

VILNIAUS UNIVERSITETAS
MATEMATIKOS IR INFORMATIKOS FAKULTETAS
PROGRAMŲ SISTEMŲ KATEDRA

Artimojo lauko ryšio naudojimas stacionariame gydyje

Near field communication in inpatient care

Bakalauro darbas

Atliko:	Džiugas Baltramėnas	(parašas)
Darbo vadovas:	lekt. Karolis Uosis	(parašas)
Darbo recenzentas:	dr. Tomas Plankis	(parašas)

Vilnius – 2019

Santrauka

Bakalauro probleminė sritis - suteikiamų stacionaraus gydymo paslaugų mažas efektyvumas. Dėl intuityvaus naudojimo ir nedidelių kaštų, gydymo paslaugų efektyvumui didinti siūloma naudoti artimojo lauko ryšio technologiją. Šis darbas yra skirtas stacionaraus gydymo problemų sprendimui, pasitelkiant artimojo lauko ryšio technologiją. Šis darbas nagrinėja sveikatos priežiūros įstaigas, jų informacines sistemas. Atlikus sveikatos priežiūros įstaigos analizę ir identifikavus kylančias problemas, pasiūloma programų sistemų architektūra, kuri yra paremta artimojo lauko ryšio technologija, bei pateikiamos architektūros alternatyvos. Įsitikinimui, kad siūlomą programų sistemų architektūrą įmanoma įgyvendinti, sukuriamas sistemos prototipas.

Raktiniai žodžiai. artimojo lauko ryšys, ALR, stacionarus gydymas, sveikatos priežiūra, stacionaraus gydymo problemos, programų sistemų architektūra.

Summary

Area of concern of this bachelor thesis is the low efficiency of inpatient treatment services. Due to its intuitive usage and low cost of production, near field communication technology can be the solution to increase the efficiency of inpatient treatment services. This paper is intended to solve identified problems of inpatient treatment with the help of near field communication technology. Furthermore, the paper examines health care institutions and their information systems. Following the analysis of health care institutions and problems, regarding inpatient treatment services, a near field communication technology based system architecture is proposed. A prototype is created to validate the proposed system architecture.

Keywords. near field communication, NFC, inpatient treatment, health care, inpatient treatment problems, software architecture.

TURINYS

IVADAS	4
Temos aktualumas ir naujumas.....	4
Darbo tikslas	5
Darbo uždaviniai	5
Darbo struktūra	6
1. STACIONARUS GYDYMAS	7
1.1. Stacionaraus gydymo situacija Lietuvoje	7
1.2. Problemos stacionariame gydyme.....	8
2. INFORMACINIŲ TECHNOLOGIJŲ TAIKYMAS SVEIKATOS PRIEŽIŪROS ĮSTAIGOSE	11
2.1. Gydymo įstaigų informacinės sistemos	11
2.2. Elektroninė sveikatos paslaugų ir bendradarbiavimo infrastruktūros informacinė sistema	12
2.2.1. Sistemos apžvalga	12
2.2.2. Sistemos architektūra	14
2.2.3. Septinto lygio sveikatos standartas	16
2.3. Stacionariame gydyme pasitaikančių problemų sprendimo būdai	17
3. RYŠIO MAŽAME LAUKE TECHNOLOGIJA	18
3.1. Radijo dažnio identifikavimo technologija	18
3.2. Artimojo lauko ryšys.....	20
3.2.1. Sąvoka	20
3.2.2. Duomenų apskaitos specifikacija	21
3.2.3. Darbo režimai	23
3.2.4. Pritaikymas sveikatos priežiūroje	24
4. SISTEMOS PROJEKTAVIMAS	26
4.1. Reikalavimų surinkimas	26
4.1.1. Funkciniai reikalavimai	26
4.1.2. Nefunkciniai reikalavimai	27
4.2. Projektuojamos sistemos architektūra.....	28
4.2.1. Projektuojamos sistemos priklausomybė nuo dabartinių sistemų.....	28
4.2.2. Architektūros stilius	30
4.2.3. ALR skaitytuvas ir sistemos vartotojo sąsaja	31
4.2.4. Medikamentų išdavimas	32
4.2.5. Paciento būklės fiksavimas	34
4.2.6. Informacinis vaizdas	35
4.2.7. Dislokavimo vaizdas	36
4.2.8. Plečiamumo taškai	37
4.3. Projektuojamos sistemos prototipas	38
4.3.1. Uždaviniai	38
4.3.2. Realizacija	38
4.3.3. Testavimas	39
REZULTATAI IR IŠVADOS	41
LITERATŪRA	43
PRIEDAI	48
1 priedas. Prototipas	49

Įvadas

Temos aktualumas ir naujumas

Europos Sąjungos statistikos tarnybos duomenimis 2017 metais 19% Europos sąjungos populiacijos sudarė 65 metų ir vyresni asmenys [Eur18]. Ši tarnyba teigia, jog per paskutiniuosius 10 metų Lietuvoje 65 metų ir vyresnio amžiaus asmenų skaičius padidėjo 2,7%, o Europos sąjungoje - 2,4%. Populiacijos senėjimo tendencija, pasak Europos Sąjungos statistikos tarnybos, nežada keistis ir 2080 metais, 80 metų ir vyresnio amžiaus asmenų kiekis sudarys daugiau nei 12% visos Europos sąjungos populiacijos. Pasak Pasaulio sveikatos organizacijos [Wor12], per pastaruosius 10 metų Europos regione sveikatos priežiūros specialistų skaičius padidėjo 10%, tačiau abejojama, ar šis specialistų skaičiaus didėjimas bus pakankamas tam, kad būtų padengtos senstančios populiacijos reikmės. Ši organizacija teigia, kad didžiausia problema, su kuria bus susiduriama, yra slaugytojų trūkumas.

Vienas iš pagrindinių valstybės sveikatinimo veiklos tikslų - užtikrinti efektyvią ir kokybišką sveikatos priežiūrą, kuri yra orientuota į gyventojų poreikius [Auk18]. Sveikatos priežiūros išlaidos sudaro didelę dalį valstybės bendrojo vidaus produkto ir šios išlaidos pastaraisiais dešimtmečiais tik augo [Hig17]. Stacionariai sveikatos priežiūrai tenka viena iš didžiausių sveikatos priežiūros išlaidos dalių. Taip pat prognozuojama, jog stacionarios sveikatos priežiūros išlaidos ateityje nemažės [Hig17]. Aukščiausiosios audito institucijos atlikti auditai rodo, kad 28% sveikatos priežiūros įstaigų, kurios teikia stacionaraus gydymo paslaugas, suteikiamų paslaugų efektyvumas yra mažas [Auk18]. Kadangi stacionarioms sveikatos priežiūros paslaugoms tenka didelė dalis visų sveikatos priežiūros išlaidų ir teikiamos paslaugos nėra efektyvios bei egzistuoja tendencija, kuri rodo mažėjantį slaugytojų ir pacientų kiekio santykį, labai svarbu didinti šių paslaugų efektyvumą.

Informacinių ir komunikacinių technologijų inovacijos vis plačiau naudojamos tiek gamybos, tiek paslaugų sektoriuose. Kadangi laikoma, kad sveikatos priežiūros sektorius yra tarp gamybos ir paslaugų sektorių, minėtos inovacijos taip pat turi didelę įtaką šiam sektoriui [PHA⁺12]. Viena iš informacinių ir komunikacinių technologijų inovacijų - aplinkos intelektas (angl. *Ambient Intelligence*). Markas Weiseris, aplinkos intelekto iniciatorius, teigė, kad geriausios inovacijos yra tos, kurios tampa nebepastebimos ir susilieja su žmonių kasdieniu gyvenimu [CAJ09]. Aplinkos intelektas - tai informacinių technologijų paradigma, kuria siekiama, kad kasdieniniame gyvenime naudojamos technologijos būtų įmontuotos aplinkoje, tačiau nebūtų pastebimos, o sąveika su šiomis technologijomis būtų paprasta ir patogi [BHF⁺08]. Sveikatos priežiūros sektoriuje, aplinkos intelektas nėra sėkmingai įgyvendintas. Sveikatos priežiūroje naudojamų informacinių technologijų sudėtingumas sunkina aplinkos intelekto įgyvendinimą, tačiau naujų technologijų panaudojimas

šiam sektoriuje gali išspręsti šią problemą [FHB⁺11]. Viena iš tokių technologijų yra artimojo lauko ryšio technologija (angl. *Near Field Communication*).

Artimojo lauko ryšio technologija (toliau - ALR), tai bevielio komunikavimo technologija, kurios įrenginiai komunikuoja esant mažam tarpusavio atstumui. Komunikacija tarp įrenginių vyksta elektromagnetinėmis bangomis, kurių dažnis yra 13,56 MHz [COO12]. Ši technologija yra patogi naudojimui, nes vartotojui, kuris naudoja ALR technologija pagrįstą sistemą, užtenka priklausti ALR įrenginius ir šie įrenginiai pradeda komunikuoti. Kadangi ALR technologija pagrįstų sistemų naudojimas yra intuityvus ir pačios technologijos veikimas yra sunkiai pastebimas vartotojui, ALR technologija gali prisidėti prie aplinkos intelekto įgyvendinimo sveikatos priežiūros įstaigose. Kadangi pacientų identifikavimas yra dažnai atliekama užduotis, ALR technologija gali padėti šią užduotį atlikti efektyviau ir intuityviau. Teigiama, jog netinkamų medikamentų išdavimas yra viena iš dažniausiai įvykstančių klaidų [Agr09], šiai problemai spręsti literatūrose siūlomi įvairūs būdai, vienas iš jų - ALR technologija [GKJ13].

Darbo tikslas

Pasiūlyti ALR technologija pagrįstą programų sistemų architektūrą, didinančią stacionaraus gydymo efektyvumą.

Darbo uždaviniai

1. Išnagrinėti stacionaraus gydymo situaciją Lietuvoje:
 - (a) Išsiaiškinti kas yra stacionarus gydymas;
 - (b) Apžvelgti esamą stacionaraus gydymo situaciją;
 - (c) Identifikuoti pagrindines stacionaraus gydymo problemas.
2. Išnagrinėti informacinių technologijų taikymą Lietuvos sveikatos priežiūros įstaigose:
 - (a) Apžvelgti ir palyginti Lietuvos sveikatos priežiūros įstaigų naudojamą informacines sistemas;
 - (b) Apžvelgti elektroninės sveikatos paslaugų ir bendradarbiavimo infrastruktūros informacinę sistemą ir išnagrinėti jos architektūrą, išsiaiškinti posistemų integracinius reikalavimus.
3. Išsiaiškinti ALR technologijos principus:
 - (a) Apžvelgti ALR technologijos savybes;
 - (b) Apžvelgti ALR technologijų taikymą sveikatos priežiūros srityje.
4. Pateikti ALR technologijomis pagrįstą architektūrą:
 - (a) Apibrėžti sistemos reikalavimus;

- (b) Apžvelgti alternatyvas;
- (c) Sukurti sistemos prototipą.

Darbo struktūra

1 skyriuje yra aprašoma stacionaraus gydymo sąvoka, pateikiamos stacionaraus gydymo paslaugų grupės. Taip pat šiame skyriuje aprašoma stacionaraus gydymo situacija Lietuvoje ir nagrinėjamos identifikuotos problemos. 2 skyriuje autorius nagrinėja skirtingų Lietuvos sveikatos priežiūros įstaigų informacines sistemas ir bendrą valstybinę įstaigų informacinę sistemą - Elektroninės sveikatos paslaugų ir bendradarbiavimo infrastruktūros informacinę sistemą. Šio skyriaus gale nagrinėjama kaip sprendžiamos 1 skyriuje identifikuotas problemos. 3 skyriuje autorius nagrinėja ALR technologijos veikimą, jos ypatybes. Šio skyriaus gale autorius aprašo ALR technologijos pritaikymą sveikatos priežiūros sektoriuje. 4 skyriuje yra siūloma sistema, aprašomi reikalavimai ir nagrinėjamos alternatyvos. Taip pat šiame skyriuje aprašomas sukurtas sistemos prototipas. Darbo pabaigoje autorius pateikia rezultatus ir išvadas.

1. Stacionarus gydymas

Stacionarus gydymas, arba gydymas stacionare - tai asmens sveikatos priežiūros paslaugos. Šios paslaugos yra teikiamos sveikatos priežiūros įstaigose. Jeigu paslaugų teikimo laikas yra trumpesnis nei para, šios paslaugos yra vadinamos dienos gydymas stacionare, todėl stacionariu gydymu laikoma tokios paslaugos, kurių teikimo laikas yra ilgesnis nei para. Stacionarių paslaugų sąrašą yra patvirtinusi Sveikatos apsaugos ministerija, šį sąrašą sudaro apie 180 paslaugų [Lie05]. Stacionaraus gydymo paslaugos yra skirstomos į 4 grupes [Val14]:

- **Ilgalaikio gydymo paslaugos** – šios paslaugos teikiamos pacientams, kuriems yra paskirtas ilgo laikotarpio gydymas. Dažniausiai šios paslaugos teikiamos lėtinėmis ligomis sergantiems pacientams.
- **Transplantacijos paslaugos** – šios paslaugos teikiamos pacientams, kuriems reikalingi organų persodinimai. Į šią paslaugų grupę yra įtraukiamos tokios transplantacijos, kaip širdies, plaučių, inkstų, kaulų čiulpų ir kt.
- **Aktyviojo gydymo paslaugos** – šios paslaugos teikiamos pacientams, kuriems pasireiškė lėtinių ligų pablogėjimas, atsirado agresyvios ligų formos ar patyrė sunkius sužalojimus. Teikiant šią paslaugą, pacientas yra ištiriamas, jam skiriami vaistiniai preparatai, teikiamos chirurginės paslaugos, kurios nėra teikiamos ambulatoriniame gydyme.
- **Medicininės reabilitacijos paslaugos** – šios paslaugos teikiamos pacientams, kuriems po sunkių būklių ar susirgimų yra būtina reabilitacija. Sunkių būklių ir susirgimų sąrašą yra patvirtinusi Lietuvos Respublikos sveikatos apsaugos ministerija. Šią paslaugų grupę sudaro gydymas vaistiniais preparatais, gydymo dieta, fizioterapijos ir kt.

1.1. Stacionaraus gydymo situacija Lietuvoje

Tam, kad išsiaiškinti dabartinę Lietuvos stacionaraus gydymo situaciją, autorius pasirinko išnagrinėti stacionaraus gydymo procesus trijose Lietuvos sveikatos priežiūros įstaigose. Pagal Lietuvos statistikos departamento pateiktus duomenis [Lie17], Jonavos rajono gyventojų tankis yra panašus Lietuvos vidurkiui, todėl buvo pasirinkta nagrinėti Jonavos ligoninę. Nagrinėjant šią ligoninę, buvo laikomasi nuomonės, kad šios ligoninės stacionaraus gydymo procesai bus bendriniai visų rajonų ligoninėms, išskyrus tuos rajonus, kurių gyventojų tankių rodiklius galime laikyti ekstremizmais. Prieš pradedant analizuoti stacionaraus gydymo procesus, autoriui nebuvo žinoma ar karo ligoninėse laikomasi tokių pačių procesų kaip ir civilinėse sveikatos priežiūros įstaigose. Todėl buvo pasirinkta nagrinėti vienas iš kariuomenės medicinos punktų, esantis Rukloje. Tam, kad išsiaiškinti ar egzistuoja šių procesų kritiniai skirtumai tarp mažesnių miestelių ligoninių ir didelių, buvo pasirinkta išnagrinėti vieną iš sostinės sveikatos priežiūros įstaigų - Vilniaus universiteto ligo-

ninės Žalgirio klinika. Svarbu pažymėti, kad ne į visas sveikatos priežiūros įstaigas galima patekti asmenims, kurie neturi leidimo, todėl autorius pasirinko, bendraujant su šių įstaigų darbuotojais, nagrinėti stacionaraus gydymo procesus ir identifikuoti šių procesų gerinimo būdus.

Nors ir aukščiau išvardintos stacionaraus gydymo paslaugų grupės skiriasi viena nuo kitos, tačiau bendrinės procedūros išlieka vienodos. Bendrinėmis stacionaraus gydymo paslaugų procedūromis galime laikyti [GKJ13]:

- Medikamentų suteikimas;
- Kūno temperatūros matavimas;
- Kraujospūdžio ir širdies ritmo matavimas;
- Medicininių tyrimų atlikimas;

Šios procedūros yra aptinkamos visose 4 stacionaraus gydymo paslaugų grupėse, tačiau egzistuoja ne tik bendrinės procedūros, bet ir bendrinė stacionaraus gydymo eiga:

1. Paciento priėmimas ir lovos suteikimas;
2. Paciento gydymo plano sudarymas;
- 3-5. Paciento būklės stebėjimas, medikamentų suteikimas;
4. Medicininių tyrimų paskyrimas, paciento mėginių paėmimas ir tyrimų atlikimas;
5. Paskirtų medicininių procedūrų atlikimas;
6. Paciento išrašymas.

Prieš paguldant pacientą, reikalingas gydymo planas, kuris yra pateikiamas paskyrimo lapo forma. Ši forma užpildoma ir patvirtinama kvalifikuoto gydytojo. Svarbu paminėti tai, jog šis planas gali būti koreguojamas paciento gydymo metu. Plane yra nurodomos reikalingos gydymo procedūros, reikalingos stebėsenos priemonės ir šių priemonių dažnumas, taip pat reikalingi medikamentai ir jų vartojimo dažnumas. Vykdamas gydymo planą, kiekviena sąveika su pacientu, kuri yra nurodyta gydymo plane, yra dokumentuojama ir identifikuojamas planą vykdamas darbuotojas.

1.2. Problemos stacionariame gydyme

2015 metais nacionaliniu mastu buvo įdiegta sveikatos priežiūros informacinė sistema, kuri leidžia visoms sveikatos priežiūros įstaigoms, taip pat ir toms, kurios neturi nuosavų informacinių sistemų, sudaryti gydymo planą bei stebėjimo lapą skaitmenizuotomis formomis, tačiau bendraujant su sveikatos priežiūros įstaigų darbuotojais paaiškėjo, jog dažnu atveju skaitmenizuotos formos nėra naudojamos arba naudojamos kaip antraeilis formų pildymas. Tokios situacijos priežastis - tiriamose įstaigose ši informacinė sistema nėra pilnai sudiegta arba jos posistemė, kuri yra skirta aptariamam gydymui, nėra patogi ir intuityvi naudojimui. Todėl gydytojui ar slaugos darbuotojui patogiau užpildyti dokumentus ranka, o atsiradus laisvai minutei, perkelti dokumentus į skaitme-

nitizuotą variantą. Atlikus suinteresuotos grupės apklausą, buvo pastebėta, jog skirtingų įstaigų darbuotojai susiduria su bendromis problemomis. Problemos, kurios buvo identifikuotos apklausos metu:

- Laiko eikvojimas perkeliant dokumentus į informacinę sistemą;
- Ilgas medikamentų paruošimo vartojimui laikas;
- Daug laiko sugaištama pildant popierines formas, kurios reikalingos paciento gydymo formalizavimui.
- **Duomenų perkėlimas.** Nors ir nuo 2015 metų visos sveikatos priežiūros įstaigos gavo priegią prie nacionaliniu mastu įdiegtos sveikatos paslaugų ir bendradarbiavimo infrastruktūros informacinės sistemos, tačiau naujos technologijos tik padidino sveikatos įstaigų darbuotojų darbo kiekį. Įdiegus šią sistemą, visos sveikatos priežiūros įstaigos buvo įpareigosios teikti skaitmeninius duomenis. Visi darbuotojai, dalyvavę apklausoje, dirba sveikatos priežiūros įstaigose, kurios turi vidinę informacinę sistemą, todėl jie neprivalo naudotis nacionaline sistema, nes vidinė sistema komunikuoja su nacionaline. Keletas respondentų yra bandę naudotis nacionaline sistema. Visi respondentai turi panašią nuomonę - nei nacionalinė informacinė sistema, nei vidinės informacinės sistemos nėra patogios naudojimui. Respondentų nuomone, dokumentų pildymo procedūra greičiau ir efektyviau vyksta tuomet, kai viskas dokumentuojama ranka, o gydymo gale yra perkeliama į skaitmeninį formatą.
- **Medikamentų paruošimo laikas.** Kiekvienam pacientui gydymo plane yra paskiriami medikamentai. Vaistiniai preparatai yra užsakomi griežtai vadovaujantis gydymo planais. Gavus medikamentus stacionaraus gydymo skyriuose, šių skyrių darbuotojai atrūšiuoja medikamentus kiekvienam gydomam pacientui. Atrūšiuoti vaistiniai preparatai yra suteikiami paskirtiems pacientams, tačiau prieš pateikiant juos vartojimui, darbuotojas turi įsitikinti, kad tai išties tas medikamentas, kuris yra paskirtas. Respondentai įvardina, jog daugiausiai laiko reikalauja medikamentų rūšiavimas kiekvienam pacientui. Nors respondentai neįvardija medikamentų užsakymo kaip laiko eikvojimo, tačiau, kaip minėta anksčiau, gydymo planai yra pirmiausiai paruošiami popierine forma, o užsakant vaistinius preparatus, medikamentų duomenys yra perkeltami į skaitmeninę formą, t.y. atliekamas dvigubas darbas.
- **Laiko eikvojimas pildant popierines formas.** Ši problema panaši į pirmąją. Nors dauguma respondentų mano, kad jiems yra greičiau užpildyti visus reikiamus dokumentus popierine forma, o atsiradus laikui, dokumentus perkelti į informacinę sistemą, tačiau pripažįsta, kad popierinių dokumentų pildymas nėra efektyvus ir užima nemažai laiko sąnaudų.

Taip pat svarbu pažymėti, jog, apklausos metu, respondentai minėjo susiduriantys su pacientų bandymu įduoti kyšį. Pacientai, kurie bando duoti kyšį, grindžia savo veiksmus tuo, kad darbuotojas, priėmęs kyšį, pacientui suteiks kokybiškesnį gydymą ir priežiūrą, arba bent jau ne prastesnį

nei kitiems pacientams. Respondentų minima problema tik patvirtina Valstybinės ligonių kasos darytos apklausos rezultatus [Val16]. Apklauso rezultatai parodė, jog 65% respondentų mano, jog gydymo ir priežiūros kokybė priklauso nuo kyšio davimo.

2. Informacinių technologijų taikymas sveikatos priežiūros įstaigose

Kadangi Europos sąjungos populiacija sensta, o specialistų trūksta [Wor12] [Eur18], vadinasi reikalingas sveikatos priežiūros procesų efektyvumo didėjimas, kad padengtų senstančios populiacijos reikmes. Šių procesų efektyvumą galime didinti informacinių technologijų pagalba. Toliau šiame skyriuje apžvelgsime informacinių technologijų taikymą Lietuvos sveikatos priežiūros įstaigose.

2.1. Gydyimo įstaigų informacinės sistemos

Gydyimo įstaigų informacinė sistema, kitaip dar vadinama hospitalinė informacinė sistema (toliau - HIS), yra autonominė sveikatos priežiūros įstaigos sistema, kuri orientuojasi į šias veiklas: pacientų registravimas, priėmimas, išleidimas, perkėlimas, apmokestinimas ir kitas administracines, finansines ir medicininės funkcijas [STL12]. Tam, kad ši sistema išties gerintų sveikatos priežiūros procesų efektyvumą, reikalingas tinkamas duomenų paskirstymas tarp sveikatos priežiūros įstaigos skyrių, todėl šios sistemos pagrindinis uždavinys - apjungti visų skyrių informacines sistemas. Pati HIS nėra laikoma individualaus skyriaus informacine sistema [GK12], ji priima klinikinius duomenis iš įstaigos skyrių informacinių sistemų ir juos saugo. Sveikatos priežiūros įstaigos specialistams prireikus pacientų klinikinių duomenų, HIS suteikia prieigą prie jų. Pagrindinės savybės apibūdinančios HIS [GK12]:

1. Informacijos apie pacientus duomenų bazės;
2. Pacientų priėmimas ir lovų užimtumo kontrolė;
3. Analizavimo įrankiai, kurie palengvina sprendimo priėmimą;
4. Pacientų valdymas ir jų sveikatos įvertinimas.

Tam, kad suprasti Lietuvos sveikatos priežiūros įstaigų naudojamų informacinių sistemų savybes ir funkcionalumus, autorius pasirinko išanalizuoti trijų sveikatos įstaigų HIS. Buvo pasirinkta Kauno regiono asmens sveikatos priežiūros įstaigų HIS (toliau - KRASPI), nes šią HIS naudoja Jonavos ligoninė, ir Vilniaus universiteto ligoninės Žalgirio klinikos HIS (toliau - VULŽK HIS). Šios dvi HIS buvo pasirinktos todėl, nes įstaigos, naudojančios šias HIS, buvo pasirinktos stacionaraus gydymo nagrinėjimui ankstesniame skyriuje. Taip pat buvo pasirinkta nagrinėti Vilniaus universiteto ligoninės Santaros klinikos HIS (toliau - VULSK HIS), nes tai yra viena iš didžiausių Lietuvos sveikatos priežiūros įstaigų. Išanalizavimus šių įstaigų HIS specifikacijas, buvo sudaryta palyginimo lentelė (žiūrėti 1 lentelę).

Atlikus palyginimą, buvo išsiaiškinta, kad visos nagrinėjamos HIS pasižymi panašiomis sa-

1 lentelė. Sveikatos priežiūros įstaigų informacinių sistemų palyginimas

Įstaigos Savybės	KRASPI	VULŽK HIS	VULSK HIS
Duomenų centralizuotas kaupimas	+	+	+
Pacientų valdymas	+	+	+
Duomenų analizavimo įrankiai	-	-	+
Pacientų sveikatos vertinimas	+	+	+
Finansinių dokumentų paruošimas	-	+	+
Lovų užimtumo kontrolė	+	+	+

vybės ir sprendžia bendras problemas. Tačiau tiek KRASPI HIS, tiek VULŽK HIS, trūksta duomenų analizavimo įrankių, taip pat KRASPI nėra finansinių dokumentų paruošimo funkcionalumo.

2.2. Elektroninė sveikatos paslaugų ir bendradarbiavimo infrastruktūros informacinė sistema

2.2.1. Sistemos apžvalga

Ankstesniame poskyryje buvo apžvelgta gydymo įstaigų informacinės sistemos, tačiau pacientams ne visada sveikatos priežiūros paslaugos teikiamos vienoje gydymo įstaigoje. Pacientui keičiant gydymo įstaigą, iškyla problema - klinikinių paciento duomenų perkėlimas. Šią problemą išsprendžia visos Lietuvos mastu naudojama elektroninė sveikatos paslaugų ir bendradarbiavimo infrastruktūros informacinė sistema (toliau - ESPBI IS). ESPBI IS yra apibrėžiama kaip priemonių visuma, kuri skirta centralizuotai kaupti, formuoti ir naudoti pacientų sveikatos istorijas [Lie11]. Šios sistemos dėka, įstaigos, kurios turi prieigos teises, gali tarpusavyje keistis pacientų informacija. Lietuvoje ESPBI IS buvo diegiama 3 etapais, diegimo datos pradžia - 2007 metai, o pabaiga - 2015 metai [Sve15]. Kadangi ESPBI IS yra didelės apimties projektas, kuris truko beveik dešimtmetį, dalykinės srities reikalavimai buvo klasifikuojami ir kuriami mažesni projektai šiems reikalavimams įgyvendinti. Pagrindiniai ESPBI IS projektai [Lie16]:

1. Elektroninės sveikatos paslaugų ir bendradarbiavimo infrastruktūra.

Šio projekto metu sukurtos sistemos pagrindinis funkcionalumas:

- (a) Pacientų elektroninio sveikatos įrašo tvarkymas;
- (b) Paciento registravimas arba išregistravimas iš sveikatos priežiūros įstaigos;

- (c) Sąveika tarp skirtingų sveikatos priežiūros įstaigų informacinių sistemų;
- (d) Aktualių paciento duomenų teikimas ir gavimas;
- (e) Finansinių ataskaitų tvarkymas;
- (f) Elektroninės tapatybės nustatymas.

2. Elektroninis receptas.

Šio projekto metu sukurtos sistemos pagrindinis funkcionalumas:

- (a) Elektroninių receptų ar kompensuojamų medicininės pagalbos priemonių išrašymas;
- (b) Centralizuotas išrašytų receptų registravimas;
- (c) Elektroninių receptų informacijos pateikimas pacientams.

3. MedVAIS.

Šio projekto metu sukurtos sistemos pagrindinis funkcionalumas:

- (a) Sveikatos priežiūros įstaigų sukurtų medicininių vaizdų tvarkymas medicininių vaizdų tvarkymo posistemėje;
- (b) Medicininių vaizdų pateikimas pacientams;
- (c) Medicininių vaizdų pateikimas gydytojams;
- (d) Nuasmeninto medicininio vaizdo pateikimas;

Kadangi autoriaus projektuojama sistema nėra susijusi nei su mediciniais vaizdais, nei su elektroniais receptais, tolimesniame nagrinėjime autorius didesnę dėmesį skiria pirmojo projekto analizavimui, o sekantiems dviem projektams dėmesys skiriamas mažesnis.

ESPBI IS paskirtis yra išskiriama į paciento ir sveikatinimo įstaigų atžvilgius [Lie16]. Paciento atžvilgiu ESPBI IS paskirtis yra:

- Gerinti sveikatingumo paslaugų prieinamumą ir tęstinumą;
- Turėti prieigą prie sveikatą apibūdinančių dokumentų;
- Plėtoti elektroninės sveikatos paslaugas ir užtikrinti, kad pacientai būtų tinkamai informuojami apie teikiamas paslaugas.

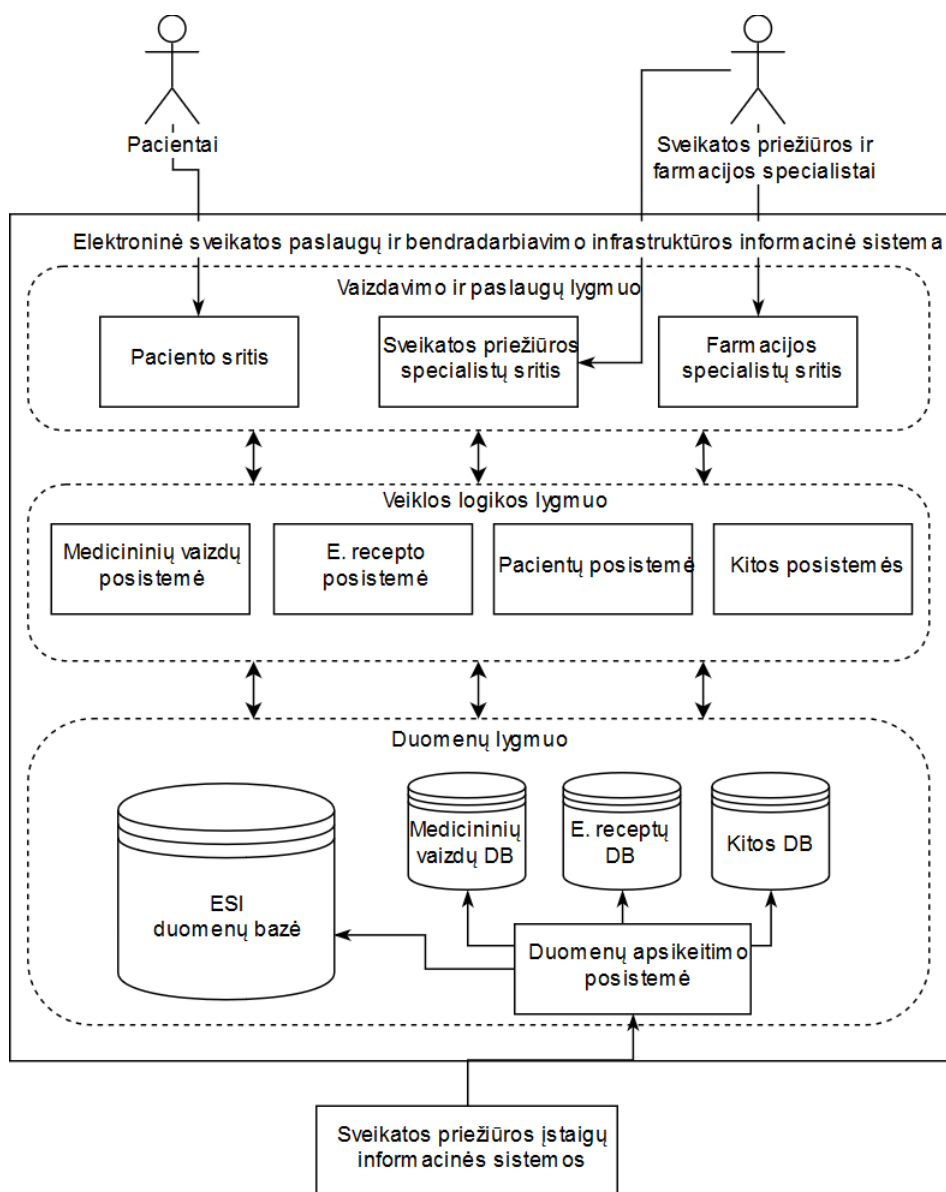
Sveikatinimo įstaigų atžvilgiu ESPBI IS paskirtis yra:

- Pašalinti paciento duomenų dubliavimą;
- Užtikrinant administracinio darbo efektyvumą;
- Plėtoti elektroninės sveikatos paslaugas ir užtikrinti, kad įstaigos bendradarbiautų ir gautų aktualią paciento informaciją;
- Užtikrinti elektroninės sveikatos paslaugų efektyvumą;
- Užtikrinti prieigą prie centralizuotos informacijos.

Apibendrinant išvardintas šios sistemos paskirtis, galima teigti, kad siekiama, jog pacientas turėtų galimybę peržiūrėti savo sveikatos istoriją elektroniniu būdu, o įstaigos - efektyviai keistųsi paciento informacija ir ją naudotų tam, kad paslaugų kokybė gerėtų.

2.2.2. Sistemos architektūra

Pagal ESPBI IS specifikaciją [Lie16] autorius parengė abstrakčią ESPBI IS architektūros diagramą (žiūrėti 1 pav.).



1 pav. Elektroninės sveikatos paslaugų ir bendradarbiavimo infrastruktūros informacinės sistemos architektūra

Pagal parengtos architektūros diagramą matome, kad architektūra yra 3 lygmenų - vaizdavimo ir paslaugų, veiklos logikos ir duomenų lygmuo.

- **Vaizdavimo ir paslaugų lygmuo.** Šį lygmenį sudaro elektroninės sveikatos portalo posistemė. Šio portalo paskirtis - medicininių paslaugų inicijavimas, šių paslaugų informavimas, jų vykdymo stebėjimas ir suteiktų paslaugų rezultatų pateikimas[Lie16]. Šios sistemos naudotojai yra identifikuojami elektroniniu parašu. Prisijungusiam naudotojui yra pateikiamas turinys pagal identifikavimo metu suteiktas prieigas. Elektroninė sveikatos portalo posistemė

susideda iš 4 sričių:

1. Viešai prieinama sritis. Šioje elektroninės sveikatos portalo srityje yra pateikiama visiem prieinama informacija. Tam, kad naudotojas pasiektų šią informaciją, jam savo tapatybės identifikuoti nereikia;
 2. Pacientų sritis. Šioje elektroninės sveikatos portalo srityje yra pateikiama paciento gautų paslaugų informacija, rezultatai, išrašytų elektroninių receptų duomenys ir kt;
 3. Sveikatos priežiūros specialistų sritis. Šioje elektroninės sveikatos portalo srityje sveikatos priežiūros specialistai gali pildyti elektroninės sveikatos priežiūros formas, tvarkyti pacientų duomenis, gauti aktualius paciento klininius duomenis, medicininius vaizdus. Taip pat specialistas, turintis reikiamą prieigą, gali išrašyti pacientui elektroninį receptą, pratęsti jo galiojimo terminą;
 4. Farmacijos specialistų sritis. Ši elektroninės sveikatos portalo sritis yra skirta farmacijos specialistams. Ji leidžia naudotojams gauti informaciją apie išrašytą elektroninį receptą ir patvirtinti vaistų ar medicininių pagalbos priemonių išdavimo faktą.
- **Veiklos logikos lygmuo.** Šis lygmuo yra tarpinis tarp vaizdavimo ir duomenų lygmenų. Veiklos logikos lygmens pagrindinė paskirtis yra priimti sisteminius pranešimus, juos apdoroti, sugeneruoti reikiamą informaciją ir šią informaciją pateikti vaizdavimo ir paslaugų lygmeniui [Lie16]. Taip pat šis lygmuo priima duomenis iš elektroninio sveikatos portalo, šiuos duomenis apdoroja ir perduoda į duomenų lygmenį. Apibendrinant šio lygmens paskirtį - tai centrinis funkcionalumų lygmuo, kuris apdoroja ir pateikia reikalingus duomenis apie pacientą, elektroninius receptus, medicininius vaizdus ir kt. Šį lygmenį sudaro 11 posistemių, tačiau pagrindinės yra:
 1. Pacientų posistemė;
 2. Medicininių vaizdų posistemė;
 3. Elektroninio recepto posistemė;
 4. Duomenų analizės, ataskaitų formavimo ir informavimo posistemė;
 5. Elektroninio sveikatos įrašo posistemė.
 - **Duomenų lygmuo.** Duomenų lygmuo susideda iš 2 komponentų - informacinės struktūros ir duomenų mainų posistemės.
 - Informacinė struktūra. Šis komponentas atsakingas už ESPBI IS informacijos tvarkymą, saugojimą, apdorojimą ir teikimą. Pagrindinis informacinės struktūros komponentas yra elektroninės sveikatos istorijos (toliau - ESI) duomenų bazė, tačiau informacinė struktūrą sudaro ir daugiau papildomų duomenų bazių [Lie16]. Iš viso yra 10 duomenų bazių, kurios saugo informaciją apie sveikatos priežiūros paslaugų teikimą. ESI duomenų bazėje saugomi pacientų elektroniniai sveikatos įrašai, kurie yra suvedami

paslaugų ir vaizdavimo lygmenyje arba gaunami iš sveikatos priežiūros įstaigų informacinių sistemų. Kiekvienas įrašas yra susiejimas su identifikatoriumi, kuris yra suteikiamas Objektų ID katalogo. Objektų ID katalogas suteiktą identifikatorių susieja su paciento įrašu, specialistu, kuris pateikė paciento įrašą, ir sveikatos priežiūros įstaiga. ESI duomenų bazės tvarkomi dokumentai [Lie16]: ypatingieji pacientų duomenys, ESI suformavusių sveikatinimo specialistų duomenys, ESI pateikusių sveikatinimo įstaigų duomenys;

- Duomenų mainų posistemė. Šis komponentas atsakingas už duomenų priėmimą bei atidavimą sveikatos priežiūros įstaigų informacinėms sistemoms bei kitoms suinteresuotų trečiųjų šalių informacinėms sistemoms. Ši posistemė yra kertinis komponentas, kuris realizuoja techninio interoperabilumo principus elektroninės sveikatos sistemoje [Lie16]. Duomenų mainų posistemės pagrindinė paskirtis - valdyti duomenų mainus tarp sveikatos priežiūros įstaigų ir užtikrinti duomenų gavimą bei teikimą tokioms valstybinių įstaigų informacinėms sistemoms kaip SODRA, SVEIDRA, VAPRIS ir kt. Visi duomenų mainai tarp ESPBI IS ir kitų informacinių sistemų vyksta per šią posistemę.

2.2.3. Septinto lygio sveikatos standartas

Ankstesniuose poskyriuose apžvelgėme Lietuvos sveikatos priežiūros įstaigų naudojamas informacines sistemas, tačiau Lietuva nėra išskirtinė šioje srityje. Kitos Europos sąjungos valstybės taip pat diegia bei naudoja tokio pat pobūdžio informacines sistemas, šių sistemų diegimo bei naudojimo būseną yra aprašyta Europos Komisijos [Eur16]. Europos parlamento priimtose direktyvose [EE11] yra nurodoma, jog valstybės turi tarpusavyje dalintis pacientų sveikatos įrašais, t.y. pacientui apsilankius svietimos valstybės sveikatos priežiūros įstaigoje, ši įstaiga galėtų gauti paciento duomenis iš jo gimtosios valstybės. Kadangi siekiama pacientų duomenų keitimosi ne tik regioniniu mastu, bet ir tarpvalstybiniu, vadinasi visos tarpusavyje komunikuojančios informacinės sistemos turi vadovautis bendru tarptautiniu standartu, kuris aprašytų pacientų duomenų apsikeitimo procesą. Toks pacientų duomenų apsikeitimo standartas yra Septintojo lygio sveikatos standartas (angl. *Health Level Seven International*) (toliau - HL7). HL7 standartas, kurio pirmoji versija buvo sukurta 1987 metais, yra patvirtintas Amerikos nacionalinio standartų instituto. Šis standartas apibrėžia elektroninių sveikatos įrašų paiešką, dalijimąsi, integraciją ir apsikeitimą [Hea09]. HL7 nusako kaip įstaigos keičiasi elektroniniais sveikatos įrašais ir koku duomenų formatu šie įrašai yra suformuoti. HL7 yra apibrėžęs 2 duomenų formatus - v2 ir v3, taip pat egzistuoja ir FHIR standartas, kuris apjungia labiausiai pasiteisinusius HL7 v2 ir v3 standartų aspektus. ESPBI IS specifikacijoje [Lie16] yra nurodoma, jog duomenų apsikeitimui yra naudojamas HL7 v3 arba FHIR standartai, tačiau naujesnėje literatūroje [Reg17] yra nurodomas tik FHIR. FHIR standartas apibrėžia netik

duomenų formavimą, bet ir pateikia REST architektūra pagrįstą interfeisą, kuris nurodo duomenų operacijoms reikalingus CRUD metodus.

2.3. Stacionariame gydyme pasitaikančių problemų sprendimo būdai

Su stacionaraus gydymo problemomis, kurios buvo identifikuotos pirmajame skyriuje, yra susiduriama ne tik Lietuvoje. Jungtinėse Amerikos Valstijose, pradėjus diegti sveikatos įstaigose informacines sistemas, atsirado daug problemų, kurios trukdė šių sistemų diegimui bei naudojimui. Viena iš problemų - sveikatos įstaigų darbuotojai nemoka naudotis informacinėmis technologijomis [JDC⁺09]. Ši problema mažina darbuotojų produktyvumą, nes informacinių sistemų naudojimas užima per daug laiko. Tam, kad sveikatos priežiūros įstaigų darbuotojai gebėtų efektyviai dirbti su naujausiomis technologijomis, labai svarbus yra jų įtraukimas į diegimo procesą, edukavimas ir kompetentingų žmonių pagalba [LKD⁺09]. Duomenų įvedimo sunkumai taip pat yra sprendžiami šablonų bei automatinio teksto funkcijomis [NCC⁺13]. Darbuotojams yra lengviau pildyti dokumentus pagal pateiktus šablonus bei instrukcijas, o automatinio teksto funkcija paspartina duomenų įvedimą į sistemą.

Taip pat pirmajame skyriuje buvo identifikuota medikamentų paruošimo problema. Nors daugiausiai laiko paruošimo procese užima medikamentų rūšiavimas kiekvienam pacientui, tačiau šis etapas yra gyvybiškai svarbus, nes suklydus ir pateikus netinkamą vaistą pacientui, pasekmės gali būti kritinės. Medikamentų adiministravimo problemas siūloma spręsti šiais būdais [Agr09]:

- Paskirtų medikamentų informaciją skaitmenitizuoti;
- Medikamentus sužymėti brūkšniniais kodais (angl. *barcode*), kur brūkšniniame kode būtų laikoma paciento, kuriam paskirtas vaistas, informacija;
- Medikamentų užsakymo sistema (angl. *Computerized physician order entry, CPOE*). Ši sistema apjungia sveikatos ir farmacijos įstaigas, padeda atlikti medikamentų užsakymus.

Pagal pateiktus problemų sprendimo pavyzdžius matome, kad dauguma jų sprendžia duomenų įvedimo problemą. Ši problema taip pat gali būti sprendžiama ALR technologija. Pagrindiniai argumentai, kodėl ALR technologija gali padėti spręsti minėtas problemas [NFC14]:

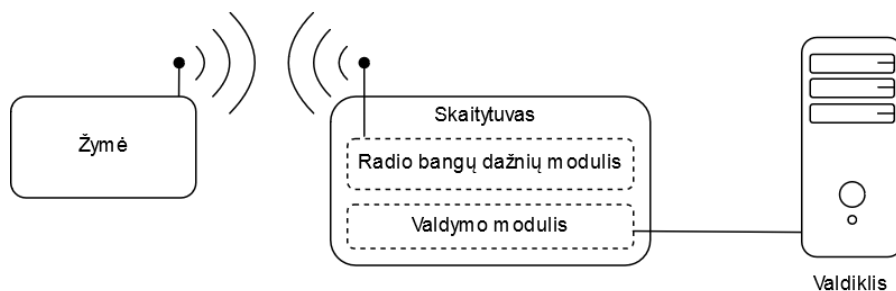
- Paprastas paciento duomenų perkėlimas;
- Užtikrintumas dėl informacijos tikslumo konkrečiam pacientui;
- Paprastas įrenginių prilietimas nereikalauja darbuotojų mokymų;
- Lengvas pacientui paskirtų medikamentų identifikavimas.

3. Ryšio mažame lauke technologija

3.1. Radijo dažnio identifikavimo technologija

Radijo dažnio identifikavimas (angl. *Radio-frequency identification*) (toliau- RFID) tai viena iš bevielio komunikavimo technologijų, kuri yra paremta elektromagnetinių bangų spektro dažniais, kurie padeda identifikuoti unikalius objektus. Pirmieji RFID panaudojo Britų armijos karininkai Antrajame pasauliniame kare, jie šią technologiją naudojo identifikuoti armijai priklausančius objektus, t.y. lėktuvus, radarus ir kt. [Mot12]. RFID sukuria vienos krypties arba dviejų krypčių bevielį duomenų srautą. Duomenų perdavime dalyvauja 2 aktoriai - žyma (angl. *tag*) ir skaitytuvas (angl. *reader*) [ICJ14]. Skaitytuvas inicijuoja komunikavimą, sukurdamas elektromagnetinio lauko bangas, ir laukia atsakymo iš žymos. Žyma priima skaitytuvo komunikavimo užklausą ir grąžina rezultatą. Žemiau pateiktoje diagramoje (žiūrėti 2 pav.) pavaizduota RFID sistem. Šią sistemą bei daugelį kitų RFID sistemų sudaro šie 3 pagrindiniai komponentai [HPP06]:

1. **Žyma**, taip pat dar vadinama siųstuvu. Žyma yra sudaryta iš semi-konduktoriaus mikroschemos, antenos. Taip pat kartais žyma turi vidinį maitinimo šaltinį - bateriją;
2. **Skaitytuvas**, jis yra sudarytas iš antenos, radjo bangų dažnių modulio, kuris skirtas siųsti ir gauti signalus iš žymos, ir valdymo modulio;
3. **Valdiklis** (angl. *controller*), taip pat dar vadinamas pagrindiniu kompiuteriu (angl. *host*). Dažniausiai tai yra kompiuteris, kuriame yra duomenų bazė ir valdymo programinė įranga.



2 pav. RFID sistemos komponentų diagrama

RFID įrenginių komunikavimas yra skirstomas į 2 tipus [ICJ14]:

1. Aktyvus komunikavimo tipas. Šiam tipui priklauso tos RFID technologijos, kurių aktoriai turi savo nuosavus energijos šaltinius. Kuomet žyma siunčia rezultatą skaitytuvui, jis naudoja energiją, kuri yra gaunama iš nuosavo maitinimo šaltinio;
2. Pasyvus komunikavimo tipas. Šiam tipui priklauso tos RFID technologijos, kurių vienas iš aktorių neturi nuosavo energijos šaltinio, t.y. žyma - neturi, o siųstuvas turi. Tam, kad žyma išsiųstų rezultatą, ji reikiamą energiją gauna iš iniciatoriaus sukurto magnetinio lauko.

Lentelėje (žiūrėti 2 lentelę) pateikiamas aktyvios ir pasyvios žymos palyginimas.

2 lentelė. Aktyvios ir pasyvios RFID žymos palyginimas

Tipai Ypatybės	Aktyvus	Pasyvus
Maitinimo šaltinis	Vidinis	Išorinis
Skaitymo diapazonas	Didelis - iki 100 metrų	Nėra didelis - iki 3 metrų
Žymos veikimo laikas	Kadangi žyma turi vidinį maitinimo šaltinį, jis nuolatos būna veikimo būsenoje	Žyma pradeda veikti tik tuomet, kai skaitytuvas inicijuoja komunikavimą
Magnetinio lauko stiprumas	Magnetinis laukas nėra stiprus, nes žyma naudoja vidinę energiją tam, kad išsiųstų signalą	Sukuriamas stiprus magnetinis laukas, nes šio magnetinio lauko dėka žyma įgyja energijos išsiųsti signalą
Naudojimo terminas	Naudojimo terminas priklauso nuo maitinimo šaltinio galiojimo termino	Naudojimo terminas nėra apibrėžtas
Saugomų duomenų dydis	Didesnis, dažnu atveju 128 kilobaitai (angl. <i>Kilobyte</i>)	Mažas, dažniausiai 128 baitai (angl. <i>Byte</i>)
Dydis	Dydis priklauso nuo maitinimo šaltinio dydžio	Mažas
Kaina	Brangesnis nei pasyvus	Brangesnis nei aktyvus

RFID technologijos charakteristikos nėra pastovios, šios technologijos savybėms didžiausią įtaką daro parinktas elektromagnetinės bangos dažnis, kuris yra naudojamas komunikavimui tarp skaitytuvo ir žymos. Todėl kuriant sistemą, kuri yra paremta RFID technologija, svarbu pasirinkti tinkamą bangos dažnį. RFID technologijos naudojami elektromagnetinių bangų dažniai: kilometrinių bangos žemieji dažniai (toliau - ŽD), dekametrinės bangos aukštieji dažniai (toliau - AD), decimetrinės bangos ultra aukšti dažniai (toliau - UAD) ir mikrobangų dažniai. Šių dažnių naudojimą RFID sistemose aprašo ISO ir IEC standartai. Elektromagnetinių bangų dažniai daro įtaką šioms RFID savybėms [HPP06]:

1. **Skaitymo diapazonas.** Žemesnių bangų dažnių RFID skaitymo diapazonas būna mažas. Aukštesnių bangų dažnių RFID skaitymo diapazonas yra didesnis, ypač jeigu naudojamas aktyvus RFID tipas;

2. **Aktyvus ir pasyvus RFID.** Istoriskai pasyvus RFID naudodavo ŽD ir AD dažnius, o aktyvus - UAD ir mikrobangų dažnius, tačiau šiuo metu abiejų tipų RFID gali naudotis aukštesnius dažnius, t.y. UAD ir mikrobangų dažnius;
3. **Radio dažnių trukdžiai.** Žemesnių dažnių RFID yra labiau atsparūs interferencijai, nei aukštesnių dažnių RFID;
4. **Vandens ir metalo įtaka.** Mikrobangos ir UAD turi didesnę tikimybę būti sugertiems skysčio, todėl šių dažnių RFID nėra tinkamas naudoti šlapiam objektams. Kadangi metalas atspindi elektromagnetines bangas, jos negali prasiskverbti pro jį, tačiau net šalia esantis metalas taip pat gali atspindėti elektromagnetines bangas, todėl tiek aukštesnio dažnio, tiek žemesnio dažnio bangoms metalas daro įtaką. Žemesnio dažnio bangos yra paveikiamos metalo mažiau nei aukštesnio.

Žemiau pavaizduotoje lentelėje (žiūrėti 3 lentelę), pateikiamos RFID tipų naudojami elektromagnetiniai bangų dažniai, jų naudojimą apibrėžiantys standartai.

3 lentelė. Aktyvaus ir pasyvaus RFID komunikavimo tipų palyginimas [CYD⁺16]

Elektromagnetinė banga	Bangos dažniai	RFID tipas	Standartai
ŽD	125-134.2 KHz	Pasyvus	ISO 11784 ISO/IEC 18000-2A ISO/IEC 18000-2B
AD	13.56 MHz	Pasyvus	ISO 18000-3 ISO/IEC 15693
UAD	433 MHz	Aktyvus	ISO 18000-7
	860 ir 915 MHz	Pasyvus ir Aktyvus	ISO 18000-6A ISO 18000-6B ISO 18000-6C
Mikrobangos	2.45 ir 5.8 GHz	Pasyvus ir Aktyvus	ISO 18000-4

3.2. Artimojo lauko ryšys

3.2.1. Sąvoka

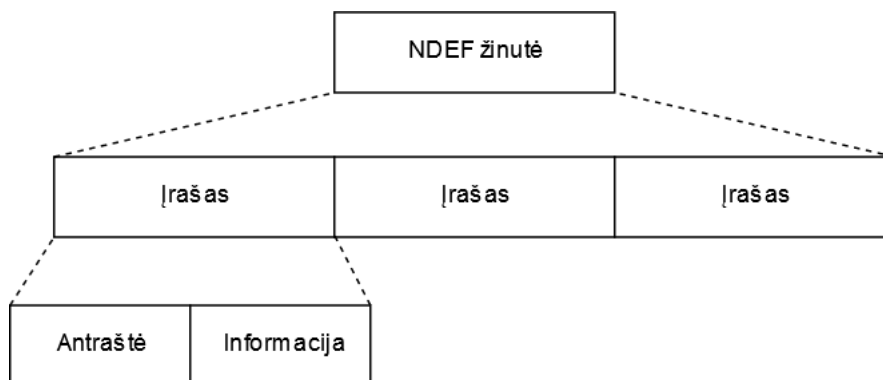
ALR tai bevielio komunikavimo technologija, ši technologija yra pagrįsta anksčiau minėtos RFID technologijos standartais ir interfeisais. Todėl įrenginiai, kurie paremti ALR technologija, gali komunikuoti su dauguma RFID technologijos įrenginių [Mot12]. ALR įrenginiai tarpusavyje komunikuoja 13,56 MHz elektromagnetinių bangų dažniu, duomenų perdavimo greitis svyruoja nuo 106 kilobitų per sekundę iki 424 kilobitų per sekundę [Inn06]. Maksimalus veikimo atstumas

tarp ALR įrenginių literatūroje minimas ne vienodas. Apibendrinus literatūros šaltinius, maksimalus veikimo atstumas yra tarp 4 centimetrų ir 20 centimetrų [Inn06] [Mot12] [COO12]. Pagrindiniai skirtumai tarp RFID ir ALR technologijų [COO12]:

1. Komunikavimo atveju, atstumas tarp ALR įrenginių turi būti mažas, o RFID technologijoje naudojant aktyvias žymes, atstumas gali būti žymiai didesnis;
2. ALR technologijoje naudojamos tik pasyvios žymės, o RFID technologijoje naudojamos tiek aktyvios, tiek pasyvios žymės;
3. Dėl to, kad komunikavimo atstumas yra mažas, duomenų perdavimas laikomas saugesniu nei RFID;
4. Dėl to, kad komunikavimo atstumas yra mažas, skaitytuvas komunikuoja su norima žyma, todėl mažėja tikimybė jog skaitytuvo veikimo lauke atsirastų keletą žymų.

3.2.2. Duomenų apsikeitimo specifikacija

ALR duomenų apsikeitimo formatas (angl. *NFC Data Exchange Format*) (toliau - NDEF) tai standartas, kuris nusako duomenų apsikeitimo formatą tarp ALR įrenginio ir ALR žymės arba tarp dviejų ALR įrenginių [COO12]. Komunikavimo metu, siunčiama NDEF žinutė, kurią sudaro vienas arba daugiau NDEF įrašų (angl. *records*) (žiūrėti 3 pav.). NDEF įrašą sudaro antraštė (angl. *header*) ir informacija (angl. *payload*), kurios dydis yra iki $2^{32}-1$ baitų [NFC06]. Norint talpinti didesnę kiekį duomenų, NDEF įrašai gali būti apjungti. Kadangi NDEF žinutę gali sudaryti daugiau nei vienas įrašas, svarbu indikuoti žinutės režius, todėl pirmasis įrašas žinutės eilėje turi žinutės pradžios indikatorių, o paskutinis įrašas - žinutės pabaigos indikatorių.



3 pav. NDEF žinutės sudedamosios dalys

Žemiau pateiktoje lentelėje (žiūrėti 4 lentelę) yra nurodoma NDEF žinutės įrašą sudarantys laukai.

4 lentelė. NDEF žinutės įrašas [NFC06]

7	6	5	4	3	2	1	0
ŽPR	ŽPA	DD	TĮ	IB	ĮTF		
Įrašo tipo dydis							Antrastė
Informacijos dydis							
ID dydis							
Įrašo tipas							
ID							
Informacija							

Antraštė

Žinutės įrašą sudaro 12 laukų, iš kurių 11 sudaro įrašo antraštę, o 1 sudaro informaciją. Antraštės laukai yra šie [NFC06]:

- **ŽPR**, žinutės pradžios indikatorius (angl. *Message begin*), šis laukas yra 1 bito dydžio ir jis nurodo žinutės pradžią;
- **ŽPB**, žinutės pabaigos indikatorius (angl. *Message end*), šis laukas yra 1 bito dydžio ir jis nurodo žinutės pabaigą;
- **DD**, duomenų dalis (angl. *Chunk flag*), šis laukas yra 1 bito dydžio ir nurodo ar įrašo informacija yra pilna, ar įrašė laikoma informacija yra tik dalis pilnos siunčiamos informacijos;
- **TĮ**, trumpas įrašas (angl. *Short record*), šis laukas yra 1 bito dydžio, jis nurodo ar informacijos kiekis yra mažesnis nei 2^8-1 baitai;
- **IB**, ID būvimas (angl. *ID length present*), šis laukas yra 1 bito dydžio, jis nurodo ar įrašė yra saugomas ID;
- **ĮTF**, įrašo tipo formatas (angl. *Type name format*), šis laukas yra 3 bitų dydžio, jis nurodo kokio formato yra NDEF įrašo tipas. Tipo formatų sąrašas yra pateiktas literatūroje [COO12];
- **Įrašo tipo dydis** (angl. *Type length*), šis laukas yra 1 baito dydžio, jis nurodo koks yra įrašo tipo lauko dydis;

- **ID dydis** (angl. *ID length*), šis laukas yra 1 baito dydžio, jis yra saugomas įrašė tuomet, kai IB lauko bitas yra 1. Šis laukas nurodo koks yra ID lauko dydis;
- **Informacijos dydis** (angl *Payload length*), šio lauko dydį nusako TĮ lauko reikšmė. Jeigu TĮ lauko bitas yra 1, tuomet informacijos dydžio lauko dydis yra 1 baitas. Jeigu TĮ lauko bitas yra 0, tuomet informacijos dydžio lauko dydis yra 4 baitai;
- **Įrašo tipas** (angl. *Type*), šį lauko dydį nusako įrašo tipo dydžio laukas. Šis laukas nurodo įrašo informacijos lauko tipą. Įrašo tipas turi būti pateiktas tokiu formatu, kuris yra nurodomas ITF lauke;
- **ID**, šio lauko dydį nusako ID dydžio laukas. Šis laukas nurodo įrašo unikalų identifikatorių. Informacijos lauko dydį NDEF įrašė nusako antraštės informacijos dydžio laukas. Šiame lauke yra saugoma informacija, kuria yra keičiamasis tarp ALR įrenginių.

3.2.3. Darbo režimai

ALR technologija turi 3 darbo režimus (angl. *operating modes*) - vartotojas vartotojui (angl. *peer to peer*), skaitymo ir rašymo (angl. *reader and writer*), kortelės emuliacijos (angl. *emulation*) [NFC11]. Kiekvienas darbo režimas nurodo kaip ir su kuo ALR įrenginiai komunikuoja. Kiekvienas ALR įrenginys privalo veikti pagal vieną iš trijų darbo režimų [Mot12]. Kiekvienas darbo režimas turi skirtingas technines infrastruktūras, standartus ir komunikavimo interfeisus, kurie yra aprašyti ISO/IEC 14443, FeliCa, NFCIP-1 [COO12]. Toliau apžvelgsime šiuos 3 darbo režimus:

- **Vartotojas vartotojui.** Šiame darbo režime du ALR įrenginiai komunikuoja tarpusavyje. Komunikavimas ir informacijos keitimasis tarp įrenginių yra dvikryptis (angl. *bidirectional*). Kadangi įrenginiai yra lygiareikšmiai, todėl jie gali ir inicijuoti bendravimą, ir klausytis. Įrenginiams keičiantis informacija, vienas įrenginys turi siųsti duomenis, o kitas - klausytis ir pradėti siųsti duomenis tuomet, kai pirmasis įrenginys pabaigs siuntimą [COO12]. Šio darbo režimo specifikuojamas informacijos keitimasis yra laikomas saugiu [RKK⁺15]. Literatūroje [COO12] yra išskiriamas pagrindinis privalumas - saugus privačių duomenų persiuntimas iš vieno ALR įrenginio į kitą.
- **Skaitymas ir rašymas.** Šiame darbo režime komunikacija vyksta tarp ALR įrenginio ir ALR žymos. Šis darbo režimas leidžia ALR įrenginiui tiek rašyti, tiek ir skaityti informaciją iš ALR žymos. Rašymo metu įrenginys siunčia duomenis žymai ir jeigu žyma nėra tuščia, jos seni duomenys yra pakeičiami (angl. *overwrite*) naujais [COO12]. Komunikacijos metu keičiamasi informacija NDEF žinutės formatu. Šio darbo režimo specifikuojamas informacijos keitimasis nėra laikomas saugiu [RKK⁺15]. Literatūroje [COO12] yra išskiriami pagrindinis šio darbo režimo privalumas - sąlygiškai nesudėtinga šio darbo režimo implementacija.
- **Kortelės emuliacija.** Šis darbo režimas apibrėžia dviejų ALR įrenginių komunikavimą. Pag-

rindinis skirtumas tarp vartotojas vartotojui darbo režimo - kortelės emuliacijoje vienas iš įrenginių emuliuoja informacinę kortelę, o kitas įrenginys gali nuskaityti kortelėje esančius duomenis [Mot12]. Duomenų nuskaitymo metu įrenginys, kuris emuliuoja informacinę kortelę, neskleidžia savo radijo dažnio, o tik klausia aplinkoje esančių dažnių [COO12]. Kalbant apie šio darbo režimo taikymą, viena iš esminių panaudojimų sričių - atsiskaitymai. Literatūroje [COO12] yra išskiriamas pagrindinis šio darbo režimo privalumas - fizinių objektų eliminavimas, t.y. kreditinės kortelės, bilietai ir kt. gali būti laikomi telefone.

3.2.4. Pritaikymas sveikatos priežiūroje

Sveikatos priežiūros srityje ALR technologija gali būti taikoma įvairioms užduotims palengvinti. Nyderlanduose ir Prancūzijoje telefonus su įdiegta ALR technologija naudoja virš 50000 slaugytojų [Shy13], šios slaugytojos sveikatos paslaugas teikia pacientų namuose. ALR technologija padeda sekti atvykimo ir išvykimo laikus. Administratoriams užtenka šių duomenų paruošti pacientui sąskaitą, todėl slaugytojams nereikia patiems laiko skirti pildant administracinius dokumentus. ALR technologija taip pat naudojama Pakistano sveikatos priežiūroje gydant pneumonijos atvejus [MDL⁺09]. Kaip pabrėžiama literatūroje, Pakistanas yra besivystanti šalis, o ALR technologija sąlygiškai nereikalauja didelių kaštų, todėl ALR technologija gali padėti ir kitoms neturtingoms valstybėms. Nagrinėjant šiuos du ALR taikymo atvejus ir literatūros šaltinius, kurie yra susiję su ALR panaudojimu medicinoje, pastebima jog ALR taikymas nėra paplitęs medicinos srityje, aptikti technologijos panaudojimai yra išimtiniai arba bandomojoje būsenoje ir yra taikomi tik siauroje sveikatos priežiūros srityje. Nepaisant to, jog realių ALR technologijos panaudojimų nebuvo aptikta daug, tačiau literatūroje yra išsamiai nagrinėjamas galimas ALR panaudojimas medicinoje ir siūlomi taikymo būdai bei jų implementacija, todėl tolimesniame nagrinėjime autorius apžvelgia literatūroje siūlomus ALR panaudojimo būdus. Literatūroje išskiriami 2 pagrindiniai ALR technologijos taikymo klasifikatoriai [GKJ13]:

- **Išorinis taikymas.** Šiame klasifikatoriuje yra visi ALR panaudojimo atvejai, kurie skirti:
 - Tvarkyti paciento elektroninį sveikatos įrašą;
 - Sekti medicininių įrankių inventORIZaciją;
 - Valdyti medikamentų išdavimą.
- **Vidinis taikymas.** Šiame klasifikatoriuje yra visi ALR panaudojimo atvejai, kurie skirti sekti paciento simptomus, organizmo būseną.

Dalis literatūroje aprašomų ALR panaudojimo atvejų yra skirti stebėti pacientų būklę [SKP⁺06] [GKJ13] [ZL11]. Pacientų būklę sekantys įrenginiai, tokie kaip - gliukozės kiekio kraujyje matuoklis, širdies pulso ir spaudimo matuoklis ir kt., jau egzistuoja rinkoje ir naudojami medicinoje daug metų. Jeigu minėtų įrenginių rodmenys privalo būti sekami ir saugomi, vadinasi gautus

duomenis reikia kažkur išsaugoti. Šis procesas yra atliekamas arba rankiniu būdu, t.y. sveikatos priežiūros darbuotojai perrašo gautus duomenis į saugojimo aplinkas, arba įrenginiai veikia kartu su servais, kurie turi prieigą prie duomenų bazės, ir duomenų saugojimas vyksta be darbuotojų įsikišimo. Literatūroje [SKP⁺06] identifikuojama, jog tokie įrenginiai dažniausiai būna prijungti prie kompiuterio laidais, o toks komunikavimo būdas tarp kompiuterio ir medicinos įrenginių yra nepatogus, nes kiekvienas įrenginys turi laidinę išvestį, o didinat įrenginių skaičių didėja laidų kiekis. Todėl ALR technologija sprendžia šią problemą pašalindama laidinį komunikavimą [SKP⁺06]. Įrenginių rodmenų saugojimo eiga yra aprašyta literatūroje [ZL11].

Jungtinėse Amerikos Valstijose per metus apie 1500 medicininių objektų yra per klaidą paliekami pacientų kūnuose operacijų metu [RR12]. Šiai problemai spręsti yra naudojama ALR technologija. Medicininiai objektai, kurie neturi likti pacientų kūne, yra sužymimi ALR žymomis. Tai padeda medikams atsekti ar pacientų kūnuose per klaidą liko medicininiai objektai. Šis pavyzdys yra vienas iš daugelio literatūroje [AR14] [PHA⁺12] [ARM⁺13] pateikiamų ALR ir RFID technologijų taikymo būdų, skirtų medicininių įrenginių, objektų inventorizacijai. Jungtinėse Amerikos Valstijose viena iš sveikatos priežiūros įstaigų problemų - medicininės įrangos ir įrankių vagystės. Šioje valstybėje per metus prarandama beveik 4 milijardus JAV dolerių vertų medicininių įrankių ir įrangos [RR12], šioje literatūroje teigiama jog RFID technologijos gali padėti spręsti šią problemą.

Taip pat dalis literatūroje aprašomų ALR taikymo būdų yra skirti palengvinti pacientų elektroninio sveikatos įrašo valdymą, padidinti pacientų duomenų valdymo efektyvumą [GKJ13] [RR12] [FHB⁺11] [DJ15]. Visose minėtose literatūrose yra siūloma priskirti pacientui ALR žymą, pažymint paciento lovą, apyranę ar palatą. Priskirtą žymą yra siūloma užpildyti paciento duomenimis tam, kad įstaigų darbuotojams prireikus šių duomenų, juos gauti būtų patogu ir greitai. Nors minėtas pasiūlymas didina duomenų gavimo greitį, tačiau svarbu atkreipti dėmesį į saugumo spragas. Žymos, kurios turi svarbius paciento duomenis, gali būti nuskaitytos ne tik įstaigų darbuotojų, taip pacientų duomenys gali būti nutekinti. Apie minėtą saugumo spragą užsiminta tik vienoje literatūroje [RR12].

Aptartuose ALR technologijos panaudos atvėjuose sveikatos priežiūros srityje, matome, jog ši technologija gali padėti didinti šios srities procesų efektyvumą.

4. Sistemos projektavimas

4.1. Reikalavimų surinkimas

Programų sistemų architektūros yra reikalingos kuriant sistemas, kurios įgyvendina keliamus reikalavimus [BCK⁺13]. Kadangi šio baigiamojo darbo tikslas - pasiūlyti architektūrą, todėl labai svarbu apsibrėžti keliamus sistemos reikalavimus. Šiame poskyryje bus pateikiami funkciniai ir nefunkciniai sistemos reikalavimai. Tam, kad apsibrėžti svarbius reikalavimus, reikia analizuoti dalykinę sritį, esamą situaciją. Surinkdamas reikalavimus, autorius remiasi 1 skyriuje identifikuotomis dalykinės srities problemomis, 2 skyriuje analizuotomis informacinėmis sistemomis ir nagrinėta literatūra. Verta pabrėžti tai, jog autorius pateikia pagrindinius reikalavimus, kurie yra reikalingi sukurti produktą pagal „MVP“ (angl. *A minimum viable product*) strategiją.

4.1.1. Funkciniai reikalavimai

Funkciniai reikalavimai (žiūrėti 5 lentelę) yra surinkti remiantis dalykinės srities analize ir identifikuotomis stacionaraus gydymo problemomis.

5 lentelė. Projektuojamos sistemos funkciniai reikalavimai

Reik. Nr.	Reikalavimas	Aprašymas
FR.1	Duomenų įvedimas galimas ALR technologijos pagalba	Reikalavimas kyla iš stacionaraus gydymo problemų sprendimo būdų (žiūrėti 2.3. poskyrį)
FR.2	Sistemos vidiniai naudotojai yra autorizuojami	Visi darbuotojai, kurie yra susiję su stacionariu gydymu, yra identifikuojami, todėl svarbu, kad sistema autorizuočių naudotojus
FR.3	Sveikatos įstaigos darbuotojas, kuris turi atitinkamą rolę, gali sukurti gydymo planą	Reikalavimas kyla iš dalykinės srities (žiūrėti 1. skyrį)
FR.4	Pacientai yra identifikuojami ESPBI IS pagalba	Visų Lietuvos pacientų duomenys yra laikomi ESPBI IS, todėl sistema turi sugebėti komunikuoti su šia sistema
FR.5	Suteikta sveikatos paslauga yra identifikuojama	Reikalavimas kyla iš dalykinės srities (žiūrėti 1. skyrį)
FR.6	Kiekviena sąveika tarp slaugytojo ir paciento, kuri yra nurodyta gydymo plane, yra fiksuojama ir saugoma	Reikalavimas kyla iš dalykinės srities (žiūrėti 1. skyrį)
FR.7	Sveikatos įstaigos darbuotojas, kuris suteikė bet kokią sveikatos paslaugą, yra identifikuojamas	Reikalavimas kyla iš dalykinės srities (žiūrėti 1. skyrį)

Reik. Nr.	Reikalavimas	Aprašymas
FR.8	Medikamentų, kurie yra suteikiami pacientui, tinkamumo verifikavimas	Patikrinama ar suteikiamas medikamentas yra nurodytas gydymo plane ir neįvyko klaida. Reikalavimas kyla iš stacionaraus gydymo problemų sprendimo būdų (žiūrėti 2.3. poskyrį)
FR.9	Paciento būklės duomenys, gauti suteikiant sveikatos paslaugą, yra fiksuojami ir saugomi	Reikalavimas kyla iš dalykinės srities (žiūrėti 1. skyrį)
FR.10	Formos, reikalingos stacionariame gydyme, yra pildomos sistemoje automatiškai, užpildant formą duomenimis, kurie buvo fiksuoti gydymo metu	Reikalavimas kyla iš stacionaraus gydymo problemų sprendimo būdų (žiūrėti 2.3. poskyrį)
FR.11	Medicininį įrašų valdymo veiksmus gali atlikti tik tie darbuotojai, kurie turi valdymo veiksmams reikalingas roles	Slaugytojai gali redaguoti tik su jais susijusius įvestus duomenis, tačiau gydytojai gali redaguoti visus įvestus duomenis. Reikalavimas kyla iš dalykinės srities (žiūrėti 1. skyrį)
FR.12	Duomenų mainuose su centralizuota duomenų baze yra naudojamas HL7 formatas	Reikalavimas kyla iš sveikatos įstaigų informacinių sistemų analizavimo (žiūrėti 2.2.3 poskyrį)

4.1.2. Nefunkciniai reikalavimai

Nefunkciniai reikalavimai (žiūrėti 6 lentelę) yra surinkti remiantis dabartinių sveikatos įstaigų naudojamomis informacinėmis sistemomis ir literatūra, kuri nagrinėja ALR panaudojimą sveikatos priežiūroje. Surinkti nefunkciniai reikalavimai apima šiuos reikalavimus:

- Saugumo ir slaptumo reikalavimai;
- Ergonominiai reikalavimai;
- Prieinamumo ir patikimumo reikalavimai;
- Plečiamumo reikalavimai.

6 lentelė. Projektuojamos sistemos nefunkciniai reikalavimai

Reik. Nr.	Reikalavimas	Aprašymas
NFR.1	Vartotojo sąsaja turi būti pritaikyta neįgaliesiems pagal „Web Content Accessibility Guidelines 1.0“ pasiūlymus	Reikalavimas kyla remiantis ESPBI IS nagrinėjimu (žiūrėti 2.2. poskyrį)
NFR.2	Vartotojo sąsaja turi būti daugiakalbė	Reikalavimas remiasi nagrinėtomis Lietuvos sveikatos įstaigų informacinėmis sistemomis (žiūrėti 2.1. poskyrį)

Reik. Nr.	Reikalavimas	Aprašymas
NFR.3	Klaidų pranešimai formuojami taip, kad vartotojui būtų aišku kokių veiksmų imtis	Reikalavimas remiasi nagrinėtomis Lietuvos sveikatos įstaigų informacinėmis sistemomis (žiūrėti 2.1. poskyrį)
NFR.4	Sistemos integracija su skirtingomis sveikatos įstaigų informacinėmis sistemomis neturi būti sudėtinga	Reikalavimas remiasi nagrinėtomis Lietuvos sveikatos įstaigų informacinėmis sistemomis (žiūrėti 2.1. poskyrį)
NFR.5	Sistemos našumo plėtimas, gerinant ar didinant techninius išteklius, neturi būti sudėtingas, našumo plėtimas neturi reikalauti programos kodo keitimo	Reikalavimas kyla remiantis ESPBI IS nagrinėjimu (žiūrėti 2.2. poskyrį)
NFR.6	Sistema turi veikti pagal principą „24 valandos per dieną, 7 dienos per savaitę, 365 dienos per metus“	Reikalavimas kyla remiantis ESPBI IS nagrinėjimu (žiūrėti 2.2. poskyrį)
NFR.7	Sistemos, kuri susidūrė su sutrikimais, reikalaujančiais sistemos paleidimo iš naujo, prastovos laikas negali viršyti 3 valandų	Reikalavimas kyla remiantis ESPBI IS nagrinėjimu (žiūrėti 2.2. poskyrį)
NFR.8	Sistemos, kuri susidūrė su sutrikimais, reikalaujančiais sistemos diegimo iš naujo, prastovos laikas negali viršyti 6 valandų	Reikalavimas kyla remiantis ESPBI IS nagrinėjimu (žiūrėti 2.2. poskyrį)
NFR.9	Identifikavimo informacija turi būti šifruojama	Reikalavimas remiasi nagrinėtomis Lietuvos sveikatos įstaigų informacinėmis sistemomis (žiūrėti 2.1. poskyrį)

4.2. Projektuojamos sistemos architektūra

Programų sistemos architektūra, tai struktūrų rinkinys, kuris apima sistemos elementus, jų tarpusavio ryšius ir savybes [BCK⁺13]. Kadangi visos programų sistemos turi architektūras [BCK⁺13], šiame poskyryje apžvelgiama projektuojamos sistemos architektūra.

4.2.1. Projektuojamos sistemos priklausomybė nuo dabartinių sistemų

Lietuvos sveikatos priežiūros įstaigas galima suskirstyti į dvi grupes - tiesiogiai naudojančios ESPBI IS ir netiesiogiai naudojančios ESPBI IS. Tiesiogiai ESPBI IS naudojančios įstaigos savo informacinės sistemos neturi, o netiesiogiai naudojančios įstaigos naudoja savo vidinę informacinę sistemą. Visos vidinės sistemos turi pacientų identifikavimo, duomenų saugojimo ir valdymo modulius. Šiame poskyryje nagrinėjama projektuojamos sistemos integracija su dabartinėmis sveikatos įstaigų vidinėmis informacinėmis sistemomis.

Sistema yra posistemė dabartinių sistemų. 2 skyriuje nagrinėtos sveikatos įstaigų informacinės sistemos yra sudarytos iš posistemų. Posistemes sudaro funkcionalumo aibės, kurios atitinka dalykinės srities poreikius, t.y. radiologijos reikmėms yra skirta radiologijos posistemė, laborato-

rijos reikmėms - laboratorijos posistemė, administravimo reikmėms - administravimo posistemė ir t.t. Kuriant sistemą, kaip dabartinės sistemos posistemę, reikėtų papildyti esamą vartotojo sąsają su naujos posistemės teikiamais funkcionalumais, atlikti pakeitimus administravimo posistemėje. Taip pat gali būti neišvengiami kitų posistemų koregavimai. Jeigu projektuojama sistema būtų integruojama į daugiau sveikatos įstaigų, naująją sistemą reikėtų pritaikyti skirtingose informacinėse sistemos, nes skirtingos įstaigos turi skirtingas sistemas. Šis sistemos pasirinkimas reikštų, kad projektuojamą sistemą galėtų naudoti tik savo informacines sistemas turinčios sveikatos įstaigos. Tačiau kuriant tokią sistemą, didelė dalis reikalavimų, kilusių iš dalykinės srities, būtų įgyvendinti įstaigos informacinės sistemos, nereikėtų kurti modulių, kurių pagalba komunikuojama su ESPBI IS.

Sistema nėra priklausoma nuo dabartinių sistemų. Kadangi ne visos sveikatos įstaigos turi savo vidines informacines sistemas, viena iš alternatyvų - kurti sistemą, kuri visus keliamus reikalavimus įgyvendintų pati ir nebūtų priklausoma nuo dabartinių įstaigų vidinių sistemų. Kadangi visos sveikatos įstaigos yra dalinai priklausomos nuo ESPBI IS suteikiamų duomenų, todėl visos sistemos, manipuliuojančios šiais duomenimis, privalo komunikuoti su ESPBI IS. Vadina-si, kuriama sistema turėtų pati valdyti duomenų mainus. Projektuojamos sistemos funkcionalumo poaibis sutaptų su dabartinių sistemų funkcionalumų poaibiais. Tokią sistemą galima būtų diegti tiek į įstaigas, kurios neturi vidinių informacinių sistemų, tiek į tas, kurios turi. Diegiant sistemą į įstaigas, kurios turi vidines informacines sistemas, nereikėtų papildomų kaštų vidinių sistemų koregavimui ir jų pritaikymui projektuojamai sistemai, todėl diegimas į visas įstaigas būtų vienodas. Jeigu būtų pasirinkta ši sistema, atsirastų daug funkcionalumo ir duomenų dubliavimo, tačiau ši problema kiltų tik tose įstaigose, kurios turi vidines sistemas. Taip pat šios sistemos kūrimo kaštai būtų didesni nei pirmojo pasiūlymo, nes reikėtų įgyvendinti daugiau funkcionalumų ir atsirastų duomenų bazė, kurioje būtų laikomi sistemai reikalingi duomenys, kurie nėra gaunami iš ESPBI IS.

Sistema yra dalinai priklausoma nuo dabartinių sistemų. Vienas iš pasirinkimų galėtų būti dalinis sistemos priklausomumas nuo dabartinių sistemų. Projektuojama sistema pati nedalyvautų duomenų mainuose su ESPBI IS, tačiau turėtų tarpinį sluoksnį, kuris bendrautų su dabartinių sistemų duomenų mainų sluoksniu. Šis lygmuo pasirūpintų, kad sistema gautų norimus duomenis. Likusi sistemos dalis būtų savarankiška ir nepriklausytų nuo kitų sistemų, t.y. suprogramavus vartotojo sąsają bei įgyvendinus visus funkcionalumus, jų pritaikyti dabartinėms sistemoms nereikėtų. Diegiant sistemą į skirtingas sveikatos priežiūros įstaigas, kurios turi vidines sistemas, reikėtų koreguoti tik sistemų sąlyčio taškus, t.y. projektuojamos sistemos tarpinis sluoksnis ir vidinių sistemų duomenų mainų sluoksniai. Jeigu sveikatos įstaiga neturi vidinės sistemos, papildomai reikėtų suprojektuoti ir įdiegti duomenų ir duomenų mainų sistemą. Jeigu būtų pasirinkta ši sistema, būtų

išvengiamas funkcionalumų ir duomenų dubliavimas. Tačiau kiekvienai vidinei sistemai reikėtų pritaikyti naująją sistemą, o jeigu nėra vidinės sistemos, reikėtų papildomų kaštų trūkstamoms sistemos dalims suprojektuoti ir sudiegti.

Norint projektuoti sistemą, kuri būtų posistemė dabartinių sistemų, reikėtų išsikelti prielaidą, kad sistema yra diegiama tik tuose sveikatos įstaigose, kuriose veikia vidinės informacinės sistemos. Pasirinkus šį pasiūlymą ne tik sumažėtų sveikatos įstaigų, kuriose galima pritaikyti sistemą, skaičius, bet ir kiekvienos įstaigos vidinei sistemai reikėtų pakeitimų. Norint išvengti minėtų problemų, galima kurti sistemą, kuri nėra priklausoma nuo dabartinių sistemų. Tačiau susidurtume su naujomis problemomis - funkcionalumo bei duomenų dubliavimo ir didesnių sistemos kūrimo kaštų. Paskutinis pasiūlymas, kur sistema yra dalinai priklausoma nuo dabartinių sistemų, spręstų visas minėtas problemas, išskyrus vidinių sistemų pakeitimus, todėl šis pasirinkimas yra tinkamiausias.

4.2.2. Architektūros stilius

Šiame poskyryje apžvelgiami galimi būsimos sistemos architektūros stiliai. Taip pat pasirenkamas tinkamiausias stilius iš apžvelgtųjų.

Komponentais pagrįstas architektūros stilius. Komponentinis architektūros stilius yra pagrįstas sistemos išskaidymu į smulkesnius funkcinius ir loginius elementus, kurie yra vadinami komponentais. Jungiant komponentus tarpusavyje, gaunama pilna sistema. Kiekvienas komponentas turi apsibrėžęs komunikavimo sąsają (angl. *interface*), kurioje nurodomi kokie komponento įgyvendinti metodai yra pasiekiami kitiems komponentams. Vienas iš pagrindinių šios architektūros bruožų - komponentų perpanaudojimas. Kadangi kiti komponentai komunikuoja tik per komponento sąsają, komponentą yra lengva pakeisti kitu komponentu, turinčiu tokią pačią sąsają. Kuriant sistemą, kurios architektūros stilius būtų komponentinis, susidurtume su dideliais sistemos kaštais [Crn01], nes perpanaudojamų komponentų kūrimas pareikalautų daug laiko ir pastangų, o tai reikštų kaštų didėjimą.

Daugiasluoksnės architektūros stilius. Šis architektūros stilius yra pagrįstas sistemos skaidymu į loginius sluoksnius ir fizinius lygmenis. Kiekvienas sluoksnis turi savo rolę ir atsakomybę (pvz.: verslo logikos, vaizdavimo ir t.t.), todėl kiekvienas sluoksnis atlieka veiksmus susijusius tik su jo logika, o kitų sluoksnių logika jam nėra aktuali. Fiziniai lygmenys yra atskirti fiziškai, t.y. kiekvienas fizinis lygmuo veikia skirtinguose kompiuteriuose, tačiau vienam fiziniame lygmenyje gali būti keletas loginių sluoksnių. Tokia architektūra leidžia sistemai būti tiek vertikaliai, tiek horizontaliai plečiamai [Kam07]. Taip pat ši architektūra yra paprastesnė nei komponentinė, todėl jos kūrimo kaštai yra mažesni. Tačiau augant sluoksnių skaičiui, sistemos sudėtingumas ir kūrimo kaina didėja.

Išreikštinai neapsibrėžti konkrečiau architektūros stiliaus. Taip pat vienas iš variantų,

sistemos architektūros stiliaus pasirinkime, yra išreikštinai neapsibrėžti konkrečiau architektūros stiliaus. Toks pasirinkimas leistų greitai sukurti sistemą, nes kūrimo metu nereikėtų laikytis taisyklių ir nevaržytų apribojimai, kurie kyla iš architektūrų stilių. Kadangi šis pasirinkimas leistų sistemą greitai sukurti, vadinasi jos kūrimo kaštai nebūtų dideli. Jeigu nebūtų griežtai taikomas konkretus architektūros stilius, vadinasi sistema būtų labai sunkiai plečiama, o auganti techninė skola (angl. *technical debt*) didintų sistemos palaikymo kaštus, todėl sistemos bendra kūrimo ir palaikymo kaina būtų didelė. Ši alternatyva nėra laikoma geros architektūros praktika [BCK⁺13].

Renkantis sistemos architektūros stilių, svarbu atkreipti dėmesį į sistemai keliamus reikalavimus, taip pat atkreipti dėmesį į sistemos kaštus. Jeigu pasirinktume išreikštinai neapsibrėžti konkrečiau architektūros stiliaus, vadinasi sistemą sukurti nebus brangu, tačiau jos palaikymo kaštai bus dideli. Jeigu pasirinktume komponentinį architektūros stilių, sistemos architektūra būtų sudėtinga, o sistemos kūrimo kaštai dideli. Daugiasluoksnės architektūros stilius leistų sistemai būti plečiamai bei sistemos kaštai būtų mažesni nei komponentinės, todėl šis stilius yra tinkamiausias kuriant siūlomą sistemą.

4.2.3. ALR skaitytuvas ir sistemos vartotojo sąsaja

Teigiama, jog nuo 2015 metų, 50% rinkoje naudojamų mobiliųjų telefonų turi įdiegtą ALR technologiją [NFC14]. Taip pat dauguma literatūros šaltinių, kurie analizuoja sveikatos priežiūrą ir ALR technologiją, renka mobiliųjų telefoną kaip ALR skaitytuvą [ARM⁺13] [SKP⁺06] [PHA⁺12] [MDL⁺09] [GKJ13]. Malaizijoje atlikta apklausa rodo, kad didžioji dalis sveikatos priežiūros įstaigų darbuotojų rinkęsi naudoti mobiliuosius telefonus kaip ALR skaitytuvus [ARM⁺13]. Kadangi dauguma mobiliųjų telefonų turi įdiegtą ALR technologiją ir literatūros šaltiniuose siūloma juos panaudoti ALR įgalintose sistemose, mobilusis telefonas būtų tinkamas projektuojamos sistemos ALR skaitytuvas. Kadangi duomenis, kurie yra įvesti į sistemą, galima matyti ir koreguoti, sistemos naudojimui reikalinga vartotojo sąsaja. Toliau šiame poskyryje apžvelgiami vartotojo sąsajos dislokavimo variantai.

Vartotojo sąsaja ALR skaitytuve. Kliento sluoksnis ir ALR valdiklių sluoksnis gali būti viename lygmenyje, t.y. tiek vartotojo sąsaja, tiek ALR skaitytuvas gali būti viename įrenginyje. Nuskaičius ALR žymą, naudotojas iš karto gali matyti įvestus duomenis, juos redaguoti, išsaugoti. Naudotojui tai būtų patogu, nes jis visus sistemos funkcionalumus gali pasiekti viename įrenginyje. Pasirinkus šį sprendimą, jeigu ALR skaitytuvas būtų nedidelio dydžio, naudotojui gali kilti nepatogumų pildant, redaguojant ir skaitant formose pateiktus duomenis.

Vartotojo sąsaja kompiuterio programinėje įrangoje ir ALR skaitytuve. Taip pat vartotojo sąsaja gali būti kaip kompiuterio programinė įranga. Nuskaičius ALR žymą, nuskaityti duomenys atsirastų kompiuterio programinėje įrangoje, kur vartotojas galėtų duomenis redaguoti, peržiū-

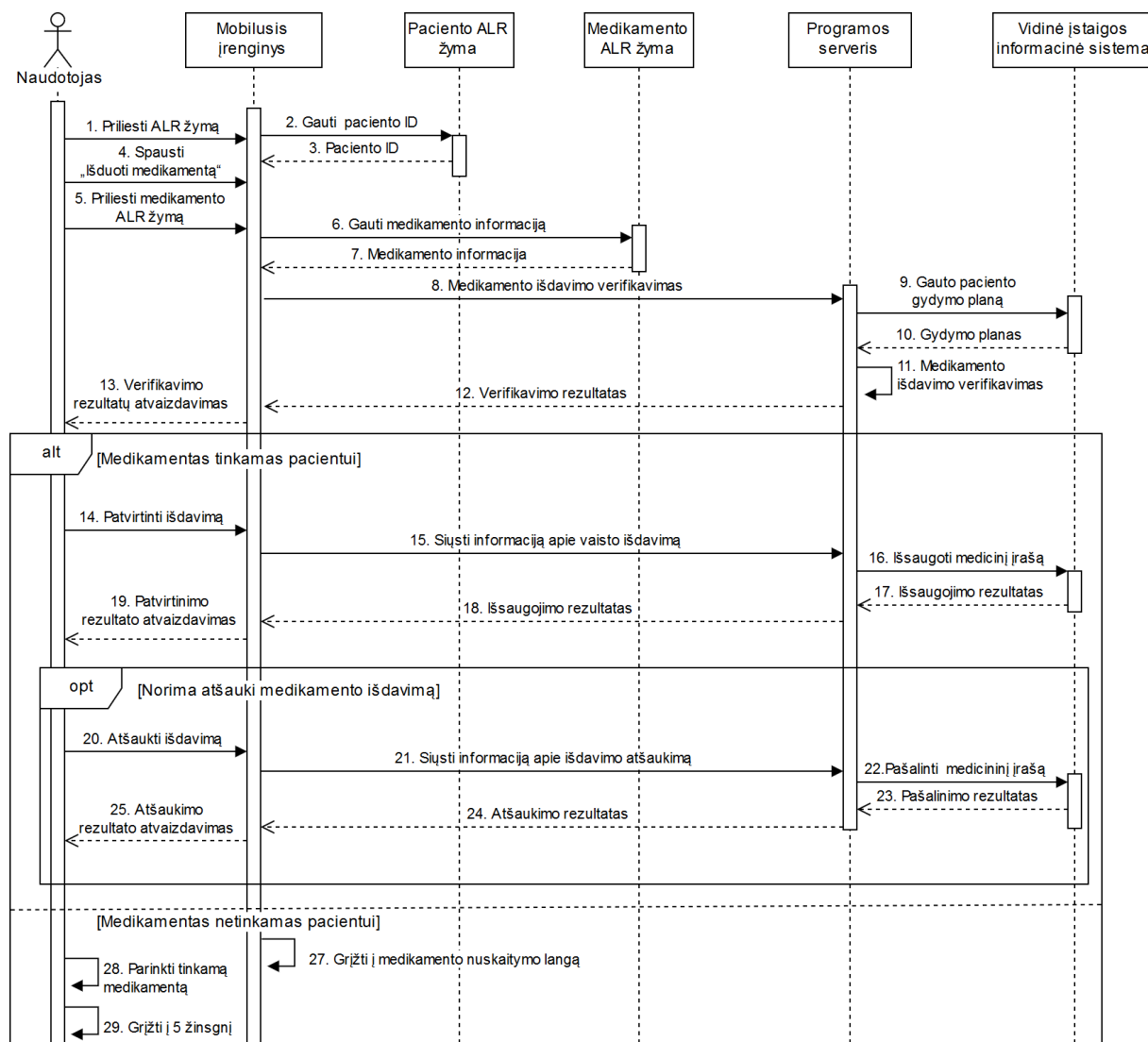
rėti ir išsaugoti. Jeigu būtų pasirinktas šis variantas, kiekviename kompiuteryje reikėtų įdiegti šią programinę įrangą. Taip pat, programinę įrangą reikėtų kurti skirtingoms kompiuterių operacinėms sistemoms, o tai padidintų kuriamos sistemos kaštus. Kadangi ALR žymos būtų nuskaitomos su vienu įrenginiu, o duomenų redagavimas ir vaizdavimas atliekamas su kitu, naudotojui gali kilti nepatogumų vaikstant nuo paciento iki artimiausio kompiuterio. Tačiau tuo atveju, kuomet duomenų redagavimui interakcija su paciento ALR žyme nėra reikalinga, naudotojui būtų patogiau redaguoti duomenis naudojantis kompiuteriu, o ne mobiliuoju telefonu.

Vartotojo sąsaja interneto naršyklėje ir ALR skaitytuve. Kadangi šiuo metu interneto naršyklė yra įdiegta tiek į stacionarius ir nešiojamus kompiuterius, tiek į mobiliuosius telefonus bei planšetinius kompiuterius, projektuojamos sistemos vartotojo sąsaja, kurioje naudotojai gali redaguoti duomenis, galėtų būti pasiekama per interneto naršyklę. Šis sprendimas leistų išvengti skirtingų operacinių sistemų keliamų sunkumų. Jeigu vartotojo sąsaja būtų pritaikyta mažiems įrenginiams (angl. *responsive*), sistema būtų patogų naudotis neatsižvelgiant į įrenginio dydį. Kadangi ALR skaitytuvas būtų įdiegtas mobiliajame telefone, pasirinkus šį variantą, naudotojas galėtų duomenų redagavimo operacijoms naudoti arba ALR skaitytuvą, arba kitą įrenginį.

Visų nagrinėtų informacinių sistemų (žiūrėti 2. skyrių), kurios yra naudojamos sveikatos priežiūros įstaigų darbuotojų, vartotojo sąsajos yra pasiekiamos interneto naršyklėje. Todėl tikėtina, kad įstaigos darbuotojams būtų patogiau naudotis sistema, jeigu jie turėtų galimybę redaguoti duomenis interneto naršyklėje. Kadangi siūloma naudoti mobiliąjį telefoną kaip ALR skaitytuvą, naudotojai galėtų pasirinkti ar duomenis koreguoti mobiliajame telefone, ar kompiuteryje. Dėl išvardintų priežasčių, vartotojo sąsaja interneto naršyklėje ir ALR skaitytuve yra tinkamiausias variantas.

4.2.4. Medikamentų išdavimas

Medikamentų išdavimo procedūra yra viena iš pagrindinių stacionaraus gydymo paslaugų (žiūrėti 1. skyrių). Šiame poskyryje pateikiama medikamentų išdavimo sekų diagrama (žiūrėti 4 pav.). Šios procedūros tikslas - išduoti medikamentą pacientui ir užfiksuoti šį faktą medicininiu įrašu. Šios diagramos pirminis agentas - sistemos naudotojas, t.y. slaugos darbuotojas arba gydytojas. Šią sekų diagramą sudaro 29 žingsniai. Jeigu išduodamas medikamentas nėra tinkamas pacientui ir įvyko klaida, sistema praneša vartotojui apie bandymą išduoti netinkamą medikamentą ir laukia kol sistemos naudotojas prilies tą medikamentą, kuris yra nurodytas gydymo plane.



4 pav. Medikamentų išdavimo sekų diagrama

Medikamentų išdavimo procedūrą gali sudaryti mažesnis žingsnių kiekis, toliau pateikiamos šios procedūros žingsnių alternatyvos.

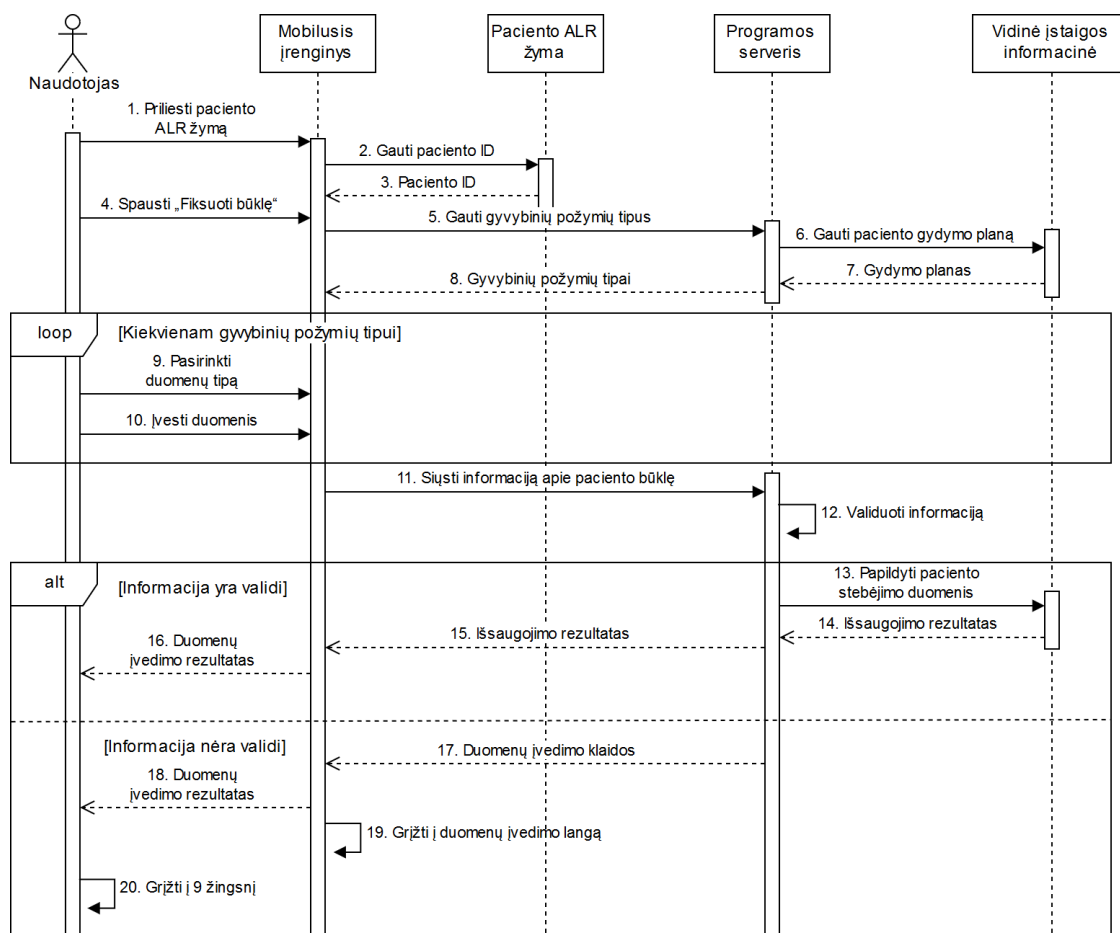
Atsisakyti „Išduoti medikamentą“ ir „Patvirtinti“ mygtukų. Atsisakius šių dviejų mygtukų paspaudimo, naudotojui vietoj 5 žingsnių, šiai procedūrai atlikti užtektų 3 žingsnių. Tačiau sumažėjus naudotojo žingsnių kiekiui, naudotojui gali tapti neaišku kokį sekantį žingsnį jis turi atlikti, nes nuskaičius paciento ALR žymą, intuityviai reikėtų žinoti, kad iš karto reikia priliesti ir medikamento ALR žymą. Jeigu šių mygtukų nebūtų, naudotojui gali kilti keblumų kuomet nuskaitoma keleto pacientų ALR žymos ir tuomet nuskaitoma medikamento ALR žyma. Šio scenarijaus atveju gali kilti neaiškumų dėl konkretaus paciento, kuriam turėjo būti išduotas medikamentas.

Paciento gydymo plano informaciją laikyti ALR žymoje. ALR žymoje laikant visą reikiamą informaciją apie paciento gydymo planą, sutrumpėtų uždelsimo laikas, kuris susidaro vykdant 9 ir 10 žingsnius. Pasirinkus šią alternatyvą, reikėtų atkreipti dėmesį į paciento duomenų saugumą. Kadangi paciento gydymo planas yra konfidencialus dokumentas, plano duomenų pasiekiamumas

negali būti viešas. Reikėtų užtikrinti, kad tik sistemos ALR skaitytuvai galėtų gauti ir iššifruoti gydymo plano duomenis.

4.2.5. Paciento būklės fiksavimas

Kadangi viena iš stacionaraus gydymo pagrindinių procedūrų - paciento gyvybinių požymių fiksavimas, t.y. širdies ritmo, temperatūros ir kitų rodiklių fiksavimas, žemiau pateikiama šios procedūros sekų diagrama (žiūrėti 5 pav.). Šios procedūros tikslas - gydymo plane nurodytų paciento būklės požymių fiksavimas. Šios diagramos pirminis agentas - sistemos naudotojas, t.y. slaugos darbuotojas arba gydytojas. Jeigu vartotojas įveda netinkamus duomenis, t.y. vietoj kūno temperatūros rodmenų, naudotojas įveda širdies ritmo rodmenis, sistema aptinka klaidą ir praneša naudotojui, kad įvesti duomenys nėra validūs.



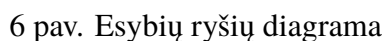
5 pav. Paciento būklės fiksavimas sekų diagrama

Pateikta paciento būklės fiksavimo diagrama nurodo žingsnius, reikalingus užfiksuoti gautus būklės duomenis, tačiau žingsnių kiekis gali būti mažesnis, todėl toliau aptariamos šios sekų diagramos žingsnių alternatyvos.

Paciento gydymo plano informaciją laikyti ALR žymoje. Ši alternatyva taip pat minima medikamentų išdavimo žingsnių alternatyvose (žiūrėti 4.2.4. poskyrį), todėl argumentai, kodėl ši

Atsisakyti gyvybinio požymio tipo pasirinkimo. Atsisakius šio žingsnio, naudotojui nereiktų patikslinti kokie duomenys yra įvesti, t.y. ar įvesti kūno temperatūros rodikliai, ar kraujotakos ir t.t. Naudotojui pakaktų įvesti tinkamo formato duomenis, o sistema pagal duomenų formatą, juos validuotų ir priskirtų jiems gyvybinio požymio tipą. Pasirinkus šią alternatyvą, pirminiam agentui sumažėtų žingsnių kiekis, tačiau padidėtų duomenų formato klaidų tikimybė. Jeigu naudotojas įveda paciento kūno temperatūros duomenis širdies ritmo rodiklio formatu, sistema supranta, kad įvesti širdies ritmo duomenys, o ne kūno temperatūros.

Informacinio vaizdo pateikimui naudojama esybių ryšių diagrama, kuri nusako esybes ir ryšius tarp jų. Informacinis vaizdas yra pateiktas žemiau (žiūrėti 6 pav.), esybių aprašymas yra pateiktas lentelėje (žiūrėti 7 lentelę).

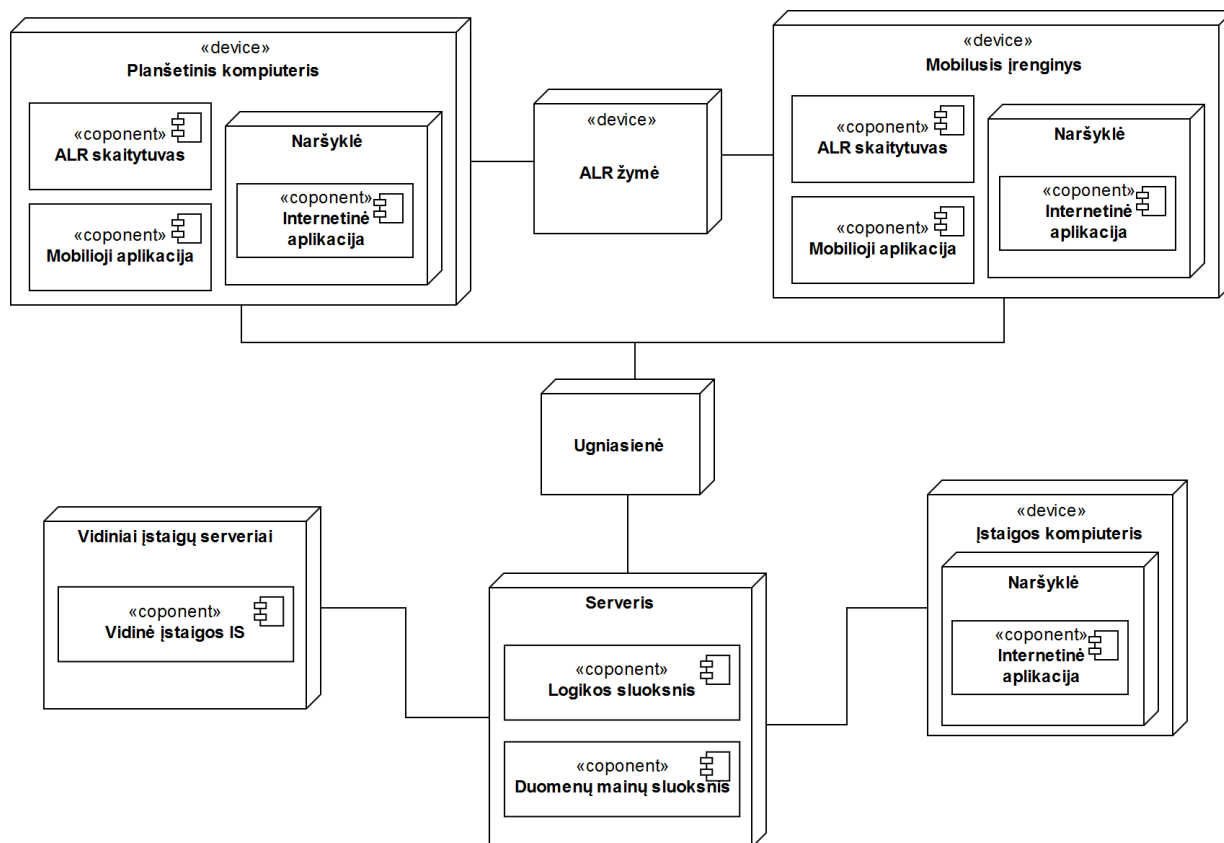


7 lentelė. Esybių aprašymas

Nr.	Esybė	Aprašymas
1	Sveikatos įstaigos darbuotojas	Abstrakti klasė, kuri apibūdina įstaigos darbuotojus
2	Gydytojas	Informacija apie sveikatos įstaigos darbuotoją, kuris yra kvalifikuotas paskirti gydymą
3	Slaugytojas	Informacija apie sveikatos įstaigos darbuotoją, kuris prižiūri pacientus ir padeda juos gydyti
4	Administratorius	Informacija apie sveikatos įstaigos darbuotoją, kuris administruoja ALR žymų išdavimą
5	Vidinė įstaigos informacinė sistema	Vidinė įstaigos informacinė sistema, kuri autorizuoja sistemos naudotojus ir saugo duomenis
6	Gydymo planas	Informacija apie paskirtą gydymą. Gydymo plane nurodomos reikalingos procedūros, reikalingi medikamentai ir tyrimai
7	Medikamentas	Informacija apie medikamentą
8	Bendrinė procedūra	Informacija apie stacionaraus gydymo bendrinę procedūrą
9	Pacientas	Klinikiniai paciento duomenys
10	ALR žyma	Abstrakti klasė, kuri apibūdina naudojamą ALR žymą
11	Paciento ALR žyma	Informacija apie paciento ALR žymą, joje saugomas paciento identifikacijos numeris
12	Medikamento ALR žyma	Informacija apie medikamento ALR žymą, joje saugomas medikamento identifikacijos numeris, galiojimo pabaigos data
13	ALR skaitytuvas	Informacija apie stacionariame gydyme naudojamą ALR skaitytuvą

4.2.7. Dislokavimo vaizdas

Dislokavimo vaizdo pateikimui naudojama dislokavimo diagrama, kuri nurodo projektuojamos sistemos elementų išsidėstymą aparatinėje įrangoje. Dislokavimo vaizdas yra pateiktas žemiau (žiūrėti 7 pav.).



7 pav. Dislokavimo diagrama

4.2.8. Plečiamumo taškai

Tam, kad sistema būtų ilgaamžė ir įgyvendintų naujai keliamus reikalavimus, labai svarbus yra sistemos plečiamumas [BCK⁺13]. Pagrindiniai projektuojamos sistemos plečiamumo taškai:

- Integravimasis su naujomis informacinėmis sistemomis;
- Sensorių, kurie matuoja pacientų gyvybines funkcijas, pridėjimas;
- Pridėti ALR darbo režimą - vartotojas vartotojui.

Integravimasis su naujomis informacinėmis sistemomis. Kadangi projektuojama sistema yra priklausoma nuo išorinių sistemų teikiamų duomenų apie pacientą ir įstaigos darbuotojus, pagrindinis plėtimo taškas - integravimasis su šiomis sistemomis. Projektuojamoje sistemoje yra apibrėžtas duomenų mainų sluoksnis arba integracinis sluoksnis. Atliekant integraciją, duomenų mainų sluoksnis turėtų teikti projektuojamai sistemai vienareikšmiškus duomenis, tarp skirtingų įstaigų, duomenų struktūra neturi keistis. Išorinių sistemų teikiamų paciento duomenų struktūra turėtų atitikti HL7 standartą, tačiau jeigu šio standarto duomenys neatitinka, reikalingi duomenų sluoksnio pakeitimai. Kiekvieno integravimo metu, moduliams, kurie atsakingi už įstaigos darbuotojų duomenų adaptavimą, bus reikalingi pakeitimai, nes šiems duomenis nėra bendro standarto.

ALR sensorių, kurie matuoja pacientų gyvybines funkcijas, pridėjimas. NAGRINĖTOJE LITERATŪROJE ANALIZUOJAMAS gyvybines funkcijas matuojančių ALR sensorių panaudojimas [SKP⁺06].

Kadangi siūlomoje sistemoje visus paciento gyvybinius požymius įveda slaugos darbuotojas, vienas iš sistemos plėtimo taškų - ALR sensorių, kurie matuoja pacientų gyvybines funkcijas, įdiegimas. Šių sensorių diegimas turėtų įtakos mobiliajai aplikacijai. Diegiant sensorius, reikėtų atlikti mobiliosios aplikacijos pakeitimus, t.y. gavus duomenis iš sensoriaus, jie automatiškai užpildytų gyvybinių požymių formos laukus. Šių sensorių pridėjimas neturi daryti įtakos vidinei sistemos daliai.

Pridėti ALR darbo režimą - vartotojas vartotojui. Taip pat vienas iš plėtimo taškų - vietoj ALR žymos, naudoti ALR įrenginius, t.y. įgalinti vartotojas vartotojui darbo režimą. Šis darbo režimas leistų laikyti konfidencialius paciento duomenis ALR įrenginyje. Norint įdiegti šį darbo režimą, siūlomoje sistemoje reikalingi mobiliosios aplikacijos pakeitimai.

4.3. Projektuojamos sistemos prototipas

Šiame poskyryje yra aprašomas projektuojamos sistemos prototipas. Prototipo tikslas - išsiaiškinti ar pagrindinius sistemos scenarijus įmanoma įgyvendinti. Šiame poskyryje pirmiausia aprašomi prototipo uždaviniai, po to aprašoma realizacija ir prototipo testavimas.

4.3.1. Uždaviniai

Prototipo tikslui pasiekti išsikelti šie uždaviniai:

- Nuskaityti paciento ALR žymą;
- Nuskaityti medikamento ALR žymą;
- Gauti paciento gydymo planą;
- Užfiksuoti paciento būklę;
- Verifikuoti medikamento išdavimą.

4.3.2. Realizacija

Prototipo įgyvendinimui buvo pasirinkti „React Native“ ir „Express.js“ karkasai. „React Native“ skirtas kurti mobiliąsias aplikacijas. Šis karkasas pasirinktas dėl to, kad parašius aplikacijos kodą „Javascript“ programavimo kalba, karkasas pasirūpina, kad aplikacija veiktų tiek „iOS“, tiek „Android“ operacinėse aplinkose, todėl nereikia kurti dviejų atskirų aplikacijų, kurios būtų pritaikytos šioms dviem operacinėms sistemoms. „Express.js“ skirtas kurti vidinę sistemos dalį. Šis karkasas buvo pasirinktas dėl to, kad programinis kodas yra rašomas su „Javascript“ programavimo kalba, todėl sistemos tiek išorinė, tiek vidinė dalis yra rašoma ta pačia programavimo kalba. Šis karkasas taip pat leidžia greitai kurti vidinę sistemos dalį, o kadangi kuriamas sistemos prototipas, „Express.js“ tinka išsikeltiems uždaviniams atlikti.

Pirmiausiai buvo kuriama vidinė sistemos dalis. Kadangi siūloma, jog duomenų saugojimas būtų vykdomas sveikatos įstaigų vidinių sistemų pagalba, duomenų saugojimui nebuvo kuriama duomenų bazė, o duomenys saugomi failinėje sistemoje. Vidinėje sistemos dalyje buvo sukurti 4 galutiniai taškai (angl. *endpoint*), kurie priima mobiliosios aplikacijos užklausas ir grąžina atsakymą. Šie galutiniai taškai atlieka šiuos funkcionalumus:

- Patikrina ar išduodamas tinkamas medikamentas;
- Grąžina pacientui aktualius gyvybinių požymių tipus;
- Priima ir išsaugo informaciją apie paciento būklę;
- Grąžina visą informaciją, kuri susijusi su pacientu. Šį funkcionalumą atliekantis galutinis taškas yra naudojamas testuojant sistemos veikimą.

Sukūrus vidinę sistemos dalį, buvo kuriama mobilioji aplikacija. Tam, kad aplikacija galėtų pasiekti nuskaitytus ALR žymos duomenis, buvo pasirinkta naudoti „react-native-nfc-manager“ biblioteka, kuri palengvina darbą su ALR technologija. Nuskaičius ALR žymą ir gavus joje esančius duomenis, aplikacija iškoduoja gautus duomenis. Turint paciento ID, pagal naudotojo pasirinkimą, aplikacija arba laukė kol nuskaitys medikamento ALR žymą, arba gavus pacientui aktualius gyvybinių požymių tipus, laukė kol vartotojas suves informaciją apie paciento būklę (žiūrėti 8 pav., 9 pav., 11 pav., 12 pav.). Turint visą reikiamą informaciją, aplikacija kreipėsi į vidinę sistemos dalį (žiūrėti 11 pav., 13 pav.).

4.3.3. Testavimas

Sukūrus prototipą, testavimas buvo atliekamas 3 etapais:

1. Mobiliosios aplikacijos funkcionalumo testavimas;
2. Vidinės sistemos dalies funkcionalumo testavimas;
3. Pagrindinių sistemos scenarijų testavimas;

Sistemos prototipo testavimo metu buvo naudojami šie įrenginiai:

- Mobilusis įrenginys Nokia 6.1 su Android 9 operacine sistema;
- Mobilusis įrenginys Samsung Galaxy S6 su Android 7 operacine sistema;
- Mobilusis įrenginys Iphone 8 su iOS 11 operacine sistema;
- 4 NXP MIFARE Ultralight C ALR žymos, kurios paremtos ISO 14443-3A standartu.

Testuojant mobiliąją aplikaciją, pirmiausiai buvo testuojamas ALR žymų nuskaitymumas. Visi 3 mobilieji įrenginiai sugebėjo nuskaityti duomenis esančius ALR žymoje. Ištestavus ALR nuskaitytumą, pradėta testuoti tinkamų vaizdų parodymus aplikacijoje ir komunikavimas su vidine sistemos dalimi. Nors mobiliajame įrenginyje, kuris turi iOS operacinę sistemą, mobiliosios aplikacijos vaizdai nežymiai skyrėsi nuo Android įrenginių, tačiau tai neturėjo įtakos mobiliosios aplikacijos funkcionalumui.

Testuojant vidinės sistemos dalies funkcionalumą, buvo naudojamas „Postman“ įrankis. Kadangi vidinės sistemos dalies pagrindinis funkcionalumas - priimti, verifikuoti ir išsaugoti duomenis, buvo pakartotinai siuntinėjamos įvairios užklausos su tinkamais ir netinkamais duomenimis.

Pagrindinių sistemos scenarijų testavimo metu su skirtingais įrenginiais buvo atliekami 4 skyriuje aprašyti scenarijai. Pirmiausiai su „NFC tool“ įrankiu buvo paruošiamos 2 pacientų ALR žymos ir 2 medikamentų ALR žymos. Su visais 3 mobiliais įrenginiais buvo tikrinamas medikamentų verifikavimas ir pacientų būklės fiksavimas. Atlikus testavimus paaiškėjo, jog pagrindinius sistemos scenarijus įmanoma įgyvendinti, todėl išsikeltas prototipo tikslas buvo pasiektas.

Rezultatai ir išvados

Šiame darbe išanalizuota stacionaraus gydymo situacija Lietuvoje, identifikuotos problemos, o kartu ir apžvelgiami šių problemų sprendimo būdai. Taip pat darbe aprašytos ir išnagrinėtos kelios sveikatos priežiūros įstaigų informacinės sistemos. Nagrinėjant ALR technologiją, išsiaiškinta, kad ši technologija yra tinkama stacionariame gydyme teikiamų paslaugų efektyvumo didinimui. Šiame darbe yra siūloma programų sistemų architektūra, kuri yra pagrįsta ALR technologija, ir pateikiamas jos prototipas.

Atlikus darbą buvo gauti šie **rezultatai**:

1. Išsiaiškinta kas yra stacionarus gydymas, kokia jo situacija Lietuvoje ir identifikuotos stacionariame gydyme kylančios problemos bei nustatyti šių problemų sprendimo būdai;
2. Atliktas Lietuvos sveikatos priežiūros įstaigų informacinių sistemų palyginimas, išanalizuota elektroninės sveikatos paslaugų ir bendradarbiavimo infrastruktūros informacinė sistema ir nustatyti integraciniai reikalavimai;
3. Remiantis literatūra, išanalizuotas ALR technologijos veikimas, nustatytos pritaikymo galimybės sveikatos priežiūroje;
4. Išskelti programų sistemų architektūros funkciniai ir nefunkciniai reikalavimai, analizės būdu nustatyta ir pasiūlyta architektūra, sukurtas sistemos prototipas.

Darbo **išvados**:

1. Stacionariame gydyme teikiamų paslaugų efektyvumas nėra aukštas, tačiau ALR technologija gali prisidėti prie sėkmingo aplinkos intelekto įgyvendinimo sveikatos priežiūros sektoriuje ir didinti stacionariame gydyme teikiamų paslaugų efektyvumą;
2. Ne visos sveikatos priežiūros įstaigos turi vidines informacines sistemas. Tačiau įstaigų, turinčių šias sistemas, informacinės sistemos nėra vienodos, jų sudėtingumo lygiai ir teikiami funkcionalumai skiriasi. Informacinių sistemų sudėtingumas priklauso nuo įstaigos dydžio;
3. Norint įdiegti naują technologiją į sveikatos priežiūros sektorių, dėl įstaigų informacinių sistemų nevienodumo, verta kurti atskirą informacinę sistemą ir atlikti integraciją su esamomis informacinėmis sistemomis;
4. Sveikatos priežiūros įstaigų naudojamas informacines sistemas yra svarbu kurti taip, jog jos būtų paprastos naudojimui, nesudėtingai plečiamos ir užtikrintų pacientų duomenų saugumą;
5. Siūlomos sistemos įgyvendinimo kaštai kiekvienai sveikatos priežiūros įstaigai skiriasi. Tai priklauso nuo to, ar įstaiga turi savo vidinę informacinę sistemą, kuri yra integruota į elektroninės sveikatos paslaugų ir bendradarbiavimo infrastruktūros informacinę sistemą, ar tokios sistemos neturi;
6. Įgyvendinus ir atliktus siūlomos sistemos prototipo testavimą, galima teigti, kad siūloma

ALR technologija paremta sistema, kuri padeda atlikti efektyviau bendrines stacionaraus gydymo procedūras, yra įgyvendinama.

Viską apibendrinus galima teigti, kad išsikeltas darbo tikslas buvo pasiektas. Išnagrinėta Lietuvos stacionaraus gydymo situacija, identifikuotos problemos, apžvelgti šių problemų sprendimo būdai ir analizuojant alternatyvas, pasiūlytas programų sistemų architektūros sprendimas, kuris didina stacionaraus gydymo efektyvumą.

Ateityje šį darbą galima tęsti šiais aspektais:

1. Sukurti pilnai veikiančią siūlomos programų sistemos architektūros sprendimą ir integruoti į pasirinktą sveikatos priežiūros įstaigą;
2. Išanalizuoti ir atlikti žmogaus gyvybinių požymių sensorių diegimą į siūlomą sistemą.

Literatūra

- [Agr09] Abha Agrawal. Medication errors: prevention using information technology systems, 2009. doi: 10.1111/j.1365-2125.2009.03427.x. URL: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC2723209/pdf/bcp0067-0681.pdf>.
- [AR14] Sima Ajami ir Ahmad Rajabzadeh. Radio Frequency Identification (RFID) technology and patient safety. (September 2013), 2014.
- [ARM⁺13] Nor Azlina, Abd Rahman, Zety Marlia, Hemalata Vasudavan ir Zainal Abidin. Malaysia Hospital Asset Tracking System using RFID Technology (MHATS) Relationship between Motivational Dimensions towards Intention to Purchase Green Food Product in Malaysia View project Entrepreneurial Education View project Malaysia Hospital Asset Tracking System using RFID Technology (MHATS). Tech. atask. 2013. URL: <https://www.researchgate.net/publication/245025372>.
- [Auk18] Aukščiausioji audito institucija. ASMENS SVEIKATOS PRIEŽIŪROS PASLAUGŲ PRIEINAMUMAS IRORIENTACIJA Į PACIENTĄ, 2018.
- [BCK⁺13] Len Bass, Paul Clements, Rick Kazman, T • Addison- ir k.t. Software Architecture in Practice Third Edition. Tech. atask. 2013. URL: <https://jegadeesansite.files.wordpress.com/2018/01/sei-series-in-software-engineering-len-bass-paul-clements-rick-kazman-software-architecture-in-practice-addison-wesley-professional-2012.pdf>.
- [BHF⁺08] J. Bravo, R. Hervás, Carmen Fuentes, G. Chavira ir S. W. Nava. Tagging for nursing care. *Proceedings of the 2nd international conference on pervasive computing technologies for healthcare 2008, pervasivehealth*, (January):305–307, 2008. doi: 10.1109/PCTHEALTH.2008.4571097.
- [CAJ09] Diane J Cook, Juan C Augusto ir Vikramaditya R Jakkula. Ambient intelligence: Technologies, applications, and opportunities. *Pervasive and mobile computing*, 5:277–298, 2009. doi: 10.1016/j.pmcj.2009.04.001. URL: www.elsevier.com/locate/pmc.
- [CYD⁺16] Mehmet Fatih Caglar, Musa Yavuz, Habib Dogan ir M.Ahmet Gozel. Use of Radio Frequency Identification Systems on Animal Monitoring. *International journal of technological science*, 2(August), 2016.
- [COO12] Vedat Coskun, Kerem Ok ir Busra Ozdenizci. *Near Field Communication: From Theory to Practice*. Tom. 4, 2012. ISBN: 5985010104.

- [Crn01] Ivica Crnkovic. Component-based software engineering — new challenges in software development. *Software focus*, 2(4):127–133, 2001. DOI: 10.1002/swf.45. URL: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1002/swf.45>.
- [DJ15] Danco Davcev ir Goran Jakimovski. Ergonomics Design of Healthcare NFC-based System. *Procedia manufacturing*, 3(Ahfe):5631–5638, 2015. ISSN: 23519789. DOI: 10.1016/j.promfg.2015.07.770. URL: <http://dx.doi.org/10.1016/j.promfg.2015.07.770>.
- [EE11] Europos Parlamentas ir Europos Taryba. Directives on the application of patients' rights in cross-border healthcare. Tech. atask. 2011. URL: <https://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=OJ:L:2011:088:0045:0065:EN:PDF> (tikrinta 2019-03-07).
- [Eur16] Europos Komisija. Overview of the national laws on electronic health records in the EU Member States (2016) | Visuomenės sveikata. 2016. URL: https://ec.europa.eu/health/ehealth/projects/nationallaws%7B%5C_%7Delectronichealthrecords%7B%5C_%7D1t (tikrinta 2019-03-07).
- [Eur18] Eurostat. Population structure and ageing. 2018. URL: https://ec.europa.eu/eurostat/statistics-explained/index.php/Population%7B%5C_%7Dstructure%7B%5C_%7Dand%7B%5C_%7Dageing (tikrinta 2019-02-24).
- [FHB⁺11] Jesús Fontecha, Ramón Hervás, José Bravo ir Vladimir Villarreal. An NFC approach for nursing care training. *Proceedings - 3rd international workshop on near field communication, nfc 2011*:38–43, 2011. DOI: 10.1109/NFC.2011.15.
- [GK12] Julius Griškevičius ir Romualdas Kizlaitis. *INFORMACINĖS SISTEMOS MEDICINoje*, 2012. ISBN: 9786094572371. DOI: 10.3846/1353 S.
- [GKJ13] Jimmy Gautam, Yogesh Kumar ir Sunny Jhamb. Current Near Field Communication (NFC) Trends in Medical Sector. Tech. atask. 2013. URL: www.ijert.org.
- [Hea09] Health Level Seven International. About Health Level Seven International. 2009. URL: <http://www.hl7.org/about/index.cfm> (tikrinta 2019-03-07).
- [Hig17] Higienos institutas. Visuomenės sveikatos netolygumai. 2017. URL: [http://www.hi.lt/uploads/pdf/leidiniai/Informaciniai/VSNetolygumai%202017.2\(21\).pdf](http://www.hi.lt/uploads/pdf/leidiniai/Informaciniai/VSNetolygumai%202017.2(21).pdf).
- [HPP06] V. Daniel Hunt, Albert Puglia ir Mike Puglia. *RFID-A Guide to Radio Frequency Identification*, 2006, p. 1–214. ISBN: 9780470107645. DOI: 10.1002/9780470112250.

- [ICJ14] Tom Igoe, Don Coleman ir Brian Jepson. *Beginning NFC - Near Field Communication with Arduino, Android & PhoneGAP*. Tom. 53(9), 2014, p. 1689–1699. ISBN: 9788578110796. DOI: 10.1017/CB09781107415324.004. arXiv: arXiv:1011.1669v3.
- [Inn06] Innovision Research Technology plc. Near Field Communication in the real world. Tech. atask. 2006. URL: https://members.nfc-forum.org/resources/white%7B%5C_%7Dpapers/Innovision%7B%5C_%7DwhitePaper1.pdf.
- [JDC⁺09] Ashish K Jha, Catherine M DesRoches, Eric G Campbell, Karen Donelan, Sowmya R Rao, Timothy G Ferris, Alexandra Shields, Sara Rosenbaum ir David Blumenthal. Use of Electronic Health Records in U.S. Hospitals. *N engl j med*, 360:1628–1666, 2009. DOI: 10.1056/NEJMsa0900592. URL: <https://www.nejm.org/doi/pdf/10.1056/NEJMsa0900592>.
- [Kam07] Channu Kambalyal. 3-Tier Architecture. Tech. atask. 2007. URL: <http://channukambalyal.tripod.com/NTierArchitecture.pdf>.
- [Lie05] Lietuvos Respublikos sveikatos apsaugos ministerija. Dėl reanimacijos ir intensyvio-
sios terapijos paslaugų teikimo vaikams ir suaugusiesiems sąlygų ir tvarkos aprašų
patvirtinimo. 46(120):185–189, 2005.
- [Lie11] Lietuvos Respublikos Vyriausybė. DĖL ELEKTRONINĖS SVEIKATOS PASLAU-
GŲ IR BENDRADARBIAVIMO INFRASTRUKTŪROS INFORMACINĖS SISTE-
MOS NUOSTATŲ PATVIRTINIMO. (1057), 2011. URL: https://e-seimas.lrs.lt/rs/legalact/TAD/TAIS.406145/format/ISO_PDF/.
- [Lie16] Lietuvos Respublikos Sveikatos Apsaugos Ministerija. ESPBI IS Specifikacija. Tech.
atask. 2016, p. 339. URL: https://sam.lrv.lt/uploads/sam/documents/files/Veiklos%7B%5C_%7Dsritys/E.%20sveikata/Strateginiai%7B%5C_%7De.%20sveikatos%7B%5C_%7Ddokumentai/ESPBI%20IS%20techninis%20aprasymas%20specifikacija%7B%5C_%7DV1%7B%5C_%7D1.pdf.
- [Lie17] Lietuvos statistikos departamentas. Gyventojai, 2017. URL: <https://osp.stat.gov.lt/documents/10180/3329771/Gyventojai.pdf>.
- [LKD⁺09] Nancy M Lorenzi, Angelina Kouroubali, Don E Detmer ir Meryl Bloomrosen. BMC Medical Informatics and Decision Making How to successfully select and implement electronic health records (EHR) in small ambulatory practice settings, 2009. DOI: 10.1186/1472-6947-9-15. URL: <http://www.biomedcentral.com/1472-6947/9/15>.

- [MDL⁺09] Adam Marcus, Guido Davidzon, Denise Law, Namrata Verma, Rich Fletcher, Aamir Khan ir Luis Sarmenta. Using NFC-enabled Mobile Phones for Public Health in Developing Countries. Tech. atask. 2009. URL: <http://sonyverma.com/docs/ict4d/nfc-submitted-final-1.pdf>.
- [Mot12] Naser Hossein Motlagh. Near Field Communication (NFC) - A technical Overview. (May 2012), 2012. DOI: 10.13140/RG.2.1.1232.0720. URL: https://www.researchgate.net/publication/283498836_%7B%5C_%7DNear%7B%5C_%7DField%7B%5C_%7DCommunication%7B%5C_%7DNFC%7B%5C_%7D-%7B%5C_%7DA%7B%5C_%7Dtechnical%7B%5C_%7DOverview.
- [NCC⁺13] Alice Noblin, Kendall Cortelyou-Ward, John Cantiello, Thomas Breyer, Leonardo Oliveira, Mariana Dangiolo, Maria Cannarozzi, Tina Yeung ir Stephen Berman. EHR implementation in a new clinic: A case study of clinician perceptions. *Journal of medical systems*, 37(4), 2013. ISSN: 1573689X. DOI: 10.1007/s10916-013-9955-2.
- [NFC06] NFC Forum. Forum “NFC Data Exchange Format–Technical specification”. Version, 2006. URL: [http://scholar.google.com/scholar?hl=en%7B%5C%7DbtnG=Search%7B%5C%7Dq=intitle:NFC+Data+Exchange+Format+\(+NDEF+\)+Technical+Specification%7B%5C%7D5](http://scholar.google.com/scholar?hl=en%7B%5C%7DbtnG=Search%7B%5C%7Dq=intitle:NFC+Data+Exchange+Format+(+NDEF+)+Technical+Specification%7B%5C%7D5).
- [NFC11] NFC Forum. Near Field Communication (NFC) Technology and Measurements White Paper. Tech. atask. 2011. URL: https://cdn.rohde-schwarz.com/pws/dl%7B%5C_%7Ddownloads/dl%7B%5C_%7Dapplication/application%7B%5C_%7Dnotes/1ma182/1MA182%7B%5C_%7D5E%7B%5C_%7DNFC%7B%5C_%7DWHITE%7B%5C_%7DPAPER.pdf.
- [NFC14] NFC Forum. NFC Technology: Safer and Better Quality of Care. Tech. atask. 2014. URL: www.nfc-forum.org.
- [PHA⁺12] Jose Pirrone Puma, Monica Huerta, Rodolfo Alvizu ir Roger Clotet. Mobile identification: NFC in the healthcare sector. *Proceedings of the 6th andean region international conference, andescon 2012*, (April 2014):39–42, 2012. DOI: 10.1109/Andescon.2012.19.
- [Reg17] Registrų centras. ESPBI IS VEIKIMAS. Tech. atask. 2017. URL: https://sam.lrv.lt/uploads/sam/documents/files/Veiklos%7B%5C_%7Dsritys/E.%20sveikata/priedas%201%20prie%7B%5C_%7DLP%7B%5C_%7D332.pdf.

- [RKK⁺15] Anusha Rahul, Gokul Krishnan, Unni Krishnan ir Sethuraman Rao. NEAR FIELD COMMUNICATION (NFC) TECHNOLOGY: A SURVEY. *International journal on cybernetics & informatics (ijci)*, 4(2), 2015. DOI: 10.5121/ijci.2015.4213. URL: <http://airccse.org/journal/ijci/papers/4215ijci13.pdf>.
- [RR12] NellipudiSiva Rama Krishna Prasad ir Arepalli Rajesh. RFID-Based Hospital Real Time Patient Management System. *International journal of computer trends and technology*, 2012. ISSN: 2231-2803. URL: <http://www.internationaljournalsrg.org>.
- [Shy13] Shyam Thangaraju. Near Field Communication in Medical Devices. *Hcl technologies. reproduction prohibited*, (April), 2013. URL: <http://developer.android.com/guide/topics/connectivity/nfc/index.html>.
- [SKP⁺06] Esko Strömmer, Jouni Kaartinen, Julia Pärkkä, Arto Ylisaukko-oja ir Ilkka Korhonen. Application of near field communication for health monitoring in daily life. *Annual international conference of the ieee engineering in medicine and biology - proceedings*:3246–3249, 2006. ISSN: 05891019. DOI: 10.1109/IEMBS.2006.260021.
- [STL12] Nazanin Sabooniha, Danny Toohey ir Kevin Lee. *An Evaluation of Hospital Information Systems Integration Approaches*, 2012. ISBN: 9781450311960. URL: http://delivery.acm.org/10.1145/2350000/2345479/p498-sabooniha.pdf?ip=193.219.95.139%7B%5C%7Ddid=2345479%7B%5C%7Dacc=ACTIVE%20SERVICE%7B%5C%7Dkey=1FA3353941FE8055.0BB7C649D41C6C66.4D4702B0C3E38B35.4D4702B0C3E38B35%7B%5C%7D%7B%5C_%7D%7B%5C_%7Dacm%7B%5C_%7D%7B%5C_%7D=1551115003%7B%5C_%7Df4b45030245e0c895f2da0081ccf1908.
- [Sve15] Sveikatos Apsaugos Ministras. ĮSAKYMAS DĖL LIETUVOS E. SVEIKATOS 2007–2015 METŲ PLĖTROS STRATEGIJOS PATVIRTINIMO. 49:1–18, 2015.
- [Val14] Valstybinė ligonių kasa. Stacionarinės paslaugos, 2014. URL: <http://www.vlk.lt/veikla/veiklos-sritys/sveikatos-prieziuros-paslaugos/Stacionarin%C4%97s%20paslaugos>.
- [Val16] Valstybinė ligonių Kasa. Lietuvos gyventojų apklausa apie sveikatos apsaugą. 2016. URL: <http://www.vlk.lt/naujienos/tyrimai/Documents/VLK%20informuotumo%20ir%20pasitik%C4%97jimo%20tyrimas.pdf>.
- [Wor12] World Health Organization. Data and statistics, 2012. URL: <http://www.euro.who.int/en/health-topics/Health-systems/health-workforce/data-and-statistics> (tikrinta 2019-02-24).

- [ZL11] Huijuan Zhang ir Junlin Li. NFC in medical applications with wireless sensors. *2011 international conference on electrical and control engineering, icece 2011 - proceedings*:718–721, 2011. ISSN: 0888-8892. DOI: 10.1109/ICECENG.2011.6057534.

Priedas nr. 1

Prototipas



Pridėkite mobiliųjį įrenginį prie
paciento ALR žymos

8 pav. Laukiama kol naudotojas priliest paciento ALR žymą

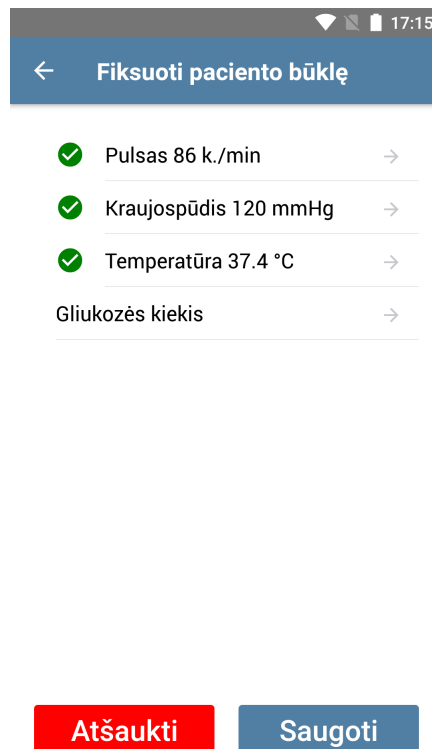


Išduoti medikamentus

Fiksuoti paciento būklę

Pasirinkite pacientui atliekamą
procedūrą

9 pav. Atliekamų procedūrų pasirinkimas

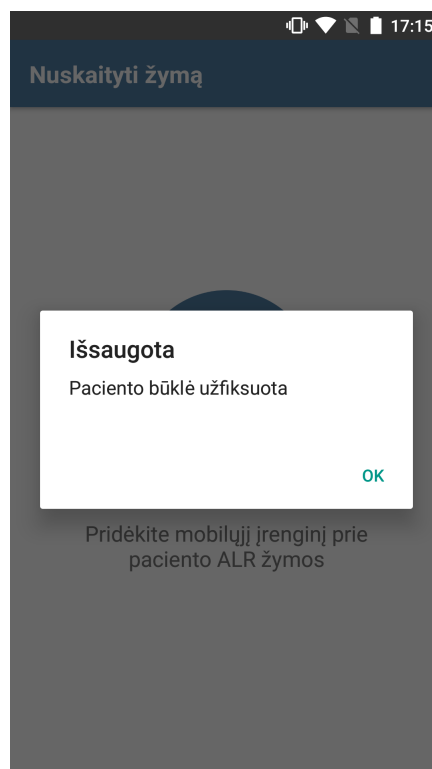


← Fiksuoti paciento būklę

- ✓ Pulsas 86 k./min →
- ✓ Kraujospūdis 120 mmHg →
- ✓ Temperatūra 37.4 °C →
- Gliukozės kiekis →

Atšaukti Saugoti

10 pav. Paciento būklės fiksavimas



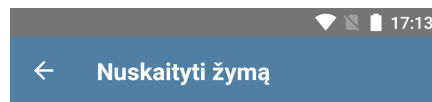
Nuskaityti žymą

Išsaugota
Paciento būklė užfiksuota

OK

Pridėkite mobiliąjį įrenginį prie paciento ALR žymos

11 pav. Paciento būklės fiksavimo patvirtinimas



Pridėkite mobiliąjį įrenginį prie
medikamento ALR žymos

12 pav. Laukiama kol naudotojas prilies medikamento ALR žymą



Medikamentas yra tinkamas pacientui

Atšaukti

Išduoti

13 pav. Medikamento verifikavimo rezultatas