

TALLINNA TEHNIKAÜLIKOOL
Infotehnoloogia teaduskond
Tarkvarateaduse instituut

Getter Keerd 142308IABB

**TARGA KODU TERVISE ALLSÜSTEEMI
INTEGRATSIOONI ANALÜÜS JA
KAVANDAMINE**

Bakalaureusetöö

Juhendaja: Enn Õunapuu
PhD

Tallinn 2017

Autorideklaratsioon

Kinnitan, et olen koostanud antud lõputöö iseseisvalt ning seda ei ole kellegi teise poolt varem kaitsmisele esitatud. Kõik töö koostamisel kasutatud teiste autorite tööd, olulised seisukohad, kirjandusallikatest ja mujalt pärinevad andmed on töös viidatud.

Autor: Getter Keerd

22.05.2017

Annotatsioon

Käesoleva bakalaureusetöö eesmärgiks on teha algus targa kodu tervise allsüsteemi loomise suunas. Antud lõputöö keskendub tervise allsüsteemi integratsiooni analüüsile ja kavandamisele võttes aluseks Fitbit aktiivsusmonitori ja rakenduse.

Eesmärkide saavutamiseks uurib autor Fitbit süsteemis salvestatavat informatsiooni – aktiivsusmonitori poolt mõõdetavaid andmeid ja kasutaja sisestatud andmeid. Lisaks analüüsitakse, milliseid andmeid peaks Fitbitist kandma tervise allsüsteemi. Samuti uuritakse, kuidas oleks võimalik analüüsi tulemusena kirjeldatud andmed kanda üle targa kodu tervise allsüsteemi.

Töö tulemuseks valmis analüüs, mis kirjeldab ära Fitbit süsteemis hoiustatavad andmed. Sealhulgas anti hinnang, milliseid andmeid oleks vajalik targa kodu tervise allsüsteemi edastada ja analüüsiti, kuidas Fitbitist andmeid pärida ja neid tervise allsüsteemi edastada.

Lõputöö on kirjutatud eesti keeles ning sisaldab teksti 37 leheküljel, 6 peatükki, 13 joonist, 4 tabelit.

Abstract

Analysis and Planning of Smart Home Health Subsystem Integration

Nowadays people are using a lot of wearable devices such as fitness trackers and sport watches, but they also have different health devices at home, that are using all kind of sensors to track user health information. Mostly the information generated by multiple sensors is presented in various applications creating the new type of personal health information. Activity trackers are collecting data everywhere and every time as long as the user is wearing it. The problem of this thesis is, that all the above-mentioned health devices have their own application for collecting data and mostly they are not able to integrate with other devices and applications.

The goal of this thesis is to make a step towards smart home health subsystem creation, that should be the solution for the above-mentioned problem. This final thesis concentrates on analysis and planning of smart home health subsystem integration based on Fitbit tracker and application.

To achieve this goal, data recorded in Fitbit system is being analysed – data recorded by activity monitor and data inserted by user. In addition to data analysis, the author examines, which kind of Fitbit data should be transmitted to smart home health subsystem. The author will also analyse, how to request different data from Fitbit.

The most important results of this survey are the following: analysis of different data, that Fitbit system stores, commented by data transmission principles; description of how to request and transmit data from Fitbit application.

The result of this thesis is suitable for passing the analysed information on to system analyst in order to make the system analysis for realization. In the future it is recommended to analyse the next health and fitness devices, which should be integrated into smart home health subsystem.

The thesis is in Estonian and contains 37 pages of text, 6 chapters, 13 figures, 4 tables.

Lühendite ja mõistete sõnastik

API	<i>Application Program Interface</i> Rakenduse- ja programmi liides [27]
BMI	<i>Body mass index</i> Kehamassiindeks (KMI) [23]
bpm	<i>beats per minute</i> lööki minutis
EHR	<i>Electronic Health Records</i> Elektroonilised terviseandmed [26]
FHIR	<i>Fast Healthcare Interoperability Resources</i> Standardite raamistik, mis on loodud tervishoiu standardite organisatsiooni HL7 poolt. FHIR on avatud litsentsiga standard, mis kirjeldab andmeformaate ja elemente ning rakenduse programmeerimise liidest vahetamiseks elektroonilisi tervise andmeid [26].
Fitbit tracker	Fitbit aktiivsusmonitor
HL7	<i>Health Level Seven International</i> Standardite arendamise organisatsioon, mis on pühendunud tervisealase teabe tervikliku raamistiku pakkumisele ja sellega seotud standardite vahetamisele, integratsioonile ja jagamisele [26].
HTTPS	<i>Hypertext Transfer Protocol Secure</i> „Turvaline protokoll autenditud ja krüpteeritud informatsiooni edastamiseks arvutivõrkudes [20].“
IoT	<i>Internet of Things</i> Asjade internet ehk värvõrk [35]
OAuth 2.0	Raamistik kasutaja autoriseerimiseks [12]
OpenEHR	<i>Open Electronic Health Records</i> Tervise teabe standard, mis kirjeldab elektrooniliste terviseandmete käsitlemist, säilitamist ja vahetamist [26].
PHIM	<i>Personal Health Information Management</i> Personaalse tervise informatsiooni käsitlemine [8]
PurePulse	Automaatne, järjepidev ja pulsivöö vaba sensoritel põhinev pulsi mõõtmise tehnoloogia [33].

<i>request</i>	päring
<i>response</i>	päringu vastus
SmartTrack	Sensoritel põhinev tehnoloogia, mis tunneb automaatselt ära kasutaja treenimise ja selle tüübi ning salvestab selle Fitbit rakendusse [33].
SNOMED CT	SNOMED CT pakub süstemaatiliselt organiseeritud meditsiinilist terminoloogiat, mille eesmärgiks on kodeerida tervisealast teavet, et toetada kliiniliste andmete salvestamist panustades sellega patsientide ravi paremale kulgemisele [26].

Sisukord

1 Sissejuhatus	10
2 Ülevaade tööst ja valdkonnast	11
2.1 Probleemi olemus ja taust	11
2.2 Metoodika	12
2.3 Asjade internet ja valdkonna mudel	12
2.4 Mis on tark kodu?	14
2.5 Olemasolevad lahendused	16
2.6 Tervise infosüsteemides kasutatavad standardid	17
2.7 Targa kodu tervise allsüsteemi arhitektuur	18
2.8 Ülevaade Fitbitist	21
2.8.1 Fitbit aktiivsusmonitori tehnoloogia	22
2.9 Töö eesmärgid	23
2.10 Oodatav tulemus	23
3 Fitbit andmete analüüs	24
3.1 Andmeedastuse printsiibid	24
3.2 Fitbit andmete kirjeldused	25
4 Andmete ülekandmine Fitbitist tervise allsüsteemi	40
4.1 Rakenduse registreerimine	40
4.2 Andmete pärimine	41
5 Tulemused	44
6 Kokkuvõte	46
Kasutatud kirjandus	47
Lisa 1 – NoSQL andmebaasi valiku põhjendus	49
Lisa 2 – JSON ja XML võrdlus	50
Lisa 3 – Kaaluandmete päringu vastus	52
Lisa 4 – Sammude arvu päringu vastus	53
Lisa 5 – Treeningu andmed Fitbit veebilehel	54

Jooniste loetelu

Joonis 1. IoT valdkonna mudel [36].....	13
Joonis 2. Tark kodu [3].....	15
Joonis 3. Targa kodu tervise allsüsteemi arhitektuur [1].....	20
Joonis 4. Kaaluandmete graafik.....	29
Joonis 5. Pulsi andmed ühe päeva kohta.	31
Joonis 6. Sammude andmed ühe päeva kohta.	32
Joonis 7. Sammude ja distantse seos.....	33
Joonis 8. Kulutatud kaloreid arv ühe päeva kohta.....	35
Joonis 9. Uneaja andmed.....	37
Joonis 10. JSON (a) ja XML (b) formaadi näidis päringu vastus.	51
Joonis 11. Kaaluandmete päringu vastuse näidis.	52
Joonis 12. Tehtud sammude arvud ühe minuti jooksul.	53
Joonis 13. Treeningu andmed Fitbit veebilehel.....	54

Tabelite loetelu

Tabel 1. URLi parameetrite definitsioonid [12].	41
Tabel 2. URLi näited andmete pärimiseks.	42
Tabel 3. NoSQL andmebaasi omadused vastavalt EHR vajadustele [6].....	49
Tabel 4. XML ja JSON võrdlus [26].	50

1 Sissejuhatus

Tänapäeva digimaailmas annab tehnoloogia areng üha uusi võimalusi, mistõttu erinevate nutiseadmete kasutamine on saanud meie igapäevaelu osaks. Pidevalt arendatakse uusi terviseeadmeid, mis muutuvad üha targemaks andes meile igapäevaselt andmeid ja tagasisidet meie tervisliku seisundi ja aktiivsuse kohta. Selliste seadmete hulka kuuluvad nii kantavad (*Wearable devices*) nutikellad ja aktiivsusmonitorid, kui ka kodudes olevad tervisenäitajaid mõõtvad aparaadid, nagu vererõhu mõõtjad ja glükoositaseme määrajad. Hetkel valitseb olukord, kus erinevaid seadmeid on väga palju ja iga tootja kasutab mingit kindlat süsteemi ja rakendust, kuhu andmeid kokku koguda. Käesoleva bakalaureusetöö eesmärgiks on pakkuda lahendus antud probleemile targa kodu süsteemi näol. Soov on arendada targale kodule tervise allsüsteem, mis omaks konkreetse standardi järgi ühtset infosüsteemi, milles paiknevad seadmed suudaksid omavahel integreeruda ja erinevaid andmeid ühtses tsentraalses süsteemis hoida ja vahetada. Antud lõputöös keskendutakse ühe osa analüüsile kogu arendatava süsteemi väljatöötamisest. Nimelt uuritakse, kuidas integreerida andmeid targa kodu tervise allsüsteemi, kusjuures analüüsi aluseks valib autor Fitbit aktiivsusmonitori (Fitbit *tracker*, edaspidi ka Fitbit tracker) ja rakenduse.

Lisaks käesoleva bakalaureusetöö autorile töötavad antud targa kodu tervise allsüsteemi loomise kallal veel kolm Tallinna Tehnikaülikooli infotehnoloogia teaduskonna tudengit. Kaks nendest tegelevad süsteemianalüüsi poolega. Kolmas tudeng on Heleri Aitsam, kes tegeleb sarnaselt käesoleva töö autoriga samuti ärianalüüsiga. Tema peamisteks eesmärkideks on välja selgitada, milline peaks olema loodava targa kodu tervise allsüsteemi arhitektuur ning projekteerida sellele loogiline andmebaas. Lõputöö valmimise käigus tehti pidevalt koostööd, et töö jaotatud osad oleksid omavahel kooskõlas.

Bakalaureusetöö teises peatükis antakse ülevaade töös käsitletud valdkonnast. Töö kolmandas peatükis kirjeldatakse ära Fitbit süsteemis hoiustatavad andmed. Lisaks uurib autor töö neljandas peatükis, kuidas Fitbitist andmeid pärida ja tervise allsüsteemi edastada. Töö viiendas peatükis annab autor ülevaate töös saavutatud tulemustest.

2 Ülevaade tööst ja valdkonnast

Käesolevas peatükis antakse ülevaade bakalaureusetöö taustast sõnastades töö probleem, meetoodika, eesmärgid ja oodatavad tulemused. Lisaks annab autor ülevaate lõputöö teemaga seotud valdkonna teoreetilisest poolest.

2.1 Probleemi olemus ja taust

Tänapäeval on populaarsust kogunud nii kehal kantavad seadmed, nagu nutikellad, nutitelefonid ja spordikellad, aga ka erinevad kodused tervisenäitajaid mõõtvad aparaadid, mis on tihtipeale varustatud hulga sensoritega nagu pedomeetrite, kõrgusemõõtjate ja GPSga kogudes automaatselt kasutaja andmeid nende füüsilise aktiivsuse kohta. Enamasti on sensorite poolt genereeritud informatsioon esitletud erinevates rakendustes luues uut tüüpi personaalset tervise informatsiooni. Aktiivsuse jälgimisseadmed koguvad andmeid igal ajal ja igas kohas seni kuni kasutaja seadet endaga kaasas või oma kehal kannab, mis teebki nende seadmete poolt genereeritud andmed niivõrd väärtuslikuks. Nüüd kui kasutajatel on ligipääs uut tüüpi personaalsele tervise informatsioonile, oleks aeg uurida ja mõelda, kuidas tuleviku tehnoloogiad suudaksid paremini toetada kasutajate personaalse tervise informatsiooni kogumist, analüüsimist ja kasutamist (*Personal Health Information Management – PHIM*) [8].

Praegu puudub tsentraalne terviseandmete süsteem, mis võimaldaks kasutaja poolt kogutud tervise-ja aktiivsuseandmed ning haigla süsteemides olevad patsiendi terviseandmed kokku koondada. Kombineerides need kaks, oleks võimalik inimese personaalseid terviseandmeid paremini analüüsida ja seeläbi omada tema tervisliku seisundi kohta paremat ülevaadet, mis omakorda võimaldaks haiguseid ennetada ning vähendada haiglate kulusid, sest mitmed protseduurid saaks patsient ise kodus oma seadmega sooritada [14].

2.2 Metoodika

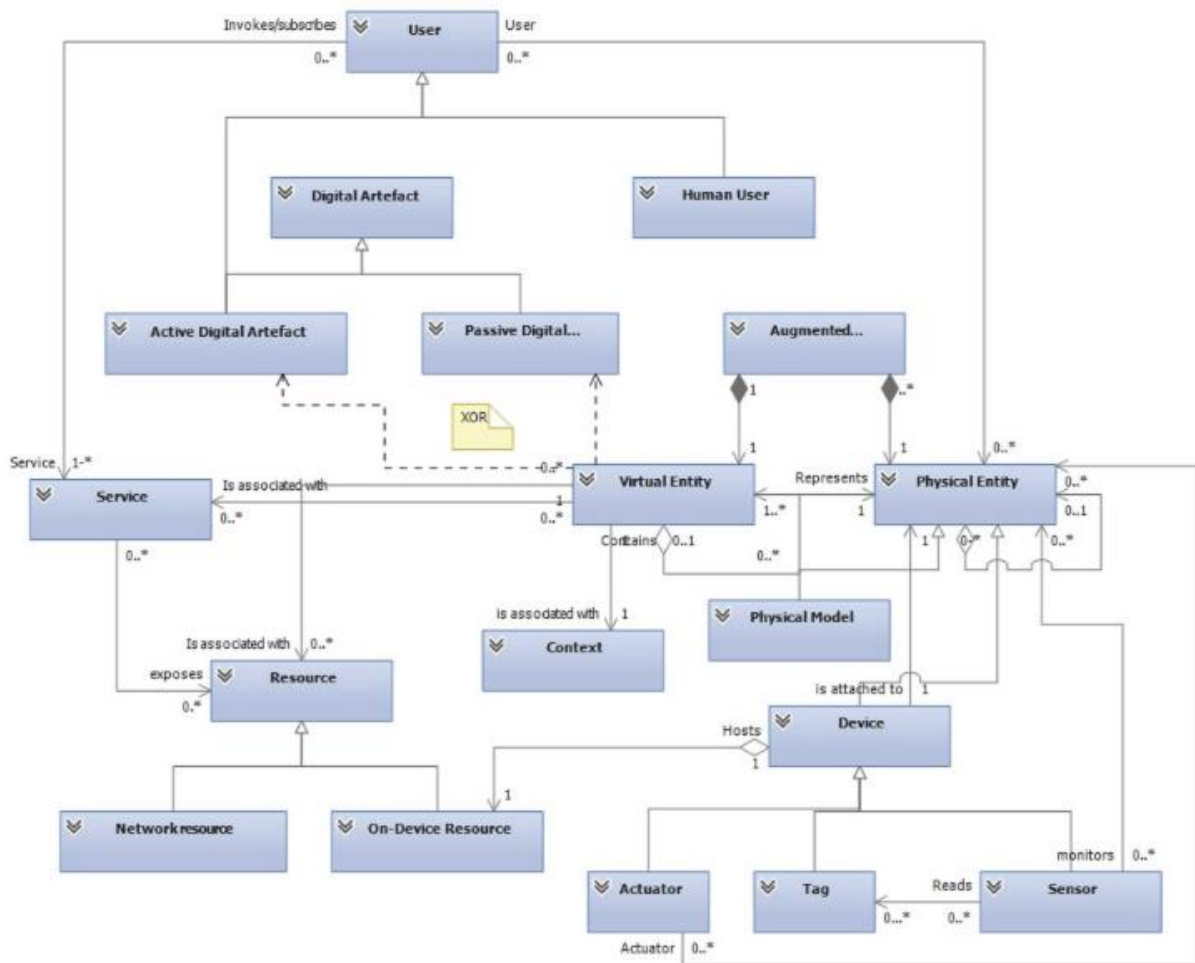
Bakalaureusetöö esimeses osas antakse ülevaade antud valdkonna teoreetilisest poolest – asjade internetist, targast kodust, tervise allüsteemi arhitektuurist ja Fitbitist, mille jaoks toetutakse erinevatele teadusartiklitele, interneti allikatele ja raamatule. Töö teises osas kirjeldatakse ära Fitbit andmed, mille käigus analüüsitakse aktiivsusmonitori Fitbit Charge 2, mida autor kogu uuringu vältel parema analüüsi tulemuste eesmärgil ise igapäevaselt kasutab. Autor valis analüüsitavaks seadmeks Fitbit aktiivsusmonitori, sest antud seade on hetkel turul enim soetatud aktiivsuse jälgimise seadeldis, millega tehtud testimised ja katsed kinnitavad kasutajate kohta mõõdetud andmete täpsust ja usaldusväärsust [4], [8]. Lisaks uurib autor töö teises osas, kuidas saada Fitbitist andmeid kätte, mille jaoks analüüsib ta Fitbit APIt. Analüüsi käigus saadud tulemustest tehakse järeldused ning pakutakse välja autoripoolsed ettepanekud edasiarenduseks tulevikus.

2.3 Asjade internet ja valdkonna mudel

Elame tehnoloogia ajastul ja pidevalt uute võrkuühendavate objektide turule tulek, pilveteenused ja tarkvaraarendus viivad meid targemate lahendusteni [36]. Maailm, kus füüsilised objektid on integreeritud teabevõrku ja nad on aktiivsed osalised äriprotsessides, kus teenused on võimelised suhtlema nende tarkade objektidega üle interneti – tegema päringuid ja muutma oma olekut, kusjuures pannes suurt rõhku privaatsuse ja turvalisuse aspektidele, nimetatakse värgvõrguks ehk asjade internetiks (*Internet of Things* ehk *IoT*, edaspidi ka *IoT*) [16], [35]. Asjade interneti eesmärk on luua interneti kaudu seotud asjade võrk, kus need kasutajaga ja teineteisega informatsiooni jagavad ja vahetavad ning koos konkreetseid ülesandeid täidavad. *IoT* on pidevas kasvamises ja arenemises. Oleme maailmas, kus füüsilised objektid on saanud aktiivseteks osalisteks meie äri-ja igapäeva protsessides. Läbi interneti ja tarkade objektide jõuavad meieni suur osa igapäevaelus kasutatavatest teenustest [36].

Tark objekt on seade, mis on varustatud sensori, väikse mikroprotsessori, sidevahendiga ja energiaallikaga. Sensor annab targale objektile võime suhelda füüsilise maailmaga. Mikroprotsessor võimaldab targal objektil sensorist kinnipüütud andmeid transformeerida, seda aga piiratud kiiruse ja keerukusega. Sidevahend võimaldab targal objektil edastada tema sensorite andmed välismaailma ja saada sisendeid teistelt tarkadelt või füüsilistelt objektidelt. Energiaallikas pakub elektrilist energiat tagamaks targa objekti

töötamise. Eelnimetud objektid saavad kohanduda erinevate reaalse maailma situatsioonidega [36].



Joonis 1. IoT valdkonna mudel [36].

Ülaltoodud mudelil (Joonis 1) on kujutatud asjade interneti valdkonna mudelit, mis annab ülevaate valdkonna komponentide omavahelistest seostest. IoT definitsiooni kohaselt on kesksel kohal reaalse maailma füüsiline objekt (*Physical Entity*), mis on sujuvalt integreeritud teabevõrku. Antud olukorras on füüsiline objekt inimene. Füüsiline objekt ise ei ole internetis, vaid sellest tekib üks või mitu virtuaalset esitust (*Virtual Entity*) arvutis ehk lõppkasutaja jaoks on see arvutis nähtav informatsioon. Virtuaalne esitus kuulub virtuaalsesse maailma, füüsiline objekt aga reaalsesse maailma. Need kaks peaksid olema omavahel sünkroniseeritud, mille saavutamiseks kasutatakse infotehnoloogilisi seadmeid (*Device*), mis pakuvad liidest suhtlemiseks või informatsiooni kogumiseks füüsilise objekti kohta. Seade võib sisaldada omakorda sensorit (*Sensor*), aktuaatorit (*Actuator*) ja/või tagi (*Tag*). Sensorite ülesanne on tunnetada inimese

liikumist, aktuaatori roll on täita käske ning tagi ülesanne on tagada seadme identifitseerimine. Läbi virtuaalse esituse saame teenuseid (*Service*) välja kutsuda, mis jõuavad seeläbi kasutajateni (*User*). Kasutaja võib olla nii inimene (*Human User*) kui ka digitaalne programm (*Digital Artefact*). Digitaalsed artefaktid jagunevad omakorda passiivseteks ja aktiivseteks. Passiivne artefakt (*Passive Digital Artefact*) lihtsalt registreerib asju, kuid aktiivne (*Active Digital Artefact*) reaalselt teeb ka midagi. Teenus ja virtuaalne asi kasutavad ressursse, et teenus kommunikeeruks läbi võrgu. Ressursse on kahte tüüpi – võrguressursid (*Networkresource*) nagu näiteks WiFi ja Bluetooth ühendused ning seadme küljes olevad ressursid (*On-Device Resource*) nagu näiteks mälu, protsessor, nupud ja ekraan [36].

2.4 Mis on tark kodu?

Tark kodu on maja või elamiskeskkond, mis sisaldab tehnoloogiat kontrollimaks koduseadmeid ja –süsteeme automaatselt. Kui suurel määral kontrolli oma maja üle saavutada soovitakse sõltub eelkõige sinna tehtavatest investeringutest, omaniku eelistustest ja maja tüübist. Kodu, kus saab automaatselt reguleerida temperatuuri ja turvalisuse taset ning tõhusalt suhelda välismaailmaga, on kasulik oma säästlikusega tingimusel, et see ei hakka piirama elanike eluviisi, vaid tagab läbi kõrgetasemelise automatiseerimisega kulude kokkuhoiu, üleliigse tarbimise vältimise ja kogu kompleksi parema ja lihtsama toimimise tervikuna [34].

Targa kodu süsteemid ja seadmed on loodud vaatamata seadmete erinevast kasutusalaist omavahel koos töötama. Enamasti on seadmed ühendatud WiFi või voolujuhtme kaudu ja need on omakorda ühendatud tarkvarasüsteemiga, kuhu on kasutajal võimalik mõne seadmega ligi pääseda ja vajadusel midagi muuta või nende tegevust kontrollida [32]. Populaarsemad targa kodu allsüsteemid on sise- ja väliturvasüsteemid (*Security System*), soojus- ja ventilatsioonisüsteemid (*Smart Thermostat*), valgustussüsteemid (*Automated Lighting*), veetarbimissüsteemid (*Water meter, Sprinkler System*) ja ukse lukustussüsteemid, sealhulgas garaaziukse sulgemise ja avamise sensorid (*Garage Door Opener*), mille asukohta targas kodus on näidatud ka allpool toodud pildil (Joonis 2) [3], [32].



Joonis 2. Tark kodu [3].

Kuigi targas kodus, nagu ka joonisel (Joonis 2) võib näha, on kaetud juba mitmeid valdkondi, puudub seal plokk, mis käsitleks kodudes eksisteerivaid tervise-seadmeid. Tänapäeval ostetakse endale kodudesse erinevaid nuti- ja tervisenäitajate mõõtmiseks seadmeid, nagu näiteks vererõhuaparaadid, glükoositaseme mõõtjad, aktiivsusmonitorid, spordikellad jne. Vajalik oleks need seadmed omavahel suhtlema panna, et nad suudaks omavahel integreeruda ja andmeid tsentraalsesse süsteemi edastada.

Uuringud näitavad, et aktiivsusmonitoride kasutajad on üldiselt olemasolevate terviseandmeid haldavate rakendustega rahul, kuid on siiski avatud proovima uuemaid rakendusi parema funktsionaalsusega, sest nende personaalse tervise informatsiooni haldamise vajadused ei ole täielikult olemasolevate lahendustega rahuldatud. Lisaks on uuringud näidanud, et aktiivsuse jälgimisseadmetest tulev info on tähtis osa kogu terviseandmete haldamise valdkonnale toetamaks kasutaja üldiseid tervislikkuse ja liikumisega seotud eesmärke. Seega tulevikus peaksid tervise informatsiooni haldamise rakendused olema kavandatud nii, et andmed oleksid lihtsamini jälgitavamad ja seeläbi toetaksid veelgi paremini kasutaja konkreetseid terviseiga seotud eesmärke [8].

Siinkohal võiks pakkuda lahenduse targa kodu tervise allsüsteemi näol, mille tsentraalsesse süsteemi saaks integreerida erinevaid terviseandmeid mõõtvaid seadmeid, mis seeläbi võimaldaks kasutajal omada paremat ülevaadet oma terviseandmetest. Loodavat tervise allsüsteemi peaks iseloomustama kõrge automatiseerituse tase, mis

vähendab kasutaja poolt tehtavate toimingute arvu oma terviseandmete edastamisel ja haldamisel targa kodu süsteemis.

2.5 Olemasolevad lahendused

Hetkel on olemas rakendusi, kuhu erinevaid terviseandmeid saab koondada ja analüüsida. Enamasti on need ühendatud elektrooniliste või kantavate seadmetega, mis mõõdavad kasutaja aktiivsuse- ja terviseandmeid ning kannavad need süsteemidesse. Sellistest lahendustest populaarsemad on Apple Health, Google Fit ja Fitbit.

Apple Health rakendus koosneb neljast omavahel eristuvast kategooriast – Aktiivsus (*Activity*), Magamine (*Sleep*), Teadlikkus (*Mindfulness*) ja Toitumine (*Nutrition*). Lisaks võimaldab Apple Health rakendus meditsiinilise ID (*Medical ID*) loomise, mille eesmärk on luua kasutajast meditsiiniline ülevaade [21]. Sarnaselt Apple Health rakendusele pakub ka Google Fit nimeline süsteem võimalust kokku koguda erinevaid andmeid tervisliku seisundi, ravimite ja allergiate kohta. Seeläbi saab ühendada eraldi seisvaid tervise andmeid ühte tsentraliseeritud Google Fit profiili [15]. Lisaks kahele eelnevalt mainitud süsteemile on aina enam populaarsust kogumas Fitbit rakendus. Fitbit rakenduse kasutamiseks on vajalik kanda oma randmel Fitbit aktiivsusmonitori, mis kasutaja aktiivsust mõõdab [10]. Lisaks on loodud rakendus nimega myFitnessCompanion, mis võimaldab kasutajatel agregeerida oma tervise ja aktiivsuse andmeid ühte kohta ühildudes ka kolmanda osapoole rakendustega nagu Fitbit ja Google Fitiga. Antud rakenduse arendamise eesmärgiks oli pakkuda võimalust koguda erinevaid terviseandmeid ühtsesse süsteemi [14]. Samuti on loodud uuringute platvorm nimega Fitabase, mis kogub andmeid kasutaja internetti ühendatud seadmetest. Platvorm on mõeldud kõigile, kes soovivad koondada, analüüsida ja eksportida andmeid erinevatest seadmete kandjatest. Fitabase toetab kõiki Fitbit trackerite mudeleid ja kaale [9].

Kõigi eelpool mainitud lahenduste puuduseks on see, et neid saab ühildada vaid teatud seadmetega või nad töötavad ainult mõnel kindlal operatsioonisüsteemil. Näiteks Apple Health süsteemi kasutamise puuduseks on see, et seda saab kasutada vaid iOS operatsioonisüsteemides ning see ühildub ainult väheste seadmetega nagu näiteks Apple Watch (Apple nutikell) ja myFitnessCompanion on kättesaadav ainult Android platvormil [14], [21]. Antud rakendustes puudub meditsiinilistest aparaatidest ja arstidelt tulevate andmete hoiustamise võimalus, mis lisaks kasutaja aktiivsuse andmetele annaks

tervikliku ülevaate kogu kasutaja tervislikust seisundist ja näitajatest. Targa kodu tervise allsüsteemi eesmärk on integreerida sinna ka arstidelt tulev informatsioon, et tekiks andmevahetus e-tervise ja targa kodu tervise allsüsteemi vahel. E-tervis on infosüsteem, kuhu kogutakse kokku patsiendi tervist kirjeldavad olulised meditsiinilised andmed [5]. Üha enam liigutakse suunas, kus integreeritakse kolmandaid osapooli nendes rakendustesse. Seega targa kodu tervise allsüsteemi lahenduse loomisel saame seda ära kasutada.

2.6 Tervise infosüsteemides kasutatavad standardid

Standardite olemasolu on tervishoiutehnoloogias väga oluline, sest nad pakuvad ühist keelt ja paikapandud reegleid süsteemide ja seadmete koostalitlusvõimeks. Eesmärk on läbi standardite tagada, et nad võimaldaksid tervishoiuteenuste osutamiseks andmeid jagada arstide, laborite, haiglate, apteekide ja patsientide vahel sõltumata rakendusest [17].

HL7 (*Health Level Seven International*) on aastal 1987 asutatud standardite arendamise organisatsioon, mis on pühendunud tervisealase teabe tervikliku raamistiku pakkumisele ja sellega seotud standardite vahetamisele, integratsioonile, jagamisele ja otsimisele, mis toetab tervishoiuteenuste juhtimist ja elluviimist [18]. HL7 standardid kirjeldavad, kuidas andmeid teistele osapooltele edastada, et süsteemid omavahel suudaksid tänu nendele integreeruda. HL7 v2 (*Health Level Seven International Version 2*) on enim kasutatud tervise informatsiooni edastamise ja vahetamise standard. HL7 v3 RIM loodi lahendamaks HL7 v2 puudusi. Kuna HL7 v3 arendati vastukaaluks v2-le, siis tehti ta võimalikult paindlik, testitav, lõplik ja laiaulatuslik [26]. Puuduseks antud standardite puhul on see, et nende dokumentatsioonid on väga mahukad ja nõuavad palju aega süvenemiseks [18].

OpenEHR (*Open Electronic Health Records*) on terviseteabe standard, mis kirjeldab elektrooniliste terviseandmete käsitlemist, säilitamist ja vahetamist. Antud standardi abil viiakse füüsilisel kujul olevad terviseandmed elektroonilisele kujule. OpenEHRis on kõik andmed isikukesksed elektroonilised terviseandmed (*Electronic Health Record – EHR*). OpenEHRi aluseks on informatsioonimudel, mis kirjeldab EHRi struktuuriid ja demograafilised andmed [26].

FHIR (*Fast Healthcare Interoperability Resources*) on standardite raamistik, mis on loodud tervishoiu standardite organisatsiooni HL7 poolt rakendades HL7 v2, HL7 v3 RIM ja CDA-d (*Clinical Document Architecture*). FHIR on avatud litsentsiga standard, mis kirjeldab andmeformaate ja elemente ning rakenduse programmeerimise liidest (API) vahetamiseks elektroonilisi tervise andmeid. FHIRi ressursse on lihtne rakendada töötavatesse süsteemidesse, mis lahendavad reaalse maailma kliinilisi ja administratiivseid probleeme. FHIRi on sobilik kasutada erinevates oludes – mobiili rakendustes, pilve kommunikatsioonis, EHRi põhistel andmete jagamisel ja suurte tervishoiuteenuste asutuste serverites. FHIR on hea standard, sest seda on kiire ja lihtne implementeerida ning ta pakub JSON ja XML valikut andmete esituseks [19], [26].

SNOMED CT pakub süstemaatiliselt organiseeritud meditsiinilist terminoloogiat, mis on arvuti poolt töödeldav ja mis on loodud hulga erinevate tervishoiu spetsialistide poolt toetamiseks meditsiiniliste otsuste tegemist ja analüüsi tarkvara programmides, mistõttu peetakse seda kõige põhjalikumaks tervishoiu terminoloogiaks maailmas. SNOMED CT peamiseks eesmärgiks on kodeerida tervisealast teavet, et toetada kliiniliste andmete salvestamist panustades sellega patsientide ravi paremale kulgemisele [30]. Seda kasutatakse selleks, et lihtsustada kliiniliste andmete analüüsi ja aruandlust [26].

2.7 Targa kodu tervise allsüsteemi arhitektuur

Järgnevalt antakse ülevaade targa kodu tervise allsüsteemi arhitektuurist, mille mudeli ja kirjelduse koostas kaastudeng Heleri Aitsam. Käesoleva töö autor aitas kaasa Fitbitist andmeedastuse kirjeldamisega.

„Targa kodu tervise allsüsteemi arhitektuur vastab üldisele IoT arhitektuurile – ta on üldise arhitektuuri konkretiseering. Tark kodu koosneb erinevatest allsüsteemidest. Energia, valgustuse, multimeedia, dokumendihalduse, turvalisuse ja tervishoiu allsüsteemide andmebaasid moodustavad targa kodu keskse süsteemi (*Smart Home central*), mille operatsioonisüsteemiks antud juhul on Raspbian. Andmed tsentraalsesse süsteemi tulevad vastavate allsüsteemide seadmetest. Allpool toodud joonisel (Joonis 3) on mudel, kus käsitletakse targa kodu tervise allsüsteemi arhitektuuri lähemalt. Erinevate allikate andmed koonduvad tervise andmebaasi (*Health database*), mis on loodud arvestades HL7-t, openEHR-i, Fitbit APP'i, Eesti rahvastikuregistrit ja e-tervist. Siinkohal tuleb aga rõhutada, et see andmete kogum ei ole lõplik, teda uuendatakse ja

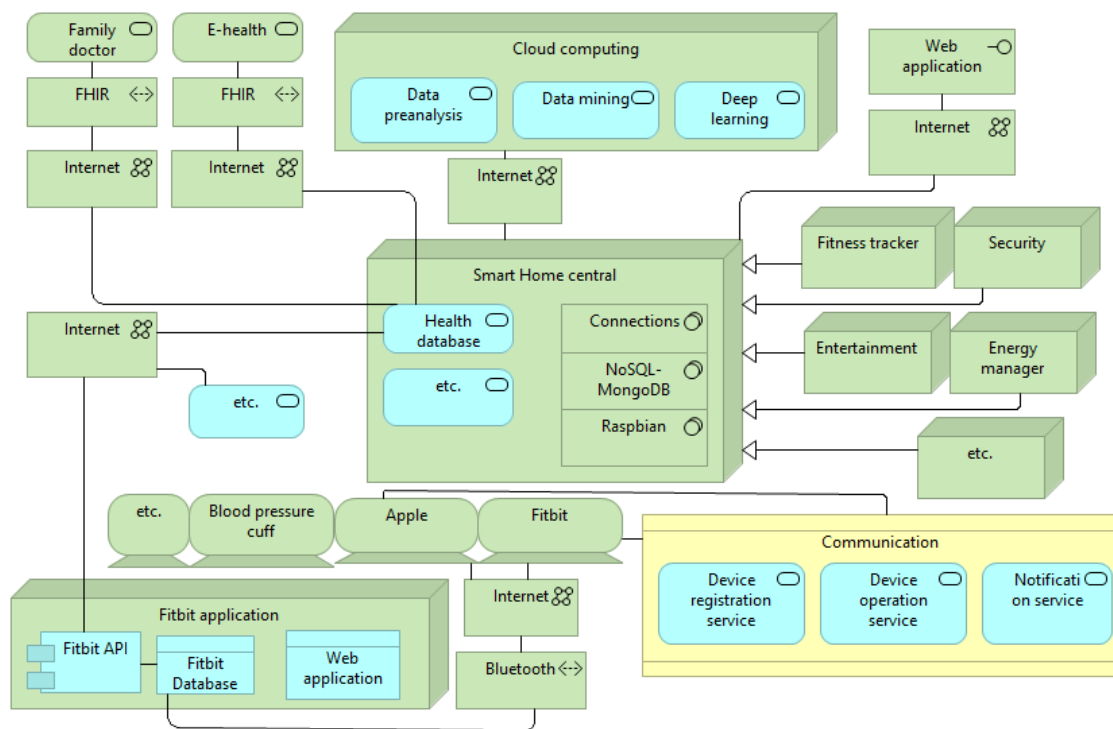
arendatakse pidevalt edasi. Tervise andmebaasiks on valitud NoSQL andmebaas [1].“ NoSQL andmebaasi valiku põhjendus on välja toodud käesoleva töö Lisas 1.

„Tervise andmebaasil on loodud liidesed erinevate osapooltega, mille jaoks on vajalik mingit laadi ühenduse olemasolu, käesolevas olukorras on see Internet. Ühtedeks osapoolteks, kes võivad tervise allsüsteemi andmetest olla huvitatud, on perearstid (*Family doctor*) ja e-tervise (*E-health*) andmebaas. Nende käest andmete saamiseks ja enda andmete jagamiseks kasutatakse FHIR standardit. FHIRi heaks omaduseks on see, et ta on rahvusvaheline ja laialt kasutatav standard. Lisaks kogutakse andmeid erinevatest seadmetest nagu Fitbit ja Apple aktiivsusmonitor, vererõhuaparaat jne. Joonisel (Joonis 3) on ära kirjeldatud Fitbitist andmete edastamine tsentraalsesse süsteemi. Fitbiti aktiivsusmonitorist edastatakse andmed Fitbiti andmebaasi (*Fitbit Database*). See toimub erinevate teenuste, nagu seadme registreerimise teenuse (*Device registration service*), seadme toimimise teenuse (*Device operation service*) ja teavitusteenuse (*Notification service*) abil. Andmete edastuse tingimuseks on vajalik sisselülitatud Internetiühendus ja Bluetooth, sest Internetiühenduse puudumisel jäävad andmed üle kandmata. Andmete ülekande tagajärjel on need kuvatavad Fitbit veebilehel (*Web application*) ja rakenduses (*Fitbit application*). Fitbiti andmebaasist andmete saatmiseks tervise andmebaasi kasutatakse Fitbit API-t. Kuna Apple andmeedastus toimub sarnaselt Fitbit andmeedastusele, siis pole antud mudelil (Joonis 3) seda eraldi kujutatud [1].“ Fitbitis on andmete salvestamiseks ja edastuseks kasutusel JSON notatsioon, millest antakse ülevaade antud töö Lisas 2 võrreldes JSON formaati XML formaadiga [12].

„Kasutajal on võimalus oma terviseandmeid vaadata veebirakendusest (*Web application*) Internetiühenduse olemasolul. Andmete analüüs ja uurimine toimub aga pilves (*Cloud computing*), mis võimaldab tohutute andmehulkade analüüsi. Seal toimub (pilveandmetöötlus) andmete eelanalüüs ja kaevandamine ning õppimine näiteks IBM Watsoni abil. IBM Watson on arvutisüsteem, mis saab aru igasugustest andmetest olenemata nende kujust. Selle abil saab analüüsida ja tõlgendada andmeid ning pakkuda personaalseid soovitusi ja tagasisidet [1].“

„Modelleeritud mudelil (Joonis 3) on kujutatud järgmised plokid: targa kodu keskne süsteem, pilvetöötlus, Fitbiti rakendus ja suhtlus (*Communication*). Targa kodu keskne süsteemi plokk koondab endas targa kodu andmebaasid (tervise, valgustuse, energia ja muud eespool nimetatud allsüsteemid), pilvetöötlus plokk andme eelanalüüsi,

andmekäive, õppimise. Pilveandmetöötlus võimaldab analüüsida suuri andmehulki. Kuigi antud mudelil on kujutatud pilveandmetöötlust, ei ole selle kasutamine kohustuslik: selle võib asendada ka muude andmete töötlemise lahendusega. Fitbiti rakendus hõlmab Fitbit API, Fitbiti andmebaasi ja veebirakenduse. Töö käigus selgus, et nii nagu edastatakse andmeid Fitbitist, tehakse seda ka Apple'ist. Lisaks Apple'ile ja Fitbitile tahetakse tulevikus ka muudest seadmetest (näiteks Google Fitist ja vererõhuaparaatidest) andmeid targa kodu tervise allsüsteemi edastada. Suhtluse plokk koondab enda alla teenused, mille abil andmeid targa kodu tervise allsüsteemi edastatakse, nendeks on seadme registreerimise teenus, seadme toimimisteenus ja teavitusteenus [1].“



Joonis 3. Targa kodu tervise allsüsteemi arhitektuur [1].

Käesolev bakalaureusetöö keskendub ühe arhitektuuri osa lahendamisele, milleks on Fitbitist andmete edastamine tsentraalsesse targa kodu tervise allsüsteemi. Nagu arhitektuuri mudelilt (Joonis 3) näha, on selleks vajalik kasutada Fitbit API't, mida autor peatükis 4 analüüsib.

2.8 Ülevaade Fitbitist

Fitbit rakendus on aktiivsuse andmete kogumisüsteem, mis võimaldab andmeid koondada kokku Fitbit aktiivsusmonitoridest ja sellega ühilduvatest kolmanda osapoole rakendustest ja seadmetest [10]. Fitbit aktiivsusmonitor (Fitbit *tracker*, edaspidi ka *tracker*) on seade, mis tunnetab kasutaja liikumist ja võimaldab seeläbi jälgida kasutaja aktiivsust [11]. Aktiivsusmonitori poolt mõõdetud andmete nägemiseks Fitbit rakenduses tuleb luua seadmes, kus rakendus on alla laaditud ja aktiivsusmonitoriga ära ühildatud, interneti ühendus ning lülitada sisse Bluetooth, mida on näidatud ka tervise allsüsteemi arhitektuuri mudelil (Joonis 3). Kui kasutaja avab rakenduse, siis ühenduse loomise tulemusel toimub sünkroniseerimine, mille tagajärjel kanduvad aktiivsusmonitorist kõik seal mõõdetud ja sinna salvestatud andmed Fitbit rakendusse ja veebilehele [13]. Seal kuvatakse kasutajale andmetele lisaks numbriliste väärtustena ka aegridu ja graafikuid päevade, nädalate ja kuude lõikes [10].

Kuna antud töös on analüüsi käigu võetud vaatluse alla Fitbit Charge 2 mudel, siis lähtutakse edaspidi Fitbitist ülevaate andmisel just selle mudeli funktsionaalsustest ja võimalustest. Fitbit trackeri kasutamiseks tuleb seda kanda kasutaja randme peal. See on varustatud suure OLED-ekraaniga, kus kuvatakse kogu informatsioon. Ekraan on puutetundlik, lisaks on ekraani külje peal nupp, mis võimaldab samuti andmete sobiva informatsiooni otsimist trackeril. Fitbit rakendust on lihtne kasutada ja see kuvab kogu võtmeinformatsiooni kasutaja kohta rakenduse esilehel. Fitbit mõõdab erinevaid andmeid nagu tehtud sammude arv, pulss, korruste arv, treeningu informatsiooni, kulutatud kalorit, aktiivsed minutid ja uneaeg. Lisaks võimaldab rakendus sisestada oma päevase tarbitud toidu ja kaalu andmeid. Täpsemalt annab autor andmetest ülevaate tehtud analüüsi käigus peatükis 3.2. Lisaks annab Fitbit aktiivsusmonitor vibreerides erinevaid teadaandeid. Näiteks annab ta kasutajale teada, kui ta on liiga kaua istunud, et oleks aeg liigutada ennast veidi ja mõned sammud teha. Fitbit Charge 2 saab kasutada ka äratuskellana, mille alarmi aega saab läbi rakenduse määrata, mille tulemusel hakkab Fitbit tracker määratud kellaajal vibreerima. Charge 2 mudel pakub hingamissessioone, mis baseeruvad kasutaja pulsil, mille käigus annab tracker õige hingamistehnika kohta kasutajale juhiseid. Lisaks on võimalus ühendada Fitbiti GPSga, et saada täpsemat statistikat läbitud kilomeetrite ja teekonna kohta. Bluetooth kaudu telefoniga ühenduses olles annab tracker vibreerides märku, kui keegi kasutajale helistab kuvades ekraanil helistaja kontaktandmed. Lisaks võimaldab Fitbit rakendus seada kasutajal erinevaid

eesmärke ning jälgida nende täitumist reaalajas. Näiteks saab kasutaja määrata oma päevase sammude arvu läbimise eesmärgi, vaikumisi on see seadistatud sammude normi järgi, mis on 10 000 sammu päevas, kuid kasutaja saab seda enda soovide järgi muuta. Kasutaja saab püstitada ka kaalu eesmärgi konkreetseks ajaks ja igapäevaselt kaaluandmeid sisestades hakkab rakendus kuvama kasutajale tema teekonda eesmärgi liikumise suunas [10], [11], [13]. Kokkuvõttes võib öelda, et Fitbit tracker pakub palju võimalusi ja on hea abiline inimese kehalise aktiivsuse jälgimisel.

2.8.1 Fitbit aktiivsusmonitori tehnoloogia

Fitbit aktiivsusmonitor Charge 2 mõõdab kasutaja pulssi PurePulse tehnoloogiaga, mis on esimene automaatne, järjepidev ja pulsivöö vaba tehnoloogia. Tehnoloogia Purepulse sees põhineb sensoril, mis vajab kokkupuudet naha pinnaga. Lisaks mängib siinkohal olulist rolli valgus, mida saab kasutada verevoolu mõõtmiseks. Kui inimese süda lööb, siis veri liigub ja veremaht randmes muutub. Veri neelab rohelist valgust – mida kõrgem on vere maht, seda rohkem rohelist valgust neeldub. Vere voolu mõõtmiseks kiirgab PurePulse kasutaja randmel tema nahale rohelist valgust ja kasutab valguse detektoreid ehk fotodioode mõõtmaks kui palju valgust on neeldunud. Antud mõõtetulemus määrab kindlaks, mitu korda kasutaja süda minutis lööb [33].

SmartTrack on tehnoloogia, mis kasutab sensorit randmel ja tänu millele ta automaatselt tunneb ära kasutaja treenimise ja selle tüübi ning salvestab selle Fitbit rakendusse. SmartTrack kasutab kolmeteljelist kiirendusmõõturit, mis teisendab liikumise digitaalseteks andmeteks. Sellega tuvastatakse inimese liikumise intensiivsust ja muustrit ning määratakse kindlaks, millist tegevust kasutaja parasjagu teeb kasutades selle tuvastamiseks suurel hulgal algoritme, mis on disainitud tuvastama inimese liigutusi, mis on iseäranislikud just inimese käimisele. Algoritm saab aru kasutaja poolt tehtud liigutuse suurusest, otsustades selle põhjal, kas lugeda seda sammuks või mitte [13], [33].

Une jälgimiseks kasutatakse PurePulse tehnoloogiat, tundlikke liikumisandureid ja võimsate algoritmide tehnoloogia kombinatsiooni. Une kvaliteedi mõõtmine annab informatsiooni kasutaja magamisaja, ärkveloleku aja ja rahunute hetkede kohta. Magamise jälgimine eeldab, et aktiivsusmonitori kantakse randmel ka magamise ajal [33].

2.9 Töö eesmärgid

Käesoleva bakalaureusetöö üldiseks eesmärgiks on pakkuda lahendus punktis 2.1 püstitatud probleemile targa kodu tervise allsüsteemi loomise näol, mis võimaldaks sinna ühildada erinevaid terviseandmeid mõõtvaid seadmeid kombineerides omavahel nii kasutaja kui ka tervishoiutöötajate poolt kogutud terviseandmeid. Kuna antud teema on väga lai, siis keskendub autor konkreetsele osale targa kodu tervise allsüsteemi loomisel. Autori eesmärgiks on analüüsida ja kavandada targa kodu tervise allsüsteemi integratsioon valides analüüsitavaks seadmeks aktiivsusmonitori Fitbit. Lõputöö eesmärgi saavutamiseks on autor püstitanud järgmised uurimisküsimused:

- Millised andmed on Fitbit süsteemis – milliseid andmeid mõõdab Fitbit aktiivsusmonitor ja milliseid andmeid saab Fitbit süsteemi sisestada?
- Milliseid andmeid Fitbit süsteemist on oluline kanda targa kodu tervise allsüsteemi?
- Kuidas saada Fitbit süsteemis olevad andmed targa kodu tervise allsüsteemi?

2.10 Oodatav tulemus

Antud bakalaureusetöö käigus soovib autor saavutada kõik püstitatud eesmärgid ja seeläbi jõuda mitme tulemini. Lõputöö oodatavad tulemused on järgmised:

- Kirjeldus andmetest, mis on kasutajate kohta Fitbit süsteemis.
- Andmeedastus printsiipide loomine ja nende põhjal Fitbit andmete kommenteerimine.
- Analüüs, kuidas andmeid Fitbit süsteemist pärida ja targa kodu tsentraalsesse tervise allsüsteemi kanda.

3 Fitbit andmete analüüs

Käesolevas peatükis annab autor ülevaate Fitbit andmetest analüüsidest kõiki Fitbit aktiivsusmonitori poolt mõõdetavaid ja sisestataavaid andmeid sügavuti. Analüüsi aluseks on aktiivsusmonitori mudel Fitbit Charge 2, mida töö autor on analüüsi tegemise jaoks kasutanud. Samuti kirjeldab autor ära printsiibid, mis on aluseks tervise allsüsteemi andmeedastusel. Lisaks kasutab autor andmete uurimiseks Fitbit rakendust ja veebilehte, mille graafikuid on lisatud ka käesolevasse töösse.

3.1 Andmeedastuse printsiibid

Targa kodu tervise allsüsteemi andmete ülekandmisel ja edastamisel ühest süsteemist teise lähtutakse autori poolt kirjeldatud printsiipidest, mis peegeldavad tervise allsüsteemi põhimõtteid andmete edastamisel. Printsiibid, mida targa kodu allsüsteemis järgitakse, on järgnevad:

- **Primaarsuse printsiip** – antud printsiip defineerib ära, millised andmed on primaarsed ja kõik ülejäänud peavad koordineerima nende järgi. See tähendab, et kui tuleb andmetes parandused teha, siis tuleb seda teha kõigepealt primaarsetes andmetes ning seejärel peavad need kanduma ka mujale. Näiteks riiklikult on määratud, milliste registrite andmed on primaarsed. Lisaks võib ka mõnel andmekogumil olla primaarsus, mille vastu on usaldus tekkinud aja jooksul. Samuti on teatud seadmete mõõtetulemused usaldusväärsemad, kui nad on näiteks kvaliteetsemad ja uuemad kui mõned teised. Primaarsuse määramine mängib olulist rolli ka juhul, kui mõõdetakse inimese tervisenäitajaid. Kui seda tehakse kiirtesti käigus, siis ilmselgelt nende tulemuste õigsuse protsent pole nii kõrge kui seda oleks mõne korraliku aparaadiga mõõtes. Seega antud juhul oleksid viimasega saadud andmed primaarsemad. Fitbit aktiivsusmonitori mõõdetavat informatsiooni käsitletakse antud töös primaarsena.
- **Ühekordse sisestamise printsiip** – kui andmed on ühte süsteemi juba sisestatud, siis samu andmeid ei pea kasutaja targa kodu allsüsteemi uuesti sisestama, vaid

algsesse süsteemi sisestatud andmed kantakse tervise allsüsteemi üle. Printsiiibi eesmärk on vältida panna kasutajaid sisestama andmeid topelt või isegi mitmekordselt ning seeläbi teha kasutaja jaoks kogu süsteemi kasutamine mugavamaks.

- **Arvutustel põhinemise printsiip** – kõik arvutused, mis on tehtud süsteemides teiste andmete põhjal, tervise allsüsteemi üle ei kanta, vaid arvutatakse seal uuesti. See on vajalik, sest juhul, kui andmeid peaks parandama ühes kohas, siis tuleks ka kõik arvutused eraldi ära parandada, mis nõuaks palju lisatööd.

Kõik eelnevalt kirjeldatud andmeedastuse printsiibid koonduvad ühte printsiipi, millel targa kodu tervise allsüsteem põhineb:

- **Kasutaja tulemuse saavutamise minimaalse energiakulu printsiip** – kasutaja tegevus peaks oma eesmärkide saavutamiseks olema võimalikult minimaalne, mis tähendab, et tervise allsüsteem peab olema võimalikult kõrge automatiseerituse tasemega ja nõudma kasutajalt võimalikult väheste klikkide tegemist [31]. Antud printsiiibi kohta võib tuua näite mobiilse parkimise põhjal, kus tänu sensoritel põhineval tehnoloogial on kogu parkimise teenus täisautomaatne. Sensorid võimaldavad teha kindlaks kasutaja kauguse ja asukoha autost, sealhulgas arvestades parkimistsoone selle asukoha järgi [7].

Siinkohal on oluline jälgida, et printsiibid omavahel vastuollu ei läheks, näiteks kui määratletakse primaarsuse printsiibiga ära, milline seade on primaarsem teisest seadmest. Kuna tehnoloogia pidev areng toob kaasa uute seadmete turule tuleku, siis tuleb seda arvesse võtta ja vastavalt sellele tegema muutusi seadmete primaarsuse määramisel, sest näiteks uuem Fitbit mudel võib parema tehnoloogia tõttu olla oma mõõtmistelt täpsem, seega tuleb see määrata primaarsemaks mõnest vanemast Fitbit mudelist. Samuti võivad rahvastikuregistris olevad andmed olla ebakorrektsed, mistõttu on oluline, et inimesel oleks võimalus andmete õigsust kinnitada ja vajadusel neid korrigeerida. Seetõttu ei ole antud printsiibid lõplikud, vaid on aja jooksul kohaldatavad.

3.2 Fitbit andmete kirjeldused

Järgnevalt kirjeldatakse ära kõik andmed, mida Fitbit süsteem kasutaja kohta mõõdab ja hoiustab ning mida võiks targa kodu tervise allsüsteemis kasutaja kohta talletada. Lisaks

kommenteeritakse, milliste printsiibi alusel neid andmeid käsitletakse. Aluseks on võetud kolm andmeedastuse printsiipi, mis on kirjeldatud peatükis 3.1. Autor toob kirjeldatud andmete kohta näiteid ja seda ka graafikutena, mida Fitbit veebilehel kasutajale tema informatsiooni kohta kuvatakse. Andmete analüüsimisel kasutab autor Fitbit aktiivsusmonitori mudelit Charge 2, Fitbit rakendust ja veebilehte.

Fitbit aktiivsusmonitori kasutamiseks peab kasutaja seadistama oma profiili, kus on nõutud baas informatsiooni täitmine. Antud informatsioon annab süsteemile kasutaja kohta algandmed, mis on aluseks kasutaja andmete mõõtmistel ja arvutustel. Kasutaja peab sisestama enda kohta järgneva informatsiooni:

- Nimi – kasutaja ees- ja perekonnanimi, nt: Mari Maasikas
- Sünnikuupäev – sünnikuupäeva alusel arvutatakse kasutaja vanus, nt: 20.10.1993
- Pikkus – pikkuse ühikuks on sentimeeter (cm), nt: 170 cm
- Kaal – kaalu ühikuks on kilogramm (kg), nt: 72,1 kg
- Sugu – nt: Naine

Kasutaja isikuandmeid, nagu nimi, sünnikuupäev ja sugu, käsitletakse primaarsuse printsiibi põhjal ja nende pärimine targa kodu tervise allsüsteemi toimub rahvastikuregistrist. Eesmärk on kindlustada andmete õigsus, sest teistest ühildatavatest süsteemidest ülekandmisel võib kasutaja oma isikuandmete sisestamisel eksida või meelega oma isikuandmed valesti panna. Kuna targa kodu tervise allsüsteemi üheks eesmärgiks on teha andmed kättesaadavaks ka arstidele, siis isikuandmete korrektsus on suurima prioriteediga. Kaalu ja pikkuse andmeid käsitletakse ühekordse sisestamise printsiibi alusel.

Keha kaal (*Weight*) sisestatakse süsteemi kasutaja poolt käsitsi või saadetakse WiFi ühendusega kaalu olemasolul süsteemi automaatselt. Fitbitis vastab iga kuupäeva kohta üks kaalu väärtus. Kui kaalu väärtus on samal päeval juba eelnevalt sisestatud, siis uuesti sisestades süsteem asendab eelneva kaalu uue kaaluga. Seega ühe päeva kohta ei saa tekkida mitu kaalu, vaid iga kuupäeva kohta tekib üks konkreetne kaalu väärtus. Targa kodu tervise allsüsteemis on võimalus sisestada kaalu rohkem kui üks kord päevas, seega tekivad sealses süsteemis aegread ühe päeva kohta ka kellaegade lõikes.

Fitbit süsteemis on andmed kaalu kohta järgmised, mille näited on toodud ka allpool joonisel (Joonis 4) ja Lisades 3:

- Kuupäev – päev, millal kasutaja vastava kaalu väärtuse mõõtis, nt: 28.04.2017
- Keha kaal – kaalu ühikuks on kilogramm (kg), nt: 72,1 kg

Keha kaalu andmeid käsitletakse ühekordse sisestamise printsiibi alusel, seega kui kasutaja on Fitbiti konkreetse päeva kohta oma kaaluandmed sisestanud, siis edastatakse see tervise allsüsteemi, et kasutaja oma kaalu uuesti sisestama ei peaks.

Rasvaprotsent (*Fat*) sisestatakse süsteemi kasutaja poolt käsitsi või saadetakse WiFi ühendusega kaalu olemasolul süsteemi automaatselt. Iga kuupäeva kohta vastab üks rasvaprotsendi väärtus. Rasvaprotsenti on oluline mõõta, sest see näitab rasva osakaalu organismis [25]. Rasvaprotsenti saab mõõta erinevate kehaanalüüsi aparatuuridega, aga on ka olemas kaale, mis suudavad rasvaprotsenti määrata. Kui rasvaprotsent on samal päeval juba eelnevalt sisestatud, siis uuesti sisestades süsteem asendab eelneva rasvaprotsendi väärtuse uue väärtusega. Seega ühe päeva kohta ei saa tekkida mitu rasvaprotsendi väärtust, vaid iga kuupäeva kohta tekib üks konkreetne väärtus. Targa kodu tervise allsüsteemis on võimalus sisestada rasvaprotsenti rohkem kui üks kord päevas, seega tekivad sealses süsteemis aegread ka ühe päeva kohta kellaaegade lõikes.

Fitbit veebilehel on andmed rasvaprotsendi kohta järgmised, mille näited on toodud ka allpool joonisel (Joonis 4):

- Kuupäev – päev, millal kasutaja vastava rasvaprotsendi mõõtis, nt: 28.04.2017
- Rasvaprotsent – rasva osakaalu organismis mõõdetakse protsentides, nt: 30,0 %

Rasvaprotsendi andmeid käsitletakse ühekordse sisestamise printsiibi alusel, seega kui kasutaja on Fitbit'i oma rasvaprotsendi mõne päeva kohta sisestanud, siis kantakse see üle targa kodu tervise allsüsteemi, et kasutaja ei peaks veelkord sama päeva kohta tervise allsüsteemi oma rasvaprotsenti sisestama.

Kuigi hetkel enamik kasutajaid sisestavad oma kaalu ja rasvaprotsendi manuaalselt, siis on olemas juba kaale, mis suudavad läbi WiFi ja Bluetooth ühenduse kasutaja kaalu andmed otse süsteemi saata. Targa kodu tervise allsüsteemi eesmärk on samuti kasutajale pakkuda võimalikult kõrget andmete liikumise automatiseerimist, seega eesmärk olekski tervise allsüsteemis kasutada kaalu, mis suudaks süsteemiga ise suhelda ilma, et kasutaja peaks manuaalselt kaalu ja rasvaprotsenti sisestama.

Kehamassiindeksi (*BMI*, edaspidi ka *KMI*) arvutab süsteem välja kasutaja sisestatud kaalu ja pikkuse kaudu. “KMI näitab inimese kaalu ja pikkuse suhet, mida kasutatakse rasvumise määramiseks ning südame-veresoonkonna haigustesse haigestumise riski hindamiseks [23].“ Kuna kaalu väärtuseid saab Fitbit süsteemis olla iga päeva kohta üks, saab ka kehamassiindeksi väärtuseid olla iga kuupäeva kohta üks. Kuna targa kodu tervise allsüsteemis on lubatud sisestada päeva jooksul rohkem kui üks kehakaalu väärtus, siis kehamassiindeksi arvutamisel võetakse keha kaaludest aritmeetiline keskmine ja arvutatakse päeva kohta üks kehtiv kehamassiindeks. KMI arvutamise valem (1) on järgmine [23]:

$$\text{Kehamassiindeks} = \frac{\text{päeva keskmine keha kaal (kg)}}{\text{pikkus}^2 \text{ (m)}} \quad (1)$$

Vastavalt kehamassiindeksi väärtusele paigutatakse kasutaja ühte neljast kategooriasse:

- KMI alla 18,5 – Alakaal
- KMI vahemikus 18,5-25,0 – Normaalkaal
- KMI vahemikus 25,0-30,0 – Ülekaal
- KMI üle 30 – Rasvumine [13].

Kehamassiindeksi andmeid käsitletakse arvutustel põhinemise printsiibiga, sest KMI on kasutaja keha kaalu ja pikkuse pealt välja arvutatav, seega pole põhjust seda tervise allsüsteemi andmebaasi üle kanda.



Joonis 4. Kaaluandmete graafik.

Ülaltoodud joonisel (Joonis 4) on kujutatud Fitbit veebilehe graafikut kasutaja kaaluandmete kohta viimase nelja nädala lõikes. Iga päeva kohta on üks konkreetne kaaluväärtus, mida on nelja nädala lõikes kujutatud aegreana. Lisaks on graafikul näha praegust kaalu (72,1kg), rasvaprotsenti (30,0%) ja arvutatud kehamassiindeksit (25,0), mis paigutub kategooriasse “Normaalkaal”.

Pulssi (*Heart Rate*) mõõdetakse Fitbit aktiivsusmonitoriga kasutaja randmelt automaatselt. Pulssi on vaja mõõta südamegevuse jälgimiseks [24]. Pulsi ühikuks on *bpm* (*beats per minute*, lööki minutis). Võttes arvesse kasutaja maksimaalset pulsi kõrgust on pulsi vahemikud jaotatud neljaks tsooniks. Fitbit arvutab maksimaalse pulsi kõikide kasutajate jaoks ühtse valemiga (2) [13]:

$$\text{Maksimaalne pulss} = 220 - \text{kasutaja vanus} \quad (2)$$

Tsoonid, millesse pulsi vahemikud paigutuvad, on järgmised:

- Tipp (*peak zone*) – kõrge intensiivsusega treeningu tsoon, kus kasutaja pulss on kõrgem kui 85% maksimum pulsi väärtusest.
- Vastupidavus (*cardio zone*) – keskmise kuni kõrge intensiivsusega treeningu tsoon, kus kasutaja pulss on vahemikus 70%-84% maksimum pulsi väärtusest.

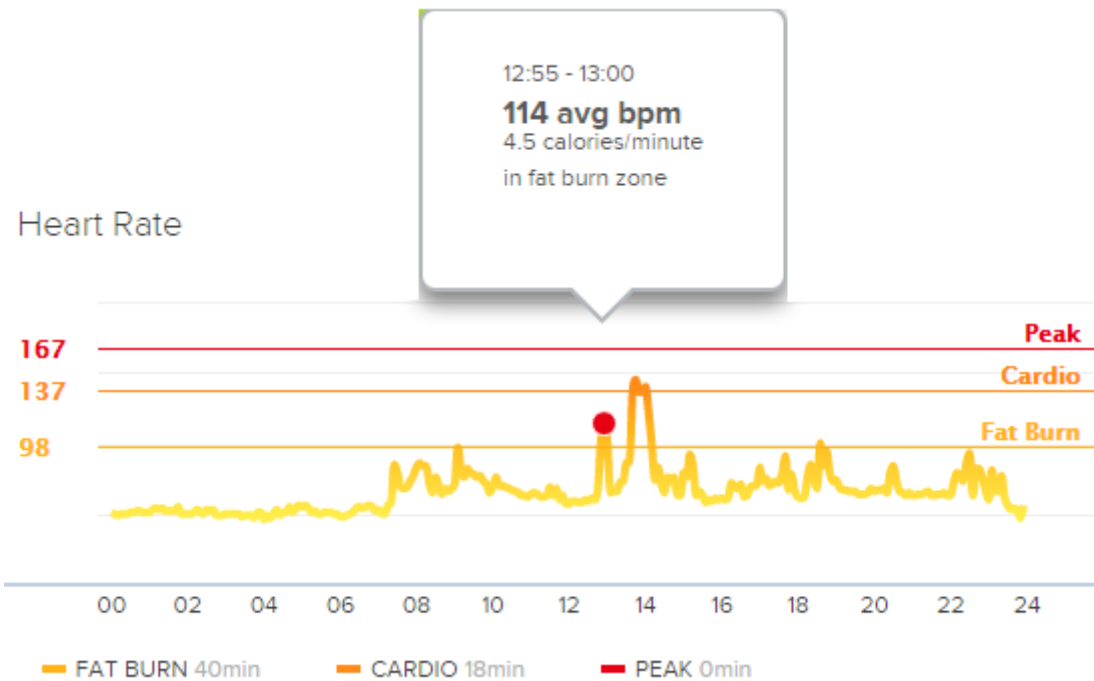
- Rasvapõletus (*fat burn zone*) – madala kuni keskmise intensiivsusega treeningu tsoon, kus kasutaja pulss on vahemikus 50%-69% maksimum pulsi väärtusest.
- Tsoon puudub (*out of zone*) – kasutaja pulss on alla 50% tema maksimum pulsi väärtusest [13].

Puhkeoleku pulss (*Resting heart rate*) on kasutaja pulsi väärtus, kui ta on ärkvel, rahulikus ja mugavas olekus ilma, et oleks hiljuti teinud füüsilist pingutust. Puhkeoleku pulss on oluline indikaator südametervise näitajal, mis peaks jääma vahemikku 60-80 lööki minutis, kuid füüsiliselt treenitud inimestel jääb see isegi alla selle. Pulsi mõõtmised salvestatakse süsteemis iga minuti kohta [13].

Fitbit süsteemis on andmed pulsi kohta järgmised, mille näiteid võib näha ka allpool oleval joonisel (Joonis 5):

- Maksimum pulss – arvutatakse valemi (2) põhjal, järgmises näites on vanuseks võetud 23 aastat, nt: $220-23=197$ lööki minutis
- Kuupäev – nt: 28.04.2017
- Puhkeoleku pulss – nt: 62 lööki minutis
- Kellaeg – nt: 12:55:00
 - Pulsi väärtus – konkreetsele kellaajale vastav pulsi väärtus, nt: 84 lööki minutis
- Tsooni nimi – nt: Rasvapõletus (*Fat Burn*)
 - Minutid antud tsoonis – nt: 40min

Pulsi väärtust kellaaja kohta ja puhkeoleku pulssi käsitletakse primaarsuse printsiibi alusel, sest neid mõõdab Fitbit aktiivsusmonitor. Kuna tsooni nimi, maksimum pulss ja minutid antud tsoonis on tuletatavad teiste andmete põhjal, siis käsitletakse neid arvutustel põhinemise printsiibi alusel.



Joonis 5. Pulsu andmed ühe päeva kohta.

Ülaltoodud joonisel (Joonis 5) on ühe päeva pulsi andmete statistika 5 minuti lõikes. Näiteks vahemikus 12:55-13:00 oli kasutaja keskmine pulss (*avg bpm*) 114 lööki minutis. Pulsu andmete vahemikud on paigutatud tsoonidesse ja samuti on graafikul toodud välja ühes tsoonis oldud aeg kokku.

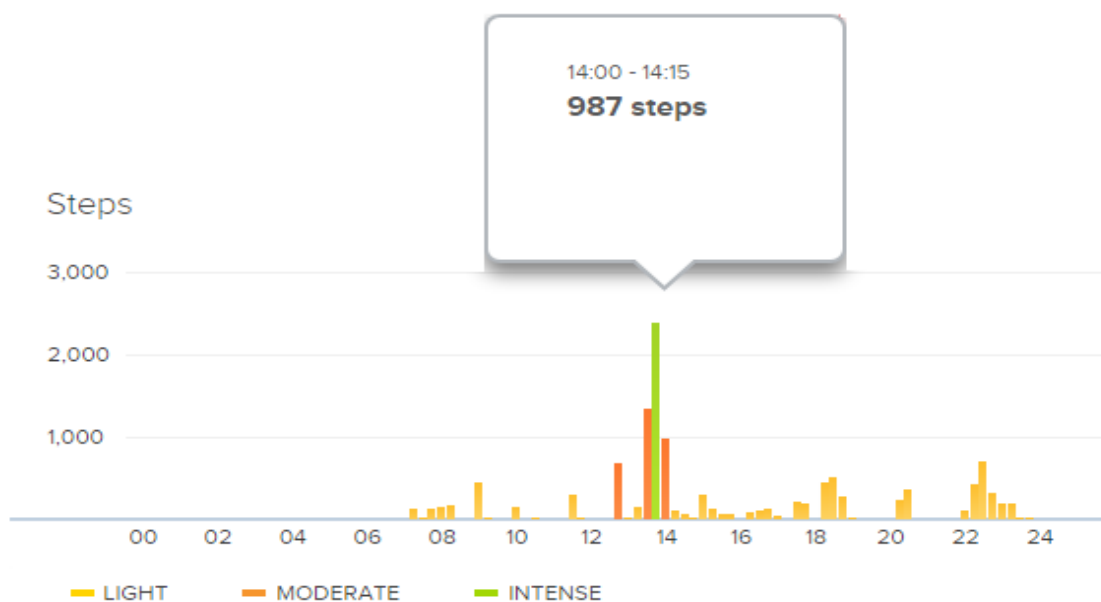
Sammude (*Steps*) lugemine toimub Fitbit aktiivsusmonitoriga automaatselt ja käsitsi sammude andmeid sisestada ega muuta ei saa. Sammude arv on üks olulisemaid mõõdikuid, kuna läbitud sammude arv näitab üleüldist kasutaja päevast aktiivsust ja sammude arvu kasutatakse mitmete teiste komponentide arvutamisel. Sammu pikkuse arvutab süsteem välja pikkuse ja soo järgi, kuid kasutaja saab oma sammu pikkuse teadmisel seda sisestada ka manuaalselt. Sammu pikkuse ühikuks on sentimeeter (cm). Süsteemis salvestatakse minuti jooksul tehtud sammude arv [13].

Fitbit süsteemis on andmed sammude kohta järgmised, mille näiteid on näha ka allpool toodud joonisel (Joonis 6) ja Lisas 4:

- Sammu pikkus kõndimisel – Nt: 72 cm
- Sammu pikkus jooksmisel – Nt: 93 cm
- Kuupäev – nt: 28.04.2017
- Sammude arv kokku – nt: 11 934

- Kellaeg – nt: 12:30:00
- Sammude arv minutis – nt: 40
- Kategooria – nt: mõõdukas (*moderate*)

Sammude arvu minutis käsitletakse primaarsuse printsiibi alusel, sest see on Fitbiti mõõtetulemus. Sammude arv kokku ja kategooria on arvatav sammude arvu põhjal minutis, seega käsitletakse neid arvutamisel põhinemise printsiibi põhjal. Sammu pikkuseid kõndimisel ja jooksmisel käsitletakse ühekordse sisestamise või arvutustel põhinemise printsiibi põhjal vastavalt sellele, kas sammu pikkus on sisestatud manuaalselt või arvutatud Fitbit süsteemi poolt.



Joonis 6. Sammude andmed ühe päeva kohta.

Ülaltoodud joonisel (Joonis 6) on näha ühel päeval tehtud sammude arvu kellaegade lõikes. Graafikul on näidatud päeva jooksul tehtud sammude arv 15 minuti lõikes. Näiteks vahemikus 14:00-14:15 tegi kasutaja 987 sammu, mille alusel määratakse antud kellaaja vahemiku aktiivsus mõõdukasse (*moderate*) kategooriasse.

Distants (*Distance*) arvutatakse välja teiste mõõdetud andmete põhjal, milleks on kaks võimalust:

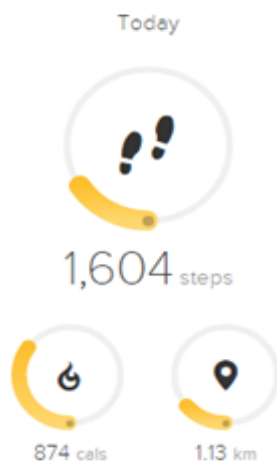
- Sammu pikkuse ja tehtud sammude korrutisena,
- GPS-ga [13].

Kuna GPSga on mõõtetulemused täpsemad, eelistab Fitbit distantsi arvutamist GPS kaudu, aga seda juhul kui GPS-i kasutatakse, vastasel korral arvutatakse distants sammupikkuse ja läbitud sammude korrutisena. Distantsi ühikuks on kilomeeter (km) ning süsteemis arvutatakse minuti jooksul läbitud distants [13].

Fitbit veebilehel on andmed distantsi kohta järgmised, mida on kujutatud ka allpool toodud joonisel (Joonis 7):

- Kuupäev – nt: 28.04.2017
- Distants kokku – nt: 1,13 km
- Kategooria – nt: intensiivne (*intense*)
- Kellaeg – nt: 18:55:00
 - Distants konkreetsel kellaajal – nt: 0,05 km

Kõiki distantsi andmeid käsitletakse arvutustel põhinemise printsiibi alusel, kui distants on välja arvutatud sammu pikkuse ja sammude arvu korrutisena. Kui distants on mõõdetud GPS-ga, siis käsitletakse distantsi konkreetsel kellaajal primaarsuse printsiibi alusel.



Joonis 7. Sammude ja distantsi seos.

Ülaltoodud joonisel (Joonis 7) on näha sammude arvu kokku, kogu päevast distantsi ja põletatud kalorite arvu. Fitbit aktiivsusmonitor on arvutanud automaatselt kasutaja läbitud distantsi võttes arvesse tema sammu pikkuse ja sammude arvu. Andmete korrektsust tõestab järgnev arvutus:

Sammude arv = 1604

Sammupikkus kõndimisel = 0,72 m

Distsants = $1604 \times 0,72 \approx 1,13$ km

Kaloreid (*Calories*) on oluline mõõta, et jälgida oma päevast energiavajadust ja energiakulu. Kalorite arvutamisel lähtub Fitbit inimese personaalsetest andmetest nagu sugu, vanus, pikkus ja kaal arvutades nende põhjal, kui palju vajab kasutaja päeva jooksul energiat säilitamiseks elutähtsaid kehalisi funktsionaalsusi nagu hingamine, südame –ja aju töö. Kalorite põletus on seotud pulsi kiirusega, mida kiirem on pulss, seda rohkem kaloreid põletatakse. Samuti arvutab Fitbit juurde füüsilise aktiivsuse käigus põletatud kaloreid, mille tulemusel saadakse kogu päeva jooksul põletatud kalorite arv [13].

Fitbit süsteemis on andmed kalorite kohta järgmised, mida on näha ka allpool toodud joonisel (Joonis 8):

- Kuupäev – nt: 28.04.2017
- Põletatud kaloreid kokku – nt: 4329
- Päevane kalorite vajadus – nt: 2192
- Kategooria – nt: kerge (*light*)
- Kellaeg – nt: 09:00
 - Põletatud kalorite arv kellaaegiliselt – nt: 4

Kalorite andmeid käsitletakse arvutustel põhinemise printsiibi järgi, kuna need on arvutatavad teiste süsteemis hoitavate andmete põhjal.



Joonis 8. Kulutatud kalorite arv ühe päeva kohta.

Ülaltoodud joonisel (Joonis 8) on graafik ühe päeva jooksul põletatud kalorite kohta, kus kuvatakse andmed 15 minuti lõikes. Näiteks vahemikus 09:00-09:15 on graafikult näha, et kasutaja on põletanud 49 kalorit. Lisaks jaotatakse põletatud kalorite arv ühte kolmest kategooriasse – *light* (kerge), *moderate* (mõõdukas), *intense* (intensiivne).

Kui kasutaja tegevus on aktiivsem kui regulaarne kõndimine, mis hõlmab kõike alates kiirkõnnist kuni tugeva treeninguni välja, siis loeb Fitbit aktiivsusmonitor sellele tegevusele kulutatud minuteid **aktiivsete minutite** (*active minutes*) alla. Aktiivsete minutite mõõtmise ühik on minut (min). Sama aktiivne tegevus võib anda erineva aktiivsete minutite tulemuse, kuna aktiivsete minutite arv sõltub ka liikumise intensiivsusest [13].

Fitbit veebilehel on andmed aktiivsete minutite kohta järgmised:

- Kuupäev – nt: 28.04.2017
- Aktiivsete minutite arv – nt: 50
- Kellaeg – nt: 11:55:00
 - Aktiivsete minutite arv kellaajaliselt – nt: 1

Aktiivseid minuteid käsitletakse arvutustel põhinemise printsiibi alusel, sest need tulenevad teiste andmete põhjal.

Fitbit aktiivsusmonitor mõõdab **korruseid** registreerides ühe korruse, kui kasutaja ronib korruga umbes kümme jalga, kuid alla liikumisel ta korruseid ei registreeri. Süsteemis salvestatakse minuti jooksul korruste arv ehk iga minuti kohta tekib üks läbitud korruste väärtus [13].

Fitbit süsteemis on andmed läbitud korruste kohta järgmised:

- Kuupäev – nt: 28.04.2017
- Korruste arv kokku – nt: 21
- Kellaeg – nt: 16:34:00
 - Korruste arv kellaajaliselt – nt: 2

Korruste arvu kellaajaliselt käsitletakse Fitbitis primaarsuse printsiibi alusel, kuna antud andmeid mõõdetakse aktiivsusmonitori poolt. Korruste arvu kokku käsitletakse arvutustel põhinemise printsiibi põhjal.

Fitbit aktiivsusmonitor mõõdab kasutaja **une kvaliteeti** (*Sleep*) juhul kui kasutaja kannab seadet randmel ka magamise ajal. Magamise aega mõõdetakse tundides (hr) ja minutites (min). Une rütmi mõõtmine baseerub kasutaja liikumise tuvastamisel – kui ta ei ole juba umbes tund aega liikunud, siis Fitbit tracker eeldab, et kasutaja magab. Lisaks arvestab Fitbit seda, et inimese magamispulss on madalam kui puhkeoleku pulss. Hommikul esimesi samme tehes saab aktiivsusmonitor aru, et kasutaja on üles ärrganud, mille järgi aktiivsusmonitor teeb järeldused kasutaja une kvaliteedist ja ärkveloleku aegadest ning salvestab vastavad andmed süsteemi. Magamisaja arvutamisel lähtutakse magama jäämise ja ärkamise kellaajast. Lisaks arvestatakse ka öiseid ärkamisi ja rahutushetki. Seega kokku arvestab süsteem kogu magamisaja järgneva valemi (3) põhjal [13]:

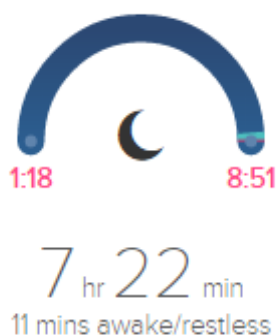
Magamise kestvus = ärkamise kellaeg – magama jäämise aeg – ärkveloleku/rahutute hetkede aeg (3)

Fitbit süsteemis on andmed uneaja kohta järgmised, mida on kujutatud ka allpool toodud joonisel (Joonis 9):

- Kuupäev – nt: 28.04.2017
- Magama jäämise aeg – nt: 1:18

- Ärkamise aeg – nt: 8:51
- Ärkveloleku/rahutud minutid – nt: 11 min
- Magamise kestvus – nt: 7 hr 22 min

Magama jäämise aeg, ärkamise aeg ja ärkveloleku/rahutud minutid käsitletakse primaarsuse printsiibi alusel, sest neid andmeid mõõdab Fitbit aktiivsusmonitor väga täpselt. Magamise kestvust käsitletakse arvutustel põhinemise printsiibi põhjal, kuna see on välja arvutatav ülaltoodud valemi (3) põhjal.



Joonis 9. Uneaja andmed.

Ülaltoodud joonisel (Joonis 9) on kasutaja ühe öö uneaja andmed, mis näitab sinise kaarena magama jäämise algus kellaaega (1:18) ja ärkamise kellaaega (8:51). Kaare all kuvatakse kasutajale tundides ja minutites magamisaega kokku (7hr 22min). Seega kehtib eelnevalt mainitud valem (3): $8:51 - 1:18 - 0:11 = 7 \text{ hr } 22 \text{ min}$.

Treeningu (*Exercise*) informatsiooni salvestab Fitbit aktiivsusmonitor automaatselt kahel erineval viisil. Esiteks monitorist sobiva treeningu tüübi (kõndimine, jooksmine, aeroobne treening, elliptiline treening, välirattasõit, pallimäng, ujumine) valides ja nuppu vajutades. Kasutajal tuleb valida sobiv treening ja vajutada start ja stop nuppu. Teine võimalus on see, et Fitbit tunneb tänu SmartTrack tehnoloogiale ise automaatselt ära, kui kasutaja mingit laadi treeninguga tegeleb. Kolmas variant on sisestada oma treeningu andmed süsteemi käsitsi [13].

Fitbit süsteemis on andmed treeningu kohta järgmised:

- Kuupäev – nt: 05.05.2017
- Treeningu tüüp – nt: Jooksmine (*Run*)

- Algusaeg – nt: 13:37:00
- Lõpuaeg – nt: 14:07:05
- Kestvus – arvutatakse algus- ja lõpuaja lahutustehte põhjal, nt: 30:05 min
- Keskmine pulss – treeningu vältel olnud pulsside aritmeetiline keskmine, nt: 133 lööki minutis (*bpm*)
- Maksimum pulss – nt: 171 lööki minutis (*bpm*)
- Põletatud kalorid – treeningu jooksul põletatud kalorite arv, nt: 274 kcal
- Treeningu ajal tehtud sammude arv – nt: 4546
- Aktiivsed minutid – nt: 28
- Kellaaeg – nt: 10:00
 - Kategooriasse jagunemine – nt: Vastupidavus (*Cardio*)
 - Minutite arv kategoorias – nt: 18 min
 - Keskmine pulss minutis – nt: 134 lööki minutis (*bpm*)
 - Minutis põletatud kalorite arv – nt: 10 kcal

Treeningu tüüpi, algusaega ja lõpuaga käsitletakse primaarsuse printsiibi alusel, kui neid mõõdab Fitbit aktiivsusmonitor. Kategooriasse jagunemist ja minutite arv kategoorias käsitletakse arvutustel põhinemise printsiibi alusel. Kõik ülejäänud treeningu kohta käivad andmed on kirjeldatud ülalpool, mida käsitletakse seal määratud printsiipide põhjal. Kui treeningu andmete sisestamine süsteemi toimus käsitsi, siis käsitletakse kõiki andmeid ühekordse sisestamise printsiibi põhjal. Treeningu kohta kuvatavad andmed Fitbit veebilehel on joonisena ära näidatud Lisas 5.

Toidu logimine (*Food Log*) toimub Fitbitis käsitsi. Kasutajal on võimalus jaotada oma päevased tarbitud toidud järgneva kuue toidukorra vahel: hommikusöök, hommiku vahepala, lõunasöök, lõuna vahepala, õhtusöök, õhtune vahepala. Fitbit süsteemis on suure hulga toiduainete informatsioon olemas, kuid lisaks nendele, saab kasutaja ka oma toiduained salvestada. Toiduaine lisamisel oma menüüsse või salvestamisel saab märkida ära koguse, kaloraazi, rasvad, süsivesikud, valgud, kiudained, naatriumi ja vee. Eelnevalt loetletud väljad ei ole kohustuslikud täita, näiteks võib kasutaja märkida ainult toiduaine ja selle kaloraazi, jättes teised väljad tühjaks. Süsteem arvutab iga päeva kohta kokku kõikide menüüsse sisestatud toiduainete väärtused. Lisaks on süsteemis võimalik sisestada ka oma päevase veekoguse tarbimist [13].

Fitbit süsteemis on võimalik tarbitud toidu kohta sisestada järgmiseid andmeid:

- Kuupäev – nt: 05.05.2017
- Toidukorra valik – nt: Lõuna (*Lunch*)
- Toidu nimetus - nt: Bitter šokolaad
- Toidu bränd – nt: Kalev
- Kogus – nt: 100g
 - Kalorid (kcal) – nt: 534,2 kcal
 - Rasvad (g) – nt: 34 g
 - Süsivesikud (g) – nt: 45 g
 - Valgud (g) – nt: 10 g
 - Kiudained (g) – nt: 2,1 g
 - Naatrium (g) – nt: 3,2 g
 - Vesi – nt: 2,1 g
- Toidu tarbimise kogus – nt: 35 g
- Tarbitud vee kogus (ml) – nt: 1250 ml
- Kalorid kokku – nt: 786 kcal
- Rasvad kokku – nt: 32 g
- Süsivesikud kokku – nt: 115 g
- Valgud kokku – nt: 23 g
- Kiudained kokku – nt: 13,5 g
- Naatrium kokku – nt: 17,4 g

Toidu nimetust, brändi ja toitaineid käsitletakse ühekordse sisestamise printsiibi alusel. Lisaks käsitletakse ka tarbitud toidu ja vee koguse logi ühekordse sisestamise printsiibi alusel. Kogu päeva jooksul tarbitud toitainete kogust käsitletakse arvutamisel põhinemise printsiibi järgi, kuna need on välja arvutatavad päeva jooksul menüüsse sisestatud toiduainete põhjal.

Antud peatükis andis autor ülevaate Fitbit andmetest, mida võiks edastada targa kodu tervise allsüsteemi. Kõik kirjeldatud andmed kommenteeriti autori poolt koostatud tervise allsüsteemi andmeedastust iseloomustavate kolme printsiibiga.

4 Andmete ülekandmine Fitbitist tervise allsüsteemi

Käesolevas peatükis analüüsib autor, kuidas saaks peatükis 3.2. kirjeldatud Fitbit andmed kanda targa kodu tervise allsüsteemi üle. Andmete ülekandmisel Fitbitist teise süsteemi tuleb kasutada Fitbit API't, mis võimaldab pääseda ligi Fitbit kasutaja andmetele [12]. Analüüsi teostamiseks registreeris autor endale andmepäringute tegemiseks rakenduse.

4.1 Rakenduse registreerimine

Fitbit pakub Web API't pääsemaks ligi Fitbit trackerite mõõdetud andmetele ja manuaalselt sisestatud logidele. API (*Application Program Interface*) ehk rakenduse- ja programmiliides on kogumik protokollidest, rutiinidest ja vahenditest tarkvara rakenduste ehitamiseks, mis kirjeldab ära, kuidas tarkvara komponendid peavad omavahel suhtlema [2], [27]. Igaüks võib programmeerida rakenduse, et pääseda ligi ja modifitseerida kasutaja aktiivsuse andmeid seni kuni see vastab Fitbit API kasutusnõuetele. Kõik API taotlused (*request*) peavad kasutama HTTPS protokollit [12]. „HTTPS (*Hypertext Transfer Protocol Secure*) ehk turvaline hüperteksti edastusprotokoll on turvaline protokoll autenditud ja krüpteeritud informatsiooni edastamiseks arvutivõrkudes [20].“ Fitbit's on andmete salvestamiseks ja vahetamiseks kasutusel JSON notatsioon [12].

Selleks, et oleks võimalik kasutada Fitbit Web API't, tuleb registreerida oma rakendus <http://dev.fitbit.com> lehel. Oma rakendust registreerides tuleb valida sobiv OAuth 2.0 rakenduse tüüp (*OAuth 2.0 Application Type*). Antud juhul tuleb valida personaalsed (*Personal*) rakendused. Kasutaja autoriseerimiseks ja API autentimiseks kasutab Fitbit *OAuth 2.0* raamistikku. Antud raamistik nõuab loodud rakenduselt pääsuloa (*Access Token*) saamist, kui Fitbiti kasutaja lubab rakendusele juurdepääsu oma andmetele. Rakenduse registreerimisel väljastatakse ID (*Client ID*) ja kood (*Client Secret*), mille sisestamisel genereeritakse automaatselt autoriseerimise link. Juhul, kui rakendusel on veebiteenus, tuleb valida rakenduse registreerimisel „*Authorization Code Flow*“. See nõuab serverite vahelist kommunikatsiooni kasutades rakenduse kliendi koodi (*Client Secret*). Rakendused, millel veebiteenus puudub, peaksid kasutama „*Implicit Grant Flow*“. Seejärel suunatakse kasutaja lehele, kus tuleb anda luba (*Allow*) andmete

pärimiseks, mille tulemusel suunatakse otse URI'le, mis rakenduse registreerimisel antud lahtrisse kirjutatud sai. Seejärel tuleb kopeerida saadud URI'st kõik peale lingi aadressi „*Parse response*“ sektsiooni ja vajutada „*Enter*“. Selle tulemusel saab näha, mis on rakenduse *token* ja kui kaua see on kehtiv. Antud juhul on see kehtiv ühe nädala. Seega kestab seanss teatud aja, mis on vajalik turvalisuse kaalutlustel. Seejärel tuleb „*Make Request*“ sektsioonis vajutada „*Send to Hurl.it*“ ja seejärel on kasutaja andmete pärimine võimalik tehes GET päringuid. Võimalikud andmete pärimise näited on kirjeldatud töö järgmises punktis 4.2 [12], [29].

4.2 Andmete pärimine

Andmete saamiseks Fitbitist tehakse GET päringud (*request*) URL'ga, mille tulemusel saadakse URL'is parameetritega ära määratletud andmed. Allpool toodud tabelis (Tabel 1) on ära defineeritud URLi parameetrid, millele kehtivaid nõudeid tuleb andmete pärimisel järgida.

URLi üldkujud:

- [https://api.fitbit.com/1/user/\[user-id\]/\[category\]/\[data\]/date/\[date\].json](https://api.fitbit.com/1/user/[user-id]/[category]/[data]/date/[date].json)
- [https://api.fitbit.com/1/user/\[user-id\]/\[category\]/\[data\]/date/\[date\]/\[period\].json](https://api.fitbit.com/1/user/[user-id]/[category]/[data]/date/[date]/[period].json)
- [https://api.fitbit.com/1/user/\[user-id\]/\[category\]/\[log\]/\[data\]/date/\[date\].json](https://api.fitbit.com/1/user/[user-id]/[category]/[log]/[data]/date/[date].json)
- [https://api.fitbit.com/1/user/\[user-id\]/\[category\]/\[data\]/date/\[base-date\]/\[end-date\].json](https://api.fitbit.com/1/user/[user-id]/[category]/[data]/date/[base-date]/[end-date].json) [12].

Järgnevalt antakse (Tabel 1) ülevaade URLi parameetritest koos definitsiooniga, mida Fitbit andmete pärimisel tuleb kasutada.

Tabel 1. URLi parameetrite definitsioonid [12].

Parameeter	Definitsioon
user-id	Kasutajat identifitseeriv kood. Sisseloginud kasutaja andmete pärimiseks kasutatakse „-“,
Date	Kuupäev, mille kohta soovitakse andmeid pärida. Formaadis: aasta-kuu-päev (yyyy-MM-dd)
base-date	Ajavahemiku algus kuupäev. Formaadis: aasta-kuu-päev (yyyy-MM-dd) või täna (today)
end-date	Ajavahemiku lõpp kuupäev. Formaadis: aasta-kuu-päev (yyyy-MM-dd)

Parameeter	Definitsioon
category	Kategooria nimetus, mille andmeid soovitakse pärida. Näiteks: activities.
Period	Periood, mille kohta andmeid tagastatakse. Perioodi valikud on järgmised: 1d, 7d, 30d, 1w, 1m; d tähistab päeva, w nädalat, m kuud.
Data	Andmed, mida soovitakse vastavast kategooriast saada. Näiteks: steps.
Log	Manuaalsel sisestamisel on URLi vajalik sisestada log parameeter.

Järgnevas tabelis (Tabel 2) on autor välja toonud võimalikud näited URLide kohta, millega saab pärida Fitbit andmeid. Siinkohal on arvesse võetud tabelis (Tabel 1) kirjeldatud URLi parameetrid ja nende definitsioonid.

Tabel 2. URLi näited andmete pärimiseks.

Informatsioon	URLi näide	Selgitus
URL1. Kasutaja profili andmed:	https://api.fitbit.com/1/user/-/profile.json	URL1 tagastab peatükis 3.2 kirjeldatud kasutaja andmed sama päeva seisuga. Kasutajale kuvatakse seega viimane sisestatud keha kaalu väärtus, mitte väärtus, mis sisestati profiili loomisel.
URL2. Rasvaprotsendi andmed:	https://api.fitbit.com/1/user/-/body/log/fat/date/2017-05-01/1d.json	URL2 tagastab peatükis 3.2 kirjeldatud rasvaprotsendi andmed kuupäeva 1. mai 2017 kohta. Lisaks tagastatakse ka andmed kasutaja kehamassiindeksi kohta.
URL3. Kaal andmed:	https://api.fitbit.com/1/user/-/body/log/weight/date/2017-04-28.json	URL3 tagastab peatükis 3.2 kirjeldatud kaalu andmed 28.aprill.2017 päeva kohta. Lisaks tagastatakse ka andmed kasutaja kehamassiindeksi kohta. URL3 <i>Response</i> on toodud välja ka töö Lisas 3.
URL4. Sammude andmed:	https://api.fitbit.com/1/user/-/activities/steps/date/today/1d.json	URL4 tagastab tehtud sammude arvu ühe minutilise intervalliga tänase päeva kohta koos kogu päeva jooksul tehtud sammude arvuga. URL4 <i>Response</i> on välja toodud ka töö Lisas 4.

Informatsioon	URLi näide	Selgitus
URL5. Magamise andmed:	https://api.fitbit.com/1/user-/sleep/date/2017-05-02/2017-05-04.json	URL5 tagastab andmed une kvaliteedi kohta, mis on kirjeldatud peatükis 3.2. URL5 pärib magamise andmed perioodil 02.05.2017 – 04.05.2017.
URL6. Toidulogi andmed:	https://api.fitbit.com/1/user-/foods/log/date/2017-05-01.json	URL6 tagastab andmed peatükis 3.2 kirjeldatud toidu logimise andmed 1.mai.2017 kohta.
URL7. Kasutaja aktiivsuse andmed:	https://api.fitbit.com/1/user-/activities/date/today.json	URL7 tagastab korruga sammude, korruste, distantsti, pulsi, kalorite kogu arvu tänase päeva kohta. Lisaks pärib ta andmed päevaste treeningute kohta ja tagastab andmed pulsi tsoonide kohta koos igas tsoonis viibimise ajaga.

Pulsi, kalorite, distantsti ja läbitud korruste väärtusi saab pärida nii nagu on näidatud antud tabelis (Tabel 2) URL4-ga sammude arvu pärimine. Selleks tuleb *category*, mis hetkel on *steps*, vahetada vastavalt *heart*, *calories*, *distance* või *floors*.

Käesoleva peatükiga analüüsis autor Fitbit API ja enda registreeritud rakenduse abil Fitbit süsteemist andmete pärimist. Analüüsi tulemusena kirjeldati ära, milliste URLi üldkujudega saab Fitbit'st soovitud andmeid pärida ja toodi tabelina (Tabel 2) URL näiteid peatükis 3.2 kirjeldatud andmete pärimise kohta. Selleks, et teistele osapooltele andmeid edasi anda, tuleb kasutada standardeid, millest on ülevaade tehtud peatükis punktis 2.6. Näiteks FHIR standardit tuleb kasutada edastades andmed arstidele ja e-tervise andmebaasi, mida on ka kujutatud tervise allsüsteemi arhitektuuri mudelis (Joonis 3). Kirjeldatud andmeedastus tuleb realiseerida programmeerijal.

5 Tulemused

Antud bakalaureusetöö eesmärgiks oli targa kodu tervise allsüsteemi integratsiooni analüüsimine ja selle kavandamine. Selle käigus andis autor töö esimeses pooles ülevaate asjade internetist, targast kodust, olemasolevatest lahendustest, tervise infosüsteemides kasutatavatest standarditest, targa kodu tervise allsüsteemi arhitektuurist ning Fitbit aktiivsusmonitorist ja rakendusest. Lõputöö peamiseks eesmärgiks oli uurida, kuidas integreerida Fitbit aktiivsusmonitor tervise allsüsteemi, mille jaoks püstitati eesmärgiks kirjeldada Fitbit süsteemis hoiustatavaid andmeid ja uurida, kuidas saaks neid andmeid Fitbitist kätte ja edastada targa kodu tervise allsüsteemi.

Targa kodu tervise allsüsteemi loomisega tehakse oluline samm kodanike uue põlvkonna tervise jälgimissüsteemi loomisel. Hetkeseisuga on väga mitmeid sensoritel põhinevaid seadmeid, mis meie terviseandmeid mõõdavad, kuid puudub tsentraalne süsteem, mis neid ühendaks ja seeläbi andmeid ühte kohta koondaks. Käesoleva bakalaureusetööga ja teiste osalistega tehti suur edasimineku tervise allsüsteemi väljatöötamise suunas. Töö käigus tekkis meeskonnal ühine arusaam, millistele tingimustele peaks targa kodu tervise allsüsteem vastama ja milline peaks olema selle arhitektuur. Kirjeldatud süsteem võimaldab kasutaja poolt kogutud tervise-ja aktiivsuseandmed ning haigla süsteemides olevad patsiendi terviseandmed kokku koondada. Selle pealt on võimalik inimese personaalseid terviseandmeid paremini analüüsida ja seeläbi omada patsiendi tervisliku seisundi kohta paremat ülevaadet, mis võimaldab ennetada haiguseid ning vähendada haiglate kulusid.

Antud bakalaureusetöö käigus saavutas autor kõik töö alguses püstitatud eesmärgid. Autor kirjeldas kolm printsiipi, millele kogu andmeedastus teistest allikatest targa kodu tervise allsüsteemis peaks toetuma – primaarsuse, ühekordse sisestamise ja arvutustel põhinemise printsiip. Analüüsi käigus uuris autor Fitbit aktiivsusmonitori poolt mõõdetavaid andmeid ja informatsiooni, mida kasutaja manuaalselt saab süsteemi sisestada. Selle käigus kirjeldati peatükis 3.2 ära potentsiaalsed andmed, mis peaks ka loodavas tervise allsüsteemis kasutaja kohta olema. Kirjeldatud andmeid kommenteeriti autori loodud printsiipide põhjal, et teha kindlaks, milliseid andmeid tuleb tervise

allsüsteemi andmebaasi edastada ja milliseid mitte. Lisaks uuris autor, kuidas saaks Fitbit andmeid kanda üle targa kodu süsteemi. Selle tulemusel andis autor ülevaate, kuidas tuleb registreerida Fitbit API abil rakendus ja tõi URLide näiteid andmepäringute tegemiseks, mis on leitavad peatükis 4.

Edaspidi oleks vajalik teha iga seadmega, mida soovitakse tervise allsüsteemi integreerida, samasugune analüüs nagu autor on käesoleva bakalaureusetöö käigus teinud. Tuleviku vaates on eesmärgiks võimalikult palju terviseandmeid mõõtvaid allikaid tervise allsüsteemiga integreerida, seega on antud süsteem laiendatav jäädes selle käigus stabiilseks süsteemi arhitektuuri muutmata. Lisaks peaks süsteem säiluma võimalikult kõrge automatiseerituse tasemega, et lihtsustada kasutajatel selle kasutamist ja vältida tülikat manuaalset andmete sisestamist, mis hoiaks ka ära kasutaja eksimustest tulenevat vale informatsiooni sattumist süsteemi.

Käesoleva lõputöö käigus valminud ärianalüüs targa kodu tervise allsüsteemi integratsiooni kohta on valmis üleandmiseks süsteemianalüütikule, kelle ülesandeks oleks tervise allsüsteemile teha põhjalik süsteemianalüüs valminud ärianalüüsi alusel.

6 Kokkuvõte

Käesoleva bakalaureusetöö eesmärgiks oli uurida, kuidas integreerida tervise ja aktiivsuse andmeid mõõtvatest seadmetest ja rakendustest andmeid targa kodu tervise allsüsteemi. Analüüsi aluseks võttis autor aktiivsusmonitori Fitbit. Töö eesmärgiks oli analüüsi käigus välja selgitada, milliseid andmeid mõõdab Fitbit tracker ja missuguseid andmeid saab kasutaja kohta Fitbit rakendusse sisestada. Bakalaureusetöö teiseks oluliseks eesmärgiks oli uurida, kuidas saaks Fitbit andmeid edastada targa kodu tervise allsüsteemi. Töö teoreetilises osas andis autor ülevaate valdkonnast tutvustades lähemalt asjade interneti ja targa kodu mõistet, tervise allsüsteemi arhitektuuri ning Fitbit aktiivsusmonitori ja rakendust.

Lõputöö tulemusena kirjeldas autor ära kolm printsiipi, mille alusel andmeedastus targa kodu tervise allsüsteemi toimuma peaks. Lisaks kirjeldas autor analüüsi käigus Fitbit rakenduse andmed, mida kommenteeriti autori poolt loodud printsiipide alusel määrates sellega ära, kas konkreetne informatsioon kasutaja kohta peab tervise allsüsteemi kanduma või mitte. Autor kirjeldas lähtudes Fitbit API'st, kuidas andmeid saab Fitbit'st teistesse süsteemidesse edastada ja tõi andmepäringute tegemiseks URLide näiteid.

Tuleviku vaates on eesmärk targa kodu tervise allsüsteemi pidevalt edasi arendada ja täiendada. Eesmärgiks on viia kogu süsteem üha kõrgemale automatiseerituse tasemele, et kasutaja peaks võimalikult vähe oma tervise-ja aktiivsuseandmeid allsüsteemi käsitsi sisestama. Edaspidi tuleks teha iga seadmega ja rakendusega, mida soovitakse targa kodu tervise allsüsteemi integreerida, samasugune ärianalüüs, mis oleks sisendiks süsteemianalüütikule süsteemi analüüsi koostamisel.

Kokkuvõtvalt võib järeldada, et autori püstitatud eesmärgid said analüüsi käigus täidetud ning antud bakalaureusetöö võiks üle anda süsteemianalüütikule, kes saaks tehtud analüüsi põhjal teha tervise allsüsteemile põhjaliku süsteemi analüüsi.

Kasutatud kirjandus

- [1] Aitsam, H. Targa kodu tervise allsüsteemi arhitektuuri ja andmebaasi väljatöötamine : bakalaureusetöö. Tallinna Tehnikaülikool, Tallinn, 2017.
- [2] Beal, V. API – Application Program Interface. [WWW] <http://www.webopedia.com/TERM/A/API.html> (31.03.2017)
- [3] Chase, J. The Evolution of the Internet of Things. – *Texas Instruments*, 2013. [Online] (07.05.2017)
- [4] Diaz, K. M., Krupka, D. J., Chang, M. J., Peacock, J., Ma, Y., Goldsmith, J., Schwartz, J. E., Davidson, K. W. Fitbit®: An accurate and reliable device for wireless physical activity tracking. – *International Journal of Cardiology*, 2015, 185, 138-140. [Online] ResearchGate (08.04.2017)
- [5] E-tervis. [WWW] <http://www.e-tervis.ee/index.php/et/> (29.03.2017)
- [6] Ercan, M.Z., Lane, M. Evaluation of NoSQL databases for I systems. 2014. [Online] ResearchGate (09.04.2017)
- [7] Europark. [WWW] <http://www.europark.ee/parkimise-abi/automaatne-parkimine> (19.05.2017)
- [8] Feng, Y., Agosto, D. E. A Survey on Management of Personal Health Information from Activity Trackers. 2015. [Online] ResearchGate (04.04.2017)
- [9] Fitabase – Research Device Data and Analytics. [WWW] <https://www.fitabase.com/> (07.04.2017)
- [10] Fitbit. [WWW] <https://www.fitbit.com/eu/home> (31.03.2017)
- [11] Fitbit. [WWW] <https://et.wikipedia.org/wiki/Fitbit> (31.03.2017)
- [12] Fitbit Developer API. [WWW] <https://dev.fitbit.com/docs/basics/> (31.03.2017)
- [13] Fitbit Help. [WWW] <https://help.fitbit.com/> (29.04.2017)
- [14] Gay, V., Leijdekkers, P. Bringing health and fitness data together for connected health care: mobile apps as enablers of interoperability. – *Journal of medical Internet research*, 2015, 17(11). [Online] PubMed Central Canada (15.04.2017)
- [15] Google Fit. [WWW] <https://www.google.com/fit/> (27.03.2017)
- [16] Haller, S. Internet of things: an integral part of the future internet. – SAP Research, 2009. [Online] (12.04.2017)
- [17] HIMSS. Why Do We Need Standards. [WWW] <http://www.himss.org/library/interoperability-standards/why-do-we-need-standards> (12.05.2017)
- [18] HL7. [WWW] <http://www.hl7.org/> (09.05.2017)
- [19] HL7. FHIR. [WWW] <http://www.hl7.org/fhir/> (09.05.2017)
- [20] HTTPS. [WWW] <https://et.wikipedia.org/wiki/HTTPS> (31.03.2017)
- [21] iOS-Health-Apple. [WWW] <https://www.apple.com/ios/health/> (25.04.2017)
- [22] JSON. [WWW] <http://www.json.org/> (25.03.2017)

- [23] Kehamassiindeks ehk KMI. [WWW] <http://www.kehamassiindeks.com/> (25.04.2017)
- [24] Kliinik. [WWW] https://www.kliinik.ee/haiguste_abc/pulsi-mootmine/id-1420 (18.05.2017)
- [25] Organismi diagnostika. [WWW] <https://www.organismidiagnostika.ee/rasvaprotsendi-mootmine/> (12.05.2017)
- [26] Principles of Health Interoperability: SNOMED CT, HL7 and FHIR / Benson, T., Grieve, G. 3rd ed. London: Springer-Verlag, 2016.
- [27] Rakendusliides. [WWW] <https://et.wikipedia.org/wiki/Rakendusliides> (31.03.2017)
- [28] Rouse, M. NoSQL (Not Only SQL database). [WWW] <http://searchdatamanagement.techtarget.com/definition/NoSQL-Not-Only-SQL> (25.04.2017)
- [29] SHISHU.INFO. How to download your Fitbit second-level data without coding. [WWW] <http://shishu.info/2016/06/how-to-download-your-fitbit-second-level-data-without-coding/> (07.04.2017)
- [30] Snomed CT – SNOMED International. [WWW] <http://www.snomed.org/about> (06.05.2017)
- [31] Targetprocess. [WWW] <https://www.targetprocess.com/blog/2015/07/minimal-action-energy-principle-in-user-interface-design/> (17.05.2017)
- [32] Tark Kodu. [WWW] https://et.wikipedia.org/wiki/Tark_kodu (29.03.2017)
- [33] Technology – Fitbit. [WWW] <https://www.fitbit.com/technology/> (03.05.2017)
- [34] Valtchev, D., Frankov, I. Service gateway architecture for a smart home. – *IEEE Communications Magazine*, 2002, 40(4), 126-132. [Online] IEEE (08.04.2017)
- [35] Värkvörk. [WWW] <https://et.wikipedia.org/wiki/V%C3%A4rkv%C3%B5rk> (25.04.2017)
- [36] Öunapuu, E. Fusion of Smart, Multimedia and Computer Gaming Technologies : Teaching and promoting smart internet of things solutions using the serious-game approach. In Fusion of smart, multimedia and computer gaming technologies 2015. Sharma, D., Favorskaya, M., Jain, L.C., Howlett, R.J. Intelligent Systems Reference Library : Springer International Publishing, 2015 (08.04.2017)
- [37] XML Tutorial – W3Schools. [WWW] <https://www.w3schools.com/xml/> (24.03.2017)

Lisa 1 – NoSQL andmebaasi valiku põhjendus

Loomaks tarku lahendusi peaks fookuses olema andmete salvestamine ja hoiustamine ning nende andmete analüüs. Reaalaja andmete töötlemiseks ja hoiustamiseks kasutatakse enamasti NoSQL andmebaase [36]. NoSQL (*Not Only SQL*) on termin kirjeldamaks mitterelatsioonilisi andmebaase, mis hoiustab andmeid võtmeväärtusena, dokumendina, veeruna või graafilise formaadina. NoSQL andmebaas on mõeldud hajutatud andmete hoiustamiseks, mis on võimeline mahutama suuri andmekogusid. NoSQL andmebaas on alternatiiv relatsioonilistele SQL andmebaasidele [6], [28].

Tabelis 3 tuuakse esile põhjused, miks tuleks targa kogu tervise allsüsteemi loomisel kasutada NoSQL andmebaasi arvestades EHR (*Electronic Health Records*) vajadusi.

Tabel 3. NoSQL andmebaasi omadused vastavalt EHR vajadustele [6].

EHRi vajadus	NoSQL andmebaasi omadus
Terviseandmete mahud suurenevad ajas.	NoSQL andmebaasid baseeruvad horisontaalsel mahutavusel, mis lubab lihtsalt ja automaatselt andmeid mahutada ja võimaldab andmeid hoiustada aegridadena.
Terviseandmed sisaldavad palju keerulisi andmeid, sealhulgas vaba teksti ja pilte.	Paindlikud NoSQL andmemudelid võimaldavad struktureerimata ja pooleldi struktureeritud andmeid kergesti hoiustada.
Tervise teenuste pakkumiseks peab tagama terviseandmetele pideva ligipääsu.	NoSQL andmebaasid pakuvad oma hajutatud ülesehituse tõttu kiiret andmetele liigipääsetavust ja kättesaadavust.
Terviseandmete jagamine nõuab ligipääsu EHRile paljudest asukohtadest, mis nõuab suure jõudlusega süsteemi, et tagada õigeaegne ligipääsetavus andmetele.	NoSQL andmebaasid pakuvad võrreldes relatsiooniliste andmebaasidega paljudel juhtudel suuremat jõudlust.

Ülaltoodud tabelist (Tabel 3) võib järeldada, et tervise allsüsteemi andmete hoiustamiseks on kõige otstarbekam kasutada NoSQL andmebaasi. Eelkõige on põhjus selles, et NoSQL andmebaas võimaldab hoiustada keerulisi andmeid ja aegridu, mida loodavas tervise allsüsteemis eksisteerib väga palju [6], [28].

Lisa 2 – JSON ja XML võrdlus

Järgnevalt tuuakse tabeli kujul (tabel 4) välja peamised erinevused XML (*eXtensible Markup Language*) ja JSON (*Javascript Object Notation*) formaatide vahel ning tehakse järelalus JSON formaadi eelistest [22], [37].

Tabel 4. XML ja JSON võrdlus [26].

XML	JSON
Toetab erinevaid kodeeringuid.	Toetab ainult Unicode, kasutades UTF kodeeringut.
On elemendid ja atribuudid.	On ainult omandid (<i>property</i>).
Elemendid võivad olla teksti ja alamelementide segu.	Omandid võivad omada ainult ühte väärtust.
Elementide nimetamisel saab kasutada nimeruume, mis tagab nimekonflikti vältimise.	Nimeruume ei saa kasutada.
Elemendid võivad korduda.	Korduvad väärtused peavad olema esindatud selgesõnaliselt massiivina.
Keerulisem lugeda ja kirjutada.	Lihtsam struktuur, seetõttu kergem kirjutada ja lugeda.

Ülaltoodud tabelist (Tabel 4) võib järeldada, et üldiselt on XML’l võrreldes JSON’ga rohkem võimalusi, kuid JSON on oma formaadilt palju lihtsamini kirjutatav ja arusaadavam.

Allpool toodud joonisel (Joonis 10) on välja toodud Fitbit aktiivsuseandmete päringu vastuse näidis nii JSON kujul kui ka XML kujul, mis näitab, et JSON keeles olev päringu vastus on oma süntaksi poolest lihtsamini loetav.

<pre> { „activities“: [], „floors“: 22, „heartRateZones“: [{ „caloriesOut“: 1977, „max“: 98, „min“: 30, „minutes“: 1361, „name“: „Out of Range“ }, { „caloriesOut“: 90.84, „max“: 137, „min“: 98, „minutes“: 18, „name“: „Fat Burn“ }, { „caloriesOut“: 0, „max“: 167, „min“: 137, „minutes“: 0, „name“: „Cardio“ }, { „caloriesOut“: 0, „max“: 220, „min“: 167, „minutes“: 0, „name“: „Peak“ }], „restingHeartRate“: 57, „steps“: 6371 } </pre>	<pre> <?xml version="1.0" encoding="UTF-8" ?> <root> <activities/> <floors>22</floors> <heartRateZones> <caloriesOut>1977</caloriesOut> <max>98</max> <min>30</min> <minutes>1361</minutes> <name>Out of Range</name> </heartRateZones> <heartRateZones> <caloriesOut>90.84</caloriesOut> <max>137</max> <min>98</min> <minutes>18</minutes> <name>Fat Burn</name> </heartRateZones> <heartRateZones> <caloriesOut>0</caloriesOut> <max>167</max> <min>137</min> <minutes>0</minutes> <name>Cardio</name> </heartRateZones> <heartRateZones> <caloriesOut>0</caloriesOut> <max>220</max> <min>167</min> <minutes>0</minutes> <name>Peak</name> </heartRateZones> <restingHeartRate>57</restingHeartRate> <steps>6371</steps> </root> </pre>
---	---

(a)

(b)

Joonis 10. JSON (a) ja XML (b) formaadi näidis päringu vastus.

Lisa 3 – Kaaluandmete päringu vastus

```
{
  "weight": [
    {
      "bmi": 24.95,
      "date": "2017-04-28",
      "logId": 1493423999000,
      "source": "API",
      "time": "23:59:59",
      "weight": 72.1
    }
  ]
}
```

Joonis 11. Kaaluandmete päringu vastuse näidis.

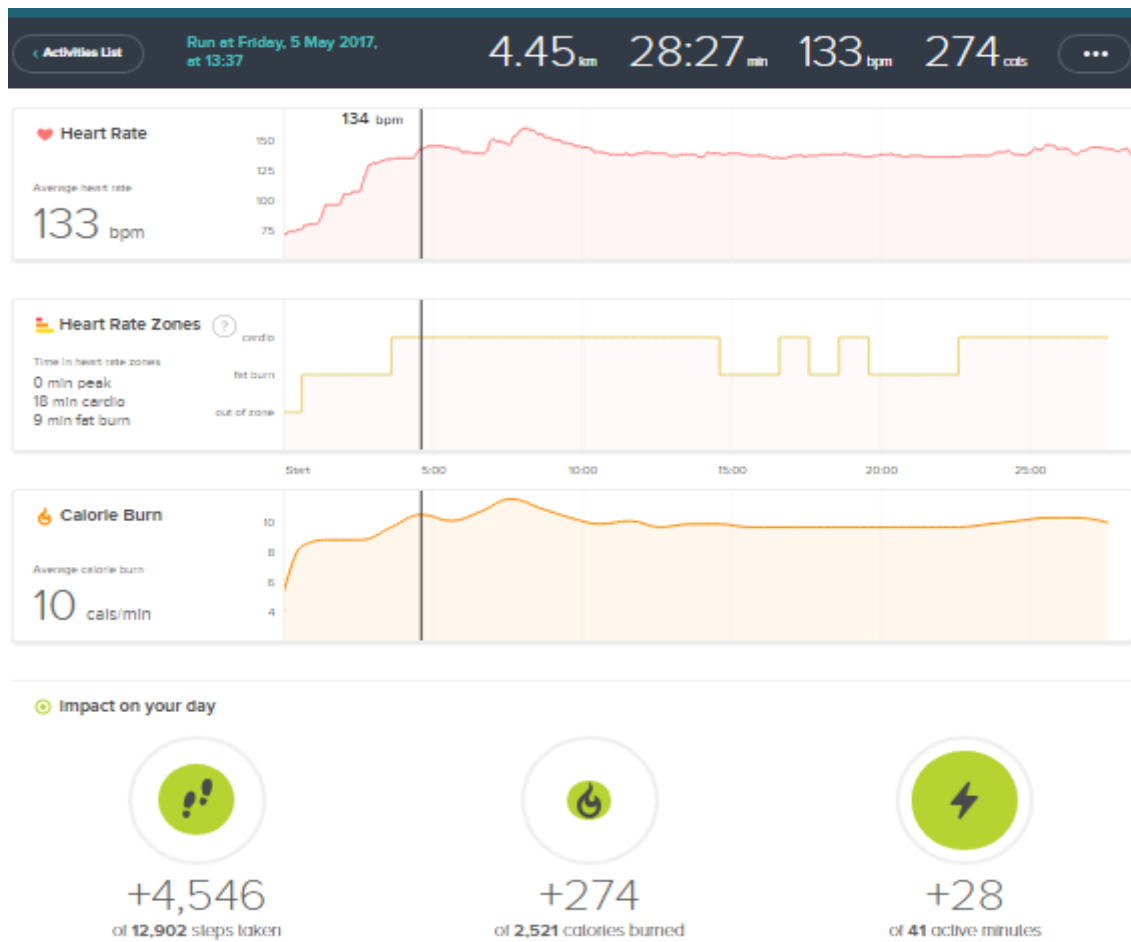
Ülaltoodud joonisel (Joonis 11) on toodud ära Fitbit andmete päringu vastus. Päringus on kaaluandmed – kehamassiindeks (*bmi*), kuupäev (*date*) ja kaal (*weight*). Logimise ID (*logID*) genereerib süsteem automaatselt, mis on antud logi unikaalne kood kasutaja vaates, kuid mitte globaalselt unikaalne [12].

Lisa 4 – Sammude arvu päringu vastus

```
{
  "activities-steps": [
    {
      "dateTime": "2017-05-20",
      "value": "46"
    }
  ],
  "activities-steps-intraday": {
    "dataset": [
      {
        "time": "00:00:00",
        "value": 5
      },
      {
        "time": "00:01:00",
        "value": 0
      },
      {
        "time": "00:02:00",
        "value": 5
      },
      {
        "time": "00:03:00",
        "value": 0
      },
      {
        "time": "00:04:00",
        "value": 32
      },
      {
        "time": "00:05:00",
        "value": 4
      }
    ],
    "datasetInterval": 1,
    "datasetType": "minute"
  }
}
```

Joonis 12. Tehtud sammude arvud ühe minuti jooksul.

Lisa 5 – Treeningu andmed Fitbit veebilehel



Joonis 13. Treeningu andmed Fitbit veebilehel.