

# Augmented Reality -sovelluksen käyttöliittymän suunnittelu

Pietari Noutere

Metropolia

Ammattikorkeakoulu

Teollinen muotoilu

Muotoilun koulutusohjelma

Opinnäytetyö

Kevät 2019

Ohjaaja: Tuomo Äijälä

# Tiivistelmä

Opinnäytetyöni käsittelee käyttöliittymän suunnittelua Sciar Company Ltd -yritykselle. Lopputulos on valmis ulkoasu Microsoft Hololensille toteutettavaan sovellukseen.

Sciar Company Ltd on 2018 perustettu startup yritys, jonka tehtävänä on korjata laboratoriotyöskentelyssä ilmeneviä ongelmia. Ongelmaa yritetään ratkaista luomalla älylaseilla toimiva sovellus, joka hyödyntää augmented reality, eli lisätty todellisuus -teknologiaa.

Suunnittelussa haasteeni on asiallisen ulkonäön luominen, niin että käyttöliittymä näyttää silti eheältä ja esteettiseltä. Tutkin myös mitä tulee ottaa huomioon suunnittelussa, kuten esimerkiksi käytettävyys ja käyttäjäryhmä.

# Abstract

This thesis is about a conceptual design of a user interface for Sciar Company Ltd. The end result is a finished visual layout of a user interface of an application for Microsoft Hololens.

Sciar Company Ltd is a startup founded in 2018. It's primary mission is to fix problems that occur when working in laboratory. The company's attempt to solve this problem is to manufacture an application that works on smart glasses and utilizes augmented reality technology.

The challenge in the design process will be a suitable appearance, so that the user interface will look solid and aesthetic. I will also study what has to be kept in mind in the process e.g. usability and users.

# Sisällysluettelo

Johdanto		Valmis ulkoasu	
Aiheen esittely	5-8	Ulkoasu	45-46
Suunnittelutavoite	9-10	Kuvia toiminnallisuudesta	47-50
Tutkimusmenetelmä	11-12	Suunnittelun jälkeen	51-52
Viitekehys	13-14		
		Pohdintaa	53-54
Taustoitus		Lähteet	
Augmented Reality/Mixed reality	15-16	Kirjalliset lähteet	55-56
Lisätyn todellisuuden historia	17-22	Kualähteet	57-58
Älylasit/muut laitteet	23-26		
Aiemmat vaiheet	27-28		
Suunnittelutyön aloittaminen			
Pohjustus	29-30		
Design ajurit	31-32		
Benchmarking	33-34		
Työn aloittaminen	35-38		
Suunnittelutyön vieminen loppuun			
Aiheen selkeytyminen	39-40		
Ominaisuuksien havainnointia	41-42		
Suunnittelu etenee	43-44		



## Aiheen esittely

Teen opinnäytetyöni käyttöliittymän suunnittelusta Sciar company ltd -yritykselle, jossa olen osakkaana. vastuualueeni on tuottaa kaikki yrityksen visuaalinen sisältö.

Sciar company ltd on 2018 perustettu startup yritys, jonka tehtävänä on parantaa laboratoriotyöskentelyssä ilmeneviä ongelmia. Tieteen alaa jäytää niin sanottu toistettavuuskriisi, eli tutkimuksia toistettaessa lopputulokset ovat erilaisia.

"Alkuperäisistä tutkimuksista 97% oli saavuttanut merkittäviä tuloksia. Mahdollisimman tarkasti toistettuina Errington työryhmineen onnistui toistamaan tulokset vain 37 prosentissa tutkimuksista." [Tekniikan Maailma, 2017]

Pelkästään Yhdysvaltojen biologian laboratoriotieteellisyydessä kulut toistettavuusongelmassa on 28 miljardia dollaria vuodessa eli noin 25 miljardia euroa. [Nature, 2015] Tästä voidaan päätellä, että alalla on sijaa laadunvalvonnalle.



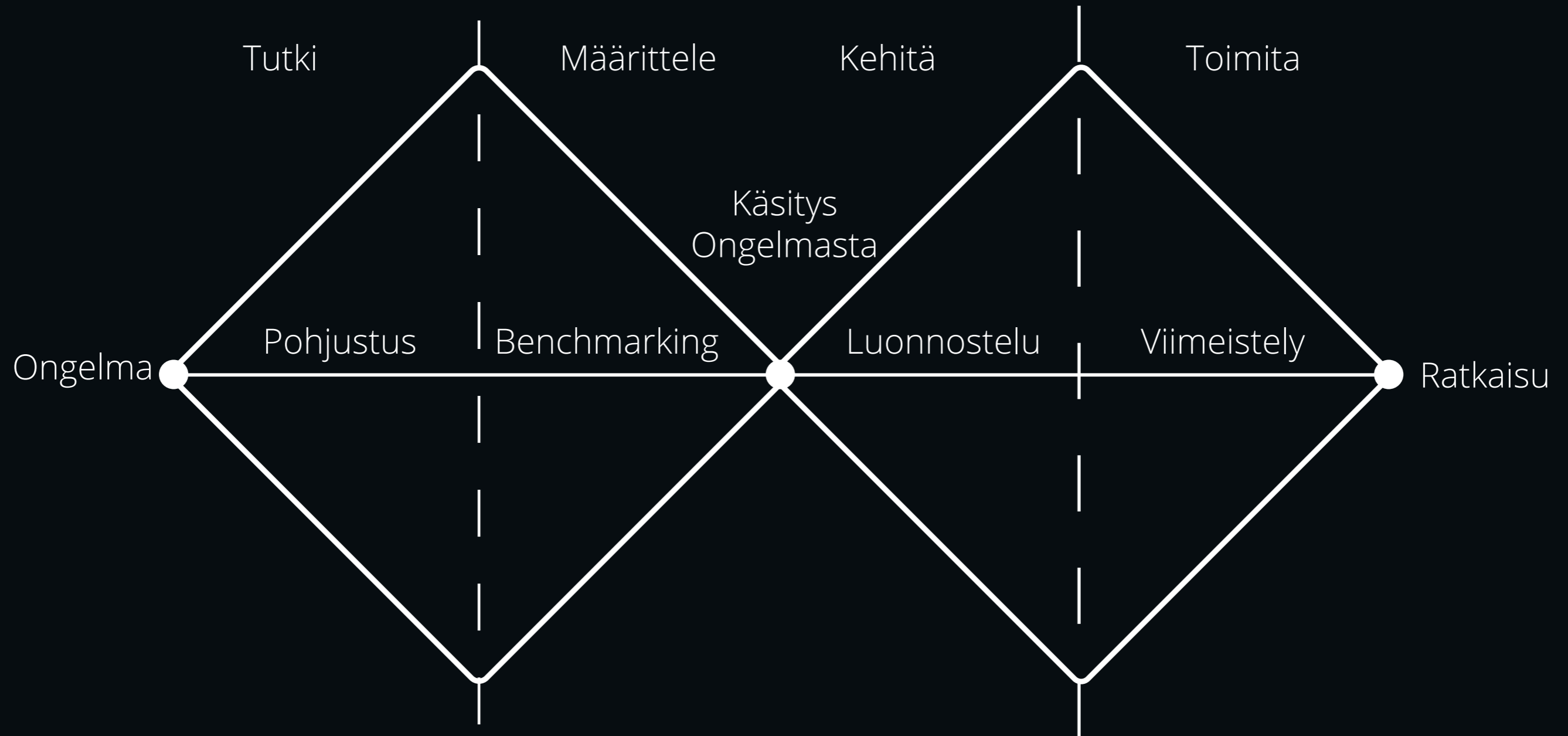
Sciar Company Ltd ratkaisu tähän ongelmaan on tekoälyä sekä augmented ja mixed realityä hyödyntävä sovellus, joka toimii älylaseilla. Ohjelmisto projektoi älylasien näytölle ohjeita, miten koe tulee suorittaa. Tekoälyn tehtävä on tunnistaa laboratoriotyövälineitä ja työvaiheita. Ohjelmisto tallentaa dataa käyttäjän toiminnasta, jolloin esimerkiksi kokeessa tehtyjä virheitä voidaan havaita jälkikäteen.

Aihe rajautuu käyttöliittymän visuaalisen ilmeen ympärille. Varsinaisessa ohjelmistossa käytettävää koneoppimista tai tekniikkaa ei sisällytetä opinnäytetyöhön.

## SUUNNITTELUTAVOITE

Suunnittelutavoitteena on kehittää laboratorialle sopiva, eheän näköinen ulkoasu käyttöliittymälle. Sen täytyy olla toimiva, asiallinen ja helposti lähestyttävä.

# TUPLATIMANTTI



Opinnäytetyöni perustana toimii tuplatimantti -malli, joka kertoo miten edetä. Se auttaa prosessia kulkemaan järkevässä järjestyksessä, pitäen kaikki olennaiset työvaiheet varmasti mielessä. [Irina Kujanpää, 2017]

# VIITEKEHYS







## AUGMENTED REALITY/MIXED REALITY

Koska käyttöliittymä tulee toimimaan lasilla, jotka hyödyntävät lisättyä ja sekoitettua todellisuutta haluan täsmentää, mitä kyseisillä termeillä tarkoitetaan.

”Lisätty todellisuus (augmented reality, AR) on teknologia, jossa tietokoneella tuotettua tietoa, kuten animaatioita, grafiikkaa, ääntä, videota tai GPS-tietoja, lisätään todellista ympäristöä ja sen esineitä kuvaavaan näkymään, jota käyttäjä tarkastelee älypuhelimien, tablettien tai AR-lasien kaltaisten laitteiden kautta. Menetelmällä voidaan yksinkertaistaa monimutkaisia tehtäviä, kuten kokoonpanoa, kunnossapitoa ja korjaustöitä, lisäämällä näkymään hyödyllisiä tietoja.” [Etteplan]

”Teknologian ala joka laajentaa meidän fyysistä maailmaamme lisäämällä siihen kerroksen digitaalista informaatiota. Toisin kuin virtuaalitodellisuus (VR), lisätty todellisuus, eli AR ei luo täysin keinotekoisia maailmaa, jolla syrjäytetään oikea maailma. Lisätty todellisuus ilmenee suoraan olemassa olevassa ympäristössä lisäten siihen grafiikkaa, videoita ja ääniä.” [Thinkmobiles]

Mixed reality lisää lisätyn todellisuuden tavoin grafiikkaa ja videoita ja ääniä olemassa olevaan ympäristöön, mutta sen lisäksi se pystyy ankkuroimaan grafiikkaa siihen kiinni. [Forbes, 2018]

Potentiaalisia alueita, joissa voidaan hyödyntää lisättyä todellisuutta ovat muun muassa:

- Opetus: interaktiiviset mallit oppimis- ja harjoittelutarkoituksiin matematiikasta kemiaan.
- Lääketiede: auttamaan diagnoosien teossa, valvomisessa, harjoittelemisessa ja paikantamisessa.
- Maanpuolustus: edistyneeseen navigointiin, merkitsemään kohteita reaaliajassa.
- Taide/Installaatiot/Visuaaliset taiteet/Musiikki
- Turismi: dataa nähtävyyksiin, kohteiden näkeminen 3d:nä, navigointi, ja suunnanäyttäminen.
- Televisiointi: livetaltiointien ja suoratoistopalveluiden parantamiseen lisäämällä sisältöä.
- Teollinen muotoilu: Visualisointiin ja mallintamiseen. [Thinkmobiles]

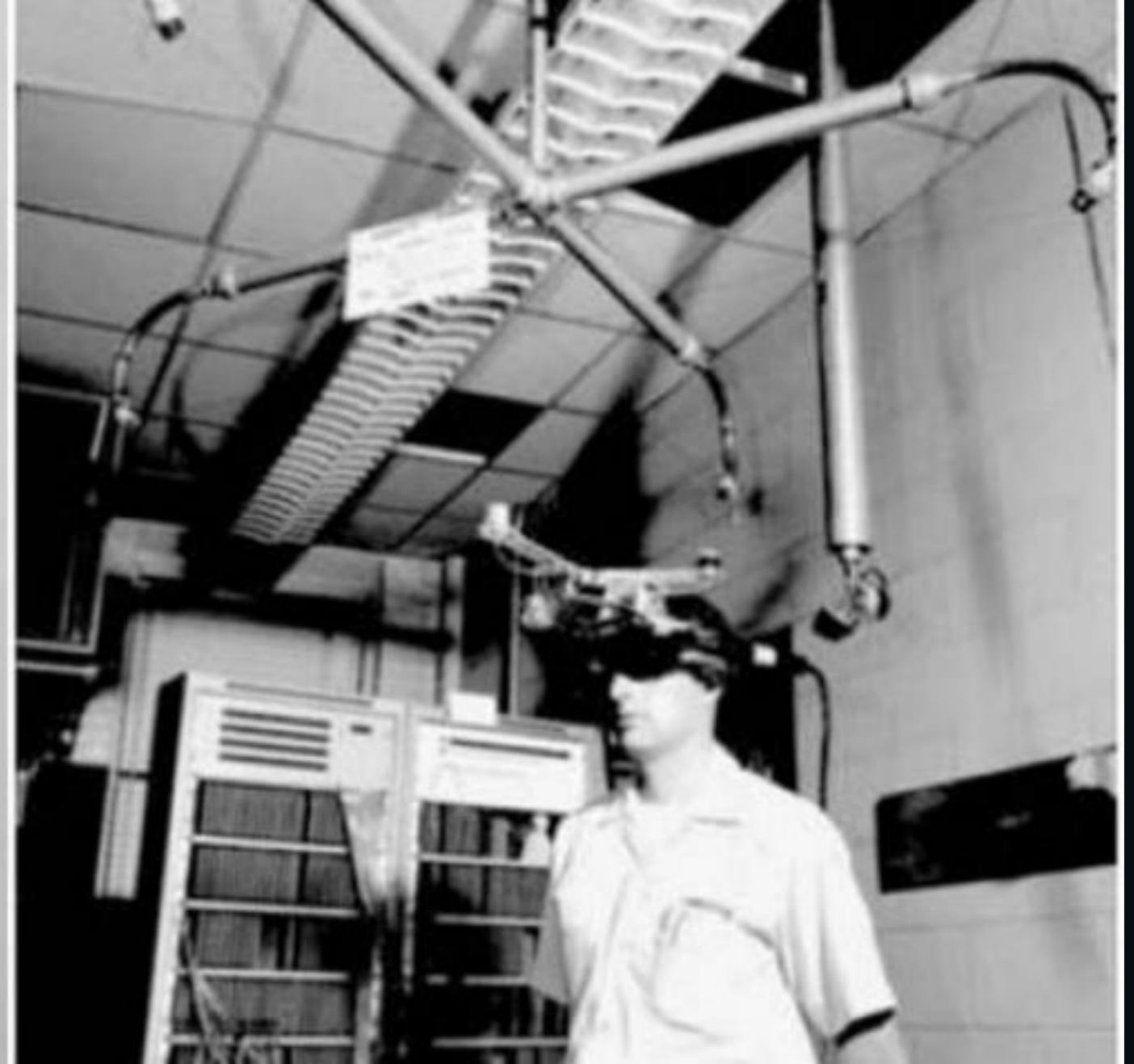


## LISÄTYN TODELLISUUDEN HISTORIA

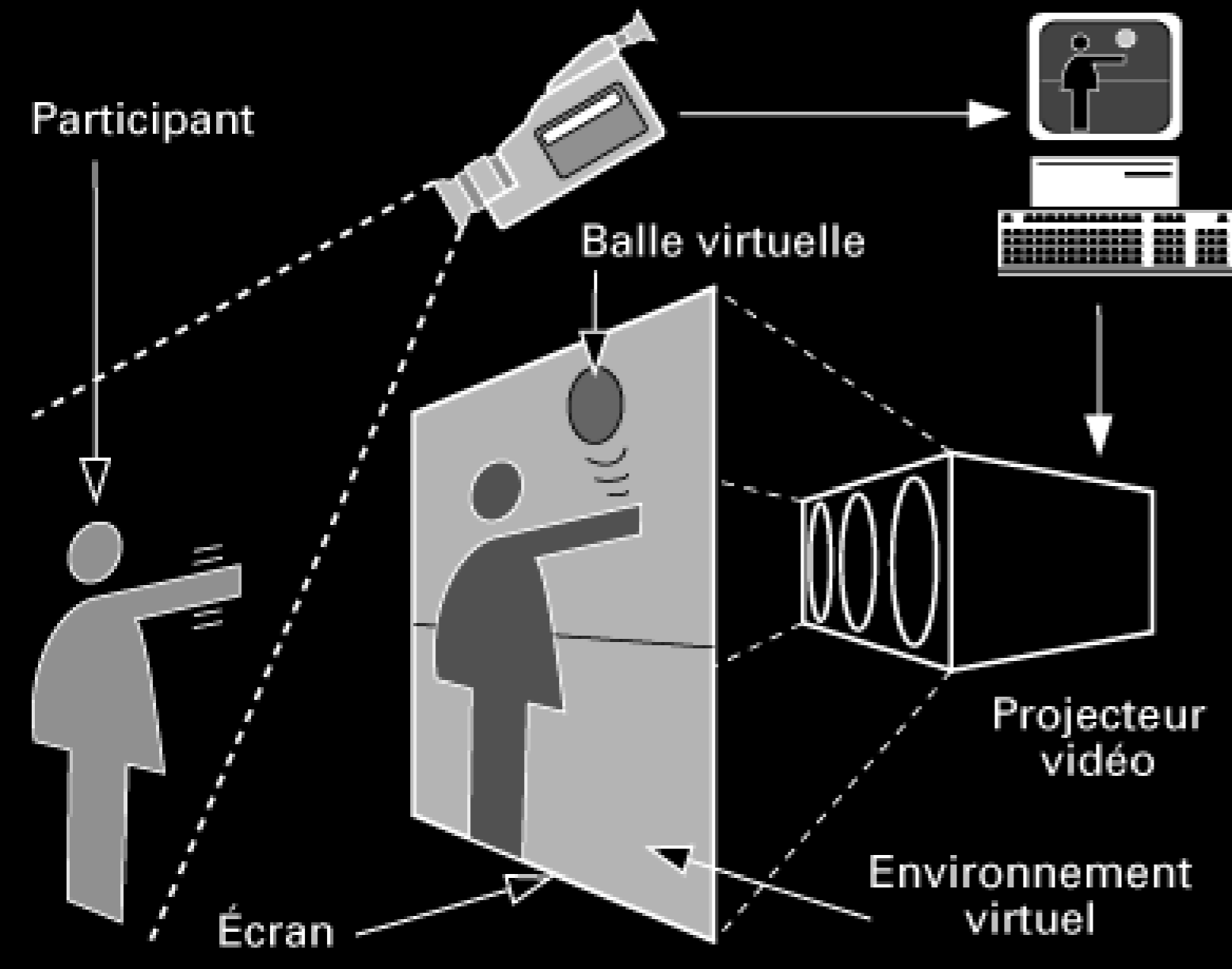


Ymmärtääkseni lisättyä todellisuutta riittävän hyvin päätin aloittaa siitä, mistä kaikki kyseisen teknologian saralla on alkanut.

Vuonna 1968, Harvardin yliopiston professori ja tietojenkäsittelytieteen tutkija Ivan Sutherland keksi laitteen, jota hän kutsui nimellä The Sword of Damocles.



Kyseinen laite sisälsi päähän asetettavan näytön, joka roikkui katosta. Käyttäjä näkisi näytöstä tietokonegrafiikkaa, joka sai hänet kokemaan olevansa vaihtoehtoisessa todellisuudessa.

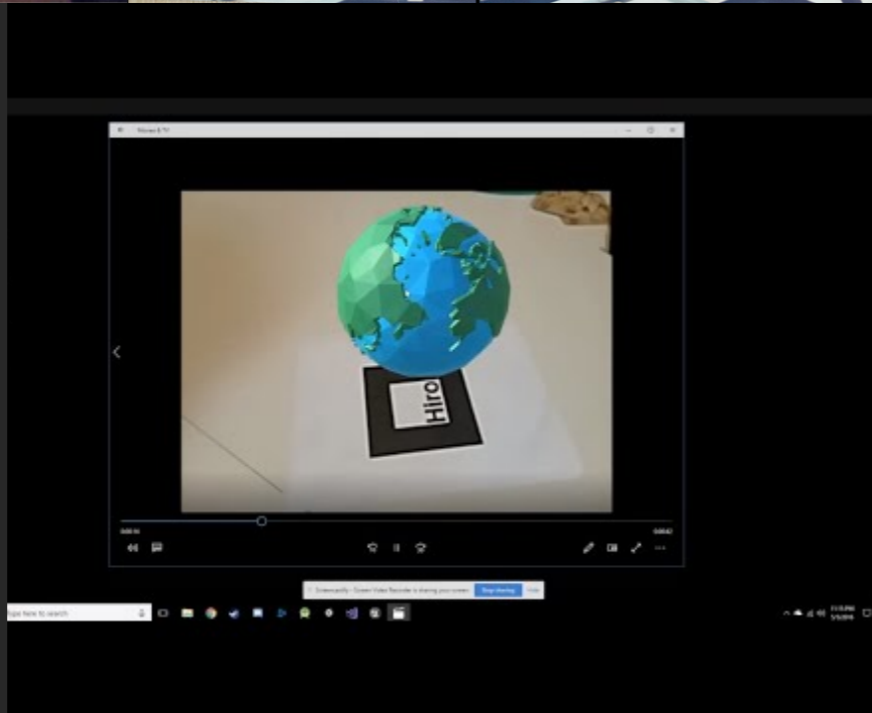


Yksi seuraavista isoista askelista lisätyn todellisuuden kanssa tapahtui vuonna 1974 Myron Kruegerin johdolla. Projektin nimi oli Videoplace, joka yhdisti projektointisysteemin ja videokamerat, jotka tuottivat varjoja näytölle. Tämä laitteisto sai käyttäjän tuntemaan olevansa interaktiivisessa ympäristössä.





Vuonna 1992, Louis Rosenberg, joka työskenteli Yhdysvaltain Ilmavoimien Armstrongin tutkimuslaboratoriossa loi ensimmäisen toimintakykyisen lisätty todellisuus -järjestelmän, Virtual Fixtures. Systemi asettaa informaatiota käyttäjän työskentelytilaan auttaakseen tehostamaan työntekoa. Tätä systeemiä voi ajatella varhaisena versiona siitä, mitä lisätty todellisuus -järjestelmät tekevät nykyaikana. (ks. kaksi ensimmäistä kuvaa oikealta vasemmalle ylhäältä katsottuna)



Vuonna 1994 luotiin ensimmäinen teatterituotanto, joka hyödynsi lisättyä todellisuutta. Julie Martinin tuottamassa näytelmässä Dancing in Cyberspace akrobaatit tanssivat virtuaalisten esineiden sisällä ja niiden ympärillä. (ks. keskimäinen rivi kuvista vasemmalla)

Vuonna 1999, NASA käytti Hybrid Synthetic Vision System nimistä järjestelmään, joka integroi lisättyä todellisuutta heidän X-38 avaruusaluukseen. Lisätty todellisuus auttoi parantamaan navigointia koelentoilla.

Tärkeä harppaus teknologiassa tapahtui vuonna 2000 kun Hirokazu Kato Naran Tiede ja -Teknologiainstituutista Japanissa, loi ja julkaisi ohjelman nimeltään ARToolKit. Tämän ohjelman avulla pystyi taltioimaan liikkeitä oikeasta maailmasta ja saada ne reagoimaan virtuaalisten objektien kanssa. (ks. oikea kuva keskeltä)



2003, Sportvision julkistaa ensimmäisen tietokonegrafiikkajärjestelmän, jolla pystytään näyttämään linjoja jalkapallokentässä tunnetun skycam-kameran kautta, joka ottaa ottelun aikana ilmakuvaa. (ks. alin kuva)

2009 ARToolKit laittaa Lisätyn Todellisuuden saataville internettiin.

[Colocation America, 2018; SevenMedia, 2013]

## ÄLYLASIT/MUUT LAITTEET



Älylasit ovat silmälasien tavoin päähän asetettava tietokone, joka lisää informaatiota sen rinnalle, mitä käyttäjä näkee. Älylaseissa on kamera tai kameroita, joilla ne saavat tietoa ympäröivästä maailmasta, tällä tavoin voidaan esimerkiksi tutkia 3d-malleja tilassa hologrammin tavoin. Nämä soveltuvat hyvin lisättyä todellisuutta hyödyntäville työkaluille erinomaisesti, jo pelkästään siitä syystä, että lasit ovat päässä ja näin ollen kädet ovat vapaana. [Wikipedia, Smartglasses] Matkapuhelimilla pystytään käyttämään samaa tekniikkaa, mutta kamerat eivätkä prosessointiteho ole yhtä hyviä ja niitä täytyy pitää kädessä.

Vuonna 2016 Microsoft julkisti Microsoft HoloLens nimiset älylasit, joka on suunnattu lisätty todellisuus ja sekoitettu todellisuus -teknologioille. HoloLens on maailman ensimmäinen täysin irrallinen, itsenäisesti toimiva holograafinen tietokone, joka mahdollistaa käyttäjän tarkastella ja vuorovaikuttaa 3D-kappaleiden kanssa ilman johtoja, kameroita, puhelimia tai yhteyttä ulkoiseen tietokoneeseen. HoloLensiä komennetaan ihmiselle luonnollisilla keinoilla, eli katseella, puheella ja eleillä (oikealla, keskellä olevassa kuvassa esimerkkejä hallintaeleistä). [Wikipedia, Microsoft HoloLens; Setting Mind, 2018] Microsoft on julkistamassa uutta versioita laseista, jotka kulkevat nimellä HoloLens 2. Ne on suunnattu yrityksille työkaluiksi, eikä tavallisille kuluttajille. Niitä tullaan käyttämään aloilla, jotka ovat muuttuneet digitalisaation takia, esimerkiksi suunnittelun tai teollisuuden aloilla, tai esimerkiksi öljylautoilla ja armeijassa. [Computerworld, 2019] Microsoft on tehnyt Yhdysvaltain armeijan kanssa 480 miljoonan dollarin sopimuksen ostaakseen 100 000 kappaletta HoloLens -laseja. Niitä tullaan käyttämään sekä harjoittelussa, että taisteluissa. [The Verge, 2018]



1. Finger in the ready position



2. Press finger down to tap or click

Markkinoilla on myös paljon muita vaihtoehtoja, näistä mainittakoon muutama:

-Vuzix Blade (kuva oikealla alhaalla), lasit ovat Vuzix nimisen yhtiön valmistamat älylasit, verrattuna HoloLensiin, sen toimintamekaniikka on yksinkertaisempi, ikään kuin älykello, mutta silmälasien muodossa. Lasien hinta on noin tuhannen dollarin paikkeilla. [Engadget video, 2019] Eli ne ovat huomattavasti halvemmat kuin aikaisemmin mainittu Microsoftin vaihtoehto, joka maksaa noin 3500 Dollaria. [Onmsft, 2019] Vuzix Blade on myös mielestäni ulkonäöltään hillittympi, eikä herätä huomiota samalla tavalla, kuin "Star Trek" -tyylistä ulkomuotoa hengittävä HoloLens.

-Magic Leap One -lasit ovat Magic Leap yrityksen valmistamat älylasit, jotka käyttävät virtual retina display -teknologiaa, eli kuva heijastetaan suoraan verkkokalvolle. [Wikipedia, Magic Leap] Magic Leap One -lasit ovat mielestäni teknologialtaan mielenkiintoinen laite. Hinta on tosin Vuzix Bladea kalliimpi eli 2295 Dollaria, jos sellaiset tilaa Magic Leapin nettisivuilta. [Magicleap] Ulkonäkö on myös lähempänä HoloLensingin Scifimäistä tyyliä ja kauempana kasuaalista Vuzix Bladesta.



Miten visioin älylasit ja niiden tulevaisuuden?

Etsiessäni tietoa älylaseista huomasin, että markkinoilla on paljon erilaisia vaihtoehtoja. Hololens edustaa ääripäätä, jossa lasit sisältävät paljon prosessointitehoa ja on päähän laitettava tietokone. Toisessa päässä ovat lasit, jotka ovat pelkkä päähän laitettava näyttö. Useiden variaatioiden olemassaolo kuitenkin selkeästi osoittaa, että kyseessä on kasvava ilmiö.

Kuten aikaisemmin totesin, Microsoftin tulevaisuudessa julkaisemat Hololens 2 -lasit ovat jo valmiiksi luokiteltu käytettäväksi työkaluna. Tavallisille kuluttajille niitä ei ole suunnattu. [Computerworld, 2019] Uskon yhtenä syynä olevan, että laitteiden teho ei ole vielä riittävä saadakseen tarpeeksi suosiota kuluttajien keskuudessa. Pelikonsoleissa ja virtuaalitodellisuudessa voidaan päästä lähelle fotorealista tulosta, mutta nämä maailmat ovat irrallaan todellisuudesta. Pyörittääkseen tällaista ohjelmaa, näytön tai lasien täytyy olla kiinni isoissa prosessoreissa. Nykyään älylasit eivät ole tarpeeksi hyviä, että lisätystä todellisuudessa voitaisiin saada aikaan yhtä esteettistä jälkeä.

Jos viihdeteollisuus unohdetaan, kuluttajien olisi tietenkin mahdollista käyttää laseja työkaluna yritysten tapaan. Tässä ongelmaksi kuitenkin muodostuu älylasien hinta. Älylasit ovat myös olleet pinnalla vain vähän aikaa (Hololens julkaistu 2016) ja mielestäni ne ei ole vielä saaneet tarpeeksi jalansijaa vakuuttaakseen kuluttajat.

Näen kuitenkin laitteilla paljon potentiaalia. Arvelen, että Mooren lain mennessä pidemmälle, tulevaisuudessa laitteista tulee tehokkaampia, joka mahdollistaa enemmän hienompien ja parempien sovellusten tekemisen. Kilpailu ja tarjonta tulee myös pudottamaan hintaa. Nämä seikat tekee älylaseista helpommin lähestyttävämät kuluttajille.

Siinä missä kännykkä pitää aina ottaa käteen ja avata näyttö kenties näppäilemällä tunnusluku, älylaseissa kaiken informaation näkee reaaliajassa. Tämä mahdollistaa paljon asioita, esimerkiksi suunnistaminen voi tapahtua niin, että näytöllä on nuoli, joka osoittaa suunnan mihin mennä. Eli kaikki interaktio, jonka jo nyt teemme puhelimella, voidaan tehdä älylaseilla, huomattavasti vähemmällä vaivalla. Ehkäpä Mooren laki tulee pienehköksi ongelmaksi tässäkin. En usko, että ihmiset haluavat pitää massiivisia, kömpelököjä tietokoneita päässään enempää, kuin on pakko. Todennäköisesti kuitenkin tehon pakkautuessa pienempään tilaan ihmiset alkavat käyttää entistä enemmän älylaseja. Näin ollen voisi ennustaa, että laseissa rupeaisi esiintymään trendejä, jopa muoti-ilmiöitä. Tällaista on kuitenkin jo nähty vuosikaudet esimerkiksi aurinkolaseissa.



Microsoft Hololens 2

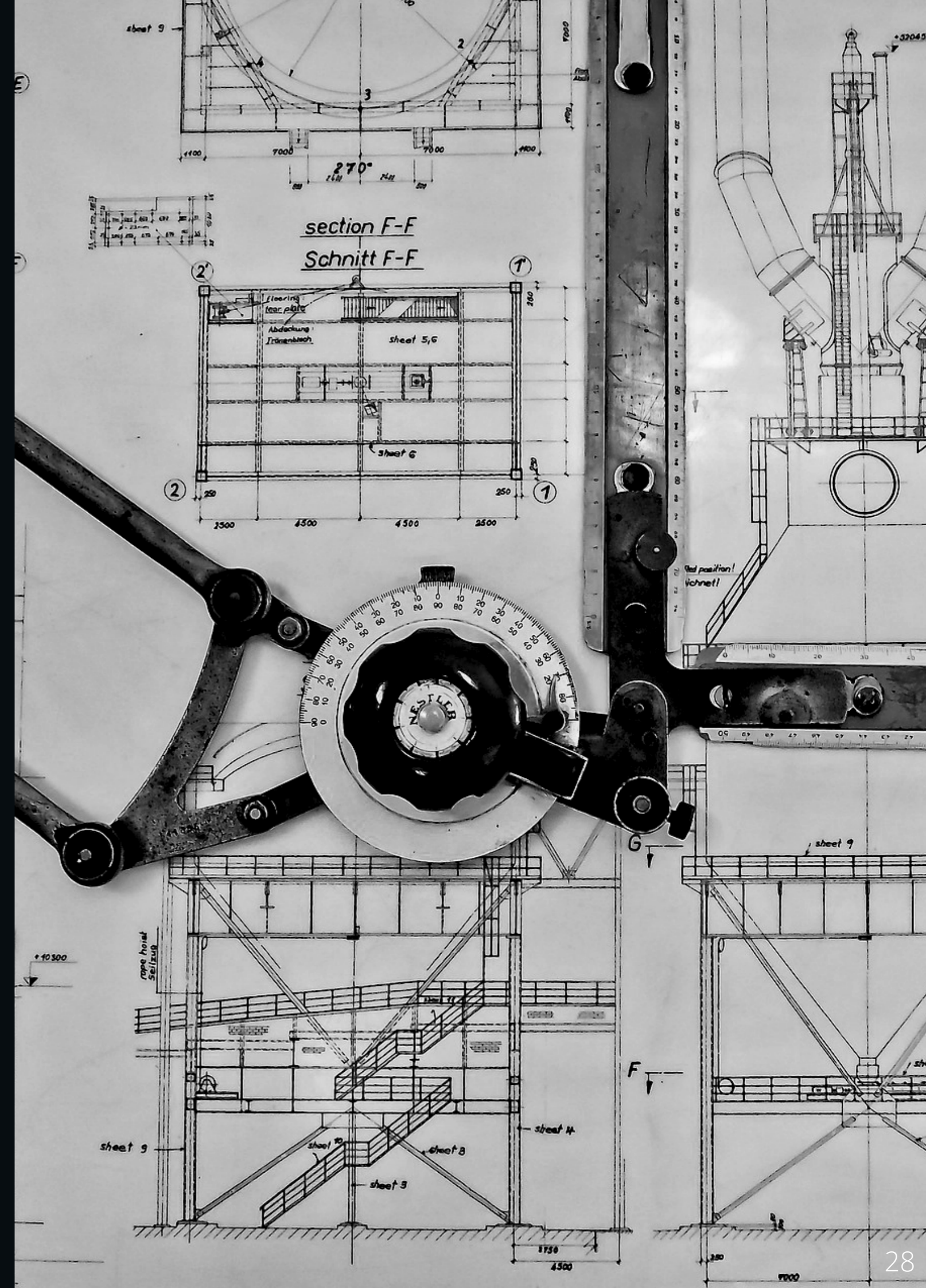


Magic Leap One

## Aiemmat vaiheet

Vaikka Sciar Company Ltd on perustettu kesällä 2018, ajatus yrityksestä oli alkanut yli vuotta aikaisemmin. Olin tehnyt muutamia havainnekuvia firman perustajille jo 2017, johon he olivat olleet tyytyväisiä, siispä he päättivät pyytää minua mukaan vastaamaan yrityksen visuaalisesta puolesta. Minun lisäksi Sciar -tiimissä on, toimitusjohtaja, operatiivinen johtaja, perustaja-osakas, kaksi tekoälyosaajaa, koodari, sisällöntuottaja.

Ensimmäinen tehtäväni yrityksessä oli suunnitella yrityksen logo ja nettisivut, jotka olivat valmiita jo elokuussa 2018. Seuraavaksi sovimme toimitusjohtajan kanssa, että rupean suunnittelemaan käyttöliittymää.



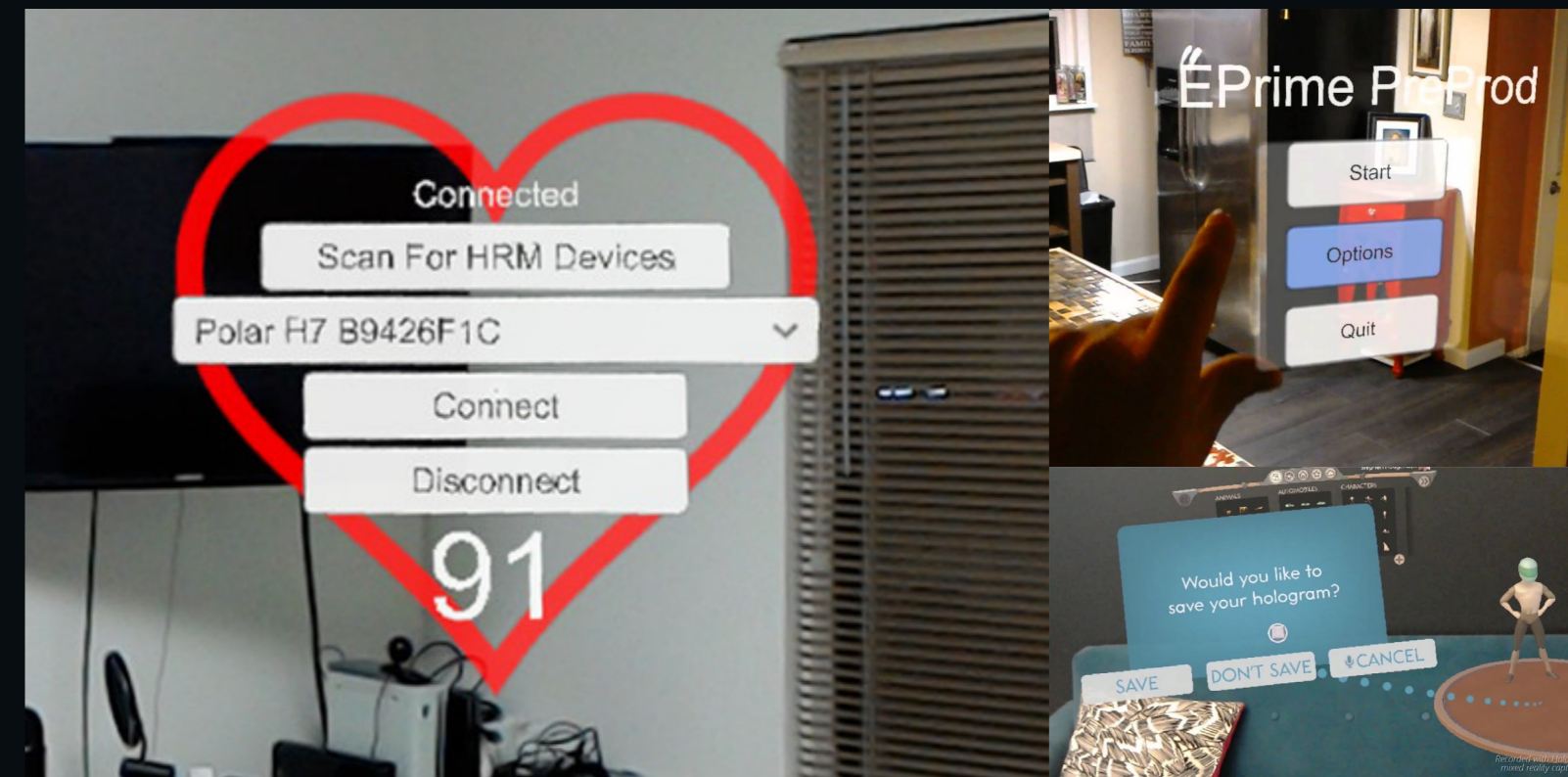
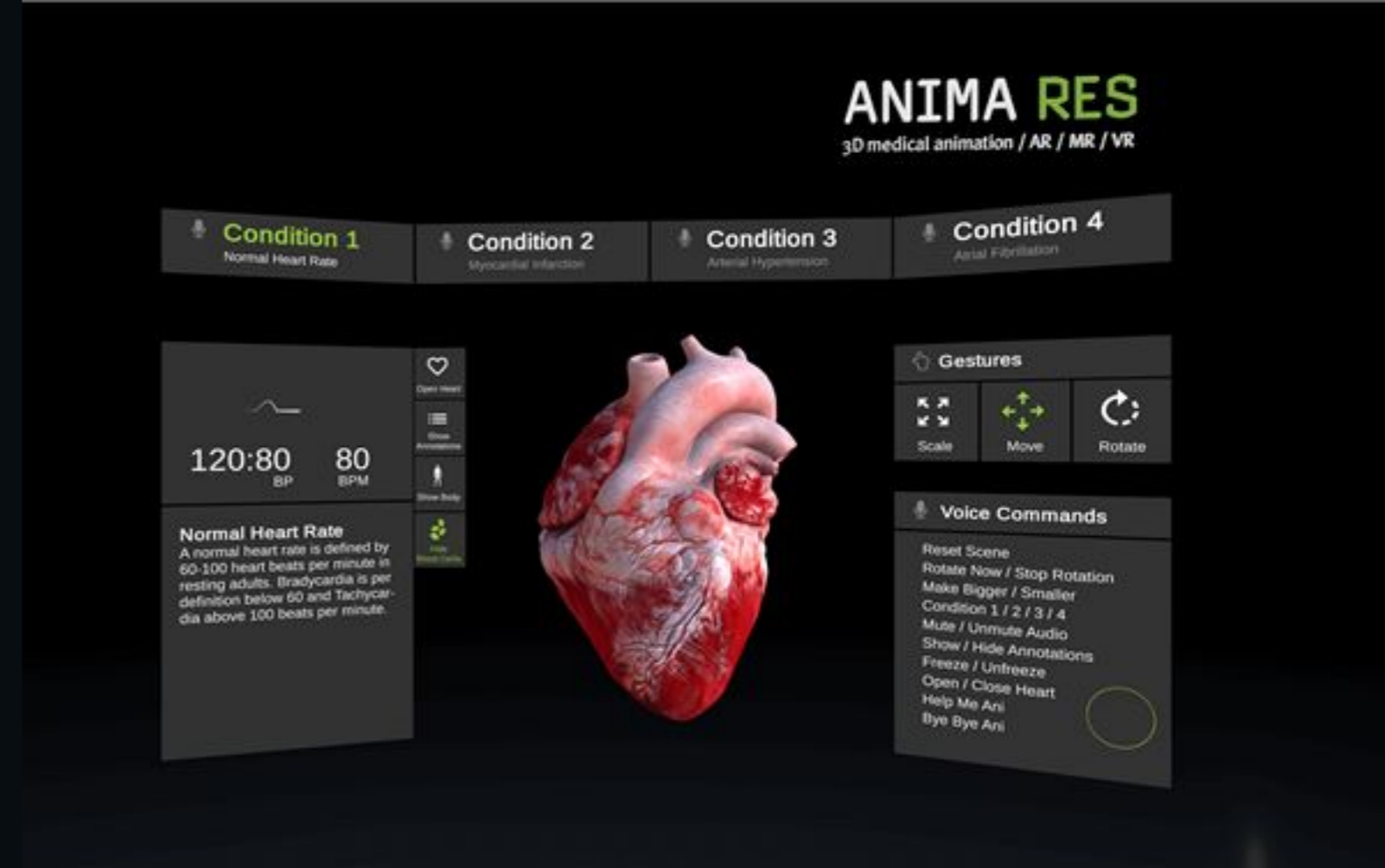
## Pohjustus

Käyttöliittymällä tarkoitetaan laitteen tai ohjelmiston osaa, jonka avulla käyttäjä pystyy operoimaan tuotetta. Esimerkiksi tietokoneessa käyttöliittymänä toimii se tietokoneen osa, joka näkyy näytöllä, ja jota ohjataan hiirellä ja näppäimistöllä. [Wikipedia]

Minulta ei löytynyt paljon aikaisempaa kokemusta tällaisesta suunnittelusta, mutta lähdin tekemään määrättyä työtä ennakkoluulottomalla asenteella. Avasin ongelmaa googlaamalla esimerkkejä käyttöliittymistä. Alkumetreillä, minulla ei ollut paljoa käsitystä siitä, miten sen tulisi toimia ja miltä sen pitäisi näyttää.

Suurimmassa osassa älylaseille tehdyissä sovelluksissa käyttöliittymät näyttivät mielestäni todella tylsiltä, liian yksinkertaisilta ja joissain tapauksissa rumilta. (ks. 3 kuvaa vasemmalla alhaalla) Hyviäkin esimerkkejä löytyi, mutta itselleni jäi vaikutelma, että suurimmassa osassa näistä sovelluksista on menty teknologia edellä, kun taas esteettisyydelle on laitettu vähän painoarvoa.

Aiheeseen paneutuessani mietin myös, että älylasit ovat teknologiana uutta, ja sillä ei ole vakiintunutta käyttöä, eli kukaan ei pysty varmuudella sanomaan mihin kaikkeen niitä ja niiden sovelluksia voidaan hyödyntää. Tämä laittaa myös ison kysymysmerkin sille, minkälaisia näiden käyttöliittymien tulisi olla. Voisiko se esimerkiksi olla kolmiulotteinen? Jos se ei ole järkevää, niin miksi?







## DESIGN AJURIT

### Käytännöllisyys

Suunnittelun ytimessä tulisi olla helppo ja selkeä navigaatio. Designin tulisi myös minimoida käyttäjän vaivannäköä. Vaikeasti navigoitavat nettisivut ja sovellukset saavat yleisesti ottaen enemmän negatiivisia arvioita ja aiheuttaa käyttäjässä tyytymättömyyttä. [Abeautiful Madness, 2018]

Käyttöliittymä tulisi pitää yksinkertaisena. Parhaimmat käyttöliittymät ovat näkymättömiä käyttäjälle. Ne välttävät ylimääräisiä elementtejä ja ovat selkeitä kielessä, mitä ne käyttävät sarakkeissa ja viestinnässä. Käyttöliittymän tulisi olla johdonmukainen ja käyttää ihmisille yleisiä elementtejä. Esimerkiksi valintaruutuja ja pudotusvalikkoja. On myös tärkeää, että toiminnallisuus noudattaa toistavaa kaavaa, kielessä, sommittelussa ja designissa. Väriä tulisi käyttää vain strategisesti. Värin, valon, kontrastin tai tekstuurin avulla voidaan ohjata käyttäjän huomiota johonkin haluttuun osa-alueeseen. [Usability]

### Asiallisuus

Uxplanet.org -sivuston artikkelissa UX Design for B2B: Businesslike Strategies for Web and Mobile Interfaces sanotaan, että designratkaisujen pitäisi johdonmukaisesti vahvistaa yrityksen käytäntöjä. Artikkelin mukaan ytimekkäät ja minimalistiset ratkaisut suunnittelussa säästävät käyttäjän aikaa. [UX Planet, 2018].

Laboratorioteknikko työskentelee näytteenoton, mittaamisen, testaamisen, taltioimisen ja tulosten analysoimisen parissa. Teknikon täytyy seurata ohjeita todella tarkasti saadakseen täsmällisiä tuloksia. [Chron, 2019]

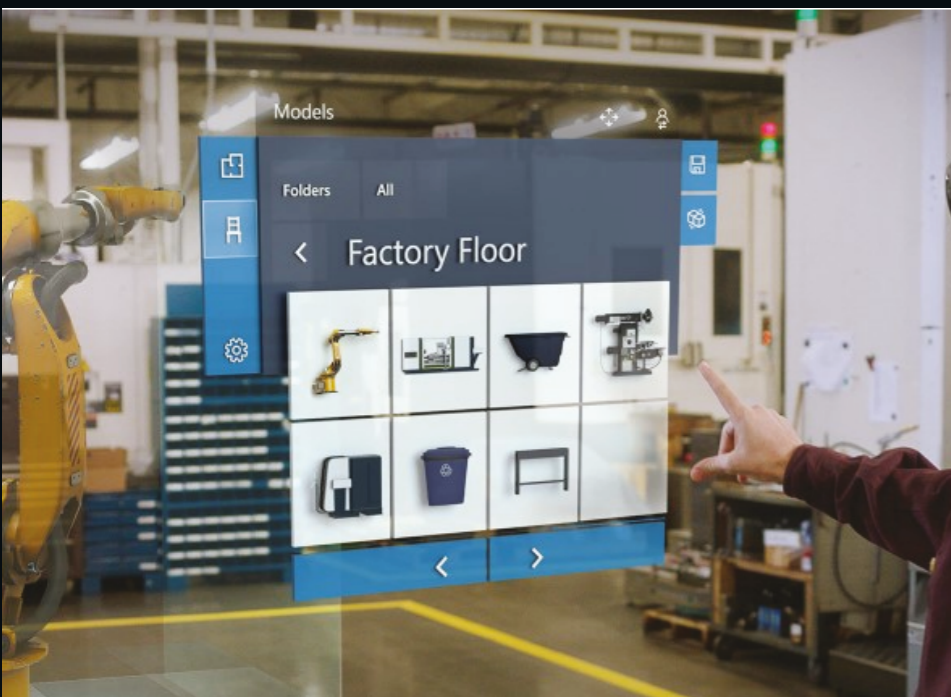
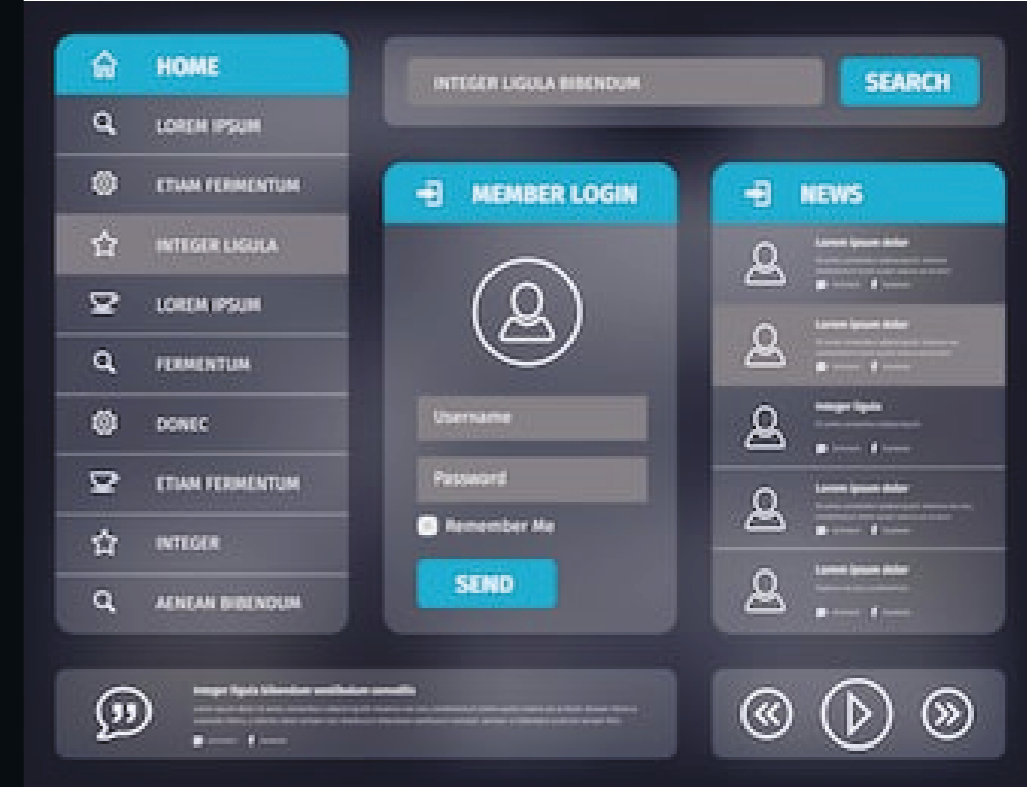
Tarkkuus ja huolellisuus pitäisi siis huomioida käyttöliittymän suunnittelussa.

### Käyttöympäristö

Ennakkokäsitykseni laboratoritiloista oli, että tilan täytyy olla valkoinen, tai ainakin vaalea väriltään. Etsiessäni tietoa, en kuitenkaan löytänyt, mitään esimerkiksi EU -standardia, joka määrittäisi minkä väriset laboratorion seinien tulisi olla. Mutta hakemalla kuvia laboratorioista, huomasin esimerkkien tukevan ennakkokäsitystäni niistä. Uskon, että laboratoriot suunnitellaan vaaleiksi samasta syystä, miksi laboratoriotakit ovat valkoisia. Hygieniasta. Valkoisesta laboratoriotakista on helppo havaita tahroja. Näin tiedetään milloin takki tarvitsee pesua. Tällä tavoin voidaan ehkäistä kontaminaatiota ja muita haitallisia, mutta vältettäviä riskejä. [Doctor James, 2019]

Lähden siis premissistä, että laboratoriot ovat pääsääntöisesti vaaleita. Tämä luo yhden olennaisen muotoilujurin käyttöliittymälle. Käytettävyyden kannalta on tärkeää, että se erottuu taustasta. Eli mikäli käyttöympäristö on vaalea, täytyy käyttöliittymän värin olla sellainen, että käyttäjä näkee sen.

42	VECTOR INTERFACE	 
Section	Additional description	
Second section	Lorem ipsum dolor sit amet, consectetur adipiscing elit, sed diam nonummy nibh euismod tincidunt ut laoreet dolore magna aliquam erat volutpat. Ut wisi enim ad minim veniam, quis nostrud exerci tation ullamcorper suscipit lobor-tis nisl ut aliquip ex ea commodo consequat.	
Third section		
Active point		
One more		
Last section		
		INFOGRAPHICS visualisation



## BENCHMARKING

Yritin benchmarking -vaiheessa etsiä hyviä referenssikuvia hololens -sovellusten käyttöliittymistä, mutta samaan aikaan koin saavani paljon inspiraatiota muille alustoille tehtyjen ohjelmistojen ulkonäköratkaisuista. Paljon hyviä kuvia löytyi puhtaasti liittyen matkapuhelinsovellusten käyttöliittymiin. Spekuloin myös minkä näköisiä painikkeita ja kaavioita sovelluksessa tulisi olla ja valitsin referenssikuvia sitä mukaan.

lasimaista läpinäkyvyyttä, oikeassa yläkulmassa olevassa kuvassa on myös lasimaisuutta, mutta eri tavalla. Ylärivillä keskellä ja alarivin oikealla puolella olevissa kuvissa taas oli todella esteettisiä gradienttejä ja hyvällä tavalla ilmaistuja kaavioita.

Koska yrityksen on kuitenkin tarkoitus myydä tuotetta, sen täytyy näyttää myös uskottavalta. Esimerkiksi osa puhelinsovelluksista voi houkutella käyttäjiä leikkisillä käyttöliittymillä ja rennolla palvelulla, mutta tällainen ulkonäkö ei mielestäni sovellu tuotteelle, joka toimii työympäristössä, jossa tarkkuus ja tunnollisuus on kaikki kaikessa.

Esimerkiksi vasemmassa yläkulmassa olevassa kuvassa on hienoa



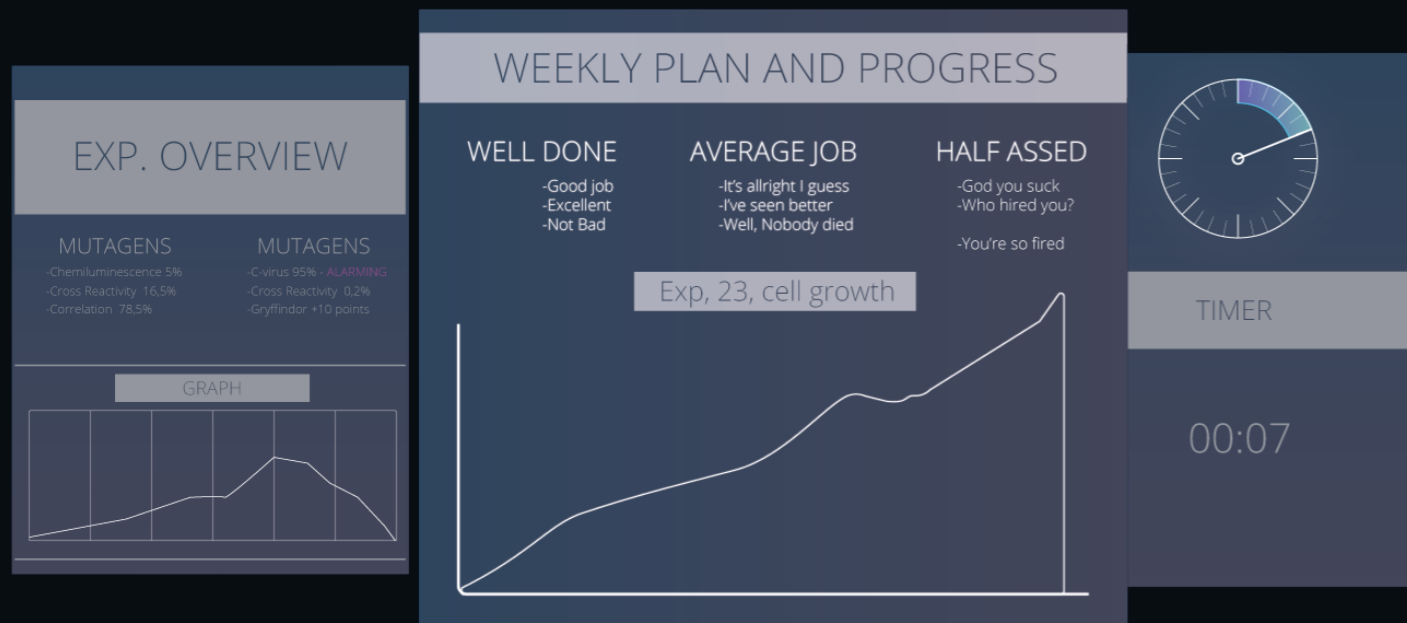
Aloin syksyllä luonnostella käyttöliittymän ulkonäköä. Aluksi tarkoituksena ei ollut tehdä mitään tiettyä, vaan lähdin lähinnä kokeilemaan erilaisia väriyhdistelmiä, leikkimään erilaisilla gradientteilla, kikkailemaan pienillä varjostuksilla ja suunnittelemaan suurpiirteisesti ominaisuuksia. Minulle oli luontevaa lähteä miltei heti tekemään näitä kokeiluja Adobe Illustratorissa.

Kuten totesin aikaisemmin, tämän kaltaisesta suunnittelusta, minulla ei ollut kauheasti aikaisempaa kokemusta, ja näin ollen olin alkupään tuotantoon tyytymätön. Minulla oli idea hahmotettuna ajatuksissani, mutta koin vaikeaksi saada sitä konkreettisen muotoon. Kuitenkin tarpeeksi pyöriteltyä ideoita, luonnokseni rupesivat paranemaan.



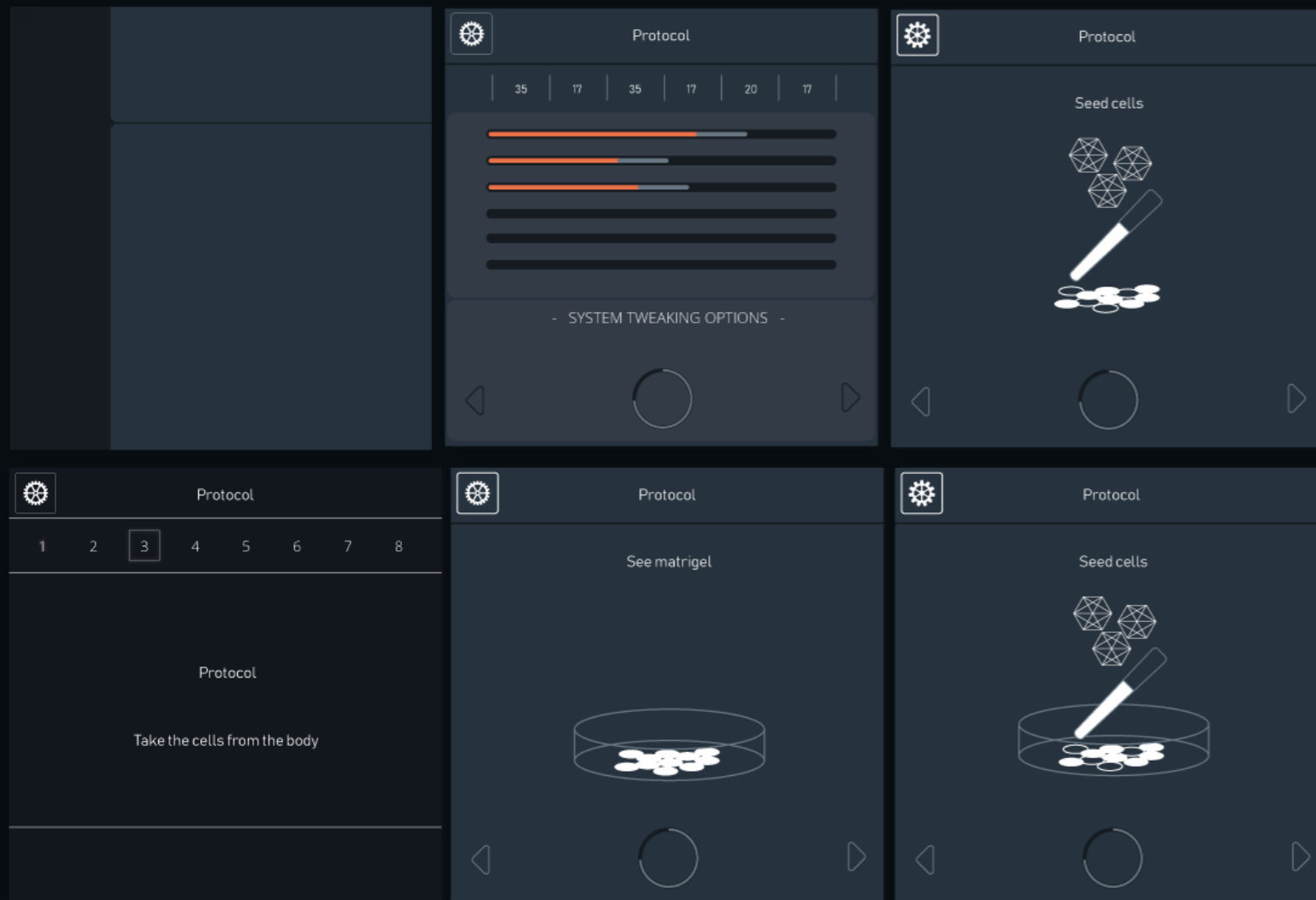
Keskustelin Sciarin toimitusjohtajan kanssa, joka lähetti hänen piirtämiään luonnoksia käyttöliittymästä ja sen ominaisuuksista. Olin jo aiemmin ajatellut, että ohjelmistossa tulisi luultavasti olemaan erilaisia diagrammeja.

Toimitusjohtajan visiossa, kaikki sovelluksen käyttäjät näkisivät halutessaan samaan aikaan testit ja pystyisivät katsomaan kokeiden progressiota. Tällaisessa toteutuksessa sovellus olisi myös monimuotoisempi verrattuna henkilökohtaiseen vaihtoehtoon.



Oikealla, voi nähdä, progressiota suunnittelutyössä. En halunnut kaikkien olevan pelkkää tekstiä joten lähdin suunnittelemaan käyttäjäpreferensseihin menevää painiketta. Yleensä asetuksien painikkeen symbolina toimii hammasratas, joten kokeilin sitä yhtenä symbolina, joka johtaa asetuksiin.

Kokeilin myös todella kuvainnollistavaa tapaa ilmaista asioita protokollassa, eli mahdollisimman vähän tekstiä ja enemmän kuvia. Kokeilin erilaisia vaihtoehtoja ja päädyin käyttämään Open Sans -fonttia, se näytti sopivan mielestäni parhaiten käyttöliittymään.



Seuraavassa vaiheessa alkoi olla varmempaa tietoa siitä, mitä ominaisuuksia tuotteen ensimmäisessä prototyypissä tulisi olemaan. Siinä keskityttiin olennaiseen eli siihen laboratoriotyöskentelyn osa-alueeseen, jossa inhimillisten virheiden teko on suurinta, eli työvaiheisiin, jossa työtä tehdään käsin, kuten esimerkiksi pipetoidaan ja yhdistellään eri aineita.

Tiimissämme osa ihmisistä ei ole suomenkielisiä, joten alusta alkaen firman sisällä palaverissa, ollaan puhuttu pääsääntöisesti englantia. Käyttöliittymän suunnitteluun aluksi pelkästään englanninkieliseksi on ollut loogisin vaihtoehto. Myös tulevaisuudessa sovellusta on helpompi demonstroida mahdollisille ulkomaisille partnereille ja sijoittajille.

Kun suunnittelimme yhdessä tiimimme kanssa sovellusta tulimme siihen tulokseen, prototyypissä olisi seuraavat ominaisuudet: Aloitusvalikko, protokolla, dokumentaatio, käyttäjäpreferenssit, overview.



Nämä ominaisuudet oli valittu tähän siitä syystä, että ne olivat välttämättömimmät niin kutsuttuun MVP:hen (minimum viable product) eli pienimpään toimivaan tuotteeseen.

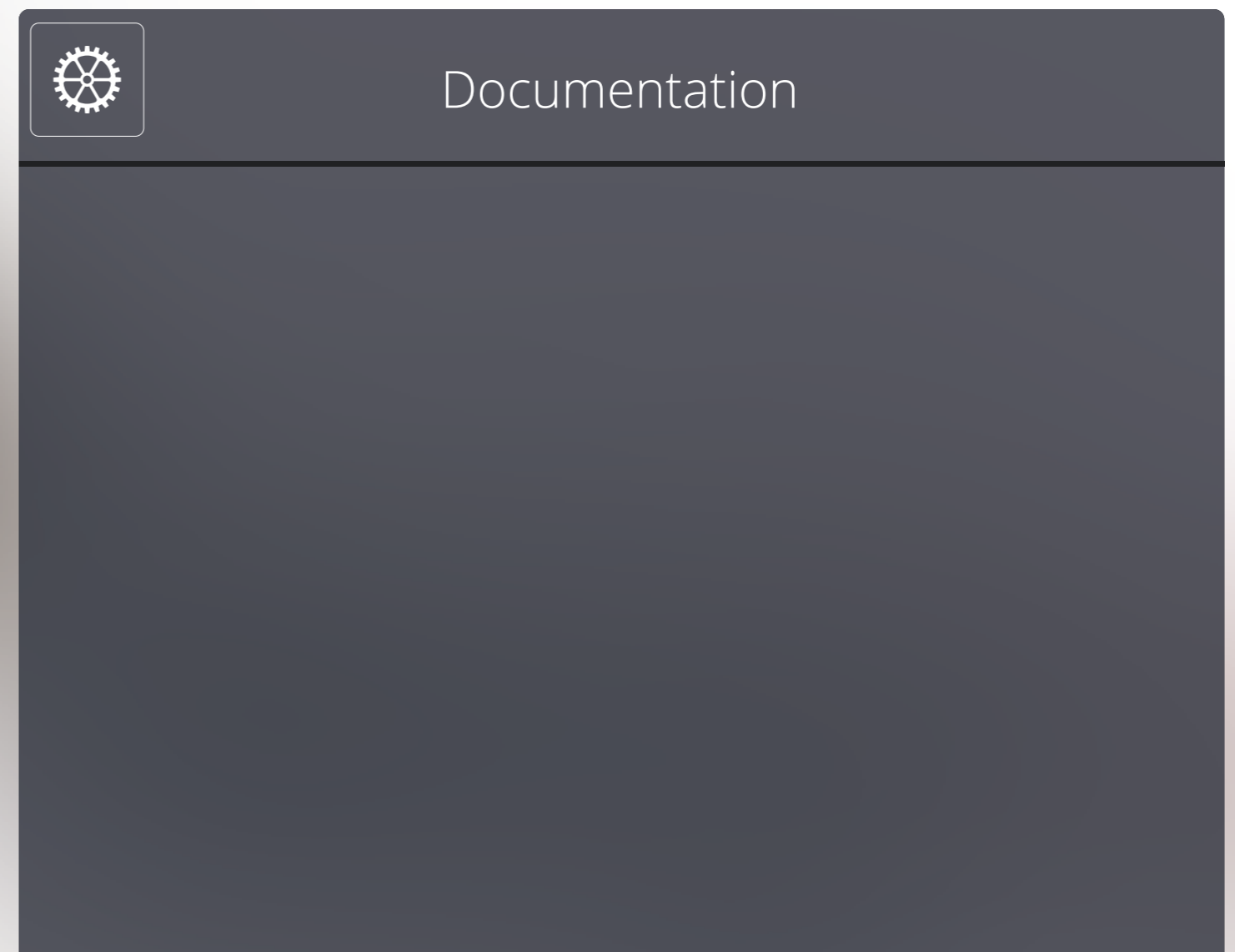
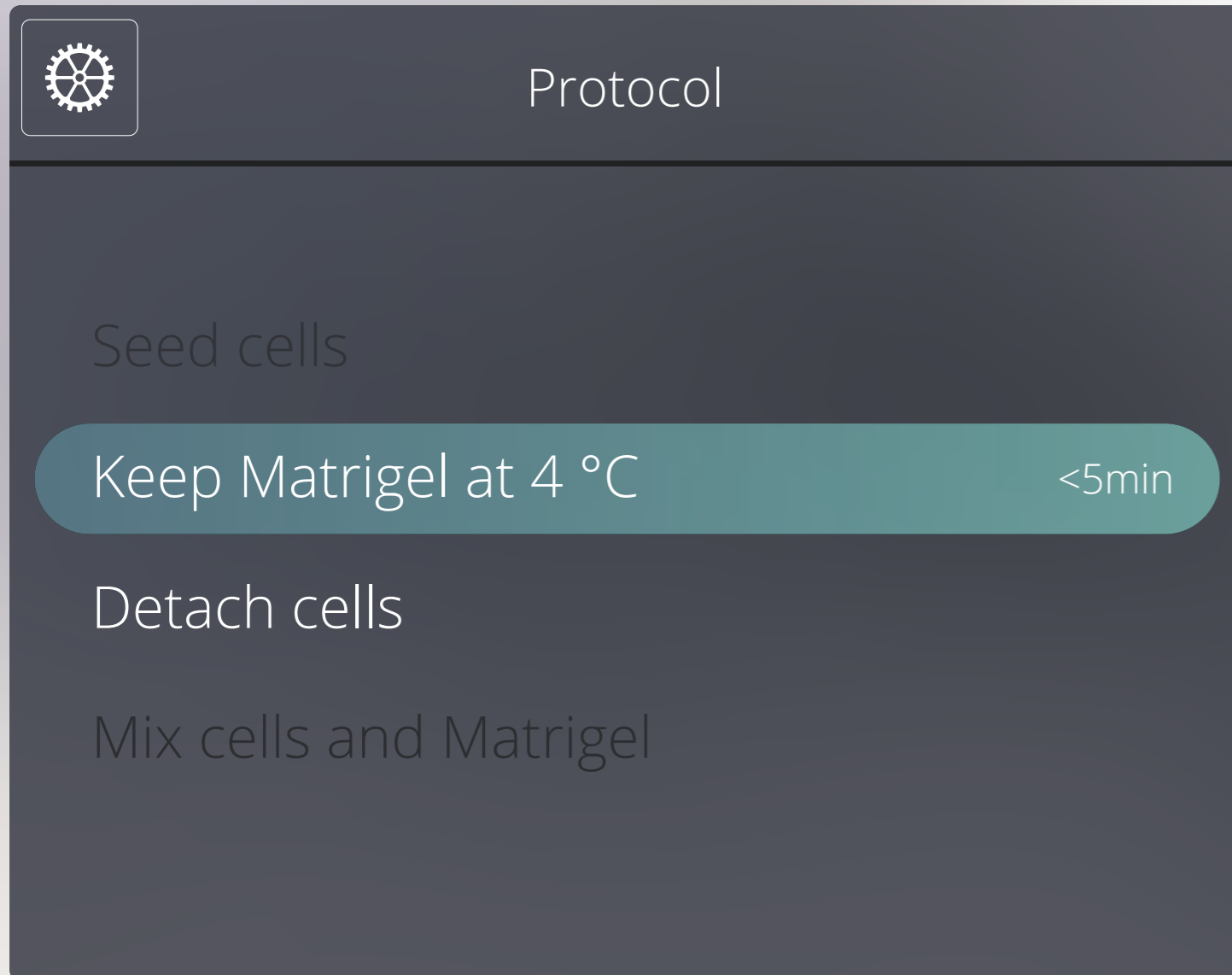
Aloitusvalikko avautuu sovelluksen käynnistyttyä, jossa on listattuna 3 vaihtoehtoa. Protokollan aloittaminen, käyttäjäpreferenssit ja overview.

Protokolla tarkoittaa käytännössä ohjeita kokeen tekemiseen, se kertoo esimerkiksi, kuinka paljon valittua ainetta, pitää pipetoida ja mihin koeputkeen. Protokolla indikoi myös paljon koeputkia on käytössä. Se myös ilmoittaa, mikäli joku työvaihe on tehty väärin, esimerkiksi pipetointi eri koeputkeen.

Dokumentaation on käytännössä lista tehdyistä toimenpiteistä. Esimerkkinä vaikka suolaliuoksen lisääminen koeputkeen, kirjataan dokumentaatioon. Dokumentaatioon voi palata kokeen aikana tai sen jälkeen.

Asetus -kohdassa voi tehdä valintoja liittyen sovelluksen toiminnallisuuteen. Esimerkiksi protokollan läpinäkyvyyttä pystyy säätämään, ja asetuksista voi valita haluaako nähdä dokumentaation protokollan vieressä.

Overview -kohdasta pystyy katsomaan protokollasta taltioitunutta dataa, eli tehdyt työvaiheet.



Tästä jalostui idea, jossa protokollan keskellä on indikaattori, ja protokollassa olevat tehtävät ikään kuin rullaavat ylöspäin sitä mukaan kun tehtäviä suoritetaan. Ajattelin, että tällä keinolla selkeytetään työskentelyä. Se erottaa hyvin akuuteimman työvaiheen listasta, mutta samaan aikaan pitää muut työvaiheet näkyvissä. Näin käyttäjä pystyy myös ennakoimaan, tulevia työvaiheita. Rupesin myös miettimään indikaattoriin animaatiota, joka tulisi, kun tehtävä on suoritettu. Ohjeen vieressä olisi ympyrä jonka sisään tulisi v:n muotoinen "check" -merkki.

# VALMIS ULKOASU



Yllä on valmis suunnitelma käyttöliittymän ulkonäöstä. Design ajureihin viitaten, kaikissa käyttöliittymän osa-alueissa on johdonmukainen saman värinen tausta. Koeputki ja kuoppalevy -osioita lukuunottamatta kaikki käyttöliittymässä olevat kohdat ilmaantuu samankokoiselle taustalle. Valitsin kyseisen gradientin koska koin sen viestittävän tietynlaista raikkautta, mutta silti sen avulla pystytään erottautumaan laboratorioille tyypillisestä vaaleasta käyttöympäristöstä. Halusin myös välttää värien käyttöä äärimmillään ja hyödyntää niitä harkiten ja vain teho keinona. Liika värien käyttö olisi myös mielestäni tehnyt käyttöliittymän ulkoasusta levottoman.

Vasemmalla on aloitusvalikko, josta on pystytään siirtymään sovelluksen eri osa-alueisiin. Seuraavana tulee protokolla, jossa vaalealla näkyy indikaattori ja "check" -merkki. Toimintamekaniikalta se toimii samalla tavalla, kuin edellisellä sivulla mainittu indikaattori. Protokollan oikealla puolella on 2 erilaista listaa koeputkista ja kuoppalevystä.

Mikäli kokeessa käytetään koeputkia, ne näytetään protokollan sivussa olevassa "Listassa", sama tehdään myös mahdollisille kuoppalevyille. Ohjelmisto nimeää koeputket kirjaimella, kun ne otetaan käteen. Kuoppalevyn kohdalla taas on parempi käyttää kordinaatteja, sillä pipetoitavien kohtien määrä on huomattavasti suurempi. Yllä olevassa kuvassa kohdat A1, B1 ja C1 on pipetoitu. Käyttöliittymä korostaa nämä kohdat sinisellä värillä.

Viimeinen ylärivillä oleva kuva on preferences -osio, jossa pystyy vaikuttamaan ohjelman asetuksiin. Johdonmukaisuuden vuoksi käytin samaa valintaruutua ("Check" -merkki), joka toimii protokollan indikaattorissa, silloin kun työvaihe on tehty onnistuneesti.

Alarivillä on Overview -kohta jossa voi tarkastella kokeisiin ja kokeen tekijään liittyvää dataa. Suunnittelin sivuun valikon, josta voi valita eri kategorioita. Tässä listassa indikaattorina toimii sivupalkissa oleva väkänä. Kategoriat siirtyvät rullamaisesti indikaattorin kohdalle sitä mukaan, kun niitä valitaan. Väkänä jakaa tilan myös ja jättää hyvän tilan otsikolle.

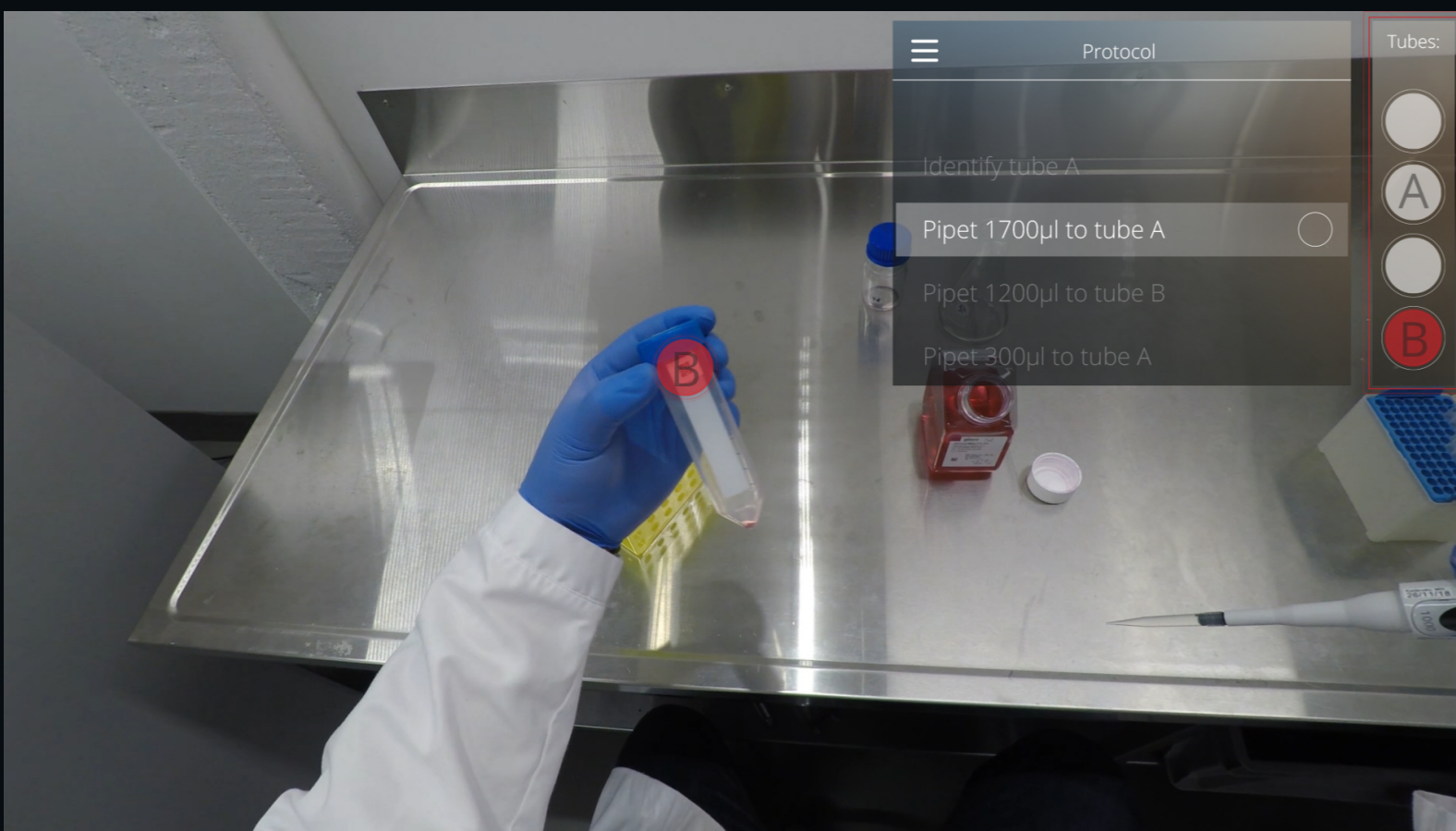




Laite tunnistaa koeputken. "Check" -merkki aktivoituu kun tehtävä on suoritettu.



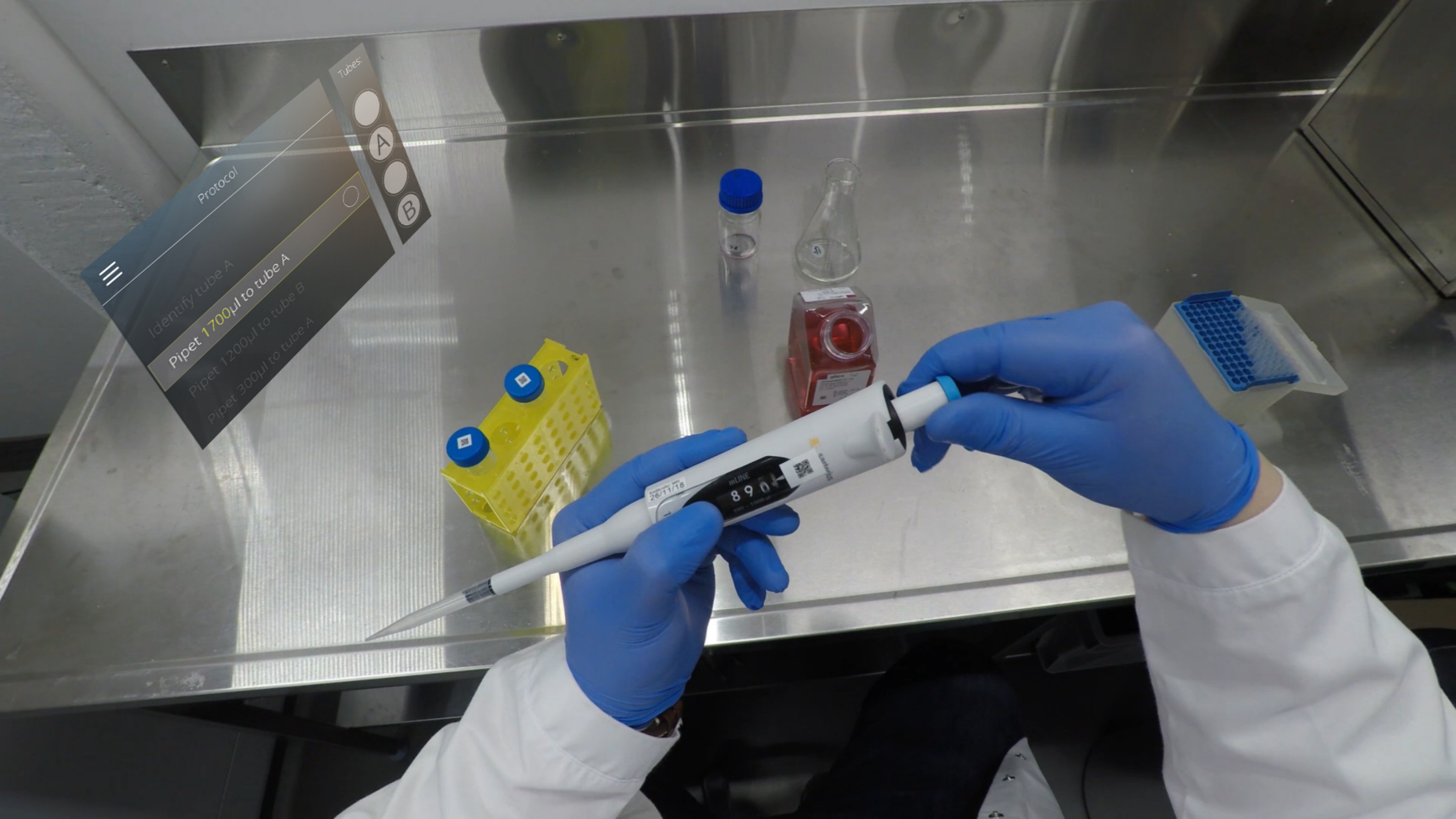
Laite tunnistaa pipetoinnin, ja näyttää progressiota. Kun määrä ei ole oikea, se näkyy protokollassa keltaisena.



Laite varoittaa, kun väärä koeputki on otettu käteen.



Jos ensimmäisellä pipetoinnilla koeputkeen laitetaan liian vähän ainetta, näytetään se myös protokollassa keltaisena.

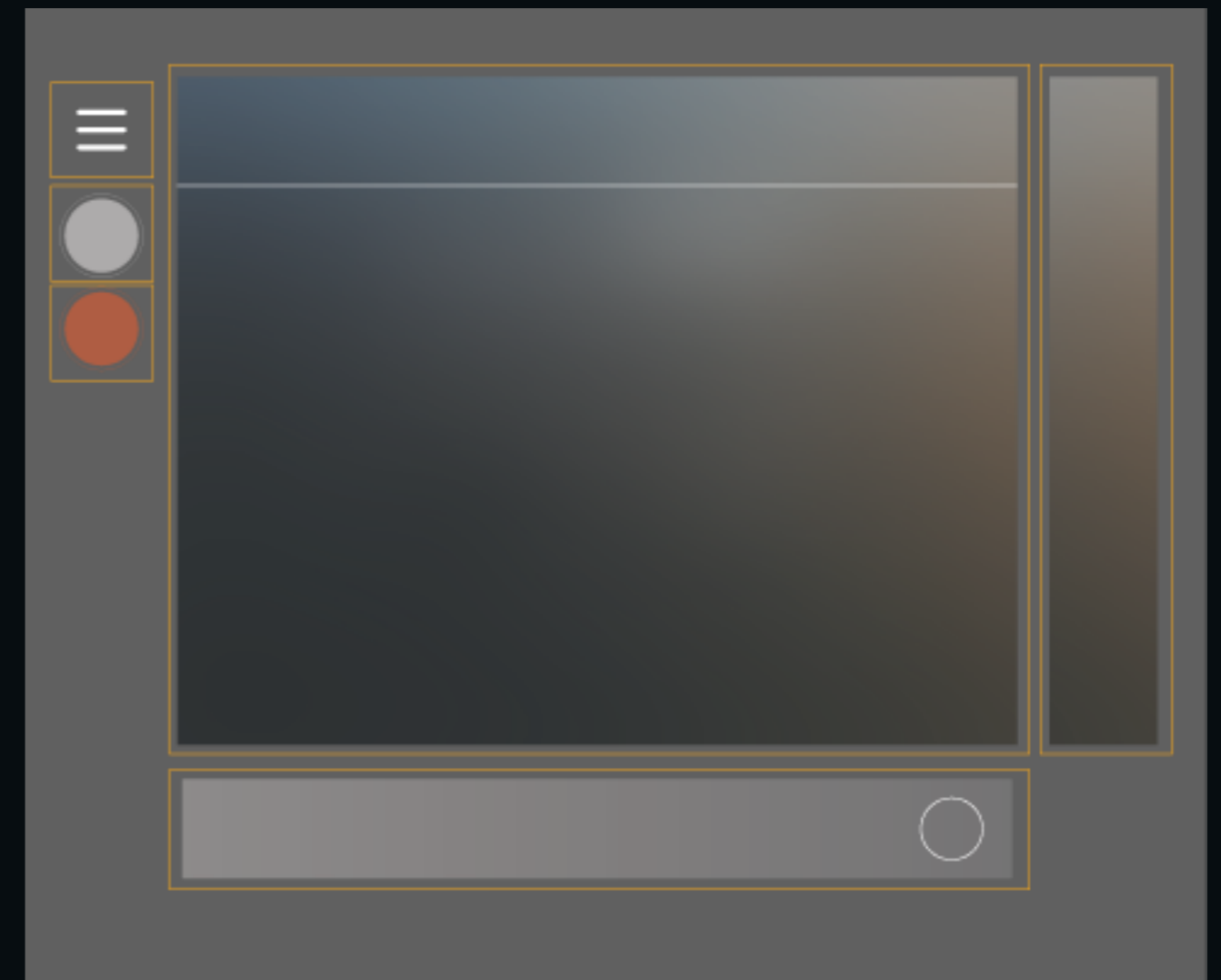
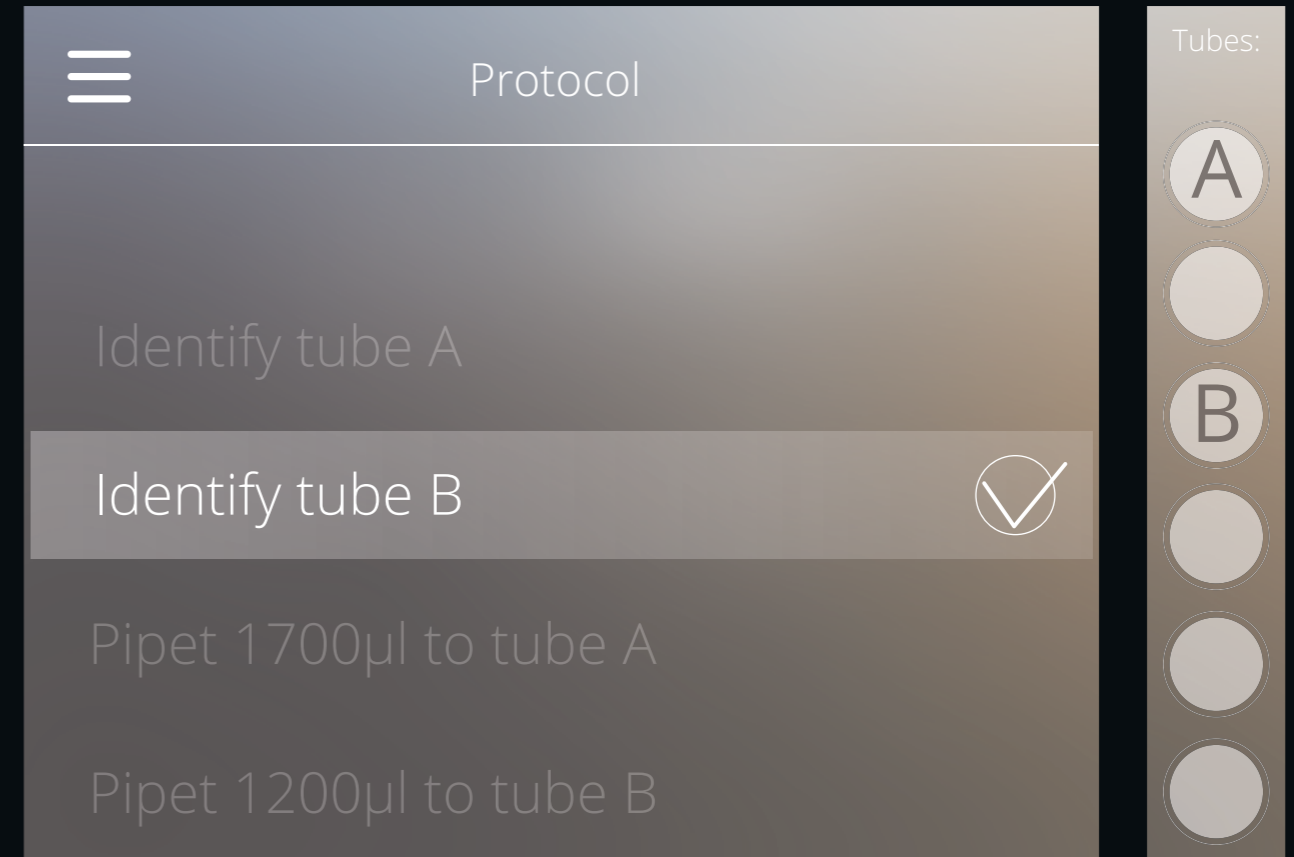


Yläpuolella konseptikuva, jossa protokolla leijuu mixed reality toiminnolla käyttöympäristössä sen sijaan, että se olisi kokoajan kiinni näkökentän yläkulmassa. Tällainen on mahdollista toteuttaa älylaseilla. Sen avulla voidaan poistaa mahdollisuutta, että käyttöliittymä olisi työntekijän tiellä.

## Suunnittelun jälkeen

Tällä hetkellä käytämme Unity -ohjelmaa prototyypin kehittämiseen. Unity on pääsääntöisesti pelien tekemiseen tarkoitettu alusta, mutta sitä voidaan hyödyntää myös muiden ohjelmien tekoon. Kaikki materiaali pystyttäisiin teoriassa tekemään Unityssä, vain katsomalla mallia tekemistäni esimerkkikuvista. Saman tuloksen aikaansaamiseksi Unityn työkalut ovat kuitenkin huomattavasti kömpelömpiä verrattuna Illustratoriin. Eli parempi lähestymistapa on jakaa tehdyt kuvat erillisiksi osiksi ja tallentaa .png -tiedostoiksi. Tämä sen takia, että toisin kuin .jpeg -tiedostoihin .png-formaattiin voi tallentaa läpinäkyvyyttä, joka on välttämätöntä kaikissa kaikissa komponenteissa, jotka eivät ole suorakaiteen muotoisia. Oikealla ylhäällä protokolla ja koeputket osoittava kohta käyttöliittymästä. Alapuolella jokainen keltaisella ympäröity kohta on oma .png -tiedostonsa.

Käyttöliittymässä tulee olemaan animaatioita, esimerkiksi "check" -merkki pitää animoida käyttöliittymään. Animoinnin voi tehdä suoraan Unityssä, mutta ei ole varmaa tulenko tekemään sen siellä, vai Adobe After Effectsissä. Animaatioiden vieminen unityyn, vaatii videon muokkaamisen spritesheet -muotoon, eli jokainen freimi täytyy olla vierä vierä yhdessä kuvassa. Se onnistuu exportoimalla animaatio kuvasarjaksi ja liittämällä ne yhteen esimerkiksi Adobe Photoshop -ohjelmalla.



# POHDINTAA

## Teollisen muotoilijan perspektiivi

Kyseinen projekti on enemmän graafista suunnittelua, mutta sitä voi myös pohtia muotoilijan näkökulmasta. Suunnittelu edellyttää samanlaista ajattelutapaa. Olen muotoilua opiskellessani tottunut funktionaaliseen ajattelutapaan, eli että käyttötarkoitus määrää muodon ja kaikki ylimääräinen on karsittu pois. Etenkin tämän kaltaisen käyttöliittymän suunnittelussa funktionalismi on olennaista. Työkalujen täytyy toimia apuna käyttäjälle, eikä olla häiriötekijänä. Mielestäni ylimääräisistä asioista muodostuu helposti häiriötekijöitä.

Mietin muotoiluprosessin aikana, miten esimerkiksi kolmiulotteisuutta voisi hyödyntää käyttöliittymässä. Tulen siihen tulokseen, ettei sitä ole järkevää käyttää, sillä en usko sen tuovan ohjelmistolle lisäarvoa. 3d-sisällön tuottaminen on myös paljon työläämpää.

Funktionalismissakin täytyy kuitenkin muistaa pitää joku toleranssi. Jos muotoilu käyttötarkoituksen näkökulmasta viedään äärimmäisyyksiin, esteettisyys kärsii. Suunnittelemani käyttöliittymän voisi riisua äärimmilleen: Pohja, jonka päälle kaikki ominaisuudet rakentuu voisi vaihtaa yksiväriseen, vaihtoehtoon, kaiken symboliikan voisi vaihtaa teksteihin. Tämä kuitenkin mielestäni tekisi ulkonäöstä tylsemmän näköisen ja epämiellyttävämmän käyttöä.

## Muuta pohdintaa

Hololensin kaltaisissa älylaseissa käyttöliittymän kursoria liikutetaan liikuttamalla päätä. Tämä tekee pieniin kohteisiin osoittamisen jokseenkin haastavaksi. Sen takia asioiden valitseminen tulisi tehdä ilman kursoria. Esimerkiksi aloitusvalikossa voisi olla kokoajan valittuna yksi vaihtoehto, jota sormia yhteen painamalla voi vaihtaa. Painamalla sormia yhteen nopeasti kaksi kertaa voisi avata halutun vaihtoehdon. Mikäli menee sellaiseen sovelluksen alueeseen, jonka alakategoriassa olisi lisää valintoja, pysyisi mekaniikka samana. Mutta esimerkiksi äänenvoimakkuuden kohdalla, ja muissa säädettävissä kohdissa, voitaisiin taas palata Hololensin oman kursorin käyttöön. Eli kun tällainen kohta on valittu sovelluksessa voi sitä mukauttaa liikuttamalla kursoria oikealle tai vasemmalle.

Mikäli käyttöliittymää halutaan ankkuroida maailmaan hyödyntäen sekoitettua todellisuutta. Tulisi miettiä skaalautuvuutta. Käyttöliittymän tulee olla tarpeeksi suuri, että sen voi nähdä, mutta ei liian iso, että se olisi tiellä. Joissain Microsoft Hololens sovelluksissa olen katsonut kolmiulotteisia malleja, joita on voinut käsin pienentää ja suurentaa. Samanlaista ominaisuutta voisi miettiä käyttöliittymällekkin.

Mitä tulee käyttöympäristöön, olisi mielestäni viisasta miettiä jatkoa varten sovellukseen ominaisuus, joka havaitsee ympäristön värin, ja vaihtaa sitä mukaan käyttöliittymän taustan väriä. Tämän avulla erottaminen taustasta olisi käyttäjälle helpompaa.

Vielä ei ole varmaa, millä tavalla tulemme lisäämään kaikki tarvittavat tiedot (esimerkiksi protokollan työvaiheet) sovellukseen. On mahdollista, että rupeamme kehittämään ohjelmaa tietokoneelle, joka on vuorovaikutuksessa Hololensiin, mutta mahdollista on myös, että rupeamme tekemään yhteistyötä kolmannen osapuolen kanssa, joka tarjoaa meille tähän tarvittavat työkalut.

Tuote on vielä prototyyppitasolla, ohjelmistossa ei olla vielä päästy pilottivaiheeseen, eli tällä hetkellä kaikki ominaisuudet ovat meidän tiimityöskentelyn tulosta. Vasta kun tuotetta on pilotoitu usealla käyttäjällä, voidaan vasta varmasti kertoa, mitkä ominaisuudet ovat turhia ja mitkä eivät.

## Lopputuloksesta

Olen tyytyväinen päästyyn lopputulokseen. Mielestäni käyttöliittymä on esteettisesti miellyttävän näköinen ja se ottaa hyvin huomioon design ajurit.

Syksyllä alkanut suunnitteluprosessi on päässyt yhdelle merkittävälle etapille. Prosessi on ollut positiivisella tavalla työläs ja haastava, ja se on pakottanut minua ajattelemaan työn ongelmia useista näkökulmista. Olen iloinen, että olen saanut luotua valmiin konseptin käyttöliittymälle, mutta tiedän sen olevan vain pohja sille, mitä se tulee olemaan tulevaisuudessa. Tekniikka kehittyy kokoajan, ja myös meidän tehtävä on pitää sovellus ajan hermolla. Suunnittelutyö ei siis ole ohi, vaan se tulee jatkumaan niin kauan, kun aherramme sovelluksen parissa.

# Lähteet

## Aiheen esittely

Joonas Gustavson, Tekniikan Maailma, 2017. Nyt se on tutkittu: Suuri osa tutkimuksista on satunnaista kohinaa. [Nettisivu] <<https://tekniikanmaailma.fi/tutkittu-suuri-osa-tutkimuksista-satunnaista-kohinaa/>>

Monya Baker, Nature, 2015. Irreproducible biology research costs put at \$28 billion per year. [Nettisivu] <<https://www.nature.com/news/irreproducible-biology-research-costs-put-at-28-billion-per-year-1.17711>>

## Tutkimusmenetelmä

Irina Kujanpää, 2017. Neljä kuvausta samasta prosessistas. [Nettisivu] <<http://irinakujanpaa.blogspot.com/2017/12/nelja-kuvausta-samasta-prosessista.html>>

## Augmented Reality/Mixed reality

Forbes, 2018. The Difference Between Virtual Reality, Augmented Reality And Mixed Reality [Nettisivu] <<https://www.forbes.com/sites/quora/2018/02/02/the-difference-between-virtual-reality-augmented-reality-and-mixed-reality/#67eac3e52d07>>

Etteplan. Optimoit huoltoliiketoimintaa hyödyntämällä AR-/VR-ratkaisuja. [Nettisivu] <<https://www.etteplan.com/fi/asiantuntemus/teknisen-dokumentoinnin-ratkaisut/jalkimarkkinointi/lisatty-todellisuus-ja>>

Thinkmobiles. Augmented Reality in Furniture. [Nettisivu] <<https://thinkmobiles.com/blog/what-is-augmented-reality/>>

## Lisätyn todellisuuden historia

Michael Isberto, 2018. The History of Augmented Reality [Nettisivu] <<https://www.colocationamerica.com/blog/history-of-augmented-reality>>

Chris Candy, Sevenmedia. The History of Augmented Reality [Nettisivu] <<http://sevenmediainc.com/the-history-of-augmented-reality/>>

## Älylasit/muut laitteet

Wikipedia. Smartglasses [Nettisivu] <<https://en.wikipedia.org/wiki/Smartglasses>>

Wikipedia. Microsoft HoloLens [Nettisivu] <[https://en.wikipedia.org/wiki/Microsoft\\_HoloLens](https://en.wikipedia.org/wiki/Microsoft_HoloLens)>

Setting Mind, 2018. Microsoft HoloLens is Revolutionizing Computing. [Nettisivu] <<https://settingmind.com/microsoft-hololens-is-revolutionizing-computing/>>

Matthew Finnegan, 2019. Computer World. [Nettisivu] <<https://www.computerworld.com/article/3344377/microsoft-aims-hololens-2-at-the-enterprise.html>>

Lauren Goode, 2019. Wired. Microsoft's HoloLens 2 Puts a Full-Fledged Computer on Your Face. [Nettisivu] <<https://www.wired.com/story/microsoft-hololens-2-headset/>>

Lauren Giret, 2019. On MSFT. Microsoft's HoloLens 2 is official with a launch price of \$3,500. [Nettisivu] <<https://www.onmsft.com/news/microsofts-hololens-2-is-official-with-a-launch-price-of-3500>>

Makena Kelly, 2018. The Verge. Microsoft secures \$480 million HoloLens contract from US Army <<https://www.theverge.com/2018/11/28/18116939/microsoft-army-hololens-480-million-contract-magic-leap>>

Engadget, 2019. Vuzix Blade AR glasses First Impressions <<https://www.youtube.com/watch?v=fgoSZz7uiVw>>

Lucas Cosson, 2016. Hololens and Vuzix with Unity <<https://softability.fi/en/blog/hololens-and-vuzix-with-unity/>>

Magic Leap, hinta [nettisivu] <<https://www.magicleap.com/>>

Wikipedia, Magic Leap [nettisivu] <[https://en.wikipedia.org/wiki/Magic\\_Leap](https://en.wikipedia.org/wiki/Magic_Leap)>

## Pohjustus

Wikipedia. Käyttöliittymä.

<https://fi.wikipedia.org/wiki/K%C3%A4ytt%C3%B6liittym%C3%A4>

## Design ajurit

Doctor James. 2019. Why Are Lab Coats White? <<https://www.dr-james.com/blogs/news/why-are-lab-coats-white>>

Usability. User Interface Design Basics. <<https://www.usability.gov/what-and-why/user-interface-design.html>>

UX Planet. 2018. UX Design for B2B: Businesslike Strategies for Web and Mobile Interfaces. <<https://uxplanet.org/ux-design-for-b2b-businesslike-strategies-for-web-and-mobile-interfaces-9bc3ec0088c0>>

Abeautiful Madness. 2018. 5 Practical User Interface (UI) Design Tips. <<https://www.abeautifulmadness.net/practical-user-interface-ui-design-tips/>>

## Johdanto

Aiheen esittely  
Suunnittelutavoite  
Tutkimusmenetelmä

## Taustoitus

Augmented Reality/Mixed reality

Kuva 1.

<[https://encrypted-tbn0.gstatic.com/images?q=tbn:ANd9GcTnuGOmljECXoTtmDzODFREjK0DLv41GFQIL4lj4R\\_nhDhTb2I-vw](https://encrypted-tbn0.gstatic.com/images?q=tbn:ANd9GcTnuGOmljECXoTtmDzODFREjK0DLv41GFQIL4lj4R_nhDhTb2I-vw)>

Kuva 2.

<<https://www.augmented-minds.com/wp-content/uploads/2018/01/Augmented-Reality-What-is-AR.jpg>>

## Lisätyn todellisuuden historia

sivut 17-18

Kuva 3.

<[https://vrrroom.buzz/sites/default/files/styles/article\\_top\\_banner/public/sword-of-damocles-jpg-1459515301-byqc-column-width-inline.jpg?itok=AFS1SGNd](https://vrrroom.buzz/sites/default/files/styles/article_top_banner/public/sword-of-damocles-jpg-1459515301-byqc-column-width-inline.jpg?itok=AFS1SGNd)>

sivut 19-20

Kuva 4. <<http://aboutmyronkrueger.weebly.com/uploads/6/0/1/0/60100283/433291802.GIF>>

Kuva 5. <<http://www.inventinginteractive.com/wp-content/uploads/2010/03/VideoPlace4.jpg>>

sivut 21-22

Kuva 6. <<https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/d/d4/Virtual-Fixtures-USA-F-AR.jpg>>

Kuva 7. <[https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/0/03/Conceptual\\_fixture\\_pic\\_sm\\_2.jpg](https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/0/03/Conceptual_fixture_pic_sm_2.jpg)>

Kuva 8. <<https://encrypted-tbn0.gstatic.com/images?q=tbn:ANd9GcRS99tlbtsPKJ1rzDbCf1E-PaiZUJkfor5Cu7NrworDe7MWijfr>>

Kuva 9. <[https://i.ytimg.com/vi/i8l6rdp\\_a2k/hqdefault.jpg](https://i.ytimg.com/vi/i8l6rdp_a2k/hqdefault.jpg)>

<<https://www.smt.com/>> (kuvankaappaus videosta)

## Älylasit/muut laitteet

sivut 23-24

Kuva 10. <<https://www.extremetech.com/wp-content/uploads/2015/10/HoloLens-640x353.jpg>>

Kuva 11. <<https://docs.microsoft.com/en-us/windows/mixed-reality/images/readyandpress.jpg>>

Kuva 12. <[https://www.vuzix.com/images/Blade/Vuzix-Blade-Features%20\(1\).png](https://www.vuzix.com/images/Blade/Vuzix-Blade-Features%20(1).png)>

sivut 25-26

Kuva 13. <<https://fm.cnb.com/applications/cnb.com/resources/img/editorial/2019/02/24/105757071-1551030737040microsoft-hololens-2.530x298.jpg?v=1551030794>>

Kuva 14. <<https://img.reality.news/img/89/04/63649379336543/0/price-pre-order-ship-date-for-magic-leap-one-creator-edition.1280x600.jpg>>

## Sivut 28-29

Kuva 15. <<https://store-images.s-microsoft.com/image/apps.62126.14482198623254582.1ca f163f-1a34-484e-8f81-ed8fb68d08d2.334d069f-730f-46b0-b3c3-c6ce404bbbfe?w=672&h=378&q=80&mode=letterbox&background=%23FFE4E4E4&format=jpg>>

Kuva 17. <<https://i.ytimg.com/vi/sX6yKHmN1qM/maxresdefault.jpg>>

Kuva 18. <<https://i.ytimg.com/vi/bFdDvywgCi4/maxresdefault.jpg>>

## Benchmarking

Sivut 33-34

Kuva 19. <<https://www.shutterstock.com/fi/image-vector/vector-illustration-user-interface-mobile-web-252101071>>

Kuva 20. <<https://weandthecolor.com/user-interface-designs-balraj-chana/86893>>

Kuva 21. <[https://abduzeedo.com/sites/default/files/styles/home\\_cover/public/originals/shot\\_x1.png?itok=7StaHmXg](https://abduzeedo.com/sites/default/files/styles/home_cover/public/originals/shot_x1.png?itok=7StaHmXg)>

Kuva 22. <[https://st2.depositphotos.com/2659027/7831/v/950/depositphotos\\_78318408-stock-illustration-modern-user-interface-screen-template.jpg](https://st2.depositphotos.com/2659027/7831/v/950/depositphotos_78318408-stock-illustration-modern-user-interface-screen-template.jpg)>

Loput kuvat löytyvät omasta takaa.