

TALLINNA TEHNIKAÜLIKOOL

Infotehnoloogia teaduskond

Maarja Mahlapuu 176862IAAM

**SILMADEGA JUHITAVA
KAARDIREDAKTORI TEHNOLOOGIA
HINDAMINE**

Magistritöö

Juhendaja: Nadežda Furs-Nižnikova

MBA

Tallinn 2019

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: Maarja Mahlapuu

14.05.2019

Annotatsioon

2017. aastal kaitsti Tartu Ülikoolis magistritöö [1], mille raames arendati EyeTal'i tehnoloogia proof-of-concept (PoC). EyeTal'i PoC on veebipõhine kaardirakendus, mille kaardiredaktor võimaldab silma abil luua ja muuta ruumiandmeid ning on suunatud puuetega isikutele, kes ei saa arvutit kasutada hiire või klaviatuuri abil. PoC'i arendamise käigus viidi läbi kasutatavuse testimine inimeste peal, kellel ei ole füüsilist puuet ja on erinevate kaasaegsete tehnoloogiatega kursis. PoC näitas, et tehniliselt on võimalik silmadega juhtida kaardiredaktori tööd. Hetkel on teostamata järgmine tootearenduse samm töökeskkonna loomisel suunas.

Käesoleva töö eesmärk on hinnata EyeTal'i PoC-i lahendust. EyeTal'i lahenduse hindamiseks kasutatakse BABOK (*Business Analysis Body of Knowledge*) raamistikku. Viiakse läbi huvigruppide esindajatega pool-struktureeritud intervjuud, et selgitada välja, kas EyeTal rahuldab lahendusega seotud erinevate huvigruppide vajadusi. Töö raames viiakse läbi puuetega inimestega uurivaid kasutatavuse teste. Testide eesmärk on hinnata, kas EyeTal'i PoC sobib ka tegelikele lõppkasutajatele. Kogutud andmete tulemusena kaardistatakse piirangud, mis võivad takistada lahenduse väärtuse realiseerimist. Lisaks tehakse ettepanekuid, mida võiks muuta, et realiseerida toote potentsiaalset väärtust ja kuidas tootearendusega jätkata.

Töö tulemusena selgus, et huvigruppide esindajad on EyeTal'i osas positiivselt meelestatud ja näevad selles lahenduses potentsiaali. Kõige olulisem soovitus lahenduse väärtuse suurendamiseks on võimaldada lisaks silmajälgimise sisendile kasutada rakendust ka arvuti hiirega, peahiirega ning häälkäsklustega. Nii laieneks oluliselt algselt väga kitsale sihtrühmale suunatud rakenduse kasutajate arv. Tobii EyeX seadmest tuleks loobuda ning Eesti näitel oleks sobivaks seadmeks Tobii Dynavox-i seadmed, sest nende saamiseks saab taotleda riigi rahastust ja Dynavox-i seadmed arvestavad puuetega inimeste eripäradega.

Lõputöö on kirjutatud eesti keeles ning sisaldab teksti 67 leheküljel, 8 peatükki, 27 joonist, 8 tabelit.

Abstract

Solution Evaluation of an Eye-controlled Map Editor Technology

In today's Europe dramatic demography changes take place. Europe is ageing and there is not enough work force to hold up social welfare systems and drive economic growth. Therefore, there is a need to engage people to the work force, who has been left aside until now. There are 2,6 million people in European Union, who are not able to join the work force, because they have physical disabilities [2]. We should use modern technology to offer more disabled people the opportunity to work.

One solution to this problem is EyeTal, developed by Estonian software development company Datel. EyeTal would be a virtual work portal, where organizations can put up their work tasks and people can work on these assignments remotely. EyeTal would be a fully eye-controlled map editor, uses gaze input technology and is aimed for people, who cannot use mouse or keyboard to communicate with computer. As spatial data collection is labour intensive work, then it would be suitable theme for work tasks.

In 2017 a master thesis [1] was defended in University of Tartu, which purpose was to create EyeTal's Proof of Concept (PoC). PoC included web map application, where person can create and modify spatial data using eye movements as an only input. During this research usability test were carried out on able-bodied subjects.

Aim of this master thesis is to evaluate eye-controlled map editor technology made in previous work. Solution evaluation steps are based on Business Analysis Body of Knowledge (BABOK) framework. Stakeholders are mapped, and representatives of the stakeholder are interviewed to understand if EyeTal solution satisfies their needs and do they see potential in the solution. Most importantly, explorative usability tests are carried out on real end users, disabled people. In tests participants execute seven prepared tasks. During the test they are asked to think aloud. Their voice and activities on screen are recorded. After the test participants are asked to fill out questionnaire about their satisfaction with the gaze input (for which COGAIN satisfaction assessment areas and factors framework is used) and system usability (for which system usability score (SUS) is used). Currently available different eye-tracking devices are compared to assess, if more than two years ago chosen Tobii EyeX is the best device to fulfil the needs of

disabled people. Based on collected data solution's inner and outer limitations are assessed. Lastly, recommendations are made how to increase solution value, which included suggestion with prototypes, how to improve usability.

Results of this research show, that stakeholders are very positive about the EyeTal solution and they see great potential in it. During the usability tests, participants with glasses were not able to use EyeTal. Participants without glasses were able to finish the tasks. Comparison of eye tracking devices and usability tests showed, that instead of Tobii EyeX a device, devices specially made for augmentative and alternative communication (AAC) should be used. In Estonia this device should be one of Tobii Dynavox devices, because it is AAC device and state gives purchase discounts. The most important recommendation for EyeTal is not to focus only on gaze input. The application must be also usable by using more common inputs like mouse and keyboard and by less common inputs, like head mouse and voice-input. Wider range of input will increase the number of potential users significantly.

The thesis is in Estonian and contains 67 pages of text, 8 chapters, 27 figures, 8 tables.

Lühendite ja mõistete sõnastik

AAC	<i>Augmentative and Alternative Communication</i> , augmentiivne ja alternatiivne kommunikatsioon
BABOK	<i>Business Analysis Body of Knowledge</i> , ärianalüüsi teadmiste ja parimate praktikate kogum
BACCM	<i>Business Analysis Core Concept Model</i> , ärianalüüsi peamiste kontseptide mudel
COGAIN	<i>Communication by Gaze Interaction</i> , selts, mille eesmärk on vedada teadus ja arendustegevusi silmavaate interaktsiooni valdkonnas
ELIL	Eesti Liikumispuudega Inimeste Liit
EPIK	Eesti Puuetega Inimeste Koda
Fikseering	Silmade vaatamine ühte punkti
IIBA	<i>International Institute of Business Analysis</i> TM on professionaalne mittetulundusühing, mille eesmärk on tesdssenida ja kasvatada ärianalüüsi valdkonda
Kaardiredaktor	Graafiline kasutajaliides, mille abil on võimalik luua ja redigeerida andmeid, mis kirjeldavad ruumiobjektide asukohta, omadusi ja kuju geograafilises ruumis [3]
MVP	<i>Minimum viable product</i> , minimaalne töötav toode, mida klient saab kasutada ja proovida
PoC	<i>Proof of Concept</i> , kontseptsiooni tõestus; meetodi või idee osaline realisatsioon tõestamiseks selle teostatavust
PRIA	Põllumajanduse Registrate ja Informatsiooni Amet
Ruumiandmed	Andmed, mis otseselt või kaudselt osutavad konkreetsele asukohale või geograafilisele alale, sealhulgas andmekogudes hallatavad andmed, mis kirjeldavad ruumiobjektide asukohta, omadusi ja kuju geograafilises ruumis [3]
Ruumiobjekt	Konkreetses asukoha või geograafilise alaga seotud reaalse maailma nähtuse abstraktne kujutis [3]
Sakaat	Kiired hüppelised silmade liikumise
Silmajälgimine	ehk pilgujälgimine (ingl <i>eye-tracking</i>), silma tegevuse mõõtmine ja jälgimine, kuhu punkti või millist rada mööda inimene vaatab [4], [5]

SKA	Sotsiaalkindlustusamet
SUS	<i>System Usability Scale</i> , Süsteemi kasutatavuse skaala - kümnest punktist koosnev Likert'i skaala, mis annab üldise subjektiivse hinnangu kasutatavusele
TK	Töötukassa

Sisukord

1 Sissejuhatus	14
2 Probleemi kirjeldus ja ülesande püstitus	17
3 EyeTal'i kirjeldus	19
4 Teoreetiline ülevaade.....	23
4.1 Silmajälgimine.....	23
4.2 Silmajälgimise keerukus.....	24
4.3 Silmajälgimise kasutamine	26
4.4 Silmajälgimise tehnoloogiad	28
4.5 Silmajälgimine ja erivajadustega inimesed	30
4.5.1 COGAIN (Communication by Gaze Interaction).....	30
4.5.2 Silmajälgimise sihtgrupp	31
4.6 Silmajälgimine ja kaardiredaktor.....	32
4.7 Metoodika valik.....	33
4.7.1 Lahenduse hindamine	33
4.7.2 <i>System Usability Scale</i>	35
4.7.3 Kasutaja testid ja silmajälgimine.....	36
4.7.4 Kasutaja testide läbiviimine	37

5 Kasutatud metoodika	40
6 Tulemuste analüüs ja järeldused.....	48
6.1 Huvigrupid.....	48
6.1.1 Intervjuud huvigruppide esindajatega	52
6.2 Konkurendid	56
6.3 Testimine lõppkasutajatega	57
6.4 Silmajälgimise seadmete võrdlus	62
6.5 Tulemuste järeldused.....	65
6.5.1 Lahenduse väärtus	65
6.5.2 Lahenduse välised piirangud	65
6.5.3 Lahenduse sisemised piirangud.....	66
6.5.4 Tegevused lahenduse väärtuse suurendamiseks	69
6.5.5 Tegevused lahenduse kasutusmugavuse suurendamiseks	71
7 Arutelu.....	77
7.1 Metoodika valik.....	77
7.2 Järgnevad tööd ja tegevused	78
8 Kokkuvõte	80
Kasutatud kirjandus	82
Lisa 1 – EyeTal’i ülesse seadmine	90
Lisa 2 - EyeTal’i testimise protseduur lõppkasutajatega.....	91
Lisa 3 – Intervjuude küsimused huvigruppidega.....	102

Lisa 4 – Lõppkasutaja küsimustik	104
Lisa 5 – Intervjuud huvigruppide esindajatega ja kirjavahetus	110
Lisa 6 – Kasutatavuse testimise tulemused	119
Lisa 7 – Kasutatavuse testimise osalejate taust	127
Lisa 8 – Silmajälgimise seadmete võrdlus	128

Jooniste loetelu

Joonis 1. EyeTal'i ekraanipilt. Sisse-välja suumimine. Allikas: autori koostatud	21
Joonis 2. EyeTal'i ekraanipilt. Punkti lisamine. Allikas: autori koostatud	21
Joonis 3. EyeTal'i ekraanipilt. Olemasoleva punktobjekti muutmine. Allikas: autori koostatud.....	22
Joonis 4. Teadusartiklite arv, kus on kasutatud sõna „eye tracking“. Allikas: [10]	24
Joonis 5. Foveaalne ja perifeerne nägemine. Allikas: autori koostatud	24
Joonis 6. a-geomeetrilised kujundid, mida paluti isikul jälgida. b-silma liikumise teekond. Allikas: [13].....	25
Joonis 7. Silma liigutused ajal kui silm on fikseerunud ühele punktile. Allikas: [13] ...	26
Joonis 8. Kaardil liikumiseks kaheksa ekraani välise nupu kasutamine. Allikas: [11] ..	33
Joonis 9. Business Analysis Core Concept Model™ terminid. Allikas: [44]	34
Joonis 10. SUS skoori tõlgendamine. Allikas: [48]	36
Joonis 11. Rahulolu hindamise valdkonnad ja faktorid. Allikas: [39]	37
Joonis 12. Kasutaja kaasamise tehnikad. Allikas: [49]	38
Joonis 13. Kasutatavuse testimine toote elutsükli jooksul. Allikas: [49]	39
Joonis 14. Kasutatavuse hindamise tehnikate võrdlus. Allikas: [51]	39
Joonis 15. Töö etapid. Allikas: autori koostatud	40
Joonis 16. EyeTal'iga seotud huvigrupid. Allikas: autori koostatud.....	48
Joonis 17. Sisse-välja suumimise nuppude paigutus praegu. Allikas: autori koostatud	71

Joonis 18. Sisse-välja suumimise nuppude paigutuse ettepanek. Allikas: autori koostatud	71
Joonis 19. „Place“ nupu paigutuse praegu ja ettepanek. Allikas: autori koostatud.....	72
Joonis 20. „Delete“ nupp paigutus praegu. Allikas: autori koostatud.....	73
Joonis 21. „Delete“ nupp paigutuse ettepanek. Allikas: autori koostatud.....	73
Joonis 22. Punkt-ja joonobjektide kujundus praegu. Allikas: autori koostatud	73
Joonis 23. Punkt-ja joonobjektide kujunduse ettepanek. Allikas: autori koostatud	74
Joonis 24. Kaardi nihutamise kujundus praegu. Allikas: autori koostatud	74
Joonis 25. Kaardi nihutamise kujunduse ettepanek. Allikas: autori koostatud	75
Joonis 26. Klaviatuuril kustutamise nupu aktiivne ala praegu. Allikas: autori koostatud	75
Joonis 27. Klaviatuuril kustutamise nupu aktiivse ala suurendamise ettepanek. Allikas: autori koostatud	75

Tabelite loetelu

Tabel 1. Mõõtmiseks kasutatud tehnikad	45
Tabel 2. Intervjuud huvigruppidega.....	53
Tabel 3. Kasutatavuse testimise osalejad	58
Tabel 4. Ülesannete täitmise aeg igal osalejal (mm:ss).....	59
Tabel 5. Testimise käigus tuvastatud probleemid	59
Tabel 6. Silmajälgimise kasutamise lihtsus	61
Tabel 7. SUS tulemused	61
Tabel 8. EyeX ja AAC silmajälgimise seadmete võrdlus	64

1 Sissejuhatus

Maailma on raputamas demograafilised muutused, tehnoloogia kiire areng ja globaliseerumine. Üks Euroopat ees ootav demograafiline väljakutse on rahvastiku vananemine, mis omakorda toob kaasa palju järgmisi katsumusi, millest üks on tööealiste inimeste osakaalu vähenemine [6]. Tänapäeva ühiskonnas on tööealiste inimeste üks ülesannetest hoida majanduslikult üleval tervise- ja pensionisüsteemi. Kui tööealiste arv väheneb, siis muutub see ülesanne väga keeruliseks. Lisaks toob töökäte puudus kaasa majanduskasvu aeglustumise. Tänu tehnoloogia kiirele arengule ja globaliseerumisele on jagamismajandus ja paindlikud töökorraldused juba reaalsus. Erinevad platvormid võimaldavad inimestel teha tööampse ning töötada kus iganes ja millal iganes on neile sobilik.

Nende trendide najal tuleks välja mõelda lisavõimalusi, kuidas juba olemasolevatele Euroopa elanikele, kes siiani ei ole tööga hõivatud, pakkuda paindlikke töötegemise tingimusi. Euroopa Liidus on 2,6 miljonit inimest, kellel füüsilise puude tõttu on juurdepääs tööturule raskendatud [2]. Samad probleemid on ka Eestis. 2016. aastal käivitati Eestis etapiviisiline töövõimereform, mille käigus soovitakse seoses elanikkonna vananemisega ja väljarändega, kaasata tööhõivesse rohkem puudega inimesi, et leevendada tööjõu vähenemise probleemi [7]. Eesti reformi edu takistavad töökohtade puudus, transpordiühenduse kättesaadavus, vähene mobiilsus ning tööandjate aeglasem kohandumine muutustega [8].

Erivajadustega inimeste töökohtades puuduse ja vähese mobiilsuse probleemi aitaks lahendada kaasaegsete tehnoloogiate kasutamine. Tehnoloogia, mis aitaks tööülesandeid täita kodustes tingimustes ka isegi siis, kui käeline tegevus ei võimalda kasutada arvutihiirt. Lisaks tavapärasele arvutiga hiire abil suhtlemiseks saab kasutada suhtlemiseks ka muid meetodeid, näiteks silmade liigutamist. Silmajälgimise tehnoloogia võimaldab arvutit juhtida silmaliigutuste abil ja nii oleks võimalik puudega inimesel kodust lahkumata täita tööülesandeid arvuti abiga.

Hinnanguliselt on umbes Euroopa Liidus 571,250 füüsilise puudega inimest, kes sooviksid kasutada alternatiivseid sisendi seadmeid [2]. Hinnanguliselt 28,000 – 57,000 inimest eelistaksid alternatiivse seadmena silmajälgimise tehnoloogiat [2]. Euroopa Liidu raportis “Communication by Gaze Interaction D7.2” kasutatud meetodi põhjal arvutades võiks hinnanguliselt olla Eestis 391-783 inimest, kes eelistaksid silmajälgimise tehnoloogiat.

Tarkvaraarenduse ettevõtte, AS Datel, pakub välja, et eelpool nimetatud probleeme aitaks lahendada virtuaalne töötegemise keskkond “EyeTal”. „EyeTal“ on töötegemise keskkonna teenus tööandjatele ja töövõtjatele. See sisaldab endas tööpakkumisi, koolitusi ja õppematerjale, vajalikke tööriistu, turvalist tasustamissüsteemi ja sertifitseerimist, moodustades tervikliku süsteemi. See võimaldab erivajadustega inimesel juurdepääsu tööturule ja teeb tööandjale inimese tööle võtmise mugavaks ja lihtsaks. Üheks sobivaks valdkonnaks, millega seotud tööülesanded võiksid olla EyeTal’is, on ruumiandmete haldamine. Ruumiandmete haldamine nõuab välja palju töötunde, kuna tihti tehakse seda käsitsi või pool-automaatselt.

EyeTal’i lahenduse sihtgrupiks on inimesed, kellel on mingi erivajadus, mille on põhjustanud halvatus, mootorsete funktsioonide kahjustus suurel osal kehal või inimesed, kellel on väike kui mitte olematu kehaline liikumine. „EyeTal“i lahenduse tuumaks on infrakiirguse sensoril põhinev silmajälgimise tehnoloogia, mis on ühendatud teiste tehnoloogiate ja tarkvaradega. Füüsiline seade on paigutatud monitori alumisele äärelle, mis kiirgab infrapunavalgust ja püüab silmadelt tagasi peegeldunud infrapunavalgust sensoriga.

Käesolevaks hetkeks on 2017. aasta Tartu Ülikooli magistritöö [1] raames valmis arendatud EyeTal’i tehnoloogia proof-of-concept (PoC). PoC on veebipõhine kaardirakendus, mille kaardiredaktor võimaldab silma abil luua ja muuta ruumiandmeid. Kaardiredaktor on graafiline kasutajaliides, mille abil on võimalik luua ja redigeerida andmeid, mis kirjeldavad ruumiobjektide asukohta, omadusi ja kuju geograafilises ruumis [3].

PoC’i arendamise käigus teostati kaks testimise etappi, mis viidi läbi inimeste peal, kellel ei ole füüsilist puuet ja on erinevate kaasaegsete tehnoloogiatega kursis. PoC näitas, et tehniliselt on võimalik silmadega juhtida kaardiredaktori tööd. Hetkel on teostamata

järgmine tootearenduse samm töökeskkonna loomisel suunas. Ei ole hinnatud, kas siiani arendatud lahendus sobib sellega seotud huvigruppidele ning kas ja kuidas on muutunud tehnoloogia ning vajadused kaks aastat pärast esmase lahenduse realiseerimist.

Magistritöö eesmärk on hinnata EyeTal'i PoC-i lahendust. Selgitada välja, kas EyeTal rahuldab lahendusega seotud erinevate huvigruppide vajadusi. Eesmärk on testida, kas EyeTal'i on sobilik tegelikele lõppkasutajatele, kellel on füüsiline puue ja ei pruugi olla uute tehnoloogiatega nii kursis. Töö tulemusena antakse hinnang EyeTal'i tehnoloogiale, kas see on sobiv algselt püstitatud ülesande täitmiseks. Lisaks tehakse ettepanekuid, mida võiks muuta, et realiseerida toote potentsiaalset väärtust ja kuidas tootearendusega jätkata. Samuti kaardistatakse piirangud, mis võivad takistada lahenduse väärtuse realiseerimist.

Magistritöö on aktuaalne, kuna teadaolevalt ei ole olemas sellist tehnoloogiat, mis võimaldaks silmajälgimise abil luua ja muuta ruumiandmeid. Eelnevalt ei ole koostatud sissejuhatavat ülevaadet EyeTal'iga seotud tausta informatsioonist, huvigruppidest ega lõppkasutajatest. Eelnevalt ei ole uuritud, kas EyeTal'i tehnoloogia on sobilik puuetega inimestele, mida arvavad erinevad tootega seotud huvigrupid EyeTal'i ideest, millised piiranguid ja võimalusi nad näevad ning ei ole kaalutud võimalikke riistvaralisi alternatiive praegusele lahendusele.

Käesolev töö koosneb kaheksast peatükist. Esimeses peatükis tehakse sissejuhatus teemasse ja magistritöö sisusse. Teises peatükis kirjeldatakse detailsemalt probleem, mida magistritöö lahendab ja milline on ülesande püstitus. Kolmandas peatükis antakse ülevaade EyeTal'i PoC'ist, kus kirjeldatakse olemasolevaid funktsionaalsusi ja kasutatud tehnoloogiaid. Neljandas peatükis tehakse teoreetiline ülevaade silmajälgimisega seotud mõistetest, keerukusest ja tehnoloogiatest. Samuti antakse teoreetiline ülevaade lahenduse hindamise ja testimisega seotud meetodikatest ning meetoditest. Viiendas peatükis on kirjeldatud töös kasutatud meetodid. Kuuendas peatükis tutvustatakse tulemusi ning analüüsi järeldusi. Seitsmendas peatükis on arutelu meetodika valikute ja soovitusel edasiseks tööks. Kaheksandas peatükis on tehtud töö kokkuvõte.

2 Probleemi kirjeldus ja ülesande püstitus

Käesolevaks hetkeks on 2017. aasta Tartu Ülikooli magistr töö raames valmis arendatud EyeTal'i tehnoloogia proof-of-concept (PoC). Selle arendamise käigus teostati kaks testimise etappi, mis viidi läbi inimeste peal, kellel ei ole füüsilist puuet ja on erinevate kaasaegsete tehnoloogiatega kursis.

Enne kui tarkvaraarenduse ettevõtte jätkab EyeTal'i tootearendusega ja uute funktsionaalsuste analüüsi ning arendusega, tuleb välja selgitada, kas ja kuidas EyeTal töötab tegelike lõppkasutajate peal, kellel on füüsiline puue ja ei pruugi olla uute tehnoloogiatega nii kursis. Lisaks lõppkasutajatele tuleks välja selgitada, kas teised EyeTal'iga seotud huvigrupid näevad selles lahenduses potentsiaali. Ettevõtte soovib saada hinnangut, kas ja kuidas peaks tootearendusega jätkama.

Kuna silmajälgimise tehnoloogia ei ole väga levinud, siis selleks, et autor ja ka tulevased tootearendusega seotud inimesed saaksid hea ülevaate valdkonnast, koostatakse teoreetiline ülevaade silmajälgimisest, silmajälgimisega keerukusest ja erinevatest sellega seotud tehnoloogiatest.

Selleks, et välja selgitada, kas ja kuidas EyeTal töötab tegelike lõppkasutajate peal tuleb välja selgitada, milline on silmajälgimise sihtgrupp, nende sihtgrupi eripära ning välja töötada protseduur, kuidas testida EyeTal'i lõppkasutajate peal.

EyeTal'ile hinnangu andmiseks tuleks arvesse võtta ka teisi lahendusega seotud osapooli, selleks tuleb huvigrupid kaardistada ja uurida, kas nad näevad EyeTal'i lahenduses potentsiaali. Lisaks huvigruppidele tuleks hinnata ka tehnoloogilist poolt. Kuna, PoC arendati juba kaks aastat tagasi, mis tehnoloogia maailmas pikk aeg ja selle aja jooksul on ilmselt silmajälgimise riistvara edasi arenenud. Sellest tulenevalt tuleks välja selgitada, kas ja millised on vahepeal toimunud uuendused. Kas PoC-is kasutatud seadmed on piisavalt head? Kas on paremaid ja sobivamaid variante?

Kogutud andmete ja info põhjal viiakse läbi analüüs ja antakse hinnang EyeTal'i tehnoloogiale, kas see on sobiv algselt püstitatud ülesande täitmiseks. Samuti kaardistatakse piirangud, mis võivad takistada lahenduse väärtuse realiseerimist. Lisaks tehakse ettepanekuid, mida võiks muuta ja kuidas tootearendusega jätkata, et realiseerida toote potentsiaalset väärtust.

Kuigi EyeTal'i kaugema visiooni kohaselt peaks tegu olema ülemaailmse tööportaaliga, siis selle projekti käivitumisel toimuks areng järkjärguliselt. Esmalt hakkaks seda katsetama Eestis, seejärel laiendama Euroopasse ja siis ilmselt laiemalt. Sellest tulenevalt on käesolevas magistritöös esmalt keskendunud EyeTal'ile Eesti kontekstis. Lisaks ei ole antud töö skoobis uurida EyeTal'i lahenduse majanduslikku otstarbekust, juriidilisi ega turvalisusega seotud aspekte.

3 EyeTal'i kirjeldus

Hetkel on EyeTal alles PoC-i staadiumis, kuid visiooni alusel oleks EyeTal virtuaalne töötegemise keskkond, mis pakub teenust tööandjatele ja töövõtjatele. See sisaldaks endas tööpakkumisi, koolitusi ja õppematerjale, vajalikke tööriistu, turvalist tasustamissüsteemi ja sertifitseerimist, moodustades tervikliku süsteemi.

EyeTal oleks suunatud töövõtjatele, kes enda füüsiliste erivajaduste tõttu ei saa kasutada arvuti hiirt. Hiire alternatiivina saab töövõtja kasutada virtuaalses töötegemise keskkonnas silmi, et täita tööandjate poolt üles pandud tööpakkumisi. Tööpakkumised oleks seotud ruumiandmete loomise ja muutmisega.

Võimalikud tööülesannete valdkonnad, kus saaks EyeTal-i rakendada [9]:

A. Objektide tuvastamine ortofotodelt ja muudelt kaugseireandmetelt:

- a. Ebaseaduslike ehitiste, juurde ehitiste, basseinide jne. ehitamisel maksudest kõrvale hiilimise vältimine. Kasutatakse aktiivselt Kreekas ja USA-s.
- b. Autode lugemine kaubanduskeskuste parklates. Käibe ja turuosa arvutamiseks konsultatsioonifirmadele.
- c. Katastroofialadel inimeste ja sõidukite loendamine, otsimine, et päästjad saaksid parema ülevaate kuhu on vaja abi saata. Kadunud objektide otsimine, nt. lennuk merest.
- d. Kõnniteede kaardistamine, et tõhustada jalakäijate ja jalgratturite navigatsiooni algoritme.

B. Fotode pealt geolokeeritud andmete kogumine:

- a. Mapillary kogub geotailitud fotode pealt ruumiobjekte, liiklusmärke, kõnnitee servasid, valgusfoore jms. Maanteeametil on teevideo rakendus, mille abil saab koguda andmeid teekatte seisukorra ja varade kohta. Reach-U pakub pilditeenust

Street-U, mida saab kasutada objektide kaardistamiseks. Sarnast teenust kasutavad ka raudteede haldajad, et teostada ülevaadet ja hallata varasid.

C. Kartograafia:

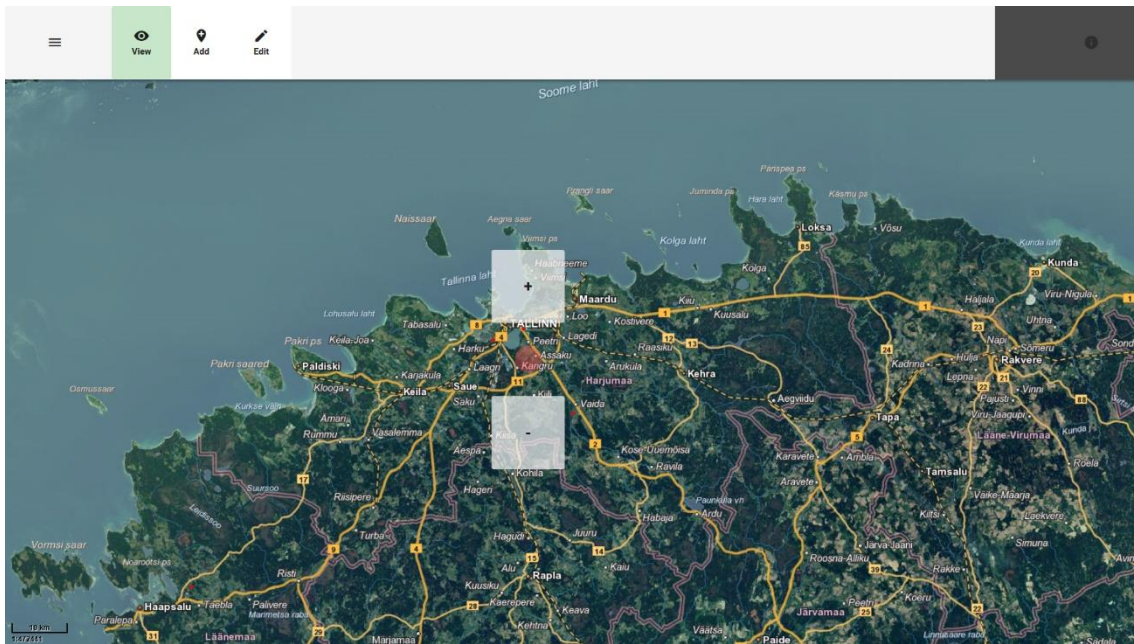
- a. Suurtel trükikaartidel vigade otsimine
- b. Kaardikirjade paigutamine on väga mahukas ja kallis töö, kuid saaks õpetada selgeks ka mitte kartograafidele.

D. Eritööd: Kaitsevägi

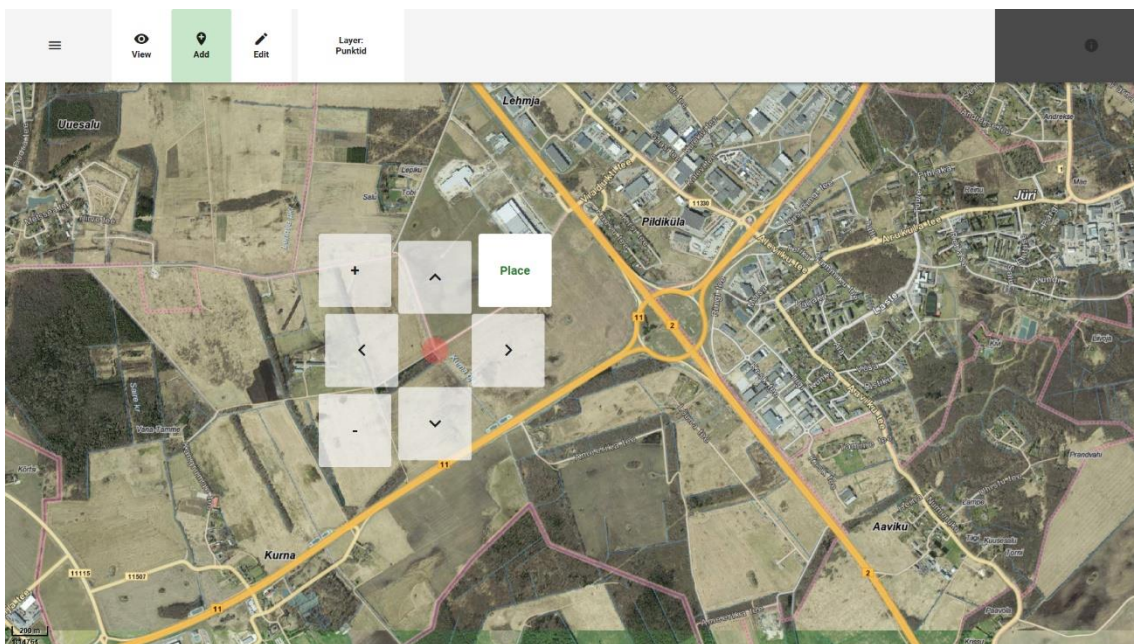
- a. Kaitseväge varustamine vajalike ruumiandmete, luureinfo ja muu sellisega. Tegevuse tulemuse tekib inimesi, kes ei saa füüsiliselt osaleda aga kellel on suured kogemused, oskused ja usaldus. Saavad toetada muud moodi.

„EyeTal“i lahenduse tuumaks on infrakiirguse sensoril põhinev silmajälgimise tehnoloogia, mis on ühendatud teiste tehnoloogiate ja tarkvaradega. Füüsiline seade on paigutatud monitori alumisele äärelle, mis kiirgab infrapunavalgust ja püüab silmadelt tagasi peegeldunud infrapunavalgust sensoriga.

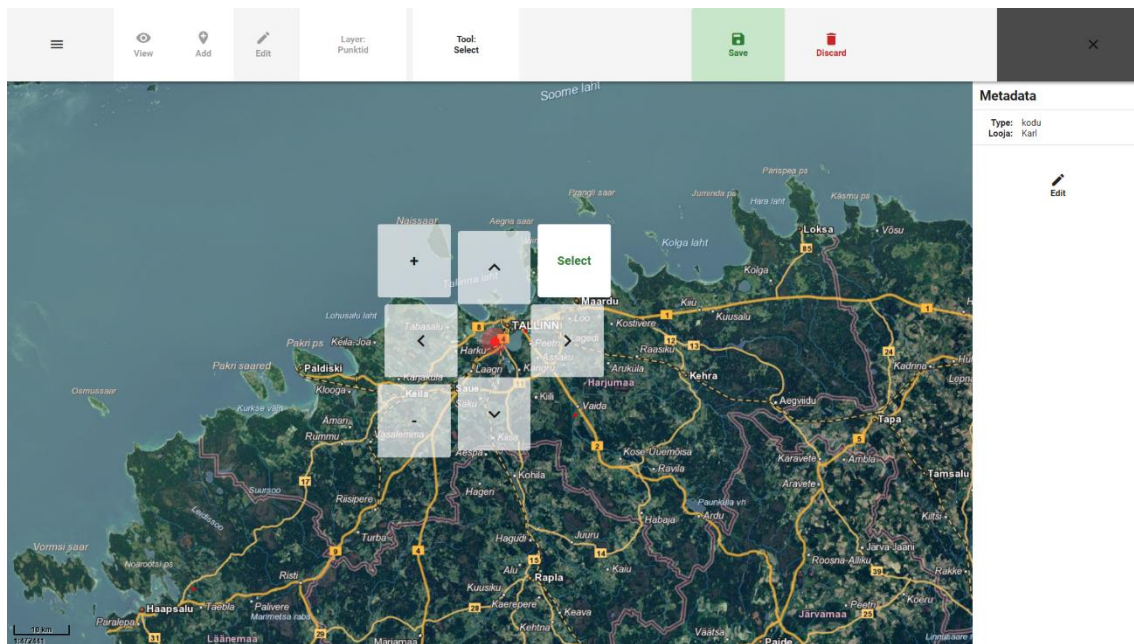
EyeTal'i PoC loodi Tartu Ülikooli magistratöös raames [1]. PoC-i tegemisel kasutati järgmisi tehnoloogiaid: Tobii Eyetracking, ReactJS, Microsoft ASP.NET C#, SignalR. PoC võimaldab silmajälgimist, kus on kasutusel kaks silma. PoC võimaldab hetkel digiteerida ruumiandmeid. Digiteerimine (digimine) on tegevus, mille käigus viiakse analoogobjekt digitaalsele kujule. EyeTal'is saab hetkel juhtida kaardi vaadet, sisse ja välja zoomida ning aluskaarti liigutada (Joonis 1). Samuti saab lisada punkt-, joon- ja pindobjekte (Joonis 2). Objekte saab kustutada ja redigeerida ning samuti sisestada objektidele meta-andmeid (Joonis 3).



Joonis 1. EyeTal'i ekraanipilt. Sisse-välja sumimine. Allikas: autori koostatud



Joonis 2. EyeTal'i ekraanipilt. Punkti lisamine. Allikas: autori koostatud



Joonis 3. EyeTal'i ekraanipilt. Olemasoleva punktobjekti muutmine. Allikas: autori koostatud

PoC-i loomise käigus viidi läbi testimine kuue terve inimesega. Esmalt viidi läbi uuriv testimine nelja isikuga ja teine testimise ring paranduste testimiseks viidi läbi kahe inimesega. Testimine viidi läbi eraldi ruumis, kasutati sülearvutit, millel oli LCD ekraan suurusega 14'' 1920x1080. Silmajälgimise seade Tobii EyeX oli kinnitatud ekraani külge. Lisaks salvestati ekraani pilt ning kasutati sülearvuti sisse ehitatud mikrofoni ja kaamerat, et lindistada osalejate tegevused, reaktsioonid ja emotsioonid.

Testimise protseduuri käigus paluti kasutajal istuda arvuti ette, seletati eksperimendi eesmärk ja paluti täita küsimustiku esimene osa. Küsimustiku esimest osa kasutati selleks, et koguda taustainfot osaleja kohta, kas tal on eelnevaid kogemusi kaardiredaktoritega ja silmajälgimisega. Seejärel selgitati silmajälgimise põhimõtteid ja viidi läbi kalibreerimine kasutades Tobii kalibreerimise tarkvara. Enne ülesannete täitmist paluti osalejatel mängida 2 minutit "Tobii Eye Tracking Intro" selleks, et õppida paremini tundma silmajälgimist. Seejärel anti osalejatele kätte testimise protseduuri kirjeldus ja selgitati, kuidas testimine jätkub. Osalejatel paluti kõva häälega mõelda. Ülesanded sisaldasid peamisi kaardiredaktori kasutusjuhte. Peale ülesannete lõpetamist paluti kasutajal täita küsimustiku teine osa. Küsimustiku teist osa kasutati selleks, et kasutaja saaks hinnata kasutajaliidese kasutatavust. Kasutajaliidese kasutatavuse hindamiseks kasutati *System Usability Scale* (SUS) meetodit.

4 Teoreetiline ülevaade

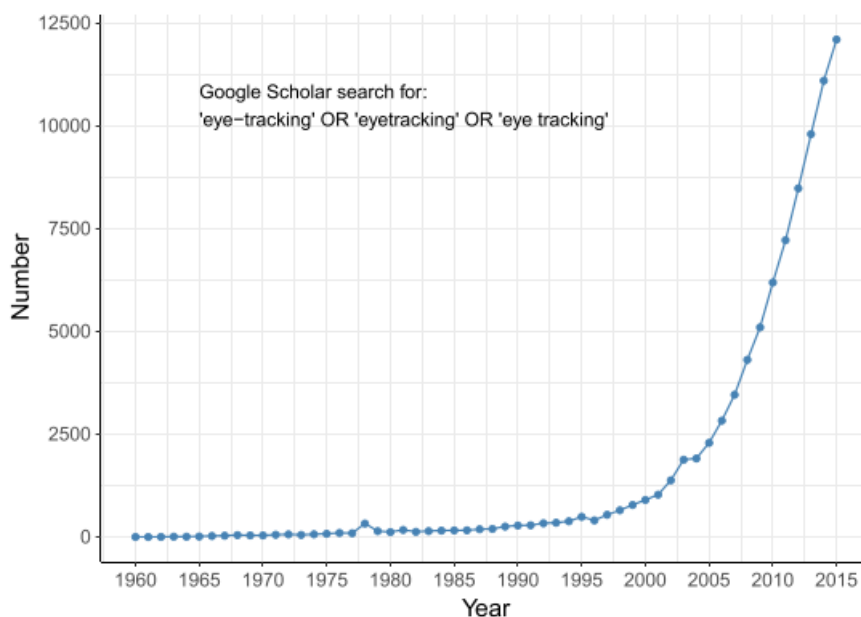
Käesolevas peatükis selgitatakse lahti silmajälgimise põhimõisted, räägitakse arengust läbi aja, probleemidest ja rakendusvaldkondadest. Lisaks antakse ülevaade erinevatest meetodikatest, mille vahel valida, et täita käesoleva töö eesmärki. Muuhulgas on peatüki eesmärk on anda ülevaade silmajälgimisest nendele isikutele, kes ei ole sellega kursis ja vajavad oma tööülesannete täitmiseks ülevaadet valdkonnast.

4.1 Silmajälgimine

Silmajälgimine ehk pilgujälgimine (ingl *eye-tracking*) on silma tegevuse mõõtmine ja jälgimine, kuhu punkti või millist rada mööda inimene vaatab [4], [5]. Silmad on vajalikud, et igapäevaselt koguda informatsiooni. Need aitavad kindlaks teha, kus, mis ja kes on meie igapäeva kommunikatsioonis.

Nielsen ja Pernice [4] tutvustavad, kuidas silmajälgimise tehnoloogia on ajas palju arenenud. Esimestel silmajälgimistel kleebiti seade füüsiliselt silmamuna külge. 1980ndateks sellest loobuti ja piisas juba ainult sellest, et fikseerida kasutaja pea kindlasse asendisse. 1990ndatel muutus silmajälgimise seade piisavalt väikeseks, et seda sai kinnitada mütsi või peapaela külge. Lõpuks 2000ndatel, muutus arvutite võimsus piisavalt heaks, et oli võimalik kasutada eraldi videokaamerat, et vaadata kasutaja pea asukohta ja arvutada pea positsioon reaajas. Lisaks kasutatakse teisi kaameraid ja nähtamatud infrapunavalgust, et koguda infot silmade kohta. Jätkuvalt on keeruline ülesanne jälgida, kuhu inimene vaatab füüsilises keskkonnas, mis ei ole seotud arvutiekraaniga, nt. toidupoes.

Joonis 4 on näha viimase 15 aasta jooksul on teadusajakirjade artiklite arv, kus on kasutatud sõna „*eye tracking*“, kasvanud eksponentsiaalselt [10]. Silmajälgimise tehnoloogiat on hakatud rakendama ka väljaspool teadust. See annab lootust, et tänu masstoodangule hakkavad langema ka silmajälgimise seadmete hinnad.

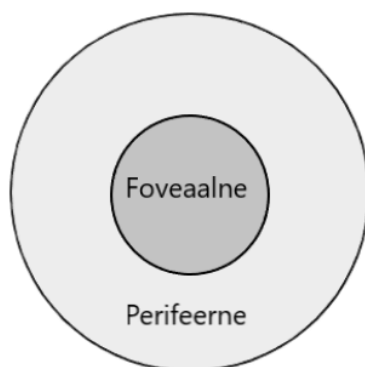


Joonis 4. Teadusartiklite arv, kus on kasutatud sõna „eye tracking“. Allikas: [10]

4.2 Silmajälgimise keerukus

Silmajälgimise teevad keeruliseks paljud aspektid, mis on takistanud selle laialdast levikut ja kasutusele võtmist. Alustades sellest, et inimsilm ei näe ümbritsevat pilti kogu ulatuses sama resolutsiooniga. Inimene näeb täpsemalt keskel ja udusemalt äärtes. Ehk siis inimese nägemine on jaotatud laias laastus kaheks [4] (Joonis 5):

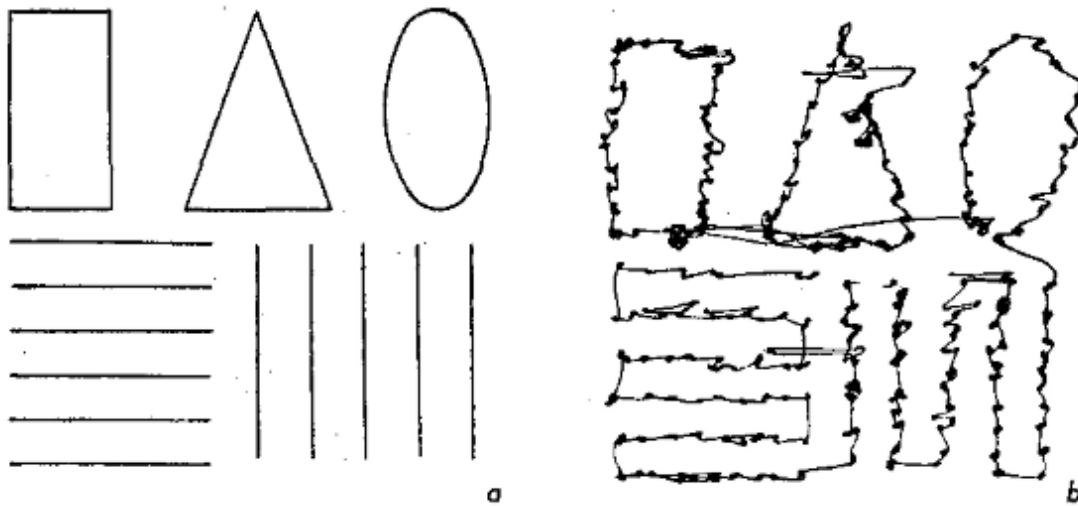
- väike keskel paiknev ala, mis on kõrge resolutsiooniga - foveaalne nägemine
- suurem ala, mis on udune - perifeerne nägemine.



Joonis 5. Foveaalne ja perifeerne nägemine. Allikas: autori koostatud

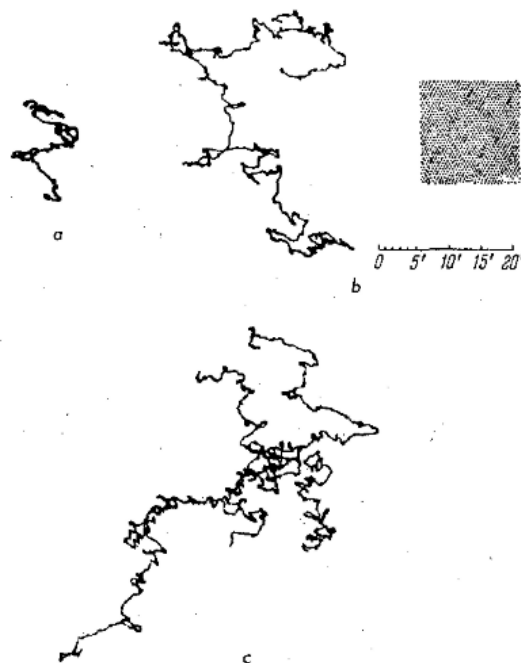
Selleks, et inimene näeks selgelt võimalikult suurt ala, kompenseerib silm foveaalset nägemist sellega, et vaatab kiiresti ringi ja aju „kleebib“ need pisikesed selged pildid

kokku üheks suureks. Need kiired silma liigutused sisaldavad „müra“. Peamisi silma liigutusi saab lüüa kaheks: fikseeringud ja sakaadid [11]. Fikseering toimub siis, kui isik vaatab ühte punkti [11]. Sakaadid on kiired hüppelised silmade liikumised, mis kestavad 20-30 ms ja võivad toimuda mitu korda sekundis, et pöörata tähelepanu huvipakkuvatele asjadele ning mõista ümbritsevat keskkonda [12]. Juba 1960-ndatel avastati, et silma liigutused on fikseeringute ja sakaadide kombinatsioon isegi kui isikutel palutakse jälgida jooni nii sujuvalt kui võimalik [13], mida on näha Joonis 6.



Joonis 6. a-geomeetrilised kujundid, mida paluti isikul jälgida. b-silma liikumise teekond. Allikas: [13]

Tuuakse välja, et kuigi fikseeringud võivad olla punktid (Joonis 6), siis tegelikkuses silmad ei ole stabiilsed isegi fikseeringu ajal, kuna ka siis ilmneb kõrvalekaldeid, värinaid ja tahtmatuid mikro-sakaade. Joonis 7 kujutab kasutaja silma liigutusi, kui ta vaade on fikseeritud ühte punkti ehk siis on näha, kuidas ka fikseeringu ajal silmavaade ei ole paigal.



Joonis 7. Silma liigutused ajal kui silm on fikseerunud ühele punktile. Allikas: [13]

Kui on soov silmajälgimise abil juhtida ekraani, siis lisaks silma enda iseärasustele teeb selle keeruliseks see, et inimesed ei ole harjunud kasutama silmi, et juhtida ekraani. Inimesed eeldavad, et nad võivad vaadata mingi objekti ilma, et see vaatamine tähendaks midagi. Nagu eelnevalt kirjeldatud, siis normaalne nägemise tajut vajab seda, et vaadatakse ümbritsevat keskkonda enne kui konkreetsed objektid. Ümbritseva keskkonna vaatlemisel ei soovitata, et see käivitaks arvuti käsklusi. Seda nimetatakse Midas' e puudutuse probleemiks [14]. Ideaalne silmajälgimise seade peaks lubama kasutajal vaadata ümberringi, kui ta seda soovib ja kui ta soovib, et arvuti teeks silmavaate sisendi peale midagi, siis see teeks seda. Võrreldes hiirenuppudega ja puutetundliku ekraaniga võtavad silmajälgimise tehnoloogiaga valiku käsud siiski rohkem aega [15].

4.3 Silmajälgimise kasutamine

Laias laastus saab silmajälgimise eesmärgi jagada kaheks, kas seda kasutatakse interaktsiooniks või mõõtmiseks. Interaktsiooni jaoks kasutatakse silmajälgimist, et kontrollida silmade abil mingeid süsteeme. Mõõtmisel salvestatakse, kuhu kasutaja vaatab, kui kaua, mis järjekorras kasutaja mingeid objekte vaatab.

Silmajälgimist mõõdetakse erinevates valdkondades erinevatel eesmärkidel. Kõige pikema ajalooga on selle rakendamine akadeemilises ringkonnas erinevate teadustööde

tegemisel [16]. Lisaks kasutatakse silmajälgimist inimfaktori uurimiseks ja meditsiinis diagnoosimiseks [16].

Silmajälgimist kasutatakse kasutajaliidese disainis, veebilehtede kasutatavuse uurimisel, tootearenduses ja pakendite disainis. Valdakond, kus seda hiljuti on hakatud kasutama, on meedia ja reklaamindus [16]. Selleks salvestatakse kasutaja silmavaate teekond ja visualiseeritakse see kasutades soojuskaardi (ingl *heat map*) ja pilguskeemide (ingl *gaze plot*) tehnikaid [4].

Ka Eestis lõputöodes on seda viimasel ajal palju kasutatud. Näiteks, 2018. aastal kaitsti Tartu Ülikoolis vähemalt kolm lõputööd, kus kasutati silmajälgimise andmeid. Ajakirjanduse õppekava magistr töö uuris ajakirja kaanekujunduse vastuvõttu ja eesmärk oli kaardistada elemendid, mis äratavad tähelepanu ajakirja esikaane vaatamisel [17]. Teine töö, bakalaureusetöö Majandusteaduskonnas, eesmärk oli uurida pilgujälgimisele tuginedes välireklaami disaini ja paigutuse optimeerimist [18]. Kolmas töö, magistr töö Majandusteaduskonnas, eesmärk oli selgitada välja kui võrd sarnased on ekraanil põhineva ja mobiilse meetodiga saadud pilgujälgimise tulemused [19].

Silmajälgimise kasutamine interaktsiooniks on muutumas aina populaarsemaks. Esmalt arendati silmajälgimist sisendina kasutamise tehnoloogiat nendele kasutajatele, kes ei saa kasutada hiirt ega klaviatuuri arvutiga suhtlemiseks [11]. Silmajälgimist kasutatakse ka augmentatiivses ja alternatiivses kommunikatsioonis (ingl *Augmentative and Alternative Communication (AAC)*). AAC on tööriistade ja strateegiate kogum, et mida isik saab kasutada, et suhelda teda ümbritseva maailmaga [20]. Kommunikatsiooniks võib kasutada erinevaid viise, nagu kõne, tekst, žestid, näoilmed, viipekeel, sümbolid, pildid, kõne genereerivad seadmed. AAC võib olla täiesti tehnika vaba, nagu näoilmed, kuid saab kasutada tehnikat, nagu klaviatuurid, nupud ja silmajälgimine [21], [22].

Tehakse uurimistöid, et selgitada, kui palju erinevate diagnoosidega inimesed kasutavad silmajälgimise tehnoloogiaid, kui palju nad kasutavad ja milleks. Townend [23] uuris Rett'i sündroomiga inimesi Hollandis, kus silmajälgimise tehnoloogiaid alles hakatakse kasutama. Tulemused näitasid, et peamiselt kasutatakse seda kommunikatsiooniks. Kohati tekitab tehnoloogia frustratsiooni, aga siiski on perekonnad rahul selle kasutamise ja nägid selles suurt potentsiaali. Ball [24] uuris kuidas ALS-i diagnoosiga

inimestele on sobilik silmajälgimise tehnoloogia. Tulemused olid väga edukad, katseisikud kasutasid suure rõõmuga silmajälgimise tehnoloogiaid kommunikatsiooniks.

Kuna seadmed lähevad odavamaks ja täpsemaks, siis on hakatud neid kasutama ka teistel eesmärkidel. Näiteks, et terved inimesed saaksid kasutada silmajälgimise tehnoloogiat lissisendina. Kumar jt [11] töös uuriti, kuidas kasutada hiire kõrval silmavaadet suunamiseks, valimiseks, kerimiseks, rakenduse vahetamiseks ja parooli sisestamiseks.

Samuti kasutatakse silmajälgimist arvutimängude mängimiseks lissisendina klaviatuuri ja hiire kõrval. Istance jt [25] kasutasid silmajälgimist arvutimängus liikumiseks. Veel on tehtud ka katseid, kus kasutatakse arvutimängudes silmajälgimist ainukese sisendina [26]. Katsetuste tulemused on näidanud, et lihtsamate liikumiste ja võitlustega saab hakkama. Lisaks virtuaalmaailmas objektide juhtimisele on proovitud silmajälgimist kasutada ka füüsilises maailmas, droonide juhtimiseks [27].

4.4 Silmajälgimise tehnoloogiad

Silmajälgimise seadmeid saab jagada intrusiivseteks ja mitte-intrusiivseteks. Intrusiivsed silmajälgimise seadmed sisaldavad kolme kaamerat, mis kinnitatakse isiku pea külge, kas peapaela, kiivri või prillide abil [28], [15], [29]. Selliste seadmete suurim nõrkus on ebastabiilsus, kuna väiksem pealiigutus võib kaasa tuua ebatäpsed tulemused. Lisaks ei need ka kasutajasõbralikud.

Mitte-intrusiivseid süsteemides on kaamera ja valguse allikas kinnitatud kasutajast eemale, tavaliselt seadme ekraani külge. Neid seadmed jagunevad kahte generatsiooni. Vanemad seadmed kasutavad sarvkesta peegeldusi või helke [28]. Sarvkesta peegeldust või pupilli keskkoha saab kasutada selleks, et hinnata kuhu isik vaatab [15]. Sellised seadmed on madala resolutsiooni ja täpsusega [28]. Enamus selliseid süsteeme kasutavad ära infrapuna peegeldust, parandab pildi kontrastsust ja mis on inimsilmale nähtamatu ning seetõttu ei sega kasutajat [15]. Uuem generatsioon on videol põhinevad [28]. Videol põhinevad pilgu jälgimise süsteemid kasutavad arvutit, ühte kuni mitut kaamerat ja infrapuna blokki. Arvuti kasutab isiku kulmude, nina ja huulte asukohta, et teha kindlaks, kuhu isik vaatab. Lisaks kasutab infrapuna peegeldust ja pupilli keskkoha, et eristada pea ja silma liigutused [28].

Erinevatel kasutajagruppidel on erinevad nõuded silmajälgimise seadmete täpsusele, andmete visualiseerimise võimekusele, kogutavale andmestikule, hinnale, mobiilsusele ja diskreetimise sagedusele (ingl *sampling rate*) [16].

Silmajälgimise seadmete sensoritel on viivitus 5-33 ms, et töödelda andmeid ja teha kindlaks kasutaja silmavaade [30]. Viivitus oleneb kaamera diskreetimise sagedusest, mis kasutatakse silma jälgimiseks. Diskreetimise sagedus näitab, mitu korda seade salvestab pilgu suunda sekundis [16]. See võib erinevatel silmajälgimise seadmete puhul varieeruda 25-1000 Hz. Kui valida seadet sageduse alusel, siis on oluline arvestada, et mida kiirem on silma liigutus, mida tahetakse tuvastada, seda suurem peab süsteemi sagedus olema. Näiteks kui soovitatakse salvestada 150 Hz värin, siis peaks seadme sagedus olema 2x suurem ehk 300 Hz [16].

Täpsus (ingl *accuracy*) näitab silmajälgimise seadmel erinevust õige pilgu positsioonil ja tuvastatud pilgu positsioonil. Kordustäpsus (ingl *precision*) näitab seadme võimet usaldusväärset taastoota mõõtmist. Kindlasti on oluline, et seadmel oleks mõlemad kõrged. Tuleb arvestada ka seda, et kuigi silmaga millelegi osutamine võib olla kiirem, kui käsitsi, siis selle täpsus ei pruugi olla nii suur [15]. Seadme täpsuse mõõtmisi viiakse läbi labori tingimustes ning iga tootja kasutab mõõtmiste tegemiseks oma loodud protokolle. Nagu ka silmad, siis on silmajälgimise seadmed täpsemad ekraani keskel kui äärtes [31]. Silmajälgimise seadmete täpsus on hetkel $0,1^{\circ}$ - $0,7^{\circ}$ [11]. See võrdub 3,2-22,4 piksliga 1280x1024 ekraanil (96 dpi), kui seda vaadatakse 50 cm kauguselt. Ehk punkt, kuhu ekraanil vaadatakse võib olla kuni 45 pikslise ringi sees. Ashmore jt [30] uurimuses leiti, et kalasilma (ingl *fisheye*) suurenduse ajutine kasutamine asukohas, kus pilk fikseerub aitab kaasa täpsusele ja kiirusele.

Silmajälgimise seadme viivitus (ingl *latency*) näitab viivitust, mis tekib tegeliku liigituse ja hetke kui süsteem saab signaali, et liigutus toimus [16]. Kui kasutada silmajälgimist sisendina seadme juhtimisel, siis on oluline, et see viivitus oleks võimalikult väike.

Lisaks nõuavad praegused silmajälgimise seadmed kalibreerimist. Kalibreerimine on iga osaleja juures oluline erinevatel põhjusel. Esiteks silmamunade raadius võib varieeruda täiskasvanud inimestel 10% ja lisaks võib erineda kuju [16]. Tavaliselt toimub kalibreerimine 2D alal, kus on mitu ette defineeritud punkti. Kasutamise aja jooksul võib

kalibreerimise tulemus minna ebatäpseks, kuna silma karakteristikud muutuvad [32], kasutaja asend muutub, peanurk muutub [11].

Jälgimise taastamise aeg (ingl *tracking recovery time*) on aeg, mis võtab süsteemil aega, et saada aru, kus on pupill ja sarvkesta peegeldus [16]. See on oluline, kui näiteks kasutaja silmad liiguvad kaamerast välja ja siis tulevad jälle tagasi, siis jälgimise taastamise aeg näitab, kui kaua võtab aega, et jätkata jälgimist.

Eelnevalt on läbiviidud uurimistöid, kus on võrreldud omavahel erinevaid silmajälgimise seadmeid. Funke jt [33] töös võrreldi omavahel 5 erineva silmajälgimise seadme täpsust selleks, et aidata teadlastel valida nende uurimistöö jaoks parima hinna ja kvaliteedi suhtega seadet. Uurimistöö raames viidi läbi eksperimente, mille ajal erinevad seadmed jälgisid silma ja hiljem tulemusi võrreldi. Kui eelmise uurimistöö raames koguti seadmete võrdlemiseks ise andmeid, siis näiteks IT Kolledži lõputöö [34] raames võrreldi erinevaid seadmeid tootjate poolt antud andmete põhjal. Kuna selle töö eesmärk oli ehitada võimalikult kuluefektiivne silmajälgimise seade, siis peamine võrdlemise eesmärk oli võrrelda erinevate valmis seadmete hindasid.

4.5 Silmajälgimine ja erivajadustega inimesed

4.5.1 COGAIN (Communication by Gaze Interaction)

COGAIN assotsiatsioon eesmärk on eest vedada teadus ja arendustegevusi silmavaate interaktsiooni valdkonnas [35]. COGAIN keskendub sellele, et pakkuda puuetega inimestele kasu uutest tehnoloogiatest. COGAIN sai alguse Euroopa Komisjoni projektist, mis kestis 2004-2009 [36]. Projekti raames koostatud dokumendid koosnesid kaheksast osast [37]: (WP1) *Durable community building*, (WP2) *Standardisation*, (WP3) *User involvement*, (WP4) *Tool development*, (WP5) *Eye tracker development*, (WP7) *Community outreach*, (WP8) *Academic impact*, ja (WP9) *Management*.

Raport 3.1 tõi välja võtmeelemendid, mis on seotud kasutaja nõuetega. Raport 3.2 võttis arvesse nende nõuete asjakohasuse, kui silmajälgimise tarkvara või riistvara arendaja tegeleb vastava tarkvara või riistvaraga. Käesolevas töös on kasutatud mitmeid COGAIN projekti raporteid.

4.5.2 Silmajälgimise sihtgrupp

Silmajälgimise abil süsteemide juhtimise sihtrühma kuuluvad kõik isikud, kes soovivad mingil põhjusel kasutada alternatiivseid meetodeid arvuti juhtimiseks [2]. Sihtrühma võivad kuuluda [2]:

- Inimesed, kellel ei ole puuet, aga nende käed on hõivatud muude tegevustega ja sooviksid kasutada silmi või pead, et osutada millelegi
- Inimesed, kellel on keerukas või ebamugav liigutada käsi
- Inimesed, kellel on mingi erivajadus, mille on põhjustanud halvatus, motoorsete funktsioonide kahjustus suurel osal kehal (ajukahjustus, hulgiskleroos (sclerosis multiplex), seljaaju vigastused)
- Inimesed, kellel on väike kui mitte olematu kehaline liikumine (amüotroofiline lateraalne skleroos ehk ALS, motoneuroni haigused)

Kuna EyeTal keskendub silmajälgimise abil süsteemi juhtimisele, siis EyeTal-i sihtrühm on eelkõige need, kelle jaoks on see ainuke alternatiiv. Sihtrühma diagnoosi grupid [2]:

- amüotroofiline lateraalne skleroos ehk ALS / motoneuroni haigused ehk MND
- hulgiskleroos (sclerosis multiplex) (MS)
- Tserebraalne paralüüs (CP)
- seljaaju lihaste atroofia (SMA)
- Werdnig-Hoffmani sündroom
- Rett'i sündroom
- lihasdüstroofia (MD)
- lukustatud sündroom
- seljaaju vigastus - kvadripleegia (kahjustatud on nii käte kui jalgade töö) (SCI)
- ajuinsult
- traumaatiline ajukahjustus (TBI)
- Ülekoormusvigastus (RSI)

Ravimitel võivad olla kõrvalmõjud, mis võivad raskendada silmajälgimise süsteemi kasutamist [38]. Näiteks, ravimid, mis kasutatakse lihase spasmi vähendamiseks võivad põhjustada peapööritust, uimasust, peavalu, desorientatsiooni, ähmast nägemist ja müdriaasi (pupilli laienemine) [38].

Siiani on palju keskendunud sellele, et täita puuetega inimeste esmased vajadused, et nad saaksid ennast väljendada ja suhelda sugulastega, sõpradega. Puuetega inimestel, kelle liikumine on piiratud, saavad silmajälgimise tehnoloogia abil kirjutada kirju, küsida küsimusi, anda teada oma soovidest. Lisaks võimaldaks silmajälgimine neil juhtida ennast ratastoolis või veeta vaba aega arvutimänge mängides. EyeTal võimaldaks puuetega inimestel ennast teostada ja panna neid tundma täisväärtuslike ühiskonna liikmetena.

COGAIN projektis [39] tuli välja, et lahendusega rahulolu on seotud isiku puude astmega. Isikud, kes ei ole suutelised rääkima või jäsemeid liigutada on väga motiveeritud, et õppida uusi kommunikatsiooni viise ja tundsid, et silmajälgimise tehnoloogia annab neile uut lootust. Lisaks toodi välja, et on tugevad viited sellele, et silmajuhtimise tehnoloogial on positiivne mõju kommunikatsiooni võimele ja sealt tulenevalt ka elu kvaliteedile.

COGAIN projekt [40] uuris ka silmajälgimise ohutust ja testis erinevaid seadmeid. Testitud seadmed, mis kasutavad infrapuna ja LED tulesid, ei avaldanud potentsiaalselt ohtu silmale. Kuid oluline on märkida, et on veel lahtine, kuidas võib mõju avaldada üle mitme tunni päevas silmajälgimise seadmete kasutamine. Seadmete tootja Tobii toob enda kodulehel [41] välja, et kõik nende seadmed on sertifitseeritud ja verifitseeritud IEC/EN 62471 standardi alusel. Samas hoiatab ka, et inimestel, kellel on fotosensitiivne epilepsia ei tohiks silmajälgimist kasutada [42]. Kasutada ei tohiks ka isikud, kellel on mingit meditsiinilised seadmed, mida võivad mõjutada infrapuna lained või kiirgus [42].

4.6 Silmajälgimine ja kaardiredaktor

Ainuke autorile teadaolev akadeemiline töö, mis seostaks omavahel silmajälgimist ja kaardiredaktor uuris, kuidas on võimalik silmajälgimist kasutades navigeerida ekraanil. Kumar'i [11] töös katsetati ekraani väliseid nuppe, et navigeerida ekraanil. Näiteks toodi ka võimalus liigutada kaarti 8 ekraani välise nupu abil (Joonis 8).



Joonis 8. Kaardil liikumiseks kaheksa ekraani välise nupu kasutamine. Allikas: [11]

Nagu eelnevalt mainitud, siis inimsilm on iseenesest juba ebatäpne, kui seda silmavaadet kasutada arvuti juhtimiseks, siis ebatäpsus pigem suureneb. Ruumiandmete loomisel on oluline nende geomeetiline ja atribuutide täpsus. Näiteks ehituses võiks 0,5 meetriline eksimuses tuua kaasa väga suuri kulutusi ja võimalikku ohtu inimesele.

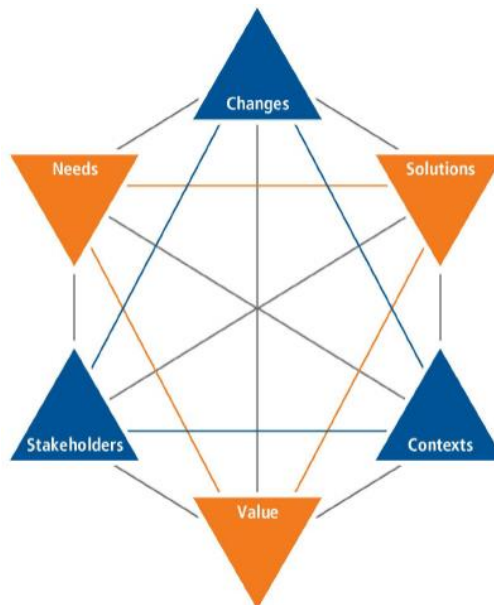
Kui silmajälgimise seadmete täpsus on hetkel $0,1^\circ - 0,7^\circ$, siis olenevalt mõõtkavast võib see viga varieeruda väga palju. Näiteks, 1:1800000 mõõtkava juures tähendaks see viga 152-1066 kilomeetrit ja 1:1000 mõõtkava kaardil viga 0,84-5,93 meetrit. Seega, mida täpsem on silmajälgimise seade, seda täpsemalt saab koheselt lisada ruumiobjektide koordinaate. Kui koheselt (esimesel katsel) ei õnnestu koordinaati soovitud kohta lisada, siis on juba hetkel EyeTal'is võimalik väikeste sammude haaval nihutada punkt soovitud asukohta. Kuid mida täpsemalt saab esimesel katsel lisada objekti koordinaadid, seda efektiivsem on tööülesannete täitmine.

4.7 Metoodika valik

4.7.1 Lahenduse hindamine

Business Analysis Body of Knowledge (BABOK) Guide on ülemaailmne tunnustatud standard ärianalüüsi läbi viimiseks. BABOK-isse on ärianalüüsi kogukond ühiselt kogunud selle valdkonna parimad praktikad. BABOK on koostatud International Institute of Business AnalysisTM (IIBA®) juhtimisel. IIBA on professionaalne mittetulundusühing, mille eesmärk on teenida ja kasvatada ärianalüüsi valdkonda [43].

BABOK-is kirjeldatud Business Analysis Core Concept Model™ (BACCM™) on ärianalüüsi kontseptuaalne mudel, mis koosneb kuuest terminist: muutus, vajadus, lahendus, huvigrupid, väärtus ja kontekst (Joonis 9). BACCM saab kasutada selleks, et hinnata terminite omavahelisi suhteid ning tagada ärianalüüsi kvaliteet ja terviklikkus [44].



Joonis 9. Business Analysis Core Concept Model™ terminid. Allikas: [44]

Olenevalt kontekstist aitab BACCM mudel vastata erinevate küsimustele. Lahenduse hindamise (*Solution Evaluation*) kontekstis aitab mudel pöörata tähelepanu järgmistele aspektidele [44]:

- Muutus – ärianalüütik annab soovitusi, kuidas muuta toodet või asutust, et realiseerida toote potentsiaalset väärtust
- Vajadus - ärianalüütik hindab, kuidas lahendus rahuldab vajadusi
- Lahendus – ärianalüütik annab hinnangu lahendus võimekusele, uurib, kas lahendus tarnib potentsiaalset väärtust ja analüüsib, miks lahendus ei realiseeri potentsiaalset väärtust
- Huvigrupp – ärianalüütik kogub huvigruppidele informatsiooni lahenduse võimekuse ja väärtuse kohta

- Väärtus – ärianalüütik teeb kindlaks, kas lahendus tarnib potentsiaalset väärtust ja uurib, miks väärtus ei realiseeru
- Kontekst – ärianalüütik võtab arvesse konteksti kuuluvad piirangud, mis võivad piirata lahenduse väärtuse realiseerimist.

BABOK-is kirjeldatud lahenduse hindamise (*Solution Evaluation*) teadmiste valdkond sisaldab järgmisi ülesandeid [44]:

- Lahenduse toimivuse mõõtmine (*Measure Solution Performance*) – tehakse kindlaks kõige sobivam viis hinnata lahenduse toimivust
- Analüüsi toimivuse mõõtmist (*Analyze Performance Measures*) – analüüsitakse toimivusega seotud informatsiooni selleks, et aru saada, millist väärtust see pakub asutusele, huvigruppidele
- Lahenduse piirangute hindamine (*Assess Solution Limitations*) – uuritakse, kas praegune lahendus võib piirata väärtuse täielikku realiseerimist
- Asutuse piirangute hindamine (*Assess Enterprise Limitations*) – uuritakse, kas väljaspool lahendust võib esineda piiranguid, mis takistavad väärtuse realiseerumist
- Tegevuste soovitamine lahenduse väärtuse suurendamiseks (*Recommend Actions to Increase Solution Value*) – tehakse kindlaks ja defineeritakse tegevused, mida asutus peaks tegema, et suurendada väärtust, mida toode saab pakkuda

4.7.2 System Usability Scale

System Usability Scale-i oli kasutusel 2017. aasta EyeTal'i magistritöös. *System Usability Scale*-i (SUS) tutvustas maailmale juba 1986. aastal John Brooke [45]. Selles eesmärk on hinnata riistavara, tarkvara, veebilehtede ja mobiiltelefonide kasutatavust [45], [46]. Sellest on saanud tööstuse standard, mida on refereeritud üle 1300 artiklis ja väljaandes [45].

SUS koosneb 10 küsimusest, mille vastused on 5-palli Likerti skaalal (Kindlasti ei – Kindlasti jah) [47]:

1. Ma arvan, et kasutaksin seda süsteemi tihti;

2. Ma arvan, et süsteem oli põhjendamatult keeruline;
3. Ma arvan, et süsteem oli lihtsalt kasutatav;
4. Ma arvan, et vajan tehnilise kompetentsiga inimeste abi selle süsteemi kasutamiseks;
5. Minu arvates olid paljud funktsioonid süsteemis hästi omavahel ühendatud;
6. Minu arvates käitus süsteem liiga erinevalt erinevates kohtades;
7. Ma usun, et enamus inimesi õpib selle süsteemi kasutamise väga kiirelt selgeks;
8. Minu arvates on süsteemi kasutamine liiga aeganõudev ja kohmakas;
9. Ma tundsin ennast seda süsteemi kasutades väga kindlalt;
10. Mul oli vaja õppida suhteliselt palju enne, kui sain süsteemi tegelikult kasutada.

Tulemuste analüüsiks lahutatakse paaritute küsimuste skoorist üks (X-1) ja paaris küsimuste skoor lahutatakse viiest (5-X). Selle tulemusena on kõikide küsimuste vastused vahemikus 0-4. Vastused liidetakse ja korrutatakse 2.5-ga. Tulemus jääb vahemikku 0-100. Keskmise SUS skoor on 68 [46]. Joonis 10 näitab, kuidas tavaliselt tõlgendatakse SUS skoori.

SUS Score	Grade	Adjective Rating
> 80.3	A	Excellent
68 – 80.3	B	Good
68	C	Okay
51 – 68	D	Poor
< 51	F	Awful

Joonis 10. SUS skoori tõlgendamine. Allikas: [48]

4.7.3 Kasutaja testid ja silmajälgimine

COGAIN projekti [39] raames koostati silmajälgimise seadete kasutamisel erinevate aspektide hindamiseks rahuolu hindamise raamistik. Keskenduti kolmele valdkonnale

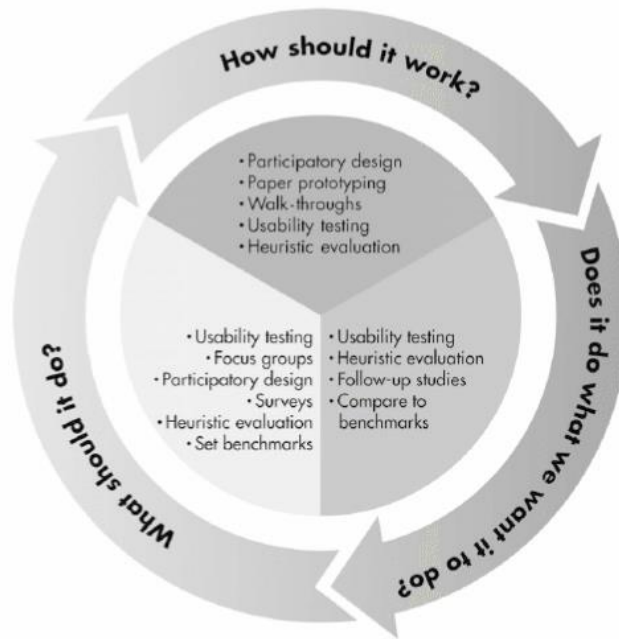
(Joonis 11): töökoormus, mugavus ja kasutamise lihtsus. Igas valdkonnas kirjeldati ära viis alamfaktorit, mis kirjeldab valdkonda. Töökoormuse valdkonda hinnates peaks arvesse võtma järgmisi faktoreid: füüsilist pingutust, vaimset pingutust, ajasurvet, frustratsioon, suutlikust. Mugavuse hindamisel peaks arvestama silmajälgimise seadme hindamisel, kas tekitab peavalu, ebamugavus, silmas, näos, suus või kaelas. Kasutamise lihtsuse hindamisel peaks arvestama osutamise täpsust, osutamise kiirust, valiku tegemise täpsust, valiku tegemise kiirust ja süsteemi kontrollimise lihtsust.

Satisfaction assessment areas and factors			
<i>Area</i>	<i>Workload</i>	<i>Comfort</i>	<i>Ease of use</i>
<i>Factors</i>	Physical effort	Headache	Accuracy of pointing
	Mental effort	Eye discomfort	Speed of pointing
	Time pressure	Facial discomfort	Accuracy of selection
	Frustration	Mouth discomfort	Speed of selection
	Performance	Neck discomfort	Ease of system control

Joonis 11. Rahulolu hindamise valdkonnad ja faktorid. Allikas: [39]

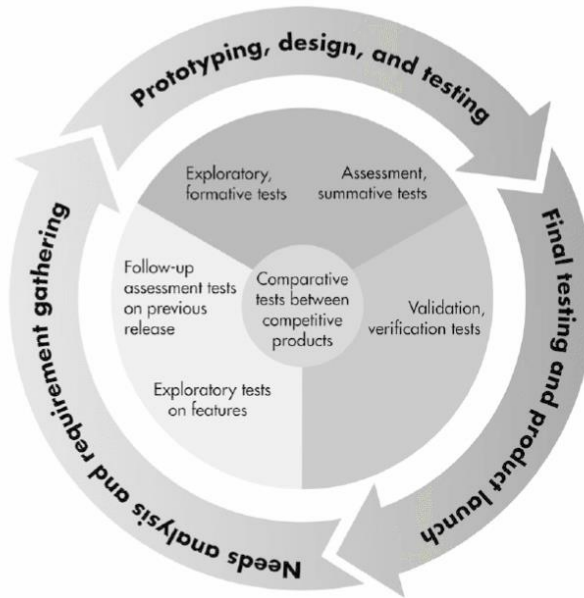
4.7.4 Kasutaja testide läbiviimine

Iga toote arenduses on oluline, et loodavat toodet hakkaksid inimesed kasutama. Selleks, et toode oleks kasutatav peab see olema kasulik, efektiivne, õpitav, pakkuma rahuolu ja ligipääsetav [49]. Seda aitab teha kasutajakeskse disaini distsipliin, mis koosneb erinevatest meetoditest, protsessidest ja tehnikatest. Oluline on võtta arvesse kasutajakeskset disaini põhimõtteid juba tootearenduse esimestest etappidest ja kogu selle elutsükli jooksul. Erinevad tehnikad aitavad kaasata kasutajat disaini protsessi. Üks neist on kasutatavuse testid, mis aitavad vastata erinevatele küsimustele: „Kuidas peaks see töötama?“, „Kas see teeb seda, mida me tahame, et see teeks?“, „Mis see peaks tegema?“. Joonis 12 kujutab küsimusi ja erinevaid meetodeid, mis aitavad vastata neile küsimustele.



Joonis 12. Kasutaja kaasamise tehnikad. Allikas: [49]

Toote arenduse etapist oleneb, millist kasutatavuse testi tuleks kasutajatega läbi viia. Joonis 13 näitab, et vajaduste analüüsi ja nõuete kogumise etapis peaks läbi viima funktsionaalsusi uurivaid teste, vaheetappide väljalasete järelteste. Prototüüpimise ja disaini etapiks peaks läbi viima uurivaid või kujundavaid teste, hindavaid ja kokkuvõtlikke teste. Uurivate ja kujundatavate testide meetoditeks on heuristlik hindamine, kasutajaliidese ülevaatused, kõva-häälega testimine, pluralistlik kasutatavuse läbikõndimine ja kognitiivne läbikõndimine [50]. Vahetult enne toote avalikustamist peaks läbi viima valideerimise ja verifitseerimise teste. Selline iteratiivne disaini ja testimise protsess aitab toote pidevale arengule [49].



Joonis 13. Kasutatavuse testimine toote elutsükli jooksul. Allikas: [49]

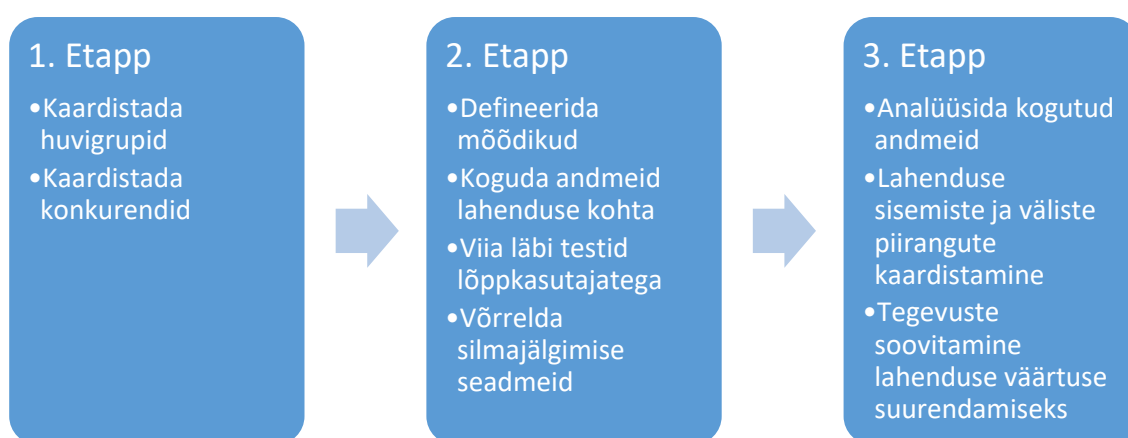
Joonis 14 võrdleb kasutatavuse hindamise tehnikaid ja toob välja, et kõva häälega mõtlemise tehnikat kasutatakse disaini faasis ja kasutajate arv peaks olema rohkem kui 3 [51]. Nielsen Norman Group [52] toob esile, et kasutatavuse testide läbiviimisel optimaalne osalejate arv on 5 inimest.

	Inspection Methods			Test Methods		
	Heuristic Evaluation	Cognitive Walkthrough	Action Analysis	Thinking Aloud	Field Observation	Questionnaires
Applicably in Phase	all	all	design	design	final testing	all
Required Time	low	medium	high	high	medium	low
Needed Users	none	none	none	3+	20+	30+
Required Evaluators	3+	3+	1-2	1	1+	1
Required Equipment	low	low	low	high	medium	low
Required Expertise	medium	high	high	medium	high	low
Intrusive	no	no	no	yes	yes	no

Joonis 14. Kasutatavuse hindamise tehnikate võrdlus. Allikas: [51]

5 Kasutatud metoodika

Töö viiakse läbi kolmes etapis. Igas etapis viiakse läbi teatud tegevused, mis aitavad saavutada etapi eesmärki (Joonis 15). Esimese etapi eesmärk on luua ja mõista EyeTal'iga seotud taustsüsteemi. Teise etapi eesmärk on koguda andmeid praeguse EyeTal lahenduse kohta. Kolmanda etapi ülesanne on analüüsida esimeses ja teises etapis kogutud infot ning soovitada tegevusi lahenduse väärtuse suurendamiseks. Etappide ja sammude koostamisel on võetud aluseks BABOK-i parimate praktikate kogumit. Kõikides tööetappides kirjeldatud tegevused teostatakse käesoleva töö autori poolt.



Joonis 15. Töö etapid. Allikas: autori koostatud

Esimene etapp

Esimese etapi eesmärk on luua ja mõista taustsüsteemi. Selleks tuleks esmalt kaardistatud EyeTal'i lahendusega seotud huvigruppe Eestis ja konkurente üle terve maailma.

1. Leida EyeTal'i lahendusega seotud huvigrupid Eestis ja selgitada, kuidas on nad seotud EyeTal'iga ja kuidas nad mõjutavad lahendust.
2. Leida EyeTal'i virtuaalse tööportaali võimalikud otsesed, kaudsed ja potentsiaalsed konkurendid.

Teine etapp

Teise etapi eesmärk on defineerida moodsid ja koguda nende põhjal andmeid EyeTal'i lahenduse kohta. Esmalt koostatakse kvantitatiivsed ja kvalitatiivsed moodsid, mida

tuleks mõõta. Seejärel kirjeldatakse meetodeid, mida tuleb kasutada, et koguda mõõdikute jaoks andmeid. Lisaks tuleb võrrelda erinevaid silmajälgimise riistvarasid, selleks, et hiljem saaks hinnata, milline on parim riistvaraline lahendus EyeTal'i jaoks.

1. Mõõdikute defineerimine

Selleks, et saaks võrrelda 2017. aastal koostatud EyeTal'i magistritöös kasutatavuse testimisel saadud andmeid käesoleva tööga tuleks koguda samu mõõdikuid. Sellest tulenevalt tuleks mõõta puuetega inimeste ülesannete täitmise aega ja SUS skoori.

Erinevalt kaks aastat tagasi tehtud tööst keskendub käesoleva töö puuetega inimestel, siis sihtgrupi spetsiifikast võivad olla kõrvalekalded suured, seega on oluline koguda ka kvalitatiivseid mõõdikuid. Tuleks mõõta kasutaja rahulolu lahenduse kasutamisel. Lisaks on oluline ka mõõta huvigruppide huvi EyeTal lahenduse kohta, kui palju nad näevad selles lahenduses potentsiaali ning milliseid piiranguid.

EyeTal'i praeguse riistvara sobivuse hindamiseks tuleks koguda andmeid EyeTal'i kasutamiseks sobiliku riistvara kättesaadavuse ja soetamise hind. Tuleb hinnata, kui kättesaadav on riistvara Eestis ning tuleb leida millised on odavaimad seadmed.

Kvantitatiivsed mõõdikud:

- EyeTal'is erinevate ülesannete täitmise aeg
- EyeTal'i System Usability Scale (SUS)
- EyeTal'i jaoks sobiliku riistvara maksumus
- EyeTal'i jaoks sobiliku riistvara täpsus

Kvalitatiivsed mõõdikud:

- Huvigruppide huvi lahenduse vastu, kas näevad potentsiaali
- EyeTal'i lahenduse piirangud
- Kasutaja rahulolu lahenduse kasutamisel
- EyeTal'i jaoks sobiliku riistvara kinnitus

- EyeTal'i jaoks sobiliku riistvara kättesaadavus
- EyeTal'i jaoks sobiliku riistvara kasutusviis
- EyeTal'i jaoks sobiliku riistvara litsents

2. Mõõtmine

Mõõdikute alusel tulemuste leidmiseks kasutada järgmisi meetodeid:

1. Kuna huvigruppide arvamust hinnatakse kvalitatiivsete parameetrite alusel, siis on sobivaim meetod nende andmete kogumiseks pool-struktureeritud intervjuu huvigruppide esindajatega. Nende intervjuude käigus on eesmärk on mõista valdkonda ja tuvastada võimalikke EyeTal'i lahenduse väliseid piiranguid. Intervjuude küsimused leiab Lisa 3.
2. EyeTal'is erinevate ülesannete täitmise aja, EyeTal'i *System Usability Scale* (SUS) ja EyeTal'i lahenduse piirangute leidmiseks viiakse lõppkasutajatega läbi uurivaid kasutatavuse teste. Kuna EyeTal'i tootearendus on osaliselt prototüüpimise etapis, kui ka nõuete kogumise etapis, siis sellest tulenevalt on see sobiv meetod. Testide ajal rakendatakse „kõva häälega mõtlemise“ (ingl *think aloud*) tehnikat ehk palutakse osalejatele kõva häälega rääkida oma mõtteid ja ideid. Uurivaid kasutatavuse testide meetodit ja kõva häälega mõtlemise tehnikat kasutati ka 2017. aasta magistritöös [1].

Kasutatavuse testimiseks soovitud valim on koostatud teoreetilise ülevaate alusel.

Valim:

- Vanuses 16-64 ehk tööealised
- Peab olema võime rääkida, et saaks koguda suulist tagasisidet kasutatavuse testi läbiviimisel
- Isikud, kelle ainuke alternatiiv on kasutada silmajälgimise tehnoloogiat ehk üks mainitud diagnoosist peatükis 4.5.2.
- 3-5 kasutajat

- Mõlemad silmad peavad olema terved
- Ei tohi esineda epilepsiat või meditsiinilisi seadmeid, mis on tundlikud infrapuna valgus ja lainete suhtes
- Võiks olla eelnev kokkupuude silmajälgimise tehnoloogiaga (aga selle puudumine ei ole takistuseks), siis kuluks vähem energiat silmajälgimise tehnoloogiaga harjumiseks ja rohkem tähelepanu EyeTal'i rakenduse kasutatavuse testimiseks

Lõppkasutajate leidmiseks palutakse huvigruppide esindajatel saata potentsiaalsetele testimises osalejatele töö autori poolt koostatud e-mail, mis sisaldas EyeTal'i tutvustust ja üleskutset osaleda rakenduse testimises. Samuti paluti vabaihenduste seltsi listides jagada üleskutset. Lisaks kasutatakse ka lumepallivalimit, kus ühe lõppkasutaja käest uuritakse, kelle poole võiks veel testimise ettepanekuga pöörduda.

Testidele eelnevalt küsitakse sissejuhatavad küsimused osaleja ja tema eelneva kogemuse kohta. Läbiviija kirjeldab testide läbiviimise tingimused. Osalejatele tagatakse anonüümsus. Osalejal palutakse täita rakenduses seitse erinevat ülesanne. Kasutatavuse testide ajal salvestatakse ekraani pilti ja heli kasutades tarkvara *eLecta live screen recorder* [53]. Testimise läbiviimise jaoks on EyeTal'i lahenduse ülesse seadmine on kirjeldatud (Lisa 1) ja testimise protseduur ning ülesanded (Lisa 2).

Kasutades heli ja ekraani salvestamist tuletatakse ülesannete tegemise aeg – ajavahemik, millal kasutaja alustab ülesande tegemist kuni hetkeni, millal ta indikeerib, et on lõpetanud.

3. Lõppkasutajatel palutakse pärast kasutatavuse testi lõppemist anda rakendusele ja kogemusele hinnang. Hinnangu andmiseks kasutatakse: SUS skaalat, COGAIN raamistikku (kirjeldatud peatükis 4.7.3) ja avatud küsimusi. Küsimustik koostakse Google Forms'is ja täidetakse küsitluse läbiviija poolt, kuna lõppkasutajal võib füüsiliste piirangute tõttu olla küsimustiku täitmine raskendatud. Küsimustik vorm on Lisa 4.

4. Koostada silmajälgimise seadmeid võrdlev tabel, kus tulenevalt teoreetiliselt ülevaatest ja mõõdikutest kogutakse andmeid seadmete järgmiste parameetrite kohta:

- Täpsus (ingl *accuracy*) – seadme täpsus kraadides
- Korduvtäpsus (ingl *precision*) – korduv täpsus kraadides
- ekraani suurus – soovituslik arvuti ekraani suurus tollides
- diskreetimise sagedus - ühik Hz
- süsteemi viivitus - ühik ms
- jälgimise taastamise aeg – ühik ms
- töökaugus – minimaalne ja maksimaalne vahemik seadme ja isiku vahel
- pea liigutamise vabadus – ala, kus isik võib pead liigutada (ühik cm)
- kalibreerimise punktide arv – kalibreerimiseks vajaminevate punktide arv
- kinnitus – kuhu seade kinnitatakse, kas isiku külge, arvuti külge või laua peale; seadme intrusiivsus
- väljundandmed – milliseid andmeid seade väljastab
- silma jälgimise tehnika – tehnoloogia, mida kasutatakse silma jälgimiseks
- hind – seadme hind eurodes
- kasutusviis – mille jaoks on tootja ette näinud, et seadet kasutatakse
- litsents – piiravad litsentsid seadme kasutamisel
- ühendus – mis ühendust kasutatakse, et seade saaks suhelda arvutiga.

Silmajälgimise seadmeid võrdlev tabel koostatakse koostöös Lasse Kolkaneniga, kes kaitseb 2019. aastal Tallinna Tehnikaülikoolis informaatika õppekaval magistritööd

pealkirjaga „Veebirakenduse pilguga juhtimise edasiarendusvõimalused“ [54] (pealkiri võib täpsustuda veel).

Tabeli eesmärk on saada ülevaade turul olevatest silmajälgimise seadmetest ja selgitada välja, kas Tobii EyeX on jätkuvalt kõige sobivam seade. Kõige olulisemad parameetrid seadme hindamise juures on:

- täpsus - ruumiandmete sisestamisel on täpsus väga oluline
- hind - mida madalam seda parem
- kättesaadavus – kuidas on seadet võimalik Eestis hankida
- kinnitus – seade peaks olema kinnitatud ekraani külge, mitte isiku pea külge
- kasutusviis – seade peaks olema mõeldud alternatiivkommunikatsiooniks
- litsents – kasutamiseks ei tohiks olla litsentsi

Tabel 1 on kokkuvõtlikult kirjeldatud eelnevalt nimetatud mõõdikud ja milliseid meetodeid andmete kogumiseks kasutatakse.

Tabel 1. Mõõtmiseks kasutatud tehnikad

Mõõdik	Tehnikad
Kvantitatiivne	
EyeTal’is erinevate ülesannete täitmise aeg	Uurivad kasutatavuse testid
EyeTal’i kasutatavus	System Usability Scale (SUS) küsitlus
EyeTal’i jaoks sobiliku riistvara maksumus	Seadmeid võrdlev tabel
EyeTal’i jaoks sobiliku riistvara täpsus	Seadmeid võrdlev tabel

Kvalitatiivne	
Huvigruppide huvi lahenduse vastu, kas näevad potentsiaali	Pool-struktureeritud intervjuud huvigruppidega
EyeTal lahenduse piirangud	Uurivad kasutatavuse testid, Pool-struktureeritud intervjuud huvigruppidega
Kasutaja rahulolu lahenduse kasutamisel	COGAIN raamistiku alusel küsitlus
EyeTal'i jaoks sobiliku riistvara kättesaadavus	Pool-struktureeritud intervjuud huvigruppidega
EyeTal'i jaoks sobiliku riistvara kinnitus	Seadmeid võrdlev tabel
EyeTal'i jaoks sobiliku riistvara kasutusviis	Seadmeid võrdlev tabel
EyeTal'i jaoks sobiliku riistvara litsents	Seadmeid võrdlev tabel

Kolmas etapp

Kolmanda etapi eesmärk on kogutud andmete põhjal viia läbi analüüs, selleks, et aru saada, millist väärtust lahendus pakub asutusele, huvigruppidele. Selgitada välja millised on võimalikud piirangud ning soovitada tegevusi lahenduse väärtuse suurendamiseks.

1. Analüüsida esimesed ja teises etapis kogutud andmeid ning võrrelda neid eelnevalt läbi viidud uurimistöödega.
 - a. Võrrelda EyeTal'i SUS mõõdikuid tervete inimeste ja puuetega inimeste puhul.
 - b. Võrrelda tervete inimeste ja puuetega inimeste ülesannete täitmise kiirust

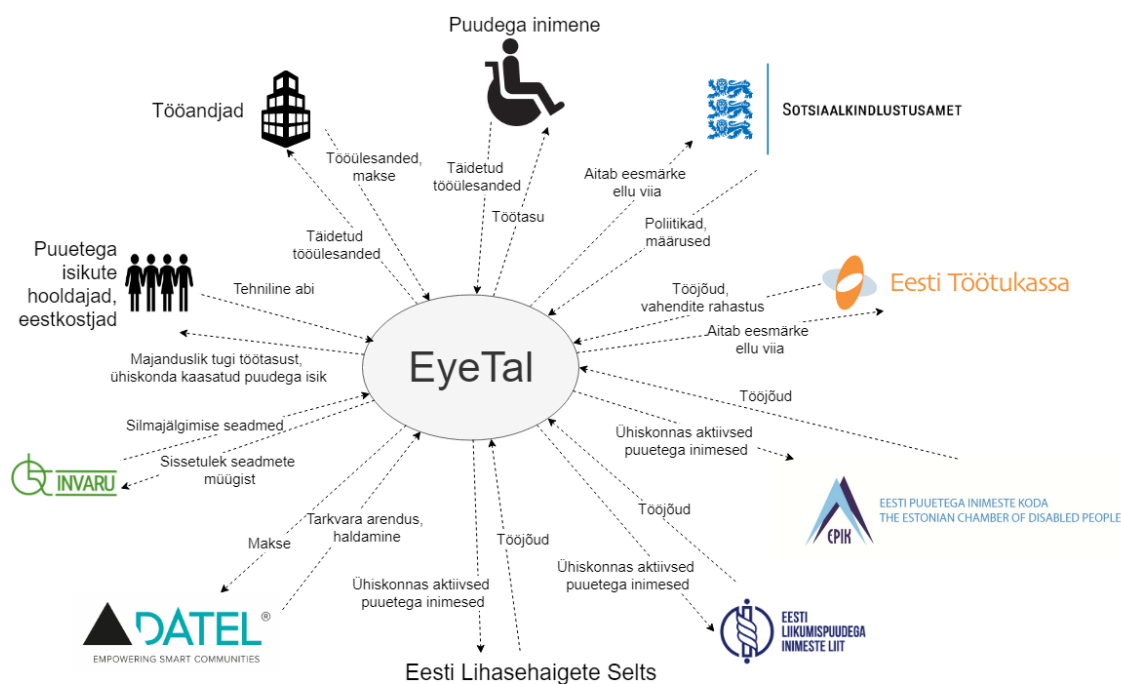
- c. Võrrelda erinevaid turul olevaid silmajälgimise seadmeid selleks, et hinnata, kas PoC-i arendamisel kasutatud EyeX on kõige sobivam seade. Tulenevalt teoreetiliselt ülevaates on kõige olulisemad prioriteedid seadmete võrdlemisel: kättesaadavus, kasutusviis, hind, täpsus, kinnitus, litsents.
2. Analüüsitakse, kas praegune lahendus võib piirata väärtuse täielikku realiseerimist, millised on lahenduse sisemised piirangud. Lisaks uuritakse, kas väljaspool lahendust (nt. huvigruppide asutustel) võib esineda piiranguid, mis takistavad väärtuse realiseerumist. Lahenduse väliste aspektide hindamisel tuleb arvesse võtta: poliitikat, protseduure, väljaõpet, ressursse.
3. Tehakse kindlaks ja defineeritakse tegevused, mida asutus peaks tegema, et suurendada väärtust, mida toode saab pakkuda.

6 Tulemuste analüüs ja järeldused

Käesolevas peatükis tutvustatakse töö raames kaardistatud huvigruppe, konkurente ning läbiviidud intervjuude ja kasutatavuse testimise kokkuvõtteid. Samuti esitatakse EyeTal'i lahenduse analüüsi tulemused, milline on selle väärtus, piirangud ja tegevused väärtuse suurendamiseks.

6.1 Huvigrupid

Kaardistati kokku kümme EyeTal'iga seotud huvigruppi (Joonis 16): puudega inimene, Sotsiaalkindlustusamet, Töötukassa, Eesti Puuetega Inimeste Koda, Eesti Liikumispuudega Inimeste Liit, Eesti Lihashaigete Selts, AS Datel, AS Invaru, puuetega isikute hooldajad ja eestkostjad ning tööandjad.



Joonis 16. EyeTal'iga seotud huvigrupid. Allikas: autori koostatud

PUUETEGA INIMESED

EyeTal-iga seonduvalt on puudega inimesed rakenduse lõppkasutaja rollis. Sotsiaaltoetuste seadus § 2 lg 1 alusel „Puue on inimese anatoomilise, füsioloogilise või psüühilise struktuuri või funktsiooni kaotus või kõrvalekalle, mis koostoimes erinevate

suhtumuslike ja keskkondlike takistustega tõkestab ühiskonnaelus osalemist teistega võrdsetel alustel“ [55].

Tulenevalt inimese vanusest, kas tegemist on lapsega (kuni 16-aastane), tööealise inimesega või vanaduspensioniealise inimesega, tuvastatakse puude raskusaste erinevatel alustel [56]. Kuni 16-aastasel ja pensioniealistel isikutel tuvastatakse puude raskusaste lähtuvalt kõrvalabi, juhendamise või järelevalve vajadusest [56]. Tööealistel inimestel (vanuses 16-64) tuvastatakse puude raskusaste lähtuvalt piirangutest, mis esinevad igapäevasel tegutsemisel- ja ühiskonnaelus osalemisel [56].

01.07.2016 muutus puude astme määramise ja toetuste süsteem tööealistele, mis on paika pandud ministri määrusega „Puude raskusastme tuvastamise tingimused ja kord ning puudega tööealise inimese toetuse tingimused“ [57]. Selle määrusega jõustuva reformi eesmärk oli aidata töövõimekaoga inimesi töö leidmisel ja tööl hoidmisel, suurendada nende tööhõivet ning tagada tervikuna töövõimetuse süsteemi rahaline jätkusuutlikkus [8]. Eesmärgi täitmise üks põhimõte oli, et tööandjad peavad looma võimalused vähenenud töövõimega inimese töötamise soodustamiseks [8].

Puude raskusastmeid jagatakse kolmeks: sügava, raske või keskmise raskusastmega puue. Puudetoetuste alusel jagatakse puuded järgmisteks liikideks: kuulmispuue, keele- ja kõnepuue, liikumispuue, liitpuue, muu puue, nägemispuue, vaimupuue [58]. Puuet tuvastatakse kuni 5 aastaks [59].

Alates 16. eluaastast hinnatakse inimestel töövõimet, milline on inimese võimekus siseneda tööturule ja millised võimalused on tal seal edukalt toimida [60]. Töövõime hindamise otsuse alusel määratakse, kas töövõime on olemas, osaline või puudub [60]. Osalise või puuduva töövõime korral on õigus saada töövõimetoetust. Osalise töövõime korral toetuse saamiseks peab isik näiteks, töötama, õppima või aktiivselt otsima tööd [61]. Alates 1. juulist 2016 hindab töövõimet ja maksab töövõimetoetust Eesti Töötukassa [62].

RIIGIASUTUSED

Sotsiaalministeerium

Sotsiaalministeerium on Eesti Vabariigi valitsusasutus, kes on Eesti sotsiaal-, tervise- ja tööpoliitika eestvedaja. Ministeeriumi põhieesmärk on tagada sotsiaalne kaitse, mis annab kindlustunde tuleviku suhtes ja võimaluse elada inimväärselt kogu elu. Lisaks on eesmärk tõsta tervena elatud eluiga ja tööhõive määra [63]. Sotsiaalministeeriumi haldusalasse jäävad nii tööhõive kui ka sotsiaalteenuste valdkonnad. Sotsiaalministeeriumi haldusala asutused on muuhulgas ka Töötukassa ja Sotsiaalkindlustusamet.

Sotsiaalkindlustusamet

Sotsiaalkindlustusamet (SKA) on Sotsiaalministeeriumi valitsemisalas tegutsev valitsusasutus, mille tegevusvaldkond on sotsiaalkaitse ja lastekaitse korraldamine [64]. SKA vastutab muuhulgas ka riiklike pensionide, toetuste ja hüvitiste määramise ja maksmine eest [64]. Lisaks vastutab puude tuvastamise ja puuetega inimeste sotsiaaltoetuste maksmise eest.

EyeTal-iga seonduvalt on SKA valdkonna ekspert, kuna tegeleb puude tuvastamisega ja on kursis sellega seonduva seadusandlusega.

Töötukassa

Eesti Töötukassa (TK) on töötuskindlustuse seaduse alusel tegutsev avalik-õiguslik juriidiline isik [65]. Töötukassa on korraldab töötuskindlustust selleks, et tagada töötuse korral töötajate ajaks kaotatud sissetuleku osaline kompenseerimine, huvitada töötajale töölepingu ülesütlemine koondamise korral ning kaitsta töötajaid tööandja maksejõuetuse korral [65]. Töötukassa eesmärk on tagada tööealise elanikkonna võimalikult kõrge tööhõive ja ennetada pikaajalise töötuse ja tööturult tõrjutust [65].

EyeTal-iga seonduvalt on Töötukassa nii valdkonna ekspert kui ka potentsiaalne rahastaja. EyeTal-i üks soov on pakkuda töö tegemise võimalust puuetega inimestele, kellele enne oli see raskendatud. See eesmärk ühtib Töötukassa ja hiljutise tööhõive reformiga eesmärkidega tagada kõrge tööhõive ka osalise töövõimega inimestel.

VABAÜHENDUSED

Eesti Puuetega Inimeste Koda

Eesti Puuetega Inimeste Koda (EPIK) on avalikes huvides tegutsev vabariiklik ühiskond, katusorganisatsioon Eestis tegutsevatele puuetega inimeste organisatsioonidele [66]. Koja missioon on puuetega inimeste ja krooniliste haigete elukvaliteedi, ühiskonda kaasatuse ning eneseteostuse võimaluste tõstmine läbi huvikaitse ja koostöö [66]. EyeTal aitab töö pakkumisega kaasata puuetega inimese ühiskonda ja tagada nende eneseteostus, mis ühtib Koja missiooniga.

Eesti Liikumispuudega Inimeste Liit

Eesti Liikumispuudega Inimeste Liit (ELIL) eesmärk on luua liikumispuudega inimestele võrdsed võimalused [67]. Lisaks kujundada avalikku arvamust ja osaleda seadusloomes [67]. ELIL toob oma arengukavas [67] välja: „Töö ja töökoha saamine on liikumispuudega inimesele väga suur, enamasti raskustega lahenduv probleem, ka tööturupoliitika ja seadusandlus ei soosi seda.“ EyeTal aitaks virtuaalse platvormiga parandada liikumispuudega inimestele töökoha saamise võimalusi.

Lihasehaigete Selts

Eesti Lihasehaigete Seltsi (ELS) eesmärk on parandada lihasehaigusega (ALS, MND) inimeste elukvaliteeti [68]. Silmajälgimise seadmete üks sihtrühm on just ALS ja MND diagnoosiga inimesed, kellel EyeTal aitaks olla ühiskonna täisväärtuslikud liikmed.

TÖÖÜLESANDEID PAKKUVAD ETTEVÕTTED, ASUTUSED

Demograafilistest muutustest tulenevalt on Eesti elanikkond vähenemas ja vananemas, mis toob kaasa tööandjatele töökäte puuduse. Seetõttu peaks tõusma tööandjate valmisolek palgata nõrgema konkurentsivõimega töötajaid ja hakata rohkem kasutama osaajalist tööd. EyeTal oleks tööandjatele selle juures abiks. Tööandjad saaks EyeTal'i üles panna ja kirjeldada tööülesanded, mida puuetega inimesed saaksid täita.

Seoses tööandjatega ja puuetega inimeste pakub Töötukassa teenuseid tööandjatele, et soodustada vähenenud töövõimega inimeste tööle võtmist. Töötukassa pakub nõustamist,

palgatoetust, sotsiaalmaksu hüvitamist vähenenud töövõime inimese eest, tööruumide ja –vahendite kohandamise ning koolituskulude hüvitamist [69].

Palgatoetust makstakse 12 kuu eest ja toetuse suurus on 50% palgakulust, maksimaalselt saab toetust kehtiva töötasu alammäära ulatuses. Palgatoetust ei maksta, kui töötajaga sõlmitakse töölepingu asemel muu leping, nt käsundusleping või töövõtuleping [70].

Töötukassa aitab kohandada puude või vähenenud töövõimega töötaja jaoks töökohta ja töövahendeid ligipääsetavaks ja kasutatavaks. Näiteks, kaldtee ehitamises hoonele; trepitõstuki või lifti paigaldamises. Aitab kohandada ka kodus asuvat töökohta, kui see on tööandjaga kokkulepitud töökoht. Võimalik on hüvitada kuni 75% töökoha kohanduse maksumusest [71].

TARKVARA ARENDAJA

Tarkvara arendaja on EyeTal'i realiseerija ja aitab seda ellu viia vastavalt teiste huvigruppide vajadustele. Arendaja eesmärgiks on luua kasumit tootev lisandväärtusega süsteem, mida oleks võimalik eksportida ja kasutusele võtta ka välisriikides.

RIISTVARA ARENDAJA JA MAALETOOJA

Invaru on Eestis liikumis-, hooldus-, põetus- ja rehabilitatsioonivahendite maaletooja ja edasimüüja [72]. Invaru müüb Tobii Dynavox seeria silmajälgimise seadmeid.

PUUETEGA ISIKUTE HOOLDAJAD, EESTKOSTJAD

Kui EyeTal'i kasutada kodustes tingimustes, siis puuetega isikute hooldajad peaksid aitama EyeTal'i ülesse seada ja vajadusel aitama puudega isiku sellisesse asendisse, et ta saaks EyeTal'i kasutada. Kui hooldaja vastutab puudega isiku majanduslike vahendite eest, siis oleks töötasu näol lisanduv sissetulek abiks igapäeva kulude tasumisel.

6.1.1 Intervjuud huvigruppide esindajatega

Töö käigus viidi läbi viis intervjuud viie inimesega neljast erinevast huvigrupist. Tabel 2 kirjeldatud huvigrupp, intervjuu läbiviimise aeg, esindaja nimi ja ametikoht. Detailsemad intervjuude kirjeldused on Lisa 5.

Tabel 2. Intervjuud huvigruppidega esindajatega

	Huvigrupp	Kuupäev	Nimi	Asutus (ametikoht)
1.	Riistvara maaletooja	26.03.2019 kell 10:30-11:40	Ivar Ambos	Invaru OÜ (kommunikatsiooni abivahenditehnik)
2.	Tööülesandeid pakkuv asutus	03.04.2019 kell 13:00-13:30	Lea Pauts	Maa-amet (Ruumiandmete osakonna juhataja)
3.	Vabaiühendus, Riigiasutus	08.04.2019 kell 11:00-12:00	Tom Rüütel	Töötukassa (töötajate ja töoandjate teenuste osakond, töoandjate nõustaja (ESF)) Eesti Puuetega Inimeste Koda (aktivist) Eesti Liikumispuudega Inimeste Liit (juhatuse liige)
4.	Vabaiühendus	17.04.2019 kell 16:00-17:30	Jüri Lehtmets	Eesti Lihasehaigete Selts (juhatuse esimees)
5.	Riigiasutus	06.05.2019 kell 11:00-12:00	Annika Elmend	Sotsiaalkindlustusamet (Abivahendite talituse peaspetsialist)

Invaru tõi välja, et inimesed, kes praegu kasutavad juba mingeid alternatiivseid vahendeid arvutiga suhtlemiseks (nt. suured klaviatuurid, *head mouse*) ei soovi võtta kasutusele uusi alternatiive, nt. silma jälgimist, sest nad on juba praeguse lahendusega nii harjunud. Keeruline on panna neid uusi asju ka katsetama, kui nende jaoks süsteem töötab, siis nad ei ole huvitatud uutest süsteemidest ja lahendustest.

Invaru kirjeldas, et silmajälgimise kasutamine arvuti juhtimiseks nõuab harjutamist. Esiteks, silmad väsivad alguses väga kiiresti ära. Teiseks, kui inimene saab seadme kätte võib tekkida frustratsioon, et näiteks, ta ju vaatab virtuaalsel klaviatuuril ühe tähe peale, aga aktiivseks läheb teine täht. Inimesel tekib tunne, et ta ei saa hakkama sellega.

Tegelikult tuleb 3-4 nädalat igapäev 1-2 tundi harjutada, alguses lühemad perioodid ja ajapikku silmad harjuvad ära.

Maa-ameti andis tagasisidet, et EyeTal'i portaali suund on väga õige ja on tuleviku teema. Maa-amet kirjeldas mitut tüüpi tööülesandeid, mida nad saaksid EyeTal'i portaali panna. Nad pakkusid välja, et võiks mõelda sellele, et mitte panna EyeTal portaali lihtsaid ülesandeid (nt. digimine), vaid just keerukamaid, rohkem analüüsi nõudvaid ülesandeid. Praegu tegeletakse palju sellega, et suudetakse erinevaid algandmeid kasutades (nt. Lidari andmed) automaatselt ära tuvastada muutused, kuid kõik need ei pruugi olla muutused ja need muutused tuleks „läbi sõeluda“ ja tuvastada millised on tegelikud muutused. Muutuste kontrollimine võiks olla üks tööülesannetest. Samuti võiks olla tööülesanne see, et õpetada tehisintellekti automaatsete protsesside läbiviimiseks või satelliitandmete töötlemiseks testalade joonistamine, mis jääb alati inimese tööks. Maa-amet arvas, et tööülesande pannakse portaali üles ei tohiks olla väga ajakriitilised, et kindlaks tähtjaks on vaja kindel hulk vaja valmis teha, sest ilmselt teeksid inimesed seal tööd ainult paar tundi päevas. Sellisteks töödeks sobiks väga hästi just kvaliteedikontrolli tööd.

Maa-amet kirjeldas üheks EyeTal'i portaali kasutamise piiranguks on riigiasutuste hangete süsteemi ja bürokraatiaga arvestamine. Väiksemas mahus saaks Maa-amet EyeTal'i teenuseid kasutada, aga suurema mahu jaoks peaks korraldama hanke. Üks võimalus oleks seda bürokraatiat nii lahendada, et isik, kes seda portaali kasutaks oleks Maa-ametis tööl. Lootus oleks ka, et kui puuetega inimesed tulevad läbi Töötukassa, siis see protsess oleks lihtsam. Ilmselt Eesti mõistes ei ole selliseid inimesi palju, 3-4 inimest.

Maa-ameti esindaja tõi välja ka huvitava idee, kus ka terved inimesed saaksid kasutada silmajälgimise tehnoloogiat digiteerimise valdkonnas. Hea oleks ka tervetel inimestel kasutada silmajälgimist ja häälkäsklust lisisisendina hiire ja klaviatuuri kõrval, et vaatad kaardil mingisse kohta ning häälkäsklusega ütled, et tahad suumida või kaart liigub silmavaatega kaasa. Nii jääksid tööriistad, mida sa hiirega kasutad vabaks. Hetkel ei saa paralleelselt digida ja kaarti nihutada, kaardi nihutamisel peab tööriista vahetama ja hiire asukoht muutub sellega.

Vabaihendused arvavad, et EyeTal ei tohiks olla järgmine tööportaal ja lisaks ei tohiks olla see tööportaal, mis on suunatud ainult puuetega inimestele. Kui EyeTal'i portaal oleks selleks, et kaugtöö vormis teha tööd oma arvuti taga, siis selles näeks potentsiaali.

Sel juhul see võiks olla töö mingi konkreetse tööandja juures, kelle jaoks ta teeb kaugtööd. Kui see tööportaal pakuks tööampse, siis ei usu, et inimesed hakkaksid omal käel mingit juriidilist keha ümber looma ja nad hakkaksid selliseid tööotsasid tegema. Pigem see peaks olema lepinguga, nt. töövõtuleping või tööleping.

Vabaihendused tõid välja piirangutest, et silmajälgimine on väga spetsiifilisele sihtgrupile ja ilmselt vajadust väga palju ei ole. Esiteks on vähe inimesi, kes kasutaksid silmajälgimist ja veel väiksem on see osa, kes näeb ennast tööelus aktiivse elemendina. Samuti on probleeme ka silmajälgimise tehnoloogia teadlikkusega, võimalikud kasutajad ei ole kursis sellise võimalusega. Töövõtjate leidmiseks soovivad teha koostööd Invaru ja Töötukassaga.

Sotsiaalkindlustusamet näeb EyeTal'i tööportaalil väga suurt potentsiaali, sest neid noori inimesi, kellel jääb töötamine funktsiooni taha on väga palju. Ühiskonnas enam nii palju füüsilist tööd ei tehta, tööd tehakse rohkem arvutis ning noortel on varasem arvuti kasutamise oskus väga hea. Väga hea oleks, kui leviks kaugtöö vorm, siis see aitaks kaasa inimese paranemise ja kohanemise protsessile. Toob välja, et silmajälgimise tehnoloogia kasutamise puhul on väga oluline eelnev arvuti kasutamise oskus, sellest sõltub kui kiiresti kasutaja sellega ära harjub.

Nii Töötukassa kui ka SKA toetavad silmajälgimise seadme soetamist. Töötukassa aitab soetada silmajälgimise riistvara töövahendiks. Tuleb pöörduda juhtumikorraldaja juurde sooviga ja selle vajadus hinnatakse ära. Kuniks kolmeks aastaks tehakse kasutusleping, mida saab vajadusel pikendada. SKA rahastab silmajälgimise seadmete hankimist suhtlemiseks ja igapäeva toimingutes hakkama saamiseks. SKA-l on lepingupartnereid on umbes 100, kes pakuvad erinevaid abivahendeid. Koostöö käib nende lepingupartneritega ja riik saab teha väljamakseid ainult lepingupartnerile. Invaru on ainuke SKA lepingupartner, kes pakub silmajälgimise seadmeid.

SKA toetuse alusel silmajälgimise seadmete soetamise arv:

- 2017. aastal väljastati 6 seadet
- 2018. aastal väljastati 9 seadet
- 2019. aastal (mai seisuga) on väljastatud 1 seade

6.2 Konkurendid

Järgnevalt on kirjeldatud EyeTal'i otsesed, kaudsed ja potentsiaalsed konkurendid. Kuna Eestis konkurente ei leitud, siis kaardistati konkurente üle maailma.

OTSESED KONKURENDID

Otseseid konkurente ei leitud, kes pakuks EyeTal'i kaugema visiooni kohaselt töötegemise keskkonda, kus puuetega inimesed saaksid EyeTal silmajälgimise tehnoloogiat kasutades täita ettevõtete ja asutuste üles pandud tööülesandeid.

KAUDSED KONKURENDID

Kaudseteks konkurentidena kaardistati üles puuetega inimestele seotud tööportaalid ja virtuaalsed töötegemise keskkonnad, kus saab teha teatud liiki tööülesandeid.

Leitud tööportaalid on vahendajad, mille eesmärk on viia kokku tööd otsiva puudega inimese ja tööandja, kes otsib töötajat. Pakutavad tööd leiavad aset füüsilises maailmas tööandja juures.

- jobability.org – tegutsemise piirkond India, Sri Lanka, Bangladesh, Pakistan, Filipiinid and Lõuna-Aafrika [73].
- WORKink.com – riiklik puuetega inimestele suunatud portaal Kanadas [74].

Virtuaalsed töökeskkonnad, mis on spetsialiseerunud mingile kitsale teemale ja ei ole otseselt suunatud puuetega inimestele, aga võimaldavad teha kaugelt tööd.

- Audiofailide või videofailide transkribeerimine, tõlkimine, (TranscribeMe [75], Way With Words [76])
- Tõlkimine (Gengo [77])
- Tarkvara testimine (Tester Work [78], Testbirds [79], Testlio [80], Analysia [81])
- Andmete sisestamine

POTENTSIAAALSED KONKURENDID

Võrreldes mingile kitsale teemale suunatud töökeskkondadele on ka mitmeid arv keskkondi, mis pakuvad võimalusi teha virtuaalselt erinevad tööülesanded. Need keskkonnad erinevad EyeTal'ist, kuna nad ei ole otseselt suunatud puuetega inimestele ning nad ei ole esile toonud, et toetavad silmajälgimise tehnoloogiat

Näiteks, Amazon Mechanical Turk (MTurk) [82], kus on võimalik masinõppe töövoogusid luua, hallata ja hinnata või pakkuda tööülesandeid, kus peab tooteid või pilte kategoriseerima, kodulehtedelt andmeid otsima.

Veel teisi sarnaseid keskkondi: remotasks [83], Clickworker [84], Lionbridge SmartCrowd [85].

6.3 Testimine lõppkasutajatega

Käesoleva töö autori poolt viidi läbi nelja puudega isikuga EyeTal'i kasutatavuse testimine. Lisaks viidi läbi intervjuu ühe isikuga, kes oli EyeTal'i katsetanud 2018. aasta sügisel, millal ta proovis lühikese aja jooksul ilma kindla testimise protseduurita EyeTal'is erinevaid tegevusi teha. Nüüd 2019. aasta kevadel küsiti temalt intervjuu käigus kommentaare sügisese kogemuse kohta ning selle töö raames välja töötatud protseduuri temaga läbi ei tehtud.

Tabel 3 on ülevaade isikutest, kellega testimine läbi viidi. Lõppkasutajad oli mehed vanuses 31-55. Esindatud oli neli erinevat diagnoosi: tserebraalne paralüüs, lihasdüstroofia, seljaaju lihaste atroofia ja tetrapleegia. Osalejatega 2-5 viidi testimised läbi osaleja enda eluruumides.

Tabel 3. Kasutatavuse testimise osalejad

Nimi	Testimise aeg	Vanus	Sugu	Diagnoos
Osaleja 1	September 2018	31	M	Tserebraalne paralüüs (CP)
Osaleja 2	Aprill 2019	31	M	Lihasdüstroofia (MD)
Osaleja 3	Aprill 2019	55	M	Seljaaju lihaste atroofia (SMA)
Osaleja 4	Mai 2019	23	M	Tetrapleegia (SCI)
Osaleja 5	Mai 2019	51	M	Tserebraalne paralüüs (CP)

Osalejate tausta küsimuste vastusest selgus, et osalejad kasutavad arvutit 4-10 tundi päevas. Kaks osalejat viiest kandsid testimise ajal prille. Keegi ei olnud eelnevalt kaardiandmetega rohkem kokku puutunud, kui Google Maps-i ja Waze-i kasutamine. Neli isikut viiest olid eelnevalt silmajälgimisega kokku puutunud. Kolm isikut omab silmajälgimise seadet, kellest üks kasutab seda tööol, teine kasutab mõnikord harva oma lõbuks ja kolmas katsetas paar nädalat. Lisa 7 näitab kokkuvõtlikult kasutatavuse testimises osalenud isikute arvuti kasutamise intensiivsust, prillide kasutamist ja eelnenud kogemusi kaardiandmetega ning silmajälgimisega.

Tabel 4 näitab osalejate ülesannete täitmise aegu. Osalejaga 1 ei viidu läbi detailset testimise protseduuri, seega ülesannete täitmise aeg on teadmata. Osalejaga 2 ja Osalejaga 3 testimine katkestati, kuna rakendus ei võimaldanud esile kutsuda kaardile edasisteks tegevusteks vajalikku nupustikku. Osalejaga 2 see osaliselt töötas, aga Osaleja 3 puhul see sisuliselt ei töötanudki. Võrreldes Osalejat 4 ja Osalejat 5, kes mõlemad tegid ülesanded lõpuni, oli kiirem osaleja 5. Osalejad 1, 2, 4 ja 5 tundsid, et nad oleks oma harjumuspärasest arvutikasutamise viisi abil saanud teha tööülesandeid kiiremini kui silmaga. Osaleja 3 ei oleks saanud häälkäskluste abil selliseid ülesandeid teha.

Tabel 4. Ülesannete täitmise aeg igal osalejal (mm:ss)

	Ü1 1	Ü1 2	Ü1 3	Ü1 4	Ü1 5	Ü1 6	Ü1 7	Kokku
Osaleja 1	-	-	-	-	-	-	-	-
Osaleja 2	12:00	11:00	-	-	-	-	-	-
Osaleja 3	-	-	-	-	-	-	-	-
Osaleja 4	1:00	4:20	16:50	10:03	17:23	2:36	2:40	54:52
Osaleja 5	2:40	10:51	3:41	4:24	1:40	4:08	3:10	30:34

Järgnevalt on välja toodud peamised probleemid, mis osalejatel testimise ajal tekkisid (Tabel 5). Kaks probleemi esinesid mitmel kasutajal. Esiteks, ei olnud võimalik kaardile tekitada menüünupustikku. Teiseks, kogemata saadi „Save“ nupu asemel pihta „Discard“ nupule.

Tabel 5. Testimise käigus tuvastatud probleemid

Probleemi kirjeldus	Osalejad, kellel probleem esines
Kaardile ei teki menüünupustikku	Osaleja 2, Osaleja 3
Punktobjektid on liiga väikesed ja on raske pihta saada	Osaleja 2
<i>Delay Multiplier</i> väärtuse vähendamine muutis virtuaalse klaviatuuri liiga tundlikuks	Osaleja 3

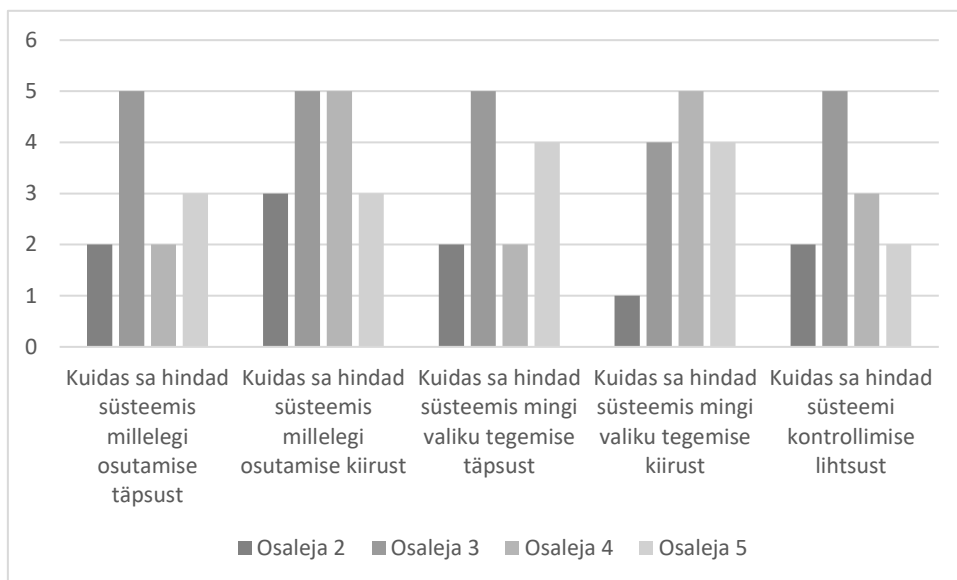
Üritatakse pärast punkti selekteerimist selle nihutamiseks vaadata sinna kohta, kuhu tahetakse objekti nihutada, lootes, et see liigutatakse sinna kuhu vaadatakse	Osaleja 4
Esineb viga võrreldes sellega kuhu isik vaatab ja kuhu süsteem arvab, et isik vaatab	Osaleja 4
„Save“ nupu vajutamisel saadakse pihta kogemata „Discard“ nupule	Osaleja 4, Osaleja 5
Kasutajal läksid korduvalt sassi „Remove Vertex“ ja „Remove Feature“ funktsionaalsused	Osaleja 5
Kasutaja tundis, et süsteem teeb liiga kiiresti valikud ta eest ära, on liiga tundlik	Osaleja 5

Kõik lõppkasutajad näevad EyeTal'is potentsiaali. Osaleja 3 pakub, et EyeTal'i portaalis võiksid tööampsud olla pikemad, 1-2 kuud. Olenevalt sellest, milline on palk ja maht, kas teha seda põhitööna või põhitöö kõrvalt. Ta toob ka välja, et ei saa esmavajaduste rahuldumist ja töövõimaluste pakkumist teineteisest eraldada. Kui inimesel on probleem juba hommikul riietumise ja pesemisega, siis kuidas ta saaks mõelda üldse tööle minemisele. Osaleja 4 arvates oleks tööportaalis tööde tegemiseks soovijaid kindlasti, aga ei oskaks hinnata tööde kvaliteeti. Võrreldes kasutaja eelneva silmajälgimise kogemusega oli tema arvates rakendus väga hästi kohandatud silmajälgimise jaoks, kuid probleeme oli tema hinnangul kõige rohkem EyeTal'is täpsusega. Osaleja 5 tundis, et ta ei tahaks silmajälgimise abil ülesandeid teha, aga raskema puudega inimestel võib see sobida. Detailsema ülevaate testimisest leiab Lisa 6.

COGAIN raamistiku küsimustiku alusel selgus, et osalejad tundsid ülesannete tegemise ajal füüsilist pingutust ning vähem vaimset pingutust. Kõige rohkem toodi välja, et silmad väsisid ära. Oli osalejaid, kellel tekitas rakendus ka frustratsiooni ja tundsid ajalist survet. Tabel 6 toob esile, kuidas osalejad hindasid silmajälgimise kasutamise lihtsuse erinevaid

aspekte. Kõige madalamaid hindeid on saanud osutamise ja valimise täpsus ning kontrollimise lihtsus. Paremaks hinnati osutamise ja valiku kiirust.

Tabel 6. Silmajälgimise kasutamise lihtsus



Tabel 7 on välja toodud kasutajate poolt hinnatud süsteemi kasutatavuse skoorid. Osalejate antud skoorid varieeruvad vahemikus 25-87,5. Keskmine skoor on 56,5.

Tabel 7. SUS tulemused

	SUS
Osaleja 1	-*
Osaleja 2	25
Osaleja 3	72,5
Osaleja 4	87,5
Osaleja 5	47,5
Keskmine	56,5

*Andmed puuduvad

Kui võrrelda kasutatavuse testide tulemusi, mis viidi läbi 2017. aasta magistritöö [1] raames tervete inimeste peal ja selle töö raames, siis tulemused erinevad väga suurel määral. 2017. aasta magistritöös [1] oli esimese testimise etapi keskmine SUS 63,75 ja teise etapi keskmine 61,25. Käesolevas töös puuetega inimeste peal läbi viidud kasutatavuse testimise osalejate antud SUS skoorid olid vahemikus 25-87.5 ja keskmine oli 56,5 (Tabel 7). Nagu näha, siis vahe on märgatav. Puuetega inimesed hindasid rakenduse kasutatavust madalamalt kui terved inimesed. EyeTal'i SUS skoor on mõlema inimgrupi puhul madalam kui keskmine skoor 68 [46] ja skooridel järgi saaks EyeTal'i kasutatavuse hinnanguks panna „Kehv“. 2017. aasta töös teise testimise etapil võttis tervetel inimestel seitsme ülesande täitmine 20-27 minutit, mis on lähedane ajaga, mida saavutas Osaleja 5, kellel võttis ülesannete täitmine 30:34.

6.4 Silmajälgimise seadmete võrdlus

EyeTal'i PoC kasutab „Tobii EyeX“ silma jälgijat. Tegemist on tavatarbijatele suunatud lahendusega, mille täpsust ei ole tootja ametlikult mõõtnud ega hinnanud [86]. Kuid mitte-ametlikult on väidetud, et selle täpsus on 0,5-1 kraadi ehk eksimus võib olla arvuti ekraanil kuni 1 cm [87]. Ametlikult on EyeX mõeldud interaktsiooniks, et kasutaja saaks silmavaatega midagi valida, aktiveerida. Saab kasutada näiteks arvutimängudes [88]. Maksab ligikaudu 109 eurot. Nüüdseks on EyeX tootmine lõpetatud ja asendatud uue mudeliga 4C.

Tobii pakub kolmele erinevale turule suunatud tooteperekondi: Dynavox, Pro ja Tech. EyeX kuulub Tech tooteperekonda. Tobii Pro tooted on suunatud professionaalidele teaduse tegemiseks, mille täpsus on parem kui EyeX'il. Pro tooted on mõeldud analüütiliseks kasutuseks, näiteks käitumuslikeks uuringuteks, kasutatavuse testimiseks või tervise hindamiseks [88] ja nende kasutamiseks tuleb omandada tootjalt litsents. Pro mudelitel on tootja mõõtnud täpsust. Tobii on välja töötanud põhjaliku testimise meetoodika, et mõõta ja hinnata seadmete kvaliteeti ning täpsust [89]. Täpsuse mõõtmised on läbiviidud kontrollitud keskkonnas, kus valguse hulk ei muutu, mõõte tulemused võetakse kohe pärast kalibreerimist ja kasutaja ei liigu palju. See on ka põhjus, miks tootja ei anna igapäevaselt kasutusel olevatele silmajälgijatele täpsuse hinnanguid, kuna need võivad olla eksitavad [90].

Dynavox tooted on mõeldud selleks, et abistada suhtlemist ning on suunatud erivajadustega ja puuetega inimestele. Tobii pakub suhtlemise rakendusi, kõnegeraatoreid ja silmajälgimise seadmeid. Tobii-ga kinnitati kirja teel üle, et litsentsi ja kasutamise tingimused ei erine EyeX ja Dynavox-i vahel. Samuti võib Dynavox'i tooteid kasutada, selleks et teha sellega tööd ja teenida tasu.

10. aprillil 2019 käidi Invaru kontoris testimas Tobii Dynavox-i PCEye Mini silmajälgimise seadet. PCEye Mini on üks peamine silmajälgimise seade, mida hetkel Invaru pakub erivajadustega klientidele. Eesmärk oli proovida, kas EyeTal-i tehnoloogia töötab ka sama tootja teise riistvaraga ning katsetada, kas ja kuidas erinevad EyeX ja PCEye Mini. Katsetused näitasid, et EyeTal toimis ilma probleemideta ka PCEye Mini seadmega. Kahe seadme võrdlemiseks tehti kordamööda erinevatel seadmetel erinevaid tegevusi EyeTal'i rakenduses. Kahe füüsiliselt terve katseisikute subjektiivsel hinnangul tundus, et PCEye Mini oli täpsem ja stabiilsem. Kui EyeX pidi korduvalt iga natukese aja tagant kalibreerima ja ei täpsus ei olnud nii stabiilne, siis PCEye Mini toimis palju paremini ja ülesannete täitmine nõudis vähem pingutusi ja tekkis vähem vigu.

Osalejaga 5 kasutati kasutatavuse testimisel seadmeks tema enda Tobii 4C. Selle tulemusena selgus, et koos SignalR-iga töötab EyeTal-i rakendus ka koos 4C mudeliga. Osaleja hinnangul toimis see paremini kui hetk enne põgusalt katsetatud EyeX.

Lisaks Tobii seadmetele kaardistati ka teisi tootjaid ja seadmeid. Ülevaatliku tabeli erinevatest seadmetest ja parameetritest on leitav Lisa 8. Lisaks Tobii Dynavox PCEye Plus ja Dynavox PCEye Mini seadmetele leiti ka teisi seadmeid, mis on mõeldud alternatiivkommunikatsiooniks (Tabel 8), nagu EyeTech TM5 Mini, Irisbond Duo, Alea IntelliGaze ja LC Eyegaze Edge.

Võrreldes AAC seadmetega on EyeX tunduvamalt odavam. AAC seadmete hinnad varieeruvad 1220 eurost kuni 5497 euron. Seadmete täpsus jääb kõikidel seadmetel alla 2 kraadi. Kõige täpsem seade peaks olema LC eyegaze Edge. Teised seadmete parameetrid omavahel suures osas ei erine.

Tabel 8. EyeX ja AAC silmajälgimise seadmete võrdlus

Tootja	Mudel	Täpsus		Ekraani suurus	Töökaugus	Pea liigutamise vabadus	Kinnitus	Hind	Kasutusviis
Tobii	EyeX	0.5°-1°		Kuni 27"	50 - 90 cm	n/i	ekraani küljes	€ 109	Interaktsiooni kasutuseks
Tobii	Dynavox PCEye Plus	0.3°-1.9°	0.1°-0.4°	Kuni 27"	50 - 95 cm	>40 x 30 cm ellips	ekraani küljes	€ 1.599	AAC
Tobii	Dynavox PCEye Mini	0.3°-1.9°	0.1°-0.4°	Kuni 19"	45 – 85 cm	>35 cm x 30 cm ellips	ekraani küljes	€ 2.800	AAC
EyeTech	TM5 Mini	0.5°		Kuni 22"	50-70 cm	31.5 x 22.5 x 20 cm	ekraani küljes	€ 4.200	AAC
Irisbond	Duo	0.5°	0.3°	10-24"	50-90 cm	40x30 cm	ekraani küljes	€1220- €1590	AAC
Alea	IntelliGaze	0.5°-1°		12"-19"	50 - 75 cm	n/i	ekraani küljes	€ 2.800	AAC
LC Eyegaze	Edge	<0.45°		n/i	43-83cm	n/i	ekraani küljes	€5,497.00	AAC

n/i – info puudub

6.5 Tulemuste järeldused

Järgnevalt on esitatud töö 3. etapi tulemused, kus analüüsitakse, millist väärtust lahendus pakub asutusele, huvigruppidele. Selgitakse millised on võimalikud piirangud ning soovitatakse tegevusi lahenduse väärtuse suurendamiseks.

6.5.1 Lahenduse väärtus

Erinevad huvigrupid on EyeTal'i osas positiivselt meelestatud ja näevad selles potentsiaali. Maa-amet, kui üks võimalikul tööandja, oskas välja pakkuda mitu võimalikku tööülesande tüüpi, mida saaksid inimesed EyeTal'is täita. Vabaühendused näevad selles väga head võimalust, kuidas inimesed saaksid teha tööülesandeid kaugtöona. Sotsiaalkindlustusamet näeb EyeTal'i tööportaalis ka väga suurt potentsiaali, sest neid noori inimesi, kellel jääb töötamine funktsiooni taha on väga palju. Osaleja 3, kes kasutab igapäevaselt arvutiga suhtlemiseks häälkäsklusi, tõi esile, et silmajälgimise tehnoloogia on väga sobiv just kaardil tegevuste tegemiseks, sest häälkäsklusi kasutades oleks väga keeruline määrata mingi punkti asukohta kaardil. Osaleja 5 arvates oleks silmajälgimine just hea neile, kellel on veel raskem puue. Samas näevad huvigrupid ka piiranguid, mis on kirjeldatud järgnevalt.

6.5.2 Lahenduse välised piirangud

Käesoleva töö jooksul kogutud info põhjal tõid erinevaid osapooled välja erinevaid piiranguid, mis ei ole otseselt seotud EyeTal'iga ja asuvad väljas pool EyeTal'i lahendust.

Osaleja 3 tõi esile, et enne kui puudega inimene sooviks mõelda töö peale tuleks tal aidata täita esmasemad vajadused, nagu hügieeni toimingud, söömine. Alles siis võiks inimesel tekkida soov teha mingit tööd. Eesti riigi rahastus ja ühiskonna tugi ning valmidus peaks olema nii kõrgel tasemel, et põhivajadused on täidetud. Ei tohiks ära unustada Maslow'i inimvajaduste hierarhiat. Kui füsioloogilised vajadused on täidetud, siis on inimeste jaoks oluline ka emotsionaalsed vajadused, vajadus suhelda lähedastega. Enne kui kasutada silmajälgimist töö tegemiseks peaks seda rakendama rohkem igapäeva elus esmasemate kommunikatsiooni vajaduste täitmiseks. Kui kõik need eeldused on täidetud, alles siis võiks inimene mõelda püramiidi tipus olevale eneseteostusele, soovile teha tööd.

Ei tasuks tahaplaanile jätta ka puuetega inimeste motivatsioon. Progresseeruvate diagnooside juures ilmselt on silmajälgimise kasutamine kommunikatsiooniks olulisem kui töö tegemine. Isikud, kellel on mitte progresseeruvad haigused võiksid olla rohkem motiveeritud tööd tegema. Osaleja 2 hinnangul on tööle rohkem motiveeritud isikud, kellel olnud puue juba kauem, sest nad on õppinud sellest üle olema.

Lahenduse väliselt võivad väärtuse realiseerimist piiravaks teguriks olla konkurendid. Hetkel otseseid konkurente ei leitud, kuid potentsiaalseid küll. Nad muutuksid otsesteks konkurentideks, kui lisaksid oma tööülesannete hulka kaardiga seotud tööülesanded ja hakkaksid tähelepanu juhtima puuetega inimeste sihtgrupile.

Silmajälgimise seadmete soetamisel on piiranguks riigi rahastamispoliitika. Isiklikuks tarbimiseks toetab erivahendite soetamist SKA, kuid SKA toetab ainult nende vahendite ostmist, mis ei ole laiatarbe kaup. Seega ei laiene see Tobii EyeX seadmele ja ka silmajälgimise seadme kasutamiseks vajaliku arvuti ostmisele, kui juhul seda eelnevalt ei ole. Lisaks saab SKA kaudu toetust ainult Invaru pakutavatele silmajälgimise seadmetele, sest nad on ainuke lepingupartner, kes pakub silmajälgimise seadmeid. Kui kasutada erivahendit töö tegemiseks, siis seda toetab Töötukassa, aga sel juhul peab see seade asuma tööruumides ja seda ei saa tarvitada isiklikuks kasutamiseks.

Kuna tööampsud on suhteliselt uus nähtus, siis juhul, kui EyeTal hakkab pakkuma tööampse, siis tuleb võtta arvesse praeguse Eesti seadusandluse piirangud. Tööampsude tegemine ei taga sotsiaalseid garantiisid, nt. Haigekassa, pension ja laenu võimekust panga ees. Teistesse riikidesse laienedes tuleks arvesse võtta ka teiste riikide seadusandluse piirangud.

6.5.3 Lahenduse sisemised piirangud

EyeTal'i lahenduse sisemised piirangud saab laias laastus lüüa kaheks. Need, mis on seotud riistvaraga ja need, mis on seotud tarkvaraga.

Praegune riistvaraline lahendus kasutab Tobii EyeX, mis omakorda suhtleb veebirakendusega SignalR abil. EyeX-iga jätkamisel on takistuseks, et selle tootmine on lõpetatud. Lisaks, pikemas perspektiivis ei ole SignalR ja Tobii rakenduse eraldi käivitamise vajadus optimaalne, sest need on lisategevused kasutajale.

Silmajälgimise seadme kasutamisel võivad tehnilised piirangud tekkida ka sellest, et silmajälgimise seade võib nõuda arvutilt teatavat võimekust, mida puuetega inimeste olemasolevad arvutid ei pruugi võimaldada. Samuti võib takistuseks olla ka silmajälgimise seadme paigaldamisel spetsiifiline asetus, kus isiku silmad ja ekraan peavad asetsema teatud nurga all. Nagu Osaleja 3 puhul juhtus, et ilma eelneva varustuse ja ettevalmistuseta ei ole tal võimalik kasutada EyeX silmajälgimise seadet. Esiteks, ei pruugi seadme USB-i ühendus sobida arvuti riistvarale ja teiseks, ei pruugi isiku tavakasutuse kasutamisel olla ekraan ning isik õige nurga all silmajälgimise seadme kasutamiseks. Siinkohal tuleb esile olulisus kaasata ja teha koostööd kohalike abivahendeid pakkuvate asutustega.

Hetkel on EyeTal kasutamine piiratud konkreetse tootja teatud silmajälgimise seadmetega. Katsetused näitasid, et EyeTal'i veebirakendus toimib nii Tobii EyeX kui PCEye Mini seadmega. Kui keegi peaks omama seadet, mis ei ole Tobii teatud seadmed ja tahaks kasutada EyeTal'i, siis hetkel ei ole see võimalik.

Silmajälgimise seadmed on muutunud ajas aina väiksemaks ja mugavaks, kuid siiski tekivad kasutamisel teatud piiranguid. Kasutaja peab asuma ekraanist teatud kaugusel ja teatud vaatevälja alas. Lisaks on piirang, et Tobii EyeX-i saab paigaldada ainult ekraani alumisse serva. Kasutaja sättimine, eriti kui kasutaja ei saa ennast ise liigutada, nõuab abilist, kes aitab seda kõike paigaldada. Kuid nagu osaleja 3 ütles, siis see oleks õpitav ja ilmselt aja jooksul muutuks lihtsamaks.

Hetkel saab EyeTal'i tehnoloogia abil kasutada ainult EyeTal'i veebirakendust. Kui kasutaja peaks tahtma silmajälgimise tehnoloogia abil teha mingeid teisi tegevusi arvutis, siis see ei ole võimalik.

Lahenduse piiranguks on ka silmajälgimine ise. Potentsiaalne sihtgrupp ei soovi kasutada silmajälgimise tehnoloogiat, kuna nad peavad seda liiga keerukaks, ebamugavaks või nad ei ole silmajälgimise tehnoloogiast teadlikud. Nii teoreetiline taust, spetsialistid kui ka osalejad kinnitasid, et silmaga arvuti juhtimine ei tule iseenesest ning see ei ole kiiresti omandatav oskus. See nõuab Tobii maaletooja sõnul isegi 1-2 kuud harjutamist. Selle töö raames läbi viidud kasutatavuse testid jõudsid sarnastele tulemuseni nagu [23], kus kohati võib esineda silmajälgimise abil arvuti juhtimisel frustratsiooni.

Kõik käesoleva töö raames kasutatavuse testimises osalenud isikud kuulusid silmajälgimise sihtgruppi, aga mitte ühelgi osalejal ei olnud silmajälgimine esimene valik arvutiga suhtlemiseks. See avaldus ka osalejate antud SUS skooris, nad hindasid EyeTal'i kasutatavust kehvaks ning oleks eelistanud testimise käigus tehtud ülesandeid täita neile tavapärasemaid viise kasutades. Osalejad hindasid, et oleks saanud nii ülesanded täita ka kiiremini. See ühtib ka COGAIN projekti tulemustega [39], kus toodi välja, et lahendusega rahulolu on seotud isiku puude astmega, mida suurem on puue, seda rohkem ollakse rahul silmajälgimise tehnoloogiaga.

Kasutatavuse testid näitasid, et üks suurimaid tarkvara komistuskivisid on kaardil menüünupustiku esile kutsumine. Nii osaleja 2 kui ka 3 olid sellega tõsiselt hädas. Osaleja 2 suutis kaks ülesannet ära täita ja siis loobus, kuna see oli liiga vaearikas. Osaleja 3-ga katkestati testimine juba esimese ülesande jooksul, sest menüünupustikku peaaegu, et ei olnudki võimalik esile kutsuda. Mõlemad osalejad kandsid prille, mis võis olla põhjus, et menüünupustike kuvamine ei toimunud. Invaru kinnitab ka, et prillid võivad olla probleemiks. Nende kogemusest tulenevalt on juba ühte kohta vaatamine inimese silma jaoks raske ülesanne ja kui lisada sinna juurde prillid (erineva klaasi ja raamiga), siis tõe poolest ei pruugi silmajälgimise süsteem kõigi inimeste peal hästi töötada. Samuti tõi Yarbus [13] oma töös välja silma kehva võimekust ühe koha peale vaadata. Kuigi 2017. aasta töös kandsid ka inimesed prille ja selliseid probleeme ei kirjeldatud. 2017. aasta töös ei olnud kirjeldatud, kui suur oli prillide pluss või miinus. Võimalik, et mida suurem on prillide miinus seda keerulisem on kasutajal esile kutsuda menüünupustikku.

Osalejad töid välja probleeme rakenduse täpsuse osas. COGAIN raamistiku küsimustikus sai täpsus kõige madalaimaid punkte. Osaleja 4 proovis teadlikult võtta arvesse viga, mis tekkis selle vahel, kuhu kasutaja vaatab ja rakendus arvab, et kasutaja vaatab ning teadlikult üritas natukene mööda vaadata. Tihti see siiski ei toimunud, nt. rippmenüü valikute tegemisel, sest koguaeg ei suutnud kontrollida, kuhu silm esimesena vaatab.

Testimise käigus tuli välja viga, et kui teha teatud arv tegevusi kaardirakenduses, siis ei kuvatud enam menüünupustikku kaardil. Sellest ülesaamiseks tuli liigutada hiirt. Testimise käigus liigutas testide läbiviija ja käesoleva töö autor iga natukese aja tagant hiir. Huvitav nüanss oli selle juures, see viga ei esinenud osaleja 5 puhul, kui kasutati seadet Tobii 4C.

6.5.4 Tegevused lahenduse väärtuse suurendamiseks

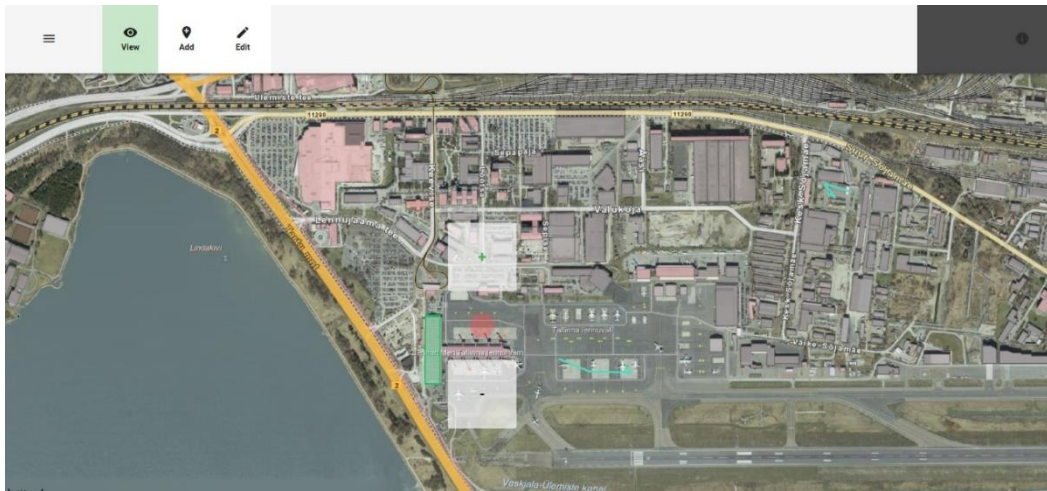
1. Inimesed, kelle liikumine on piiratud kasutavad eelistavad enne silmajälgimise tehnoloogia kasutamist kõiki teisi võimalusi. Seega võiks EyeTal virtuaalne tööampsude portaal olla laiemale sihtrühmale suunatud kui ainult silmajälgimise tehnoloogiat kasutavatele puuetega inimestele. See võiks olla suunatud ka tervetele inimestele, kes tahaksid virtuaalses keskkonnas teha tööampse ning sisendina silmajälgimine oleks lihtsalt üks variantidest. Lisaks võiks olla ka tavapärane hiire ja klaviatuuri kasutamine, aga ka häälkäskluse teel juhtimise võimalus. Võiks olla võimalik kombineerida erinevaid sisendeid nt. silmajälgimine ja häälkäsklused.
2. EyeTal'i pikema visiooni kohaselt peaks süsteem sisaldama koolitusi ja õppematerjale, mis on suunatud sellele, et kasutaja õpiks tööülesandeid korrektselt täitma. Lisaks tööülesannete õpetamisele, tuleks vajadusel aidata harjutada silmajälgimisega arvuti juhtimist. Tobii mängud eeskujul ja nagu ka kasutatavuse testimise läbiviimisel kasutati Tobii mängulist intro peaks EyeTal'i süsteem peaks sisaldama mängulist õppeprogramm, kus saab enne tööle asumist õppida silmajälgimist läbi mänguliste tegevuste. Nii oleks tööle asumise protsess vähem frustratsiooni tekitav. Pindobjekti nurgapunktide panemisel ei tulnud kasutaja intuiitselt selle peale, et nurgapunktid peaks lisama järjest. Seega peaks see õpetus olema kindlasti osa õppeprogrammist.
3. Silmajälgimise seadme ja isiku asendi valideerimisel erinesid Tobii rakendusel ja EyeTal'i rakenduse. EyeTal'i veebirakendus oli kasutaja asendi ja kauguse suhtes nõudlikum. Nii võis juhtuda, et korra pandi Tobii rakenduse alusel kasutaja paika ja siis avastati, et EyeTal'i rakendus ei ole sellega rahul. Tuleks muuta kasutaja asendi valideerimine lihtsamaks. Vältima topelt valideerimisi ja proovima anda täpsemaid juhiseid parema asendi saavutamiseks.
4. Kui Tobii EyeX võimaldab ka ühe silmaga valideerimist ja kasutamist, siis EyeTal'i enda valideerimine seda ei võimalda. Tulevikus peaks EyeTal'i ka olema võimalik kasutada ainult ühe silmaga.
5. EyeTal'i tehnoloogia nõuab hetkel lisaks veebirakenduse avamisele ka Tobii rakenduse ja SignalR käivitamist. Kasutajale peaks EyeTal'i kasutamine olema võimalikult lihtne, et ta saaks ainult ühendada seadme arvutiga, avada EyeTal'i veebirakendus ning rohkem ei peaks teisi rakendusi käivitama ega kasutama.

6. Tobii EyeX seadme asemel võiks keskenduda silmajälgimise seadmetele, mis on suunatud just puuetega inimestele alternatiivseks kommunikatsiooniks. Need on parema täpsusega, kui tavatarbe seadmed ja odavamad, kui teadustööks mõeldud seadmed. Eesti näitel oleks sobivaks seadmeks Tobii Dynavox-i seadmed. Nende soetamist toetab SKA ja kui jätkata mingi aeg veel SignalR kasutamist, siis praegune lahendus juba töötaks Tobii Dynavox-i PCEye Mini seadmega.
7. Oluline on mõelda EyeTal'i teenuse pakkumisel sellele, et kuidas jõuab kasutaja, kes saab ainult silmajälgimise teel arvutit juhtida EyeTal'i veebirakenduse avamiseni. Hetkel peab rakenduste avamist aitama teha keegi kolmas isik. Isik peaks kasutada selleks näiteks Windows'i sisse ehitatud *Ease of Access* lahendust või tasuta Windows Control 2 tarkvara. Kui kasutaja juba kasutab *Ease of Access* lahendust või tasuta Windows Control 2 tarkvara, siis ei pruugi enam olla vajalik ehitada väga erilisi kasutajaliidese lahendusi nagu näiteks kaardile menüünupustiku kuvamist. Lisaks, kui ühte neist lahendustest kasutada, siis ei oleks EyeTal'i veebirakendus enam seotud mingi konkreetse seadmega. Piisaks sellest, et EyeTal oleks tavaline veebirakendus, mis saaks aru, kui kasutatakse nt. Windows Control 2-e ja siis muutuks kasutajaliidese disain silmajälgimise sõbralikumaks.
8. Nagu intervjuudest Maa-ametiga ja erinevate vabaihendusega selgus, siis väga oluline aspekt on välja mõelda, milline on parim juriidiline vorm, kuidas töö tegija ja tellija saavad omavahel kokkulepped sõlmida, näiteks seoses mõlema osapoole kohustuste ja tasuga.
9. Kuna Eestis oleks EyeTal'i rakenduse kasutajate hulk väga väike, siis peaks sihtgrupi värbamisel peaksid tegema koostööd EyeTal teenuse pakkuja, kohalik abivahendeid pakkuva asutus (Invaru) ja riiklik töajõuga tegelev asutus (nt. Töötukassa). Silmajälgimise seadmete maaletooja ning Töötukassa aitaksid suunata puuetega inimesi EyeTal'i teenuseid kasutama.
10. Intervjuu Maa-ametiga andis idee, et EyeTal'i väliselt võiks silmajälgimise tehnoloogiat ja/või häälkäsklust võiks kasutada lisisisendina erinevates kaardirakendustes, mis on suunatud professionaalidele/ametnikele/spetsialistile, kes peavad igapäevaselt kaartidega tööd tegema. Kui ametnik peab hiirega kaardil mingeid objekte lisama või redigeerima, siis saab samal ajal silmaga või häälkäskluse abil nihutada kaarti.

6.5.5 Tegevused lahenduse kasutusmugavuse suurendamiseks

Kui EyeTal'i rakendusega sellisel kujul jätkata, siis on palju kasutatavuse seotud probleeme, mis vajaks lahendamist.

1. Esiteks juba eelnevalt mainitud menüünupustiku esile kutsumine. See peab toimima lihtsamalt või siis peab sellele olema paralleelne alternatiivne lahendus. Näiteks, kaardi sisse-välja suumimiseks ei tuleks alati nuppe esile kutsuda, vaid need nupud oleksid koguaeg nähtaval ning neile vajutades suumitakse kaardi keskpunkt sisse või välja (Joonis 17 ja Joonis 18). Teoreetiline kirjandus [30] tõi esile silmajälgimise puhul kalasilma (ingl *fisheye*) zoomi kasulikkuse. Võiks katsetada ka selle kaasamist suumimisel.

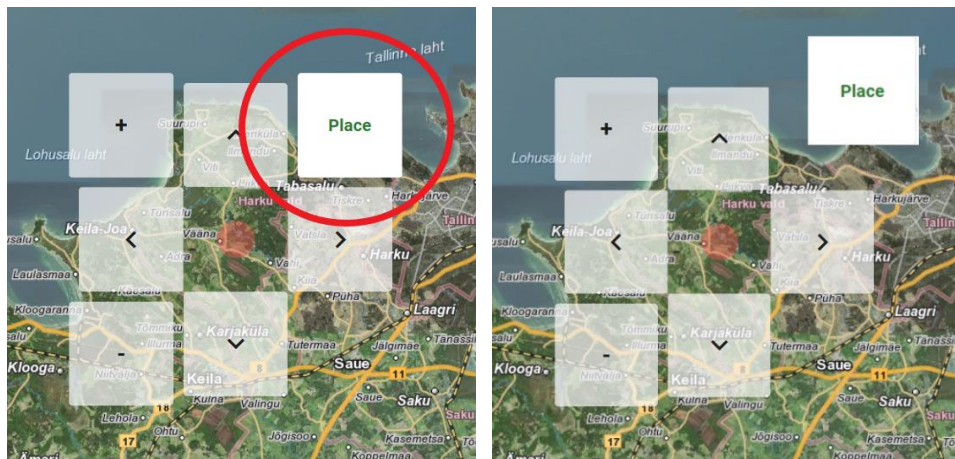


Joonis 17. Sisse-välja suumimise nuppude paigutus praegu. Allikas: autori koostatud



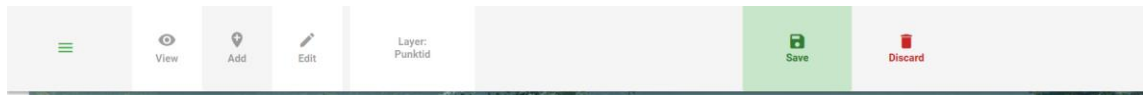
Joonis 18. Sisse-välja suumimise nuppude paigutuse ettepanek. Allikas: autori koostatud

2. Menüünupustik ilmub lisaks „View“ režiimis sisse-välja suumimisel ka „Add“ (objektide lisamise režiim) ja „Edit“ (objektide muutmise režiim) aktiveerimisel. Osaleja 3 pakkus välja, et menüünupustiku „Place“ ja „Select“ nuppude asemel võiks nende nuppude valimine toimuda silmapilgutuste abil, näiteks kaks järjestikust silmapilgutust võrduks hiireklikiga.
3. „Place“ ja „Select“ asuvad hetkel ka liiga lähedal ülesse ja kõrvale nihutamise nuppudele, seega osalejad aktiveerisid korduvalt kogemata nihutamise nuppe. „Place“ nupu peaks nihutama kaugemale nihutamise nuppudest (Joonis 19).

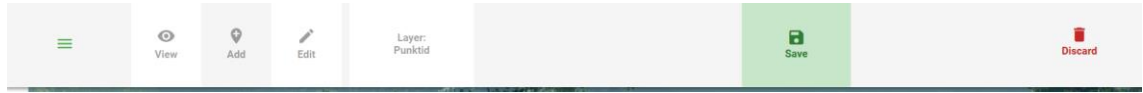


Joonis 19. „Place“ nupu paigutuse praegu ja ettepanek. Allikas: autori koostatud

4. Oluline on kasutajale indikeerida, kuhu ta parajasti vaatab, sest muidu ei saa ta üldse aru, kuhu süsteem arvab, et silmad vaatavad. EyeTal'i veebirakenduses on võimalik sisse lülitada väikseid täpikesi, aga kasutaja ei näe eriti hästi neid. Kasutatavuse testide läbiviimisel kasutati Tobii rakenduse suuremaid mullikujulisi indikaatoreid, mis andsid kasutajale, kes ei olnud silmajälgimisega kursis palju paremat tagasisidet, kuhu ta süsteemi arust vaatab. Osalejal 4, kes oli silmajälgimisega juba kursis ei soovinud neid mulle kasutada.
5. Pärast objekti lisamist tuleb objekt salvestada nupuga „Save“, aga kohe „Save“ nupu kõrval on ka „Discard“, mis kustutab lisatud objekti. Need kaks nuppu on liiga lähestikku ja korduvalt valisid kasutajad (Osaleja 2, Osaleja 4) kogemata „Save“ nupu asemel „Discard“ nupu. See tekitas kasutajates suurt frustratsiooni. Nupud tuleks tõsta üksteisest rohkem eraldi (Joonis 20 ja Joonis 21).

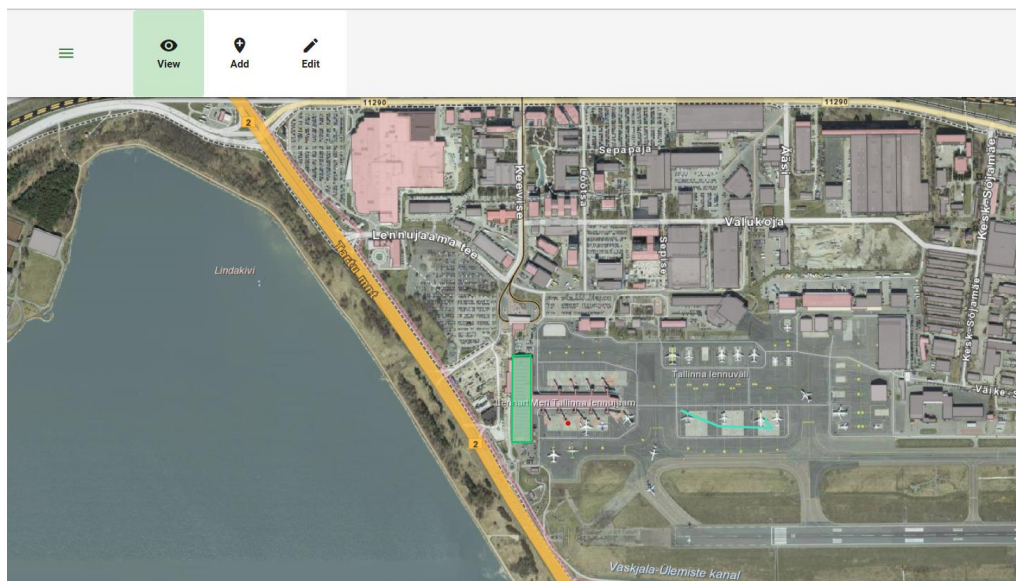


Joonis 20. „Delete“ nupp paigutus praegu. Allikas: autori koostatud

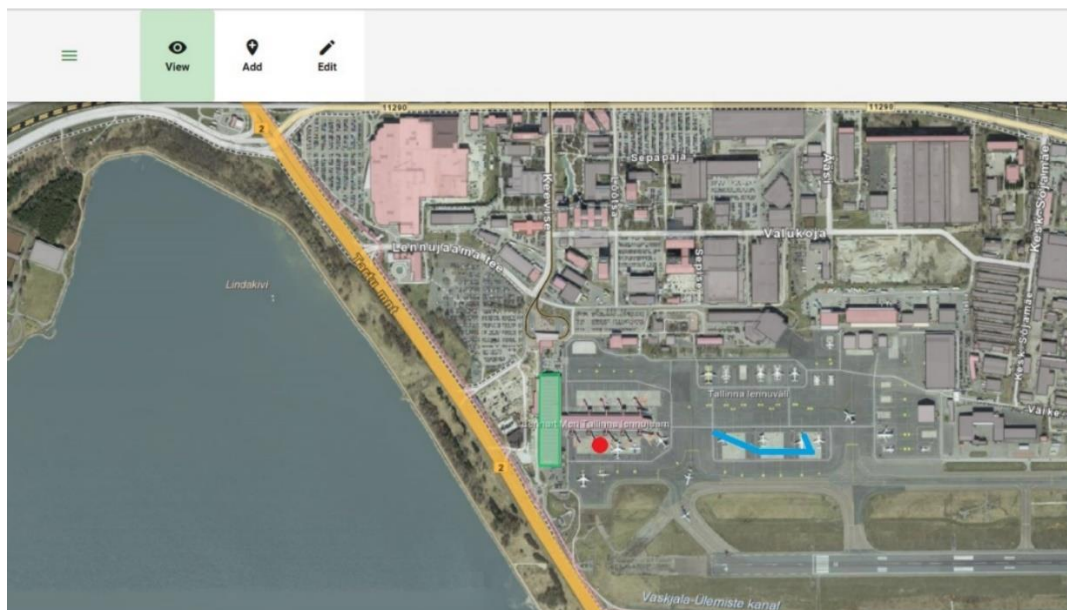


Joonis 21. „Delete“ nupp paigutuse ettepanek. Allikas: autori koostatud

6. Visuaalse poole pealt on kaardile lisatud punkt- ja joonobjektid liiga väiksed. Esiteks on neid raske tähele panna ja teiseks on neid väiksuse tõttu raske valida selekterida või muutmiseks. Punkt- ja joonobjektid peaksid olema suuremad (Joonis 22 ja Joonis 23)

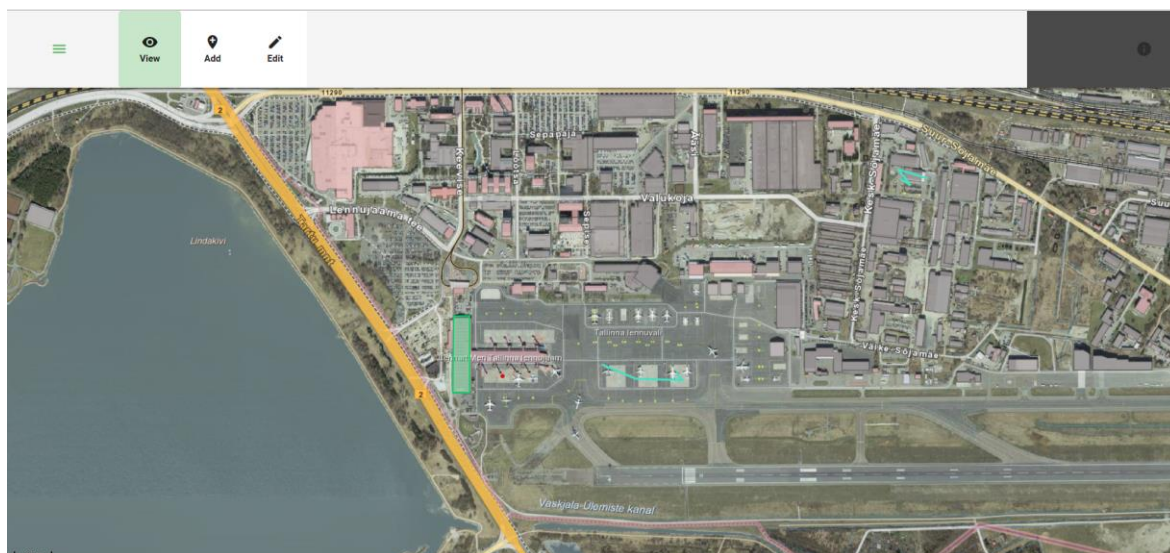


Joonis 22. Punkt-ja joonobjektide kujundus praegu. Allikas: autori koostatud

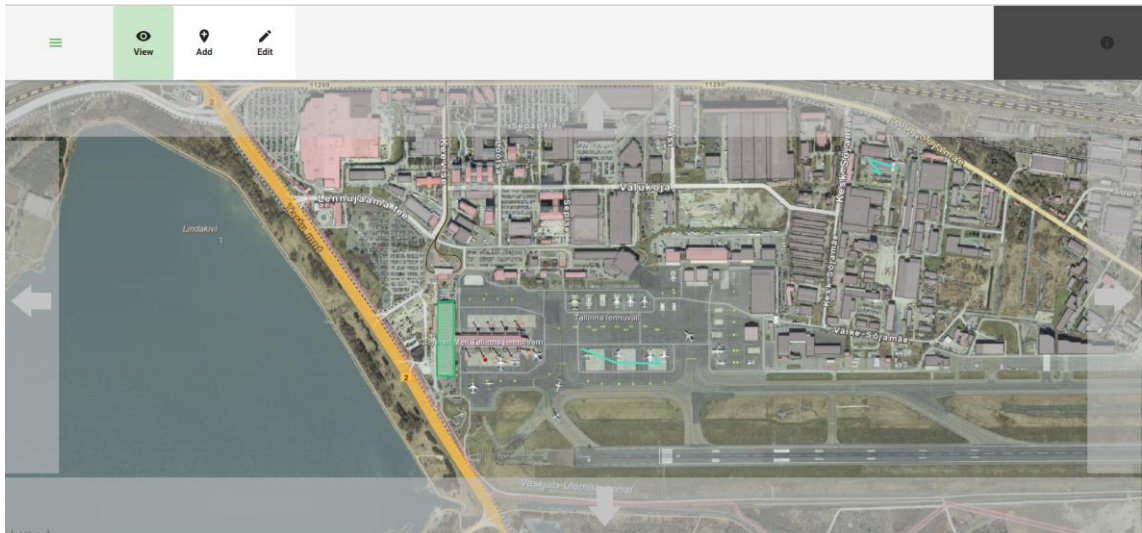


Joonis 23. Punkt-ja joonobjektide kujunduse ettepanek. Allikas: autori koostatud

7. Lisaks võiks visualiseerida kaardiakna neljas küljes olevad kaardi nihutamise alasid, selleks et kasutaja saaks aru, et kui ta sinna alasse vaatab, siis hakkab kaart nihkuma. Sarnane idee oli ka Kumar'i töös [11]. Selleks, et nähtavusulatus ei väheneks, peaksid need alad olema poolläbipaistvad (Joonis 24 ja Joonis 25).

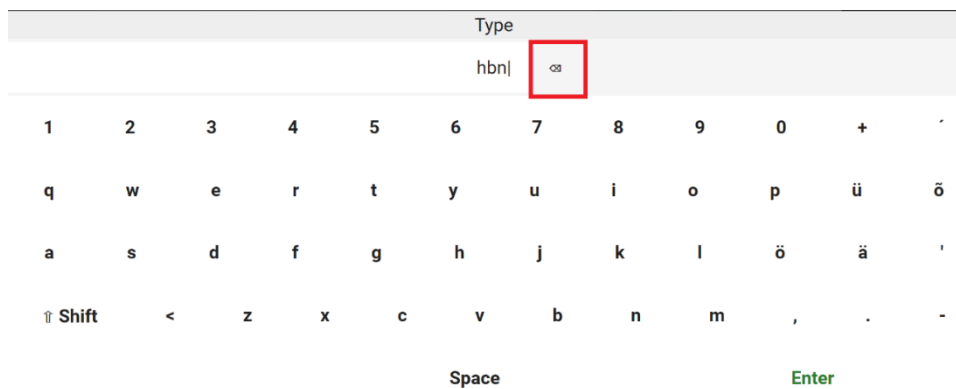


Joonis 24. Kaardi nihutamise kujundus praegu. Allikas: autori koostatud

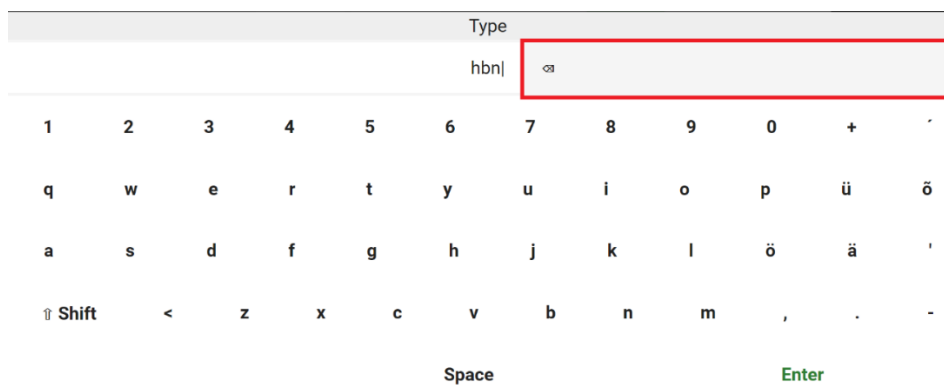


Joonis 25. Kaardi nihutamise kujunduse ettepanek. Allikas: autori koostatud

8. Klaviatuuril on kustutamise nupu aktiivne ala liiga väike ja seetõttu oli raske kustutamise nupule pihta saada. Nupu aktiivne ala peaks olema suurem (Joonis 26 ja Joonis 27).



Joonis 26. Klaviatuuril kustutamise nupu aktiivne ala praegu. Allikas: autori koostatud



Joonis 27. Klaviatuuril kustutamise nupu aktiivse ala suurendamise ettepanek. Allikas: autori koostatud

9. Kaardil olemasoleva objekti valimisel peaks objekti puhver ala olema suurem, et kui saaks objekti valida juba siis kui oled selle lähedal, mitte ainult selle kohal.
10. Olemasoleva punkti nihutamisel võiks saada osutada asukohta, kuhu kasutaja soovib seda nihutada ja nii, et ei peaks nooltega samm haaval nihutama.

7 Arutelu

Käesolevas peatükis arutatakse valitud metoodika üle, millised olid selle raskused, iseärasused ja mida tuleks tulevikus arvesse võtta, kui käesoleva metoodika alusel uurimistööd läbi viia. Samuti arutatakse, millised on võimalikud järgnevad tööd ja tegevused.

7.1 Metoodika valik

EyeTal'i tehnoloogia ja selle kasutatavuse testimine oli väga keerukas protsess, kuna see sisaldab endas väga palju erinevaid komponente. Esmalt on silmajälgimine iseenesest väga ebatavaline inimese jaoks, kes seda varem ei ole kasutanud. Teiseks, kaardiredaktori kasutamine, ruumiandmete loomine ja redigeerimine ei ole inimeste jaoks igapäevane ja tuntud tegevus. Kolmandaks faktoriks on silmajälgimisega kaasnev riistvara ja selle sättimise keerukus. Näiteks, osaleja 3 oli voodis pikali ning talle ja seadmele sobiva asendi leidmine võttis aega 20 minutit. Seega peab testide läbiviija olema väga pädev ja leidlik, et kohanduda vastavalt oludele.

Kõige keerulisemaks osutus kasutatavuse testimise jaoks inimeste leidmine. Kõige parem EyeTal'i testija oleks olnud isik, kes on varem silmajälgimisega kokku puutunud, sest siis ei kulu nii palju aega ja energiat sellele, et õppida silmajälgimist tehnoloogiat tundma. Kui Eestis on silmajälgimise tehnoloogia igapäevaseid kasutajaid 30 inimese ringis ja kui neist lahutada maha inimesed, kes ei ole intellekti puudega, siis jääb neid alles väga vähe. Lisaks kasutatavuse testimise juures kõva häälega mõtlemise tehnika on väga piirav kitsendus sobivate isikute leidmisel, sest EyeTal'i sihtgruppi kuuluval isikul võib puue olla nii sügav, et ta ei saa rääkida. Samuti ei ole EyeTal'i sihtgruppi kuuluvad isikud väga altid uusi asju enda peal katsetama.

Käesolevas töös EyeTal'i rakendust testinud isikud esindasid sihtgrupi aktiivsemaid inimesi, kes olid altimad katsetama uusi tehnoloogiaid. Testijate puuduse tõttu kaasati ka osaleja (Osaleja 5), kelle puhul ei saanud kasutada kõva häälega rääkimise tehnika, kuna ta ei rääkinud ja suhtles inimestega kõnesüntesaatori vahendusel. Seega tema andis tagasisidet peamiselt testimise lõpus ja ainult paar märkust „ütles“ testimise ajal.

Erinevate silmajälgimise seadmete omavahelisel võrdlemist tuleks võtta teatavate reservatsioonidega. Erinevate tootjate seadmeid, eriti nende numbrilisi näitajaid on keeruline omavahel võrrelda, sest iga tootja on loonud oma enda testimise ja hindamise protseduuri, mille alusel täpsust ja kvaliteeti hinnata.

Kasutatavuse testimise käigus paluti osalejatel hinnata rakendust kasutades SUS skoori. SUS skoori kasutati sellepärast, et saaks seda võrrelda 2017. aasta magistritöö tulemustega. Tulemused näitasid, et need varieeruvad väga suures ulatuses ja ei peegeldanud tegelikku kasutatavust kasutaja enda jaoks. Kasutaja, kes ei saanud rakendust kasutada oli rakenduse osas optimistlikum, kui see, kes tegelikult sai kasutada. Kuna käesoleva töö raames teostati kvalitatiivne analüüs, siis kvantitatiivne SUS skoor midagi väga palju juurde ei anna.

Kasutatavuse testide läbiviimisel on oluline olla jälgija rollis ning mitte juhendada, sest just siis tulevad välja probleemid. Töö autori jaoks oli see esimene kord viia läbi kasutatavuse teste. Keeruline oli testimise käigus inimesi mitte aidata ja mitte juhendada. Ilmselt tegi seda ka raskemaks olukord, et osalejad oli puuetega inimesed ja juba sellepärast tundus, et nad on nõrgemas seisundis, keda tuleb abistada. Õnneks siiski iga testimise sessiooniga saadi kogemust juurde ja juhendamise osa muutus väiksemaks.

Kasutatavuse testimisel ülesannete täitmise aja võrdlemist ei tohiks võtta täppisteadusena, kuna osalejate ülesannete täitmise kvaliteet ja täpsus erines. Mõni kasutaja oli hästi püüdlik, samal ajal kui, näiteks teine digiteeris pindobjekti suhteliselt üldistatult. Täitmise aeg oleks võrreldav, kui süsteemselt saaks testimisel anda tagasisidet, kas asukohapunktid on pandud mingi veapuhvri ulatuses.

Käesoleva töö raames koostatud metoodikat ja küsimustikke saab kasutada tulevikus järgmistel EyeTal'i arenduse etappidel. Lisaks saab kindlasti seda kasutada ka teiste puuetega inimestele suunatud silmajälgimise tehnoloogiate testimiseks.

7.2 Järgnevad tööd ja tegevused

Käesolev töö peaks aitama praegusel EyeTal'i tarkvara arendajal otsustada, kas ja kuidas selle tööga jätkata. Kui on soov selle EyeTal'i lahendusega jätkata, siis peaks vastavalt lahenduse väärtuse suurendamiseks pakutud tegevustele otsustama, kuidas selle tootega

jätkata. Kas jääda ainult silmajälgimise niši või lisama juurde ka teisi alternatiivseid sisendvõimalusi? Kas jätkata praeguse silmajälgimise spetsiifilise kasutajaliidesega või kaaluda kasutajaliidese lihtsustamist ja panustada rohkem Windows sisse ehitatud lahendusele või Windows Control 2 tarkvarale? Igal juhul peaks vastavalt kasutatavuse testide tulemustele pakkuma välja uued kasutajaliidese lahendused, mis aitaksid parandada praegusi probleeme, kuid need lahendused juba olenevalt sellest, mis on vastused kahele eelnevale küsimusele.

Tootearenduse järgmine etapp peaks sisaldama *Minimum Viable Product* (MVP) koostamist. Samuti peaks teostama EyeTal'i tasuvuse analüüsi. Selgitama välja, kui otstarbekas on selline rakendus majanduslikult, kui palju nõuaks realiseerimine ressursse ja kust leida võimalikud finantseerimise allikad. Lisaks tasuvuse analüüsile peab koostama ka juriidiline analüüsi, milline peaks olema töövorm. Seda pidasid oluliseks ka käesolevas töös huvigruppide esindajad.

Kuigi pikemas perspektiivis oleks soov luua rahvusvaheline teenus, siis selle magistritöö raames keskenduti peamiselt Eesti kontekstile, kuna teenuse juurutamist ja katsetamist alustatakse Eestis. Rahvusvahelisi eesmärke arvesse võttes peaks järgmisena laiendama seotud osapoolte ringi näiteks järgmisele konkreetsele Euroopa riigile ja sealt juba üle Euroopa ning maailma tasandile.

Materjalidega tutvudes jõuti järeldusele, et teadaolevalt ei ole tehtud uuringuid silmajälgimise ja muude arvutiga suhtlemiseks alternatiivsete seadmete kasutamise kohta Eestis. See teema tasuks edasist uurimist ja võiks olla hea lõputöö teema näiteks Tallinna Ülikooli sotsiaaltöö tudengile.

8 Kokkuvõte

2017. aastal kaitsti Tartu Ülikoolis magistritöö, mille raames arendati EyeTal'i tehnoloogia proof-of-concept (PoC). EyeTal on täielikult silmade abil juhitud kaardirakendus, mis kasutab silmajälgimise tehnoloogiat ja on suunatud puuetega isikutele, kes ei saa arvutit kasutada hiire või klaviatuuri abil. EyeTal'i idee oleks luua virtuaalne töötegemise keskkond, kus puuetega inimesed saaksid EyeTal silmajälgimise tehnoloogiat kasutades täita ettevõtete ja asutuste üles pandud tööülesandeid. PoC'i arendamise käigus viidi läbi kasutatavuse testimine inimeste peal, kellel ei ole füüsilist puuet ja on erinevate kaasaegsete tehnoloogiatega kursis. PoC näitas, et tehniliselt on võimalik silmadega juhtida kaardiredaktori tööd.

Käesoleva töö eesmärk oli hinnata EyeTal'i PoC-i lahendust. Selgitati välja, kas EyeTal rahuldab lahendusega seotud erinevate huvigruppide vajadusi. Eesmärk oli testida, kas EyeTal'i on sobilik tegelikele lõppkasutajatele, kellel on füüsiline puue ja ei pruugi olla uute tehnoloogiatega nii kursis. Töö tulemusena anti hinnang EyeTal'i tehnoloogiale, kas see on sobiv algselt püstitatud ülesande täitmiseks. Samuti kaardistati piirangud, mis võivad takistada lahenduse väärtuse realiseerimist. Lisaks tehti ettepanekuid, mida võiks muuta, et realiseerida toote potentsiaalset väärtust ja kuidas tootearendusega jätkata.

Töö raames koostati ülevaade silmajälgimisest nendele isikutele, kes ei ole sellega kursis ja vajavad tarkvaraarenduse ettevõttes oma tööülesannete täitmiseks ülevaadet valdkonnast. Kaardistati EyeTal'iga seotud huvigrupid ja konkurendid. Lahenduse hindamiseks kasutati BABOK'i raamistikku. Viidi läbi pool-struktureeritud intervjuud viie inimesega neljast erinevast huvigrupist. Viidi läbi nelja puudega isikuga EyeTal'i kasutatavuse testimine. Kasutatavuse testimise läbiviimisel kasutati „mõtle kõva häälega“ tehnikat ning kasutaja tegevused ja mõtted salvestati. Tagasiside saamiseks kasutati veebiküsimustikku, kus koguti andmeid osaleja eelneva kogemuse kohta, silmajälgimise rahuolu ja paluti hinnata süsteemi kasutatavust. Samuti võrreldi omavahel erinevaid silmajälgimise seadmeid, et välja selgitada sobivaim seade.

Tulemuste põhjal kirjeldati, mis on lahenduse väärtus, toodi välja EyeTal'i välised ja sisemised piirangud ning kirjeldati tegevused, mis aitaksid suurendada lahenduse väärtust. Töö raames tehti ettepanekuid, kuidas tuleks parandada erinevaid kasutusmugavuse aspekte, et suurendada lahenduse kasutatavust.

Töö tulemusena selgus, et huvigruppide esindajad on EyeTal'i osas positiivselt meelestatud ja näevad selles lahenduses potentsiaali. Kõige olulisem soovitus lahenduse väärtuse suurendamiseks on võimaldada lisaks silmajälgimise sisendile kasutada rakendust ka arvuti hiirega, peahiirega ning häälkäsklustega. Nii laieneks oluliselt algselt väga kitsale sihtrühmale suunatud rakenduse kasutajate arv. Tobii EyeX seadmest tuleks loobuda ning Eesti näitel oleks sobivaks seadmeks Tobii Dynavox-i seadmed, sest nende saamiseks saab taotleda riigi rahastust ja nad arvestavad puuetega inimeste eripäradega.

Käesoleva magistritöö eesmärgid said täidetud. Aidati täita eelnevates arenduse etappides tekkinud ärianalüüsi lünkasid ning esimest korda testiti EyeTal'i tegelike lõppkasutajate peal. Järgmiste tegevustena tuleb EyeTal'i tarkvara arendajal käesolev töö abil otsustada, kas ja kuidas EyeTal'iga jätkata. Jätkamisel tuleks järgmisena koostada EyeTal'i MVP, tasuvuse uuring ning seejärel erinevad juriidilised analüüsid.

Kasutatud kirjandus

- [1] M. Laane, “EyeTal A Fully Eye-Controlled Map Editor,” University of Tartu, 2017.
- [2] I. Jordansen, S. Boedeker, M. Donegan, L. Oosthuizen, M. Girolamo, and J. P. Hansen, “D7.2 Report on a market study and demographics of user population,” 2005.
- [3] *Ruumiandmete seadus (15.03.2019)*. Riigi Teataja.
- [4] J. Nielsen and K. Pernice, *Eyetracking Web Usability*. Berkeley, California: New Riders Publishing, 2010.
- [5] “What Is Eye Tracking?” [Online]. Available: <http://www.eyetracking.com/About-Us/What-Is-Eye-Tracking>. [Accessed: 21-Apr-2019].
- [6] European Communities, “The demographic future of Europe - from challenge to opportunity,” 2006.
- [7] Eesti Puuetega Inimeste Koda, “Puuetega inimeste eluolu Eestis ÜRO puuetega inimeste õiguste konventsiooni täitmise variraport,” 2018.
- [8] Saar Poll OÜ, “Töövõimetoetuse seaduse mõjuanalüüs-eelhindamine,” Tallinn, 2014.
- [9] A. Kiik and A. Leinfeld, “‘EyeTracking Talent Portal’ PILOOTPROJEKT,” 2016.
- [10] J. Titz, A. Scholz, and P. Sedlmeier, “Comparing eye trackers by correlating their eye-metric data,” *Behav. Res. Methods*, vol. 50, no. 5, pp. 1853–1863, 2017.
- [11] M. Kumar, T. Winograd, A. Paepcke, and J. Klingner, “Gaze-enhanced User Interface Design,” 2007.
- [12] L. Aavik, “SILMADE LIIKUMISED KESKMISE SUURUSE HINDAMISEL,” Tartu Ülikool, 2017.

- [13] A. L. Yarbus, *Eye Movements and Vision*. New York: Plenum Press, 1967.
- [14] R. J. K. Jacob and D. C. Washington, “What You Look at Is What You Get: Eye Movement-Based Interaction Techniques,” in *CHI '90 Proceedings of the SIGCHI Conference on Human Factors in Computing Systems*, 1990.
- [15] D. Rozado, T. Moreno, J. S. Agustin, F. B. Rodriguez, P. Varona, and J. San Agustin, “Human-Computer Interaction Controlling a Smartphone Using Gaze Gestures as the Input Mechanism,” vol. 30, pp. 34–63, 2015.
- [16] K. Holmqvist, M. Nyström, R. Andersson, R. Dewhurst, H. Jarodzka, and J. van de Weijer, *Eye Tracking: A Comprehensive Guide To Methods And Measures*. Oxford University Press, 2011.
- [17] L. Kalam, “Ajakirja kaanekujunduse vastuvõtu uurimine pilgujälgija abil, ajakirja Sport näitel,” Tartu Ülikool, 2018.
- [18] L. Allik, “Välireklaamide optimeerimine pilgujälgimisprillide abil,” Tartu Ülikool, 2018.
- [19] M. Kõiv and A. Tempel, “Ekraanil põhineva ja mobiilse pilgujälgimise meetodi erisused pakendidisaini ja ostukeskkonna uurimisel,” Tartu Ülikool, 2018.
- [20] ISAAC, “ISAAC – What is AAC?” [Online]. Available: <https://www.isaac-online.org/english/what-is-aac/>. [Accessed: 24-Mar-2019].
- [21] “Access methods: switches, keyboards and eye-gaze | Communication Matters.” [Online]. Available: <https://www.communicationmatters.org.uk/page/access-methods>. [Accessed: 24-Mar-2019].
- [22] “What is AAC? | Communication Matters.” [Online]. Available: <https://www.communicationmatters.org.uk/page/what-is-aac>. [Accessed: 24-Mar-2019].
- [23] G. S. Townend *et al.*, “Eye Gaze Technology as a Form of Augmentative and Alternative Communication for Individuals with Rett Syndrome: Experiences of Families in The Netherlands,” *Dutch Rett Syndr. Parent Assoc.*, vol. 28, pp. 101–112, 2016.

- [24] L. Ball *et al.*, “Eye-Gaze Access to AAC Technology for People with Amyotrophic Lateral Sclerosis,” *J. Med. Speech. Lang. Pathol.*, vol. 18, pp. 11–23, 2010.
- [25] H. Istance, A. Hyrskykari, L. Immonen, S. Mansikkamaa, and S. Vickers, “Designing Gaze Gestures for Gaming: an Investigation of Performance,” in *Proceedings of the 2010 Symposium on Eye-Tracking Research & Applications*, 2010, pp. 323–330.
- [26] H. O. Istance, A. Hyrskykari, and S. Vickers, “For Your Eyes Only: Controlling 3D Online Games by Eye-Gaze,” in *14th IFIP TC 13 International Conference*, 2013, vol. 8119, no. Part III.
- [27] J. P. Hansen, A. Alapetite, I. S. MacKenzie, and E. Møllenbach, “The use of gaze to control drones,” *Proc. Symp. Eye Track. Res. Appl. - ETRA '14*, no. March, pp. 27–34, 2014.
- [28] Z. Sharafi, Z. Soh, and Y.-G. Guéhéneuc, “A systematic literature review on the usage of eye-tracking in software engineering,” *Inf. Softw. Technol.*, vol. 67, pp. 79–107, Nov. 2015.
- [29] J. San Agustin, H. Skovsgaard, E. Mollenbach, M. Barret, M. Tall, and D. Witzner Hansen John Paulin Hansen, “Evaluation of a Low-Cost Open-Source Gaze Tracker,” in *Proceedings of the 2010 Symposium on Eye-Tracking Research & Applications, ETRA 2010*, 2010.
- [30] M. Ashmore, A. T. Duchowski, and G. Shoemaker, “Efficient Eye Pointing with a Fisheye Lens.”
- [31] W. Beinhauer, “A Widget Library for Gaze-based Interaction Elements,” in *Proceedings of the 2006 Symposium on Eye Tracking Research & Applications*, 2006, p. 53.
- [32] “What happens during the eye tracker calibration?,” 2015. [Online]. Available: <https://www.tobiipro.com/learn-and-support/learn/eye-tracking-essentials/what-happens-during-the-eye-tracker-calibration/>. [Accessed: 26-Apr-2019].
- [33] G. J. Funke, A. Force, and E. Greenlee, “Which Eye Tracker Is Right for Your

- Research? Performance Evaluation of Several Cost Variant Eye Trackers,” in *Proceedings of the Human Factors and Ergonomics Society 2016 Annual Meeting*, 2016, vol. 60, no. September, pp. 1240–1244.
- [34] O. Soosaar, “Kuluefektiivne pilgu jälgimise lahendus,” Eesti Infotehnoloogia Kolledž, 2011.
- [35] COGAIN, “The COGAIN Association.” [Online]. Available: <https://www.cogain.org/about-the-association/>. [Accessed: 19-Mar-2019].
- [36] COGAIN, “Project History.” [Online]. Available: <https://www.cogain.org/project-history/>. [Accessed: 19-Mar-2019].
- [37] K.-J. Rähä, “Final Report The publishable final activity report,” 2008.
- [38] M. Donegan *et al.*, “D3.1 User requirements report with observations of difficulties users are experiencing,” 2005.
- [39] M. Donegan, “D3.3 Report of User Trials and Usability Studies,” 2006.
- [40] F. Mulvey, A. Villanueva, D. Sliney, R. Lange, S. Cotmore, and M. Donegan, “D5.4 Exploration of safety issues in Eyetracking,” 2008.
- [41] “Is eye tracking safe? - Tobii Dynavox.” [Online]. Available: <https://www.tobiidynavox.com/en-GB/support-training/faq-from-salesforce/is-eye-tracking-safe/?redirect=true>. [Accessed: 26-Mar-2019].
- [42] “Safety guidelines – Tobii Eye Tracking Support.” [Online]. Available: <https://help.tobii.com/hc/en-us/articles/212372449-Safety-guidelines>. [Accessed: 26-Mar-2019].
- [43] “About IIBA.” [Online]. Available: <https://www.iiba.org/about-iiba/>. [Accessed: 28-Apr-2019].
- [44] IIBA, *A Guide to the Business Analysis Body of Knowledge (BABOK Guide) Version 2.0*. 2009.
- [45] Usability.gov, “System Usability Scale (SUS).” [Online]. Available:

- <https://www.usability.gov/how-to-and-tools/methods/system-usability-scale.html>.
[Accessed: 21-Mar-2019].
- [46] “MeasuringU: Measuring Usability with the System Usability Scale (SUS).” [Online]. Available: <https://measuringu.com/sus/>. [Accessed: 21-Mar-2019].
- [47] Trinidad Consulting, “Kasutatavuse mõõdikute süsteem avaliku sektori tarkvarasüsteemidele,” 2014.
- [48] “How to Measure Product Usability with the System Usability Scale (SUS) Score.” [Online]. Available: <https://uxplanet.org/how-to-measure-product-usability-with-the-system-usability-scale-sus-score-69f3875b858f>. [Accessed: 22-Apr-2019].
- [49] J. Rubin and D. Chisnell, *Handbook of usability testing : how to plan, design, and conduct effective tests*. John Wiley & Sons, 2011.
- [50] “Formative Evaluation | Usability Body of Knowledge.” [Online]. Available: <https://www.usabilitybok.org/formative-evaluation>. [Accessed: 26-Mar-2019].
- [51] A. Holzinger, “Usability engineering methods for software developers,” *Commun. ACM - Interact. Des. Child.*, vol. 48, no. 1, pp. 71–74, 2005.
- [52] “Why You Only Need to Test with 5 Users.” [Online]. Available: <https://www.nngroup.com/articles/why-you-only-need-to-test-with-5-users/>. [Accessed: 26-Mar-2019].
- [53] “Free Screen Recording Software from eLecta Live.” [Online]. Available: <http://www.screenrecordings.com/>. [Accessed: 27-Mar-2019].
- [54] L. Kolkanen, “Veebirakenduse pilguga juhtimise edasiarendusvõimalused,” Tallinna Tehnikaülikool, 2019.
- [55] *Puuetega inimeste sotsiaaltoetuste seadus (28.11.2017)*. Riigi Teataja.
- [56] Eesti Puuetega Inimeste Koda, “Puue.” [Online]. Available: <https://www.epikoda.ee/puue/>. [Accessed: 02-Mar-2019].
- [57] *Puude raskusastme tuvastamise tingimused ja kord ning puudega tööealise*

inimese toetuse tingimused (01.07.2016). Riigi Teataja.

- [58] Eesti Puuetega Inimeste Koda, “Puudetoetused tööealistele (alates 01.07.2016).” [Online]. Available: <https://www.epikoda.ee/wp-content/uploads/2012/06/Puudetoetused-töoealistele-al-01.07.16-tabel.pdf>. [Accessed: 02-Mar-2019].
- [59] Sotsiaalkindlustusamet, “Puude tuvastamine.” [Online]. Available: <https://www.sotsiaalkindlustusamet.ee/et/puue-ja-hoolekanne/puude-tuvastamine>. [Accessed: 18-Mar-2019].
- [60] Eesti Puuetega Inimeste Koda, “Töövõime.” [Online]. Available: <https://www.epikoda.ee/avaleht/toovoime/>. [Accessed: 18-Mar-2019].
- [61] Töötukassa, “Töövõimetoetuse saamise tingimused.” [Online]. Available: <https://www.tootukassa.ee/content/toovoimereform/toovoimetoetuse-saamise-tingimused>. [Accessed: 18-Mar-2019].
- [62] Töötukassa, “Töövõimetoetus.” [Online]. Available: <https://www.tootukassa.ee/content/toovoimereform/toovoimetoetus>. [Accessed: 18-Mar-2019].
- [63] Sotsiaalministeerium, “Eesmärgid, tegevused.” [Online]. Available: <https://www.sm.ee/et>. [Accessed: 06-May-2019].
- [64] *Sotsiaalkindlustusameti põhimäärus (11.02.2019)*. Riigi Teataja.
- [65] Töötukassa, “Töötukassast.” [Online]. Available: <https://www.tootukassa.ee/content/tootukassast>. [Accessed: 18-Mar-2019].
- [66] Eesti Puuetega Inimeste Koda, “Koja tutvustus.” [Online]. Available: <https://www.epikoda.ee/kojast/>. [Accessed: 18-Mar-2019].
- [67] Eesti Liikumispuudega Inimeste Liit, “Eesti Liikumispuudega Inimeste Liidu arengukava,” 2004. [Online]. Available: <http://www.elil.ee/eesti-liikumispuudega-inimeste-liit/organisatsioon>. [Accessed: 23-Mar-2019].
- [68] “Lihasehaigete Selts » ELS.” [Online]. Available: <http://www.els.ee/>. [Accessed:

26-Mar-2019].

- [69] Töötukassa, “Teenused vähenenud töövõimega inimese tööandjale.” [Online]. Available: <https://www.tootukassa.ee/content/toovoimereform/teenused-vahenenud-toovoimega-inimese-tooandjale>. [Accessed: 18-Mar-2019].
- [70] Töötukassa, “Palgatoetus.” [Online]. Available: <https://www.tootukassa.ee/content/toovoimereform/palgatoetus>. [Accessed: 18-Mar-2019].
- [71] Töötukassa, “Tööruumide ja -vahendite kohandamine.” [Online]. Available: <https://www.tootukassa.ee/content/toovoimereform/tooruumide-ja-vahendite-kohandamine>. [Accessed: 18-Mar-2019].
- [72] “Ettevõtteid | Invaru.” [Online]. Available: <https://www.invaru.ee/ettevottest>. [Accessed: 26-Mar-2019].
- [73] “About us | jobability.” [Online]. Available: <http://www.jobability.org/content/about-us>. [Accessed: 29-Mar-2019].
- [74] “WORKink.com.” [Online]. Available: <https://www.workink.com/>. [Accessed: 29-Mar-2019].
- [75] “TranscribeMe.” [Online]. Available: <https://www.transcribeme.com/>. [Accessed: 29-Mar-2019].
- [76] “About Us » Way With Words Jobs.” [Online]. Available: <https://waywithwordsjobs.com/about/>. [Accessed: 29-Mar-2019].
- [77] “Professional translations: Hire a translator or become a translator - Gengo.” [Online]. Available: <https://gengo.com/translators/>. [Accessed: 29-Mar-2019].
- [78] “Tester Work - Earn Money Testing Apps.” [Online]. Available: <https://testerwork.com/>. [Accessed: 29-Mar-2019].
- [79] “Testbirds-Nest.” [Online]. Available: <https://nest.testbirds.com/home/tester#tester>. [Accessed: 29-Mar-2019].

- [80] “Software Testing & QA Services Company - Testlio.” [Online]. Available: <https://testlio.com/>. [Accessed: 29-Mar-2019].
- [81] “Web Usability testing - website navigation test - Analysia.com.” [Online]. Available: <http://www.analysia.com/index.asp>. [Accessed: 21-Apr-2019].
- [82] “Amazon Mechanical Turk.” [Online]. Available: <https://www.mturk.com/>. [Accessed: 21-Apr-2019].
- [83] “Remotasks.” [Online]. Available: <https://www.remotasks.com/>. [Accessed: 21-Apr-2019].
- [84] “Clickworker.” [Online]. Available: <https://www.clickworker.com/>. [Accessed: 21-Apr-2019].
- [85] “About Us - The Smart Crowd.” [Online]. Available: <http://www.thesmartcrowd.com/about/>. [Accessed: 21-Apr-2019].
- [86] “EyeX controller accuracy and precision test report - Tobii Developer Zone.” [Online]. Available: <https://developer.tobii.com/community/forums/topic/eyex-controller-accuracy-and-precision-test-report/#post-3075>. [Accessed: 04-Feb-2019].
- [87] “Tobii eyeX review: The ‘eye mouse’ is magical, but just not for everyone | PCWorld.” [Online]. Available: <https://www.pcworld.com/article/3014523/peripherals/tobii-eyex-review-the-eye-mouse-is-magical-but-just-not-for-everyone.html>. [Accessed: 17-Feb-2019].
- [88] “Analytical Use of Eye Tracking Data.” [Online]. Available: https://analyticaluse.tobii.com/?utm_source=developer.tobii.com. [Accessed: 17-Feb-2019].
- [89] “Tobii Pro eye tracker test method and test reports,” 2015. [Online]. Available: <https://www.tobii.com/about/quality/>. [Accessed: 17-Feb-2019].
- [90] “Evaluate data quality for scientific reports - Tobii Developer Zone.” [Online]. Available: <https://developer.tobii.com/community/forums/topic/evaluate-data-quality-for-scientific-reports/>. [Accessed: 05-Feb-2019].

Lisa 1 – EyeTal'i ülesse seadmine

1. Laadida kaks faili: Tobii_Eye_Tracking_Core_v2.13.3.7443_x86.exe ja SignalrServer.7z
2. Käivitada Tobii_Eye_Tracking_Core_v2.13.3.7443_x86.exe
3. Pakkida lahti SignalrServer.7z ja käivitada järgmise asukohaga .exe: SignalrServer\SignalrServer\bin\x64\Debug\SignalrServer.exe
4. Kontrollida, kas arvutis on Microsoft Edge olemas. Kui ei ole, siis see alla laadida.
5. Ühendada silmajälgimise seade ja paigaldada ekraani alumisse serva.
6. Käivitada Tobii. Seadistada seade *Adjust Device* ja luua kasutaja profiil.
7. Käivitada SignalR
8. Käivitada Edge (75% peal)
9. Avada tarkvara.datel.ee/eyetal
10. Käivitada EyeTal'i kalibreerimine
11. Käivitada Tobii Eye Gaze
12. Käivitada EyeTal punktide kuvamine
13. Ekraani pildi salvestamiseks. Windows key and G / Start menu and search for "Game bar" (või <http://www.screenrecordings.com/>)

Lisa 2 - EyeTal'i testimise protseduur lõppkasutajatega

Tekst osalejaga:

Aitäh, et oled nõus osalema EyeTal'i testimises. (Tutvusta EyeTal'i). Testimise tulemusi kasutatakse magistritöös, kus kõikide osalejate anonüümsus on tagatud. Esmalt küsin ma sinult sissejuhatavaid küsimusi. Seejärel kalibreerime seadme ja tutvume silmajälgimise tehnoloogiaga. Sellele järgnevalt vaatame sinuga EyeTal'i keskkonda ja käime läbi mõningad tegevused. See võtab aega umbes 60 minutit.

Ülesanded antakse sinule paberil, esmalt sisaldab see väikest õpetust ja siis ülesannet, mida pead täitma. Loed õpetuse ja ülesande läbi ja kui oled valmis ülesandega alustama, siis ütle kõva häälega „Alustan“. Kui sa lõpetada etteantud ülesande, siis ütle kõva häälega „Valmis“. Olen väga tänulik kui tegevuste käigus mõtled kõva häälega ning annad teada, mis sulle meeldib ning mis võiks paremini olla. Oluline on silmas pidada, et me ei testi sind ega sinu võimeid, vaid keskkonda, selle kasutamise mugavust ja lihtsust. Kui sa lubad, siis ma salvestan ekraanipilti ja heli. See aitab mul vajadusel mõned kohad üle vaadata. Pärast ülesannete tegemist küsin me sinult küsimusi seoses EyeTal'i kasutamise kogemusega. Kas sul on mulle küsimusi enne kui me alustame?

Õpetus - Navigatsioon

Sa saad liigutada kaarti, kui vaated külgedele.

Sa saad kaarti sisse suumida, kui

1. Vaata kaardil ühte punkti, kus sa soovid suumida – nupp ilmub
2. Kasuta „+“ ja „-“, nuppe, et sisse või välja suumida



Ülesanne 1

Ütle „Alusta“

- Vali kasutajaks „Karl“ ja sulge modaal
- Navigeeri Tallinna Raekoja platsi

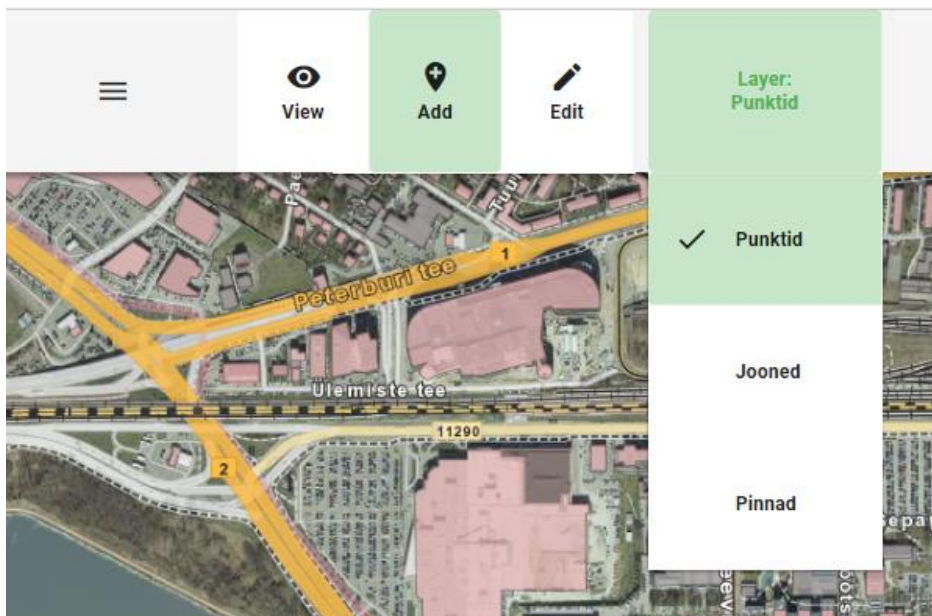
Ütle: „Tehtud“

Õpetus - Punkti lisamine

Punkti lisamine on 2-sammuline protsess. Esmalt, pead punkti lisama kaardile ja seejärel lisama punktide mingi tekstilise informatsiooni (meta-andmed).

Punktide lisamiseks:

- Valida „Add“ funktsioon menüüst
- Valida punktide kiht „Layer:Punktid“ kihimenüüst



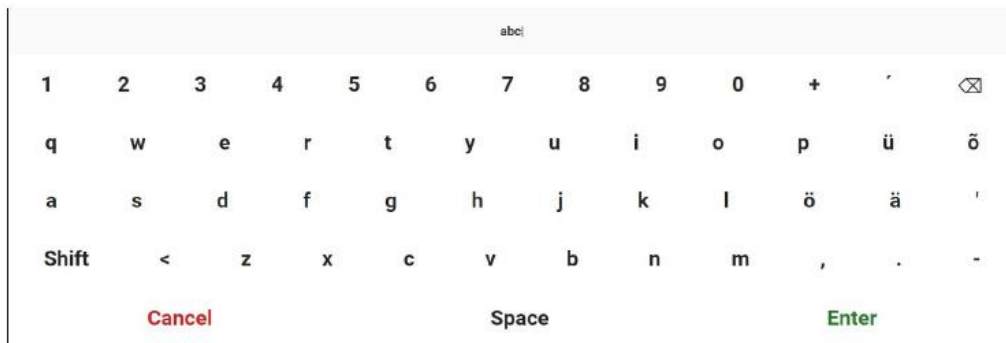
- Vaata asukohta, kuhu soovid punkti lisada – Ilmub nuppudega menüü



- Vajadusel liiguta noolte abil punkt soovitud asukohta
- Vajuta nupule „Place“, et panna punkt maha. Kui punkt on valesti asetatud, siis saad nooltega asukohta muuta ja nupule „Place“ vajutades selle asendada
- Vaata päises olevale nupule „Save“ – Meta-andmete modaal ilmub

Meta-andmete lisamiseks:

- Vaata meta-andmete sisestusvälja, mida soovid redigeerida – klaviatuur ilmub
- Kasuta klaviatuuri, et täita väli „Type“
- Lõpetamiseks vajuta „Enter“ ja „Save“



Ülesanne 2

Ütle „Alusta“

- Navigeerige Tallinna Lennujaama
- Valides kihti „Punktid“, pane maha punkt vabalt valitud parkivale lennukile
- Save – Meta-andmete modaal ilmub
- Sisesta „Type 1“ meta-andmete väljale „Type“
- Save

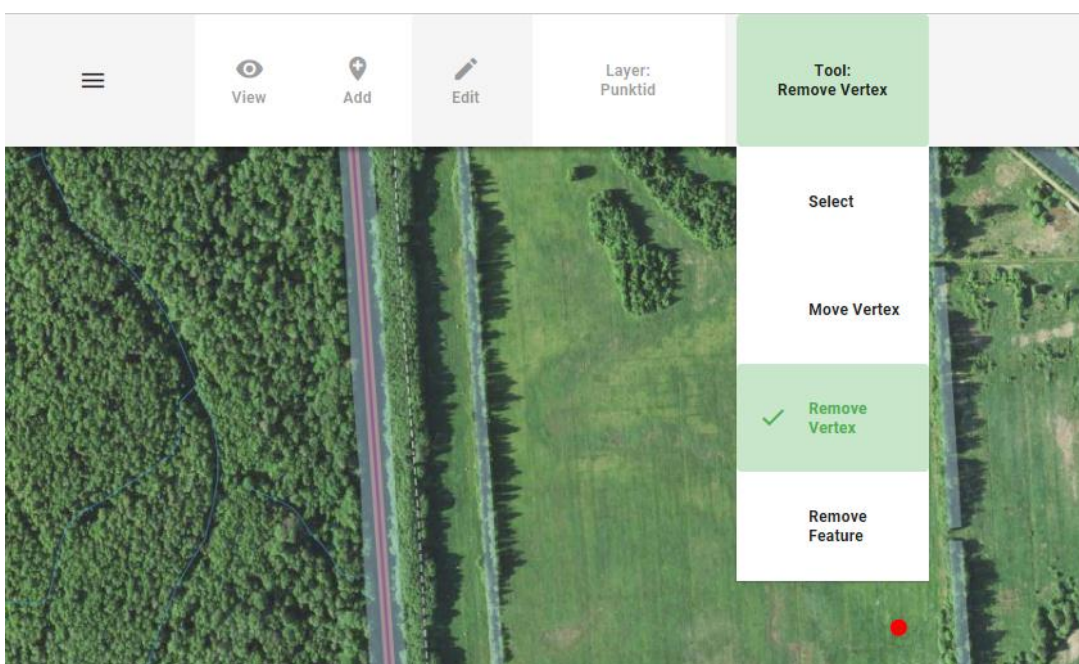
Ütle: „Tehtud“

Õpetus - Olemasoleva objekti muutmine

Esmalt vali menüüst režiim „Edit“. Seejärel vali muudetavale objektile vastav kiht, nt. punktide muutmiseks „Layer: Punktid“. Kui oled tööriista silmadega ära valinud, siis vaata silmadega objekti, mida soovid valida. Objekti juurde tekib menüü, vali „Select“.

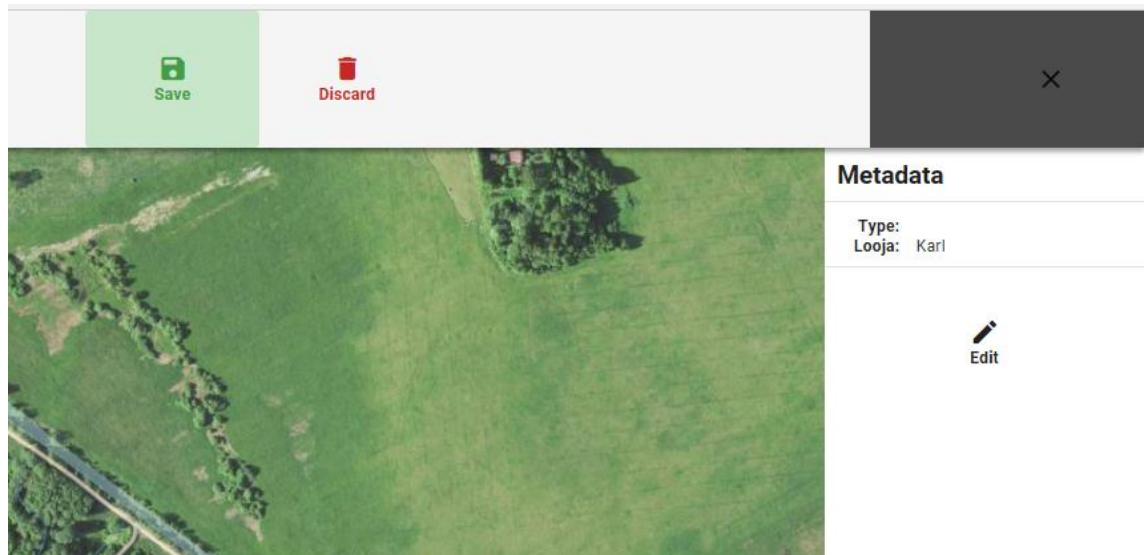


Pärast seda kui sa oled objekti ära valinud saad sa seda liigutada kaardil kasutades tööriista „Move vertex“ ja samuti muuta objekti meta-andmeid. Punkti liigutamiseks kasuta tööriista „Move vertex“, vali see „Tool“ menüüst ja vaatama oma punktile kaardil ja kasuta nooli, et seda liigutada.



Metaandmete muutmiseks:

- Ole kindel, et objekt on valitud – meta-andmete menüü on nähtaval paremal pool
- Vaata nupp „Edit“ meta-andmete menüüs



- Vaata meta-andmete välja, mida soovid muuta – klaviatuur ilmub
- Kasuta klaviatuuri, et muuta väärtust

Ülesanne 3

Ütle: „Alusta“

- Vali enda joonistatud punkt lennukil, mille lisasid eelmises ülesandes
- Liiguta see punkt mõnele teisele lennukile
- Muuda meta-andmete välja „Type“ uueks väärtuseks „Plane 2“
- Salvesta „Save“

Ütle: „Tehtud“

Õpetus - Joone lisamine

Joone lisamiseks:

- Vali režiim „Add“
- Vali kiht „Layer: Jooned“
- Lisa punktid kaardile vaadates soovitud asukohtadesse ja kinnita asukoht nupuga „Place“
- Salvesta „Save“

Ülesanne 4

Ütle: „Alusta“

- Vali režiim „Add“
- Vali kiht „Jooned“
- Joonista lennuki asukoht teekond õhkutõusu rajani. Kasuta kõige otsemat teed, aga väldi teekonna murule sattumist
- Kirjuta „Teekond“ metaandmete väljale „Type“
- Salvesta „Save“

Ütle: „Tehtud“

Õpetus - Pindobjekti lisamine

Pinna lisamiseks:

- Vali režiim „Add“
- Vali kiht „Layer: Pinnad“
- Aseta punktid vaadates asukohtadesse, kuhu soovid panna pinna nurgapunktid ja kinnita tulemust vajutades nupule „Place“
- Salvesta „Save“

Ülesanne 5

Ütle: „Alusta“

- Joonista Tallinn lennujaama maja kujutis kasutades kihti „Pinnad“
- Kirjuta „Lennujaam“ meta-andmete väljale „Maakasutus“
- Salvesta „Save“

Ütle: „Tehtud“

Õpetus - Pindobjektilt punktide eemaldamine

Pindobjektilt punkti eemaldamiseks:

- Vali režiim „Edit“ - ole kindel, et sa aktiveerinud õige kihi („Layer“)
- Vaata pindobjekti, mida soovid muuta ja vali „Select“
- Vali tööriist „Tool: Remove Vertex“
- Vaata punkti, mida sa soovid eemaldada
- Kui menüü ilmub, siis kinnita eemaldamine nupuga, millel on prügikasti ikoon.



- Salvesta „Save“

Ülesanne 6

Ütle: „Alusta“

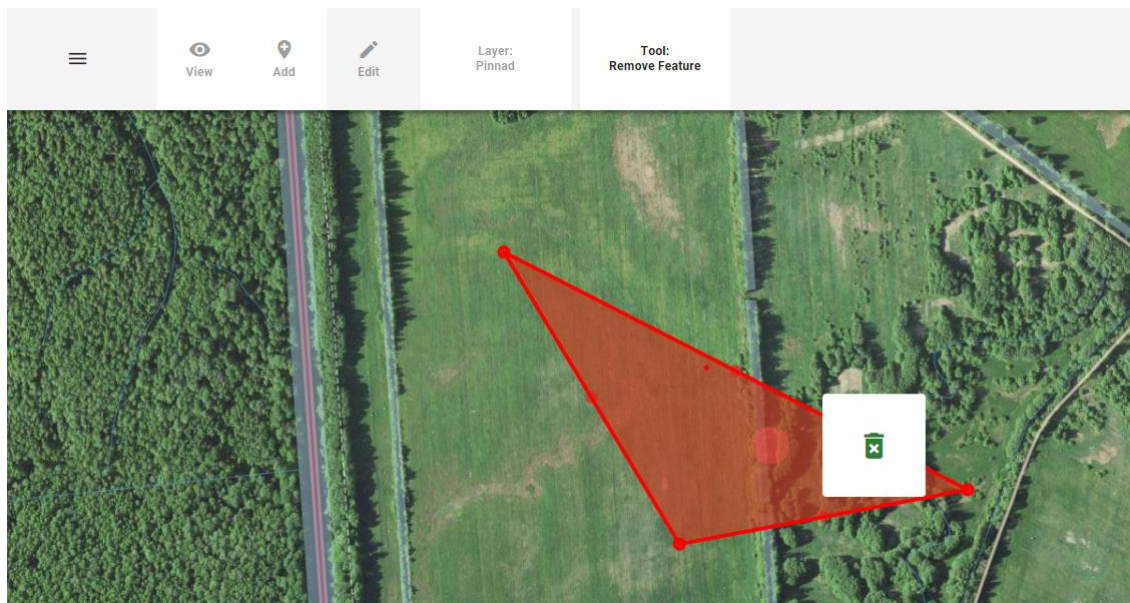
- Eemalda kaks kõige põhjapoolsemat punkti Tallinna lennujaama objekti pinnalt, mis sa just lisasid.
- Salvesta tulemus.

Ütle: „Tehtud“

Õpetus - Objektide kustutamine

Objektide kustutamiseks:

- Vali režiim „Edit“ - ole kindel, et sa aktiveerinud õige kihi
- Objekti, mida soovid muuta ja vali „Select“
- Vali tööriist „Tool: Remove Feature“
- Vaata objekti, mida sa soovid eemaldada
- Kui menüü ilmub, siis kinnita eemaldamine nupuga, millel on prügikasti ikoon.



Ülesanne 7

Ütle: „Alusta“

- Eemalda kõik objektid, mis sa lisisid – punkt, teekonna joon ja pind.

Ütle: „Tehtud“

Lisa 3 – Intervjuude küsimused huvigruppidega

Sotsiaalkindlustusamet

1. Kas te näete EyeTal'i lahenduses potentsiaali? Milliseid plusse ja miinuseid näed?
2. Mis võiksid olla probleemid ja piirangud selle lahenduse kasutamisel?
3. Kas riik toetab silmajälgimise seadete soetamist? Millisel määral? Milline on soodustuse taotlemise protsess ja reeglid? Kas seadmel peab olema ametlik maaletooja?
4. Kui paljudele inimestele iga aasta on SKA andnud toetusi silmajälgimise seadme ostmiseks?
5. Milleks teile teadaolevalt kasutatakse silmajälgimise seadmeid (nt. kommunikatsioon, meelelahutus või tööks)?
6. Kas puudega inimesel on mingitel tingimustel automaatselt Haigekassa?

Töötukassa

1. Milliseks hinnatakse töövõime tavaliselt isikul, kelle mõistus on korras, aga keerukas või ebamugav liigutada käsi? Või isikul, kellel on nt. ALS, sclerosis multiplex, seljaaju vigastused?
2. Milliseid meetmeid Töötukassa praegu rakendab, et pakkuda osalise töövõimega inimestele töö tegemise võimalusi?
3. Kas ja kui palju tööandjaid kasutavad puuetega inimeste tööle võtmise toetusi ja seotud teenuseid?
4. Kas Töötukassa on varasemalt kokku puutunud silmajälgimise tehnoloogiaga?
5. Kas Töötukassale on teada, kui palju praegu puuetega inimestel on silmajälgimise seadmeid kasutusel?
6. Milliseid silmajälgimise seadmeid kasutatakse Eestis (nt. tootja)?
7. Kas riigi rahastus on piisav silmajälgimise seadmete jaoks?
8. Kas näete EyeTal'i lahenduses potentsiaali? Milliseid plusse ja miinuseid?
9. Mis võiksid olla probleemid ja piirangud selle lahenduse kasutamisel?

Vabaihendused: Eesti Puuetega Inimeste Koda, Eesti Liikumispuudega Inimeste Liit, Lihasehaigete Selts

1. Kas näete EyeTal'i lahenduses potentsiaali? Milliseid plusse ja miinuseid näed?
2. Mis võiksid olla probleemid ja piirangud selle lahenduse kasutamisel?
3. Milleks teile teadaolevalt kasutatakse silmajälgimise seadmeid (nt. kommunikatsioon, meelelahutus või tööks)?
4. Milliseid silmajälgimise seadmeid kasutatakse Eestis (nt. tootja)?
5. Kui kaua kasutatakse silmajälgimise seadmeid järjest? Kui tihti kasutatakse silmajälgimise seadmeid?
6. Kui palju praegu puuetega inimestel on silmajälgimise seadmeid kasutusel?
7. Kas riigi rahastus on piisav silmajälgimise seadmete jaoks?
8. Milline on silmajälgimise seadmete kasutajate rahuolu, kogemus?
9. Kes aitab silmajälgimise seadeid paigaldada?
10. Kas teile teadaolevalt on tehtud mingeid uuringuid puuetega inimeste silma jälgimise seadmete kasutamise kohta Eestis?

Tööülesandeid pakkuvad ettevõtted, asutused

1. Kas näed EyeTal'i lahenduses potentsiaali? Milliseid plusse ja miinuseid näed?
2. Mis võiksid olla probleemid ja piirangud selle lahenduse kasutamisel?
3. Kas teil on tööülesandeid, mida võiksite EyeTal'i portaali panna?

Riistvara maaletooja

1. Kas näed EyeTal'i lahenduses potentsiaali? Milliseid plusse ja miinuseid näed?
2. Mis võiksid olla probleemid ja piirangud selle lahenduse kasutamisel?
3. Kui palju silmajälgimise seadmeid on müüdnud? Kui suur on huvi? Kuidas on klientide tagasisidet?
4. Kas riik toetab kuidagi silmajälgimise seadete soetamist?
5. Milleks kasutatakse silmajälgimise seadmeid (nt. kommunikatsioon, meelelahutus, tööks)?
6. Kui kaua on ettevõtte neid Eestis müüdnud?
7. Kas maaletooja osutab mingeid lisateenuseid seoses silmajälgimise seadmetega (nt. koolitused, hooldus)?
8. Kui palju tohib silmajälgimise seadmeid järjest kasutada?

Lisa 4 – Lõppkasutaja küsimustik

EyeTal'i kasutatavuse testimine

1. Nimi

2. Vanus

3. Kas sul esineb epilepsiat

Mark only one oval.

Jah

Ei

4. Kas sul on meditsiinilisi seadmeid, mis on tundlikud infrapuna valguse või lainete suhtes?

Mark only one oval.

Jah

Ei

5. Diagnoos

Mark only one oval.

amüotroofiline lateraalne skleroos ehk ALS / motoneuroni haigused ehk MND

hulgiskleroos (sclerosis multiplex) (MS)

Tserebraalne paralüüs (CP)

seljaaju lihaste atroofia (SMA)

Werdnig-Hoffmani sündroom

Rett'i sündroom

lihasdüstroofia (MD)

lukustatud sündroom

seljaaju vigastus - kvadripleegia (kahjustatud on nii käte kui jalgade töö) (SCI)

ajuinsult

traumaatiline ajukahjustus (TBI)

Ülekoormusvigastus (RSI)

Other: _____

6. Kui palju tundi päevas sa kasutad arvutit?

7. Kas sa kasutada silma nägemist korrigeerivaid vahendeid?

Mark only one oval.

- Prillid
- Läätsed
- Ei kasuta
- Other: _____

8. Kas sul on kogemusi kaartidega (veebikaardid, kaardiandmete lisamine)

Mark only one oval.

- Jah
- Ei

9. Kui jaa, siis kirjelda lähemalt

10. Kas sul on eelnevaid kogemusi silmajälgimisega tehnoloogiaga?

Mark only one oval.

- Jaa
- Ei

11. Kui jaa, siis kirjelda lähemalt (millised seadmed, milleks kasutanud, kus oled kasutanud, kui palju igapäevaselt?)

Testi läbi viimine

Testi ajal (täidab läbiviija)

12. Kuidas kasutaja on positsioneeritud?

Mark only one oval.

- Istub ratastoolis
- Pikali
- Külili
- Other: _____

13. Kas kasutajal esines soovimatuid pealiigutusi?

Mark only one oval.

Jah

Ei

Other: _____

Kasutaja rahulolu

Testi järgselt

14. Kas EyeTal oleks midagi, milles sa näed potentsiaali? Põhjendage

15. Kui eelnev kogemus silmajälgimisega on olemas, siis võrreldes eelneva kogemusega, kuidas EyeTal'i rakendus kasutamine tundus?

16. Kas lahenduse kasutamine nõudis sinult füüsilist pingutust?

17. Kas lahenduse kasutamine nõudis sinult vaimset pingutust?

18. Kas sa tundsid aja survet?

19. Kas sul tekkis lahenduse kasutamisel frustratsioon?

20. Kui kiiresti sa suudsid enda arust ülesandeid täita?

Mark only one oval.

	1	2	3	4	5	
Aeglaselt	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	Kiiresti

21. Kas sul tekkis lahenduse kasutamisel ebamugavus...

Tick all that apply.

- Peas, peavalu
- Silmades
- Näos
- Suus
- Kaelas
- Other: _____

22. Kuidas sa hindad süsteemis millelegi osutamise täpsust

Mark only one oval.

	1	2	3	4	5	
Väga halb	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	Väga hea

23. Kuidas sa hindad süsteemis millelegi osutamise kiirust

Mark only one oval.

	1	2	3	4	5	
Väga halb	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	Väga hea

24. Kuidas sa hindad süsteemis mingi valiku tegemise täpsust

Mark only one oval.

	1	2	3	4	5	
Väga halb	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	Väga hea

25. Kuidas sa hindad süsteemis mingi valiku tegemise kiirust

Mark only one oval.

	1	2	3	4	5	
Väga halb	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	Väga hea

26. Kuidas sa hindad süsteemi kontrollimise lihtsust

Mark only one oval.

	1	2	3	4	5	
Väga halb	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	Väga hea

Süsteemi kasutatavus

Testi järgselt

27. Ma arvan, et kasutaksin seda süsteemi tihti:

Mark only one oval.

	1	2	3	4	5	
Kindlasti ei	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	Kindlasti jah

28. Ma arvan, et süsteem oli põhjendamatult keeruline:

Mark only one oval.

	1	2	3	4	5	
Kindlasti ei	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	Kindlasti jah

29. Ma arvan, et süsteem oli lihtsalt kasutatav:

Mark only one oval.

	1	2	3	4	5	
Kindlasti ei	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	Kindlasti jah

30. Ma arvan, et vajan tehnilise kompetentsiga inimeste abi selle süsteemi kasutamiseks:

Mark only one oval.

	1	2	3	4	5	
Kindlasti ei	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	Kindlasti jah

31. Minu arvates olid paljud funktsioonid süsteemis hästi omavahel ühendatud:

Mark only one oval.

	1	2	3	4	5	
Kindlasti ei	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	Kindlasti jah

32. **Minu arvates käitus süsteem liiga erinevalt erinevates kohtades:**

Mark only one oval.

	1	2	3	4	5	
Kindlasti ei	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	Kindlasti jah

33. **Ma usun, et enamus inimesi õpib selle süsteemi kasutamise väga kiirelt selgeks:**

Mark only one oval.

	1	2	3	4	5	
Kindlasti ei	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	Kindlasti jah

34. **Minu arvates on süsteemi kasutamine liiga aeganõudev ja kohmakas:**

Mark only one oval.

	1	2	3	4	5	
Kindlasti ei	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	Kindlasti jah

35. **Ma tundsin ennast seda süsteemi kasutades väga kindlalt:**

Mark only one oval.

	1	2	3	4	5	
Kindlasti ei	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	Kindlasti jah

36. **Mul oli vaja õppida suhteliselt palju enne, kui sain süsteemi tegelikult kasutada:**

Mark only one oval.

	1	2	3	4	5	
Kindlasti ei	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	Kindlasti jah

Lisa 5 – Intervjuud huvigruppide esindajatega ja kirjavahetus

Riistvara maaletooja

Silmajälgimise tehnoloogia teadlikkus on probleem nii Eestis kui ka kogu maailmas. Läbivad probleemid on samad. Kuna nii kaelast allapoole halvatud kui ka ALS diagnoosiga on nelja seinu vahel kinni, siis see info lihtsalt ei jõua nendeni, nad ei saa käia kuskil messidel, ei saa käia uudistamas uusi tooteid. Samuti see info ei tule ka haiglatest, kust tegelikult võiks see info tulla. Invaru on tööd teinud selle nimel, et suhelda haiglatega, aga sealsed inimesed on väga hõivatud.

Invaru koostöö Tobii-ga hakkas 2012. aastal, kui nad otsisid Eestisse edasimüüjat. Tobii on kõige suurem tegija selles valdkonnas ja omab kolme ärivaldkonda: teaduse ja uuringud, mängud ja laiatarbe tooted ning alternatiivne kommunikatsioon (Dynavox). Tobii teadustöö jaoks mõeldud seadmed maksavad 30 000 – 40 000 eurot.

Nüüdseks on Eestis Tobii Dynavox silmajälgimise tehnoloogia kasutajaid kokku ligikaudu 30. See ei ole selline toode, kus oleks pakkumist aastas sadade kaupa, see on niši toode. Invaru eesmärk on pakkuda kliendile võimalikult parimat lahendust, kas see on Tobii süsteem, lülite süsteem, see sõltub kliendi vajadustest. Eestis silmajälgimise seadet kasutatakse erinevatel eesmärkidel. Intellekti puuetega laste puhul saab logopeed analüüsida, mida laps ekraanil näeb, kus pilk liigub. Kaelatraumaga noored mehed ja ALS patsiendid kasutavad kommunikatsiooniks. Kuna ALS diagnoosiga ja seljaaju traumaga inimesed ühel hetkel suudavad rääkida ja kõiki normaalseid asju teha, aga siis ühel hetkel enam ei saa, siis ligipääs arvutile ja kommunikatsioonile on nende jaoks väga oluline, et nad saaksid suhelda oma pereliikmetega ja oma vajadusi rahuldada (nt. soovivad nina sügada, kuid ise ei ole võimalik neil seda teha).

Tobii pakub ka õppemänge, millel igaühel on kindlad ülesanded, mida nad treenivad. Neid kasutatakse laste puhul, aga ka täiskasvanute puhul, kes silmajälgimise tehnoloogiat esmakordselt kasutavad, sest läbi mängu on kõige parem õppida süsteemi töötamist. See ei toimi, kui pannakse isik esmakordselt silmajälgimise tehnoloogiaga arvuti ette ja öeldakse, et hakka Skype-is kirjutama. Ka ei ole nii, et kasutajad saavad seadme kätte ja esimeselt päeval saavad hakata Delfi-s surfama.

Kui seadet kliendile esmakordselt tutvustatakse, siis esimene proovimine kestab maksimaalselt pool tundi, sest inimese silmad väsivad ära, sest nad ei ole harjunud nii väikestele objektidele fokuseerima. Harjumise ja õppimise soodustamiseks ongi mängud ja *Tobii Eye Gaze Pathway* tarkvara ka. Tavaliselt kui inimene esimest korda proovib, siis alguses läheb neil hästi, esimese veerand tunni jooksul saavad midagi trükitud, esimesed veebilehed avatud ehk saavad väga positiivse kogemuse. Spetsialist kõrvalt näeb, et süsteem töötab tema puhul. Kui inimene saab seadme kätte võib tekkida frustratsioon, et näiteks, ta ju vaatab virtuaalsel klaviatuuril ühe tähe peale, aga aktiivseks läheb teine täht. Inimesel tekib tunne, et ta ei saa hakkama sellega, siis tuleb klienti rahustada ja selgitada, et tuleb 3-4 nädalat igapäev 1-2 tundi harjutada, alguses lühemad perioodid ja ajapikku silmad harjuvad ära. Teadaolevalt kõige pikemalt kasutab üks klient silmajälgimise seadet igapäev 3,5h, et olla maailmaga kursis. Teiste kasutajate kohta info puudub.

Silmajälgimise seadme soetamiseks SKA soodustuse saamise protsess on läinud lihtsamaks pärast 2016. aastat. Inimesel peab olema puudeotsus, eriarsti tõend, et ta vajab sellist abivahendit. Invaru kohtub kliendiga, mille käigus Invaru leiab sobiva abivahendi, kirjutab hinnapakumise ja seejärel peab klient täitma SKA-s erimenetluse avalduse. SKA-s komisjon otsustab, kas soodustuse protsess on 70%, 90% või mingi muu. SKA ei anna soodustust abivahenditele, mis on laiatarbe müügis, nt. tahvelarvuti. See ei ole nii ainult Eestis, selline piirang on teistes riikides ka. Tobii Dynavox toodetele saab läbi Invaru saada soodustust.

Mõned asutused on soetanud seadmed omafinantseeringuga, nt. Haapsalu Neuroloogiline Rehabilitatsioonikeskus, Käo Kool, Tallinn Õunakese lasteaed, Adeli Rahvusvaheline Rehabilitatsioonikeskus.

Invaru pakub koos seadmega Windows Control 2 tarkvara, mis on disainitud spetsiaalselt silmajälgimise seadme abil arvuti kasutamiseks. Windows 10-s on ka võimalus sisse lülitada sarnane võimalus, mis valminud koostöös Tobii-ga, aga see on tehtud pigem nõ. „linnukese“ pärast. Enamus kasutajaid kasutabki Windows Control 2-e arvuti kasutamiseks. Windows Control 2 on kahe astmeline (enne valid funktsiooni nt. parem klikk ja siis vaatad, kuhu soovid klikkida), mis aitab ära hoida tahtmatuid klikke. Invaru pakub seda vajadusel koos seadme komplektiga ehk siis SKA annab ka sellele soodustust.

Tobii PCEye Mini ja Windows Control 2 maksab 2800 eurot. Sellega kaasneb ka tehniline tugi kuni seadme eluea lõpuni. Invaru korraldab ka koolitusi ja infopäevi silmajälgimise tarkvarade (nt. Communicator) tutvustamiseks või koolitamiseks.

Inimesed, kes praegu kasutavaid juba mingeid alternatiivseid vahendeid arvutiga suhtlemiseks (nt. suured klaviatuurid, *head mouse*) ei soovi võtta kasutusele uusi alternatiive, nt. silma jälgimist, sest nad on juba praeguse lahendusega nii harjunud. Keeruline on panna neid uusi asju ka katsetama, kui nende jaoks süsteem töötab, siis nad ei ole huvitatud uutest süsteemidest ja lahendustest.

Prillid võivad silmajälgimise kasutamisel olla probleemiks. Lisaks klaasile võib rolli mängida ka prilliraamid. Näiteks plastikust/puidust raamid on paremad kui metallist raamid. Invaru praktikast lähtuvalt on Tobii PCEye Mini töötanud umbes 95 % prillidega inimeste peal. Ühte kohta vaatamine on inimese silma jaoks raske ülesanne ja kui lisada sinna prillid (erineva klaasi ja raamiga), siis tõe poolest ei pruugi silmajälgimise süsteem kõigi inimeste peal hästi töötada. Prillikandjate puhul peaks veel kriitilisemalt jälgima ruumide valgustust ja päikese valguse peegeldumist. See asjaolu võib ka muuta kasutamise raskeks.

Vabaihendused

Eesti Puuetega Inimeste Koda, Eesti Liikumispuudega Inimeste Liit

Eestis on vähemalt 3 tööportaali (Töötukassa, CV-Online, CV.ee). Lisanduval tööportaalil mõtet ei näe. Lisaks ei näe mõtet tööportaalil, milles oleks tööpakkumised ainult vähenenud töövõimega inimestele. Täna ühiskonnas võiks liikuda sinna poole, et inimene saab teha ükskõik, mis tööd, kui tal on olemas tahe, oskused ja motivatsioon. Spekter on lai, mida puudega inimene saaks teha. Inimesed saavad ise oma oskusi arendada ja õppida.

Kui EyeTal'i portaal oleks selleks, et kaugtöö vormis teha tööd oma arvuti taga, siis selles näeks potentsiaali. Sel juhul see võiks olla töö mingi konkreetse tööandja juures, kelle jaoks ta teeb kaugtööd. Kui see tööportaal pakuks tööampse, siis ei usu, et inimesed hakkaksid omal käel mingit juriidilist keha ümber looma ja nad hakkaksid selliseid tööotsasid tegema. Pigem see peaks olema lepinguga, nt. töövõtuleping või tööleping. Käsundusleping ei anna mingit tagatist, nt. Haigekassa ega sotsiaalset garantiid, nt.

tulevikus pension. Tööampsudena toimiks ehk nii, et inimesel on 2 tundi aega ja tal silmadega juhtimise seade ning ta võib mingid asjad ära teha. Hetkel Töötukassa mõistes on nii, et kui inimene on töötuna arvel ja teeb tööampse, siis ta käib korra töötajate registrist läbi, aga siis ta peab ennast jälle töötuna arvele võtma. Tööampsud toimivad hästi, kui inimesed teevad neid oma põhitöö kõrvalt. Kindlus elus, mis puudutab tööd on väga oluline. Oluline on teadmine, et sul on täna töö, ka homme töö ja poole aasta pärast. Hea on teada, et sissetulek on stabiilne ja sa saad sellega arvestada.

Riigirahastus on hetkel piisav, kes küsida oskab see saab. Aktiivsemad puudega inimesed saavad neid toetusi ja kohandusi, nõ. ajavad toetused välja. Töötukassast töövahendiks abivahendi toetuse saamine ei ole probleem. SKA-ga on ilmselt keerulisem. Kui see seade on inimese kodudes, siis see on SKA teema. Kui inimene käib kuskil mujal ruumides tööl ja see seade oleks seal, siis toetab seda Töötukassa.

Silmajälgimise tehnoloogiast väga ei teata. Potentsiaalne sihtgrupp võiks olla inimesed, kellel on raske käsi kasutada või koordineerimise probleemid. Neile sobikski väga hästi arvutiga ja tehnikaga seotud töö.

Täna paeval tööandjad ei kujuta eriti ette, et erivajadustega inimesed võiksid nende meeskonnas töötada. Kuid nõustamise seminaride raames nende silmaring avaneb. Ühiskond veel võõrastab, et vähenenud töövõimega inimesed võiksid töötada, aga läheb järjest paremaks. Suuri eeskujusid teiste riikide hulgas ei ole, igal pool on vajaka jäämist ligipääsetavuse osas, kuid Lõuna-Euroopast ei tasu rääkida. Kodust välja jõudmine ongi kõige suurem probleem, kus kaks trepiastet võib osutada kõige suuremaks probleemiks.

Eesti Lihasehaigete Selts

Silmajälgimise tehnoloogia väga levinud ei ole. Kasutavadki kõige ekstreemsemad lihasehaiged, kellel midagi muud ei liigu. Mõnikord kasutatakse ka kombineerituna, nt. häälkäsklustega. Silmajälgimine ilmselt ei ole nii levinud, kuna peab pikemalt harjutama, et hakkaks üldse midagi välja tulema. Eriti just kirjutamine on keeruline.

Kui EyeTal'i kasutada mingi asutuse juures kaugtööks, siis ilmselt võib tekkida probleeme töökeskkonda sulandumisel ja meeskonna tööl. Kui EyeTal'is teha tööd tööampsudena, siis tundub, et see andmesisestaja kategooriasse mineva tööga, mis võib muutuda üksluiseks.

Silmajälgimine on väga spetsiifilisele sihtgrupile ja ilmselt vajadust väga palju ei ole. Esiteks on vähe inimesi, kes kasutaksid silmajälgimist ja veel väiksem on see osa, kes näeb ennast tööelus aktiivse elemendina. Oleneb vaimu tugevusest, aga enamasti on inimesed katki. Oleneb ka väga palju sellest, kas isik on eluaeg olnud piiratud olukorras või alates mingist eluperioodist. Kui isikul on eluaeg olnud puue, siis ei defineerita enam ennast nii palju puude kaudu. Teiseks võib probleemiks olla mentaalne barjäär, kas inimene on harjunud ennast nägema ohvrina, sest kannatus on niigi suur. Kui inimene saab oma lähedasi materiaalselt toetada, siis see annab eneseväärikusele palju juurde. Kui inimene nagunii juba arvutis on, siis ta saaks leida 1-2 tundi, et teha tööülesandeid.

Oluline oleks teha koostööd Invaruga, et kui neil väljastatakse silmajälgimise seade, siis antakse ka infot EyeTal'i kohta. Kui vastav info tuleks Töötukassast, siis oleks selgem. See tähendaks ka, et Töötukassa peaks rohkem tööd tegema puuduva töövõimega inimestega. Või siis Invarust suunatakse Töötukassasse ja Töötukassast suunatakse EyeTal'i. Tegemist oleks sihtotsinguga. Nii ei õnnestu, et paned CV-Online'i. Nii keerulises olukorras inimesed ei ole harjunud mõtlema, et võiks ka mingeid tööülesandeid teha.

Töötukassa

Töötukassa aitab soetada silmajälgimise riistvara töövahendiks. Tuleb pöörduda juhtumikorraldaja juurde sooviga ja selle vajadus hinnatakse ära. Kuniks kolmeks aastaks tehakse kasutusleping, mida saab vajadusel pikendada.

Töövõime määramine on väga individuaalne. Ei ole kindlat valemit, et kui isikul on keeruline käsi liigutada või ei saa käsi liigutada, siis määratakse mingi kindel töövõime. Kõik oleneb sellest, kuidas ta igapäevaselt toime tuleb oma elu ja tööülesannetega.

Töötukassa vahendab tööpakkumisi, aitab tööle jõuda ja aitab tööl püsida. Töötukassa ei klassifitseeri tööpakkumisi, et siin on tööd, mis on sobilikud liikumispuudega inimestele ja vaegnägijaile.

Kalev Kuljus, kes on Töötukassa töövõime hindamise ja töövõimet toetavate teenuste osakonna peaspetsialist (abivahendid jm töövõimet toetavad teenused), kommenteeris e-kirja teel EyeTal'i potentsiaali kohta nii: „Käisime Datelis sellega tutvumas, aga mul on raske anda sellele hinnangut. Kasutegur ilmne, kui on konkreetne inimene, kes seda

vajaks ja miinus on selles, et mina ei tea, kas ja kui suur hulk inimesi neid vajaks. Pluss on loomulikult see, kui keegi vajab ja saab selle, siis on juba midagi head. Ma saan aru, et EyeTal on üsna spetsiifiline ja eelkõige kaardirakendus ja kui inimene selles valdkonnas töötab, kus on vaja kaartidega toimetada, siis on see kasutatav. Nn igapäevases kontoritöös ma hetkel ei mõista, kas see oleks kasutatav.“

Sotsiaalkindlustusamet

EyeTal'i tööportaalil näeb ta väga suurt potentsiaali, sest neid noori inimesi, kellel jääb töötamine funktsiooni taha on väga palju. Ühiskonnas enam nii palju füüsilist tööd ei tehta, tööd tehakse rohkem arvutis ning noortel on varasem arvuti kasutamise oskus väga hea. Väga hea oleks, kui leviks kaugtöö vorm, siis see aitaks kaasa inimese paranemise ja kohanemise protsessile.

Silmajälgimise tehnoloogia kasutamise puhul on väga oluline eelnev arvuti kasutamise oskus, sellest sõltub kui kiiresti kasutaja sellega ära harjub. EyeTal oleks tööturule sisenemise moodusena ja enese rakenduse võimalusena väga hea. Võimalikke piiranguid ei osanud nimetada. SKA rahastab silmajälgimise seadmete hankimist suhtlemiseks ja igapäeva toimingutes hakkama saamiseks. Kui seadet soovitakse ainult töö tegemiseks, siis läheb see Töötukassa alla. SKA töötab abivahendi määruse alusel, kus on märgitud mida riik rahastab. Silmajuhtimise seadet seal ei ole. Määruses olevate abivahendite taotlemine on lihtsam, piisab arstitõendist ja avaldusest. Selleks, et saada toetust silmajälgimise seadme jaoks tuleb teha avaldus põhjendusega, lisada seadme hinnapakkumine. 30 päeva jooksul vaatab komisjon üle, vajadusel küsib lisaküsimusi Ivarile või avalduse esitajale. Üldiselt kõik, kes avalduse esitavad on teadlikud, nad on enne juba seadet proovinud ja teavad, milleks nad seda kasutama hakkavad. Enamus, kes on taotlenud on ka toetuse saanud. Praegu pooled, kellel väljastatakse toetus hakkavad kasutama seda hariduslikel eesmärkidel, nt. kooliks valmistudes või kui on vaja otsustada, kas laps peaks minema tavakooli või mitte. Teine pool sihtgrupist on need, kellel on trauma tõttu vaja silmajälgimise seadet või mingi progresseeruva haiguse tagajärjel. Nad kasutavad seda igapäevaseks eluks, lähedastega suhtlemiseks, igapäevaste asjade ajamiseks. Ilmselt tulevikus laste osakool suureneb. Kasvav trend on see, et Eestis kasutatakse silmajälgimist laste arendamiseks õppetöös. Pedagoogid on hakanud aina rohkem kasutama ja muutuvad aina teadlikumaks. SKA näeb seda kui individuaalse abivahendina.

SKA toetuse alusel silmajälgimise seadmete soetamise arv:

- 2017. aastal väljastati 6 seadet
- 2018. aastal väljastati 9 seadet
- 2019. aastal (mai seisuga) on väljastatud 1 seade

Väga keeruline toetuse saamise protsess ei ole, aga mis on oluline komisjonile, et isik oleks seadme eelnevalt ära proovinud. Soodustus on 70-90%, laste puhul on alati 90%. Tehingu hind on tavaliselt olnud üle 4000 euro. Tavaliselt see protsess niimoodi näebki välja, et inimene on Invaruga ühendust võtnud ja sealt kaudu tekib idee ja soov soetada silmajälgimise seade.

Turul hetkel muid silmajälgimise pakkujaid peale Invaru ei ole, kuna ilmselt Eesti turg on väike. SKA ootaks konkurente, kuna konkurents muudaks hindasid. Kuid hetkel ei ole teenuse kvaliteedis ka mingeid nurinaid. On ka teisi abivahendeid, kus on üks pakkuja turul.

Riik ei rahasta seadmeid, mida näiteks isik soovib tellib netist. SKA on sõlminud partnerlepingud ettevõtetega, kes müüvad abivahendeid. Lepingupartnereid on umbes 100, kes pakuvad erinevaid abivahendeid. Koostöö käib nende lepingupartneritega. Lepingupartneriks saab avalduse alusel. Riik saab teha väljamakseid ainult lepingupartnerile. Invaru on ainuke SKA lepingupartner, kes pakub silmajälgimise seadmeid.

SKA ei näe probleemi selles, et kui isik kasutab lisaks igapäevatoimingutele silmajälgimise seadet ka töö tegemiseks. Mingeid tunde ega statistikaid kasutamise kohta ei küsita.

Hetkel käib arutelu Invaruga, et SKA sooviks hakata rentima silmajälgimise seadmeid, sest seadme hankija vajadused võivad muutuda ajas. Või inimene tahaks näites paariks kuuks ainult katsetada. Või tervislikust seisundist tulenevalt võivad vajadused muutuda.

Kõikidele puuetega inimestele tagatakse ravikindlustus. Tervel inimesel on ravikindlustus seotud sotsiaalmaksuga. Tööl käival inimesel maksab seda tööandja, töötul maksab seda riik. Võib olla isikuid, kellel on vähenenud töövõime, aga ei ole puuet.

Noored, kes õpivad Astangu Kutserehabilitatsiooni Keskuses infotehnoloogiat võiksid olla just sihtgrupp, kes võiks olla huvitatud EyeTal'i kasutamisest.

Maa-amet

Hetkel on Maa-ametis nii manuaalseid kui ka automaatseid töid. 95% on automatiseeritud kohanime paigutus ja kaardi kujundus, kuid 5% on käsitsi, mille raames inimene käib automaatse töö üle ja parandab need kohad, mida automaatne protsess ei suutnud ära töödelda. Võiks mõelda sellele, et mitte panna EyeTal portaali lihtsaid ülesandeid (nt. digimine), vaid just keerukamaid, rohkem analüüsi nõudvaid ülesandeid. Praegu tegeletakse palju sellega, et suudetakse erinevaid algandmeid kasutades (nt. Lidari andmed) automaatselt ära tuvastada muutused, kuid kõik need ei pruugi olla muutused ja need muutused tuleks „läbi sõeluda“ ja tuvastada millised on tegelikud muutused. Ka võiks olla tööülesanne see, et õpetada tehisintellekti automaatsete protsesside läbiviimiseks või satelliitandmete töötlemiseks testalade joonistamine, mis jääb alati inimese tööks. Lisaks võiks üks valdkondadest, mida saaks portaali panna, olla kvaliteedikontroll. Keegi käib ruutude haaval üle ja kontrollib, kas automaatne kohanimede paigutus on tehtud korrektselt. Või teede puhul, millel on palju atribuute, leiab inimese silm kõige paremini ülesse ebaloogilised kohad.

Praeguse Maa-ameti töökorralduse alusel on kohati lahus rollid, kes tuvastavad vea ja kes parandavad vea. See võib olla üks ja sama inimene, aga ei pruugi. Protsess oleks kiirem siis, kui seda teeks üks ja sama inimene, aga vea parandamiseks on tihti vaja pikemat töökogemust, et seda teha korrektselt või vastavaid töövahendeid. Muudatusi kontrollitakse ja viiakse sisse stereo keskkonnas, mille jaoks on vaja litsentsiga tarkvara ja kindlat arvutiekraani. Korreksete muudatuste sisse viimiseks on vaja ka valdkonna tundmist, mida on keeruline õpetada, et korrektselt ära tuvastada millise andmeobjektiga on tegu.

Tööülesanded, mida pannakse portaali üles ei tohiks olla väga ajakriitilised, et kindlaks tähtjaks on vaja kindel hulk vaja valmis teha, sest ilmselt teeksid inimesed seal tööd ainult paar tundi päevas. Sellisteks töödeks sobiks väga hästi just kvaliteeditööd.

Kui EyeTal'i portaali kaudu lubada kasutajal andmeid ka redigeerida, siis see nõuaks lisanduvad tuge küsimuste korral, suuremat usaldust, et tehakse korrektseid muudatusi ning sellega lisanduks tehniline keerukus, andmebaasidega ühendumine jne. Üks variant

oleks panna neid muutma andmeid, mis ei ole nii olulised klientide jaoks. Lihtsam oleks see, kui portaali kasutaja lihtsalt märgiks kohad, mis vajada muutmist.

Üks teema, millega hetkel Ehitisregister tegeleb, mis võiks ka olla potentsiaalne tööülesanne EyeTal'i portaalil, on pabertoimikute sidumine ruumikujudega. Läbi vanade kaartide hakkavad tuvastama, kui vana see hoone on. Võib olla ka muid sellist tüüpi tööülesandeid, et siduda oma vahel erinevaid registreid.

EyeTal'i portaali kasutamise piiranguks on riigiasutuste hangete süsteemi ja bürokraatiaga arvestamine. Väiksemas mahus saaks Maa-amet EyeTal'i teenuseid kasutada, aga suurema mahu jaoks peaks korraldama hanke. Üks võimalus oleks seda bürokraatiat nii lahendada, et isik, kes seda portaali kasutaks oleks Maa-ametis tööl. Lootus oleks ka, et kui puuetega inimesed tulevad läbi Töötukassa, siis see protsess oleks lihtsam. Ilmselt Eesti mõistes ei ole selliseid inimesi palju, 3-4 inimest.

Suund on väga õige, sest sellist lihttööd ei taheta väga palju teha. Ning need, kes sooviksid seda ajutiselt teha, et neile ei oleks väga palju täiendavaid kulutusi. Ei ole vaja tööruume eraldada ja kontorit kütta. Ilmselt see ongi selline tuleviku teema.

Lisaks silmajälgimisele oleks hea lisada ka häälkäskluste võimalus, et saaks kiiremini ning lisaks ilmselt väsib pilk ka ära. Hea oleks ka tervetel inimestel kasutada silmajälgimist ja häälkäsklust lisisisendina hiire ja klaviatuuri kõrval, et vaatad kaardil mingisse kohta ning häälkäsklusega ütled, et tahad suumida või kaart liigub silmavaatega kaasa. Nii jääksid tööriistad, mida sa hiirega kasutad vabaks. Hetkel ei saa paralleelselt digida ja kaarti nihutada, kaardi nihutamisel peab tööriista vahetama ja hiire asukoht muutub sellega.

Lisa 6 – Kasutatavuse testimise tulemused

Osaleja 1

Isikul on diagnoositud tserebraalne paralüüs (CP). Eelnevalt kaks aastat kogemust silmajälgimise tehnoloogiaga. 2018. aasta sügisel ta 15-20 minuti jooksul katsetas ja proovis EyeTal'i erinevaid funktsionaalsusi. EyeTal'i testimine tuli enda sõnul üpris hästi välja.

Praegu kasutab silmajälgimise vahendit tööol. Arvutiga suhtlemiseks kasutab siiani ka hambaharja ja klaviatuuri. Lisaks ka lõuga ja tahvli puutetundlikku ekraani. Pikemad kirjad kirjutab hambaharjaga, lühemad silmajälgimise seadmega. Alguses oli ta skeptiline silmajälgimise seadme osas, aga siis kui proovis tuli tal juba alguses päris hästi välja. Ta pole kodus kasutamiseks ostnud kõrge hinna pärast ja kuna on olemas alternatiivsed viisid arvutit kasutada. Kui alguses hakkas kasutama, siis oli väsitav, sest silmad väsisid ära. Silmadega kirjutamine on keeruline, kuna alguses tuleb hästi palju vigu sisse. Kuid see läheb paremaks, tuleb harjutada, proovida ja kalibreerida. Igapäevaselt kasutab 4 tundi. Nüüd enam ei pane enam tähele ja ei väsita silmasid. Uute asjade õppimisega ikka kipub olema, et miks peab proovima, kui saab ka vanaviisi hakkama. Kuid tegelikult on kasulik, aitab arvutit kasutada paremas kehaasendis. Ta õppis silmajälgimist kasutama kohe töökeskkonnas ja mängusid selleks ei kasutanud. On isegi näinud videoid, kus üks inimene kasutab silmajälgimise seadmeid, et õppida arhitektiks ja kasutab seda, et teha kõiki jooniseid. Silmajälgimise vahendi paigaldamine ja seadistamine on väga lihtne. Pimekirja (nt. hambaharjaga trükkimist) ei hakka see asendama, sest see on kiirem, aga samas silmajälgimise tehnoloogia (nt. Tobii) õpib inimese sõnu ja trükkides pakub neid, mis kiirendab.

Osaleja ei täitnud käesolevas töös kasutatavat tagasiside ankeeti, kuna sellel hetkel see veel ei olnud välja töötatud.

Osaleja 2

Isikul on diagnoositud lihaskrüütoopia (MD). Ta kasutab arvutit olenevalt päevast kuni 10 tundi. Eelnevalt ei ole kogemusi kaardirakendustega rohkem kui Google Maps-i kasutamine. Tavaliselt kasutab arvutiga suhtlemiseks *trackball* hiirt.

Isik kannab prille (tugevusega -3 ja -4), mis olid peas ka testimise ajal. Testi ajal istub kasutaja elektriratastoolis, laua taga. Eelnevalt on katsetanud silmajälgimise tehnoloogiat umbes pool tundi. Testimist viidi läbi osaleja enda eluruumides käesoleva töö autori sülearvutiga. Testimise vältel istus osaleja elektriratastoolis. Süsteemi ülespanemisel võttis kaua aega kalibreerimine ja isikule sobiva seadistuse paika panemisega. Kokku kestis testimine 40 minutit.

Ülesande 1 täitmine võttis aega 12 minutit. Ülesande täitmise ajal andis EyeTal'i rakendusse sisse ehitatud kasutaja asendi valideerimine pidevalt märku, et silmi ei näe või kasutaja on liiga kaugel. EyeTal'i rakenduse silmavaate asukoha täppidele asemel kasutati Tobii suurt mullikest. Kui pärast uuesti kalibreerimist jäid need suured mullid sisse lülitamata, siis kasutaja tagasisidet, et need on vajalikud, kuna on oluline kuvada kasutajale välja, kuhu ta parajasti vaatab, sest muidu ei saa üldse aru, kuhu silmavad vaatavad.

Kõige keerulisem esimese ülesande jooksul oli tuua kaardil esile nuppude paneeli, kust saab kaarti sisse-välja suumida. Korduvalt vähendati Delay Multiplier väärtust väiksemaks, mis peaks aitama nupustiku ilmumist kiirendada, kuid see ei aidanud eriti. Enamus energiat ja aega läkski nende nupustike esile kutsumiseks.

Aluskaardi liigutamine toimis hästi, kuid korduvalt läks aluskaardi liigutamine tööle, kui tegelik soov oli esile kutsuda nupustikku kaardil. Selle tulemusena „eksis“ kasutaja kaardile ära. Lisaks, kehvast internetist tulenevalt tekkis korduvalt probleeme aluskaardi laadimisega.

Ülesanne 2 täitmine võttis 11 minutit. Jällegi prooviti vähendada *Delay Multiplier* väärtust väiksemaks, et nupustik tuleks kaardil välja, kui see ei aidanud. Kui lõpuks kasutajal õnnestus punkt kaardile panna, siis jäi hätta selle punkti salvestamisega, kuna neljal korral vajutas Save nupu asemel Discard nupu ning pidi tegevust otsast peale alustama.

Ülesanne 3 prooviti täita 5 minutit, aga ei jõutud lõpuni, kuna isik soovis testimise katkestada, sest ei õnnestunud kuvada nupustikku kaardile. Ülesande täitmisel jooksul õnnestus kasutajal olemasoleva objekti teksti muuta. Keeruline oli kaardil tuvastada punktobjektid ja neile valimiseks pihta saada.

Pärast testimist andis ta küsimustiku abil tagasisidet, kus kirjeldas, et testimise ajal tekkis tal ebamugavus silmades, kuna tegevused nõudsid väga palju pingutust ja keskendumist. Lisaks tundis ta ka ajalist survet, et tahaks kiiresti ära teha. Samuti tekitas frustratsiooni, kui ei suutnud teha tegevusi, mida tahtis. Kõige keerulisem oli silmavaadet paigal hoida, sest kui keskendumine hajus, siis hakkas ka silm mujale vaatama. 5-palli süsteemis pani rakenduse erinevatele aspektidele väga madalaid hindeid, vahemikus 1-3. Kõige madalama hinde sai süsteemis mingi valiku tegemise kiirus.

Võrreldes silmajälgimise tehnoloogiaga, oleks ta hiirega saanud kiiremini täita etteantud ülesandeid. Kuid ta usub, et see on harjutamise asi. Ta on kuulnud, et see võtab 1-2 kuud aega, et harjuda. Hetkel see nõuab väga palju keskendumist, sest silmad on harjunud ringi vaatama. Sobiv seade neile, kellele ükski teine alternatiiv enam ei sobi.

Rakenduse kasutatavuse hindamise SUS skoor oli kokku 25.

Osaleja 3

Osalejal on diagnoositud seljaaju lihaste atroofia (SMA). Osaleja on tavaliselt voodis pikali ja kasutab arvutit ratastel laual, kuhu on pandud monitor ja lauaarvuti. Selleks, et monitor oleks isiku suhtes parema nurga all on ühe selle nurga alla pandud raamat ja monitor koos raamatuga on teibitud laua külge. Arvuti juhtimiseks kasutab ta inglise keelset hääljuhtimise tarkvara Dragon NaturallySpeaking. Tavaliselt aitab isiku juhendamise ja soovide järgi füüsiliselt arvutit ja tehnikat üles panna ta elukaaslane. Isik kasutab arvutit igapäev hommikust õhtuni.

Esialgu oli plaan viia testimine läbi osaleja enda arvutis. Eelnevalt oli palutud osalejal alla tõmmata vajalik tarkvara. Kohapeal, kui algas silmajälgimise seadme paigaldus selgus, et isiku lauaarvutil ei ole USB 3.0 sisendit, vaid kõik on 2.0. EyeX kasutamiseks on vajalik USB 3.0. Seega järgnevalt katsetati erinevaid variante, mahutada ratastel arvutilaual peale töö autori sülearvuti koos silmajälgimise seadmega. See ebaõnnestus, kuna sülearvuti ei mahtunud ära. Järgmisena prooviti varianti, et kasutada isiku monitori, aga ühendada sinna külge autori sülearvuti ja isiku monitori külge silmajälgimise seade. Ka see variant ebaõnnestus, kuna nurk lamava isiku ja ekraani vahel oli liiga suur ja silmajälgimise seade ei tuvastanud ära silmade asukohta. Seega esimesel korral testida ei õnnestunud ja viidi läbi ainult intervjuu.

Osaleja toob välja, et mingeid tegevusi on häälkäsklusega juhtides keerulisem teha, nagu eesti keeles kirjutamine, kaardil hiire liigutamine või müra korral arvuti juhtimine. Eesti keeles kirjutamiseks tuleb tähthaaval sõnu öelda. Tulevikus soovib kindlasti proovida ja võimalusel kasutusele võtta silmajälgimise tehnoloogiat. Osaleja tundis ka huvi, et kas silmajälgimise tehnoloogiat ei saa kasutada kogu operatsiooni süsteemi juhtimiseks. Tema hinnangul oleks rohkem kasu sellest, kui silmajälgimist saaks kasutada kogu operatsiooni süsteemi juhtimiseks, mitte ainult ühe rakenduse.

Puuetega inimestel on praegu puudu kvalifitseeritud abist ja koduhooldusest, mis tuleneb sellest, et Eesti ühiskond suhtub võõristavalt inimestesse, kes on elukutselised abistajad. Eriti on puudus just meesabistajatest. Kui abiliste palgad oleksid kõrgemad, siis paraneks ka suhtumine. Abi on vaja ka tööaja välisel ajal, õhtuti ja nädalavahetustel, aga siis ei ole kedagi võtta. Raha eest ei saa kõike, aga see aitaks motiveerida, et inimesed abistaksid puuetega inimesi.

Paralleelselt peaks abistama puuetega inimestel rahuldada nende põhivajadusi ja aitama inimestel, kes tahaks tööd teha seda teha. Samas ei saa esmavajaduste rahuldamist ja töövõimaluste pakkumist teineteisest eraldada. Kui inimesel on probleem juba hommikul riietumise ja pesemisega, siis kuidas ta saaks mõelda üldse tööle minemisele. Kui stressi on vähem, siis inimene suudab kontsentreeruda muudele asjadele nt. töötamisele.

Hetkel töötab käsunduslepingu alusel ühe riigiasutuse heaks. Kuid oleks soov võtta pangalaen ja soetada kinnisvara, kuid panga silmis ei ole käsundusleping mitte midagi. Haigekassa on tal olemas tulenevalt puudest.

Tööampsud EyeTal'i portaalis võiksid olla pikemad, 1-2 kuud. Olenevalt sellest, milline on palk ja maht, kas teha seda põhitööna või põhitöö kõrvalt. Kui põhitöö kõrvale saada tööampsudena vähemalt miinimumi palka, siis oleks sellest palju abi. Töövõimereformi raames määrati talle puuduv töövõime, aga õnneks on lubatud siis tööd teha. Eestis hinnatakse töövõimet pigem füüsilise võime vaatenurgast ja hindamata jääb vaimne võimekus. Ei olene sellest, mida isik ise soovib ja kas on võimeline tööd tegema. Hindamine käib ankeedi alusel.

Nädal aega hiljem läks töö autor isiku juurde koos Invarust laenatud sülearvuti raami ja statiiviga, mis võimaldaks sülearvutit koos silmajälgimise seadmega paigaldada õigesse positsiooni. Sülearvuti raami ja statiivis ülesse panemine ning õigesse asendisse sättimine

võttis aega umbes 20 minutit. Isik kandis testimise ajal prille, tugevusega -6,5. Juba esimene ülesande täitmisel tekkisid probleemid sisse-välja suumimise menüünupustiku esile kutsumisega. Kaardi liigutamine õnnestus, aga menüünupustiku kuvamine ei õnnestunud. Süsteemi jaoks ei püsinud silmavaade justkui paigal ja tõmbles ringi. Testimise ajal prooviti korduvalt kalibreerida seadet, kuid see ei parandanud tulemust. Samuti prooviti vähendada *Delay Multiplier* väärtust, kuid see andnud tulemust. Esimese ülesande täitmine katkestati. Prooviti teha ka Ülesannet 2. Ülemise äärel olevate menüünuppude valimine toimus korrektselt, aga kaardile menüünupustiku kuvamine ei õnnestunud. Kui korra õnnestus suvalisse kohta siiski kuidagi punkt maha panna, siis metaandmete täitmisel oli klaviatuurilt keeruline tähti valida. Seoses *Delay Multiplier* väärtuse vähendamisega toimus tähe valik liiga kiiresti ja seetõttu osutusid valituks juba tähed, millest pilk ainult üle libises. Valede tähtede kustutamisel osutus kustutamise nupp liiga väikseks, millele oli keeruline pihta saada. Testimine kestis kokku 30 minutit.

Isik pakkus välja idee, et kaks korda silmapilgutus võiks võrduda hiire vasaku klikiga. Muidu oli osaleja positiivselt meelestatud, oleks tahtnud rohkem rakendust proovida. Osaleja hindas rakenduse SUS skooriks 72,5.

Osaleja 4

Osaleja on diagnoositud tetrapleegia (SCI), seljaaju vigastus. Tal on olemas silmajälgimise seade, Tobii Dynavox-i PCEye Mini, aga ta ei kasuta seda. Ta eelistab kasutada *touchpad*'i või *headmouse*'i, olenevalt kuidas mingil perioodil tervis ja käte tugevus on. Silmajälgimise seadet katsetas kunagi paar nädalat.

Testide läbiviimisel istub kasutaja toolil ja arvuti on kasutaja ette asetatud statiiviga. Kasutaja prille ei kann. Kuna ta tavaliselt juhib arvutit kasutades pead, siis esmalt oli tal natuke harjumatu teha seda silmadega, pidi ümber harjuma.

Esimese ja teise ülesande täitmisel mingeid takistusi ei tekkinud. Esimene ülesanne täideti 1 minutiga ja teise ülesande täitmine võttis aega 4 min 20 sek. Kolmanda ülesande täitmisel tekitas kasutajal küsimusi, et kas olemasoleva objekti valimiseks peab sellele objektile täpselt peale minema. Lisaks tekitas küsimusi, et kui kaart oli kõige lähemale suumitud, et kas saab veel lähemale suumida, sest + märki kasutajale kuvati. Natuke esines probleeme rippmenüüst tööriista valimine, rippmenüü sulgus enne kui jõuti mingi valik teha. Selle parandamiseks vähendati *Display Multiply* 0,8 peale. Kasutaja proovis

pärast punkti selekteerimist selle nihutamiseks vaadata sinna kohta, kuhu ta tahtis objekti nihutada. Selle asemel, et nooltega samm haaval nihutada oleks ta tahtnud pilguga näidata, kuhu soovib olemasolevat objekti panna. Kasutaja saab aru, et mingi erisus on sees võrreldes sellega kuhu ta vaatab ja kuhu süsteem arvab, et ta vaatab. Ta toob välja, et see vahe erineb ekraani erinevates otstes. Kuigi kasutaja vaatab enda arvates pingsalt ühte kohta, siis süsteemi arvates hüpleb ta silm ringi. Kolmanda ülesande tegemine võttis aega 16 minutit ja 50 sekundit. Täpsuse parandamiseks teostati pärast kolmanda ülesande täitmist uuesti kalibreerimine. Pärast kalibreerimist kasutaja ei soovinud enam Tobii rakenduse suuri mulle kasutada.

Pärast kalibreerimist ei muutunud täpsus paremaks, vaid isegi halvemaks. Viga selle vahel, kuhu kasutaja vaatab ja rakendus arvab, et kasutaja vaatab oli umbes 2 cm. Prooviti uuesti kalibreerida, kuid ei läinud väga palju paremaks. Kasutaja hakkas proovima teadlikult vaatama rohkem mingis suunas rohkem, et võtta arvesse viga, kuid see oli keeruline, sest samal ajal tuli jälgida õiget asukohta. Alles pärast korduvat proovimist õnnestus tal menüüst valida joonte kiht. Kuna tundus, et pärast kalibreerimisi läks halvemaks, siis tehti uus katse nihutada arvutit ja kalibreerida uuesti. Kuid see ei toonud kaasa mingeid muutusi. Kasutaja arvas, et joone lisamisel tuli pärast iga punkti vajutada „Save“. Ta üritas seda korduvalt teha, aga igakord sai pihta „Discard“ nupule. Kui lõpuks sai joone lisatud, siis „Save“ nupu vajutamisel sai pihta kogemata „Discard“ nupule. Neljanda ülesande tegemine võttis aega 10 minutit ja 3 sekundit.

Viiendas ülesandes pindobjekti nurgapunktide panemisel ei tulnud kasutaja intuiitselt selle peale, et nurgapunktid peaks lisama järjest. Kasutaja proovis lisada nurgapunktid läbisegi, eri maja nurkadesse ja selle tulemusena läksid jooned risti. Kasutajal esines pidevalt probleem, et menüünupustik kippus ära kaduma enne, kui jõudis „Place“ nupule vajutada. Kuna punktide panemine üldse ei õnnestunud, siis tehti lihtsustus ja paluti vabalt valitud kujuga joonistada pindobjekt. Ülesande tegemine võttis aega 17 minutit ja 23 sekundit.

Kuuenda ülesande tegemisel proovis kasutaja kohe objekti valimisel pihta saada nurgapunktile, mida ta soovis eemaldada. Pärast ülesande kirjelduse üle lugemist, võttis tal ülesande tegemine aega 2 minutit ja 36 sekundit. Seitsmenda ülesande täitmisel tekitas küsimusi, et mis järjekorras peaks tegevusi tegema. Ülesande täitmine võttis aega 2 minutit ja 40 sekundit.

Osaleja hindas rakenduse SUS skooriks 87,5. Osaleja arvates oleks tööportaal is tööde tegemiseks soovijaid kindlasti, aga ei oskaks hinnata tööde kvaliteeti. Võrreldes kasutaja eelneva silmajälgimise kogemusega oli tema arvates rakendus väga hästi kohandatud silmajälgimise jaoks, kuid probleeme oli tema hinnangul kõige rohkem EyeTal'is täpsusega. Klaviatuuri tähtede sisestamisel häiris, et seal ei olnud näha kahte väikest mummum, mis näitaks kuhu süsteem arvab, et kasutaja vaatab. Kasutaja enda Tobii seadme kasutamise täpsus oli parem. Kasutamise ajal kõige rohkem väsisid silmad. Tema hinnangul oleks ta saanud *headmouse*'i kasutades saanud ülesannetega kiiremini hakkama kui silmajälgimisega.

Osaleja 5

Isikul on diagnoositud tserebraalne paralüüs (CP). Kasutab arvutit 8 tundi päevas ja selle juhtimiseks kasutab varbaid, hiirt ja klaviatuuri. Kasutaja ei räägi ja suhtleb kõnesüntesaatori abil. Testimise ajal prille ei kasuta. Isikul on olemas ka Tobii 4C, mille ta sai kingiks aasta aega tagasi, aga igapäevaselt ta seda ei kasuta, kui siis ainult lõbu pärast. Kui kunagi seadme sai, siis proovis seda paar nädalat, aga siiski jäi eelistama varba ja jalaga arvuti kasutamist. Kasutab Tobii 4C koos Windows-i *Ease of Access* beeta funktsionaalsusega.

Testimise ajal istus kasutaja toolil ja esmalt proovisime seda läbi viia kasutades töö autori arvutit ja Tobii EyeX-i, aga pärast 5 minutilist katsetamist tegi ta ettepaneku proovida tema arvutis ja Tobii 4C seadmega. Tema arvutisse installeeriti SignalR ning selgus, et EyeTal'i rakendus töötab ka Tobii 4C seadmega. Osaleja arust toimis 4C paremini kui EyeX, kuna ei võbelenud nii palju ringi. Kuna ülesandeid viidi läbi kasutaja arvutis, siis ei salvestatud ekraanipilti, vaid heli.

Esimese ülesande täitmine võttis aega 2 minutit ja 40 minutit. Selgus, et sinna, kuhu kasutaja vaatab ja sinna, kuhu süsteem arvab, et ta vaatab ei ole ühe ja sama koha peal. Teise ülesande teostamisel võttis palju aega lennujaama navigeerimine. Teise ülesande täitmine võttis aega 10 minutit ja 51 sekundit. Kolmanda ülesande täitmine võttis aega 3 minutit ja 41 sekundit. Neljanda ülesande täitmisel, joone salvestamisel valis kasutaja kogemata „Save“ nupu asemel „Discard“, mis tekitas natukene pahameelt. Neljanda ülesande täitmine võttis aega 4 minutit ja 24 sekundit. Viienda ülesande täitmisel lihtsustas kasutaja lennujaama ning täitis ülesande 1 minuti ja 40 sekundiga. Kuuenda

ülesande täitmisel läks kasutajal sassi „Remove Vertex“ ja „Remove Feature“ funktsionaalsused, mille tulemusena ta kustutas pindobjekti ära. Seega kuues ülesanne teostati joonobjekti peal. Äärepealt oleks kasutaja kogemata kasutanud teist korda ka valet tööriista, „Remove Vertex“ asemel „Remove Feature“. Kasutaja andis üldist tagasisidet, et süsteem teeb liiga kiiresti valikud ta eest ära, on liiga tundlik. Kuuenda ülesande täitmine võttis aega 4 minutit ja 8 sekundit. Seitsmenda ülesande täitmine võttis aega 3 minutit ja 10 sekundit.

Osaleja oleks ise eelistanud kasutada hiirt, et täita samu ülesandeid, aga usub, raskema puudega inimestele võib silmajälgimine sobida. Võrreldes eelneva kogemusega tundus talle rakenduse kasutamine raskem, kuna ei reageerinud nii nagu tema oleks soovinud. See tekitas frustratsiooni, kui süsteem reageeris liiga kiiresti. Testimise käigus mingit ebamugavust, näiteks silmades, ei tekkinud.

Lisa 7 – Kasutatavuse testimise osalejate taust

	Osaleja 1	Osaleja 2	Osaleja 3	Osaleja 4	Osaleja 5
Arvuti kasutamise aeg päevas	-	Umbes 10 tundi	Hommikust õhtuni	4-6 tundi	8 tundi
Nägemist korrigeerivad vahendid testimise ajal (tugevus)	Ei	Prillid (-3 ja -4)	Prillid (-6)	Ei	Ei
Eelnevaid kogemusi kaartidega	Ei	Ei	Ei	Ei	Ei
Eelnevaid kogemusi silmajälgimisega	Jaa, kasutab töö juures	Jaa, aga väga vähe, pool tundi	Ei	Jaa, omab seadet, igapäevaselt ei kasuta	Jaa, omab seadet, igapäevaselt ei kasuta
Peamine viis arvuti kasutamiseks	Hambahari + klaviatuur, lõug + puutetundlik ekraan, silmajälgimine	<i>Trackball</i> hiir	Häälkäsklused	<i>Head mouse</i> ja <i>touchpad</i>	Varbad + klaviatuur ja hiir
Positsioon testimise ajal	Istub toolil	Istub ratastoolil	Pikali	Istub ratastoolil	Istub toolil
Testimise ajal soovimatud pealiigutused	Jah	Ei	Ei	Ei	Jah

Lisa 8 – Silmajälgimise seadmete võrdlus

Tootja	Mudel	Täpsus		Ruumiline eristus	Ekraani suurus	Diskreetimissagedus	Süsteemi viivitus	Jälgimise taastamise aeg	Töökaugus	Pea liigutamise vabadus	Kalibreerimine
Tobii	X2-30 Eye Tracker	0.4°-0.5°	0.32°-0.45°	n/i	Kuni 25" (16:9)	30 Hz	50 – 70 ms	n/i	40 - 90 cm	50 x 36 cm	n/i
Tobii	X2-60 Eye Tracker	0.4°-0.5°	0.34°-0.45°	n/i	Kuni 25" (16:9)	60 Hz	<35 ms	n/i	41 - 90 cm	51 x 36 cm	n/i
Tobii	Pro X3–120 Eye Tracker	0.4°-0.8°	0.24°-0.34°	n/i	Kuni 25" (16:9)	120 Hz	<11 ms	n/i	50 – 90 cm	50 cm x 40 cm	n/i
Tobii	EyeX	0.5°-1°		n/i	Kuni 27"	70 Hz	n/i	n/i	50 - 90 cm	n/i	6 punkti
Tobii	4C	n/i	n/i	n/i	27" (16:9) 30" (21:9)	90 Hz	n/i	n/i	50 – 95 cm	40 x 30 cm	6 punkti
Tobii	Pro Nano	0.3°	0.10°-0.14°	n/i	19" (16:9)	60 Hz	17 ms	n/i	45–85 cm	35 cm x 30 cm	n/i
Tobii	Dynavox PCEye Plus	0.3°-1.9°	0.1°-0.4°	n/i	Kuni 27"	30 Hz	25 ms	100 ms	50 - 95 cm	>40 x 30 cm ellipsis	n/i
Tobii	Dynavox PCEye Mini	0.3°-1.9°	0.1°-0.4°	n/i	Kuni 19"	30 Hz	25 ms	100 ms	45 – 85 cm	>35 cm x 30 cm ellipsis	n/i

Tootja	Mudel	Kinnitus	Väljundandmed	Silma jälgimise tehnika	Hind	Kasutusviis	Litsents	Ühendus
Tobii	X2-30 Eye Tracker	arvutiekraani küljes	Timestamp, Eye position, Gaze point, Pupil diameter, Validity code	Dark and bright pupil	€13,000.00	Teadus, arendus	Analytical Use license	USB 2.0
Tobii	X2-60 Eye Tracker	arvutiekraani küljes		n/i	€26,000.00	Teadus, arendus	Analytical Use license	USB 2.0
Tobii	Pro X3–120 Eye Tracker	arvutiekraani küljes		Corneal reflection, dark and bright pupil combination	€12,900.00	Teadus, arendus	Analytical Use license	USB 3.0
Tobii	EyeX	ekraani küljes	n/i	n/i	€ 109	Interaktsiooni kasutuseks	puudub	USB 3.0
Tobii	4C	ekraani küljes	n/i	Near Infrared	€150.00	Interaktsiooni kasutuseks	puudub	USB 2.0
Tobii	Pro Nano	ekraani küljes	Timestamp, Gaze origin, Gaze point, Pupil diameter, Validity code	Corneal reflection, dark and bright pupil illumination, one camera system	n/i	Teadus, arendus	Analytical Use license	USB 2.0 Type A
Tobii	Dynavox PCEye Plus	ekraani küljes	n/i	Eye tracking (gaze point, eye position, etc.) IR image stream	€ 1.599	AAC	n/i	USB 2.0
Tobii	Dynavox PCEye Mini	ekraani küljes	n/i	Eye tracking (gaze point, eye position, etc.) IR image stream	€ 2.800	AAC	n/i	USB 2.0

Tootja	Mudel	Täpsus		Ruumiline eristus	Ekraani suurus	Diskreetimissagedus	Süsteemi viivitus	Jälgimise taastamise aeg	Töökaugus	Pea liigutamise vabadus	Kalibreerimine
GazePoint	GP3	0.5° – 1°		0.1	Kuni 24"	60 Hz	n/i	< 50 ms	50 - 80 cm	25 x 11 cm	5 või 9 punkti
GazePoint	GP3 HD 150 Hz	0.5° – 1°		0.1	Kuni 24"	150 Hz	< 50 ms	< 20 ms	50 - 80 cm	35 x 22 cm	
EyeTech	VT3 Mini	0.5°		n/i	Kuni 22"	40/60/120/200Hz	n/i	n/i	50 – 70 cm	n/i	n/i
EyeTech	VT3 XL	0.5°		n/i	Kuni 75"	60 Hz	n/i	n/i	180 cm ja rohkem	22.5 x 17 x 30cm	n/i
EyeTech	TM5 Mini	0.5°		n/i	Kuni 22"	n/i	n/i	n/i	50-70cm	31.5 x 22.5 x 20	n/i
Mirametrix	S2	0.5° – 1°		n/i	n/i	60 Hz	n/i	n/i	n/i	25 x 11 x 30 cm	5, 9 punkti
Pupil Labs	Glasses	0.6°	0.08°	n/i	n/i	200 Hz	4,5 ms	n/i	-	-	5, 9 punkti
Realsense	D435	n/i	n/i	n/i	n/i	n/i	n/i	n/i	0.11 m - 10 m	n/i	n/i
Irisbond	Duo	0.5°	0.3°	n/i	10-24"	30 Hz	n/i	n/i	50-90 cm	40x30 cm	1, 5, 9, 16 punkti
Alea	IntelliGaze	0.5°-1°		n/i	12"-19"	40 Hz	n/i	150 ms	50 - 75 cm	n/i	n/i
LC Eyegaze	Edge	<0.45°		<0.1°	n/i	60Hz	18ms	n/i	43-83cm	n/i	5pt, 9pt, 13pt

Tootja	Mudel	Kinnitus	Väljundandmed	Silma jälgimise tehnika	Hind	Kasutusviis	Litsents	Ühendus
GazePoint	GP3	tripod, ekraani küljes	Timestamp, Gaze (x/y coordinate), Pupil diameter	Pupil Centre Corneal Reflection (PCCR)	€614.00	Teadusuuringud	vaba litsents	USB 2.0
GazePoint	GP3 HD 150 Hz				€1,760.00			USB 3.0
EyeTech	VT3 Mini	ekraani küljes	n/i	Dark pupil	€2,650.00	Teadusuuringud	n/i	
EyeTech	VT3 XL	tripod	n/i	Bright pupil	€880-€8800	Teadusuuringud	n/i	
EyeTech	TM5 Mini	ekraani küljes	n/i	Dark pupil, single or binocular tracking	€ 4.200	AAC	n/i	n/i
Mirametrix	S2	tripod	n/i	Bright pupil	€880-€8800	Teadusuuringud	n/i	
Pupil Labs	Glasses	Pea küljes	Pupil and gaze and user data + raw eye and world video	Dark pupil with 3d model	€1,800.00	Teadusuuringud	n/i	
Realsense	D435	tripod	n/i	n/i	€199.00	Teadus, arendus	n/i	USB 3.0
Irisbond	Duo	ekraani küljes	n/i	Dark pupil	€1220- €1590	AAC	n/i	USB 2.0, 3.0
Alea	IntelliGaze	ekraani küljes	n/i	n/i	€ 2.800	AAC	n/i	n/i
LC Eyegaze	Edge	ekraani küljes	n/i	n/i	€5,497.00	AAC	n/i	n/i

n/i – andmed teadmata