

Mixed Reality: MR-lasien hyödyt, mahdollisuudet ja ympäristö

Valmius teollisuuden käyttöön

LAB-ammattikorkeakoulu

Digiradenomi (AMK)

2022

Jani Niculescu

Tiivistelmä

| | | |
|---|--|-------------------------|
| Tekijä Jani Niculescu | Julkaisun laji Opinnäytetyö, AMK Sivumäärä 32 | Valmistumisaika 2022 |
| Työn nimi Mixed Reality: MR lasien hyödyt, mahdollisuudet ja ympäristö Valmius teollisuuden käyttöön | | |
| Tutkinto ja koulutusala Digiradenomi (AMK) | | |
| Toimeksiantajaorganisaatio Virefin Oy | | |
| Tiivistelmä <p>Opinnäytetyön tarkoituksena on tutkia yhdistetyn todellisuuden teknologian soveltuvuutta teollisessa ympäristössä ja sen tuomia hyötyjä. Virefin Oy on opinnäytetyön tilaaja, joka on teettänyt pilottisovelluksen Vertics-yritykseltä tehtaille käytettäväksi ThirdEye X2 MR-lasien kanssa. Tämä projekti on liitetty työhön auttamaan tutkimusta.</p> <p>Eri näkökulmien keräämiseksi laseja kokeiltiin useammassa työtehtävässä ja kahdessa tehtaassa. Kokeilujen jälkeen yrityksiltä kysyttiin palaute ja sovellettiin saatuja tuloksia hyötyjen ja soveltuvuuden tutkimukseen. Samalla tutkittiin vaihtoehtoisten laitteiden ominaisuuksia ja arvioitiin teknologian kypsyttä.</p> <p>Sovelluskehityksen ympäristön tilannetta kartoitettiin myös, mutta salassapitosopimukset estivät tarkemman kertomuksen pilottiprojektissa käytetyn sovelluksen kehityksestä. Tästä syystä sovelluskehityksen osuudelle on käytetty omaan kokemukseen ja tutkimukseen perustuvaa kuvausta vastaavan sovelluksen kehityksestä ja sen vaatimuksista.</p> <p>Projektista ja sen ohella tehdystä aineiston tutkimuksesta kyettiin luomaan päivitetty kuva teknologian soveltuvuuden tilanteesta ja hyötyjen potentiaalista.</p> | | |
| Asiasanat sekoitettu todellisuus, teollisuus, soveltuvuus, kypsyys, virtuaalinen todellisuus, lisätty todellisuus | | |

Abstract

| | | |
|--|------------------------------------|-------------------|
| Author Jani Niculescu | Type of Publication Thesis, UAS | Published 2022 |
| | Number of Pages 32 | |
| Title of Publication Mixed Reality: Advantages, possibilities and environment of MR glasses Readiness for industrial use | | |
| Degree. Field of study Bachelor of Business (UAS), Degree Programme in Business Information Technology | | |
| Organization of the client Virefin Oy | | |
| Abstract <p>The object of this thesis was to research the compatibility and advantages gained from using mixed reality technology in an industrial environment. Virefin Oy has commissioned the thesis. Virefin Oy has produced a pilot application made by Vertics for use in the factories with ThirdEye X2 MR glasses, this project is attached to the thesis to help with research.</p> <p>To attain multiple points of view. The glasses were tried in multiple tasks and in factories of two companies. Companies were asked for feedback after the trials and the gained information was used to supplement the research. At the same time research was done on alternative devices and evaluated the maturity of the technology.</p> <p>The state of the software development environment was also investigated. The non-disclosure agreements involving the software used in the project prevented a more in-depth recollection of the development process. Due to this limitation the chapter for software development will be based on an example from my own experience and research. The example will mimic the requirements and processes of a similar application.</p> <p>The project and research have successfully created an updated image of the situation on how the technology is compatible and potential advantages it brings.</p> | | |
| Keywords Mixed reality, virtual reality, augmented reality, industry, applicability, maturity of technology | | |

Sisällys

| | | |
|-------|---|----|
| 1 | Johdanto..... | 2 |
| 1.1 | Taustaa | 2 |
| 1.2 | Tavoite ja rajaukset..... | 2 |
| 1.3 | Tutkimusmenetelmä ja tutkimuskysymykset | 3 |
| 2 | AR-, MR- ja VR-konseptit..... | 4 |
| 2.1 | AR | 4 |
| 2.2 | MR..... | 5 |
| 2.3 | VR | 6 |
| 3 | MR-lasien hyöty yrityksille..... | 7 |
| 3.1 | Soveltuvuuden tutkiminen..... | 7 |
| 3.1.1 | Suunnittelu | 8 |
| 3.1.2 | Tuotanto | 9 |
| 3.1.3 | Koulutus | 9 |
| 3.1.4 | Ylläpito..... | 10 |
| 3.1.5 | Johtopäätökset | 11 |
| 3.2 | Mahdolliset haasteet..... | 12 |
| 4 | ThirdEye X2 MR-lasit ja mahdolliset kilpailijat | 15 |
| 4.1 | ThirdEye X2:n ominaisuudet..... | 15 |
| 4.2 | ThirdEye X2-lasien kokemukset..... | 16 |
| 4.3 | Muut MR-tuotteet ja niiden vertailu | 17 |
| 5 | Sovelluskehitys prototyypille | 19 |
| 5.1 | Sovelluksen luomisen tarpeet | 19 |
| 5.1.1 | Frontend..... | 19 |
| 5.1.2 | Backend | 21 |
| 5.1.3 | Yhteenveto | 21 |
| 5.2 | Ohjelmiston kehittäjä | 21 |
| 5.3 | Käytetty alusta sovelluksen luontiin | 22 |
| 5.4 | Ohjelmointikieli | 23 |
| 5.5 | Sovelluksen kehityksen päätelmät | 23 |
| 6 | Projektin osallisten näkökulma..... | 25 |
| 6.1 | Yritysten näkemykset hyödyistä..... | 25 |
| 6.2 | Investointien rahallinen taso | 25 |
| 6.3 | Kokeilun tuloksia ja huomioita..... | 26 |
| 6.4 | Kokeilun odotukset ja seuraavat askeleet | 26 |

| | | |
|------|---|----|
| 6.5 | Yritysten omat tutkimukset..... | 26 |
| 6.6 | Yritysten näkemä potentiaali..... | 27 |
| 6.7 | MR-tekniologian investointien kannattavuus..... | 27 |
| 6.8 | Näkemykset kulujen ja hyötyjen suhteesta..... | 27 |
| 6.9 | MR-tekniologian luoma etumatka..... | 27 |
| 6.10 | Päätelmät..... | 28 |
| 7 | Lopputulokset..... | 29 |
| 7.1 | Laitteiston ja MR-tekniologian kypsyys..... | 29 |
| 7.2 | Ohjelmistoympäristön kypsyys..... | 29 |
| 7.3 | Teollisuuden soveltuvuuden näkemys..... | 30 |
| 7.4 | Yhteenveto ja pohdinta..... | 30 |
| | Lähteet..... | 33 |

Käsitteet

| | |
|-----|--|
| AI | Artificial Intelligence, Tekoäly |
| AR | Augmented reality, lisätty todellisuus |
| CAD | Computer aided design, tietokoneavusteinen suunnittelu |
| MR | Mixed reality, yhdistetty todellisuus |
| VR | Virtual reality, virtuaalinen todellisuus |
| 2D | Kaksiulotteinen mallinnus |
| 3D | Kolmiulotteinen mallinnus |

1 Johdanto

1.1 Taustaa

Virtuaalisen ja fyysisen maailman yhdistäminen on viimeisien vuosien aikana saanut paljon huomiota VR-lasien suosion suuresta noususta. Paljon tästä suosiosta saa kiittää VR-tekniikan komponenttien kehitystä sellaiselle tasolle, että niitä on mahdollista rakentaa ilman suuria vaikeuksia tai kompromisseja. Taso teknologiassa on kehittynyt tarpeeksi, että *stand alone* lasia on jo markkinoilla, eli lasia, joita ei tarvitse kytkeä tietokoneeseen tai mihinkään ulkoiseen laitteeseen toimiakseen. Kaiken tämän VR-tekniikan huomion vierellä AR-(augmented reality) ja MR-(mixed reality) tekniikat ovat kehittyneet samalla tahdilla, mutta pienemmällä julkisella huomiolla.

Tekniikan kehitys on mahdollistanut täysin uuden ulottuvuuden avaamisen, kun on kyse hyödyistä ja mahdollisuuksista monilla eri aloilla. Yhtä lailla kuin älypuhelimien ilmestyminen mullisti monta alaa ja mullistaa edelleen jatkuvalla kehityksellään, on seuraava mullistuksen kausi lähellä. Tämä uusi kausi on tulossa MR-, AR- ja VR-tekniikan nopean kehityksen takia.

Jos projektista saadaan hyödyllistä uutta tietoa MR-tekniikan ympäristöstä, on projekti onnistunut tavoitteessaan. Tekniikan käyttö on vielä niin harvinaista, että pienilläkin onnistuneilla projekteilla voi olla iso vaikutus ympäristön yleistymiseen.

1.2 Tavoite ja rajaukset

Tavoite opinnäytetyöllä on tutkia MR-tekniikan kannattavuutta ja potentiaalia. Aineiston lisäksi työssä käytetään pilotointiprojektia apuna. Ohella tutkitaan MR-tekniikan laitteiston kypsyyden tasoa. Työn tarkoituksena on luoda kuva MR-tekniikan kustannuksien kokonaisuudesta ja miten kustannukset muuttuvat projektin kokoon suhtautettuna.

Sovelluskehityksen osuudella on tavoitteena tutkia MR-tekniikan ympäristön kypsyyttä ja tutkia sovelluskehityksen liiketaloudellisia vaikutuksia. Uskon, että MR-tekniikalla on suuri potentiaali mahdollistaa isoja prosessien tehostuksia ja täten tuoda yrityksille rahallista hyötyä maksaen käyttöönoton kustannukset takaisin.

Työ on rajoitettu keskittymään liiketaloudellisen näkökulman tutkimiseen teollisuudessa. AR- ja VR-konseptit käydään läpi lyhyesti, mutta tutkimuksessa keskipisteenä on MR-tekniikka. AR-tekniikka soveltuisi paremmin siihen tarkoitukseen kuin VR-tekniikka, mutta silti rajoitetusti verrattuna MR-tekniikkaan. Tutkimuksen laajuuden rajoittamiseksi AR ja VR ei ole keskipisteenä, mutta niitä käsittelevää aineistoa tullaan hyödyntämään.

Laitteiston ja sovelluskehityksen näkökulmat käydään läpi tasolla, joka tukee liiketaloudellisen tutkimuksen ymmärtämistä. Projektissa käytettävien ThirdEye X2 MR-lasien ominaisuudet käydään lyhyesti läpi ja laitetta verrataan kahteen kilpailevaan laitteeseen. Sovelluskehityksen osuudessa käytetään projektille luotua sovellusta mallina, sekä rajoitteena selittämään ympäristöä ja sen työkaluja.

1.3 Tutkimusmenetelmä ja tutkimuskysymykset

Työssä käytetään kvalitatiivista tutkimusmenetelmää aineiston määrän rajallisuuden vuoksi. Aineisto kerätään artikkeleista, tutkimuspapereista ja opinnäytetöistä, jotka sopivat työn näkökulmaan. Tähän tutkimukseen oli vaikeaa löytää materiaalia tai aineistoa tarvittavasta näkökulmasta. Aineistoa yleisesti MR-tekniologiasta löytyi suomen kielellä ja englanniksi löytyi artikkeleita ja pienempiä tutkimuksia, jotka olivat tarpeeksi lähellä tarvittavaa näkökulmaa. Aineiston löytämisen vaikeuden vuoksi, tutkimuksessa käytetään myös AR- ja VR-tekniologioista tehtyä aineistoa tukemaan MR-tekniologian näkökulmaa.

Teoreettisen strategian mukaan tarkoituksena on luoda uutta päivitettyä näkemystä MR-tekniologiasta ja sen ympäristöstä. Tämä tehdään käyttämällä löydettyä aineistoa pohjana teorialle ja soveltamalla siihen pilottiprojektin tuloksia.

Haastatteluiden saaminen projektiin osallistuneiden yritysten kanssa ei ollut mahdollista pandemian vuoksi. Tähän kompromissina oli sarja kysymyksiä, jotka lähetettiin vastattaviksi projektin päättyessä yrityksille. Yhdistettynä kysymyksiin on projektin loppuarvioinnista saatavilla olleita tietoja VirefinOy:lta, jotka eivät olleet vaitiolovelvollisuuden alla. Vertics-yrityksen tapauksessa vaitiolovelvollisuus rajoitti hyödyllisyyttä sovelluskehityksen näkökulmasta.

Opinnäytetyön päätutkimuskysymyksiä on:

- Millaiset hyödyt MR-tekniologia tuo yritykselle?
- Mitkä ovat MR-tekniologian käyttöönoton kustannukset?
- Onko MR-tekniologian laitteisto tarpeeksi kypsä?
- Mikä on MR-sovellusten kehityksen tilanne?

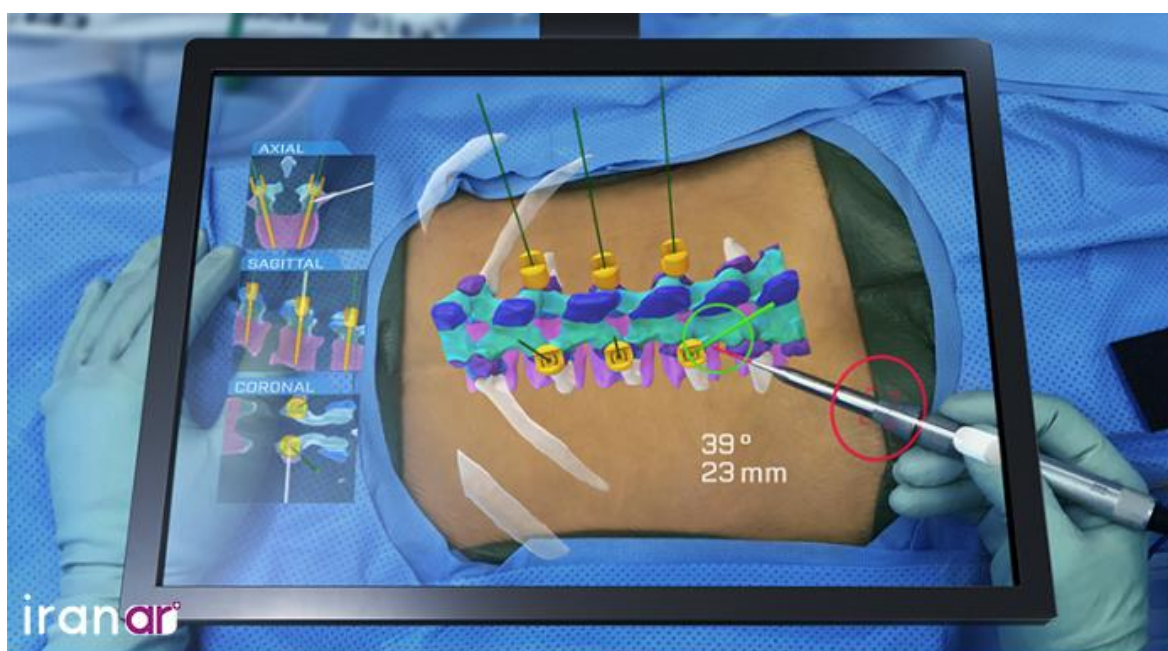
2 AR-, MR- ja VR-konseptit

2.1 AR

AR, MR ja VR ovat eri tapoja yhdistää virtuaalinen ja todellinen maailma. Se, mikä määrittää onko kyseessä VR-, AR- tai MR-konsepti, on millä määrin ja tavalla ne sekoittavat virtuaalista ja todellista maailmaa yhteen.

AR on todellisen maailman näkymä, johon on lisätty virtuaalisen maailman elementtejä. Yleisin käyttötapa on jonkin videon tai näytön muokkaaminen tavalla, jossa niihin lisätään tietokoneella luotuja virtuaalisia elementtejä. Parhaimpina esimerkkeinä AR-konseptille on eri sovellusten filtit, jotka ottavat oikean maailman kuvan ja muuntavat sen filtit ominaisuuksien mukaan. (Franklin Institute 2020.)

AR-konseptin hyötyjen esimerkkitapauksena voi käyttää lääketieteellisiä prosesseja. Näihin tilanteisiin voidaan lisätä näyttöjä tai laseja, joista näkee läpi ja joissa on lisättyä virtuaalinen kuvitelma operaatiolle tärkeistä vaiheista ja relevanteista tiedoista (Kuva 1). Tämä mahdollistaisi parannukset leikkausten turvallisuuteen. Nämä edut voisivat vähentää vaikeiden leikkauksien riskejä, ja tätä mahdollisuutta varmasti tutkitaan ja kehitetään.



Kuva 1. Kuviteltu kuva selkärangan leikkausta avustavasta näytöstä (IranAR)

Helposti ymmärrettävänä esimerkkinä on myös Formula 1 kisojen lähetykset, milloin tietoja lisätään katsojille autojen nopeudesta tai kuskiensa sijoituksista. (Kuva 2) Tämä helpottaa kisojen katsomista, kun tilanteisiin olennaiset tiedot ovat helposti esillä.



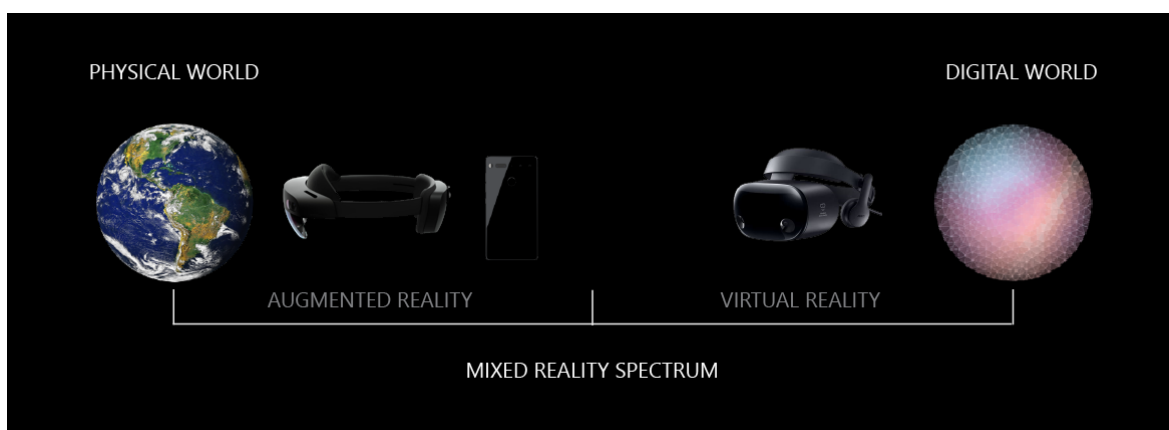
Kuva 2. F1 lähetyksen grafiikka (Autosport)

Toisenlainen esimerkki, joka ei ole välttämättä niin ilmiselvää, on Pokemon Go peli. Pokemon Go ottaa dataa oikeasta elämästä kännykän tai muun laitteen kautta ja laittaa sen päälle virtuaalisen kuoren ja antaa kerätylle datalle, kuten kävelty matka, vastineen virtuaalimaailmassa. (Franklin Institute 2020.)

AR-teknologia ei vaadi omaa erityistä laitetta sen käytölle. AR-sovelluksia pystyy käyttämään tai kokemaan minkä tahansa laitteen kautta, jossa on näyttö. AR on mahdollisesti virtuaalisen ja todellisen maailman yhdistämisen konsepteista yleisin, mutta se on samalla huomaamattomin. Eri tarkoituksiin on tosin keksitty omat lasit tai laitteet, mutta se ei ole vaatimus konseptin käyttöön. Tämä myös selittää osittain sen, miksi AR:n käyttö on niin paljon yleisempää.

2.2 MR

MR on lyhenne sanoista Mixed Reality ja on suomennettuna yhdistetty todellisuus. Mixed realityn konseptissa on tarkoitus yhdistää ihmisen teot syötteenä, ympäristön palaute tai syöte ja tietokoneen prosessointikyvyt yhteen paikkaan. (Kuva 3)



Kuva 3. Yhdistetyn todellisuuden spektrin kuvitelma (Agileviet)

MR on helpoiten selitettynä AR:n ja VR:n yhdistelmä. AR:ssä käyttäjät pysyvät läsnä heidän fyysisissä ympäristöissään, eikä tarkoitus ole viedä käyttäjiä pois todellisuudesta. VR:ssä käyttäjät kokevat täysin virtuaalisen ympäristön ja ovat täysin tietämättöminä siitä mitä ympärillään fyysisessä ympäristössä tapahtuu.

Microsoftin (2022) sivuilla on annettu hyvä esimerkki tähän. Fyysiseen maailmaan lisätään esimerkiksi hologrammi tai jokin muu digitaalinen asia. Fyysiseen maailmaan pystytään siis lisäämään esimerkkinä ihminen, joka kirjoittaa muistiinpanoja käyttäjän edessä. Tämä mahdollistaa ajallisesti epäsynkronisen yhteistyön projektien kanssa. Tilanteessa, jossa digitaalinen maailma on peittänyt fyysisen kokonaan, on mahdollista tuoda fyysisen maailman esteet ja rajat digitaaliseen maailmaan, kuten seinät ja kalusteet huoneessa. Ne voivat olla joko muokkaamattomina tai muokattuina omaan näkymään, mutta tärkeintä on, että rajat ovat käyttäjän näkyvillä.

2.3 VR

VR eli virtual reality, suomeksi virtuaalinen todellisuus, on täysin virtuaaliseen maailmaan painottunut konsepti. VR:ssä käyttäjä päätyy täysin virtuaaliseen maailmaan immersioituneena ja ulkoisen maailman tietoisuus menee minimaaliseksi. VR:n ulkomaailman ulos sulkeva ominaisuus on se, mikä saa sen sopimaan todella hyvin pelaamiseen ja muihin ajanvietetarkoituksiin. Asia, johon VR voi työympäristöissä tällä hetkellä soveltua, on etäkokouksiin tai koulutustarkoituksiin. Näille tarkoituksille on jo kehitetty valmiita ratkaisuja, joiden käyttö on yleistymässä. Itse uskon, että tulevaisuudessa kokouksia ja tapaamisia tullaan järjestämään niin, että Zoom ja Microsoft Teams tapaamiset tapahtuvat näissä virtuaalisissa kokoustiloissa. Virtuaalokokouksissa ihmiset tuntevat olevansa läsnä ja pystyvät vuorovaihtamaan muiden kanssa samalla tavalla kuin normaaleissa kokoustiloissa. Syy, miksi VR jää pois tästä tutkimuksesta on, koska tutkimuksen kohteena on teollinen ympäristö. AR soveltuu paremmin siihen tarkoitukseen kuin VR. Näissä työympäristöissä teknologia, jossa ei näe tai pysty liikkumaan sulavasti fyysisessä maailmassamme, aiheuttaa liikaa vaaroja. Tästä syystä VR ei ole mahdollinen vaihtoehto tutkimuksen tai projektin tarkoitukseen.

Vaikka VR-konseptilla on omia paikkoja tai hyödyllisiä tarkoituksia eri työympäristöissä, sitä hyödyntävä teknologia on liian immersioiva tehdasympäristölle. Sokkona ja kuurona kulkeminen mahdollisesti vaarallisessa työympäristössä ei ole hyväksyttävää.

3 MR-lasien hyöty yrityksille

3.1 Soveltuvuuden tutkiminen

Näkökulma mitä haetaan, on mikä hyöty MR-laseista olisi yrityksille ja etenkin rahallisesesta näkökulmasta tunnistettava hyöty. Se hyöty voi tulla prosessien ja toimintojen tehostamisesta, sekä muista mahdollisista vaikutuksista, joka tulee MR-tekniologian käytön kautta.

MR-tekniologia on jo saanut Yhdysvaltojen armeijan kiinnostumaan. Tämän takia Yhdysvaltojen armeija tilasi melkein 500 miljoonan dollarin sopimuksella MR-laitteita Microsoftilta. MR-laitteet on tarkoitus integroida visiireinä yksittäisen sotilaan kypäriin (Kuva 4), tehostaen sotilaan kykyjä ja toimintatapoja. (Verge 2018.)



Kuva 4. IVAS-järjestelmä ja konseptinäkö (Task&Purpose)

Muita ympäristöjä, missä MR voisi tuoda paljon etuja, olisi vartiointitehtävät. Näissä joudutaan katsomaan useampaa ruutua ja tiedonlähdettä samaan aikaan. Yleisesti työntekijä on keskuksessa katsomassa eri ruutuja ja hälyttimien tietoja. Samalla liikkuvat partiot käyvät tarkistamassa kohteita ja hälytyksien tapahtuessa menevät kohteisiin keskuksen avustuksella. MR-tekniologia liitettyä tilanteeseen, kun liikkuva partio saapuu kohteeseen, heillä olisi mahdollisesti MR-laitteisto päässä, johon saisi alueen kameroiden live kuvaa suoraan vartijalle ja yö tai lämpökameran näkymää hämärille alueille suoraan MR-laitteesta. Vartijan MR-laitteeseen pystyisi syöttämään kiinnostuksen kohteita tai tarkistettavia piiloja hologrammisten merkkien tai päällysteiden kautta. Myös mahdollista olisi saada karttanäkymä virtuaalisten hologrammiopasteiden kanssa, jonka keskus päivittää. Nämä tehostaisivat työturvallisuutta, itse työn tekemistä ja toisivat varmasti muita etuja, jos asiaa tutkisi enemmän.

Vectionin (2021) artikkeli käsittelee VR:n ja AR:n mahdollisuuksista leikkaamaan kuluja eri sektoreissa. Tämä sopii sovellettuun tulkintaan MR:n käytön hyödyistä. Vaikka artikkelissa

ei käsitellä konkreettisia lukuja, se tuo hyvin esille alueita missä teollisuus pystyy hyödyntämään tulevaa teknologiaa ja siten säästämään rahaa tehostamalla eri prosesseja usealla sektorilla. Neljä aluetta, joihin otetaan kantaa artikkelissa ovat suunnittelu, tuotanto, koulutus ja ylläpito. Nämä soveltuvat MR-teknologiaan ja samat säästöt tapahtuvat MR:n kanssa kuin VR/AR:n kanssa. MR yhdistää hyvät puolet molemmista, joten hyötyjen potentiaali on siten samalla tasolla tai parhaimmassa tapauksessa suurempi.

3.1.1 Suunnittelu

Digitaalisen teknologian käyttö suunnittelun prosesseissa ei ole hidastunut sen jälkeen, kun 3D CAD-ohjelmistojen käyttö yleistyi (Vection 2021). Kun suunnitellaan esimerkiksi autoa tai lentokonetta, suunnitteluprosessissa on vaiheita, joissa tehdään fyysisiä malleja havainnollistamaan paremmin ominaisuuksia. Käyttäen MR-teknologiaa tässä prosessissa, rahaa potentiaalisesti säästyy, koska fyysistä materiaalia ei käytetä. Tämän takia virheistä ei tule samoja kuluja, koska virheen tapahtuessa fyysisessä mallissa, voi joutua aloittamaan alusta koko vaiheen. Tällainen virhe voi aiheuttaa lisää kuluja ja viiveitä prosessiin. Sen sijaan MR-teknologiaa käyttäen virtuaalisia malleja pystyy muokkaamaan nopeammin ja helpommin. Mahdolliset ongelmat voidaan huomata helpommin ja korjata yhtä lailla. Virtuaalisen suunnitteluprosessin avulla on mahdollista ohittaa useampi välivaihe prosessissa (Vection 2021).

Käyttäen esimerkkinä lentokoneen moottorien sijoitus. Yllättävässä tilanteessa, missä sopimuksissa tapahtuu muutos ja moottoritoimittaja vaihtuu. Virtuaalisissa malleissa kykenee paljon helpommin vaihtamaan moottorit ja löytämään uudet optimaaliset paikat moottoreille ja niiden kiinnikkeille. Silloin ei tarvitse luoda kokonaan uutta fyysistä mallia jokaiselle versiolle.

Saviset mallit, joita käytetään autojen suunnittelussa, voivat maksaa jopa 300 000 dollaria (HSW 2021). Tietenkin vastaavaa näkymää autosta ei saa käyttäen CAD-ohjelmistoja, mutta MR:n avulla pystyy saamaan samanlaisen fyysisen oikean kokosuhteen esineen käsiteltäväksi ja muovailtavaksi ilman materiaalikuluja savimallin tapaisesti. Parhain tapa kuvata sitä olisi muovailtava hologrammi, virheiden korjaaminen ei olisi kuin parin painalluksen takana ja tavat muokata olisivat paljon monimuotoisemmat kuin savimallilla. Kun virtuaalinen kohde on tarpeeksi viimeistelty, voi tarvittaessa fyysisen mallin luoda, kun suurin osa suunnittelusta on jo tehty. Suunnittelu prosessiin MR:n tuomat edut ovat käytettävissä millä vain alalla, joka tarvitsee fyysisten asioiden huolellista suunnittelua. Tämä tuo edun siitä, että fyysisten mallien määrä vähenee, kulut pienentyvät ja suunnittelun kesto lyhenee (Vection 2021).

3.1.2 Tuotanto

Tuotannon näkökulmasta MR-teknologia pystyy tuomaan, edelleen käyttäen Vectionin (2021) artikkelia, huomattavia potentiaalisia hyötyjä prosesseissa.

On ollut tutkimuksia työprosesseista tehtaissa, joissa käytetään simulaatioita työn aikana olevista tapahtumista virtuaalisessa ympäristössä. Työntekijöiden liikkeitä analysoitiin, tarkoituksena ennustaa mahdolliset ergonomiset ja tuotannolliset ongelmat eri tapauksien ympäriltä. Näistä analysoinneista tunnistettiin useampi ongelma tai vaara prosessien ympäristöissä, joihin työntekijät altistuisivat. Kaikki ongelmakohdat, jotka löydettiin tämän virtuaalisen ympäristön analysoinnilla ja testaamisella, pystyttiin sen jälkeen korjaamaan tai ohjeistaa käytäntöjä uudelleen. Lopputuloksena yritys pystyi poistamaan tai minimoimaan riskitapaukset. Ne yritykset, jotka olivat tämän menetelmän adoptoinut, hyötyivät pienentyneistä työtapaturmien määrästä, ergonomisien ongelmien vähentymisestä ja tuotantoprosessien optimoinnista. Vaikutuksena oli laadun parannus valmiisiin tuotteisiin ja nopeutus kestoon saada tuotteet markkinoille. Rahallisesti yritys hyötyi tapaturmien kustannuksien vähennyksestä, tuotteiden virheiden vähennyksestä ja prosessien tehostamisesta.

Se, mitä MR-teknologia voi lisätä tähän on aktiivinen vaarojen tunnistus ja tapaturmien ennaltaehkäisy. Lasit voivat aktiivisesti tunnistaa vaaroja, huomauttaa käyttäjää laittamalla esimerkiksi kuuman veden ulostulon kohdalle virtuaalisen varoituksen ja antaa muita merkkejä. Lasit voivat aktiivisesti lukea ympärillä olevien laitteiden tietoja ja siten jatkuvasti analysoida ja kertoa käyttäjälle oleellisista vaaroista.

3.1.3 Koulutus

Koulutuksen näkökulmasta hyödyllisiä käyttötarkoituksia Vectionin (2021) artikkeli löysi monesta näkökulmasta. VR-laseja käyttäen tilanteita ja päätöksiä eri tilanteissa pystyi harjoittelemaan turvallisessa ympäristössä. Tällöin työtehtäviä pystyy oppimaan turvallisesti ja työntekijät pystyvät käsittelemään tilanteita todellisuudessa paljon paremmin. Tämä nostaa turvallisuuden yleistä tasoa huomattavasti ja Vectionin (2021) mukaan tämä on laajentanut investointeja VR-alueelle, koska säästöt kalliiden tapaturmien ehkäisyn ansiosta ovat olleet huomattavat.

AR on ollut hyödyllinen väline koulutukselle ja opastukselle, joka tapahtuu etänä tai toisen yrityksen kautta. On olemassa tilanteita, missä laitteiden käyttö tai ylläpito vaatii erikoiskoulutuksen valmistajalta. Normaalisti tämä vaatisi huomattavia matkakuluja ja pahimpana tapauksena koulutuksen saatavuus vain ulkomailta. AR-teknologian kykenee tarjoamaan

laadukasta reaaliaikaista koulutusta etänä. MR-tekniikan avulla tätä prosessia pystyy kehittämään paljon laajemmaksi yksinkertaisen videopuhelun tyyppisestä tilanteesta. AR-tekniikalla kykenee lisäämään grafiikkaa ja heijastamaan asioita koulutettavan silmille (Vection 2021). Koulutettava ja kouluttaja kykenee näkemään saman näkökulman, jolloin opetus on tehokkaampaa ja kouluttaja pystyy esimerkiksi osoittamaan suoraan koulutettavan näkökulmaan graafisen osoittimen huomion kiinnitykseen tai ohjaamaan toimintoja. Tällöin pelkkien ohjevideoiden katsomisesta jäävät ongelmat mitätöityvät. Hyvä esimerkki AR:n tehdaskäytöstä löytyy Youtube kanava Linus Tech Tipsin videolta, missä he kiertävät opastetusti Intelin sirutehdasta (LTT 2022). Videossa näytetään, kuinka tehtaassa hyödynnetään AR-tekniikkaa työntekijöiden koulutukseen ja etätuen tehtäviin. (Kuva 5)



Kuva 5. Intelin sirutehtaan AR-tekniikan käytön visualisointia (LTT 2022)

MR pystyy tuomaan virtuaalisen version kouluttajasta huoneeseen ja laajentamaan vuorovaikutusten tapoja koulutustilanteissa AR-tekniikan kykyjen ulottumattomiin. MR siis kykenee vähentämään kuluja ja inhimillisiä virheitä, pohjana käyttäen VR:n ja AR:n jo todettuja hyötyjä. Hyötyjen taso tulisi olemaan vähintään vastaavanlainen kuin VR ja AR ratkaisuihin.

3.1.4 Ylläpito

Ylläpidon näkökulmaan MR tuo samanlaista laajaa hyötymahdollisuutta kuten koulutuksen tapauksessa. Korjaustilanteissa useasti yritykset joutuvat tuomaan paikan päälle valmistajan työntekijän, joka tulee korjaamaan ja avustamaan laitteiden huollossa (Vection 2021). Tämä yleensä tarkoittaa kalliita lentojen, työntekijän sijoituksen ja työntekijän väliaikaisen palkkauksen kuluja, joita ei voi välttää. Näissäkin tilanteissa etätuen toiminnallisuus MR-lasien kautta pystyy leikkaamaan kuluja sen mahdollistavilla käytännöillä. AR-lasien ominaisuuksien avulla, etätuki pystyy ohjeistamaan työntekijää ilman kallista matkustus ja majoitus kuluja. Etätuen kautta asiantuntija pystyy arvioimaan tilannetta ja määrittelemään

pystyykö tapauksen korjaamaan opastuksen kautta tai vaatiiko tilanne paikan päälle menemistä.

Koska MR-tekniikan avulla asiantuntija kykenisi olemaan virtuaalisesti läsnä ja liikkumaan itsenäisesti, etätuen tilanteet olisivat tehostettuja AR-tekniikkaan verrattuna. Lisäksi lasia käyttämällä, toimintoja tekevän henkilön kädet ovat täysin vapaana (Vection 2021). MR-tekniikka saa näissä tilanteissa lähes välittömän hyödyn kulujen alentamisessa.

AR-tekniikka otettiin vuonna 2015 käyttöön amerikkalaisen Boeing lentokonevalmistajan tehtaissa (Sun Hongli 2021). AR adoptointiin tehtaissa asennusvaljaiden sisältämien virheiden vaikutuksien vähentämiseksi asennusprosessissa. Vaikutus testattiin antamalla sama tehtävä kolmelle ryhmälle. Nämä ryhmät käyttivät AR-lasieja, tablettia ja paperilla olevia ohjeistuksia. Testissä löydetty vaikutuskerroin oli AR-lasien ryhmällä 0.5, tablettia käyttävällä ryhmällä 1.0 ja paperiohjeistuksen ryhmällä 8 (Sun Hongli 2021). Eli verrattuna sen hetkiseen keskiarvo aikaan, mikä asennuksessa kesti, AR-lasien avulla tehnyt ryhmä onnistui puolittamaan tehtävän suorittamiseen kuluneen ajan. Sun Honglin (2021) tekemän tutkimuksen mukaan, joka tutki AR-tekniikan käyttöä lentokoneiden valmistuksen ja huollon prosesseissa, päättyi lopputulokseen, että AR-tekniikan lisääminen lentokoneiden huollon ohjeisiin pystyi huomattavasti nostamaan työvoiman tehokkuutta.

Soveltaen Vectionin (2021) artikkelista tutkittuja AR:n ja VR:n hyötyjä MR:n potentiaaliin, MR kykenee tekemään samat asiat mitä AR-tekniikka, joten pohjana on jo potentiaalinen työprosessien tehokkuuden tuplaaminen.

3.1.5 Johtopäätökset

VR- ja AR-tekniikan aineistoa tutkimalla hyötyjä on löytynyt laajasti eri tehtävistä. MR-tekniikan kyky yhdistämään molempien ominaisuudet yhteen laitteeseen, on oletettavaa, että sillä saa aikaisiksi vähintään samat hyödyt. Hyötypotentiaali on mahdollisesti suurempi MR-lasilla, kun vertaa VR- ja AR-lasien rajoituksiin.

Potentiaali on löydettävissä, kun rinnastaa MR-tekniikan hyödyt niihin, mitä on jo löydetty VR- ja AR-tekniikan käytöstä teollisuudessa. Se, miten nopeasti näiden tekniikoiden hyödyntäminen yleistyy, on vaikeaa arvioida, mutta tietoisuuden kasvun merkkejä on havaittavissa. Etenkin Covid-pandemian vaikutus etänä toteutettavien ratkaisujen etsimiseen on kiihdyttänyt prosessien virtualisoinnin kehitystä ja se tulee yleistymään nopeammin, kuin mitä se olisi ilman Covidin aiheuttamia ongelmia.

3.2 Mahdolliset haasteet

Haasteita MR-tekniikan hyödyntämisen ympärillä on useita. Tutkimalla teknologiaa löytää loputtomasti käyttötarkoituksia ja arvioida niiden rahallisia hyötyjä, sekä etsiä esimerkkejä tukemaan käytön potentiaalia. Dijam Panigrahi selittää hyvin artikkelissaan (MPT 2022) huomioon otettavia haasteita tämän tekniikan käytön ympärillä.

Haaste mikä tulee eteen MR-tekniikan kanssa, myös VR ja AR tapauksissa, on data. Tarve käsitellä suuria määriä dataa nopeasti vaatii ympäristön, joka ei sovellu tavallisiin toimistoympäristöihin. MR tarvitsee tarkkaa ja kestävästi oikean ja virtuaalisen maailman yhdistämistä. Tämän asian tekeminen vaatii hurjan määrän resursseja, jotka eivät ole helppoja rakentaa nykypäivän tietokoneiden osien ja sirujen saatavuuden ongelmien keskellä.

Toimiva projekti vaatii mahdollisimman realistisen kuvantamisen monimutkaisista malleista ja alueista. Tämän saavuttamiseksi, mallit tulisi olla kuvattu oikeassa fyysisessä paikassa, jotta fyysisen ja virtuaalisen maailmojen kokosuhteet ovat oikein ja tarvittavat asennot tai näkökulmat vastaavat oikeita tilanteita. Näiden tarkkuus on tärkeää, että halutut tavoitteet oikeanmukaisuudesta onnistuvat. Korkeaa tarkkuutta vaativat tehtävät kuten lentokoneiden moottorien korjaaminen, rakentaminen tai suunnittelu tulisi olemaan käytännöllisesti mahdotonta ilman tarvittavaa tarkkuutta. Tarpeellisen suorituskyvyn saamiseksi ison MR-sovelluksen käyttämiseen, joka kattaa useamman tehtävän, vaatisi tällä hetkellä kokonaisen huoneen verran laitteistoa. Tämän laitteiston tukemiseen tarvittavat resurssit vaativat myös ison investoinnin toimivuuden varmistamiseksi. Tämän tavan käyttäminen kuormittaisi paljon internet yhteyksiä tai sisäisiä verkkoja, kun prosessoituja tietoja syötetään laseihin. Jos prosessointi suoritetaan muualla, kuin paikan päällä liitettynä sisäisiin verkkoihin, se lisää riskit mitkä tulee internet yhteyksien riippuvuuksien mukana (MPT 2022).

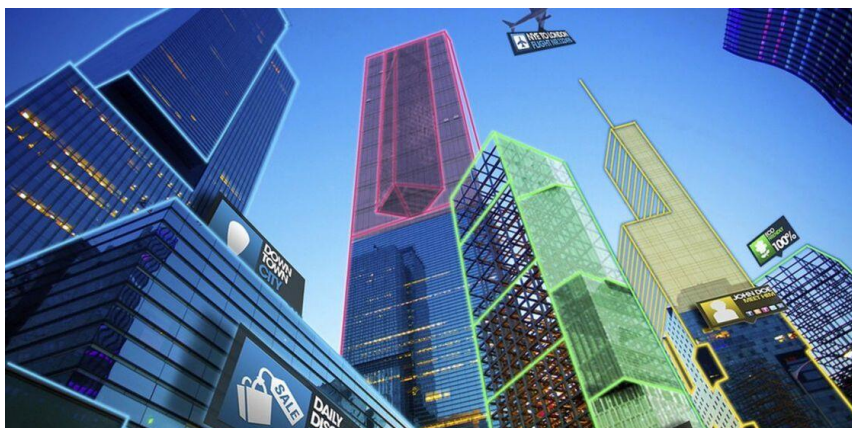
Panigrahi (MPT 2022) artikkelissa puhutaan myös 3D- ja AI-tekniikan suuresta tarpeesta MR-tekniikan täyden hyödyn saavuttamiseksi. MR-laseilla on ominaisuus lisätä mitä vain käyttäjän näkymään. Esimerkkinä tälle on laitteiden peitteeksi tietoja sisältävä virtuaalinen taulu tai virtuaalinen esine huoneeseen hologrammin tyyliin lisätty, joka on interaktiivinen. (Kuva 6)



Kuva 6. Esimerkki MR-ympäristön näkymästä lasien kanssa (MPT 2022)

Suurin osa kehittyneimmistä käyttötarkoituksista vaativat tarkkaa ja nopeaa ympäristön seurantaa, sekä samalla tarkkaa seurantaa käyttäjän tai lasien liikkeestä, orientaatiosta ja muista asioista, jotka vaikuttavat käytön laatuun ja käytännöllisyyteen. Suurin osa markkinoilla olevista laseista käyttävät 2D-kuvaa tai merkkipisteitä käyttävää seurantaa. Tämä rajoittaa tarkkuutta merkittävästi 3D:n tasolla, koska vaativissa tilanteissa 2D- seuranta ei kykene tarpeeksi tarkasti määrittämään syvyyttä, kokosuhdetta tai asentoa. Käyttäjän liikkessa näkymään lisätyt elementit menettävät oikealta näyttävän ja tuntevan tilanteen ja aikaisemmin mainitut ominaisuudet rikkoutuvat tai saavat väärät arvot. Sama ongelma myös haittaa aktiivista kohteiden havaitsemista ja tunnistusta. Yksinkertaisiin käyttötarkoituksiin on riittänyt esimerkiksi Googlen MediaPipe kirjaston käyttö, mutta heti monimutkaisemmissa tarpeissa ongelmat tulevat nopeasti vastaan. (MPT 2022.)

Yksi tapa ratkaista kyseiset ongelmat on syvän oppimisen pohjalta kehitetty 3D-keinoäly. Tässä ratkaisussa projekteihin sisällytetään kaikki mahdollinen 3D-tieto käyttöalueista. Keinoälylle syötetään isoja määriä kuvia eri kuvakulmista, jotta se oppii mahdollisimman nopeasti tunnistamaan kohteet ja auttamaan seurannassa. Toteutuksen onnistuessa tarvittava tarkkuus on mahdollista saavuttaa. Tarpeeksi tehokkaan tekoälyn opetus vaatii suuren määrän työtä ja resursseja, sisältäen esimerkkien luomista, kuvaamista ja erikoistilanteisen syöttämistä tekoälylle. Tekoälyratkaisun etuna on myös sen laajennettavuuden potentiaali. Tekoälyn voi saada pisteeseen, milloin se kykenee näyttämään keskeneräisen rakennuksen päälle puuttuvat osuudet hologrammin tyyllisesti (Kuva 7) ja saavuttamaan jopa 1–10 millimetrin tarkkuuden näytettävien asioiden ominaisuuksien seurannassa. Tarkkuus, joka vaaditaan esimerkiksi rakennusalalle, on juuri tuollaisella tasolla ja ilman sitä tarkkuutta MR-tekniikan hyödyt eivät pääse toteutumaan tehokkaasti. (MPT 2022.)



Kuva 7. Esimerkki hologrammeista rakennusalan käytössä (Darfdesign)

Potentiaalisten MR-tekniikan käyttäjien kannattaa olla varovaisia sen suhteen mitä suunnittelevat ja aikovat ottaa käyttöön. Rakennetulle alustalle ja lopulliselle käyttötavalle voi ilmestyä yhteensopivuuden ongelmia, jolloin hyötyjen maksimointi ei välttämättä toteudu.

Vaikka AR tai VR ratkaisut ovat jo vuosia olleet käytössä, suuri osa niistä käyttää ympäristöä, joka on rakennettu paikanpäälle. Tämä paikallinen ympäristö hoitaa kaiken prosessoinnista tiedon tallennukseen. Puhtaasti paikallisen ympäristön haittana on sen vaikea laajennettavuus tarpeen mukaan. Tähän ongelmaan on keksittävä ratkaisu pitkäaikaisen kehityksen ja tarpeiden täyttämisen varmistamiseksi ja nykyhetkellä se on mahdollista pilvipalvelujen hyödyntämisen kautta. Hajaannuttamalla tarvittavat resurssit pilvipalveluihin, esimerkiksi tekoälyn luomiseen, on mahdollista saada juuri ne tarvittavat teknologiset resurssit ilman laajennettavuuden ongelmaa. (MPT 2022.)

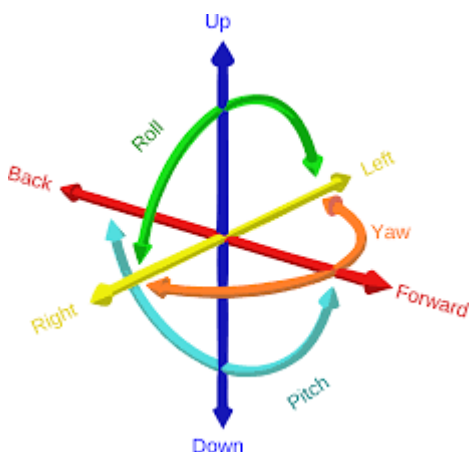
Uhkia ja ongelmia on olemassa MR-tekniikan käyttämisen aloituksessa ja suunnittelussa, mutta joka päivä löytyy uusia ratkaisuja tekniikan kehityksen ja sen ymmärtämisen kautta. Virtuaalisen ja todellisen maailman yhdistävien tekniikoiden käyttö on yleistymässä jatkuvasti yritysmaailmassa, jolloin tämän hetken ongelmiin löytyy yhtä lailla uusia ratkaisuja sitä kautta. Hyvä asia on, että tällä hetkellä ei vaikuta olevan mitään sellaisia ongelmia, joihin ei olisi ratkaisuja saatavilla tai mahdollista kehittää.

4 ThirdEye X2 MR-lasit ja mahdolliset kilpailijat

4.1 ThirdEye X2:n ominaisuudet

Projektin keskiössä on ThirdEye yrityksen kehittämät X2 MR-lasit. Pääsin kokeilemaan lasia itse niiden nykyisellä olomuodolla ja tein useita muistiinpanoja lasien ominaisuuksista, käytettävyydestä ja käyttökokemuksesta yleisesti. Myöhemmin tässä osuudessa tulen vertaamaan X2-laseja muihin vastaaviin tuotteisiin ja pystyn käyttämään kokemuksiani pohjana vertailulle.

ThirdEye X2 MR-lasit ovat *standalone* tyyppiset, eli ne pystyvät toimimaan itsenäisesti ilman tietokonetta. Lasien alustana toimii Android-pohjainen avoimen lähdekoodin omaava VisionEye-käyttöjärjestelmä. Alle 300 grammaa painavissa, enimmäkseen muovista koostuvista X2-laseissa on itsenäinen 6DOF seuranta paikan, liikkumisen ja orientaation suhteen (Rochesteroptical). 6DOF seuranta eli kuuden liikkumissuunnan ja kierron seuranta. Laite tällöin kykenee seuraamaan paikkaa ja pään asentoa itsenäisesti. (Kuva 8)



Kuva 8. Kuvitelma 6DOF ominaisuudesta (WikiMedia)

Lasien optiikkana käytetään Waveguides-tyyppiä (Vrcompare), mutta tarkempaa tyyppiä ei ole tiedossa. Waveguides on tekniikka mitä käytetään lisäämään lasihin ”näyttö” ilman läpinäkyvyyden menettämistä. Stereoskooppisten näyttöjen resoluutiona on 1280x720 pikseliä per silmä ja näyttötaajuutena 60 ruutua sekunnissa. Lasien 43 asteen näkökulma vastaa noin 90 tuuman näyttöä 3 metrin etäisyydeltä. (Rochesteroptical.)

Laseihin on integroituna bluetooth ja wifi vastaanottimet, 2 mikrofonia ja stereokaiuttimet. Sangan edessä on 13 megapikselin kamera, lämpökamera (noin 64 pikselin resoluutiolla, jolloin käyttö on enemmän asioiden havaitsemiseen, ei täyttä lämpönäköä mahdollistava), voimakas valonlähde, ympäristön kirkkauden anturi ja kaksi laajan kuvakulman kameraa. (Rochesteroptical.)

Mahdollisuus liittää lisää laitteita onnistuu USB-C portin kautta ja ääni laitteiden kytkemiseen standardi 3,5 mm portti. (Rochesteroptical.)

Lasien mukana ei tule erillisiä ohjaimia, mutta lasihin on sisäänrakennettu äänikomentoja käyttävä ohjaus, sekä käsillä ja sormilla käytettävä liiketunnistusta hyödyntävä ohjaus. (Thirdeye.)

Laseissa on 1750mAh sisäänrakennettu akku, keskusmuistia 4Gb ja 64Gb levytilaa, jota voi laajentaa SD korttipaikan avulla. (Vrcompare.)

4.2 ThirdEye X2-lasien kokemukset

Testatessani laseja, kiinnitin huomiota erityisesti helppokäyttöisyyteen, siinä mielessä, että niitä pitää käyttää mahdollisesti haastavissa työympäristöissä. Lasit ovat ensivaikutelmaltaan hieman paksut, mutta yllättävän kevyen tuntuiset, kun ne laittaa päähän.

Näyttöjen tarkkuus on tarpeeksi hyvä, että niiden käyttämiseen mukavasti ei tarvitse normaalia parempaa näköä vaan ne ovat selkeät. Kirkkauden korkein taso on tarpeeksi suuri käyttää kirkaissakin ympäristöissä ilman ongelmia.

Tämänhetkinen käyttöjärjestelmä on Android-pohjainen, joten Android-puhelimen omistavalle sen käyttöympäristö on tuttu. Sovellusten käynnistys ja käyttö on sulavaa, joten laseissa oleva prosessointi teho on riittävä pyörittämään raskaampiakin sovelluksia. Parhain tapa käyttää ja liikkua lasien ohjelmistossa omista kokemuksista päätellen oli puheentunnistus menetelmällä.

Laseille on luotu tarkka puhetta tunnistava ohjelmisto ja testi kappaleella oli valmis kirjasto kuunneltavia sanoja kaikille sen toiminnoille. Puheentunnistus toimi kokeilun aikana ongelmitta ja laitteen käyttö helpottui huomattavasti sen kanssa. Useat erityyppiset kamerat ja niidenkin toiminnot olivat puhekomentojen alla. Muina hallintakeinoina oli eleet ja pään liikkeiden tulkitseminen hiiriosoitimen liikutukseen. Eleiden kanssa hallinta oli hankalaa ja tarvitsee selkeästi parannusta sen toimintoihin. Omaa kättä hiirenä käyttäen, jossa käden muoto määrittää toiminnon oli tosi sekava ja nopeasti käden väsyttävä yksinkertaisenkin toiminnon toteuttamisessa. Pään liikkeillä hallinta oli sujuvampaa kuin käsien tunnistuksen kanssa. Käytettävyyttä pään liikkeillä auttoi lasien fyysisten nappien yhdistäminen toimintoihin. Verrattuna käsieleiden hallintaan pään liikkeiden kautta hallitseminen oli alustavasti helpompaa.

Lasien mukavuus oli lyhyellä käytöllä hyvä, mikään ei painanut epämukavasti ja laseissa olevat osat eivät lämmenneet epämukavalle tasolle kokeillun aikana. Lasit istuivat ihan hyvin omaan päähän, mutta minulle tuli vähän epäilyksiä siitä, miten pienet säädön

mahdollisuudet laseissa oli. Yksi tärkein huomio mikä tuli vastaan, oli silmälasillisten käyttäjien huomiointi. Tällä hetkellä silmälasit eivät mahdu lasien kanssa päähän ja tähän ei ole tietääkseni vielä mitään ratkaisua. Laseissa on varaa linssien välillä, sekä linssien ja silmien välillä, että lisäosan kehittäminen on mahdollista korjaamaan ongelma tarvittaessa.

ThirdEye X2-lasien (Kuva 9) hinta on 1950 \$ (Arpost20) ja lasit tulevat kovakuorisessa kantolaukussa. Sen sisällä on kaikki useimmin tarvittavat tarvikkeet. Kantolaukun sisältä löytyy siis:

- lenkki, jonka voi kiinnittää lasien sankoihin, joka menee pään ympäri
- hyvälaatuiset kuulokkeet
- USB-C johto
- töpselit (tällä versiolla oli vain Amerikan versio töpselistä)
- puhdistusliina
- ohjekirja



Kuva 9. ThirdEye X2 MR-lasit (Thirdeye)

4.3 Muut MR-tuotteet ja niiden vertailu

Muita MR-tuotteita oli vaikea löytää, jotka olivat samassa kehityksen vaiheessa tai valmiita tuotantoon samalla tasolla kuin ThirdEyen-lasit. ThirdEyen-laseja parhaiten vastaava ja tässä tapauksessa mielestäni yksi ensisijaisista kilpailijoista markkinoilla on Microsoftin HoloLens 2 (Kuva 10), joka maksaa 3 500 \$ (Arpost20). HoloLens on suunniteltu headsettinä ja siten käyttötarkoitukset, mahdollisuudet ja ominaisuudet ovat eri kuin silmälasin tyyppisesti suunniteltu X2. HoloLens voittaa eri alueilla muotoilunsa takia ja X2-laseilla on omat etunsa.



Kuva 10. Microsoftin Hololens 2 headset (Hololens)

Toisena kilpailijana pidän Magic Leap 1 lightweight headsettiä (Kuva 11). Magic Leap 1 on eri konseptilla luotu kuin X2 tai Hololens, mutta silti vastaava ominaisuuksineen. Magic Leap 1 on keksinyt ratkaisun silmälaseja tarvitseville, erillisillä lasihin kiinnitettävillä vahvuus linsseillä. Magic Leap 1 yksittäisen laitteen hintana on 2 295 \$ (Verge19).



Kuva 11. Magic Leap 1 headset (Obscura)

Molemmat kilpailijat Hololens 2 ja magic Leap 1 lightweight ovat headsettejä, mikä tarkoittaa sitä, että tilaa laitteistolle on enemmän ja istuvuus tulee olemaan erilainen. ThirdEye X2-lasien etuna on vastaavat ominaisuudet paljon pienemmässä paketissa ja joissakin ominaisuuksissa, jopa parempi kuin kilpailijoiden. X2-lasien koko, paino ja ominaisuuksien yhdistelmä on mikä vie sen sille alueelle, että se on paras mahdollinen vaihtoehto tällä hetkellä isomman skaalan käyttöönottoon eri yritysten tarkoituksiin. Oli käytön tarkoitus ensiapuhoitajille, rakennuslalle tai tehtaisiin X2, soveltuu hinnaltaan ja ominaisuuksiltaan kattamaan tosi laajan alueen missä MR-laseille voisi olla käyttöä.

Suurimpana kilpailijana pidän X2-laseille Microsoftin Hololens 2-laseja. Yhdysvaltojen armeija on ottanut Hololens 2 teknologian jo käyttöön heidän sotilaiden kypäriin tai visiireihin mukautettuna ja integroituna (Verge 2019). Tästä voi päätellä, että sopiva teknologian taso ja hinta laajalle käytölle on löydetty.

5 Sovelluskehitys prototyypille

5.1 Sovelluksen luomisen tarpeet

Projektille on tarkoitus luoda pienen mittakaavan prototyyppisovellus, jonka vaatimukset tässä luvussa kuvaillaan. Syy pintapuolisen vaatimusten kuvaukseen, on projektin sovelluksen vaihteluvollisuudet. Demossa on eri tietoja laitteesta näkyvillä eri muodoissa. Sovellus asennetaan MR-laseihin, jolloin testaaja pystyy näkemään laitteen tiedot reaaliajassa laseistaan, sen sijaan, että joutuu mennä tarkistamaan ne laitteen instrumenteista.

Projektille luotua sovellusta on käytetty tehtaissa olevien laitteiden ominaisuuksien lukemiseen ja tarkkailuun, laseja käytettiin myös muihin tehtäviin, mutta niille tarkoituksille ei tarvinnut luoda omia sovelluksia.

Kuvassa 12 näkyvä sovellus on mikä kehitettiin tätä projektia varten ja se näkyi käyttäjälle lasien kautta. Alustana ohjelmisto osuudelle, selitän pintapuolisesti millaisia asioita vastaavan sovelluksen kehitys sisällyttää jaettuna kolmeen osaan.

5.1.1 Frontend

Frontend eli lyhyesti selitettynä sovelluksen kehityksestä osuus, joka näkyy käyttäjälle ja jonka kautta sovellusta käytetään. Tässä tapauksessa frontend vaatii paljon teollisten laitteiden ominaisuuksien ja tietojen näyttämiseen soveltuvia graafisia komponentteja. Koska sovellusta on tarkoitus käyttää MR-lasien kautta, kaikki napit ja muut sovelluksen käyttämisen elementit on tehtävä helppokäyttöisiksi ja sopiviksi laitteen ominaisuuksien kanssa. Valitsisin rakennusaluustaksi sovellukselle Unity-pelimootorin, josta selitän tarkemmin osiossa 5.3, koska sillä on hyvä olemassa oleva tukiympäristö AR- ja VR-projekteille. AR- ja VR-sovellusten yhtäläisyys MR-sovellusten kanssa antaa hyvän pohjan soveltuvuudelle MR-sovelluksen aloitukseen.

Frontendin ulkoasun luominen tapahtuisi käyttäen itse luomia tai tarvittaessa Unityn sisäisen kaupan graafisia elementtejä. Tiedossa olisi halutut ominaisuudet, mitkä laitetaan näkyviksi ja niille suunniteltaisiin parhaimmat tavat visualisointiin. Esimerkkinä laitteen osan lämpö, jonka tarvitsee olla tiettyjen rajojen sisällä. Tälle tehtäisiin kuvan 12 mukainen neula viisari, jossa taustalla väritetyt alueet, jotka vastaavat lämmön tilannetta ja sen vakavuutta. Toinen vaihtoehto olisi tekstipohjainen lista arvoista ja ominaisuuksista. Arvojen mentäessä pois halutuilta rajoilta kyseisen ominaisuuden tapauksessa taustaväri listassa vaihtuisi tilanteen mukaan.



Kuva 12. Tilannekuva projektin sovelluksesta kokeilun aikana

Napit tekisin sovellukselle mahdollisimman isoiksi ja selkeästi eroteltuna, jolloin X2-laseja käyttäessä käsien eleiden ohjaus tapaa olisi mahdollisimman helppo käyttää. Jos olisi tarve eri valikoille tai sivuille, niiden välillä siirtyminen toimisi helpoiten selkeästi määritellyillä liukumiseleillä sormien kanssa, saman tyyppinen kuin kännykän näytössä siirtäisi sormea puolelta toiselle.

Kaiken muun suhteen tarvitsee saada taustat ja muut elementit sopivaan järjestykseen, löytää sopiva väritysmailma ja koodata elementtien toiminnat ja tulkinnat yhdistettyjen tietojen mukaan.

Käyttäen Unityn graafista editoria, näiden asioiden rakentaminen pitäisi olla suhteellisen helppoa, etenkin jos on saatavilla pääsy käyttöalueeseen ja muihin käyttöä tai näkemistä rajoittaviin tietoihin. Tällöin on helpompaa suunnitella ja koodata virtuaalisten elementtien paikkaseuranta, sekä koko ja orientaatio käyttäjälle parhaiten sopivaksi. Graafinen editori on kätevä pienien muutosten tekemiseen, kun pystyy liikuttamaan elementtejä suoraan esimerkinäkymästä, eikä tarvitse arvata vastaavia arvoja koodissa. Koska keskustelussa muutoksista pystyy viittaamaan suoraan kuvaa, vastaavan muutoksen tekeminen graafisessa editorissa on helppoa ja samalla näkee heti muutoksen vaikutuksen ympäröiviin elementteihin. On helppo sopeuttaa muutokset palautteesta, kun näkee ristiriidat heti. Koska kaiken voi tehdä graafisesti, se eliminoi hukatun ajan, joka meni kokeilumenetelmällä samojen korjauksien löytämiseen yksitellen jokaiselle elementille. Tämä nopeuttaa prosessia valmiiseen frontendiin johon asiakas on tyytyväinen.

5.1.2 Backend

Backend olisi tämän projektin vaikein osuus toteuttaa. Hyvin toimivan sovelluksen toteuttaminen tällaisissa tapauksissa vaatii toimintavarman ja nopean backendin. Tärkein asia, mikä pitää suunnitella huolellisesti, on miten tieto laitteilta ja sen antureilta pääsee sovellukseen. Jotta sovellus toimii kuten suunniteltu, se vaatii tarkkaa ja mahdollisimman reaaliaikaista tietoa laitteelta. Ratkaisuja löytyy monta siihen, miten tieto lähtee laitteista ja näkyy lasien läpi sovelluksesta ja jokaisella omat hyödyt ja haitat.

Helppoin ratkaisu olisi omalla mietinnällä liittää laitteeseen joko paikallinen tai pilvessä oleva palvelin johon laite syöttää suoraa tiedon. Tällöin lasissa oleva sovellus voisi poimia tältä palvelimelta tiedon ja syöttää se niille tarkoitetuille paikoille frontendissä. Laitteiden raakana tulevan tiedon kykenee tällöin prosessoimaan käytettävään muotoon palvelimen puolella ja tämä olisi huomattavasti nopeampaa kuin lasien puolella asian tekeminen, auttaen reaaliaikaisen tiedon näyttämisen tavoitetta. Se, millä tämä palvelin rakennettaisiin, riippuu liikaa laitteista ja miten niiden kanssa pystyy kommunikoimaan. Se, mitä kaikkea datan prosessointi vaatii ja saako sitä edes käsiteltyä ilman laitteen valmistajan lupaa tai sovellusta, joka tekee siitä yhteensopivan muiden ympäristön sovelluksien kanssa. Tämä hieman estää oman esimerkin suunnittelua, mutta yksinkertaisimmillaan palvelimelle asennetaan käyttöjärjestelmä, joka lukee tietoa mitä laite lähettää, muuntaa sen frontendissä määritettyyn muotoon, jonka sovellus hakee.

5.1.3 Yhteenveto

Oman esimerkin tarkoitus on auttaa näkemystä siitä mitä kaikkea sovelluksen kehitys vaatii ja myös kuinka vaikeaa tai helppoa kehittäminen olisi. Tunnistamani haastekohdat eivät tietenkään päde kaikkiin projekteihin, mutta auttavat kontekstin ymmärtämistä.

Se, mitä esimerkistä voi hahmottaa, on että kehityksen rakenne ei ole täysin uniikki. Silloin muiden alustojen ja projektien ratkaisuja kykenee käyttämään apuna Isojen projektien suunnittelussa. Kehityksen rakenteen ollessa vastaavanlainen muiden sovellusten kehitykseen, MR-sovellusten kehitys on yhteensopivaa olemassa olevan työvoiman taitojen kanssa.

5.2 Ohjelmiston kehittäjä

Vertics on yritys, joka valittiin kehittämään testisovellus projektia varten. Vertics on noin 30 työntekijän kokoinen ohjelmistokehityksen yritys, joka on perustettu vuonna 2017 Leppävaarassa (Vertics).

Yrityksellä on pääasiallisena strategiana joukosta erottuminen. Toteutus tapana tälle on kolmen yleisimmän ongelmakohdan todistaminen turhiksi peloiksi, mitkä ympäröivät ohjelmistokehitystä. Kolme kohtaa ovat ohjelmistokehityksen hinta, kesto ja kommunikaation vaikeus asiakkaan ja kehittäjien välillä. (Vertics.)

Liikevaihto ylitti 1.3 miljoonan euron rajan jo vuonna 2020, joten alussa hankitut referenssit ja luodut yhteistyöt ovat osoittaneet yrityksen strategian toimivuuden ja tulevaisuus näyttää hyvältä. (Vertics.)

5.3 Käytetty alusta sovelluksen luontiin

Unity-pelimoottorin on luonut Unity Technologies yhtiö ja se julkaistiin vuonna 2005 (Unity). Unityn moottori on vastuussa isosta osasta itsenäisistä peleistä mitä on luotu etenkin mobiilimarkkinoille. Sitä myös käyttää useampi yritys muihin kuin peliprojekteihin. Editorista on luotu versio Windows ja MacOS alustoille, Linux-alustalle on kokeellinen versio.

Unityllä on tällä hetkellä 25 alustaa, jolle on valmis tuki sovellusten kehittämiseen (Unity). Tämä sisältää tärkeimmät mobiili ja PC/Mac alustat, sekä konsoleista tärkeimmät Xbox ja Playstation versiot. Projektin tarkoitukseen liittyvistä alustoista Oculus, ARCore ja Microsoft HoloLens ovat tuettuja suoraan. Koska suora tuki on noin laaja, kynnys aloittamaan projektien kehitystä on pienempi, kun ei ole tarvetta kehittää omia työkaluja saadakseen sovellukset yhteensopiviksi laitteiston kanssa.

Aktiivisia kehittäjiä on 1.5 miljoonaa alustalla ja tähän lisäksi vielä useampi iso pelistudio (Unity). Unity on helposti yksi suurimmista alansa toimijoista. Etenkin kaikkien itsenäisten toimijoiden ansiosta syntynyt yhteisö alustan ympärille on suuri ja siten apua voi saada helposti projektien ongelmiin.

Nykyisin Unityn alusta on kehittynyt niin pitkälle, että sitä ei käytetä pelkästään pelien luomiseen, vaan se on levinnyt moniin muihin aloihin. Näitä aloja Unity listaa kolmen kategorian alle: teollisuus, arkkitehtuuri ja rakennus, sekä elokuva (Unity).

Etenkin elokuvateollisuuden ympäristössä on tapahtumassa isoa mullistusta juuri peliteknologian käytön suhteen. Esimerkkikuvassa (Kuva 13) on yksi tapa, miten peliteknologiaa on sovellettu elokuvien tai sarjojen tuotantoon. Koko ympäristö on luotu pelimaailmassa ja se näytetään isoista näytöistä rakennetulla seinällä ja katolla, jolloin valo heijastuu oikein näyttelijöistä ja ympäristöstä. Jos jotakin tarvitsee siirtää tai muuttaa taustasta, se tapahtuu helposti, kerta se on virtuaalinen. Vain lähimmät asiat kohtauksessa, joihin näyttelijät ovat kosketuksissa, tarvitsee fyysisesti olla läsnä. Tämä luo suuren edun tuotannon

näkökulmista. Unity ja sen suurin kilpailija Unreal Technologies ovat julkistaneet suuret yhteistyöt isojen elokuva studioiden kanssa tämän teknologian käytön kehityksen ja käytön suhteen.



Kuva 13. Kuva The Mandalorian sarjan kuvauspaikasta (Filmsupply)

Unityn editori on erityisen sopiva VR-/AR-/MR-projekteillemme, koska ne eivät eroa kovin paljon 3D-pelien tai VR-pelien tekemisestä. Yksinkertaisemmatkin sovellukset on mahdollista tehdä Unityllä ja niiden soveltaminen laitteen mukaan on mahdollista. Projektiin Vertics valitsi Unityn alustan, koska sillä on jo valmiiksi hyvä AR-tuki eikä mitään tarvitse siinä mielessä aloittaa pohjalta moottorin ja editorin luomisen suhteen. Etenkin kun kyseessä oli pienempi demo tapaus, valinta oli järkevä tarkoitukseen nähden.

5.4 Ohjelmointikieli

Ohjelmointikielienä mitä Unityssä käytetään yleisimmin, on C# ja modifioitu versio JavaScriptistä, tosin suunnitteilla on jatkossa vain C#-kielen tukeminen (Unityblog). Prototyypisovellus tehtiin C#-kielellä.

C#-ohjelmointikieli on julkaistu vuonna 2000. C# on yksi nykypäivän yleisimmin käytetyistä koodikielistä sovelluskehityksessä ja sitä tukee suuri osa alustoista ja ympäristöistä. (Acloudguru 2022.)

5.5 Sovelluksen kehityksen päätelmät

Koska asiakkaan kanssa sovitut asiat ovat luottamuksellisia ja siten yksityiskohtaisemmat tiedot tapauksesta ovat rajoitetut.

Sovelluksen kehityksessä kesti alle kuukausi, jonka aikana yksinkertainen prototyyppi sovellus luotiin alusta loppuun. Yksityiskohdat asioista kuten kuinka kauan yksittäisen elementin kehityksessä kesti ei ole saatavilla. Oman kokemuksen kautta pystyn arvioimaan, että kehityksen kesto oli sellainen, mitä kuvittelisin normaalisti kestävä tuollaisen sovelluksen kehittämiseen.

Myös hinnoituksen yksityiskohdat ovat salassapidon alla, joten analysointi sovelluskehityksen kestosta ja hinnoista MR-projektien suhteen yleisemmällä tasolla ei ole mahdollista. Tulevaisuuden mahdollisista projekteista ei tällä hetkellä ole tarpeeksi tietoa, että kehitykseen tarvittavaa aikaa ja kustannuksia voisi arvioida. Sovelluskehitys on jatkuvan muutoksen alla ja tilanne mikä tällä hetkellä on, voi muuttua täysin huomenna. Tulevaisuudessa voi tulla julki jokin valmis alusta teollisuussovelluksille MR-tekniikan suhteen tai useampi muu asia, joka vaikuttaa projektien kehityksen keston tai hintaan. Tämä on suurin kysymysmerkki, joka jää tämän tutkimuksen ympärille, koska ei ole mahdollista ennustaa tulevien asioiden vaikutusta sovellusten kehitykseen.

Vaikka olisi ollut tarkemmat yksityiskohdat saatavilla Verticsiltä, siitä ei olisi saanut tarpeeksi näkemystä tulevaisuuden arvioimiseen. Sovelluskehitys ei skaalaudu lineaarisesti kustannuksiltaan ja sovellusprojekteja on vaikeita verrata suoraan toisiinsa. Käyttämällä olemassa olevaa sovellusta mallina voi olla, että arvion tarkkuus heittää kuukausissa mallisovelluksen keston. Tämä on tosiasia etenkin uusissa käyttötarkoituksissa, eikä voi tietää miten sen kehitys rakentuu ja standardisoituu, ennen kuin käyttötarkoituksen sovellusten kehitys ja käyttö on yleistynyt tarpeeksi.

6 Projektin osallisten näkökulma

6.1 Yritysten näkemykset hyödyistä

Projektissa MR-laseja on nyt kokeiltu useammassa kohteessa ja yrityksessä, mutta paremman näkökulman saamiseksi isompien yritysten näkökulmasta, kysyin palautteen Valiolta ja Fazerilta. Valiolla kokeilu tehtiin kunnossapidon osastolla. Fazerilla kokeilu tehtiin leipomon tuotannon osastolla. Kysymyksiä oli yhteensä 13 tehtaiden yhteyshenkilöille ja projektin osallisille. Kysymyksiin on myös antanut näkökulman projektin koordinaattori Virefiniltä. Kysymysten laajuus oli tilannekuvien saatavuudesta ja osallisten julkistamisen luvista itse projektin hyötyihin ja tulevaisuuteen, joten jokaista kysymystä ei tähän eritellä, osaan kysymyksistä myös vastattiin muiden kysymysten avulla.

Ensimmäisessä kysymyksessä, jossa kysyttiin yritysten omia näkemyksiä mahdollisista hyödyistä. Tällä haettiin näkökulmaa siihen mikä sai lähtemään mukaan kokeiluun ja mihin näkisi käyttävän MR-teknologiaa.

Kaikilla kokeiluun osallistuneilla oli suurimpana motivaationa päästä kokeilemaan tällä hetkellä käytössä olevaa teknologiaa. Laitteiden käytettävyys ja teknologian potentiaali tuoda hyötyä toimintaan on mitä etenkin katsoivat. Suurimmat hyödyt nähtiin henkilöstön työn opastuksessa ja koulutuksessa, esimerkiksi hyödyntäen laitemanuaalien käyttöä. (Virefin Oy)

Fazerin tuotannon puolelta ensimmäisenä tuli mieleen, että uusien työntekijöiden perehdytyksessä lasit olisivat hyödylliset. Laajemmalla ajattelulla uusien käyttökohteiden ja niiden työohjeiden asennus laseihin ennen kuin laitetta pääsisi edes linjastolla käyttämään nopeutaisi tuotannon sujuvuutta.

Laitteen esittely ja käyttöönoton videon perusteella kykenee oppimaan tekemään asetukset oikein. (Ylläpito, Valio)

6.2 Investointien rahallinen taso

Jos MR-projektit todistavat hyödyt kannattaviksi, mikä olisi investointien taso vastaajien mielestä. Tähän kysymykseen vastaaminen osoittautui haastavaksi. Jos lasit voidaan ottaa käyttöön hyödyntäen jotain valmista sovellusta, joka voidaan ottaa osaksi prosessia niin valmius suurillekin investoinneille löytyisi. Ylläpidon näkökulmasta, etenkin etätuen kohdalla, 5–10 tuhannen euron investoinnit olisivat järkeviä. (Virefin Oy)

6.3 Kokeilun tuloksia ja huomioita

Kokeilun seurauksena saadut kommentit vaihtelivat jonkin verran ja osin määrävänä tekijänä näytti olevan yleisesti henkilön oma suhtautuminen teknologiaan ja uusiin asioihin. ThirdEyen käyttöliittymä koettiin haasteelliseksi, joskin myönnettiin, että asiaan vaikutti osin laitteen säädöt ja sovelluksen protoversion keskeneräisyys. (Virefin Oy)

Kysymykseen liittyi myös se, oliko laite teknisesti sillä tasolla, että se soveltuu tuotantoympäristössä käytettäväksi.

Fazerin mielestä teknologia on, mutta ohjelmiston kuuluisi osata ennakoida tai käyttäjän kertoa mitä haluaa tai etsii. Vaatimus siis sille, että pitäisi olla jo ohjeet mitä tehdään ja miten. Odotus oli, että lasit olisivat olleet todellista isompia, joka oli positiivinen yllätys. Hieman ahtaat kyseiselle käyttäjälle ja arvioi, että käyttö pidempiaikaisesti rasittaisi. Käyttäjäystävällisyyden parantamiseksi ehdotettiin, että kursoria ohjatessa ei tarvitsisi tehdä niin laajoja pään liikkeitä. Kankeuden tunnetta aiheutti myös hyväksyessä toimintoja tai vaihdettaessa sivuja sangoissa olevalla sorminäppäimellä.

Valion kokemusten mukaan lasit eivät olleet liian raskaan oloiset pitää päässä, mutta vaatii kyllä harjoittelua näppien käytön suhteen. Samalla tunne oli, että lasien pitäisi vielä hieman kehittyä, ennekuin pystyy voittamaan esimerkiksi käytössä olevat tabletit. Tätä mukaan tunne oli, että matkaa on vielä ennen kuin on valmis käyttöön. Myös kysymykseen tuli, että onko niissä oma digitaalinen sovellutus, jolla videot luodaan tai jaksako valmistajat sellaisia tehdä. Käyttöönotto on kuitenkin kannattavaa toimittajille. Nykyisin joutuu muutenkin etsiä netistä kaikkea, eikä valmistajakaan nykypäivänä enää tee painettuja ohjekirjoja.

6.4 Kokeilun odotukset ja seuraavat askeleet

Yrityksiltä kysyttiin, mitä odotuksia heillä oli projektin tuloksista, ja mitkä olisivat seuraavia askeleita teknologiaan tutustumisessa. Tarkoitus oli saada tietää mihin tarkoitukseen seuraava prototyyppi esimerkiksi olisi kohdistettu.

Nämä kysymykset ovat valitettavasti edelleen työn alla. Kokeilun tuloksena oli selvittää kiinnostus, hyödyllisen sovelluksen ominaisuuksia ja käyttökohteita. (Virefin Oy)

6.5 Yritysten omat tutkimukset

Tässä kysymyksessä siis haettiin tietoa ovatko yritykset tehneet omia esitutkimuksia ennen projektia tai projektin aikana aloitettuja. Jos sellaisia olisi, kysyttiin myös käyttölupaa opinäytetyössä käyttöön. Esimerkkinä olisi koulutuskustannuksien vähennyksen tai prosessien nopeutumisen aiheuttamien kulujen vähennysten laskennat.

Tämä asia oli selvityksessä 2019 pilottiprojektiin liittyen, mutta projektin toteutus siirtyi, eikä sen käynnistymisen aikataulusta ole mitään tietoa tai edes siitä, tullaanko sitä enää toteuttaa. (Virefin Oy)

6.6 Yritysten näkemä potentiaali

Erikseen projektissa olleista tehtävistä ja niiden tuloksista. Kysyttiin mitä yritykset näkevät suurimpana potentiaalina MR-tekniikan tuomisella prosesseihin. Tähän ei vastaukset erottuneet aikaisemmista ja potentiaali nähdään parhaiten kustannusten säästöissä ja laadun parannuksen ympärillä. Näitä hyötyjä projektissa käytetty Garvens-sovellus ei kyennyt osoittamaan merkittävällä tavalla. (Virefin Oy)

6.7 MR-tekniikan investointien kannattavuus

Tarkoitus oli vielä erikseen kartoittaa pitävätkö yritykset MR-tekniikkaa kannattavana investointina välittömästi. Kunnossapito osastot näkivät investoinnin kannattavana välittömästi. Painottaen syynä etätuen tehostamista ja liitettävien lisälaitteiden, kuten lämpökameroiden etuja. Myös laitteiden ylläpitoon ja huoltotöihin liittyvien ohjekirjojen saatavuus lasesta puolsi vastausta.

Tuotannon osalta valmiiden sovellusten puuttuminen, jotka olisivat sopivia lasien potentiaalinen hyödyntämiseen, estää välitöntä kannattavuutta. Sen tilanteen muuttaminen vaatisi laajempia keskusteluja jatkosta ja lisää esimerkkiratkaisuja.

6.8 Näkemys kulujen ja hyötyjen suhteesta

Yrityksiltä kysyttiin, millaisen kuvan he saivat kulujen ja hyötyjen suhteesta. Kunnossapito pystyi näkemään positiivisen hyötysuhteen investointiin verrattuna. Tuotannon näkökulmasta laite ei ollut ratkaisevassa roolissa, vaan sovellus ja sovelluksen käyttökohde määrittää enemmän millaiset hyödyt realisoituisivat kokeilusta. Oikein kohdennetulla sovelluksella nähtiin hyötymahdollisuuksia investoinneista, mutta asia vaatii laajempaa tutkimista.

6.9 MR-tekniikan luoma etumatka

Tarkoitus oli saada mielipide yrityksiltä siihen, onko tekniikan hyödyt sellaisia, että sen käyttöönotossa etumatkan saaminen kilpailijoista loisi etulyöntiaseman omalla alallaan. Tähän vastaus Valiolta oli, että pilotoinnin vaihe on edelleen menossa, mutta kyseessä on tulevaisuuden tekniikka kyllä.

Tästä voisi päätellä, että vaikka MR on selkeästi osa tulevaisuutta, suurta kiirettä ei vielä ainakaan ole syntynyt yrityksille sen käyttöönotossa. MR-tekniikan kehittyessä ja kokeilujen edetessä, näkökulma voi hyvinkin muuttua tulevaisuudessa.

6.10 Päätelmät

Se, mitä projektin tuloksista ja kysymysten vastauksista pystyy päättämään, on että kiinnostusta tekniikan hyödyntämiseen löytyy ja projekti on onnistunut sen lisäämisessä. Se, mitä myös huomaa vastauksista on, että osalla on edelleen pientä vieroksumista tai varovaisuutta uusien asioita kohtaan yrityksissä. Selkeästi käytetty prototyyppisovellus ei vakuuttanut kaikkia siitä, mitä mahdollisuudet ovat. Sovellusten kehitys on selkeästi tärkein alue mitä kehittää ja tutkia lisää. Kuitenkin sovelluksen ongelmista huolimatta, yleinen näkemys ja tietous tekniikasta kasvoi huomattavasti, sekä jatkamisen halukkuus tekniikan käytön tutkimiseen löytyi yleisellä tasolla kaikilta.

Lasien tämänhetkinen kypsyyden ominaisuuksiltaan on riittävä moniin nähtyihin hyötytarkoituksiin ja hallintatavat oli asia, mikä aiheutti eniten oudoksuntaa tai kritiikkiä.

Se, että ylläpidon näkökulmasta hyöty nähtiin heti ja avoimuus käyttöönottoon olisi jo nyt, yllätti suuresti. Tämä on äärimmäisen hyvä tulos ja tukee omia aineiston tutkimuksia siitä, että tekniikka on nimenomaan eniten valmis juuri kyseiseen tarkoitukseen.

Yleisesti ottaen projektista on saatu paljon positiivista irti ja se, että tekniikan suhteen on jatkamisen kiinnostusta ja joidenkin tarkoitusten osalta valmius investointiin melkein välittömästi on äärimmäisen hyvä asia tekniikan leviämisen kannalta. Kehityksen kohteetkin ovat asioita mitkä ovat selvitettävissä tai korjattavissa.

7 Lopputulokset

7.1 Laitteiston ja MR-teknologian kypsyys

Opinnäytetyön ja siihen liitetyn projektin toteutus vaikeutui ja viivästyi huomattavasti pandemian takia, pandemian aiheuttamista ongelmista päästiin lopulta läpi ja alkuperäisten suunnitelmien mukaiset kokeilut ja tiedonhaut onnistuttiin toteuttamaan.

Vastauksia alustaviin kysymyksiin löydettiin. Niiden kysymyksien ympärille, joihin ei löytynyt suoria vastauksia, pystyttiin rakentamaan päivitetty näkemys tilanteesta.

Ymmärrys teknologian kypsyystilanteesta, mitä projektista ja tutkimuksesta saatiin esille, on antanut päivitetyn kuvan teknologian soveltuvuudesta. On pystytty päättämään, että teknologian kypsyystaso on lähellä sellaista tasoa, että se on käytettävissä ja käytännöllinen monelle tarkoitukselle. Suurin osa vastakohtista laitteiden ympärillä on käytettävyys ja mahdollinen vastahakoisuus muutosta tai uutta kohtaan. Hallintatavat laitteiden käytössä tulevat olemaan kehityksen alla jatkuvasti ja nykyinen tilanne on hyväksyttävä. Lieventävä asia nykyisissä laitteissa on se, että harjoituksen kautta pystyy lieventämään ilmenneitä hankaluuksia tai ongelmia käyttämisen suhteen.

Ongelmat tottumuksista vanhoihin laitteisiin ja yleinen uusien asioiden adoptoinnin vastahakoisuus on aina kaikissa uusissa asioissa läsnä. Se, että jo käytössä olevat vanhat laitteet ja tavat ovat tuttuja ja toimivia. Seurauksena tämä voi haitata työvoimaa, kun joutuvat oppimaan uudet tavat ja laitteet. Työntekijät, jotka eivät heti ymmärrä tai huomaa etuja uudessa järjestelmässä tai vanhemman työntekijän kanssa, tämä ongelma voi tulla vastaan jatkossakin.

Suurinkeröisen (2019) tutkimuksen mukaan vuonna 2019 oli jo päädytty siihen tulokseen, että tässä tutkimuksessa mainittu Magic Leap 1 ja ThirdEye X2 soveltuivat parhaiten laajaan käyttöön. Nämä laitteet saivat saman yleisarvosanan tutkimuksen vertailussa. Tämä tutkimus vahvistaa näkemystä mikä on saatu tässä tutkimuksessa ja kokeiluun osallistuneiden vastauksista.

7.2 Ohjelmistoympäristön kypsyys

Suurin edistyksen hidaste teknologian hyödyntämisen suhteen tarkoituksesta riippumatta, on ohjelmistoympäristön kehityksen tilanne. Tutkimusta tehdessä ja projektista saaduista vastauksista tulee ilmi se, että ohjelmistot eivät ole olemassa tai tarpeeksi kehittyneitä laajamittaiseen käyttöön kaikissa osastoissa.

Yksinkertaisempiin tehtäviin ja tarkoituksiin on valmiit perustoiminnot tai sovellukset, jotka riittävät tehtäviin, kuten ylläpidon tehtävien ohjeistukseen etänä. Monimutkaisempia tarkoituksia, joissa tarvitsee yhdistää lasit laitteisiin tai näyttää virtuaalisen maailman elementtejä käyttäjälle, vaatii yleisesti koko ohjelmiston tekemisen ilman valmista pohjaa tai sovellustamista ottaa mallia.

Positiivinen puoli asioissa on kuitenkin se, että vaikka ei ole valmiita sovelluksia mitä käyttää tarpeiden mukaan, alustat ja tuki sovellusten luomiseen ovat tarpeeksi kehittyneitä. Sovellusten kehitykseen ei ole näillä näkymin esteitä ja alustat, joilla kykenee tekemään sovelluksia, ovat jo tarpeeksi kypsiä monimutkaistenkin sovellusten luomiseen. Etuna Unityn ja Unreal Enginen alustoissa on se, että ne ovat olleet käytössä lukemattomien pelien tekemiseen, mukaan lukien VR- ja AR-pelit, joita voi rinnastaa teollisten MR-sovellusten monimutkaisuuteen.

Tulevaisuutta katsoen, sovelluskehityksessä kokemus VR- ja AR-peleistä tulisi todellakin hyödyntää. Erityisesti kokemus auttaa kitkemään tiettyjä, jo ratkaistuja ongelmia teknologiasta ja sen käyttämisestä. Etenkin käyttökokemukseen liittyvistä asioista on hyvä ottaa esimerkkiä VR-peleistä, jonka ratkaisut ovat olleet toimivia ja eniten hiottuja käyttäjäkokemusten avulla. Näitä ratkaisuja on siten mahdollista soveltaa MR-sovellukseen.

7.3 Teollisuuden soveltavuuden näkemys

Projektista saatu tieto MR-tekniikan soveltavuudesta teolliseen ympäristöön on lupaava. Laitteisto on saavuttanut kypsyyden, joka soveltuu laajaan käyttöön. Yritysten vastauksista pystyy päättämään, että mielipide soveltavuudesta on positiivinen, etenkin ylläpidon tehtäville.

Sovelluskehitys on suurin haaste tällä hetkellä ja se vaatii ison investoinnin, huolellisen suunnittelun ja paljon aikaa, että se on tasolla mitä tarvitsee laajempaan käyttöön ja parhaimman hyödyn saavuttamiseen. Jokaisella tehtävällä tai tarkoituksella voi myös olla täysin omat tarpeet ja sovellukset voivat joutua olemaan täysin uniikkeja jokaista tehtävää kohden. Tämä voi koitua ongelmaksi kannattavuuden ja houkuttavuuden näkökulmasta. Positiivisena puolena ohjelmiston kannalta on kuitenkin se, että kehitys ei tule pysähtymään.

7.4 Yhteenveto ja pohdinta

Työn tavoitteena oli tutkia MR-tekniikan kannattavuus ja potentiaali, sekä arvioida laitteiston ja sovellusten kypsyyttä. Tavoitteena oli, jos mahdollista, löytää konkreettisia lukuja hyötyjen ja kustannuksien arvioihin.

Projektissa pystyttiin kartoittamaan MR-lasien soveltuvuutta teollisuuden ympäristöihin. Projekti on myös onnistunut kasvattamaan kiinnostusta ja tietoisuutta teknologiasta osallistuneiden yritysten keskuudessa. Potentiaalinen hahmotusta on laajennettu päättäjien ja työntekijöiden keskuudessa.

Opinnäytetyön projektin ja tutkimuksen ansiosta on saatu hyvä kuva MR-tekniikan kannattavuudesta ja potentiaalista. Laitteiston ja sovellusympäristön kypsyydestä on saatu päivitetty näkemys. Tavoitteista vajaan jäänyt konkreettisten lukujen löytäminen kustannuksille ja hyödyille ei haittaa työn lopputuloksia. Rahallisista asioista saatiin tarpeeksi vihjeitä luomaan pieni esimerkki kuluista ja hyödyistä, joka on tarpeeksi tavoitteelle.

Valmius yritykseltä investoida ja ottaa laitteita käyttöön välittömästi ylläpidon tehtävien avuksi, osoittaa, että MR-tekniikalla on paikka ja tulevaisuus teollisissa ympäristöissä. Ne tehtävät mihin laitteet otettaisiin käyttöön nyt, eivät täysin käyttäisi MR-tekniikan potentiaalia. Laitteisiin investointi nyt loisi pohjan tulevaisuudelle, koska laitteisiin on jo investoitu, jolloin käyttötarkoitusten laajentaminen on pienemmän kynnyksen takana. Vaikka VR- ja AR-laseja on jo käytössä laajasti, niiden rajoitteet tuovat nopeasti katon sille, miten paljon niitä pystyy hyödyntämään. MR-tekniikka pystyy tekemään suuren osan siitä mitä AR- tai VR-lasit pystyvät, mutta VR tai AR ei pysty tekemään kaikkea mitä MR kykenee.

Ottaen huomioon kaikki nykyhetken hidasteet sovelluskehityksen kanssa, itse laitteiden kypsyyden on jo valmis käytettäväksi teollisuudessa. Potentiaalisten hyötyjen taso on äärimmäisen suuri useammalta näkökulmalta, mutta se vaatii sovelluskehitykseen investoinnin uudella alueella ja huolellista suunnittelua.

Lyhyt vastaus kysymykseen, soveltuuko MR-tekniikka teollisiin ympäristöihin, on kyllä. Laitteet tulevat kehittymään, ympäristöjen ymmärrys teknologiasta ja mahdolliset käyttötarkoitukset tulevat laajentumaan. Mahdolliset hyödyt kustannuksissa, prosessien tehostuksissa ja turvallisuudessa ovat ehdottomasti investointien arvoisia. Monissa tehtävissä tuloksien tai hyötyjen saavutus oli jopa välitöntä, kuten todettu ylläpidon tehtävissä kokeilun aikana.

MR tulee kehittymään ja normalisoitumaan sen mukaan, kun muut alat käyttävät ja kehittävät MR-tekniikan ratkaisuja. Kehitykset käyttötarkoituksista, jotka eivät liity teollisuuteen suoraan tulevat silti edistämään ympäristöä yleisesti. MR-tekniikan kehitys laitteiden ja ohjelmiston suhteen ei ole vain yhden alan käsissä, vaan eteenpäin viemistä tapahtuu useasta suunnasta. Tähän näkemykseen vahvistusta toi projektin ohella koettu kiinnostus laitteiston lainaamiseen. Laitteiden ollessa vapaana tehtaiden käytöstä, saatavilla olevien laitteiden lainaamista tapahtui paljon eri aloilta ja ne olivat harvoin käyttämättöminä.

Jatkosuunnitelmien suhteen on selkeää, että aihe ansaitsee lisää tutkimusta ja yritykset ovat jo miettimässä jatkoa pilotointiprojektin loputtua. Jatkossa olisi hyvä tutkia muiden alojen kannalta MR-tekniikan soveltuvuutta tarkemmin ja laajentaa pilotointiprojekteja sen mukaan. Etenkin laitteiston kypsyyden taso on sellainen, joka sallii pilotointiprojektien laajentamisen ilman suurempia huolia. Sovelluskehityksen ympäristö kehittyisi sen kokemuksen mukaan, mitä pilotointiprojekteista syntyisi, auttaen saavuttamaan tarvittavaa kypsyyttä.

Tulevaisuudesta hyvän esimerkin luo ThrillSeeker-kanavan viimeaikainen video Youtubessa (ThrillSeeker). Videossa vierailaan suomalaisen Varjo-yrityksen tiloissa ja esitellään laitteita ja demoja, jotka oli aseteltu vierailua varten. Työssä kuvailtujen oikean ja virtuaalisen maailman yhdistämisen tapoja ja esimerkkejä pystyy hahmottamaan erittäin hyvin videolla näkyvien demojen avulla. Se, mitä videossa näkee, on tällä hetkellä parhaimpia esimerkkejä MR-tekniikan mahdollisuuksista. Videossa myös näkee sen, että tekniikan hyödyntämisen taso on alkuvaiheissa ja monet yritykset ovat vieläkin prototyyppivaiheissa eri ominaisuuksien kanssa, joita tarvitaan teollisessakin ympäristössä. Kuvassa 14 on lisätty 2 virtuaalista ihmistä todellisuuden näkymään lasien kautta ja ne pystyvät reagoimaan käyttäjän tekemisiin, kuten koskettamiseen, rajoitetusti.



Kuva 14. Virtuaalinen ihminen oikeassa maailmassa (ThrillSeeker)

MR-tekniikan ympäristön kehitys on alkuvaiheissa, mutta se on selkeästi kehittymässä nopeasti ja uskon sen olevan isompi osa työarkea tulevaisuudessa. Työn aikana tuli esiin paljon rajoituksia ja ongelmia pandemian takia, joka aiheutti vuosien viivästyksen, mutta ongelmista huolimatta työstä saatiin hyviä tuloksia ja hyödyllistä tietoa tulevaisuudelle.

Lähteet

Acloudguru. 2022. What is the C# programming language?. Viitattu 29.9.2022. Saatavissa <https://acloudguru.com/blog/engineering/what-is-the-c-programming-language>

Agileviet. Spektrin kuvitelma. Viitattu 02.07.2022. Saatavilla <https://agileviet.vn/what-is-mixed-reality/>

Arpost. 2020. AR and MR Headsets and Glasses 2019 and 2020 Overview. Viitattu 15.11.2020. Saatavissa <https://www.arpost.co/2020/01/13/ar-and-mr-headsets-and-glasses-2019-and-2020-overview>

Autosport. Formula 1 to experiment more with new halo TV graphics. Viitattu 12.10.2022. Saatavissa <https://www.autosport.com/f1/news/formula-1-to-experiment-more-with-new-halo-tv-graphics-5319054/5319054/>

Darfdesign. Kuva valmiiden rakennusten hologrammista keskeneräisen rakennuksen päällä. Viitattu 25.09.2022. Saatavilla <https://www.darfdesign.com/blog/7-ways-augmented-reality-will-revolutionise-our-cities>

Filmsupply. Kuva Mandalorian sarjan kuvauksista. Viitattu 20.08.2021. Saatavilla <https://blog.filmsupply.com/articles/5-takeaways-from-editing-the-mandalorian/>

Franklin Institute. 2020. WHAT IS AUGMENTED REALITY?, Viitattu 22.10.2020. Saatavissa <https://www.fi.edu/what-is-augmented-reality>

HSW. 2021. How much does it cost to build a concept car?. Viitattu 19.02.2021. Saatavissa <https://auto.howstuffworks.com/cost-to-build-concept-car.htm>

HoloLens. Microsoftin HoloLens 2 tuotteen nettisivu. Viitattu 15.07.2022. Saatavilla <https://www.microsoft.com/fi-fi/hololens/hardware>

IranAR. Augmented Reality?Medical Use?!. Viitattu 20.09.2022. Saatavissa <http://iran-ar.ir/en/1692/ar-medical-use/>

LTT. 2022. I Can Die Now. - Intel Fab Tour!. Viitattu 04.05.2022. Saatavissa https://www.youtube.com/watch?v=2ehSCWoaOqQ&ab_channel=LinusTechTips

Microsoft. 2022. What is mixed reality?. Viitattu 20.05.2022. Saatavissa <https://docs.microsoft.com/en-us/windows/mixed-reality/discover/mixed-reality>

MPT. 2022. immersive mixed reality in manufacturing. Viitattu 27.4.2022. Saatavissa <https://modernpumpingtoday.com/immersive-mixed-reality-in-manufacturing/>

Obscura. Kuva Magic Leap 1 tuotteesta Camera Obscuran artikkelissa. Viitattu 05.06.2022. Saatavilla <http://www.cameraobscura.fi/338-markkinoiden-uusimmat-ar-lasit-esittelyssa-magic-leap-one>

Rochesteroptical. Thirdeye x2 mr smart glasses. Viitattu 11.5.2022. Saatavissa <https://www.rochesteroptical.com/product/thirdeye-x2-mr-smart-glasses/>

Sun Hongli. 2021. Sun Hongli et al 2021 J. Phys.: Conf. Ser. 1738 012133. Viitattu 26.09.22. Saatavissa <https://iopscience.iop.org/article/10.1088/1742-6596/1738/1/012133/pdf>

Suurinkeröinen, S. 2019. Lisätyn todellisuuden laitevaihtoehdot isoimmille käyttäjäryhmille. LUT-Yliopisto. Viitattu 12.09.2022. Saatavissa <https://urn.fi/URN:NBN:fi-fe2019100731434>

Task&Purpose. We finally have photos showing what the Army's high-tech goggles can do. Viitattu 12.10.2022. Saatavissa <https://taskandpurpose.com/news/army-new-futuristic-ivas-goggles/>

Thirdeye. Tuotteen ominaisuuksien sivu. Viitattu 25.08.2020. Saatavissa <https://thirdeyegen.com/x2-smart-glasses>

ThrillSeeker. The BEST VR Headset in the WORLD Has Me Questioning Reality. Viitattu 1.10.2022. Saatavissa <https://www.youtube.com/watch?v=23RS3RAg16k>

Unity. Unityn omat about us sivut. Viitattu 06.04.2022. Saatavissa <https://unity.com/>

Unityblog. UnityScript's long ride off into the sunset. Viitattu 06.04.2022. Saatavissa <https://blog.unity.com/community/unityscripts-long-ride-off-into-the-sunset>

Vection. 2021. HOW VIRTUAL AND AUGMENTED REALITY HELP TO CUT COSTS. Viitattu 12.10.2021. Saatavissa <https://www.vection.com.au/news/post/how-virtual-and-augmented-reality-help-cut-costs>

Verge. 2018. Microsoft secures \$480 million HoloLens contract from US Army. Viitattu 20.09.2020. Saatavissa <https://www.theverge.com/2018/11/28/18116939/microsoft-army-hololens-480-million-contract-magic-leap>

Verge. 2019. Magic Leap is renaming its AR headset to attract business customers. Viitattu 14.9.2020. Saatavissa <https://www.theverge.com/2019/12/10/21003361/magic-leap-1-ar-headset-update-professional-business-customer-pivot>

Vertics. Vertics meistä sivu. Viitattu 06.04.2022. Saatavissa <https://vertics.co/meista/>

Vrcompare. ThirdEye X2 info page. Viitattu 11.5.2022. Saatavissa <https://vr-compare.com/headset/thirdeyex2>

WikiMedia. Esimerkki kuva 6DOF ominaisuuden seuraamista liikkeistä. Viitattu 10.08.2022.
Saatavilla <https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/thumb/2/2a/6DOF.svg/390px-6DOF.svg.png>