

TALLINNA TEHNIKAÜLIKOOL
Infotehnoloogia teaduskond

Heiki Naagel 174961IDSR

Maastikuotsingute läbiviimist toetava infosüsteemi analüüs

Diplomitöö

Juhendaja: Maili Markvardt
Magistrikraad

Tallinn 2021

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: Heiki Naagel

15.05.2021

Annotatsioon

Diplomitöö eesmärk on vabatahtlike päästjate poolt läbi viidavate kadunud inimeste maastikuotsinguid toetava infosüsteemi (Otsingu Rakendus, ORA) loomiseks äri- ja süsteemianalüüsi teostamine ning süsteemiarhitektuuri loomine. ORA eesmärk on otsingute kvaliteedi ja juhtimise parandamine, laiemalt vabatahtlike ja politsei töötundide efektiivsem kasutamine.

Töö käigus kaardistab autor äriprotsessid ja võrdleb asukohta edastavaid seireseadmeid ning olemasolevaid tarkvaralahendusi ja nende kasutamise võimalusi. Huvipooltega viiakse läbi poolstruktureeritud intervjuud. Analüüsi ja intervjuude põhjal koostati kasutuslood, süstematiseeriti mittefunktsionaalsed nõuded ning loodi süsteemiarhitektuur.

Töö tulemused on sisendiks maastikuotsinguid toetava rakenduse arendamisel.

Lõputöö on kirjutatud eesti keeles ning sisaldab teksti 41 leheküljel, 7 peatükki, 10 joonist, 6 tabelit.

Abstract

Analysis of an Information System Supporting Area Search Operations

In Estonia, in the year 2020, police received 4228 reports of missing people. Most cases (about 98%) the police (Estonian Police and Border Guard Board) solve with their own forces, in about 2% of cases a larger operation is triggered, involving amongst other factors, volunteers. [1]

Police has cooperation agreements with two non-profit organizations bringing together volunteer searchers: Volunteer Reserve Rescue Team (RPR) and ESTSAR.

This thesis addresses the problem that during the searches, the volunteer staff does not have a sufficient overview of the operation: where the searchers are located, how much area has already been searched and the quality of the search. There is a risk that part of the search area will not be covered or that areas will be covered several times, thus wasting voluntary resources. It is time-consuming and needs manual work to give a status of the search during the operation and at the end of the event to the police. There is not enough data to systematically improve search tactics and quality.

The aim of this thesis is to:

1. Map and compare different location monitoring devices and analyze existing software solutions and their usability for area searches;
2. Carry out business and systems analysis and create a system architecture for the creation of an information system supporting the area searches of volunteer rescuers (Search Application, ORA).

In the course of the work, the author maps the business processes and compares the monitoring devices used for transmitting the location. Existing software solutions and their potential usability is analyzed. Semi-structured interviews are conducted with

stakeholders. Based on the analysis and interviews, user-stories are compiled, non-functional requirements systematized, and a system architecture is created.

The solution specified includes getting location data from different devices using different communication channels (e.g. mobile data, amateur radio network, IoT network LoraWAN). The location data is then filtered and enriched and displayed on a map to provide operational overview of the ongoing area search operation. Offline and WMS maps are supported. It is possible to work locally, without connection to the Internet, when the connection is restored, all data is synced with the main database.

During and after the search, overview of the situation can easily be shared with the police as has an interface with NUGIS, a new Estonian state geodata system.

All the information gathered during the area search operations is saved in the database and available for future reference, reporting and analysis.

The results of the work are an input in the development of an application that supports landscape searches.

The thesis is in Estonian and contains 41 pages of text, 7 chapters, 10 figures, 6 tables.

Lühendite ja mõistete sõnastik

A-GPS	<p><i>Assisted GPS</i>, abiga GPS. GPS-vastuvõtja külmkäivitust kiirendav tehnoloogia. A-GPS-toega vastuvõtja saab enda asukoha määramise andmeid võtta satesatelliidi asemel muudest allikatest:</p> <ul style="list-style-type: none">- MSA-režiimis - mobiilteenuse tarnijalt;- MSB-režiimis - A-GPS-serverilt [2].
Ahelik	<p>Otsingul kasutatav formatsioon, kus otsijad paigutatakse ühele joonele, vahed otsijate vahel valitakse vastavalt maastikule – hea nähtavusega hõredamalt, kehva nähtavusega tihedamalt.</p>
Aheliku juht	<p>Isik, kes juhib aheliku tööd. Tavapärastel on temal GPS-seade kuhu on märgitud Otsinguala, mille abil ta jälgib, et kogu Otsinguala saaks kaetud. Juhul, kui sündmusel on RPR staabibuss, on aheliku juhil raadiojaam.</p>
APRS	<p><i>Automatic Packet (or Position) Reporting System Internet System (APRS-IS)</i>. Kasutusel raadioamatöörade poolt reaajas asukoha, ilma telemetriaandmete ja sõnumite edastamiseks raadio teel [3].</p>
AS-IS	<p>Olemasolev olukord. Lõputöö kontekstis BPMN-notatsioonis protsessijoonis olemasolevast olukorrast.</p>
BPMN	<p><i>Business Process Model and Notation</i>. Äriprotsessimudel ja -notatsioon, graafiline tähistussüsteem äriprotsessiskeemide tarbeks [2].</p>
GNSS	<p><i>Global Navigation Satellite System</i>, globaalne navigatsioonisatelliitide süsteem. Globaalse katvusega satelliidipõhine navigatsioonisüsteem. Näiteks: GPS (USA), GLONASS (Venemaa), Galileo (EL), BeiDou, BDS (Hiina) [2].</p>
GPRS	<p><i>General Packet Radio Service</i>, üldine paketttraadioteenus. Andmesideteenus GSM-võrgus [2].</p>
GPX	<p><i>GPX</i> või <i>GPS Exchange Format</i>, on XML-skeem, mis on disainitud standardseks GPS andmete vahetamiseks erinevate rakenduste vahel [4].</p>
HTTP	<p><i>HyperText Transfer Protocol</i>, hüperteksti edastuse protokoll. Võrgu rakenduskihi protokoll, mis on hüpermeediumile suunatud, määrab sõnumite vormingu ja edastuse ning määrab veebiserverite ja brauserite käitumise [2].</p>
HTTPS	<p><i>Hypertext Transfer Protocol Secure</i>, turvaline hüperteksti edastuse protokoll. Võrgu rakenduskihis töötava veebi protokolliga HTTP ja transpordikihi protokolliga SSL/TLS kombinatsioon, mis loob turvalise krüpteeritud kanali läbi ebaturvalise võrgu [2].</p>

Huvipool	ISO 22301, ISO/IEC 27000: isik või organisatsioon, kes võib mingit otsust või tegevust mõjutada, olla sellega mõjutatav või tunduda olevat sellega mõjutatud [2].
Kasutuslugu	<i>User Story</i> , kasutaja vajadusi ja käitumist eelduslikult kirjeldav stsenaarium arendustöös ja tootehalduses.
Koerajuht	Koerajuht tegeleb koeraga ja saab suuna valikul juhised Navigaatorilt.
LoRa	Vt LPWAN.
LPWAN	<i>Low Power Wide Area Network</i> (LPWAN). Traadita sidevõrk, mis võimaldab seadmetel kasutada oluliselt vähem energiat andmete edastamisel. Võrgustiku oluline eelis mobiilside tehnoloogiate ees seisneb võimekuses toetada viimastest enam seadmeid suurema leviala ulatuses [22].
MURS	<i>Multi-Use Radio Service</i> , FM modulatsiooni kasutatav peamiselt Ameerika Ühendriikides kasutatav lühimaa kahesuunalise raadioside standard, mida kasutab Garmin oma koerakomplektides [5].
Navigeerija	Koera ja koerajuhiga ühte otsingugruppi kuuluv isik. Tema ülesandeks on jälgida asukohta kaardil ja tagada, et kogu ala saab kaetud.
ESTSAR	Mittetulundusühing ESTSAR koondab vabatahtlikke otsijaid ja omab koostöölepingut Politsei - ja Piirivalveametiga.
ORA	Otsingu Rakendus.
Otsingukoer	Spetsiaalse koolituse läbinud koer, kes töötab alati koos oma koerajuhiga.
Repiiter	Seade, mis võimaldab laiendada raadiovõrgu leviala.
RPR	Mittetulundusühing Vabatahtlik Reservpäästerühm koondab vabatahtlikke otsijaid ja omab koostöölepingut Politsei - ja Piirivalveametiga.
RPR Staabibuss	Staabibuss sõidab vajadusel otsingualale ja pakub füüsilist (Toit, vesi, seadmed, jne) ning tarkvaralist tuge (Kaardi töötlemine, otsingualade piiride salvestamine GPS-seadmetesse, jne,) otsingute läbiviimiseks.
SDA	<i>Sauna Driven Analysis</i> , Analüüsimeetodika, mille alus on intensiivse analüüsitöö ja saunalaval higistamise iteratiivne vaheldamine.
Seireseade	Seade, mis edastab otsija ja seadme (nt droon) asukohta koos täiendavate andmetega (aeg, täpsus, kiirus, aku tase, jne), kasutades selleks mõnda sidekanalit (enamasti mobiilne andmesideühendus, kuid kasutusel on ka SMS, amatöör-raadiovõrk).
SMS	<i>Short Message Service</i> , lühisõnumiteenus. Lühikeste tekstisõnumite saatmise ja vastuvõtu tehnoloogia: - mobiilside teenusekomponendina; - tekst (GSM) kuni 160/140/70 baiti, sõltuvalt märgistikust.
Staap	Politsei poolt määratud otsingute juhtimise ja otsijate kogunemise asukoht.
WMS	<i>Web Maps Service</i> on OGC standardil põhinev ruumiandmeteenus, mis võimaldab kliendil serveri(te)s olevatest ruumiandmetest koostada talle

sobiva kaardi, mis seejärel edastatakse kliendile koordinaaditud rasterpildina [6].

XML skeem *XML schema*, XML-dokumendi tüübi kirjeldus, enamasti XML enda kitsendustele lisanduvate struktuuri ja sisu kitsenduste kujul [2].

Sisukord

1 Sissejuhatus	13
2 Probleemi kirjeldus ja ülesande püstitus	15
2.1 Autori roll	15
2.2 Valdkonna ülevaade	15
2.2.1 Maastikuotsingud	15
2.2.2 Politseiga koordineeritult tegutsevad vabatahtlikud otsijad	16
2.2.3 Vabatahtlike ühenduste otsingutele kaasamine	17
2.2.4 Politseiga koordineerimata tegutsevad vabatahtlikud otsijad.....	18
2.3 Hetkeolukorra kirjeldus (AS-IS)	18
2.4 Huvipooled	20
2.5 Probleemi kirjeldus ja eesmärk.....	21
2.6 Töö skoop	21
2.7 Skoobivälised tegevused.....	21
3 Metoodika.....	23
3.1 Metoodika valik	23
3.2 Analüüsi tööprotsessi kirjeldus.....	25
3.3 Nõuete kogumise tehnika	26
3.4 Süsteemianalüüsi ja modelleerimise tarkvara.....	27
4 Ärianalüüsi tulemused	29
4.1 Intervjuud.....	29
4.2 Tehnilised nõuded ja piirangud	30
4.2.1 Tehnilised nõuded	30
4.2.2 Asukoha salvestamise ja andmete edastamise intervall	31
4.2.3 Piirangud.....	33
4.3 Seireseadmed	34
4.3.1 Lõputöö raames testitud ja analüüsitud seadmed	34
4.3.2 Mobiilivõrgu vahendusel seireandmeid edastavad seadmed.....	35
4.3.3 LoRaWAN® IoT võrku kasutavad seadmed.....	36
4.4 Olemasolevate veebirakenduste kaardistus ja võrdlus	36
4.4.1 Polarc Server	37
4.4.2 Sportrec.eu.....	37

4.4.3 Fleet Complete jt analoogsed logistikalahendused.....	38
4.4.4 YAAC - "Yet Another APRS Client".....	38
4.5 Tulevikuprotsessi kirjeldus (TO-BE)	38
4.6 Ärireeglid ja äriinfo mudel	40
5 Analüüsitulemused ja prototüüp.....	41
5.1 Rollid	41
5.2 Kasutuslood	42
5.3 Mittefunktsionaalsed nõuded.....	44
5.3.1 Kasutatavus.....	44
5.3.2 Käideldavus	45
5.3.3 Jõudlus.....	45
5.3.4 Toetatavus.....	45
5.3.5 Täiendavad nõuded.....	46
5.4 Süsteemi disain ja arhitektuur.....	46
5.5 Klassidiagramm	48
5.6 Prototüüp	48
6 Tulevikuvõimalused	51
7 Kokkuvõte	52
Kasutatud kirjandus	54
Lisa 1 – Lihtlitsents lõputöö reprodutseerimiseks ja lõputöö üldsusele kättesaadavaks tegemiseks	56
Lisa 2 – Sportrec.eu veebikeskkonna kuvatõmmised.....	57
Lisa 3 – Polaric Server (aprs.no) kuvatõmmised.....	59
Lisa 4 – Fleet Complete (app.ecofleet.com) kuvatõmmis	62
Lisa 5 – AS-IS protsessi detailvaade	63

Jooniste loetelu

Joonis 1. Üldistatud ja lihtsustatud AS-IS otsingute protsess.	19
Joonis 2. AS-IS otsimise alamprotsess.	20
Joonis 3. GPS Track Editor kuvatõmmis, 3 otsijat, asukoha intervall 60 sekundit.	31
Joonis 4. GPS Track Editor kuvatõmmis, 3 otsijat, asukoha intervall 5 sekundit.	32
Joonis 5. TO-BE otsingu protsess.	39
Joonis 6. Äriinfo mudel.	40
Joonis 7. Paigaldusdiagramm.	47
Joonis 8. ORA klassidiagramm.	48
Joonis 9. Prototüüp. Ühe otsinguala detailvaade.	49
Joonis 10. Prototüüp. Tõenäoliselt katmata otsinguala tuvastamine.	50

Tabelite loetelu

Tabel 1. Vabatahtlike osalusega otsingute statistika 2018-2020 (Andmed: RPR, ESTSAR).....	18
Tabel 2. Lõputöö raames läbi viidud intervjuud.	29
Tabel 3. Lõputöö raames analüüsitud ja testitud seireseadmed.....	34
Tabel 4. Ärireeglid.....	40
Tabel 5. Otsingu Rakenduse peamised rollid koos lühikirjeldusega.....	41
Tabel 6. Otsingu Rakenduse kasutuslood.....	42

1 Sissejuhatus

Päästeameti strateegias aastani 2025 on välja toodud, et kaasaegsed päästevahendid kaitsevad päästjat paremini ja aitavad lihtsustada nende tööd. Jätkuvaks väljakutseks on tehnoloogiliste võimaluste äratundmine ja nende rakendamine. Järjest olulisemaks muutub tulemuslik töö kasvava infomahuga ja seda õigesti ning tulemuslikult töödeldes on võimalik muuta ühiskonda elanike jaoks oluliselt turvalisemaks [7].

2020 aastal sai politsei 4228 teadet eksinud või teadmata kadunud inimestest. Politsei defineerib eksinud ja kadunud inimesed järgnevalt [1]:

- **Eksinud** on inimene, kel on tekkinud orienteerumisraskus ning ta ei ole suuteline ise soovitud sihtkohta jõudma. Temaga on reeglina võimalik saada kontakti näiteks mobiiltelefoni vahendusel;
- **Kadunud** on inimene, kellega pole mõistliku aja vältel kontakti saadud, kelle asukoht on teadmata ning on alust arvata, et tema tervis või elu võib olla ohus.

Eelnevatel aastatel on numbrid samas suurusjärgus (2018. aastal 4790 teadet, 2019. aastal 4640 teadet).

Enamik juhtumeid (umbes 98%) lahendab politsei oma jõududega, umbes 2% juhtumitest käivitatakse suurem otsing, kuhu kaasatakse muuhulgas vabatahtlikud [1].

Lõputöö kirjutamise hetkel kaasab politsei otsingute läbiviimise kaht vabatahtlikke otsijaid koondavat organisatsiooni: Vabatahtlik Reservpäästerühm (RPR) ja ESTSAR. Mõlemal on koostööleping Politsei- ja Piirivalveameti (PPA) erinevate üksustega. Vabatahtlikud teostavad maastikuotsinguid ahelikus ja otsingukoorte abiga ning pakuvad maastikotsingu koordineerimist ja tehnilist tuge.

Töö autor on olnud RPR liige ja osalenud vabatahtlikuna maastikuotsingutel üle viie aasta ja osalenud otsingutel aheliku liikmena, aheliku juhina ja koerajuhti saatva navigaatorina. Selle käigus on autor näinud parendusvõimalusi otsingu protsessis, sh kasutatavates tehnilistes lahendustes ja tarkvaras.

Käesoleva diplomitöö eesmärk on:

1. Kaardistada ja võrrelda võimalikud asukohta edastavad seireseadmeid ning analüüsida olemasolevaid tarkvaralahendusi ja nende kasutamise võimalusi;
2. Teostada äri- ja süsteemianalüüs ning luua süsteemiarhitektuur vabatahtlike päästjate maastikuotsinguid toetava infosüsteemi (Otsingu Rakendus, ORA) loomiseks.

Lõputöö koostamise käigus intervjuerib autor huvipooli, selgitamaks vajadused ja võimalused maastikuotsingute paremaks toetamiseks infotehnoloogia vahenditega. Autor analüüsib ja võrdleb olemasolevaid tarkvaralahendusi ning asukoha edastamiseks sobivaid seadmeid. Tehtud töö tulemusena koostab autor süsteemianalüüsi ja -arhitektuuri.

Piirangutena näeb autor ette vajadust otsingute toetamiseks lokaalselt, ilma internetiühendusega. Samas internetiühenduse peab otsingute info olema kättesaadav kõikidele vastavat õigust omavatele isikutele. Loodavat rakendust peab saama liidestada SMIT poolt arendatava NUGIS rakendusega, edastamaks sinna otsijate asukohainfot ja võtmaks vastu kaarte.

Töö autor tänab abi ja toetuse eest juhendajat Maili Markvardti ning perekonda eesotsas abikaasa ja emaga. GPS seadmete testimist aitasid läbi viia Teele Arjasepp, Vanessa Jalakas ja Silver Kaasiku.

2 Probleemi kirjeldus ja ülesande püstitus

Käesolevas peatükis kirjeldatakse autori rolli ja antakse lõputöös käsitletud valdkonna ülevaade. Püstitatakse probleem ja lõputöö eesmärk, kirjeldatakse hetkeolukorda ja protsess. Antakse ülevaade huvipooltest ja nende rollist töö koostamisel. Kirjeldatakse töö skoop ja olulisemad skoobivälised tegevused.

2.1 Autori roll

Töös käsitletava probleemi kirjelduse ja ülesande püstituse, äri - ja süsteemianalüüsi, arhitektuuri mudelid ja prototüübi on lõputöö autor koostanud ainuisikuliselt. Töö koostamisel on autor kaardistanud võimalikud huvipooled ja nendega läbi viinud intervjuud.

Lõputöö idee kujunes autoril välja vabatahtlikuna RPR ridades kadunud inimeste otsingutel osalemise käigus. Autor on osalenud RPR koosseisu maastikuotsingutel nii aheliku liikmena, aheliku juhina kui ka koerajuhti toetava navigaatorina üle 5 aasta. Töö käigus konsulteeris autor ka teiste otsinguid läbiviivate organisatsioonidega.

2.2 Valdkonna ülevaade

Antud alapeatükis annab autor ülevaate valdkonnast – mis ja milleks on maastikuotsingud, millised on politseiga koostöös tegutsevad organisatsioonid ning kuidas käib vabatahtlike kaasamise protsess. Tabeli kujul on koostatud ülevaade viimase kolme aasta vabatahtlike osalusega otsingute statistika ning lisaks kirjeldatud politseiga mittekoordineeritult tegutsevaid organisatsioone.

2.2.1 Maastikuotsingud

Kui inimene eksis või kadus maastikul, tema kadumisest on teavitatud politseid ning tema viimane teadaolev asukoht on selge, alustatakse sellest punktist maastikuotsinguga. Selleks kaardistatakse tõenäoline otsingupiirkond arvestades, kui kaugemale vastavas vanuses ja seisundis inimene võinuks liikuda [8].

Piirkonda otsivad läbi politseinikest ja vabatahtlikest inimestest moodustatud ahelikud, lisaks kasutatakse otsingul otsingukoeri koos koerajuhtide ja neid saatvate navigeerijatega. Ahelikes liikudes vaadatakse ruutmeeterhaaval piirkond läbi ja otsitakse nii inimest kui talle kuuluda võivaid esemeid. Mastaapsema maastikuotsinguga on seotud keskmiselt 50-100 inimest, kes panustavad ahelikutöösse. Ühes aheliku on enamasti kuus kuni 10 inimest, kellest üks on ahelikujuht [8].

Ahelike ja koerte tööd maastikul koordineerib otsingute staap, kes aitab ette valmistada otsingualad ja seadmed. Staap vahendab infot vabatahtlike ja politsei vahel.

Politsei teeb igapäevaselt koostööd vabatahtlike ühendustega, kel on kindel liikmeskond, kes on selleks koolitatud, kelle taust on kontrollitud. Lisaks kaasatakse sagedasti ka kohalikke elanikke, jahimehi, ajateenijaid, RMK, Keskkonnainspektsiooni vabatahtlikke ja teisi, kes tunnevad piirkonda, oskavad maastikul liikuda ning inimest või tema esemeid efektiivselt otsida [8].

2.2.2 Politseiga koordineeritult tegutsevad vabatahtlikud otsijad

Lõputöö koostamise hetkel on Eestis kaks vabatahtliku otsimisega süsteemselt tegelevat organisatsiooni, kellel on koostööleping politseiga.

Vabatahtlik Reservpäästerühm (RPR)

RPR moodustati 2002. aastal Tallinna Tuletõrje- ja Päästeameti juurde. Alates 2005. aastast tegutseb see iseseisva mittetulundusühinguna, mille tegutsemispiirkonnaks on Põhja-Eesti. Päästerühma kuulub umbes 200 liiget, sh umbes 25 koerajuhti, kes tegelevad päästekoertega [9].

RPR liikmed tegutsevad vabatahtlikkuse alusel ja toetavad kutselisi päästjaid suurenenud ressursi vajadusel sündmustel, osalevad komandos ühises valveteenistuses ning abistavad koos koolitatud päästekoertega politseid kadunud inimeste otsingutel. RPR liikmed on saanud vabatahtliku päästja väljaõppe ja läbinud esmaabi- ning otsingukoolitused [9].

RPR reageerib ainult Päästeametilt või Politsei- ja Piirivalveametist tulnud kutsetele ja osaleb peamiselt suurõnnetustel (metsapõleng, õlireostus, tulekahju, varing), aitab politseid kadunud inimeste otsingul ja teeb samuti nii vee- kui tuleohutusala ennetustööd [9].

ESTSAR

ESTSAR meeskonda kuuluvad erinevate teadmiste ja oskustega inimesed, mis võimaldab neil kiirelt ning professionaalselt reageerida. ESTSAR pakub oma abi järgmistes valdkondades:

- operatiivsed isiku pääste- ja otsingutööd 24/7;
- ennetustegevused;
- elanikkonna teadlikkust ja päästevõimekust tõstvate ürituste korraldamine ning nendel osalemine;
- politsei ja päästeteenistuse abistamine erinevates tegevustes [10].

2.2.3 Vabatahtlike ühenduste otsingutele kaasamine

Otsingutele kaasab RPR-i või ESTSAR-i Politsei välijuht või häirekeskus. Samuti otsustab politsei, millal aktiivne otsing lõpetada.

Enamik läbiviidavaid otsinguid on maa-ala otsingud (metsas, rabas, liigendatud maastikel), viimastel aastatel on sagenenud otsingud linnakeskkonnas.

Staabi asukoha ja otsingute maa-ala määrab enamasti politsei, kasutades viimaseks mõnikord vabatahtlike abi. Vabatahtlikud otsijad koostavad otsingupiirkonna läbimiseks oma taktika (kuidas ala jagada sobivateks otsingualadeks; mis järjekorras läbida otsingualasid; millisele otsingualale saata ahelik, millisele koer koos koerajuhi ja navigaatoriga, jne.)

Viimase kolme aasta maastikuotsingute statistika politsei partneriks olevate vabatahtlike organisatsioonide (RPR ja ESTSAR) poolt on toodud Tabel 1, lk 18.

Tabel 1. Vabatahtlike osalusega otsingute statistika 2018-2020 (Andmed: RPR, ESTSAR).

Aasta	RPR otsinguid	RPR keskmiselt osalejaid otsingul	ESTSAR otsinguid	ESTSAR keskmiselt osalejaid otsingul	Kokku otsinguid	Kokku keskmiselt osalejaid otsingul
2018	21	16	24	8	45	12
2019	10	17	25	8	35	11
2020	15	12	15	8	30	10

2.2.4 Politseiga koordineerimata tegutsevad vabatahtlikud otsijad

Lisaks PPA-ga koostöölepingut omavatele vabatahtlike ühendustele tegutseb otsingute valdkonnas ka teisi vabaühendusi. Tuntuim on SA Kadunud, kes muuhulgas teostab teadmata kadunud inimese operatiivseid otsinguid esimestel tundidel peale kadumist [11]. Kui RPR ja ESTSAR otsingutel osalejad on valdavas enamikus regulaarliikmed, siis SA kadunud kaasab suures osas ka ühekordseid otsijaid (nt kohalikud elanikud, lähedased, jne).

2.3 Hetkeolukorra kirjeldus (AS-IS)

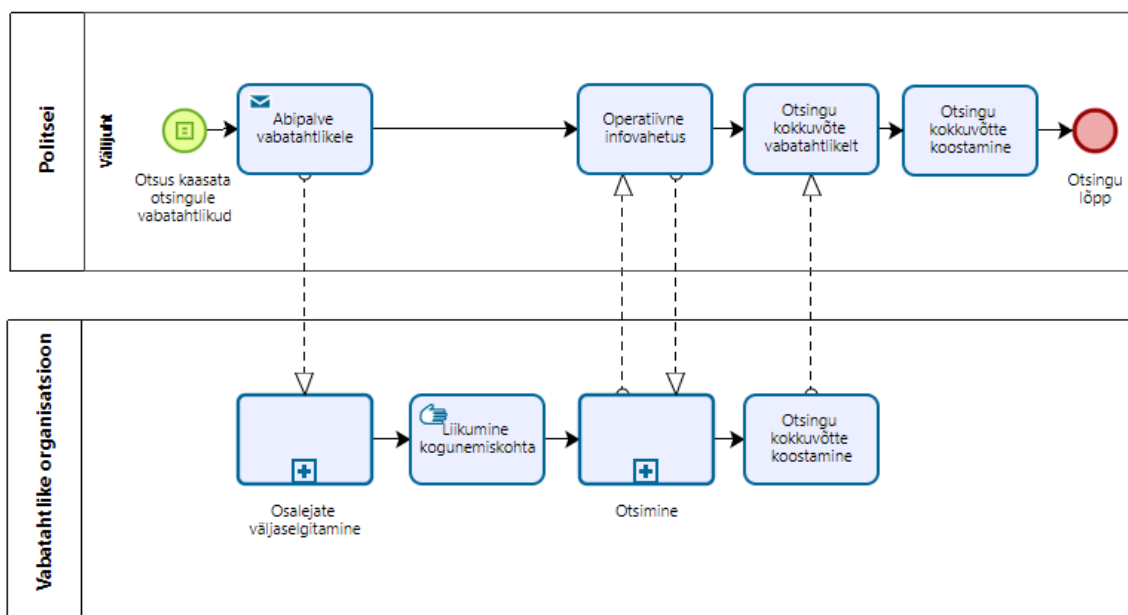
Autor koostas oma vabatahtliku otsija kogemuse põhjal (RPR) esmase ülevaate otsingute protsessist ja selle käigus kasutatavatest IT-lahendustest. Autor täpsustas ja valideeris seda erinevate Eestis tegutsevate, vabatahtlike otsijaid koondavate ühingute (keskendudes Politseiga koostöölepingut omavatele ühingutele) esindajatega intervjuusid tehes.

Otsingutel kasutatakse tavaliselt kaarti näitavaid ja asukohta salvestavaid GPS seadmeid. Olenevalt ühingust on ühe aheliku kohta seadmeid 1 või 2, vastavalt salvestades kas aheliku keskkoha liikumist maastikul või aheliku otspunktide liikumist. Enne otsingu alustamist laetakse otsingu staabis vastava aheliku GPS-seadmetesse ala kaart ja otsitava ala piirid. Peale otsingu lõppu laetakse staabis seadmetest GPS-jäljed, koondatakse need

erinevaid kaarditarkvarasid (Garmin Basecamp (RPR), ArcGIS (ESTSAR), QGIS (ESTSAR)) kasutades ühele kaardile ning saadud kokkuvõtet jagatakse politseiga. Otsingu tehnilise toe pakkumine toimub peamiselt otsingu staabis kohapeal.

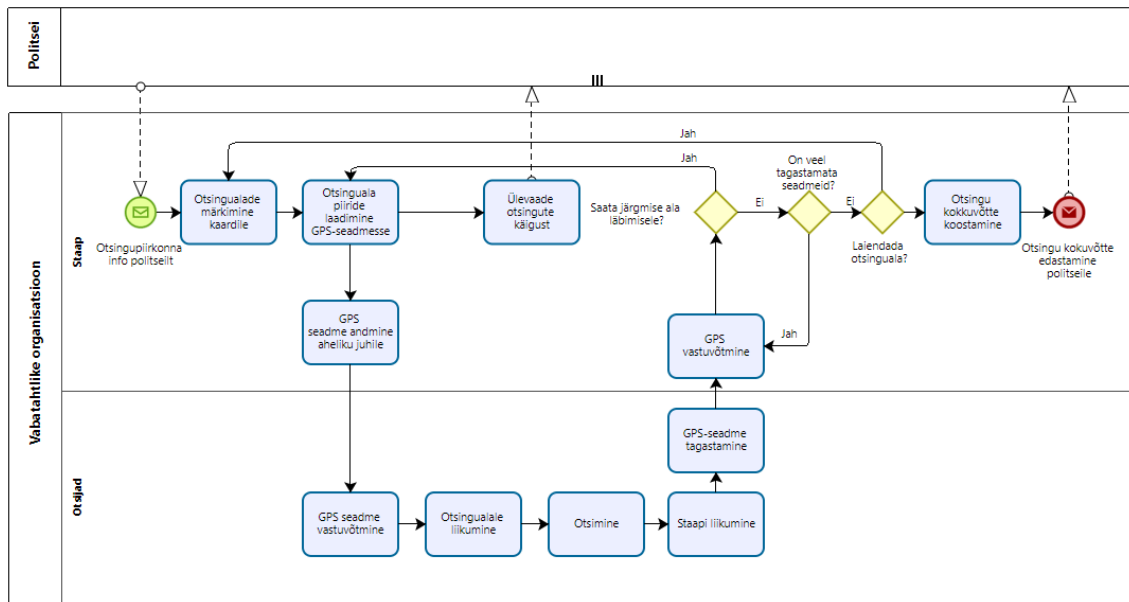
Politseist sõltumatult tegutsev SA Kadunud arendab/testib lõputöö kirjutamise ajal oma mobiilirakendust, mille iga otsija saab endale alla laadida ja vastava otsingu koodi sisestades hakkab rakendus seejärel oma asukohta saatma veebirakendusele, mille abil on näha otsijate asukoht ja läbitud teekond. ORA arendamist alustades tasub kindlasti nendega uuesti ühendust võtta ja uurida koostöövõimalusi. ORA kontekstis NUGIS-e integratsioon ei ole politseiga lepingu puudumise tõttu kasutatav nende ühingutele, kellel puudub koostööleping politseiga.

Joonis 1 annab lihtsustatud ja üldistatud ülevaate praegusest otsingute protsessist.



Joonis 1. Üldistatud ja lihtsustatud AS-IS otsingute protsess.

Otsimise alamprotsess, mille parendamisele lõputöös keskendutakse, on kirjeldatud Joonis 2, lk 20.



Joonis 2. AS-IS otsimise alamprotsess.

Autori koostatud detailsem AS-IS otsingu protsessi skeem on toodud Lisas 5, lk 63.

2.4 Huvipooled

Kadunud inimeste maastikuotsingute ja sellega seotud infosüsteemi analüüsi teostamisega peamiselt seotud huvipooled on:

1. **Vabatahtlikke otsijaid koondavad organisatsioonid** – vabatahtlikke otsijaid koordineerivad, koolitavad, organiseerivad ühingud. Sellised organisatsioonid saab jaotada kaheks:
 - Politseiga lepingulises suhtes olevad organisatsioonid, keda Politsei vajadusel palub appi otsingutele. Lõputöö koostamise ajal on ainsateks sellisteks ühinguteks Vabatahtlik Reservpäästerühm ja ESTSAR;
 - Politseiga lepingut mitte omavad organisatsioonid, kes teostavad otsinguid Politseiga koordineerimata. Näiteks SA Kadunud;
2. **Politsei** – kaasab vajadusel otsingutele vabatahtlikud. Vahetab vabatahtlikega operatiivselt läbiviidava otsingu infot, peamiseks kontaktiks on enamasti politsei välijuht. Soovib head operatiivset ülevaadet otsingute käigust ning ülevaatlikku kokkuvõtet, et tema enda töö kokkuvõtte koostamisel oleks kergem;

3. **Otsijad** – osalevad mõne vabatahtlike koondava organisatsiooni liikmena või iseseisvalt kadunud inimeste otsingutel. Soovivad, et nende panustatud aeg oleks võimalikult efektiivselt kasutatud;
4. **SMIT** - Pakub siseturvalisusega seotud infosüsteemide arendust ja haldust Politsei- ja Piirivalveametile, Päästeametile, Häirekeskusele, Sisekaitseakadeemia ja Siseministeeriumile [12]. Soovivad, et riigi struktuuride ja vabatahtlike poolt koordineeritult läbi viidavad otsingud kulgeksid võimalikult efektiivselt.

2.5 Probleemi kirjeldus ja eesmärk

Vabatahtlike staabil ei ole otsingu ajal piisavat ülevaadet, kus otsijad asuvad, kui palju alast on juba läbi käidud ja milline on ala läbimise kvaliteet. On oht, et osa alast jääb läbimata või läbitakse alasid liigse ülekattega, raisates nii vabatahtlikku ressursi. Otsingute staatusest operatiivselt ja sündmuse lõpus ülevaate andmine politseile on aeganõudev ja nõuab käsitööd. Otsingutaktika ja kvaliteedi süsteemseks parandamiseks napib andmeid.

Käesoleva diplomitöö eesmärgiks on:

- Kaardistada ja võrrelda võimalikud asukohta edastavad seireseadmeid ning analüüsida olemasolevaid tarkvaralahendusi ja nende kasutamise võimalusi;
- Teostada äri- ja süsteemianalüüs ning luua süsteemiarhitektuur vabatahtlike päästjate maastikuotsinguid toetava infosüsteemi (Otsingu Rakendus, ORA) loomiseks.

2.6 Töö skoop

Lõputöö skoopi kuulub otsinguid toetava infosüsteemi süsteemianalüüs, ärinõuete ja protsesside kaardistus, kasutuslugude ja mittefunktsionaalsete nõuete kirjeldamine, infosüsteemi arhitektuuri modelleerimine ning kasutajakogemuse prototüübi koostamine.

2.7 Skoobivälised tegevused

Olulised tegevused, millele tuleb süsteemi arendades ja arendust planeerides (näiteks hanget koostades) tähelepanu pöörata:

1. Detailsemate kasutuslugude koostamine ja kasutuslugude realiseerimise keerukusele hinnangu andmine;
2. Kasutuslugude järjestamine;
3. Mittefunktsionaalsete nõuete täpsustamine;
4. Turvalisuse nõuete täiendav analüüs ja turvatestimine;
5. Isikuandmete kaitse üldmääruse kohane andmekaitse (*The General Data Protection Regulation 2016/679*, GDPR) vastavus [13];
6. Kasutusjuhendi loomine;
7. Liidestamise reeglite ja juhendi koostamine;
8. Disaini loomine ja kasutajatestimine;
9. Projektiplaani ja eelarve koostamine;
10. Testiplaani koostamine ja testimine;
11. Rakenduse haldusprotseduuride ja monitooringu planeerimine;
12. Detailse andmebaasiskeemi koostamine.

3 Metoodika

Antud peatükis kirjeldatakse lõputöö koostamiseks valitud metoodika ja põhjendatakse tehtud valikut, selgitatakse analüüsi tööprotsessi ning kasutatud nõuete kogumise tehnikat. Tuuakse välja erinevate jooniste koostamisel kasutatud rakendused.

3.1 Metoodika valik

Lõputöö raames valmib süsteemianalüüs, mille alusel on võimalik alustada arendusega. ORA puhul on tegu infosüsteemiga, mille puhul suur rõhk on kasutatavusel, mida oskavad adekvaatselt hinnata süsteemi reaalsed kasutajad. Sellest tulenevalt koostas autor süsteemianalüüsi lähtudes välearenduse (*Agile*) põhimõtetest, pidades silmas vajadust tulevikus arenduse käigus esialgset analüüsi täpsustada ja vajadusel lähtuvalt kasutajate tagasisidest muuta või täiendada.

Otsust mõjutas metoodika laialdane kasutatavus ja agiilse metoodika kasulike omaduste vastavus antud projekti vajadustele. 2020. aastal läbi viidud uuringu „14th State Of Agile Report“ andmetel kasutas 95% vastanud organisatsioonidest agiilseid metoodikaid [14].

Agiilse metoodika kasulike omadustena töid eelpoolmainitud uuringus osalejad välja:

1. Kiirendab tarkvara tootmist, 71%;
2. Aitab hallata muutuvaid prioriteete, 70%;
3. Tagab läbipaistvuse, 65%;
4. Hea äri ja IT joondatus, 65%.

Valminud süsteemianalüüsi põhjal arenduse alustamiseks näeb autor kahte peamist alternatiivi:

1. Kirjutada projektitaotlus rahastuse saamiseks ning seejärel koostada hange arendustööde tellimiseks;
2. Teostada arendus vabatahtlike abiga, kus projekti saavad panustada mitmed erinevad arendajad.

Mõlemal juhul on vabatahtlikele otsijatele kasuliku tulemuse saamiseks vaja süsteemi arenduse käigus pidevalt testida ja testimise tulemuste põhjal korrekture teha. See sai otsustavaks põhjuseks agiilse meetodika kasuks otsustamisel.

Äriprotsesside kirjeldamiseks on valitud BPMN notatsioon arvestades selle laialdast kasutust ja tuntust. BPMN joonised on lihtsalt mõistetavad erinevatele huvipooltele ja annavad võimaluse protsessidest ühtviisi aru saada. Diplomitöös on BPMN-diagramme rikastatud tehnilise infoga, mistõttu analüüsifaasis täpsemate UML interaktsiooniskeemide järele vajadus puudub.

Modelleerimiseks on valitud *Unified Modelling Language* (UML) diagrammid. Valiku põhjuseks on UML-i lai kasutatavus ja katvus – see hõlmab endas erinevaid diagramme, mis võimaldavad kirjelda infosüsteemide struktuuri (*Structure diagrams*), käitumist (*Behavior diagrams*) ja suhtlust (*Interaction diagrams*) [15].

Nõuete kogumiseks on valitud kasutajalood koos rollide kirjeldusega. Kasutajalood on agiilse arenduse käigus laialdaselt kasutusel ja aitavad kaasa tellija ning kasutajate kommunikatsioonile arendusmeeskonnaga. Need ei kirjelda nõudeid ja lahendust detailides vaid on arendusmeeskonnale meeldetuletuseks antud teemal täpsema info uurimiseks tellija käest. Kasutajalugusid ei järjestatud kuna selle adekvaatseks tegemiseks on vaja teada vähemalt esialgset arendusmeeskonna hinnangut teostamise kohta [16].

Kuigi agiilne tarkvaraarendus ei näe lisaks kasutajalugudele ette eraldi mittefunktsionaalsete nõuete kogumist, on autori arvamusele seda siiski mõistlik teha. Kasutajalugusid on palju ja mitmed mittefunktsionaalsed nõuded mõjutavad otseselt või kaudselt mitme erineva kasutajaloo realiseerimist. Seetõttu on kasulik need eraldi välja tuua. Selleks kasutab autor laialdaselt kasutusel olevat FURPS+ süsteemi, mis jaotab nõuded järgnevalt:

- Functionality – funktsionaalsed nõuded;
- Usability – nõuded kasutatavusele (esteetikanõuded, spikrid);
- Reliability – nõuded töökindlusele (käideldavus, taastatavus);
- Performance – nõuded jõudlusele (käivitamise aeg, koormustaluvus, reaktsiooni aeg jmt);

- Supportability – nõuded toetatavusele (adapteeritavus, skaleeritavus, ühildatavus, testitavus, konfigureeritavus, jmt);
- Lisatud “+” täiendab FURPS-i järgnevate nõuetega:
 - Kavandi nõuded;
 - Realisatsiooni nõuded;
 - Liideste nõuded;
 - Füüsilised nõuded.

Mittefunktsionaalsete nõuete kogumiseks valis autor FURPS+ süsteemi URPS+ osa, kuna funktsionaalsed nõuded on juba kirjeldatud kasutuslugude kujul [17].

Arenduse käigus tuleb kasutuslugusid, mittefunktsionaalseid nõudeid ja süsteemi disaini täpsustada.

3.2 Analüüsi tööprotsessi kirjeldus

Töö autoril oli analüüsiprotsessi alguses olemas esmane visioon probleemi ja võimaliku lahenduse osas. Analüüsiprotsessi käigus tehtud intervjuude ja iseseisva uurimuse käigus täpsustas autor probleemi ja võimalikke lahendusi kõikide huvipooltega. Töö käigus täiendas autor jätkuvalt kasutuslugusid ja teisi analüüsidokumente. Iseseisva uurimuse ja intervjuude käigus saadud soovitude alusel kaardistas autor võimalikud olemasolevad tarkvaralahendused, mida (osaliselt) taaskasutada või edasi arendada. Lisaks kaardistas autor võimalikud seadmed ja tehnoloogiad otsijate seireseadmete osas, teostas nende katsetamise maastikul ja võrdlemise. Sobivaimate seadmete andmeedastusviise ja formaate on arvestatud infosüsteemi arhitektuuri disainis.

Analüüsi protsessi sammude üldine kirjeldus (mitmeid samme läbiti iteratiivselt ja paralleelselt):

1. Esialgse ORA visiooni koostamine;
2. Intervjuude ettevalmistus;
3. Intervjuude läbiviimine;
4. Äriprotsesside kirjeldamine (BPMN notatsioonis);
5. Äriinfomudeli koostamine;
6. Olemasolevate rakenduste analüüs;

7. Seireseadmete analüüs ja kättesaadavate seadmete testimine maastikul;
8. Nõuete kogumine kasutuslugude (*User-Story*) abil;
9. Olemasolevate potentsiaalselt kasutatavate tarkvarade analüüs;
10. Süsteemi arhitektuuri disain;
11. Prototüübi disain.

Erinevates analüüsi tööprotsessi sammudes on lisaks kasutatud Sauna Driven Analysis (SDA) meetodikat, mis hõlmab vaheldumisi intensiivset tööd ja saunalaval lõõgastumist, mis toetab tervist ja seeläbi võib suurendada töö efektiivsust [18]. SDA kui meetodika on autori teada tema poolt esmakirjeldatud ja autor loodab selle laialdast levikut tulevikus.

3.3 Nõuete kogumise tehnika

Nõuete kaardistamiseks teostatud intervjuud huvipooltega on läbi viidud poolstruktureeritud kujul ja võimalusel kasutades videokõnet. Enamik intervjuusid on tehtud telefonikõne vormis, ühel juhul õnnestus osa intervjuust viia läbi kohtudes näost-näku.

Poolstruktureeritud intervjuu kasutamise tingib esialgse idee olemasolu ja vajadus saada vastuseid kindlatele alateemadele ning anda võimalus intervjuueeritaval intervjuu käigus tekkinud ideede väljendamiseks [19].

Intervjuud viidi läbi kõikide otseste huvipooltega ning lisaks teiste seotud isikute või organisatsioonidega:

1. **Vabatahtlikke otsijaid koondavad organisatsioonid** – saamaks sisendi hetkeolukorrast ja vajadustest peamise ORA kasutajate sihtgrupi käest;
2. **Vabatahtlikud otsijad** – inimesed, kes on osalenud otsingutel ja omavad praktilist otsimise kogemust;
3. **Politsei- ja Piirivalveamet (PPA)** – otsinguvaldkonda koordineerivad isikud, saamaks ülevaadet Politsei rahulolust ja vajadustest vabatahtlike kaasamisel otsingutele;
4. **SMIT** – SMIT koordineerib PPA infosüsteemide arendust ja võimalik hilisem liidestamine PPA infosüsteemidega (eelkõige NUGIS) peab olema kooskõlas SMIT nõuetega;

5. **GPS seadmete tootjad ja vahendajad** – potentsiaalsed seireseadmete pakkujad. Aitavad saada ülevaadet saadaolevatest seadmetest, nende tehnilistest omadustest ja maksumusest;
6. **GPS jälgimise teenusepakkujad** (Spordivõistluste jälgimine, logistika) – osaliselt sarnase teenuse pakkumise kogemusega isikud ja organisatsioonid. Omavad reaalselt kogemust ja soovitusi asukohainfo kaardil kuvamise probleemistikuga. Võimalikud tulevased koostööpartnerid;
7. **Levikom** – Eestis Noraneti (LoRaWAN®) asjade interneti (*Internet of Things, IoT*) võrk) arendav ettevõte.

Intervjuude läbiviimiseks kasutati vastavalt huvipoole soovile Microsoft Teams, Skype, WhatsApp rakenduste vahendusel videokõnet või tavalist telefonikõnet. Märkmete tegemise jaoks kasutati Microsoft OneNote rakendust kuna see on autoril igapäevases kasutuses ja täidab kõik vajadusi. Hiljem tekkinud küsimused täpsustati telefoni või e-kirja teel.

Lisaks intervjuudele testis autor erinevaid asukohta edastavaid seadmeid ja nendelt laekuva info töötlemiseks ja kuvamiseks kasutavaid kaardirakendusi. Saadud tulemuste põhjal täpsustati nõudeid, hinnati erinevate seadmete kasutamise mõistlikkust ja olemasoleva tarkvara (osalist) kasutamise võimalust.

3.4 Süsteemianalüüsi ja modelleerimise tarkvara

Äriprotsesside kirjeldamiseks BPMN formaadis valis autor rakenduse Bizagi Modeler. Alternatiividena kaalus autor Modelio ja diagrams.net. Valiku argumendiks olid:

- Autori varasem positiivne kogemus antud tarkvara kasutamisel;
- Personaalseks kasutamiseks on saadaval piiramatult tasuta litsents;
- Mugav diagrammide eksport Microsoft Word ja pdf formaati;
- Ligipääs pilveteenuse kaudu.

UML ja ERD diagrammide koostamiseks valis autor diagrams.net rakenduse. Alternatiividena kaalus autor Lucidchart ja Dia rakendusi. Valiku argumentideks olid:

- Autori varasem positiivne kogemus antud tarkvara kasutamisel;

- Tasuta kasutamiseks ja avatud lähtekoodiga;
- Ei vaja kasutamiseks registreerimist ega sisselogimist.

UX prototüübi koostamisel kasutas autor GPS jälgede kuvamiseks Google My Maps rakendust, seejärel kuvatõmmiseid töödeldes Microsoft Windows Snipping Tool rakenduses. Antud meetodi valimise põhjuseks oli autori kogemus mõlema rakenduse kasutamisel. Esmaste prototüüpide kootamiseks on need autori hinnangul piisavad ja aitavad ideid visualiseerida ja illustreerida. Hilisemas faasis tasub kaaluda mõne keerukama ja võimakama tarkvara kasutamist prototüüpimiseks – näiteks Axure RP.

4 Ärianalüüsi tulemused

Antud peatükis antakse ülevaade lõputöö koostamise käigus tehtud intervjuudest ja nende käigus kogutud tehnilistest nõuetest ja piirangutest. Autor annab ülevaate kaardistatud ja võrreldud seireseadmetest ja olemasolevatest tarkvaralahendustest. Peatüki lõpus on kirjeldatud ärireegli ja äriinfo mudel.

4.1 Intervjuud

Algse idee, maastikuotsingute protsessi ja nõuete täpsustamiseks viis autor perioodil 2021 veebruar kuni mai läbi poolstruktureeritud intervjuud. Intervjueeriti huvigruppide esindajaid ja võimalikke koostööpartnereid. Ülevaate tehtud intervjuudest annab Tabel 2.

Tabel 2. Lõputöö raames läbi viidud intervjuud.

Organisatsioon	Intervjueeritava roll	Vorm
Päästeamet	Kommunikatsiooniosakond, juhataja	Video
Siseministeeriumi infotehnoloogia- ja arenduskeskus (SMIT)	Analüütik	Video
Politsei- ja Piirivalveamet (PPA)	Ennetuse ja süüteo menetluse büroo, juhtivkorrakaitseametnik	Telefon
SMIT	Pääste- ja hädaabiteenuste osakond, osakonnajuht	Video
Vabatahtlik Reservpäästerühm (RPR)	Juhatuse liige	Telefon
PPA	Põhja prefektuur, politseijaoskonna juht	Telefon
Sportrec OÜ	Asutaja	Telefon, kohapeal
Levikom Eesti OÜ	Juhatuse aseesimees, tegevdirektor	Telefon
RPR	Vabatahtlik	Telefon
RPR; Päästeamet	Vabatahtlik; Põhja päästekeskus, nõunik	Telefon

Organisatsioon	Intervjueeritava roll	Vorm
Fleet Complete	Euroopa ekspordidirektor, Euroopa OEM partnerlussuhete juht	Telefon
ESTSAR	Vabatahtlik	Telefon
Eesti Raadioamatööride Ühing (ERAU)	Raadioamatöör	Telefon
ERAU	Juhatuse liige, info-koordinaator	Telefon
ERAU	Raadioamatöör	Telefon
ERAU	Raadioamatöör	Telefon
SA Kadunud	Sihtasutus Kadunud juhatuse esimees ja tegevjuht	Telefon

Intervjuude käigus kogus ja süstematiseeris autor nõuded loodavale süsteemile.

4.2 Tehnilised nõuded ja piirangud

Alapeatükk kirjeldab üldised tehnilised nõuded, millega tuleb arvestada arenduse käigus, et tagada ORA efektiivne toimimine ja infovahetus riigi infosüsteemidega. Ühtlasi antakse ülevaade piirangutest, mida tuleb arvesse võtta süsteemi arhitektuuri valimisel.

4.2.1 Tehnilised nõuded

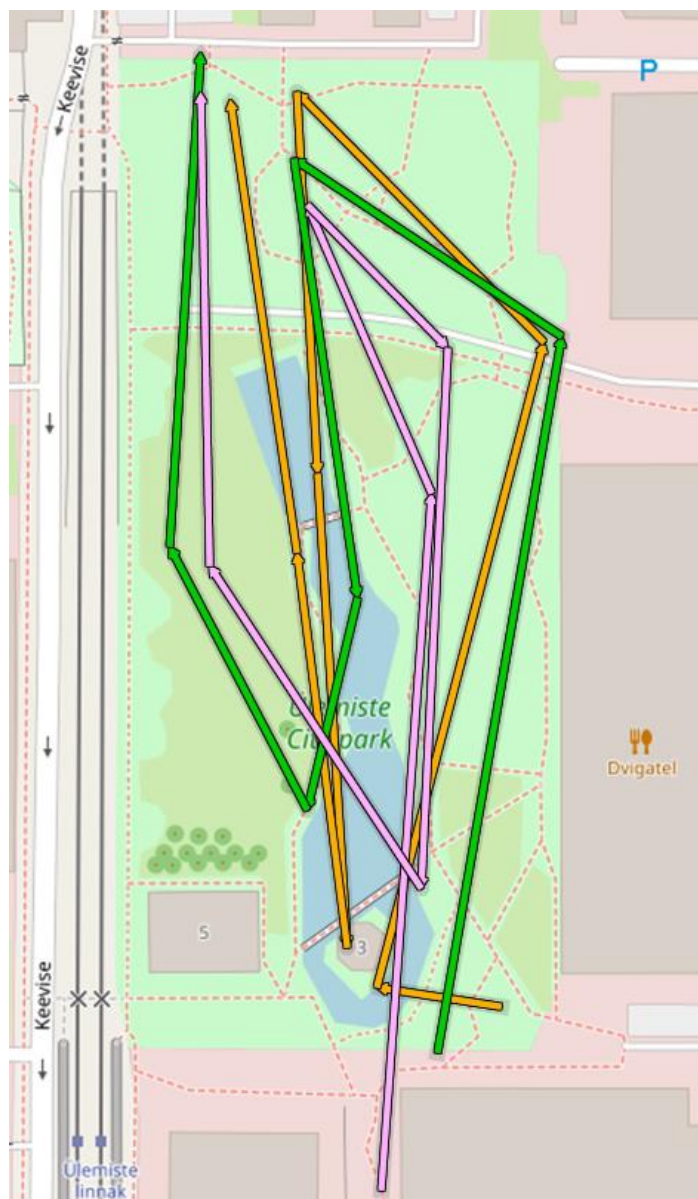
Tagamaks kiire info edastamise PPA ja Päästeameti infosüsteemidega peab loodav rakendus ühilduma SMIT poolt hetkel arendatava rakendusega NUGIS. Tegu on geoandmete edastamiseks mõeldud süsteemiga, mille kaudu liikuvat asukohainfot saavad kasutada SMIT haldusalasse kuuluvad rakendused.

Andmeid saab NUGIS-esse edastada API vahendusel, kasutades POST päringut.

NUGIS võimaldab tulevikus WMS teenuse abil kasutada detailsemaid kaardikihte, mis ei ole avalikult kättesaadavad, kuid võivad lihtsustada otsingute käigus navigeerimist ja taktika valikut (Näidates ära võimalikud kohad, kuhu otsitav võib olla varju läinud või mida ta võib olla kasutanud navigeerimiseks).

4.2.2 Asukoha salvestamise ja andmete edastamise intervall

Autor koos abilistega testis erinevaid seadmeid ja seadmete seadistusi, imiteerides otsijate tüüpilist liikumist maastikul otsingu käigus. Katsete tulemusena selgus, et mõistlik intervall koordinaatide salvestamiseks on maksimaalselt 15 sekundit. See tagab GPS-jälje piisava täpsuse kaardil ja on tasakaalus aku kestvusega (mida tihemini koordinaate salvestada ja edastada, seda kiiremini aku tühjeneb). Järgnevatel kuvatõmmistel on võrdluseks toodud logid 5 sek ja 60 sek (Joonis 3) intervallidega. Joonisel iga värviline nooleke on tõmmatud kahe reaalselt salvestatud asukoha vahele.



Joonis 3. GPS Track Editor kuvatõmmis, 3 otsijat, asukoha intervall 60 sekundit.

Joonise põhjal on näha, et ühe minutine intervall on liiga pikk ja ei anna adekvaatset ülevaadet otsijate liikumisest maastikul. Järgnevalt seadistatid asukoha edastamise intervalliks 5 sekundit, tulemused on toodud Joonis 4.



Joonis 4. GPS Track Editor kuvatõmmis, 3 otsijat, asukoha intervall 5 sekundit.

Tehtud katse tulemusena võib järeldada, et mõistlik intervall asukohtade salvestamiseks on 5 kuni 10 sekundit, piisava täpsuse annab ka 15 sek intervall.

4.2.3 Piirangud

Asukoha määramise täpsus ja stabiilsus. GNSS ehk globaalne satelliitnavigatsioonisüsteem on satelliitide ja neid toetavate jälgimisjaamade abil asukoha määramise automatiseeritud süsteem. GNSS-asukohamääramine põhineb kauguse määramisel kolmest-neljast lähimast Maa orbiidil tiirlevast erisatelliidist. Asukoha määramise põhiidee rajaneb kosmilisel trilateratsioonil (*trilateration*), mille täpsuse suurendamiseks kasutavad erinevad lahendused (GPS, GALILEO, GLONASS, jne) erinevaid lahendusi. [6] Satelliitide hea nähtavuse korral on GPS puhul tavakasutuses seadmete asukoha määramise täpsus 2-5m. Probleeme põhjustavad hoonete, puude, sildade, jne pealt tekkivad peegeldused, mille tulemusena väheneb asukoha määranu täpsus või tekivad juhuslikud „hüpped“ salvestatud asukohtade jadas [20].

Asukohaandmete edastamise võrgu leviala. Suurima katvusega ja üldlevinud on seadmed, mis edastavad asukohaandmeid mobiilivõrgu abil (GPRS, SMS). Otsinguala on tihti eemal tiheasustusest ja aladel on kohati kehv või puuduv mobiilne andmeside, kuna läbitakse tiheda võraga metsaseid alasid. Kehva levi tingimustes kasutavad seadmed rohkem akuressurssi ja seeläbi lüheneb akude kestvus. Sellest tulenevalt analüüsis autor alternatiivseid andmesidevõrke:

1. **Raadioamatööride sagedusalas toimiv pakettside APRS.** APRS annab amatöörraadio võrgus digitaalselt edasi infot (Sh saab edastada asukohainfot). Leviala ei ole üle Eesti ühtlane, otsingute jaoks on vajalik mobiilse repiiterjaama kasutamine [21];
2. **Iridium GSS satelliitsidel** toimiv Garmin InReach. Levib igal pool, kasutatavuse osas vajab kontrollimist, kas levi on piisav ka tihedamas metsas. [22]. Lõputöö raames testitud Garmini „koerakomplekt,“ mis koosnes ühest käsiseadmest ja kahest koera kaelarihmast ei toeta satelliitsidet vaid suhtleb ainult lokaalselt Garmini seadmete vahel;
3. **Noranet ehk LoraWAN** ehk Asjade Internet. Olemuselt LPWAN (Low Power Wide Area Network) ehk traadita sidevõrk, mis võimaldab seadmetel kasutada oluliselt vähem energiat andmete edastamisel. Võrgustiku oluline eelis mobiilside tehnoloogiate ees seisneb võimekuses toetada viimastest enam seadmeid suurema leviala ulatuses [23].

4.3 Seireseadmed

Eestis ja välismaal on saadaval erinevaid seadmeid, mis võimaldavad GNSS abil saadud asukoha infot edastada. Asukoha edastamiseks on kasutusel erinevad sidekanalid ja formaadid, mida on lühidalt kirjeldatud eelmises punktis. Kuigi ORA on planeeritud selliselt, et uute eritüübiliste asukohta edastavate seadmete lisamine on lihtne ja ei nõua suurt arendust, on nõuete ja süsteemi disaini seisukohast oluline kaardistada turul saadaolevad seadmed. Tulemuste põhjal on näha seadmed, mida hakatakse eelisjärjekorras kasutama ning mille tugi tuleb arendada esmajärjekorras.

4.3.1 Lõputöö raames testitud ja analüüsitud seadmed

Tabel 3 annab ülevaate lõputöö raames analüüsitud seadmetüüpidest, kirjeldades nende tähtsamad omadused ja hinna.

Tabel 3. Lõputöö raames analüüsitud ja testitud seireseadmed.

Seade	Kasutatav GNSS	Andmeed astus	Aku kestvus (15sek intervall)	Hind	Kommentaar
Queclink GL300	GPS A-GPS GLONASS*	GPRS SMS	17 tundi	125€	Sportrec.eu poolt laenatud seadmed, praktikas testitud [24].
Mobiil-telefon	GPS A-GPS GLONASS	GPRS SMS 3G 4G	Sõltub mudelist ja teistest akut kasutatavatest rakendustest	Alates 250€ (Vee- ja tolmukindl)	Katsetatud Locus Map Pro rakenduse abil [25].
Oyster 2 (Digital Matter)	GPS GLONASS	GPRS või LTE-M või NB-IoT		u. 80€	Veekindel Kaugseadistus 3*AA patareid AES-256, HTTPS [26].
Garmin Alpha 100 + 2* T5 Dog Collar Device	GPS	MURS (lokaalne) VHF, ANT	Kuni 20 tundi	u. 600€ käsiseade, koerarihm a. 300€	Lokaalne leviala kuni 10-16km [27] [28].

Otsingute jaoks on kasutatavad kõik eelpoolmainitud seadmed, valikul tuleb arvesse võtta otsingupiirkonna eripärasid (Piisava mobiililevi puudumisel saab kasutada vaid lokaalse asukoha edastamise võimekusega seadmeid) ja hinda. Alljärgnevalt on kirjeldatud erinevaid seadmete tüüpe üldisemalt.

Eraldiseisvad seadmed, mis mobiilivõrgu kaudu seireandmeid edastavad (Näiteks testitud Queclink GL300) ei kurna mobiiltelefoni akut ja nende kasutamisel ei ole vaja vabatahtlikel otsijatel endal midagi installeerida ja seadistada – staabil on vaja vaid ORA-s siduda vastav seade käimasoleva otsinguga. Seda tüüpi seadmed sõltuvad mobiilivõrgu levialast.

GPS toega mobiiltelefonid on enamikul inimestel olemas ja kui otsingu piirkonnas on hea levi, on mõistlik kasutada neid asukoha edastamiseks. Arvestada tuleb lisakoormusega akule ja tõenäoliselt on pikema otsingu korral vajadus akupanga järele. On olemas mitmeid tasuta rakendusi, mis selleks sobivad, vajadusel võib arendada ka uue rakenduse.

Asukohaandmete edastamiseks mõnda IoT võrku kasutavad eraldiseisvad seadmed (Näiteks testitud Oyster 2). Nende plussiks on madal energiatarve, mõistlik hind ja võimekus suhelda lokaalselt staabibussiga (Eelduseks on vastava keskseadme olemasolu staabis). Kuna need seadmed ei sõltu mobiilivõrgust, siis nende kasutamine on otsingute perspektiivist lootustandev.

„Koerakomplektid“ (Näiteks testitud Garmin Alpha 100 + 2* T5 Dog Collar Device). Need on praktiliselt kasutatavad koerajuhtide poolt ja mitme käsiseadme hankimisel saaks koerte asukohti edastada ka staapi. Arenduse käigus tasub seda kaaluda, kuid arvestades käsiseadmete kõrget hinda, on ilmselt mõistlikum ka koertele anda eelpoolmainitud mobiilivõrku või IoT võrke kasutavad seadmed.

4.3.2 Mobiilivõrgu vahendusel seireandmeid edastavad seadmed

Saadaval on erinevad seadmed, mis kasutavad asukoha edastamiseks GPRS andmesidet või SMS-i. Praktikas kasutatakse enamasti GPRS-i, kuna SMS-ide edastamine on rahaliselt tunduvalt kulukam. Vabatahtlike poolt otsingute teostamiseks kasutavate seadmete puhul oleks tõenäoline jõuda teenusepakkujatega kokkuleppele tasuta SMS teenuse pakkumises. Selliste seadmete negatiivne külg on sõltumine mobiililevist, mis

otsingute piirkonnas võib olla kehv või puududa. Lõputöö raames testis autor kohalikul turul GPS jälgimist pakkuva ettevõtte Sportrec OÜ poolt laenutatud seadmeid (ja veebiteenust asukohtade jälgimiseks). Ettevõtte poolt pakutav avalik või salasõnaga kaitstud ürituse spetsiifiline veebileht pakub ülevaadet sündmustest reaalsajas ja võimaldab ka hilisemat taasesitamist.

- Kasutatakse erinevaid GPS-*trackereid*, vajadusel on saada veekindlad seadmed;
- Asukoha salvestamise ja edastamise ajalised intervallid on seadistatavad. Seireandmeid edastatakse andmesidevõrgu kaudu, olemas on võimalus kasutada SMS-i, seda ei tehta hetkel majanduslikel kaalutlustel;
- Testimisel kasutatud seadme puhul salvestati asukohta 5 sekundilise ja asukohti edastati serverisse 60 sekundilise intervalliga. Sellisel juhul on hinnanguine tööaeg 12 tundi. Seadistades intervallid suuremaks, pikeneb ka eeldatav tööaeg.

4.3.3 LoRaWAN® IoT võrku kasutavad seadmed

Eestis 2021 märtsi seisuga võrgu katvus 65%. Enamasti on kaetud suuremad linnad, katmata on hajaasustusega piirkonnad, mis otsingute piirkondi arvestades on kehv. Küll aga on võimalik seljakotti mahtuva mobiilse tugijaama kasutamine, mis tagab piisava side enamasti 10-15km raadiuses. LoRaWAN kasutavad seadmed on võimelised vähemalt kolme saatja levipiirkonnas olekul ise oma asukohta trianguleerima, kuid täpsusaste on sel juhuluurujärgus 100 meetrit, mis pole otsinguteks piisav. Näiteks Tallinna linnas on 17 masti, sel juhul on täpsus keskmiselt 30 meetrit, mis on samuti ebapiisav. Turul on saada ka seadmeid, mis kasutavad asukoha määramiseks GPS/Glonass tehnoloogiat ja LoRaWANi vaid asukoha edastamiseks. Sel juhul on saavutatav piisav täpsus ja aku kestmine nädalast ühe päevani, mis on otsingute seisukohast piisav aeg [29].

4.4 Olemasolevate veebirakenduste kaardistus ja võrdlus

Lõputöö käigus uuris autor internetimaterjalide ja intervjuude põhjal saadaolevaid rakendusi, mis võiksid sobida ORA aluseks või mida saaks osaliselt (taas)kasutada. Antud alapeatükis annab autor lühiülevaate nendest rakendustest.

4.4.1 Polaric Server

Norra raadioamatöörid ja Punane Rist on vabatahtlikkuse alusel loonud lahenduse maastikuotsingute toetuseks. Suudab sisendina kasutada APRS (raadiamatöörid) ja AIS (kasutatakse merel) formaadis andmeid. Peamisteks probleemideks on välja toodud süsteemi põhinemine keerulisel tehnoloogial, mida valdavad vähesed vabatahtlikud raadioamatöörid. Raadiamatööride kogukond on languses ja liikmete keskmine vanus on kasvuteel.

Tarkvaraarendus toimub vabatahtlike(u) poolt, arenduste tempo on aeglane ja vajalike muudatuste ning uute funktsioonide arendamine võtab aega aastaid. Positiivsena tuuakse välja, et ilma mobiililevita piirkonnas on raadioamatööride võrku võimalik mobiilsete repiiterite toel vajalikule alale laiendada [30], [31].

Autori hinnangul on tegu funktsionaalsuselt kõige lähedasema lahendusega, mis kasutajaliidese poolelt katab ära mitmed ORA nõuded. ORA arendusega alustades tuleb täpsemalt analüüsida, kas on mõistlik antud rakendust edasi arendada või saaks taaskasutada teatud Polaric Serveri osasid. Polaric Server kasutajaliidese kuvatõmmised on näidatud Lisa 3, lk 58.

4.4.2 Sportrec.eu

Lõputöö raames testis autor Sportrec poolt laenatud 3 mobiilivõrgu kaudu asukohta edastavat seadet Queclink GL300. Seadmete peamised omadused on kirjeldatud Tabel 3, lk 34. Koos seadmetega testis autor ka Sportrec.eu veebirakendust, mis võimaldab igale sündmusele luua eraldi veebilehe, mis vajadusel on parooliga kaitstud. Määrata saab sündmusega seotud seadmed ja algusaja, millest alates asukohainfot kuvatakse. Jälgede pikkus on ajaliselt seadistatav vahemikus 15 sekundit kuni 30 minutit (eelseadistatud astmete kaupa).

Maastikuotsingute kontekstis katab antud rakendus ära kaardi ja jälgede kuvamise baasvajaduse. Keerukam funktsionaalsus ja seadistamise võimalused oleks tõenäoliselt võimalik juurde arendada. Funktsionaalsuselt jääb alla Polaric Serverile, viimase kasuks räägib ka avatud lähtekood, erinevalt Sportrec.eu lahendusest. Samas tasub arvesse võtta koostöövalmidust ja potentsiaalselt huvi katta osa arenduskulust, juhul, kui lisatud funktsionaalsused on kasutatavad ka ettevõtte äritegevuses.

4.4.3 Fleet Complete jt analoogsed logistikalahendused.

Lõputöö raames katsetas autor Fleet Complete tarkvaralahendust, mis pakub logistika jälgimisteenust ja seotud funktsioone. Näiteks logistikateenus, klientide haldus, sõitude haldus, tööde haldus, sõidupäevik, säästlik sõit, kiiruse ületamise vältimine, jne.

Maastikuotsingute konteksti arvestades ei ole autori hinnangul mõistlik antud tüüpi süsteeme aluseks võtta, kuna rakenduse spetsiifika on erinev ja ühisosa väike. Fleet Complete rakenduse kaardivaate kuvatõmmis on toodud Lisas 4, lk 62.

4.4.4 YAAC - "Yet Another APRS Client"

Platvormist sõltumatu APRS klient. Arendatud Javas, tasuta ja avatud lähtekoodiga tarkvara. Võimekus väiksem kui eelpool vaadatud Polaric Server lahendusel. Ilma raadioamatööri kutsungit omamata ei õnnestunud autoril rakendust käivitada ja testida. Lõputöö koostamise hetkel saadaoleva versiooni põhjal ei ole mõistlik antud rakendust kasutada.

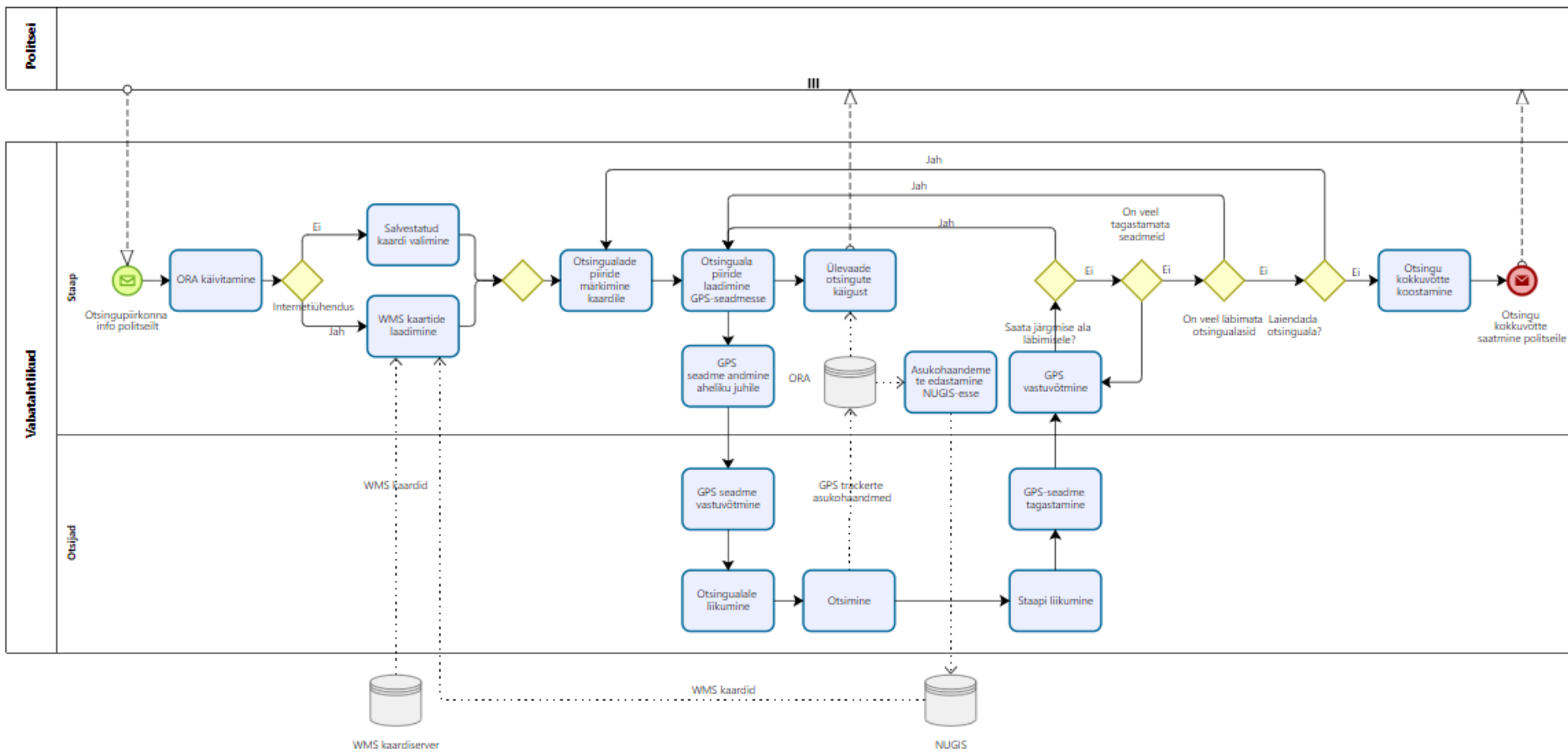
4.5 Tulevikuprotsessi kirjeldus (TO-BE)

ORA rakendus vähendab käsitööd, aitab luua operatiivse taktikalise ülevaate otsingu edenemisest ja otsijate asukohast maastikul. See võimaldab igal ajahetkel anda asjaosalistele ülevaate edenemisest ja toetab taktikaliste otsuste vastuvõtmist info targa töötlemise ja kasutajasõbraliku kuvamisega.

Olulisemad muudatused võrreldes AS-IS olukorraga on:

1. Kõikide otsingul osalejate kohta on olemas asukohainfo;
2. Otsijate kohta käiv asukohainfo on kättesaadav reaaliajalähedaselt;
3. Tänu liidestusele NUGIS-ega on otsingute infot on võimalik kuvada PPA infosüsteemides;
4. Sündmuse kokkuvõtte edastamine politseile toimub kasutaja tellimusel automatiseeritult;
5. Otsingute kvaliteet paraneb tänu operatiivsele võimalusele hinnata alade läbimise kvaliteeti. Näiteks saab aheliku poolt katmata alale saata koerameeskonna.

TO-BE protsessi kirjeldab Joonis 5, lk 39.



Joonis 5. TO-BE otsingu protsess.

4.6 Ärireeglid ja äriinfo mudel

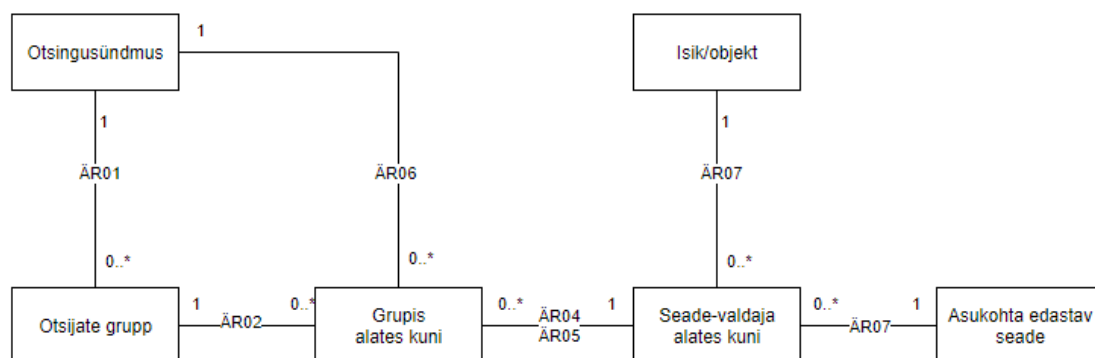
Autori visiooni, läbiviidud intervjuude ja tehtud analüüsi tulemusena kogus autor ärireeglid ja koostas äriinfo mudeli.

Tabel 4 kirjeldab analüüsi käigus kaardistatud ärireeglid.

Tabel 4. Ärireeglid.

Id	Ärireegel
ÄR01	Ühel otsingusündmusel võib osaleda null kuni mitu otsijate gruppi. Iga otsijate grupp on seotud ühe otsinguga.
ÄR02	Igas otsijate grupis võib olla null kuni mitu seire seadet (Seireseadet võib kanda otsija või objekt, näiteks droon või staabibuss)
ÄR03	Iga otsingul osaleja poolt kasutatav seade peab kuuluma vähemalt ühte vastava otsingusündmuse otsijate gruppi.
ÄR04	Otsingu käigus võib erinevate alade läbimisel gruppide koosseis muutuda.
ÄR05	Seireseade võib samaaegselt kuuluda null kuni mitmesse gruppi. Igas grupi võib olla null kuni mitu seireseadet.
ÄR06	Igal otsingul on kindel algus - ja lõpu-aeg. Ühel ja samal ajal võib toimuda mitu erinevat otsingut.
ÄR07	Igal ajahetkel on seireseade seotud konkreetse isiku või objektiga (koer, droon, maastikusõiduk, jne). Ühe isiku või objektiga võib olla seotud 0 kuni mitu seireseadet.

Ärireeglite põhjal on koostatud äriinfo mudel, vt Joonis 6.



Joonis 6. Äriinfo mudel.

5 Analüüsitulemused ja prototüüp

Autori visiooni, huvipooltega tehtud intervjuude, ärireeglite ja seireseadmete alternatiivide võrdluse tulemusena kogutud nõuete põhjal on koostatud süsteemianalüüs, mis kirjeldab nõuded soovitud lahendusele ja soovitatava arhitektuuri. Enne arenduse alustamist tasub uuesti tutvuda olemasolevate tarkvaralahendustega (vt lk 36), mille osalist taaskasutamist (juhul kui tegu on avatud lähtekoodiga ja sobiva litsentsiga tarkvaraga) on mõistlik kaaluda.

5.1 Rollid

Kasutuslugude koostamisel joonistused välja viis erinevat rolli, kes on otsingute läbiviimisega peamiselt seotud. Rollid koos lühikirjeldustega on toodud lk 41, Tabel 5.

Tabel 5. Otsingu Rakenduse peamised rollid koos lühikirjeldusega.

ID	Roll	Kirjeldus
UR01	Vabatahtlik otsija	Osaleb vabatahtlikkuse alusel otsingutel. Inimesed erinevalt erialadelt, erineva IT-alase vilumusega. Soovib, kadunud inimese leida võimalikult kiiresti ja et tema panustatud aeg oleks kasutatud võimalikult efektiivselt.
UR02	Sündmuse juht	Vabatahtlik, kes juhib teiste vabatahtlike tegevust otsingul ja vahetab infot politsei välijuhtiga. Logistiku puudumisel võib täita staabis ka logistiku ülesandeid.
UR03	Logistik	Töötab üldjuhul staabibussis, valmistab vastavalt Sündmuse juhilt saadud infole ette alade piirid ja laeb need aheliku juhtidele ja koerajuhtide navigaatoritele antavatesse GPS seadmetesse.
UR04	Politsei välijuht	Soovib otsingute käigust saada operatiivset ülevaadet. Otsingu lõpus soovib saada ülevaadet läbitud aladest. Välijuhi näol on tegemist roteeruva rolli, mitte ametikohaga. Erineva IT-alase vilumusega.
UR05	Administraator	Tegeleb ORA installeerimise, seadistamise, kasutajate lisamise, rollide loomise ja määramisega kasutajatele. Vilunud arvutikasutajad.

5.2 Kasutuslood

Autori visiooni ja lõputöö käigus läbi viidud intervjuude põhjal on kirja pandud ORA nõudeid kirjeldavad kasutuslood. Ülevaade autori poolt kogutud kasutuslugudest on toodud alljärgnevalt tabelis Tabel 6.

Tabel 6. Otsingu Rakenduse kasutuslood.

ID	Kasutuslugu
US01	Logistikuna soovin määrata otsingusündmuse algusaja.
US02	Logistikuna soovin määrata otsingusündmuse lõppaja.
US03	Logistikuna soovin lisada uue otsingusündmuse.
US04	Logistikuna soovin ekslikult loodud otsingusündmuse kustutada.
US05	Sündmuse juhina soovin, et süsteemi kasutamiseks peavad kasutajad autentima ja autoriseerima.
US06	Logistikuna soovin, et saaksin käimasoleva otsingu mahutada ühele ekraanile.
US07	Logistikuna soovin, et saaksin valida, milliseid kaarte ja kaardikihte kuvatakse.
US08	Logistikuna soovin lisada kaardile huvipunkte koos kommentaariga.
US09	Logistikuna soovin igale otsingusündmusele määrata nime.
US10	Logistikuna soovin otsingusündmuse nime vajadusel muuta.
US11	Logistikuna soovin lisada uue otsinguga seotud grupi.
US12	Logistikuna soovin otsingusündmusel osalevad otsijad siduda grupiga.
US13	Logistikuna soovin, et otsijate hetkeasukohta kuvatakse kaardil.
US14	Sündmuse juhina soovin määrata, kellel on otsingu andmetele ligipääs (kasutaja nime, kasutajagrupi kaupa).
US15	Logistikuna soovin määrata, kas otsingu andmeid edastatakse operatiivselt NUGIS-esse.
US16	Logistikuna soovin, et otsijate ja otsinguseadmete (nt droonid) asukohti kuvatakse kaardil.
US17	Logistikuna soovin iga seireseadme puhul seadistada, ajavahemikud, mil kaardil jälge ei kuvata (liikumine otsingualade vahel, GPS seadme sisselülitamisel punkti triiv).
US18	Logistikuna soovin iga seireseadmega siduda osaleja nime/seadme täisnime ja mobiiltelefoni numbri.
US19	Logistikuna soovin iga seireseadmega siduda kutsungi, mida kuvatakse kaardil.
US20	Logistikuna soovin kaardil kuvatavale seadmetele määrata ikooni, mis lihtsustavad arusaamist, kas tegu on inimese, koera, drooni, vm.

ID	Kasutuslugu
US21	Logistikuna soovin, et kui kutsungit ei ole määratud, kuvatakse kutsungina otsija eesnimi.
US22	Logistikuna soovin kaardil määrata otsingualad.
US23	Logistikuna soovin igale otsingualale määrata nimetuse.
US24	Logistikuna soovin otsinguala piire eksportida .gpx formaadis, et laadida need otsijate GPS seadmetesse.
US25	Logistikuna soovin otsinguala piirid eksportida otse GPS seadmesse.
US26	Politsei väljuhina soovin saada ülevaate otsingusündmuse käigus seni läbitud aladest.
US27	Politsei väljuhina soovin NUGIS vahendusel saada ülevaate otsijate hetkeasukohtadest.
US28	Logistikuna soovin määrata erinevatele jälgedele erinevad värvid.
US29	Sündmuse juhina soovin, et seadistava aja järel jäljed „vananeks“ (muutes värvi).
US30	Sündmuse juhina / Politsei väljuhina soovin otsingusündmuse lõpus saada ülevaate osalejatest ja kaardi läbitud aladega.
US31	Logistikuna soovin saada valida, kas grupi jälge kuvatakse tervikuna või näidatakse iga otsija jälge eraldi.
US32	Logistikuna soovin kasutada WMS kaarte.
US33	Logistikuna soovin valida, milliseid WMS kaardikihte kuvada.
US34	Logistikuna soovin WMS kaartide infot salvestada, et saaksin kaarte kasutada kehva või puuduva internetiühenduse korral.
US35	Logistikuna soovin, et ajaloolised otsingud oleksid süsteemist hiljem kättesaadavad analüüsi eesmärgil.
US36	Administraatorina soovin, et ajalooliste otsingute korral oleksid isikuandmed nähtavad ainult kindlatele rollidele.
US37	Logistikuna soovin, et ORA töötaks ka ilma internetiühendusega ja võimaldaks kuvada lokaalsete sidekanalite kaudu vastu võetavat infot.
US38	Logistikuna soovin, et internetiühenduse taastumisel sünkroniseeritakse andmeid mõlemas suunas (Lokaalne andmebaas ja keskne andmebaas).
US39	Administraatorina soovin määrata, millised õigused millistel kasutajagruppidel on.
US40	Sündmuse juhina soovin, et jälgede kuvamisel oleks eristatud reaalselt salvestatud punktid ja nende vahele genereeritud jäljed.
US41	Logistikuna soovin ühe kaupa või grupeerituna määrata otsijate jälgede laiuse meetrites.
US42	Logistikuna soovin, et ORA muudaks automaatselt jälje laiust vastavalt läbitavale maastikule (metsas kitsam, lagendikul laiem).

ID	Kasutuslugu
US43	Logistikuna soovin, et saaksin süsteemi importida ja kaardil kuvada .gpx formaadis jälgi ja huvipunkte, et saaksin kasutada näiteks GARMIN koerakomplekti abil salvestatud jälgi või eelnevalt läbitud alade infot.
US44	Sündmuse juhina soovin, et saaksin näha samas piirkonnas varasemalt tehtud otsinguid ja salvestatud infot, et kasutada antud infot parema taktika valikuks.
US45	Logistikuna soovin kaardile salvestada huvipunkte koos kommentaariga.
US46	Logistikuna soovin, et kõik käimasoleval otsingul osalejate poolt tekitatud jäljed ja huvipunktid seotaks automaatselt otsinguga.
US47	Logistikuna soovin saada teavituse, kui otsinguga seotud seireseadmete aku tase langeb alla teatud tasemete (näiteks 50%, 30% 15%, jne), juhul kui seadmed seda edastavad.
US48	Logistikuna soovin saada ülevaadet, millise täpsusastemag on edastatav asukohainfo.
US50	Administraatorina soovin ORA-sse lisada kasutajaid.
US51	Administraatorina soovin luua kasutajarolle ja määrata neile õiguseid.
US52	Administraatorina soovin kasutajatele määrata rolle.
US53	Kasutajana soovin kaardil kuvatavate tekstide suurusi muuta.
US54	Logistikuna soovin, et kord juba ORA-sse sisestatud otsija andmeid pakuks süsteem järgmisel korral otsingul osalejaid sisestades automaatselt (nime sisestamise näiteks <i>elastic search</i> kasutades).

5.3 Mittefunktsionaalsed nõuded

Analüüsi käigus kogutud mittefunktsionaalsed nõuded on grupeeritud vastavalt FURPS+ meetodikale. Lisaks on eraldi grupeeritud turvanõuded. Turvalisuse nõuded klassifitseeruvad FURPS+ meetodikas F ehk funktsionaalsuse alla, kuid need on autori arvamusel olulised eraldi välja tuua, kuna need mõjutavad mitmete funktsionaalsete nõuete realisatsiooni.

5.3.1 Kasutatavus

Kasutatavuse (*Usability*) nõuded:

- USA01** ORA kasutamine peab olema kiirelt õpitav ja intuiitivne;
- USA02** Tuleb luua ORA UI kasutusjuhend;

- USA03** Tuleb luua ORA API-de kasutusjuhend;
- USA04** Kasutajaliideses tuleb kasutada selgitavaid tekste, hüpikvihjeid jm kontekstitundlikke kasutamist lihtsustavaid lahendusi;
- USA05** Kasutajaliidese kujundus peab olema ühtse disaini ja kasutamise loogikaga;
- USA06** ORA peab kasutajale selgelt kuvama, kas töötatakse lokaalses režiimis või ollakse ühenduses internetiga;
- USA07** ORA peab toimingute puhul kuvama visuaalset ülevaadet edenemisest.

5.3.2 Käideldavus

Käideldavus (*Reliability*) nõuded:

- REL01** Kuna otsingud võivad toimuda igal ajal, peab keskse ORA rakenduse ja andmebaasi käideldavus olema võimalikult kõrge (24/7);
- REL02** ORA peab omama automaatset kaitset DDoS rünnete vastu (API, rakendus ise);
- REL03** ORA peab toimima lokaalse rakenduse ja andmebaasiga ilma internetiühenduseta.

5.3.3 Jõudlus

Jõudluse (*Performane*) nõuded:

- PER01** ORA peab käivituma 15 sek jooksul;
- PER02** ORA peab suutma samaaegselt hallata ja kuvada vähemalt 100 aktiivse seireseadme infovoogu;
- PER03** ORA peab optimeerima ressursi käimasoleva otsingu jaoks, ajaloolised andmeid tuleb pärida ja kuvada ainult vajadusel;
- PER04** Ajalooliste otsingute kuvamine kaardil nähtava ala kohta võib võtta kuni 3 sekundit;
- PER05** Otsingu kokkuvõtte koostamine politseile võib võtta kuni 5 sekundit;
- PER06** ORA rakendusliideste kaudu tehtavad päringud ei tohi märkimisväärselt aeglustada ülejäänud rakenduse toimimist;
- PER07** ORA peab olema optimeeritud kiiruse ja minimaalse andmemahu jaoks.

5.3.4 Toetatavus

Toetatavuse (*Supportability*) nõuded:

- SUP01** ORA peab olema toetatud levinuimate veebibrauserite poolt (Google Chrome, Safari, Firefox, Edge);
- SUP02** ORA-le uute seireseadmete toe lisamine peab olema seadistatav või minimaalset arendust nõudev;
- SUP03** ORA peab töötama nutiseadmetes (tahvelarvuti, alates full-HD nutitelefon);
- SUP04** ORA-le peab toetama kasutajaliidese tõlkimist;

SUP05 ORA installeerimine peab olema jõukohane vilunud arvutikasutajale ja installeerimise ja seadistamise kohta peab olema koostatud juhend.

5.3.5 Täiendavad nõuded

Turvalisuse (*Security*) nõuded:

- SEC01** ORA kasutamiseks tuleb kasutajad autentida ja autoriseerida;
- SEC02** ORA kasutajate poolt tehtud toimingud andmetega tuleb logida;
- SEC03** Isikuandmete töötlemisel ja säilitamisel tuleb tagada nende konfidentsiaalsus;
- SEC04** Tuleb tagada ORA rakenduse terviklus ehk mitte võimaldada ebasobiva informatsiooni kuvamist;
- SEC05** Tuleb tagada ORA andmebaasi turvalisus väljade tasemel;
- SEC06** Suhtlus üle võrgu peab toimuma turvatud sidekanali kaudu. Selleks tuleb kasutada HTTPS protokoll, mis kasutab turbeprotokollit TLS (Või muu kanali eripära arvestav sarnase turvasemega protokoll);
- SEC07** Peale esmakordset parooli valesti sisestamist tuleb *brute force* ründe vältimiseks kasutada *Captcha*'t.

5.4 Süsteemi disain ja arhitektuur

ORA kasutatakse enamasti internetiühenduse olemasolul ja veebirakenduse kaudu. Kehva või puuduva internetiühenduse tingimustes peab ORA toimima lokaalselt, kuigi siis on seireseadmete kuvamine piiratud lokaalse sidekanali kaudu andmeid edastavate seadmetega ning kasutada saab ainult lokaalselt salvestatud kaarte.

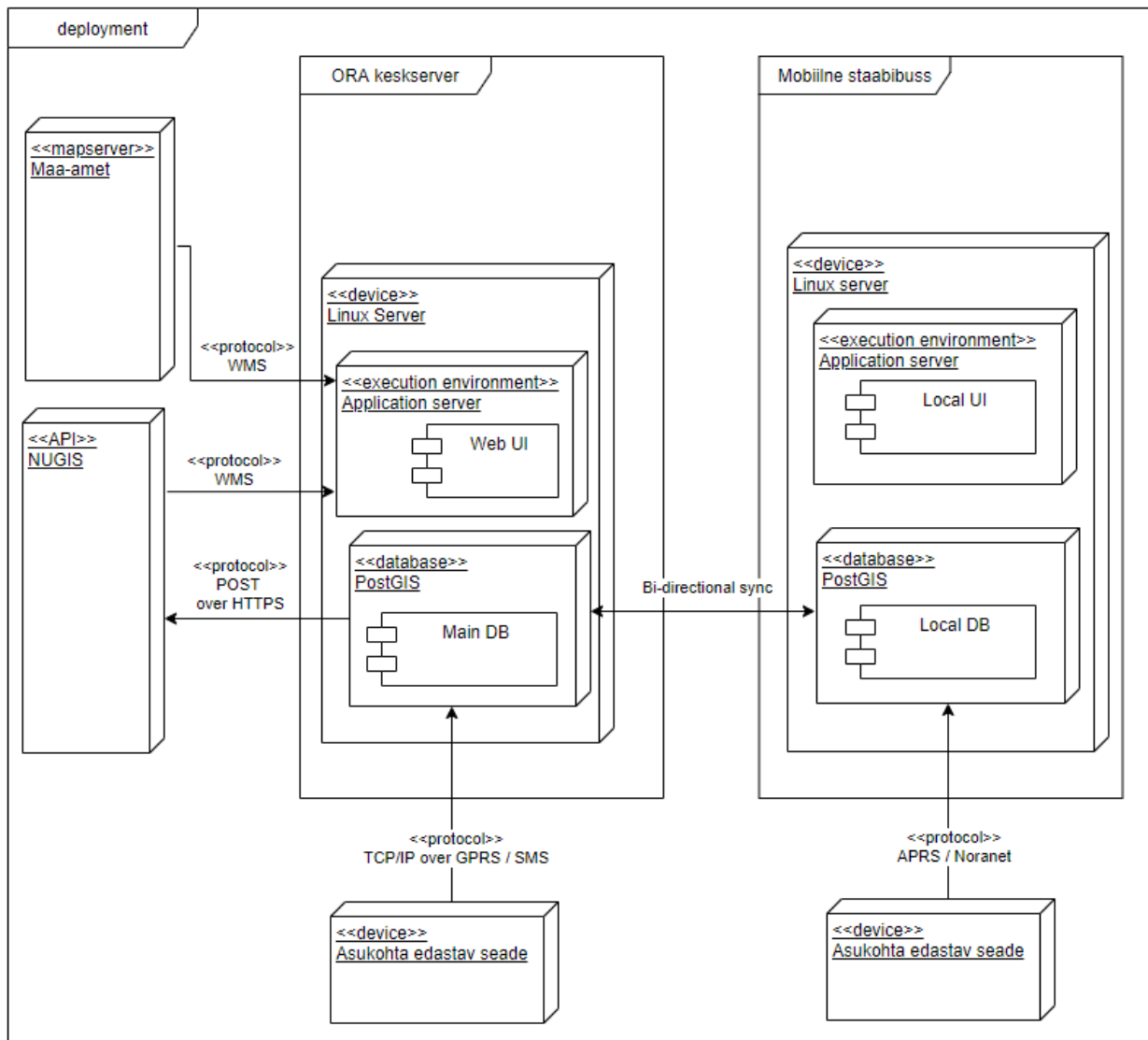
Internetiühenduse loomisel/taastumisel sünkroniseeritakse lokaalse ja keskse andmebaasi andmed. Süsteemi arendades tasub kaaluda, kas lokaalse (*Local DB*) ja peamise andmebaasi (*Main DB*) vahel on vajalik täielik sünkroniseerimine või piisab kui lokaalses andmebaasis hoida ainult piiratud hulk andmeid. Joonis 7, lk 47 paigaldusdiagrammil toimub asukohainfo sünkroniseerimine andmebaasi tasemel. Arenduse käigus tasub kaaluda, kas oleks mõistlik teostada andmete sünkroniseerimine rakenduse tasemel.

Autori koostatud põhimõtteline paigaldusdiagramm on toodud joonisel Joonis 7, lk 47. Serverite operatsioonisüsteemiks on valitud tasuta Linux, kuid sama hästi võib kasutada mõnda muud operatsioonisüsteemi.

Andmebaasitarkvaraks on valitud PostGIS, ka seda võib asendada mõne muu sarnasega, mis võimaldab geoandmete mugavat töötlemist.

ORA peab suutma kasutada Maa-ameti WMS kaardiserverit, samuti NUGIS WMS teenust. Teiste interneti kaardiserverite lisamine on samuti võimalik, kuid ei ole tingimata vajalik.

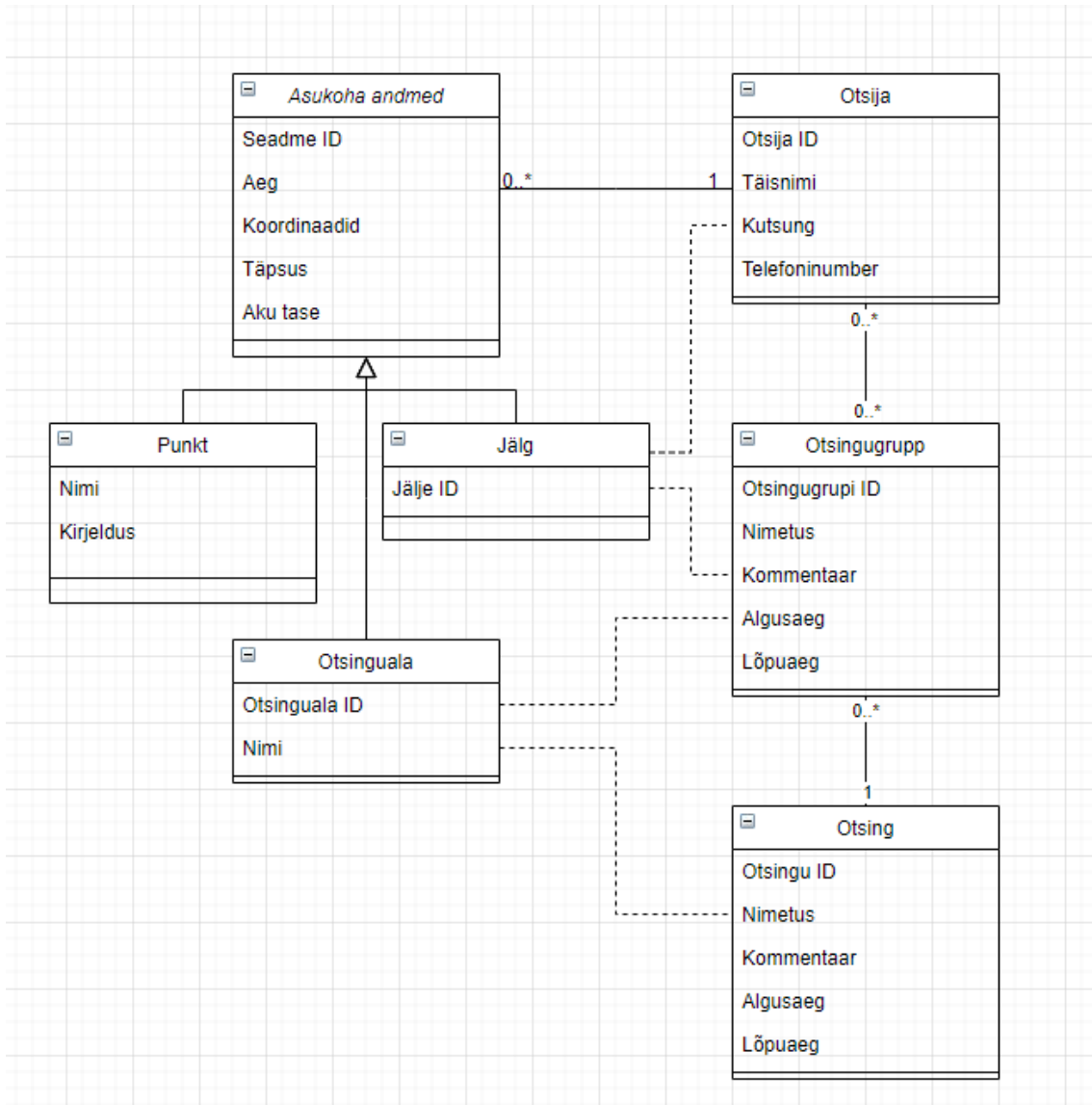
ORA edastab vajadusel valitud seireseadmete asukohainfo POST päringu abil üle HTTPS protokolliga NUGIS API-le, mille kaudu saab seda infot kasutada näiteks politsei või pääste infosüsteemides.



Joonis 7. Paigaldusdiagramm.

5.5 Klassidiagramm

ORA tähtsamad objektid ja nendevahelised seosed on kirjeldatud kasutades UML klassidiagrammi Joonis 8, lk 48.

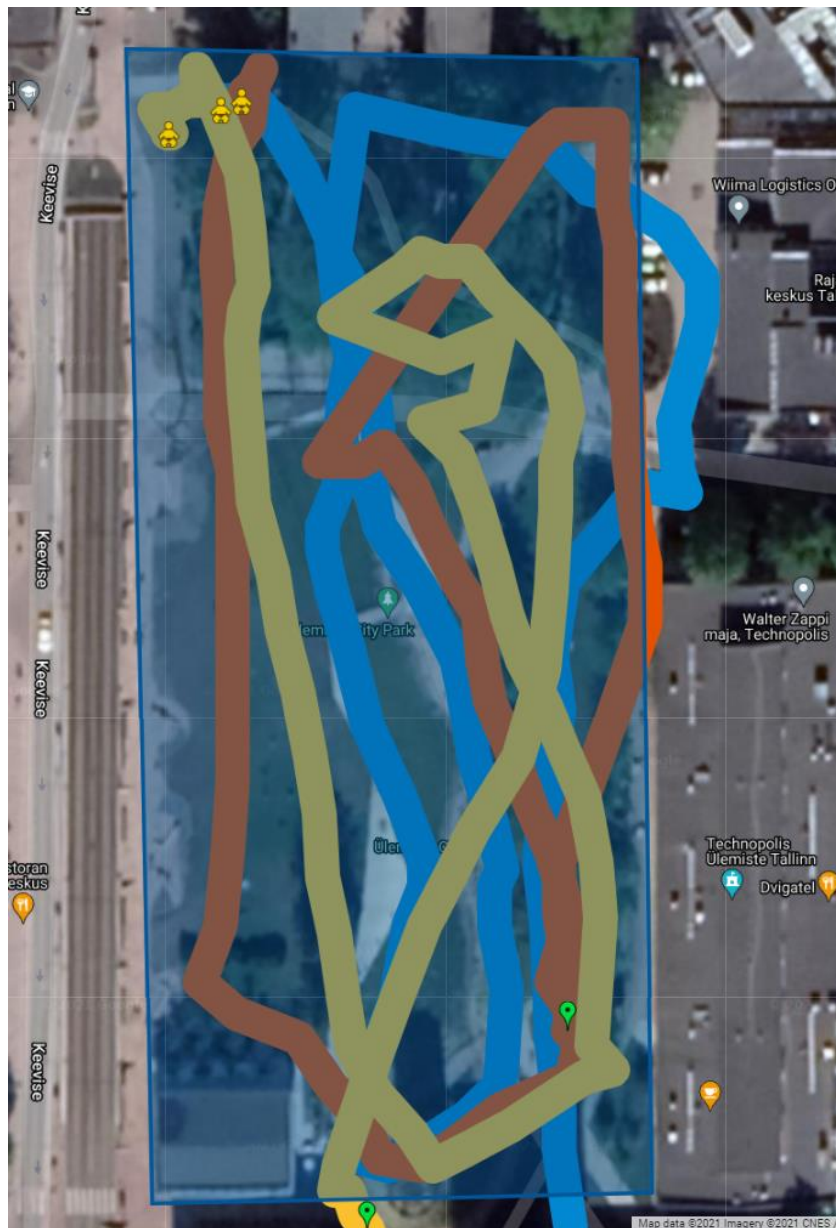


Joonis 8. ORA klassidiagramm.

5.6 Prototüüp

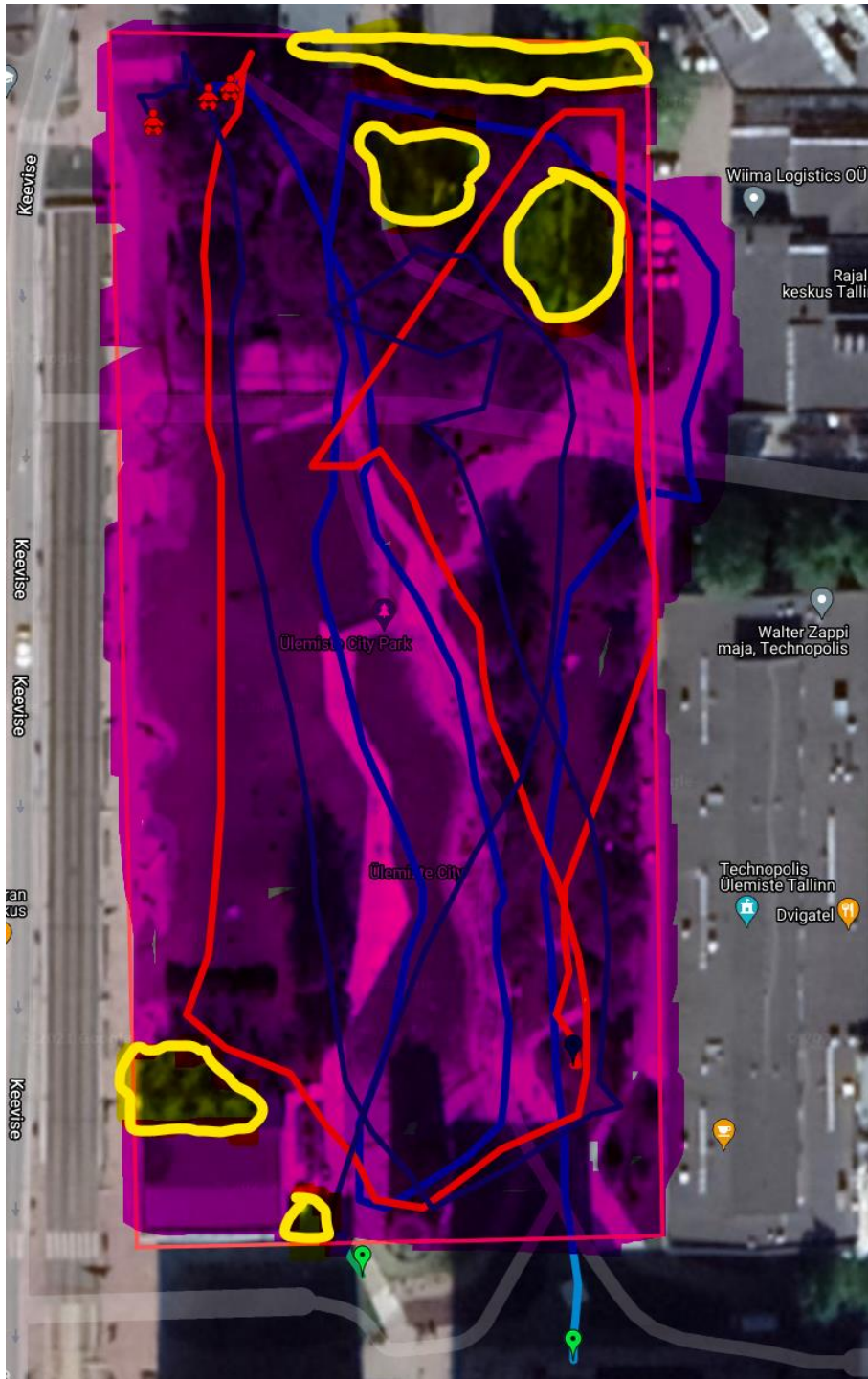
Põhimõtteline vaade, kuidas võiks ORA kaardivaade välja näha on toodud Joonis 9, lk 49. Prototüübil on näidatud otsijate alguspunktid roheliste ikoonidega ja hetkeasukohad kollaste inimesekujuliste ikoonidega. Läbitud rajad on näidatud erivärviliselt, kuid neid

saab seadistada näitama ka sama värvi, et näitlikustada aheliku kaetud ja katmata alasid. Otsinguala on piiratud joonega ja värvitud poolläbipaistva sinise värviga.



Joonis 9. Prototüüp. Ühe otsinguala detailvaade.

Järgneval joonisel (Joonis 10, lk 50) on näidatud põhimõtteline vaade ala läbimise analüüsist, kus puude/põõsastega kaetud alal arvestatakse nähtavust automaatselt väiksemana ja lagendikel suuremana. Läbitud alad on märgitud lillaks, võttes arvesse GPS-jälge ja haljastuse infot kaardilt. ORA suudab automaatselt tuvastada tõenäoliselt katmata alasid, on staabi ja otsijate otsus, kas see info hinnatakse adekvaatseks ja kas minnakse neid kollasega märgitud alasid uuesti kontrollima. Kontrollimist saab teha näiteks koera ja koerajuhiga ning selleks ei ole vaja tervet ahelikku uuesti alale saata.



Joonis 10. Prototüüp.Tõenäoliselt katmata otsinguala tuvastamine.

6 Tulevikuvõimalused

Kuna ORA on mõeldud vabatahtlike otsinguid ja vabatahtlike ning politsei tööd lihtsustama, on peamine kogu ORA arendusprotsessi vältel teha seda iteratiivselt ja inkrementaalselt, valminud süsteemi pidevalt reaalsetele otsingutel testides. Antud analüüs dokumendi annab esmase nimekirja funktsioonidest, mis peaksid vabatahtlike ja politsei tööd otsingutel lihtsustama, arenduse käigus tuleb seda nimekirja pidevalt kontrollida ja vajadusel uuendada ning täiendada.

Mõned ideed, mis lõputöö skoobist välja jäid, kuid mis tulevikus võiks olla arendusideede nimekirjas:

- Masinõppe kasutamine - otsinguala läbimise taktika osas soovitus andmine süsteemi poolt. Arvesse saab võtta varasemaid otsinguid ja läbitud maastikke (info Maa-ameti kaardikihtidelt);
- Omarakendus (*Native*) aheliku juhile, mis näitab ala kaarti ja progressi ala läbimisel. See võimaldaks operatiivselt näidata ära katmata alad ja lihtsustaks navigeerimist. Kasutatav siiski vaid vajaliku kiirusega andmeside olemasolul. Eraldi rakendus oleks veebirakenduse kasutamisest mobiiltelefoni brauseris mugavam;
- Laiendada rakenduse funktsioone otsingukutsete haldamiseks. Politsei abipalve järel saadetakse (RPR-is) vabatahtlikele SMS-id ja lisaks suhtlevad häiregruppide juhid oma grupi liikmetega erinevate sõnumirakenduste või telefoni teel. Info osalejate kohta edastatakse seejärel RPR politsei kontaktisikule, kes annab politseile teada kas ja kui palju umbes inimesi osaleb. Selle infovahetuse saaks (vähemalt osaliselt) teha ORA abil, see annaks võimaluse otsingul osalejate nimekiri koostada suures osas automaatselt, ilma käsitsi andmeid sisestamata.

7 Kokkuvõte

Käesoleva diplomitöö eesmärgiks oli:

- Kaardistada ja võrrelda võimalikud asukohta edastavad seireseadmeid ning analüüsida olemasolevaid tarkvaralahendusi ja nende kasutamise võimalusi;
- Teostada äri- ja süsteemianalüüs ning luua süsteemiarhitektuur vabatahtlike päästjate maastikuotsinguid toetava infosüsteemi (Otsingu Rakendus, ORA) loomiseks.

Diplomitöös keskendus autor PPA-ga koostöölepingut omavate vabatahtlike organisatsioonide vajadustele, kuid intervjueris ka sõltumatult tegutsevaid vabatahtlikke.

Autor tutvustas huvipooltele algset ORA visiooni ning kogus sisendit nõuete ning piirangute osas. Intervjuude tulemuste ja iseseisva analüüsi põhjal kirjeldas autor süsteemi nõuded kasutulugudena ning eraldi mittefunktsionaalsed nõuded ning piirangud. Lisaks kirjeldas AS-IS ja TO-BE äriprotsessid ning lõi süsteemiarhitektuuri.

Saamaks ülevaadet, milliseid asukohta edastavaid seireseadmeid on mõistlik koos ORA-ga kasutada, võrdles autor saadaolevate seadmete omadusi ja võimalusi. Kuna maastikuotsingud võivad toimuda kehva või puuduva mobiililevi piirkonnas, oli eraldi vaatluse all otsingupiirkonnas lokaalse sidepidamise võimalus.

Loodud süsteemiarhitektuur võimaldab seireandmeid vastu võtta erinevate sidekanalite kaudu ja erinevas formaadis. Puuduva internetiühenduse korral on võimalik kasutada lokaalses võrgus seadmeid ja lokaalset andmebaasi ning rakendust. Internetiühenduse taastumisel sünkroniseeritakse andmed kesksesse andmebaasi ja need muutuvad kättesaadavaks kõikidele autoriseeritud kasutajatele.

ORA võimaldab kasutada andmete saamiseks erinevaid sidekanaleid ja formaate. Lisaks otsijatele ja otsingukoortele on teatud otsingutel mõistlik kuvada kaardile ka drooni(de), maastikusõidukite, jne asukohad). ORA üheks eripäraks on kaardil kuvada mitte ainult edastatud asukohta vaid otsija poolt kontrollitud ala. See tähendab, et kaardil on erineva

suurusega jäljed tihedas metsas või avatud maastikul liikuva otsija kohta, samuti saab seadistada jälje laiuse vastavalt drooni kõrgusele ja vaatenurgale. See annab võimaluse vältida nii katmata piirkondi otsingualas kui ka liigset ülekatet. Seeläbi kasutatakse efektiivsemalt nii otsijate kui tehnika ressursi.

Esialguses skoobis on ette nähtud vajadusel asukohaandmete edastamine SMIT poolt arendatavasse NUGIS süsteemi, mille kaudu on võimalik vabatahtlike otsijate reaajalähedast asukohta ning läbitud teekondi kuvada otse politsei infosüsteemides. Lisaks on olemas valmidus ORA-s kasutada NUGIS WMS teenuse abil parema detailsusega kaarte, mis lihtsustab otsingualadel navigeerimist ning loob eeldused otsingutaktika parandamiseks.

Otsingute läbiviimisel ORA abil saab tehtud otsinguid analüüsida ning saadud andmeid kasutada otsingutaktika parandamiseks ja otsijate koolitamiseks.

Diplomitöö seatud eesmärgid said täidetud ning valminud analüüsidokumendi alusel saab alustada arendusprotsessiga. Tulenevalt süsteemi kasutajatele orienteeritusest on valitud agiilne arendusmetoodika. Arenduse käigus tuleb kogutud nõudeid koos süsteemi kasutajatega testida ja vajadusel täiendada.

Kasutatud kirjandus

- [1] Politsei- ja Piirivalveamet, „Politseitöö abivajajate otsingutel - Eksinud ja teadmata kadunud - Politsei- ja Piirivalveamet,“ [Võrgumaterjal]. Available: <https://www.politsei.ee/et/juhend/eksinud-ja-teadmata-kadunud/politseitoo-abivajajate-otsingutel>. [Kasutatud 27 04 2021].
- [2] Cybernetica AS, „AKIT - Andmekaitse ja infoturbe leksikon,“ [Võrgumaterjal]. Available: <https://akit.cyber.ee/>. [Kasutatud 20 04 2021].
- [3] aprs.fi, „Aprs.fi user guide,“ [Võrgumaterjal]. Available: <https://aprs.fi/doc/guide/guide.html>. [Kasutatud 27 04 2021].
- [4] Topografix, „GPX: the GPS Exchange Format,“ [Võrgumaterjal]. Available: <https://www.topografix.com/gpx.asp>. [Kasutatud 28 04 2021].
- [5] Federal Communications Commission, „Multi-Use Radio Service (MURS),“ [Võrgumaterjal]. Available: <https://www.fcc.gov/wireless/bureau-divisions/mobility-division/multi-use-radio-service-murs>. [Kasutatud 28 04 2021].
- [6] J. Roosaare, K. Mõisja ja R. Aunap, Geoinformaatika, Tartu: Tartu Ülikooli kirjastus, 2019.
- [7] Päästeamet, „Päästemaeti strateegia aastani 2025. 2. täiendatud trükk,“ Päästeamet, Tallinn, 2016.
- [8] Politsei- ja Piirivalveamet, „Vabatahtlike kaasamine - Eksinud ja teadmata kadunud,“ [Võrgumaterjal]. Available: <https://www.politsei.ee/et/juhend/eksinud-ja-teadmata-kadunud/vabatahtlike-kaasamine>. [Kasutatud 07 03 2021].
- [9] Vabatahtlik Resrvpäästerühm, „Päästerühmast,“ [Võrgumaterjal]. Available: <https://www.rpr.ee/>. [Kasutatud 21 Veebruar 2021].
- [10] MTÜ ESTSAR, „Tegevused,“ [Võrgumaterjal]. Available: <http://www.estsar.ee/index.php/tegevused>. [Kasutatud 29 04 2021].
- [11] A. Rüütel, „Teadmata kadunud,“ [Võrgumaterjal]. Available: <https://kadunud.ee/tutvustus>. [Kasutatud 28 04 2021].
- [12] Siseministeeriumi infotehnoloogia- ja arenduskeskus, „Siseministeeriumi infotehnoloogia- ja arenduskeskus,“ [Võrgumaterjal]. Available: <https://www.smit.ee/>. [Kasutatud 11 05 2021].
- [13] „Isikuandmete kaitse määruse kohane andmekaitse,“ Euroopa Komisjon, [Võrgumaterjal]. Available: https://europa.eu/youreurope/business/dealing-with-customers/data-protection/data-protection-gdpr/index_et.htm. [Kasutatud 22 04 2021].
- [14] VersionOne Inc., „14th annual State of Agile,“ Digital.ai, 2020.
- [15] „Introduction To OMG UML, Unified Modeling Language.,“ 07 2005. [Võrgumaterjal]. Available: <https://www.uml.org/what-is-uml.htm>. [Kasutatud 22 04 2021].
- [16] M. Cohn, User Stories Applied, Crawfordsville. Indiana: Pearson Education, Inc, 2012.
- [17] P. Leis, „TARKAVA. NÕUETE HALDUS TARKVARAARENDUSPROTSESSIS (1)“.

- [18] M. P. Jari A. Laukkanen, M. Tanjaniina Laukkanen ja M. P. Setor K. Kunutsor, „Cardiovascular and Other Health Benefits of Sauna Bathing: A Review of the Evidence,“ *Mayo Clinic Proceedings*, kd. August 2018, nr 93, pp. 1111-1121, 2018.
- [19] C. Robson, *Writing a research proposal '13*, Blackwell, 2002.
- [20] National Coordination Office for Space-Based Positioning, Navigation, and Timing, „GPS Accuracy,“ [Võrgumaterjal]. Available: <https://www.gps.gov/systems/gps/performance/accuracy/>. [Kasutatud 22 04 2021].
- [21] B. Bruninga, „Automatic Packet Reporting System,“ [Võrgumaterjal]. Available: <http://www.aprs.org/>. [Kasutatud 22 04 2021].
- [22] Garmin, „Developer Guide for IPCInbound,“ Garmin, 2019.
- [23] Levikom Eesti OÜ, „NORAnet - Levikom,“ Levikom, [Võrgumaterjal]. Available: <https://www.levikom.ee/noranet/>. [Kasutatud 10 04 2021].
- [24] Queclink Wireless Solutions Co Ltd, „GL300 | Queclink,“ [Võrgumaterjal]. Available: <https://www.queclink.com/product/gl300/>. [Kasutatud 20 04 2021].
- [25] Telia Eesti AS, „Nutitelefonid - Telia,“ [Võrgumaterjal]. Available: <https://pood.telia.ee/nutitelefonid?featureFilter%5Bvee-ja-tolmukindel%5D=true>. [Kasutatud 20 04 2021].
- [26] Digital Matter, „Oyster2 Battery Powered GPS Tracker Tech Specs,“ [Võrgumaterjal]. Available: <https://www.digitalmatter.com/devices/oyster2/tech-specs/>. [Kasutatud 21 04 2021].
- [27] Garmin Ltd, „Garmin Alpha® 100 | GPS Dog Tracker,“ [Võrgumaterjal]. Available: <https://buy.garmin.com/en-US/US/p/107225/pn/010-01041-20#specs>. [Kasutatud 21 04 2021].
- [28] Garmin Ltd, „Garmin TT™ 15 Dog Device | GPS Tracker for Dogs,“ [Võrgumaterjal]. Available: Garmin Alpha® 100 | GPS Dog Tracker. [Kasutatud 21 04 2021].
- [29] P. Põldsam, Interviewee, *Juhatus aseesimees, tegevdirektor*. [Intervjuu]. 19 03 2021.
- [30] Ø. Hanssen, „Position Tracking and GIS in Search and Rescue Operations,“ %1 *Crisis Management - Theory and Practice*, IntechOpen, 2018.
- [31] NRRL, „Polaric Server,“ [Võrgumaterjal]. Available: <http://aprs.no/dokuwiki/doku.php/polaricserver>. [Kasutatud 26 04 2021].
- [32] L. S. Sterling, *The Art of Agent-Oriented Modeling*, London: The MIT Press, 2009.

Lisa 1 – Lihtlitsents lõputöö reprodutseerimiseks ja lõputöö üldsusele kättesaadavaks tegemiseks¹

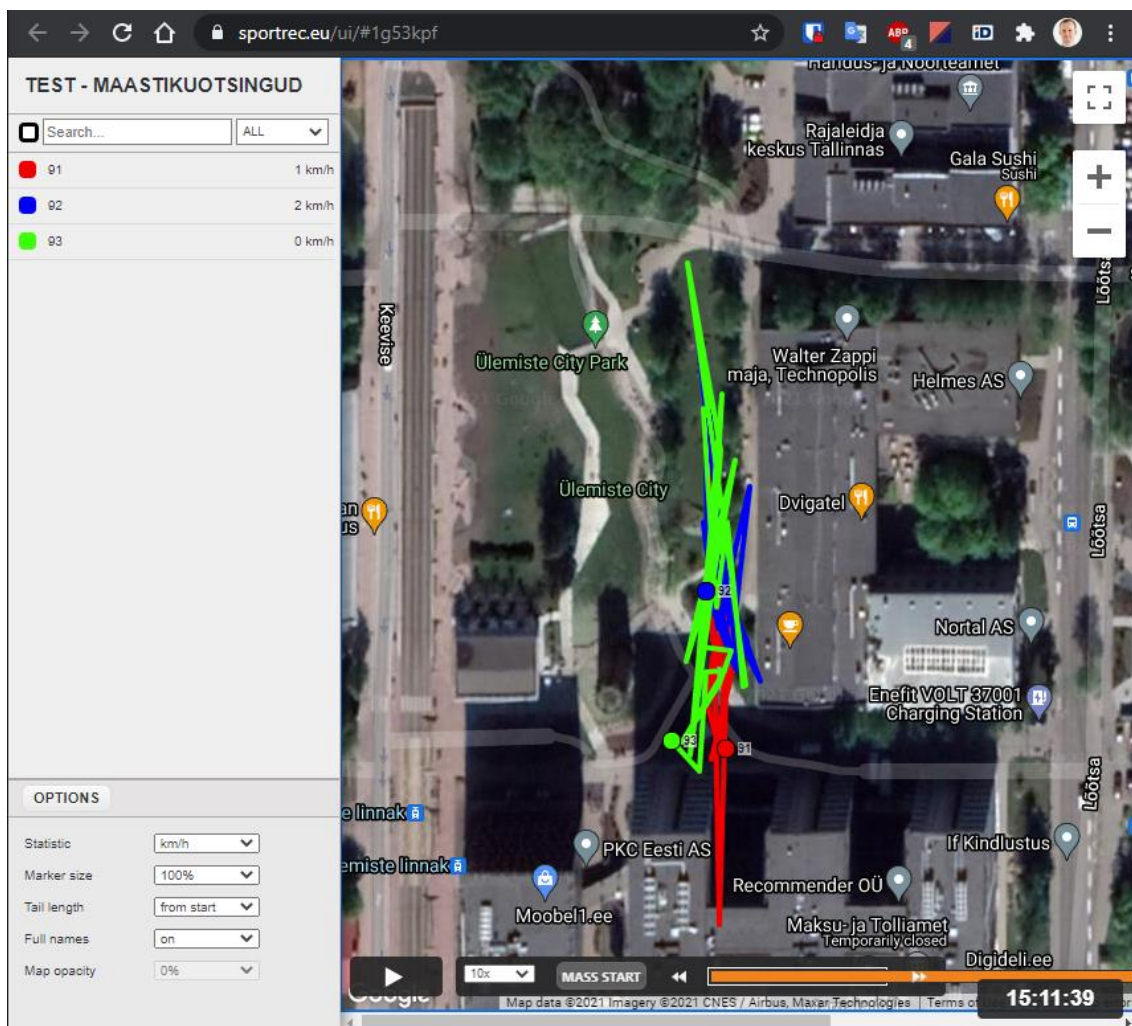
Mina, Heiki Naagel

1. Annan Tallinna Tehnikaülikoolile tasuta loa (lihtlitsentsi) enda loodud teose „Maastikuotsingute läbiviimist toetava infosüsteemi analüüs“, mille juhendaja on Maili Markvardt
 - 1.1. reprodutseerimiseks lõputöö säilitamise ja elektroonse avaldamise eesmärgil, sh Tallinna Tehnikaülikooli raamatukogu digikogusse lisamise eesmärgil kuni autoriõiguse kehtivuse tähtaja lõppemiseni;
 - 1.2. üldsusele kättesaadavaks tegemiseks Tallinna Tehnikaülikooli veebikeskkonna kaudu, sealhulgas Tallinna Tehnikaülikooli raamatukogu digikogu kaudu kuni autoriõiguse kehtivuse tähtaja lõppemiseni.
2. Olen teadlik, et käesoleva lihtlitsentsi punktis 1 nimetatud õigused jäävad alles ka autorile.
3. Kinnitan, et lihtlitsentsi andmisega ei rikuta teiste isikute intellektuaalomandi ega isikuandmete kaitse seadusest ning muudest õigusaktidest tulenevaid õigusi.

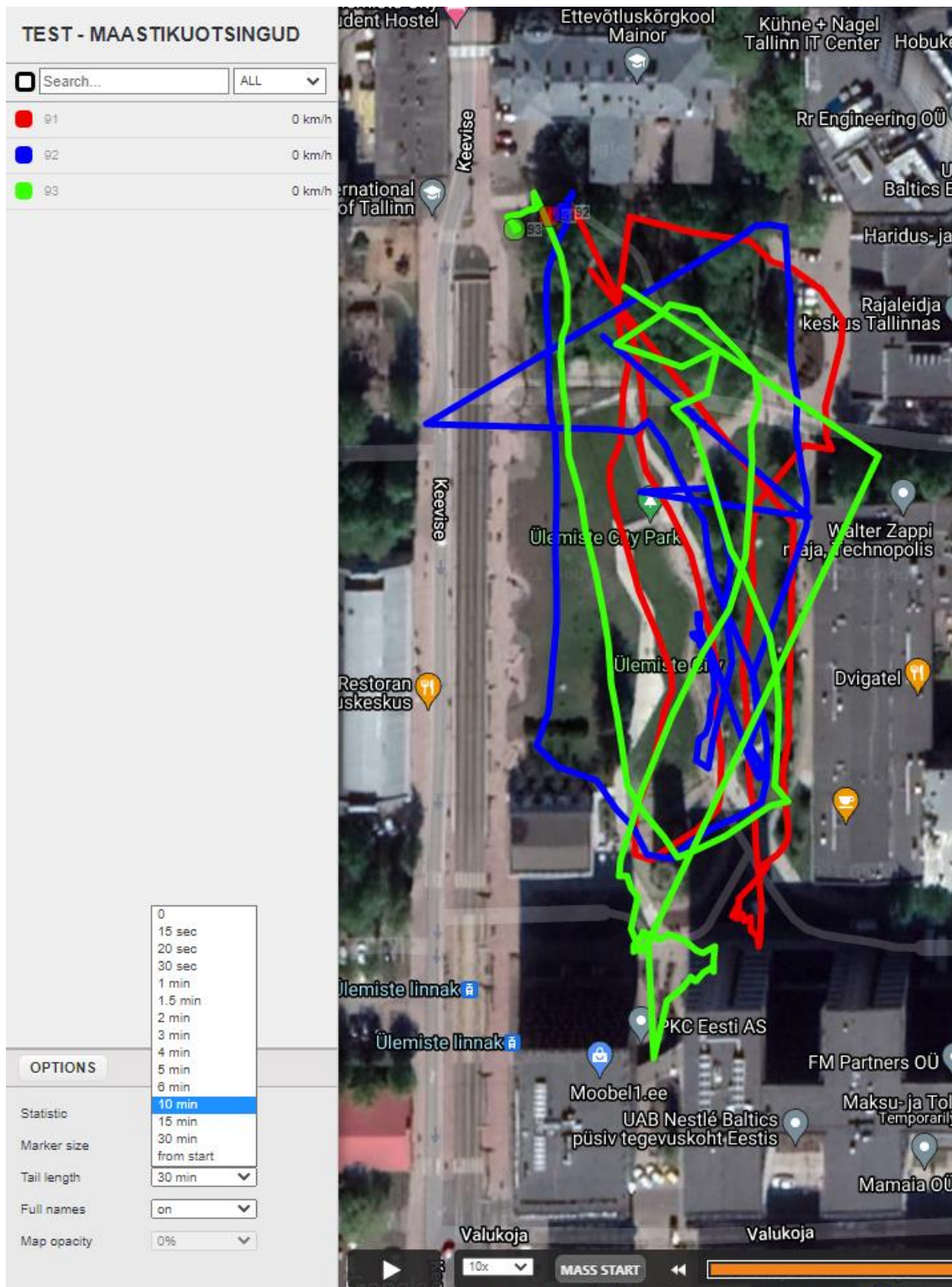
15.05.2021

¹ Lihtlitsents ei kehti juurdepääsupiirangu kehtivuse ajal vastavalt üliõpilase taotlusele lõputööle juurdepääsupiirangu kehtestamiseks, mis on allkirjastatud teaduskonna dekaani poolt, välja arvatud ülikooli õigus lõputööd reprodutseerida üksnes säilitamise eesmärgil. Kui lõputöö on loonud kaks või enam isikut oma ühise loomingu tegevusega ning lõputöö kaas- või ühisautor(id) ei ole andnud lõputööd kaitsvale üliõpilasele kindlaksmääratud tähtajaks nõusolekut lõputöö reprodutseerimiseks ja avalikustamiseks vastavalt lihtlitsentsi punktidele 1.1. ja 1.2, siis lihtlitsents nimetatud tähtaja jooksul ei kehti.

Lisa 2 – Sportrec.eu veebikeskkonna kuvatõmmised

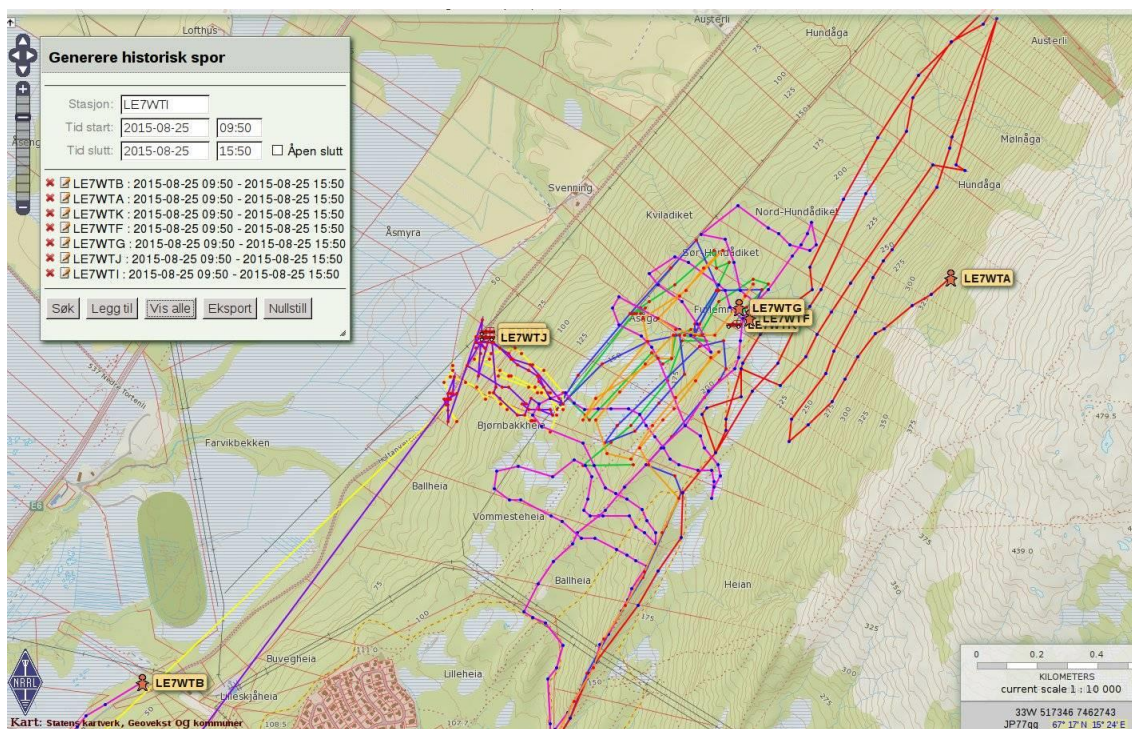


Joonis 11. Samas asukohas (1 meetri raadiuses) oleva kolme GPS seadme asukohainfo triiv peale sisselülitamist. Arvatav põhjus signaalipegeldused hoonete pealt. (Allikas: sportrec.eu).

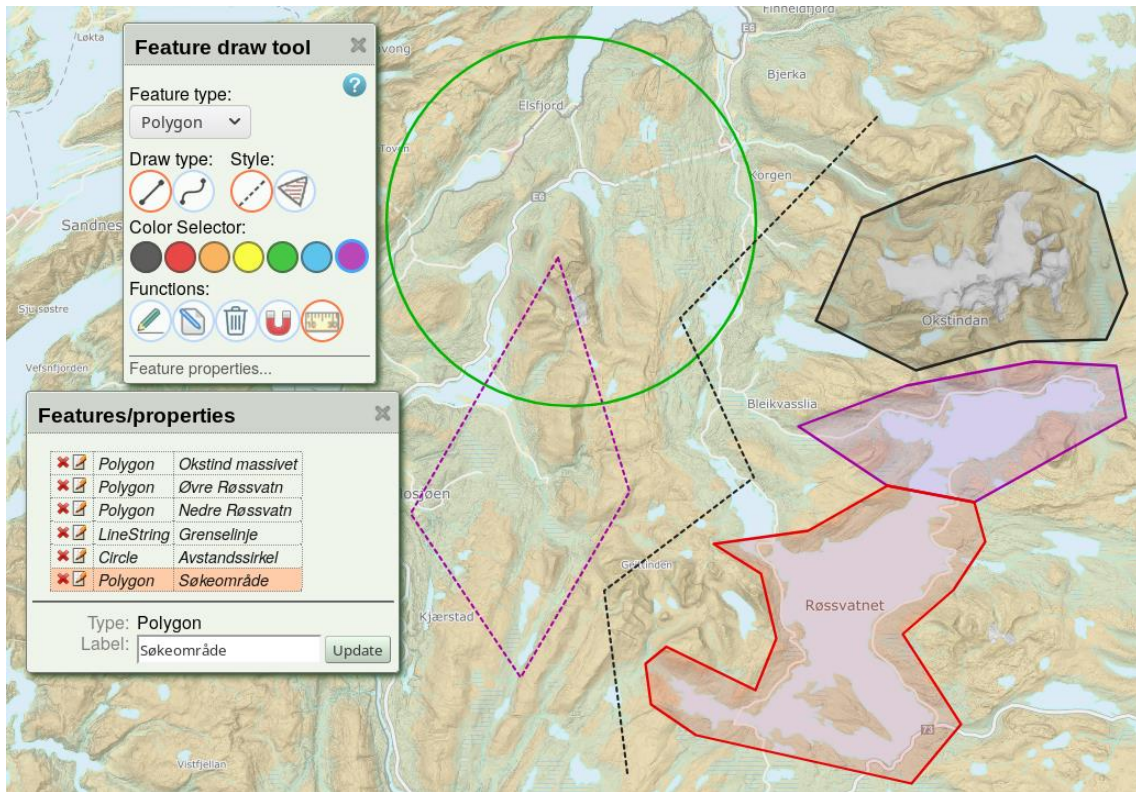


Joonis 12. Sportrec.eu kuvatõmmis. All vasakul on näha eelvalikud jälje ajalise kuvamise pikkuse osas.

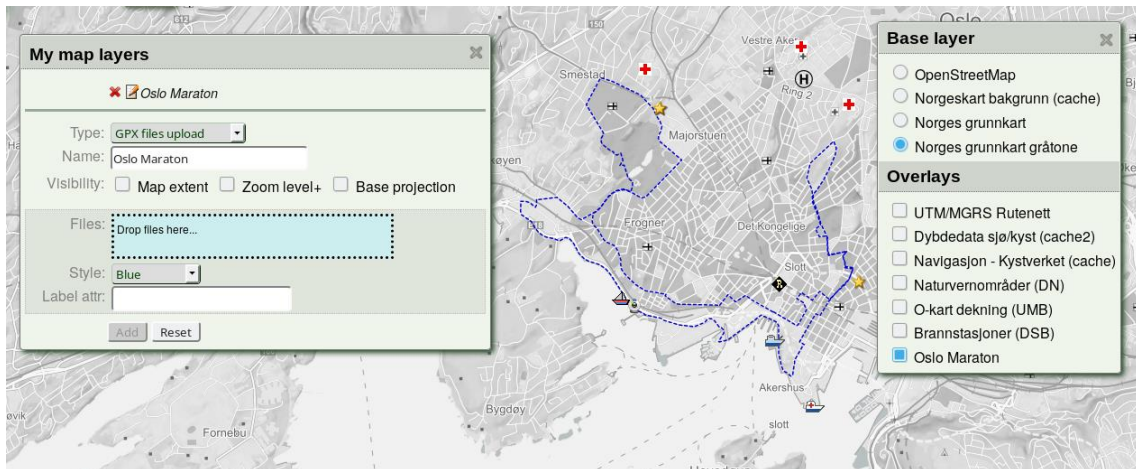
Lisa 3 – Polaric Server (aprs.no) kuvatõmmised



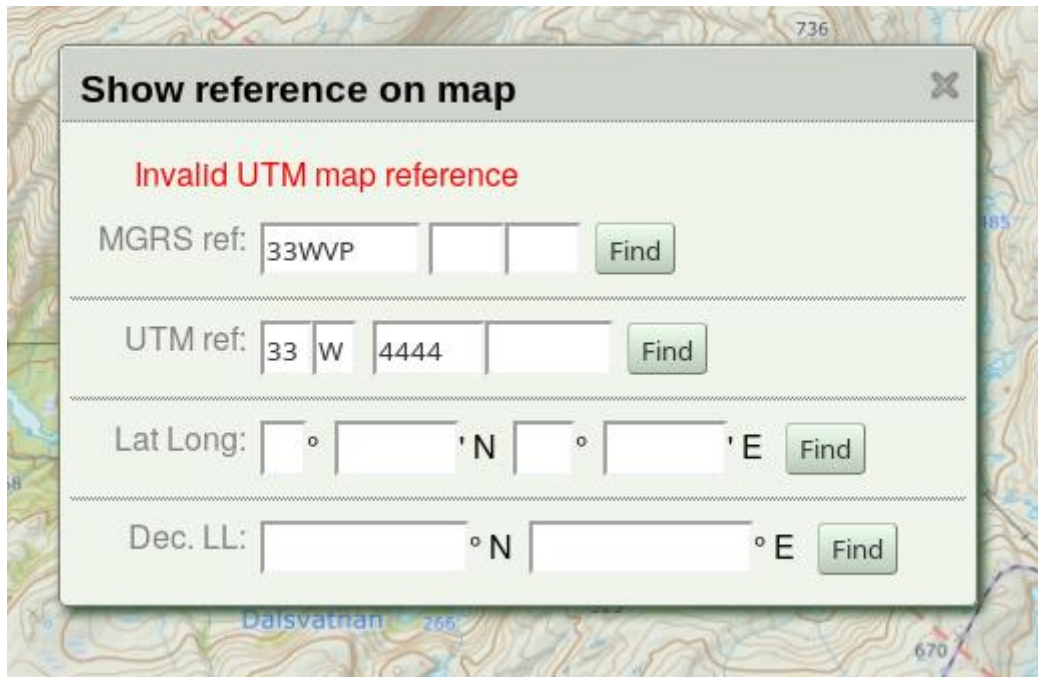
Joonis 13. aprs.no keskkonnas ajalooliste otsingute kuvamine (Allikas: aprs.no).



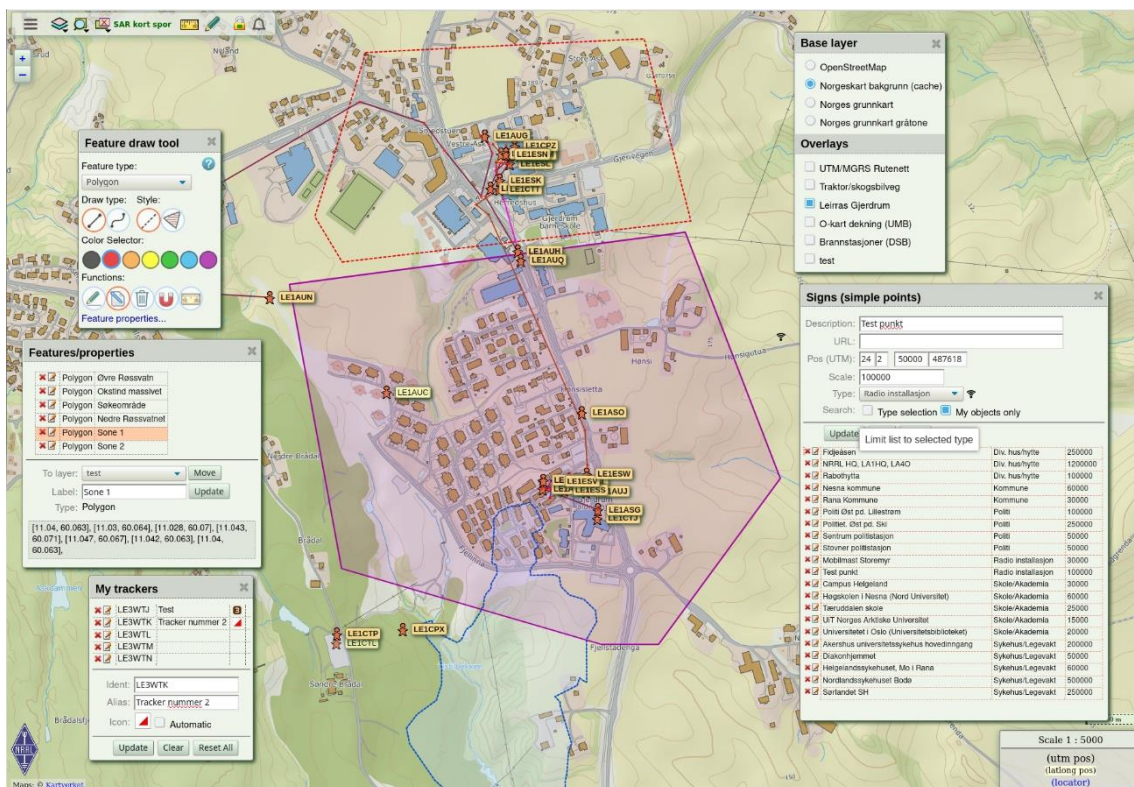
Joonis 14. aprs.no keskkonnas (otsingu)alade märkimine kaardile (Allikas: aprs.no).



Joonis 15. aprs.mo keskkonnas kaardikihtide valimine (Allikas: aprs.no).

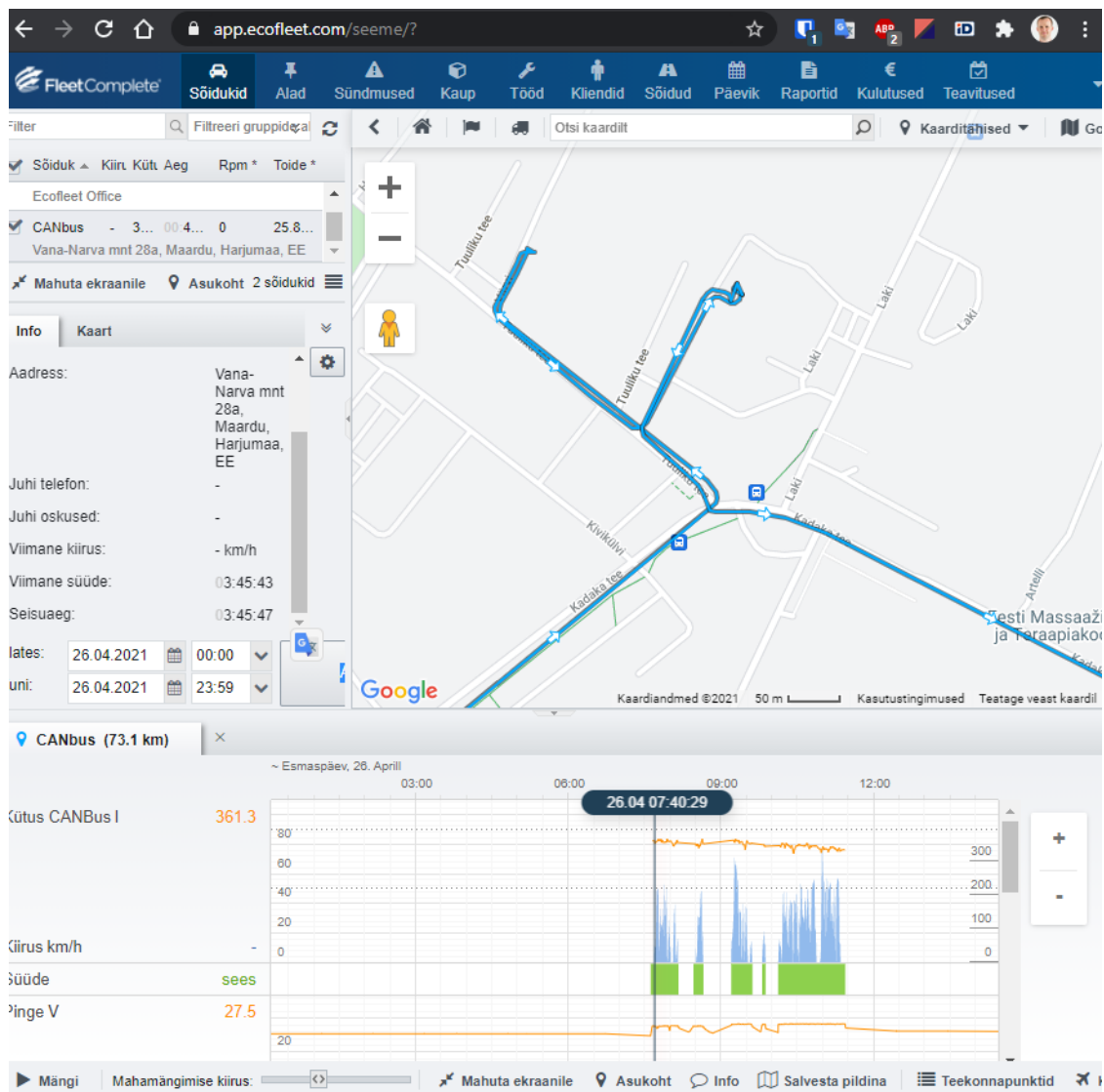


Joonis 16. aprs.no keskkonnas koordinaatpunkti leidmine (Allikas: aprs.no).



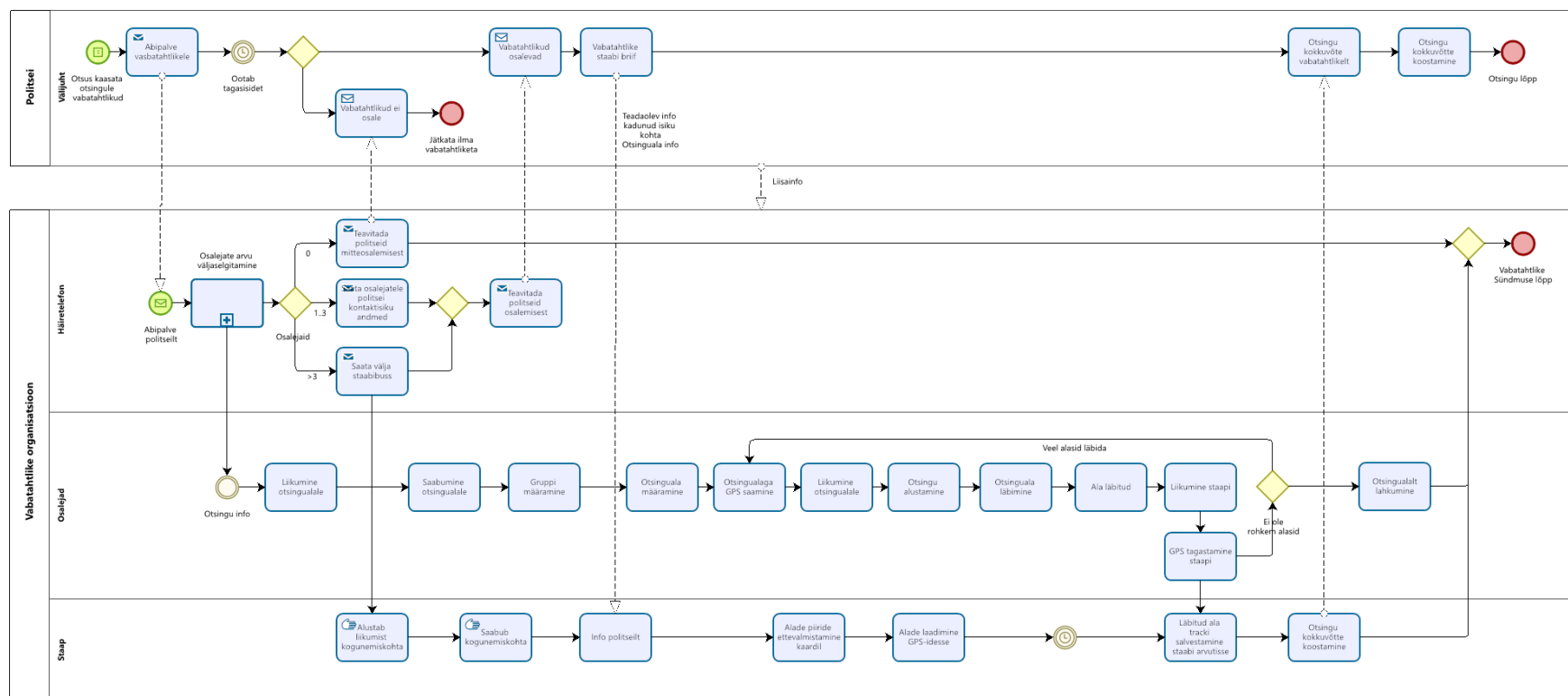
Joonis 17. aprs.no keskkonnas üks võimalikke vaateid operatiivinfo kuvamiseks (Allikas: aprs.no).

Lisa 4 – Fleet Complete (app.ecofleet.com) kuvatõmmis



Joonis 18. Fleet Complete kuvatõmmis (Allikas: app.ecofleet.com).

Lisa 5 – AS-IS protsessi detailvaade



Joonis 19. AS-IS otsinguprotsess.