

TALLINNA TEHNIKAÜLIKOOL
Infotehnoloogia teaduskond

Silver Solnask 192121IAAM

Mehitamata õhusõidukite kaardirakenduse analüüs Lennuliiklusteeninduse AS-is

Magistritöö

Juhendajad: Nadežda Furs
MBA

Kreet Solnask
MSc

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: Silver Solnask

20.05.2021

Annotatsioon

Käesoleva töö eesmärgiks on läbi viia mehitamata õhusõidukite käitajatele ehk teisisõnu droonipilootidele mõeldud ja lennuinfot kuvava kaardirakenduse analüüs ning välja pakkuda võimalikud lahendused kaardirakenduse kasutajatele. Töö kirjutamise hetkel ei ole Eestis toimivat lennundusalast kaardirakendust, mis kuvaks nii staatilist (avaldatud õhuruumi osad, mis ajas ei muutu) kui ka dünaamilist õhuruumi informatsiooni (ajutised piirangutega õhuruumi osad, mis kehtestatakse näiteks *Rally Estonia* või Laulupeo ajaks nende toimumispaiga kohale) nii, et droonipilootidel oleks hea lendu ühes rakenduses ette valmistada.

Spetsiaalset lennundusalast kaardirakendust saavad kasutada kõik, kellel on oluline saada lennundusalast informatsiooni, kuid antud töös keskendutakse peamiselt mehitamata õhusõidukite käitajatele ehk droonipilootidele ja nende vajadustele.

Tulenevalt Euroopa Liidu komisjoni rakendusmäärustest ja Eesti seadusandlusest on igal EL liikmesriigil kohustus kuvada lennunduses olulist informatsiooni kindlas digitaalses vormis. Hetkel selline nõuetele vastav rakendus Eestil puudub, kuid 2020 aasta lõpuga rakendunud määruse kohaselt tuleb see igal riigil luua ning hoida seda ajakohasena.

Käesoleva magistritöö eesmärgiks on läbi viia mehitamata õhusõidukite kaardirakenduse analüüs, mille käigus selgitatakse välja:

- rahvusvahelised parimad praktikad sarnaste kaardirakenduste väljatöötamisel;
- seadusandlusest tulenevad kohustused;
- milliseid erinevate andmehaldajate ruumilisi andmeid on vaja kuvada ja kuidas neid loodava kaardirakendusega liidestada;
- millised on kasutajate vajadused/nõuded loodavale kaardirakendusele.

Lõputöö on kirjutatud eesti keeles ning sisaldab teksti 75 leheküljel, 6 peatükki, 28 joonist, 16 tabelit.

Abstract

Analysis of Unmanned Aircraft Map Application in Lennuliiklusteeninduse AS

The aim of this work is to perform an analysis of a map application for unmanned aircraft operators, in other words, drone pilots and displaying flight information, and to propose possible solutions to the users of the map application. At the time of writing, there is no such aviation map application in Estonia that would display both static (published airspaces with certain restrictions that does not change) and dynamic airspace information (e.g. prohibited temporary airspace published over special events such as Rally Estonia or Estonian Song Celebration) so that drone pilots would be capable at preparing a flight in one application.

The special aeronautical chart application can be used by anyone who needs to receive aeronautical information, but in this work main focus is on drone pilots and their needs.

Due to the implementing regulations of the European Commission and Estonian legislation, each EU member state has an obligation to display important flight information in aviation in a certain digital format. At the moment, Estonia does not have such a compliant application, but according to the regulation implemented at the end of 2020, each country must create it and keep it up to date.

The aim of this master's thesis is to perform an analysis of the unmanned aircraft map application, in the course of which it is found out:

- international best practices in the development of similar mapping applications;
- obligations arising from legislation;
- what spatial data of different data managers need to be displayed and how to interface them with the map application to be created;
- what are the needs / requirements of the users for the map application to be created.

The thesis is in estonian and contains 75 pages of text, 6 chapters, 28 figures, 16 tables.

Lühendite ja mõistete sõnastik

ADS-B	<i>Automatic dependent surveillance-broadcast</i> , õhusõidukite automaatse seire meetod.
AIM	<i>Aeronautical Information Management</i> , lennundusteabe digitaalne haldamine ja jagamine teiste osapooltega
AIP	<i>Aeronautical Information Publication</i> , lennuliiklusteeninduse poolt väljaantav toode, mis sisaldab staatilist aeronavigatsioonilist infot.
AIS	<i>Aeronautical Information Service</i> , aeronavigatsiooniteenus
AIXM	<i>Aeronautical Information Exchange Model</i> , failivorming, mida kasutatakse lennundusalase teabe digitaalseks edastamiseks
BPMN	<i>Business Process Modelling and Notation</i> , äriprotsesside modelleerimise notatsioon
BVLOS	<i>Beyond visual line of sight</i> , mehitamata õhusõiduki käitamine väljaspool visuaalset otsenähtavust
EAD	<i>European AIS Database</i> , Eurocontroli hallatav andmebaas, mis sisaldab lennundusalast informatsiooni.
EANS	<i>Estonian Air Navigation Services</i> , Lennuliiklusteeninduse AS
EASA	<i>European Union Aviation Safety Agency</i> , Euroopa Lennundusohutuse Amet
Eurocontrol	Euroopaülene organisatsioon, mis edendab tsiviil- ja militaarlennundust.
GIS	<i>Geographical Information System</i> , geoinfosüsteem, mis võimaldab koguda, hallata, säilitada, analüüsida ja kuvada ruumiandmeid
GOF 2.0	<i>Gulf of Finland U-Space project</i> , Eesti ja Soome vaheline mehitamata õhusõidukite lennuliiklust korraldav koostööprojekt
IATA	<i>International Air Transport Association</i> , Rahvusvaheline Lennutranspodi Ühendus
ICAO	<i>International Civil Aviation Organization</i> , Rahvusvaheline Tsiviillennunduse Organisatsioon
IFR	<i>Instrument Flight Rules</i> , lendamine instrumentaal-lennureeglite järgi
LTO	Lennuinfo talitluse osakond
NFZ	<i>No-Fly Zone</i> , lendamiseks keelatud ala

RPAS	<i>Remotely Piloted Aircraft System</i> , kaugjuhitud õhusõiduki süsteem
NOTAM	<i>Notice To Airmen</i> , lennunduses kasutatav kiireloomuline teade
SESAR	<i>Single European Sky ATM Research</i> ,
UAS	<i>Unmanned Aircraft System</i> , mehitamata lennubahendite süsteem
UAV	<i>Unmanned Aircraft Vehicle</i> , mehitamata õhusõiduk
U-Space	Mehitamata õhusõidukite lennuliikluskorraldamine
UTM	<i>Unmanned Aircraft System Traffic Management</i> , mehitamata õhusõidukite lennuliikluskorraldus
VFR	<i>Visual Flight Rules</i> , lendamine visuaal-lennureeglite järi.
VLOS	<i>Visual line of sight</i> , mehitamata õhusõiduki käitamine visuaalse otse-nähtavuse piires
X-GIS	Maa-ameti kaardirakendus

Sisukord

Sissejuhatus	13
1 Probleemi kirjeldus ja ülesande püstitus	14
1.1 Ettevõtte tutvustus.....	15
1.2 Huvitatud osapooled	17
1.3 Regulatsioonid ja üldine taust.....	18
1.4 Töö skoop	21
2 Kirjandusallikate ülevaade	23
2.1 Küsimustik.....	23
2.2 Kasutusmallid	24
2.3 Andmevoo diagramm	28
2.4 Äriprotsesside haldamine (BPM).....	29
2.5 SWOT-analüüs.....	30
3 Metoodika ja analüüsivahendid	32
3.1 Nõuete kogumise metoodikad	32
3.2 Nõuete kirjeldamise metoodikad	33
3.2.1 AS-IS äriprotsess	33
3.2.2 TO-BE äriprotsess	37
3.2.3 Lahenduste võrdlemine.....	41
4 Lahenduse kirjeldus.....	43
4.1 Funktsionaalsed nõuded.....	43
4.1.1 Funktsionaalsete nõuete kogumine küsimustikuga	43
4.1.2 Kasutusmalli diagramm.....	48
4.1.3 Kasutusmalli kirjeldused	50
4.1.4 Andmevoo diagramm	58
4.2 Mittefunktsionaalsed nõuded.....	60
4.3 Vajalikud andmed ja liidestused	65
4.4 Prototüüp.....	69
5 Alternatiivide võrdlus	80

6	Kokkuvõte ja järeldused	86
	Kasutatud kirjandus	88
	Lisa 1 – Lihtlitsents lõputöö reprodutseerimiseks ja lõputöö üldsusele kättesaadavaks tegemiseks	90
	Lisa 2 – Küsitlus kaardirakenduse funktsionaalsuse kohta droonipilootidele.....	91
	Lisa 3 – Kaardirakenduste ülevaade Euroopa riikides	100
	Lisa 4 – Mehitamata õhusõiduki kaardirakenduse kasutusmallid	102

Jooniste loetelu

Joonis 1. EANS ettevõtte struktuur alates 2021. aastast (allikas: EANS siseveeb)	16
Joonis 2. Lennuliiklusteeninduse AS (EANS) huvitatud osapoolte joonis ehk <i>stakeholder's diagramm</i>	18
Joonis 3 Äriprotsesside haldamise elutsükkel Dumas <i>et al.</i> järgi [13].	30
Joonis 4. Mehitamata õhusõiduki lennuloa taotlemise AS-IS protsess. (Autori koostatud)	34
Joonis 5. Mehitamata õhusõiduki lennuloa taotlemise TO-BE protsessi BPMN diagramm. (Autori koostatud)	39
Joonis 6. Lennuala defineerimine kaardil protsessi BPMN diagramm. (Autori koostatud)	40
Joonis 7. Küsimustikule vastanute droonipilootide jaotumine.	43
Joonis 8. Vastanute jaotus kaardirakenduse vajalikkusest.	45
Joonis 9. NOTAM teadetega aktiveeritud alade kuvamise olulisus kaardirakenduses. .	46
Joonis 10. Lennuloa taotlemise funktsionaalsus kaardirakenduses.	46
Joonis 11. Lennuala valideerimise olulisus kehtiva õhuruumiga.	47
Joonis 12. Kaardirakenduse kasutusmallide diagramm. (Autori koostatud)	49
Joonis 13. Lennuloa taotlemise protsessi andmevoo diagramm. (Autori koostatud)	59
Joonis 14. Mehitamata õhusõiduki kaardirakenduse maandumislehe vaade.	69
Joonis 15. Mehitamata õhusõiduki kaardirakenduse sisselogimislehe vaade.	70
Joonis 16. Mehitamata õhusõiduki kaardirakenduse avalehe vaade.	71
Joonis 17. Mehitamata õhusõiduki kaardirakenduse NOTAM teadete lugemise vaade.	72
Joonis 18. Mehitamata õhusõiduki kaardirakenduse NOTAMiga aktiveeritud alade kuvamise vaade.	72
Joonis 19. Mehitamata õhusõiduki kaardirakenduse lennuloa taotluse vaade nr 1.	73
Joonis 20. Mehitamata õhusõiduki kaardirakenduse lennuloa taotluse vaade nr 2.	74
Joonis 21. Mehitamata õhusõiduki kaardirakenduse lennuloa taotluse vaade nr 3.	75
Joonis 22. Mehitamata õhusõiduki kaardirakenduse lennuloa taotluse vaade nr 4.	76
Joonis 24. Mehitamata õhusõiduki kaardirakenduse lennuloa taotluse vaade nr 6.	77
Joonis 25. Mehitamata õhusõiduki kaardirakenduse lennuloa taotluse vaade nr 7.	78
Joonis 26. Mehitamata õhusõiduki kaardirakenduse lennuloa taotluse vaade nr 8.	78

Joonis 27. Mehitamata õhusõiduki kaardirakenduse vaade välja lülitatud lennundusalaste kaardikihtidega.....	79
Joonis 28. Kaardirakenduste kogukulude võrdlus 10 aasta jooksul.....	85

Tabelite loetelu

Tabel 1. Cockburn'i kasutusmalli põhi koos kontrollküsimumustega [10].....	26
Tabel 2. Kasutusmall „Lennuala defineerimine kaardil“.....	50
Tabel 3. Kasutusmall „Lennuala valideerimine õhuruumis“.....	52
Tabel 4. Kasutusmall Lennuala kinnitamine“.....	55
Tabel 5. Kasutusmall „Lennuloa taotluse edastamine“.....	56
Tabel 6. Mittefunktsionaalsed nõuded kaardirakendusele.....	61
Tabel 7. Kaardirakenduses kuvatavad geograafilised alad.....	66
Tabel 8. Kaardirakenduse funktsionaalsused ja nende olulisus.....	67
Tabel 9. Mehitamata õhusõiduki kaardirakenduse SWOT.....	80
Tabel 10. Lihtsa ja minimaalse alternatiivi SWOT.....	82
Tabel 11. Kaardirakenduste arendamise- ja hoolduskulude võrdus.....	83
Tabel 12. Kasutusmall „Rakendusse sisse logimine“.....	102
Tabel 13. Kasutusmall „Lennuloa saamine“.....	104
Tabel 14. Kasutusmall "Isikuandmete uuendamine".....	105
Tabel 15. Kasutusmall "Registreeritud drooni lisamine kasutajale".....	107
Tabel 16. Kasutusmall "Kuvatavate kaardikihtide valik kaardil".....	109

Sissejuhatus

Käesoleva magistritöö eesmärgiks on läbi viia Lennuliiklusteeninduse AS-i poolt loodava lennundusalast informatsiooni kuvava kaardirakenduse analüüs, mis aitab mehitamata õhusõiduki käitajatel ehk droonipilootidel lendu ette valmistada ning mis kuvab olulist lennundusalast ruumilist informatsiooni spetsiaalses kaardirakenduses.

Töö kirjutamise ajal Eestis vastav kaardirakendus puudub, mis kuvaks nii staatilisi ehk püsivaid õhuruumi andmeid, dünaamilisi ajas muutuvaid andmeid kui ka lennunduses kasutatavad kiireloomulisi teated (NOTAM – *Notice to Airmen*), mis paigutaks need teated kaardil geograafiliselt õigesse asukohta.

Töö käigus selgitatakse välja:

- rahvusvahelised parimad praktikad sarnaste kaardirakenduste väljatöötamisel;
- millised on kasutajate vajadused ja nõuded loodavale kaardirakendusele;
- milliseid erinevate andmehaldajate ruumilisi andmeid on vaja kuvada ja kuidas neid loodava kaardirakendusega liidestada.

1 Probleemi kirjeldus ja ülesande püstitus

Droonipilootidele (sh ka kõikidele teistele lennundusvaldkonnas tegutsevatele inimestele) edastatakse lennuinfot kahel viisil – kiireloomuliste teadete ehk NOTAM teadetega ja statsionaarset lennundusalast infot sisaldava AIP väljaande kaudu. NOTAM teadetega avaldatakse näiteks ajutisi kõrgeid takistusi (nt. kraanade asukohad) või suletakse erinevaid õhuruumi osasid – laulupeo ajal aktiveeritakse lennukeelu tsoon lauluväljaku kohal, WRC *Rally Estonia* ajal keelatakse kiiruskatsete ümbruses avalikkusele lennutegevus või suletakse mõni varasemalt teadaolev õhuruumi osa näiteks sõjaväeliseks õppuseks. Erinevalt statsionaarsetest piirangualadest on hetkel kehtivas NOTAM formaadis kiireloomulised teated seostamata geograafilise asukohaga, mistõttu ei teki pilootidel head ettekujutust sellest, kus piirangud täpselt ruumis paiknevad. Praegu edastatakse geograafilised koordinaadid NOTAM teadetes teksti kujul ning need pole automaatselt kaardil kuvatavad. Teadete paljususe tõttu ei hooa piloodid millised teated nende lendu võivad mõjutada ning võib märkamata jääda mõni oluline teade, mis võib mõjutada lennuohutust.

Kui lennukipiloodid saavad põhjaliku väljaõppe lennukoolides ja -akadeemias, siis mehitamata õhusõiduki käitajatel ehk droonipilootidel hetkel puudub standardne väljaõpe ning harimine selles valdkonnas on jäänud iga riigi või üksikisiku omale initsiatiivile. Kuna pole kindlust, et droonipilootidel oleks kõigil ühtlane baastadmiste tase lennundusest, siis sellest tulenevalt ei pruugi paljud mehitamata õhusõiduki piloodid teada kus, millal ja mis tingimustel on lubatud teatud kohas drooni lennutada, isegi kui seadus seda nõuab. Et vältida selliseid olukordi, kus droonipiloot lendab keelatud alas, tuleb luua spetsiaalne kaardirakendus, mis sisaldab vajalikku informatsiooni ohutuks liiklemiseks Eesti õhuruumis. Tulenevalt Euroopa Liidu komisjoni rakendusmäärusest tuleb esmalt ära defineerida geograafilised alad, mille aluseks on ohutus, turvalisus, eraelu puutumatuse või keskkonda puudutavad aspektid. Seejärel tuleb tagada, et geograafilisi piirkondi käsitlev teave, sealhulgas nende kehtivusaeg, avaldatakse ühises ainulaadses digitaalses vormis [1].

Käesolev töö keskendub peamiselt droonipilootide kaardirakenduse vaatele, kuna mehitamata õhusõidukite valdkond on suhteliselt uus, kuid väga kiiresti populaarsust kogunud. Droon ehk mehitamata õhusõiduk on õhusõiduk, mille pardal ei ole pilooti ning

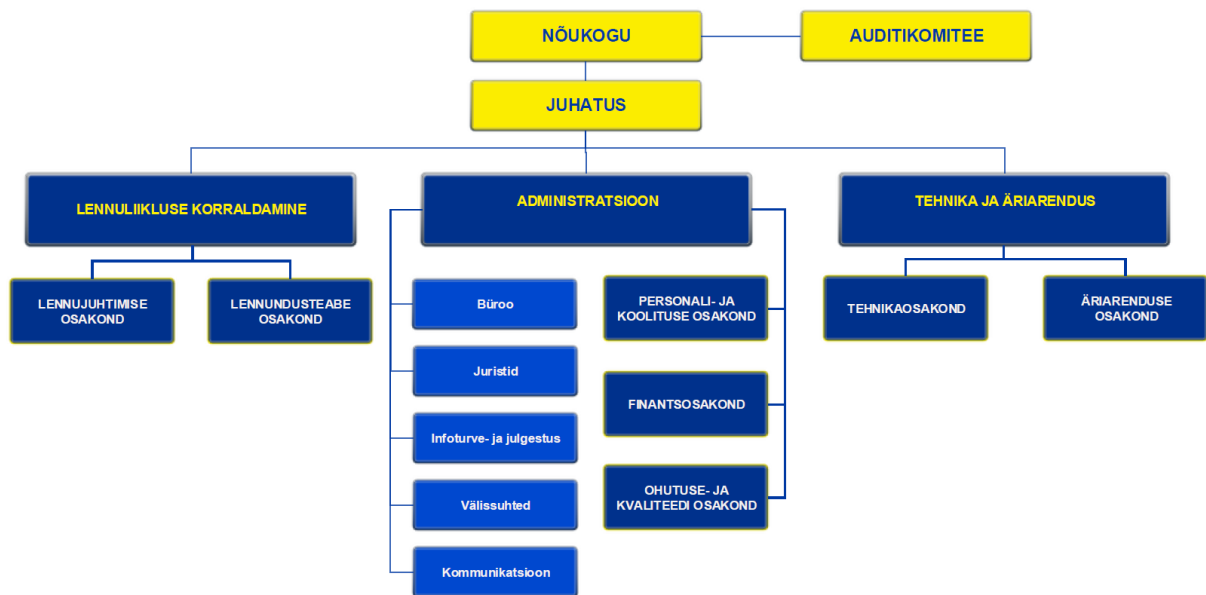
mille juhtimine toimub tehniliste abivahendite vahendusel või eelnevalt programmeeritud autonoomse lennuna [2]. Võrreldes traditsioonilise lennundusega pole droonipilootidel veel välja jõudnud kujuneda standardseid lahendusi andmekihtide näol, mida droonipiloodid eelistavad näha. Nende vajadused erinevad suuresti instrumentaal- (IFR) ja visuaallennureeglite (VFR) järgi lendavatest pilootidest, kuna viimastel on aja jooksul välja kujunenud ühtsed arusaamad ja eelistused, kuidas ja millist infot nad soovivad kaartidel näha. Samuti tuleb droonipilootide jaoks teha eraldi andmehaldajate andmekoosseisude analüüs, et selgitada välja konkreetsed liidestusvajadused.

1.1 Ettevõtte tutvustus

„EANS, ärinimega Lennuliiklusteeninduse Aktsiaselts, on Eesti Vabariigi Majandus- ja Kommunikatsiooniministeeriumi haldusalasse kuuluv, kaasaegne ja dünaamiliselt arenev ettevõtte. EANS-i põhifunktsioonideks on rahvusvahelistele standarditele vastava kvaliteetse ja paindlikult kliendi vajadusi arvestava lennuliiklusteenuse osutamine ning lennuohutuse tagamine Eesti õhuruumis (osaliselt ka selle neutraalvete kohale jäävates osades). Ettevõtte aktsiate ainuomanikuks on Eesti Vabariik“ [3]. Selliselt tutvustab ettevõtte end oma koduleheküljel.

EANS-i peamine tegevusala on lennuliikluse korraldamine Eesti õhuruumis. Ülesandeks on luua koostöös regulaatori ja järelevalveasutustega keskkond, mis paneb aluse rahvusliku ja rahvusvahelise lennuliikluse toimimisele ja arengule [3].

EANS on seoses majanduskliima muutumisega aastatel 2020-2021 teinud läbi põhjaliku struktuurimuudatuse, mille peamine eesmärk on leida uusi ärisuundi, jätkata digitaliseerimise ning automatiseerimisega ja muuta ettevõtte töökorraldus senisest efektiivsemaks [3]. Ettevõttes töötab u 180 inimest, kes uue ettevõtte struktuuri järgi jagunevad kolme valdkonda: lennuliikluse korraldamine, administratsioon ning tehnika ja äriarendus.



Joonis 1. EANS ettevõtte struktuur alates 2021. aastast (allikas: EANS siseveeb)

EANS osutab Eestis aeronavigatsiooniteenuseid, mis jagunevad kolmeks peamiseks tegevusvaldkonnaks:

- Lennujuhtimine – lennujuhtimisteenuse osutamine ja lennuliikluse korraldamine;
- Aeronavigatsiooniteave – aeronavigatsioonilise info teenuse osutamine, st lennuinfo ettevalmistus, avaldamine ja levitamine;
- Sidetehniline tugi – side-, navigatsiooni-, seire- ja andmetöötlussüsteemide teenuste osutamine.

Et tagada õhuruumi kasutajatele soodne ja ohutu keskkond, tehakse tihedat koostööd lennufirmade ja lennuväljadega ning kujundada oma teenus vastavalt vajadustele ja nõuetele sobivaks. Arvestada tuleb ka teiste partneritega, kelleks on ümberkaudsed lennuliiklusteenuste pakkujad naaberriikides ning Põhja-Euroopa koostööst tulenevate soovide ja vajadustega [3].

Vaatamata hiljutistele struktuurimuudatustele ning uute ärivaldkondade otsimisega on EANS-i kogu tegevuse lõppeesmärgiks ohutu, kvaliteetse, keskkonnasõbraliku, konkurentsivõimelise ning kliendi ootustele ja vajadustele vastava aeronavigatsiooniteenuse osutamine. Ettevõttes on rakendatud õiglase suhtumise

põhimõtteid, mida kutsutakse inglise keeles *just culture*, ning mis oma olemuselt põhineb ohutuse ja vastutuse õigel tasakaalul ning võimekusel õppida nii enda kui ka teiste vigadest [3].

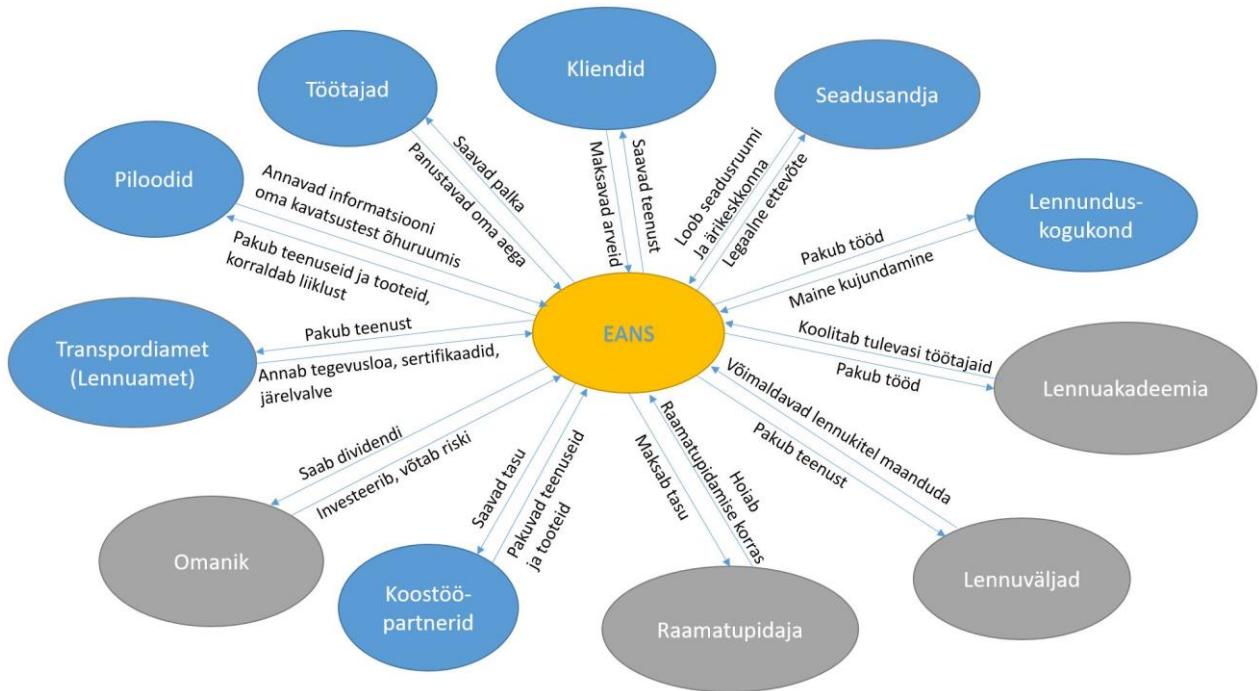
1.2 Huvitatud osapooled

Lennuinfot kuvava spetsiaalse kaardirakendusega, mis suudab kuvada nii staatilisi kui dünaamilisi andmeid, on seotud järgmised osapooled:

- EANS omanik – omaniku huvi on, et ettevõtte teeniks kasumit täites seadusest tulenevaid nõudeid ning ettevõtte oleks rahvusvaheliselt konkurentsivõimeline kasutades kaasaegseid automatiseeritud protsesse.
- EANS töötajad – töötajate alla kuulub ka käesoleva töö raames loodava kaardirakenduse arendamise protsessis EANS-i kaardigrupp. Kaardigrupi huvi on, et kaardirakenduses ei peaks hakkama kaardigrupi töötaja käsitsi andmeid sisestama ega uuendama. Sellega hoitakse kokku kaardigrupi töötajate ressursi ning ettevõtte hoiab kokku spetsialistide juurde palkamisest.
- Transpordiamet (varasem Lennuamet) – Transpordiameti alla kuulub alates 2021. aastast lennundusteenistus. Lennundusteenistuse huvi on tagada riiklik järelevalve ning saada kaardirakendusest kiire ülevaade lennutegevuse hetkeseisust. Samuti saab võimalikuks digitaalne droonilubade vastuvõtmine kaardirakenduses, mis hoiab kokku arvestatava hulga inimressursi.
- Piloodid – siis alla kuuluvad nii traditsioonilised õhusõiduki piloodid kui ka mehitamata sõidukite käitajad e droonipiloodid. Pilootide huvi on saada täpset ja ajakohast infot Eesti õhuruumis toimuva kohta. Kaardirakenduses kuvatav staatiline ja dünaamiline info annab täieliku ülevaate piloote huvitava teabe kohta marsruudil, muutes sellega lendamist ohutumaks ning vähendades lennu ettevalmistamiseks kuluvat aega. Lisaks saavad droonipiloodid vajadusel läbi kaardirakenduse edastada kiirelt ja mugavalt lennuloa taotlusi.
- Kliendid ja koostööpartnerid – nende hulka võib lugeda nii tarkvaraarendusettevõtteid, kes aitavad soovitud kaardirakenduse vastavate funktsionaalsustega välja arendada, kui ka koostööpartnereid nagu näiteks Maa-

amet või droonitootja DJI, kellega tuleb läbi erinevate vajalike liidestuste andmeid vahetada.

- Seadusandja – seadusandja all on mõeldud siin nii riiki, kes loob tegutsemiseks vajaliku seadusruumi, ärikeskkonna ning kelle seadusi peab täitma, kui ka erinevaid Euroopa-üleseid lennundusvaldkonna katuseorganisatsioone nagu EASA ja Eurocontrol, kelle määrustele peab samuti vastama.



Joonis 2. Lennuliiklusteeninduse AS (EANS) huvitatud osapoolte joonis ehk *stakeholder's diagramm* (Autori koostatud)

Joonis 2 on kujutatud huvitatud osapoolte joonisel on kujutatud sinise värviga kaardirakendusega seotud osapooli ning halliga teisi, ettevõttele olulisi osapooli.

1.3 Regulatsioonid ja üldine taust

Lisaks sellele, et EANS pakub Eestis aeronavigatsiooniteenuseid, teostab riiklikku järelevalvet tsiviillennunduse üle Majandus- ja kommunikatsiooniministeriumi haldusalasse jääv Transpordiameti Lennundusteenistus (kuni aastani 2021 kandis nime Lennuamet). Nende vastutusalas on Eesti riigi lennuohutuslaste rahvusvaheliste kohuste täitmine. Peamine tegevus on tsiviillennundusega tegelevate ettevõtete järelevalve

lähtudes rahvusvahelise tsiviillennunduse konventsiooni (ICAO), Euroopa Liidu standardite ning Euroopa Lennundusohutuse Ameti (EASA) juhiste, suuniste ja regulatsioonide kohaldamise üle [4].

Lisaks järelevalvele on Transpordiametil kohustus, lähtudes Euroopa Liidu komisjoni rakendusmäärusest 2019/947 „Mehitamata õhusõidukite käitamise normide ja menetluste kohta“, luua drooniregister [1]. Selle määruse eesmärk on kehtestada kõigi liikmesriikide sees ühtsed nõuded, alustades mehitamata õhusõidukite käitajate ja mehitamata õhusõidukite registri loomisest ning nende registreerimise süsteemist. Sellele on olnud tegelikkuses juba vajadus aastast 2015, kui droonitegevus Eestis leidis laiemat kasutajaskonda ning droonide lennutamiseks vajalikke lennuloa taotlusi tuli hakata Transpordiameti spetsialistidel käsitsi menetlema [5].

Euroopa Lennuohutuse Ameti (EASA) poolt on samuti antud välja juhised lähtudes EL 2019/947 määrusest, kuidas selles raamistikus oleks mõistlik tegutseda. Lisaks iga riigi drooniregistrile, mille järel kõikide riikide loodud registri info liiguks erinevate riikide registrite vahel, on nad soovitanud jagada mehitamata õhusõiduki operatsioone kolme kategooriasse: avatud (*open*), spetsiifiline (*specific*) ning sertifitseeritud (*certified*) [6].

- Avatud kategooria käsitleb madalama riskiga toiminguid, kus turvalisus on tagatud tingimusel, et droonipiloot täidab oma kavandatud lennuks asjakohaseid nõudeid;
- Spetsiifiline kategooria hõlmab riskantsemaid droonioperatsioone, kus ohutuse tagab droonipiloot, kes saab enne lennu alustamist riiklikult pädevalt asutuselt tegevusloa (Transpordimetilt);
- Sertifitseeritud kategoorias on riskitase kõrge ning siin on turvalisuse tagamiseks tarvilik nii droonipiloodi kui ka drooni sertifikaat ning droonipiloodi litsentseerimine [6].

Mehitamata õhusõiduki lennulupe väljastab Transpordiameti Lennundusteenistus. Praegusel hetkel ei pea kõikides kohtades lennuluba taotlema. Lennuluba läheb vaja lendamiseks järgmistel juhtudel:

- Kontrollitud õhuruumis mistahes kõrgustel (Tallinna, Tartu ja Ämari lähiala (CTR));
- Lennuinfotsoonis mistahes kõrgustel (Pärnu, Kärkla ja Kuressaare lennuinfotsoon (FIZ));
- Mittekontrollitud õhuruumis kõrgemal kui 500 jalga (150 m) maapinnast.
- Piirangualad (R-alad, ajutised ja püsivad), ajutiselt eraldatud alad (TSA), ajutiselt reserveeritud alad (TRA) [7].

Selleks, et saada mehitamata õhusõidukile kooskõlastus ehk lennuluba, tuleb esmalt taotleda aastane ühekordne luba. Transpordiameti koduleheküljel on ühekordse loa kohta järgnev seletus: „Ühekordne luba on Lennuameti poolt lennundusseaduse alusel väljaantav haldusakt, mis annab isikule õiguse käitada mehitamata õhusõidukit loakohustuslikes alades vastavalt ühekordsele loale kantud tingimustele. Ühekordne luba kehtib üks aasta ning Lennuamet annab selle välja viie tööpäeva jooksul. Taotluse läbivaatamise eest tuleb tasuda riigilõiv“ [4].

Kõik need erinevad õhuruumi osad nagu lähialad, piirangualad, lennuinfotsoonid, ohualad, keelatud alad jms on avaldatud lennundusteabekogumikus AIP (*Aeronautical Information Publication*). Selle avaldamise ja haldamise eest vastutab EANS. AIP-is on kirjeldatud kõik püsiv ehk staatiline info Eesti õhuruumi ja lennuväljade kohta. Ajutisi ja ka eelnevalt defineerimata õhuruumi osasid avaldatakse kiireloomuliste teadetenähtude ehk NOTAM-itega (*Notice to Airmen*) ning nendega peavad piloodid enne lendu tutvuma.

Mehitamata õhusõidukite liikluse haldamiseks on loodud *U-Space*¹ raamistik, mis loob ja ühtlustab vajalikud tingimused mehitamata õhusõidukite ohutuks kasutamiseks kokkulepitud õhuruumis (*U-Space*), et vältida kokkupõrkeid ja leevendada riske. *U-Space*'i reguleeriv raamistik on lihtsad ja selged reeglid, mis võimaldavad ohutut õhusõidukite käitamist kõikides piirkondades ja igat tüüpi mehitamata lendudeks. See on õhuruumi arhitektuur ja teenused, mis tagavad droonide ohutu lennu [6].

¹ *U-Space* on mehitamata õhusõidukite lennuliikluse korraldamise raamistik, mida iga riik peab hakkama oma õhuruumis tagama. Samuti on käimas Eesti ja Soome vaheline projekt GOF 2.0 *U-Space (Gulf of Finland)*, kus plaanitakse riikidevahelist koostööd mehitamata õhusõidukite lennuliikluse korraldamisel.

Rahvusvahelise tsiviillennunduse konventsiooni (ICAO) kohaselt on soovitus mehitamata õhusõidukeid käsitlevaid regulatsioone järk-järgult rakendada. Lisaks tuleks kaaluda selliseid teemasid, nagu lendamine siseruumides, automatiseeritud ja autonoomsed lennud, õhusõidukite kategooriad, mis põhinevad kaalul või kineetilisel energial koos massi ja õhukiirusega ning mehitamata õhusõiduki klassifikatsioonid vastavalt riskitasemele. VLOS (*visual line of sight*) ja BVLOS (*beyond visual line of sight*) lennud ning maapiirkonna ja tiheasustuste kohal lendamine [8].

Käesolev teema on kindlasti aktuaalne, innovaatiline ning kuna nõuded on pidevas muutumises, tuleb aeronavigatsioonilise teabe edastajatel viia end nendega põhjalikult kurssi, et tagada kõikide regulatsioonide täitmine. Selleks, et drooniliikluse koordineerimist võimalikult automatiseerida, tuleb erinevate asutuste koostöös (Majandus- ja kommunikatsiooniministeerium, Transpordiamet ja Lennuliiklusteeninduse AS) luua vajalik taristu ning vastavad infosüsteemid põhjalikult analüüsida ja välja arendada [5].

1.4 Töö skoop

Töö skoobis on mehitamata õhusõidukite käitajatele mõeldud kaardirakendus ja selles lennuinfo kuvamisega ja lennuloa taotlemistega seotud tegevuste kaardistamine ja võimalike lahenduste kirjeldamine. Samuti analüüsitakse vajalikke andmevooge erinevate andmehaldajate vahel ning kogutakse funktsionaalseid ja mittefunktsionaalseid nõudeid.

Allpool on välja toodud erinevad tegevused, mis käesoleva töö raames läbi viiakse:

1. Ülevaate loomine lennundusalaste ja mehitamata sõidukite käitajatele mõeldud kaardirakenduste kohta Euroopa riikides ning parimate näidete analüüsimine;
2. Lennuinfot edastavate rakenduste ning mehitamata õhusõidukeid puudutava seadusandluse läbitöötamine ning selle alusel konteksti loomine;
3. Küsimustiku ettevalmistamine, küsimuste koostamine ning vastuste kogumine mehitamata õhusõidukite käitajate seas;

4. Kasutusmallide koostamine küsimustikust saadud nõuete alusel ning TO-BE äriprotsesside modelleerimine;
5. Küsimustikust saadud tulemuste analüüsimine ning funktsionaalsete nõuete koostamine;
6. Lennuinfot kuvava kaardirakenduse jaoks vajalike sisend- ja väljundandmete kirjeldamine;
7. Küsimustiku vastuste põhjal vajalike liidestuste kirjeldamine;
8. Prototüübi loomine vastavalt tulemuste analüüsimisele.

2 Kirjandusallikate ülevaade

Antud peatükis on tehtud ülevaade kirjandusallikatest lähtudes käesolevas töös kasutatud metoodikatele.

2.1 Küsimustik

Küsimustik on vahend paljudelt inimestelt teabe hankimiseks suhteliselt lühikese aja jooksul. Selliselt võib koguda infot klientide, toodete, tööpraktikate ja hoiakute kohta [9]. Küsimustiku ehk uuringu käigus antakse huvitatud osapooltele või vastava ala ekspertidele rida kirjalikke küsimusi. Teine võimalus on anda vastajale rida avaldusi ja küsitakse nende avaldustele nõusoleku taset. Saadud vastused analüüsitakse ning jagatakse vastavatele osapooltele [9].

Uuringu küsimusi on kahte tüüpi:

- Suletud küsimus – vastajal palutakse valida saadaolevate vastuste hulgast sobiv valik. See on kasulik, kui kasutaja vastuste vahemik on üsna hästi teada, kuid tuleb kindlaks määrata iga vastuse kategooria tugevus. Suletud küsimuste vastuseid on lihtsam analüüsida kui avatud vastustega küsimusi, sest neid saab siduda numbriliste koefitsientidega [9];
- Avatud küsimus – vastaja võib küsimustele vabalt vastata. See on kasulik siis, kui probleemid on teada, aga kasutajate vastuste vahemik pole. Vastused avatud küsimustele võivad edasi anda rohkem üksikasju ja laiemat vaatenurka kui need, mis saadi kinniste küsimustega. Avatud küsimusi on aga raskem kokku võtta, kuna need sisaldavad pigem kvalitatiivset kui kvantitatiivset materjali [9].

Küsimustiku koostamisel ja läbiviimisel on BABOK [9] järgi väga suur rõhk korralikul ettevalmistusel olemaks kindel, et kõik vajalik eelinfo on koostajal eelevalt omandatud, sest siis vastajatel oleks kergem vastata. Kõigepealt tuleb määrata uuringu eesmärk ja sihtgrupp. Seejärel tuleb valida sobiv uuringu tüüp – valida tuleks kas avatud küsimustega poolstruktureeritud uuring või kinniste küsimustega struktureeritud uuring [9].

Järgmiseks tuleb valida õige valimgrupp. Sealjuures tuleb arvesse võtta küsimustiku tüüpi (kas avatud või suletud küsimustega) kui ka kasutajarühma kuuluvate inimeste arvu

tegemaks kindlaks, kas kogu grupp on vaja uurida. Kui valimgrupp on väike, siis võib otstarbekas olla terve grupi liikmed läbi küsitleda. Kui valimgrupp on suur ning soovitud uuringu tüüp on avatud vastustega, siis on mõistlik moodustada väiksem kasutajate alamgrupp. Samuti võib olla oluline uurida kõiki suure grupi liikmeid, kuna nende kasutajaprofiil võib olla erinev geograafilise asukoha, regulatiivsete erinevuste, tööülesannete või äriprotsesside standardisatsiooni puudumise tõttu. Sellistes olukordades aitab statistiliste valimimeetodi kasutamine tagada, et uuringu tulemused ei oleks kallutatud [9].

Küsimustiku levitamiseks ning vastuste kogumiseks tuleb valida sobiv meetod – igale rühmale tuleks määrata sobiv suhtlusmoodus, näiteks küsimustik paberil, e-post või veebivorm. Tuleb määrata reageerimise tase, milline on vastuste laekumise vastuvõetav tase. Kui tegelik vastamisprotsent on vastuvõetavast künnisest madalam, võib uuringutulemuste kasutamine olla piiratud. Stiimuli pakkumine võib tõsta küsimustikule vastanute hulka, kuid stiimuli maksumus peab olema põhjendatud ja ka eelarvestatud. Kindlaks tuleb teha, kas küsitlust tuleks toetada individuaalsete intervjuudega, kuna uuring ei anna üksikute intervjuude põhjal saadud andmete põhjalikkust, tuleb kaaluda järgmist:

- Uuringueelsed intervjuud (*pre-survey interviews*) võtmeisikutega võivad anda ideid küsitluse küsimiseks.
- Uuringujärgsed intervjuud (*post-survey interview*) võivad olla suunatud konkreetsetele uuringu tulemustele või teemadele, et teada saada rohkem üksikasju.

Küsimuste koostamisel lähtu nõuetest, kus kõik küsimused peavad olema suunatud püstitatud eesmärkidele. Sõnastus peab olema selge ning üheselt mõistetav ning vastamine ei tohiks aega võtta rohkem kui 10 minutit. Samuti tuleb küsimustiku ja uuringu eesmärk lahti seletada, et nii vastajad kui ka hiljem huvitatud osapooled saaksid uuringu eesmärgist üheselt ja selgelt aru [9].

2.2 Kasutusmallid

Kasutusmallid (ingl k *use case*) on kirjeldus süsteemi ja selle väliste aktorite võimalike tegvuste järjestuste kirjeldus, mis on seotud konkreetse eesmärgiga [10]. Kasutusmalle

võib liigitada nii sündmustepõhiseks kasutusmallideks (*event-driven use cases*) kui äri-
listeks kasutusmallideks (*business use case*) [11]. Sündmustepõhine kasutusmall võtab
ühe tegevuse väga väikesteks algosadeks lahti, et saada teada vajalikud funktsionaalsused
ning seejärel saab sellest luua parima toote. Äri- kasutusmall on oma olemuselt üks
ühik funktsionaalsust, mille põhjal saab hakata kirjeldama funktsionaalseid ja mittefunktsionaalseid nõudeid [11]. Igal äri kasutusmallil on üks või mitu huvitatud osapoolt, kes on selle tööosa eksperdid ja kellel on eriline huvi kasutusmalli tulemuse vastu. Koostöös huvitatud osapooltega saavad analüütikud kasutusmallidest teada vajalikud nõuded. Koos luuakse võimalikud stsenaariumid, et välja tuua vajalikke tegevusi vastamaks äri-
listele sündmustele [11]. Kasutusmalle võib koostada nii UML diagrammidena kui ka tekstina kirja panna. Siiski eelistatakse viimast, kuna kasutusmallidest peavad saama aru ka inimesed kellel puudub tehniline teadmine UML-ist.

Kasutusmall on vorm, mida saab kasutada sõltuvalt olukorrast: kirjeldada ettevõtte tööprotsesse, arutleda tulevaste tarkvaralahenduste nõuete üle, mis on süsteemi funktsionaalsed nõuded või disainilahenduse dokumenteerimiseks. Nendes olukordades võib kasutada erinevaid malle ja stiile, kuid neid läbib üks ühine joon, mis kirjeldab vahe-eesmärke saavutatavatest aktoritest [10]. Kuna on väga palju erinevaid võimalusi, kuidas kasutusmalle kirjutada, on väga keeruline seda ühte lausesse ära mahutada. Peamiselt sõltub kasutusmallide kirjutamise stiil ja detailsus selle eesmärgist. On võimalik koostada nii musta kasti (*black-box*) kasutusmalle kui ka valge kasti (*white-box*) kasutusmalle. Esimene ei kajasta süsteemisisesid tegevusi, teine see-eest aga kajastab [10].

Cockburn on oma raamatus „*Writing Effective Use Cases*“ kirjutanud, et ei ole olemas ühte kindlat kasutusmallide kirjutamise põhja, sest see sõltub suuresti eesmärkidest, kuid siiski on ta välja pakkunud ühe kasutusmallide kirjutamiseks mõeldud põhja koos kontrollküsimustega. Enamus tema loodud kasutusmallidest on ühes tulbas, nummerdatud sammudega, puudub „kui“ (*if*) element ning nummerdamiseks kasutab numbrite ja tähtede kombinatsioone [10]:

Tabel 1. Cockburn'i kasutusmalli põhi koos kontrollküsimustega [10].

Välja nimi	Kontrollküsimused
Kasutusmalli nimi	<ol style="list-style-type: none"> 1. Kas kasutusmalli nimi vastab tegevusele ja täidab peamise aktori eesmärgi? 2. Kas süsteem suudab seda eesmärki täita?
Skoop	<ol style="list-style-type: none"> 3. Kas kasutusmalli skoop ja tase on kirjeldatud? 4. Kas kasutusmall on skoobis süsteemi suhtes must- või valge kast (<i>white- or black-box</i>)? 5. Kui loodav süsteem on reaalselt kogu skoobi maht, kas siis tegelikkuses tuleb midagi siiski veel juurde disainida?
Tase	<ol style="list-style-type: none"> 6. Kas stsenaariumi sammud mis kirjeldavad taset vastavad eesmärgile, mis on kirjeldatud taseme väljal? 7. Kas kasutusmalli sisu vastab püstitatud eesmärgile?
Peamine aktor	<ol style="list-style-type: none"> 8. Kas tal on roll? 9. Kas peamisele aktorile seatud eesmärgid vastavad süsteemi tegevustele?
Eeltingimused	<ol style="list-style-type: none"> 10. Kas eeltingimused on kohustuslikud? 11. Kas eeltingimusi pole varasemalt kasutusmallides kontrollitud?
Huvitatud osapooled	<ol style="list-style-type: none"> 12. Kas nad on kasutusmallis kirjeldatud?
Järeltingimus	<ol style="list-style-type: none"> 13. Kas kõikide huvitatud osapoolte huvid on täidetud? 14. Kas kõikide huvitatud osapoolte huvid on kaitstud?
Peamine stsenaarium (sammud)	<ol style="list-style-type: none"> 15. Kas põhistsenaarium sisaldab kõiki samme alates algatavast sündmusest eduka lõpuni? 16. Kas kirjeldatud stsenaariumi sammud on iges järjekorras? 17. Kas põhistsenaarium koosneb 2-11 sammust? 18. Kas sammud on sõnastatud eduka eesmärgina? 19. Kas protsess liigub edasi peale sammu edukat sooritamist? 20. Kas on selge, milline aktor igas etapis tegutseb? 21. Kas iga aktori kavatsused on selged?

Välja nimi	Kontrollküsimused
	<p>22. Kas iga samm eesmärk on madalam kui kogu kasutusmalli eesmärk?</p> <p>23. Kas oled kindel, et samm ei kirjelda süsteemi kasutajaliidese disaini?</p> <p>24. Kas on selge, millist infot iga samm kohta edastatakse?</p> <p>25. Kas iga samm valideerib tingimusi või lihtsalt kontrollib?</p>
Alternatiivstsenarium	<p>26. Kas süsteem võib või peab tuvastama alternatiivstsenariumi?</p> <p>27. Kas süsteem peab sellega hakkama saama?</p>
Kasutusmalli üldine osa	<p>28. Kas oled kindel, et see ei ole tavalise käitumise pikendus edukale põhistsenaariumile?</p>

Kasutusmalli diagramm kujutab visuaalselt süsteemi toetatud kasutamisuhtumeid, aktoreid kes neid kasutamisuhtumeid käivitavad ja seoseid kasutusmallide vahel [9].

2.3 Andmevoo diagramm

Kui analüütikud püüavad mõista kasutajate vajadusi, peavad nad aru saama ja oskama kirjeldada, kuidas andmed organisatsioonis liiguvad, kuidas toimuvad protsessid, mille kaudu andmed liiguvad ning mis on väljundid [12]. Kuigi intervjuud ja andmete kogumine ning uurimine annavad tekstilisel kujul ülevaate süsteemist, siis visualiseerides ja modelleerides seda teavet annab väga selge ülevaate nii kasutajale kui analüütikule. Analüütik saab läbi andmete analüüsimise kokku panna kogu organisatsiooni andmeprotsesside graafilise kujutise, mida kutsutakse andmevoo diagrammideks (*data flow diagram*). Kasutades ainult nelja sümbolit ja nende kombinatsioone, saab analüütik luua visuaalse kujutise protsessidest, mis lõpptulemusena saab süsteemi dokumentatsiooniks [12].

Kendall *et al.* [12] järgi on neli peamist põhjust, miks eelistada andmete liikumise kirjeldamiseks andmevoo diagramme tekstilisele kirjeldustele:

1. Ei pea süsteemi tehnilisele rakendamisele väga vara pühenduma;
2. Süsteemide ja alamsüsteemide omavahelise seose täiendav mõistmine;
3. Praeguste süsteemide visualiseerimine ja edasiandmine kasutajatele andmevoo diagrammina;
4. Saab teha kindlaks, kas kavandatud süsteemi analüüsis on vajalikud andmed ja protsessid määratletud.

Andmevoogude diagrammid on liigitatud loogilisteks (*logical data flow diagram*) ja füüsilisteks (*physical data flow diagram*) [12]. Loogiline andmevoo diagramm keskendub ettevõttele ja selle toimimisele. See ei ole seotud sellega, kuidas süsteem üles ehitatakse, vaid selle asemel kirjeldatakse seal toimuvaid ärisündmusi ning iga sündmuse jaoks nõutavaid ja toodetud andmeid. Füüsiline andmevoo diagramm näitab aga süsteemi juurutamist, sealhulgas riistvara, tarkvara, faile ja süsteemiga seotud inimesi. Kokkuvõtvalt võib öelda, et loogiline andmevoo mudel kajastab äri ja füüsiline andmevoo mudel aga süsteemi [12].

Ideaalis töötatakse süsteemid välja nii, et analüüsitakse olemasoleva süsteemi loogilist andmevoo diagrammi, millele lisatakse juurde uue süsteemi funktsioonid saades tulemu-

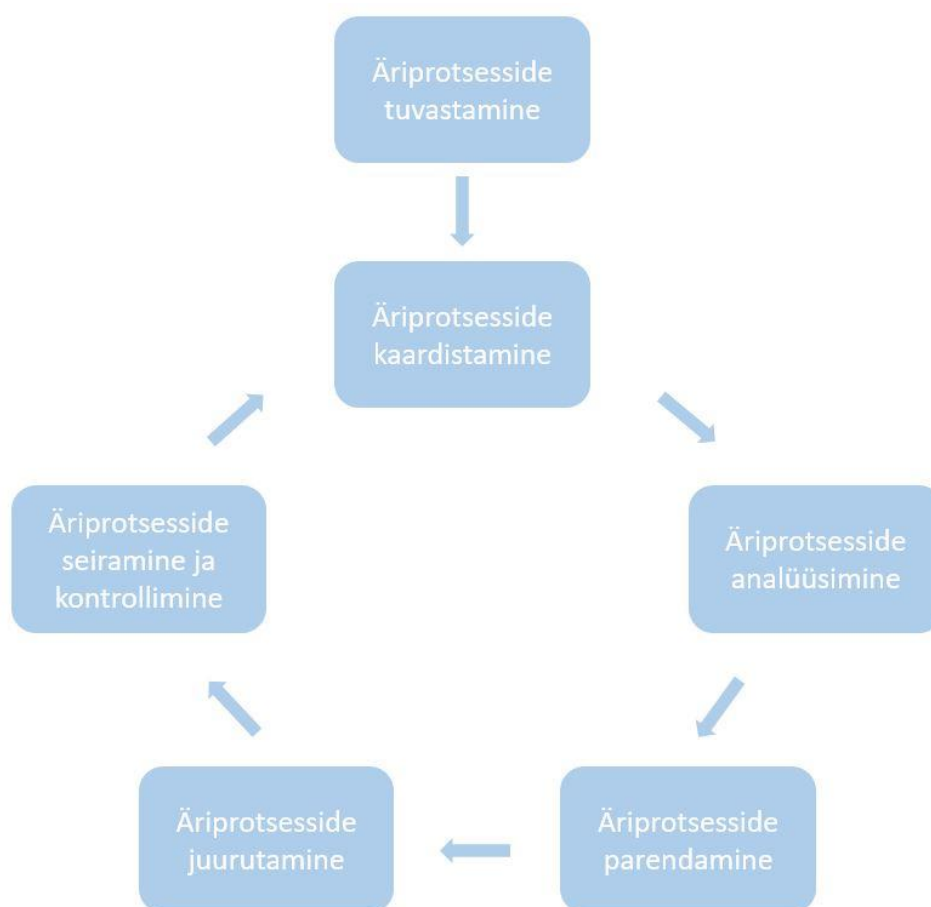
seks loodava süsteemi loogilise andmevoo diagrammi. Lõpuks tuleks välja töötada parimad meetodid uue süsteemi rakendamiseks, mille tulemusena saadakse füüsiline andmevoogude diagramm [12].

Praeguse süsteemi loogilise andmevoogude diagrammi väljatöötamine annab selge arusaama praeguse süsteemi toimimisest ja on seega hea lähtepunkt praeguse süsteemi loogilise andmevoo diagrammi väljatöötamiseks. See aeganõudev samm jäetakse sageli vahele, et minna otse uue süsteemi loogilise andmemudeli diagrammi juurde. Üks argument miks kulutada aega praeguse süsteemi loogilise andmevoo diagrammide koostamiseks on see, et seda saab kasutada uue süsteemi loogilise andmevoo diagrammide loomiseks [12].

2.4 Äriprotsesside haldamine (BPM)

Äriprotsesside haldamine ehk BPM (*Business Process Management*) on distsiplineeritud lähenemine nii automatiseeritud kui ka automatiseerimata äriprotsesside identifitseerimiseks, kujundamiseks, teostamiseks, dokumenteerimiseks, mõõtmiseks, jälgimiseks ja kontrollimiseks, et saavutada organisatsiooni strateegiliste eesmärkidega kooskõlas olevaid järjepidevaid sihipäraseid tulemusi [13].

Äriprotsesside haldamine järgib kindlat väljakujunenud elutsüklit, mis aitab äriprotsesse optimeerida ning muudab need protsessid võimalikult efektiivseks. Äriprotsesside haldamise elutsükkel algab protsessi tuvastamisest, kus identifitseeritakse probleem ja selle probleemi roll protsessides. Protsessi tuvastamise etapi väljundiks on uus või parendatud protsessi arhitektuur, mis annab üldise vaate konkreetsele protsessile ja selle seos(t)ele organisatsioonis. Järgmine etapp elutsüklis on äriprotsesside kaardistamine, kus olemasolevad protsessid modelleeritakse ning selle tulemusena valmib AS-IS protsessi mudel. Sellele järgneb olemasolevate protsesside analüüsimine, mille käigus kogutakse kokku kõik AS-IS äriprotsessid ning seejärel tuvastatud probleemid prioriteeritakse. Peale probleemide olulisuse järgi sorteerimist luuakse äriprotsesside parendamise etapis uued, TO-BE protsessid, kus varasemalt tuvastatud probleemid likvideeritakse muutes seeläbi protsessi paremaks. Äriprotsesside juurutamise faasis minnakse AS-IS äriprotsessidelt TO-BE äriprotsessidele, millele järgneb äriprotsesside seiramine ja kontrolli etapp, kus vaadatakse muudetud äriprotsesside jõustumist [13].



Joonis 3 Äriprotsesside haldamise elutsüklil Dumas *et al.* järgi [13].

2.5 SWOT-analüüs

SWOT-analüüs on väärtuslik tööriist kiireks äriprotsesside olukorra kaardistamiseks, kui protsessid on minemas muutmisele. SWOT on akronüüm ingliskeelsetest mõistetest nagu tugevused (*strengths*), nõrkused (*weaknesses*), võimalused (*opportunities*) ja ohud (*threats*). SWOT-analüüs on strateegilise planeerimise, võimaluste analüüsi, konkurentsianalüüsi, äri-ja tootearenduse karkass [9].

SWOT-analüüsi tegemist tuleb alustada 4-ruudulise maatriksi joonistamisest. Kõige üles tuleb kirjeldada uuritavat probleemi. Iga ruudu täitmiseks tuleb korraldada ajurünnak. Tugevused ja nõrkused on ettevõtte või organisatsiooni sisesed tegurid, võimalused ja ohud aga välised tegurid [9]. Tugevad küljed on tegurid, mida vaadeldav rühm hästi teeb.

See võib olla kogenud töötaja, tõhusad protsessid, IT-süsteemid, kliendisuhteid või mõnda muud sisemist tegurit, mis võib viia eduni [9].

Nõrkused on need asjad, mida vaadeldav rühm teeb halvasti või ei tee üldse. Nõrkused on ka sisemised. Võimalused on välised tegurid, mida vaadeldav rühm suudab enda jaoks ära kasutada. See võib hõlmata uusi turge, uut tehnoloogiat, muutusi konkurentsiturul vms. Võimalused eksisteerivad väljaspool vaadeldava rühma kontrolli, valik on, kas kasutada seda ära, kui see tuvastatakse. Ohud on välised tegurid, mis võivad hinnatud rühma negatiivselt mõjutada. Need võivad hõlmata selliseid tegureid nagu uue konkurendi turule sisenemine, majanduslangused vms. Ka ohud ei kuulu rühma kontrolli alla [9].

3 Metoodika ja analüüsivahendid

Järgnevalt on kirjeldatud käesoleva töö analüüsi metoodikaid ning kuidas nõudeid koguti ning hiljem neid analüüsiti.

3.1 Nõuete kogumise metoodikad

Nõudeid koguti järgmisi metoodikaid kasutades:

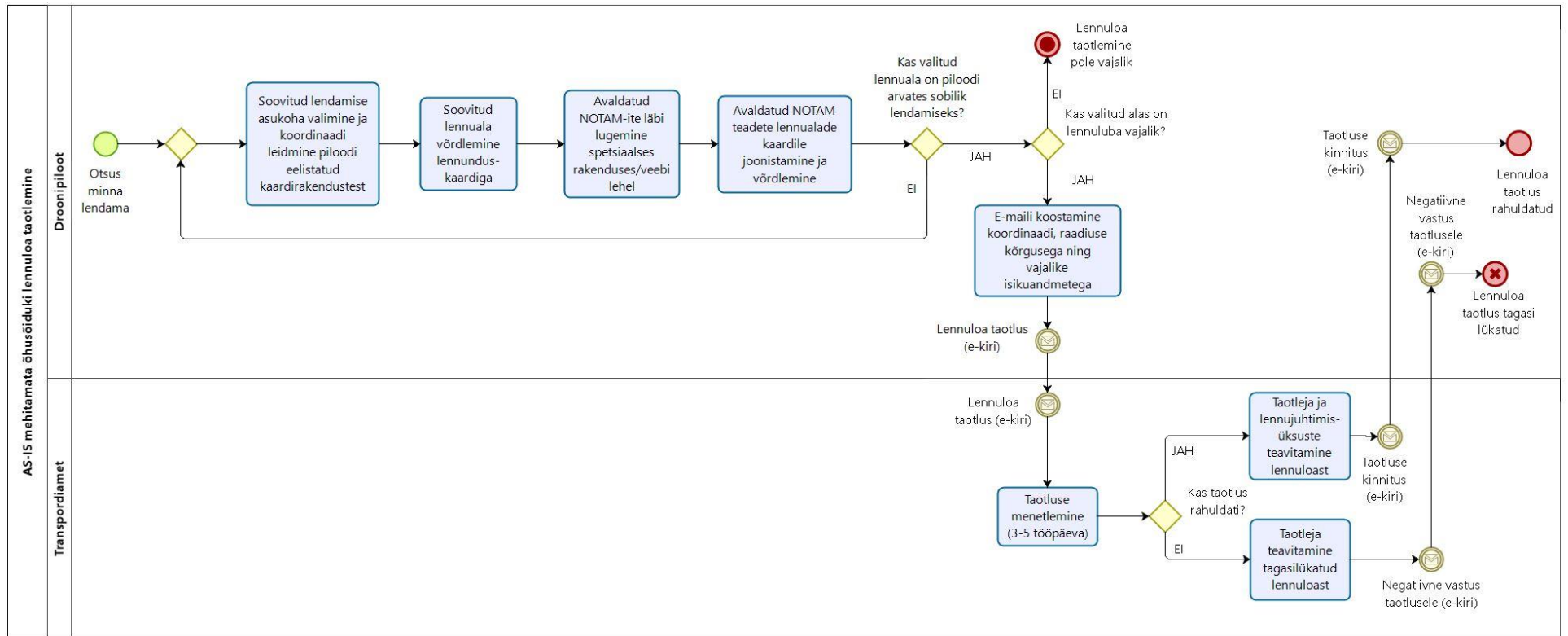
1. Esmalt oli olemasoleva dokumentatsiooniga tutvumine ning parimate praktiliste näidete otsimine teistest Euroopa riikidest. Dokumentatsiooni all on mõeldud erinevaid Euroopa Liidu komisjoni määrusi, Euroopa Lennuohutusameti (EASA) liikmesriikidele kohalduvaid regulatsioone ning Eesti riigi poolt kehtestatud seadusi ja määrusi.
2. Autor küsitles Transpordiameti lennutegevuse spetsialisti viimaks ennast kurssi nii mehitamata õhusõidukite lennuloa taotluse protsessiga kui ka droonitegevuse kohta Eestis üldisemalt. Samuti tulid küsitluse käigus välja peamised põhjused, miks Transpordiameti Lennundusteenistus (varasem Lennuamet) lennuloa taotlused on tagasi lükanud, mis faasis on Eestis arendatav ja kohustuslikuks saav drooniregister ning kui suur töö maht on lennuloa taotluste käsitsi menetlemisel.
3. Autor viis läbi küsitluse droonipilootide seas, selgitamaks välja kaardirakenduses soovitud funktsionaalsusi ning vajaduse erinevate andmekihihte kuvamiseks. Samuti tuleb küsitluse vastustest välja liidestusvajadus teiste rakendustega. Küsimustikus koosnes peamiselt suletud küsimustest, kuid esines ka avatud küsimusi, kus droonipiloodid said oma arvamust laiemalt avaldada.

3.2 Nõuete kirjeldamise meetodikad

Järgnevalt on kirjeldatud olemasolevaid ja tulevasi äriprotsesse, lahti on kirjutatud protsessid ja tegevused iga etapi juures, nende kitsaskohad ning mis tulevaste protsessidega muutub.

3.2.1 AS-IS äriprotsess

Allpool on toodud välja üks peamine protsess, mida droonipiloot lennuloa taotlemiseks tegema peab. Antud AS-IS äriprotsess käsitleb mehitamata õhusõiduki lennuloa taotlemist (Joonis 4. Mehitamata õhusõiduki lennuloa taotlemise AS-IS protsess. (Autori koostatud)). Allolevad BPMN diagrammid on koostatud tarkvaraga Bizagi Modeler [14].



Joonis 4. Mehitamata õhusõiduki lennuloa taotlemise AS-IS protsess. (Autori koostatud)

Kui droonipiloodil on soov minna lendama, peab ta kõigepealt mõnelt enda eelistatud kaardilt üles otsima soovitud lennukoha, kuna lennuloa taotluses tuleb Transpordiametile edastada lennuala keskkoha koordinaat koos raadiuse ja soovitud kõrgusega. Selleks kasutavad piloodid peamiselt erinevaid neile sobivaid kolmandate osapoolte kaardirakendusi, nagu näiteks Maa-ameti X-GIS kaardiportaal, drooni.app lehekülg, Airmap kaardirakendus või muu piloodi eelistatud vahend, millest on võimalik välja võtta geograafilised koordinaadid. Droonipiloot peab tuvastama, et tema soovitud lennualas ei oleks keelatud õhuruumi osas.

Lisaks tuleb pilootidel läbi lugeda NOTAM-teated, et teada saada, kas on loodud või aktiveeritud mõni ajutine ala, kus teatud aegadel lendamine on keelatud. Juhul kui sellised alad on NOTAMiga aktiveeritud, peab piloot need ise kaardile panema ja võrdlema neid alasid enda soovitud lennualaga, sest ükski rakendus hetkel neid alasid automaatselt kaardile ei kuva. Kui kõik alad on piloodi poolt üle kontrollitud ning konflikte õhuruumiga ei ole tuvastatud, siis piloot peab teadma, kas tal on vaja lennuba taotlema hakata või mitte. See sõltub õhuruumi klassist ja soovitud lennukõrgusest.

Lennuloa taotlemine praegusel momendil tuleb teha minimaalselt 3 tööpäeva enne lennupäeva. Seda juhul, kui soovitakse lennata kuni 150m kõrgusele. Kui soovitakse lennata kuni 500 m kõrgusele, siis tuleb 7 päeva varem taotlus ära esitada [4]. Põhjused, miks peab lennuloa taotluse mitu päeva varem praeguse seisuga ära saatma, on mitmeid:

- lennuloa taotluse võtab vastu spetsialist, kes peab menetlema taotlust käsitsi, sh:
 - kontrollima kaardil, et lend toimuks lennupäeval ja -ajal sobivas asukohas (ei oleks keelatud ega piirangutega tsoonis);
 - kontrollima, kas taotluse esitanud isikul on kehtiv aastane ühekordne luba;
 - kontrollima, kui taotlus on tehtud piiranguga alale, kas taotlejal on eelnev kooskõlastus tehtud.
- vajalik on teavitada lennujuhtimisüksusi;

Kui lennutaotlust menetlev spetsialist Transpordiametis on kontrollinud taotluses esitatud info põhjal, kas soovitud asukohas ei ole konflikte sellel hetkel kehtiva õhuruumiga ning

on täidetud ka muud lennuloa taotlemise tingimused, siis saab taotlejale saata taotluse kinnitus loaga lennata vastavas asukohas soovitud kuupäeval. Kui aga tuvastatakse mõni ebakõla, siis taotlust ei rahuldata ning saadetakse ka vastavasisuline teade lennuloa taotlejale.

Käesolevas töös analüüsitud droonipilootidele mõeldud kaardirakendus toob kasu päris mitmele huvitatud osapoolle lahendades nende tegelikke igapäevaseid probleeme, mitte ainult ei looda seda rakendust vastamaks rahvusvahelistele seadustele ja määrustele.

1. Kogu Eesti õhuruum turvalisemaks, sest kõik info õhuruumi kohta on kasutajatele ühest rakendusest kergesti kättesaadav ning see on pidevalt ajakohane;
2. Droonipilootide lennuloa taotlemise protsess muutub palju kiiremaks – kui hetkel võtab see aega 3-7 tööpäeva taotluse esitamisest, siis uue rakendusega on see aga peaaegu momentaalne, sest süsteem teeb ise automaatse taotluses esitatud lennuala kattuvuse kontrolli võrreldes seda kehtiva õhuruumiga ning kui soovitud õhuruumiga konflikte ei ole, edastatakse taotlejale kohe lennuluba;
3. Lisaks automaatsele lennuala kattuvuse kontrollile vähendab oluliselt Transpordiametis lennuloa taotluste menetlemiseks kuluvat spetsialisti aega ja ressursi;
4. Lennujuhid saavad automaatselt vastava info aktsepteeritud lennulubade kohta, mis kuvatakse neile geograafiliste aladena kaardirakenduses ning enam ei pea spetsialist seda infot iga lennuloa kohta kirja teel edastama.

3.2.2 TO-BE äriprotsess

Võttes arvesse AS-IS protsessi kitsaskohti, loodi samast protsessist TO-BE äriprotsessi voodiagramm ning seda kajastab (Joonis 5), kus mehitamata õhusõiduki piloot saab kaardirakenduse sees taotleda lennuluuba. Kogu protsess algab piloodi otsusest minna lendama. Et kaardirakenduses saaks lennuloa taotlust üldse esitada, tuleb esimese asjana rakendusse sisse logida. Selleks on erinevaid võimalusi – kas kasutajanime ja parooliga, Smart-ID või Mobiil-ID-ga.

Kui kasutaja on sisse logitud, tuleb aktiveerida lennuala joonistamise funktsioon vajutades nupule „Taotle lennuluuba“. Peale selle aktiveerimist küsib rakendus soovitud maksimaalset lennukõrgust maapinnast, milleni piloot kavatseb lennata. Kui piloot on maksimaalse kõrguse süsteemi sisestanud ning valinud selle järele sobiva mõõtühiku, milleks on kas meetrid või jalad, on sellega piloot kinnitanud oma soovitud lennu vertikaalse ulatuse. Edasi tuleb minna horisontaalsele ehk lennuala geograafilise ala joonistamise juurde. Siin tuleb valida piloodil kahe valiku vahel – kas ta plaanib lennata ühest punktist teise, mis tähendab et õhukutõusu ja maandumise asukoht ei ole samas kohas, või on plaanis lennata ühe punkti läheduses, kus õhukutõusu ja maandumise asukoht on (enamvähem) samas kohas. Seda viimast varianti kasutavad peamiselt hobipiloodid, kes peavad järgima VLOS (*visual line of sight*) reegleid ning ei tohi õhusõidukit silmist ära kaotada. Esimest varianti aga kasutatakse peamiselt autonoomse droonilennu puhul, kus kasutaja määrab teekonnapunktid, mööda mida droon lendab, aga sellisel juhul ei ole välistatud ka käsitsi opereeritud lend.

Kui kasutaja valib esimese, ehk teekonnapunktidega lennuala joonistamise, siis tuleb kasutajal sisestada punktid süsteemi koordinaatidega või valida need kaardivaates. Kui kõik soovitud punktid on sisestatud, pakub süsteem välja horisontaalse puhverala, et droonil oleks nominaaltrajektooriga lubatud teatud kõrvalekalle. Seda puhverala saab kasutaja suurendada või vähendada vastavalt oma soovile, ilmastikuoludele ja/või lennu eesmärgile. Puhverala laiust saab muuta sisestades soovitud lennukoridori väärtuse meetrites.

Teise valiku kasuks otsustades valib droonipiloot koordinaadi või asukoha kaardil, milleks võib olla näiteks õhukutõusu ja maandumiskoht. Süsteem genereerib selle punkti ümber puhverala, mida kasutaja saab laiendada või vähendada sõltuvalt planeeritava

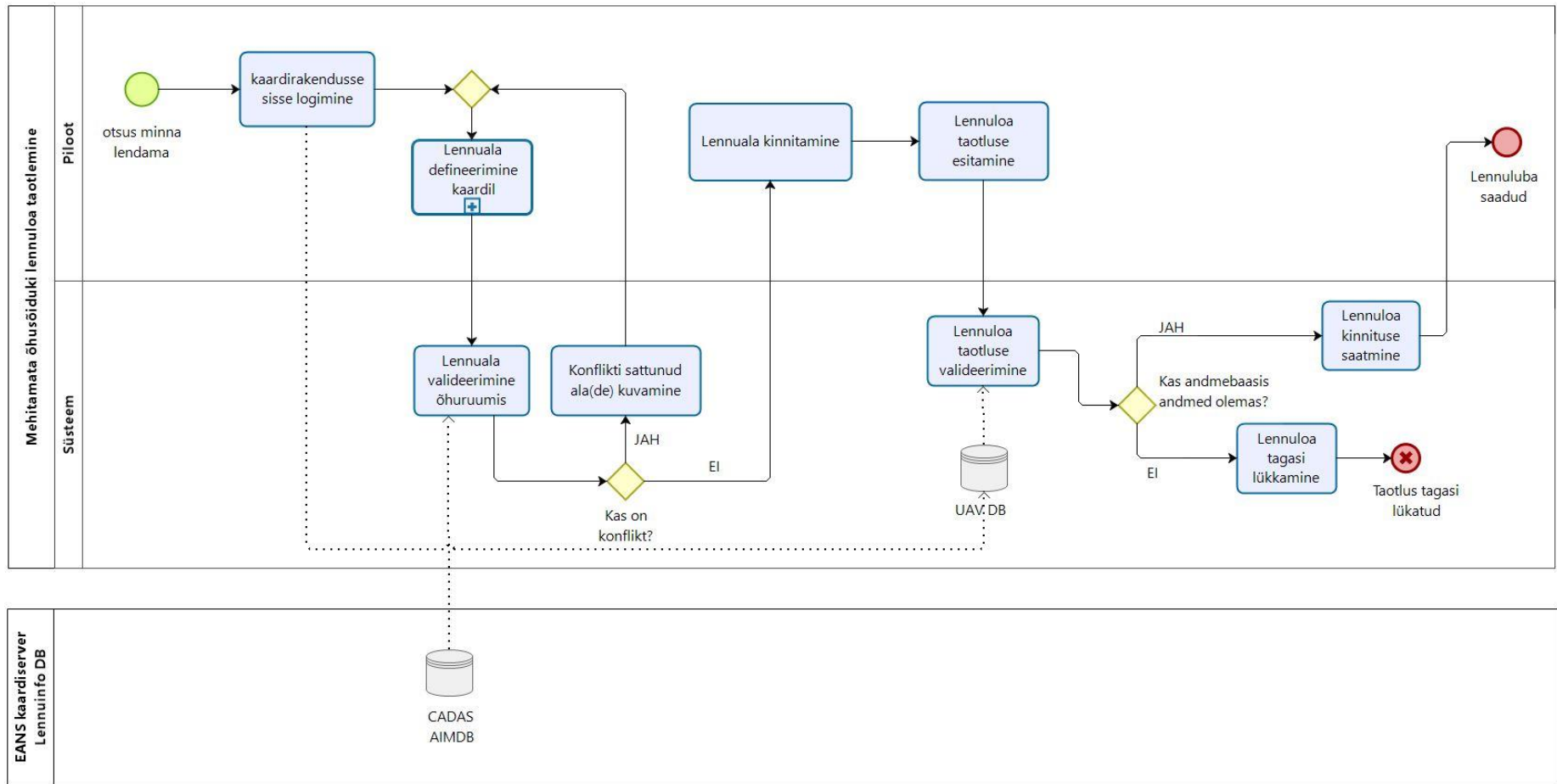
lennu eesmärgist, ilmastikutingimustest või mõnest muust lendu mõjutavast faktorist. Puhverala suurust saab muuta sisestades vastava raadiuse väärtuse meetrites.

Peale seda kui kasutaja on oma soovitud lennuala valmis joonistanud, saab ta selle enne valideerimisse saatmist ise üle kontrollida – et soovitud kõrgus oleks korrektne ning et kaardil kuvatav ala katab ära tema lennutrajektoori või lennuala. Kui see defineeritud ala sobib, siis saadab kasutaja selle valideerimisse, kus süsteem teeb kehtiva õhuruumialadega (selle info saab süsteem CADAS AIMDB-st – õhuruumiandmete andmebaasist) kattuvusanalüüsi ning seejärel kõrguste võrdlemise lubatud aladega või maksimaalse lubatud kõrgusega. Kui kasutaja aga ei ole rahul oma defineeritud lennualaga kas sisestatud vale kõrguse tõttu või ala katvus pole päris korrektne, siis on tal võimalus seda lennuala mitte kinnitada ning minna tagasi ala joonistamise juurde.

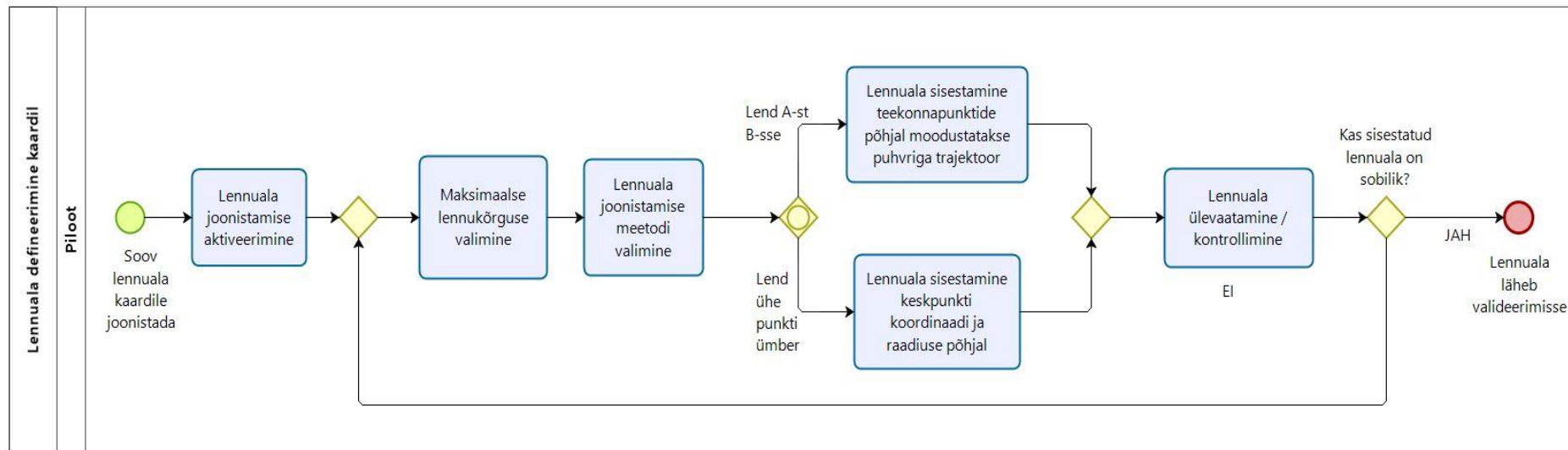
Kui süsteem on tuvastanud kasutaja joonistatud alas konflikti, olgu see siis kattuv ala kehtiva õhuruumiga, mille kasutaja sisestatud lennukõrgus oli liiga suur või kattuvust alade vahel ei olnud, aga lihtsalt lennukõrgus oli valitud liiga kõrge, annab süsteem valideerimise mitte läbimise põhjusest kasutajale teada. Seejärel saab kasutaja teha alale vastavad korrektuurid, et see uuesti valideerimisse edastada.

Juhul kui süsteem ei tuvastanud kasutaja soovitud lennualas ühtki kattuvuse probleemi ega keelatud kõrgust, saab kasutaja ala sobivuse kohta info ning võib selle nüüd lennuloa taotlusesse esitada. Lennuloa taotlusesse esitamisel kontrollitakse, kas kasutaja ja temaga seotud droon on registreeritud drooniregistris (joonisel UAV DB) või mitte. Enam lennuala ei kontrollita, vaid kontrollitakse kasutaja ja drooni andmeid drooniregistri andmetega, ning kui see vastab registrile, siis läbib kontrolli ja taotluses olev lennuala edastatakse drooni andmebaasi ning see ala reserveeritakse ning aktiveeritakse vastavalt kasutaja poolt sisestatud lennuaja järgi - kas kohe või teatud kellaajal. Lennuloa kinnitus saadetakse kasutajale e-kirjana postkasti ja teavituseks rakenduses.

Juhul kui kasutaja või tema droon ei ole drooniregistris registreeritud, siis lennuloa taotlus lükatakse süsteemi poolt automaatselt tagasi ning lennuluuba ei väljastata. Süsteem saadab kasutajale välja teate (nii e-kiri kui ka teavitus rakenduses) tagasilükatud taotlusest, lisab sinna juurde taotluse tagasilükkamise põhjuse ning saadab kasutajale lingi drooniregistris registreerimiseks.



Joonis 5. Mehitamata õhusõiduki lennuloa taotlemise TO-BE protsessi BPMN diagramm. (Autori koostatud)



Joonis 6. Lennuala defineerimine kaardil protsessi BPMN diagramm. (Autori koostatud)

3.2.3 Lahenduste võrdlemine

Selleks, et aru saada kuidas meie ümberkaudsed riigid või sama regiooni riigid on sarnaseid kaardirakendusi teinud, tuleb saada tehtud töödest ülevaade. Käesoleva töö autor uuris meid ümbritseva regiooni ehk Euroopa riikide näiteid ja lahendusi, sest me kuulume sarnasesse kultuuriruumi ning mis veel olulisem, peame vastama ka sarnastele nõuetele ja regulatsioonidele. Geograafiliselt piirati uuritav regioon Euroopaga, kus vaadeldi kokku 44 riigi mehitamata õhusõidukitele mõeldud kaardirakendusi. Nendest 44-st riigist 31 on Euroopa Lennundusohutuse Ameti (EASA) liikmed ning 27 on Euroopa Liidu liikmesriigid.

Kuna uuritav piirkond on siiski suhteliselt lai ning kõik riigid ei ole kohaliku lennuameti kodulehte peale oma riigikeele teinud, siis droonidele mõeldud kaardirakenduste otsimine võttis kohati ka päris kaua aega. Võib öelda, et lennundus on väga reguleeritud valdkond ning üldjuhul leiab vastava informatsiooni just riikide lennuametite leheküljelt, sest tavaliselt on see nende vastutusallas. Aga on riike, sh ka Eesti, kus sarnaseid kaardirakendusi ei ole siiani arendatud riigi poolt vaid on loodud hoopis drooni entusiastide poolt lähtudes nende isiklikust vajadusest ja soovist lendamine lihtsamaks ja ohutumaks teha.

Kokku 44-st uuritud riigist oli mingisugunegi kaardirakendus olemas 26 riigil (Lisa 3). Et oleks võimalik neil kaardirakendustel ka vahet teha, liigitas autor need lähtudes rakenduste kompleksisusest ja GIS (*Geographic Information System*) lahenduse keerukuse tasemest kahte kategooriasse: lihtsad ja keerulised.

Lihtsate kategooriasse liigitati kõik kaardirakendused, mis olid tehtud Google Maps või sarnaste lihtsate vahenditega ning mis kuvas ainult staatilist ja/või mittetäielikku infot õhuruumist. Tihti oli sellistel kaardirakendusel kuvatud kõigest lennuväljade lähialad või mõningatel juhtudel ka teised keelualad, kuid ei olnud esindatud kõik õhuruumi osad ning puudus võimalus neid kihtide kaupa alasid sisse ja välja lülitada, ei kuvatud NOTAM teateid ning puudusid erinevad lisafunktsionaalsused.

Keeruliste kaardirakenduste kategoorias oli esindatud lisaks peamistele lennuväljade alade ka teised õhuruumialad. Samuti kuvati mõne riigi puhul ka NOTAM teateid teksti kujul, kuid ühelgi riigi kaardirakenduse näites ei olnud veel kasutusele võetud uut digi-

NOTAM formaati, millega on võimalik kuvada automaatselt erinevate õhuruumi alade aktiveerimisi ning muid geograafilisi alasid kujutada.

Kategoriseerides riikide kaardirakendusi sellisel viisil kahte klassi, tuli tulemuseks, et lihtsa kategooria rakendusi oli 15 riigil ning keerukaid rakendusi 11 riigil. Siin tuleb ka arvestada seda, et mõnda keerulisemat kaardirakendust kasutasid kaks lähedalasuvat riiki nagu näiteks Liechtenstein ja Šveits, kes asuvad geograafiliselt üksteise kõrval.

Lisaks kaardirakendustele ja nende erinevatele raskusastmetele on siiski riigiti suhteliselt erinevad mehitamata õhusõidukite käitaja reeglid. Üldjuhul on kõikides riikides regulatsioon olemas ning lendamine nendega on legaalne, kuid sõltuvalt riigist on reguleerituse tase väga erinev ning droonipilootidelt nõutakse riigiti kas väga spetsiifilisi litsentse, koolitusi ja lubasid või siis vastupidi, lendamine on suhteliselt reguleerimata jäetud. Siinkohal tundub plaan mehitamata sõidukid ja nende käitajad samas regioonis ühtseid reegleid järgmina panna suhteliselt hea.

Kuigi keerukaid ja põhjalikke kaardirakendusi oli tervel 11 riigil, siis eeskujuks võiks tuua 3 riiki: Soome, Holland ja Poola. Neil oli lisaks peamisele infole pandud juurde võimalus näha õhusõidukite liiklust peaaegu reaalsajas (*near real-time*), või oli lisatud juurde radaripildi kiht, mis kuvab pilvisust ja sademeid ning mis veel väga oluline – info ei ole aegunud ning kasutajatel on mugav seda kasutada. Soome kaardirakenduse eelis on ka kindlasti see, et see on lisaks droonipilootidele mõeldud ka tavapilootidele.

4 Lahenduse kirjeldus

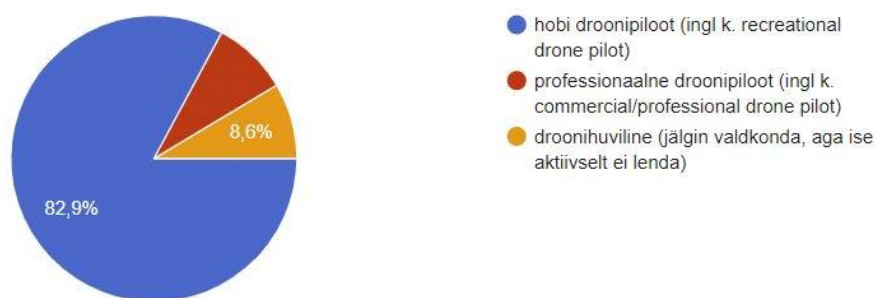
Järgnevalt on välja toodud võimaliku lahenduse kirjeldus, kus kaardirakenduse funktsionaalseid nõudeid koguti sobiva sihtgrupi seas läbiviidud küsimustiku teel.

4.1 Funktsionaalsed nõuded

Käesoleva töö raames kokku kogutud funktsionaalsetest nõuetest koostati 9 kasutusmalli ning loodi kasutusmalli diagramm.

4.1.1 Funktsionaalsete nõuete kogumine küsimustikuga

Funktsionaalsete nõuete kogumiseks koostas autor küsimustiku. Küsimustik tehti *Google Forms* platvormil ning koosnes kolmest osast: vastaja profiil, funktsionaalsete nõuete kogumine kinniste küsimustega, funktsionaalsete nõuete kogumine lahtiste küsimustega. Kokku vastas küsimustikule 35 inimest, kellest 29 (83%) vastas, et on drooni hobipiloot (*recreational drone pilot*), 3 inimest määratlesid end kui professionaalne droonipiloot (*commercial/professional drone pilot*) ning ülejäänud 3 vastajat määratlesid end kui lihtsalt droonihuvilised, kes hoiavad end teemaga kursis.



Joonis 7. Küsimustikule vastanute droonipilootide jaotumine.

Vastanute vanusevahemik jagunes järgmiselt: enamus vastanutest jagunesid kahte vanusevahemikku - 43% vastanutest on vanusevahemikus 25-35 eluaastat ning 40% 36-50 aastased. Ülejäänud vastajad jagunesid enamvähem võrdselt vanuseklassidesse kuni 18 aastased, 18-24 aastased ning 50 aastat ja vanemad. Huvitav ja ka ootamatu on fakt, et kõik vastanutest olid meessoost.

Küstiti ka vastajate tegevusvaldkonna kohta, et välja selgitada, kas droonipilootide seas on mõned domineerivad tegevusvaldkonnad. Valikvariantideks kasutati Statistikaameti tegevusvaldkondade klassifikaatorit, mida tuli kokku 18 ning oli ka veel vaba vastusega variant juhuks, kui vastaja oma tegevusala loetelust ei peaks leidma. Jaotumine oli suhteliselt kirju, kuid tooksin välja kaks domineerivat tegevusala: 20% vastanutest töötas info ja side erialal ning 14% teenindavas sektoris. Eraldi saab välja tuua, et lennunduses toimetab 6% vastanutest.

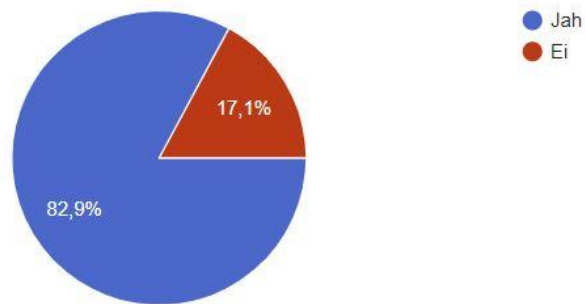
Kui küsiti kuidas ja mis vahenditega oma lende praegu ette valmistatakse, siis levinuimad vastused olid Drooniäpp [15], loetakse NOTAM teateid [16], kasutatakse droonitootja enda kaarti (nt DJI Go [17]), kasutatakse AirMap rakendust [18], loetakse AIP-i [19] ning mõned vastanutest ei valmistagi oma lendu ette ning lendavad „kiirelt, vaikselt ja salaja“.

Küsimusele kuskohast saab vastaja õhuruumi keelualade (*no-fly zone*), piirangu- ja ohualade (*danger area, restricted area, temporarily segregated area*), siis esile tõusid vaieldamatult kolm infoallikat: 60% vastanutest saab sellekohase info nii AIP-ist kui Drooniäpp-ist ning 51% droonitootja enda rakendusest. Mainiti veel ka Maa-ameti X-GIS-i kaardiserverit ning teiste riikide AIP-e.

Vastanutest veidi üle poolte (54%) on alati drooni lennutades kindlad lennutamise kohas kehtivatest õhuruumi piirangutest, 29% ei ole kunagi kindlad ning 17% vastas, et mõnikord on kindlad.

Väga olulisele küsimusele, kas vastajad näevad vajadust spetsiaalselt droonipilootidele mõeldud rakendusele, vastasid tervelt 83% jaatavalt ning 17% vastanutest leidis, et sellist rakendust ei oleks tarvis. Põhjenduseteks, miks seda tarvis ei ole, toodi välja järgmised väited: olemas juba on Drooniäpp, mida paljud kasutavad ja mis rahuldab kasutajate vajadusi, samuti leiti, et info otsimine paljudest erinevatest allikatest ei ole ka probleem.

Kas näed vajadust spetsiaalsest kaardirakendusest droonipilootidele?

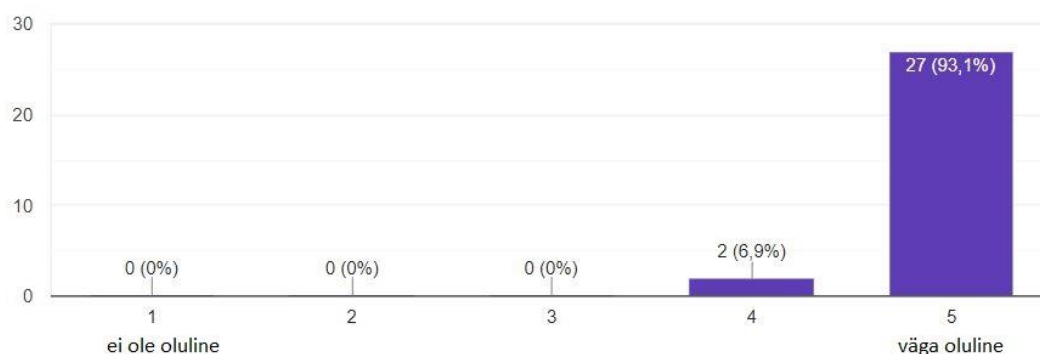


Joonis 8. Vastanute jaotus kaardirakenduse vajalikkusest.

Küsimustiku funktsionaalsuse kohta käivates küsimustes uuris autor, kui oluline on, et rakenduses saaks erinevaid piirangu- ja keelualasid erinevate kihtidena sisse ja välja lülitada. Vastuseid sai sisestada skaalal 1-5, kus 1 tähendas, et see funktsionaalsus ei ole üldse oluline ning 5, et on väga oluline. 76% vastanutest vastas skaalal valikud 4 ja 5, ehk pidasid sellist funktsionaalsust väga oluliseks. Kõigest üks vastaja valis selleks 1 ehk see ei ole üldse oluline. Järgmine küsimus puudutas nende samade alade kohta käivat kõrgusinfot – kui oluline on, et rakendus kuvaks alade kohta käivat kõrgusinfot. Sarnasel skaalal vahemikus 1-5 vastasid 72% valiku 5 ja 17% valiku 4, ehk 90% vastanutest peab seda info kuvamist väga oluliseks.

Kui autor uuris vastajate teadlikkust selle kohta, kas nad on teadlikud et NOTAM teadetega saab erinevaid õhuruumi alasid aktiveerida ja deaktiveerida, siis vastanutest kõigest 1 inimene vastas eitavalt. Sellele järgnes küsimus, et kui oluliseks peetakse, et kaardirakendus kuvaks NOTAM teadetega aktiveeritud alasid koos ajalise infoga, st mis kellaegadel on ala aktiveeritud. Sellele küsimusele vastasid tervelt 93% valiku 5 ehk väga oluliseks ning 7% valiku 4, ehk 100% vastanutest soovib sellekohast infot näha kaardirakenduses. Selline kõrge number näitab ilmselgelt, et vajadus seda infot kaardirakenduses näha on väga suur, sest hetkel ükski rakendus seda teavet ei kuva.

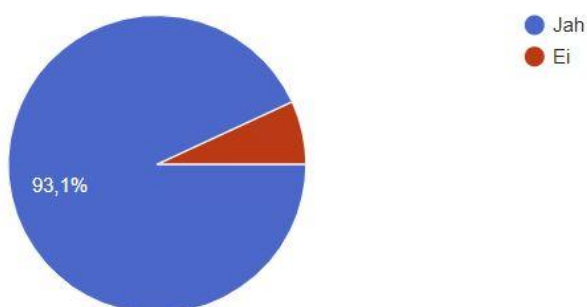
Kui oluliseks pead, et kaardirakendus peaks kajastama NOTAM-itega aktiveeritud alasid koos vastava ajalise infoga (mis aegadel on alad aktiveeritud)?



Joonis 9. NOTAM teadetega aktiveeritud alade kuvamise olulisus kaardirakenduses.

Küsimusele, kas kaardirakendust võiksid kasutada ainult registreeritud kasutajad, vastasid pea kolmveerand vastanutest „ei“ (76%) ning 24% pooldasid seda. Suhteliselt ühehäälselt (93%) vastati jaatavalt küsimusele, kus küsiti, kas kaardirakenduses võiks olla lennuloa taotlemise funktsionaalsus. Vastanute hääled jagunesid aga peaaegu võrdselt küsimusele, kas lennuluba võiksid saada taotleda ka mitteregistreerunud kasutajad, kus „jah“ vastasid 55% ning „ei“ 45% vastanutest. Samuti pooldati peaaegu ühehäälselt (93%), et lennuloa taotlemine võiks käia registreerunud kasutajal mõne klikiga.

Kas pead oluliseks, et kaardirakendusest oleks võimalik drooni lennutamiseks luba taodelda?

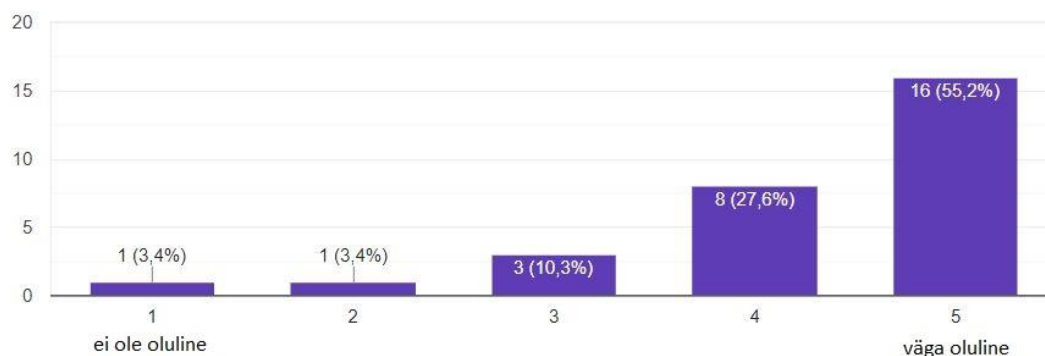


Joonis 10. Lennuloa taotlemise funktsionaalsus kaardirakenduses.

Kui küsimus oli lennuloa taotlemisel kaardirakendus määraks automaatselt kasutaja asukoha ja paneks vaikimis lennuraadiuse paika, siis selle vastused jagunesid suhteliselt võrdselt skaalal 1-5. Sellest järeldub, et kasutajaid, kes soovivad sellist funktsionaalsust

on sama palju, kui neid, kes ei soovi. Rohkem üksmeelil oldi selles, et rakendus valideerib kasutaja poolt defineeritud lennuala lendu keelava alaga. Tervelt 83% vastanutest andsid olulisuse skaalal vastuseks, et see on oluline ehk punktid 4 ja 5.

Kui oluliseks pead, et rakendus valideerib antud ala kattuvust lendu keelava alaga?



Joonis 11. Lennuala valideerimise olulisus kehtiva õhuruumiga.

Et rakendus annaks ka juhiseid, mida peaks tegema, et kasutaja soovitud lennuala ei läheks konflikti keelualadega, vastas 73% vastanutest, et see on neile oluline (väärtused 4 ja 5). Oluliseks peeti ka seda, et rakenduses genereeritud ja valideeritud ala saaks kuvada ka drooni lennutamiseks mõeldud rakenduses (nt DJI Go). Sellele vastas 69% vastanutest skaalaväärtustel 4 ja 5.

Kõige rohkem vastajaid vastas küsimusele, kui oluliseks pead, et rakendus kuvaks ka meteoroloogilist infot, olulisuse skaalal vastusevariandi 3, mida võib tõlgendada „nii ja naa“ ehk selle järgi ei ole tungivat vajadust. Küll vastati küsimusele, millist meteoroloogilist infot võiks rakendus kuvada, et see võiks kuvada populaarsuse järjekorras 1) tuule suunda ja kiirust (97%); 2) sademeid (radaripilt) (48%); ning 3) õhutemperatuuri (41%).

Uurides, mis keel(t)es võiks rakendus olla ja mis keeli, siis kõige rohkem vastati inglise keel (90%) ja eesti keel (83%) ning kolmandaks tükk maad vähem vastuseid saanud vene keel (21%).

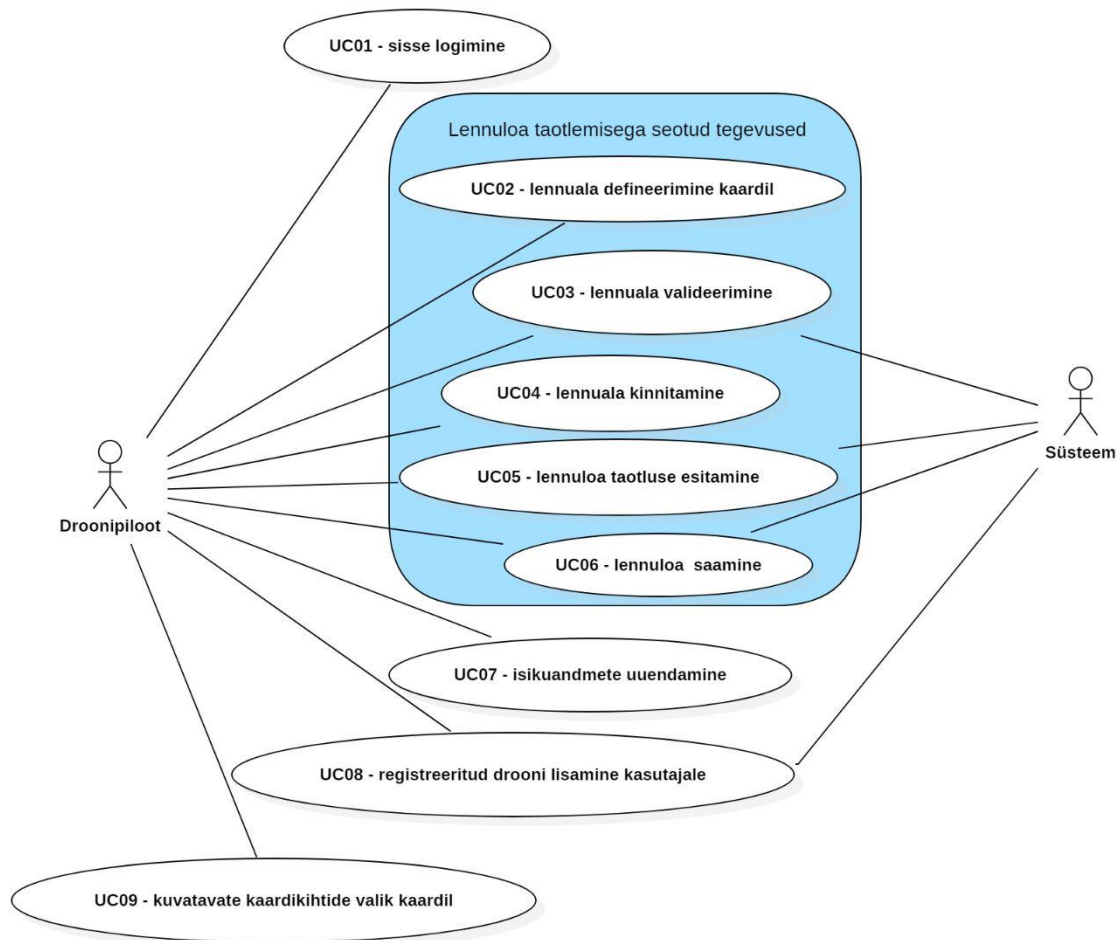
Kasutajatele on oluline, et nad näeksid rakenduses ka teiste lennus olevate droonide asukohti, kuna sellele vastati olulisuse skaalal valikutel 4 ja 5 lausa 79%.

Veel uuris autor, kes vastanutest on lennanud drooniga kogemata vales või keelatud kohas kuna neil puudus vajalik info kehtivatest õhuruumi piirangutest. Et ainult „ei“ ja „jah“ kohustuslikule valikvastusele ilmselt osad vastajad oleksid küsimustikule üldse vastamata jätnud või kinni pannud enne esitamist, siis autor lisas ka kolmanda valikvastuse „ei soovi vastata“. Üle poolte vastas „ei“, ehk 55% vastanutest ei ole keelatud alas varem lennanud, 14% vastas „jah“ ehk on lennanud info puudumisel keelatud alas ning ligikaudu kolmandik ehk 31% ei soovinud sellele küsimusele vastata.

Lõpetuseks oli vastajatele jäetud valikvastusega küsimus, et mida nad veel sooviksid rakenduses näha, millest varasemalt pole küsimustikus juttu olnud. Pakuti välja palju erinevaid variante alustades hädavajalikest kontaktidest, droonireklaamidest ning -koolitustest, kuid läbivaks sooviks oli näha teisi õhusõidukeid, nii lennukeid kui droone, kes lendavad vahetusläheduses. Samuti toonitati NOTAM teadete ja riikliku tähtsusega hoonete ning ohtlike asutuste vahetusläheduses keelualade nägemise olulisust. Lisaks mainiti veel, et vajalik oleks näha hoonete kõrgusi kaardil ning lähitulevikus kehtima hakkavate lennulubade kohta infot.

4.1.2 Kasutusmalli diagramm

Kasutusmalli diagramm on koostatud küsimustikust kogutud funktsionaalsete nõuete põhjal ning see visualiseerib kasutaja ja süsteemivahelisi tegevusi ja nende seoseid. Paremaks ülevaate saamiseks on teatud tegevused grupeeritud. Kasutusmalli diagramm on tehtud StarUML [20] tarkvaraga.



Joonis 12. Kaardirakenduse kasutusmallide diagramm. (Autori koostatud)

Kasutaja ehk droonipiloot peab saama teha tegevusi, mis on seotud lennuloa taotlemisega, rakenduse kaardikihtide visualiseerimisega ning kasutaja andmete uuendamisega, süsteem peab kontrollima ja valideerima, kas kasutaja poolt soovitud tegevused on sellel hetkel lubatud või mitte.

4.1.3 Kasutusmalli kirjeldused

Järgnevalt on kirjeldatud kasutusmallid tekstilises vormis võttes aluseks varasemalt meetoodika osas välja toodud kasutusmallide vormi.

Tabel 2. Kasutusmall „Lennuala defineerimine kaardil“.

Kasutusmalli nimi	Lennuala defineerimine kaardil
ID	UC02
Kontekst	Kasutaja saab määrata kaardirakenduses endale sobiva geograafilise ala, mille ta hiljem edastab lennuplaani taotlusena ning mille sees tohib ta drooniga lennata. Enne ala joonistamist peab kasutaja valima tööriista, millega ta seda joonistab.
Rollid	Mehitamata õhusõiduki käitaja
Eeltingimused	Kasutaja on rakendusse edukalt sisse logitud
Põhistsenaariumi kirjeldus	<ol style="list-style-type: none">1. Kasutaja valib lennuala määramise liigi (kas keskkoordinaadi ja raadiusega või teekonnapunktide ja puhveralaga);2. Kasutaja sisestab maksimaalse soovitud lennukõrguse;3. a) kasutaja valib lennuala joonistamise keskpunkti koordinaadi ja raadiuse põhjal;4. a) kasutaja määrab rakenduses keskpunkti;5. a) kasutaja kinnitab keskpunkti asukoha;6. a) kasutaja defineerib soovitud lennuala raadiuse;7. a) kasutaja kinnitab defineeritud lennuala.

Kasutusmalli nimi	Lennuala defineerimine kaardil
<p>Alternatiivstsenaariumi kirjeldus</p>	<p><u>Alternatiivstsenaarium 1</u></p> <p>Sammud 1 ja 2 toimuvad põhistsenaariumi järgi</p> <p>3. b) kasutaja valib lennuala joonistamise marsruudipunktide põhjal;</p> <p>4. b) kasutaja sisestab sobivad teekonnapunktid, mida mööda plaanib drooniga lennata.</p> <p>5. b) kasutaja kinnitab sisestatud teekonnapunktid;</p> <p>6. b) kasutaja defineerib soovitud lennukoridori laiuse</p> <p>Samm nr 7 toimub põhistsenaariumi järgi.</p> <p><u>Alternatiivstsenaarium 2</u></p> <p>Põhistsenaariumi punktid 1-6</p> <p>7. b) kasutaja ei ole defineeritud lennualaga rahul ning soovib lennuala muuta. Kasutaja suunatakse tagasi punktide asukoha valiku põhistsenaariumi punkt nr 5 juurde.</p> <p><u>Alternatiivstsenaarium 3</u></p> <p>Põhistsenaariumi punktid 1-6</p> <p>7. c) kasutaja ei ole defineeritud lennualaga rahul, ei kinnita valikut ning lennuala kustutatakse. Kasutaja suunatakse tagasi põhistsenaariumi punkti nr 1.</p>
<p>Järelingimused</p>	<p>Kasutaja on defineerinud endale sobiva lennuala, mida on edasi võimalik hakata valideerima, kas soovitud õhuruumi osa satub konflikti hetkel kehtiva õhuruumipiirangutega või mitte.</p>

Kasutusmalli nimi	Lennuala defineerimine kaardil
Järgnevad kasutusmallid	<p>UC03 – lennuala valideerimine õhuruumis</p> <p>UC04 – lennuala kinnitamine</p> <p>UC05 – lennuloa taotluse esitamine</p> <p>UC06 – lennuloa saamine</p>
Seotud ärireeglid	BR01 – kasutaja saab korraga sisestada ainult ühe lennuala
Viited äriprotsessile	„Mehitamata õhusõiduki lennuloa taotlemine“

Tabel 3. Kasutusmall „Lennuala valideerimine õhuruumis“.

Kasutusmalli nimi	Lennuala valideerimine õhuruumis
ID	UC03
Kontekst	Kasutaja saab valideerida varasemalt defineeritud õhuruumi osa hetkel kehtivate õhuruumipiirangutega või piloodile sobival ajal tulevikus.
Rollid	Süsteem
Eeltingimused	Kasutaja on defineerinud drooniga lendamiseks soovitava õhuruumi osa (geograafiline ala ja maksimaalne lendamiskõrgus) ning aja, millal soovib alas lennata.
Põhistsenaariumi kirjeldus	<ol style="list-style-type: none"> 1. kasutaja valib varasemalt defineeritud õhuruumi osa valideerimise; 2. a) süsteem valideerib kõigepealt kasutaja poolt defineeritud õhuruumi osa tehes kattuvusanalüüsi kasutaja poolt sisestatud ala ja kehtivate õhuruumi piirangute vahel. Sõltumata

Kasutusmalli nimi	Lennuala valideerimine õhuruumis
	<p>sellest, kas süsteem tuvastab kattuvuse alade vahel või mitte, ei saa süsteem veel valideerimistulemust kinnitada, vaid tuleb läbida ka järgmine, kõrguse kontroll.;</p> <p>3. a) kui süsteem tuvastas alade kattuvuse eelmises punktis, siis valideerib süsteem kasutaja poolt sisestatud maksimaalse lennukõrguse kattuva õhuruumi kõrgusvahemikuga. Kui kasutaja poolt soovitud lennukõrgus on madalam kui õhuruumi alumine kõrgus, siis süsteem konflikti ei tuvasta;</p> <p>4. a) süsteem kontrollib soovitud lennukõrgust üldise maksimaalse lubatud lennukõrgusega;</p> <p>5. a) kui kasutaja poolt sisestatud lennukõrgus ei ületa lubatud maksimaalset lennukõrgust ning ei ulatu ühegi piirangualani, tagastatakse kasutajale kiri „Konflikte ei ole“.</p>
Alternatiivstsenaariumi kirjeldus	<p><u>Alternatiivstsenaarium 1</u></p> <p>Sammud 1-2 toimuvad põhistsenaariumi järgi</p> <p>3. b) kui süsteem kattuvusanalüüsi käigus kasutaja poolt defineeritud lennuala võrdlemisel kehtivate õhuruumi piirangutega katvusi ei tuvasta, siis jätab süsteem vahele põhistsenaariumi 4.punkti ning läheb edasi 5.punkti juurde;</p> <p><u>Alternatiivstsenaarium 2</u></p> <p>Samm 1 toimub põhistsenaariumi järgi</p>

Kasutusmalli nimi	Lennuala valideerimine õhuruumis
	<p>2. b) kui süsteem kattuvusanalüüsi käigus kasutaja poolt defineeritud lennuala võrdlemisel kehtivate õhuruumi piirangutega tuvastas katvusi, siis läheb süsteem põhistsenaariumi punkti 3 juurde;</p> <p>3. b) kui kasutaja sisestatud kõrgeim soovitud kõrgus on kõrgem, kui kattuva õhuruumi ala alumise piiri kõrgus, siis süsteem tuvastab konflikti;</p> <p>Samm 4 on põhistsenaariumi järgi.</p> <p>5. b) Kuna süsteem tuvastas punktis nr 2 konflikti, siis kuvatakse kasutajale teade: „Konflikt õhuruumiga [õhuruumi nimi] – lubatud maksimaalne lubatud kõrgus on [piirava õhuruumi alumise piiri kõrgus]“.</p> <p><u>Alternatiivstsenaarium 3</u></p> <p>Põhistsenaariumi punktid 1-3</p> <p>4. b) kasutaja soovitud lendamise kõrgus ületab standardset 150 m, siis süsteem registreerib konflikti;</p> <p>5. c) Kuna süsteem tuvastas punktis nr 4 konflikti, siis kuvatakse kasutajale teade: „Konflikt maksimaalse kõrgusega – lubatud maksimaalne lubatud kõrgus on 150 m“.</p>
Järeldingimused	Kasutaja on valideerinud enda defineeritud lennuala, mida on edasi võimalik saata kinnitamiseks.
Järgnevad kasutusmallid	<p>UC02 – lennuala defineerimine kaardil</p> <p>UC04 – lennuala kinnitamine</p> <p>UC05 – lennuloa taotluse esitamine</p>

Kasutusmalli nimi	Lennuala valideerimine õhuruumis
	UC06 – lennuloa saamine
Seotud ärireeglid	BR02 – süsteemi poolt valideerimata lennuala ei saa saata kinnitamiseks.
Viited äriprotsessile	„Mehitamata õhusõiduki lennuloa taotlemine“

Tabel 4. Kasutusmall Lennuala kinnitamine“.

Kasutusmalli nimi	Lennuala kinnitamine
ID	UC04
Kontekst	Kasutaja kinnitab varasemalt defineeritud õhuruumi osa, et see lisada lennuplaani taotlusesse.
Rollid	Mehitamata õhusõiduki käitaja
Eeltingimused	Süsteem on valideerinud drooniga lendamiseks soovitava õhuruumi osa ülejäänud hetkel kehtiva või planeeritud lennu ajal aktiveeritud õhuruumiga.
Põhistsenaariumi kirjeldus	<ol style="list-style-type: none"> 1. Kasutaja vaatab üle süsteemi poolt juba valideeritud lendamiseks soovitud geograafilise ala koos kõrgusega; 2. a) Kasutaja kinnitab valiku vajutades nupul „Kinnitan“.
Alternatiivstsenaariumi kirjeldus	<p><u>Alternatiivstsenaarium 1</u></p> <p>Samm 1 toimub põhistsenaariumi järgi</p> <ol style="list-style-type: none"> 2. b) Kasutaja ei soovi valideeritud lennuala kinnitamiseks saata ning vajutab nupule „Tühista“.

Kasutusmalli nimi	Lennuala kinnitamine
Järelingimused	Kasutaja on kinnitanud talle sobiva ning süsteemi poolt valideeritud lennuala ning see lisatakse lennuloa taotlusse.
Järgnevad kasutusmallid	UC02 – lennuala defineerimine kaardil UC03 – lennuala valideerimine õhuruumis UC05 – lennuloa taotluse esitamine UC06 – lennuloa saamine
Seotud ärireeglid	BR03 – kasutaja saab kinnitamisele saata ainult ühe lennuala korruga
Viited äriprotsessile	„Mehitamata õhusõiduki lennuloa taotlemine“

Tabel 5. Kasutusmall „Lennuloa taotluse edastamine“.

Kasutusmalli nimi	Lennuloa taotluse esitamine
ID	UC05
Kontekst	Kasutaja esitab lennuloa taotluse varasemalt defineeritud õhuruumi osaga
Rollid	Mehitamata õhusõiduki käitaja.
Eeltingimused	Kasutaja on rakendusse sisse loginud ning täitnud vajalikud väljad isikuandmetega. Samuti on mehitamata õhusõiduk drooniregistris registreeritud. Kasutaja on kinnitanud lennuala ning soovib selle edastada lennuloa taotluse.
Põhistsenaariumi kirjeldus	1. Kasutaja kontrollib üle varasemalt rakendusse sisestatud isikuandmete õigsuse;

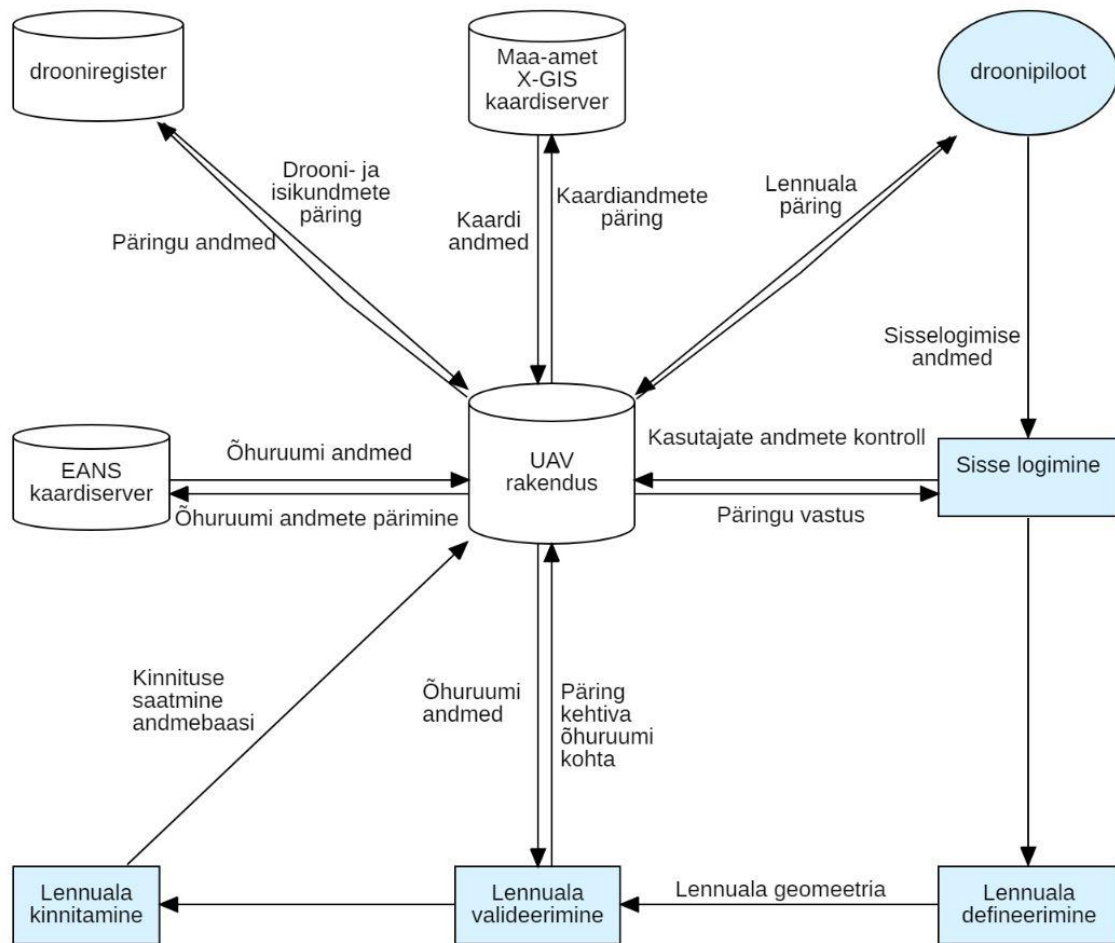
Kasutusmalli nimi	Lennuloa taotluse esitamine
	<p>2. Süsteem pärib drooniregistrist vastavale isikule kuuluvad droonid ning kuvab need ekraanile;</p> <p>3. a) Kasutaja valib tema nimele registreeritud droonid, millega on plaanis lend sooritada;</p> <p>4. a) Kasutaja edastab lennuloa taotluse kontrollitud andmete ja valideeritud lennualaga vajutades nupul „Edasta“.</p>
Alternatiivstsenaariumi kirjeldus	<p><u>Alternatiivstsenaarium 1</u></p> <p>Sammud 1-2 toimuvad põhistsenaariumi järgi</p> <p>3. b) i. Kasutaja soovib minna lendama drooniga, mida ei ole listis kuvatud, sest droon ei ole registreeritud tema nimele</p> <p>3.b) ii. Kasutaja sisestab käsitsi drooni registreerimisnumbri.</p> <p>3.b) iii. Süsteem kontrollib, kas käsitsi sisestatud reg nr on drooniregistris olemas;</p> <p>Positiivse vastuse korral jätkub põhistsenaariumi punktist nr 4.</p> <p><u>Alternatiivstsenaarium 2</u></p> <p>Sammud 1-3 toimuvad põhistsenaariumi järgi</p> <p>4. b) Kasutaja ei soovi lennuloa taotlust edastada ning vajutab nupule „Tühista“;</p> <p>5. kasutaja suunatakse tagasi kaardirakenduse avavaatele.</p>

Kasutusmalli nimi	Lennuloa taotluse esitamine
Järeldingimused	Kasutaja on edastanud lennuloa taotluse ning see lisatakse sisestatakse vastavasse UAV andmebaasi.
Järgnevad kasutusmallid	<p>UC02 – lennuala defineerimine kaardil</p> <p>UC03 – lennuala valideerimine õhuruumis</p> <p>UC04 – lennuala kinnitamine</p> <p>UC06 – lennuloa saamine</p>
Seotud ärireeglid	<p>BR04 – kasutaja saab edastada ainult ühe taotluse korraga.</p> <p>BR05 – kasutaja saab ühes taotluses sisestada ühe drooni lendamiseks.</p>
Viited äriprotsessile	„Mehitamata õhusõiduki lennuloa taotlemine“

Antud peatükis on kirjeldatud kasutusmallid ID-dega UC02, UC03, UC04 ning UC05. Ülejäänud kasutusmallide kirjeldused leiab Lisast 4.

4.1.4 Andmevoo diagramm

Järgnevalt on kujutatud suure vaate loogiline andmevoo diagramm (*logical data flow diagram*) peamisele äriprotsessile, mis kirjeldab kasutaja tegevusi ning milliste üksuste vahel andmed liiguvad. Andmevoo diagramm on koostatud StarUML [20] tarkvaraga.



Joonis 13. Lennuloa taotlemise protsessi andmevoo diagramm. (Autori koostatud)

Droonipiloot logib kaardirakendusse sisse ning süsteem kontrollib kasutaja õigsuse rakenduses. Edasi liigub kasutaja protsessis lennuala defineerimise juurde, kus sisestab lennuala geomeetria. Sisestatud lennuala geomeetria koos vajalike parameetritega edastatakse valideerimisse, mis sisuliselt tähendab kasutaja poolt sisestatud ala ja kehtiva õhuruumi alade kattuvusanalüüsi ning alade kõrguste võrdlemist. Kehtivad õhuruumi andmed pärivad rakendus EANS kaardiserverist.

Kui valideerimine on tehtud, tuleb kasutajal valideeritud lennuala rakenduses kinnitada. Selleks saab kasutaja kinnituse rakendusse, mis omakorda edastab kasutaja ja drooni andmed drooniregistrisse ja geograafilised andmed EANS kaardiserverisse. Lisaks kuvab rakendus erinevaid kaardikihte, mille andmed tulevad Maa-ameti kaardiserverist X-GIS.

4.2 Mittefunktsionaalsed nõuded

Käesoleva töö aluseks võeti Majandus- ja Kommunikatsiooniministeeriumi (MKM) mittefunktsionaalsete nõuete dokument [21], kuna just selle ministeeriumi haldusalasse Lennuliiklusteeninduse AS kuulub. Mittefunktsionaalsete nõuete analüüsi käigus töötati läbi MKM-i vastav dokument ning selgitati välja (Tabel 6), millised mittefunktsionaalsed nõuded mehitamata õhusõiduki kaardirakendusele kohalduvad.

Tabel 6. Mittefunktsionaalsed nõuded kaardirakendusele.

ID	Nõude kirjeldus	Kategooria
MFN01	Rakenduse kasutajaliides peab olema juurdepääsetav ning vastama vähemalt <i>Web Content Accessibility Guidelines</i> (WCAG) 2.1 tasemele AA.	kasutajaliides
MFN02	Rakenduse kasutajaliides peab olema kasutatav järgmiste veebibrauseritega: Chrome, Safari, Firefox, Edge, AndroidChrome ja IOS lehitsejad.	kasutajaliides
MFN03	Rakenduse kasutajaliides peab ühilduma täielikult HTML5, CSS3 ja Javascript kehtivate standarditega ning kõikide nõutud veebilehitsejate viimaste versioonidega.	kasutajaliides
MFN04	Rakenduse kasutajaliides peab kohanduma erinevate ekraanivaadetega (arvuti, tahvel ja mobiiltelefon).	kasutajaliides
MFN05	Rakenduse kasutajaliidese disainiotsused tuleb tellijaga kooskõlastada.	kasutajaliides
MFN06	Rakenduse kasutajaliides peab olema tehtud lähtudes värskematest UX trendidest.	kasutajaliides
MFN07	Rakenduse kasutajaliidese kujunduses tuleb lähtuda Veera stiiliraamatust.	kasutajaliides
MFN08	Rakenduse kasutajaliidese aluskomponentideks on MTA komponendid.	kasutajaliides
MFN09	Kasutajaliidese komponendid peavad olema dokumenteeritud.	kasutajaliides
MFN10	Kasutajaliidese komponendi Git projekti readme.md failis peab olema:	kasutajaliides

ID	Nõude kirjeldus	Kategooria
	<ul style="list-style-type: none"> • Komponenti eesmärgi tutvustus • Juhend, kuidas komponenti saab teistes projektides kasutada • Viide dokumentatsiooni asukohale – dokumentatsioon peab sisaldama näiteid, kuidas komponenti võõrast koodist välja kutsuda • Juhend edasiarendamiseks • Juhend versioneerimiseks ja publitseerimiseks. 	
MFN11	Rakendus peab töötama veebibrauseritega, mis toetavad ID-kaarditarkvara 2 viimast versiooni.	eID
MFN12	Rakendus peab kasutama kasutaja tuvastamiseks kesket TARA autentimisteenust.	eID
MFN13	Arendusprojekti käigus loodavate rakenduste versioone tähistatakse vastavalt Semver 2.0 standardile „versioon-x.x.x”. Versiooni numbrid peavad kajastuma koodihoidla Git Tag’ ides.	organisatsioon
MFN14	Statistilisi parameetreid mõõdetakse Google Analytics keskkonna kaudu. (Selgitus: Tellija annab omalt poolt vastava Google Analytics konto andmed.)	analüütika
MFN15	<p>Jõudluse parameetrid:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Üldjuhul peavad API päringud tagastama tulemuse brauserisse alla 1s. • Mõõdetakse brauseri põhiselt. 	kvaliteet

ID	Nõude kirjeldus	Kategooria
	<ul style="list-style-type: none"> • API erijuhud lepitakse Tellijaga eraldi kokku. • Kasutajaliidese HTML peab koos stiilide ja Javascriptiga laaduma < 1s. 	
MFN16	Rakendus peab tagama isikuandmete töötlemise vastavalt isikuandmete kaitse üldmäärusele ja isikuandmete kaitse seadusele: Euroopa Parlamendi ja nõukogu määrus (EL) 2016/679, 27. aprill 2016.	infoturve
MFN17	Rakenduse ja andmebaasi turvalisuse tagamiseks tuleb järgida OWASP-i parimaid praktikaid: OWASP <i>Cheat Sheet</i> .	infoturve
MFN18	Rakendus peab salvestama kõik paroolid ainult krüpteeritud kujul.	infoturve
MFN19	Rakendus ei tohi lubada ühe kasutajaga mitut samaaegset sessiooni.	infoturve
MFN20	Rakenduse ja kasutaja vaheline infovahetus tohib käia ainult üle HTTPS protokoll.	infoturve
MFN21	Rakendus peab olema kirjutatud arvestades töödeldavatele andmetele määratud ISKE turvaklassi nõudeid. (Selgitus: ISKE turvaklassi täpsustab Tellija. Täpsem info RIA infoturbe lehel.)	infoturve
MFN22	Krüptograafiliste algoritmide valimisel lähtuda RIA krüptograafiliste algoritmide elutsükli uuringutest.	infoturve
MFN23	API rakendus peab olema turvatud <i>Denial-Of-Service</i> (DOS), <i>Cross-Site-Scripting</i> (XSS), <i>Brute Force</i> ja <i>SQL/NoSQL Injection</i> rünnakute vastu.	infoturve

ID	Nõude kirjeldus	Kategooria
MFN24	API peab sisaldama: .../version route'i, mis tagastab API kehtiva versiooni ja k8s liveness probe, mille abil K8s kontrollib API rakenduse „elus“ olekut.	infoturve
MFN25	Eelistatud on vabavaraliste andmebaaside platvormide kasutamine, nt PostgreSQL.	infra
MFN26	Rakendusserverite ja andmebaasi teenuste jooksumise tuleb kasutada plokkalvestuskeskkonda.	infra
MFN27	Faililao loomisel eelistatakse objektsalvestuskeskkonna kasutamist S3 REST API-ga.	infra
MFN28	Rakenduse logimine peab vastama isikuandmete kaitse seaduses §36 kehtestatudle.	andmekaitse
MFN29	Automaatseks rakenduse ehitamiseks ja paigaldamiseks kasutame Gitlab CI/CD töövooge koos Docker'iga.	DevOps
MFN30	Rakendused käitatakse Docker konteinerites Kubernetese klastrites. Kubernetes haldamiseks kasutame Rancher'it.	DevOps
MFN31	Kubernetesesse paigalduseks tuleb rakendusele lisada Helm chart, mis arvestab, et rakendust paigaldatakse erinevatesse Rancher projektidesse.	DevOps
MFN32	Rakenduse testimiseks peavad olema koostatud testilood ning igale testiloole peab olema koostatud sellele vastav Katalon automaattest. Automaattestid peavad töötama ilma vigadeta.	kvaliteet
MFN33	Rakendusele html kujul kasutusjuhendit tuleb täiendada ja viia see vastavusse rakenduses tehtud muudatustega.	kvaliteet

ID	Nõude kirjeldus	Kategooria
MFN34	Kasutajajuhendi stiil lähtub Veera stiiliraamatust	kvaliteet
MFN35	Kasutusjuhend peab olema kasutusloo põhine, ehk juhendama kasutajat samm sammult iga konkreetse kasutusloo läbiviimisel.	kvaliteet
MFN36	Kasutusjuhendi kirjutamisel tuleb lähtuda nendest juhistest.	kvaliteet
MFN37	Kasutajajuhend peab olema kontekstipõhiselt lingitud kasutajaliidese elementidega.	kvaliteet
MFN38	Rakendusele peab olema koostatud paigaldusjuhend ja taasteplaan.	turve
MFN39	Rakenduses peab saama MKM-i Peakasutaja hallata väljade, nuppude, pealkirjad nimetusi, info (i) tekste, abitekste, veateateid.	kasutajaliides
MFN40	Rakenduse loomisel tuleb arvestada võimalusega muuta see mitmekeelseks (nt inglise, eesti, vene).	kasutajaliides

Eelnevalt on loetletud ja kirjeldatud üldisi infosüsteemide erinevatesse kategooriatesse kuuluvaid mittefunktsionaalseid nõudeid ning need võivad arenduse käigus täpsustuda ja/või lisanduda.

4.3 Vajalikud andmed ja liidestused

Kaardirakenduses tuleb kuvada lisaks erinevatele õhuruumiosadele ka piirkonnad, kus drooniga lendamine on keelatud või kus on lendamiseks vaja eriluba. Selleks võivad olla nii sadamates olevad turvaalad, ohtlikud ettevõtted, militaarobjektid kui ka vanglad. Need andmed tuleb erinevatest asutustest kokku korjata ning nende alade muutumisel ka neid

pidevalt uuendada. Selleks koostati allolev ülevaate tabel andmetest ning vastava informatsiooni asukoht.

Tabel 7. Kaardirakenduses kuvatavad geograafilised alad.

Teema-kiht	Andmete haldaja	Kaardirakenduses kuvatavad alad	Andmete asukoht
Infrastruktuur	Tallinna Lennujaam	Lennuväljade kriitilised alad, NAV seadmed (koos puhveralaga)	EANS kaardiserver
	Veeteede Amet	Sadamate kriitilised alad	Staatiline kiht
	Tallinna Sadam	Sadama turvaalad (kat. A ja B)	Staatiline kiht
	Omavalitsused	Põhimaanteed, raudteed	Maa-amet (X-GIS) https://kaart.maaamet.ee/wms/kaart?
	Keskonna-agentuur	Meteo-seadmete asukohad (koos puhveralaga)	Staatiline kiht
	Ohtlikud ettevõtted	A ja B kategooria ohtlikud ettevõtted (koos puhveralaga)	Maa-amet (X-GIS)
Korrakaitse	Politsei ja Piirivalve Amet	PPA helikopteri marsruudid (Mustamäe haigla, saared ja tihemini kasutatavad maandumisplatsid)	EANS kaardiserver
	Justiitsministeerium	Vanglad (märkus: võimalik GPS-signaali segamine)	Maa-amet (X-GIS) https://kaart.maaamet.ee/wms/aadressid?
	PPA (droonid)	Sagedasemad droonilennutamise kohad ja marsruudid	EANS kaardiserver
Ohud õhuruumis	EANS	VFR + madalad lennumarsruudid, helikopteriväljakud	Staatiline kiht
	GA (üldlennundus) + PPA	tüüplennumarsruudid, sagedamini kasutatavad VFR marsruudid (Linnahall, Paljassaare, Kakumäe, VFR sisenemispunktid)	EANS kaardiserver
	Droonipiloodid	Enamlevinud droonide lennutamise kohad ja marsruudid	Staatiline kiht

Teema-kiht	Andmete haldaja	Kaardirakenduses kuvatavad alad	Andmete asukoht
Maapealised ohud	Statistikaamet	rahvastiku tiheduse kaart (500 x 500 m tingruut)	Maa-amet (X-GIS)
	Maa-amet	takistuste info, kõrgusinfo	Maa-amet (X-GIS) https://kaart.maaamet.ee/wms/fotokaart?
Geograafilised alad	Transpordiamet / EANS	tsoonid + tingimused	EANS kaardiserver

Eelnevas tabelis on kirjeldatud kaardirakenduses kuvatavad alad ning kes neid andmeid haldab. Samuti on märgitud sinna andmete asukoht, kust need andmed tulevad – kas Maa-ameti WMS teenusest, EANS-i kaardiserverist või siis on tegemist staatilise kihiga. Staatiliste kihtide puhul võiks mõelda ka vastavate teenuskihtide moodustamisele, sest sellisel juhul jääks vajadus käsitsi kaardikihte uuendada ära, isegi kui need andmed peaksid väga harva uuenema.

Küsitluse tulemusena selgusid mitmed funktsionaalsed nõuded, mida vastajate seas hinnati väga olulisteks või vähem olulisteks. Allolev tabel näitab vajadust vastustest saadud funktsionaalsuse järele. Prioriteetsust hinnati küsitluses saadud keskmise hinde järgi ning need kategoriseeriti kolme klassi: kõrgeks, keskmiseks ja madalaks.

Tabel 8. Kaardirakenduse funktsionaalsused ja nende olulisus.

ID	Funktsionaalsus	Prioriteet	Liidestusvajadus
FR01	NOTAM teadete automaatne kaardile kuvamine rakenduse poolt.	Kõrge	CADAS AIMDB andmebaasiga (EANS digi-NOTAM)
FR02	Lennuloa taotlemine kaardirakendusest	Kõrge	Drooniregister (Transpordiamet)

ID	Funktsionaalsus	Prioriteet	Liidestusvajadus
FR03	Lennuloa taotluses defineeritud lennuala automaatne valideerimine kehtiva õhuruumiga	Kõrge	CADAS AIMDB andmebaasiga (EANS digi-NOTAM)
FR04	Erinevate kaardikihtide sisse- ja väljalülitamine	Kõrge	-
FR05	Teiste kasutajate lennusolevate mehitamata õhusõidukite asukohtade nägemine kaardirakenduses	Kõrge	Rakendus + Drooniregister (Transpordiamet)
FR06	Mehitatud õhusõidukite nägemine kaardirakenduses	Keskmine	Flightradar API
FR07	Kinnitatud drooni lennuloa ala nägemine droonitootja kasutajaliidestest	Keskmine	Droonitootja tarkvara
FR08	Meteoroloogilise info kaardil kuvamine	Madal	METAR ja radari pilt (Riigi Ilmateenistus)

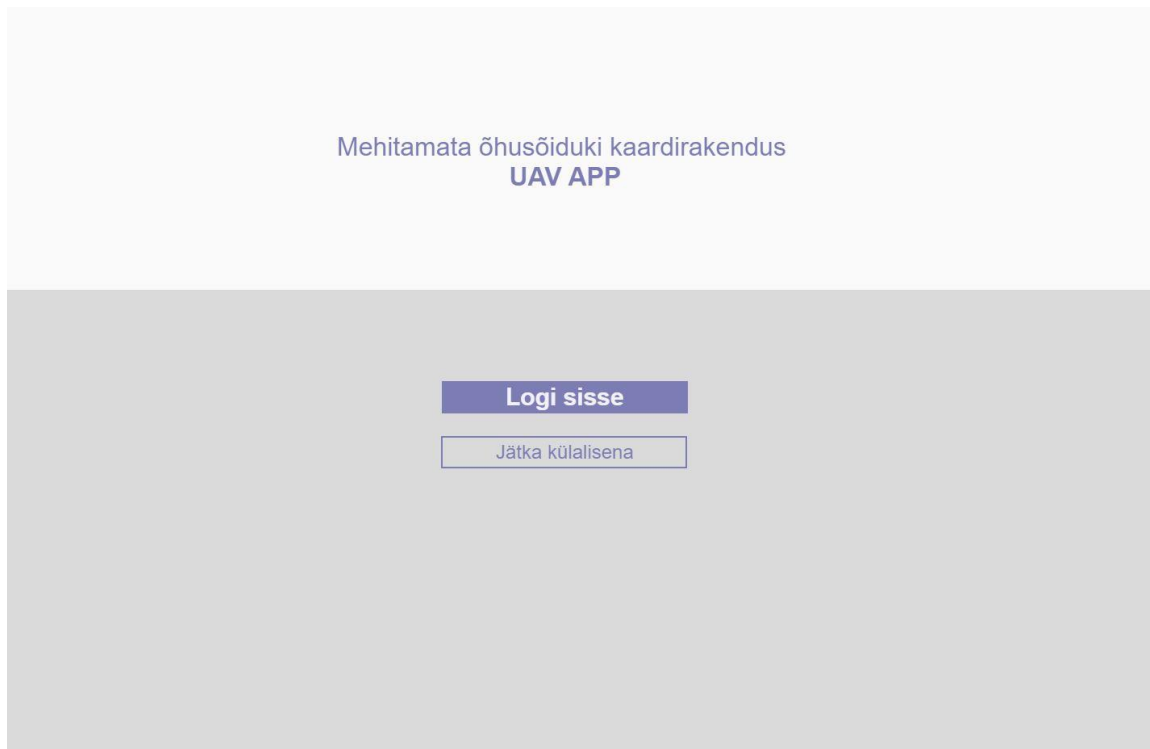
Kaardirakenduses on funktsionaalsed nõuded prioritseeritud olulisuse järgi klassidesse, millele andsid kasutajate seas läbiviidud küsimustikus hinnangu nende olulisusele, kusjuures kõrgema prioriteeditasemega funktsionaalseid nõudeid hakatakse esimeses järjekorras välja arendama.

4.4 Prototüüp

Interaktiivne klikatav kasutajaliidese esialgne prototüüp asub aadressil

<https://preview.uxpin.com/a5320d18dc37047afe54ed0ce2c2a84a1eb50cd4#/pages/139010963/simulate/no-panels?mode=i>

Prototüüp kuvab peamisi vaateid olulisimatest mehitamata õhusõiduki kaardirakenduse funktsionaalsustest ning see on tehtud tarkvaraga UX Pin [22]. Järgnevalt on tehtud peamistest kasutusmallidest ekraanitõmmised.



Joonis 14. Mehitamata õhusõiduki kaardirakenduse maandumislehe vaade.

Kaardrakenduse kasutaja maandub kõigepealt lehel, kus on tal valik kas sisse logida või või jätkata kasutamist külalisena. Sisse logides (kasutusmall UC01) on võimalik kasutada mitmeid funktsionaalsusi nagu näiteks lennuloa taotlemine, mida külastajana pole võimalik teha. Valides sisenemise külalisena, suunatakse kasutaja kohe kaardirakenduse avalehele.

Mehitamata õhusõiduki kaardirakendus
UAV APP

Kasutajanimi **Smart-ID** **mobiil-ID**

Kasutajanimi

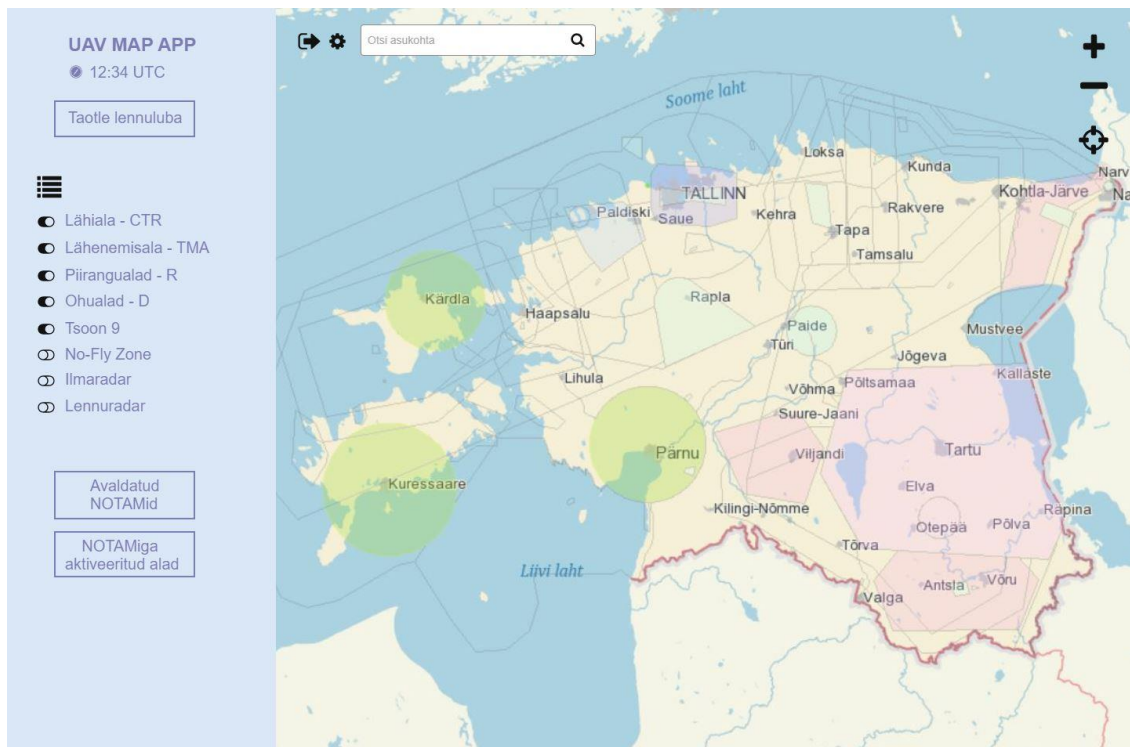
Parool

Sisene

Jätka külalisena

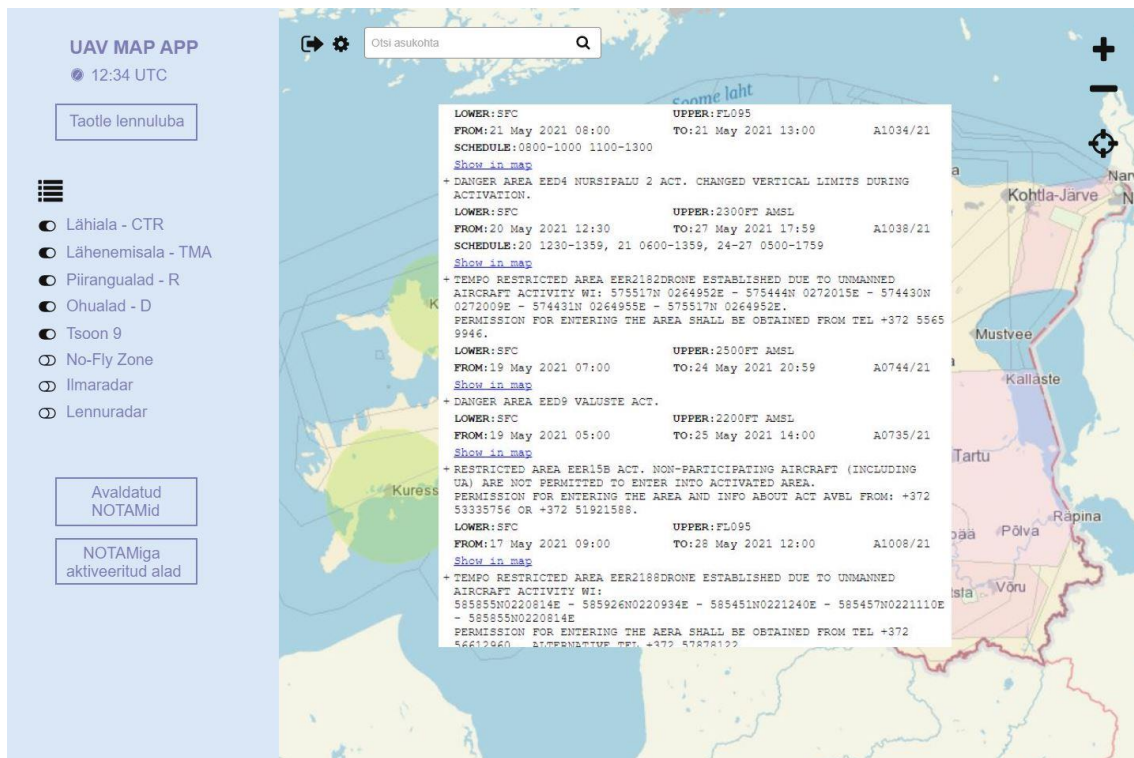
Joonis 15. Mehitamata õhusõiduki kaardirakenduse sisselogimislehe vaade.

Valides valiku „Logi sisse“ suunatakse kasutaja edasi sisselogimise lehele, kus on tal valida kolme erineva sisselogimise variandi vahel: sisselogimine kasutajanimiga, Smart-ID-ga või mobiil-ID-ga. Siin on jäetud võimalus ka sisselogimisest keelduda ning hakata rakendust kasutama külalisena.



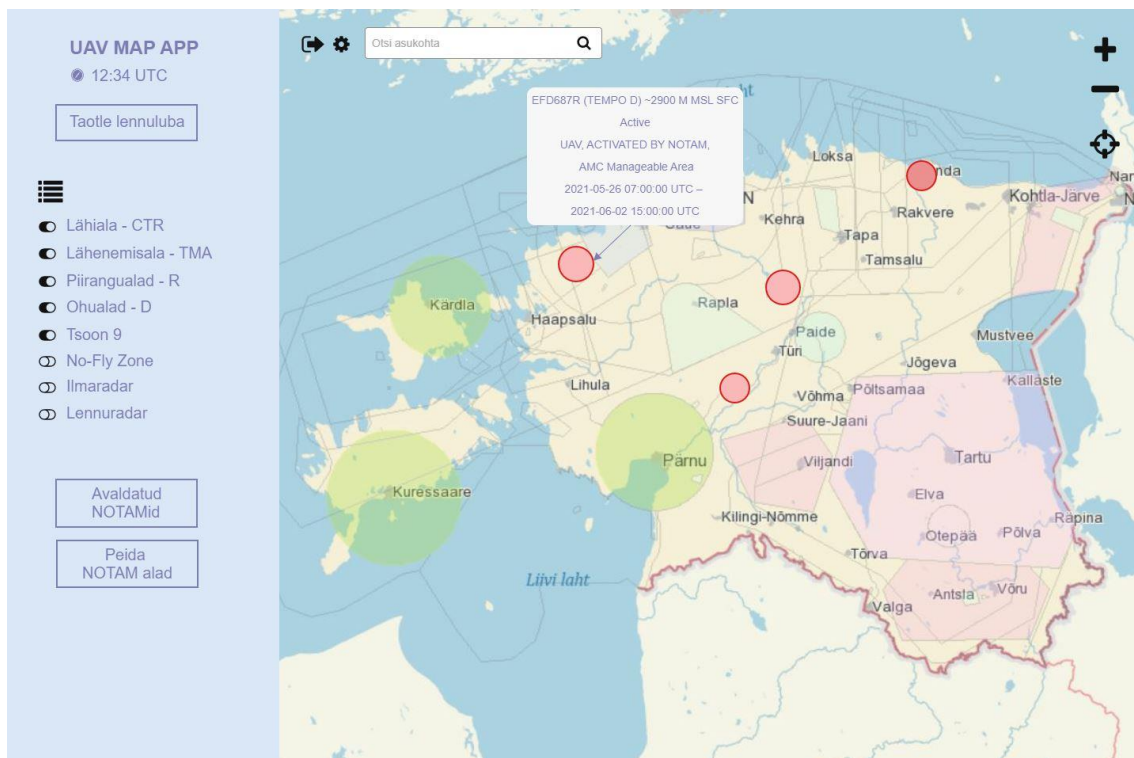
Joonis 16. Mehitamata õhusõiduki kaardirakenduse avalehe vaade.

Kaardirakenduse avalehele maanduvad sisselogitud kasutajad sisse logimise lehelt, külastajad saavad siis kas maandumislehelt või sisselogimise lehel sisselogimisest keeldudes. Kaardirakenduse avalehel on kuvatud ülevaade Eestist ning selle õhuruumist. Vasakule poole ekraanile jäävad erinevad kaardikihid erineva õhuruumi infoga, samuti on seal nupud lennuloa taotlemiseks, NOTAM teadete lugemiseks ning NOTAMiga aktiveeritud alade kaardil kuvamiseks. Üleval servas on võimalik sisselogitud kasutajal ennast välja logida, seadistada oma sätteid. Kõikidele kasutajatele on võimalik otsida otsinguribalt aadressi, asukohta või koordinaatide järgi otsida. Paremal ülevas servas on sisse- ja väljasuunimise nupud ning juhul kui kasutajat on võimalik lokaliseerida ja see võimekus on ta seadmes sisse lülitatud, siis ka kasutaja asukoha tsentreerimise nupp.



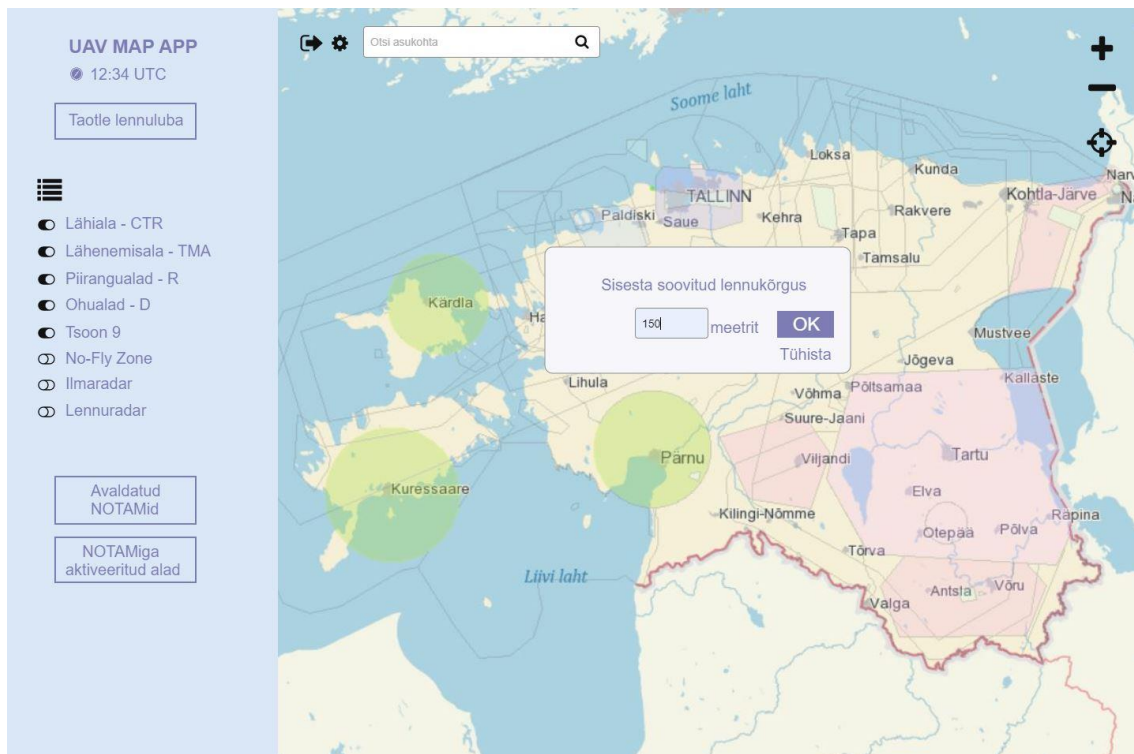
Joonis 17. Mehitamata õhusõiduki kaardirakenduse NOTAM teadete lugemise vaade.

Vajutades nupule „Avaldatud NOTAMid“ tuleb ekraanile kõik avaldatud NOTAMid Eesti kohta.



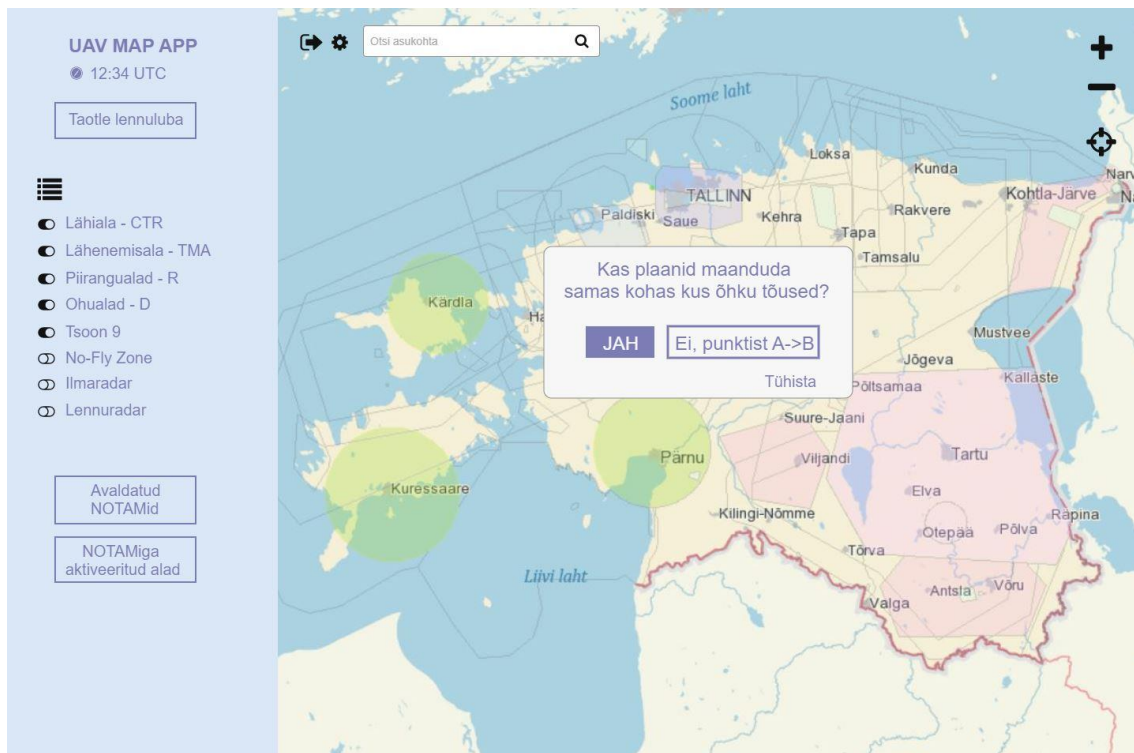
Joonis 18. Mehitamata õhusõiduki kaardirakenduse NOTAMiga aktiveeritud alade kuvamise vaade.

Klikates nupule „NOTAMiga aktiveeritud alad“ kuvatakse kasutajale kõik alad, mis on NOTAM teadetega aktiveeritud. Iga ala kohta eraldi info saamiseks tuleb eraldi alale peale vajutada, siis kuvatakse kasutajale konkreetse ala kehtivusaeg ja ala vertikaalne ulatus.



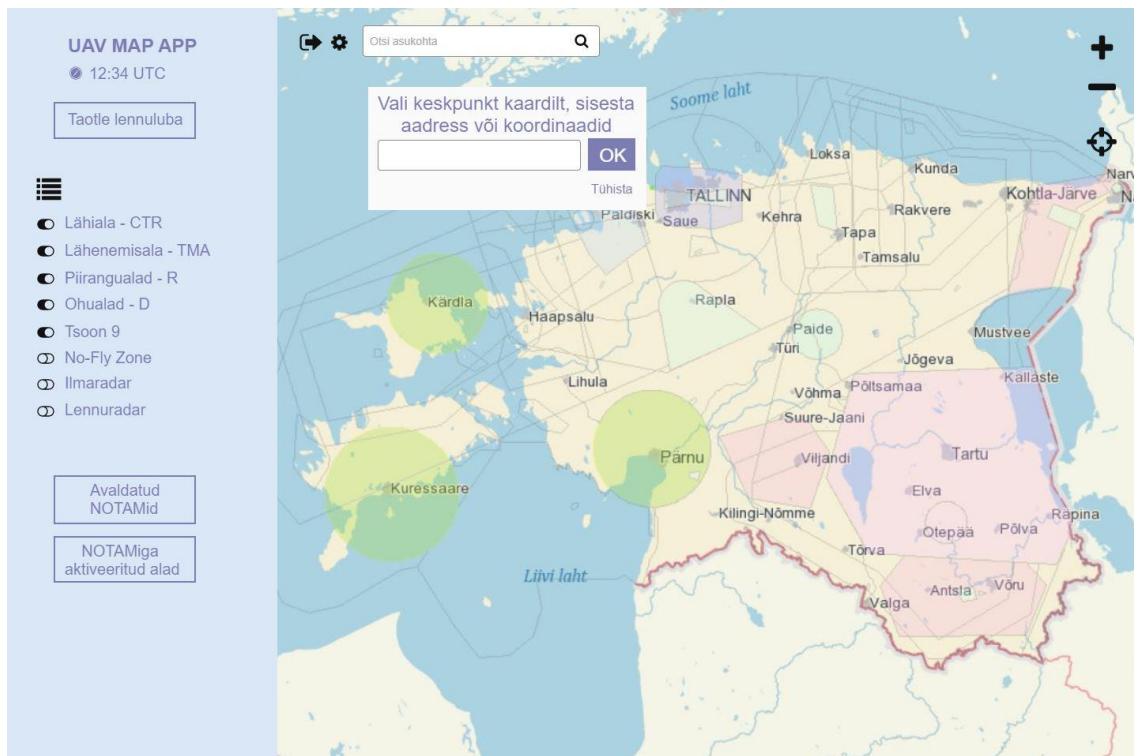
Joonis 19. Mehitamata õhusõiduki kaardirakenduse lennuloa taotluse vaade nr 1.

Klikates nupule „Taotle lennuluuba“ kuvatakse kasutajale uus aken, milles küsitakse maksimaalset soovitud lennukõrgust maapinnast. Vastavasse lahtrisse tuleb sisestada soovitud kõrgus ning vajutada „OK“, juhul kui on soov tegevus katkestada, on alati olemas nupp „Tühista“.



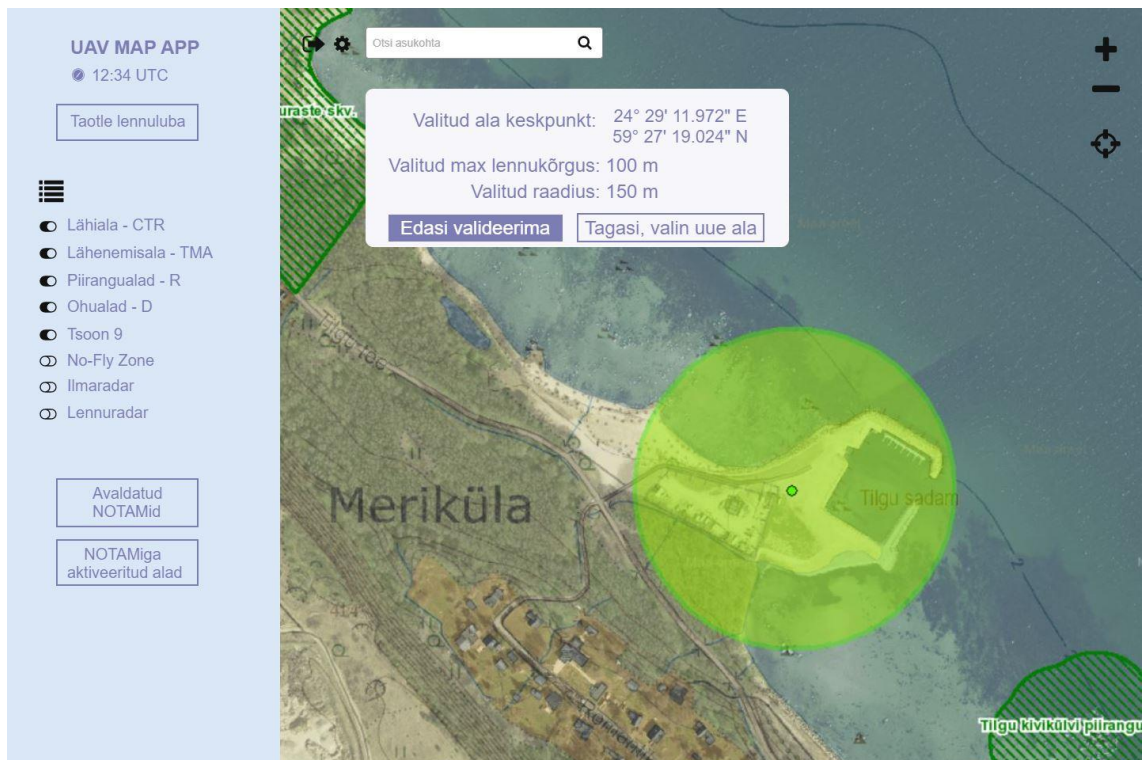
Joonis 20. Mehitamata õhusõiduki kaardirakenduse lennuloa taotluse vaade nr 2.

Peale kõrguse valimist küsib rakendus kasutajalt, kas ta soovib õhku tõusta ja maanduda samas kohas või soovib ta lennata mööda trajektoori punktist A punkti B. Esimese valiku puhul kasutaja defineerib ära soovitud kesk-koordinaadi ning joonistab soovitud raadiusega ringi selle ümber. Teise valiku puhul defineerib kasutaja teekonnapunktid kaardil ning määrab valitud teekonnale mõlemale poole soovitud puhverala.



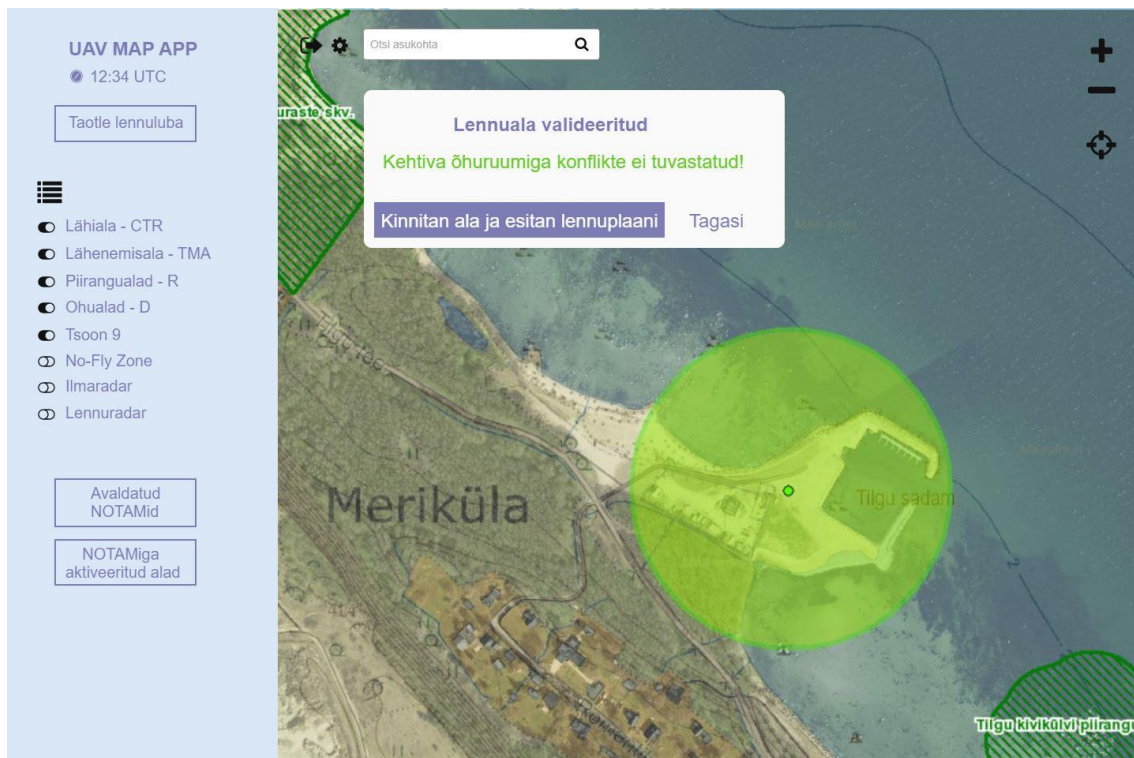
Joonis 21. Mehitamata õhusõiduki kaardirakenduse lennuloa taotluse vaade nr 3.

Järgmiseks ilmub ekraanile uus aken, milles on juhised kesk-koordinaadi leidmiseks – seda saab valida nii kaardilt suumides ja klikkides, sisestades aadressi või sisestades keskpunkti koordinaadid (kasutusmall UC02). Kui keskpunkt on defineeritud, siis tuleb muljuda valikud „OK“, et liikuda edasi järgmise akna juurde.



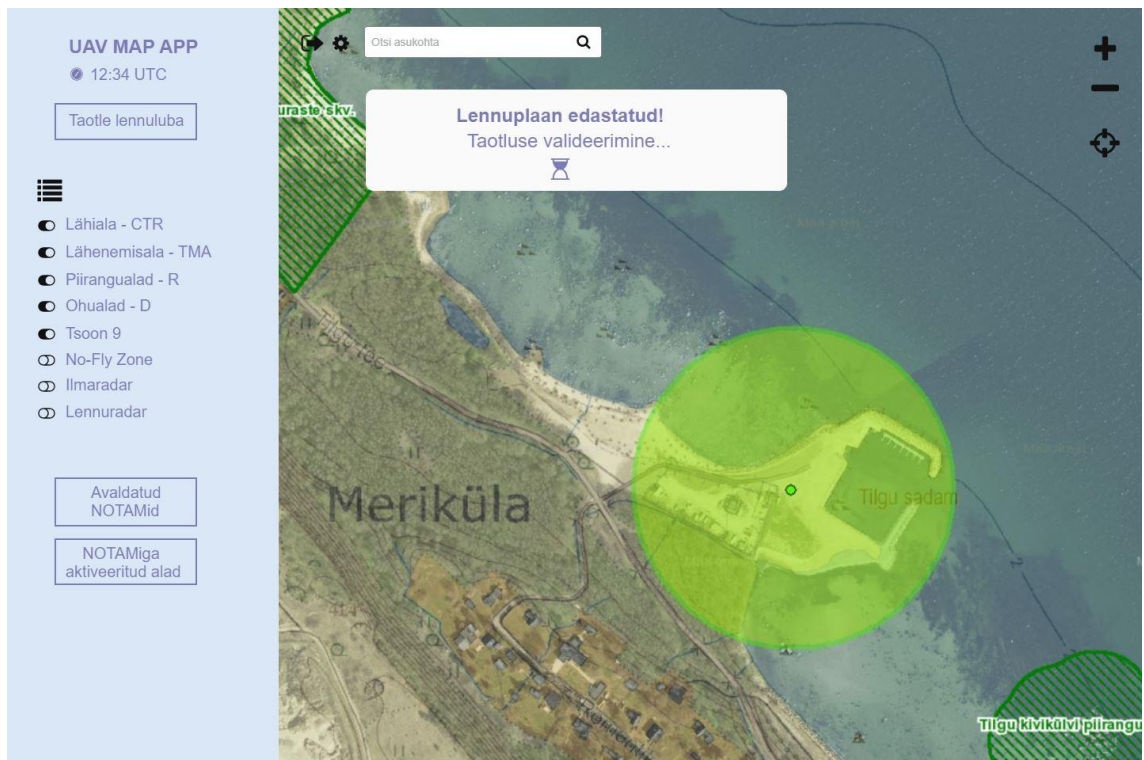
Joonis 22. Mehitamata õhusõiduki kaardirakenduse lennuloa taotluse vaade nr 4.

Kui punkt koos raadiusega on kasutaja poolt valitud ja kinnitatud, siis kaardirakendus kuvab ülevaatlilikult valitud punkti keskpunkti koordinaadid, soovitud maksimaalse lennukõrguse ning lennuala raadiuse pikkuse. Vastav ala on ka kaardirakenduse kaardivaates ka vastavate parameetritega kuvatud. Kasutaja saab parameetrid üle kontrollida ning need kas kinnitada edasiseks valideerimiseks kehtiva õhuruumiga või siis minna tagasi ja soovitud ala parameetreid muuta.



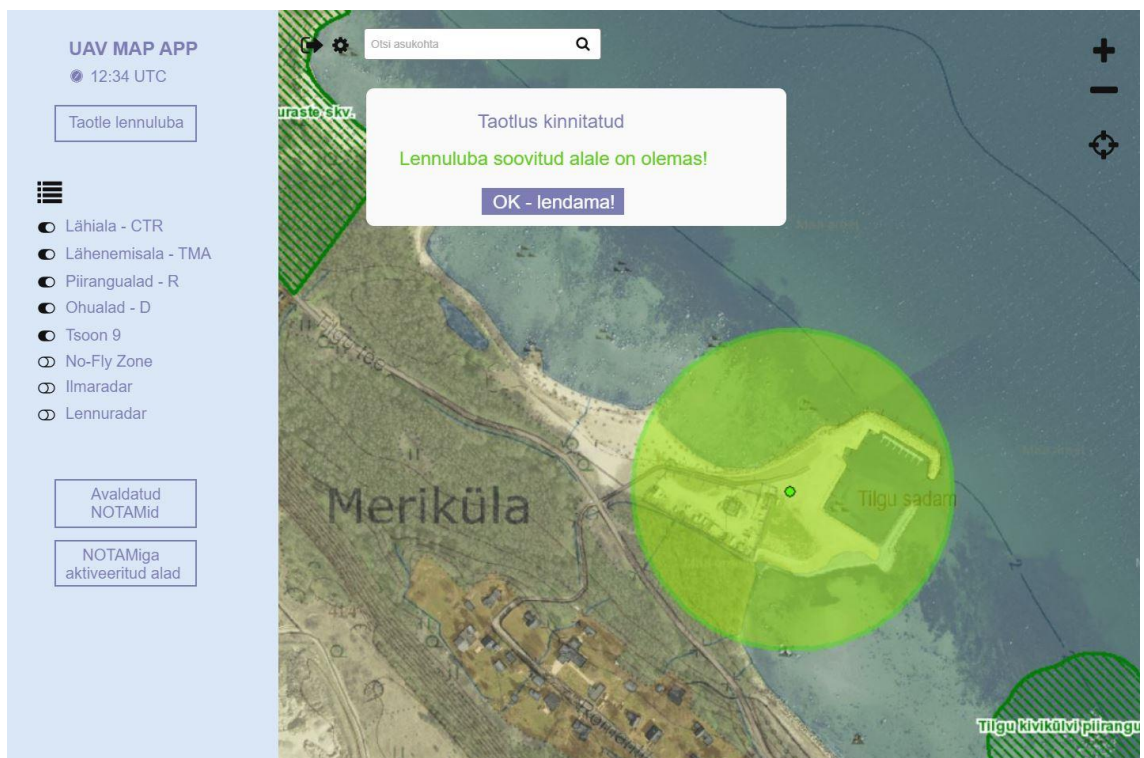
Joonis 23. Mehitamata õhusõiduki kaardirakenduse lennuloa taotluse vaade nr 6.

Kui süsteem on kasutaja poolt defineeritud õhuruumi osa kehtiva õhuruumiga võrrelnud – teinud kattuvusanalüüsi ja kõrguste vahe analüüsi ja tulemus on positiivne, st kattuvusi ei tuvastatud, siis väljastab süsteem teate edukast lennuala valideerimisest (kasutusmall UC03). Edasi on kasutajal võimalik see ala kinnitada ja saata edasi järgmisesse etappi ehk lennuplaani esitamisesse (kasutusmall UC04).



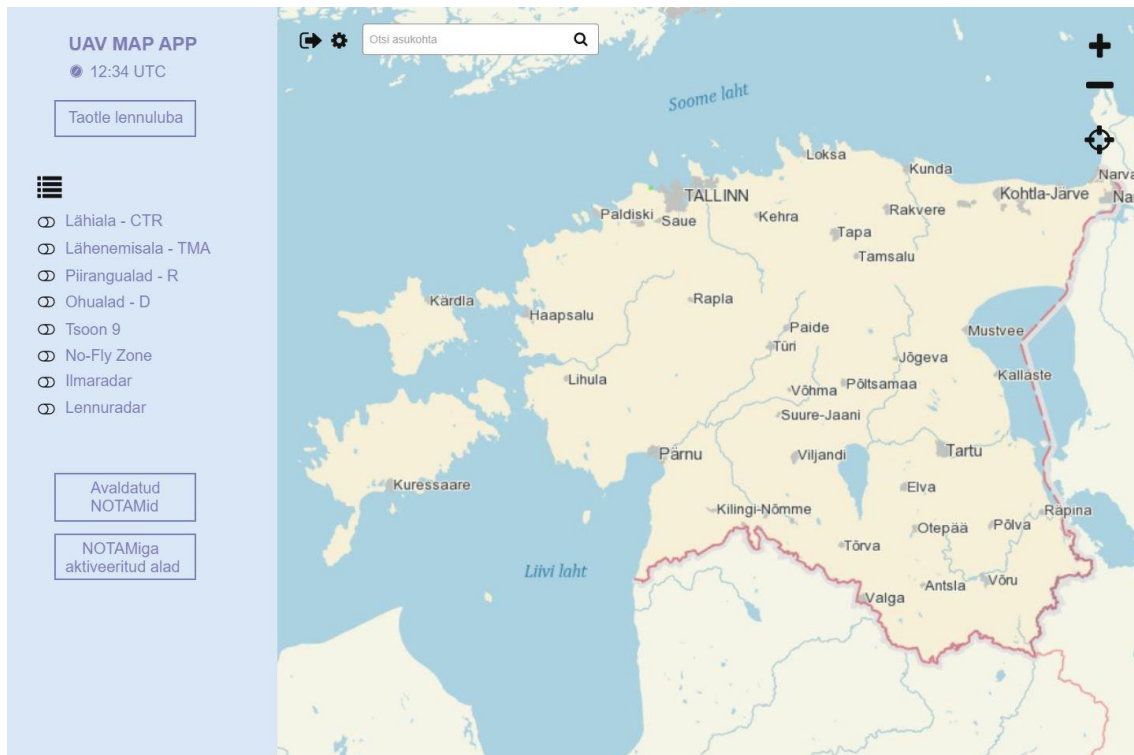
Joonis 24. Mehitamata õhusõiduki kaardirakenduse lennuloa taotluse vaade nr 7.

Lennuplaan on edastatud ning süsteem valideerib andmeid drooniregistriga.



Joonis 25. Mehitamata õhusõiduki kaardirakenduse lennuloa taotluse vaade nr 8.

Kui kasutaja ja tema drooni andmed on drooniregistris registreeritud ja kõik on korrektne, siis väljastab süsteem teate taotluse kinnitusest.



Joonis 26. Mehitamata õhusõiduki kaardirakenduse vaade välja lülitatud lennundusalaste kaardikihtidega.

Üks kasutajate poolt soovitud funktsionaalsus on kaardikihtidel olev info paigutatud eraldi infokihtidesse ning et oleks võimekus neid eraldi sisse ja välja lülitada (kasutusmall UC09). Kaardivaate puhastamine mittevajalikust infost annab paremini edasi seda infot, mida kasutaja soovib näha ja saab selle kaardile kuvada.

5 Alternatiivide võrdlus

Käesolevas magistritöös analüüsitud mehitamata õhusõidukite kaardirakenduse alternatiivina võib ühe variandina välja tuua võrdlemisi lihtsa lahenduse – lihtne kaardivaade, mis vastab kõikidele määrustele ja nõuetele ning mida ei ole väga keeruline arendada, kuid millel puudub automatiseeritus ja liidestamine ning ei vasta kasutajate ootustele funktsionaalsuste osas, vajab rohkem inimressurssi, et rakendust ajakohasena hoida ning mille ülevõlpidamiskulud on seetõttu suuremad.

Selline lihtne kaardivaade võib meenutada MVP-d (*minimum viable product* – minimaalne töötav toode), mis vastab sisuliselt kõikidele seaduslikele nõuetele, et lennundusandmed peavad olema ühes kohas digitaalsel kujul kättesaadavad, kuid kasutajate seisukohast ei ole seda mugav kasutada kuna selle funktsionaalsus on piiratud. Samuti ei ole sellise lahenduse puhul ära kasutatud kõiki digitaalseid võimalusi, nagu näiteks drooniregistriga liidestamine ning kiireloomuliste NOTAM teadete automaatne uuemine ning erinevate õhuruumi klasside ja kaardikihtide sisse- ja väljalülitamine lendu planeerivas staadiumis.

Üks hea ja ülevaatlik meetod erinevaid lahendusi omavahel võrrelda on kasutada SWOT analüüsi erinevate alternatiivide puhul. Järgnevalt on toodud kahe lahenduse kohta SWOT maatriks – kõikide soovitud funktsionaalsustega automatiseeritud protsessidega kaardirakendus ning minimaalsete seaduslikele nõuetele vastav kaardirakendus kasutajate jaoks puuduliku funktsionaalsusega.

Tabel 9. Mehitamata õhusõiduki kaardirakenduse SWOT.

Tugevused (<i>Strengths</i>)	Nõrkused (<i>Weaknesses</i>)
<ul style="list-style-type: none">Pakutud kaardirakenduse lahendusega on võimalik kõiki kaardikihte ja komponente kuvada;	<ul style="list-style-type: none">Pakutud lahendus ei võimalda piloodile teha erikokkuleppeid lendamiseks piirangutega alas;Kaardirakendus vajab toimimiseks internetiühendust;

<ul style="list-style-type: none"> • Pakutud kaardirakendust on võimalik kasutada nii arvutis, kui ka mobiilsetes seadmetes (iOS ja Android); • Pakutud kaardirakendus kuvab nii alalist (staatilist) infot kui ka dünaamiliselt muutuvat infot; • Drooni lennuloa taotluse esitamise võimalus kasutaja poolt defineeritud lennualaga; • Mehitamata õhusõiduki ning tema kasutaja registreerimise kontroll drooniregistris; 	<ul style="list-style-type: none"> • Kaardirakendusse muudatuste sisseviimiseks tuleb arendajalt teenust sisse osta; • Ühest arendajast sõltumine;
<p>Võimalused (<i>Opportunities</i>)</p>	<p>Ohud (<i>Threats</i>)</p>
<ul style="list-style-type: none"> • Regulatsiooni muutudes on lihtne erinevaid kihte vajadusel juurde lisada; • Kasutajate soovil on võimalik kaardirakendusse lisakihte suhteliselt lihtsa vaevaga juurde lisada; • rakenduse sihtgrupp ei pea piirduma droonipilootidega - seda võib laiendada ka VFR/IFR pilootidele; • <i>geofencing</i> ehk drooni piiramine defineeritud alasse - tulevikus võimalik kasutada lennuloal taotletud ala drooni piirava aiana; 	<ul style="list-style-type: none"> • Regulatsiooni muutumine; • Sõltumine paljudest välistest süsteemidest, mida kasutatakse erineva info kuvamiseks pakutavas kaardirakenduses;

Tabel 10. Lihtsa ja minimaalse alternatiivi SWOT.

Tugevused (<i>Strengths</i>)	Nõrkused (<i>Weaknesses</i>)
<ul style="list-style-type: none"> • Lihtne valmis teha, ei vaja suuri investeeringuid arendamiseks; • Lihtne ja stabiilne arhitektuur, kuna puuduvad paljud funktsionaalsused ja liidestused; 	<ul style="list-style-type: none"> • Lahendus ei anna droonipilootidele kõike vajalikku infot ühest kohast; • Lennuloa taotlused tuleb endiselt käsitsi üle vaadata; • Kiireloomulised teated (NOTAM) tuleb endiselt käsitsi läbi lugeda ja neid kaardile ei kanta; • Piloodil jääb märkamata oluline NOTAM teatega avaldatud info, mis on tema lennupiirkonnas;
Võimalused (<i>Opportunities</i>)	Ohud (<i>Threats</i>)
<ul style="list-style-type: none"> • Seadusandluse muutumisel võimalik kiirelt muudatused sisse viia; • Funktsionaalsuste lisandumisel on neid võimalik kergelt juurde lisada, kuna varasem arhitektuur on õhuke. 	<ul style="list-style-type: none"> • Regulatsiooni muutumine, kus vajadus digitaalsete lahenduste järgi tõuseb, st liidestusi ja funktsionaalsusi on juurde vaja arendada; • Kasutajate teadlikkuse tõus ja vajalike funktsionaalsuste nõudmine; • Käsitsi andmete uuendamine, liigutamine, edastamine on suur oht vigaste andmete tekkimisele.

Kahe kaardrakenduse variandi SWOT-analüüsist tuleb välja, et täisfunktsionaalsel rakendusel on mitmeid eeliseid lihtsa ja minimaalse kaardirakenduse ees. Esiteks räägib selle kasuks lennunduses üldine digitaliseerituse võidukäik, kus kogu andmete

liigutamine on soovituslikult digitaalne, mis lihtsa lahenduse puhul nii ei. Lisaks on lihtsa alternatiivi puhul endiselt palju käsitsi tegevusi, mis ühest küljest on aeganõudvamad ja aeglased, teisest küljest iga inimese sekkumine andmete liikumises võib põhjustada vigu andmete edastamisel.

Üheks argumendiks, miks kaaluda lihtsat kaardirakenduse alternatiivi, on selle maksumus. Tabel 11 kujutab kahe kaardirakenduse kulusid ja töös hoidmise prognoosi 10 aastase perioodi peale. Välja toodud kulude suurused ja maksumused on kogutud erinevatest vastava kaardirakenduse arendamise hinnapakkumistest [23], arvestatud inimressursile kuluvat aega ja töömahtu ning vastava spetsialisti keskmist tötötasu [24] tema tegevusvaldkonnas.

Tabel 11. Kaardirakenduste arendamise- ja hoolduskulude võrdus

Kulu liik	Täisfunktsionaalne drooni kaardirakendus	Lihtne alternatiiv ilma soovitud funktsionaalsusteta
Rakenduse arendamine	50,000€ ¹	12,500€ ²
Rakenduse igakuine hoolduskulu ja majutamine	1,500€ ¹	200€ ³
Hoolduskulu 10 aasta peale	180,000€	24,000€
Aastane tööjõu kulu	0€	30,000€
Tööjõukulu 10 aasta peale	0€	300,000€

¹ Andmed on võetud kaardirakenduse arendava ettevõtte hinnapakkumisest [23]

² Rakenduse arendamise maksumus on arvutatud matemaatiliselt funktsionaalsuste suhtarvu järgi.

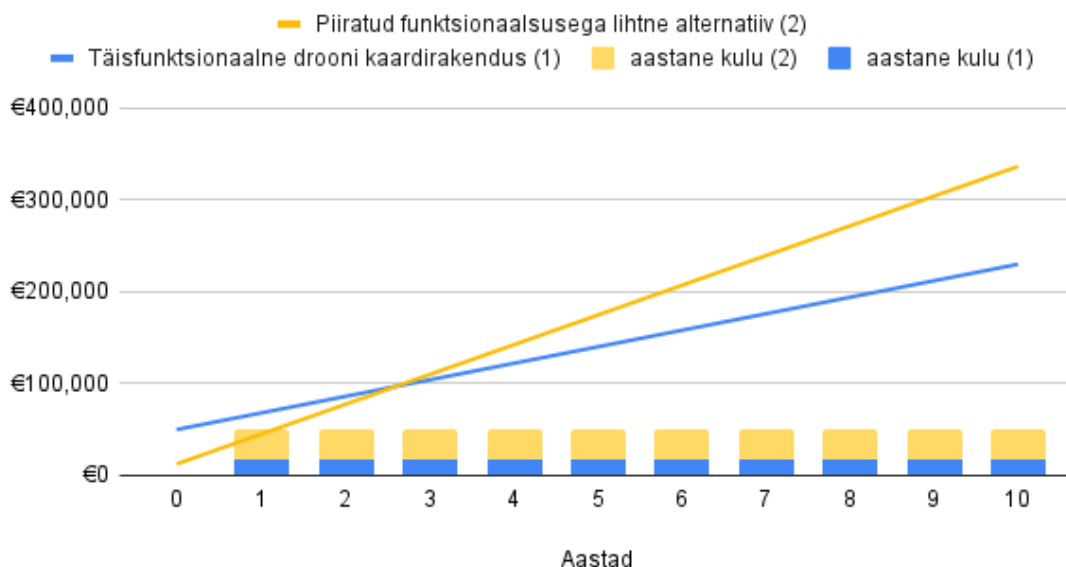
³ Hoolduskulu on arvestuslik summa, mis on saadud Riigipilve hinnakalkulaatorist [24]

Kulu liik	Täisfunktsionaalne drooni kaardirakendus	Lihtne alternatiiv ilma soovitud funktsionaalsusteta
Kõik kulud kokku 10 aasta prognoosi peale	230,000€	336,500€

Täisfunktsionaalse drooni kaardirakenduse arendamise kohta on küsitud hinnapakkumine [23] ettevõttelt, kes on varem sarnast lahendust teinud. Kuna kogu arendus ei algaks täiesti nullist vaid sarnase kaardirakenduse põhi oleks juba olemas, siis on vaja peamiselt modifitseerida liidestusi ning mõned funktsionaalsused juurde luua. Samuti on rakenduse igakuine hoolduskulu fikseeritud, sisaldades endas rakenduse turvalist majutamist, hooldustöid ning vajadusel kord kuus staatiliste andmete kiht uuendada. Sellisel juhul lisaks tööjõukulu ei tule ning selle võib võrdsustada nulliga. Kulud 10 aasta peale on ümber arvatud kuupõhisest maksumusest.

Lihtsa alternatiivi arendamise kulu minimaalsete funktsionaalsustega on saadud suhtarvu teel. Kui täisfunktsionaalsusega rakenduses on 8 funktsionaalsust, siis lihtsal alternatiivil on neid kõigest 2, seega võib matemaatiliselt võtta et lihtsa minimaalsete vajalike funktsionaalsustega kaardirakenduse maksumus on $2/8$ ehk 25% täisfunktsionaalsuse arenduse hinnast. Majutuse hinda on võimalik kalkuleerida Riigipilve veebilehel [25], kus saab sisestada vajalikud parameetrid infrastruktuuri kui teenuse majutamiseks (IaaS - *Infrastructure as a Service*) ning vastuseks saab mainitud teenuse maksumuse kuupõhise hinna. Aastane tööjõukulu lihtsas kaardirakenduses on saadud lennuinfo spetsialisti keskmine bruto töötasu [24], mis on tuletatud kuupõhisest arvestusest. Lennuinfospetsialisti tööülesannete hulka kuulub andmete kontrollimine, uuendamine ning avaldamine. Antud arvutuskäigus ei ole arvesse võetud spetsialisti palgatõusu, kuna lennundussektoril kulub veel mitmeid aastaid, et tagasi tavapärase, pandeemia-eelse stabiilse finantsolukorrani naasta.

Kaardirakenduste kogukulud 10 aasta jooksul



Joonis 27. Kaardirakenduste kogukulude võrdlus 10 aasta jooksul.

Joonis 27 kujutab kahe kaardirakenduse arendamise ja hoolduskulude võrdlust 10-aastase perioodi peale. Graafikust loeb välja, et täisfunktsionaalse kaardirakenduse algmaksumus on küll kordades suurem („0“ aasta ehk alginvesteering ilma hoolduskuludeta), kuid võttes arvesse rakenduse töös hoidmiseks vajalikke kulutusi, milleks on hoolduskulud, rakenduse majutuskulud ja tööjõukulud, siis hoolimata suuremast alginvesteeringust teenib automatiseeritud, liidestatud ja digitaalseid lahendusi pakkuv täisfunktsionaalne kaardirakendus end tasa kiiremini kui 3 aastaga. Ehk algselt näiliselt odav lahendus muutub juba peale 3. aastat tegelikkuses kallimaks lahenduseks, sealjuures pakkumata kasutajatele soovitud funktsionaalsusi.

6 Kokkuvõte ja järeldused

Käesoleva magistritöö peamine eesmärk oli läbi viia mehitamata õhusõidukite käitajatele vajaliku kaardirakenduse analüüs, mille käigus tehti ülevaade teiste riikide sarnastest lahendustest ja parimatest näidetest, loodi olemasolevad ja tulevased äriprotsessid, koguti kasutajatelt kaardirakenduse jaoks funktsionaalseid nõudeid ning võrreldi seda alternatiiviga.

Vastavalt püstitatud eesmärkidele jõuti töö tulemusena järgmistele järeldustele:

1. Euroopas on mehitamata õhusõidukitele mõeldud kaardirakendus olemas ligikaudu 2/3 riikidest, kuid enamus olemasolevatest rakendustest ei vasta veel hiljuti kehtima hakanud Euroopa Komisjoni rakendusmääruse nõuetele. Leiti vaid 3 head kaardirakendusega riiki uuritud 44 riigi hulgast, kelleks on Soome, Holland ning Poola.
2. Töö käigus kasutajate seas läbi viidud küsitluses selgusid funktsionaalsused, mida loodav kaardirakendus peaks sisaldama:
 - Erinevad vajalikud infokihid, mida saab kaardivaates sisse ja välja lülitada;
 - Dünaamilise info kuvamine kaardil – NOTAM-teadete lugemise võimalus ning nendes teadetes kirjeldatud geograafiliste alade kaardile kuvamine;
 - Lennuplaani taotluse esitamise võimalus kaardirakenduses ning selle automaatne kontroll kehtivas õhuruumis.
3. Loodava kaardirakenduse võrdlemine alternatiiviga, mis vastab küll seadustest ja määrustest tulenevate nõuetega, kuid puuduvad kasutajate poolt soovitud funktsionaalsused ning vajalikud liidestused, et andmed automaatselt kaardirakenduses uueneksid. Sellist lihtsamat ja kiiremat avaldamist võimaldavat rakendust on küll odavam lansseerida, kuid pikemas ajaperspektiivis muutub

selline lahendus aga kulukamaks, kuna sellise rakenduse ajakohasena hoidmiseks kulub palju inimressurssi.

Käesolevas töös analüüsitud mehitamata õhusõidukite käitajatele ehk droonipilootidele mõeldud rakendus lahendab päris mitmeid probleeme lisaks sellele, et vastame rahvusvahelistele seadustele ja määrustele:

- Kogu Eesti õhuruum muutub turvalisemaks, sest kogu õhuruumi info on kasutajatele kergesti kättesaadav ühest kohast;
- Droonipilootide lennuloa taotlemise protsess muutub märgatavalt kiiremaks – hetkel võtab see aega 3-7 tööpäeva taotluse esitamisest, uue rakendusega oleks see aga momentaalne, sest süsteem teeb ise automaatse taotluses esitatud lennuala kattuvuse kontrolli kehtiva õhuruumiga;
- Automaatne lennuala kattuvuse kontroll vähendab oluliselt Transpordiametis lennuloa taotluste menetlemiseks kuluvat aega ja ressurssi.
- Lennujuhid automaatselt vastava info aktsepteeritud lennubade kohta, mis kuvatakse neile geograafiliste aladena kaardirakenduses ning enam ei pea lennuloa menetleja seda infot lennuloa haaval kirja teel edastama.

Sellist mehitamata õhusõidukite käitajatele mõeldud kaardirakendust saavad tegelikult kasutada ka tavapiloodid, sest ka neile on seal kõik vajalik informatsioon olemas, et lende ette valmistada. Küll aga mehitatud õhusõidukite piloodid ei saa oma lennuplaani antud töös analüüsitud kaardirakenduse kaudu esitada vaid peavad tegema seda endiselt traditsiooniliselt EANS-ile.

Kuna meie regioonis on lennundusstruktuur suhteliselt sarnane, st teenusepakkujatel (lennuliiklusteenindused) ja järelevalveasutustel (lennuametid) on riigiti sarnased ülesanded ja funktsioonid, siis võib sellist kaardirakendust kohaldada ka teistele riikidele.

Käesoleva magistratöös läbi viidud ehitamata õhusõidukite käitajatele mõeldud kaardirakenduse analüüs on sisendiks kaardirakenduse arendajatele, mis on planeeritud valmis teha 2021 aasta lõpuks. Autori hinnangul on töös püstitatud probleem lahendatud ja seatud eesmärgid erinevaid meetodikaid kasutades täidetud.

Kasutatud kirjandus

- [1] Euroopa Liidu Komisjoni rakendusmäärus 2019/947, Mehitamata õhusõidukite käitamise normide ja menetluste kohta, Euroopa Liidu Teataja, 2019.
- [2] Transpodiamet, „kodulehekülg,“ [Võrgumaterjal]. Available: <https://transpodiamet.ee/>. [Kasutatud 22 03 2021].
- [3] Lennuliiklusteeninduse AS, „kodulehekülg,“ [Võrgumaterjal]. Available: <http://www.eans.ee>. [Kasutatud 02 04 2021].
- [4] Lennuamet, „kodulehekülg,“ [Võrgumaterjal]. Available: <https://www.ecaa.eu/et>. [Kasutatud 02 04 2021].
- [5] A. Adamson, Infosüsteemi arendamise põhimõtted muutuvate nõuete korral Eesti avalikus sektoris, Tartu: Tartu Ülikool, 2020.
- [6] EASA, „Civil drones (Unmanned aircraft),“ Euroopa Lennundusohutuse Amet, [Võrgumaterjal]. Available: <https://www.easa.europa.eu/domains/civil-drones-rpas>. [Kasutatud 02 04 2021].
- [7] Lennuamet, „Droonide lennutamise ABC, lennupäevade infovoldik,“ 2019. [Võrgumaterjal]. Available: <https://www.ecaa.eu/sites/default/files/voldik.pdf>. [Kasutatud 02 04 2021].
- [8] ICAO, „The ICAO UAS Toolkit - Development of UAS Regulation,“ [Võrgumaterjal]. Available: <https://www.icao.int/safety/UA/UASToolkit/Pages/Narrative-Background.aspx>. [Kasutatud 02 04 2021].
- [9] International Institute of Business Analysis, A Guide to the Business Analysis Body of Knowledge (BABOK Guide), Version 2.0, Toronto, 2009.
- [10] A. Cockburn, Writing Effective Use Cases, Addison-Wesely, 1999.
- [11] J. Robertson ja S. Robertson, Mastering the Requirements Process, Second Edition, Addison-Weasly, 2006.
- [12] K. Kendall ja J. Kendall, Systems Analysis and Design, Prentice Hall, 2011.
- [13] M. Dumas, M. La Rosa, J. Mendeling ja H. A. Reijes, Fundamentals of Business Process Management, Heidelberg: Springer, 2013.
- [14] Bizagi, „Bizagi Modeler,“ [Võrgumaterjal]. Available: <https://www.bizagi.com/en/platform/modeler>. [Kasutatud 19 05 2021].
- [15] „Drooni äpp rakendus,“ [Võrgumaterjal]. Available: <https://drooni.app/>. [Kasutatud 04 04 2021].
- [16] EANS, „NOTAM Pre-Flight Information Bulletin teated,“ [Võrgumaterjal]. Available: <https://aim.eans.ee/notampib/EEareaPIBtoHTML.html>. [Kasutatud 04 04 2021].
- [17] DJI, „DJI Go,“ [Võrgumaterjal]. Available: <https://www.dji.com/ee/goapp>. [Kasutatud 04 04 2021].
- [18] AirMap, „AirMap Drone Application,“ [Võrgumaterjal]. Available: <https://app.airmap.com/>. [Kasutatud 04 04 2021].
- [19] EANS, „Eesti AIP - Aeronautical Information Publication,“ [Võrgumaterjal]. Available: <https://aim.eans.ee/et/eaip>. [Kasutatud 04 04 2021].

- [20] MKLabs Co.,Ltd., „StarUML - A sophisticated software modeler for agile and concise modeling,“ MKLabs Co.,Ltd., [Võrgumaterjal]. Available: <https://staruml.io/>. [Kasutatud 19 05 2021].
- [21] Majandus- ja Kommunikatsiooniministeerium, „Mittefunktsionaalsed nõuded e-Ehitaja arendusportaal,“ [Võrgumaterjal]. Available: <https://developer.e-ehitus.ee>. [Kasutatud 18 05 2021].
- [22] UXPin Inc., „UXPin - Prototyping,“ UXPin Inc., [Võrgumaterjal]. Available: <https://www.uxpin.com/enterprise>. [Kasutatud 19 05 2021].
- [23] Aviamaps Ltd, AIM data and situational awareness for drone and aircraft pilots in Estonia - proposal, Aviamaps Ltd, 2020.
- [24] Lennuliiklusteeninduse AS, Palgaeeskiri, Tallinn: EANS, 2020.
- [25] Riigipilv, „Riigipilv - hinnakiri,“ RIKS, [Võrgumaterjal]. Available: <https://riigipilv.ee/hinnakiri>. [Kasutatud 19 05 2021].

Lisa 1 – Lihtlitsents lõputöö reprodutseerimiseks ja lõputöö üldsusele kättesaadavaks tegemiseks¹

Mina, Silver Solnask

Annan Tallinna Tehnikaülikoolile tasuta loa (lihtlitsentsi) enda loodud teose "Mehitamata õhusõidukite kaardirakenduse analüüs Lennuliiklusteeninduse AS-is ", mille juhendajad on Nadežda Furs ja Kreet Solnask

- 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.

20.05.2021

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 – Küsitlus kaardirakenduse funktsionaalsuse kohta dronipilootidele

Küsitlus kaardirakenduse funktsionaalsuse kohta dronipilootidele

Tere! Olen TalTechi 2.aasta magistrant erialal “Infosüsteemide analüüs ja kavandamine” ning palun dronihuvilistel vastata küsimustikule, mis puudutab spetsiaalselt dronipilootidele mõeldud kaardirakendust. Vastamine võtab aega u 10 minutit ning küsimustik on anonüümne. Saadud vastused on sisendiks minu magistritööle, kus uurin Eesti õhuruumis lennuinfo kuvamist ja vajalikke funktsionaalsusi spetsiaalses kaardirakenduses. Kui antud uuringu teema peaks huvi pakkuma, siis ankeedi lõpus on võimalik jätta oma kontaktinfo, et vajadusel saaksin täpsustavateks küsimusteks ühendust võtta. Samuti võib ka otse minuga ühendust võtta

Täna ette

Silver Solnask

5071534

sisoln@taltech.ee



Pilt: <https://bendigoaerial.com.au/>

Profil

* Kohustuslik

1. Sugu *

- Mees
- Naine

2. Vanusevahemik *

- kuni 18 a
- 18-24 a
- 25-35 a
- 36-50 a
- 50+ a

3. Tegevusala *

- Põllumajandus, metsatööstus ja kalapüük
- Mäetööstus
- Töötlev tööstus
- Elektrienergia, gaasi, auru ja konditsioneeritud õhuga varustamine
- Veevarustus; kanalisatsioon; jäätme- ja saastekäitlus
- Ehitus
- Hulgi- ja jaekaubandus; mootorsõidukite ja mootorrataste remont
- Veondus ja laondus

- Majutus ja toitlustus
- Info ja side
- Finants- ja kindlustustegevus
- Kinnisvaraalane tegevus
- Kutse-, teadus- ja tehnikaalane tegevus
- Haldus- ja abitegevused
- Avalik haldus ja riigikaitse; kohustuslik sotsiaalkindlustus
- Haridus
- Tervishoid ja sotsiaalhoolekanne
- Kunst, meelelahutus ja vaba aeg
- Muud teenindavad tegevused
- Muu: _____

4. Olen pigem ...

- hobi droonipiloot (ingl k. *recreational drone pilot*)
- professionaalne droonipiloot (ingl k. *commercial/professional drone pilot*)
- droonihuviline (jälgin valdkonda, aga ise aktiivselt ei lenda)

5. Kuidas planeerid oma praegusi droonilende, et teada saada, kas soovitud asukohas on lendamine lubatud? *

6. Kuskohast saad infot õhuruumi keelualade (aka *no-fly zone*) ja erinevate piiranguvõi ohualade kohta (*temporarily segregated area (TSA)*, *danger area (D)*, *restricted area (R)*)? (vali kõik sobivad vastusevariandid) *

- droonitootja rakendusest
- Eesti AIP (*Aeronautical Information Publication*)
- veebirakendusest drooni.app
- Maa-ameti kaardirakendus X-GIS
- ei saagi/ ei tea neist aladest midagi
- Muu: _____

7. Kas drooni lennutades oled alati 100% kindel, kas ja mis piirangud antud asukohas kehtivad? *

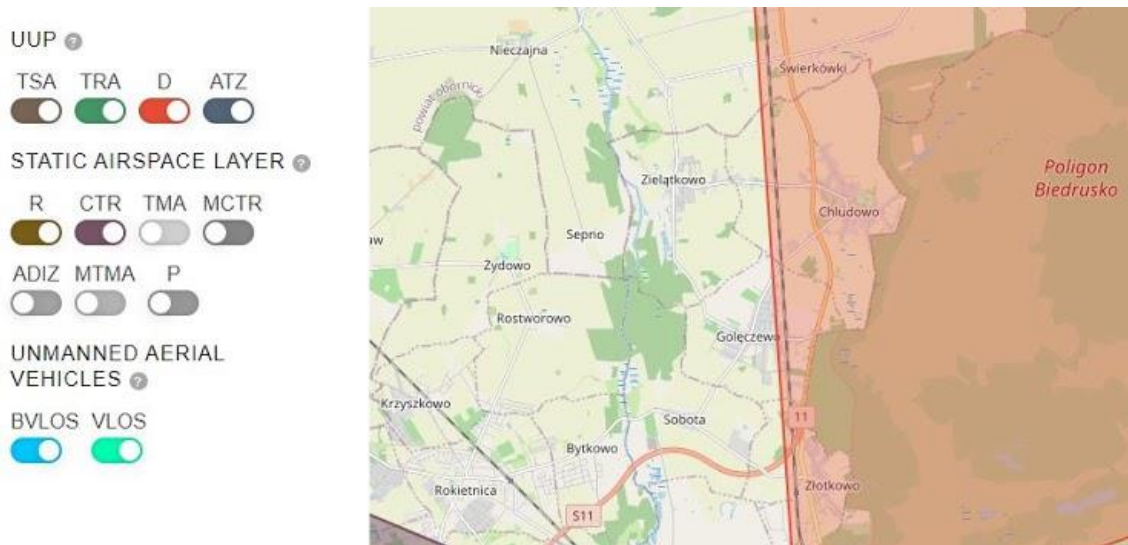
- Jah
- Ei
- Mõnikord

8. Kas näed vajadust spetsiaalsest kaardirakendusest droonipilootidele? *

- Jah
- Ei

Kaardirakendusse jookseb sisse ilmselt palju erinevat informatsiooni ning selle korruga kuvamine võib muuta kaardipildi üsna kirjuks.

9. Kui oluline on, et erinevaid õhuruumi alasid (staatilisid õhuruumi kihid (CTR, TMA, FIZ/RMZ) ning keelu- ja piirangualad (TSA, D, R alad)) saaks rakenduses eraldi kihtidena sisse-välja lülitada? *



Pilt: PANSO <https://airspace.pansa.pl/>

ei ole üldse oluline 1 2 3 4 5 väga oluline

10. Kui oluliseks pead, et kaardirakendus kuvaks erinevaid keelu- ja piirangualasid koos kõrgustega? *

ei ole üldse oluline 1 2 3 4 5 väga oluline

11. Kas oled teadlik, et kõik piirangutega alad ei ole pidevalt aktiivsed, vaid neid aktiveeritakse NOTAM-itega? (NOTAM - Notice to Airmen ehk kiireloomuline lennunduses kasutatav teade pilootidele vältimaks ohte) *

- Jah
- Ei

12. Kui oluliseks pead, et kaardirakendus peaks kajastama NOTAM-itega aktiveeritud alasid koos vastava ajalise infoga (mis aegadel on alad aktiveeritud)?

*

ei ole üldse oluline 1 2 3 4 5 väga oluline

13. Kas kaardirakendust peaksid saama kasutada ainult registreerunud kasutajad? *

- Jah
- Ei

14. Kas pead oluliseks, et kaardirakendusest oleks võimalik drooni lennutamiseks luba taodelda? *

- Jah
- Ei

15. Kas lennuluba võiksid saada taodelda ka rakenduses mitte-registreerunud kasutajad? *

- Jah
- Ei

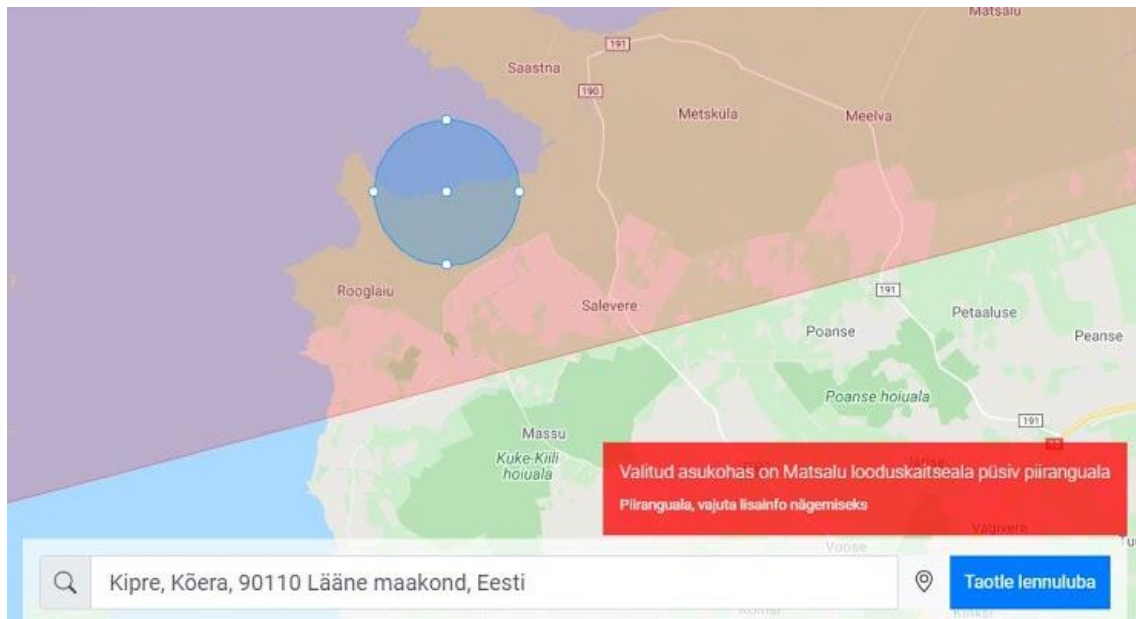
16. Kas on oluline, et lennuloa taotlemine võiks käia registreerunud kasutajal mõne klikiga? *

- Jah
- Ei

17. Kui oluline on, et lennuloa taotlemiseks võtab rakendus automaatselt piloodi asukoha ja genereerib vaikimisi raadiusega lennuala? *

ei ole üldse oluline 1 2 3 4 5 väga oluline

18. Kui oluliseks pead, et rakendus valideerib antud ala kattuvust lendu keelava alaga? *



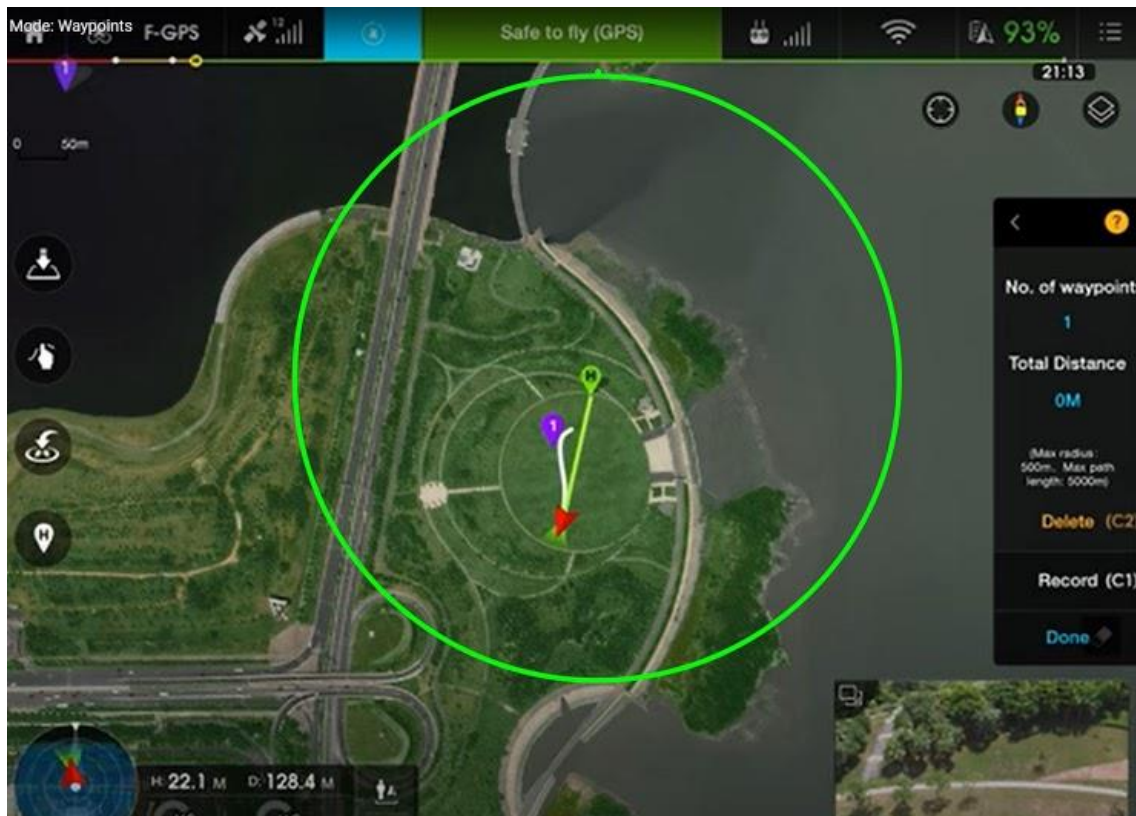
Pilt: Droniäpp – <http://drooni.app>

ei ole üldse oluline 1 2 3 4 5 väga oluline

19. Kui oluliseks pead, et rakendus kuvaks juhiseid määramaks lennuala, mis ei satuks konflikti keelualadega? *

ei ole üldse oluline 1 2 3 4 5 väga oluline

20. Kui oluliseks pead, et kaardirakenduses genereeritud ja valideeritud ala mille sees lendamiseks on saadud lennuluba, saaks kuvada ka drooni lennutamiseks mõeldud rakenduses (nt DJI Go jms) *



Pilt: DJI Go

ei ole üldse oluline 1 2 3 4 5 väga oluline

21. Kui oluliseks pead, et rakendus kuvaks meteoroloogilist infot? *

ei ole üldse oluline 1 2 3 4 5 väga oluline

22. Mis meteoroloogiline info võiks olla kaardirakenduses kuvatud? *

sademed (radaripilt)

tuule suund ja kiirus

- õhutemperatuur
- pilvisus
- Muu: _____

23. Mis keel(t)es võiks saada sellist rakendust kasutada? (vali kõik soovitud keeled)

*

- eesti keeles
- inglise keeles
- vene keeles
- Muu: _____

24. Kas sinu jaoks on oluline, et näeksid teiste rakenduse kasutajate lennus olevate droonide asukohta? *

ei ole üldse oluline 1 2 3 4 5 väga oluline

25. Kas oled kunagi drooni lennutanud kogemata vales või keelatud kohas, kuna puudus info kehtivatest piirangutest? *

- Jah
- Ei
- Ei soovi vastata

26. Mis infot sooviksid veel droonipilootidele mõeldud kaardirakenduses näha või mis funktsionaalsust see võiks veel sisaldada, mida antud küsimustikus pole puudutatud? *

27. Kohe on küsitlus läbi, suur aitäh vastamast! Soovi korral võid siia jätta oma e-maili või telefoninumbri, et vajadusel saaksin täpsustavaid küsimusi küsida.

Lisa 3 – Kaardirakenduste ülevaade Euroopa riikides

Riik	EASA liige	EL liikmesriik	Kaardirakendus olemas?	Rakenduse keerukus
Albaania	ei	ei	ei	
Andorra	ei	ei	ei	
Austria	jah	jah	jah	lihtne
Belgia	jah	jah	jah	lihtne
Bosnia ja Hertsegoviina	ei	ei	ei	
Bulgaaria	jah	jah	jah	lihtne
Eesti	jah	jah	jah	lihtne
Hispaania	jah	jah	jah	põhjalik
Holland	jah	jah	jah	põhjalik
Horvaatia	jah	jah	ei	
Iirimaa	jah	jah	jah	lihtne
Island	jah	ei	ei	
Itaalia	jah	jah	ei	
Kreeka	jah	jah	jah	põhjalik
Küpros	jah	jah	jah	lihtne
Läti	jah	jah	jah	põhjalik
Leedu	jah	jah	jah	lihtne
Liechtenstein	jah	ei	jah	põhjalik
Luksemburg	jah	jah	jah	lihtne
Malta	jah	jah	ei	
Moldova	ei	ei	ei	
Monaco	ei	ei	ei	

Riik	EASA liige	EL liikmesriik	Kaardirakendus olemas?	Rakenduse keerukus
Montenegro	ei	ei	ei	
Norra	jah	ei	jah	lihtne
Põhja- Makedoonia	ei	ei	jah	lihtne
Poola	jah	jah	jah	põhjalik
Portugal	jah	jah	jah	lihtne
Prantsusmaa	jah	jah	ei	
Rootsi	jah	jah	jah	keskmine
Rumeenia	jah	jah	jah	lihtne
Saksamaa	jah	jah	ei	
San Marino	ei	ei	ei	
Serbia	ei	ei	ei	
Slovakkia	jah	jah	ei	
Sloveenia	jah	jah	jah	lihtne
Soome	jah	jah	jah	põhjalik
Suurbritannia	ei	ei	jah	põhjalik
Šveits	jah	ei	jah	põhjalik
Taani	jah	jah	jah	põhjalik
Tšehhi Vabariik	jah	jah	jah	lihtne
Ukraina	ei	ei	jah	lihtne
Ungari	jah	jah	ei	
Valgevene	ei	ei	ei	
Venemaa	ei	ei	ei	

Lisa 4 – Mehitamata õhusõiduki kaardirakenduse kasutusmallid

Tabel 12. Kasutusmall „Rakendusse sisse logimine“.

Kasutusmalli nimi	Rakendusse sisse logimine
ID	UC01
Kontekst	Et droonipiloot saaks kaardirakenduse kaudu oma soovitud lennuala joonistama hakata ja selle põhjal drooni lennuplaan esitada, peab ta olema rakendusse sisse loginud
Rollid	Mehitamata õhusõiduki käitaja
Eeltingimused	Rakendus on avatud
Põhistsenaariumi kirjeldus	<ol style="list-style-type: none"> 1. a) Droonipiloot valib rakendusse sisenemise autentimise viisiks kasutajanimega sisenemise; 2. Rakendus kuvab kasutaja nime ja parooli lahtrid; 3. Droonipiloot täidab vajalikud lahtrid; 4. Rakendus kontrollib kasutajanime ja parooli; 5. a) rakendus kuvab teate edukast sisselogimisest.
Alternatiivstsenaariumi kirjeldus	<p><u>Alternatiivstsenaarium 1</u></p> <ol style="list-style-type: none"> 1. b) kasutaja valib rakendusse sisse logimiseks Smart-ID-ga sisenemise. <p>Edasi jätkub töövoog põhiprotsessi nr 2 punktist</p> <p><u>Alternatiivstsenaarium 2</u></p>

Kasutusmalli nimi	Rakendusse sisse logimine
	<p>1. c) kasutaja valib rakendusse sisse logimiseks mobiil-ID-ga sisenemise</p> <p>Edasi jätkub töövoog põhiprotsessi nr 2 punktist</p> <p><u>Alternatiivstsenarium 3</u></p> <p>Põhistsenaariumi punktid 1-4</p> <p>5. b) rakendus kuvab kasutaja ebaeduka sisselogimise teate. Edasi valib kasutaja kas:</p> <p style="padding-left: 40px;">1.) kasutaja läheb tagasi põhistsenaariumi punkti nr 1;</p> <p style="padding-left: 40px;">2.) kasutaja katkestab sisselogimise</p>
Järeldingimused	<p>Sõltuvalt stsenaariumist võib vastava kasutusloole tulemus olla kas:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Kasutaja on edukalt sisse loginud ning talle kuvatakse rakenduse kaardivaade; • Kasutaja ei ole sisse logitud ning talle kuvatakse veateade.
Järgnevad kasutusmallid	<p>UC02 – lennuala defineerimine kaardil</p> <p>UC03 – lennuala valideerimine õhuruumis</p> <p>UC04 – lennuala kinnitamine</p> <p>UC05 – lennuloa taotluse esitamine</p> <p>UC06 – lennuloa saamine</p>
Seotud ärireeglid	-

Kasutusmalli nimi	Rakendusse sisse logimine
Viited äriprotsessile	„Mehitamata õhusõiduki lennuloa taotlemine“

Tabel 13. Kasutusmall „Lennuloa saamine“.

Kasutusmalli nimi	Lennuloa saamine
ID	UC06
Kontekst	Kasutaja saab esitatud taotlusele automaatselt vastuse lennuloa näol
Rollid	Mehitamata õhusõiduki käitaja, süsteem.
Eeltingimused	Kasutaja on esitanud lennuloa taotluse ning tema lennutatav mehitamata õhusõiduk on registreeritud drooniregistris.
Põhistsenaariumi kirjeldus	<ol style="list-style-type: none"> 1. Süsteem kontrollib, kas piloot ja droon on drooniregistris registreeritud; 2. a) kui nii piloot kui droon on registris olemas, siis on vastus positiivne ning lennuloa kinnitus saadetakse taotlejale e-kirjaga ning rakenduses kuvab sellekohase teavituse;
Alternatiivstsenaariumi kirjeldus	<p><u>Alternatiivstsenaarium 1</u></p> <p>Samm 1 toimub põhistsenaariumi järgi</p> <ol style="list-style-type: none"> 2. b) kui droon või piloot või mõlemad ei ole drooniregistris registreeritud, siis on vastus negatiivne ning registrist lennuluba ei kinnitata ja saadetakse taotlejale vastav teavitus rakenduses ja e-kiri postkasti.
Järeltingimused	Kasutaja on edastanud lennuloa taotluse, kontrollitakse droonipiloodi ning drooni registreerimis UAV andmebaasis

Kasutusmalli nimi	Lennuloa saamine
	ning positiivse vastuse korral lisatakse soovitud lennuala vastavasse UAV andmebaasi.
Järgnevad kasutusmallid	UC02 – lennuala defineerimine kaardil UC03 – lennuala valideerimine õhuruumis UC04 – lennuala kinnitamine UC05 – lennuloa taotluse edastamine
Seotud ärireeglid	BR06 – lennuloa kinnituse saab ainult siis, kui nii droon kui droonipiloot on ennast vastavatesse registritesse lisanud.
Viited äriprotsessile	„Mehitamata õhusõiduki lennuloa taotlemine“

Tabel 14. Kasutusmall "Isikuandmete uuendamine".

Kasutusmalli nimi	Isikuandmete uuendamine
ID	UC07
Kontekst	Kasutaja saab rakenduses oma isikuandmeid muuta
Rollid	Mehitamata õhusõiduki käitaja, süsteem.
Eeltingimused	Kasutaja on rakendusse sisse loginud.
Põhistsenaariumi kirjeldus	<ol style="list-style-type: none"> 1. Kasutaja valib rakendusest oma profiili ja siseneb sinna; 2. Kasutaja on oma profiili leheküljel, kus on kuvatud tema isikuandmed. Oma isikuandmete muutmiseks vajutab kasutaja „Redigeeri“ nuppu;

Kasutusmalli nimi	Isikuandmete uuendamine
	<p>3. Kasutaja saab oma isikuandmeid viia vastavusse andmetega drooniregistris;</p> <p>4. a) Kui kasutaja on muudatused sisse viinud, siis vajutab nuppu „Salvesta“;</p> <p>5. a) Kasutaja andmed on salvestatud ning süsteem suunab kasutaja rakenduse avalehele.</p>
Alternatiivstsenaariumi kirjeldus	<p><u>Alternatiivstsenaarium 1</u></p> <p>Sammud 1-3 toimuvad põhistsenaariumi järgi</p> <p>4. b) Kasutaja ei soovi muudatusi salvestada ning vajutab nuppu „Tühista“;</p> <p>5. b) Kasutaja andmeid ei salvestatud ning süsteem suunab kasutaja rakenduse avalehele.</p>
Järeltingimused	Kasutaja on edukalt salvestanud oma isikuandmed, et lennuloa taotlemisel tuvastaks süsteem drooniregistris sinna registreeritud kasutaja.
Järgnevad kasutusmallid	-
Seotud ärireeglid	BR07 – Lennuloa saab taotleda ainult kasutaja, kelle isikuandmed vastavad drooniregistris andmetele.
Viited äriprotsessile	

Tabel 15. Kasutusmall "Registreeritud drooni lisamine kasutajale".

Kasutusmalli nimi	Registreeritud drooni lisamine kasutajale
ID	UC08
Kontekst	Kasutaja saab lisada ja enda profiiliga ära siduda drooniregistris registreeritud drooni.
Rollid	Mehitamata õhusõiduki käitaja, süsteem.
Eeltingimused	Kasutaja on rakendusse sisse logitud ning tema isikuandmed on korrektselt täidetud ja salvestatud.
Põhistsenaariumi kirjeldus	<ol style="list-style-type: none"> 1. Kasutaja valib rakenduse lehelt nupu „Minu droonid“; 2. Kasutaja suunatakse lehele, mis kuvab temaga seotud droone. Kui varasemalt kasutajaga seotud droone ei ole, siis rakendus kuvad teate „Minuga seotud droonid puuduvad“; 3. Kasutaja vajutab nupule „Lisa droon“ drooni lisamiseks; 4. Kasutajal tuleb ära täita informatsioon lisatava drooni kohta, sh mudeli ja tootja nimi, kaal, video/foto võimekuse olemasolu ja drooniregistri reg. nr.; 5. Kasutaja vajutab nuppu „Salvesta drooni andmed“ andmete salvestamiseks; 6. Süsteem kontrollib drooniregistri numbriga õigsust; 7. a) Kui süsteem tuvastas sama registreerimistunnusega drooni, siis andmed

Kasutusmalli nimi	Registreeritud drooni lisamine kasutajale
	<p>salvestatakse ning kasutajale kuvatakse kiri „Andmed edukalt salvestatud“.</p> <p>8. a) kasutaja suunatakse kaardrakenduse avalehele.</p>
Alternatiivstsenaariumi kirjeldus	<p><u>Alternatiivstsenaarium 1</u></p> <p>Sammud 1-6 toimuvad põhistsenaariumi järgi.</p> <p>7. b) Süsteem tuvastas, et drooniregistris puudub sisestatud reg. nr-iga droon, siis drooni andmeid ei salvestata ning kasutajale kuvatakse kiri: „Droon ei ole drooniregistris registreeritud. Andmeid ei salvestata“.</p> <p>8. b) Kasutaja suunatakse tagasi drooni lisamise vaatesse varasemalt sisestatud andmetega juhiks, kui kasutaja tahab üle kontrollida oma sisestatud drooniregistri numbrit.</p>
Järeltingimused	Kasutaja on lisanud ja oma profiiliga ära sidunud drooni, mis on eelnevalt registreeritud drooniregistris ning omab drooniregistri registreerimisnumbrit.
Järgnevad kasutusmallid	-
Seotud ärireeglid	BR08 – rakenduses saab lisada ja oma profiiliga siduda ainult varasemalt drooniregistris registreeritud droone.
Viited äriprotsessile	-

Tabel 16. Kasutusmall "Kuvatavate kaardikihtide valik kaardil".

Kasutusmalli nimi	Kuvatavate kaardikihtide valik kaardil
ID	UC09
Kontekst	Kasutaja saab erinevat infot sisaldavaid kaardikihte sisse ja välja lülitada, leides sellisel viisil kohti, kus turvaliselt ja legaalselt drooni lennutada.
Rollid	Mehitamata õhusõiduki käitaja.
Eeltingimused	Kasutaja on avanud rakenduse, ta ei pea olema rakendusse sisse logitud, kuid peab olema kinnitanud valiku, et on teadlik droonilennutamise reeglitest.
Põhistsenaariumi kirjeldus	<ol style="list-style-type: none"> 1. Kasutaja on kaardirakenduse kaardivaates ning vajutab kaardikihtide ikoonile; 2. Kaardirakendus avab seejärel loetelu erinevatest kaardikihtidest, mida kasutajal on võimalik sisse või välja lülitada; 3. Kasutaja valib kuvamiseks teda huvitavad kaardikihid aktiveerides need kihi nimele peale klikkides; 4. Kaardikihtide peitmiseks tuleb kasutajal uuesti kaardikihi nimele klikkida, mille järel vastavat informatsiooni sisaldav ruumiline info kaob kaardivaatest ära.
Alternatiivstsenaariumi kirjeldus	-
Järeltingimused	Kasutaja on visuaalsel teel veendunud, mis informatsioon hetkel kehtib teda huvitava ala kohta.

Kasutusmalli nimi	Kuvatavate kaardikihtide valik kaardil
Järgnevad kasutusmallid	-
Seotud ärireeglid	-
Viited äriprotsessile	-

