

Aitta Jari

XR-TEKNOLOGIAN KÄYTTÖÖNOTTO AUTOKORJAAMOSSA

Case: Raahen autokorjaamot

XR-TEKNOLOGIAN KÄYTTÖNOTTO AUTOKORJAAMOSSA

Case: Raahen autokorjaamot

Jari Aitta
Opinnäytetyö
Syksy 2020
Autoala, YAMK
Oulun ammattikorkeakoulu

TIIVISTELMÄ

Oulun ammattikorkeakoulu
Master-tutkinto, Autoala

Tekijä: Jari Aitta

Opinnäytetyön nimi: XR-tekniikan käyttöönotto autokorjaamossa – Case: Raahen autokorjaamot

Työn ohjaaja: Vesa Moilanen

Työn valmistumislukukausi ja -vuosi: Syksy 2020

Sivumäärä: 49 + 9

Virtuaalitodellisuuden (VR), lisätyn todellisuuden (AR) ja yhdistetyn todellisuuden (MR) tekniikan kehitys on ollut nopeaa viime vuosina. Näiden tekniikoiden yhteiseksi nimitykseksi on vakiintunut laajennettu todellisuus (XR, Extended Reality). Markkinoille on tullut ja on tulossa kiihtyvällä nopeudella ratkaisuja XR-tekniikoiden hyödyntämiseksi viihdekäytössä ja teollisuudessa. Tätä nykyä saatavissa olevaa tekniikkaa pidetään vielä haasteellisena sovellusten toteuttamiseen, mutta erityisesti tulevaisuuden näkymissä oleva puettavien laitteiden koon pieneneminen ja suorituskyvyn lisääntyminen tulevat laajentamaan sovelluskohteiden määrää.

Opinnäytetyössä tutkittiin XR-tekniikan ja sen tuomien mahdollisuuksien käyttöönottamista autokorjaamon toiminnan kehittämiseksi. Autokorjaamon toiminnan kehittäminen erityisesti korjaus- ja huoltoprosessin sekä mekaanikon perehdyttämisen osalta on suoraan hyödynnettävissä myös autoalan koulutuksessa sekä teollisuuden kunnossapitoon liittyvissä korjaustöissä. Työn tavoitteena oli auttaa autoalan ja teollisuuden kunnossapidon alueella toimivia yrityksiä valmistautumaan XR-tekniikan hyödyntämiseen ja kehittämään toimintaansa sen avulla. Työn toimeksiantajana oli Raahen koulutuskuntayhtymä, työ toteutettiin InduSTAR, AR-ratkaisut teollisissa ympäristöissä ja yritystoiminnan luomisessa -hankkeen yhteydessä, missä päärahoitus tulee Euroopan aluekehitysrahastosta. Tutkimusstrategiana oli laadullinen eli kvalitatiivinen tapaus- / toimintatutkimus, jossa tutkimuskohteet rajattiin käsittämään Raahen alueen korjaamoita ja koulutuksen järjestäjiä. Tutkimustyössä tutkija osallistui aktiivisesti tutkimuskohteen toimintaan sen omissa ympäristöissä.

Tutkimustyön tuloksena paikallisille autokorjaamoyrityksille luotiin tietopohja XR-tekniikan ominaisuuksista ja hyödyntämismahdollisuuksista sekä toimintamalli, minkä avulla he pääsivät ottamaan käyttöön uusinta XR-tekniikkaa toiminnassaan ja kehittämään sitä yhteistyössä paikallisen alan koulutuksen järjestäjän kanssa. Tärkein tavoite oli luoda pohja jatkuvalla kehittämiselle, mutta jo työn aikana saatiin konkreettisia tuloksia XR-tekniikan käyttämisestä yrityksen toiminnassa. Tulokset ovat pääosin monistettavissa muihin autokorjaamo- ja teollisuuden kunnossapitoalan yrityksiin. Yritysten ja oppilaitosten yhteistyö korostuu enenemissä määrin tulevaisuudessa, sillä tekniikan nopea kehitys tulee ottaa huomioon uusien työntekijöiden kouluttamisessa ja vanhojen työntekijöiden koulutuksen päivittämisessä. Myös tämän työn kautta saavutetut toimintamallit ja muut tulokset palvelevat yhteistyön rakentumista.

Asiasanat: RKKY, KAMK, virtuaalitodellisuus, lisätty todellisuus, yhdistetty todellisuus, laajennettu todellisuus, autokorjaamo, autoala.

ABSTRACT

Oulu University of Applied Sciences
Masters Degrees in Automotive Engineering

Author: Jari Aitta

Title of thesis: Introduction of XR technology in a automotive workshop – Case: Raahe workshops

Supervisor: Vesa Moilanen

Term and year when the thesis was submitted: Autumn 2020 Number of pages: 49 + 9

The development of virtual reality (VR), augmented reality (AR) and mixed reality (MR) technology has been rapid in recent years. The common name for these technologies is Extended Reality (XR). Solutions for the use of XR technologies in entertainment and industry have entered and are entering the market at an accelerating rate. The technology currently available is still considered challenging to implementation of applications, but in particular, the reduction in the size and performance of wearable devices in the future will expand the number of applications.

The thesis investigated the introduction of XR technology and the opportunities it brings to the development of automotive workshop operations. The development of automotive workshop operations, especially with regard to the repair and maintenance process and the familiarization of the mechanic, can also be directly utilized in automotive education and in repair work related to industrial maintenance. The aim of the work was to help companies operating in the field of automotive and industrial maintenance to prepare for the utilization of XR technology and to develop their operations with it. The work was commissioned by the Raahen koulutuskuntayhtymä and the work was carried out in connection with the InduSTAR - AR solutions in industrial environments and business creation project, where the main funding comes from the European Regional Development Fund. The research strategy was a qualitative case / action research, in which the research subjects were limited to include the Raahe region's automotive workshops and education providers. In the research work, the researcher was an active participant in the subject of research in its own environment.

As a result of the research, a knowledge base on the features and utilization possibilities of XR technology was created for local automotive workshop companies, as well as an operating model that enabled them to introduce the latest XR technology in their operations and develop it in cooperation with a local education provider. The main goal was to create a basis for continuous development, but already during the work, concrete results were obtained from the use of XR technology in the company's operations. The results can mainly be replicated to other automotive workshops and industrial maintenance companies. Cooperation between companies and educational institutions will be increasingly emphasized in the future, as the rapid development of technology must be taken into account in the training of new employees and the updating of the training of old employees. The operating models and other results achieved through this work also serve to build cooperation.

Keywords: RKKY, KAMK, virtual reality, augmented reality, mixed reality, extended reality, automotive workshop, automotive industry.

SISÄLLYS

1	LYHENTEET	7
2	JOHDANTO	8
2.1	Tavoite	9
2.2	Tutkimusmenetelmät, lähestymistapa ja rakenne	11
3	LAAJENNETTU TODELLISUUS XR	13
3.1	Teknologian taustaa ja nykytilanne	13
3.2	Virtuaalitodellisuus	16
3.3	Lisätty todellisuus	18
3.4	Yhdistetty todellisuus	19
3.5	Laajennettu todellisuus autokorjaamoalalla	21
4	XR-TEKNOLOGIA JA AJONEUVOKORJAAMON HAASTEET	22
4.1	Kysely alueen yrityksille	22
4.2	Autokorjaamon työturvallisuus ja perehdytys työturvallisuuslaissa	23
4.3	Case 1: Kausityöntekijän perehdyttäminen	25
4.3.1	Tarpeen määrittely ja teknologian valinta	25
4.3.2	VR-perehdytyssovelluksen kehittäminen	26
4.4	Case 2: Työergonomia ja työturvallisuus	28
4.4.1	Kehitettävän työprosessin valinta	28
4.4.2	XR-teknologian valinta	29
4.4.3	XR-ympäristön rakentaminen yritykselle	29
4.5	Case 3: HMD-laitteen hyödyntäminen työskentelyssä	31
4.5.1	Kehitettävän työprosessin valinta	32
4.5.2	XR-teknologian valinta	32
4.5.3	XR-ympäristön rakentaminen yritykselle	33
5	XR-TEKNOLOGIAN TYÖPAJAPÄIVÄT	34
5.1	Aineistonhankinnan suunnittelu	34
5.2	Kysymysten sisällön rajausta	35
5.3	Kyselyn kysymykset	36
5.3.1	Työpiste 1: MR-lasit pyöränkulmien mittauksessa	36
5.3.2	Työpiste 2: Etätuki auton korjaamisessa	37
5.3.3	Työpiste 3: MR-lasit työntekijän perehdytyksessä ja etätuessa	38

5.3.4	Työpiste 4: Rengasalan kausityöntekijän perehdytys.....	39
5.4	Kyselyn koonti ja analysointi siirtyvät tulevaisuuteen	39
6	JOHTOPÄÄTÖKSET, KEHITYSTYÖN TULOKSET JA TULEVAISUUS	40
7	POHDINTA.....	44
	LÄHTEET.....	46
	LIITTEET	50

1 LYHENTEET

AI (Artificial intelligence)

AR (Augmented Reality)

AV (Augmented Virtuality)

B2B (Business-to-Business)

B2C (Business-to-Consumer)

HMD (Head-mounted display)

MR (Mixed Reality)

VR (Virtual Reality)

XR (Extended Reality)

Tekoäly

Lisätty todellisuus

Lisätty virtuaalisuus

Yritysliiketoiminta/-markkinointi

Kuluttajaliiketoiminta/-markkinointi

Yleisnimitys kaikille äylaseille ja päähän

kiinnitettäville näyttölaitteille

Yhdistetty todellisuus

Virtuaalitodellisuus

Laajennettu todellisuus

2 JOHDANTO

Laajennetun todellisuuden markkinoiden on odotettu aukeavan lähivuosina voimakkaaseen kasvuun B2C-markkinoiden osalta. Tähän murrokseen vaikuttaa erityisesti VR-laitteistojen yleistymisen kriittiseen määrään, mutta viime vuosina kasvunopeus on hidastunut aiemmista ennusteista. Laajennetun todellisuuden potentiaali onkin siirtynyt hieman B2B-markkinoiden suuntaan, jossa sillä nähdään olevan potentiaalia koulutuksessa, terveyden huollossa, teollisuudessa ja simulaatioissa. (Mixed reality report 2017.) Business Finlandin vuonna 2017 tehdyssä selvityksessä 60:stä suomalaisesta laajennetun todellisuuden alueella toimivasta yrityksestä 40 % oli perustettu vuonna 2016 ja 2017. Tämä kasvu kertoo laajennetun todellisuuden teknologian mahdollisuuksista suomalaisille pelialan yrityksille, mutta myös aiemmin mainittujen alojen alueella toimiville yrityksille. (VR/AR Industry of Finland 2017.)

Kuten teknologiassa yleensä, ensimmäiset laitteistot olivat käytettävyydeltään heikkoja, mutta nykyisin laitteistot alkavat olla jo lähellä työelämän vaatimuksia. Alussa mainittua läpimurtoa suuren yleisön käyttöön ei ole vielä tapahtunut, paitsi puhelinpohjaisten laitteiden osalta, mutta se on edennyt koko ajan. Läpimurtoa odotetaan toteutuvaksi VR-laitteiden osalta, kun laitteistojen hinnat laskevat vielä entisestään, mitä on tapahtunut vuoden 2017 jälkeen hieman myös siksi, etteivät VR-markkinat ole kasvaneet odotetusti. (Mixed reality report 2017.) Vuonna 2020 virtuaalitodellisuuden laitteistoja on kuitenkin saatavilla yrityksille kohtuulliseen hintaan, eikä hankintahinta siten ole suurin este yrityksen kehittymiselle. Sen sijaan kehittyneet lisätyn ja yhdistetyn todellisuuden laitteistot ovat vielä monella laitetoimittajalla kehitysvaiheessa tai vaikeasti saatavissa.

Laajennetun todellisuuden teknologia on tutumpaa erityisesti ohjelmisto- ja pelialan toimijoille, mutta teknologiasta mahdollisesti hyötyville muiden alojen yrityksille laajennettu todellisuus on usein vierasta. Kohtaamattomuus pelialan ja muiden alojen kanssa aiheuttaa sen, että laajennetun todellisuuden ominaisuuksia ei voida hyödyntää tehokkaasti muilla aloilla. Olennaista onkin, että laajennetun todellisuuden osaajien ja muiden ammattialojen osaajien välille syntyisi verkosto, jolloin uusia sovelluksia ja innovaatioita voitaisiin luoda. Toinen haaste yrityksillä ovat kehitystyön kustannukset laitteistojen osalta. Laitteistojen toimivuuden testaamista varten tulisi käytössä olla useita laitteita tai vähintäänkin yrityksen alaa tunteva asiantuntija, joka osaa tarjota oikeaa laitteistoa sovellukseen. (Mixed reality report 2017.)

Autoalalle uuden teknologian käyttöönottoaminen ei ole vierasta. Moni uusi teknologia otetaan käyttöön nopeasti ajoneuvoissa, joiden kautta se tulee arkiseksi niin autojen käyttäjille kuin autokorjaamoillekin. Autojen kehittyminen on pitkään tarkoittanut elektroniikan lisääntymistä. 2020-luvulla eletään aikakautta, jolloin keskustellaan jo vakavasti sähkön ottamisesta käyttöön pääasiallisena käyttövoimana. German Autolabs esitteli vuonna 2018 lähitulevaisuudessa käyttöönotettavia autojen ominaisuuksia, joita ovat muun muassa autojen keskinäinen kommunikointi, autonominen ajaminen sekä lisätyn todellisuuden näytöt tuulilasissa ja kojelaudoissa. (Lipman 2018.) Kuluvana vuonna 2020 Mercedes toi AR-teknologian kuluttajien saataville S-mallistoonsa. (Colquhoun 2020.) Autoteollisuuskin siis kulkee kohti tulevaisuutta muun muassa laajennetun todellisuuden teknologian kehittymisen kanssa.

Raahen koulutuskuntayhtymä (RKKY) on käynnistänyt yhdessä Kajaanin ammattikorkeakoulun (KAMK) kanssa InduSTAR-hankkeen keväällä 2019 pääosin edellä mainitusta lähtökohdista. Hanketta rahoittavat Pohjois-Pohjanmaan liitto (EAKR) ja Kainuun liitto (EAKR), Raahen koulutuskuntayhtymä ja Kajaanin ammattikorkeakoulu sekä kaksi yritysosapuolta, SSAB Europe Oy ja Trans-tech Oy. Hankkeen kohderyhmiä ovat olemassa olevat pk-yritykset, jotka hakevat uusia sovelluskohteita ja liiketoimintamahdollisuuksia laajennetun todellisuuden teknologiasta. Toinen kohderyhmä ovat loppukäyttäjät, jotka tarvitsevat tietoa ja taitoja laajennetun todellisuuden soveltamisesta omaan toimintaympäristöön. Kolmas kohderyhmä on laajennetun todellisuuden osaamista tarvitsevat, yritystoiminnan käynnistämistä suunnittelevat henkilöt tai ryhmät. Neljäntenä kohderyhmänä ovat RKKY:n ja KAMK:n ympäristö monenlaisine resursseineen. Tämä tutkimustyö toteutetaan hankkeen yhteydessä ja tutkimuskohde on yritysten osalta rajattu Raahen alueen autokorjaamoihin. (InduSTAR-hankekuvaus 2018.)

2.1 Tavoite

Tutkimuksen tarkoituksena on tutkia, miten XR-teknologiaa voitaisiin ottaa käyttöön ja hyödyntää autoalan korjaamoissa. Tutkimus kohdistuu Raahen alueen autokorjaamoihin, mutta tutkimuksessa otetaan huomioon Raahen alueen koulutusten järjestäjien ja alalle tulevien työntekijöiden eli autoalan opiskelijoiden osuus XR-teknologian hyödyntämisessä. Myös pelialan koulutuksen järjestämisellä on osuus tutkimuksessa, sillä tutkimuksessa liikutaan autoalan ja pelialan rajapinnoilla.

Tavoitteena on löytää käytännöllisiä ja hyödyllisiä tietoja sekä menetelmiä XR-tekniologian käyttöön ottamiseen autokorjaamon arkipäiväisessä toiminnassa. Tutkimuksen tavoitetta havainnollistetaan seuraavilla tutkimuskysymyksillä.

Tutkimuskysymys 1: Mitä autokorjaamoon soveltuvia etuja voidaan saavuttaa nykyisillä ja tulevaisuuden XR-tekniologian laitteistoilla?

XR-tekniologian ajankohtaista tilannetta seurataan lähinnä pelialalla, jossa sen mahdollisuuksia tunnetaan jo varsin hyvin. Kysymyksen kautta tutkin näitä mahdollisuuksia soveltaen niitä autokorjaamon toimintaan.

Alikysymys 1: Millaista XR-tekniologiaa on saatavilla?

XR-tekniologian saatavuus on mielenkiintoisessa vaiheessa. Lupaavia, protovaiheessa olevia laitteita liikkuu maailmalla ja niitä on saatavilla kehitystyössä mukana oleville ta- hoille, mutta avoimille markkinoille saatavuutta on odotettu jo vuosia. Toisaalta markkinoilla on helposti saatavia laitteistoja, mutta niiden ominaisuudet eivät välttämättä vastaa käyt- tökohteen määrittämiä käytettävyyden ja suorituskyvyn vaatimuksia.

Alikysymys 2: Mitä etuja XR-tekniologia tarjoaa perinteisiin työmenetelmiin verrattuna?

Mihin työelämän alueisiin ja työmenetelmiin XR-tekniologia nähdään potentiaalisena tule- vaisuuden apuna ja haasteiden ratkaisijana?

Tutkimuskysymys 2: Mitkä saatavissa olevat XR-tekniologian laitteistot soveltuvat autokorjaamon työtehtävien haasteiden ratkaisemiseen?

Tutkimuksessa yritysten henkilökunnalle jaetaan ensiksi hieman taustatietoa XR-tekniologian mah- dollisuuksista ja heidät päästetään visioimaan tulevaisuuden autokorjaamosta. Samalla pohditaan, mitä haasteita autokorjaamon yrittäjä ja työntekijät näkevät päivittäisessä työssään ja yksittäisissä työtehtävissä, joihin XR-tekniologian ominaisuuksilla voisi tuoda kehitystä? Kyselyn ja haastattelui- den kautta tunnistetaan kaikenlaisia arkipäiväisiä haasteita. Kirjallisuuden kautta etsitään kehittä- miskohteita erityisesti työturvallisuuden osalta.

Alikysymys 1: Miten XR-teknologia otetaan käyttöön yksittäisen työtehtävän haasteen ratkaisemiseksi?

Toteutamme 3 käytännön tapausta, missä aiemmin havaittuja haasteita ratkaistaan XR-teknologian avulla. Toteutus tehdään yhteistyönä yrityksen ja alueen koulutuksen järjestäjän sekä auto- ja pelialan opiskelijoiden kanssa. Samalla haetaan toimivaa toimintamallia tulevaisuuden XR-teknologian käyttöönottoa ja kehitystyötä varten. Taustalla vaikuttavan InduSTAR-hankkeen johdosta tukena on myös Kajaanin Ammattikorkeakoulun peliala.

Alikysymys 2: Miten yritys ja työntekijät kokivat XR-teknologian käyttöön ottamisen. Mitä etuja sillä saavutettiin?

Edellä suoritettujen käytännön tapauksien perusteella haastatellaan työntekijöitä ja yrittäjiä XR-teknologian toimivuudesta kyseisissä työtehtävissä.

Alikysymys 3: Mitä tulevaisuuden XR-teknologialta odotetaan, ja mitä arvoa sillä voi olla autokorjaamoalalla, koulutuksessa ja teollisuuden kunnossapidon alueella.

Tässä tutkitaan, millaista arvoa yritys voi saada ottamalla XR-teknologiaa käyttöön.

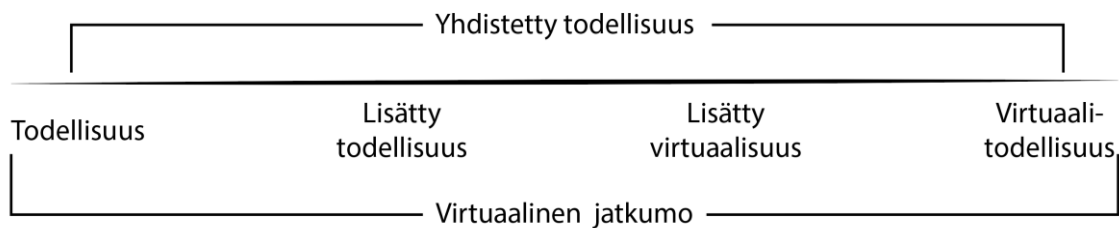
2.2 Tutkimusmenetelmät, lähestymistapa ja rakenne

Lähtökohtana tässä tutkimuksessa on tutkia konkreettisia havaintoja tutkimuskohteesta ja myös löytää konkreettisia toimenpiteitä ratkaisuksi haasteisiin, jolloin tutkimus on luonteeltaan empiirinen. Tutkimusstrategiana käytetään tapaustudkimusta, missä pyritään tuottamaan yksityiskohtaista ja intensiivistä tietoa tutkimuksen kohteena olevasta tapauksesta. Vaikka kohteeksi on valittu Raahen alueen korjaamot, voidaan saavutettavia tuloksia soveltaa kaikkialla korjaamoalalla, ja myös varsin laajasti eri teollisuuden alueilla, missä yksittäiset työmenetelmät vastaavat autokorjaamon työmenetelmiä. Tutkimusmenetelmäsuuntauksena laadullinen eli kvalitatiivinen toimii tässä tutkimuksessa parhaiten, sillä tutkija tuntee paikalliset korjaamot hyvin ja pystyy tutkimaan niitä syvällisesti ja kokonaisvaltaisesti. (Koppa.jyu.fi 2015.)

Lähestyn tutkimustyön aihetta nykyisestä työstäni autoalan kouluttajana ja projektityöntekijänä hankkeessa, missä laajennetun todellisuuden käyttöönotto yrityksissä on keskiössä. Minulla on kokemusta autokorjaamoalalta työntekijänä ja yrittäjänä. Opetan tällä hetkellä nuoria ja aikuisia autoalan perustutkinnossa. Projektityöntekijänä hankkeessa olen saanut opetella taitoja toisesta, media-alan ja kuvallisen ilmaisun perustutkinnosta, ja erityisesti sen pelituotantoon liittyvistä tutkinnon osista. Nämä perustaidot auttavat minua keskustelemaan molempien, hyvin toisistaan eroavien alojen välillä ja tutkimaan niiden yhteistyön mahdollisuuksia. Myös hyvä yritysten ja koulutuksen tunteminen mahdollistaa yhteistyön rakentamisen näiden välille. Tutkimuksen luotettavuuden ja pätevyyden varmistamiseksi pyrin käyttämään erilaisia aineistotyyppisiä ja näkökulmia sekä tulosten siirrettävyyttä muihin tutkimuskohteisiin.

3 LAAJENNETTU TODELLISUUS XR

Laajennettu todellisuus käsitteenä kattaa kaikki yleisesti tunnetut virtuaalimaailman ja todellisen maailman väliset alueet. Ääripäinä tällä alueella on virtuaalitodellisuus, mikä on muodostettu täysin digitaalisesti tietokoneella, sekä todellisuus, mihin on lisätty vain hieman digitaalista sisältöä. Lisäksi todellisuutta määrittää käyttäjän osallisuus virtuaaliseen sisältöön, mistä on enemmän tietoa kappaleessa 3.4. Eri todellisuusalojen väliset rajat ovat teknologian kehittyessä hälventyneet ja tarkkojen rajojen määrittäminen vaikeutunut. Toisaalta teknologian rajojen määrittäminen ei ole enää niin olennainen asia, kun teknologian kehityksen taso mahdollistaa liikumisen koko laajennetun todellisuuden alueella. Olennaisempaa on teknologian ominaisuuksien ja käyttötarkoituksen kohtaaminen. (Business Finland & Neogames FIVR 2017.) Kuviossa 1 laajennetun todellisuuden sisältämät alakäsitteet on esitetty Milgramin jatkumon avulla.



KUVIO 1. Laajennetun todellisuuden alakäsitteet (Milgramin jatkumo)

3.1 Teknologian taustaa ja nykytilanne

Virtuaalitodellisuus on teknologiana varsin vanha. Jo 1800-luvulla pystyttiin muodostamaan 3D-kuva kahdesta valokuvasta ja 1930–1960 ajalla kehiteltiin erilaisia elektromekaanisia simulaattoreita. Tietotekniikan kehittyessä 60-luvulla pystyttiin tuottamaan yksinkertaista tietokonesimulaatiota, käyttäjän osallistuessa siihen kiinteiden näkölaitteiden kautta. Teknologian yleisen kehityksen kiihtyvyys on pitkään noin kaksinkertaistunut vuosittain (Mooren laki). (Business Finland & Neogames FIVR 2017.)

Sen sijaan puhuttaessa AR/VR-teknologian kehityksen nykytasosta käsillä on merkittävä murrosvaihe. Teknologia on kehittynyt paljon ja sillä on jo nyt suuria mahdollisuuksia toteuttaa sovelluksia käytäntöön. Alussa AR/VR-laitteistot olivat ymmärrettävästi kömpelöitä erityisesti painon, kokonsa

ja resoluutionsa vuoksi. Myös viive virtuaalisuuden ja todellisuuden välillä aiheutti pahoinvointia käyttäjälleen. Tällä hetkellä laitteistojen suorituskyky on riittävän nopea, eikä pahoinvoinnista puhuta enää siinä määrin. Puettavien laitteistojen koon pienenemistä odotellaan vielä, vaikka jo nyt on tarjolla varsin tehokkaita mutta kooltaan kompakteja laitteita. Selvää on kuitenkin, että laitteistojen tekninen kehitys hyppää ison askeleen eteenpäin, kun suuret markkinat pyörähtävät käyntiin. (Business Finland & Neogames FIVR 2017.)

Eduskunnan tulevaisuusvaliokunnan julkaisussa ”Suomen sata uutta mahdollisuutta 2018–2037” esitetään havaintoja teknologioiden kehityksestä. Taulukossa 1 teknologiakori ”älylasit, AR-lasit ja laajennettu todellisuus” sijoittui 13. ennakoidun geneerisen vaikuttavuuden mukaan. Selvityksen mukaan ”nämä geneeriset teknologiat ovat juuri niitä radikaaleja yksittäisiä teknologiakoreja, joilla on suurin potentiaali muuttaa maailmaa jo nyt ja lähitulevaisuudessa”. (Linturi & Kuusi 2018.)

TAULUKKO 1. TOP 24 teknologiakoria ennakoidun geneerisen vaikuttavuuden mukaan (Linturi & Kuusi 2018.)

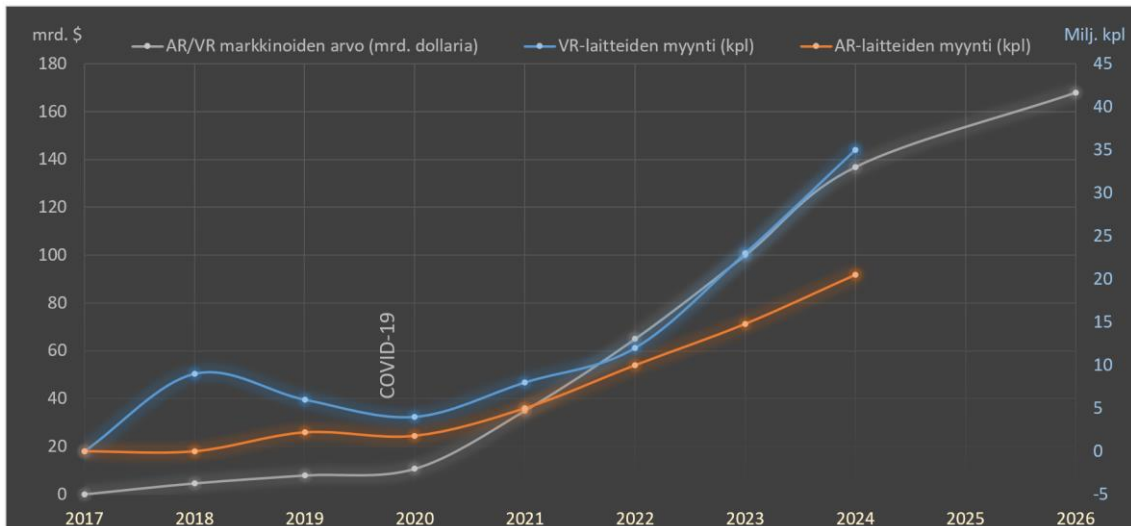
Järjestys	Teknologiakori	Geneerisyysluku
1	Neuroverkot ja syväoppiminen	3820
2	AI:n tekemä globaali työ	3021
3	Robottiauto henkilö- ja tavaraliikenteessä	2010
4	Materiaalitutka – hyperspektrikamera	1854
5	Laskentatehon radikaali kasvu	1760
6	Ubiikki ympäristö ja tavaroiden internet	1666
7	Kasvojen ja emootioiden tunnistus sekä projisointi	1598
8	Puheentunnistus, puhesynteesi ja tulkkaus	1581
9	Assosiativiset muistit ja hermoverkkoprosessorit	1455
10	Kaupallisen alustatyön välittäminen	1455
11	Ajatusten luku ja muokkaus suoraan aivoista	1445
12	Verbot/chatbot - keskustelevat ja kirjalliset robotit	1328
13	Älylasit, AR-lasit ja laajennettu todellisuus	1326
14	M2M-kauppa ja muu verkkokauppa	1296
15	Aurinkosähkön nopea kehitys	1260
16	Kuluttajahintaiset kehon analysaattorit	1260
17	Fyysinen etiäistyö ja AI:n johtama työ	1245
18	Kuvantaminen ja paikannus	1209
19	Ympäristön reaaliaikainen 3D-hahmotus	1170
20	Hahmontunnistusalustat ja muut AI-alustat	1095
21	Globaali langaton laajakaista	1080
22	Tavaroiden 3D-tulostus	1072
23	Älylasit, AR-lasit ja laajennettu todellisuus	1050
24	Uudet robotisoidut palvelut	1050

Taulukossa 2, missä arvioidaan teknologiakoreja niiden kehitysnopeuden mukaan, AR&VR-alustat ja sisältöstandardit ovat jo sijalla 9.

TAULUKKO 2. TOP 24 teknologiakoria kehitysnopeuden mukaan (Linturi & Kuusi 2018.)

Järjestys	Teknologiakori	Kehitysnopeus
1	P2P-luottamusratkaisut, lohkoketju	13,8
2	MyData & GDPR	13,0
3	Biotekninen liha ja lihaimitaatiot	12,1
4	AI:n tekemä globaali työ	12,0
5	Pienet hiukkaskiihdyttimet, femto- ja nanolaserit	12,0
6	Neuroverkot ja syväoppiminen	11,4
7	LED-viljely, kaupunkiviljely, robottiviljely	10,8
8	Verbot/chatbot - keskustelevat ja kirjalliset robotit	10,0
9	AR&VR-alustat ja sisältöstandardit	10,0
10	Uudet erotustekniikat ja kiertotalous	10,0
11	Halpa pieni polttokenno ja mikroturbiini-CHP	10,0
12	Radikaali vesiliikenne	10,0
13	Hyperloop ja muu tunnelitekniikka	9,6
14	Solun metabolia, mikrobiome ja genetiikka	9,0
15	Kvanttitietokoneet ja kvanttikommunikaatio	8,2
16	Kulkuneuvojen uudet voimanlähteet	7,8
17	Itseorganisoituvuus ja parviäly	7,8
18	Uudet tavarain/aineen manipulointitavat	7,8
19	Globaali langaton laajakaista	7,2
20	Perimän editointitekniikat, CRISPR/Cas9	7,0
21	Vedyn edullinen säilytys	6,6
22	Elinten ja biomateriaalien 3D-tulostus	6,5
23	Nopeat ja tiheät muistimateriaalit	6,5
24	Puheentunnistus, puhesynteesi ja tulkkaus	6,4

Laajennetun todellisuuden maailmanlaajuisten markkinoiden suuruus vuonna 2018 oli Research and Markets -yhtiön arvion mukaan 4,57 miljardia dollaria ja vuonna 2019 jo 10,5 miljardia dollaria (IDC-yhtiön arvio). Vuonna 2020 markkinoiden arveltiin nousevan 78,5 prosenttia 18,8 miljardiin dollariin. (Ficom 2020.) Kuitenkin heinäkuussa 2020 uusi IDC:n arvio markkinoiden arvoksi vuonna 2020 oli vain 10,7 miljardia dollaria, mutta vuodeksi 2024 IDC arvioi markkina-arvon nousevan jopa 137 miljardiin dollariin. Tästä puolet olisi yritysten ja toinen puoli kuluttajien osuus. Tässä viimeisimmässä arviossa on otettu huomioon Covid19-pandemian vaikutukset. (IDC 2020.) Kuvioon 2 on koottu nämä arviot, sekä ajallisesti pisimmälle ulottuva arvio, Research and Markets -yhtiön arvio noin 168 miljardin dollarin markkina-arvosta vuonna 2026. (Ficom 2020.)



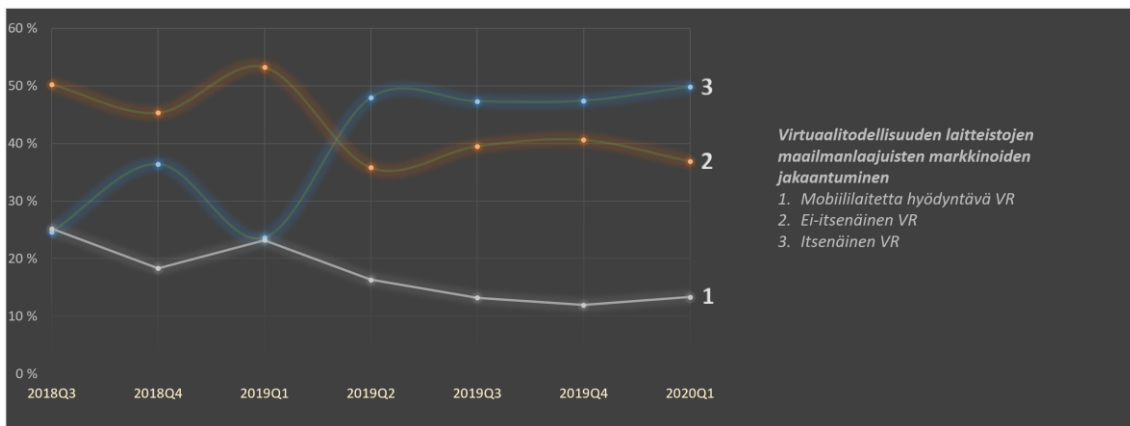
KUVIO 2. Arvio AR/VR maailmanlaajuisten markkinoiden arvon noususta (IDC 2020.) ja laitteiden myynnistä (Ficom 2020.)

Kun tarkastellaan haasteita XR-markkinoiden integroinnissa liiketoimintaan, XR-alan ammattilaisten havaintojen mukaan suurin haaste on ymmärryksen puute XR-tekniikan vaihtoehtoista ja hyödyistä. Toisena suurena haasteena on sopivien liiketoimintatapausten ja investoidun pääoman tuottoasteen todisteiden vähyys (Proof of ROI). Kolmantena haasteena on kustannus ja neljäntenä haasteet XR-tekniikan integroimisessa olemassa oleviin järjestelmiin. Tutkimuksen mukaan vasta näiden tekijöiden jälkeen tulee vastaan haaste tekniikan sopimattomuudesta vaatimuksiin. (Statista 2019.)

3.2 Virtuaalitodellisuus

Virtuaalitodellisuus (VR, Virtual Reality) on täysin tietokoneella luotu todellisuus. (Kielitoimiston sanakirja 2020.) Se voi olla tarkasti simuloitu vastaamaan todellisuuden ympäristöjä, tai se voi olla täysin kuvitteellinen ja etäällä fyysisestä todellisuudesta. Virtuaalitodellisuuden kokemusta voidaan lisätä näköaistin lisäksi ottamalla mukaan kuulo- ja tuntoaistit. Myös muut fyysiset aistit voidaan tuoda mukaan virtuaalitodellisuuteen, esimerkiksi käyttämällä liikealustaa painovoiman ja liikkeiden simuloimiseen. Käyttäjän osallisuutta virtuaalitodellisuuteen voidaan lisätä erilaisilla käsiohjaimilla, mutta myös erityyppisillä päälle puettavilla sensorivaatteilla ja kävelyalustoilla. (Strickland 2007.) Uusimmissa versioissa voidaan seurata myös käyttäjän silmien liikkeitä. (HTC Corporation 2020.)

Puhtaasti vain virtuaalitodellisuutta tukevia laitteistoja on tätä nykyä tarjolla kuluttaja-asiakkaille varsin hyvin. Vuonna 2020 yleisimpiä ja suosituimpia laitteistoja ovat Sony Playstation VR, Oculus Quest 2 ja Rift S, Samsung Gear VR ja Valve index. Sony Playstation on merkittävä VR-laitetoimittaja lähinnä pelikonsoli-markkinoilla. Aiemmin mainituista laitteistoista osa on itsenäisiä laitteistoja, jolloin niiden käyttämiseen ei tarvita lisäksi tietokonetta. (Techradar 2020.) IDC:n tutkimuksen mukaan itsenäisten laitteistojen osuus markkinoista on kasvanut merkittävästi suhteessa ei-itsenäisiin laitteistoihin viimeisen vuoden aikana, kuten kuviosta 3 voidaan havaita.



KUVIO 3: Virtuaalitodellisuuden laitteistojen maailmanlaajuisen markkinoiden jakaantuminen (IDC 2020.)

Erityisen suorituskykyiset laitteistot vaativat erillisen suorituskykyisen tietokoneen toimiakseen. Tällaiset ei-itsenäiset virtuaalitodellisuuslaitteistot sisältävät usein erilliset tutkakamerat, jotka sijoitetaan liikumistilaan. Kannettavuutta ja liikkuvuutta voidaan lisätä selässä kannettavalla tietokoneella, mikä parantaa käyttäjän kokemusta, mutta ei-itsenäisen laitteiston kokonaiskustannukset nousevat joka tapauksessa moninkertaisiksi verrattuna täysin itsenäisiin kannettaviin laitteistoihin. (HTC Corporation 2020.) Tämä on haaste kuluttajamarkkinoilla. Suorituskykyä vaativia hyötypelejä ovat esimerkiksi perehdyttämisen-, simulaatio- ja koulutuspelejä, joissa pyritään mahdollisimman aitoon virtuaalitodellisuusympäristöön. Myös nopea ajallinen vastaavuus eri todellisuuksien välillä vaatii suorituskykyä laitteistolta. (Varjo 2020.)

Vähemmän suorituskykyä ja tarkkuutta tarvitsevia ratkaisuja ovat varsinkin mobiililaitteella toimivat virtuaalitodellisuussovellukset. Käyttäjän oman mobiililaitteen hyödyntäminen mahdollistaa paljon suuremman määrän sovelluskohteita virtuaalitodellisuudelle, sillä sovellus ei ole laiteriippuvainen ja se voidaan jakaa verkon kautta. Lisäksi mobiililaitte on kannettava, ulkoisista tutkista ja kame-roista vapaa laitteisto. Mobiililaitetta varten on tarjolla käyttäjän päähän kiinnitettäviä VR-laseja.

Mobiili VR -teknologian suosio on kuitenkin ollut vähenemässä, mihin yksi syy on ollut, ettei käyttäjät ole valmiita uhraamaan omaa mobiililaitettaan vain VR-käyttöön. (The Verge 2019.)

3.3 Lisätty todellisuus

Lisätyllä todellisuudella (AR, Augmented Reality) tarkoitetaan todellisuuteen lisättyä informaatiota tietokoneen avulla. Informaatio voi olla hyvin vähäistä, esimerkiksi varastotyöntekijälle lisätiedon näyttäminen pakkauksen viivakoodin perusteella. Näinkin pieni informaatio voi olla merkittävä apu vaikeissa olosuhteissa työskentelevälle henkilölle. (Jasoren 2020.) Toisaalta informaatiota voi olla todella paljon 3D-mallien ja animaatioiden muodossa. (Azuma 1997.) Teollisuudessa tällaisilla työtä helpottavilla, perehdytystä nopeuttavilla ja työturvallisuutta lisäävillä sovelluksilla on tutkimusten mukaan tarvetta. (Bottani 2019.)

AR-teknologiassa mobiililaitteet, kuten älypuhelimet ja tabletit, ovat eniten käytettyjä alustoja AR-sovelluksille. Mobiili AR -teknologiassa pohjalla ovat eniten käytetyt Applen ARkit ja Googlen AR-Core alustat. (Business Finland & Neogames FIVR 2017.) Tämän vuoksi lisätyn todellisuuden teknologia on helpointa ottaa käyttöön mobiililaitteilla. Lisäksi teknologia kehittyy nopeaa ja myös käyttäjien laitteistot päivittyvät nopeasti. Varmasti yksi tunnetuimmista AR-sovelluksista on jo vuonna 2016 julkistettu viihdepelejä Pokémon Go, missä todellisuutta tarkastellaan mobiililaitteen kameran kautta. Käyttäjälle kameran kuvaan on lisätty peliin liittyvät virtuaaliset elementit. (Interesting Engineering 2020.)

Markkinoita seuraamalla voi havaita, että mobiiliteknologia kehittyy nopeasti ja AR-ominaisuuksia tulee jokaisessa puhelinmallissa lisää. Mobiililaitteen käyttö on kuitenkin rajoittunutta erityisesti työelämän tilanteissa. Käsien vapautuminen käyttöön on merkittävä etu puettavalle teknologialle, kuten älylaseille ja muille *Head Mounted Display (HMD)* -ratkaisuille. Niiden tekninen suorituskyky ei kuitenkaan ole vielä mobiililaitteen tasolla ja kehitys on vielä hitaampaa kuin mobiiliteknologiassa. (Aniwa 2020.) Teknologia kuitenkin kehittyy ja mobiililaitteille ensin tulevien ominaisuuksien odotetaan siirtyvän myös puettavaan teknologiaan myöhemmin. Kuviossa 4 Vuzix Blade -lisätyn todellisuuden älylasien ominaisuuksia kokeillaan InduSTAR-hankkeen innovaatiolaboratoriossa. Kyseiset lasit pohjautuvat Android-käyttöjärjestelmään.



KUVIO 4. Vuzix Blade -lisätyn todellisuuden älylasit (Jari Aitta)

3.4 Yhdistetty todellisuus

Yhdistetty todellisuus (MR, Mixed Reality) on askel eteenpäin lisätystä todellisuudesta. Siinä todellisuus vaikuttaa virtuaaliseen sisältöön, esimerkiksi käsiliikkeiden tunnistamisen kautta. Vuorovaikutusta on lisätty uusimmissa laitteissa myös tunnistamalla ympäristön rakenteita tarkemmin ja ottamalla ne huomioon digitaalisen sisällön tuottamisessa. (Microsoft 2020.) Kuviossa 5 on Magic Leap -yhdistetyn todellisuuden lasit, joissa käyttäjä voi antaa komentoja käsien liikkeillä. Käyttäjä näkee lasien lävitse, mutta linsseihin integroitujen näyttöjen kautta voidaan todellisuuteen sitoa virtuaaliobjekteja. Lasit edustavat nykyisen teknologian huipputasoa käyttäjien saatavissa olevien laitteiden osalta.



KUVIO 5. Magic Leap -yhdistetyn todellisuuden lasit (Jari Aitta)

InduSTAR-hanke aloitettiin keväällä 2019 teknologian seurannalla, minkä aikana havaittiin, että markkinoilla ei ole vielä saatavilla kovinkaan käyttökelpoisia yhdistetyn todellisuuden laitteita. Magic Leap -laseihin pääsimme tutustumaan Kajaanin ammattikorkeakoululla, minkä perusteella päätimme vielä odottaa käyttökelpoisempien laitteiden markkinoille tulemistä. Syksyllä 2020 saimme hankittua ensimmäistä kertaa Microsoftin HoloLens 2 -yhdistetyn todellisuuden lasit.

HoloLens 2 -lasit (kuvio 6) osoittautuivat koekäytössä varsin potentiaalisiksi. Lasit ovat ergonomiset, ja niitä voi käyttää myös silmälasien kanssa. Laseilla voi tarkastella useampia 3D-objekteja, ikkunoita ja muita sovelluksia saman aikaisesti. Näkökenttä on suuri muihin vastaaviin laitteisiin verrattuna ja siksi käyttökelpoinen. Lasit tunnistavat tilan muodot jo niin hyvin, että virtuaalinen sisältö ottaa huomioon esimerkiksi käden vahvuiset pylväät ja muut muodot. Lähellä olevien objektien, kuten käsien ja sormien liikettä lasit havainnoivat vielä tarkemmin, mikä mahdollistaa käsien tarkan käytön virtuaalimaailman ohjaamiseen. Lasit ovat langattomat ja mahdollistavat laajan liikkumisen. (Microsoft 2020.)



KUVIO 6: Microsoft HoloLens 2 -yhdistetyn todellisuuden lasit käytössä InduSTAR-hankkeessa (Jari Aitta)

3.5 Laajennettu todellisuus autokorjaamoalalla

Autoteollisuudessa, kuten muussakin teollisuudessa, laajennettu todellisuus on jo vahvalla pohjalla käytössä erilaisissa suunnitteluprosesseissa ja työprosessin simuloinnissa. Autojen jälkimarkkinoinnissa ja erityisesti korjaamoalalla laajennettu todellisuus on sen sijaan käytössä koulutuksessa ja perehdytyksessä, sekä myös haastavien työtehtävien simuloinnissa. (Softengine 2020.) Laajennetun todellisuuden avulla piilossa olevat kohteet voidaan näyttää mekaanikolle, missä autonvalmistajan materiaalin hyödyntäminen olisi ymmärrettävästi suureksi avuksi. Esimerkiksi Toyota on esittänyt hyviä kokemuksiaan tästä. (Unity Technologies 2020.) Linkittyminen ajoneuvon valmistajan omiin tietokantoihin 3D-mallien saamiseksi on toki haasteellista muille kuin valmistajalle.

Etäneuvonta on aina ollut läsnä auton valmistajan ja jälkimarkkinoinnin välillä, mutta nykyisin siinäkin hyödynnetään laajennettua todellisuutta. Autokorjaamoalalla Mercedes-Benz on ottanut käyttöönsä Hololens-laseihin perustuvan etäneuvontaratkaisun. Mercedes käyttää etäneuvontaa nykyisin sadoilla huoltokorjaamoillaan, minkä käyttöönottoa on vauhdittanut erityisesti COVID-19-pandemia ja hiilidioksidipäästöjen vähentäminen. (CNET 2020.)

Mercedes-Benz on myös kehittänyt laajennetun todellisuuden teknologiaa auttamaan asiakkaitaan ymmärtämään paremmin autoaan. AR-käyttöohje tarjoaa auton omistajalle virtuaalisen ohjekirjan, mikä auttaa vähentämään monimutkaisia vaiheita käyttöohjekirjan lukemiseen verrattuna. AR-applikaation avulla käyttäjä voi esimerkiksi skannata jonkin hallintalaitteen ja tarkistaa sen ominaisuudet sen jälkeen sovelluksesta. Tämä ratkaisu auttaa Mercedesin asiakkaita välttämään pitkien tekstien lukemista ja videoiden katselua. Auton huoltamisessa ja jälkimarkkinoinnissa asiakaspalvelu on tärkeässä roolissa, joten näitä ratkaisuja voi varmasti soveltaa muuhunkin asiakaspalveluun autoalalla. (Softengine 2020.) (Colquhoun 2020.)

Näiden yleisten XR-teknologiaa hyödyntävien sovelluksien lisäksi internetistä on löydettävissä samankaltaisia ratkaisuja muun muassa Boschilta ja muilta ajoneuvojen korjaukseen liittyviltä palveluntarjoajilta. Yhteistä kaikille on vielä toistaiseksi se, että vaikka teknologia voitaisiin jo ottaa käyttöön, käyttäjän tulee järjestää sovelluksen sisällön tuottaminen. Tämän vuoksi valmiita autokorjaamolle soveltuvia XR-ratkaisuja ei ole vielä paljoa tarjolla, vaan sovelluksia tulisi kehittää tai tuottaa sisältöä kyseisen autokorjaamon tarpeisiin.

4 XR-TEKNOLOGIA JA AJONEUVOKORJAAMON HAASTEET

Autokorjaamon haasteita, mihin XR-tekniologialla voitaisiin vastata, lähdettiin kartoittamaan kahdella menetelmällä: kirjallisia lähdemateriaaleja hyödyntäen ja kyselyillä tutkimustyön kohteena olevien yritysten henkilökunnalta. Tekniologia kehittyy nopeasti ja XR-tekniologian seuranta ei luonnollisesti ole autoalan edustajille ominaista. Ensimmäinen haaste tuli siten esiin eri ammattialojen kohtaamattomuudesta. InduSTAR-hankkeen myötä voitiin työskennellä kahden alan, peli- ja autoalan rajapinnassa ja tehdä tekniologian seuranta molemmat alat huomioon ottaen.

Luvun kolme mukaisesti laajennetun todellisuuden potentiaaliset sovelluskohteet ovat työntekijöiden työturvallisuus ja perehdytys sekä työn laadun parantaminen ja tehostaminen etätuen avulla. Työturvallisuuden ja perehdyttämisen osalta haasteita lähdettiin tarkastelemaan autoalan työsuojeluoppaasta. Oppaan mukaan parhaita ennakoivaa turvallisuustoimintaa ovat työnopastus ja perehdytys. (Työturvallisuuskeskus 2018.)

4.1 Kysely alueen yrityksille

Ensimmäinen virallisempi kysely yrityksille lähetettiin Raahen alueen korjaamoille (11kpl) 10/2019, jossa esiteltiin alueella käynnistynyttä hanketta, jaettiin hieman tietoa XR-tekniologiasta ja kysyttiin erityisesti hankkeen ydinalueeseen liittyviä kehityskohteita, joita olivat tuolloin työntekijöiden perehdytys ja työturvallisuus (Liite 1). Tuolla kierroksella vastauksia ei saatu muilta korjaamoilta, paitsi Raahen alueen suurimmalta henkilöautokorjaamolta, Hakalan Koneklinikalta. Kyseinen korjaamo työllistää noin kymmenen työntekijää ja on siten Raahen alueella merkittävä autoalan toimija. Aihetta ja siihen liittyvää uutta kyselyä lähdettiin miettimään yhdessä kyseisen korjaamon yrittäjän Ari Hakalan kanssa. Keskusteluissa yrittäjän kanssa todettiin, että alueen muilla yrityksillä ei välttämättä ole vielä valmiuksia vastata uuteen tekniologiaan liittyviin kysymyksiin. Vaikka tiedossa on monia kehitettäviä asioita, olisi hyvä hieman ensin tiedostaa XR-tekniologian mahdollisuuksia ja sitä kautta innostua yritystoiminnan kehittämisen mahdollisuuksista.

Toinen yritystoiminnan kehittämiseen merkittävä asia on varmasti yrityksen koko. Pienemmillä yrityksillä ei ole resurssia investoida kehittämistoimintaan siinä määrin kuin isommassa yrityksessä, mikä tarkoittaa käytännössä sitä, että yrityksen johtohenkilöt ovat sitoutuneet vahvasti päivittäiseen

työhön. Tämän vuoksi kyselyä jatkettiin kiertämällä alueen yrityksissä ja haastattelemalla ei-muodollisesti yritysten johtohenkilöitä ja työntekijöitä. Haastatteluja oli luonnollista tehdä samalla, kun opiskelijat olivat hankkimassa osaamista kyseisillä työpaikoilla.

Kuten luvussa kolme todettiin, tutkimusten mukaan XR-tekniikan yksi potentiaalinen mahdollisuus liittyy työntekijöiden perehdyttämiseen ja työturvallisuuteen. Keskustelimme Hakalan Koneklinikka Oy:n yrittäjän kanssa autokorjaamoalan haasteista myöhemmin uudelleen tästä näkökulmasta (11/2019). Yrittäjä jatkoi keskustelua henkilökuntansa kanssa ja toi terveisiä sieltä. Suurin tarve oli erityisesti renkaiden kausivaihdon aikaisen työntekijöiden rekrytoinnin ja perehdyttämisen työtehtävään. Rengasalalla resurssien tarve keskittyy voimakkaasti kevään ja syksyn vaihtosesonkiin, jolloin työntekijöitä tarvitaan vain lyhyeksi aikaa. Tämä aiheuttaa sen, ettei työntekijöillä ole välttämättä työkokemusta kyseisestä työtehtävästä tai edes autoalalta, jolloin perehdyttäminen tulisi tapahtua nopeasti ja tehokkaasti. Nopeassa perehdyttämisessä työturvallisuuden toteutuminen nousee myös haasteeksi.

4.2 Autokorjaamon työturvallisuus ja perehdytys työturvallisuuslaissa

Työturvallisuuslaki Suomessa velvoittaa, että työntekijä on perehdytettävä annettavaan työtehtävään. Perehdytyksellä varmistetaan, että työntekijä käyttää oikeita työvälineitä turvallisesti. Erityisen tärkeää olisi huolehtia nuorten työuraa aloittavien työntekijöiden perehdyttämisestä. Perehdyttämisellä voidaan varmistaa oikeat työmenetelmät ja yleensäkin valmius työskennellä työpaikassa. Työhön opastuksessa tarkistetaan, että työtehtävä hallitaan hyvin ja käytettävät koneet ja työvälineet hallitaan myös poikkeustilanteissa. Kun henkilö on sitoutunut työhön, hän hallitsee sen hyvin ja haluaa kantaa vastuuta osaamisestaan kysymällä ja ottamalla selvää epävarmoista asioista. Opastettavaa tulisi myös kannustaa aloitteellisuuteen ja omatoimisuuteen. (Työturvallisuuskeskus 2018.)

Työsuojeluoppaan mukaan perehdyttämisen ja työopastuksen kanssa olisi hyvä käyttää myös kirjallista suunnitelmaa, millä varmistetaan perehdytyksen eteneminen. Kirjallisella menetelmällä voitaisiin myös osaltaan varmistaa sitä, että perehdytys on tapahtunut ja se on tehty kaikille henkilöstöryhmille, myös kausityöntekijöille, kesätyöntekijöille ja vuokratyöntekijöille. Myös poikkeustilanteisiin olisi hyvä olla kirjalliset ohjeet, joita voidaan tuoda esiin opastuksessa. Myös havainnollistavat valokuvat on todettu hyväksi. Oppaan mukaan opastettava voisi esimerkiksi selostaa työvaiheet

opastajalle ja päästä tämän jälkeen kokeilemaan työtä, millä varmistettaisiin perehdyttämisen onnistuminen. Vasta kun työn opastaja on seurannut kokeilua ja antanut palautetta sekä havainnut tulokset hyväksi, opastettava voitaisiin siirtää itsenäiseen harjoitteluun. Työntekijän tulisi saada joustavasti tukea myös työn alkuvaiheessa muilta työntekijöiltä. Työharjoittelija perehdytetään ja opastetaan työhön, kuten normaalit työntekijät, ja työnantajalla on vastuu työturvallisuudesta tässäkin tapauksessa. (Työturvallisuuskeskus 2018.)

Työsuojelun olennaisia asioita ovat muun muassa järjestyksen ja siisteyden ylläpitäminen työskentely- ja henkilöstötiloissa. Autoalalla huolto- ja korjaustöissä työvaiheet ovat edelleenkin usein fyysisesti raskaita. Painavien taakkojen nostamista ja työasentoja tulisi miettiä jatkuvasti, varsinkin pidemmällä aikavälillä tarkasteltuna. Jos työ on fyysisesti raskasta, vaikuttaa se myös henkisesti kuormittavasti. Jokaisella työntekijällä on erilainen kestävyys kuormitustekijöille, mutta oikeat työmenetelmät auttavat aina työn kuormittavuuden hallinnassa. Tämän päivän työelämässä myös työmenetelmien ja tekniikan nopea kehitys aiheuttavat henkistä kuormitusta työntekijälle sekä painetta työnantajalle oikeiden työmenetelmien ja työturvallisuuden näkökulmasta. Jatkuva täydennyskoulutus on yksi avain ammattitaitohaasteisiin. (Työturvallisuuskeskus 2018.)

Autoalalla asennustöitä tehdään usein vaikeissa olosuhteissa, joissa työasennot voivat olla hankalia. Myös käytettävät työkalut ja työvälineet voivat olla haastavia käyttää. Huonon työergonomian, huonojen työkalujen ja työolojen vuoksi autoalalla aiheutuu tapaturmia ja työperäisiä sairauksia. Tällaisia voivat olla esimerkiksi tärinästä, puristumisesta, tartumisesta tai leikkaantumisesta johtuvat vammat sekä erilaiset lihasvenähdykset. Työtapaturmia voivat aiheuttaa myös työntekijän tai työkappaleiden kaatuminen tai putoaminen. Oma alueensa ovat kemialliset aineet, joille työntekijä altistuu hengitysteiden ja ihokontaktin kautta. Myös silmätapaturmat ovat yleisiä altopäin tehtävissä töissä. Näiden tietojenkin pohjalta suojavälineet ovat olennaisessa asemassa työtapaturmien välttämässä. (Työturvallisuuskeskus 2018.)

Rengasalan töissä autoalan työsuojelun oppaassa korostetaan renkaan oikeaa, täysin turvallista täyttämistä. Väärät työmenetelmät ovat aiheuttaneet vakavia vammoja ja jopa kuolemaan johtaneita tapaturmia. Rengasalalla käytetään vaaraa aiheuttavia lukkovanteita ja muita ratkaisuja, jotka väärin käytettyinä ja korjattuina voivat aiheuttaa työturvallisuusriskin. Renkaiden tasapainotustöissä on otettava huomioon tapaturmavaara pyörivien osien ja niistä irtoavien esineiden kanssa. Renkaiden paineistamisessa tulee huolehtia asianmukaisesta paineesta rengastyypin huomioon ottaen. (Työturvallisuuskeskus 2018.)

Autoalalla uutena työturvallisuusriskinä on noussut esiin erityisesti hybridi- ja sähköautot sekä niihin liittyvät oikeat työmenetelmät. Jokaiseen autoon on olemassa valmistajan tarjoamat työohjeet, joita tulee noudattaa. (Työturvallisuuskeskus 2018.)

Fyysinen kuormitus työssä on autoalalla hyvin yleistä. Sen lisäksi, että työssä joudutaan käsittelemään raskaita osia ja työkaluja, joudutaan nykyisin käyttämään myös paljon tietokoneita ja muita diagnostiikkaan liittyviä työkaluja. Näyttöpäätetyöskentely on siten lisääntynyt koko ajan. Näyttöpäätetyöskentelylle on olemassa riittävästi ohjeita, ja myös autoalan työsuojelun oppaassa käsiteltiin kattavasti ergonomisia työasentoja. Erityisesti hyvä työtasojen korkeus ja istumatyössä hyvä työtuoli ovat tarpeellisia asioita. Fysikaalisia haittoja on melu, mitä autokorjaamolla pyritään välttämään kuulosuojausta käyttämällä. Melua on niin sanottua impulssimelua sekä tasaista taustamelua. Kaikissa meluhaitoissa tarpeellista olisi käyttää kuulon suojausta, mikä on kuitenkin haastavaa asiakasrajapinnassa työskentelemisessä tai työyhteisön kanssa kommunikoidessa. Edellä mainittujen vaarojen vuoksi autoalalla tulisi käyttää henkilösuojaimia, erityisesti silmien, hengityksen ja käsien suojaamiseksi. (Työturvallisuuskeskus 2018.)

4.3 Case 1: Kausityöntekijän perehdyttäminen

Työntekijöiden perehdyttämisen tarve nousi esiin erityisesti rengasalan kausityöntekijöihin liittyvässä rekrytoinnissa. Käytiin vielä nopea haastattelukierros alueen suurimmissa korjaamoissa ja rengasalan liikkeissä, jolloin vahvistui, että nimenomaan rengastyöntekijöiden perehdyttäminen vaatisi kehittämistä. Ei-muodollisissa haastatteluissa korostui se, että auton asentajiin verrattuna rengasasentajien tausta ja korjaamokokemus ovat huomattavasti kirjavampaa.

4.3.1 Tarpeen määrittely ja teknologian valinta

Työntekijän perehdyttämisen tarvetta lähestyttiin tutkimustyön teeman mukaisesti sopivan teknologian valinnalla. XR-teknologian kirjoissa kaikilla alalajeilla on paikkansa perehdytyksen toteuttamisessa, mutta koska tarve liittyi hyvin monenlaisten taustojen, taitojen ja ominaisuuksia omaavien työntekijöiden perehdyttämiseen, päädyttiin valitsemaan virtuaalitodellisuus. Erityisopiskelijoiden kanssa työskenteleville opettajille yksi varsin yleinen toimenpide on järjestää opiskelijalle häiriötön tai muulla tavalla keskittymistä auttava oppimisympäristö. Virtuaalitodellisuuden etu suhteessa

muihin XR-tekniologioihin on ensisijaisesti se, että virtuaalitodellisuus sulkee pois kaiken todellisuuden käyttäjän näkyvistä. Tällöin käyttökokemuksesta voidaan saada myös immersioivampi, jolloin käyttäjä syventyy ja keskittyy paremmin sisältöön. Immersioivalla käyttökokemuksella voidaan lisätä käyttäjän sitoutumista ja vuorovaikutusta pelaamiseen ja näin tehostaa perehdytyksen onnistumista. Perehdytys voidaan suunnitella hyvin yksinkertaiseksi, jolloin käyttäjän keskittyminen voidaan tarkentaa huomionarvoisiin asioihin, kuten turvallisuusseikkoihin. Vaikka tutkimuksia virtuaalitodellisuuden käytöstä esimerkiksi oppimisvaikeuksien kanssa on vielä vähän, pidetään virtuaalitodellisuutta lupaavana juuri häiriötekijöiden poissulkemisen mahdollisuuden vuoksi.

4.3.2 VR-perehdytyssovelluksen kehittäminen

Yhteistyöverkoston rakentamiseksi otettiin yhteyttä Raahen suurimpaan rengasalan yritykseen ja samalla Euroopan suurimpaan rengasalan ketjuun, Euromaster Oy:hyn, ja tiedusteltiin yhteistyömahdollisuutta lähteä kehittämään XR-tekniologiaan perustuvaa perehdytyssovellusta rengasalan työntekijöille. Euromasteria edustava Erkki Salmivalli lähti mukaan projektiin tarjoamaan rengasalan näkökulmaa. Heillä perehdyttämiseen liittyvä haaste on erityisen suuri, sillä uusia työntekijöitä rekrytoidaan joka sesonki jopa satoja. Euromaster pystyi antamaan kehitystyöhön oman tietonsa rengasalan ammattilaisen näkökulmasta ja erityisesti työntekijän perehdyttämisen osalta.

Perehdytyssovelluksen tekninen toteuttaminen annettiin KAMKin laajennettuun todellisuuteen keskittyvän *Clever Simulation Entertainment (CSE)* -studion vastuulle. KAMK on myös InduSTAR-hankkeessa mukana osatoteuttajana. Ensimmäisessä suunnittelukokouksessa 14.1.2020 keskusteltiin CSE:n henkilöstön ja Euromasterin edustajan kanssa tekniikan valinnasta uudelleen ja päädyttiin käyttämään vasta markkinoille tullutta itsenäistä VR-laitteistoa. Se mahdollistaa laitteiston helpon liikutettavuuden ja pelin jakamisen yrityksiin ja koulutukseen. Samalla keskusteltiin myös aiemmassa kappaleessa mainitusta asiasta, että yksinkertaistamalla pelin rakenteita ja näkymiä voisimme korostaa tärkeimpiä turvallisuusseikkoja ja työprosessin kannalta olennaisia työvaiheita. Yksinkertaistaminen visuaalisen ilmeen osalta on nähtävissä kuviossa 7.



KUVIO 7. Yksinkertaistettu korjaamon visuaalisuus VR-pelissä (ruutukaappaus rengasalan työntekijän perehdytyspelistä)

Myös työohjeistus suunniteltiin yksinkertaiseksi ja vaiheittain eteneväksi, mistä on esimerkki kuviossa 8. Myös pelin lopputestiä suunniteltiin, millä varmistettaisiin tärkeimpien ohjeiden ymmärtäminen.



KUVIO 8. Yksinkertaistettu työvaiheistus VR-pelissä (ruutukaappaus rengasalan työntekijän perehdytyspelistä)

VR-perehdytyssovelluksen ensimmäinen versio esiteltiin videomuodossa Euromasterin edustajalle 6.8.2020, minkä perusteella CSE-studio kehitti pelistä seuraavan version. Koulutuskeskus Brahen autoalan henkilökunta ja opiskelijat testasivat uuden version. Tämän jälkeen sovellus oli tarkoitus esitellä alueen rengas- ja autoalan yrityksille XR-työpajoissa joulukuussa 2020. Testikäyttäjille laadittiin kyselylomakkeet palautteen saamiseksi ja sovelluksen jatkokehittämisen mahdollistamiseksi. Harmillisesti XR-työpajapäivien ajankohta siirtyi tulevaisuuteen alueellisen COVID-19 -tilanteen heikentymisen vuoksi, mikä tarkoitti myös kehitystyön tauolle jäämistä siksi aikaa.

4.4 Case 2: Työergonomia ja työturvallisuus

Kuten kappaleessa 4.2 todettiin, autoalalla ja -korjaamolla työskennellään toisinaan ergonomisesti huonoissa asennoissa, mistä aiheutuu tilapäisten sairauksien lisäksi myös ammattitauteja. Laajennetun todellisuuden laitteissa yksi keskeinen ominaisuus on lisätiedon tuominen käyttäjälle nähtäväksi, kuultavaksi tai muun aistin kautta koettavaksi. Paikallisen autoalan yrittäjän Ari Hakalan kanssa pohdittiin, mitkä työvaiheet autokorjaamolla vaativat erityisesti lisätiedon näkemistä työvaiheen aikana. Tietoa katsotaan yleensä tietokoneelta tai esimerkiksi diagnoosikäyttöön tarkoitetuilta kannettavilta tietokoneilta ja tableteilta. Joissain tapauksissa työohjeita tai säätöarvoja katsotaan kirjallisuudesta, mutta nykypäivänä sekin tieto on usein tietokoneella käytettävissä. Tietokoneen käyttö on hyväksi silloin, kun sitä voidaan käyttää ergonomisista työasennoista; esimerkiksi istuaan tai seisaaltaan. Kaikki muut välimuodot, kuten kumarassa toimiminen ja sivulle katsominen yleensä rasittavat työntekijää.

4.4.1 Kehitettävän työprosessin valinta

Keskusteluissa havaittiin, että yksi työvaihe on varsin yleinen kaikissa autokorjaamoissa. Sitä suorittavat useimmat korjaamolla työskentelevät asentajat. Työvaihe on auton pyöränkulmien mittaus ja säätö. Tässä prosessissa auton alustageometriaa mitataan ja säädetään osittain auton yläpuolelta ja osittain auton alapuolelta, auton ollessa nostettuna autonosturilla. Kyseinen työ suoritetaan useimmiten auton alustan komponenttien vaihdon jälkeen, mikä aiheuttaa sen, että auton alustageometrian mittaus ja säätöprosessit toistuvat yhdellä asentajalla useamman kerran päivän aikana. Tämän lisäksi mittauksen voisi suorittaa useamminkin, vaikka jokaisen määräaikaishuollon yhteydessä, jos työvaihe olisi nopea. Koska työprosessi on toistuva ja sitä voi suorittaa rutiinomaisesti, voidaan tässä työvaiheessa nähdä myös työn tehostamisen mahdollisuuksia työturvallisuudesta

tinkimättä. Auton alustan geometrian säätämisen yhteydessä asentajan täytyy nähdä reaaliaikaisesti pc-pohjaisen mittalaitteen lukemat ja säätää alustan komponentteja auton alla takana ja edessä sekä toisinaan moottoritilassa. Välillä asentajan täytyy käydä auton sisätiloissa sekä liikuttaa autoa eteen ja taakse. Tämä aiheuttaa haastetta sijoittaa mittauslaitteiston tietokone siten, että asentaja näkisi näytön aina ergonomisesti hyvästä asennosta. Näkemisen lisäksi asentajan tulee vielä kulkea toistuvasti tietokoneen ja työalueen välillä käyttämässä mittausohjelmiston toimintoja.

4.4.2 XR-tekniikan valinta

XR-tekniikan avulla mittauslaitteistoa voitaisiin käyttää lisätyn todellisuuden lasien kautta. Yksinkertaisimmat tunnetut ratkaisut ovat tietokoneen näytön peilaaminen mobiililaitteelle tai älylaseihin, joita asentaja voi pitää lähellä. Näiden pienempien ja suorituskyvyltään varsin heikkojen laitteiden kanssa tietokoneen käyttö, eli kaksisuuntainen toiminta, on kuitenkin haastavaa. Käytössä pitäisi olla vähintään perinteinen langaton näppäimistö ja hiiri.

Kehittämistyössä lähdettiin kartoittamaan markkinoilla olevien laitteistojen potentiaalia pyöränkulmien mittauksen ja säädön työvaiheiden helpottamiseksi. Pohjaksi otettiin vaatimus siitä, että pyöränkulmien mittauslaitteiston tietokonetta tulisi pystyä käyttämään etänä lasien avulla. Käytännössä markkinoilla oli tarjolla ainoastaan yhden yhdistetyn todellisuuden lasit, jotka pystyivät tähän. Microsoft HoloLens 2 XR-laseissa on sisäänrakennettu, Windows-ympäristössä toimiva etäkäyttömahdollisuus. Lasien käyttäjä voi muodostaa tietokoneen näytöstä itselleen liikuteltavan ja vapaasti sijoitettavan virtuaali-ikkunan. Tarvittaessa ikkunan voi asettaa seuraamaan käyttäjää hänen liikkuessaan oikeassa työympäristössä. Käyttäjä toimii vuorovaikutuksessa tietokoneen kanssa samoin kuin esimerkiksi kosketusnäytöllä varustetun laitteen kanssa, eli hän pystyy käyttämään käsieleitä ja virtuaalista näppäimistöä tietokoneella olevien sovelluksien ohjaamiseen. (Microsoft 2020.)

4.4.3 XR-ympäristön rakentaminen yritykselle

Paikallisilta korjaamoilta selvitettiin käytettävien pyöränkulmien mittauslaitteistojen ominaisuudet sopivan testiympäristön rakentamiseksi. Kaikissa kartoittamissamme laitteistoissa käytettiin vielä varsin vanhoja ohjelmistoja ja Windows XP, NT tai 2000 -käyttöjärjestelmiä. Nämä eivät soveltuneet uusien XR-lasien kanssa yhteistoimintaan, sillä niistä puuttui tarvittavat etäkäyttöön tarkoitetut

ohjelmat. Lisäksi vanhojen Windows-versioiden ongelma on puutteellinen tietoturva, mikä voi tulla haasteeksi, sillä etäkäyttö tapahtuu internetyhteyden kautta.

Tämän jälkeen otettiin tarkasteluun pyöräsuuntauksen koko työprosessin kehittäminen tehokkaammaksi. Asiaan löydettiin uutta näkökulmaa siten, että nelipyöräsuuntaus voitaisiin mahdollisesti tehdä pelkästään XR-lasien avulla, koskematta tietokoneeseen. Kun XR-lasien käyttöä lisätäisiin muissakin korjaamon prosesseissa, voisi lasien hyödyntämisestä olla entistäkin enemmän hyötyä koko korjaamon toiminnan kannalta. Samalla pohdittiin muita mahdollisuuksia, esimerkiksi voisiko autoa ajaa lasit päässä ja suorittaa pyöräsuuntauksen pikatarkistuksen huoltotöiden ohessa? Uuden teknologian käyttöönotossa yksi käyttäjän haaste on yrittää soveltaa sitä vanhoihin työmenetelmiin. Tämän ilmiön välttämiseksi korjaamon kokonaisprosessien muuttaminen voisi olla hyväksi, jolloin XR-lasien käyttäjä eli työprosessin suorittaja joutuisi pohtimaan osittain puhtaalta pöydältä työmenetelmiään. Lopultakin tärkeintä olisi, että käyttäjät löytäisivät lasille potentiaalisia uusia käyttökohteita, ei niiden sopimattomuutta vanhoihin työmenetelmiin.

Luonnollisesti näistä uuden teknologian avulla tehtävistä kokeiluista ei ollut saatavilla ennakkotietoa, joten kokeilu käynnistettiin suunnittelemalla kokonaan uusi pyöräkulmien mittausympäristö, jossa kaikkia työvaiheita ohjattaisiin Hololens 2 -lasien avulla. Pyöräkulmien mittauslaitteistoksi hankittiin Beissbarth Easy 3D -merkkinen laitteisto ja sitä käyttämään tehokas tietokone. Hololens 2 -laseja oli juuri tullut saatavaksi InduSTAR-hankkeen yhteistyökumppaneiden kautta, mikä mahdollisti ensimmäistä kertaa niiden hankinnan.

Kuvassa 9 on havainnollistettu kuvalla käyttäjän näkymää auton alla työskennellessä. Kuva on otettu käytettäessä Windowsin etätyöpöytäyhteyttä. Kehitystyö kuitenkin jatkuu tutkimuksen ulkopuolella, ja tällä hetkellä käyttäjän näkymään ollaan rakentamassa useamman virtuaalisen ikkunan ympäristöä. Tämä ratkaisu mahdollistaa yksittäisten arvojen sijoittamisen omiin ikkunoihin ja edelleen kiinnittämiseen säädettäviin alustan komponentteihin.



KUVIO 9. Microsoft HoloLens 2 XR-lasit käytössä auton 3D-pyöränsuuntauksessa (Jari Aitta)

Uusi pyöräkulmien 3D-mittauslaitteisto ympäristöineen suunniteltiin sijoitettavaksi paikalliseen korjaamoon, jossa muut yritykset voisivat käyttää laitteistoa. COVID-19-tilanteen vuoksi laitteisto oli kuitenkin ensin rakennettava Koulutuskeskus Brahen tiloihin, joissa yrityksille pystyttiin järjestämään turvallisempi mahdollisuus käyttää laitteistoa. Kehitystyön jatkamiseksi laitteisto siirretään lähiaikoina jonkin paikallisen yrityksen tiloihin määräajaksi. Näin varmistetaan kehitystyön jatkuminen työelämän tarpeiden mukaisesti.

4.5 Case 3: HMD-laitteen hyödyntäminen työskentelyssä

Aiemmassa tapauksessa käyttöön otettiin XR-tekniikan huippua edustavat yhdistetyn todellisuuden lasit. Tämän tyyppisten laitteistojen hinta on kuitenkin vielä suurehko ja tarjonta on vähäistä, mikä heikentää laitteiden käytön yleistymistä. Markkinoilla on tarjolla myös edullisempia HMD-laitteita. Näissä laitteissa on pyritty kevyeen ja käytettävyydeltään hyvään, silmälasihin verrattavaan ratkaisuun. Muutamissa laitteissa näyttö on integroitu silmälasien linssiin (Vuzix Blade, kuvio 2) ja toisissa näyttö on kiinnitetty silmälasien sankaan (kuvio 10).



KUVIO 10. Silmän eteen sijoitettu HMD-laite (Vuzix.com.)

4.5.1 Kehitettävän työprosessin valinta

Näitä edullisempia HMD-laitteita, kuten keveitä älylaseja, voitaisiin mahdollisesti hyödyntää työn tekemisessä korjaamalla sekä työntekijän perehdyttämisessä. Puhuimme Ari Hakalan kanssa kehittämisaajatuksista näidenkin laitteiden käytön osalta ja löysimme muutamia mahdollisuuksia. Esimerkiksi autojen korjaamisessa tarvitaan usein tietokonetta auton diagnoosijärjestelmien lukemiseen. Samaan aikaan tulisi pystyä ajamaan autoa ja tutkimaan reaaliaikaista dataa auton diagnoosijärjestelmistä, mikä aiheuttaa erityisesti liikenneturvallisuuden vaarantumisen. HMD-näytön avulla tarkasteltu tieto voisi auttaa tiedon turvallisessa seuraamisessa ajon aikana. Toinen potentiaalinen käyttökohte voisi olla korjausohjeiden näyttäminen näytössä työn aikana.

4.5.2 XR-tekniikan valinta

Tutkimuksessa selvitettiin tarjolla olevia edullisia HMD-laitteita sekä niihin tarjolla olevia sovelluksia niiden potentiaalinn tunnistamiseksi. Myös omien sovellusten kehittämistä kyseisille laitteille kokeiltiin. Alustavien teknisten tarpeiden selvitysten perusteella hankittiin Vuzix M400 -merkkiset älylasit. Kyseisissä älylaseissa on Android 8.1 käyttöjärjestelmä, 12,8 megapikselin kamera, 4K-videon kuvausmahdollisuus ja nHD-tasoinen resoluutio (640 x 360 pikseliä). Lasit voidaan kiinnittää kypärään, suojalaseihin tai linssittömiin lasien sankoihin. Yhteyksinä on tarjolla WiFi ja Bluetooth. Valintaan päädyttiin suhteellisen hyvien teknisten ominaisuuksien lisäksi hyvän sovellustarjonnan vuoksi. (Vuzix 2020.)

4.5.3 XR-ympäristön rakentaminen yritykselle

Jotta lasit saataisiin käyttöön autokorjaamon henkilökunnalle, niitä varten suunniteltiin toiminnallinen työpiste XR-työpajapäiville. Edellä mainitut diagnoosijärjestelmän käyttö ja korjaustietojen näyttö olisivat voineet toimia demoympäristönä XR-työpajapäivillä, mutta käyttämiämme Vuzix M400 HMD-laseja markkinoidaan erityisesti etäneuvonnan kanssa käytettäväksi. Koska perinteinen etäneuvonta puhelimen ja tietokoneen kautta on arkipäivää monessa autokorjaamossa, päätimme rakentaa HMD-laseihin perustuvan, TeamViewer-sovelluksella käytettävän etäneuvonta-ympäristön. Näin työntekijät voisivat tehdä tuttua työtä uusilla laitteilla ja keskittyä uuden laitteen käyttökokemuksen analysointiin ja palautteen antamiseen.

Opettajat ja opiskelijat sekä muutamat satunnaiset autokorjaamolla työskentelevät henkilöt kokeilivat ympäristöä muun koulutuksen yhteydessä. Näiden henkilöiden yleisimmät kehittämisajatukset laitteistojen arvioinnissa ovat olleet pääosin laitteiden pienempi koko, huomaamaton puettavuus, digitaalinen tehokkuus visualisoinnin ja ympäristön tunnistaminen osalta sekä laajempi näkökenttä.

5 XR-TEKNOLOGIAN TYÖPAJAPÄIVÄT

Raahen alueen autokorjaamoille suunniteltiin XR-tekniologian työpajapäivät pidettäväksi yksityistilaisuuksina joulukuussa 2020. Tilaisuuksien ensimmäisenä tavoitteena oli saada yritykset kokeilemaan tämänhetkistä XR-tekniologiaa ja tutustumaan pian markkinoille tulevien laitteiden mahdollisuuksiin liiketoiminnan kehittämisessä. Tilaisuuksien toisena tavoitteena erityisesti tutkimuksen kannalta oli selvittää, miten yritysten työntekijät kokivat XR-tekniologian käyttöön ottamisen, löysivätkö he käyttökelpoisia ja jo nyt hyödynnettävissä olevia sovelluksia sekä mitä he odottavat tulevaisuuden XR-tekniologialta.

5.1 Aineistonhankinnan suunnittelu

Tilaisuuksissa käytettävät XR-sovellukset olisivat osittain kehitysasteella ja mukana tekniologian mahdollisuuksien demonstraation vuoksi, minkä vuoksi päädyttiin lähestymään tutkimusta toki käytettävyyden näkökulmasta, mutta erityisesti näkökulmasta uusien mahdollisuuksien löytämiseksi työkontekstiin. Tutkimuksen keskiössä olevien käyttäjien osallisuuden tunteen lisäämiseksi ei kaikkia jo tiedossa olevia mahdollisuuksia haluttu esittää, vaan käyttäjille haluttiin antaa mahdollisuus havainnoida niitä itse. Laitteiden valmistajat ovat toki tutkineet laitteiden käytettävyyttä, mutta se ei vielä varmista laitteen soveltuvuutta tiettyyn työtehtävään, erityisesti kun kyseessä on vuorovaikutus käyttäjän, laitteen ja ympäristön kanssa.

Tilaisuuksiin kutsuttiin ensimmäisessä erässä kahdeksan paikallista autokorjaamoalan yritystä, joista arvioitiin osallistuvan työpajoihin yhteensä noin 40–50 autokorjaamolla työskentelevää henkilöä. Henkilöt pääsisivät kokeilemaan seuraavia XR-tekniologiaan pohjautuvia, korjaamotoimintaan suunnattuja sovelluksia.

1. MR-lasit pyöränkulmien mittauksessa
2. Etätuki auton korjaamisessa
3. MR-lasit työntekijän perehdytyksessä ja etätuessa
4. Rengasalan kausityöntekijän perehdytys virtuaalitodellisuudessa

XR-työpajapäivien suunnittelussa haluttiin kerätä yritysten henkilökunnan kokemuksia ja ajatuksia kyselylomakkeella, sillä se mahdollisti kyselyyn vastaamisen nopeasti ja helposti. Kysely rakennettiin jo valmiiksi digitaalisesti webropol-palvelun kautta, jotta henkilöt saisivat vastata tekniologiaan

liittyvään kyselyyn jokaisen toimintapisteen kohdalla. Aineistonhankintamenetelmänä olisivat kyselyn lisäksi haastattelut ja tutkijan havainnot.

5.2 Kysymysten sisällön rajaus

Kyselyn kysymykset lähdettiin luomaan lina Aaltosen Usability of emerging technologies (2018) -väitöskirjassa esille nostettujen, uuden teknologian arvioinnissa huomioon otettavien asioiden pohjalta. Aaltonen on tutkinut työssään muun muassa puettavien ja lisätyn todellisuuden laitteiden lisäksi multimodaalisten teknologioiden ja elektronisen tiedonsiirron vaikutusta käyttökokemuksiin työtehtävissä. Taulukossa 3 on esitetty Aaltosen nostamat hyödylliset ja haitalliset ominaisuudet puettavien laitteiden ja lisätyn todellisuuden osalta.

Taulukko 3: Yleistetyt havainnot käyttäjien vuorovaikutuksesta puettavien ja AR-tekniikoiden kanssa. (Aaltonen 2018.)

<p style="text-align: center;">Puettavat laitteet, edut</p> <ul style="list-style-type: none"> + Helppo käyttää ja oppia käyttämään + Helppo liikkua laitteiden käytön aikana + Luonnollinen tapa olla vuorovaikutuksessa, handsfree, "laitevapaa" + Mukavuus, istuvuus, paino, laitteiden ja kaapeleiden turvallinen kiinnitys 	<p style="text-align: center;">Puettavat laitteet, haasteet</p> <ul style="list-style-type: none"> – Haasteet häiriötekijöiden kanssa ja ympäristön estymisellä – Kiinteä kiinnitys vaatteisiin rajaa käyttöä – Laitteiden tai vaatteiden tuottama lämpö – Simulaattoripahoinvointi HMD:ssä – Näkökenttä ja kuvanlaatu HMD:ssä
<p style="text-align: center;">Lisätty todellisuus, edut</p> <ul style="list-style-type: none"> + Ohjeet ovat helppoja ymmärtää + Ohjeet voivat näyttää liikkeen suuntia + Kielimuuria voidaan pienentää visuaalisen esittämistavan vuoksi + Tukee käyttäjää navigoinnissa, kohteen tunnistamisessa ja vaarallisten alueiden välttämisessä + AR-opastus mahdollistaa työskentelyn vähäisellä kokemuksella 	<p style="text-align: center;">Lisätty todellisuus, haasteet</p> <ul style="list-style-type: none"> – Haaste symbolien merkityksen tulkitsemisessa – Haaste symbolin osoittaman kohteen tulkinnaissa – Haaste näkyvyydessä ja näkökentässä – AR-neuvonnan rajoittunut soveltuvuus kokeneelle henkilöstölle

Teknologioita yhdisteltäessä, esimerkiksi puettavuuden, lisätyn todellisuuden ja multimodalisuuden tapauksessa Aaltonen nostaa hyödyksi luonnollisen vuorovaikutuksen mahdollistamisen ja immersivisyyden lisäämisen. Immersivisyys, eli käytettävään ympäristöön tai maailmaan uppoaminen

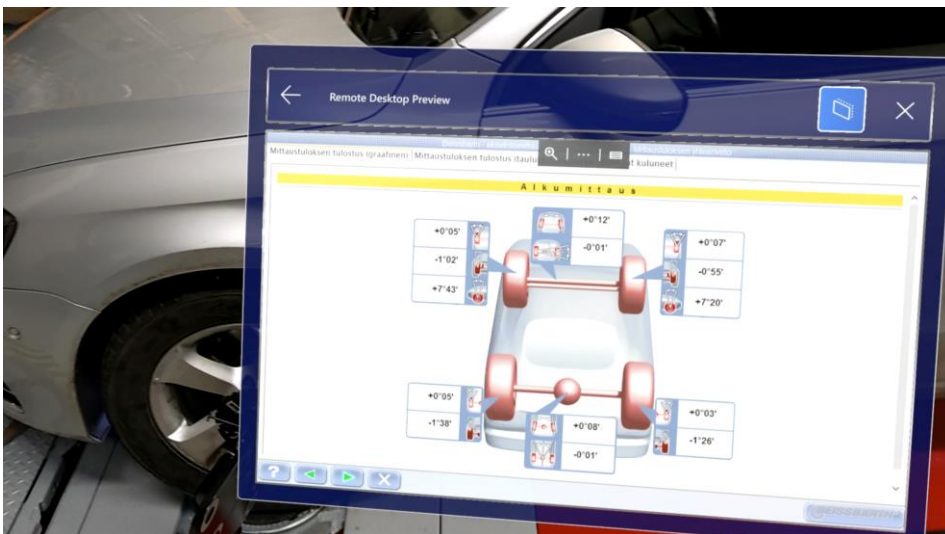
voi olla hyvä, mutta myös haastava asia ryhmän yhteistoiminnallisuuden, kommunikoinnin ja työn etenemisen kannalta. (Aaltonen 2018.)

Aaltonen tuo tutkimuksessaan esille käyttäjän ja teknologian vuorovaikutuksessa huomioon otettavia asioita. Puettavan teknologian osalta näitä ovat häiriöt, kädet vapaana toimiminen, kehon asennot, laitteiden turvallinen kiinnitys, sopivuus, mukavuus, multimodaalisuuden näkökohdat ja HMD-kohtaiset kysymykset. Lisätyn todellisuuden osalta hän mainitsee käyttäjän katseen ja koko kehon asennon, kaikkien olennaisten asioiden näkyvyyden näytössä, potentiaalisen virtuaalisten ja todellisten objektien sekoittamisen, todellisten turvallisuuden kannalta tärkeiden objektien peittämisen virtuaalisilla objekteilla sekä muut laitekohtaiset haasteet. (Aaltonen 2018.)

5.3 Kyselyn kysymykset

5.3.1 Työpiste 1: MR-lasit pyöränkulmien mittauksessa.

Työpisteessä suoritetaan henkilöauton pyöränkulmien mittaus ja säätö Beissbarth Easy 3D ja Microsoft HoloLens 2 -laitteistoilla. Työprosessissa pyöränkulmia mitataan tietokonelaitteistolla. Pyöränkulmien säädön aikana mekaanikon on koko ajan oltava vuorovaikutuksessa tietokoneen kanssa. Työpisteessä tietokonetta käytetään HoloLens 2 -lasien kautta, mikä on havainnollistettu kuviossa 11, jolloin mekaanikon ei tarvitse liikkua tietokoneelle työn aikana. Mekaanikko näkee työhjeistuksen ja mittaustulokset, samalla kun tekee esimerkiksi mekaanista säätöä auton alla.



KUVIO 11. Pyöränkulmien mittaus ja säätö tietokoneen etätyöpöydän avulla (ruutukaappaus HoloLens 2 -laseista)

- Onko lasien käytöllä vaikutusta seuraaviin alueisiin?
 - Työturvallisuus (Asteikko -2 -1 0 +1 +2)
 - Työergonomia (Asteikko -2 -1 0 +1 +2)
 - Työtehokkuus (Asteikko -2 -1 0 +1 +2)
 - Työmotivaatio (Asteikko -2 -1 0 +1 +2)
 - Työn laatu (esim. työn kuvaaminen) (Asteikko -2 -1 0 +1 +2)
- Havaintoja työskentelystä auton alla lasien kanssa. (kirjallinen)
- Miten laitetta, sovellusta tai ympäristöä voidaan kehittää? (kirjallinen)
- Muita kommentteja (kirjallinen)

Tutkija havainnoi:

- Mikä on käyttäjän ensireaktio?
- Mihin asioihin käyttäjä kiinnittää huomioita laitteen käytössä?
- Tunnistaako käyttäjä laitteessa mahdollisuuksia vai uhkia?

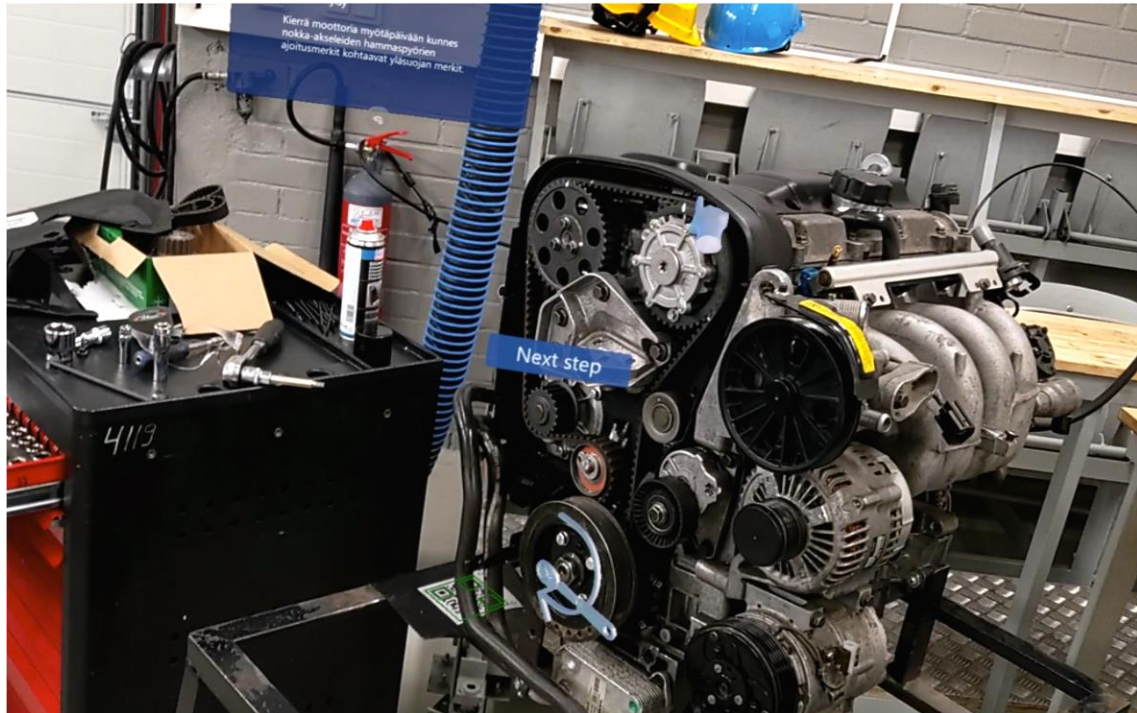
5.3.2 Työpiste 2: Etätuki auton korjaamisessa.

Työpisteessä suoritetaan ajoneuvon teknisen vian korjaus etäneuvontaa hyödyntäen. Toinen henkilö toimii mekaanikkona, ja toinen neuvoo työtä tietokoneen kautta toisessa huoneessa. Mekaanikko käyttää Vuzix M400 AR-laseja ja toinen henkilö TeamViewer-sovellusta.

- Onko lasien käytöllä vaikutusta seuraaviin alueisiin?
 - Työergonomia (Asteikko -2 -1 0 +1 +2)
 - Työtehokkuus (Asteikko -2 -1 0 +1 +2)
 - Työmotivaatio (Asteikko -2 -1 0 +1 +2)
 - Työn laatu (esim. etäneuvonta) (Asteikko -2 -1 0 +1 +2)
- Havaintoja työskentelystä lasien kanssa? (kirjallinen)
- Miten laitetta, sovellusta tai ympäristöä voidaan kehittää? (kirjallinen)
- Missä työelämän tilanteessa etätuki voisi olla tarpeellinen?
- Muita kommentteja (kirjallinen)

5.3.3 Työpiste 3: MR-lasit työntekijän perehdytyksessä ja etätuessa.

Työpisteessä tehdään Microsoft Dynamic 365 Guides ja Remote Assist -sovelluksien avulla opastettu työprosessiin perehdytys (jakopään huoltaminen). Sovelluksia käytetään Microsoft HoloLens 2 MR-lasien kautta. Kuviossa 12 on ruutukaappaus kyseisen työpisteen havainnollistamiseksi.



KUVIO 12. Työntekijän perehdytys jakopään huoltamiseen Microsoft Guides -sovelluksen avulla (ruutukaappaus HoloLens 2 -laseista)

- Onko lasien käytöllä vaikutusta seuraaviin alueisiin?
 - Työergonomia (Asteikko -2 -1 0 +1 +2)
 - Työtehokkuus (Asteikko -2 -1 0 +1 +2)
 - Työmotivaatio (Asteikko -2 -1 0 +1 +2)
 - Työn laatu (esim. työsuorituksen kuvaus) (Asteikko -2 -1 0 +1 +2)
- Olivatko työohjeet helppoja ymmärtää? (kirjallinen)
- Oliko käsien vapautumisesta työhön apua työn suorittamisen kannalta?
- Missä työtehtävässä tai työelämän tilanteessa tällainen perehdytys voisi olla hyödyksi? (kirjallinen)
- Missä tilanteessa työtehtävän videointi voisi olla tarpeellinen? (kirjallinen)
- Muita kommentteja (kirjallinen)

5.3.4 Työpiste 4: Rengasalan kausityöntekijän perehdytys.

Työpisteessä pelataan hankkeessa kehitettyä, paikallisten auto- ja rengasalan yritysten tarpeisiin pohjautuvaa ja virtuaalitodellisuudessa tapahtuvaa rengastyöntekijän perehdytyspeliä. Peli on rakennettu käytettäväksi täysin itsenäisillä Oculus Quest VR-laseilla. Pelin sisältöä on havainnollistettu kuvioissa 7, 8 ja 13.

- Onko virtuaalitodellisuudessa suoritettavalla työntekijän perehdytyksellä käytöllä vaikutusta seuraaviin alueisiin?
 - Työturvallisuuden kehittäminen (Asteikko -2 -1 0 +1 +2)
 - Perehdytyksen tehostaminen (Asteikko -2 -1 0 +1 +2)
 - Opiskelumotivaation lisääminen (Asteikko -2 -1 0 +1 +2)
 - Osaamisen varmistaminen lopputestillä / simulaatiolla (Asteikko -2 -1 0 +1 +2)
- Havaintoja virtuaalitodellisuudesta yleensä (kirjallinen)
- Miten laitetta, sovellusta tai ympäristöä voidaan kehittää? (kirjallinen)
- Muita kommentteja (kirjallinen)

5.4 Kyselyn koonti ja analysointi siirtyvät tulevaisuuteen

XR-työpajapäivien järjestelyt saatiin valmiiksi ja ensimmäisen kymmenen henkilön XR-työpajapäivän ajankohta oli sovittu pidettäväksi 2.12.2020. Harmillisesti kuitenkin 2.12.2020 astuivat voimaan uudet alueelliset kokoontumisrajoitukset ja suositus etätyöskentelyyn, mikä esti tilaisuuksien järjestämisen kokonaan. Yritysten kanssa päätettiin yhteisesti, että XR-työpajapäivät kannattaa järjestää suunnitellusti, mutta ajankohta täytyy sijoittaa tulevaisuuteen. Aikataulua ohjaa vahvasti COVID-19-tilanne, mitä on vaikea ennustaa.

6 JOHTOPÄÄTÖKSET, KEHITYSTYÖN TULOKSET JA TULEVAISUUS

Tässä kappaleessa palaan johdannossa esitettyihin tutkimuskysymyksiin ja tiivistän tutkimuksen tulokset vastauksiksi näihin kysymyksiin.

Tutkimuskysymys 1: Mitä autokorjaamoon soveltuvia etuja voidaan saavuttaa nykyisillä ja tulevaisuuden XR-tekniikan laitteistoilla?

Tämänhetkinen tekniikan taso on jo varsin käyttökelpoinen. Aiemmin saatavuudeltaan heikot Microsoft HoloLens 2 XR-lasit tulivat helpommin saatavaksi tutkimuksen loppuvaiheessa. Kyseiset lasit, joita tässäkin tutkimuksessa käytettiin paljon, osoittautuivat hyväksi niin käyttäjän näkymän kuin ympäristön tunnistamisen osalta. Laseille on myös kohtuullisen helppo tuottaa omia sovelluksia ja näin laajentaa niiden käyttökohteita työelämässä. Projektissa pääsimme kokeilemaan myös toisia varsin pitkällä kehityksessä olevia Magic Leap XR-laseja. Näissä laseissa kuitenkin todettiin olevan vielä paljon puutteita, jotta niitä voisi käyttää työelämässä. Näiden kahden merkittävän laitteen lisäksi kokeilimme edullisempia ja ominaisuuksiltaan vähäisempiä laitteita, kuten Vuzix Blade ja M400, joille voi olla tarvetta esimerkiksi jonkin tiedon näyttämiseksi käyttäjälle. Myös etänevonnassa edullisemmat HMD-laitteet ovat käyttökelpoisia. Lopputuloksena tekniikan tasosta voidaan todeta, että nyt on hyvä aika valmistautua sovelluksien hyödyntämiseen ja käyttöönottoon työelämässä nykyisillä laitteilla, mutta samaan aikaan kannattaa odottaa uusien laitteiden markkinoille tuloa. Muun muassa Apple ja Google ovat lupailleet julkistavansa jotain uutta lähikuukausina. Kun käyttökohde laitteelle on jo olemassa, on myös uutta tekniikkaa edustavan laitteen käyttöönotto nopeampaa.

XR-työpajojen suunnittelun myötä yrittäjille annettiin tietopohja saatavilla olevista laitteista, jonka perusteella yritykset pystyvät seuraamaan tekniikan kehitystä paremmin. Yleensä tietyt suuret laitevalmistajat ottavat isompia askeleita tekniikan kehittämisessä, erityisesti yritysmaailman tuotteista puhuttaessa. Kun nämä suurimmat valmistajat erottuvat XR-markkinoilla muista, niiden ulostuloja voidaan seurata ja samalla pysyä ajan tasalla tekniikan tasosta. Toki tekniikkaa ilmestyy pienemmiltäkin laitetoimittajilta ja startup-projektien ansiosta, mutta erityisesti teollisuudessa ja yleensäkin työelämässä käytettävien laitteiden osalta suurimmat laitevalmistajat ovat kiinnostavia.

Tutkimuksessa todettiin autokorjaamoalalta löytyvän runsaasti työergonomiaan ja työturvallisuuden liittyviä haasteita, joihin on aiemmin pyritty löytämään perinteisiä ratkaisuja. Yksi merkittävimmistä ominaisuuksista XR-tekniologiassa on lisätyn tiedon tuominen käyttäjälle. Autokorjaamon työtehtävissä ollaan jatkuvasti tekemisissä tiedon ja tiedonhaun kanssa, mikä näyttää myös lisääntyvän vuosittain. Erilaiset HMD-ratkaisut mahdollistavat tiedon näyttämisen ja käsien vapauttamisen muuhun käyttöön. Pelkästään tietokoneen käyttäminen HMD-laitteesta mahdollistaa lukemattomien tietokonesovellusten käyttämisen uudella tavalla ja paremmalla ergonomialla.

Kun tarkastellaan eroja virtuaalitodellisuudessa ja perinteisin menetelmin toteutetussa työntekijän perehdyttämisessä, tulee ottaa huomioon, että virtuaalitodellisuus on vain lisäominaisuus perinteisen perehdytyksen lisäksi. Tutkimuksen rengasalan sovelluksen osalta kyse on enemmänkin oikeaan perehdytykseen valmistautumisesta, sillä virtuaalitodellisuudella pyritään lähinnä oikeiden työmenetelmien ja tärkeimpien tietojen omaksumiseen sekä prosessin kokonaiskuvan ymmärtämiseen. Näiden asioiden oppiminen on kuitenkin olennaista ennakkotietoa lopullisen perehdytyksen onnistumiseen ja tehostamiseen, ja ne voivat myös tehdä ennakkokarsintaa työtehtävään hakevista.

Tutkimuskysymys 2: Mitkä saatavissa olevat XR-tekniologian laitteistot soveltuvat autokorjaamon työtehtävien haasteiden ratkaisemiseen?

XR-tekniologian käyttöönottamiseksi autokorjaamolla ensimmäinen askel on löytää kiinnostus liiketoiminnan kehittämiseen. Uuden tekniologian käyttöönottamisessa kukaan ei tule markkinoimaan ovelle uusia laitteita ja tarjoa valmiita, taloudellisesti tuottavaa toimintamallia niiden käyttämiseen. Puhumattakaan lähtökohtaisesti eri ammattialan osaamisen tekniologiasta. Siksi tarvitaan eri alojen rajapinnoille toimijoita, jotka pystyvät rakentamaan toimivan verkoston yhteistyön tekemiseksi. In-duSTAR-hankkeen myötä Raaheen luotiin innovaatiolaboratorio XR-ratkaisujen tuottamiseksi ja pelialan ja muiden alojen yhteistyön mahdollistamiseksi. Innovaatiolaboratorion kautta autoalan kehittämisestä kiinnostuvien henkilöiden on mahdollista tutustua XR-tekniologiaan ja esimerkiksi lainata kyseisiä laitteita.

Tutkimuksessa havaittiin, että harvassa yrityksessä on resursseja lähteä mukaan pitkäjänteiseen kehitystyöhön kokonaan uusien ratkaisujen löytämiseksi. Sen sijaan valmiille XR-työpajapäiville oli enemmän kiinnostusta. Onneksi kentältä löytyy vielä suuria yrityksiä, joilla on katse riittävän pitkällä tulevaisuudessa ja riittävästi resursseja miettiä kehittämistä. Näiden pioneerien kanssa voidaan

rakentaa ensimmäiset demo-ympäristöt, joiden kautta saadaan houkutelua enemmän yrityksiä mukaan kehitystoimintaan.

Yksittäisten työtehtävien osalta havaitsimme, että esimerkiksi autoalan ja pelialan työntekijän keskustelu teknisistä ratkaisuista voi olla välillä haasteellista. Näissä tilanteissa koimme tärkeäksi vierailla yrityksessä tai alan koulutuksen järjestäjän tiloissa työtehtävään tutustumisen merkeissä. Myös sovellusten ja pelien testaamiseen täytyy käyttää monipuolista käyttäjäkuntaa. Esimerkiksi rengasalan perehdytyspelin testaamisessa pelialan opiskelija ei oppinut renkaiden ilmanpaineiden tarkistamista, sillä kuvion 13 mukainen ilmanpaineiden ohjevotaulukko, mikä on varsin tuttu monelle auton omistajalle, oli hänelle uusi tuttavuus ja haastava ymmärtää. Pienellä lisätiedolla renkaiden R-merkinnästä taulukosta tuli jo helpommin ymmärrettävä. Kehitystyö sovelluksissa vaatii siis yleensä useita kierroksia testikäyttäjillä sekä tiivistä alojen yhteistyötä yhteisen kielen löytämiseksi.



KUVIO 13. Renkaiden ilmanpainetaulukko pelissä (ruutukaappaus rengasalan työntekijän perehdytyspelistä)

Teknologian valinnassa työtehtävään yhteistyöverkosto on myös avainasemassa. Tutkimuksessa pääsimme hankkimaan ja käyttämään erilaisia XR-laseja, mutta vasta erilaisten kenttätestien yhteydessä voitiin todeta laitteiden soveltuvuus työtehtävään. Markkinointipuheet uudesta teknologiasta keskusteltaessa ovat usein lupaavia ja tuotteita saattavat käyttää monet merkittävät tahot. Erityisesti, jos valmista sovellusta tulevaan työtehtävään ei ole tarjolla ja sovellus kehitetään itse, voi olla, että jokin tekninen ominaisuus tulee haasteeksi laitteen käyttöönottamisessa. Tällaisia haasteita kohtasimme muun muassa XR-lasien RAM-muistin ja suorittimen suorituskyvyn kanssa.

Tämän vuoksi kehittämistyön työtunteja voidaan vähentää, jos yhteistyöverkostossa on aiemmin samoja haasteita ratkaisseita osajia. Tutkimuksen taustalla toimivassa hankkeessa arvokkaana yhteistyökumppanina toimi Kajaanin ammattikorkeakoulun CSE-studio.

Lopulta tämän tutkimuksen tuloksena ei nähdä mielekkäänä esittää mitään yksittäisiä XR-tekniikan laitteita käytettäväksi autoalan työtehtävissä. Sen sijaan jokaisen työtehtävän ja sen suorittajan yhteydessä voidaan tarkastella teknologiavalintaa edellä mainitut asiat ja sovelluskehitys huomioiden. XR-työpajan esimerkeissä käytetyt laitteet edustavat nykyistä parhaimmistoa ja niitä voidaan toki suositella. Teknologia voi kuitenkin vanheta jo kuukauden aikana, kun markkinoille saadaan uudempi ja parempi malli.

Tutkimuksen yksi tavoite, yritysten ja niiden työntekijöiden kokemuksien kerääminen ja analysoiminen XR-tekniikan käyttöönottamisesta siirtyy harmillisesti tulevaisuuteen peruuntuneiden XR-työpajapäivien johdosta. Sen sijaan työpajapäivien työpisteet saatiin valmiiksi ja kaikki aineisto palautekyselyineen jäi odottamaan työpajapäivien toteutumista.

Tulevaisuuden odotuksista autokorjaamon työntekijöiden osalta ei myöskään saatu kattavaa raporttia saman syyn vuoksi. Nykyisten laitteiden käyttöä kokeilevien henkilöiden yleisimmät odotukset tulevaisuudelta ovat olleet laitteiden pieni koko, huomaamaton puettavuus, digitaalinen tehokkuus visualisoinnin ja ympäristön tunnistaminen osalta sekä laaja näkökenttä. Erityisesti Microsoftin perehdytys- ja etäneuvontasovelluksien käyttöönotto antoi uskoa niiden laajempaan käyttöönottamiseen teollisuuden kunnossapidon lisäksi koulutuksessa. Viitteitä samankaltaisiin muiden laitetuottajien ratkaisuihin on näkyvissä.

COVID-19-pandemia kuitenkin osaltaan vahvisti uusien digitaalisten ratkaisujen kehittämistä osaksi työelämää. Yksi merkittävimpiä muutoksia on etätöskentelyn suosiminen, mihin laajennetulla todellisuudella on jo tarjota lukuisia vaihtoehtoja. Autojen korjaaminen tapahtuu vielä tois-taiseksi käsin tekemällä, mutta kaikkkeen sen ympärillä tapahtuvaan työhön ja työkaluihin XR-tekniikalla on vahva sijansa.

7 POHDINTA

Autoala on kirjoittajalle varsin tuttu ja rakas ala. Samoin on teknologia ja sen seuraaminen. Autoalan kehityksen seuraamisesta tekee erityisen mielenkiintoista sen nopea kehittyminen, mikä on osaltaan seurausta yhdestä aikamme megatrendeistä, ilmastonmuutoksesta. Liikenteen päästöjen vähentämisellä on pitkät perinteet, ja se on muuttanut autotekniikkaa jatkuvasti kohti elektronisempaa kokonaisuutta. Nyt eletään aikakaudella, jossa auton käyttövoimana on yleistymässä sähkö ja auton elektroniikkaverkosto on yhtä maailmaanlaajuisen laitteiden ja asioiden verkon kanssa.

Auto- ja pelialan rajapinnassa tapahtuvan tutkimuksen myötä päästiin kehittämään konkreettisia uudenlaisia työelämän toimintatapoja, työmenetelmiä ja teknisiä ratkaisuja. Teknologian seurannassa todettiin, että laajennetun todellisuuden laitteistot ovat viimein alkaneet ottaa isoja askelia teknologian saattamisessa kuluttajien ja yritysten käyttöön. Se, mistä aiemmin osattiin unelmoida, mutta mihin teknologia ei pystynyt, alkaa nyt muutaman vuoden viiveellä olla mahdollista. Teknologian seurannalla havaittiin jo hyvin lyhyessä ajassa, miten ajatus teknologian kehityksen nopeuden kaksinkertaistumisesta vuosittain pitää paikkaansa. Tämä antaa mahdollisuuksia visioida tulevaisuutta hyvinkin rohkeasti, sillä teknologian kehittymiseen voi luottaa.

Teknologian kehittyminen tuo kuitenkin tarpeen jatkuvasti muuttaa ammattialojen yhteistyötä. Liiketoiminnassa kehittyminen ja kilpailussa pärjääminen tulee vaatimaan teknologian kehittymisen vauhdissa pysymistä. Varsinkin tekoälyyn (AI, Artificial intelligence) pohjautuvien ratkaisujen kehittyminen ja liiketoimintaan jalkauttaminen ovat kilpailun työkaluja. XR-teknologia kehittyy hyvin läheisesti AI-teknologian ja nopeiden langattomien yhteyksien kanssa, joiden kanssa myös autotekniikka ja autonominen ajaminen kulkevat käsi kädessä. Moni teknologia kehittyy siis samanaikaisesti, ja uusia liiketoimintaan vaikuttavia innovaatioita syntyy koko ajan näiden teknologioiden ja perinteisten ammattialojen rajapinnoille. Tämän vuoksi ammattinimikkeet ja työnkuvat muuttuvat. Teknologian muuttumisen ymmärtäminen auttaa siis ymmärtämään myös liiketoiminnan muuttumista, mikä olisi hyödyllistä autokorjaamon liiketoiminnan kehittämiseksi.

XR-teknologian kuluttaja- ja yritysmarkkinoille tulleet uusimmat laitteet eivät lähtökohtaisesti ole vaikeita käyttöönottaa. Ne on suunniteltu nimenomaan auttamaan käyttäjiä erilaisissa haasteissa. Myös tämän tutkimuksen aikana olemme saaneet havaita, että ohjelmistokehityksessä on otettu

yhä enemmän huomioon laitteen käytettävyys ja muutenkin helppo käyttöönotto, aivan kuten kaikille tutuissa mobiililaitteissa. Toivottavasti tämän huomaavat myös autokorjaamoiden henkilöt myöhemmin järjestettävien XR-työpajojen myötä. XR-laitteiden hankkiminen ei kuitenkaan ole mielekästä, jos niiden taloudellisesta hyödyistä ei ole vielä todistetta. Tämän vuoksi tarvitsemme alueellisia innovatiolaboratorioita, sellaisia kuin InduSTAR-hankkeessa rakennettiin. Keskitetty teknologian osaaja voi palvella kaikkia alueen toimijoita, alasta riippumatta, ja näin tuoda kilpailuetua omalle alueelleen. Tämä takaa jatkuvan kehittämisen toteutumisen ja yritysten tietopohjan päivittämisen tulevaisuudessakin.

Tutkimuksen ja sen taustalla toimivan InduSTAR-hankkeen ansiosta autokorjaamoalan henkilöille tullaan jatkamaan XR-teknologian käyttöönottoa ainakin XR-työpajoissa. Työpajoja järjestetään uudelleen sitä mukaa, kun uusia laitteita on saatavilla ja uusia innovaatioita löydetty. Toivon mukaan kaikki alan kasvavat autokorjaamoalan yritykset pääsevät mukaan kehittämiseen ja siten vahvistamaan kilpailukykyään. Alueellista kilpailukykyä tulee kehittää yhdessä alueen yritysten kanssa.

LÄHTEET

Aaltonen, I. (2018). Usability of emerging technologies: User studies with wearable, multimodal and augmented reality solutions. Helsinki: Aalto University. Viitattu 8.11.2020.

<https://www.vttresearch.com/sites/default/files/pdf/science/2018/S181.pdf>

Aniwa. (2020). The 8 best augmented reality smartglasses in 2020. Viitattu 29.11.2020.

<https://www.aniwa.com/buyers-guide/vr-ar/best-augmented-reality-smartglasses/>

Azuma, R. (1997). A Survey of Augmented Reality. Viitattu 6.12.2020.

<http://www.cs.unc.edu/~azuma/ARpresence.pdf>

Business Finland & Neogames FIVR. (2017). Mixed reality report 2017. Helsinki: Business Finland. Viitattu 3.10.2020. <https://www.businessfinland.fi/4945b3/globalassets/finnish-customers/02-build-your-network/digitalization/mixed-reality/mixed-reality-report-2017.pdf>

Business Finland & Neogames FIVR. (2017). VR/AR Industry of Finland 2017. Helsinki: Business Finland. Viitattu 3.10.2020. <https://www.businessfinland.fi/4945b3/globalassets/finnish-customers/02-build-your-network/digitalization/mixed-reality/mixed-reality-report-2017.pdf>

Bottani, E. & Vignali, G. (2019). Augmented reality technology in the manufacturing industry: A review of the last decade. Viitattu 6.12.2020. <https://doi.org/10.1080/24725854.2018.1493244>

CNET. (2020). Mercedes-Benz using Microsoft HoloLens 2 for faster, safer vehicle service. Viitattu 29.11.2020. <https://www.cnet.com/roadshow/news/mercedes-benz-using-microsoft-hololens-for-faster-safer-vehicle-service/>

Colquhoun, S. (2020). Are you ready to augment your reality?. Mercedes-Benz. Viitattu 9.12.2020. <https://www.mercedes-benz.com.au/passengercars/experience/mercedes-me-magazine/innovation/articles/augmented-reality/story-content.module.html>

EAKR rakennerahastotietopalvelu 2014-2020. InduSTAR-hankekuvaus. Euroopan aluekehitysrasto. <https://www.eura2014.fi/rrtiepa/projekti.php?projektikoodi=A74483>

FiCom. (2020). Lisätty todellisuus ja virtuaalitodellisuus. ICT-alan tietopankki, päivitetty 23.9.2020. Viitattu 3.10.2020. <https://www.ficom.fi/ict-ala/tilastot/lis%C3%A4tty-todellisuus-ja-virtuaali-todellisuus>

HTC Corporation. (2020). Professional-Grade VR Systems. Viitattu 28.11.2020. <https://enterprise.vive.com/us/product/vive-pro-eye-office/>

IDC. (2020). Pandemic Tempers Growth in AR/VR Spending, but the Long-Term Outlook is Positive, says IDC. Viitattu 3.10.2020. <https://www.idc.com/getdoc.jsp?containerId=prEUR146720420>

InduSTAR-hankkeen rahoituspäätös. (2018).

Interesting Engineering. (2020). Augmented Reality: Mobile AR Applications. Viitattu 28.11.2020. <https://interestingengineering.com/augmented-reality-mobile-ar-applications>

Jasoren. (2020). Pick-by-Vision with Augmented Reality to Solve the Problem of Inaccurate Inventory in the Warehouse. Viitattu 6.12.2020. <https://jasoren.com/augmented-reality-warehouse/>

Jyväskylän yliopisto. (2015). Tutkimusstrategiat. Viitattu 3.10.2020. <https://koppa.jyu.fi/avoimet/hum/metetelmapolkuja/metetelmapolku/tutkimusstrategiat>

Kielitoimiston sanakirja. (2020). virtuaali-todellisuus. Viitattu 6.12.2020. <https://www.kielitoimiston-sanakirja.fi/#/virtuaalitodellisuus?searchMode=all>

Linturi, R. & Kuusi, O. (2018). Suomen sata uutta mahdollisuutta 2018-2037. Helsinki: Eduskunnan tulevaisuusvaliokunta. Viitattu 3.10.2020. https://www.eduskunta.fi/FI/naineduskuntatoimii/julkaisut/Documents/tuvj_1+2018.pdf

Lipman, A. (2018). 5 Future Smart Car Technologies You'll Love. German Autolabs. Viitattu 9.12.2020. <https://www.germanautolabs.com/blog/5-future-smart-car-technologies-youll-love>

Microsoft. (2020). Hololens 2 – Tietojenkäsittelyn uusi visio. Viitattu 29.11.2020. <https://www.microsoft.com/fi-FI/hololens/hardware>

Microsoft. (2020). What is Mixed Reality?. Viitattu 6.12.2020. <https://docs.microsoft.com/en-us/windows/mixed-reality/discover/mixed-reality>

Softengine. (2020). Automotive Industry: XR at the Forefront. Viitattu 29.11.2020. <https://softengi.com/blog/automotive-industry-xr-at-the-forefront/>

Statista. (2019). Issues that stop VR or AR/MR integration in a business according to XR professionals worldwide as of the 3rd quarter of 2019. Viitattu 28.11.2020. <https://www.statista.com/statistics/1099157/issues-that-stop-vr-or-ar-mr-integration-in-a-business>

Strickland, J. (2007). "How Virtual Reality Works" HowStuffWorks.com. Viitattu 6.12.2020. <https://electronics.howstuffworks.com/gadgets/other-gadgets/virtual-reality.htm>

Techradar. (2020). Best VR headset 2020 for games, movies and more. Viitattu 28.11.2020. <https://www.techradar.com/news/the-best-vr-headset>

The Verge. (2019). Phone-based VR is officially over. Viitattu 28.11.2020. <https://www.theverge.com/2019/10/16/20915791/google-daydream-samsung-oculus-gear-vr-mobile-vr-platforms-dead>

Työturvallisuuskeskus. (2018). Autoalan työsuojeluopas. Viitattu 29.11.2020. https://ttk.fi/files/6739/Autoalan_tyosuojeluopas_201802.pdf

Unity Technologies. (2020). Unity Blog - Toyota makes mixed reality magic with Unity and Microsoft HoloLens 2. Viitattu 29.11.2020. <https://blogs.unity3d.com/2020/09/08/toyota-makes-mixed-reality-magic-with-unity-and-microsoft-hololens-2/>

Varjo. (2020). Training and Simulation solutions. Viitattu 28.11.2020. <https://varjo.com/solutions/train/>

Virtual Reality Society. (2017). History Of Virtual Reality. Viitattu 3.10.2020. <https://www.vrs.org.uk/virtual-reality/history.html>

Vuzix. (2020). Vuzix M400 Datasheet. Viitattu 2.12.2020. <https://vuzix-website.s3.amazonaws.com/files/Content/pdfs/vuzix-m400-smart-glasses-d05.pdf>

Jari Aitta

Lähtettäjä: Jari Aitta
Lähetetty: torstai 17. lokakuuta 2019 9.47
Vastaanottaja: Raahen alueen korjaamot
Aihe: Raahen autoalan yrityksille tukea AR-tekniikan käyttöönottoon - InduSTAR-hanke

Tervehdys Brahen autoalalta!

Nyt seuraa mielenkiintoista asiaa alueen autoalan yrityksille.

Koulutuskeskus Brahessa on käynnistynyt investointi- ja kehittämishanke nimeltään **InduSTAR**.

Hankkeen päätavoite on *auttaa alueen yrityksiä valmistautumaan AR ja VR teknologioiden käyttöönottamiseen yritystoiminnassa*.

Erityisesti tavoitteena on tuottaa **työhön perehdytystä ja työturvallisuutta** auttavia ratkaisuja, joissa hyödynnetään AR/VR -teknologioita.

Olemme koonneet perustietoutta näistä teknologioista hankkeen sivustolle osoitteeseen

www.raahenedu.fi/industar.

AR, VR ja MR ovat lyhenteitä virtuaaliodellisuuden liittyviin teknologioihin, jotka ovat lähivuosina ottamassa merkittävän roolin yritysmaailmassa.

Hankkeen kautta Koulutuskeskus Brahen tiloihin on investoitu innovaatiolaboratorio. Laboratoriossa on viimeisimmän teknologian AR ja VR -kalustoa ja uusia laitteita hankitaan niiden tullessa markkinoille.

Sovellus- ja pelikehitykseen soveltuvilla tietokoneilla ja ohjelmistoilla voidaan tuottaa nopeasti yritysälhtöisiä demosovelluksia.

Tässä on autoalalle hyvä mahdollisuus tuoda esille kehittämiskohteita!

Käytännössä homma käynnistyy näin:

1. Keskustelkaa yrityksessänne ongelmakohtista ja ideoista erityisesti perehdytykseen ja työturvallisuuden liittyvissä asioissa. Toki kaikenlaisia yritystoimintaa tehostavia ja uutta liiketoimintaa synnyttäviä ajatuksia kannattaa tuoda esiin.
2. Lähettäkää ajatuksenne meidän hanketiimillemme, esimerkiksi nettisivujen lomakkeen kautta tai minun sähköpostiin.
3. Me kokoamme ajatuksia yhteen ja lähdemme viemään niistä toteuttamiskelpoisimmat eteenpäin.
4. Ratkaisuja ja lopputuloksia esitellään mukana oleville yrityksille ja hankkeen eri julkaisukanavissa. Yrityskohtaisia tietoja ei julkaista ilman yrityksen lupaa.

Hanke on EAKR-rahoitteinen, eli hankkeella halutaan tukea Pohjois-Pohjanmaan ja Kainuun liiton alueiden yritystoimintaa ja kehittämistä. Kehitettävät sovellukset ja AR/VR-ratkaisut tulevat olemaan yhteisesti käytettävissä ja hyödynnettävissä, eikä yksittäistä liiketoimintaa tueta suoraan.

Yhtenä teemana on "pienien ja ketterien" sovellusten kehittäminen, mutta olemme jo kehittäneet vaativampia AR-sovelluksia esimerkiksi Skoda Transtechille ja SSAB:lle.

Hanke toteutetaan yhteistyössä Kajaanin ammattikorkeakoulun pelialan kanssa, ja yhdessä meillä on todella hyvät taustat hankkeen toteuttamiseen.

Kiinnostuitko? Lisätietoja hankkeesta ja siihen liittyvistä teknologioista saa minulta, ole rohkeasti yhteydessä!

Laitan viestin loppuun vielä linkkejä AR-tekniikan mahdollisuuksista autoalalla. Ne voivat auttaa ideoinnissa ;)

Terveisin
Jari Aitta

Koulutuskeskus Brahe
050-4305489
jari.aitta@raahenedu.fi

linkkejä:

Bosch Augmented Reality for the automotive workshop
<https://www.youtube.com/watch?v=gefW8EC-ZCc>

Bosch Augmented Reality in use with Microsoft HoloLens 2
<https://www.youtube.com/watch?v=4YYsu4F2-vM>

Introducing Dynamics 365 Guides for HoloLens 2
<https://youtu.be/V8c3pDKdHEc>

Augmented Reality for Automotive Repairs & Service
<https://www.youtube.com/watch?v=7fBPSjctbpk>

Toyota AR Demo Video
<https://youtu.be/xBnyWWECHac>



XR-työpajat Raahen alueen autokorjaamoille

Järjestämme InduSTAR-hankkeessa Raahen alueen autokorjaamoiden henkilökunnille mahdollisuuden tutustua laajennetun todellisuuden (XR) teknologiaan.

Tutustuminen järjestetään yrityksille omina yksityistilaisuuksina työpaja-tyyppisesti. Työpajoissa on useita eri työpisteitä, joissa pääsee kokeilemaan XR-tekniikan laitteita ja työelämässä hyödynnettäviä sovelluksia.

Varaa aika yrityksellesi mahdollisimman pian, vaikka seuraavalle päivälle! Useamman henkilön ryhmille varaamme myös kahvitarjoilun ja hieman evästä, joten ajankohta voi olla esimerkiksi heti työpäivän jälkeen.

Työpajoissa on paikalla yrityksen henkilöiden lisäksi vain hengityssuojaimia käyttävät hankkeen työntekijät. Käytettävät laitteet desinfioidaan ja käsihygieniasta huolehditaan. Riski viruksen leviämiseen voidaan näin pitää samalla tasolla yrityksen normaaliin toimintaan verrattuna.

Työpisteitä on alustavasti tarjolla seuraavasti:

Työpiste 1: MR-lasit pyöränkulmien mittauksessa

Työpisteessä suoritetaan ajoneuvon pyöränkulmien suuntaus, käyttäen Beissbarth Easy 3D-laitteistoa Microsoft HoloLens 2 MR-lasien kautta.



Työpiste 2: Etätuki auton korjaamisessa

Työpisteessä suoritetaan teknisen vian korjaus etäneuvontaa hyödyntäen. Teknologiana Vuzix M400 AR-lasit ja TeamViewer-sovellus.

Työpiste 3: MR-lasit työntekijän perehdytyksessä ja etätuessa

Työpisteessä tehdään Microsoft Dynamic 365 Guides ja Remote Assist -sovelluksien avulla opastettu työprosessiin perehdytys.



Työpiste 4: Rengasalan kausityöntekijän perehdytys virtuaalitodellisuudessa

Raahen auto- ja rengasalan yritysten tarpeiden pohjalta kehitetty VR-peli kausityöntekijöiden perehdyttämiseen. Peliä pelataan Oculus Quest VR-laitteistolla.

Ilmoittautuminen ja lisätiedot:

Jari Aitta / 050-4305489 / jari.aitta@brahe.fi

Koulutuskeskus Brahe / InduSTAR-hanke

1. Onko lasien käytöllä vaikutusta seuraaviin alueisiin?

	+2	-1	0	-1	-2	
Työturvallisuus on parempi	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	Työturvallisuus on huonompi
Työergonomia on parempi	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	Työergonomia on huonompi
Työtehokkuus on parempi	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	Työtehokkuus on huonompi
Työmotivaatio on parempi	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	Työmotivaatio on huonompi
Työn laatu on parempi	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	Työn laatu on huonompi

TYÖPISTE

1

2. Havaintoja työskentelystä auton alla lasien kanssa

3. Miten laitetta, sovellusta tai ympäristöä voidaan kehittää?

4. Muita kommentteja

5. Onko lasien käytöllä vaikutusta seuraaviin alueisiin?

+2 -1 0 -1 -2

Työturvallisuus on parempi Työturvallisuus on huonompi

Työergonomia on parempi Työergonomia on huonompi

Työtehokkuus on parempi Työtehokkuus on huonompi

Työmotivaatio on parempi Työmotivaatio on huonompi

Työn laatu on parempi Työn laatu on huonompi

TYÖPISTE

2

6. Havaintoja työskentelystä lasien kanssa

7. Miten laitetta, sovellusta tai ympäristöä voidaan kehittää?

8. Missä työelämän tilanteessa etätuki voisi olla tarpeellinen?

9. Muita kommentteja

10. Onko lasien käytöllä vaikutusta seuraaviin alueisiin?

+2 -1 0 -1 -2

Työturvallisuus on parempi Työturvallisuus on huonompi

Työergonomia on parempi Työergonomia on huonompi

Työtehokkuus on parempi Työtehokkuus on huonompi

Työmotivaatio on parempi Työmotivaatio on huonompi

Työn laatu on parempi Työn laatu on huonompi

TYÖPISTE

3

11. Oliko työhöjeet helppoja ymmärtää?

12. Oliko käsien vapautumisesta työhön apua työn suorittamisen kannalta?

13. Missä työtehtävässä tai työelämän tilanteessa tällainen perehdytys voisi olla hyödyksi?

14. Missä tilanteessa työtehtävän videointi voisi olla tarpeellinen?

15. Muita kommentteja

16. Onko virtuaalitodellisuudessa suoritettavalla työntekijän perehdytyksellä vaikutusta seuraaviin alueisiin?



	+2	-1	0	-1	-2	
Työturvallisuus on parempi	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	Työturvallisuus on huonompi
Perehdytys on tehokkaampaa	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	Perehdytys ei ole tehokkaampaa
Opiskelumotivaatio on parempi	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	Opiskelumotivaatio on huonompi
Osaamisen varmistaminen on parempi	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	Osaamisen varmistaminen on huonompi

TYÖPISTE

4

17. Havaintoja virtuaalitodellisuudesta yleensä

18. Miten laitetta, sovellusta tai ympäristöä voidaan kehittää?

19. Muita kommentteja
