanger E., Bartlett G., Dawes M., Rodríguez C., Gidoni I.H. Examining the evidence of the impact of health information technology in primary care: An argument for participatory research with health professionals and patients. *International journal of medical informatics*. vol. 81, pp. 654-662. (2012).
- [3] Hayrinen K., Saranto K., Nykanen P. Definition, structure, content, use and impacts of electronic health records: A review of the research literature. *International journal of medical informatics*, vol. 77, pp: 291-304. (2008).
- [4] Ionescu B., Gadea C., Solomon B., Ionescu D., Stoicu-Tivadar V., Trifan M. A Cloud Based Real-Time Collaborative Platform for eHealth. In *Proceedings of MIE2015: Digital Healthcare Empowering Europeans*. Spain: EFMI, pp: 919-923. (2015).
- [5] Directive 2011/24/EU of the European Parliament and of the Council of 9 March 2011 on the application of patients' rights in cross-border healthcare. *Official Journal of the European Union*. L 88/45. (2011)

2. Сродна работа - Преглед на досегашните истражувања во областа на здравствените информациски системи поврзани со предложениот модел

Во оваа глава од докторската дисертација ќе биде објаснета улогата и влијанието на информациски системи во здравството. Понатаму ќе биде даден преглед на досегашните истражувања кои се однесуваат на сродни работи во областа на здравствените информациски системи (ЗИС) а кои имаат поврзаност со новиот модел на здравствен информациски систем кој ќе биде предложен во докторската дисертација. Притоа ќе бидат опфатени информациски системи кои се користат во здравството и здравствената заштита, почнувајќи од едноставни информациски системи кои покриваат мали сегменти од здравствената заштита, па се до комплексни системи во кои се вградени најразлични здравствени услуги. Пред се ќе биде направен краток осврт на одделните здравствени информациски системи и нивната примена.

2.1 Улогата и влијание на информациски системи во здравството

Здравствените системи во многу земји се под финансиски притисоци од тековните глобални економски услови. Во исто време, населението ги зголемува барањата за здравствена заштита и сè повеќе бара подобри и поудобни услуги од неговата здравствена заштита. Во оваа трка за подобри здравствени услуги и економски предизвици, трошоците за лекувањето на болести, трошоците за болните и буџетите на болниците се зголемуваат. Потребата од заштеда во здравствениот систем е неизбежна. Знаоѓањето на нови начини за подобрување на квалитетот на здравствената заштита, испораката и проширувањето на пристапот до виталните услуги, намалување на лековите и третманите со пониски трошоци е еден од највисоките приоритети на здравствите власти. Воведување на електронска комуникација во здравствениот систем е еден од можните начини да

се заштедат финансиски средства, без притоа да се изгуби на квалитетот и испораката на здравствената заштита [6].

Иако размената на здравствените податоци создава можности со кои се подобрува координацијата на чинителите во здравството, интероперабилноста е многу повеќе од административна неопходност. Владините политики бараат поголем пристап до надворешни и отворени податоци, технолошки стандарди, надминување на трошоците и конкурентни пречки.

Воведувањето на информациско-комуникациските технологии во здравствената индустрија може да ги поедностави комплексните прашања во здравствениот систем ако ова воведување се третира како неопходност и итност во насока на подобрување на квалитетот на здравствената заштита. Иновациите со воведувањето на електронските услуги во здравствениот систем не се статични. Новите електронски здравствени услуги во континуитет треба да бидат испитувани, развивани и воведувани во областа на здравството [6].

Во последниве неколку години, има значителен развој во областа на информатичките и комуникациските технологии (ИКТ), особено во областа на здравството како и напредокот во медицинските науки. Новите ИКТ имаат потенцијал да воведат значителни промени во здравството и здравствените систем и да придонесат за иднината на нивната одржливост. Со појавата на е-здравство се создаде широк спектар на нови можности за подобрување на здравјето на граѓаните, преку употреба на ИКТ [7].

Здравствените установи, во обид за зголемување на нивната ефикасност и намалување на трошоците, прават големи напори да развијат онлајн услуги за пациентите. Користење на овие онлајн услуги и електронската лојалност на пациентите се од суштинско значење за успехот на онлајн услугите во областа на здравствената заштита. Во студијата на Eva et al. [8] е претставена генерална поддршка за задоволството на пациентите како решавачки фактор во намерата за електронската лојалност при онлајн услуги за здравствена заштита. Авторите на [8] нагласуваат дека здравствените работници секогаш мора да работат на добивање

на задоволни корисници и да ги охрабрат да продолжат со користење на онлајн услугите.

Подобрувањето на бизнис процесите преку спроведување на програма за здравствена заштита, е важен тековен процес на сите Влади во светот [9]. Воведувањето на информациско-комуникациските системи и обезбедување на можност на институциите да разменуваат податоци меѓу себе создаваат услови за поедноставување на административните процедури [10]. Приватниот сектор може да игра важна улога во транзицијата од хартиена во електронска евиденција. Jain et al. [11] опишуваат случаи каде преку воведување на стратегии и пристапи, приватниот сектор може да влијае на подобрување на здравјето со воведување на информациско-комуникациските технологии.

Евалуацијата на односот меѓу големината на болничкиот информациски систем и одлуката за размена на електронски податоци е во фокусот на истражувањето на Miller and Tucker [12]. Тие доаѓаат до заклучок дека веројатноста за размена на податоци преку глобалната мрежа од информациско-комуникациските системи во поголемите болници е помала додека поголема е веројатноста за размена на податоци во рамките на нивната сопствена мрежа.

Со созревањето на информациско-комуникациските технологии во текот на изминативе неколку години, доставата на податоците беше претворена во начини со кои може да им се понуди навременост, ефикасност и достапност. Здравствените организации како и други организации собираат огромни количини на податоци по електронски пат [1].

Интеграцијата на новите ИКТ станува сè поважна во промената на начинот на испорака на здравствената заштита. Разбирливо е, на испораката на вакви концепти на ИКТ да се дава значаен потенцијал со цел да им даде на пациентите пристап до сопственото здравје и информациите поврзани со третманот [13].

Иако податоците се чуваат со години, секој информациски систем има свои стандарди за внесените вредности како и користење на текст и податочни дефиниции. Така, Milstein et al. [14] користат вкрстени споредби од повеќе земји и

преку т.н методи на учење развиваат репер на здравствена информациско-комуникациска технологија која може да ја подобри ефикасноста на здравствениот систем.

Современите информациско-комуникациски технологии се основа за поддршка при донесување на одлуката на т.н decision support системи. Кога се зборува за иновации во услугите од здравствениот систем, треба да се напомене дека оваа активност не е статична. Нови електронски услуги во здравствената заштита и понатаму продолжуваат да се истражуваат, развиваат и воведуваат [15].

2.2 Досегашните истражувања во областа на здравствените информациски системи поврзани со моделот

Во понатамошниот дел од текстот ќе бидат подетално разгледани примери на здравствени информациски системи кои се на некој начин поврзани или слични со **Колаборативен здравствен информациски систем базиран на нови технологии** кој се предлага во оваа докторска дисертација. На пример: електронските здравствени картони (досиеа), лабораториските информациски системи, информациските системи за аптеки и информациските системи за регистрација и закажување на пациенти, системи за дигитално потпишување, се поврзани со предложениот систем и затоа вакви слични системи ќе бидат разгледувани понатаму.

2.2.1 Примери на ЗИС поврзани со предложениот модел

Ráez et al. [16] го воведуваат проектот Naviga врз основа на сервисно-ориентирана архитектура. Во овој проект се користи информациско-комуникациската технологија да се покријат голем број на здравствени цели со цел да се подобри пристапот до информатичкото општество за стари лица и лица со посебни потреби. Naviga платформата обезбедува отворен систем врз основа на сервисно-ориентираната архитектура, која им го овозможува и олеснува развојот на новите апликации и

услуги, кои лесно се интегрираат со постоечките модули без потреба од стручно знаење за пониските нивоа на архитектурите и јазиците.

Kraschnewski and Gabbay [17] даваат осврт за улогата на здравствените информациски системи со вклучување на електронските здравствени досиеа (англиски кратенка EHR), web-базираните портали за пациентот, телемедицината и регистри за пациентот. Авторите се фокусираат на грижата за дијабетисот и како овие нови технологии се вклучени во спроведувањето на реформите во примарната здравствена заштита. Тие дискутираат за предностите, потенцијалните ризици и бариери кои спроведувањето на овие технологии ќе го предизвикаат, вклучувајќи ги приватноста и безбедноста која се однесува на описот на идни работи во оваа важна област.

Новите информациски и комуникациски технологии поседуваат потенцијал со кој може да го изменат здравството и целокупниот здравствен систем и понатаму да придонесат за нивна понатамошна одржливост. Многу информациски системи се развиени и воспоставени токму во насока за подобрување на здравствената заштита. Некои од овие системи вклучуваат едноставни електронски здравствени досиеа (engl. Electronic Health Record-EHR) или електронски медицински евиденции (engl. Electronic Medical Record-EMR), кои би ја замениле хартиената евиденција со информација за складирање и пронаоѓање. Walji et al. [18] препорачуваат употреба на мултипристапен метод при тестирање на употребливоста на здравствената информатичка технологија.

Во некои здравствени системи, податоците за електронските здравствени досиеа се дистрибуирани во различни информациски системи како во приватните така и во јавните здравствени установи или пак во т.н квази форма на електронски здравствени досиеа, електронски медицински записи, електронски записи за пациентите. Тие не се дефинирани и развиени со специфични стандарди. Размената на податоци помеѓу информациските системи кои се дизајнирани на тој начин, многу тешко се остварува. Оттука, воведување на стандарди во дизајнот на новиот модел на електронските здравствени досиеа, како централно место од здравствениот информациски систем, е потреба и треба да бидат земени предвид

при дизајнирање на новите колаборативни модели на здравствени информациски системи.

Постојат различни здравствени информациски стандарди кои се користат за дефинирање на доменските модели на електронските здравствени досиеа. Примери се: ISO HL7 21731 'Health informatics–HL7 version 3 Reference Information Model' (RIM) [19], ISO EN 13606 'Health Informatics–EHR communication' [20], Open-EHR Reference Model [21] итн. Од друга страна, Меѓународната статистичка класификација на болести 10-та ревизија (engl. International Classification of Diseases, Tenth Revision-ICD10) се користи во повеќето европски електронски здравствени досиеа.

Дизајнот на здравствените информациски системи, а особено нивните основни бизнис и информациски модели кои ги опишуваат основните концепти, бизнис и мрежни релации, треба да биде врз основа на стандарди. Lopez and Blobel [22] го презентираат начинот и неопходната алатка за искористување на стандардите на здравствените информациски модели, за поддршка на развојот на семантичките интероперабилни системи и компоненти.

Резултатите од Häyriinen et al. [3] во нивните книжевни рецензии покажуваат дека предизвикот за тековните национални проекти за електронски здравствени досиеа, во повеќето земји, е да се земат предвид сите различни видови на електронски здравствени досиеа и за потребите и барањата на различни здравствени професионалци како и корисниците на истите при развојот на електронските здравствени досиеа. Дополнителен предизвик е употребата на меѓународната терминологија и сетови со цел да се постигне семантичка интероперабилност.

Наодите до кои имаат дојдено некои од истражувачите во нивните истражувања ќе бидат користени при дизајнот на новиот колаборативен модел на здравствен информациски систем. Во таа насока и наодите до кои имаат дојдено истражувачите во делот на проучувањето на различните модели на електронски здравствени досиеа ќе бидат разгледувани во овој дел од докторската дисертација. Податоците кои се чуваат во електронските здравствени досиеа, се поделени во

контекст на два дела: административни и медицински. Административните податоци вклучуваат:

- Идентификациони податоци со информации за контакт- целосно име на пациентот, број на медицинскиот запис (картон), адреса, моминско презиме за пациентите од женски пол; и
- Индикатори за начинот на живот- степен на образование, професија, алергии, хронични болести, брачна состојба, храна, параметри за пушење и консумирање алкохол.

Медицински податоци вклучуваат информации за:

- Симптомите, резултати од физички прегледи;
- Податоци за посети кај здравствени работници;
- Податоци за какви било услови или болести;
- Евиденции за хоспитализација;
- Информации за какви било операции или процедури кои се изведуваат на пациентот;
- Препишани лекови, болничка здравствена историја; и
- Извештаи од лабораторија - патологија/ радиологија и други медицински извештаи.

Во електронските здравствени досиеа се содржани вредни информации внесени од страна на лекарите и клиничките доктори. Покрај нивната непосредна клиничка употреба во моментот на здравствена заштита, електронските здравствени досиеа овозможуваат многу податоци кои можат да бидат анализирани и користени за клинички истражувања (кога електронските здравствени досиеа се третираат како складиште на медицински информации за многу пациенти).

Белешките за пациентот, особено пренесуваат изобилство на информации за третманите и медицинската историја на пациентот, знаци и симптоми, кои често не се вгнездени во структурниот дел од електронското здравствено досие. Информациите во форма на белешки може да се најдат и во форма на наративни

и полу-структурирани формати преку листи или шаблони во полиња со слободен текст [23].

Во согласност со претходните истражувања на полето на електронските здравствени досиеа [22, 23], генерално е заклучено дека едно електронско здравствено досие треба да ги поседува следниве минимални особини:

- Треба да бидат способни да содржи информации за: здравствените процеси, здравствените барања, здравствените карактеристики, активности, медицински проблеми, ресурси, корисниците и овластувањата;
- Мора да овозможи снимање и запишување на сите податоци за историјата на пациентот, физикалните прегледи, дијагностички тестови како и терапевтски интервенции за поддршка на грижата за пациентот;
- Мора да овозможи запишување на набљудувањата, толкувањата, одлуките кои бараат понатамошни испитувања и третмани; и
- Треба да се поддржат употреба на технологии, поддршка на одлучување и планови за управување.

Размената на здравствените информации (engl. Health information exchange- HIE) е сложена, како што е сложен и пејзажот на здравствената заштита која претставува комплексна мрежа на различни засегнати страни. Во центарот на оваа здравствена мрежа е пациентот. Како што се движи пациентот преку здравствените лавиринти, секој од учесниците доловува парче на податоци за пациентот или евиденција на здравствените трансакции кои се однесуваат на пациентот. Според Metzger et al. [24], интероперабилноста на здравствените информациски системи е дефинирана како: „способноста на хетерогени системи за размена на податоци, на начин што податоците од еден систем може да бидат препознаени, толкувани, користени и обработувани од страна на други системи “.

Многу земји имаат имплементирано мрежа на интероперабилни електронски здравствени досиеа. Меѓу овие земји е Канада со својот таканаречен „Canada Health Infoway“ [25]. Според канадскиот модел на интероперабилност, свои решенија за електронски здравствени досиеа имаат клиниките, болниците, аптеките и други здравствени установи. Визијата на „Canada Health Infoway“ е да се

обезбеди безбедни и приватни записи за електронски здравствени досиеа за здравјето и здравствената историја како и заштита во рамките на системот на здравствена заштита, која е достапна на овластени даватели на здравствени услуги, медицински персонал и физичките лица.

Централизираните инфраструктури на здравствените информациски системи може да ги ублажат предизвиците на софтверскиот инженеринг во здравството служејќи како централно место (engl. hub) за здравствените апликации и за сите корисници [26]. Овие инфраструктури кои претставуваат збирки од алатки, може да се користат за различни цели и во иднина да го поттикнат развојот на здравствените информациски системи на глобално ниво.

Примерот од канадскиот „Canada Health Infoway“ и германската централна инфраструктура на здравствени информациски системи [25, 26] може да се искористат при дефинирање на инфраструктурата за интероперабилност и платформа во предложениот модел на колаборативен здравствен информациски систем.

Соработката и споделувањето на податоците од системите за електронски здравствени досиеа може значително да ја подобри грижата, но во исто време да се промовираат информации за давателите на здравствени услуги [26]. Според Duftschmida et al. [27] ризикот од преоптоварување со информации може да се намали во распространети т.н „IHE XDS базирани“ споделени системи за електронски здравствени досиеа (engl. IHE XDS-based shared EHR systems) со додавање на функцијата за пребарување на содржини базирани на конвенционалните XDS документ-базирани пребарувања.

Според Lomotey and Deters [28], два вида на архитектонски проекти од веб сервисите се прифатени во дизајнот на медицинските информациски системи: сервисно ориентирани архитектури (engl. Service Oriented Architecture-SOA) и ресурсно ориентирани архитектури (engl. Resource Oriented Architecture-ROA). SOA е архитектонски стил, чија цел е да се постигне лабава спрега меѓу услугите кои соработуваат. Таа стана многу популарна парадигма. Комуникациската магистрала

(engl. Enterprise service bus-ESB) е една од главните технологии кои овозможуваат спроведување на сервисно ориентирана архитектура.

Облак компјутерската (engl. Cloud computing) технологијата нуди ефективни услуги (вклучувајќи ги и едноставноста за управување со податоци и складирање, евтини компјутери ресурси) и карактеристики (преносливост, доверливост, скалабилност и еластичност). Облак компјутерската технологија може да се користи како платформа за спроведување на системи за електронска здравствена евиденција, бидејќи таа нуди голем потенцијал за брз пристап до здравствените информации и други информации во врска со здравјето. Информациската инфраструктура во здравството е многу сложена и чувствителна и мора да се преземат дополнителни мерки за заштита на личните податоци на пациентот. Одржувањето на доверливоста и интегритет на информациите зачувани во облак компјутерите, и обезбедување на податоци за бекап и обновување на процесите во екстремни случаи се многу важни во здравствената област.

Во случај на имплементирање на системи за електронски здравствени досиеа во облак базираната средина, главната предност е способноста на овие средини да ги споделат здравствените евиденции за пациентот со други клинички и здравствени центри, како и интеграцијата на сите електронски здравствени досиеа на група на клинички центри. Ова има за цел да му помогне на медицинскиот персонал за извршување на нивните секојдневни задачи [29, 30].

Löhr et al. [31] дискутираат за општите проблеми на електронските здравствени системи и се обидуваат да обезбедат техничко решение за заштита на приватноста на чувствителни податоци. Тие опишуваат апстрактен модел на електронски здравствени облаци и го развиваат концептот од технички аспект на приватноста и безбедноста во компјутерите на електронски здравствени облаци. Клучните сегменти кои влијаат на техничките аспекти на безбедноста и приватноста во здравствените облаците се: складирање и обработка на податоци (податочните центри каде податоците се чуваат, клиентските платформи и мобилни уреди за складирање), управување со е-здравствената инфраструктура (криптографски клуч за управување, управување со сертификати и хардвер/софтвер компонента),

употребливост и корисничко искуство. Повеќето од овие проблеми може да се надминат од страна на давателите на облак компјутерски услуги, поддршка на инфраструктурата на електронското здравство и самите корисници.

Облак компјутерската технологија може да им понуди на пациентите пристап до нивните медицински податоци во секое време и насекаде во светот. Оваа технологија, станува привлечна за имплементирање на системи за електронски здравствени досиеа поради тоа што обезбедува флексибилност, широк простор за пристап преку мобилни уреди потребни повеќе во современиот свет. Сепак, пред сè облак-базирани системи за електронски здравствени досиеа за да станат реалност, мора да се решат проблемите на безбедноста на податоците, контрола на пристап, приватноста на пациентите и перформансите на целиот систем. Jansen [32] ги опишува сите безбедносни прашања во детали. Безбедноста на облак инфраструктурата се потпира на доверливи компјутери и криптографија.

Rodrigues et al. [33] ги разработуваат прашањата и барањата за одржување на безбедноста и приватноста на системите за електронски здравствени досиеа во облак базирани средини и ги објаснуваат барањата на системот за управување со облак-базирани средини кои мора да бидат гарантирани во однос на безбедноста. Некои од безбедносните прашања што треба да се земат предвид се улога-базирани пристап, механизми за мрежна безбедност, енкрипција на податоците, дигитални потписи и следење на пристапот.

Електронските потписи во прилог на записи во електронските здравствени досиеа имаат различни логички и правни значења за различни корисници во системот на здравствената заштита. Некои од овие се печати од историски хартиени формати кои бараат повторно разгледување. Традиционално прифатените функции на потписи, како што се проверка на идентитетот, согласност, одобрување и неотповикливост може да станат јасни во контекст на компјутерско-базирани работни процеси кои вклучуваат функции како најавувања, автоматско пополнување како и запис на ревизорски траги [34].

Дигиталниот потпис е многу корисен механизам кој обезбедува механизми за автентичност во комплексни информациски системи. Со овој безбедносен

механизам, автентичноста на дигиталниот запис е загарантирана и тоа ќе биде доволно да се воведат овој вид на систем во здравствените облак базирани системи со цел да се избегнат лажни трансакции на податоци. Дигиталниот потпис му дава на примателот уверување дека пораката или податоците се криптирани и заштитени [35].

Додека паметните картички работат добро од функционална гледна точка, нивната употребливост е обично прилично лоша. Оваа слаба употребливост е главно предизвикана од потребата за користење на уреди за читање на картички, физичко поврзување на смарт картичка со компјутерот на корисникот. Потребата за дополнителни драјвери и софтвер за комуникација со паметна картичка и интеграција на неговата функционалност во безбедноста на критичните апликации исто така влијае на намалување на употребливоста на технологијата на паметните картички во целина како при електронската идентификација базирана на паметни картички така и при е-потпис решенија (engl. e-ID и e-solution) [36]. Сервер-базираните решенија за потпишување (engl. server-based signing solutions) се во пораст и прават обиди драстично да ги променат бизнис процесите. Комбинацијата меѓу облак компјутерската технологија и дигиталното потпишување ветува побрз тек на процесот за потпишувањето од класичниот пристап базиран на хартија [37].

Денес, употребата на информациско-комуникациската технологија во здравствената заштита се предлага како корисна алатка за зголемување на ефикасноста, подобрување на пристапот и подобрување на квалитетот на здравствената заштита исто така и за олеснување на здравствена заштита на далечина. Информациите за трошоците и придобивките од интервенции во е-здравството се потребни за да се формира основата за развој на бизнис модели и да се олеснат платните системи за поддршка на големи здравствени услуги. Не е реално да се спроведат економски проценки на сите е-здравствени апликации и услуги во сите ситуации, но, во нашиот случај ќе генерализираме и направиме некои анализи за дел од трошоците и придобивките на предложениот колаборативен здравствен информациски систем..

Користена литература за глава 2

- [1] Reay J.B. Got Data? Got Governance? Leveraging Data across the Continuum of Care to Serve the Next Generation Health Initiatives. *Journal of Healthcare Information Management*. vol. 27, no. 3, pp: 54-59. (2013).
- [3] Hayrinen K., Saranto K., Nykanen P. Definition, structure, content, use and impacts of electronic health records: A review of the research literature. *International journal of medical informatics*, vol. 77, pp: 291-304. (2008).
- [6] Bria B., Kennedy R., Womack D. Learning from the EHR for Quality Improvement, A Descriptive Study of Organizational Practices. *Journal of Healthcare Information Management*, Vol. 26 No. 3, pp: 46-51 (Summer 2012).
- [7] Lu Y., Xiao Y., Sears A. et al. A review and a framework of handheld computer adoption in healthcare. *International Journal of Medical Informatics*, Vol. 74, No. 5, pp: 409-422. (2005)
- [8] Eva M.C., Gabriel C.N.J., Marcelina S.L. Understanding patient e-loyalty toward online health care services. *Health Care Management Review*, Vol. 38, No. 1, pp: 61-70 (January/March 2013).
- [9] Margraf M. The New German ID Card. In: Pohlmann, N., Reimer, H., Schneider, W. (eds.) *ISSE 2010 Securing Electronic Business Processes*, pp: 367-373. Springer, Fachmedien Wiesbaden GmbH (2011).
- [10] Todevski M., Sarkanjac S.J., Trajanov D. Analysis of introducing one stop shop administrative services: a case study of the Republic of Macedonia. *Transylvanian Review of Administrative Sciences*, Vol. 38E, pp: 180-201 (2013).
- [11] Jain S.H., Seidman J. and Blumenthal D. How Health Plans, Health Systems, and Others In The Private Sector Can Stimulate 'Meaningful Use', *Health Affairs*, Vol. 29, No. 9, pp: 1667–1670. (2010).
- [12] Miller A.R., Tucker C. Health information exchange, system size and information silos. *Journal for Health Economics*, Vol. 33, pp: 28-42 (January 2014).
- [13] Ralston J.D., Martin D.P., Anderson M.L. et al. Group health cooperative's transformation toward patient-centered access. *Medical Care Research and Review* Vol. 66, No. 6, pp: 703-724. (December 2009).
- [14] Milstein J.A., Ronchi E., Cohen G.R., Winn L.A.P., Jha A.K. Benchmarking health IT among OECD countries: better data for better policy. *Journal of American Medical Information Association*, Vol. 21, No. 1, pp: 111–116 (January/February 2014).
- [15] Chowdhury B., Chowdhury M., D'Souza C. and Sultana N. "Web Health Portal to Enhance Patient Safety in Australian Healthcare Systems", in Lee, R. (ed.), *Software Engineering, Artificial Intelligence, NPD 2011*, Springer-Verlag Berlin Heidelberg, Chennai, pp: 91–101. (2011).
- [16] Páez D.G., Ascanio J.R., Giráldez, I. and Rubio, M. Integrating Personalized Health Care and Information Access for Elder People, in Novais, P., Preuveneers, D., Corchado, J.M. (Ed.), *Ambient Intelligence - Software and Applications*, Springer- Verlag Berlin Heidelberg, Berlin, Germany, pp: 33–40. (2011).
- [17] Kraschnewski J.L., Gabbay R.A. Role of Health Information Technologies in the Patient-Centered Medical Home, *Journal of Diabetes Science and Technology*, Vol. 7, No. 5, pp: 1377-1386. (September 2013).

- [18] Walji M.F., Kalenderian E., Piotrowski M., Tran D., Kookal K.K., Tokede O. et al. Are three methods better than one? A comparative assessment of usability evaluation methods in an EHR. *International journal of medical informatics*. Vol. 83 pp:361-368. (May 2014)
- [19] HL7 Inc. Available from: <http://www.hl7.org/>. (проверено во јуни 2015).
- [20] ISO 13606-1. Health informatics – Electronic health record communication – Part1: Reference model. Available from: http://www.iso.org/iso/catalogue_detail.htm?csnumber=40784. (проверено на 15 септември 2015).
- [21] Beale T. The open EHR Archetype Model (AOM) version 1.0.1. Available from: <http://www.openehr.org/releases/1.0.1/architecture/am/aom.pdf>. (проверено на 15 јуни 2015).
- [22] Lopez D.M., Blobel B. Enhanced Semantic Interoperability by Profiling Health Informatics Standards. *Methods of Information in Medicine*. Vol. 48, No. 2. (2009).
- [23] Cohen R., Elhadad M., Elhadad N. Redundancy in electronic health record corpora: analysis, impact on text mining performance and mitigation strategies. *BMC Bioinformatics*. (2013).
- [24] Metzger M.H., Durand T., Lallich S., Salamon R., Castets P. The use of regional platforms for managing electronic health records for the production of regional public health indicators in France. *BMC Medical Informatics and Decision Making*. pp: 12-28. (2012).
- [25] McGinn C.A., Gagnon M.P., Shaw N., Sicotte C., Mathieu L., Leduc Y. et al. Users' perspectives of key factors to implementing electronic health records in Canada: a Delphi study. *BMC Medical Informatics and Decision Making*. pp: 12:105. (2012).
- [26] Tobias D., Ali S. German Health Information Technology Infrastructure: A Large-Scale Network Offering Support for Software Engineering in Health Care. *Leveraging the German Health IT Infrastructure to Support Software Engineering in Health Care*. (January 2014).
- [27] Duftschmida G., Rinnera C., Kohlera M., Bloderb G.H., Saboorb S. and Ammenwerth E. The EHR-ARCHE project: Satisfying clinical information needs in a Shared Electronic Health Record System based on IHE XDS and Archetypes. *International journal of medical informatics*, Vol. 82, No. 12, pp: 1195-1207. (2013).
- [28] Lomotey R.K., Deters R. Efficient consumption of the electronic health record in mHealth. *Network Modeling Analysis in Health Informatics and Bioinformatics*. pp: 3:51. (2014).
- [29] Fernández-Cardeñosa G., De la Torre-Díez I., López-Coronado M. et al. Analysis of cloud-based solutions on EHRs systems in different scenarios. *Journal of Medical System*, Vol. 36, No. 6, pp: 3777-3782. (2012).
- [30] Fernández-Cardeñosa G., De la Torre-Díez I., Rodrigues J.J.P.C. Analysis of the Cloud Computing Paradigm on Mobile Health Records Systems. In: *Proceedings of the Sixth International Conference on Innovative Mobile and Internet Services in Ubiquitous Computing*, Palermo, Italy, July 2012, pp: 927-932. IEEE Computer Society Washington, DC, USA. (2012).
- [31] Löhr H., Sadeghi A. R., Winandy M. Securing the E-Health Cloud. In *Proceedings of the 1st ACM International Health Informatics Symposium, IHI 2010*. (2010).
- [32] Jansen W. A. Cloud Hooks: Security and Privacy Issues in Cloud Computing. In *Proceedings of the 44th Hawaii International Conference on System Sciences*. (2011).
- [33] Rodrigues J.J.P.C., de la Torre I., Fernández G. et al. Analysis of the Security and Privacy Requirements of Cloud-Based Electronic Health Records Systems. *Journal of medical internet research*, Vol. 15, No. 8, pp: 186-195. (2013).

- [34] Ruoyu W., Gail-Joon A., Hongxin H. Secure Sharing of Electronic Health Records in Clouds. Collaborate Com 2012 - Proceedings of the 8th International Conference on Collaborative Computing: Networking, Applications and Worksharing. pp: 711-718. (2012).
- [35] Alshehri S., Radziszowski S., Raj R.K. Designing a Secure Cloud-Based EHR System using Ciphertext-Policy Attribute-Based Encryption. Proc. DMC, pp: 21-25. (2012).
- [36] Rath C., Roth S., Schallar M., et al. Design and Application of a Secure and Flexible Server-Based Mobile eID and e-Signature Solution. International Journal on Advances in Security, Vol. 17, No. 3 & 4, pp: 50-61. (2014).
- [37] Kinastowski W. Digital Signature as a Cloud-based Service. In: Cloud computing 2013: The Fourth International Conference on Cloud Computing, GRIDs, and Virtualization (eds Zimmermann, W.). IARIA 2013 Copyright. (2013).

3. Здравствени информациски системи

Во овој дел од докторската дисертација ќе се зборува за значењето на информациско-комуникациските технологии (ИКТ) и развојот на новите технологии врз здравството и здравствената заштита. Ќе биде направен осврт кон разните дефиниции за поимите: здравствени информациски системи (ЗИС), “е-здравство“, колаборативни здравствени информациски системи (КЗИС), интероперабилност на ЗИС, дигитално потпишување и електронски идентитет, како едни од најкористените термини и поими кога станува збор за употребата на информатиката во здравството.

3.1 Значење на здравствениот информациски систем

Здравствениот информациски систем (ЗИС) игра важна улога во обезбедувањето на сигурна и навремена здравствена информации која е достапна да овозможи медицина базирана на докази и стратешко донесување на одлуки што има потенцијал за спасување на животи и подобрување на здравјето на луѓето. И покрај нивната важност, здравствените информациски системи во многу земји (особено во земјите во развој) се слаби, фрагментирани и често се фокусирани исклучително на специфични програмски области за одредена болест. Со интеграција на здравствените информациски системи во еден колаборативен систем ќе се обезбеди основа на здравствените професионалци да го погледнат здравствениот систем од различни гледни точки.

Обезбедувањето на одржлив развој на здравјето и подобрување на здравствениот статус на населението, зајакнување на здравствените системи, вклучувајќи ги и здравствените информациски системи се од суштинско значење. Има сè поголема потреба да се мисли на здравствениот систем во целост, а не на специфични програмски области за одредени болести. Дизајнирањето и развојот на

интегрирани и стандардизирани колаборативни здравствени информациски системи е чекор во вистинска насока.

Здравствените информациски системи треба да се развиваат и да се истражуваат во насока кон подобрување на можностите за глобален пристап до здравствени услуги и медицинско знаење. Информационата технологија и методологија се очекува континуирано да го олесни квалитетот на здравствената заштита. Насекаде достапните компјутерски ресурси и мрежи, кои постојат во светот за пренос на сите видови на податоци, овозможуваат да се разгледаат нови видови на информациски системи за здравствена заштита, вклучувајќи ги и новите видови на следење на здравјето и нови можности за анализа на биомедицински и здравствени податоци. Овие меѓу институционални информациски системски архитектури и инфраструктури, кога ќе бидат соодветно дизајнирани и соодветно стратешки управувани, обезбедуваат нови можности за целокупната област на здравствената информатика, како и на биомедицинската статистика и епидемиологија [38].

Здравствените информациски системи можат да ги ублажат недостатоците во понудата и побарувачката за здравствена заштита. Воведувањето на здравствените информациски системи во примарната здравствена заштита во некои случаи е попречена од страна на лекарите поради загриженоста за повреда на приватноста, безбедноста на пациентите, квалитетот на здравствената заштита како и нивната имплементација. Ако воведувањето на здравствените информациски системи е оставено на одлука на лекарите, тие понекогаш не ги прифаќаат поради високите трошоци, ризикот од одговорност и безбедност на податоците [39].

3.2 Дефиниција на поимот здравствен информациски систем

Во согласност со ISO/TS 20514 стандардот, здравствениот информациски систем се дефинира како: „складиште на информации во врска со здравствената состојба

на субјектот на заштита во компјутерски форма собрани и безбедно пренесени како и достапни од повеќе овластени корисници“. ЗИС има стандардизиран или општоприфатен логички информациски модел кој е независен од EHR системите. Негова примарна цел е поддршка за континуирана ефикасна и квалитетна интегрирана здравствена заштита.

Во согласност со Светската здравствена организација [41], ЗИС се состои од активностите преземени со цел да се соберат и анализираат информациите на систематски и одржлив начин и да се извлечат знаења и докази во областа на здравството. Ова бара посветена инфраструктура, вклучувајќи ги и човечките ресурси, технологијата, софтверот и базите на податоци.

Здравствените информациски системи се од клучно значење во донесувањето на сигурни и точни информации за здравјето кои од друга страна треба да бидат навремени и достапни на носителите на одлуки за да им се овозможи да ги распределат ресурсите соодветно. Постојано треба да се следи напредокот и ефикасноста на здравствениот систем, да се оценува влијанието на интервенциите, да се прават стратешки одлуки што може да спасат животи и да го подобруваат здравјето на населението [40].

Во зајакнувањето на здравствените системи, една од клучните основи е сигурното и навремено информирање за здравствените информации. За да се постигне ова потребно е да постои посилен здравствен информациски систем кој се опишува како „интегриран напор за собирање, обработка, известување и користење на здравствените информации и знаења со цел да се влијае при донесување на одлуки, програмски акции и истражувања“ [42].

ЗИС е воведен за целосно искористување особено на интернетот во обезбедување на подобра здравствена заштита. ЗИС често се однесува на интеракцијата меѓу луѓето, процесите и технологијата за поддршка на операции, менаџмент во обезбедување на основни информации, со цел подобрување на квалитетот на здравствените услуги. ЗИС претставува пресек на здравствените бизнис процеси и информациски системи за обезбедувањето подобри здравствени услуги [43]. Постојат најразлични поделби на информациските системи кои се користат во здравството и здравствената заштита.

Според Karen et al. [44] најосновната поделба на ЗИС е на две класи и тоа: административни и клинички ЗИС. Едноставен начин да се разликуваат овие два типа на ЗИС е по видот на податоците кои ги содржат. Административните ЗИС содржат главно административни или финансиски податоци и генерално се користат за поддршка на системот за управување и за општите операции на организацијата на здравствената заштита. На пример, административен ЗИС може да биде системот за управување со човечки ресурси, управување со материјали, сметководствено работење поврзано со пациентот или исплатата или распоредот на персоналот. Спротивно на овие, клиничките ЗИС содржат клинички или здравствено-поврзани информации кои се користат од страна на давателите на здравствени услуги во дијагностицирање и лекување на пациентот како и следење на негата на пациентот. Клиничките ЗИС може да бидат одделенски системи, како што се: ЗИС за радиологија, фармацевтски ЗИС, лабораториски ЗИС, ЗИС за поддршка при донесување на одлуки, ЗИС за евиденција на лекови, ЗИС за електронска медицинска евиденција. Клиничките ЗИС може да бидат ограничени во нивниот делокруг на една област на клинички податоци (на пример, радиологија, аптека или лабораторија), или пак да бидат сеопфатни и да ги покријат речиси сите аспекти на негата на пациентот (како што е електронското медицинско досие).

Во рамките на двете класи на ЗИС Karen et al. [44] ја вршат поделбата на следниов начин:

- Административни здравствени информациски системи:
 - ✓ Системи за администрација на пациентите: системи за прием, отпус и трансфер на пациентите, системи за регистрација на пациентите со демографски податоци и информации за осигурениците, системи за закажување на посети на пациентите, системи за плаќање на пациентите, системи за управување со искористеноста;
 - ✓ Останати административни и финансиски системи: системи за плаќање, системи за управување со финансиите, системи за управување со човечките ресурси, системи за управување со материјални средства, системи за управување со платите и останатите даночни обврски,

системи за распоред на вработените, системи за времето и посетеноста на вработените.

- Клинички здравствени информациски системи:

- ✓ Помошни информациски системи: лабораториски информациски системи, радиолошки информациски системи, фармацевтски системи.
- ✓ Други клинички и информациски системи: системи за документација од страна на медицинските сестри, електронско медицинско досие, клинички системи за донесување на одлуки, телемедицина и telehealth системи, системи за документирање на медицинска рехабилитација, системи за администрација на лекови.

Во еден типичен здравствен информациски систем во една земја во развој, секоја вертикална здравствена програма воведува свој сопствен информациски систем со цел да одговори на потребите на индивидуалната програма. Овие информациски системи во мал дел се интегрирани или пак во одредени делови се интегрирани кон целокупниот здравствен информациски систем [45]. Недостатокот на интеграција и соработка односно колаборација (engl. collaboration) создава вишок и обем на работа на здравствените работници која е предизвикана од повторно собирање на податоците и известувањата [46].

ЗИС во здравствените организации (како на пример во болници), се важни за обезбедување и размена на здравствени информации меѓу медицинскиот персонал, особено лекарите и истражувачите [47]. Покрај тоа, соработката е важен услов за ЗИС [48]. Терминот „соработка“ (engl. collaboration) во областа на здравствената заштита се дефинира како комуникација, која се јавува меѓу здравствените работници кога разменуваат информации и вештини во однос на грижата за пациентот [49, 50, 51]. Уште повеќе, здравствената информација е вредна за многу организации за научни истражувања или анализи [52]. Од споделувањето на овој здравствен податок меѓу различни организации значително може да имаат корист и организациите за медицински третман како и организациите за научни истражувања во релевантните сектори [53]. Сепак, здравствениот податок обично содржи важни приватни информации. Споделување на овие податоци директно ќе претставува закана за приватноста на пациентот.

Така, развиени се практични модели за да го балансираат споделувањето на корисните здравствени податоци и зачувување на приватноста кое е потребно со цел да се подобри соработката меѓу лекарите [52].

Соработката меѓу лекарите во споделување на информации со користење ЗИС во третманот или истражувачки активности за пациентите во рамките на болничкото опкружување во многу земји во развој е многу слаба. Оваа слаба соработка се случува поради децентрализираните и автономни единици и недостаток на заеднички цели во рамките на здравствениот систем. Многу ЗИС се изолирани едни од други поради природата на здравствените системи [54].

Распарченоста на ЗИС и системите каде се води хартиена рачна евиденција ја попречуваат размената на информациите и колаборацијата меѓу лекарите, со што се спречува и одложува оптималното користење на ресурсите во здравството бидејќи големи количини на податоци тешко се управуваат и контролираат во системи кои користат хартија [55, 56]. Друг важен фактор кој влијае на соработката помеѓу лекарите се однесува на приватноста со што се отвора потребата од усовршување на соработката помеѓу медицинскиот персонал преку ЗИС. Успешна имплементација на ЗИС бара доверба помеѓу двајцата учесници, давателот на услугата кој ги користи нив и пациентот за кој се дава услугата [49, 50, 51]. Во такви случаи, размената на информациите во врска со третманот на пациентите и медицински истражувања меѓу болниците е тешко остварлива. Споменатите фактори имаат критично влијание на прифаќањето на технологијата во болниците и соработката меѓу лекарите што може да доведе до лоши резултати за пациентот [57]. Најголем предизвик е обезбедување на споделување на здравствените информации меѓу докторите и истражувачите во иста или различна болница и многу од овие споделувања сè уште се во хартиена форма. Воведувањето на нови активности кои се важни за подобрување на здравствените услуги е тежок процес. Колаборативните ЗИС базирани на обезбедување на приватноста на пациентите ретко се справуваат со управувањето на здравствените информации меѓу докторите и истражувачите од различни места. Тие треба да соработуваат и комуницираат едни со други за да се подобрат истражувачките наоди кои водат кон

зголемување на грижата за пациентите. Потребата да се одговори на соработката меѓу лекарите и истражувачите во истражувачки активности врз основа на зачувување на приватноста е многу битна.

Burnes-Bolton et al. [58] ја дефинираат соработката (engl. Collaboration) како формирање на партнерство за да се осигураат здравствените цели, при капитализирање на предностите и ресурсите на секој учесник. Партнерствата за здравјето на заедницата се јавуваат меѓу институциите, како што се болниците и здравствените установи и се појавуваат бидејќи пациентите услужени од страна на една институција бараат услуги обезбедени од страна на друга институција.

Постои широк консензус дека со интегрираните колаборативни здравствени информациски системи ќе се зајакне здравствениот систем и ќе се овозможи донесување на одлуки врз основа на докази. Сепак, зајакнувањето на здравствениот информациски систем нема никакво значително влијание, во случаи кога постојат некои пречки и кога нема консензус во воведувањето на истите. Меѓу најчестите пречки за воведување на интегрирани здравствени информациски системи може да бидат од: политичка природа, менаџерски прашања, недостатокот на стандардизација и други.

Додека соработката е искористена во многу индустрии и придонесе за намалување на трошоците и подобрување на ефикасноста, во здравствената индустрија ретко се користат предностите на соработката. Многу малку литература и истражувања ги имаат опфатено прашањата за соработка меѓу давателите на здравствени услуги [59, 60, 61], а неодамна е испитана медицинската соработка на знаења во cloud computing технологијата [62]. Соработката во здравствените услуги се дефинира како колективни активности меѓу давателите на здравствени услуги за да се обезбеди висок квалитет на услуги за корисниците на услугите и да се зголемат приходите. Ограничените студии ги разгледаа ценовните однесувања или импликациите на медицинскиот аутсорсинг. Во оваа докторска дисертација, ќе се предложи рамка за соработка на здравствени услуги со цел обезбедување на подобри услуги за пациентите, а во исто време зголемување на приходите за болниците кои соработуваат.

3.3 Е-здравство

Поимот „е-здравство“ (engl. e-health) се однесува на искористување на моќта на информациско-комуникациските технологии за подобрување на целокупниот здравствен систем. За целите на оваа докторска дисертација поимот „е-здравство“ се дефинира како „употреба на информациските и комуникациски технологии (ИКТ) во остварувањето на здравствената заштита и јавно здравство“.

Не постои универзално прифатена дефиниција за терминот е-здравство. Сепак, повеќето дефиниции го вклучуваат концептот на примена на електронската технологија во здравството [63]. Во овие дефиниции некој гледа на технологијата како алатка, а други како на пример на самото е- здравство, но сосема е јасно дека е-здравството е повеќе отколку само технолошки развој.

Терминот е-здравство е во употреба од 1999 година, најмногу под влијание на зголемувањето на интересот во областа на е-трговијата [64]. Претходно поимот е-здравство е користен како општ поим за опишување на сè што е поврзано со компјутери и медицина. Поимот беше креиран во согласност со останатите термини како е-бизнис, е-маркетинг, е-решенија, со цел да се пренесат ветувањата и принципите од овие дисциплини кон областа на здравството, односно да се отворат нови можности на користење на интернетот во областа на здравството.

Во почетокот поголем дел од академската фела, сметаше дека терминот е-здравство треба да остане во употреба само во бизнис и индустриската средина, а не и во научните полиња на истражување. Но, подоцна поимот пополека почна да се проширува и низ научната литература, па денес, постојат многу научни списанија каде терминот е-здравство е дел од нивниот наслов [65].

Потребата за нов мандат на терминот „е- здравство“ дојде откако беше прифатено дека телемедицината, далечинското дијагностицирање и третман на пациенти со помош на информациско-комуникациските технологии [66] како и нивната употреба е многу поефективна ако тоа е дел од интегрираната телекомуникациска и информатичка технологија во здравствениот сектор [67]. Од тогаш терминот е-

здравство почна да се користи за „описување на зголемената употреба на електронската комуникација во здравствениот сектор“.

Е-здравството често се препорачува дека има потенцијал да го промени патот на здравствената заштита и обезбедената превенција, поместување на рамнотежата на моќта и одговорноста на здравствените работници на пациентите и граѓаните. Сепак голем број на апликации кои се развиени за пациентите се или дизајнирани од перспектива на даватели на здравствени услуги или целосно одвоени од здравствената заштита.

Системите за е-здравство се применуваат во областа на социјалната и здравствената заштита и имаат голем потенцијал за подобрување на ефикасноста, подобрување на квалитетот на животот и зајакнување на иновативноста во здравствената и социјалната заштита. Големи ресурси во моментот се вложени во развојот на здравството на локално, регионално и национално ниво на општеството. За да се постигнат максимални придобивки од инвестициите, системите за е-здравство кои реално ја поддржуваат здравствената и социјалната заштита и професионалност во својата работа, со фокус на здравје како ефект на грижата и третманот, се задолжителни. Сепак, технологијата во здравствената и социјалната заштита, често се смета како пречка за обезбедување на добра здравствена заштита на ефикасен начин [68]. Поточно, недоволната употребливост на системот е идентификувана како главна пречка [68, 69, 70]. За жал, малку напор се вложува во развојот на здравствените информациски системи во согласност со употребливите барања и методологија, што доведува до потешкотии во системите за е-здравство кога се спроведуваат во секојдневната практика [70, 71].

Е-здравство се однесува на користењето на здравствените информациски системи и комуникациски алатки за подобрување на управувањето и спроведувањето на здравствената заштита, од страна на електронските медицински досиеа од далечина правејќи ги достапни и олеснителни во проактивното учество на пациентот [72]. Е-здравството може да испорачува здравствена заштита на географски оддалечени локации, преку олеснување на далечински пристап до критичните медицински податоци. Е- здравството има потенцијал за намалување

на севкупните трошоци со елиминирање на вишокот на дијагностичко тестирање, патни трошоци акумулирани од пациентите кои патуваат од руралните до урбаните болници и намалување на итните случаи преку промоција на редовни прегледи [73]. Е-здравството, откако ќе се усвои во голем обем, исто така, ќе акумулира корисни податоци за медицински истражувања и ќе придонесе за финансиско планирање за здравствена заштита. Така, здравството има за цел да им помогне на пациентите, лекарите, болниците и владите во оптималното користење на здравствениот систем.

Имплементација на ЗИС ја подобрува организационата ефикасност преку оптимизирање на деловните процеси и подобрување на донесувањето на одлуки од страна на генерирање на точни и веродостојни податоци. Уште повеќе, разни истражувања покажаа дека е-здравство системите го имаат подобро третманот во обезбедувањето на резултати, намалување на клиничките болнички посети и зголемена ефикасност [74, 75, 76].

3.4 Интероперабилност на ЗИС

Почнувајќи од поблиското минато, проектите за е-здравство од целиот свет имаат за цел воспоставување на размена на информации за здравјето (engl. health information exchange-HIE) меѓу независни здравствени организации. Како и секогаш, еден од условите за значајни HIE е формирањето на семантичка интероперабилност [77]. Како резултат на тоа, комерцијалните податочни формати, интерфејси и терминологиите формираат големи бариери за здравствените работници да пристапат и повторно да ги употребуваат клиничките податоци за втора употреба како што се група за идентификација и хипотеза за генерацијата [78].

Интероперабилноста во здравствениот систем е важна за испорака на квалитетна здравствена заштита и намалување на здравствените тошоци особено меѓу здравствените системи во различни земји. Некои од поважните случаи на употреба

вклучуваат координирање на заштита меѓу здравствените работници од многу различни системи за е-здравството во иста земја или различни земји на Европската Унија. Интероперабилноста има широк спектар на значења за различни луѓе и организации. За потребите на оваа докторска дисертација, ќе ја користиме следната дефиниција: „Способноста на два или повеќе системи или компоненти да разменуваат информации и да ги користат информациите што биле разменети претходно“, предложена од страна телото за стандардизација на здравствена интероперабилност (engl. Health Level 7- HL7) [19]. Интероперабилноста во здравствената заштита се однесува на можноста за размена на здравствени податоци меѓу два или повеќе меѓусебно поврзани системи. Размената на податоци треба да се толкува и да се разбира на еднаков начин за сите меѓусебно поврзани системи. За да се намалат трошоците и подобри квалитетот на здравствената заштита, потребна е соработка меѓу здравствените учесници од различни локации. Во согласност со Metzger et al. [24, 79] интероперабилноста на здравствените информациски системи се дефинира како: „способност на хетерогени системи за размена на податоци, на начин што податоците од еден систем може да се препознаат, толкуваат и искористат и процесираат од другиот систем“. Електронските здравствени информации треба да бидат достапни за соодветно користење во решавањето на големи предизвици како што се обезбедување на поефикасна здравствена заштита и информирање и забрзување на научни истражувања. И покрај значителниот напредок во воспоставување на стандарди и услуги за поддршка на размена на здравствени информации и интероперабилност, сепак електронските здравствени информации недоволно се споделуваат меѓу давателите на здравствени услуги кои имаат потреба од истите [80]. Недостатокот на интероперабилност во здравствените системи и истражувањата во електронските системи за здравствена заштита се заеднички проблеми на здравствените власти. Интероперабилноста се остварува преку употреба на стандарди кои обезбедуваат заеднички јазик за податоците, метаподатоците и транспортните протоколи. Како и секогаш, големиот број на стандарди го прават тешко договарањето на заедничките основи и нивното усвојување кое не е секогаш јасно. Во фокусот на интероперабилност во земјите од Европската Унија, која беше дел од националните

здравствени стратегии, првично се сведува на техничка интероперабилност. Денес, семантичката, организациската, правната интероперабилност се препознаваат подеднакво важни како и техничката интероперабилност [81].

3.5 Електронски потпис и електронски идентитет во ЗИС

Во последните неколку години, електронските потписи се повеќе стануваат важен инструмент во online услугите. Во зависност од дадените правни и организациски услови, техничката имплементација на електронските потписи не е тривијална и едноставна задача. Според Директивата на Европската унија за потпис (engl. European Union Signature Directive), од јуни 2014 година, квалификуваните електронски потписи се еквивалентни на рачните потписи. Во согласност со европското право, постојат два основни пристапи кои може да се користи за спроведување на решенија за создавање на квалификувани електронски потписи, клиент-базирани решенија и сервер-базирани решенија за потпис [82].

Електронските идентитети (engl. EIDs- Electronic identities) се едни од главните технологии за да овозможат подобри електронски решенија за услуги со пониски трошоци од областа на е-влада, е-трговија и други. Е-здравство е една од клучните цели на многу електронски услуги во рамките на владините сервиси во земјите од Европската унија. Овие земји имаат издадено успешни документи на политиките за здравствената и информатичката технологија. Електронскиот идентитет овозможува целосни електронски трансакции со сигурни, проверени и легално валидни информации за идентитетот. Тој им овозможува лесно дигитално процесирање со елиминирање на потпишувањето базирано на хартија или личниот изглед за проверка на идентитет. Неодамнешните препораки на Европската комисија содржани во Акциониот план за е-здравство за периодот 2015-2020 [83], укажуваат на интероперабилност на ЗИС. Тоа е сериозен предизвик во решенијата за е-здравство. EIDs и електронскиот потпис (е-потпис) им овозможуваат на корисниците да се идентификуваат на безбеден и сигурен начин и да се создадат услуги за електронски потпис.

Електронските идентитети (EIDs) и електронските потписи се основни концепти на различни апликации и услуги за решенија за е-влада, е-трговија и други. Најважните дефекти (недостатоци) на решенијата за инфраструктурата на јавниот клуч и дигитален потпис се: трошоците, двосмислените закони и непријатноста од секојдневната употреба. Долги години, технологијата на паметни картички е технологија за спроведување на eIDs и е-потпис решенија во здравствената индустрија. Неодамна, мобилни eIDs и е-потпис решенија се појавија како алтернатива, бидејќи тие обезбедуваат подобра употребливост во однос на клиентски-базираната паметна картичка. И кај двете решенија во исто време е обезбедено истото ниво на безбедност.

Во последниве неколку години, особено во Европа, серверски-базираните eIDs и е-потпис решенија имаат стекнато популарност [84]. Серверски-базираниот дигитален потпис може да се види како модел за сигурен, безбеден, удобен пристап до инфраструктурата на мрежната безбедност која врши криптографски операции на дигиталниот потпис. Во текот на неколку години, облак-базираните пристапи се повеќе се следат за спроведување на овие концепти.

3.6 Електронско здравствено досие

Во моментов, постои силен притисок во ЗИС за основање и зголемување на употребата на електронските здравствени досиеа (engl. Electronic Health Record-EHR) во обезбедувањето на здравствената заштита. Развојот на систем за управување со EHR е едно од најважните достигнувања во здравството во последните неколку години. Имплементацијата на овие EHR системи рапидно расте.

EHR го опишува концептот на сеопфатно, институционално и лонгитудинално собирање на податоци за здравјето на пациентот и здравствената заштита на пациентот. EHR е дефинирано како: „складиште на информации во врска со здравствената состојба на субјектот на заштита во процес на компјутерска форма,

кои се чуваат и безбедно пренесуваат, се достапни за повеќе овластените корисници" [85].

EHR во себе вклучуваат медицински и нетрадиционални здравствени податоци и информации поврзани со начинот на живот, со секојдневието на пациентите како фокус околу кој информациите се запишани. EHR означува складиште на податоци за пациентите во дигитална форма, кои се чуваат и разменуваат безбедно. EHR системите се софтверска платформа која лекарите од својата канцеларија ја користат за креирање, чување, ажурирање и одржување на EHRs за пациентите [86].

Системите за електронско медицинско досие (engl. Electronic Medical–EMR) управуваат со електронските здравствени досиеа, така што тие може да се создадат, собираат и се одржуваат од страна на овластени даватели на здравствени услуги во рамките на здравствените организации. Податоците внесени во компјутер (на пример, X-зраци, патолошки и фармацевтски податоци) кои може да се интегрираат во записот се нарекува електронско медицинско досие. EMR може да се карактеризира како делумен здравствен картон под капата на еден давател на здравствена услуга кој држи дел од соодветните здравствени информации за некое лице во текот на неговиот животен век.

Електронско досие за пациентот (engl. Electronic Patient Record-EPR) е под-тип на EHR, што се користи во одредена болница или здравствена организација. Во согласност со ISO/DTR 20514:2005 стандардот [85] EPR се дефинира како „складиште на податоци за пациентите во дигитална форма, кои се чуваат и разменуваат безбедно и се достапни од повеќе овластени корисници“.

EHR се разликува од EMR и од личниот здравствен картон (engl. Personal Health Record-PHR) особено врз основа на комплетноста на информациите кои записот ги содржи и назначениот сопственик на информациите. PHR често се опишува како делумна или целосна евиденција за здравјето на лице (а) кој ги поседува сите или дел од здравствените релевантни информации за тоа лице во текот на неговиот животен век.

Моделите на EHR често се дискутираат во литературата во однос на степенот на нивната централизираност или дистрибуираност. Во принцип, според архитектурата на EHR, постои поделба на основен и универзален модел на EHR [87]. Основниот модел на EHR е изграден во внатрешноста на една здравствена организација и е поврзан со сите болнички/клинички ИТ подсистеми. Основниот модел на EHR е централизиран и собира податоци од сите здравствени системи во болниците, клиниките или општите лекари. EPR и EMR може да се третираат како поинаков вид на основниот модел на EHR.

Во централизираните EHR, податоците за пациентите се собираат и се чуваат во едно складиште или локација. Индивидуалните даватели на здравствени услуги или здравствените работници одржуваат целосни детали за физичките лица (пациенти) во нивните сопствени EMR или EPR, кои се подгрупи на EHR.

Во дистрибуираниот модел на EHR, не постои локација каде е сместено основното складиште на информации. Наместо тоа, EHR се физички дистрибуирани низ повеќе локации. Корисниците креираат свои погледи или записи со пристап до податоците од овие локации. Во овој модел на EHR, секоја здравствена организација има свои EHR системи со свој модел на податоци и стандарди со своја терминологија.

Ако постојните ЗИС не можат да ги обезбедат потребните функционалности на сите учесници во здравствениот систем треба да се направат потребните напори за да се воведат во постојните информациски системи, наместо да се развиваат одделни информациски систем. Кога системите се дизајнирани и развиени на соодветен архитектонски начин тогаш проширувањето на системите може да не заврши со дуплирање на напорите, како би биле идентификувани сите компоненти и како тие комуницираат едни со други. Постои широк консензус дека со интегрираните колаборативни ЗИС ќе се зајакне здравствениот систем и ќе се овозможи донесување на одлуки врз основа на докази. Сепак, зајакнувањето на ЗИС нема никакво значително влијание, во случаи кога постојат некои пречки и кога нема консензус во воведувањето на истите. Меѓу најчестите пречки за воведување на

интегрираните ЗИС може да бидат од: политичка природа, менаџерски прашања, недостатокот на стандардизација и други.

Иако многу истражувања се направени во областа на интеграцијата на ЗИС сепак постојат одредени недостатоци во овие истражувања. Поголемиот број на истражувања се направени од гледна точка на информациските системи наместо од гледна точка на потребите на јавното здравство и здравјето на населението. Понатаму, интеграцијата главно се прави со помош на информациите од постојните здравствени информациски системи и не е направен ниту еден обид за насочување на овие системи. Повеќето истражувања се направени од перспектива на специфичен ЗИС и многу малку е посветено внимание на интеграцијата и колаборацијата меѓу одделените потсистеми во целина. Не постои истражување кое е направено за да се развие методологија која ќе се користи за да се соберат и да се документираат барања за ЗИС и да се развие на глобално ниво заедничка рамка за системот која ќе се користи за развивање на интегриран ЗИС.

Она што досега го нема како пример во литературата е да се направи спој меѓу овие различни системи или модули. Тоа е иновацијата која ја нуди колаборативниот модел на здравствен информациски систем предложен во оваа докторска дисертација. Предложениот модел, ја нуди поддршката на новите технологии поврзана со мобилните технологии, серверски-базираните модели на дигитално потпишување и останати техничко-технолошки достигнувања. Целта на оваа докторска дисертација е да се одговори на горенаведените недостатоци во истражувањата.

Користена литература за глава 3

- [19] HL7 Inc. Available from: <http://www.hl7.org/>. (проверено во јуни 2015).
- [24] Metzger M.H., Durand T., Lallich S., Salamon R., Castets P. The use of regional platforms for managing electronic health records for the production of regional public health indicators in France. *BMC Medical Informatics and Decision Making*. pp: 12-28. (2012).
- [38] Haux R., Health information systems- past, present, future. *International Journal of Medical Informatics* **75**, pp. 268-281. (2006).
- [39] Ludwick D.A., Doucette J., Adopting electronic medical records in primary care: Lessons learned from health information systems implementation experience in seven countries. *International journal of medical informatics* **78**, pp. 22-31. (2009).
- [40] Stansfield S., Walsh J., Prata N. and Evans, T. Information to Improve Decision Making for Health, pp: 1017-1030. New York, Oxford University Place. *Disease Control Priorities in Developing Countries* (2nd Edition). (2006).
- [41] WHO Regional Office for Europe. Framework of a support tool for national health information strategies for implementation of Health 2020 and beyond. In: Twenty-first Standing Committee of the Regional Committee for Europe. Third session. Copenhagen: WHO Regional Office for Europe: (document EUR/SC21(3)/9). (June 2014)
- [42] Lippeveld T. Routine health information systems: the glue of a unified health system. Keynote address at the Workshop on Issues and Innovation in Routine Health Information in Developing Countries, Potomac, March 14-16. Washington DC. (2001).
- [43] Almunawar M.N. and Anshari M. Health Information Systems (HIS): Concept and technology. Yogyakarta, Indonesia: International Conference Informatics Development. (2011).
- [44] Karen A., Frances A., Wickham L.J., Glaser P. History and evolution of health care information systems. In *Health care information systems: A practical Approach for Health Care Management books*, Jossey- Bass A Wiley Imprint second edition. (2009).
- [45] Braa J. and Humberto M. Building collaborative networks in Africa on health information systems and open source software development - Experience from the HISP/BEANISH network. (2007).
- [46] Sahay S., Monteiro E. and Aanestad M. Towards a political perspective of integration in IS research: The case of health information system in India, *Information Technology for Development*, Vol. 15, No 2, pp: 83-94. (April 2009).
- [47] Yang H., Liu K. and Li, W. Adaptive requirement-driven architecture for integrated health care systems. *Journal of Computers*, **5**(2), pp: 186-193. (2010).
- [48] Ahmed N. S. and Yasin N. M. Improvement the Cooperation Feature in Distributed Healthcare Information Systems Based on the Fractal Approach: An Empirical Study. *Advanced Materials Research*, Vol. 463, pp: 861-867. (2012).
- [49] Gaboury I., Bujold M., Boon H. and Moher D. Interprofessional collaboration within Canadian integrative healthcare clinics: Key components. *Social Science & Medicine*, Vol. 69, No. 5, pp: 707-715. (2009).
- [50] Scandurra I., Häggglund M. and Koch S. From user needs to system specifications: multi-disciplinary thematic seminars as a collaborative design method for development of health information systems. *Journal of biomedical informatics*, Vol. 41, No. 4, pp: 557-569. (2008).

- [51] Goldzweig C. L., Towfigh A., Maglione M. and Shekelle P. G. Costs and benefits of health information technology: new trends from the literature. *Health Affairs*, Vol. 28, No. 2, pp: 282-293. (2009).
- [52] Chen L., Yang J. J., Wang Q. and Niu Y. A framework for privacy preserving healthcare data sharing. Paper presented at the e-Health Networking, Applications and Services (Healthcom), 2012 IEEE 14th International Conference on. (2012).
- [53] Hillestad R., Bigelow J., Bower A., Girosi F., Meili R., Scoville R. and Taylor R. Can electronic medical record systems transform health care? Potential Health benefits, savings, and costs. *Health Affairs*, Vol. 24, No. 5, pp: 1103-1117. (2005).
- [54] Fried B., Carpenter W. R. and Deming W. E. Understanding and improving team effectiveness in quality improvement. *McLaughlin and Kaluzny's Continuous Quality Improvement in HealthCare*, vol. 117. (2011).
- [55] Tierney W. M., Achieng M., Baker E., Bell A., Biondich P., Braitstein P. McKown B. Experience implementing electronic health records in three East African countries. *Study in Health Technology Information*, 160(Pt1), pp: 371-375. (2010).
- [56] VanVactor J. D. Collaborative leadership model in the management of health care. *Journal of Business Research*, 65(4), pp: 555-561. (2012).
- [57] Reddy M. C., Gorman P. and Bardram J. Special issue on supporting collaboration in healthcare settings: The role of informatics. *International Journal of Medical Informatics*, 80(8), pp: 541-543. (2011).
- [58] Burnes B. L., Georges C.A., Hunter V., Long O., Wray R. Community health collaboration models for the 21st century. *Nrsg Admin Qrtly* 1998. Vol. 22, No. 3, pp: 6-17. (1998).
- [59] Burgess J.F., Carey K. and Young G.J. The Effect of Network Arrangements on Hospital Pricing Behavior. *Journal of Health Economics*, 24, pp: 391-405. <http://dx.doi.org/10.1016/j.jhealeco.2004.10.002>. (2005).
- [60] Getzenberg J., Cohen S., Herd J., Sayer J. and Vandebroek K. The Chicago Health Care Access Puzzle: Fitting the Pieces Together. Chicago Department of Public Health, Office of Policy & Planning, Chicago. (2008).
- [61] Wachter R.M. The "Dis-Location" of U.S. Medicine-The Implications of Medical Outsourcing. *The New England Journal of Medicine*, Vol. 354, pp: 661-665. <http://dx.doi.org/10.1056/NEJMp058258>. (2006).
- [62] Lai I.K.W., Tam S.K.T. and Chan M.F.S. Knowledge Cloud System for Network Collaboration: A Case Study in Medical Service Industry in China. *Expert Systems with Applications*, Vol. 39, pp: 12205-12212. <http://dx.doi.org/10.1016/j.eswa.2012.04.057>. (2012).
- [63] Bates D.W. and Wright A. Evaluating eHealth: undertaking robust international cross cultural eHealth research. *PLoS. Med.*, Vol. 6, (9). (2009).
- [64] Mitchell J. *From Telehealth to E-health: the unstoppable rise of E-health*, Federal Australian Department of Communications, Information Technology and the Arts (DOCITA). (1999).
- [65] Eysenbach G. What is e-Health?. *Journal of Medical Internet Research*, vol 3, no 2, e20. (2001).
- [66] BASHSHUR R.L. On the Definition and Evaluation of Telemedicine. *Telemedicine Journal*, Vol. 1, No. 1, pp: 19-30 available from: <http://dx.doi.org/10.1089/tmj.1.1995.1.19> (1995).

- [67] Della Mea, V. What is e-Health (2): The death of telemedicine? *Journal of Medical Internet Research*, vol. 3, No. 2. (2001).
- [68] Users Award, Healthcare IT Report 2010 - a summary and Health-IT Report 2010 surveys, flow studies and follow-up care-IT map 2004: in Swedish. <http://www.usersaward.com/> (проверено во јануари 2015).
- [69] Scandurra I, Åhlfeldt R, Persson A, Hägglund M., Building Usability into National eHealth Strategies, an Action Research Approach. The 4th Infrastructure workshop on Infrastructures for Healthcare: Action Research, Interventions, and Participatory Design. Tromsø, Norway. (June 2013).
- [70] Viitanen J., Hyppönen H., Lääveri T., Vänskä J., Reponen J. and Winblad I. National questionnaire study on clinical ICT systems proofs: Physicians suffer from poor usability. *International Journal of Medical Informatics*, Vol. 80, pp: 708-725. (2011).
- [71] Scandurra I., Hägglund M., Persson A. and Åhlfeldt R.M, Disturbing or Facilitating? – On the Usability of Swedish eHealth Systems 2013. e-Health – For Continuity of Care C. Lovis et al. (Eds.) European Federation for Medical Informatics and IOS Press. (2014)
- [72] Detmer D., Bloomrosen M., Raymond B., Tang P. Integrated personal health records: transformative tools for consumer- centric care. *BMC Medical Informatics Decision Making*. Vol. 8(1): pp: 45. (2008).
- [73] Alvarez R.C. The promise of e-health: a Canadian perspective. *eHealth Int*. Vol. 1(1):4. (2002).
- [74] Pollak V.E. and Lorch J.A. Effect of electronic patient record use on mortality in end stage renal disease, a model chronic disease: retrospective analysis of nine years of prospectively collected data. *BMC Medical Informatics Decision Making*. Vol. 7(1), No. 38. (2007).
- [75] Garrido T., Jamieson L., Zhou Y., Wiesenthal A. and Liang L. Effect of electronic health records in ambulatory care: retrospective, serial, cross sectional study. *BMJ*, Vol. 330, No. 7491, pp: 581. (2005).
- [76] Wang S.J., Middleton B., Prosser L.A., Bardon C.G., Spurr C.D. and Carchidi P.J. A cost-benefit analysis of electronic medical records in primary care. *American Journal of Medicine*. Vol. 114, No. 5. pp: 397-403. (2003).
- [77] Winter A., Haux R., Ammenwerth E., Brigl B., Hellrung N., Jahn F. Challenges for Health Information Systems. *Health Information Systems - Architectures and Strategies*. London: Springer. pp: 38-40. (2011).
- [78] Dentler K., Teije A., de Keizer N. and Cornet R. Barriers to the reuse of routinely recorded clinical data: a field report. *Studies in health technology and informatics*. Vol. 192, pp: 313-320. (2013).
- [79] Healthcare Information and Management System Society, What is interoperability?. Online at: <http://www.himss.org/library/interoperability-standards/what-is>. (проверено во октомври 2015).
- [80] The Office of the National Coordinator for Health Information Technology. Connecting Health and Care for the Nation: A Ten Year Vision to Achieve Interoperable Health IT Infrastructure. Online at: <https://www.healthit.gov/sites/default/files/ONC10yearInteroperabilityConceptPaper.pdf> (проверено во септември 2016)

- [81] Chronaki C., Estelrich A., Cangioli G., Melgara M., Kalra D., Gonzaga Z., Garber L., Blechman E., Ferguson J., Kay S. Interoperability Standards enabling cross-border Patient Summary Exchange. *Stud Health Technol Inform.* Vol. 205, pp: 256-60. (2014).
- [82] Zefferer T. and Krnjic V. Usability evaluation of electronic signature based e-government solutions. In *Proceedings of the IADIS International Conference WWW/INTERNET 2012*, pp: 227 – 234. (2012).
- [83] Brugger J., Fraefel M. and Riedl R. R. Raising Acceptance of Cross-Border eID Federation by Value Alignment. *Electronic Journal of e-Government* Vol. 12 Issue 2, pp:179-189, (2014).
- [84] Zefferer T. and Zwattendorfer B. An Implementation-independent Evaluation Model for Server-based Signature Solutions. *10th International Conference on Web Information Systems and Technologies (WEBIST)*, pp: 302-309. (2014).
- [85] ISO/DTR 20514:2005 (2005) Health Informatics-Electronic Health Record- Definition, Scope, and Context. Online at: http://www.iso.org/iso/iso_catalogue/catalogue_tc/catalogue_detail.htm?csnumber=39525. (проверено во јули 2015).
- [86] Angst C.M., Agarwal R. Adoption of electronic health records in the presence of privacy concerns: The elaboration like lihood model and individual persuasion. *Management Information Systems Quarterly*, Vol. 33. No. 2, pp: 339-370. (2009).
- [87] El-Sappagh S.H., El-Masri S., Riad A.M. et al. Electronic Health Record Data Model Optimized for Knowledge Discovery. *International Journal of Computer Science*, Vol. 9, No. 5, pp: 329-338. (2012).

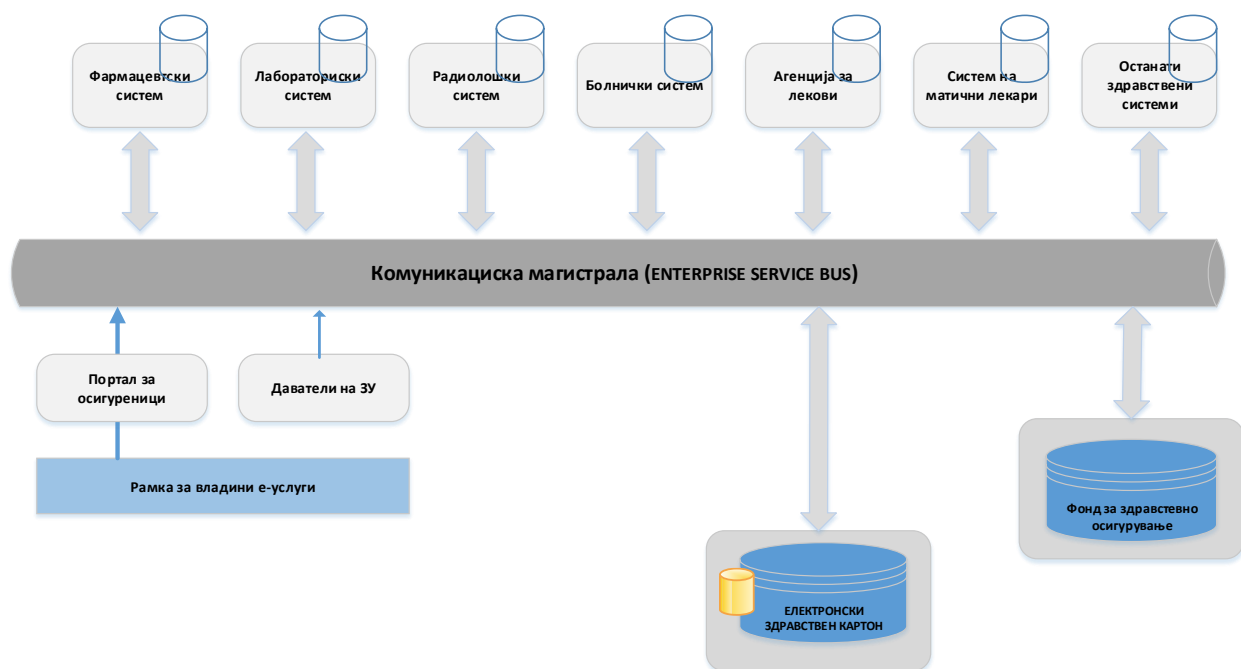
4. Предлог колаборативен здравствен информациски систем

Во оваа глава ќе бидат опфатени основните карактеристики на колаборативниот здравствен информациски систем базиран на нови технологии, предложен во оваа докторска дисертација. Ќе биде објаснета архитектурата и составните компоненти на истиот, а ќе бидат дадени и неколку примери со сценарија со цел подобро да се претстави функционалноста на системот. Ќе биде направен осврт на сигурноста и приватноста на податоците во предложениот систем, безбедноста и валидноста на податоците при размената на податоците. На крај ќе биде направена анализа на предложениот колаборативен здравствен информациски систем на конкретен случај со цел да се изврши евалуација на истиот.

4.1 Основни карактеристики на предложениот систем

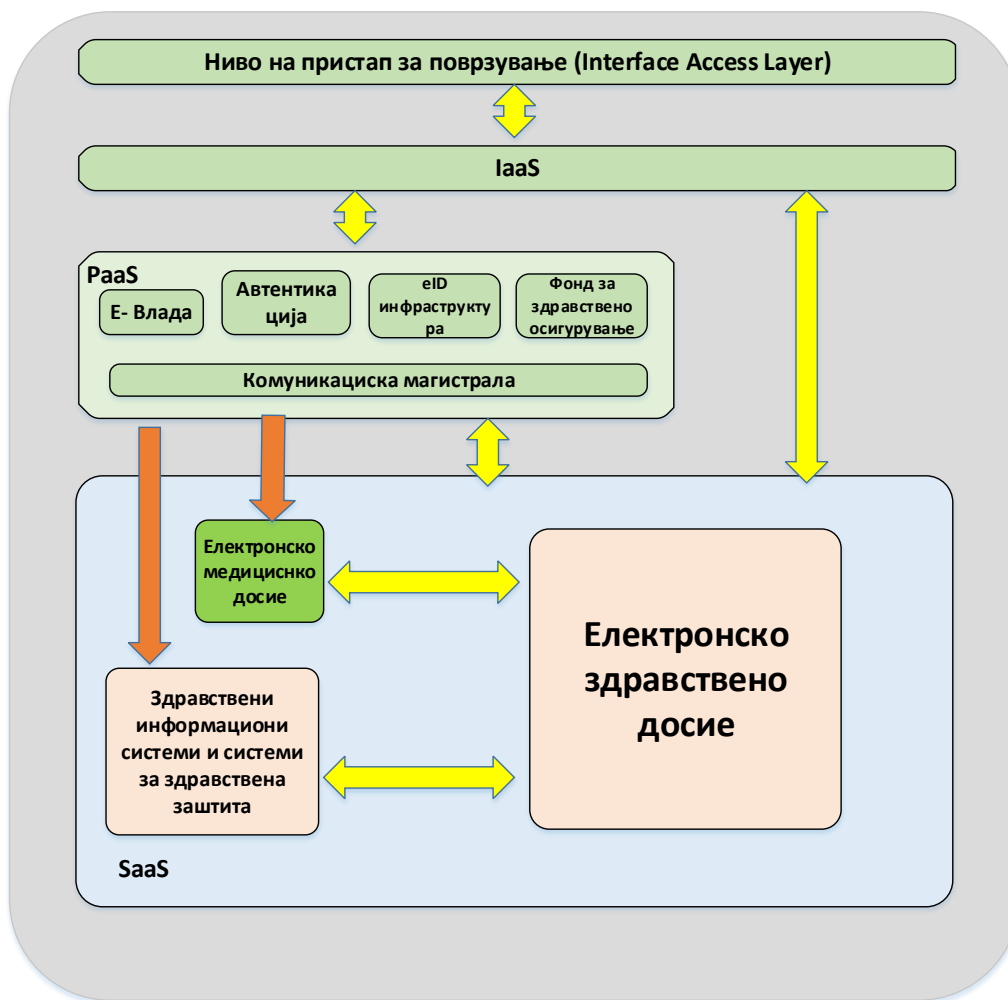
Колаборативниот здравствен информациски систем кој го претставуваме во оваа докторска дисертација, дава нова димензија на користењето на новите технологии во здравството. Комуникацијата меѓу различните компоненти (потсистеми) од предложениот систем овозможува размена на податоците меѓу одделните компоненти во рамките на колаборативната средина развиена врз база на решенија базирани на облак технологијата (Слика 1). Централно место во предложениот колаборативен здравствен информациски систем зазема електронското здравствено досие за пациентот. Предложениот систем во најголем дел ќе биде базиран на софтвер како услуга (engl. Software as a service-SaaS) сервисниот модел развиен на врвот од технологија базирана на облак во областа на здравствената заштита [88]. Сервисно-ориентираната архитектура (engl. Service oriented architecture-SOA) и SaaS овозможуваат воспоставување на модел на услуги во кој би се искористиле придобивките од двете технологии. Во предложениот колаборативен здравствен информациски систем, податоците од EHR се чуваат во облак и до нив

може да се пристапи преку веб портал или преку соодветни позадински веб сервиси.



Слика 1: Колаборативен здравствен информациски систем

Детална архитектура на предложениот колаборативен модел на здравствен информациски систем базиран на облак технологија со соодветните нивоа е прикажан на слика 2.



Слика 2: Архитектура на колаборативниот здравствен информациски систем

За опис на колаборативниот систем ќе ја користиме особината на технологија базирана на облак каде истата ги содржи заедно сите дисциплини и технологии (веб сервиси, виртуелизација, сервисно-ориентирана архитектура, grid computing итн.) како и бизнис моделите кои се користат за реализација на ИТ можностите (софтвер, хардвер, платформа) [89].

4.2 Системски нивоа на предложениот систем

Главни компоненти на колаборативниот ЗИС кој е базиран на облак компјутерската технологија се:

- IaaS ниво (engl. Infrastructure as a service) – инфраструктура како услуга нивото обезбедува способност на корисниците за обработка на пристапувањето, складирање, мрежи и други фундаментални компјутерски ресурси во кои корисникот е во состојба да распореди и извршува произволни софтвери, вклучувајќи оперативни системи и апликации. IaaS се однесува на размената на хардверски ресурси за извршување на услуги, обично со користење на технологии на виртуелизација. Со IaaS пристапот, потенцијално повеќе корисници може да ги користат достапните ресурси. Корисникот не ја управува или контролира основната облак инфраструктура но има контрола над оперативните системи, складирањето, распоредените апликации, а можеби и ограничена контрола на избрани мрежни компоненти. Во IaaS моделот на облак, програмерите на здравствените апликации имаат целосна одговорност за заштита на безбедноста и приватноста на пациентите. Ова ниво обезбедува ресурси за сите погорни слоеви и модули. Клиентот ги одржува апликациите, SOA интеграцијата, базите на податоци и софтверите на серверите додека давателот на облак услугата ја одржува виртуелизацијата во облак, хардверот, уредите за сместување на податоци, мрежите. Исто така ова ниво обезбедува функционалности на континуитет на бизнис процесите и т.н Disaster Recovery функционалности.
- PaaS- (engl. Platform as a servis) – платформа како сервис нивото нуди интегриран сет на софтвер кој обезбедува сè што им е неопходно на софтверските програмери за да изградат апликација во онлајн опкружување за брз развој на веб апликации со користење на развојни алатки наменети за пребарувач. Податоците неопходно е да бидат криптирани кога се сместуваат на платформата од безбедносни причини. Корисникот не управува или не ја контролира основната облак инфраструктура вклучувајќи мрежа, сервери, оперативни системи или уреди за складирање на податоци, но има контрола над развиените апликации и можни апликациите сместени во конфигурабилна околина. PaaS нивото е базирано на претходното IaaS ниво, поддржува информациски системи за здравство и здравствена заштита и EMR модули. Клиентот развива и одржува сопствени апликации додека добавувачот на облак

услуга обезбедува облак за извршување, SOA интеграција, бази на податоци, виртуелизација, серверски софтвери, хардвер и системи за складирање на податоци. Ова ниво нуди заеднички услуги за бизнис услугите управувани од давателите на здравствени услуги, Министерство за здравство, осигурителни компании на ниво на SaaS.

- SaaS- (engl. Software as a service) – софтвер како услуга нивото претставува бизнис апликации сместени и испорачани како услуга преку веб. Овие видови на апликации не бараат инсталација на дополнителни компјутерски програми, а најпопуларните се e-mail преку веб прелистувач. Овој слој нуди можност за корисниците да користат апликации на давателот на услуги кои се извршуваат на облак инфраструктурата. Ја елиминира потребата за инсталација и извршувањето на апликациите на локален компјутер на клиентот.

Корисникот не ја управува или контролира основната облак инфраструктура, вклучувајќи мрежа, сервери, оперативни системи, складирање, или дури и индивидуални способности на апликацијата. Во овој вид на модел на услуги во облак, заштита на безбедноста и приватноста на податоците е предвидена, како составен дел на стабилизација и асоцијација за здравствена заштита на пациентите. Во најголем дел, предложениот колаборативен систем ќе биде сместен во ова сервисно ниво.

- Ниво на пристап за поврзување (engl. Interface Access Layer) е четвртото ниво, кое не е дел сервисите на облак базираната технологија и истото се воведува за потребите на нашиот колаборативен систем. Всушност ова ниво му дава на корисникот пристап до инфраструктурата и ги реализира сите барања на најниско ниво на автентикација и контрола на пристапот. Ова ниво е во непосредна комуникација со модулот за автентикација и контрола на пристап кој е дел од PaaS сервисното ниво.

Со оглед на комплексноста на архитектонската рамка на системот, функционалните барања на системот се различни, се однесуваат за секој специфичен столб во целокупната архитектура. Во многу случаи барањата за посебен столб се поврзани со соодветни барања за друг, што резултира во корелација со матрицата на архитектурата на системот. Клучни барања кои се однесуваат на системот главно

се однесуваат на следниве области: функционалност, сигурност и интероперабилност.

4.3 Архитектура на предложениот систем

Во овој дел од докторската дисертација ќе започнеме со вовед во целокупната платформа на архитектурата, која шематски е прикажана на слика 2 а потоа ќе се даде опис на поедините компоненти на предложениот систем. Предложениот колаборативен ЗИС има сложена архитектура каде централно место зазема електронското здравствено досие.

4.3.1 Архитектура на електронското здравствено досие

Во предложениот систем, моделот на електронското здравствено досие е развиен на врвот од облак базираната компјутерска технологија во SaaS нивото. Архитектурата на моделот на електронското здравствено досие се состои од три нивоа (слика 3):

- Ниво за безбедносен пристап (engl. Security access layer),
- Ниво за бизнис процеси (engl. Business layer),
- Ниво за управување со податоци (engl. Data management layer).

Нивото за безбедносен пристап претставува влезна точка на EHR. Нивото за безбедносен пристап се состои од три модули и тоа:

- модул за авторизација (engl. Authorization module),
- модул за контрола на пристап (engl. Access Control module) и
- модул за ревизорски траги (engl. Audit module).

Модулот за авторизација обезбедува авторизација на корисниците и го обезбедува пристапот до одредени делови од електронското здравствено досие во зависност од доделените привилегии.



Слика 3: Архитектура на моделот на Електронско здравствено досие

Модулот за контрола на пристап го контролира пристапот на корисниците до електронското здравствено досие од сите авторизирани учесници да пристапат до податоците: пациент/граѓанин, даватели на здравствени услуги, административни работници.

Модулот за ревизорска трага ги одржува сите системски логови и го контролира пристапот до здравствените податоци содржани во електронското здравствено досие.

Главната улога на нивото за бизнис операции е да се имплементираат сите кориснички интерфејси за интеракција со податоците од електронското здравствено досие и целокупната платформа. Ова ниво ги содржи следниве модули:

- модул за управување со здравство (engl. Health management module),

- модул за веб портал,
- модул за хостинг и опоравување од катастрофи (engl. Hosting and Disaster Recovery),
- модул за интероперабилност,
- модул за отворени податоци (engl. open data) и
- модул за бизнис процеси.

Модулот за управување со здравство ги подржува сите здравствени, осигурителни, административни активности како и активности од здравствената заштита извршени во електронското здравствено досие од авторизирани корисници.

Модулот за веб портал има три различни погледи во согласност со идентитетот на корисникот:

- здравствените работници се во можност да го пребараат пациентот со најмалку една идентификација. Со избирање на саканиот пациент, тие можат да достават барање за пристап до електронското здравствено досие за пациентот. Врз основа на резултатот од авторизацијата и дозволеният пристап од страна на пациентот, доставеното барање е или дозволено или одбиено;
- пациентите се во можност да ги видат своите податоци од електронските здравствени досиеа од одделни даватели на здравствени услуги што се поврзани со композитни или збирни EHR од давателите на здравствени услуги од кои се добиени услугите; и
- администраторите имаат способност да управуваат со сите корисници, даватели на здравствени услуги и други регистрирани институции, осигурителни компании регистрирани во целокупниот систем.

Модулот за интероперабилност го интегрира системот на електронското здравствено досие со сите надворешни потсистеми за EHR, електронското медицинско досие, електронското досие за пациентот, здравствените ИТ системи и ИТ системите за здравствена заштита, осигурителните компании. Исто така овој модул обезбедува сервиси за интеграција со останати системи на здравствена заштита на ниво на Европска Унија (engl. ePSOS- Smart Open Services for European Patients) преку т.н национални точки за контакт (engl. NCP-National Contact Points)

[89]. Овој модул комуницира со магистралата за размена на податоци (engl. Enterprise Service Bus-ESB) од комуникацискиот слој од PaaS нивото кога разменува податоци со надворешни ИТ системи.

Модул за хостинг и опоравување од катастрофи е за поддршка и интеракција со компјутерска платформа базирана на облак. Модулот на отворени податоци е одговорен за размена на отворени податоци со надворешни корисници додека модулот за бизнис процесите ги дефинира бизнис правилата и содржината на податоците со помош на други сервиси. Бизнис логиката е целосно исполнета од управувањето на процесите и податоците преку услугите за управување со податоци.

Нивото за управување со податоци содржи два системски модули: модул за управување со здравствена политика (engl. Health Policy Manager Module) и модул за складирање на податоци (engl. Data storage module).

Модулот за управување со здравствената политика претставува централно место за контрола на пристапот до чувствителни медицински и административни податоци и информации. Тој се состои од два подмодули:

- подмодул за пристап до управителот на здравствената политика (engl. Health Access Policy manager) обезбедува способност за пациентите да ги специфицираат нивните полиси за контрола на пристап; и
- подмодул за спроведување на здравствената политика (engl. Health Policy Enforcement) ги спроведува правилата на пристап кога се примаат барања за пристап од корисници и генерира авторизациски резултат до модулот за контрола на пристап.

Модулот за складирање на податоци (engl. Data storage) се состои од два подмодула:

- база на податоци со систем за управување со документи (engl. Database with Document Management System) подмодул и
- складиште на податоци (engl. Data Warehouse) подмодул.

Базата на податоци со системот за управување со документи е подмодул кој управува со различни податоци собрани во рамки на EHR, вклучувајќи сирови податоци, форматирани документи и датотеки со слики итн. Овој подмодул содржи и релациска база на податоци со структурирани податоци и не структурирани бази на податоци со соодветна инстанца за поддршка на овие неструктурирани податоци.

Подмодулот складиште на податоци е наменет за поддршка на екстракцијата на податоци од системот. Тој содржи копија од изворните податочни структури во согласност со единечната глобална шема. Истиот ги вклучува следниве функционалности:

- функционалност за екстракција, трансформација и вчитување (engl. Extraction, Transform, Load-ETL) е парче софтвер одговорно за екстракција и интегрирање на податоците од повеќе извори или апликации.
- систем за поддршка на донесувањето на одлука (engl. Decision Support System - DSS)–ги поддржува донесувањата на одлуки за поддршка на работењето на здравствените работници;
- Анализа на податоците и деловна интелигенција (engl. Data Analytics- DA and Business Intelligence-BI)- ги поддржува системите за донесување на одлуки и некои научни истражувања.
- Системот за податочно рударење (engl. Data mining System)– автоматизиран процес за пронаоѓање на претходни добро познати шаблони со податочни структури и поддршка на системите за донесување на одлуки.

Сопствениците на електронските здравствени досиеа се одговорни за генерирање на правилата за пристап врз основа на атрибути на овластени даватели на здравствена заштита, криптирање на електронските здравствени досиеа, дигитално потпишување на сите барања за добивање на податоци и дигитално потпишување на одговорите во рамките на облакот. Структурата на податоци во рамки на EHR е хиерархиска податочна структура, која дава можност за споделување на различни делови од EHR правејќи го нашиот модел пофлексибилен.

Како дел од SaaS слојот во облак базираната компјутерска архитектура на колаборативниот здравствен информациски систем се:

- Здравствени информациски системи и системи за здравствена заштита. Овие системи управуваат со услугите на деловните процеси и гарантираат целосна поддршка во креирањето на модуларно базираните софтверски решенија. Во овие системи влегуваат сите останати ИТ системи во здравствените организации кои го покриваат деловното работење на установите. Тука би можеле да ги сместиме следниве системи: системи за администрација на пациентите, системи за наплата, системи за закажување на посети/прегледи, системи за управување со финансиите, системи за управување со човечки ресурси, лабораториски информациски системи, радиолошки информациски системи, фармацевтски информациски системи и останати административни и финансиски информациски системи.
- Модул на електронско медицинско досие- управува со медицинските записи и го храни со податоци електронскиот здравствен картон на осигуреникот/пациентот. Овој систем управува со собирањето на медицинските податоци од други системи.

4.3.2 Архитектура на останатите компоненти од колаборативниот ЗИС

На нивото платформа како услуга (engl. Platform as a Service) има неколку споделени сервиси во неговата околина кои се познати исто така како сервиси за овозможување за нивна успешна имплементација и операција која ќе им даде значителен поттик за развој и користење на електронските здравствени услуги. Еден од овие овозможени сервиси е сервисот за автентикација и контрола на пристап. Овој сервисен модул ја има една од основните безбедносни задачи како што е идентификацијата и автентикација на корисниците во предложениот колаборативен модел на здравствен информациски систем. PaaS може да понуди функционалности за заедничко ниво на услуги за здравствените организации. Во нашиот колаборативен здравствен информациски систем во ова ниво од облак базираната компјутерска технологија се сместени следниве сервиси (модули):

- Модул за автентикација и контрола на пристап (engl. Authentication)–овој модул обезбедува единствен начин како да се реши безбедноста на апликациите во корелација со задачите за управување со идентитетот, автентикација, авторизација на трансакциите и.т.н.
- Комуникациско ниво (engl. Communication layer). Ова ниво е базирано на т.н комуникациска магистрала (engl. Enterprise Service bus-ESB).
- Модул на инфраструктурен систем на електронскиот идентитет (engl. eID-Infrastructure system) и електронскиот потпис.
- Модул за информациски системи на Фондови за здравствено осигурување и осигурителни компании. Во нашиот колаборативен здравствен информациски систем овие ИТ потсистеми би ги сместиле во PaaS нивото од облак базираната архитектурата.

Во текстот подолу подетално ќе бидат објаснети комуникациското ниво и инфраструктурата на електронскиот идентитет како две клучни компоненти од нашиот предложен колаборативен здравствен информационален систем. Не би се впуштале во некои поголеми објаснувања на информацискиот систем за Фондови и осигурителни компании бидејќи тие имаат свои специфики и за нашиот модел важен дел е интероперабилноста со овие системи но не и нивната внатрешна структура и организација.

4.3.2.1 Опис на eID системот

Електронскиот идентитет и електронскиот потпис се основните концепти на различни апликации и услуги од клучно значење за безбедносните домени како што се и здравствените информациски системи [36, 37]. Во изминатите неколку години системите кои содржат пристапи за дигитално потпишување засновано на сервер се повеќе ги следат спроведувањата на овие концепти. Во предложениот колаборативен здравствен информациски систем се предлага воведување на флексибилен сервер-базиран електронски идентитет и решение за електронско

потпишување кое лесно може да се распореди и примени во повеќе сценарија додека сè уште обезбедува доволно ниво на безбедност и корисност. Предложеното сервер-базирано решение се потпира на дво-факторска автентикација [90] на корисникот обично со употреба на тајна лозинка за да го покрие познатиот фактор за автентикација и т.н. еднократна лозинка (encl. One-time passwords-OTP) која може да биде доставена до уред кој е сопственост на легитимниот корисник. Со докажување на приемот на еднократната лозинка, корисникот докажува дека контролата е помината преку уредот, кој за возврат го спроведува факторот на проверка на автентичноста.

Неколку мобилни дво-факторски базирани eID и е-потпис решенија се развиени во последните неколку години [91, 92]. Сите мобилни eID и е-потпис решенија се во согласност со строгите законски барања, како што се оние дефинирани во ЕУ Директивата за електронски потпис (encl. "Regulation on Electronic Identity and Signature- eIDAS") [83], вклучуваат некаков вид на безбедносен хардверски уред, кој е способен на сигурен начин да ги сместува eID податоците и да пренесува криптографски операции. Во зависност од реализацијата и локацијата на безбедносниот хардверски елемент, мобилните eID и е-потпис решенија се поделени во две категории:

- SIM базирани решенија и
- сервер-базирани решенија.

Во нашиот модел ќе користиме сервер-базирано решение. Сервер-базираниите решенија за мобилни eID и е-потпис решенија се реализираат на безбедносен хардверски елемент сместен на централна локација на пример на т.н. хардверски безбедносен модул (encl. Hardware security module-HSM). Решението кое е предложено од Orthacker et al. [94] не побараува корисење на мобилни телефони со криптографски функционалности, ниту пак зачувување на eID податоците во телефонот. Сепак мобилниот телефон е составен дел на процесот на автентикација кој е задолжителен во случај на пристап до централно сместените eID податоци и пренос на електронски потпис. Во многу случаи мобилниот телефон делува како приемник на еднократна лозинка кој го има доставено корисникот во

HSM уредот при докажување на поседувањето на мобилниот телефон и завршување на процесот на автентикација.

Во овој дел од докторската дисертација нема да ја опишуваме архитектурата и инфраструктурата на системот за електронски идентитет и е-потпис. Истата преставува сложено решение со меѓусебно поврзани компоненти во рамки на архитектурата на решението. Многу автори имаат разработувано архитектури на вакви eID и е-потпис решенија [36, 37, 93] и во случајов ќе ги искористиме резултатите од нивните истражувања при дизајнот на нашиот колаборативен здравствен информациски систем. Процесот на регистрација и активација на регистрираните корисници на eID системот нема да биде објаснет во овој дел и за истите ќе ги искористиме процесите кои се опишани од страна на авторите на [37, 93], додека во овој дел ќе го прикажеме начинот на автентикација и потпишување користејќи го системот.

Две важни функции се карактеристични за оваа инфраструктура кои треба да им овозможат на граѓаните да се идентификуваат на безбеден начин и електронски да ги потпишат документи кои претставуваат трансакции, договори, апликации и изјави на различни форми и видови.

Една од многуте предности на вакви инфраструктури е можноста корисниците да се автентифицираат во е-сервисите со користење на т.н SAML (Security Assertion Markup Language) стандардот, кој им овозможува на давателите на услуги стандардизирани техники за автентификација на корисниците без оглед на технологијата која се користи при реализацијата на електронскиот идентитет.

На следнава слика е претставена основната функционалност на сервисот за потпишување (слика 4).



Слика 4: Основна архитектура на процесот на потпишување [95]

Корисникот на е-услугата во колаборативниот здравствен информациски систем е најавен на соодветната е-услуга каде треба да потпише одреден документ. Потпишувањето на електронскиот документ се одвива низ следниве чекори:

- Здравствената е-услуга ги прикажува информациите на корисникот што треба да бидат потпишани. Ова обично е направено со јасно видливо копче во е-услугата кое го избира корисникот со што се согласува да ја отпочне постапката за потпишување.
- Е-услугата креира потпишано барање за потпис (engl. „sign request“) и го препратува ова барање на корисникот до сервисот за потпишување.
- Сервисот за потпишување го верифицира барањето за потпис.
- Сервисот за потпишување го автентичира корисникот кој барал да потпише преку истиот провајдер на идентитет кој корисникот го користи за најава на сервисниот провајдер кој го пратил потпишаното барање. Сервисот за потпишување верифицира низ издадениот „SAML assertion“ дека автентичираниот корисник е предвидениот потписник.
- Сервисот за потпишување генерира клуч за потпишување и сертификат за потпишување (engl. signing key and signing certificate) и потоа генерира кориснички побаран електронски потпис.
- Сервисот за потпишување креира потпишан одговор со користење на проширен профил од OASIS DSS (engl. Organization for the Advancement of

Structured Information Standards Digital Signature Services) протоколот, кој содржи потпис и статусни информации и му враќа на корисникот на услугата со овој потпишан одговор.

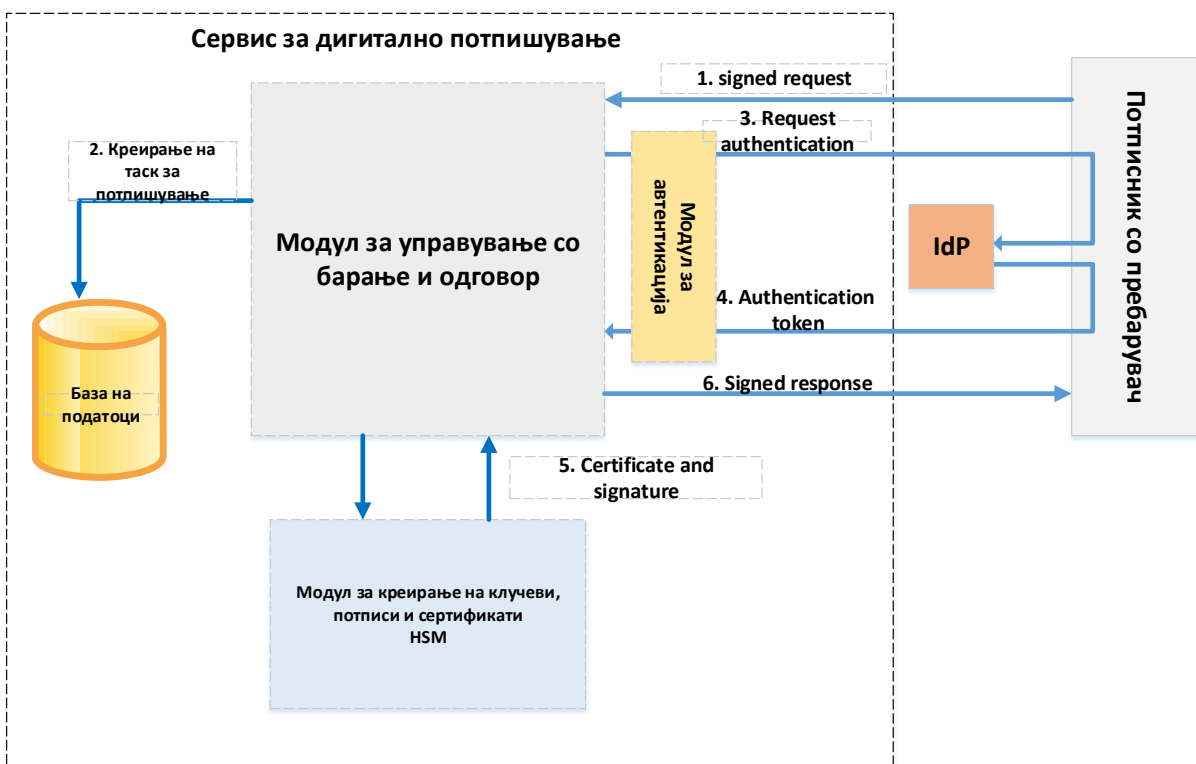
- По приемот на потпишаниот одговор, е-услугата компајлира потпишан документ и го верификува потписот.
- Е-услугата му потврдува на корисникот дека документот е успешно потпишан.
- Идната проверка на сертификатот за потпис е поддржана со отповикувачка информација која е слободно достапна од сервисот за потпишување.

Во некои случаи, потпишувањето на документи еднаш со општ предодреден сертификат (engl. „server stamping“) е доволно, но ако е неопходен посилен потпис, кој е во согласност со eIDAS регулативата тогаш се користи сервис за дигитално потпишување. Со предложениот систем за дигитално потпишување се обезбедува безбедно правен документ и потписи. При тоа процесот на потпишување е одделен од процесот на идентификација.

Во текстот подолу се наведени активностите кои се спроведуваат при процесот на потпишување (слика 5). Активностите кои се спроведуваат се следниве:

1. Сервисот за дигитално потпишување го прима барањето за потпис од корисничкиот пребарувач. Префрлувањето на корисникот со прикаченото барање за потпис е со користење на техника која е еквивалентна на HTTP POST поврзувањето во согласност со спецификацијата на SAML протоколот.
2. Барањето за потпис се проверува. Ако барањето за потпис е во ред, се креира задача за потпис и се сместува во внатрешната база на податоци.
3. За да се продолжи со потпишувањето корисникот треба да биде автентизиран. Сервисот го автентизира корисникот со помош на провајдерот на идентитет (engl. Identity Provider-IdP). Системот подржува различни типови на идентификација.
4. Провајдерот на идентитет одговара на автентикацискиот сервер со автентикациски токен. На корисникот му е дозволен пристап до заштитените ресурси за креирање на потпис по успешно спроведената идентификација.

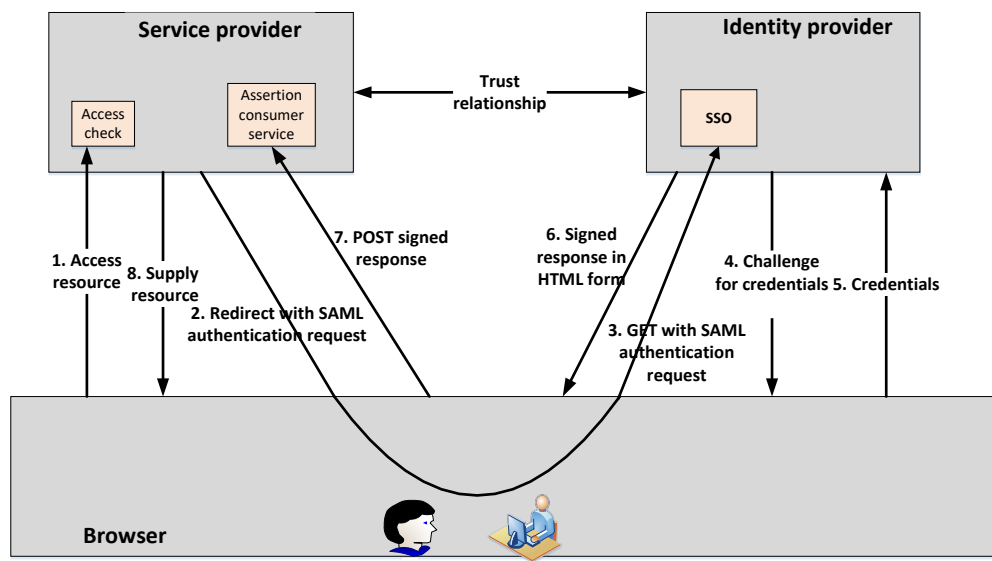
5. Сервисот за потпишување верификува дека автентизираниот корисник е наменет за потпишување и генерира клуч, сертификат и потпишано барање.
6. Сервисот за потпишување креира и потпишува потпишан одговор и го пренесува на корисникот повратно до пребарувачот со потпишан одговор.



Слика 5: Процес на дигитално потпишување ¹

Многу е важно да се напомене дека постојат случаи кога некои документи содржат чувствителни информации и потребно е да се овозможи пристап само од корисникот кој ги потпишал. Во вакви случаи е потребна дополнителна проверка на корисникот-потпишувач. Во други случаи може да се користи постоечката автентикација со повторно користење на т.н Single- sign On без повторно спроведување на автентикацијата.

¹ <https://www.comfact.com/Product/Technical/>



Слика 6: Автентикација на корисник во здравствениот систем ²

Процесот на автентикација се одвива во неколку чекори кои се прикажани на слика 6. Тоа се следниве чекори:

1. Корисникот се обидува да пристапи до услугите или ресурсите со отворање на пребарувач на соодветна URL (engl. Uniform Resource Locator) хостирана на апликациски сервер. Пребарувачот во овој момент нема активна сесија со е-услугата.
2. Провајдерот на услуга (engl. Service Provider-SP) сфаќа дека барањето потекнува од клиент без активна сесија. Бидејќи HTTP е без обебзеден пристап, активната сесија може да биде детектирана од SP само ако клиентот испраќа „session cookie“ која е издадена од страна SP од порано. Врз основа на конфигурација на SSO, SP сега генерира SAML барање за автентикација за да биде испратен до соодветниот провајдер на идентитет (engl. Identity provider-IdP) дефиниран како дел од конфигурацијата на SSO. Барањето за SAML содржи информации за SP генератор на барањето. Ова е потребно, затоа што IdP може да го идентификува SP испраќајќи барање за SAML. SP не комуницира директно со IdP при автентикацијата на корисникот. Наместо тоа SP го пренасочува

² <http://docs.oasis-open.org/security/saml/Post2.0/sstc-saml-tech-overview-2.0.html>

- пребарувачот на IdP. URL-то искористено за ова пренасочување е преземено од метаподатоците на IdP разменети од порано. Барањето за SAML за да се испрати до IdP е вклучено во пренасочувањето на URL.
3. Пребарувачот добива пренасочување, следејќи го URL-то, и издава соодветен (команда) GET до IdP. SAML барањето се одржува. Пребарувачот во оваа фаза нема активна сесија со IdP.
 4. По приемот на ново барање од пребарувачот без активна сесија (интернет пребарувачот не испраќа колаче издадено од страна на IdP од порано), IdP ја докажува веродостојноста на корисникот врз основа на претходно конфигурираните механизмите за проверка. Можните механизми за проверка вклучуваат корисник/лозинка, PKI, OTP или Kerberos. Една клучна работа тука е дека размената на ингеренциите за целите на проверка се одвива меѓу IdP и пребарувачот. SP не е вклучен и не ги гледа акредитивните писма.
 5. Пребарувачот дава дополнителни информации кои се потребни за процесот на проверка. За различни механизми за проверка, се праќаат различни детали на IdP од пребарувачот.
 6. IdP сега ги проверува и потврдува обезбедените ингеренции (engl. credentials). Проверката може да вклучува интеракција со соодветни позадински системи. На крајот IdP генерира SAML одговор за SP. Овој одговор содржи SAML assertion документирајќи го резултатот од процесот на проверка. SAML assertion, во прилог на основните „Да/Не“ информации, исто така, содржи информации за важноста и информации за атрибутите кои го опишуваат провереното лице. Најмалку корисничкиот идентитет на провереното лице мора да биде вклучен во добро познатиот атрибут на корисничкиот идентитет (engl. UID), така што SP може да ги извлече овие информации од assertion кои се однесуваат на најавеното лице за корисниците кои постојат во локалната база на податоци. SAML assertion е потпишано од страна на IdP во согласност со информациите од SSO key објавени во метаподатоци од IdP. Ова му осигурува на SP дека може да ја потврди автентичноста на SAML assertion. IdP го враќа SAML assertion

на интернет пребарувачот во скриена форма. Скриената форма од инструкции на пребарувачот прави POST на SAML assertion до Assertion consumer services URL-то од SP. IdP треба да воспостави контекст на безбедност, така што идните барања за проверка од истиот интернет пребарувач може да се одговори без да оди преку размена на credentials. IdP потоа ќе сфатите дека има валидна сесија со пребарувачот и ќе се наметне на проверка на претходно најавен корисник без да прашува повторно за credentials.

7. Пребарувачот го следи скриениот POST добиен во пораки и мислења на SAML assertion-от до Assertion Consumer Service на SP.
8. SP ги екстрахира SAML assertion од POST и потврдува со потпис на assertion. Ова гарантира за автентичноста на SAML assertion и IdP. Идентификаторот на корисникот примен во SAML assertion во атрибут на UID потоа се користи за да се одлучи дали корисникот е авторизиран за пристап до бараната услуга. Ова е врз основа на локалните конфигурации за контрола на пристап на SP. SP дава пристап кон бараниот ресурс и праќа назад порака до пребарувачот. SP, исто така, поставува колачиња на сесијата во пребарувачот, така што за следните барања за пристап од истиот интернет пребарувач на истиот SP, SP нема да покрене било какви размени со IdP.

Кога корисникот извршува акција на потпишување на документ, еднократен пар на клучеви се генерира во Hardware security Module со потребните алгоритми (RSA, ECDSA,...). Еднократниот пар на приватен и јавен клуч се создава во Hardware security Module. Приватниот клуч се користи за потпишување на hash-от на документот и се уништува веднаш откако ќе се искористи. Јавниот клуч се сместува во еднократниот сертификат за трансакцијата и потписникот.

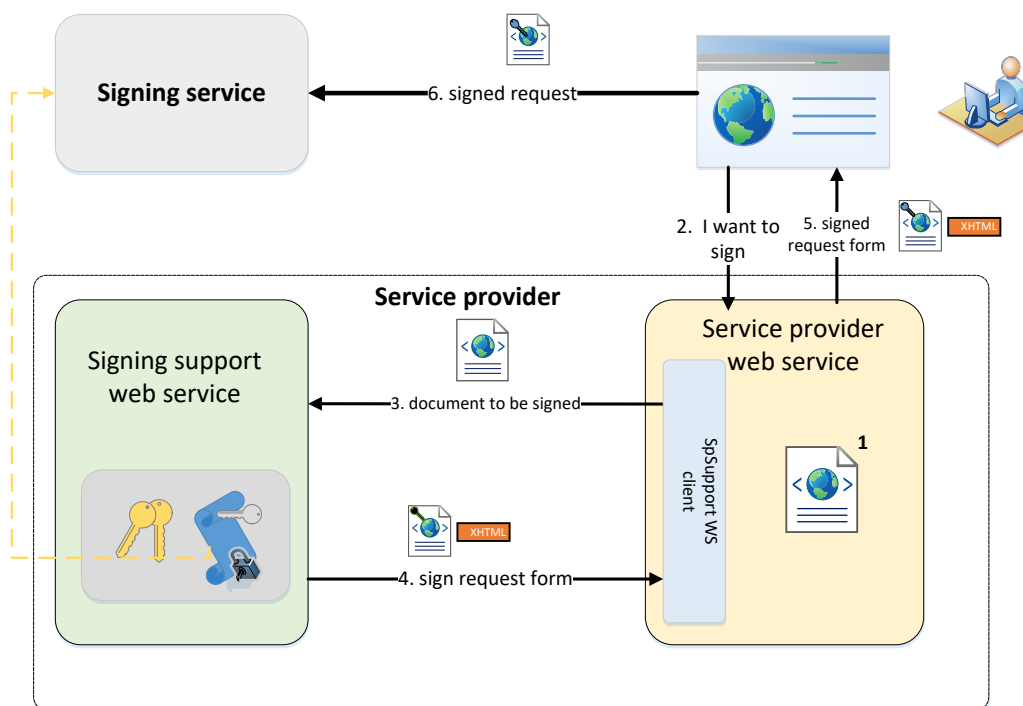
4.3.2.1.1 Сервиси за поддршка на потпишувањето

Service provider (давателот на е-услугата) мора да генерира потпишано барање (engl. sign request) и да го процесира потпишаниот одговор (engl. sign response) со

цел да конструира потпишан документ [95]. Ова мора да вклучи напредни операции кои се предизвик за коректно имплементирање од страна на давателот на услугата. Инфраструктурата вклучува стандардизирани web-service API за потпишување, кој во себе содржи 3 методи:

- Sign-request – за генерирање на потпишано барање
- Complete-signing – за примање на потпишаниот одговор и обработка на потпишаниот документ
- Signature verification– за верификација на потпишан документ.

Процесот на генерирање на потпишано барање е прикажано на слика 7.



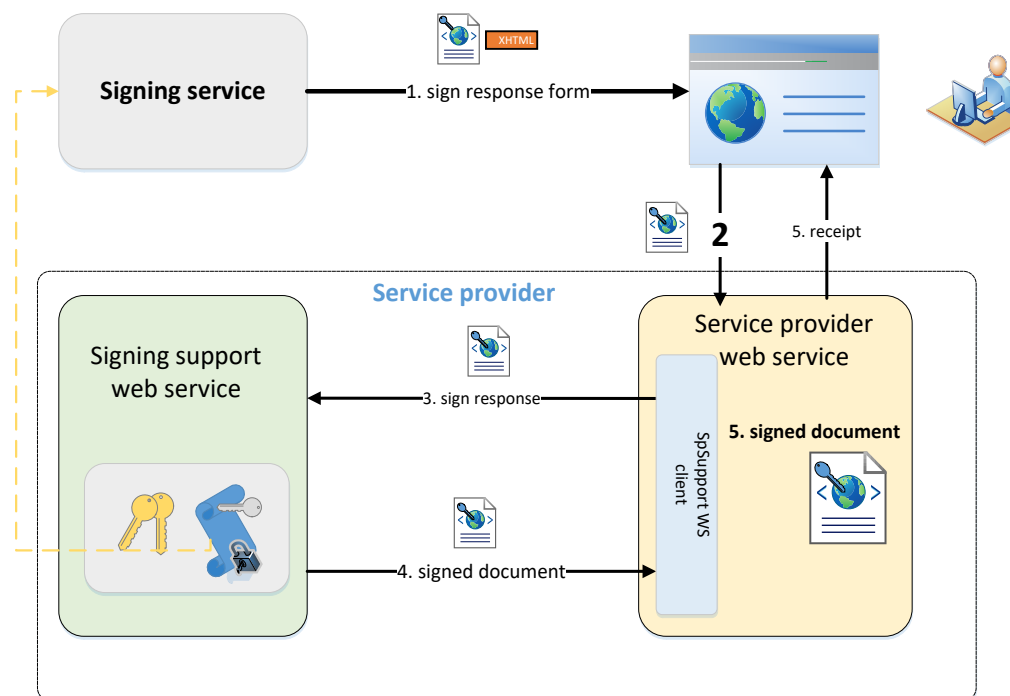
Слика 7: Процес на генерирање на потпишано барање- sign request [95]

Истиот се одвива во неколку чекори:

- ✓ Давателот на услуги произведува или добива некој документ кој треба да биде потпишан од страна на корисникот.
- ✓ Корисникот се согласува да го потпише.

- ✓ Документот што треба да биде потпишан е испратен заедно со потребните параметри на веб-сервисот за поддршка на потпишувањето со функцијата signRequest од web-service API (Application program interface).
- ✓ Sign request XHTML (Extensible Hypertext Markup Language) се враќа на давателот на услугата.
- ✓ XHTML страница се враќа на корисникот, како одговор на согласноста да се потпише.
- ✓ Веб пребарувачот на корисникот прави XHTML страница, предизвикувајќи го пребарувачот, да испрати потпишано барање до услугата за потпис.

Процесот на комплетно потпишување [95] е претставен на слика 8.



Слика 8: Процес на комплетно потпишување - Complete- signing [95]

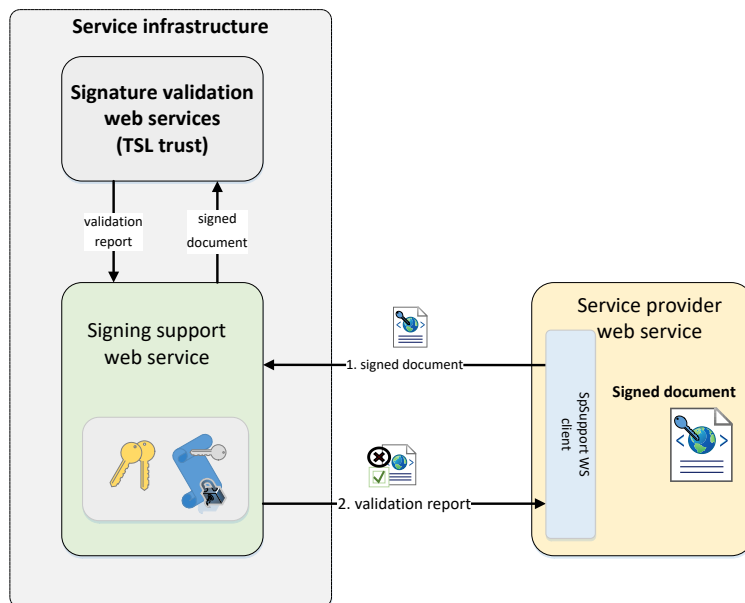
Истиот се одвива во неколку чекори:

- ✓ По завршувањето на процесот на потпишување, сервисот за потпишување враќа на корисникот XHTML страница со вгнезден потпишан одговор.

- ✓ Веб пребарувачот на корисникот ја прави XHTML страницата, предизвикувајќи пребарувачот да прати потпишан одговор на давателот на услугата.
- ✓ Потпишаниот одговор е пратен од постоечкиот API до сервисот за поддршка со користење на операција completeSigning.
- ✓ Сервисот за поддршка го составува целосно потпишаниот документ со користење на податоци од потпишаниот одговор и го враќа потпишаниот документ на давателот на услугата.
- ✓ Давателот на услуга го процесира потпишаниот документ за да се утврди дека побараното потпишување е успешно завршено.
- ✓ Приемот е испратен до корисникот.

Процесот на проверка на валидноста на потпишаниот документ е претставен на слика 9. Проверки кои е потребно да се направат се следниве:

- ✓ Потпишаниот документ е испратен до сервисот за поддршка за потврдување со употреба на операција signatureValidation на постоечкиот API.
- ✓ Потпишаниот документ е потврден и извештајот за валидација на потписот се враќа на давателот на услугата.



Слика 9: Проверка на валидноста на на потпишан документ [95]

4.3.3 Комуникациска магистрала (Enterprise service bus)

Предложената платформа на колаборативниот здравствен информациски систем содржи комуникациски слој врз основа на Enterprise service bus. Преку оваа магистрала сервисите ќе може да разменуваат пораки. Ова за возврат ќе овозможи креирање на сложени бизнис процеси кои може да бидат диригирани алатки за менаџмент на бизнис процеси. Enterprise service bus (ESB) е една од главните технологии кои овозможуваат спроведување на сервисно-ориентираната архитектура (англиски Service oriented architecture-SOA). SOA е архитектонски стил, чија цел е да се постигне лабава спрега меѓу услугите кои меѓусебе имаат интеракција. Истата во последниве години стана многу популарна парадигма. ESB е заснована на отворени стандарди, базирана на пораки, дистрибуирана и интегрирана архитектура која обезбедува рутирање, повикување и посредување со цел да се олесни интеракцијата на различните дистрибуирани апликации и услуги на безбеден и сигурен начин.

ESB обично се реализира преку контејнери на услуги дистрибуирани низ мрежното опкружување. Овие интеграциски хост контејнери на услуги како на пример рутери, трансформери, апликациски адаптери или MOM мостови може да обезбедат широк спектар на средства за комуникација. Апликациите се поврзани со магистралата, со употребата на апликациски адаптери или еден поддржан механизми за размена на пораки. Со цел за поддршка на SOA, ESB сервисните контејнери мора да ги содржат сите важни технологии за веб сервиси. Компонентите на ESB како и механизмите за поврзување на ресурсите мора да бидат базирани на отворени стандарди за да се обезбеди интероперабилност и заштита на инвестициите.

ESB мора да ја координира интеракцијата на различните ресурси и да обезбеди трансакциска поддршка. Општа цел е да се обезбеди размена на пораки и интеграција без пишување на код. Затоа генерички компоненти се обезбедени кои може да се конфигурираат за да се оствари посакуваното сценарио.

Интероперабилноста [96], означува способност на информациските системи и бизнис процесите кои ги поддржуваат, за размена на податоци и размена на информации и знаење. Целта на интероперабилноста на системот е да се зголеми

ефикасноста на јавниот сектор, подобрување на квалитетот на услугите кои им се достапни на граѓаните и бизнисите. Во интероперабилноста е воведен релативно нов концепт кој се нарекува SOA. Основниот принцип, на кој се заснова на SOA, е идеата на ИТ системите, софтверите, уредите и услугите да се интегрираат и да бидат способни да комуницираат едни со други, иако тие никогаш не беа специјално дизајнирани за тоа.

Најважниот аспект на SOA е тоа што ја одделува имплементација на услугата од нејзиниот интерфејс. Корисниците на услугите ја гледаат услугата едноставно како средство за комуникација, крајна точка за поддршка на одреден формат барање или договор. Како услугата се извршува, услужното барање од страна на корисниците на услугите е неважно; единствениот задолжителен услов е дека услугата испраќа одговор назад до корисникот во договорениот формат, наведени во договорот. Со цел да се дизајнираат големи SOA, како што е за здравствените информациски системи, треба да се следи имплементација на неколку стандарди. SOA може да подржи различни дизајни на шаблони вклучувајќи: асинхрони шаблони на пораки (engl. Asynchronous Messaging Patterns), шаблони за конверзација (engl. Conversation Patterns), шаблони за оркестрација (engl. Orchestration Patterns), процес/работен тек шаблони (engl. Process/Workflow Patterns), шаблони за крајни точки (engl. Endpoint Patterns), безбедносни шаблони (engl. Security Patterns) и други.

Пораката е столбот на сервисно-ориентираната инфраструктура. SOA е видена од секоја апликација како давател на услуги и овозможува динамичко проникнување на услугите преку заеднички услужен директориум наречен Universal Description Discovery and Integration of Web services (UDDI).

SOA се спроведува со користење на веб-сервиси, каде апликациите се изградени како комплети за повторна употреба, нудат заемна соработка на услуги, каде секоја услуга е одговорна за една или повеќе специфични кориснички дефинирани и ограничени задачи, како и бизнис процеси или сервиси за информации.

Крајните точки на услугите кои се достапни во SOA, со користење на веб-сервиси, се конструирани со следниве стандарди:

- XML: eXtensible Markup Language, која им овозможува интероперабилност на податоци меѓу системите, без оглед на производителот;
- SOAP: Simple Object Access Protocol, која му овозможува синтакса за пристап до услугите;
- WSDL: Web Services Description Language, со што ефективно се задоволуваат потребите на веб-сервисите и се регулираат влезните параметри за да ги обезбедат потребните излезни параметри.

Целокупната размена на податоците меѓу одделните компоненти (одделните ИТ системи) во овој колаборативен здравствен информациски систем ќе се одвива преку овој комуникациски слој. Директниот повик на веб-сервисите е еден вид на размена на податоците кој ќе се користи од оние организации кои веќе имаат апликации поврзани со податоците кои се обработуваат и циркулираат во системот. За размена на податоците меѓу инволвираните субјекти во нашиов нов колаборативен систем, се предлага да се користи Health Level Seven International (HL7) стандардот. Преку HL7 веб сервисите, секое лице врши размена на податоци со користење на HL7 формат на пораки.

Имплементирањето на SOA архитектурите се соочува со многу предизвици за безбедноста и рамки кои треба да бидат подржани. Во литературата постојат повеќе обиди за интегрирање на безбедноста во рамките на SOA архитектурата, web service-ите и решавање на проблемот со идентификација, автентикација во рамките на овие архитектури [97, 98, 99, 100].

4.3.4 Информациски систем на Фонд за здравствено осигурување

Во предложениот колаборативен здравствен информациски систем во PaaS слојот се предвидува сместување и на информацискиот систем на Фондот за здравствено осигурување односно информациски систем на здравствената осигурителна каса. Овој информациски систем содржи регистри на здравствени осигуреници, податоци за правата од здравствено осигурување на сите граѓани кои се евидентирани во здравствено осигурување, регистри на даватели на здравствени услуги и останати регистри и податоци за правата од здравствено осигурување, давателите на здравствени услуги, финансиски податоци за услугите кои се

покриени и се плаќаат од страна на овие институции. Исто така овие информациски системи поседуваат и свој сметководствено-финансиски потсистем во кој е опфатено финансиското и сметководствено работење на институцијата која согласно законските одредби го покрива сегментот на здравствено осигурување и се јавува како стратешки купувач на здравствени услуги. Во овој дел од докторската дисертација не би навлегувале во деталите на архитектурата на истиот но ќе бидат дадени само некои кратки напомени за истиот со поголем акцент на воспоставените електронски услуги и комуникацијата со останатите учесници во здравствениот систем.

Моделот на овој информациски потсистем би бил модуларен и би се состоел од повеќе модули и регистри [101, 102]:

- **Модул за базични регистрации:** Основна функција на оваа апликација е регистрација на осигурениците и нивни членови во здравственото осигурување и регистрација на обврзниците за пресметка и плаќање на придонес за здравствено осигурување.
- **Модул за автоматска контрола на придонес:** Целта на оваа апликација е контрола на придонесот за здравствено осигурување и утврдување на важноста на осигурување во периодот на лекување.
- **Модул за избран лекар:** Основна функција на оваа апликација е евиденција на изборот од страна на осигурениците на избран лекар од општа медицина, гинекологија и стоматологија. Ова апликација ќе води евиденција за сите промени на избрани лекари за осигурениците.
- **Модул за договори со здравствени установи:** Преку оваа апликација се врши обработка на пристигнатите понуди за склучување на договори со здравствени установи и ортопедски куќи. Исто така со оваа апликација се врши менаџирање на договорите кои би се склучувале со здравствени установи и ортопедските куќи.
- **Регистар на здравствени установи и здравствени работници:** Преку оваа апликација се врши регистрирање на здравствени установи и медицински кадар кој работи во нив. Се води евиденција за работните единици на здравствените

установи, факсимилите на здравствените работници, договорените казни и договорените надоместоци.

- **Разни шифрарници:** Модулот за шифрарници служи за управување на шифрарниците кои се користат од останатите модули и апликации.
- **Модул за рефундации:** Преку оваа апликација се врши пресметка на повратокот на средства платени од страна на осигурениците, по основ на набавка на лекови во земјата и во странство, болничко лекување, лекување во странство, набавка на ортопедски помагала, патни трошоци, повеќе платена партиципација и медицинска рехабилитација. Во овој модул се евидентираат осигурениците кои, во согласност со законските норми се ослободени или пак се ослободуваат од плаќање на партиципација во секундарната и терцијарната здравствена заштита.
- **Модул за надоместок на плата по основ на боледување:** Оваа апликација врши пресметка на надомест на плата на лица во работен однос за време на спреченост за работа по основ на боледување која се потврдува со соодветни документи. Модулот опфаќа евидентирање на боледувањето на терет на осигурителниот Фонд по основ на различни видови на боледување. Исто така тука се контролираат исплатените надоместоци преку нивно следење од банковите изводи, како и следење на реализацијата на исплатените средства и планирање.
- **Модул за лекарски комисии:** Намената на оваа апликација е давање на од, оценка и мислење од страна на стручно медицински тела во постапката за оценување на привремена спреченост за работа на осигурениците и други права од задолжителното здравствено осигурување. Оценка и мислењата од овој модул се достапни за модулите за боледување и модулот за правата во согласност со меѓународни договори (конвенции).
- **Модул за заверка на ортопедски помагала:** Овој модул овозможува внесување на поднесените барања за заверка на ортопедски помагала, како и евиденција на заверените и издадените помагала. Модулот за заверка на ортопедски помагала е поврзан со модулот за лекарски комисии каде се испраќаат барањата на разгледување.

- **Регистар на помагала:** Во овој модул се врши евидентирање на помагалата и условите за оставрување на право за нивно користење од страна на осигурениците во согласност со подзаконски акти.
- **Модул за фактури:** Основната функција на овој модул е прием и контрола на фактури од примарна, секундарна и терциерна здравствена заштита, аптеките и ортопедските куќи, како и обработка и контрола на истите од страна на здравствениот Фонд. Исто така, оваа апликација врши пресметка на надоместокот на здравствени установи за обезбедени здравствени услуги на осигурените лица во примарна здравствена заштита.
- **Модул за биомедицинско потпомогнато оплодување:** Модулот за биомедицинско потпомогнато оплодување овозможува евиденција на сите поднесени барања за осигуреници кои се заинтересирани за ова право.
- **Модул за план и анализа:** Модулот “План и анализа, преговарање и договарање” овозможува преглед на извештаи за план и анализа, преговарање и договарање и преглед по осигуреници. Истиот служи како помошна алатка при планирањето на финансирањето на здравствените услуги.
- **Регистар на лекови:** Модулот регистар на лекови овозможува креирање на генерики по АТЦ-7 (генерики по АТЦ) и АТЦ-10 (генерики со дозажна форма и јачина), како и нивно ажурирање, додавање во позитивна листа на генерики. Во секоја позитивна листа на генерики може да се додаваат лекови од позитивна листа на лекови. Сите информации за лековите може да се ажурираат или пак да се додаваат во позитивна или некоја специфична листа на лекови.
- **Модул за лекување во странство:** Овој модул овозможува евидентирање на барања и обработка на барања од страна на осигурениците за сите типови на лекување во странство.
- **Модул за конвенции:** Модулот за меѓународни конвенции овозможува евиденција на сите поднесени барања за осигуреници за здравствено осигурување во согласност со меѓународните договори – конвенции со странски држави. Во овој модул се евидентираат и пресметуваат паушалните и реалните трошоци во согласност со податоците од модулот за базични регистрации и модулот за прием на фактури.

- **Модул за налози за исплата:** Модулот “Налози за исплата” овозможува прибирање на ставките за исплата од модулите за боледување и рефундации нивно понатамошно одобрување, групирање во спецификација и препраќање за исплата во трезор.
- **Модул за прием и контрола на фактури од добавувачи:** Во оваа апликација се евидентираат склучените договори со добавувачи по јавни и останати набавки, евиденција на пристигнатите фактури од разни добавувачи и се следи реализација на договорите.
- **Модул за сметководство:** Целта на овој модул е водење на сметководство за институцијата, деловните книги, сметководствените документи и обработка на податоците, евиденција на приходите и расходите, проценувањето на билансните позиции, финансиски извештаи.
- **Основни средства:** Апликацијата за основни средства овозможува книговодствена и материјална евиденција на основните средства по години и е функционално поврзана со податоците за добавувачи. Вклучена е автоматска пресметка на амортизација и ревалоризација за тековната година, автоматско книжење на пресметаните износи во Главната книга и префрлување на почетната состојба за следната година.

За секоја услуга која се однесува за остварување на некое право од здравствено осигурување или пак за комуникација со осигурениците, здравствените организации, компаниите во моделот се предвидува развој на соодветна електронска услуга каде сертификатот од eID системот би нашол соодветна примена за автентикација и дигитално потпишување.

Користена литература за глава 4

- [36] Rath C., Roth S., Schallar M., et al. Design and Application of a Secure and Flexible Server-Based Mobile eID and e-Signature Solution. *International Journal on Advances in Security*, Vol. 17, No. 3 & 4, pp: 50-61. (2014).
- [37] Kinastowski W. Digital Signature as a Cloud-based Service. In: *Cloud computing 2013: The Fourth International Conference on Cloud Computing, GRIDs, and Virtualization* (eds Zimmermann, W.). IARIA 2013 Copyright. (2013).
- [88] Aissaouii, A., Aissaouii, M., Jabri Y. For a Cloud computing based Open Source E-Health Solution for Emerging Countries. *International Journal of Computer Applications*, Vol. 84, No. 11, pp: 1-6. (2013).
- [89] Fonseca M., Karkaletsis K., Cruz I.A. et al. OpenNCP: a novel framework to foster cross-border e-Health services. In: Cornet et al. (eds): *Digital Healthcare Empowering Europeans. European Federation for Medical Informatics (EFMI)*, pp: 617 – 621. (2015)
- [90] Cryptomathic's Response to Eurosmart Paper on Server Signing, Online at: https://www.cryptomathic.com/hubfs/docs/cryptomathics_response_to_eurosmart_paper_on_server_signing.pdf. (проверено во септември 2016).
- [91] Ruiz-Martinez A., Sanchez-Martinez D., Martinez-Montesinos M. and Gomez-Skarmeta A. F. A survey of electronic signature solutions in mobile devices. *JTAER*, Vol. 2, no. 3, pp: 94-109. (2007).
- [92] Pisko E. Mobile electronic signatures: Progression from mobile service to mobile application unit. in *ICMB. IEEE Computer Society*, pp: 6. (2007).
- [93] Rath C., Roth S., Schallar M. and Zefferer T., A Secure and Flexible Server- Based Mobile eID and e-Signature Solution, *ICDS 2014: The Eighth International Conference on Digital Society*. (2014).
- [94] Orthacker C., Centner M., and Kittl C. Qualified mobile server signature, in *Security and Privacy – Silver Linings in the Cloud*, ser. *IFIP Advances in Information and Communication Technology*, K. Rannenber, V. Varadharajan, and C. Weber, Eds., vol. 330. Springer Berlin Heidelberg, pp: 103–111. (2010).
- [95] Server based signature service- Overview, Based on federated identity Swedish e-Identification infrastructure. Online at: http://aaa-sec.com/eid2/sigsupport/CentralSigningOverview_020_en.pdf. (проверено во јуни 2016).
- [96] Rosen M., Lublinsk B., Smith K. T., Marc J. Balcer *Applied SOA: Service-Oriented Architecture and Design Strategies*, Wiley Publishing, Inc., (2008)
- [97] Brodecki B., Sasak P, Szychowiak M. Security Policy Definition Framework for SOA-based systems. In G. Vossen, D.D.E. Long, and J.X. Yu (eds.) *Proceedings of the 10th International Conference on Web Information Systems Engineering WISE 2009* (<http://wise2009.ue.poznan.pl/>); in *LNCS 3802*, pp: 589-596. (2009).
- [98] de Mello E., Wangham M., da Silva Fraga J., de Camargo E. and da Silva Boger D. A model for authentication credentials translation in service oriented architecture. In Gavrilova, M., Tan, C., and Moreno, E., editors, *Transactions on Computational Science IV*, volume 5430 of *Lecture Notes in Computer Science*, pp: 68–86. Springer Berlin / Heidelberg. (2009).

- [99] Jung M., Hofer T., Kastner W. and Döbelt S. Protecting Data Assets in a Smart Grid SOA, *Journal of Internet Technology and Secured Transactions (JITST)*, Vol. 2, Issues 3,4. (September/December 2013).
- [100] Yoon J. K., Access Control Service Oriented Architecture Security, <http://www.cse.wustl.edu/~jain/cse571-09/ftp/soa.pdf>. (проверено на 10.11.2016)
- [101] Gavrilov G., Vlahu-Gjorgievska E., Trajkovic V.: Analysis of introducing e-services: a case study of Health Insurance Fund of Macedonia. *Journal of Health Organization and Management*, Vol. 30, No. 3, pp: 354 - 371. (April 2016).
- [102] Gavrilov G, Vlahu-Gjorgievska E., Trajkovic V. Connected Health Development in R. Macedonia: Focus on Health Insurance Fund. In Loshkovsa S., Koceski S., editors. *ICT Innovations 2015. Web Proceedings ISSN 1857-7288*; pp: 282-292. (2015).

5. Интероперабилност на предложениот колаборативен здравствен информациски систем

Како пример за интероперабилност на предложениот колаборативен систем на здравствен информациски систем и намалување на административните бариери ќе разгледаме неколку случаи на колаборација помеѓу одделните потсистеми. Во текстот подолу ќе дадеме краток опис на дел од процесите.

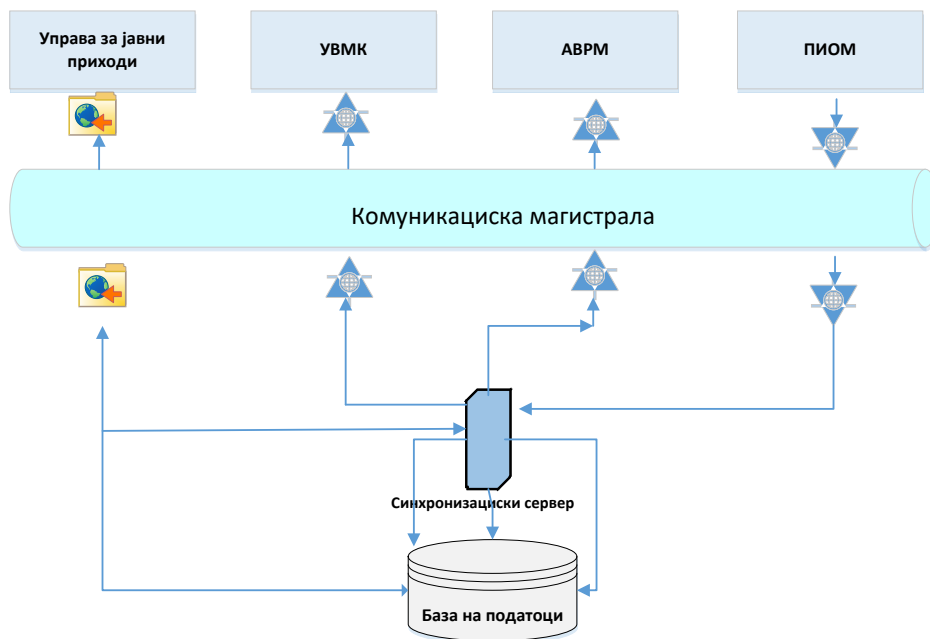
Информациските системи на здравствените фондови во согласност со законската регулатива водат и управуваат со регистар на обврзници за плаќање на придонеси и регистри за пресметка и плаќање на придонеси. Со цел да се овозможи онлајн достапност на податоците за платени придонеси потребни се одредени позадински процеси на обработка кои се случуваат во ИТ системот на здравствениот Фонд (слика 10). На слика 10 е прикажана размената на податоците меѓу повеќето државни институции кои располагаат со потребните податоци од кои зависи здравственото осигурување. Овие институции не се вклучени во нашиот колаборативен здравствен информациски систем но податоците со кои тие располагаат се неопходни. Размената на податоци се одвива преку комуникациската магистрала и соодветни сервиси развиени на страна на институциите учеснички во интероперабилноста. Институции кои се вклучени во оваа размена со здравствениот фонд се следниве:

- Управата за јавни приходи (УЈП). УЈП има информации за сите промени на активни обврзници, како и податоци за сите новоформирани обврзници за плаќање на придонеси, податоци за индивидуални обврзници за здравствено осигурување, податоци за секој осигуреник во задолжителното социјално осигурување. Размена на податоци меѓу информацискиот систем на здравствениот Фонд и УЈП се реализира преку комуникациската магистрала и SFTP серверот на страната на УЈП.
- Агенција за вработување на Република Македонија (АВРМ). АВРМ располага со податоци за секоја пријава, одјава и промена во работен однос за сите вработени. Поради природата на податоците, размената на податоците се остварува преку комуникациската магистрала со соодветни веб-сервиси развиени на двете страни

од информациските системи. Сите промени од АВРМ со „push“ метода се доставуваат до здравствениот Фонд.

- Фонд за пензиско и инвалидско осигурување на Македонија (ФПИОМ). ФПИОМ има информации за нови пензионери и датумот за пензионирање. Размена на податоци меѓу здравствениот Фонд и ФПИОМ се остварува преку „push“ метода со достава на сите нови податоци и промени од ИТ системот на ФПИОМ.

- Управа за матична евиденција. Управата располага со информации за новороденчиња и брачен статус на брачните партнери. Размена на податоци меѓу здравствениот Фонд и Управата се остварува преку "request" од веб-сервис на страницата на Фондот до веб-сервис на страницата на Управата.



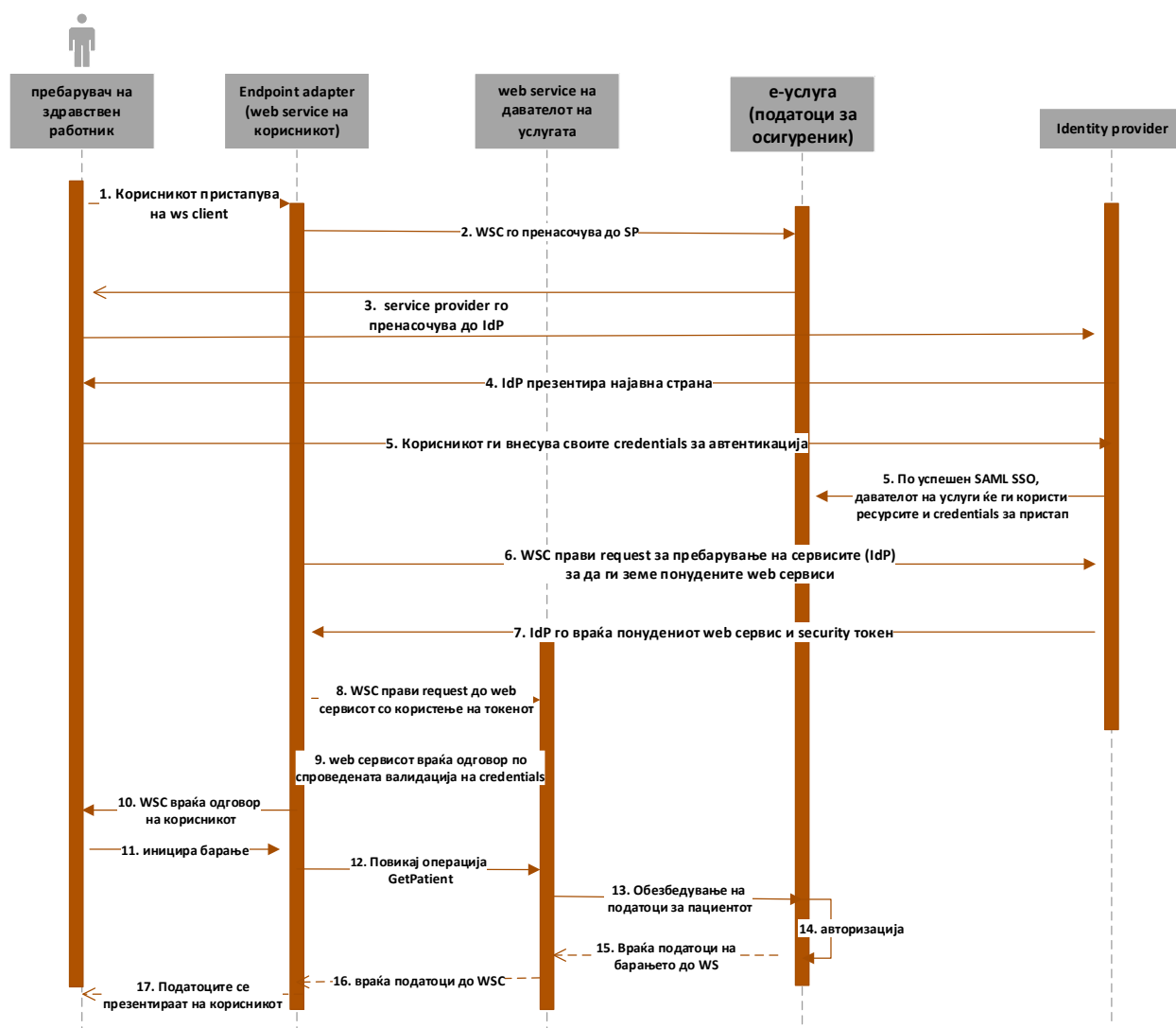
Слика 10: Размена на административни податоци

Неколку пати на ден се прави import на податоци од останатите системи или пак по доставено барање преку соодветните сервис и овие податоци се обработуваат низ позадинските процеси за понатаму да се оформи податокот за статус на осигурување и датум на важност на осигурувањето. Податокот за платен придонес е достапен за самиот осигуреник како и здравствениот работник но истиот станува достапен по спроведена автентикација и авторизација во системот.

5.1 Примери за интероперабилност

5.1.1 Сервис за обезбедување на податоци за пациентот

Во овој дел ќе го опишеме процесот на добивање на податоци за осигуреникот од страна на здравствениот работник за пациент кој е во посета во некоја здравствена установа. Процесот на добивање на податоците за осигуреникот се одвива во неколку чекори кои детално се прикажани на следниов дијаграм (слика 11).



Слика 11: Секвенцијален дијаграм на процесот за добивање на податоци за осигуреник

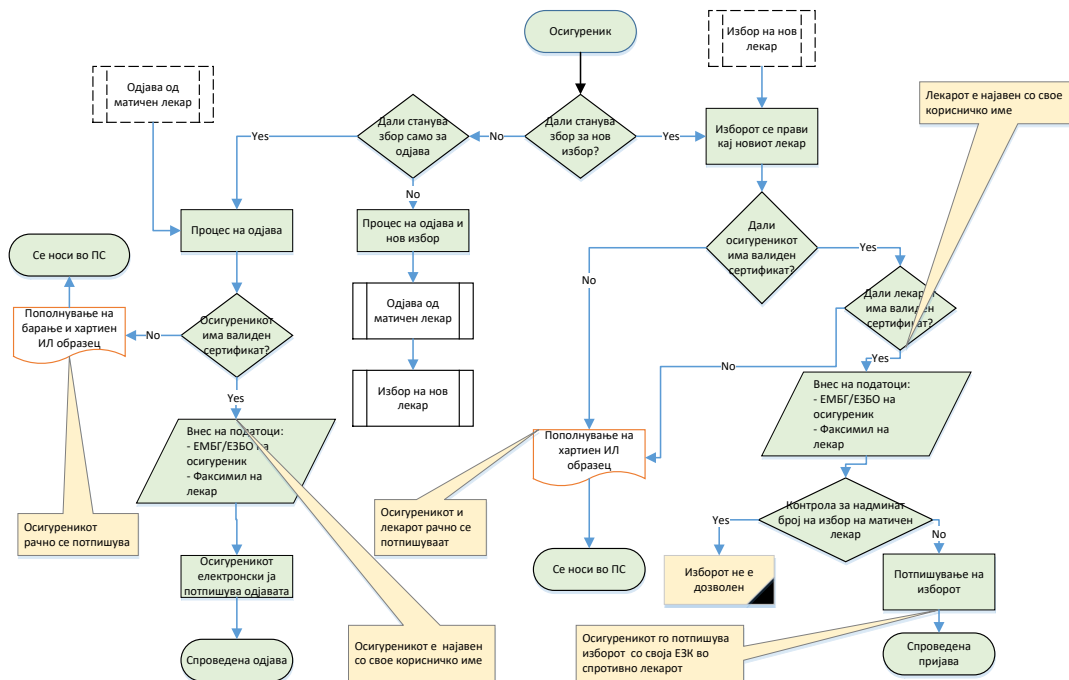
- Здравствениот работник е најавен и работи во својата апликација која е дел од SaaS слојот (било да е систем за EMR, болнички софтвер или било кој друг информациски систем кој е дел од здравствениот систем каде се потребни овие податоци).
- Од соодветната апликација се повикува веб-сервис и преку комуникациската магистала се повикува веб-сервис на страницата на ИТ системот на Фондот за добивање на статус на осигуреник.
- Пред да се достави барање за добивање на податоци за пациент (осигуреник) корисникот прво се автентичира во здравствениот информациски систем. Процесот на автентикација е прикажан на секвенцијалниот дијаграм (слика 11) од чекор 2 до чекот 10.
- По успешно спроведената автентикација се повикува сервисот GetPatient преку соодветна сервисна метода со влезни параметри потребни за авторизација на корисникот како и идентификатор за пациентот (единствен здравствен број на осигуреникот-ЕЗБО).
- На страницата на е-услугата се врши авторизацијата на корисникот и доколку истата е успешна повратно се доставуваат податоците прво до web-сервисот на давателот на услугата а потоа и клиентскиот web-сервис (апликацијата од здравствената установа).
- На крај податоците се презентираат на здравствениот работник.

На овој начин здравствените работници од нивните информациски системи во секое време може да добијат еднозначни податоци за својот пациент.

5.1.2 Сервис за избран лекар

Деловниот процес за избор на матичен лекар од општа пракса, гинекологија и стоматологија се однесува на процесот за избор и промена на лекар во согласност со законските и подзаконските акти. Во најголем број на држави оваа активност се врши во ординациите кај лекарите од примарна здравствена заштита и евиденцијата за сите овие измени се води во информацискиот систем на

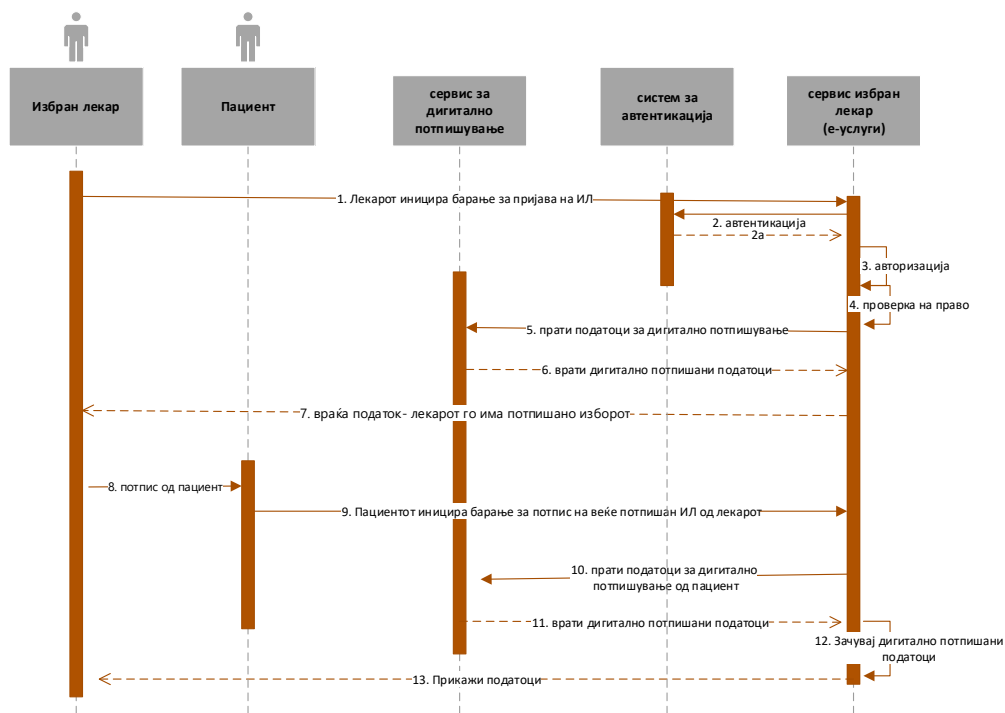
здравствениот фонд. Различни земји имаат посебни правила по кои се одвива правото на избор и промена на избран матичен лекар на примарно ниво но во случајов ќе дадеме една општа претстава за сите потпроцеси кои ги подржува нашиот колаборативен здравствен информациски систем. Моделот на информацискиот систем на здравствениот фонд го подржува правилото студентите и учениците да може да имаат по два избрани матични лекари во зависност од нивното место на живеење односно учење/студирање. Изборот и промената на избран матичен лекар се спроведува во ординацијата на лекарот во согласност со самиот лекар. Моделот го подржува и правилото доколку пациентот не е задоволен од лекарот да може да изврши одјава од кај него без да оди да го посети избраниот лекар во неговата ординација. Исто така во случај пациентот да не ги слуша советите од докторот самиот доктор може го одјави пациентот од списокот на пациенти кои него го имаат избереено за матичен доктор. На слика 12 е прикажан процесот на избор/промена на матичен лекар.



Слика 12: UML дијаграм на активности за избор на лекар

На секвенцијалниот дијаграм од слика 13 е прикажан процесот на потпишување на изборот односно одјавата од матичен лекар. Процесот се состои од неколку чекори:

- Докторот иницира процес на дигитално потпишување на избор на нов лекар.
- По спроведената автентикација и авторизација (точка 2 и 3) се пристапува кон процес на достава на податоци до сервисот за потпишување. Процесот на потпишување се одвива од страна на системот за дигитално потпишување според опишаната процедура во делот Опис на eID системот.
- По успешно спроведеното потпишување податоците од системот за потпишување се доставуваат до давателот на услугата за потоа да се презентираат на лекарот преку неговиот пребарувач.
- Откако докторот ќе го изврши потпишувањето следува процес на потпишување од страна на пациентот (чекор 9) по истите постапки како и кога потпишува докторот со таа разлика што пациентот не треба да се авторизира а во некои случаи и не мора да се автентичира бидејќи истото се прави во процесот на дигитално потпишување. Во овој случај се користи пребарувачот на докторот.
- На крајот се презентираат податоците кај пребарувачот од докторот.



Слика 13: Секвенцијален дијаграм за процесот за избор на лекар

Во случај да се спроведува само одјава од страна на пациентот тогаш осигуреникот треба да има креирано кориснички профил во системот на здравствениот Фонд и во овој случај се спроведуваат истите чекори како кога треба да потпише докторот (чекори од 1 до 7 од дијаграмот). Истите чекори се спроведуваат и во случај кога докторот сака сам да го одјави пациентот (од причина што не ги слуша неговите совети). Во случај на избор на матичен лекар ако претходно пациентот имал друг избран лекар тогаш паралелно со новиот избор се спроведува (потпишува и одјавата од претходниот).

5.1.3 Сервис за обезбедување на медицински податоци за остварување на право за надомест на средства

Сервисот кој ќе биде објаснет во овој дел од докторската дисертација се однесува на обезбедување на документи, податоци и информации по електронски пат наместо истите да се доставуваат во скенирана хартиена форма. Истите овие информации се потребни во остварување на правото за поврат на средства (рефундација) на осигурениците кои имаат остварено одредена здравствена услуга а за која здравствена услуга трошоците се на здравствениот фонд (целосно или делумно). Во овој дел не би го опишувале во детали целиот процес на остварување на ова право и ќе биде даден краток опис на правото за рефундација со поголем акцент на процесот на интерконекција и размена на податоците во рамките на предложениот колаборативен ЗИС.

Правото на поврат на средства е право кое им е загарантирано на осигурениците во согласност со законските и подзаконските акти. Поднесувањето на барањето и целокупната комуникација може да се одвива со електронско поднесување на барањето или хартиено. Предмет на опис во докторската дисертација е електронското поднесување (слика 14). Самиот процес се одвива во неколку чекори:

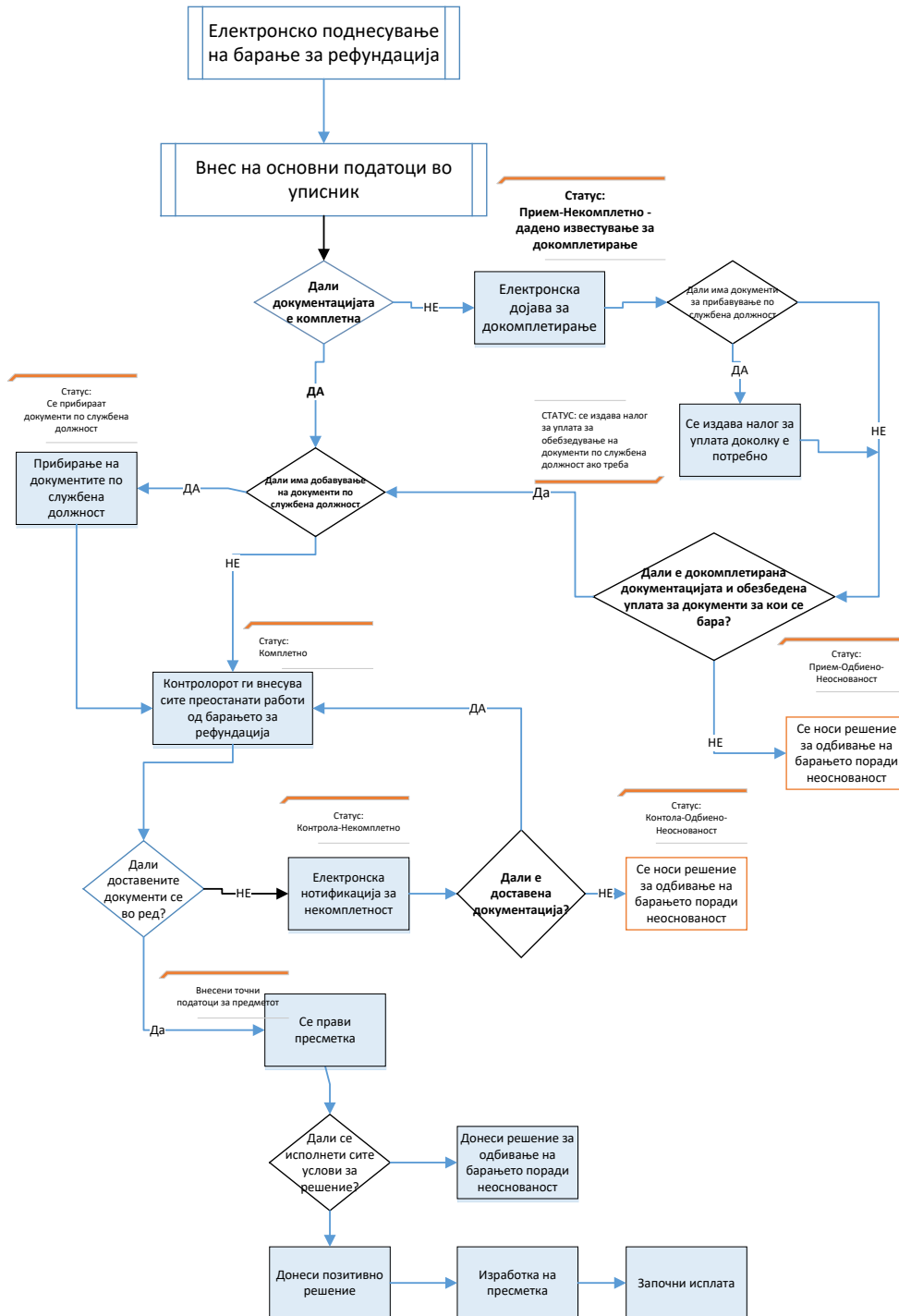
1. Процесот започнува со поднесување на барање во архива на системот на здравствениот Фонд (било преку е-услуга или пак во хартиена форма). Секое доставено барање со внесување на иницијалните податоци се регистрира во

Уписникот за предмети од првостепена управна постапка. Откако барањето ќе биде внесено во зависност од типот се прави проверка на комплетноста на доставената документацијата. Под комплетност се подразбира дали потребните документи во целост се доставени, а не и нивна содржинска проверка.

2. Доколку се утврди некомплетност на бараната документација на подносителот на барањето му се дојавува по електронски пат да ја докомплетира документацијата. За сите документи и потребни податоците за кои се води евиденција во предложениот колаборативен здравствен информациски систем не е потребна достава и истите се обезбедуваат преку интероперабилноста на системот. Доколку има документи кои можат да се обезбедат по електронски пат од други институции истите исто така се обезбедуваат.
3. Доколку по истекот на законски утврдените денови за докомплетирање на документацијата, документацијата не е комплетирана се носи решение со кое се одбива барањето поради неоснованост.
4. Се обезбедуваат сите потребни документи и информации во рамки на предложениот колаборативен ЗИС како и останатата документација која може да се обезбеди по електронски пат од други системи. Кога сите документи потребни за постапката се комплетирани, барањето понатаму може да биде разгледувано од контролор за да се утврди валидноста на доставените документи.
5. Контролорот врши содржинска проверка на документацијата и утврдува дали е се во ред. Доколку постои невалидност во документацијата по електронски пат му се дојавува на барателот за дополнување на документацијата. По истекот на законски утврдените рокови се проверува валидноста на документацијата. Доколку не е, се носи решение за одбивање на барањето поради некомплетност.
6. Доколку барањето е комплетно, се проверува дали се исполнети сите услови за донесување решение. Сите проверки се извршуваат автоматски во системот. Доколку не се исполнети сите услови за донесување на решение,

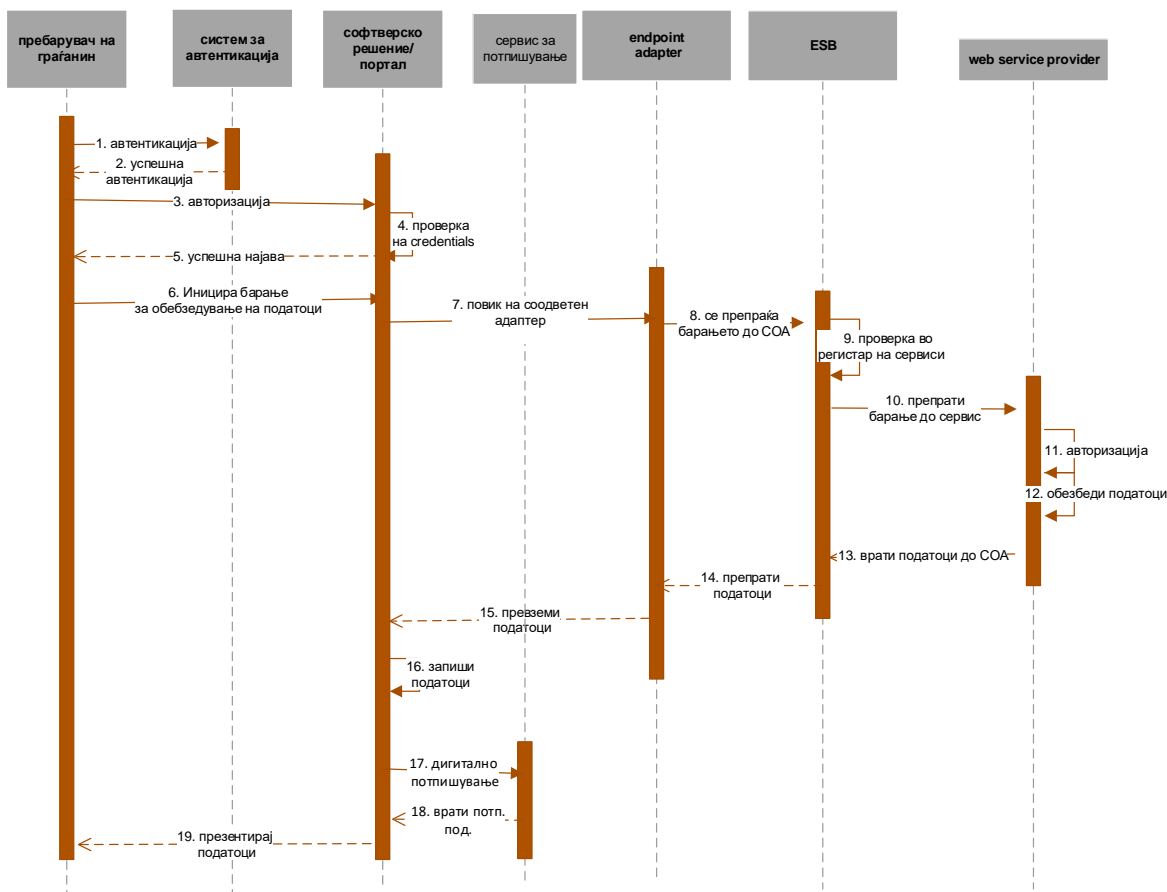
се издава решение за одбивање поради неоснованост. Доколку се е во ред, се изработува пресметка за висината на рефундацијата.

7. Се одобрува барањето и се носи позитивно решение. Предметот се предава за започнување на исплатата.



Слика 14: Процес на поднесување на барање за надомест на средства

Она што е поважно за кое треба да се даде поголем осврт во овој дел од докторската дисертација е начинот на кој ќе бидат обезбедени податоците во рамките на предложениот колаборативен ЗИС. Постојат повеќе видови на поврат на средства (рефундации) за кои е потребно да бидат обезбедени податоците и документи во рамките на предложениот колаборативен здравствен информациски систем. Главно податоците кои се потребни и може да бидат обезбедени преку колаборативниот здравствен информациски систем се дел од податоците кои се содржани во електронското здравствено досие.



Слика 15: Секвенцијален дијаграм за процесот на обезбедување на потребни документи за надомест на средства

На слика 15 е прикажан процесот (секвенцијален дијаграм) за обезбедување на потребните документи од предложениот колаборативен здравствен информациски систем. Процесот започнува со иницирање на барање за рефундација од страна

осигуреникот, кој се најавува (автентичира, авторизира) во системот на Фондот (чекори 1- 5). По успешната најава во системот во моментот кога е потребно да се обезбеди документ или податок (отпусно писмо, конзилијарно мислење, извештај од специјалист и сл.) од друга здравствена установа или пак институција во здравствениот систем преку софтверското решение се иницира повикување на соодветен адаптер (engl. Endpoint adapter) кој може да биде реализиран преку soap service, ftp сервис или соодветна датотека. Преку регистарот на сервиси во сервисно ориентираната архитектура се пренасочува барањето до сервисот од соодветната институција. Во случај на обезбедување на документи за рефундација најчесто се повикува сервис од системот на електронското здравствено досие или пак болничкиот информациски систем, системот за медицинскиот здравствен картон.

По извршување на процесот на авторизација од страна на сервисот кај давателот на услугата се пристапува кон обезбедување на потребните податоци. Притоа како влезни параметри на адаптерите со кои се побарува потребниот податок како и сервисите на страна на давателот на услугата, како задолжителен идентификатор, се користи ЕЗБО и дополнителни идентификатори кои во зависност од типот на документот кој се побараува се различни. Побараните податоци доколу постојат преку соодветните сервиси и SOA архитектурата соодветно се доставуваат до софтверското решение во здравствениот фонд каде истите се запишуваат. Потоа следи процес на потпишување на барањето од страна на осигуреникот преку сервисот за дигитално потпишување. По потпишувањето, податоците се презентираат на пребарувачот од корисникот (осигуреникот).

Во случај на недостапност на сервисите барањето за рефундации може да се потпише и по чекор 5, каде се спроведува процесот на потпишување.

Понатаму процесот на обезбедување на податоците од здравствениот систем (чекорите од 6 до 19) може да продолжи да ги спроведува овластено лице од здравствениот фонд.

5.1.4 Сервис за обезбедување на медицински податоци за остварување на право за надоместок за време на отсуство од работа (боледување)

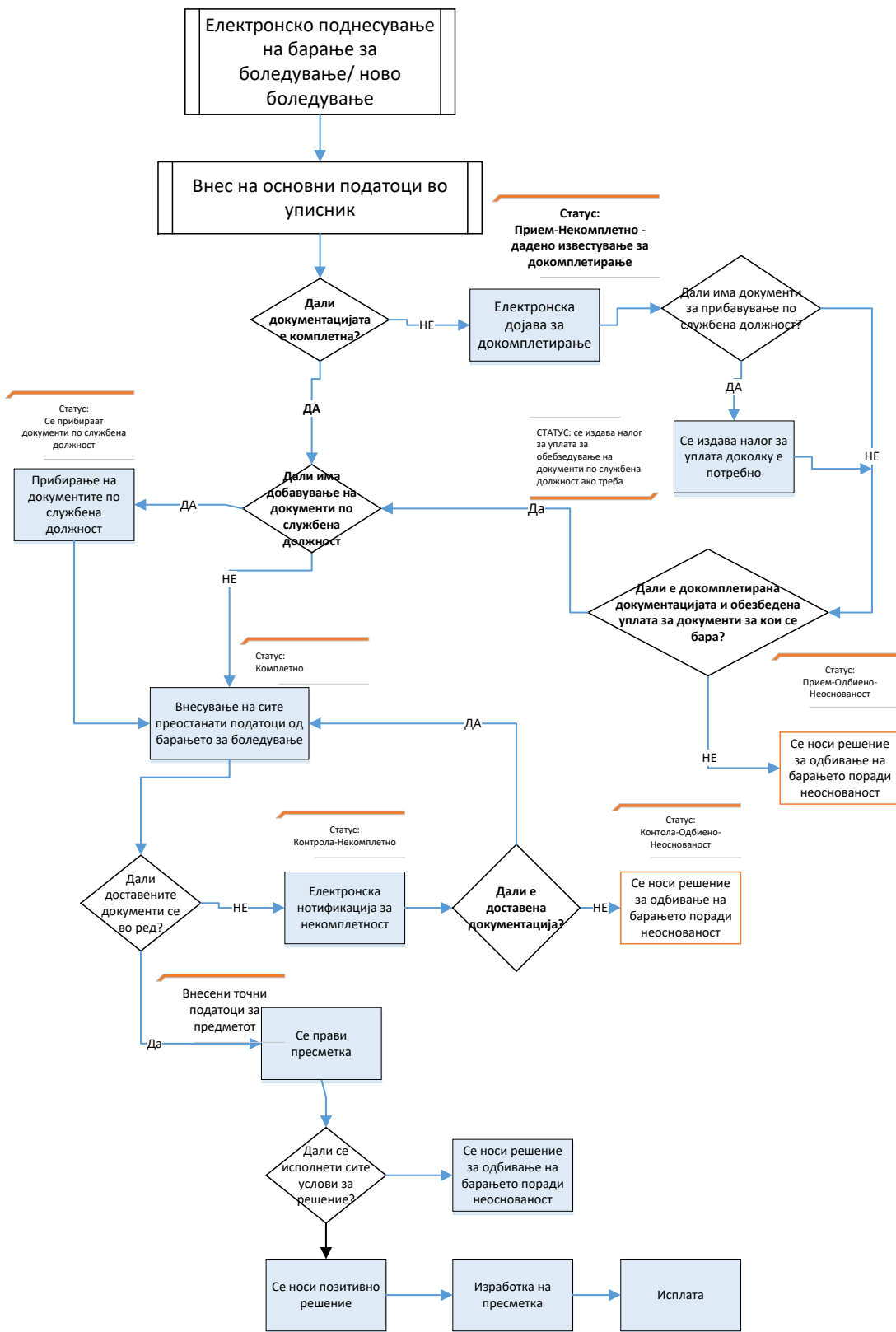
Според законските прописи во рамките на задолжителното осигурување се обезбедува право на надоместок на плата за време на привремена спреченост за работа поради болест и повреда и за време на отсуство од работа поради бременост, раѓање и мајчинство (во понатамошен текст право на боледување).

Правото на боледување е регулирано со неколку законски прописи каде се дефинирани условите под кои може да се оствари истото како и типовите на боледување. Процесот на одлучување по барање за ново боледување или продолжување на боледување е сложен и комплексен процес и во овој дел од докторската дисертација ќе се осврнеме сосема на кратко на самиот процес на поднесување на барање. Во понатамошниот дел од текстот ќе го објасниме процесот на колаборација и размена на податоците меѓу одделените потсистеми од колаборативниот здравствен информациски систем при обезбедувањето на потребните информации и податоци за остварување на правото. Со цел поедноставување на процесот, акцент ќе биде ставен на електронското поднесување на барање за боледување.

Процесот на поднесување на барање и остварување на правото на боледување се одвива во неколку фази (слика 16). Процесот започнува со поднесување на барање за ново боледување или за продолжување на боледување.

- При прием на барање за ново боледување се внесуваат основните податоци и се креира нов предмет. При прием на барање за продолжување се внесуваат основните податоци, но не се креира нов предмет. Потоа се прави проверка на комплетноста на доставената документацијата.
- Доколку се утврди некомплетност на бараната документација му се дојавува на барателот по електронски пат да ја докомплетира потребната документација.
- Во случај да постои можност одредени документи да се обезбедат од други потсистеми кои се дел од колаборативниот здравствен информациски систем истите се обезбедуваат во рамки на системот.

- Во случај барателот да не ја докомплетирал документацијата се носи решение за одбивање на барањето поради неоснованост.
- Кога сите документи потребни за постапката се комплетни, барањето се процесира на понатамошна обработка. Понатаму контролорот врши содржинска проверка на документацијата и утврдува дали е сè во ред.
- Доколку постои некомплетност во документацијата електронски му се дојавува на подносителот на барањето да ја докомплетира документацијата.
- Во случај на некомплетна документација, се носи решение за одбивање на барањето поради некомплетност. Доколку барањето е комплетно, предметот добива статус на компетиран и се проверува статусот дали се исполнети сите услови за остварување на право на боледување.
- Доколку не се исполнети сите услови, се издава решение за одбивање поради неоснованост. Во случај да е сè во ред, се прави пресметка и се носи (позитивно) решение за боледување кое потоа се потпишува.
- По изработување решението се изработува пресметка за висината на надоместок за првиот месец по што следи исплатата на средствата.



Слика 16: Процес на поднесување на барање за боледување

Она што е важно а за кое треба да се даде поголем осврт во овој дел од докторската дисертација е начинот на кој ќе бидат обезбедени податоците во рамките на предложениот колаборативен ЗИС. Главно податоците кои се потребни и може да бидат обезбедени преку колаборативниот здравствен информациски систем се дел од податоците кои се содржани во електронското здравствено досие.

При остварувањето на правото за надомест на боледување, иако се работи за тривијално едноставен процес сепак на наједноставен начин се потенцира потребата од колаборација на повеќе учесници во здравствениот систем. При остварувањето на ова право, покрај административните податоци потребни се и одредени медицински податоци и информации кои во зависност од типот на боледувањето се обезбедуваат од здравствените установи од примарно, секундарно или терциерно ниво. Во процесот на остварување на правото на боледување се вклучени повеќе учесници: осигуреникот/пациентот, вработените во здравствениот фонд, членовите на лекарски комисији, докторите од примарно ниво, докторите од секундарно и терциерно ниво на здравствена заштита (види слика 17).



Слика 17: Обезбедување на податоци за остварување на правото за боледување

Избраниот лекар преку колаборативниот здравствен информациски систем електронски ги пополнува податоците од „Извештајот за спреченост на работа“ или „Привремена спреченост на работа“. Овие податоците се пополнуваат во фондовскиот ИТ потсистем од колаборативниот систем и електронски се потпишуваат од страна на лекарот. Истите податоци понатаму се достапни на членовите на лекарската комисија која ја формира здравствениот Фонд.

Осигуреникот барањето за боледување го поднесува исто така во овој потсистем од колаборативниот здравствен информациски систем. Во случај да се потребни одредени податоци (извештај од лекар специјалист или пак извештај од лекарски конзилиум) во зависност од типот на боледувањето истите се обезбедуваат преку платформата на колаборативниот систем.

Во некои случаи за остварување на правото на боледување потребно е наод, оценка и мислење од лекарските комисии. Работата на истите се сведува на проверка на докуметите кои ги поседува осигуреникот а кои се потребни за остварување на правото на продолжено боледување. Администраторот од лекарската комисија се најавува во потсистемот на Фондот и во истиот има достап до податоците за осигуреникот, извештајот за спреченост на работа од матичниот лекар додека податоците за отпусно писмо, извештајот од лекарскиот конзилиум, извештајот од лекарот-специјалист се обезбедуваат по електронски пат преку колаборативната платформа откако претходно истите се внесени во некој од следниве потсистеми: системот на електронското медицинско досие, системот на електронското здравствено досие или пак во друг медицински потсистем. Истите извештаи, наоди и отпусни писма се дигитално потпишани од страна на докторот или пак лекарскиот конзилиум со цел да се задржи нивната веродостојност.

Откако лекарската комисија ќе постапи по барањето на осигуреникот податоците внесени од администраторот на лекарската комисија стануваат достапни за административните работници во здравствениот фонд и понатаму истите може да послужат за продолжување на обработката на барањето за боледување.

Податоците од другите потсистеми преку колаборативната платформа се обезбедуваат на сличен начин како и кај податоците за рефундациите додека начинот на потпишување е објаснет во делот на eID потсистемот.

5.1.5 Сервис за заверка на ортопедски и други помагала, подигнување на помагала

Во овој дел од докторската дисертација прво накратко ќе го објасниме процесот на заверка на ортопедски и други помагала а потоа ќе се осврнеме на опис на процесот на обезбедување на потребните податоци од останатите делови на колаборативниот здравствен информациски систем. Заверката на ортопедски и други помагала претставува постапка со која на осигуреникот му се потврдува право на користење на ортопедско или друго помагало на товар здравствениот фонд во согласност со законските и подзаконските акти. За таа цел осигурениците доставуваат потврда за потреба од ортопедски и други помагала која ја издава лекар специјалист од соодветна специјалност или матичен лекар издадена од здравствена установа со која е склучен договор.

За остварување на правото за набавка на ортопедско помагало кое паѓа на товар на здравствениот фонд потребно е осигуреникот прво да изврши заверка на потврдата за користење на ортопедско помагало издадено од лекар-специјалист, или за одредени ортопедски помагала потврда издадена од матичен лекар.

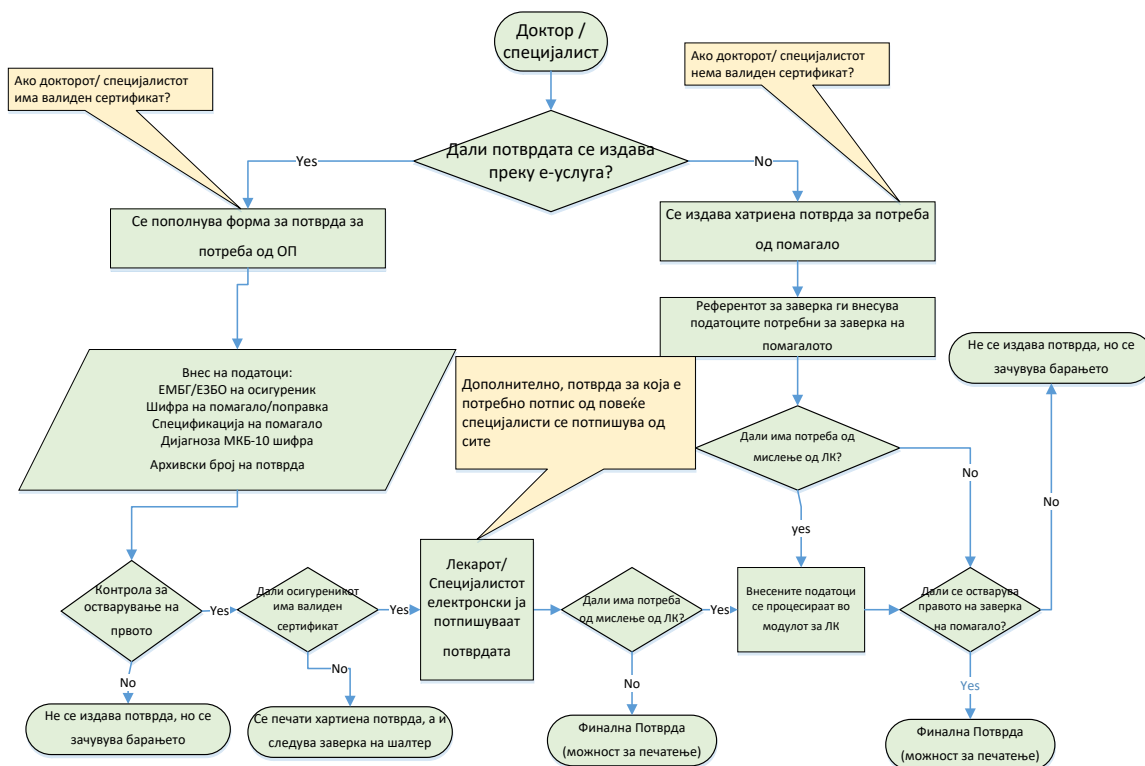
Утврдувањето на правото при заверката на потврдата за потребата на ортопедско и друго помагало е според медицинските индикации (дијагноза по МКБ 10, дел од шифрарникот на дијагнози) правото за препишување од страна на лекарите, рокот на употреба на помагалото кој е дефиниран според старосната група и партиципацијата утврдена со законските и подзаконските акти.

Заверката на ортопедските помагала е иста за сите видови на помагала (ортопедски, очни, слушни помагала, помагала за гласен говор, заботехнички и забно протетички помагала) а разликата е само по типот на заверка (ново, користено помагало, заверка пред истек на рок, месечна заверка и поправка на

помагало). За поедноставување, во текстот што следи ќе разработиме еден случај на заверка на ортопедско помагало.

Заверката може да се оствари на два начина: целосно електронски или пак во хартиена форма. Предмет на интерес на овој дел од текстот е електронската заверка на ортопедски помагала.

По најавите на порталот за е-услуги, лекарот/специјалист има опција да ги избере податоците за внесот на нова заверка за потреба од ортопедско или друго помагало. Сите внесени податоци треба да поминат низ сите дефинирани контроли за остварување на правото за заверка на ортопедски и други помагала. Ако барањето за заверка на ортопедски и други помагала не ги исполнуваат контролните механизми, не е можно да се направи заверката. Процесот на заверка на ортопедски и други помагала е прикажан на следнава слика (слика 18).



Слика 18: UML дијаграм на активности за заверка на ортопедски и други помагала

Во случајот на заверка и подигнување на ортопедско помагало има колаборација меѓу лекарите кои работат во примарното, секундарното или терциерното здравство како и овластените лица од ортопедските куќи од една страна и здравствениот фонд и осигурениците од друга страна. Комуникацијата помеѓу овие учесници во процесот се одвива електронски преку воспоставените електронски услуги во информацискиот систем на здравствениот фонд. Притоа сите учесници во овој процес се најавуваат во ИТ системот на здравствениот фонд. Во овој случај се користи исто така дигитално потпишување од eID системот кое е составен дел на нашиот колаборативен здравствен информациски систем. Начинот на дигитално потпишување е опишан погоре во делот на Опис на eID системот и во случај да има потреба од потпишување на повеќе потписници истото се спроведува редоследно.

5.1.6 Сервис за интеграција со системот за дијагностичко сродни групи (ДСГ груперот)

Во овој дел од докторската дисертација на почетокот ќе дадеме краток опис на ИТ потсистемот за Дијагностичко сродни групи (ДСГ) кој составен дел од системот на здравствениот фонд. Овој систем врши евиденција на акутните болни пациенти, пресметка на тошоците за плаќање на услугата за лекување како и евиденција за плаќање на трошоците во здравствените установи кои пружаат болничка здравствена заштита за акутните болни.

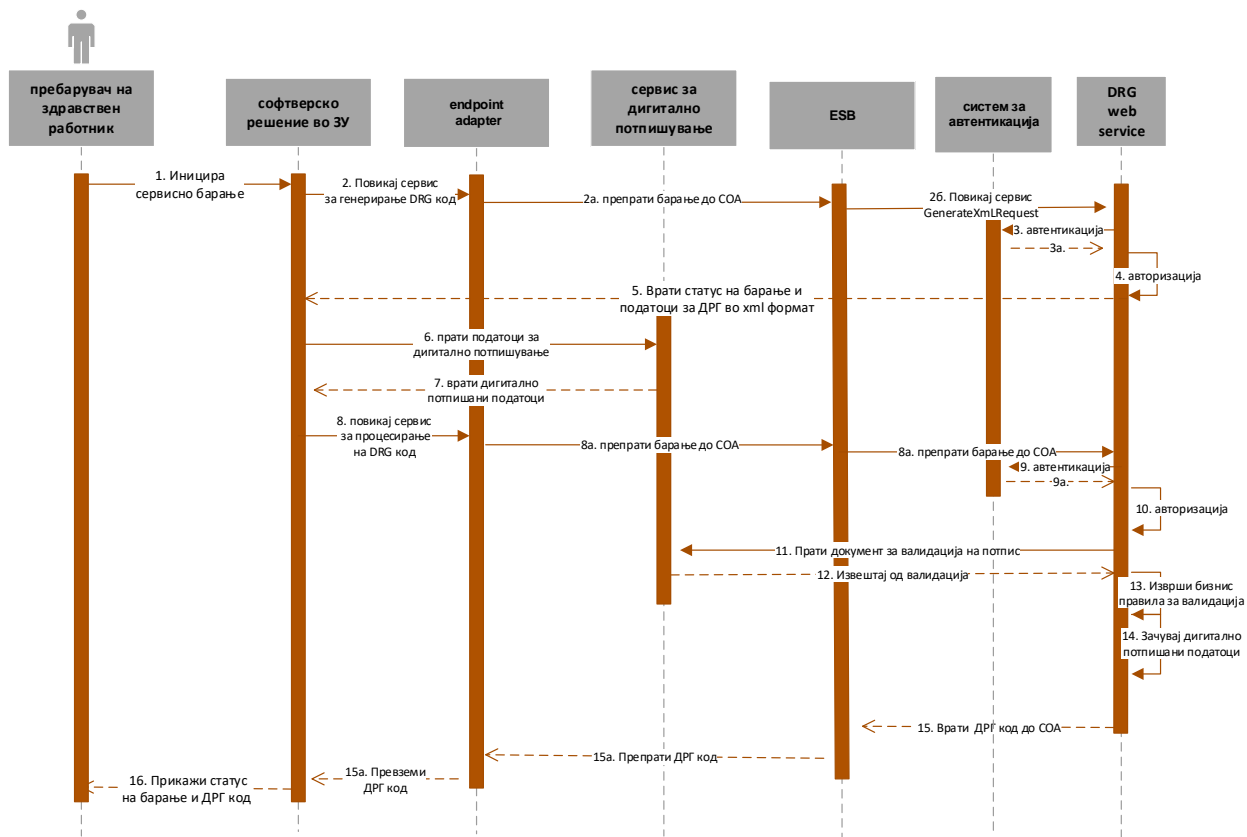
Системот е наменет за користење од страна на две различни групи на корисници. Од една страна тука се здравствените установи (болници), а од друга страна – вработените во здравствениот фонд или други финансиски организации.

Болниците го користат системот за ДСГ за внесување на соодветните параметри за секој пациент при што се генерира ДСГ код преку главниот алгоритам. Освен оваа функционалност, болниците имаат можност за внесување на податоци за партиципација за веќе генерираните ДСГ кодови при што го затвораат циклусот на еден ДСГ запис. Понатаму врз основа на тој ДСГ код, коефициентот за тој ДСГ код внесен во базата на податоци, моменталната вредност на бодот и податоците за партиципација – се одредува вредноста на дадената услуга. Во базата на податоци

се чува историја на секоја генерирана ДСГ. За потребите на болниците се дадени и низа извештаи кои ги користат информациите запишани во базата на податоци.

Според ДСГ методологијата, CMI (case mix index) е главен индикатор за споредба на болниците, во однос на сложеноста на пациентите кои се третирани и потрошувачката на болничките ресурси, во определен временски рок. Тој укажува на просечната клиничка сложеност на пациентите кои лежат во болница во определен временски период и на него значително влијае сложеноста на здравствените услуги пружени при лекувањето, како и дополнителните дијагнози и компликации на пациентот за време на лекувањето. CMI (case mix index) на една болница се добива кога тежинските коефициенти на сите ДСГ групи (услуги) во таа болница ќе се поделат со вкупниот број случаи по ДСГ. Аналогно, националниот CMI (case mix index) се добива кога тежинските коефициенти на сите ДСГ групи (услуги) во сите болници во Македонија ќе се поделат со вкупниот број случаи по ДСГ и претставува просечна сложеност на пациентите во државата. На овој начин може да се следи колку се сложени односно тешки пациенти кои ги лекува секоја болница.

Предложениот колаборативен здравствен информациски систем овозможува интеграција на болничките софтверски решенија со системот за ДСГ. Податоците еднаш се внесуваат во болничките софтвери на болниците и преку сервиси и сервисно-ориентираната архитектура се доставуваат до ДСГ системот а истовремено административните податоци се повлекуваат од системот на здравствениот фонд. Со цел генерирање на ДСГ код преку сервисно барање, треба да бидат извршени следните активности:



Слика 20: Секвенцијален дијаграм на генерирање на ДСГ код

1. **Иницирање на сервисно барање**- Иницирањето за испраќање на сервисно барање се очекува да биде функционално овозможено и имплементирано во рамките на софтверското решение на соодветната здравствена установа.
2. **Операција GenerateXmlRequest**- Оваа операција се состои од неколку активности (повикај сервис за генерирање на ДСГ од сервисниот адаптер, препраќање на барањето до COA, повикување на сервис **GenerateXmlRequest**). Кога повикот за сервис ќе биде процесира во COA се врши пребарување на повиканиот сервис во регистарот на сервиси и понатамошно пренасочување на барањето кон давателот на сервисот. Влезен параметар на сервисот GenerateXmlRequest е комплексен тип на податоци, кој ги содржи сите потребни податоци за генерирање на ДСГ код. Овие податоци се идентични со податоците достапни за внесување преку корисничкиот интерфејс на веб апликацијата. Покрај овие податоци при оваа операција се внесуваат и **корисничкото име /лозинка**. Излезниот резултат

од повикот на оваа операција е комплексен тип `XmlResponseMessage`, кој го содржи генерираниот XML документ во случај на позитивно сценарио, односно детали за бизнис или системска грешка во случај на негативно сценарио.

- 3. Автентикација на корисник-** При секој повик на ДСГ веб-сервисот, треба да се изврши автентикација на корисникот (здравствениот работник). Автентикацијата на подносителот иницијално се извршува во согласност со начинот на автентикација опишан во делот Опис на eID системот.
- 4. Авторизација на корисник-** За секој кориснички профил експлицитно е овозможено користење на ДСГ веб-сервисот во зависност од доделените привилегии. При секој повик на сервисот за генерирање на ДРГ код се испраќаат корисничкото име и лозинка од корисничкиот профил на подносителот.
- 5. Врати статус на барање и податоци во XML формат-** Доколку влезните параметри испратени при повикот на операцијата `GenerateXmlRequest` се валидни, се враќаат XML форматирани податоци, во спротивно, се враќаат детали за бизнис или системска грешка.
- 6. Прати податоци за дигитално потпишување-** Преку софтверското решение во здравствената установа податоците од ДРГ кодот се доставуваат до сервисот за дигиталното потпишување (на начин како што е опишано погоре во делот Опис на eID системот).
- 7. Врати дигитално потпишани податоци-** Системот за дигитално потпишување ги враќа податоците дигитално потпишани на начин кој е објаснет погоре во делот Опис на eID системот.
- 8. Повикај операција `ProcessSignedXmlDrgRequest`-** Методот се повикува со корисничко име/лозинка и дигитално потпишани податоци. Дигитално потпишаните податоци во XML формат, заедно со корисничкото име и лозинка, треба да се испратат на ДСГ веб-сервисот најпрво преку повик на сервисниот адаптер од локалниот софтвер кој потоа барањето го препраќа со СОА. Во рамките на СОА се врши пребарување на сервисот и ова барање понатаму се препратува до давателот на сервисот преку повик на сервис

ProcessSignedXmlDrgRequest. Излезниот резултат од овој сервис е комплексен тип на податоци, кој го содржи генерираниот ДСГ код и системски идентификатор на истиот во случај на позитивно сценарио, односно детали за бизнис или системска грешка во случај на негативно сценарио. Системскиот идентификатор треба да се користи при испраќање на барање за промена на претходно генериран ДСГ код. Промената ќе биде дозволена само доколку барањето за ДСГ код се наоѓа во соодветен статус.

9. **Автентикација на корисник**- слично како и точка 3.
10. **Авторизирај корисник**- слично како точка 4.
11. **Прати документ за валидација на дигитален потпис**- Дигиталниот потпис на податоците овозможува гаранција за нивната неменливост. Во случај на промена на податоците по дигиталното потпишување, дигиталниот потпис ќе стане невалиден и ДСГ веб сервисот нема да дозволи генерирање на ДСГ код. Начинот на достава на податоците за проверка на дигиталниот потпис е ист како што е опишано во делот Сервиси за подршка на потпишување.
12. **Извештај од валидација**– Се примаат податоците од спроведената валидација на дигиталниот потпис.
13. **Изврши бизнис правила за валидација**- Со оваа постапка се врши валидација на XML структурата на испратените податоци како и валидација во согласност со бизнис правилата за валидација на ДСГ кодот.
14. **Зачувај дигитално потпишани податоци и генериран ДСГ код**- Во случај на успешно извршување на техничките и бизнис правилата за валидација, испратените дигитално потпишани податоци и генериран ДСГ код се зачувуваат во рамките на централизираната база на податоци со ДСГ кодови.
15. **Врати статус на барање и ДСГ код**- При позитивно сценарио, ДСГ сервисот го враќа генерираниот ДСГ код и системскиот идентификатор потребен за потенцијална промена, додека при негативно сценарио, се враќа опис на техничката или бизнис грешка. Во рамките на оваа активност податоците од давателот на сервисот за ДРГ (сервисниот провајдер) прво се доставуваат

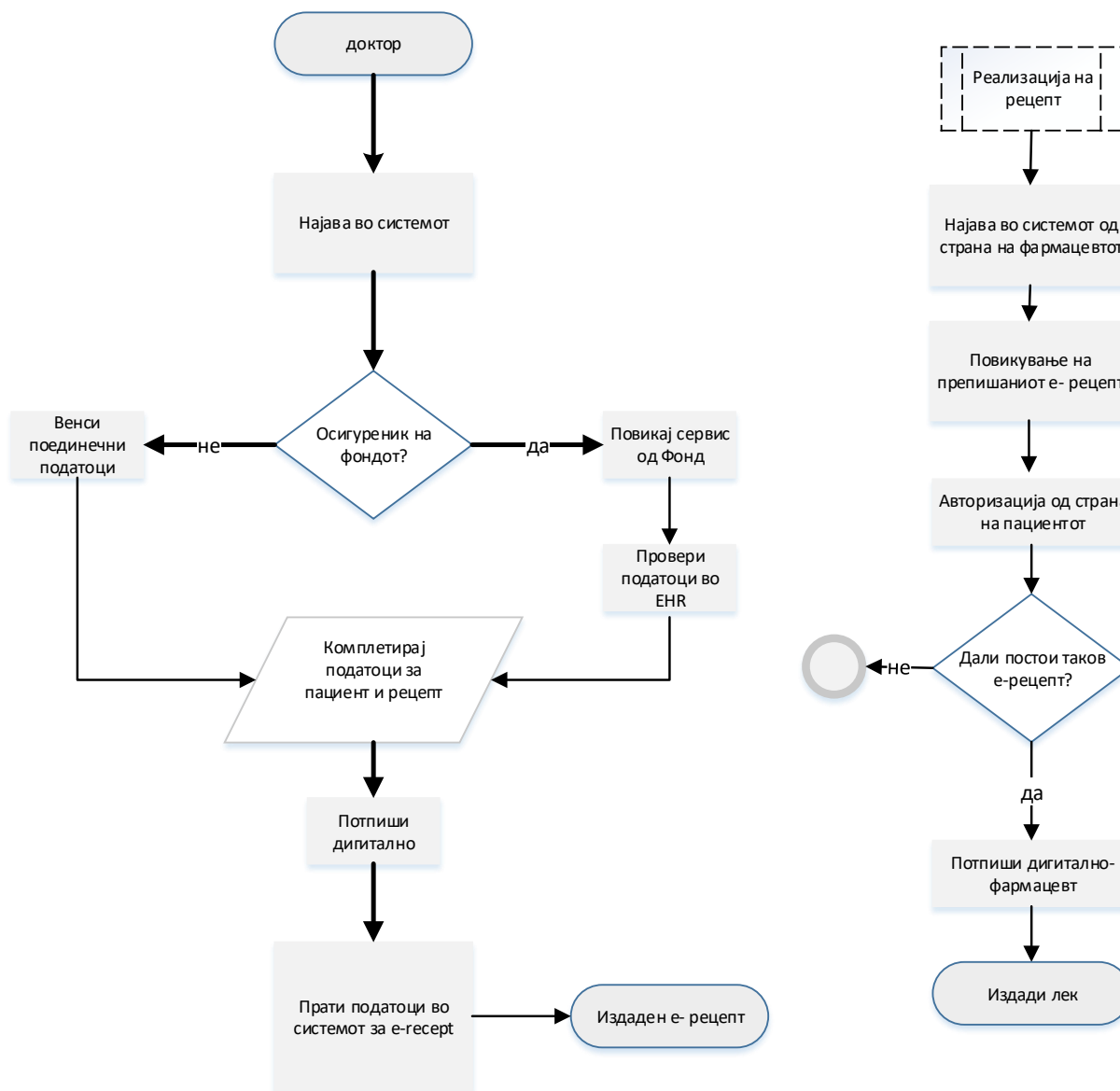
до СОА, потоа до сервисниот адаптер за да на крај бидат превземени од стана на апликацијата во здравствената установа.

16. **Прикажи статус на барање и ДСГ код-** Се очекува статусот од поднесеното барање, доколку е статусот успешен, генерираниот ДСГ код да бидат прикажани како информација на здравствениот работник што го користи софтверското решение во соодветната здравствена установа, а по потреба, истите да бидат зачувани во локалните бази на податоци, со цел евиденција на сите испратени податоци, како и овозможување можност за потенцијална промена на истите со користење на истиот системски интерфејс на ДСГ веб сервисот.

Активностите под реден број 9 и 10 може да бидат прескокнати и воопшто да не се користат имајќи предвид дека еднаш корисникот се има автентизирано и авторизирано. Истите се задолжителни во случај ако се користи сервисот за промена на веќе изгенериран ДСГ код.

5.1.7 Сервис за електронски рецепт

Е-рецепти (engl. e-prescription) се дефинира како компјутерски-базирано електронско генерирање, пренос и пополнување на рецепт, преземање на хартиени и факс рецепти [103]. Повеќето препишувања на рецепти се случуваат во амбулантска здравствена заштита каде е најтешко да се спроведува хартиеното препишување. Е-рецепти дозволува препишувачот на рецептот (лекарот) електронски да ги прати податоците за рецептите за пациентот до аптеките. Електронското праќање и примање на рецепти овозможува рационализација на клиничката практика. Системот за е-рецепти може да биде инкорпориран во системот на електронското здравствено досие или пак да биде посебен систем во амбулантската здравствена заштита. Овој систем овозможува поврзување на системот на примарна здравствена заштита со фармацевтскиот систем.



Слика 21: Е- рецепти и реализација на рецепт

Процесот на електронско препишување на рецептот (слика 21) сè до негова реализација во аптеката се одвива во неколку чекори:

- Пациентот оди во ординацијата на избраниот лекар и доколку има потреба од препишување на рецепт докторот му го препишува рецептот. Самиот процес на препишување, започнува со најава во системот за е-рецепти или пак повикување на соодветен сервис од локалните софтверски решенија за пристап до системот за препишување рецепт.

- По внесување на соодветен идентификатор (ЕЗБО) се повикува сервис за добивање на податоци за осигуреник од здравствениот фонд со цел да се повлечат останатите податоци за пациентот (доколку станува збор за осигуреник на фондот) или се внесуваат поединечно сите овие податоци за пациентот. По потреба лекарот може да се најави на системот за електронско здравствено досие (или повикува соодветен сервис од својата апликација) со цел да ја провери здравствената состојба на пациентот, дали истиот е алергичен на одредени лекови или пак некои лекови би имале негативно влијание врз здравјето на пациентот. За да пристапи до соодветните податоци за здравствената состојба од електронското здравствено досие и до податоците за статус на осигурување лекарот најпрво треба да се автентифицира а потоа и авторизира до соодветните потсистеми (на начин објаснет претходно).
- Откако сите потребни податоци содржани во рецептниот образец ќе бидат внесени (било автоматски било со поединечно внесување) се повикува сервисот за дигитално потпишување (опишан погоре во делот eID потсистемот) со што се врши потпишување на препишаниот рецепт. Со самото дигитално потпишување на креираниот електронски рецепт се генерира и единствен идентификатор на рецептот.
- Вака потпишаниот рецепт се запишува во системот за е-рецепти кој во нашиот колаборативен здравствен информациски систем претставува составен дел од системот на електронското здравствено досие.
- Потоа пациентот оди во аптека да го подигне лекот (да го реализира рецептот). Фармацевтот е најавен во системот за е-рецепти (било директно најавен или пак преку соодветни сервиси за интеграција). Најавата на фармацевтот значи дека тој прво треба да биде автентифициран а потоа и авторизиран во соодветниот потсистем за електронски рецепт.
- Фармацевтот го повикува со соодветен идентификатор препишаниот електронски рецепт за пациентот. Идентификатор за рецептот може да биде единствениот идентификатор креиран при препишувањето на рецептот или пак ЕЗБО на пациентот. Кога како идентификатор се користи ЕЗБО на осигуреникот

(ова важи само за осигуреници на Фондот) се прикажуваат сите препишани рецепти за пациентот.

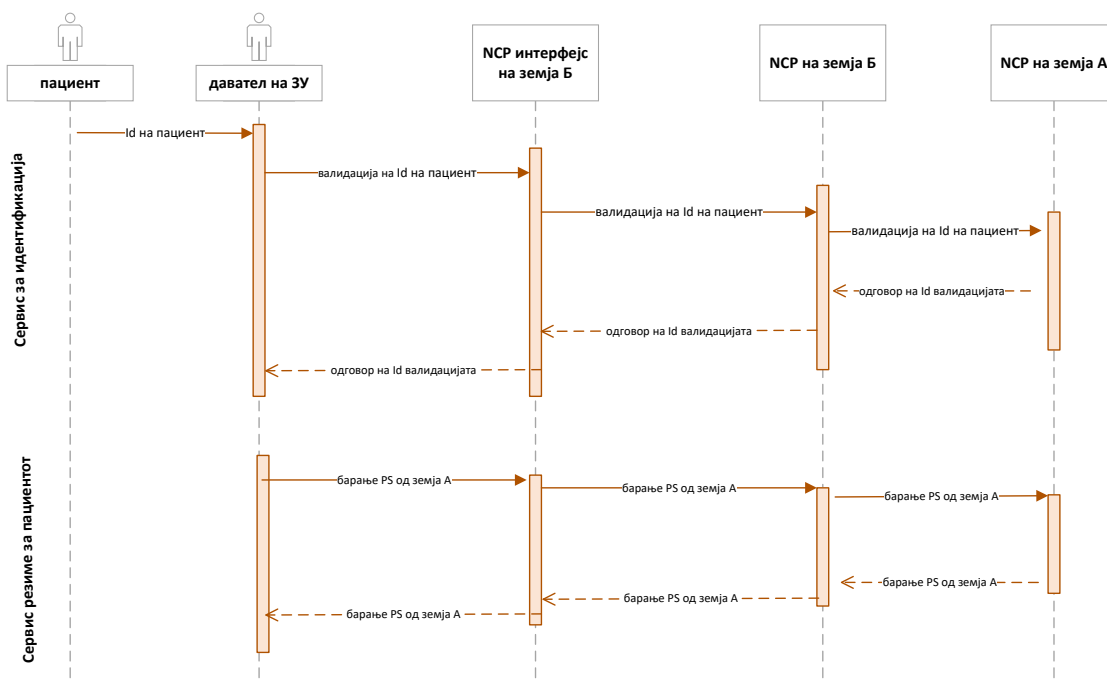
- За да може да биде прикажан рецептот на фармацевтот (или рецептите) самиот пациент треба да го овозможи пристапот на фармацевтот до неговите препишани рецепти односно да го авторизира фармацевтот за пристап до овие податоци. Авторизацијата на фармацевтот значи дигитално потпишување на барање за пристап до потсистемот за е-рецепт за конкретниот рецепт или рецепти од страна на пациентот на начин како што е објаснето во делот на eID системот.
- По успешно спроведената авторизација на фармацевтот му се достапни е-рецептите за пациентот. Фармацевтот со користење на дигиталниот сертификат од eID системот дигитално го потпишува реализирањето на рецептот и му го издава лекот.
- На крајот од секој месец вака потпишаните реализирани рецепти се доставуваат во системот на здравствениот Фонд во форма на спецификација за потоа здравствениот Фонд да генерира фактура која електронски ја потпишува овластено лице од аптека. Оваа фактура претставува основа за исплата на финансиски средства.

Со овој процес е опишан еден цел сегмент на активности кои претставуваат еден вид на колаборација во рамките на здравствениот систем во кој се вклучени пациентите, избраните лекари, фармацевтите и здравствениот фонд.

5.1.8 Прекугранична интероперабилност

Политичката цел на прекуграничната здравствена заштита која е обезбедена во рамки на Европската Унија, е прецизно наведена во прекуграничната здравствена заштита [5, 104]. ЕУ директивата ја подигна свеста за потребата од интероперабилност во здравствениот сектор и го мотивира развојот на поддржани иницијативи како што е европската рамка за интероперабилност (EU e-Health Interoperability Framework) [105] и воспоставување на пилот проекти за размена на податоци. Еден од најпознатите проекти е т.н eрSOS проект.

epSOS проектот се состои од избран сет на прекугранични корисни случаи усогласен со студијата на европската рамка, кој вклучува размена на пациентските резимеа, далечински пристап до домашните податоци за рецепти, дисперзија на лековите на рецепти во посетената земја за препишаните од домашната земја, пристап на пациентот кон неговата информација чувајќи ја во различни земји, така добро да може да постои можност за враќање на извештај за здравствената состојба во земјата на потекло. Прекуграничните услуги се управувани од клинички портали наречени национални точки за контакт (engl. National Contact Points-NCP) кои со текот на времето преминуваат во OpenNCP. Архитектурата на OpenNCP не имплицира промени во работењето националните инфраструктури. На следнава слика е претставен пример за давање на услуга на пациент надвор од земјата.



Слика 22: Секвенцијален дијаграм на прекугранична интероперабилност

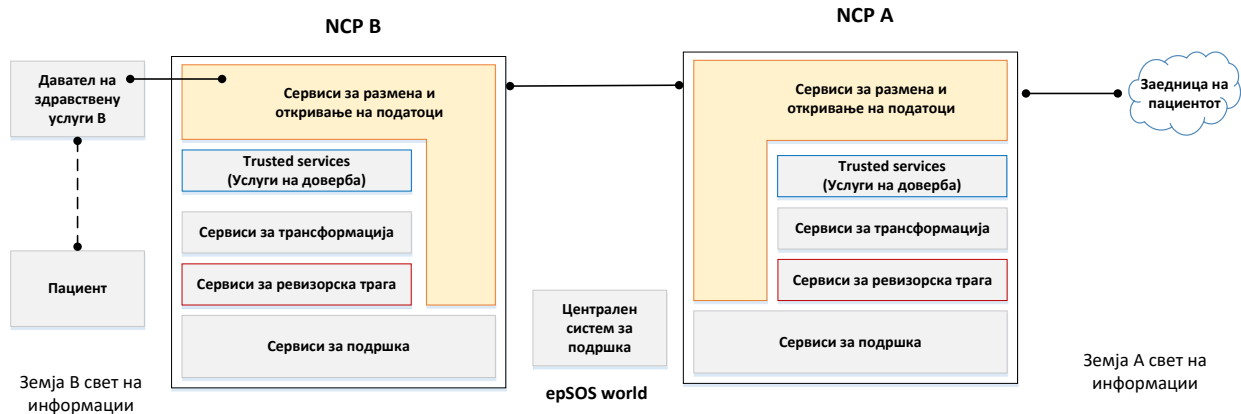
Пациентот добива здравствена заштита во друга земја (земја Б) од лекар од таа земја. Лекарот го користи неговиот систем за здравствена заштита (point-of-care system) и бара пристап до здравственото досие за пациентот сместено во инфраструктурата на здравствениот систем на земјата на потекло (земја А).

Во овој момент, ерSOS услугите обезбедуваат дека лекарот (автентициран од страна на инфраструктурата во земјата- Б) ги добива клиничките извештаи за пациентот, на јазик што тој/таа може да ги разбере, додека има согласност од пациентот. Информациите кои се произведени во контекст на оваа средба може да се пренасочат назад кон досието на пациентот во неговата родна земја. Со OpenNCP се решава проблемот за безбедна размена на документи за давање здравствени услуги во странство, во превод на стручниот јазик на здравствените работници, одржување на клиничка вредност на оригиналот на правни документи.

Правната основа за размена на податоци за пациентите се поддржани од страна на формален договор меѓу земјите-членки, кој ги поставува одговорностите на учесниците во „peer-to-peer“ моделот на размена како и формирање на концептот на кругот на доверба.

Слика 23 ја претставува архитектурата на OpenNCP на високо ниво, во согласност со дефинираните технички спецификации од ерSOS [106, 107]. Главни компоненти на архитектурата се:

- Сервиси за размена и откривање на податоци (engl. Data Discovery Exchange Services): воспоставува комуникација, со цел да им овозможи на пациентите да бидат идентификувани и да се добијат клинички информации;
- Сервиси на доверба (engl. Trust Services): обезбедува круг-на-доверба, односно валидација, верификација, потпишување и мапирање на пораки/информации, како и механизам на согласност од пациентот;
- Сервиси за трансформација: се користи во трансформацијата на инволвираните клинички документи, што се однесува на превод и мапирање на таксономијата;
- Сервиси за ревизорски траги: го осигурува следењето на системот и ревизорските траги;
- Услуги за поддршка: обезбедува достапност на услугите, време на одговор, гарантира испорака и сесија.



Слика 23: Архитектура на OpenNCP

Компонентите за безбедност во OpenNCP реализираат безбедност/приватност предвидени во кругот на довербата од правниот договор, вклучувајќи безбедна комуникација меѓу крајните точки (IPSec + SSL) и PKI инфраструктура. IHE Profile XUA+ се користи за да комуницира со барањата за идентитетот на автентифицираниот учесник (здравствен работник) [108].

5.2 Безбедност и приватност на податоците во колаборативниот здравствен информациски систем

Основните цели на безбеден колаборативен здравствен информациски систем се сигурна размена на информации помеѓу одделните потсистеми и заштита на податоците. Со појавата на е-здравството и веб-базираните здравствени услуги, успехот на здравствените системи во рамки на кои постојат системите за е-здравство, зависи од тоа колку ефикасно пациентите, лекарите и здравствените работници може да ги добиваат и да ги менаџираат информациите. Во последните неколку години, повеќе компании го имаат воспоставно проектот Liberty Alliance [109]. Овој проект го промовира воспоставувањето на отворени стандарди, насоки и упатства за менаџирање со приватните податоци. На овој начин се воспоставува "круг на доверба" (engl. Circle of Trust-CoT) - соработка меѓу институциите кои на корисниците им овозможуваат веб-базирани услуги како што се: болниците,

лабораториите, аптеките, здравствените фондови и осигурителни компании. Во овој “круг на доверба“, личните информации се менаџираат од страна на “Провајдер на идентитети“ кој обезбедува псевдоними за корисниците.

Облак технологијата во здравствената заштита нуди нови можности, како што е лесен и секојдневен пристап до медицинските податоци, можности за нови бизнис модели. Како и секогаш таа со себе исто така носи нови ризици и зголемување на предизвиците од аспект на безбедноста и приватноста. Обезбедувањето на безбедноста и приватноста е важен фактор во облак компјутерската околина. Оваа технологија може да им помогне на пациентите да добијат пристап до нивните медицински податоци од било кое место во светот преку интернет. Доменот на здравствената заштита има неопходна потреба да ги зголеми безбедноста и нивото на приватност. Со цел да се постигнат овие барања, облак компјутерската технологија мора да биде управувана со поголемо внимание. Работата е помалку техничка отколку што е етичка и правна. За обработката на здравствените податоци за пациентите има технички но исто така и правни проблеми кои треба да се споделат со нив. Се чини неверојатно дека кој било технички проблем може комплетно да биде превениран од провајдерот на облакот во сите случаи па затоа ни се потребни комбинација од технички и нетехнички начини за да се заврши ова. Во овој дел би се фокусираше помалку на техничките аспекти додека повеќе на легалните.

Правниот аспект на заштита на личните податоци се однесува на законите за приватност и прописи во земјите каде се користи облак компјутерската технологија. Политиките за создавање на законодавство за приватноста во Европската унија (ЕУ) и Соединетите Американски Држави (САД) се разликуваат. Приватноста во САД е дисперзирана во различни сектори од специфични закони и овие сектори го вклучуваат секторот за здравствена заштита за HIPAA. ЕУ има различен пристап кој се однесува на законодавството. Пристапот на ЕУ кон законодавството фаворизира учество на бизнисите и владите наспроти пристапот за саморегулација во САД. ЕУ ги постави прописите за заштита на приватноста напред што е спротивно на потпирањето на индустриската саморегулација.

Истражувањата на различни безбедносни прашања околу здравствените информациски системи беа развиени во текот на последните неколку години. ISO/TS 18308 стандардот дава дефиниции за безбедносните барања и приватноста на податоците во електронското здравствено досие. Работната група број 4 од Меѓународната асоцијација за медицинска информатика (engl. International Medical Informatics Association- IMIA) е формирана да ги истражи прашањата за заштита на податоци и безбедност во здравствената животна средина. Нивната работа до денес е главно концентрирана на безбедноста во системите за електронско здравствено досие и заеднички безбедносни решенија за комуникација на податоците за пациентот [110].

Изборот на Меѓународната класификација на болести, 10-ти ревизија (МКБ-10) и МКБ-10-СМ, како стандардот за кодификација на EMR системи се многу важни во здравствените информациски системи [111]. За размената на податоци меѓу субјектите кои се вклучени во здравствената облак-компјутерска средина, потребно е да се користи HL7 стандардот за квалитет кој е широко усвоен од страна на здравствените институции на национално ниво во неколку земји. Земјите каде има потреба од користење на облак компјутерската технологија во здравствените информациона системи, во своите закони, треба да обезбедат соодветни одредби за вклучување на претходно споменатите стандарди и некои нови кои се однесуваат на безбедноста и приватноста на податоците.

Безбедноста и приватноста во облак компјутерската технологија за здравствена заштита се повеќе од само привилегиран корисник и спроведување на лозинка. Облак компјутерските платформи се состои од сè повеќе доменски околинис во кои секој може да користи различни безбедносни барања, приватности, политики и процедури, различни барања на доверба и потенцијално вградени различни механизми, интерфејси и семантики, стратегија за правење на безбедни копии на податоците, сертификација од трети лица.

Во облакот на здравствена заштита безбедноста е од врвен приоритет од ден во ден. Во апликациите кои се сместени во облакот на здравствената заштита, некои од прашањата за безбедноста и приватноста како и барања се значајни и

претставуваат вистински предизвик при дизајнот и имплементацијата на конкретниот модел.. Во текстот подолу, се презентирани овие предизвици и барања.

Безбедноста во облак компјутерската технологија се состои од воспоставени безбедносни решенија како што се енкрипција, управување со пристап, заштитен ѕид и Intrusion Detection. Во внатрешноста на облак компјутерската технологија, ИТ одделот има способност да ги инсталира сите достапни решенија за безбедност кои се вклопуваат добро но во надворешноста, облак компјутерската технологија зависи од давателот на услугите за облак (enɡl. Cloud service provider-CSP). Некои од давателите на услуги за облак не обезбедуваат флексибилност во изборот на решенија за безбедност, додека други овозможуваат услови за имплементација на безбедноста на клиентот.

Појавата на облак компјутерската технологија е неодамнешен развој. Безбедносните прашања во облак компјутерската технологија [32, 112] се организирани во неколку општи категории: доверба, архитектура, управување со идентитетот, изолација на софтвер, заштита на податоците и достапност. Облак компјутерската технологија ги зголеми со соединување на технологиите, вклучувајќи ги и услугите ориентирани кон архитектурата, виртуелизација, Веб 2.0, и корисен компјутинг, многу од безбедносните прашања кои се вклучени и може да се препознаат како познати проблеми што се фрлаат во нов амбиент. Kinastowski [37] и Kandukuri et al. [113] ги опишуваат безбедносните прашања во детали. Безбедноста на облак инфраструктурата се потпира на доверлива компјутерска технологија и криптографија.

Податоците од електронското здравствено досие пред да се пренесат во облак, системите кои ги поддржуваат мора да гарантираат зачувување на чувствителните податоци за пациентите. Комбинацијата на овие безбедносни барања со оние на облак компјутерските системи ќе ја гарантира приватноста и безбедноста на податоците хостирани во облак. Rodrigues et al. [33] детално ги обработуваат безбедноста и барањата за приватност (авторизиран пристап, доверливост, согласност од пациентот, релевантност, информации за сопственоста,

информации за конзистентноста, ревизорски траги, архивирање) како и безбедноста и прашањата за приватност на облак-базираните решенија за здравство. Според нив чувањето на чувствителни податоци во облак, како медицинските, значи дека мора да се преземат мерки за обезбедување на сигурноста и доверливоста на податоците. Релацијата изградена на доверба со давателот на услуги за облак е од суштинско значење за осигурување на транспарентен процес.

Концептот на облак компјутерите носи многу неизвесности во однос на усогласеноста со прописите за приватност. Не постојат јасни одговори за регулирање на барањата за приватност кои барања се однесуваат на облак компјутерите. Давателите на облак поврзани услуги мора да ги осигураат нивните клиенти и да обезбедат висок степен на транспарентност во работењето и на обезбедување на приватноста.

Механизмите за заштита на приватноста мора да бидат вградени во сите решенија за безбедност. Во врска со ова прашање, станува важно да се знае кој го создал делот од податоци, кој го променил и како, итн. Обезбедување на приватноста и безбедноста на здравствените информации, вклучувајќи и информации во здравствените информациски системи е клучна компонента во градењето на довербата потребна за остварување на потенцијалните придобивки на размена на здравствени информации во облак компјутерската технологија.

Користена литература за глава 5

- [5] Directive 2011/24/EU of the European Parliament and of the Council of 9 March 2011 on the application of patients' rights in cross-border healthcare. Official Journal of the European Union. L 88/45. (2011)
- [103] eHealth Initiative and Center for Improving Medication Management. A Clinician's Guide to Electronic Prescribing. <http://www.aaos.org/research/committee/evidence/eprescribing-guide.pdf> (проверено на 17.12. 2014).
- [104] Palm W., Wismar M., van Ginneken E., Busse R., Ernst K. and Figueras J. Towards a renewed Community framework for safe, high-quality and efficient cross-border health care within the European Union. In Wismar et al. (eds): Cross-border health care in the European Union Mapping and analysing practices and policies. European Observatory on Health Systems and Policies. pp: 23-47. (2011)
- [105] European Commission, Directorate-General for Communications Networks, Content and Technology, "e-Health European Interoperability Framework Study Report," European Commission, (проверено во 2014).
- [106] Manniche S., Gustafsson S., Hypponen K., Berler A., Parisot C., Caumanns J., Bittins S., Lotti S., Cangiolli G., Mano L., Fonseca M., Gaudinat A., Melgara M. Open Source NCP Design and Release Notes. Online at: http://www.epsos.eu/uploads/tx_epsosfileshare/D3.B.2_App_B_OSS_NCPDesign_V1.1.1-RC0.pdf (проверено во мај 2018).
- [107] D3.3.2 Final epSOS System Technical Specification. Online at: http://www.epsos.eu/uploads/tx_epsosfileshare/D3.3.2_Final_epSOS_System_Technical_Specifications_01.pdf (проверено во септември 2016).
- [108] Cross-Enterprise User Assertion (XUA) - IHE Wiki. Online at: <http://goo.gl/ay0PZ4>. (проверено во октомври 2016)
- [109] Peyton L., Hu J., Doshi C., Seguin P. Addressing privacy on a federated management network for e-health. In Proceedings of the 8th World Congress on the Management of eBusiness, Toronto, Canada, pp: 12-24. (2007).
- [110] Takabi H., Joshi J. B. D. Policy Management as a Service: An Approach to Manage Policy Heterogeneity in Cloud Computing Environment. In 45th Hawaii International Conference on System Sciences. (2012).
- [111] Pardamean B., Rumanda R. R. Integrated Model of Cloud-Based E-Medical Record for Health Care Organizations. In 10th WSEAS International Conference on E-Activities, pp: 157-162. (December 2011).
- [112] Secure Information Technology Center – Austria. Cloud-based signature solutions: a survey. Online at: <https://demo.a-sit.at/wp-content/uploads/2014/10/Cloud-based-signature-solutions-a-survey.pdf>. (проверено во јуни 2016).
- [113] Kandukuri B.R, Paturi V.R., Rakshit A. Cloud Security Issues, IEEE International Conference on Services Computing, Bangalore, India, September 21-25, 2009. (2009)

6. Евалуација на предложениот модел: методологија и метрики

Основна цел на кој било систем на здравствена заштита е подобрување на квалитетот на услугата и зголемување на вредноста и задоволството од страна на упатените пациенти во рамките на здравствениот систем. Колаборативниот здравствен информациски систем, каков што е и предложениот, има позитивен ефект токму во оваа насока. Во овој дел од докторската дисертација ќе се направи евалуација на предложениот модел на колаборативен здравствен информациски систем.

Bergmo [114] обезбедува краток преглед на стандардната методологија за економска проценка и дискутира за предизвиците во спроведувањето на cost- effectiveness анализи во здравството. Постојат две главни алтернативни техники за обединување на трошоците и придобивките: анализа на трошоци и придобивки (engl. Cost benefits analyses-CBA) и анализа на цена-ефективност (engl. Cost-effectiveness analysis-CEA). Поради потешкотии во доделување на парична вредност на здравјето во евалуација на предложениот колаборативен систем, ќе се користи CEA.

Имплементацијата и мигрирањето на здравствените информациски системи на облак компјутери може да претставува голем исчекор во дигитализација на медицинските податоци. Колаборативниот модел на здравствен информациски систем, опишан како модел во оваа докторска дисертација, ќе го зголеми пристапот до личните и медицинските податоци на пациентите. Некои предности како приспособливоста, трошоците и вклучувањето на пациентите, како активен дел од процесот на управување со здравствените информации може да претставува чекор напред во подобрување на здравствената заштита. Во предложениот колаборативен здравствен информациски систем, централизираното облак-базирано електронско здравствено досие обезбедува интеграција на сите медицински податоци за граѓаните собрани во здравствените установи и административни податоци. Сите податоци од електронското здравствено досие ќе

бидат запишани во една централна локација, ќе бидат на располагање на сите здравствени работници и институции во согласност со нивните права на пристап.

Користењето на дигитални потписи ќе придонесе за дополнително зголемување на ефективностата на здравствената заштита. Радикален метод за постигнување на висока употребливост на дигиталниот потпис е да се елиминираат вгнездени уреди за дигитален потпис (микрочип картички, читачи на картички) и да се предложи е-потпишување како решение за облак услуги. Предложениот колаборативен здравствен информациски систем базиран на облак компјутерската технологија и облак компјутерска платформа за интеграција и соработка ги нуди ваквите можности. Обезбедувањето на интерфејс за услуги за дигитален потпис преку стандардни мрежни протоколи има мулти-платформски способности како на ниво на хардвер така и на ниво на софтвер.

Воведувањето на системите за електронско здравствено досие на национално ниво, претставува огромна промена за сите засегнати страни (доктори, медицински сестри и административниот персонал во здравствените установи, Министерството за здравство, болниците и пациентите). Дополнителни пречки за јавното прифаќање за чувањето и споделувањето на здравствените информации се сложени и чувствителни предизвици за приватноста и безбедноста.

Предложениот модел на електронско здравствено досие во рамки на колаборативниот здравствен информациски систем е резултат на повеќе студии за најдобри практики во областа на EHR-имплементации и новата дигитална технологија за потпишување низ целиот свет. Електронското здравствено досие е структурирано како централизирана инфраструктура во рамки на колаборативниот здравствен информациски систем, дозволувајќи исто така, друга инфраструктура да соработува со него. Покрај тоа, воведувањето на облак-базирани дигитални потписи дава дополнителни предности на нашиот колаборативен систем.

Облак-базираното дигитално потпишување кое ги користи поединечните и единствени PKI клучеви за потпишување [36, 87, 115, 116] за секој корисник има многу предности:

- Лесно за употреба за крајните корисници: Нема потреба од картичка/читач на картички, инсталација на посебен десктоп софтвер или Java Runtime Environment;
- Способност да се потпише од каде било, во секое време: избегнување на изгубени или заборавени симболи;
- Лесно за управување: Нема потреба од купување, инсталирање, конфигурирање, печирање или одржување на дополнителен хардвер;
- Непосредно распоредување: Креирање на клучеви и почеток за креирање на напредни PKI дигитални потпишувања во минути;
- Подобрување на заштита и усогласноста: со користење на силни уникатни криптографски клучеви за секој корисник заштитени со владиниот стандард на САД за компјутерска безбедност FIPS 140-2 ниво 2 (engl. Federal Information Processing Standard) на HSM уредите;
- Намалување на латенцијата и постигнување на глобална редувантност;
- Намалување на трошоците: трошоците со користење на еден дедициран хардверски безбедносен уред (engl. Hardware security module-HSM) во облак-базирана средина се значително помали.

За да се направи евалуација и демонстрација на предностите на предложениот колаборативен здравствен информациски систем ќе се послужи случајот на македонскиот здравствен информациски систем. Здравствените услуги во Македонија се финансираат, под надзор и контрола од страна на Министерството за здравство (МЗ) и Фондот за здравствено осигурување на Македонија (ФЗОМ). МЗ има клучна улога во определувањето на здравствената политика на земјата, финансирање и спроведување на здравствени програми, финансирање на некои високо специјализирани услуги како и едукација на медицинскиот персонал. ФЗОМ е купувач на здравствено услуги и извршува бројни контроли над трошењето на здравствените пари како и управување со функции во дел од институциите на системот на здравствена заштита.

Здравствените услуги во Македонија, како и во повеќето европски земји, се поделени меѓу примарна, секундарна и терциерна здравствена заштита.

Примарната здравствена заштита е грижа од страна на лекарите од општа пракса. Секундарната здравствена заштита е обезбедена од страна на специјалистите по упат од матичен лекар, и терциерната здравствена заштита е обезбедена од страна на тим од специјалисти во болница или медицинска клиника.

Здравствени организации во Македонија користат различни софтверски апликации и информатички инфраструктури кои секогаш треба да се ажурираат (надоградуваат), како резултат на брзиот раст на здравствените услуги. Сите овие здравствени организации (на примарно, секундарно и терциерно ниво) прибираат и обработува медицински податоци во одделни ИТ подсистеми. Диверзификација на тоа како здравствените организации ги одржуваат своите операции, особено на медицинските информации за пациентот, резултираше со тешкотии во пристапот до податоците за пациентот.

Во минатото ФЗОМ има работено на проекти за модернизација на својот информациски систем. Имајќи го предвид ова, Фондот има воведено неколку електронски услуги за осигурениците, компаниите и здравствените установи [102]. Унифицираниот систем за кодирање и ДСГ во болничката здравствена заштита за првпат се спроведува во 2009 година од страна на ФЗОМ. Специјален софтвер (ДСГ групер) за следење на акутните болни пациентите во болниците беше имплементиран од страна на Фондот.

Покрај напорите преземени од страна на Владата или здравствените власти, постојат неколку иницијативи и организации, за воспоставување прототипи на електронски здравствени досиеа или некои делови на електронското здравствено досие во Македонија [118]. Овие проекти и иницијативи тесно соработуваат со концептот на иницијативите на Министерството за здравство, но немаат постигнато некои практични или научни примени. Електронското здравствено досие дефинирано во овие проекти и иницијативи, содржи делумни податоци од електронското здравствено досие (не сите податоци од национални електронското здравствено досие), електронски запис за пациентот, електронски медицински запис или личен здравствен картон (досие).

Користењето на облак-базираното потпишување како дел од PaaS сервисниот модел на облак компјутерите, обезбедува основа за целосна дигитализација на здравствениот систем со вграден систем за автентификација (идентификација) и дигитално потпишување. Овој систем, во случај на македонскиот здравствен систем, ќе значи воспоставување на одржлив систем кој ќе им овозможи:

- Укинување на печатени хартиени рецепти
- Укинување на печатени хартиени упати
- Укинување на хартиена здравствената легитимација
- Укинување на останата хартиена комуникација
- Укинување на хартиена медицинска документација

Според податоците на Државниот завод за статистика на Република Македонија [117] бројот на новородени деца во последниве години е околу 23.000 деца на годишно ниво. Само за купување на хартиена здравствена легитимација потребна за новороденчињата на годишни ниво се потребни околу 23.000 евра (една легитимација чини околу едно евро). Ова се директни трошоци за граѓаните.

За да се утврдат предностите на предложениот колаборативен здравствен информациски систем во делот на укинување на хартиени препишани рецепти, хартиени упати и друга хартиена комуникација ќе се искористат некои податоци од информацискиот систем на ФЗОМ и информацискиот систем на Министерството за здравство (Мој термин).

Мој термин, во согласност со законските одредби, претставува национален здравствен информациски систем кој се грижи за евиденции во областа на здравството. Целта на овој систем е воспоставување на автоматизирани процеси на работа на сите нивоа на здравствена заштита и интеграција сите чинители во здравствениот систем. Сепак овој систем не може да се окарактеризира како колаборативен здравствен информациски систем кој би ги интегрирал сите чинители во здравствениот систем и би ги покрил сите неопходни функционалности на начин како што налагаат законските одредби и потребите на учесниците во истиот. Во овој систем се имплементирани доста функционалности кои се

карактеристични за еден здравствен информациски систем како што се: системот за закажување на прегледи, електронскиот дневник, делови од електронско здравствено досие, интеграциски компоненти со здравствените установи, централна евиденција на препишаните рецепти, централна евиденција на упатите, извештаите од прегледите и други. Но сепак овој систем нецелосно ги има имплементирано некои од функционалностите и можностите кои ги нудат новите технологии а кои се потребни за секојдневно задоволување на потребите на здравствениот систем. Некои од функционалностите кои ги нудат новите технологии а кои не се имплементирани во овој систем се:

- Нецелосно имплементирано електронско здравствено досие онака како што налагаат стандардите;
 - Немоžност за користење на дигитални идентитети и дигитално потпишување;
 - Безбедноста и приватноста на податоците не е на задоволително ниво;
- како и некои други. Предложениот колаборативен здравствен информациски систем ги нуди сите овие функционалности и уште многу други карактеристични здравствени системи а кои се резултат на технолошките достигнувања во развојот на новите технологии.

Ако се земат предвид податоците од овој систем бројот на пропишани рецепти и препишани упати (види Табела 1) е околу 22 милиони, 3.69 милиони, соодветно. Според авторите [118] околу 21% од препишаните упати не се реализираат. Ова значи дека бројот на прегледи и извештаи се околу 2,9 милиони. Во системот на Мој термин се води евиденција за услови за преглед, упатите, медицински дневник и други административни и медицински податоци, без користење на дигитално потпишување. Ова значи дека сите овие податоци сèуште се печатат на хартија. Ако се земе предвид фактот дека за еден рецепт, еден упат потребно е еден лист хартија, додека за специјалистичките извештаи се потребни најмалку две страни, индиректната заштеда на годишно ниво само за трошоците за хартија, печатење и користење на печатари ќе биде околу 377.880 € (31.49 милиони x 0,012 €).

Во Табела 1 се прикажани податоците за бројот на осигурените лица, промени на лекари по општа медицина (GP), рецепти, дијагностички сродни групи (ДСГ) случаите и лекувањата во специјалистичко- консултативната здравствена заштита кои се групирани по региони, додека во Табела 2 е прикажан бројот на здравствените институции поделени по региони.

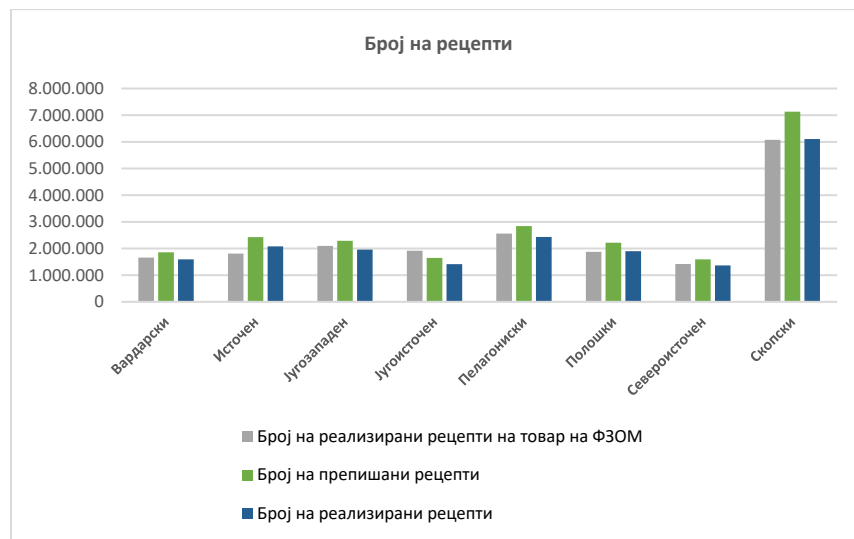
Регион	Податоци од ФЗОМ					Податоци од Министерство за здравство			
	Број на осигуреници по региони	Број на промени на избран лекар	Број на реализирани рецепти на товар на ФЗОМ	Број на ДРГ случаи	Број на епизоди на третмани од специјалистичко – консултативна ЗЗ	Број на препишани рецепти	Број на реализирани рецепти	Број на препишани упати	Број на реализирани упати
Вардарски	131.968	105.114	1.656.478	13.698	405.478	1.859.455	1.591.589	297.644	255.070
Источен	154.163	109.063	1.811.108	16.641	406.370	2.429.900	2.079.858	299.530	256.331
Југозападен	168.922	155.861	2.098.412	21.136	521.018	2.292.231	1.962.021	393.642	338.926
Југоисточен	147.552	132.437	1.919.121	10.426	378.744	1.649.081	1.411.521	281.562	235.860
Пелагониски	206.869	158.255	2.556.735	23.488	705.448	2.839.414	2.430.379	420.807	357.929
Полошки	236.105	241.184	1.877.251	24.515	562.345	2.216.652	1.897.330	426.064	349.017
Североисточен	138.696	142.956	1.420.293	10.339	449.763	1.594.632	1.364.916	314.109	253.711
Скопски	604.523	503.102	6.073.210	103.021	2.592.384	7.131.020	6.103.754	1.258.116	1.024.177
Вкупно:	1.788.798	1.547.972	19.412.608	223.264	6.021.550	22.012.385	18.841.368	3.691.474	3.071.021

Табела 1: Број на записи на промени во ИТ системот на ФЗОМ и на МЗ

Податоци за препишани рецепти и реализирани рецепти се составен дел од предложениот колаборативен здравствен информациски систем и истите се централно сместени во електронското здравствено досие. За да се утврдат придобивките од колаборативниот систем, ќе се направи анализа на податоците за рецепти (препишани и реализирани) кои во случајот на македонскиот здравствен систем може да се најдат во еден од посебните ИТ потсистеми. Вкупниот број на препишани рецепти во системот „Мој термин“ за 2014 година изнесува 22.012.385 додека од нив 18.841.368 рецепти се реализирани. Според Годишниот извештај на ФЗОМ за 2014 [119] бројот на реализирани рецепти изнесува 19.412.608 (Табела 1).

Регион	Број на ординации од примарно здравство	Број на аптеки	Број на амбуланти од специјалистичко-консултативна здравствена заштита	Број на јавни здравствени установи
Вардарски	174	57	22	9
Источен	196	66	36	10
Југозападен	240	73	31	13
Југоисточен	207	69	24	9
Пелагониски	322	103	26	12
Полошки	295	76	37	7
Североисточен	185	54	24	6
Скопски	643	219	122	50
Вкупно:	2262	717	322	116

Табела 2: Број на здравствени установи по региони

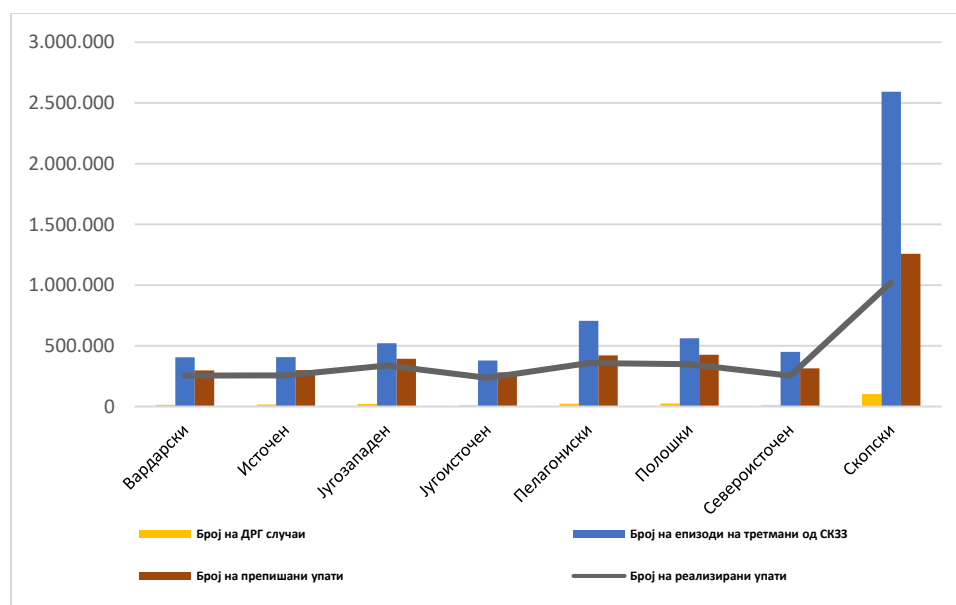


Слика 24: Број на рецепти по регион

На слика 24 се прикажани податоци за реализирани рецепти во информацискиот систем на ФЗОМ кои се реализираат и фактурирани на Фондот во однос со рецептите кои се препишани и реализирани во „Мој термин“. Бројот на реализирани рецепти во „Мој термин“ мора да биде поголем од бројот на реализирани рецепти

во ФЗОМ бидејќи постојат рецепти што не се опфатени со плаќањата покриени од ФЗОМ. Но, во случај на сегашната поставеност на македонскиот здравствен информациски систем, тоа не е случај.

Разликата меѓу бројот на реализирани рецепти во одделните ИТ системи, покажува дека сè уште постојат рецепти кои се поднесуваат во хартиена форма (рецепти од служба за итни случаи). Друга причина за постоењето на оваа разлика се рецептите кои се однесуваат на лица кои се осигурани по конвенција (странски осигуреници од земји со кои Македонија има склучено договори за социјално и здравствено осигурување). Овие податоци не се доставуваат во „Мој термин“ (слика 24).

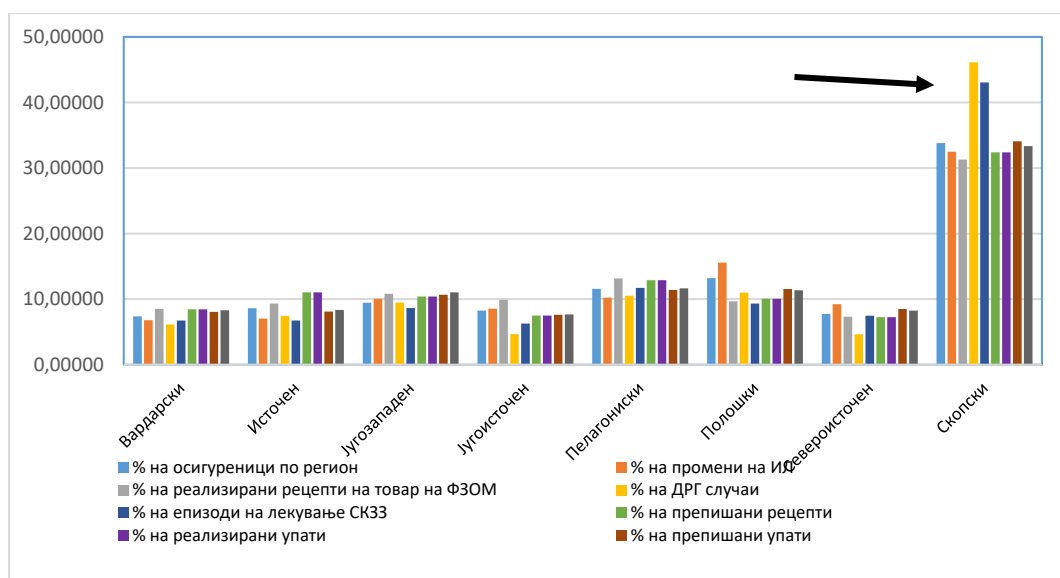


Слика 25: Сооднос меѓу бројот на упати и број на извршени здравствени услуги

Друг пример, каде може да се изврши евалуација на предложениот колаборативен здравствен информациски систем а ќе има позитивни ефекти и може да најде примена е на податоци за клиничка документација (пациенти во дневна болница и податоци за хоспитализирани пациенти). Слика 4 го покажува односот помеѓу бројот на завршени болнички третмани (број на случаи на ДСГ епизоди на лекување) и услуги во специјалистичко-консултативна здравствена заштита (број на епизоди на лекување) во споредба со бројот на пропишаните и реализирани

упати. Слика 25 и Табела 1 покажуваат дека постои голема разлика меѓу бројот на болнички и амбулантски третмани со бројот на препишаните упати. Бројот на препишаните упати е помал од бројот на завршени болнички и амбулантски третмани. Покрај тоа, ако се земе предвид фактот дека не сите препишани упати се реализираат, оваа разлика е уште поголема. Сето ова укажува на фактот дека во „Мој термин“ не се евидентираат електронски сите упатувања и сè уште има голем број на упати кои се во хартиена форма.

Евалуација на колаборативниот модел на здравствен информациски систем ќе направиме ако истиот го искористиме на здравствените системи, каде што постои голема разлика во бројот на пациентите и здравствените институции по региони како што е случај на македонскиот здравствен систем. На слика 26 е претставен процентот на осигурените лица и процентот на записи во двата поголеми системи по регионот во однос на вкупниот број на осигурени лица и записи. Најголем процент е во регионот на Скопје. Слика 26 и Табела 1 покажуваат дека процентот на болнички и амбулантски третмани се значително поголеми во регионот на Скопје, во споредба со било кој друг регион. Ова се должи на повисоката концентрација на здравствени установи на секундарно и терциерно ниво на здравствена заштита во овој регион (Табела 2).



Слика 26: Процентуална распределност меѓу број на осигуреници и останати податоци по региони

Табела 1 и Слика 26 покажуваат дека постои различна дистрибуција на бројот на осигурени лица, бројот на промени на избраниот лекар, број на рецепти, бројот на упати (препишани и реализирани), број на извршени услуги по региони во споредба со апсолутни бројки и во однос на процентот од вкупниот број. Овие разлики укажуваат на потребите на македонскиот здравствен информациски систем да се редизајнира во насока на користење на систем базиран на облак компјутери и примена на новите техничко-технолошки достигнувања во истиот.

Претходно презентираниите податоци и графикони укажуваат на тоа дека сè уште има податоци за препишани упати, рецепти и други медицински интервенции кои не се регистрирани во системот за закажување на термини за прегледи (Мој термин). Некои од овие податоци и други делови на податоци од електронското здравствено досие се собрани во постоечките ИТ потсистеми во организации на здравствена заштита, но тие не се структурирани според стандардите за електронски здравствени досиеа. Значи, постои потреба за интеграција на системот за закажување термини (Мој термин) на Министерството за здравство со предложениот модел на електронското здравствено досие како дел од предложениот колаборативен здравствен информациски систем. Предложениот колаборативен здравствен информациски систем нуди можност за интеграција, соработка и размена на податоци помеѓу различни чинители во здравствениот систем (Министерството за здравство, ФЗОМ, осигурителни компании, даватели на здравствени услуги, доктори, здравствен и административен кадар).

Предложениот колаборативен здравствен информациски систем нуди платформа за соработка, за побезбедна и посигурна размена на податоци. Користење на облак-базираното дигитално потпишување во секоја трансакција, онаму каде што е потребно, дополнително придонесува за зголемување на сигурноста во размената на податоци и зголемување на точноста и веродостојноста на податоците. Дополнително, ова значи можност за воведување на дополнителни механизми за контрола на внесувањето на податоците во системот и воведување на соодветни ограничувања за да се спречи влегувањето на погрешни податоци.

Предложениот колаборативен здравствен информациски систем нуди решение на претходно детектираните проблеми и разликата помеѓу податоци. Не само за македонскиот случај на здравствен информациски систем, предложениот колаборативен систем може да се примени и ќе претставува добро решение за други здравствени информациски системи, кои по својата структура се делумно дистрибуирани.

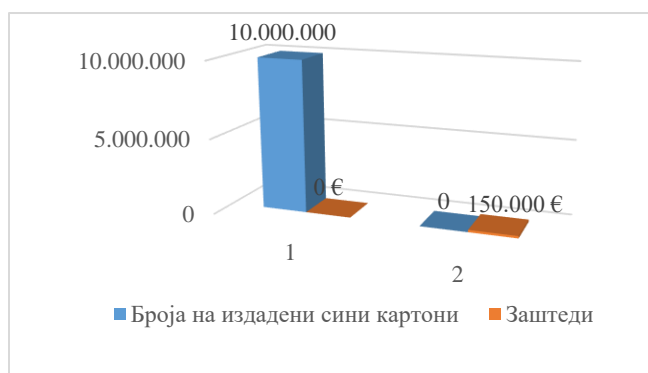
Прибирањето и обработката на податоците за здравствената состојба на граѓаните, како и нивната поставеност во облак-базирани платформи обезбедува поголема достапност и обединување на податоците. Од една страна, овие податоци можат да се користат за правење на разни анализи и резултатите од анализата на податоците да се користат за креирање на здравствени политики. Големата достапност и унифицираност на овие податоци кои се чуваат во облак-базирани системи и колаборативна платформа за размена на податоци им овозможуваат да се користи за остварување на правата од здравственото осигурување [102].

Во делот 5: Интероперабилност на предложениот колаборативен информациски систем е даден краток опис на неколку услуги во здравствениот фонд (е-услуги за осигурените лица, здравствените работници и компании). Во овој дел ќе се направи споредба на перформансите помеѓу користење на е-услуги во Фондот за здравствено осигурување и услугите базирани на конвенционалните хартиени начини на остварување на истите. Во рамките на евалуацијата на овие предлог е-услуги ќе се утврдат предностите на е-услугите наспроти конвенционалните услуги базирани на хартија.

Во проценка на применетите е-услуги за осигурените лица, здравствените установи и претпријатија, следниве параметри се земени предвид:

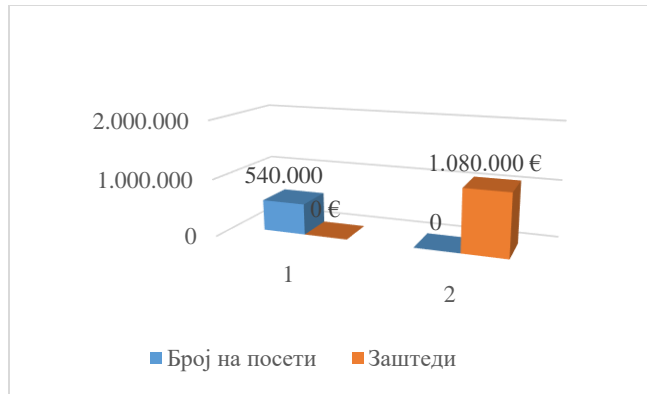
- Валоризација на времето поминато за пополнување на бараните документи во Фондот за остварување на правата од здравственото осигурување и/или услуги; и
- Заштеда во форма на бензин и паркинг, такси за добивање на бараните документи.

Во минатото, како доказ за уплата на придонесите за здравствено осигурување, се користеа т.н. "сини картони". Сините картони се печатени за сите осигурени лица (носители на здравствено осигурување), освен за пензионерите, секој месец. Според Годишниот извештај на Фондот за здравствено осигурување на Македонија [119] бројот на осигурени лица (носители на здравствено осигурување) во последните неколку години е околу 780.000, со што вкупниот број на печатени "сини картони" за 12 месеци е 9.36 милиони. Имајќи предвид дека има двојно печатење на "сини картони", за некои осигуреници, овој број ќе биде околу 10 милиони годишно. Само пресметките (за "сини картони") за набавка на хартија, рибони и амортизација на опрема, како и набавка на опрема, се во износ од околу 150,000 € годишно (како што е прикажано на слика 27).



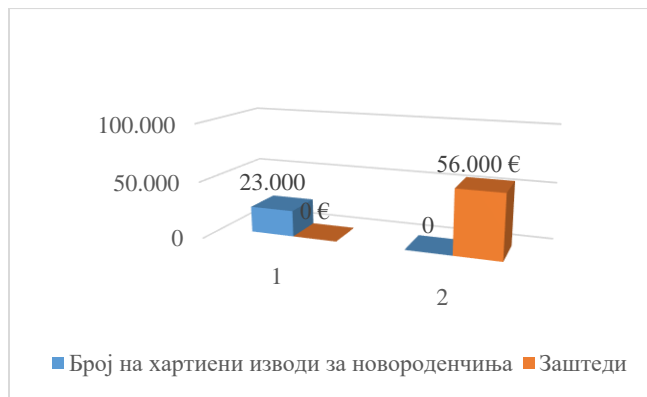
Слика 27: Заштеди од печатење сини картони

За една година во ФЗОМ се спроведуваат [119] околу 3,2 милиони пријави/одјави во здравствено осигурување за носители (вработените лица) и членови осигурани преку нив. Секоја година има околу 540.000 (45.000 месечно x 12 месеци) посети во подрачните служби од страна на претставници на компаниите само врз основа на пријава/одјава во здравственото осигурување. За секое доаѓање во подрачните служби на ФЗОМ, ако се земат предвид само трошоците за бензин и за паркирање, се прават трошоци во износ во просек од € 2 по доаѓање, тогаш вкупниот трошок за една година, само за тоа изнесува околу 1.080.000 € (како што е прикажано на слика 28).



Слика 28: Заштеди на компаниите

Според Државниот завод за статистика на Република Македонија [117] бројот на новородени деца во последниве години е околу 23.000 деца на годишно ниво. Ако за пријава во здравствено осигурување не се бара хартиен извод од матична книга на родени, за кој според Todevski et al. [10] трошоци изнесуваат околу 2,44 €, во тој случај заштедите на граѓаните по овој основ изнесуваат околу 56.000 € годишно (како што е прикажано на слика 29).

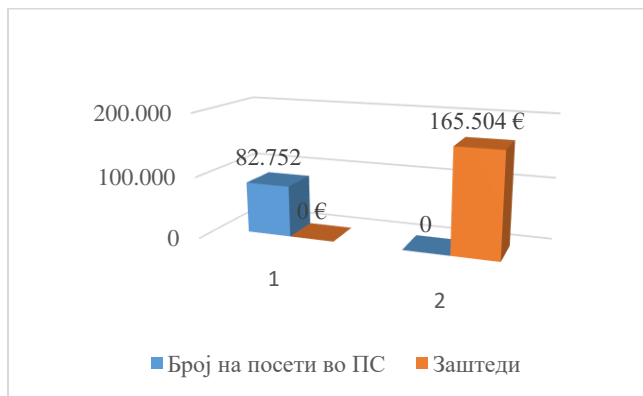


Слика 29: Заштеди од извод од матична книга на родени

Сите овие заштеди се можни со имплементација на нови ИТ системи и е-услуги за електронска пријава/одјава во здравствено осигурување преку соодветни електронски услуги и со користење на дигитален сертификат како и интеграцијата со останатите ИТ системи. Предложениот колаборативен здравствен информациски систем ги поседува овие функционалности.

Во минатото секој избор и одјава од избран лекар се остварувало со пополнување на образец во хартиена форма (образец ИЛ-1). Сите пополнети и потпишани

хартиени IL-1 обрасци (заедно со електронската датотека) лекарите ги носеа во подрачните служби на Фондот, најмалку два пати во тековниот месец. Ако се земат предвид трошоците за одење во подрачните служби (за бензин и паркинг), каде трошокот за едно одење е околу 2€ по лекар, на годишно ниво висината на вкупните трошоци е 132,576€ (2.762 лекари x 12 месеци x 2 пати месечно x 2 € како што е прикажано на слика 30).

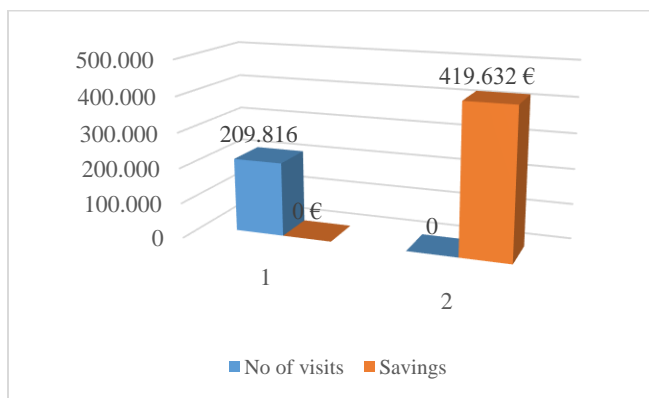


Слика 30: Заштеди на лекарите

Покрај тоа, колаборативниот здравствен информациски систем со имплементираните електронски услуги и системот за електронски идентитет овозможуваат одјава од избраниот лекар (ако осигурениците не сакаат тој лекар да им биде избран лекар). Оваа опција, осигуреното лице може да ја направи преку неговиот/нејзиниот кориснички профил на места во кои има интернет пристап. Тоа е посоодветно отколку да одат во подрачните служби да го прават истото со пополнување на хартиено барање. Според Годишниот извештај на Фондот за здравствено осигурување на Македонија [119] вкупниот број на промени (избор, одјава и промена на лекари) на годишно е околу 950,000, па заштедите од хартиени IL-1 обрасци ќе бидат значителни.

За подигнување на ортопедски и останати помагала, осигуреникот мора да дојде до подрачните служби на Фондот и да направи заверка. Цената на доаѓањето во подрачните служби на Фондот, како што е споменато погоре, е околу 2€. Ова станува уште поважно, ако се земе предвид дека тоа се лица со сериозни болести и лица со посебни потреби. Според Годишниот извештај на Фондот за здравствено осигурување на Македонија [119], вкупниот број на заверени ортопедски и останати

помагала во последниве години бележи тренд на зголемување, така што во текот на 2014 година тој број достигна 209.816. Ова значи 209.816 посети во подрачните служби на Фондот, а во паричен износ од 419.632€ (види слика 31). Воведувањето на е-услугите во рамки на колаборативниот здравствен информациски систем ќе го намали непотребното доаѓање на осигурените лица во подрачните служби на ФЗОМ и на ортопедски компании со што ќе се овозможи доставување на фактури по електронски пат преку соодветни електронски услуги (како што е прикажано на Слика 31). Нема да има потреба за осигурените лица да одат во подрачните служби на Фондот и да ја направат заверката. Тие ќе одат директно во ортопедски компании или продавница, да нарачаат или да си го подигнат ортопедското или друго помагало.



Слика 31: Заштеди за верификација на ортопедски и медицински помагала

Со имплементирање на е-сервиси и размена на податоци за осигурени лица во рамките на колаборативниот систем, за давателите на здравствена заштита и компаниите ќе се направи заштеда во време и транспорт. Институциите, кои споделуваат податоци со некој од учесниците во колаборативниот здравствен информациски систем, ќе направат заштеди во форма на хартија, печатење и трошоците за работна сила. Заштеди ќе се направат како резултат на отстранување на бараните документи на хартија, кои ќе бидат разменети помеѓу учесниците во колаборативниот модел. И покрај очигледните заштеди за Фондот, здравствените организации поради намалена бирократија, претпоставка е дека воведувањето на новите процеси на работа, значително ќе ги зајакне административните капацитети и намалување на потребата од човечка работна сила, која во иднина може да се

користи за други активности. Дополнителен аспект од пресметувањето на заштедите на хартија е да се транспонираат овие заштеди во заштита на животната средина, како резултат на намалената побарувачка за хартија (само за затворен број на институции вклучени во колаборативниот здравствен информациски систем). Конечно, времето поминато за остварување на правата од здравственото осигурување, услуги за осигурените лица, здравствените работници и компании е од непроценливо значење и за тоа не е направена пресметка.

Имплементирањето на информациски системи, како што е и предложениот колаборативен здравствен и информациски систем, со себе повлекува и вложување на одредени финансиски средства. Кога во пракса се спорведуваат вакви системи се поставува прашањето за враќањето на инвестицијата (engl. Return of investment-ROI). Враќањето на инвестицијата е заеднички пристап за мерење на стапката на поврат на вложените пари, во однос на зголемувањето на добивката која припаѓа на инвестицијата. Стандардна дефиниција за враќање на инвестицијата се дефинира на следниов начин:

ROI = (Добивка од инвестициите - Цена на инвестициите) / Цена на инвестициите

Имајќи предвид дека кај здравствените информациски системи се работи со чувствителни податоци како и тоа дека поради недостигот на детални финансиски податоци во врска со добивките или заштедите кои директно се однесуваат на системите кои се имплементираат во случајов ќе искористиме т.н точка на рентабилност (engl. break-even-point) наместо да се служиме со користење на стандардната дефиниција на ROI. Точката на рентабилност се дефинира како точка (момент) кога цената на трошоците и приходите се еднакви, односно точката во која добивката се изедначува со загубата. Jang et al. [120] ја дефинираат точка на рентабилност на имплементација на електронско здравствено досие во рамки на една клиника како број на месеци што се потребни за враќање на трошоците за инвестицијата за имплементација на системот како и други трошоци поврзани со имплементацијата, со зголемување на приходите и/или намалување на трошоците. Тие воведуваат три различни периоди по однос на кои може да се оценува зголемувањето на приходите и/или намалување на трошоците: период пред

имплементација на електронското здравствено досие, период за време на имплементација и период по имплементација.

Трошоците за имплементација на предложениот колаборативен здравствен информациски систем би се добила на следниов начин:

$$C_{kzis} = \sum_{i=1}^n C_i + \sum_{k=1}^m \sum_{i=1}^n F_{ki} \quad (1)$$

каде

C_{kzis} -се трошоци за имплементација на колаборативниот здравствен информациски систем;

C_i - трошоци за имплементација на i -от потсистеми кој е дел од колаборативниот здравствен информациски систем;

F_{ki} -трошоци за имплементација на прилагодбите и промените на поедините информациски системи кај учесниците во здравствениот систем (оние кои веќе располагаат со свои информациски системи како: здравствени установи, здравствени фондови, осигурителни компании и други) кон предложениот колаборативен здравствен информациски систем (трошоци на k -от учесник во здравствениот систем за интегрирање кон i -от потсистем).

Применувајќи го резултатот од [120], трошоците за имплементација на поедините потсистеми во рамките на колаборативниот здравствен информациски систем би се пресметале на следниов начин:

$$C_i = \sum_{k=1}^m \{[(NP_{vreme} - NP_{pred})/12] * m_{imp} + [(NP_{po} - NP_{pred})/12] * (m_{t_r} - m_{imp})\}_k \quad (2)$$

каде

NP_{vreme} - е годишниот нето приход на k -от учесник во колаборативниот здравствен информациски систем за време на воведувањето на i -от потсистем;

NP_{pred} - е годишниот нето приход на k -от учесник во колаборативниот здравствен информациски систем пред воведувањето на i -от потсистем;

NP_{po} - е годишниот нето приход на k -от учесник во колаборативниот здравствен информациски систем по воведувањето на i -от потсистем;

m_{imp} - број на месеци за имплементација на i -от потсистем кај k -от учесник;

m_{t_r} - број на месеци за постигнување на точката на рентабилност на i -от потсистем кај k -от учесник;

Годишната нето добивка на поединиот учесник во здравствениот систем се дефинира како збир од остварените приходи за завршени услуги кај учесникот намален за трошоците кои учесникот ги плаќа за одржување на секојдневните практики.

Во случај кога бројот на месеци за постигнување на точката на рентабилност е помала од бројот на месеци за имплементација, односно нето разликата помеѓу приходите пред имплементацијата и за време на имплементацијата на i -от потсистем кај k -от учесник е доволно голема за да се надоместат трошоците за имплементација на i -от потсистем тогаш цената на чинење се пресметува на следниов начин:

$$C_i = \sum_{k=1}^m \{ (NP_{vreme} - NP_{pred}) / 12 \} * m_{t_r} \}_k \quad (3)$$

Бидејќи во предложениот колаборативен здравствен информациски систем има повеќе учесници (пред сè здравствени установи) и секој од учесниците има по повеќе различни сервиси во тој случај не е можно да се определи точката на рентабилност со просечен придонес за секој сервис во рамки на еден учесник во колаборативниот систем [121]. Точката на рентабилност на k -от учесник би се определила на следниов начин:

$$TR_k = \frac{V_{T_k}}{P_{C_k} - P_{VC_k}} \quad (4)$$

каде

V_{T_k} - претставуваат вкупните фиксни трошоци кај k -от учесник во колаборативниот систем;

P_{C_k} - пондерираната просечна продажна цена (engl. weighted average selling price) кај k -от учесник во колаборативниот систем;

P_{VC_k} - пондерирани просечни променливи трошоци (engl. weighted average variable expenses) кај k -от учесник во колаборативниот систем;

Здравствените установи се услужни индустрии кои немаат материјални производи, но кај нив може да се идентификуваат единиците на производство кои се поврзани со продажните цени. Во конкретниов случај

$$P \cdot C_k = \sum_{j=1}^p C_{kj} * P_{kj} \quad (5)$$

$$P \cdot VC_k = \sum_{j=1}^p VC_{kj} * P_{kj} \quad (6)$$

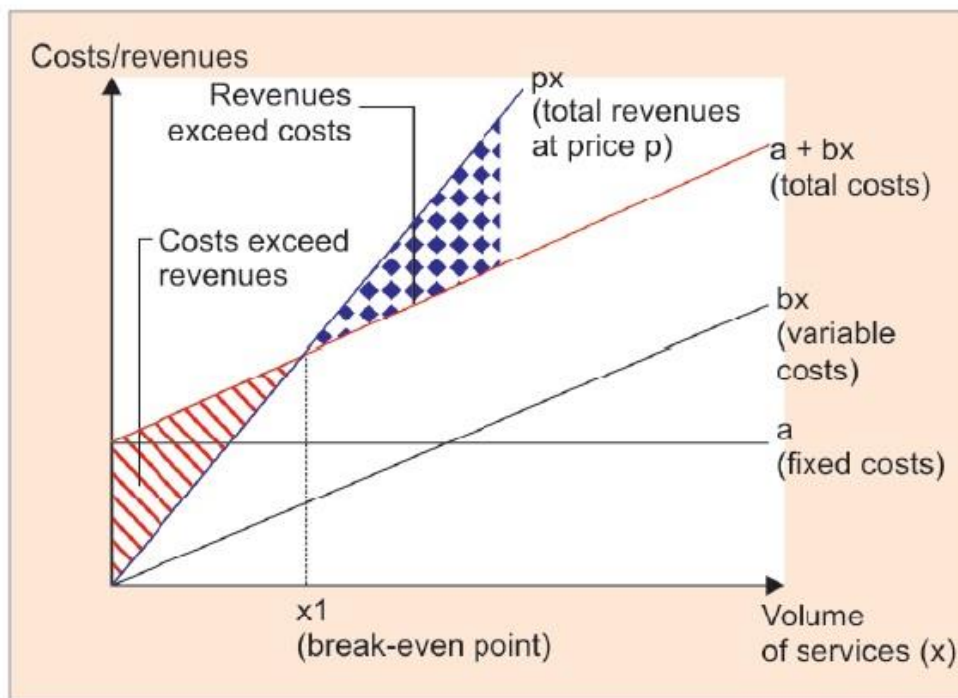
каде

C_{kj} – претставува продажна цена на j -от сервис кај k -от учесник во колаборативниот здравствен информациски систем;

P_{kj} - претставува процент на продажба на j -от сервис кај k -от учесник во колаборативниот здравствен информациски систем;

VC_{kj} – претставува променливи трошоци за j -от сервис кај k -от учесник во колаборативниот здравствен информациски систем;

На следната слика е претставена точката на рентабилност.



Слика 32: Точка на рентабилност [121]

Покрај утврдување на трошоците за имплементирање на предложениот колаборативен здравствен информациски систем како и точката на рентабилност, мошне значајно за предложениот колаборативен здравствен информациски систем е утврдување на вкупните заштеди од предложениот систем. Иако вкупните заштеди од имплементација на предложениот систем е тешко да се утврдат сепак некоја општа формула по која истите би можеле да се пресметаат е следнава:

$$ZAS = \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^m Z_{ij} \quad (7)$$

каде

Z_{ij} – е заштеда кај i -от учесник во колаборативниот здравствен информациски систем од j -от сервис (услуга).

Треба да се напомене дека не кај сите услуги може да се пресметаат заштедите но треба да се напомене дека во сите случаи при ова утврдување е потребно колку што е можно сите фактори кои влијаат на заштедата да бидат претворени преку финансиски параметри. Во претходниот дел од текстот се разгледувани и утврдени некои од овие заштеди.

Воведувањето на електронските услуги има позитивно влијание врз подобрување на здравствената заштита. Спроведувањето на предложениот колаборативен здравствен информациски систем, како електронска услуга, во голема мера ќе го зголеми квалитетот на здравствената заштита што може да се види од споредбата на податоците добиени од два ИТ системи во случај на македонскиот здравствен информациски системи.

Точната анализа на трошоци и придобивки земајќи ги предвид сите фактори кои влијаат на подобрување на квалитетот на здравствената заштита со примена на предложениот колаборативен систем не може да се направи, бидејќи не може да предвидат сите финансиски елементи.

Постојат многу предизвици за поттикнување на нови колаборативни модели на облак компјутери во здравството. Неколку барања и услови мора да бидат земени предвид кога чувствителните медицински и приватни административни податоци се

пренесуваат во облак-базираната платформа. Со цел да се направи овој процес полесен, давателите на здравствени услуги, или здравствени власти, мора да ги информираат своите пациенти на промени и како нивните податоци ќе бидат управувани и чувани. Законските механизми во однос на безбедноста и приватноста на податоците исто така се важни. Стратешкото планирање е неопходно за да се испита бројот на вработените, буџетот, организациската култура, технологија во здравствениот сектор и владините регулативи кои може да влијаат врз него, да ги проценат своите можности, да се постигне целта и да ги идентификуваат стратегиите со цел да се движи напред.

Модуларниот пристап во имплементацијата на системот претставува гаранција за приспособливост на облак-базираната платформа во однос на компјутерските ресурси и надградба на специфичните модули.

Користена литература за глава 6

- [10] Todevski M., Sarkanjac S.J., Trajanov D. Analysis of introducing one stop shop administrative services: a case study of the Republic of Macedonia. *Transylvanian Review of Administrative Sciences*, Vol. 38E, pp: 180-201 (2013).
- [32] Jansen W. A. Cloud Hooks: Security and Privacy Issues in Cloud Computing. In *Proceedings of the 44th Hawaii International Conference on System Sciences*. (2011).
- [37] Kinastowski W. Digital Signature as a Cloud-based Service. In: *Cloud computing 2013: The Fourth International Conference on Cloud Computing, GRIDs, and Virtualization* (eds Zimmermann, W.). IARIA 2013 Copyright. (2013).
- [102] Gavrilov G., Vlahu-Gjorgievska E., Trajkovic V. Connected Health Development in R. Macedonia: Focus on Health Insurance Fund. In Loshkovsa S., Koceski S., editors. *ICT Innovations 2015. Web Proceedings ISSN 1857-7288*; pp: 282-292. (2015).
- [114] Bergmo T.S. How to Measure Costs and Benefits of eHealth Interventions: An Overview of Methods and Frameworks. *Journal of Medical Internet Research*, Vol. 17, No. 11, e254. (November 2015).
- [115] Genge B., Bereş A., Piroska Haller. A Survey on Cloud-based Software Platforms to Implement Secure Smart Grids. *IEEE Copyright*. (2014).
- [116] Kharche H. and Chouhan D. S. Building Trust In Cloud Using Public Key Infrastructure -A step towards cloud trust. *International Journal of Advanced Computer Science and Applications*, Vol. 3, No. 3, pp: 26-31. (March 2012).
- [117] State Statistical Office of the Republic of Macedonia (2015) Statistical data: births, by vitality and sex, 1994-2015. Online at: <http://www.stat.gov.mk/OblastOpsto.aspx?id=2>, (проверено во септември 2016).
- [118] Velinov G., Jakimovski B., Lesovski D. et al.: EHR System Moj Termin: Implementation and Initial Data Analysis. In: Cornet et al. (eds): *Digital Healthcare Empowering Europeans*. European Federation for Medical Informatics (EFMI), pp: 872-876. (2015).
- [119] Health Insurance Fund of Macedonia (2014) Annual Report 2014, Online at: <http://www.fzo.org.mk/WBStorage/Files/Godisen%20izvestaj%202014%20KONECEN.pdf> (проверено во ноември 2015).
- [120] Jang Y., Lortie a.M., Sanche S. Return on Investment in Electronic Health Records in Primary Care Practices: A Mixed-Methods Study. *JMIR medical informatics*, Vol. 2, No. 2, e25. (2014).
- [121] Pranav K. C., Saroj K. P., Maclhav M. S., Glinny K. Break-Even Analysis in Healthcare Setup. *International Journal of Research Foundation of Hospital and Healthcare Administration*, Vol. 1, No. 1, pp: 29-32. (2013).

7. Заклучок

Во оваа докторска дисертација презентирани се колаборативен здравствен информациски систем базиран на нови технологии. Предложениот колаборативен систем претставува една платформа која ги обединува одделните ИТ потсистеми кај сите учесници во еден здравствен информациски систем во облак базирана средина.

Колаборативниот здравствен информациски систем, претставен во оваа докторска дисертација, е комплексен систем составен од повеќе информациски системи кои се користат од страна на административниот и медицинскиот персонал (секој од овие поделни информациски системи во себе содржи повеќе потсистеми), складишта на медицински и финансиски податоци, мобилни апликации, систем за обезбедување на електронски идентитет за секој осигуреник/граѓанин и дополнителни сервиси.

Нивото на технолошки развој во одредени информациско-комуникациски науки врши притисок за користење на придобивките од достигнувањата на современата технологијата од кои директно зависи нивото на развој на самото општество. Како резултат на ова, може да се констатира дека како што бројот на податоци се зголемува и технологијата напреднува, во исто време проблемот со интеграцијата на информациите и податоците претставува поголем предизвик. Со цел оптимално искористување на сите ресурси во здравствениот систем, предложениот колаборативен здравствен информациски систем претставува едно можно решение кое ќе обезбеди интеграција на сите учесници во системот чија крајна цел е подобра и поквалитетна здравствена заштита.

Но, она по што се разликува предложениот колаборативен систем од останатите, односно неговата основна предност е флексибилноста, безбедноста и достапноста на медицинските и административни податоци при користењето на здравствената заштита. Предложениот колаборативен здравствен информациски систем

обезбедува поголема колаборација и размена на податоците во реално време помеѓу сите учесници во здравствениот систем.

Предложениот систем нуди можност за користење на дигиталните сертификати сместени на паметни картички, токени или интеграција со т.н сервер-базирани системи за дигитално потпишување. Токму можноста за интеграција со сервер-базираните системи за дигитално потпишување и автентикацијата го прават нашиот систем пофлексибилен во користењето на новите технологии како што се паметните уреди (паметни телефони и таблети). Во ситуации на користење на дигитално потпишување и автентикација, користењето на сервер-базираното потпишување го прави нашиот систем независен од дополнителни хардверски ресурси и дополнителни софтвери. Ова во комбинација со предностите на облак-базираната технологија овозможува намалување на трошоците за инвестиција во набавка на хардверски компоненти.

При описот на архитектурата на предложениот колаборативен здравствен информациски систем, комуникацијата меѓу одделните учесници во здравствениот систем се базира на меѓународно прифатени стандарди и технологии карактеристични за размена на лични административни и медицински податоци.

Презентираните безбедносни критериуми и стандарди за приватноста и безбедноста на податоците во предложениот колаборативен здравствен информациски систем се посебно значајни бидејќи податоците кои се разменуваат се лични и медицински податоци за чие споделување е потребна согласност од страна на сопствениците на истите како и нивна заштита од злоупотреби и неправилна употреба.

Централно место, во предложениот колаборативен здравствен информациски систем базиран на нови технологии, зазема електронскиот здравствен картон како централизиран систем кој врши интегрирање на сите медицински и административни податоци на едно место. Предложениот модел на електронски здравствен картон претставува предлог решение кое е сублимат од најдобрите практични имплементации и студии во полето на електронски здравствен картон и областа на технологијата на дигитални потписи во целиот свет. Покрај него во предложениот колаборативен систем се опфатени и останати компоненти и делови

кои се неопходни за целосно функционирање на еден колаборативен здравствен информациски систем каков што е и предложениот.

За одредување на ефективност и евалуирање на предложениот колаборативен здравствен информациски систем беше направена споредба на применливоста на истиот во случајот на македонскиот здравствен информациски систем. Анализата беше направена на податоците кои во моментот се достапни во двата поголеми информациски системи во македонскиот здравствен информациски систем, кои на некој начин може да се земат како точни (со мал процент на неконзистентност на истите). Анализата и споредбата на податоците добиени од овие потсистеми покажа дека примената на предложениот колаборативен здравствен информациски систем нуди дополнителна заштеда на финансиски средства. Покрај тоа, анализата покажа дека примената на предложениот колаборативен систем влијае на поголема достапност на податоците и намалување на времето потрошено за обезбедување на дополнителни документи и информации во рамките на здравствениот систем било да станува збор за остварување на одредено право од здравствено осигурување било при пружањето на здравствената заштита. На крај не помалку од значење е и тоа што предложениот колаборативен здравствен информациски систем нуди можност за оптимизирање на деловните процеси во рамките на здравствениот систем.

Од претходно изнесеното може да се заклучи дека предложениот колаборативен здравствен информациски систем базиран на нови технологии нуди: заштеда на финансиски средства, намалување на непотребно губење на време за: пациентите, лекарите, медицинскиот и административен персонал, побрзо остварување на правата од здравствено осигурување, подобрување на квалитетот на податоците кои се прибираат и обработуваат во здравствениот систем, поголема достапност на податоците што води кон крајната цел подобра, понавремена и поквалитетна здравствена заштита на граѓаните. Од друга страна еднозначно прибраните податоци и нивната достапност ќе овозможат правење на разни анализи кои понатаму ќе помогнат на здравствените власти во креирањето на соодветни здравствени политики.

8. Користена литература

- [1] Reay J.B. Got Data? Got Governance? Leveraging Data across the Continuum of Care to Serve the Next Generation Health Initiatives. *Journal of Healthcare Information Management*. vol. 27, no. 3, pp: 54-59. (2013).
- [2] Bélanger E., Bartlett G., Dawes M., Rodríguez C., Gidoni I.H. Examining the evidence of the impact of health information technology in primary care: An argument for participatory research with health professionals and patients. *International journal of medical informatics*. vol. 81, pp. 654-662. (2012).
- [3] Hayrinen K., Saranto K., Nykanen P. Definition, structure, content, use and impacts of electronic health records: A review of the research literature. *International journal of medical informatics*, vol. 77, pp: 291-304. (2008).
- [4] Ionescu B., Gadea C., Solomon B., Ionescu D., Stoicu-Tivadar V., Trifan M. A Cloud Based Real-Time Collaborative Platform for eHealth. In *Proceedings of MIE2015: Digital Healthcare Empowering Europeans*. Spain: EFMI, pp: 919-923. (2015).
- [5] Directive 2011/24/EU of the European Parliament and of the Council of 9 March 2011 on the application of patients' rights in cross-border healthcare. *Official Journal of the European Union*. L 88/45. (2011)
- [6] Bria B., Kennedy R., Womack D. Learning from the EHR for Quality Improvement, A Descriptive Study of Organizational Practices. *Journal of Healthcare Information Management*, Vol. 26 No. 3, pp: 46-51 (Summer 2012).
- [7] Lu Y., Xiao Y., Sears A. et al. A review and a framework of handheld computer adoption in healthcare. *International Journal of Medical Informatics*, Vol. 74, No. 5, pp: 409-422. (2005)
- [8] Eva M.C., Gabriel C.N.J., Marcelina S.L. Understanding patient e-loyalty toward online health care services. *Health Care Management Review*, Vol. 38, No. 1, pp: 61-70 (January/March 2013).
- [9] Margraf M. The New German ID Card. In: Pohlmann, N., Reimer, H., Schneider, W. (eds.) *ISSE 2010 Securing Electronic Business Processes*, pp: 367-373. Springer, Fachmedien Wiesbaden GmbH (2011).
- [10] Todevski M., Sarkanjac S.J., Trajanov D. Analysis of introducing one stop shop administrative services: a case study of the Republic of Macedonia. *Transylvanian Review of Administrative Sciences*, Vol. 38E, pp: 180-201 (2013).
- [11] Jain S.H., Seidman J. and Blumenthal D. How Health Plans, Health Systems, and Others In The Private Sector Can Stimulate 'Meaningful Use'. *Health Affairs*, Vol. 29, No. 9, pp: 1667–1670. (2010).
- [12] Miller A.R., Tucker C. Health information exchange, system size and information silos. *Journal for Health Economics*, Vol. 33, pp: 28-42 (January 2014).
- [13] Ralston J.D., Martin D.P., Anderson M.L. et al. Group health cooperative's transformation toward patient-centered access. *Medical Care Research and Review* Vol. 66, No. 6, pp: 703-724. (December 2009).

- [14] Milstein J.A., Ronchi E., Cohen G.R., Winn L.A.P., Jha A.K. Benchmarking health IT among OECD countries: better data for better policy. *Journal of American Medical Information Association*, Vol. 21, No. 1, pp: 111–116 (January/February 2014).
- [15] Chowdhury B., Chowdhury M., D'Souza C. and Sultana, N. “Web Health Portal to Enhance Patient Safety in Australian Healthcare Systems”, in Lee, R. (ed.), *Software Engineering, Artificial Intelligence*, NPD 2011, Springer-Verlag Berlin Heidelberg, Chennai, pp: 91–101. (2011).
- [16] Páez D.G., Ascanio J.R., Giráldez, I. and Rubio, M. “Integrating Personalized Health Care and Information Access for Elder People”, in Novais, P., Preuveneers, D., Corchado, J.M. (Ed.), *Ambient Intelligence - Software and Applications*, Springer- Verlag Berlin Heidelberg, Berlin, Germany, pp: 33–40. (2011).
- [17] Kraschnewski J.L., Gabbay R.A. Role of Health Information Technologies in the Patient-Centered Medical Home, *Journal of Diabetes Science and Technology*, Vol. 7, No. 5, pp: 1377-1386. (September 2013).
- [18] Walji MF, Kalenderian E, Piotrowski, M, Tran, D, Kookal KK, Tokede O, et al. Are three methods better than one? A comparative assessment of usability evaluation methods in an EHR. *International journal of medical informatics*. Vol. 83 pp: 361-368. (May 2014)
- [19] HL7 Inc. Available from: <http://www.hl7.org/>. (проверено во јуни 2015).
- [20] ISO 13606-1. Health informatics – Electronic health record communication – Part1: Reference model. Available from: http://www.iso.org/iso/catalogue_detail.htm?csnumber=40784. (проверено на 15 септември 2015).
- [21] Beale T. The open EHR Archetype Model (AOM) version 1.0.1. Available from: <http://www.openehr.org/releases/1.0.1/architecture/am/aom.pdf>. (проверено на 15 јуни 2015).
- [22] Lopez D.M., Blobel B. Enhanced Semantic Interoperability by Profiling Health Informatics Standards. *Methods of Information in Medicine*. Vol. 48, No. 2. (2009).
- [23] Cohen R., Elhadad M., Elhadad N. Redundancy in electronic health record corpora: analysis, impact on text mining performance and mitigation strategies. *BMC Bioinformatics*. (2013).
- [24] Metzger M.H., Durand T., Lallich S., Salamon R., Castets P. The use of regional platforms for managing electronic health records for the production of regional public health indicators in France. *BMC Medical Informatics and Decision Making*. pp: 12-28. (2012).
- [25] McGinn C.A., Gagnon M.P., Shaw N., Sicotte C., Mathieu L., Leduc Y. et al. Users' perspectives of key factors to implementing electronic health records in Canada: a Delphi study. *BMC Medical Informatics and Decision Making*. pp: 12:105. (2012).
- [26] Tobias D., Ali S., German Health Information Technology Infrastructure: A Large-Scale Network Offering Support for Software Engineering in Health Care. *Leveraging the German Health IT Infrastructure to Support Software Engineering in Health Care*. (January 2014).
- [27] Duftschmida G., Rinnera C., Kohlera M., Bloderb G.H., Saboorb S. and Ammenwerth E. The EHR-ARCHE project: Satisfying clinical information needs in a Shared Electronic Health Record System based on IHE XDS and Archetypes. *International journal of medical informatics*, Vol. 82, No. 12, pp: 1195-1207. (2013).

- [28] Lomotey R.K., Deters R. Efficient consumption of the electronic health record in mHealth. *Network Modeling Analysis in Health Informatics and Bioinformatics*. pp: 3:51. (2014).
- [29] Fernández-Cardeñosa G., De la Torre-Díez I., López-Coronado M. et al. Analysis of cloud-based solutions on EHRs systems in different scenarios. *Journal of Medical System*, Vol. 36, No. 6, pp: 3777-3782. (2012).
- [30] Fernández-Cardeñosa G., De la Torre-Díez I., Rodrigues J.J.P.C. Analysis of the Cloud Computing Paradigm on Mobile Health Records Systems. In: *Proceedings of the Sixth International Conference on Innovative Mobile and Internet Services in Ubiquitous Computing*, Palermo, Italy, July 2012, pp: 927-932. IEEE Computer Society Washington, DC, USA. (2012).
- [31] Löhr H., Sadeghi A. R., Winandy M. Securing the E-Health Cloud. In *Proceedings of the 1st ACM International Health Informatics Symposium, IHI 2010*. (2010).
- [32] Jansen W. A. Cloud Hooks: Security and Privacy Issues in Cloud Computing. In *Proceedings of the 44th Hawaii International Conference on System Sciences*. (2011).
- [33] Rodrigues J.J.P.C., de la Torre I., Fernández G. et al. Analysis of the Security and Privacy Requirements of Cloud-Based Electronic Health Records Systems. *Journal of medical internet research*, Vol. 15, No. 8, pp: 186-195. (2013).
- [34] Ruoyu W., Gail-Joon A., Hongxin H. Secure Sharing of Electronic Health Records in Clouds. *Collaborate Com 2012 - Proceedings of the 8th International Conference on Collaborative Computing: Networking, Applications and Worksharing*. pp: 711-718. (2012).
- [35] Alshehri S., Radziszowski S., Raj R.K. Designing a Secure Cloud-Based EHR System using Ciphertext-Policy Attribute-Based Encryption. *Proc. DMC*, pp: 21-25. (2012).
- [36] Rath C., Roth S., Schallar M., et al. Design and Application of a Secure and Flexible Server-Based Mobile eID and e-Signature Solution. *International Journal on Advances in Security*, Vol. 17, No. 3 & 4, pp: 50-61. (2014).
- [37] Kinastowski W. Digital Signature as a Cloud-based Service. In: *Cloud computing 2013: The Fourth International Conference on Cloud Computing, GRIDs, and Virtualization* (eds Zimmermann, W.). IARIA 2013 Copyright. (2013).
- [38] Haux R., Health information systems- past, present, future. *International Journal of Medical Informatics* **75**, pp. 268-281. (2006).
- [39] Ludwick D.A., Doucette J., Adopting electronic medical records in primary care: Lessons learned from health information systems implementation experience in seven countries. *International journal of medical informatics* **78**, pp. 22-31. (2009).
- [40] Stansfield S., Walsh J., Prata N. and Evans, T. *Information to Improve Decision Making for Health*, pp: 1017-1030. New York, Oxford University Place. *Disease Control Priorities in Developing Countries* (2nd Edition). (2006).
- [41] WHO Regional Office for Europe. Framework of a support tool for national health information strategies for implementation of Health 2020 and beyond. In: *Twenty-first Standing Committee of the Regional Committee for Europe. Third session*. Copenhagen: WHO Regional Office for Europe: (document EUR/ SC21(3)/9). (June 2014)
- [42] Lippeveld T. Routine health information systems: the glue of a unified health system. Keynote address at the Workshop on Issues and Innovation in Routine Health Information in Developing Countries, Potomac, March 14-16. Washington DC. (2001).

- [43] Almunawar M.N., and Anshari M. Health Information Systems (HIS): Concept and technology. Yogyakarta, Indonesia: International Conference Informatics Development. (2011).
- [44] Karen A., Frances A., Wickham L.J., Glaser P. History and evolution of health care information systems. In Health care information systems: A practical Approach for Health Care Management books, Jossey- Bass A Wiley Imprint second edition. (2009).
- [45] Braa J. and Humberto M. Building collaborative networks in Africa on health information systems and open source software development - Experience from the HISP/BEANISH network. (2007).
- [46] Sahay S., Monteiro E. and Aanestad M. Towards a political perspective of integration in IS research: The case of health information system in India, Information Technology for Development, Vol. 15, No 2, pp: 83-94. (April 2009).
- [47] Yang H., Liu K. and Li, W. Adaptive requirement-driven architecture for integrated health care systems. Journal of Computers, 5(2), pp: 186-193. (2010).
- [48] Ahmed N. S. and Yasin N. M. Improvement the Cooperation Feature in Distributed Healthcare Information Systems Based on the Fractal Approach: An Empirical Study. Advanced Materials Research, Vol. 463, pp: 861-867. (2012).
- [49] Gaboury I., Bujold M., Boon H. and Moher D. Interprofessional collaboration within Canadian integrative healthcare clinics: Key components. Social Science & Medicine, Vol. 69, No. 5, pp: 707-715. (2009).
- [50] Scandurra I., Häggglund M. and Koch S. From user needs to system specifications: multi-disciplinary thematic seminars as a collaborative design method for development of health information systems. Journal of biomedical informatics, Vol. 41, No. 4, pp: 557-569. (2008).
- [51] Goldzweig C. L., Towfigh A., Maglione M. and Shekelle P. G. Costs and benefits of health information technology: new trends from the literature. Health Affairs, Vol. 28, No. 2, pp: 282-293. (2009).
- [52] Chen L., Yang J. J., Wang Q. and Niu Y. A framework for privacy preserving healthcare data sharing. Paper presented at the e-Health Networking, Applications and Services (Healthcom), 2012 IEEE 14th International Conferenceon. (2012).
- [53] Hillestad R., Bigelow J., Bower A., Girosi F., Meili R., Scoville R. and Taylor R. Can electronic medical record systems transform health care? Potential Health benefits, savings, and costs. Health Affairs, Vol. 24, No. 5, pp: 1103-1117. (2005).
- [54] Fried B., Carpenter W. R. and Deming W. E. Understanding and improving team effectiveness in quality improvement. McLaughlin and Kaluzny's Continuous Quality Improvement in HealthCare, vol. 117. (2011).
- [55] Tierney W. M., Achieng M., Baker E., Bell A., Biondich P., Braitstein P. McKown B. Experience implementing electronic health records in three East African countries. Study in Health Technology Information, 160(Pt1), pp: 371-375. (2010).
- [56] VanVactor J. D. Collaborative leadership model in the management of health care. Journal of Business Research, 65(4), pp: 555-561. (2012).
- [57] Reddy M. C., Gorman P. and Bardram J. Special issue on supporting collaboration in healthcare settings: The role of informatics. International Journal of Medical Informatics, 80(8), pp: 541-543. (2011).

- [58] Burnes B. L., Georges C.A., Hunter V., Long O., Wray R. Community health collaboration models for the 21st century. *Nrsg Admin Qrtly* 1998. Vol. 22, No. 3, pp: 6-17. (1998).
- [59] Burgess J.F., Carey K. and Young G.J. The Effect of Network Arrangements on Hospital Pricing Behavior. *Journal of Health Economics*, 24, pp: 391-405. <http://dx.doi.org/10.1016/j.jhealeco.2004.10.002>. (2005).
- [60] Getzenberg J., Cohen S., Herd J., Sayer J. and Vandebroek K. The Chicago Health Care Access Puzzle: Fitting the Pieces Together. Chicago Department of Public Health, Office of Policy & Planning, Chicago. (2008).
- [61] Wachter R.M. The “Dis-Location” of U.S. Medicine-The Implications of Medical Outsourcing. *The New England Journal of Medicine*, Vol. 354, pp: 661-665. <http://dx.doi.org/10.1056/NEJMp058258>. (2006).
- [62] Lai I.K.W., Tam S.K.T. and Chan M.F.S. Knowledge Cloud System for Network Collaboration: A Case Study in Medical Service Industry in China. *Expert Systems with Applications*, Vol. 39, pp: 12205-12212. <http://dx.doi.org/10.1016/j.eswa.2012.04.057>. (2012).
- [63] Bates D.W. and Wright A. Evaluating eHealth: undertaking robust international cross cultural eHealth research. *PLoS. Med.*, Vol. 6, (9). (2009).
- [64] Mitchell J. *From Telehealth to E-health: the unstoppable rise of E-health*, Federal Australian Department of Communications, Information Technology and the Arts (DOCITA). (1999).
- [65] Eysenbach G. What is e-Health?. *Journal of Medical Internet Research*, vol 3, no 2, e20. (2001).
- [66] BASHSHUR R.L. On the Definition and Evaluation of Telemedicine. *Telemedicine Journal*, Vol. 1, No. 1, pp: 19-30 available from: <http://dx.doi.org/10.1089/tmj.1.1995.1.19> (1995).
- [67] Della Mea, V. What is e-Health (2): The death of telemedicine? *Journal of Medical Internet Research*, vol. 3, No. 2. (2001).
- [68] Users Award, Healthcare IT Report 2010 - a summary and Health-IT Report 2010 surveys, flow studies and follow-up care-IT map 2004: in Swedish. <http://www.usersaward.com/> (проверено во јануари 2015).
- [69] Scandurra I, Åhlfeldt R, Persson A, Hägglund M., Building Usability into National eHealth Strategies, an Action Research Approach. The 4th Infrastructure workshop on Infrastructures for Healthcare: Action Research, Interventions, and Participatory Design. Tromsø, Norway. (June 2013).
- [70] Viitanen J., Hyppönen H., Lääveri T., Vänskä J., Reponen J. and Winblad I. National questionnaire study on clinical ICT systems proofs: Physicians suffer from poor usability. *International Journal of Medical Informatics*, Vol. 80, pp: 708-725. (2011).
- [71] Scandurra I., Hägglund M., Persson A. and Åhlfeldt R.M, Disturbing or Facilitating? – On the Usability of Swedish eHealth Systems 2013. *e-Health – For Continuity of Care* C. Lovis et al. (Eds.) European Federation for Medical Informatics and IOS Press. (2014)
- [72] Detmer D., Bloomrosen M., Raymond B., Tang P. Integrated personal health records: transformative tools for consumer- centric care. *BMC Medical Informatics Decision Making*. Vol. 8(1): pp: 45. (2008).
- [73] Alvarez R.C. The promise of e-health: a Canadian perspective. *eHealth Int*. Vol. 1(1):4. (2002).

- [74] Pollak V.E. and Lorch J.A. Effect of electronic patient record use on mortality in end stage renal disease, a model chronic disease: retrospective analysis of nine years of prospectively collected data. BMC Medical Informatics Decision Making. Vol. 7(1), No. 38. (2007).
- [75] Garrido T., Jamieson L., Zhou Y., Wiesenthal A. and Liang L. Effect of electronic health records in ambulatory care: retrospective, serial, cross sectional study. BMJ, Vol. 330, No. 7491, pp: 581. (2005).
- [76] Wang S.J., Middleton B., Prosser L.A., Bardon C.G., Spurr C.D. and Carchidi P.J. A cost-benefit analysis of electronic medical records in primary care. American Journal of Medicine. Vol. 114, No. 5. pp: 397-403. (2003).
- [77] Winter A., Haux R., Ammenwerth E., Brigl B., Hellrung N., Jahn F. Challenges for Health Information Systems. Health Information Systems - Architectures and Strategies. London: Springer. pp: 38-40. (2011).
- [78] Dentler K., Teije A., de Keizer N. and Cornet R. Barriers to the reuse of routinely recorded clinical data: a field report. Studies in health technology and informatics. Vol. 192, pp: 313-320. (2013).
- [79] Healthcare Information and Management System Society, What is interoperability?. Online at: <http://www.himss.org/library/interoperability-standards/what-is>. (проверено во октомври 2015).
- [80] The Office of the National Coordinator for Health Information Technology. Connecting Health and Care for the Nation: A Ten Year Vision to Achieve Interoperable Health IT Infrastructure. Online at: <https://www.healthit.gov/sites/default/files/ONC10yearInteroperabilityConceptPaper.pdf>. (проверено во септември 2016).
- [81] Chronaki C., Estelrich A., Cangioli G., Melgara M., Kalra D., Gonzaga Z., Garber L., Blechman E., Ferguson J., Kay S. Interoperability Standards enabling cross-border Patient Summary Exchange. Stud Health Technol Inform. Vol. 205, pp: 256-60. (2014).
- [82] Zefferer T. and Krnjic V. Usability evaluation of electronic signature based e-government solutions. In Proceedings of the IADIS International Conference WWW/INTERNET 2012, pp: 227 – 234. (2012).
- [83] Brugger J., Fraefel M. and Riedl R. R. Raising Acceptance of Cross-Border eID Federation by Value Alignment. Electronic Journal of e-Government Vol. 12 Issue 2, pp: 179-189, (2014).
- [84] Zefferer T. and Zwattendorfer B. An Implementation-independent Evaluation Model for Server-based Signature Solutions. 10th International Conference on Web Information Systems and Technologies (WEBIST), pp: 302-309. (2014).
- [85] ISO/DTR 20514:2005 (2005) Health Informatics-Electronic Health Record- Definition, Scope, and Context. Online at: http://www.iso.org/iso/iso_catalogue/catalogue_tc/catalogue_detail.htm?csnumber=39525, (проверено во јули 2015)
- [86] Angst C.M., Agarwal R. Adoption of electronic health records in the presence of privacy concerns: The elaboration like lihood model and individual persuasion. Management Information Systems Quarterly, Vol. 33. No. 2, pp: 339-370. (2009).
- [87] El-Sappagh S.H., El-Masri S., Riad A.M. et al. Electronic Health Record Data Model Optimized for Knowledge Discovery. International Journal of Computer Science, Vol. 9, No. 5, pp: 329-338. (2012).

- [88] Aissaouii, A., Aissaouii, M., Jabri Y. For a Cloud computing based Open Source E-Health Solution for Emerging Countries. *International Journal of Computer Applications*, Vol. 84, No. 11, pp: 1-6. (2013).
- [89] Fonseca M., Karkaletsis K., Cruz I.A. et al. OpenNCP: a novel framework to foster cross-border e-Health services. In: Cornet et al. (eds): *Digital Healthcare Empowering Europeans*. European Federation for Medical Informatics (EFMI), pp: 617 – 621. (2015)
- [90] Cryptomathic's Response to Eurosmart Paper on Server Signing, Online at: https://www.cryptomathic.com/hubfs/docs/cryptomathics_response_to_eurosmart_paper_on_server_signing.pdf. (проверено во септември 2016).
- [91] Ruiz-Martinez A., Sanchez-Martinez D., Martinez-Montesinos M. and Gomez-Skarmeta A. F. A survey of electronic signature solutions in mobile devices. *JTAER*, Vol. 2, no. 3, pp: 94-109. (2007).
- [92] Pisko E. Mobile electronic signatures: Progression from mobile service to mobile application unit. in *ICMB*. IEEE Computer Society, pp: 6. (2007).
- [93] Rath C., Roth S., Schallar M. and Zefferer T., A Secure and Flexible Server- Based Mobile eID and e-Signature Solution, *ICDS 2014: The Eighth International Conference on Digital Society*. (2014).
- [94] Orthacker C., Centner M., and Kittl C. Qualified mobile server signature, in *Security and Privacy – Silver Linings in the Cloud*, ser. *IFIP Advances in Information and Communication Technology*, K. Rannenber, V. Varadharajan, and C. Weber, Eds., vol. 330. Springer Berlin Heidelberg, pp: 103–111. (2010).
- [95] Server based signature service- Overview, Based on federated identity Swedish e-Identification infrastructure. Online at: http://aaa-sec.com/eid2/sigsupport/CentralSigningOverview_020_en.pdf. (проверено во јуни 2016).
- [96] Rosen M., Lublinsk B., Smith K. T., Marc J. Balcer *Applied SOA: Service-Oriented Architecture and Design Strategies*, Wiley Publishing, Inc., (2008)
- [97] Brodecki B., Sasak P, Szychowiak M. Security Policy Definition Framework for SOA-based systems. In G. Vossen, D.D.E. Long, and J.X. Yu (eds.) *Proceedings of the 10th International Conference on Web Information Systems Engineering WISE 2009* (<http://wise2009.ue.poznan.pl/>); in *LNCS 3802*, pp: 589-596. (2009).
- [98] de Mello E., Wingham M., da Silva Fraga J., de Camargo E. and da Silva Boger D. A model for authentication credentials translation in service-oriented architecture. In Gavrilova, M., Tan, C., and Moreno, E., editors, *Transactions on Computational Science IV*, volume 5430 of *Lecture Notes in Computer Science*, pp: 68–86. Springer Berlin / Heidelberg. (2009).
- [99] Jung M., Hofer T., Kastner W. and Döbelt S. Protecting Data Assets in a Smart Grid SOA, *Journal of Internet Technology and Secured Transactions (JITST)*, Vol. 2, Issues 3,4. (September/December 2013).
- [100] Yoon J. K., Access Control Service Oriented Architecture Security, <http://www.cse.wustl.edu/~jain/cse571-09/ftp/soa.pdf>. (проверено на 10.11.2016)
- [101] Gavrilov G., Vlahu-Gjorgievska E., Trajkovik V.: Analysis of introducing e-services: a case study of Health Insurance Fund of Macedonia. *Journal of Health Organization and Management*, Vol. 30, No. 3, pp: 354 - 371. (April 2016).

- [102] Gavrilov G, Vlahu-Gjorgievska E., Trajkovik V. Connected Health Development in R. Macedonia: Focus on Health Insurance Fund. In Loshkovsa S., Koceski S., editors. ICT Innovations 2015. Web Proceedings ISSN 1857-7288; pp: 282-292. (2015).
- [103] eHealth Initiative and Center for Improving Medication Management. A Clinician’s Guide to Electronic Prescribing. <http://www.aaos.org/research/committee/evidence/eprescribing-guide.pdf> (проверено на 17.12. 2014).
- [104] Palm W., Wismar M., van Ginneken E., Busse R., Ernst K. and Figueras J. Towards a renewed Community framework for safe, high-quality and efficient cross-border health care within the European Union. In Wismar et al. (eds): Cross-border health care in the European Union Mapping and analysing practices and policies. European Observatory on Health Systems and Policies. pp: 23-47. (2011).
- [105] European Commission, Directorate-General for Communications Networks, Content and Technology, “e-Health European Interoperability Framework Study Report,” European Commission,(проверено во 2014).
- [106] Manniche S., Gustafsson S., Hypponen K., Berler A., Parisot C., Caumanns J., Bittins S., Lotti S., Cangioli G., Mano L., Fonseca M., Gaudinat A., Melgara M. Open Source NCP Design and Release Notes. Online at: http://www.epsos.eu/uploads/tx_epsosfileshare/D3.B.2_App_B_OSS_NCPDesign_V1.1.1-RC0.pdf (проверено во мај 2018).
- [107] D3.3.2 Final epSOS System Technical Specification. Online at: http://www.epsos.eu/uploads/tx_epsosfileshare/D3.3.2_Final_epSOS_System_Technical_Specifications_01.pdf (проверено во септември 2016).
- [108] Cross-Enterprise User Assertion (XUA) - IHE Wiki. Online at: <http://goo.gl/ay0PZ4>. (проверено во октомври 2016)
- [109] Peyton L., Hu J., Doshi C., Seguin P. Addressing privacy on a federated management network for e-health. In Proceedings of the 8th World Congress on the Management of eBusiness, Toronto, Canada, pp: 12-24. (2007).
- [110] Takabi H., Joshi J. B. D. Policy Management as a Service: An Approach to Manage Policy Heterogeneity in Cloud Computing Environment. In 45th Hawaii International Conference on System Sciences. (2012).
- [111] Pardamean B., Rumanda R.R. Integrated Model of Cloud-Based E-Medical Record for Health Care Organizations. In 10th WSEAS International Conference on E-Activities, pp: 157-162. (December 2011).
- [112] Secure Information Technology Center – Austria. Cloud-based signature solutions: a survey. Online at: <https://demo.a-sit.at/wp-content/uploads/2014/10/Cloud-based-signature-solutions-a-survey.pdf>. (проверено во јуни 2016).
- [113] Kandukuri B.R, Paturi V.R., Rakshit A. Cloud Security Issues, IEEE International Conference on Services Computing, Bangalore, India, September 21-25, 2009. (2009)
- [114] Bergmo T.S. How to Measure Costs and Benefits of eHealth Interventions: An Overview of Methods and Frameworks. Journal of Medical Internet Research, Vol. 17, No. 11, e254. (November 2015)
- [115] Genge B., Bereş A., Piroška Haller. A Survey on Cloud-based Software Platforms to Implement Secure Smart Grids. IEEE Copyright. (2014).

- [116] Kharche H. and Chouhan D. S. Building Trust In Cloud Using Public Key Infrastructure -A step towards cloud trust. International Journal of Advanced Computer Science and Applications, Vol. 3, No. 3, pp: 26-31. (March 2012).
- [117] State Statistical Office of the Republic of Macedonia (2015) Statistical data: births, by vitality and sex, 1994-2015. [Online] Available at: <http://www.stat.gov.mk/OblastOpsto.aspx?id=2>, (проверено во септември 2016).
- [118] Velinov G., Jakimovski B., Lesovski D. et al.: EHR System Moj Termin: Implementation and Initial Data Analysis. In: Cornet et al. (eds): Digital Healthcare Empowering Europeans. European Federation for Medical Informatics (EFMI), 872-876. (2015)
- [119] Health Insurance Fund of Macedonia (2014) Annual Report 2014, Online at: <http://www.fzo.org.mk/WBStorage/Files/Godisen%20izvestaj%202014%20KONECEN.pdf> (проверено во ноември 2015).
- [120] Jang Y., Lortie a.M., Sanche S. Return on Investment in Electronic Health Records in Primary Care Practices: A Mixed-Methods Study. JMIR medical informatics, Vol. 2, No. 2, e25. (2014)
- [121] Pranav K. C., Saroj K. P., Maclhav M. S., Glinny K. Break-Even Analysis in Healthcare Setup. International Journal of Research Foundation of Hospital and Healthcare Administration, Vol. 1, No. 1, pp: 29-32. (2013)