

MAKSUTON MOBIILI AR JA KÄYTTÖKOKEMUS

LAHDEN
AMMATTIKORKEAKOULU
Tekniikan ala
Digitaaliset teknologiat
Opinnäytetyö (ylempi AMK)
Syksy 2018
Annukka Hupli

Lahden ammattikorkeakoulu
Digitaaliset teknologiat, insinööri (ylempi AMK)

HUPLI, ANNUKKA:

Maksuton mobiili AR ja
käyttökokemus

83 sivua, 7 liitesivua

Syksy 2018

TIIVISTELMÄ

Opinnäytetyön tavoitteena on tutkia, millaisia maksuttomia verkkopohjaisia lisätyn todellisuuden (AR) ohjelmia on saatavilla käyttäjille, joilla ei ole ohjelmointikokemusta. Toisena ja kolmantena tavoitteena on tutkia, millaista osaamista tekijältä vaaditaan luomaan AR-sisältöä ja millaista osaamista, ohjelmistoja ja laitteita loppukäyttäjältä vaaditaan katsomaan valmis lopputulos?

Opinnäytetyössä toteutetaan kyselytutkimus, jolla selvitetään, miten ja millaiseksi loppukäyttäjä kokee mobiili AR -tuotannon käytön. Kyselyn kuluessa testiryhmä kokeilee kolmea eri AR-sovellusta.

Tutkimuksessa havaittiin, että AR-materiaalin tekijöille on tarjolla useita verkkopohjaisia AR-ohjelmia, ja että maksuttomat versiot keskittyvät pääsääntöisesti AR:n luomiseen mobiililaitteille. Tekijän taidoista riippuen, ohjelman käytön alkuun pääsee kokeilemalla ja saatavilla olevien ohjeiden avulla. Loppukäyttäjä tarvitsee mobiili AR -tuotannon katseluun internetyhteyden, katselulaitteen, sovelluksen ja target-kuvan.

Mobiili AR sopii muun muassa mainos-, markkinointi-, viihde- ja koulutustarkoituksiin. Muun muassa katselulaitteen ja sovelluksen käytön ohjeistus todettiin tutkimuksessa AR-käyttökokemuksen kannalta tärkeäksi. Sovellusten rajoitukset tulee huomioida valittaessa ohjelmaa, samoin kuin mietittäessä millaista rakennetta AR-tuotantoon ollaan rakentamassa ja mihin tarkoitukseen.

Tutkimuksessa selvisi, että lisätyn todellisuuden suurena haasteena on, kehittääkö ensin laitteita vai sisältöä.

Avainsanat: Lisätty todellisuus, mobiili AR

Lahti University of Applied Sciences
Master's Degree Programme in Digital Technology

HUPLI, ANNUKKA:

Free mobile AR and user experience

83 pages, 7 pages of appendices

Autumn 2018

ABSTRACT

The purpose of the thesis was to study what kind of free web based augmented reality (AR) programs are available to users without programming experience. The second and third goals are to study what kind of know-how is required to create AR content and what skills, software, and devices the end user needs to see the finished result?

The thesis will carry out a questionnaire survey to find out what and how the end user experiences the use of MobileAR production. During the survey, the test group tried three different AR applications.

The study found, that many web-based AR programs are available to material creators, and that free versions focus primarily on creating AR for mobile devices. Depending on the author's skills, getting started with the program can be accessed by experimenting and using the instructions available. The end user needs internet connection, viewing device, application and target image to see MobileAR production.

MobileAR is suitable for advertising, marketing, entertainment and educational purposes. For example, the guidelines for using the viewing device and the application were found to be important for the AR experience in the study. Limitations of applications should be taken into account when selecting AR program, as well as thinking about the type of structure for AR production that is being built and for what purpose.

The study found that a major challenge for augmented reality is whether to first develop equipment or content.

Key words: Augmented reality, Mobile AR

SISÄLLYS

SANASTO

1	JOHDANTO	1
2	AIHE JA TAVOITTEET	2
2.1	Aiheen valinta ja opinnäytetyön tavoitteet	2
2.2	Tutkimuskysymykset	2
2.3	Tutkimusmenetelmät	3
3	HISTORIA	5
4	TODELLISUUSTYYPPEJÄ	8
4.1	VR ja MR	8
4.2	AR eli lisätty todellisuus	10
5	AR KATSELULAITTEET JA -VÄLINEET	13
5.1	Kädessä pidettä AR-laite	13
5.2	Päässä pidettävä AR-laite	14
5.3	Projisoitava AR	20
6	AR JA HYÖTYKÄYTTÖ	22
6.1	Mobiili AR hyötykäyttöesimerkkejä	22
6.2	Esimerkkejä Suomessa tehdyistä AR-tuotannoista	27
6.2.1	AR osana rakennusvalvontaprosessia, PlaySign ja kaupunkisuunnittelua, VTT	27
6.2.2	Monipuolista markkinointimateriaalia ja pistepilvidataa, FlyAR	28
6.2.3	AR-ohjelmistoalusta, Arilyn	29
6.2.4	3D-tulostuksen tulevaisuus -hanke, 3DBear ja OPH	30
6.3	AR-tekniikan tuntemus ja odotukset	31
6.4	AR:n yrityksille tuomia hyötyjä ja haasteita	33
7	AR-SISÄLLÖN LUOMINEN	35
7.1	Arilyn ja ArilynManager	36
7.2	HP Reveal ja Reveal Studio	37
7.3	Zappar ja Zapworks	37
7.4	Muita AR-sovelluksia ja ohjelmistoja	40
8	ARCore JA ARKit	42

9	LISÄTYN TODELLISUUDEN HAASTEET	45
10	KYSELYTUTKIMUS	47
10.1	Tutkimuksen kulku	47
10.2	Kysymykset ja vastaukset	49
10.2.1	Taustakysely	50
10.2.2	Mobiili AR -sovellusten käyttökokemusvertailu	52
10.3	Tutkimustulosten analysointi käyttäjän ja kehittäjän kannalta	65
11	YHTEENVETO	69
	LÄHTEET	74
	LIITTEET	84

SANASTO

Puhuttaessa lisätyn ja virtuaalitodellisuuden luomisesta, on hyvä ymmärtää niiden yhteydessä käytettävien termien merkityksistä ja ominaisuuksista. Taulukosta 1 selviää joitakin AR, MR ja VR -tekniikoihin liittyviä käsitteitä.

TAULUKKO 1. AR/MR/VR -terminologiaa

3D-malli	Tietokoneella luotuja kolmiulotteisia kuvia ja malleja
1D-viivakoodi - Barcode	Nämä ovat tavanomaisia viivakodeja, jotka ovat tyypillisesti joukko järjestettyjä viivoja ja aukkoja. Jokainen viivakoodi koodaa pienen datamäärän, usein tunnistusnumeron. Esimerkiksi Zapcode ja kaupoista tutut EAN-viivakoodit.
2D-viivakoodi - Barcode	Kuten 1D viivakoodit, nämä koodaavat pienen datamäärän. Toisin kuin 1D-viivakoodit, ne järjestävät tiedot tilaan eikä riviin. Tämä tarkoittaa, että ne voivat tallentaa enemmän tietoja kuin 1D-viivakoodi. Esimerkkinä markkinoinnissa paljon käytetty QR-koodi.
360-kuva	Tekniikka, jossa kuvaan on tallennettu koko ympäristö (360 astetta). 360-kuvan katselijat voivat katsoa mihin tahansa suuntaan joko vetämällä ruudulla sormellaan tai liikuttamalla laitetta, joka seuraa käyttäjän liikettä (VR-lasit).
360-video	Kuten 360-kuva, mutta kuva on korvattu videolla.
6DoF	Six Degrees of Freedom, matemaattinen käsite. Jotta voisimme kuvailla täsmällisesti, missä esine on 3D-tilassa, ja millä tavalla se sinne sijoittuu, meidän on tiedettävä kuusi asiaa: kolme numeroa kuvaamaan sen sijaintia (esim. X, Y ja Z tietystä pisteestä) ja kolme kuvaamaan sen pyörimistä (esim. X, Y ja Z astetta eri suuntiin). Termiä käytetään AR:ssa ja MR:ssa, kun laite tietää kohteen, oman tai esimerkiksi ohjaimen, täydellisen sijainnin ja pyörimisen 3D-tilassa. Esimerkkinä HTC Vive.
BIM	Building Information Model - rakennuksen tietomalli, rakennuksen ja -prosessin koko elinkaaren aikaisten tietojen kokonaisuus digitaalisessa muodossa. Tietomalliin liittyy myös rakennuksen geometrian määrittäminen ja esittäminen kolmiulotteisesti havainnollisuuden ja erilaisten simulointitarpeiden vuoksi.
CAD	Computer Aided Design - tietokoneavusteinen malli, voi olla esimerkiksi 2D-suunnitelmapiirroksia tai 3D-malleja.
Cloud Vision API	Sovellusliittymä, jonka avulla voidaan ymmärtää kuvan sisältö hyödyntämällä tehokkaita tietokoneen oppimismalleja. Se tunnistaa ja luokittelee kuvat nopeasti tuhansiksi luokiksi (kuten "kukka"), havaitsee yksittäisiä objekteja, kasvat kuvissa ja lukee kuvien sisältämiä painettuja sanoja. Järjestelmät tallentavat viiteasetukset internetiin, eikä kuvia ja tietoja tarvitse tallentaa kaikkien käyttäjien laitteisiin.

AR/MR/VR -terminologiaa (jatkuu edelliseltä sivulta)

FPS	Frames Per Second, kuvan näyttötaajuus. AR, VR ja MR -teollisuudessa oikea näyttötaajuus on erityisen tärkeä. Useimmat älypuhelin kamerat voivat tallentaa vähintään 30 kuvaa sekunnissa. Tämä on riittävä useimpien videoiden katseluun, mutta VR: lle tai MR: lle suositellaan korkeamman taajuutta, esim. 60 FPS, koska silmät ovat herkempiä kuvataajuudelle, jos video kattaa suuren osan näkökentästä.
GPS	Global Positioning System, globaalinen paikannusjärjestelmän avulla laitteilla on tarkka käsitys asemastaan planeetalla. Sitä käytetään hyvin suuressa määrässä sovelluksia, lentoliikenteestä puhelimesi kartta -sovellukseen. Mobiililaitteen siru käyttää laajaa satelliittien tilaa avaruudessa, jotta sijaintisi voidaan määrittää. Käyttäjä voi määrittää, antaako laitteen käyttää sijaintitietoja.
Gyroskooppi	Monissa älypuhelimissa läsnä oleva anturi, joka voi havaita pyörimisnopeuden (muutokset puhelimen suuntaan) 3D-tilassa. Kiihtyvyyssmittarin antureiden kanssa liitetty gyroskooppi mahdollistaa ohjelmiston näyttämisen 360-kuvana, jonka käyttäjä voi katsoa kääntämällä ja kallistamalla puhelintaan. Vaikka useimmissa älypuhelimissa on gyroskooppi, joissakin alhaisimissa laitteissa voi olla vain kiihtyvyyssmittari ja magnetometri, mikä johtaa erittäin heikkoon 360 asteen kokemuksiin.
IMU	Inertial Measurement Unit, itsenäinen järjestelmä, joka mittaa lineaarista ja kulmaliikettä yleensä gyroskoopeilla ja kiihtyvyyssmittareilla.
IP-osoite	Kun laite on liitetty internetiin, on mahdollista saada lähimain sijainti sen mukaan, missä puhelimesi näkyy internetin globaalissa infrastruktuurissa. Vaikka IP-osoitteen jäljittäminen on huomattavasti GPS-tekniikkaa epätarkempi, sen hyödyntäminen ei vaadi käyttäjän nimenomaista suostumusta.
Kasvojen tunnistus	Face tracking, tietokoneen algoritmi pystyy tunnistamaan ja seuraamaan ihmisen kasvoja 3D-tilassa. Esimerkiksi Snapchatin kasvosuodattimet pystyvät näyttämään virtuaalista sisältöä seurattavan kasvon päällä kuten korvat, hatun, maalatut kasvot ja niin edelleen.
Kiihtyvyyssanturi	Anturi, joka pystyy havaitsemaan 3D-voimat, joita laite tuntee. Sen avulla voidaan havaita, milloin käyttäjä ravistaa laitetta tai pudottaa sen. Kiihtyvyyssmittari, joka on liitetty gyroskooppiin ovat yhdessä keino, jolla älypuhelimet ymmärtävät orientoitumisensa 3D-tilassa.
Kohdekuva - Tracking Image	Kun AR-algoritmit tunnistavat ja seuraavat tietystä kuvaa, sitä kutsutaan usein kohdekuvaiksi
Kuvan tunnistus	Tämä on termi, kun tietokone tunnistaa kuvan referenssikuvien joukosta. Esimerkiksi, kun käyttäjä kohdistaa kameransa ympäröivässä maailmassa olevaan kohteeseen ja kuvan tunnistusalgoritmi tunnistaa kuvan ja antaa kyseiselle käyttäjälle olennaisen sisällön, kuten kuvan yhdistetyn tekstin.
Maantieteellinen sijainti	Geo-location, on sijainti missä olet. Se on koordinaattipari (pituus- ja leveysaste), joka ilmaisee sijaintisi. Mobiililaitteilla on useita tapoja, joilla voidaan selvittää sijaintisi sijainti, kuten GPS tai IP-osoite.

AR/MR/VR -terminologiaa (jatkuu edelliseltä sivulta)

Magnetometri	Anturi, joka tunnistaa magneettikentät. Tämä sallii laitteen tunnistaa maapallon magneettikentän samalla tavoin kuin kompassi, jotta se voi tunnistaa puhelimen suunnan esimerkiksi pohjoiseen tai itään. Magnetometrin anturitiedot yhdistetään usein gyroskooppidatan kanssa, jotta saadaan sulava 360-asteen käyttökokemus.
Mobiili AR	Mobiililaitteen avulla katseltava AR.
OBJ	Tallennusmuoto 3D-malleille, ei sisällä monipuolisesti kaikkia tallennusominaisuuksia, kuten animaatio, varsin toimiva useissa ympäristöissä.
OCR, ICR, OMR	Optinen merkkien tunnistaminen - Optical Character Recognition, on yleisnimi teknologialle, jonka avulla tunnistetaan koneellisesti (OCR) tai käsin kirjoittamalla (ICR) tuotettua tekstiä, tai esimerkiksi kyselylomakkeiden rastitettuja ruutuja (OMR) sähköisesti muokattavaan muotoon.
Open GL	Open Graphics Library, laitteistoriippumaton ohjelmointirajapinta interaktiivisen tietokonegrafiikan tuottamiseen.
Pistepilvi	Tarkkaa mittatietoa, joka kattaa ympäristön pinnat kaikelle näkyvälle pinnalle mitattavalla alueella.
QR-koodi	Katso 2D-viivakoodi.
SDK	Software Development Kit – sovelluskehityspaketti,
Seuranta - Tracking	AR-teknologiassa seurannalla tarkoitetaan sitä, kun järjestelmä ymmärtää objektin tai ympäristön 3D-sijainnin ja pyörimisen. Todellisen ja virtuaalisen informaation täytyy olla tarkasti toisiinsa kohdistettua, jotta informaation yhtenäisyyden illuusio ei hajoaisi. Tietokoneiden visuaaliset algoritmit voivat seurata monenlaisia asioita esimerkiksi kuvia, kasvoja ja ohjaimia.
SLAM	Simultaneous Localization and Mapping, on tekniikka, joka ymmärtää fyysisen maailman ominaispisteiden avulla. Tämä mahdollistaa AR-sovellusten tunnistaa 3D-kohteet ja -näkömät sekä seuraamaan maailmaa ja lisäämään näkymään digitaalisen tiedon.
Spatial Audio	Ääntä, jonka tietokonejärjestelmä pystyy soittamaan käyttäjälle siten, että käyttäjä ymmärtää sen tulevan tietyistä 3D-tilan pisteistä. Käytetään etenkin VR-sovelluksissa lisäämään kokemuksen vaikuttavuutta.
Unity	Pelimoottori, jolla voidaan kehittää kaksi- ja kolmiulotteisia selain-, konsoli- ja PC-pelejä.
Unreal Engine	Pelimoottori, jolla voidaan kehittää kaksi- ja kolmiulotteisia selain-, konsoli- ja PC-pelejä.

AR/MR/VR -terminologiaa (jatkuu edelliseltä sivulta)

Valaistus	Dynaaminen tai reaaliaikainen Tekniikoita, joita tietokoneet käyttävät näyttäessään 3D-sisältöä simuloimaan muuttuvan valaistuksen vaikutuksia kyseiseen 3D-sisältöön.
WebAR	Uusi kehittymässä oleva verkkokehitysalue, joka hyödyntää mobiililaitteitamme AR-kokemusten luomiseen. Tekniikan avulla voidaan luoda AR-kokemuksia, jotka ovat yhtä dynaamisia kuin tyyppillinen verkkosivusto tai verkkosovellus. Käyttäjä ei tarvitse erillistä sovellusta.

1 JOHDANTO

Lisätty todellisuus (Augmented Reality - AR) on varsin uusi digitaalinen esitystapa mille tahansa asialle. Tässä tutkimuksessa tutkitaan, mitä AR tarkoittaa ja miten AR kytkeytyy tutumpaan käsitteeseen virtuaalitodellisuus (Virtual Reality - VR). Tutkimuksessa selvitetään, millaisia maksuttomia AR-ohjelmistoja on saatavilla, ja tutustutaan laitteisiin, joilla lisättyä todellisuutta tarkastellaan. Ohjelmien osalta pyritään löytämään ohjelmia, jotka soveltuvat henkilöille, joilla ei ole ohjelmointikokemusta. Tutkimuksessa kokeillaan kolmea maksutonta internetpohjaista AR-ohjelmaa, joilla kuka tahansa voi tuottaa AR-materiaalia mobiililaitteilla katseltavaksi. Tutkimuksessa tutustutaan erilaisiin olemassa oleviin AR-esimerkkeihin hyöty-, viihde- ja oppimiskäytössä. Tutkimuksessa tehtävän kyselyn avulla kerätään käyttökokemuksia kolmesta mobiili AR -sovelluksesta.

2 AIHE JA TAVOITTEET

2.1 Aiheen valinta ja opinnäytetyön tavoitteet

Oma mielenkiinto AR-tekniologiaa kohtaan pohjautuu media-alan opettajan ja koulutusten suunnittelijan ja tuottajan työtehtäviin. AR:n ympärillä tapahtuu paljon, ja sopivan tiedon ja oikeantyyppisten työkalujen löytämiseen on tarvetta. AR-tuotantojen tekeminen ja katselu vaikuttaa olevan aikaa vievää, vaativaa ja kallista (Mikrobitti 2018; Tecsyt Solution 2018). Yleisesti tiedon etsiminen ja esittäminen on siirtynyt kirjoista, painotuotteista, lyijykynistä ja piirtoheittimistä digitaalisten ja interaktiivisten tekniikoiden käyttöön. Tutkimuksessa etsitään vaihtoehtoisia maksuttomia työkaluja AR-tuotantojen tekemiseen.

Tavoitteena on ymmärtää paremmin lisätyn todellisuuden ohjelmisto- ja laitevaatimuksia, ja tutkia lisätyn todellisuuden käytön mahdollisuuksia etenkin maksuttomien AR-palvelujen kautta. Tutkimuksen yhteydessä tutustutaan tarkemmin kolmeen verkkopohjaiseen AR-ohjelmaan; HP Reveal, ROAR ja Zappar. Jotta AR-kokemuksista saadaan kerättyä tietoa, tutkimuksessa tehdään kysely. Ennen kyselyä, testiryhmän käyttöön laaditaan valituilla kolmella ohjelmalla AR-tuotannot. Testiryhmä tutustuu kaikkiin kolmeen tuotantoon AR-sovellusten avulla ja vastaa kyselyyn.

2.2 Tutkimuskysymykset

Opinnäytetyön tutkimuskysymyksinä ovat:

1. Millaisia maksuttomia verkkopohjaisia AR-palveluita markkinoilla on saatavilla AR-tuotannon luomiseksi?
2. Millaista osaamista tekijältä vaaditaan luomaan AR-sisältöä?
3. Millaista osaamista, ohjelmistoja ja laitteita loppukäyttäjältä vaaditaan katsomaan valmis lopputulos?

Maksuton palvelu on kiinnostava, jotta mahdollisimman moni aiheesta kiinnostunut voisi tutustua aiheeseen syvemmin. Esimerkiksi

oppilaitosympäristössä opettajat tutustuvat opetussisällön ulkopuolelle jääviin asioihin pitkälti oman kiinnostuksen mukaan (Joutsenvirta & Kukkonen 2009, 9).

2.3 Tutkimusmenetelmät

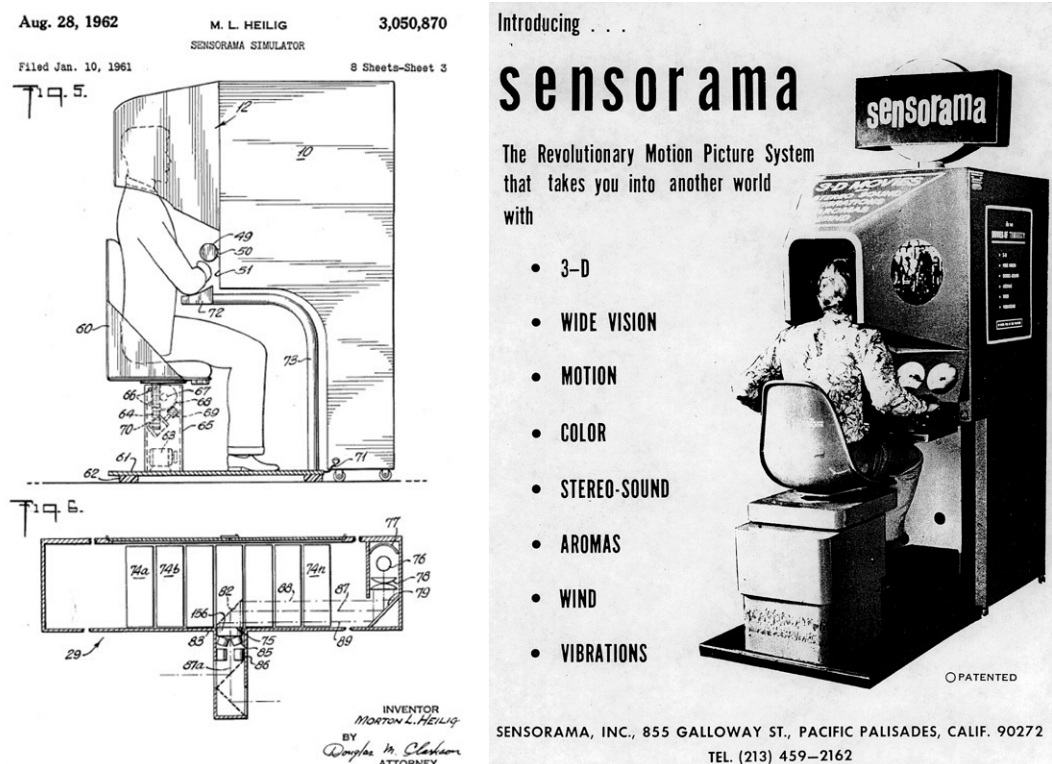
Tutkimusmenetelminä on käytetty kirjallisuustutkimusta, suunnittelutieteistä tutkimusta (Design Science) ja kyselytutkimusta. Kirjallisuustutkimuksen avulla perehdytään aikaisempaan relevanttiin tutkimukseen ja tutustutaan teoriakirjallisuuteen tutkimuskysymysten ympärillä.

Suunnittelutieteinen tutkimus on tietotekniikan tutkimusmenetelmä, joka keskittyy keinotekoisien, erityisesti tietoteknisten komponenttien ja asioiden suunnitteluun ja luomiseen (rakentamisen, mallintamisen, menetelmän, esittäminen tai näiden yhdistelmän muodossa). Tutkimus käsittää innovatiivisen rakenteen luomisen, jota ei ole ennen ollut olemassa ja jota voidaan käyttää ihmisten tarpeisiin. Tutkimusprosessin alkuvaiheessa etsitään ongelma, jolla on käytännön merkitystä. Tämä lähestymistapa pyrkii ratkaisemaan reaali maailman kiinnostuksen kohteena olevan ongelman. (Beck et al. 2012, 637-638.) Tutkimusta sovelletaan tyypillisesti esineryhmiin (mukaan lukien algoritmit), ihmisen ja tietokoneen rajapintoihin, suunnittelumenetelmiin (mukaan lukien prosessimallit) ja suunnittelussa käytettäviin kieliin. Vaishnavi et al. (2004, 1) mukaan suunnittelutieteisen tutkimuksen kahdella ensisijaisella toiminnalla pyritään parantamaan ja ymmärtämään tietojärjestelmien osa-alueiden käyttäytymistä. Näistä ensimmäisellä pyritään luomaan uusia tietoja saadun tiedon tai innovatiivisten asioiden tai prosessien suunnittelun avulla, ja toiseksi kehittämällä näiden toiminnallista suorituskykyä. Menetelmän käyttöä löytyy monilta aloilta, vaikka soveltaminen on merkittävintä tekniikan ja tietojenkäsittelytieteen aloilla. (Vaishnavi et al. 2004, 1.) Tässä tutkimuksessa suunnittelutieteisen tutkimuksen avulla tutkitaan lisätyn todellisuuden ohjelmia, ohjelmien ominaisuuksia, vaatimuksia ja oheislaitteita.

Kyselytutkimuksen avulla tutkitaan vastausta johonkin ongelmaan, johon ei muuten voida saada vastausta. Tässä kyselyssä tutkitaan muun muassa, millaiseksi satunnaisesti valittu testiryhmä kokee mobiili AR:n käytön. Kyselyn analyysi toteutetaan kvantitatiivisesti ja analysoimalla kyselyn sisältöä kvalitatiivisesti.

3 HISTORIA

Lisätyn todellisuuden tekniikoita on tutkittu ja kehitetty 50-luvun lopusta lähtien. Morton Heilig kehitti vuonna 1962 Sensorama-laitteen. Kuvassa 1 nähdään Heiligin mallipiirros ja mainos Sensorama-laitteesta, joka toi käyttäjän ulottuville äänen, tärinän ja hajun. Laite ei ollut tietokoneohjattu, mutta se oli ensimmäinen esimerkki yrityksestä lisätä uusia elementtejä käyttäjäkokemukseen. (IDF 2018.)



KUVA 1. Sensorama-laite (IDF 2018)

Ivan Sutherland, amerikkalainen tietotekniikan tutkija, keksi vuonna 1968 päässä pidettävän näytön, eräänlaisen ikkunan virtuaalimaailmaan (IDF 2018). 1974 Myron Kruegerin Videoplace pystyi analysoimaan ja käsittelemään käyttäjän toimia reaali maailmassa ja muuntamaan ne vuorovaikutuksiksi järjestelmän virtuaaliobjektien kanssa erilaisten esiohjelmointien avulla (Lowood 2018).

1990 tutkija Tom Claudell keksi termin Augmented Reality (Cassella 2009; IDF 2018). 1999 NASA käyttää AR-todellisuutta X-38 -avaruusaluksen navigoinnissa lisäämällä karttatietoja todelliseen näkymään (Wolf 2018).

Ensimmäinen versio vapaasti muokattavasta (open source) ARToolKit -ohjelmistosta julkaistiin vuonna 1999, julkaisijana Hirokazu Kato Naran tiede ja teknologiainstituutista. Ohjelmiston avulla videokuvaan ja kameran liikkeeseen voitiin liittää virtuaalisia interaktiivisesti toimivia objekteja. (AmmattiPEDA 2013; Wolf 2018.)

Australiassa kehitettiin 2000-luvun alussa ensimmäinen mobiili AR -ulkoilmapeli ARQuake (Thomas et al. 2002; IDF 2018). 2000 esiteltiin MagicBook. Billinghurst ja Kato, yhdessä muiden HITLabin kehittäjien kanssa, loivat kirjan, jossa tarina herää eloon animoitujen virtuaalielementtien avulla. Kirjaa katseltiin erillisten lasien avulla. (Shelton 2002.) VTT aloitti Suomessa AR-tekniikan tutkimisen ja kehittämisen vuonna 2001 (Woodward 2018a). Lokakuussa 2008 julkaistiin Android G1 -puhelimelle Wikitude World Browser -sovellus. Sovelluksessa mobiililaitteen kameran avulla selain tunnistaa paikan ja esittää näytöllä lähimpänä löytyvän tiedon, kuten rakennuksia, kartan alueesta ja muuta paikallista tietoa, joita palveluntarjoajat ovat Wikitudeen syöttäneet. (Hauser 2010.)

Ennen vuotta 2010 useimmat AR-sovellukset olivat monimutkaisia ja kalliita järjestelmiä, joita oli hankala käyttää niiden korkeiden kustannusten ja rajoitetun saatavuuden vuoksi (Garzón et al. 2017). 2013 autoteollisuuden huolto-ohjeissa aletaan käyttämään lisättyä todellisuutta (Wolf 2018). 2014 Google lanseeraa AR-lasit (Wolf 2018) ja espanjalainen yritys Mahei tuo markkinoille opetuksellisia lasten sovelluksia (Mahei 2017). Microsoft julkaisee vuonna 2015 HoloLens AR-lasit, jolla todellisuus ja lasin pintaan heijastettu hologrammikuva sekoittuvat yhdeksi todellisuudeksi. Vuonna 2016 AR tuli kuluttajalle tutuksi Pokemon Go -pelin myötä, jossa pelaaja voi nähdä hahmot mobiililaitteensa näytöllä (Wolf 2018). Toinen esimerkki on Snapchat, jossa kuluttaja pystyi vuodesta 2017 alkaen lisätä omaan tosiaikaiseen kuvaan erilaisia virtuaalisia elementtejä, linssejä (Travis 2017). Samanlaisia toimintoja löytyy myös muun muassa Googlen HangOuts-palvelusta, Facebookista ja WhatsAppista. Näissä käyttäjä voi lisätä mobiililaitteen kamerasta näkyvään kuvaan (esimerkiksi oma kasvokuva) valmiita lisävarusteita,

kuten eläimen korvat, hattu, silmälasit tai käyttää suodinta, joka muuttaa tai vääristää kasvojen muotoa, kuten suurentaa silmiä tai suuta. Applen AR-sovelluskehityspaketti (SDK) ARKit julkaistiin kesäkuussa 2017.

Kesällä 2018 markkinoille saapui Magic Leap One -AR-lasit. Laseilla käyttäjä voi tutkia luotua todellisuutta, pelata tai olla vuorovaikutuksessa virtuaaliseen maailmaan niin, että todellisuus taustalla ei peity. Kuvassa 2 nähdään esimerkki Angry Birds -pelinäkymästä ja pelaajasta. (Magic Leap Experiences 2018.)



KUVA 2. Angry Birds -peli ja Magic Leap One -lasit (Magic Leap Experiences 2018)

4 TODELLISUUSTYYPPEJÄ

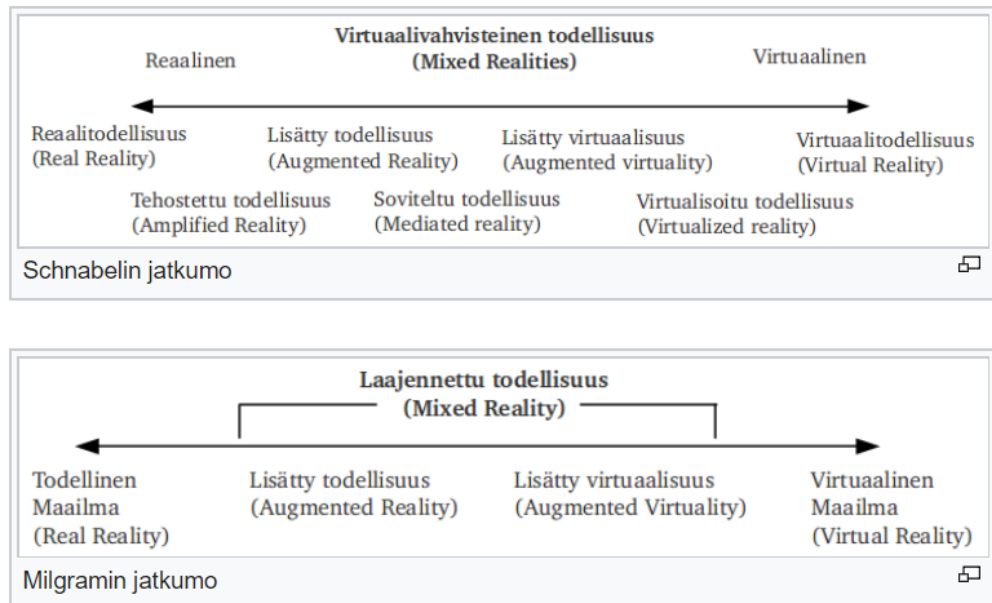
4.1 VR ja MR

Virtual Reality (VR) eli virtuaalitodellisuudella tarkoitetaan kolmiulotteista tietokoneella tuotettua ympäristöä, jossa katsojan maailma on rakennettu digitaalisesti todellisuuden ulkopuolelle, jota katsoja voi tutkia ja olla vuorovaikutuksessa. Virtuaalista ympäristöä tarkastellaan erillisillä lasella, joka sulkee näkymän todelliseen maailmaan. Virtuaalisessa maailmassa katsoja voi esimerkiksi kääntyä ja liikkua todellisessa tilassa, ja samanaikaisesti näkee liikkeen ja sen aiheuttaman muutoksen digitaalisessa ympäristössä. Sovelluksia ohjataan silmien liikkeillä tai erillisillä ohjaimilla. Tarinan kerronta kulkee siis pitkälti katsojan valintojen perusteella toisin kuin esimerkiksi 3D-elokuvissa, jossa katsoja seuraa ennalta määrättyä tarinaa. Yksinkertaisimmillaan virtuaalitodellisuuteen pääsee tutustumaan pahvisen katselulaitteen ja älypuhelimien avulla (kuva 3). Laadukkaampaa kokemusta kaipaavien kannattaa investoida kalliimpiin virtuaalilaseihin löytääkseen kehittyneempiä ominaisuuksia. Pelkät lasit eivät riitä, vaan lisäksi tarvitaan tehokas tietokone. Virtuaalilaseilla katsellaan pelien lisäksi 360-videoita. Hyötykäytössä virtuaalitodellisuutta on hyödynnetty jo 1990-luvulta lähtien hyvin kokemuksiin sotilaskoulutuksessa, lääketieteessä ja muissa vastaavissa tilanteissa, jossa aiheeseen tutustuminen voi olla haastavaa tai jopa vaarallista. (Liu et al. 2017; Ma et al. 2011; VRS 2017; Business Finland et al. 2017.)



KUVA 3. Esimerkki pahvisesta VR-lasista (Sumra 2018)

Mixed Reality (MR) -käyttöliittymät yhdistävät todellisia ja virtuaalisia ympäristöjä eri tavoin. Kuviossa 1 nähdään Scnabelin ja Milgramin jatkumot, joissa molemmissa MR kuvataan siten, että ääripäissä ovat täysin virtuaalinen todellisuus ja todellinen maailma. Näiden välissä, hieman toisistaan eroten, on kuvattu Mixed Reality osajoukkoina, jossa lisätty todellisuus on lähempänä todellisuutta ja lisätty virtuaalisuus lähempänä täysin virtuaalista maailmaa. Jatkumoiden avulla on helpompi hahmottaa, miten todellisuudet liittyvät toisiinsa. (Business Finland et al. 2017; Kohn & Harborth 2018, 2; Wu et al. 2012, 42.)



KUVIO 1. Laajennetun todellisuuden jatkumot

4.2 AR eli lisätty todellisuus

Lisätty todellisuus, englanniksi Augmented Reality - AR, on ilmaisu, jota käytetään kuvaamaan teknologioiden yhdistelmää, joka mahdollistaa tietokoneella tuotetun sisällön reaaliaikaisen sekoittumisen todellisuuteen, toisin sanottuna todellisuuden päälle luotua kuvaa, videota, ääntä tai 3D-malleja (Mullen 2011). Näkymää tarkastellaan läpikatseltavien (see-through) näyttöjen kautta, kuten älypuhelin ja tabletti tai silmälasien omaisen päässä pidettävän näytön kautta (head-worn) tai jonkinlaisena projisointina, heijastettuna kuvana (projective) (Hakkola 2017). Tekniikalla autetaan hahmottamaan tilaa, sen mittasuhteita ja esineiden välisiä yhteyksiä (Siltanen 2015). AR on osa MR-todellisuutta. Lisätyn todellisuuden voi erottaa virtuaalitodellisuudesta (Virtual Reality - VR) siitä, että VR on luotu kokonaan virtuaaliseen ympäristöön ja AR käyttää erilaisia laitteistotekniikoita, jotta nähtävään ja koettavaan todellisuuteen voidaan luoda ja näyttää lisättyä tai tuotua todellisuutta (Mullen 2011).

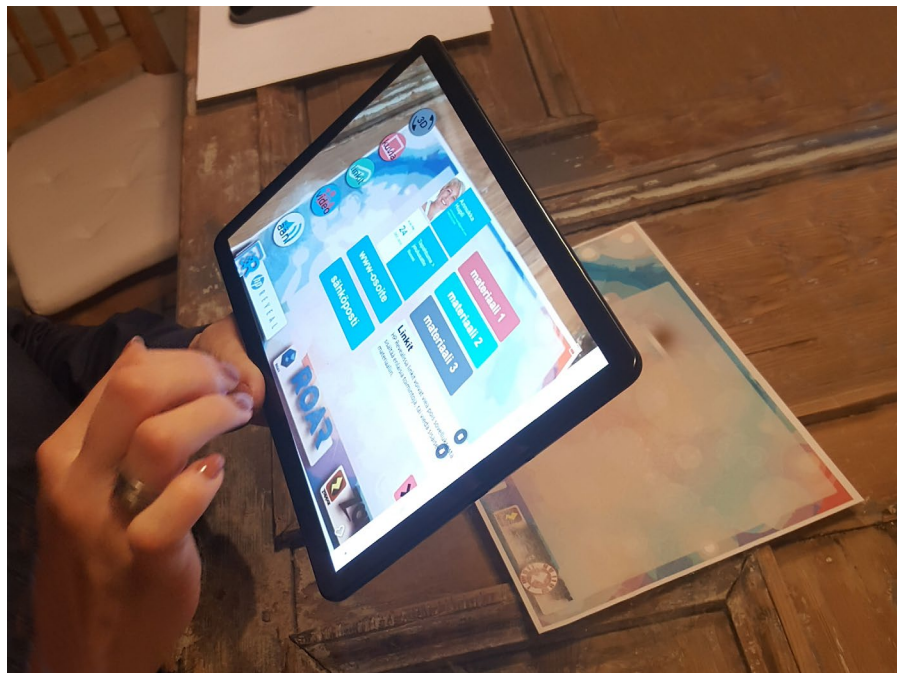
Tämän hetken AR-kokemus ei ainoastaan mahdollista paikkatietoa, katselukulman muutoksia ja digitaalisen tiedon sekoittumista todellisuuteen, vaan se tarjoaa mukaansatempaavan kokemuksen, jossa

näköaistimusta, muiden aistien kanssa, manipuloidaan tavalla, jolloin hyvin uskottavat illuusiot tuntuvat muuttavan todellisuutta. (Wild et al. 2017.)

Mobiililaitteeseen asennettavalla sovelluksella on varsin vaivatonta tutustua lisättyyn todellisuuteen. Reitti lisätyn todellisuuden maailmaan löytyy lähes jokaisen taskusta tai käsilaukusta. Tekesin ja FiVR:n vuonna 2017 julkaiseman tutkimuksen mukaan tällä hetkellä suurin osa suomalaisista lisättyä todellisuutta tuottavista yrityksistä luovat sovelluksia mobiili- tai tabletilaitteille (Suominen et al. 2017).

Ominaista AR-järjestelmille on sen liikuteltavuus, reaaliaikaisuus, suhde kontekstiin, intuitiivisuus eli ymmärrettävyys ja interaktiivisuus (Ma et al. 2011). Mobiili AR -sovellusten avulla käyttäjän ei tarvitse kuvitella miltä jokin tuote tai laitteen osa näyttää tai miten se toimii todellisessa ympäristössä. Käyttäjä voi mobiililaitteellaan asettaa ja nähdä tuotteen tai osan halutussa paikassa, ja jopa todellisessa suhteessa ympäristöönsä nähden aidonnäköisenä. (Softability 2018.) Esimerkkinä käyttäjä voi tutkia auton viallista moottoria parkkipaikalla, nähdä samanaikaisesti sekä kohteena olevan moottorin, että näytölle piirtyvän ohjeen tekstinä ja painikkeita, joita koskettamalla käyttäjä voi valita joko esimerkiksi ohjevideon tai lukea ratkaisun ongelmaan tai yhdistää puhelun ajoneuvon huoltopalveluun.

Lisätty todellisuus tuo täysin uuden ulottuvuuden asioiden visualisointiin ja on tehokas työkalu niin markkinointiin, myyntiin ja suunnitteluun kuin koulutukseenkin (Softability 2018). Kuvassa 4 nähdään esimerkki, kuinka mobiililaitteella, kuvassa tabletti, voidaan tutustua AR-tuotantoon.



KUVA 4. Käyttäjä katsoo mobiili AR -tuotantoa

AR:n katsomiseen tarvitaan katselulaite ja ohjelmisto, joiden avulla virtuaalinen kuva saatetaan katsojalle nähtäväksi. Jotta laitteet tunnistavat, mitä niiden tulee käyttäjälle näyttää, on laitteelle annettava jonkinlainen tieto esimerkiksi paikan tai kuvion avulla. Tällaista todelliseen maailmaan asetettua tunnistuspistettä, jonka suhteen virtuaalisia kohteita sijoitetaan, kutsutaan markkeriksi. Vaihtoehtoisia tunnistamistapoja kuvion lisäksi voivat olla esimerkiksi sijainti, kasvojen tunnistus, 3D-objekti, kuva, IMU (Inertial Measurement Unit), video, CAD-malli, SLAM ja pistepilvi (Tech UTU 2018).

5 AR KATSELULAITTEET JA -VÄLINEET

Elokuviissa olemme jo nähneet elokuvatähtien käyttävän lisättyä todellisuutta. Muun muassa Iron Man, Avatar ja Anon -elokuviissa nähdään esimerkkejä hologrammitekniikasta, AR-laseista ja ihmisen silmän verkkokalvoon heijastetusta kuvasta. Todellisuudessa ei vielä olla aivan näin pitkällä. Lisätyn todellisuuden näyttöteknologiat voidaan jakaa kolmeen kategoriaan:

- kädessä pidettävä (see-through)
- päässä pidettävä (head worn)
- projisoitava (projective)

5.1 Kädessä pidettävä AR-laite

Kädessä pidettävillä laitteilla tarkoitetaan mobiililaitetta eli älypuhelinia ja tablettia. Laitteelta vaaditaan hyvää suorituskykyä ja akunkestoa. Laite ei kuitenkaan itsessään riitä vaan siihen tulee ladata jokin AR-sovellus. Sovelluksia on paljon. Sovellukset ovat maksuttomia, ja ovat ladattavissa Google Play-kaupasta ja Apple AppStoresta, riippuen onko kyseessä Android vai iOS-laite. Windows-laitteille saatavista AR-sovelluksista ei tutkimusta tehdessä otettu kantaa.

Kuluttajien AR-kokemusten odotetaan tapahtuvan pääasiassa älypuhelimilla (Business Finland et al. 2017, 12). AR-markkinoiden kasvu on ollut odotuksiin nähden pettymys (Muikku & Kalli 2017, 3). Vuoden 2017 Mixed Reality -raportissa todetaan, että AR-laitteiden laitteistovaatimukset ovat erittäin korkeat, samoin kuin niiden laatuominaisuusodotukset. Onkin aivan ilmeistä, että parempien laatuominaisuuksien kysyntä, nykyisten laitteistojen rajoitukset ja paine saada laitteet kuluttajille halvemmiksi ja helppokäyttöisemmiksi, ei ole kovin realistinen odotusten yhdistelmä. Niin kauan kuin älypuhelimet ja tabletit eivät ole teknisesti ihanteellisia AR:n käyttöön, ja ennen kuin AR-lasit tulevat halvemmiksi, helppokäyttöisemmiksi, helpommin saataviksi ja saavuttavat merkittävän markkinaosuuden AR-sovellusalustana, AR-

sisältöä suunnitellaan enimmäkseen älypuhelimien käyttäjälle. (Business Finland et al. 2017, 8, 12). Tällä hetkellä ollaan niin sanotussa "muna-kana" -tilanteessa, kumpaa kehittää ensin, laitteita vai sisältöä (Muikku & Kalli 2017, 13).

Digitaalisesta markkinoinnista ja myynnistä Arilynilla vastaava Frida Gullichsen kertoo, että globaalisti yksi suurimpia haasteita on, ettei alalla ole oikeastaan minkäänlaista standardia, vaan tarjolla on valtava määrä yksittäisiin tarkoituksiin tuotettuja AR mobiilisovelluksia. Halutessaan kokea erilaisia AR-elämyksiä, käyttäjän tulee ladata useita eri sovelluksia, mikä voi toisille tuntua liian suurelta vaivalta. Tähän tullee merkittävä helpotus WebAR:n myötä. (Gullichsen 2018.)

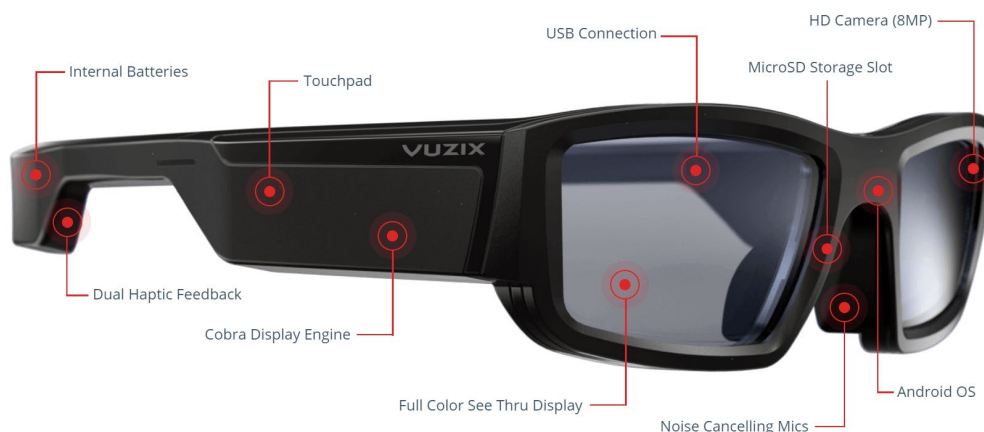
Pitkäaikaisesta AR-päätelaitekäytöstä omat huomiot ovat ergonomiaan ja itse laitteen tekniikkaan liittyviä. Moni AR-tuotanto on suunniteltu toimimaan optimaalisimmillaan vaakasuunnassa, tai etenkin älypuhelimella katseltaessa, näytön koko huomioiden, on käyttäjän kannalta isompaa vaakänäkyä helpompi seurata. Älypuhelimien pitäminen kädessä voi tapahtua yhdellä tai kahdella kädellä. Etenkin vaaka-asennossa samanaikaisesti kosketusnäyttöä käyttäen, voi käsi tai kädet väsyä ja laite jopa pudota. Tähän löytyy erilaisia lisävarusteita sekä mobiili- että tablettilaitteille, joilla laite saada pidettyä tukevammin kädessä. Teknisiä rajoituksia löytyy sisällön ja laitteen suorituskyvyn osalta. Sovellukset eivät toimi optimaalisesti kovin vanhoilla laitteilla. Mikäli näytettävän materiaalin tiedostokokoo kasvaa kovin suureksi, latautuminen on hidasta ja laite kuumenee nopeasti.

5.2 Päässä pidettävä AR-laite

Päässä pidettävät laitteet ovat vielä pitkälti kaukana kuluttajamarkkinahinnoista. Useat valmistajat toivat vuonna 2018 markkinoille yrityskäyttöön suunniteltuja AR-laseja. AR-lasit täydentävät käyttäjän ympärillä olevaa maailmaa heijastaen lasien pintaan erilaista informaatiota 3D-malleista tekstiin ja liikkuvaan kuvaan, todellisuuden näkyessä samanaikaisesti taustalla. Lasien etuna voidaan pitää erityisesti

sitä, että käyttäjältä saadaan vapautettua kädet muuhun toimintaan, kuin laitteen pitelemiseen. Digital Media Finlandin VR/AR markkinaraportissa 2017 kerrotaan IDC:n (International Data Corporation) uskovan, että kaupallisessa markkinasegmentissä parhaat kasvumahdollisuudet löytyvät erityisesti päässä pidettäville AR-laitteille (Muikku & Kalli 2017, 14).

Esimerkkinä yksinkertaisesta AR-lasista, *Vuzix Blade* tuo näkökentän reunaan lisätietoa, mutta ei sisällä kehittyneempiä AR-ominaisuuksia (kuva 5). Lasit toimivat itsenäisenä laitteena, joka voidaan yhdistää langattomasti internetiin. Vuzix Bladen voi liittää myös laitepariksi Androidin tai iPhoneen kanssa Bluetooth-toiminnon avulla. Tällä tavoin saapuvat ilmoitukset, kuvat ja videot voidaan heijastaa AR-laseihin. (Statt 2018.)



KUVA 5. Vuzix Blade AR-lasit (Vuzix 2018)

Magic Leap One -lasit perustuvat Digital Lightfield -tekniikkaan (kuva 6). Laitteessa ei ole perinteistä näyttöä, vaan laitteen fotonikka tuottaa digitaalisen valon eri syvyyksissä ja saumattomasti luonnonvalon kanssa, luoden todellisen tuntuisia digitaalisia objekteja rinnakkain todellisen maailman kanssa. Yritys markkinoi laseja niin markkinointiin, yrityskäyttöön, koulutukseen kuin viihdekäyttöön. Kehittäjille Magic Leap mainostaa LuminSDK-sovellusta omien AR-tuotantojen luomiseen yhdessä Unity ja Unreal Engine -pelimoottoreiden kanssa. (Magic Leap One 2018.) Lasit ovat tulleet myyntiin Yhdysvalloissa kesällä 2018. Laitteen hinta on 2300,00 dollaria. (Virtuaalimaailma 2018.)



KUVA 6. Magic Leap One -AR-lasit (Magic Leap One 2018)

Meta 2 (kuva 7), tarjoaa AR-kokemuksen, jossa on laaja näkökenttä, tehokas optinen moottori kerroksittaisen fotorealistisen sisällön esittämiseen. Meta 2 mahdollistaa holografisen 3D-sisältöä muokkauksen kosketuksella. Meta 2 on ihanteellinen teollisuusyritysten laskennallisesti raskaille sovelluksille. Meta 2 AR -ratkaisut voivat auttaa insinöörejä visualisoimaan ja manipuloimaan virtuaalimalleja suoraan todellisuuden päällä esimerkiksi auto- tai rakennusesimerkeissä, jotka olisivat huomattavasti kalliimpaa jäljitellä todellisessa elämässä. Tai auttaa kouluttamaan uusia lääkäreitä holografisten nukkejen avulla. Meta 2 Augmented Reality Development Kit on tullut markkinoille helmikuussa 2018. Pakettia myydään hintaan 1700,00 euroa. (Metavision 2018.) Käyttäjäkokemuksia lukiessa Metan hyväksi puoleksi mainitaan laajempi näkökenttä kuin Microsoftin HoloLensillä.



KUVA 7. Meta AR-lasit (Metavision 2018)

Microsoftin kehittämä *HoloLens* on AR-laseista tunnetuin (kuva 8). HoloLens on käytännössä lasien sisään rakennettu Windows 10 - tietokone. Kokonaisuuteen kuuluu päässä pidettävä lasit "headset" ja laitteisto hologrammien tuottamiseen ja esittämiseen. Laite projisoi liikkuvia kolmiulotteisia asioita samaan tilaan laitteen käyttäjän kanssa. Laseja ohjataan virtuaalisella napsautuksella vieden etusormi ja peukalo lasien edessä yhteen. Laseihin kehitetään ja on aluksi tarjolla etenkin pelisovelluksia. 360-videoiden ja -elokuvien katseleminen on mahdollista HoloLens-laseilla. Käyttäjälle on mahdollista välittää lasien kautta myös reaaliaikaista tietoa. Esimerkkinä saapuvien ja lähtevien lentokoneiden seuraaminen lentokentän yllä. (Teknavi 2017; CGI Suomi Oy 2018.)

Microsoft HoloLens Development Edition on ensimmäinen täysin itsenäinen holografinen tietokone, jonka avulla voit olla vuorovaikutuksessa ympäristösi teräväpiirto-hologrammeilla (Microsoft 2018).

Microsoftin mukaan HoloLens Development Edition on tarkoitettu kehittäjille, ja hinta tällä hetkellä on 3349,00 euroa (Microsoft 2018).



KUVA 8. Microsoft HoloLens AR-lasit (Microsoft 2018)

Microsoft HoloLensin ympärille on kehitetty erilaisia sovelluksia. Rakentamiseen erikoistunut yritys NCC on kehittänyt laseja ja sovelluksia yhteistyössä Trimblen kanssa. Esimerkkinä NCC havainnollistaa internetsivuillaan rakennusprojektin, joka voidaan suunnittelupöydän 3D-mallista viedä asiakkaan katseltavaksi todelliseen tulevaan ympäristöönsä.

Rakennus näkyy lasella luonnollisen kokoisena reaaliympäristössä. Toisena mainitaan esimerkki, jossa putkimies voi paikantaa pintojen takana kulkevia putkistoja ja etsiä sulkuventtiilin paikan kattopaneelin takaa lasien näyttämän ohjeen mukaisesti. Kolmantena mainitaan esimerkki, jossa sähkömies voi ottaa lasien ja Skype-ohjelman avulla yhteyden avustavaan henkilöön ja saada ohjeita niin puheen kuin hologrammien avulla. (NCC 2018.)

Japanin lentoyhtiön esimerkissä HoloLens-laseja käytetään lentokoneen moottorin polttoainejärjestelmän opettelemisessa. Käyttäjä näkee 3D-mallin edessään, josta voi tutkia kohta kohdalta tärkeimmät moottorin osat, saada ne suurennettuina eteensä, kuulla ohjeet, suurentaa ja pyörittää osia lähempää tarkastelua varten tai saada kohde mittasuhteiltaan oikeaan kokoon ymmärtääkseen kohdetta vielä paremmin (kuva 9). Käyttäjä voi kommunikoida samanaikaisesti kouluttajan tai mahdollisten muiden käyttäjien kanssa. Koulutuspaikkana voi olla käyttäjän oma toimisto, joten muun muassa matkakuluja ei synny lainkaan. (MS HoloLens 2016.)



KUVA 9. HoloLens-lasit koulutusikäytössä (MS HoloLens 2016)

Softabilityn ja Skanskan yhteistyössä syntyi asuntomyynnin- ja markkinoinnin HoloLens-sovellus (Cosson 2018). Sovellus kehitettiin Unity-työkalulla. Ensimmäisessä versiossa käyttäjä pystyi navigoimaan rakennuksen eri tasoilla ja tarkastelemaan tietoja asuinrakennuksesta tai yksittäisestä asunnosta. Näkymään pystyi suodattamaan halutessaan myös vain vapaat myymättömät asunnot. Toiseen versioon oli Cossonin (2018) artikkelin mukaan tulossa useamman käyttäjän liittäminen samaan sovelluksen tilaan, jossa he näkevät ja pystyvät vaikuttamaan sovelluksen toimintaan reaaliaikaisesti. Kolmannessa käyttäjä pystyy muokkaamaan BIM-mallia (Building Information Model) HoloLens-sovelluksessa ja tallentamaan tiedon koneelle. CAD-mallintaja voi myöhemmin päivittää projektiin tallennetun tiedon avulla. Tämä toiminto vaatii erilaisten syöttömenetelmien, kuten näppäimistön ja hiiren integraation HoloLens-laitteen kanssa. Neljännessä tarkoituksena on mahdollistaa useamman laitealustan yhtäaikainen käyttö: yksi käyttäjä käyttää HoloLens-laitetta ja toinen esimerkiksi Microsoft Surface -laitetta (kuva 10). (Cosson 2018.)



KUVA 10. AR-sovelluksen yhtäaikainen käyttö (Cosson 2016)

Kolmen markkinoilla selkeästi mielenkiintoisimman AR-lasivalmistajan laseista, HoloLens, Meta 2 ja Magic Leap One, ei vielä löydy vertailua, josta voitaisiin lukea kokemuksia käyttäjän näkökulmasta. AR-laseja kehittävät myös muun muassa Lenovo, Epson, Daqri, Asux, ODG ja HP.

5.3 Projisoitava AR

Projisoitavassa AR:ssä katselija ei välttämättä tarvitse lainkaan pää- tai kädessä pidettävää laitetta, vaan kuva voidaan projisoida tilaan. *Spatial MRX* -esimerkissä kuva on heijastettu lisälaitteen pintaan, minkä läpi käyttäjä, tässä pelaaja, katsoo. Kuva ei siis leiju ilmassa. Spatial MRX on mobiililisälaite, joka muuntaa puhelimen tai tabletin holografiseksi AR-pelikoneeksi. Laitteen avulla voidaan pelata lautapelejä niin, että pelaaja näkee todellisuuden pelipöydän ja pelimerkit sekä lisälaitteen heijastamana lisätyn todellisuuden kuvaa 3D-pelihakmoina ja liikkeenä. Laitetta liikuttamalla pelaaja näkee pelipöydän haluamastaan kuvakulmasta. MRX-telineeseen sisältyy integroitu kamera, joka seuraa pelinappuloita esittäen niiden avulla reaaliajassa interaktiivisia hahmoja ja objekteja. Pelaajia voi olla samanaikaisesti yksi tai useita, ja he näkevät pelikentän jokainen omasta pelikulmastaan (kuva 11). (Kickstarter 2018.)



KUVA 11. Spatial MRX -laite ja pelaajia (Kickstarter 2018)

Pelatakseen MRX-laitteella, laitteen tulee olla kytkettynä sähköverkkoon.

Lisäksi tarvitaan mobiililaitte, joka on kytketty WiFi-verkkoon.

Tämänhetkiset laitteistosuositukset ovat:

- iPhone 6 tai uudempi
- iPad 2 tai uudempi
- Android-puhelin, jossa Android 4.4 tai uudempi. Esimerkiksi: Samsung Galaxy S6 tai uudempi
- Android-tabletti, jossa Android 4.4 tai uudempi. Esimerkiksi: Samsung Tab S2 tai uudempi

Kickstarter-sivuston mukaan kymmenen studiota kehittävät jatkuvasti uusia pelejä Spatial MRX -laitteella pelattavaksi. Tällä hetkellä peleistä löytyy muun muassa taktiikka- ja strategiapelejä, esterata, tarkkuuspeli ja korttipeli. (Kickstarter 2018.)

Kahden laitteen paketin hinnaksi ilmoitetaan 110,00 dollaria. Paketti pitää sisällään vain lisälaitteen, ei puhelinta tai tablettia. Arvioitu toimitusaika laitteille on maaliskuussa 2019. (Kickstarter 2018.)

*“Itse asiassa aitoja hologrammeja ei voi projisoida ilmaan, vaan tarvitaan vähintään joku sumun tai hienojakoisen pölyn kaltainen väliaine sirottamaan valo halutulla tavalla”,
- Jukka-Tapani Mäkinen, tekniikan tohtori ja erikoistutkija, VTT (Kangasniemi 2016).*

6 AR JA HYÖTYKÄYTTÖ

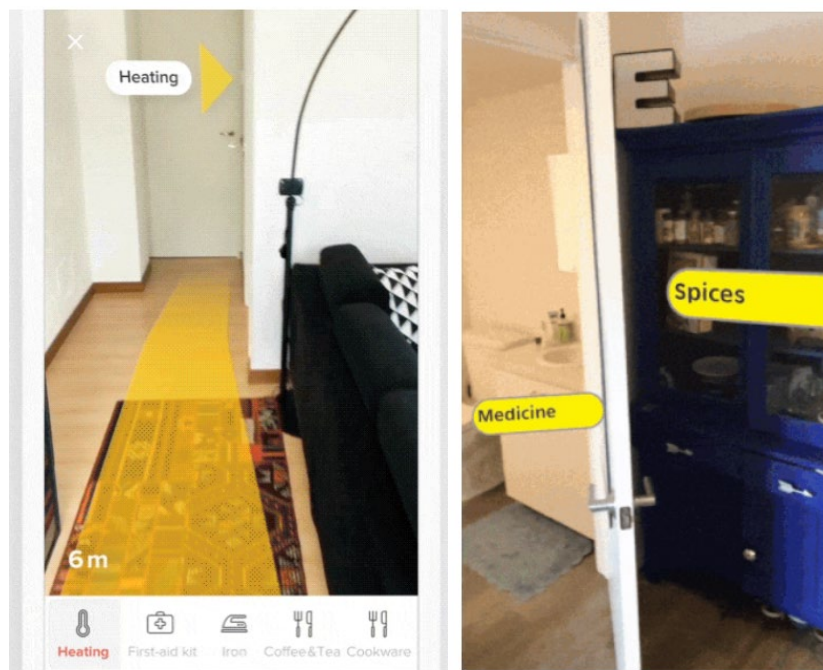
Virtuaalitodellisuutta on käytetty monilla aloilla hyötykäytössä jo varsin pitkään sen olemassaoloon nähden. Lisätty todellisuus tulee vauhdilla perässä ja AR-markkinoiden ennustetaan kasvavan jopa nopeammin kuin VR-markkinoiden (Woodward 2018b; Muikku & Kalli 2017, 12).

Yritykset ovat heräämässä lisätyn todellisuuden olemassaoloon. Esimerkkejä käytöstä ei kuitenkaan vielä ole niin paljoa, että AR olisi kaikkien huulilla. AR:n käytön uskotaan ottavan suuren harppauksen seuraavan kahden vuoden aikana etenkin mainonnan ja markkinoinnin saralla. Lisätyn todellisuuden avulla on helppo demonstroida tuote tai palvelu ja tuottaa asiakkaalle ”WAU”-efekti missä vain ja milloin vain. Markkinoinnin lisäksi toinen kasvava AR-alue on koulutus. AR mahdollistaa tiedon antamisen asian oikeassa ympäristössä, tai vaarallisen työtehtävän harjoittelun turvallisesti. Esimerkkejä löytyy jo muun muassa lääketieteen, rakennusteollisuuden ja teknologian parista. Woodwardin esityksessä ennustetaan, että AR ja VR ovat osa jokapäiväistä elämää 5-10 vuoden kuluessa (Woodward 2018b).

6.1 Mobiili AR hyötykäyttöesimerkkejä

Airbnb:lle kehitettiin AR-talo-opas. Suunnittelija Izil Uzun loi AR-konseptin, joka auttaisi Airbnb-vieraita tutustumaan asunnon toimintoihin virtuaalisten muistilappujen avulla. Sen hetkisillä ohjelmistotyökaluilla ei ollut mahdollista toteuttaa konseptia, sillä ne asettivat mielivaltaisen (0,0,0) pisteen puhelimen sen hetkiseen paikkaan ja sijoittivat kaiken sisällön näkymään suhteessa tuohon pisteeseen. Asiantuntijaryhmä otti haasteen vastaan, ja vuoden kehitystyön jälkeen ratkaisivat ongelman. Työn tuloksena syntyi sovelluskehityspaketti (SDK), jonka avulla kehittäjät voivat luoda pysyviä AR-peittokuvia mille tahansa fyysiselle tilalle. Tätä kutsutaan nimellä Placenote SDK. Aina kun käyttäjä avaa sovelluksen, Placenote tunnistaa sijainnin. Airbnb:lle luotu toteutus rakennettiin ARKit ja Placenote SDK:ta käyttäen. Kuvassa 12 näkyy, miten Airbnb-vierailija voi tutustua asunnosta tehtyyn lisätyn todellisuuden talo-oppaaseen. Liikkumalla

asunnossa, sovellus tunnistaa sijainnin ja tarkan paikan ja näyttää näytöllä asunnon vuokraajan toimesta lisätyt muistilaput. Sisältöön voidaan lisätä ainakin tekstiä ja videota. (Mathew 2018.)



KUVA 12. Airbnb:n AR-talo-opas (Mathew 2018)

Ikea julkaisi syksyllä 2017 *IKEA Place* -sovelluksen, jonka avulla kuluttajat näkevät tarkkaan, miltä yli 2 000 huonekalua näyttäisi juuri heidän kotonaan (kuva 13). Käyttäjä voi valita haluamansa huonekalun sovelluskatalogista, ja asettaa sen mobiililaitteen avulla haluamaansa todelliseen näkymään. (Dasey 2017.)



KUVA 13. IKEA Place -AR-sovellus (Dasey 2017)

Tanssiaskelia voi harjoitella iOS-laitteelle tehdyllä *Dance Reality* -sovelluksella. Puhelimen näyttöön ilmestyy soolo- tai paritanssijan askelmerkit, joiden perässä, musiikin tahdissa, voi harjoitella eri tanssien askelkuvioita (kuva 14). (Dance Reality App 2017.) Käyttäjän tulee pitää mobiililaitetta kädessään ja samanaikaisesti suunnata kameran etsin kohti jalkoja, nähdäkseen ohjeet ja omat liikkeensä.



KUVA 14. Dance Reality -AR-sovellus (Dance Reality App 2017)

ASK Mercedes on ilmainen mobiilisovellus, jota käytetään Mercedes-Benz E- ja S-luokan sedan-tuotteiden tukena. Sovellus mahdollistaa asiakkaan tutustua autoonsa chat-bottien tai lisätyn todellisuuden avulla. Käyttäjä osoittaa mobiililaitteella autonsa kojelaudan paneeleihin selvittääkseen, miten niitä käytetään (kuva 15). (Vuforia 2018.)



KUVA 15. Ask Mercedes -AR-sovellus (Vuforia, 2018)

Matkailussa ja kaupanalalla lisättyä todellisuutta on hyödynnetty erilaisissa projekteissa muun muassa kielikäännösten apuna, navigointiapuna ja tuotteiden ja tuotesisällön tiedon havainnollistamisessa, virtuaalisena opastuksena liiketilan, hotellin ja huoneiden esittelyssä. Opastus voi tapahtua esimerkiksi kartan tai kuvan päälle ilmestyvien erilaisten tietojen avulla, kuten teksti, kuva, ääni ja video. Kieliongelmissa voidaan kuvata kylttejä tai ruokalistoja. Kääntäjä lukee tekstin ja antaa vastauksen valitulla kielellä kirjoitettuna tekstinä. Navigoinnissa voidaan laitteen tunnistamassa paikassa näyttää esimerkiksi ohjenuolia ja ääniohjeita, mihin suuntaan käyttäjän on kuljettava saavuttaakseen haluttu määränpää. Kohde-esittelyissä voidaan lisätyn todellisuuden avulla visualisoida miltä siellä näyttää ja mitä sieltä voi löytää. (Aisle411 2018; Augray 2018; LIL 2018.)

Virtuaali- ja lisättyä todellisuutta hyödynnetään monilla koulutusalueilla esimerkiksi kemian, tähtitieteen, anatomian, arkkitehtuurin, kielten (Mondly 2018) ja taiteen opiskelussa tai muussa tutkimuksessa, jossa graafinen, simuloiva tai 3D-malli voi parantaa ymmärtämistä. Lisätyn tiedon tarkoitus on rikastuttaa alkuperäistä ilmiötä sellaisilla tiedoilla, jotka helpottavat niiden hahmottamista ja ymmärtämistä ja mahdollistaa kaikkialla tapahtuva oppiminen. Esimerkkejä lisätyn todellisuuden hyödyntämisestä ovat historiallinen perintörakentaminen, teollisuusprosessien operaattoreiden koulutus, järjestelmän ylläpito tai matkailijoiden vierailut museoihin ja muihin historiallisiin rakennuksiin. (VRS 2017; Salmi et al. 2012; Wu et al.

2012, 43.) AR:n käyttö mahdollistaa esimerkiksi tieteellisten ilmiöiden kokemisen, joka ei ole mahdollista reaali maailmassa, esimerkiksi kemiallisten reaktioiden tutkiminen (Wu et al. 2012, 43). Ennen vuotta 2010 useimmat AR-sovellukset olivat monimutkaisia ja kalliita järjestelmiä. Vaikka joitain yrityksiä AR-sovellusten luomiseksi opetuskäyttöön on ollut, niin vasta mobiililaitteiden ja tablettien ilmestyminen saivat tutkimusyhteisön kiinnostuksen, ja laajentuivat ympäri maailmaa yhdessä mobiililaitteiden käytön kanssa. Nyt AR ja mobiililaitteet ovat juurtumassa osaksi oppimisympäristöjä. (Garzón et al. 2017; Wu et al. 2012.)

Toukokuussa 2018 Turussa järjestetyssä Suomen Palopäälystöliiton ja pelastuslaitosten järjestämässä turvallisuuskoulutuksen ja -viestinnän tapahtumassa Softability Group Oy esitteli AR-tekniikan käytön mahdollisuuksista palo- ja pelastustehtävissä ja henkilöstön koulutuksessa. Yritys innovoi tapahtumassa yhdessä palopäälystön kanssa, millaisiin tarkoituksiin virtuaali- ja lisättyä todellisuutta voi tulevaisuudessa hyödyntää:

- palo- ja pelastushenkilöstön kouluttaminen
- pelastustyötehtävien simulointi
- etäneuvonta ja palotarkastukset
- työn ohjeistus, ohjeiden visualisointi
- pelastus- ja ensihoitotehtävissä esimerkiksi ohjeet, kuvat ja turvallisuusvaroitukset
- paikannus ja reittien optimointi
- laitteiden huolto ja ylläpito sekä käytön koulutus

(Jauhola 2018.)

Samantyyppisiä innovointitilaisuuksia tarvitaan, jotta asiakasyritykset ja AR-ammattilaiset löytävät yhteisen sävelen niin käyttäjien tarpeita ajatellen, kuin teknologian kehittymisen kannalta.

Tekniikka ja talous -lehden artikkelissa, ”Turvallisuutta teollisuuden palveluihin” 5.10.2018, Keränen kirjoittaa, kuinka Kemira pyrkii

hyödyntämään AR ja VR -tekniikoita muun muassa nopeuttamaan henkilöstön sisäänajoa. Tämä voisi tarkoittaa esimerkiksi onnettomuustilanteiden ja huoltotilanteiden simulointia ennen todelliseen ympäristöön siirtymistä. Niin AR:n kuin muiden MR:n teknologoiden katsotaan olevan omiaan parantamaan teollisten palvelujen turvallisuutta ja tehokkuutta. (Keränen 2018.)

6.2 Esimerkkejä Suomessa tehdyistä AR-tuotannoista

Teollisuus ja tekniikan alat näyttävät ottaneen AR-tekniikan positiivisesti vastaan, ja näiltä aloilta löytyy jo mielenkiintoisia esimerkkejä arkipäivän hyötykäyttöön. Suomessa tehdyssä tutkimuksessa mainitaan 60 yritystä, jotka toimivat vuonna 2017 virtuaali- ja lisätyn todellisuuden parissa. Näistä yksi neljäsosa tekee sekä AR että VR-tuotantoja, ja kuusi keskittyy yksistään AR-tuotantoihin. Kaikki tutkimuksessa mainitut yritykset ovat varsin nuoria. Vain 33% yrityksistä on toiminut yli 5 vuotta. (Muikku & Kalli 2017, 17-18.)

6.2.1 AR osana rakennusvalvontaprosessia, PlaySign ja kaupunkisuunnittelua, VTT

PlaySign ja Oulun rakennusvalvonta ja kaavoitus ovat olleet mukana hankkeessa ”Virtuaalitekniikoiden (AR/VR) nopeat kokeilut kaavoitushankkeissa rakennusluvan käsittelyssä”. Hankekokeilu oli BusinessOulun ja 6Ajan järjestämä. PlaySign-yritys lähti tutustumaan hankkeen puitteissa, kuinka AR toimii rakennusvalvonnassa. Talven ja kevään 2018 aikana yritys tutki, voidaanko AR-tekniikkaa sovitaa osaksi suunnittelijoiden ja sidosryhmien arkea ja luoda kaupalliseksi tuotteeksi yritykselle. Toiseksi tutkittiin, onnistuuko teknisesti yksinkertainen AR-sisältö katseltavaksi käyttäjien omilla mobiililaitteilla. Raportista käy ilmi, että tutkimus jäi vielä kesken ja jatkotutkimuksessa on tarpeellista tutkia jäljittämisen toiminnasta eri valo- ja sääolosuhteissa, ja käyttökokemuksista, kun käyttäjä käyttää sovellusta itsekseen eri olosuhteissa. Yritys sai kuitenkin selville, että AR voi tuoda lisäarvoa lähes

kaikissa ratkaisuisa, varhaisen vaiheen suunnittelusta rakennuksen käytönaikaisiin palveluihin. (PlaySign 2018; Alatalo 2018.)

VTT mahdollisti Billnäsissä kunnanpäättäjien tarkastella maastossa AR-teknologiaa hyväksikäyttäen, miltä suunnitteilla oleva hotelli autenttissessa maisemassa näyttää. Osallistujat käyttivät mobiililaitteita.

Käyttjähaastattelun perusteella kokemus oli positiivinen. Vastaavia projekteja VTT:llä on ollut muun muassa Hotelli Clarion Jätkäsaarella, ja kiinteistömarkkinoinnin puolella Kirkkonummen Sarvvikissa uudiskohteeseen tutustuminen yhteistyössä Westpro Oy:n kanssa, sekä paikallisille asukkaille mobiililaitteiden avulla Koskelan sairaalan rakennussuunnitelmavaihtoehtojen esittely 2014. Woodward (2018a) toteaa, että kaikissa tilanteissa sekä suunnittelijat että asiakkaat hyötyvät ominaisuudesta, jossa 3D-malleja voi tarkastella autenttissessa ympäristössä. (Woodward 2018a.)

6.2.2 Monipuolista markkinointimateriaalia ja pistepilvidataa, FlyAR

Etenkin markkinointimateriaaleissa lisätyn todellisuuden käyttöön erikoistunut FlyAR on tuottanut usean vuoden ajan mukaansatempaavaa 2D ja 3D -pohjaista AR-sisältöä asiakkailleen. Yritys tekee tuotantoja ZapWorks-alustalla. Yrityksen tuotannoissa on ideana, että asiakkaan painetusta materiaalista luetaan Zappar-sovelluksella yksilöity target-kuva ja kuva herää eloon katsojan näytöllä. Materiaaleissa on nähtävillä monipuolisesti videota, ääntä, kuvaa, inforuutuja, 3D-malleja ja 360-videota.

Esimerkkinä FlyAR on tehnyt Destialle monisivuisen "augmentoidun" esitteen (Destia Esite 2018). Katselusovelluksen avulla esitteen sivuilta löytyy videoita ja linkkejä artikkeleihin. Sisältöön on saatu mahdutettua paljon enemmän tietoa ja vaikuttavuutta, kuin pelkkään painettuun esitteeseen. Paikkatietokeskukselle FlyAR loi tuotannon, jossa havainnollistetaan miten pistepilvidataa voi luokitella eri luokkiin (FGI 2017). Käyttäjä näkee pistepilven kolmiulotteisena pilvimassana, ja voi valita mitkä pistepilviluokat ovat näkyvissä. Alla olevassa kuvaparissa

nähdään, miltä katsoja näyttää ulkopuolisen silmin katsellessaan tuotantoa ja mitä tämä näkee lasien kautta (kuva 16). Katselulaite poikkeaa VR-laseista sillä, että AR-laseissa katsojalta ei peitetä kokonaan näkyvyyttä lasien ulkopuolelle, vaan todellisuus on näkyvissä koko ajan. Kuvan 16 esimerkissä katselijalla on käytössä ZapBox-headset ja ohjain. Ohjaimella käyttäjä voi vaihtaa näkymää. (Tihveräinen 2018; FlyAR 2018.)



KUVA 16. AR-headset, ohjain ja ZapBox-näkymä (FGI 2017; FlyAR 2018)

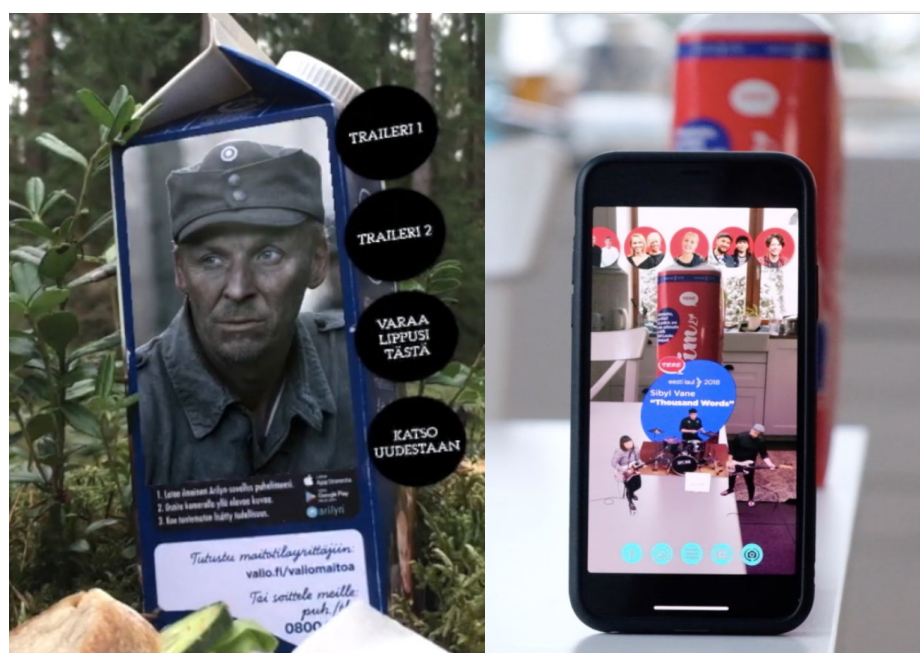
6.2.3 AR-ohjelmistoalusta, Arilyn

Arilyn on Robus North Oy:n toiminimi, jolla yritys paremmin tunnetaan AR-markkinoilla. Yritys tarjoaa AR-tuotantopalvelukokonaisuuksia ja kehittäjille AR-ohjelmistoalustan, Arilyn Managerin. Kuluttajille on oma ladattava sovellus Arilyn, jolla tuotantoja katsellaan. Yrityksen kohderyhmänä ovat markkinoinnin, median ja viihteen alalla toimivat yritykset.

Arilyn Manager -palvelu mahdollistaa AR elämysten toteuttamisen graafisen ja helppokäyttöisen käyttöliittymän avulla, eikä käyttäjällä tarvitse olla lainkaan ohjelmoinnin kokemusta. Arilyn Manager on geneerinen AR alusta, millä pystyy luomaan ja editoimaan monenlaista AR sisältöä.

Frida Gullichsen Arilynilta sanoo, että asiakkaiden AR-tietoisuus on kasvanut hurjasti. Reilu vuosi sitten myynti otti pääsääntöisesti yhteyttä itse potentiaalsiin asiakkaisiin ja ehdotti että kävisivät kertomassa mitä AR on ja miten se voi auttaa asiakkaita. Tänä päivänä asiakkaat ottavat itse suoraan yhteyttä ja kysyvät hyvinkin yksityiskohtaisia kysymyksiä AR-kampanjoiden toteuttamisesta. (Gullichsen 2018.)

Arilyn on tehnyt ainakin kaksi AR-tuotantoa maitotölkkiin (kuva 17). Syksyllä 2017 oli mahdollista tutustua Arilyn-sovelluksella maitotölkin kyljestä Tuntematon Sotilas -elokuvaan. Sovelluksen avulla kuluttaja pääsi tutustumaan elokuvan trailereihin ja mahdollisuuden varata lippuja elokuvaan sovelluksessa olevan linkin kautta. Eestiläinen maitoyhtiö Tere julkaisi AR-kampanjan lisäksi maidon myyntiä. Maitotölkin kyljestä pystyi seuraamaan Eesti Laul -festivaalien osaanottajien lyhyitä musiikkivideoita. Kampanjan aikana maidon myynti nousi 34%. (Arilyn 2018.)



KUVA 17. AR-tuotannot maitotölkin kyljessä (Arilyn 2018)

6.2.4 3D-tulostuksen tulevaisuus -hanke, 3DBear ja OPH

Vuonna 2017 käynnistettiin OPH:n (Opetushallitus) rahoittama hanke, jossa tavoitteena oli saada koulujen toimintakulttuuriin näkyvämmäksi osallistaminen ja aktiivisen kansalaisen teema. Hankkeella myös kehitetään uusiin opetussuunnitelman perusteisiin pohjautuvia oppimisympäristöjä ja pedagogiikkaa perusopetuksessa. Sisällöksi valittiin oppilaiden osallistaminen oman ympäristön kehittämiseen lisätyn todellisuuden ja 3D-tulostuksen avulla. Yhteistyökumppanina toimi suomalainen yritys 3DBear. (3DBear 2017; OPH 2017.)

3D-tulostus ja lisätty todellisuus ovat erinomaisia apuvälineitä osallistaa oppilaita oman rakennetun ympäristönsä suunnitteluun – on kyse sitten kouluympäristöstä tai kunnasta. 3D-tulostus ja AR mahdollistavat erilaisten ratkaisujen A) mallintamisen, B) visualisoinnin ja C) vaihtoehtoista käytävän osallistavan keskustelun. Tätä kautta oppilaat voivat tehdä myös ehdotuksia asiantuntijoille.

Lisätyllä todellisuudella on puolestaan potentiaali muuttaa sitä tapaa, millä ihmiset ovat yhteydessä rakennettuun ympäristöön.

(3DBear 2017.)

Hankkeeseen osallistujat pääsivät itse suunnittelemaan huonetilan ja testaamaan näitä oikeassa ympäristössä AR-välineiden avulla. Huonetilat myös tulostettiin 3D-tulostimella, jolloin lisätty todellisuus konkretisoitui osallistujalle. (3DBear 2017.)

6.3 AR-tekniikan tuntemus ja odotukset

AR-ratkaisut eivät ole tavanomaisia ohjelmistojärjestelmiä, kuten tietokone-, web- tai mobiilisovelluksia, vaan niistä löytyy erilaisia, ei-standardoituja toimintamalleja sekä erilaisia käyttöliittymiä. 2017 julkaistussa tutkimuksessa ”Technology Acceptance of Augmented Reality and Wearable Technologies” tutkittiin AR-tekniikan vaikuttavuutta ja käyttökokemuksia. Kyselyyn vastanneista 33 henkilöstä valtaosa oli 25-44-vuotiaita miehiä. Vastajat olivat pääosin avaruusteollisuudesta ja opetuskentältä, loput luokittelivat ammattialansa kuljetuksen, tuotekehittelyn, teollisuuden tai lääketieteellisuuden pariin. Osallistujien työtehtäviin kuului ylläpitoa, mediaa, tietotekniikan konsultointia ja tietoliikennepalveluja. Suurin osa kyselyyn osallistuneista olivat loppukäyttäjiä tai tutkijoita, ja joitain johtajia, kehittäjiä tai kouluttajia. (Wild et al. 2017.)

Wild et al. tutkimuksen johtopäätöksissä lisätyn todellisuuden käytön omaksumisesta todetaan, kuinka vastajat odottivat yleisesti innolla AR:n käyttöä tai olivat neutraaleja asiasta ja aikoivat käyttää AR:a jokapäiväisessä elämässään. AR:n opittavuudesta vastajat olivat melko

neutraaleja, sillä sen koettiin olevan lähellä nykyisiä käytössä olevia teknologioita, ja olivat yhtä mieltä siitä, että vuorovaikutus AR:n kanssa on yleisesti selkeää ja ymmärrettävää. Vastajilla ei välttämättä ollut saatavilla vaadittavia resursseja käyttää AR-teknologiaa, mutta enemmistö piti työskentelystä AR:n kanssa, tuntematta kuitenkaan olevansa riippuvaisia sen käytöstä. Vastajat eivät nähneet AR-teknologiaa vakiotyökaluna, vaan pikemminkin työkaluna edelläkävijöille. Laitteiden ja sovellusten yhteentoimivuutta pidettiin erittäin tärkeänä asiana, ja vastajat olivat hieman huolissaan valinnan vapauden puutteesta. Vastajat pelkäsivät suuria integrointikustannuksia AR-ratkaisuille. Yksityisyyteen ja turvallisuuteen liittyvien näkökohtien osalta, toisin sanoen siitä, mitä AR mahdollisesti kertoo käyttäjän toiminnasta tai sijainnista, vastajat olivat melko neutraaleja. Vastajat olivat neutraaleja prosessista, jota tarvitaan AR-teknologian omaksumiseen. Saatavan hyödyn osalta vastajat olivat jonkin verran halukkaita uskomaan tuottavuuden ja tarkkuuden lisäämiseen ja palautteen hyödyntämiseen tehtävän suorittamisen jälkeen. Muiden ihmisten aiheuttamasta sosiaalisesta paineesta lisätyn todellisuuden käyttöönottoon suhteen vastajat olivat melko neutraaleja. Suurimmalla osalla vastaajista ei ollut kokemusta AR:n käytöstä, osa käytti AR:ä harvoin, ehkä kerran kuussa tai parissa viikossa ja vain harvat käyttivät AR:ä säännöllisesti. (Wild et al. 2017.)

Samassa tutkimuksessa todetaan, että käyttäjien varustamiseen tarvittaviin resursseihin ja laitteisiin on kiinnitettävä erityistä huomiota, kuten myös päivitys- ja päivitystoimenpiteiden hallintaan. Integrointi vanhojen järjestelmien kanssa on suuri huolenaihe, joten AR:n käyttöönotossa on luotava liitännät, joilla varmistetaan, että uudet ratkaisut sopivat saumattomasti nykyisiin laitteistoihin ja ohjelmistoihin. Vastausten perusteella todetaan, että on tärkeää varmistaa AR-ratkaisujen täyttävän käyttäjien odotukset ja toiveet. Jos odotukset eivät täyty, uuden teknologian omaksuminen kärsii. Tämä edellyttää vahvaa positiivista käyttäjäkokemusta ja käytettävyyden ja hyödyllisyyden mittaamista. Kokemuksen puute ja teknologian vierastaminen antaa viitteitä vahvan esimerkin tarpeesta. AR-teknologian käytön lisääntyessä odotuksena

kuitenkin on, että samalla vertaispaine teknologian käyttöön kasvaa. Yksityisyyteen ja turvallisuuteen liittyvien asioiden osalta tutkimuksen tekijät pitivät yllättävänä, ettei tätä koettu kovinkaan merkityksellisenä kohtana, mikä osoittaa teknologialle altistumisen puutetta. Tekijät suosittelivat tietosuojaa ja tietoturvaan koskevien yksityiskohtien laatimista ammattilaisten kanssa. (Wild et al. 2017.)

6.4 AR:n yrityksille tuomia hyötyjä ja haasteita

Kuten aiemmin on todettu, AR voidaan ottaa hyötykäyttöön niin markkinoinnissa, koulutuksessa kuin monessa muussa tarkoituksessa. Näiden varjolla hyödyiksi voidaan suoraan mainita mainonnan kautta tuleva mielikuva yrityksestä uuden teknologian hyödyntäjänä ja itse hyöty uutena kanavana kuluttajille. Tuotteita ja palveluita voidaan visualisoida kuluttajille entistä helpommin. Koulutuksessa ollaan vielä alkutaipaleella materiaalien tuottamisen suhteen, mutta tekniikka antaa monipuoliset mahdollisuudet saattaa koulutustilanteet lähemmäs työntekijöitä vaikuttavammin missä vain ja milloin vain edellyttäen, että teknologia on aidosti saatavilla. Kouluttautujan aktivointi ja motivointi tuo yrityksille monesti päänvaivaa. AR ja pelillistäminen voivat tuoda tähän positiivisen vaihtoehdon. Huollon ja palvelun tuki voidaan saattaa AR-teknologian avulla uudelle tasolle. Ohjeet voidaan saada paikan päällä todelliseen tilanteeseen lisättynä.

Sanni Siltanen (2018) Kone Oy:stä mainitsee seminaarikalvoissaan viisi hyvää syytä käyttää lisättyä todellisuutta teollisuuden kunnossapidossa. Ensimmäisenä hän mainitsee, että visuaalista tietoa on helppo ymmärtää. Toiseksi AR:n mahdollistavan helpon pääsyn asiayhteyteen ja ajankohtaiseen asiaan liittyviin tietoihin. Kolmanneksi AR-lasit vapauttavat kädet muihin toimintoihin. Neljänneksi Siltanen mainitsee keskittymisen olennaiseen ja viidenneksi, kuinka etähallinta tarjoaa tarvittaessa asiantuntevaa apua. (Siltanen 2018.)

Haittoina voidaan toistaiseksi pitää AR-tekniikan uutuutta. Tekniikka ja toimintaperiaate ovat vielä varsin vieraita laajassa käytössä, joka hidastaa

käyttöönottoa. Tarvitaan tietoa, esimerkkejä ja kokemuksia, joiden luomisessa Suomessa on hyvät edellytykset. FIVR:n, suomalaisen virtuaalitodellisuuden yhdistyksen julkaisussa vuonna 2017 todetaan Suomen olevan edelläkävijä keinotodellisuuden eri kokonaisuuksien tuotannossa, kuten AR, VR ja MR (Suominen et al. 2017).

Business Finland, aiemmin tunnettu nimellä Innovaatorahoituskeskus Tekes, on Suomen valtion virasto, joka ylläpitää muun muassa Mixed Reality -ohjelmaa, joka kannustaa yrityksiä kehittämään uusia ratkaisuja ja hyödyntämään virtuaali- ja lisättyä todellisuutta liiketoiminnassaan sekä rakentamaan asiantuntemusta tällä alalla Suomessa. Rahoituksen lisäksi ohjelma tarjoaa verkostoitumismahdollisuuksia yrityksille, tutkimusorganisaatioille ja muille julkisille toimijoille. (Business Finland et al. 2017.)

Monimutkaisten 3D-malleja hyödyntävien AR-sisältöjen tuottaminen etenkin AR-laseilla katseltavaksi, tarvitsee todennäköisesti jatkossakin ammattilaisten työpanosta. Yksinkertaisempia mobiili AR -koulutussisältöjä voidaan kuitenkin jo luoda omin voimin, mikäli yrityksestä löytyy kiinnostusta, aikaresurssi ja sopiva henkilö. Selainpohjaiset AR-ohjelmien käyttöliittymät ovat kustannuksiltaan vuositasolla varsin edullisia. Kuten kaikessa koulutussisällössä, suunnittelulla on suuri merkitys laadukkaaseen materiaalin tuottamiseksi.

7 AR-SISÄLLÖN LUOMINEN

Kuluttaja tarvitsee katselulaitteen lisäksi laitteelle ladattavan sovelluksen, mikäli mieli katsella tarjolla olevaa materiaalia. Mutta kuinka AR-tuotantoja luodaan? Mitä sen tekemiseksi tarvitsee osata ja paljonko siihen tulee budjetoida rahaa? Tässä työssä tutkitaan verkkopohjaisia AR-ohjelmistoja, joilla kokematonkin koulutussisällöntuottaja tai asiasta muutoin kiinnostunut on kykenevä luomaan mukaansatempaavia AR-kokonaisuuksia maksutta.

AR-tuotannot voivat pitää sisällään kuvaa, tekstiä, ääntä, 3D-malleja, linkkejä ja videota. Kuinka monipuoliseksi sisältö luodaan, on jokaisen tekijän luovuuden ja osaamisen summa. Myös ohjelmistoilla on rajoituksensa. Aivan kaikki eivät tue esimerkiksi 3D-mallien tuomista. Tiedoston koko ja tallennusmuoto ovat asioita, jotka on syytä tarkistaa ohjelmistokohtaisesti. Mitä suurempia tiedostoja sovellukset joutuvat lataamaan, sen hitaammin sovellus reagoi ja kuluttajan kokemus kärsii. Katselulaitteiden suorituskyky joutuu raskaissa tuotannoissa koville ja laitteet voivat kuumentua huomattavasti, mikä lisää epämukavuutta.

Sisällön tuottaminen voi olla hidaste. Mikäli AR-ohjelmiston käyttäjän omaa grafiikka-, kuvankäsittely- ja videoeditointitaitoja, pääsee materiaalin tuotannossa jo varsin pitkälle. 3D-mallien tekeminen voi olla haastavampaa. Google on avannut 3D-mallien jakamiseen tarkoitetun Google Poly -alustan vauhdittaakseen oman ARCore-kehitysalustan käyttöönottoa. Google Poly -palvelun kautta AR- ja VR-kehittäjät voivat jakaa ja hakea mallikappaleita. Malleista saa tallennettua erilaisia tiedostoja, mitkä ovat yhteensopivia ainakin Googlen Tilt Brush ja Blocks mallinnustyökalujen kanssa. (Poly 2018.) SketchUp on ilmainen ohjelmisto 3D-mallien luomiseen, joita monet AR -sovellukset osaavat hyödyntää (SketchUp 2018).

AR on edelleen huipputeknologiaa, ja vaikka tällä hetkellä internetissä ei ole standardia AR:lle, kehittäjät ja asiasta kiinnostuneet voivat luoda monipuolisia AR-kokemuksia verkkopohjaisten ohjelmistojen avulla.

Tämän tutkimuksen yhtenä tarkoituksena on selvittää, millaisia ohjelmia kouluttajat ja yritykset voisivat ottaa käyttöön AR-pohjaisen koulutusmateriaalin tekemiseen ilman ohjelmointikokemusta.

7.1 Arilyn ja ArilynManager

Arilyn ja ArilynManager ovat Robust Noth Oy:n tuotteita. Arilyn on Androidille ja iOS-laitteille maksuttomasti ladattava sovellus, jolla kuluttaja voi katsella ArilynManagerilla luotuja AR-tuotantoja. (Gullichsen 2018.)

ArilynManagerin käyttö ei sinällään vaadi erityistä tietoteknistä osaamista. Erialaisten mediasisältöjen kuten videoiden, 360 materiaalien ja 3D-mallien tuntemus on eduksi. Koska Arilyn keskittyy etenkin markkinoinnin asiakkaisiin, ArilynManageriin on luotu julkaistujen AR-projektien analysointityökalu. Käyttäjä voi muun muassa tarkistaa, milloin ja missä tuotantoa on katseltu ja reagoida nopeasti muutostarpeisiin ja sovittamaan projektin kuluttajan tarpeita vastaavaksi. (Arilyn 2018.)

ArilynManagerin käyttöliittymä on englanniksi, mutta mobiilisovellus tukee tällä hetkellä noin 15 eri kieltä. Kieli valikoituu Arilyn-sovellukseen sen mukaan, mikä kieli käyttäjällä on puhelimen käyttökielenä. Mikäli kieli ei ole mikään tuetuista, asentuu Arilyn Englannin-kielisenä. Gullichsenin (2018) mukaan Arilynistä julkaistaan lähitulevaisuudessa uusi versio, jossa uudistuu sekä mobiilisovellus että ArilynManager (Gullichsen 2018). ArilynManagerin taustalla yhdistyvät maailman johtavat AR-tekniikat, kuten Applen ARKit ja Googlen ARCore (Arilyn 2018).

Arilyn lisenssin perushinta on 600,00 euroa kuussa. Perushintaan sisältyy Arilyn Manager -ohjelmisto ja ensimmäiset 20 000 skannausta kuukaudessa. Tämän jälkeen lisäskannauksista veloitetaan 400,00 euroa aina alkavalta uudelta 20 000 skannauksen erältä kuukaudessa. Lisenssiin voi liittää pääkäyttäjän lisäksi rajattoman määrän käyttäjiä ja target-kuvia saa käyttöönsä rajattomasti. Pääkäyttäjälle tarjotaan koulutus ja sähköpostituki. Oppilaitoksille on tarjolla erityinen oppilaitoslisenssi hintaan 1500,00 euroa vuodessa. Sen käyttö on rajoitettu vain opetuskäyttöön ja

samanaikaisesti käytettävien target-kuvien määrä 30:een. (Gullichsen 2018.)

7.2 HP Reveal ja Reveal Studio

Hewlett Packardin AR-sovellus HP Reveal on ladattavissa Play-kaupasta ja App Storesta. Reveal Studio on selainpohjainen ohjelma, jolla voidaan luoda AR-sisältöä HP Revealilla katseltavaksi. Molempien käyttö on maksutonta. HP Reveal tunnettiin aiemmin nimellä Aurasma. Sovellus uudelleenbrändättiin joulukuussa 2017. Uuden nimen lisäksi sovellukseen tuotiin uusia ominaisuuksia. Aurasman nimenvaihdon myötä maksulliset palvelut ovat uudistumassa, ja muutoksista tullaan tiedottamaan rekisteröidyille asiakkaille (tilanne heinäkuu 2018). (HP Reveal 2018.)

*”A new Extended Reality Platform from HP.
Adding value to printed content through visual
interactivity.” (HP Reveal 2018.)*

Tuotantoja eli sisältökokonaisuuksia kutsutaan nimellä ”Aura”. Aura koostuu ”Trigger”-kuvasta ja ”Overlay”-elementeistä. ”Trigger” on HP Revealissa käytetty nimi target-kuvalle, minkä HP Reveal -sovellus lukee ja tunnistaa tietyksi Auraksi, ja paljastaa ”Overlay”-elementtejä katseltavaksi. Idea toimii samoin kuten viiva- tai QR-koodi; luettu kuva yhdistyy tiettyyn tuotteeseen tai siihen liitettyyn verkkosivuun. Tässä tapauksessa tiettyyn Triggeriin yhdistettyyn Auraan. Overlay-elementit ovat materiaalia, jonka käyttäjä näkee katselulaitteen näytöllä, kun sovellus on tunnistanut Trigger-kuvan. Overlay-elementti voi olla tekstiä ja ääni-, video-, kuvatiedosto tai 3D-tiedosto. Käytön aloittaminen vaatii kaksi asiaa. Luodakseen AR-sisältöä, käyttäjän tulee luoda tili ja kirjautua HP Reveal Studio -verkkopalveluun (HP Reveal 2018).

7.3 Zappar ja Zapworks

Zappar on ilmainen sovellus, jolla katsellaan ZapWorks-ohjelmistolla tehtyjä AR-tuotantoja. Tuotantoja kutsutaan nimellä ”Zaps”. Jokaisella Zapsilla on oma target-kuvansa ”Zapcode”. Mikäli asiakas haluaa

zapcodesta juuri omannäköisensä, Zapparilta löytyy maksullinen palvelu, jossa zapcode voidaan tehdä yrityksen tuotemerkin pohjalta. (Zappar 2018.)

ZapWorks-tilejä on kolmenlaisia. *Personal* on henkilökohtainen maksuton tili harrastajille, opiskelijoille ja henkilöille, jotka haluavat rakentaa ei-kaupallisia AR-kokemuksia. Personal-tiliin kuuluu oletuksena viisi Zapcodea. *Business* on yrityksille tarkoitettu tili, josta löytyy kolme eri vaihtoehtoa suppeammasta ja yksinkertaisimmilla työkaluilla olevasta Basic-tilistä, laajempaan Pro-tiliin. Näille tileille on määritelty kiinteät hinnat. *Enterprise*-tiliin liitetään yrityksen brändiin sopiva Zapcode ja parempi käytön tuki. Hinnoittelu tapahtuu sopimuksen mukaan. Oppilaitoksille mahdollistetaan AR-toteutuksien tekemiseen tutustuminen huokeammalla oppilaitoshinnalla. Sopimuksen mukaan sekä opettajat että opiskelijat voivat osallistua AR-elämysten luomiseen. (Zappar 2018.)

ZapWorks:llä on kolme eritasoista työkalua AR-tuotantojen luomiseen. Työkalut saa käyttöön rekisteröitymällä ZapWorks-palveluun. *ZapWorks Widgets* on työkaluista yksinkertaisin, jolla target-kuvaan voidaan muutamalla napsautuksella liittää valokuvia, videoita, kalenteri tai jonkin monista muista widgetteistä. Tämä työkalu sopii hyvin aloittelijoille. Widgets on selainpohjainen. *ZapWorks Designerin* avulla käyttäjälle voidaan luoda interaktiivisempaa AR-sisältöä. Designerilla voidaan rakentaa useamman näkymän ("screen") tuotantoja, joissa katsojalle mahdollistetaan enemmän osallistumista monipuolisemmalla sisällöllä. Designer ei vielä vaadi koodausosaamista, ja on sopiva käyttäjälle, joille esitysgrafiikkaohjelmistojen käyttö on tuttua. Designerissa ei Widgettin tavoin ole mahdollisuutta upottaa 3D-elementtejä tuotantoon. Designer on selainpohjainen. *ZapWorks Studio* on työkaluista monipuolisin. JavaScript-pohjaisella ohjelmistolla voidaan luoda kehittyneempiä ja mukaansatempaavia tuotantoja. Parhaimpina ominaisuuksina on muun muassa luokkansa parhampiin kuuluva kuvanjäljentämistekniikka, täysi java-pohjainen komentosarjatyökalu, tehokkaat animaatiotyökalut, aikajanat, gyroskooppi-orientoidut ympäristöt, 3D-elementit ja 360 asteen panoraamat. Studio vaatii ohjelman asentamisen koneelle.

ZapBox-konsepti yhdistää fyysisen komponentin ja kehittyneen ohjelmiston, tarjoten erilaisen MR-kokemuksen. ZapBox on Zapparin tapa kokeilla MR:n (Mixed Reality) ja "Room-Scale Virtual Reality" -ratkaisua.

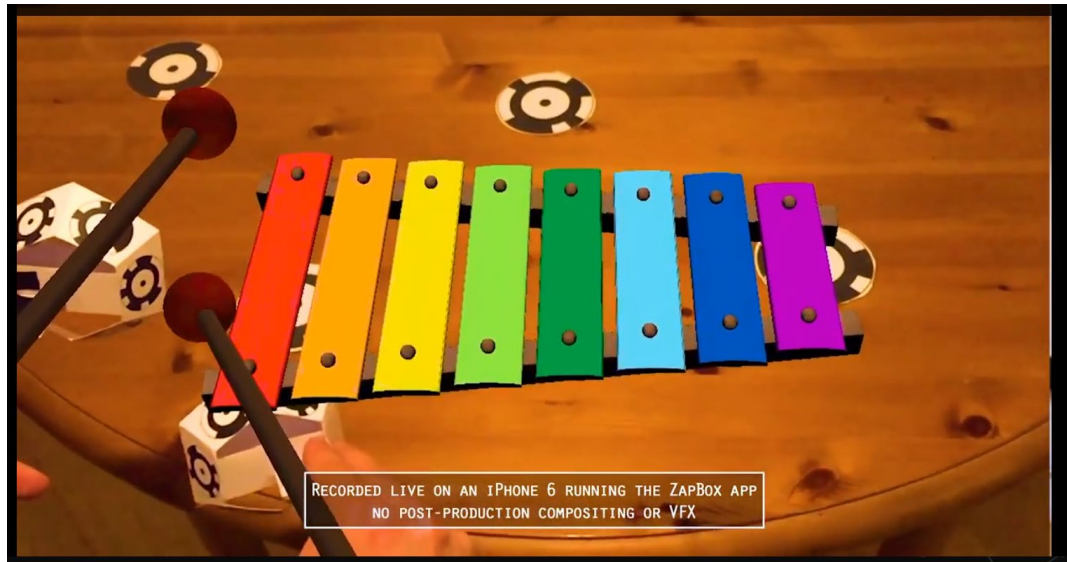
*"With ZapBox, you can grab a kit for less than a triple-A video game to start your journey towards mixed reality fun and fame. It's Magic Leap meets Google Cardboard."
– Slash Gear (ZapBox 2018.)*

Laitteisto koostuu "työkalupakista" (kit), jossa osat on tehty pahvista linssisovitinta lukuunottamatta. Konaisuus sisältää viisi oleellista osaa:

1. Headset – pahvinen katselulaite, jonne älypuhelin sijoitetaan, jolloin kädet saadaan vapautettua käyttämään ohjaimia.
2. Ohjaimet, joita voidaan seurata, kun ne näkyvät kamerassa. Ohjaimien kanssa ollaan vuorovaikutuksessa sisältöjen kanssa. ZapBox sisältää kaksi ohjainta.
3. Pistekoodit ovat merkkejä, joita kiinnitetään seiniin, lattiaan tai pöytiin. Pistekoodit mahdollistavat ZapBox-sovelluksen selvittämään käyttäjän sijainnin ja ymmärtämään tilan pintoja.
4. Linssisovitin lisää älypuhelimien kameran näkökenttää, mikä parantaa ZapBox-kokemukseen uppoutumista ja sen vaikuttavuutta.
5. ZapBox-sovelluksella katsellaan valmista ZapBox-sisältöä.

(ZapBox 2018.)

ZapBoxia voidaan käyttää niin hyötypeleihin, suunnittelun apuna kuin opiskelussa. Kuvassa 18 ZapBoxin avulla soitetaan ksylofonia. Materiaali ZapBoxiin tuotetaan ZapWorks Studio -työkalulla (ZapBox 2018).



KUVA 18. Ksylofonin soittoa ZapBoxilla (ZapBox 2018)

7.4 Muita AR-sovelluksia ja ohjelmistoja

Kuten aiemmin on jo todettu, tällä hetkellä AR-kehittäjän haasteena on valita sopiva ohjelmisto, jolla luoda AR-sisältöä ja kuluttajan haasteena löytää oikea sovellus sen katselemiseen. Tutkimuksessa listattujen ohjelmistojen lisäksi löytyy muitakin samantapaisia maksuttomia ja maksullisia AR-ohjelmistoja. Tarjontaa selatessa esiin nousi tutkimuksessa tarkemmin tarkastelussa jo olleet kolme ohjelmistoa Arilyn, HP Reveal ja Zappar sekä näiden lisäksi BlippAR, EasyAR, Roar, Wikitude ja Vuforia. Taulukossa 1 nähdään, onko kulloisesta ohjelmasta maksutonta versiota, jolla tehdä tuotantoja, ja missä käyttöjärjestelmissä sovelluksen luvataan olevan saatavilla. Näistä vaikuttavimpana mainostetaan Wikitude Studio Editoria, jolla voidaan luoda AR-tuotantoja maksutta Android, iOS ja Windows -laitteille. Maksuttoman version rajana on 1 GB:n käyttökapasiteetti. Tutkimusta varten maksuttomista ohjelmista valittiin kolme, joista tehtiin toimivat AR-tuotannot testiryhmän kyselytutkimusta varten. Valitut ohjelmat olivat, HP Reveal, Roar ja Zappar.

TAULUKKO 1. VerkkoAR-ohjelmistoja ja niiden ominaisuuksia

AR-ohjelmisto	Maksuton työkalu	Maksullinen työkalu	Android App	iOS App	Win App	SDK saatavilla	Työkalun nimi
<i>Arilyn</i>		x	x	x		x	Arilyn Manager
<i>blippAR</i>	x	x	x	x		x	BlippBuilder
<i>EasyAR</i>	SDK	x	x	x	x	x	EasyAR SDK Easy ja Pro Kokeneille käyttäjille!
<i>HP Reveal</i>	x		x	x		x	HP Reveal Studio
<i>ROAR</i>	x	x	x	x			ROAR Editor
<i>Wikitude</i>	x	x	x	x	x	x	Studio Editor
<i>Vuforia</i>	Trial	x	x	x	x	x	Vuforia Studio HUOM! Ladattava ohjelmisto (Win ja Mac)
<i>Zappar</i>	x	x	x	x		x	ZapWorks

8 ARCore JA ARKit

Google ja Apple ovat viime aikoina investoineet voimakkaasti lisätyn todellisuuden kehitystyökaluihin. ARCore (Google) ja ARKit (Apple) ovat ohjelmistokehityspaketteja, Englanniksi Software Development Kit (SDK) eli alustoja lisätyn todellisuuden rakentamiseen. Pakettien avulla voidaan luoda varsin näyttäviä AR-tuotantoja. SDK:n käyttö vaatii ohjelmointiymmärrystä. Sovellus, jolla valmista tuotantoa katsotaan, rakennetaan AR-tuotantoa tehtäessä, esimerkiksi 3D-pelimoottorina tunnetulla Unityllä (Medley 2018).

Sekä ARCore että ARKit ovat vertailtaessa paketteina melko samanlaisia. Molemmat toimivat yhteen Java-ohjelmointikielen, OpenGL:n, Unityn ja Unreal Enginen kanssa. ARCore SDK voidaan ladata myös Android Studio, iOS ja Web-alustoihin (Medley 2018). ARCore ja ARKit perustuvat kolmeen keskeiseen teknologiaan: liikkeenseuranta (Motion Tracking), pintojen havaitseminen (Plane Detecting) ja valon tunnistaminen (Lighting Estimation). (Medley 2018; ARKit 2018.)

Adriana Blom, Botre ja ITFirms kirjoittavat blogeissaan, mitä edellä mainitut kolme teknologiaa tarkoittavat. *Liikkeenseurannassa* AR edellyttää, että laite pystyy seuraamaan sen asemaa ja orientaatiota reaali maailmassa, jotta virtuaalieleментit näkyisivät tarkasti halutussa kohdassa, mikä on välttämätöntä vaikuttavan AR-kokemuksen kannalta. ARCore jäljittää ja tulkitsee datan käyttäen IMU (Inertial Measurement Unit) -tapaa toisin kuin ARKit VIO (Visual Inertial Odometry). IMU mittaa ympäröivien esineiden muotoa, rakennetta ja ominaisuuksia havaitakseen ja tunnistakseen käytössä olevan Android-laitteen oikean aseman ja suuntauksen. VIO sallii laitteiden kaapata liiketunnistetietoja, jotka tallentavat laitteen reaaliaikaisen sijainnin. (Blom 2018; Botre 2017; ITFirms 2017.)

AR-sovelluksen on myös tiedettävä, miten ja mihin todellisuuteen lisätty materiaali tulee sijoittaa ja näyttää. Tällöin *pintojen havaitseminen* tulee tärkeäksi. Sovelluksen tulee tunnistaa laitteen kameran näkökentän

kuvasta horisontaaliset ja pystysuorat pinnat, jotta virtuaaliset kohteet voidaan sijoittaa näkymään realistisella tavalla. ARCoressa tämä ominaisuus tunnetaan nimellä "Environmental understanding", kun taas ARKit kutsuu sitä nimellä "Scene understanding". (Blom 2018; Botre 2017.)

Kolmantena selitetään *valon tunnistaminen*. Jotta AR-kokemus näyttäisi mahdollisimman todelliselta, virtuaaliobjektien pitäisi näkyä samalla valaisudynamiikalla kuin reaali maailman tilanne. ARCore ja ARKit ratkaisevat tämän haasteen prosessilla, jota kutsutaan valaistuksen estimoinniksi. Tämä mittaa ja analysoi laitteen kameran havaitseman ympäristön valaistuksen ja sopeuttaa siten valaistusvaikutuksia jakamalla valon sopivalla tavalla parhaiden tulosten saamiseksi. (Blom 2018; Botre 2017; ITFirms 2017.)

Molemmat ohjelmistoalustat, ARCore ja ARKit, mahdollistavat myös 2D- ja 3D-objektin seurannan, mikä tarkoittaa, että reaali maailman objekteja voidaan käyttää markkereina. Molemmissa voidaan ankkuroida näkymä, mikä estää AR-sisällön katoamisen näytöltä, jos laitteen käyttäjä siirtyy pois sovelluksen kartoittamasta alueesta. Molemmat voidaan integroida kolmannen osapuolen työkaluihin, kuten Unity-pelialustaan. Molemmat tukevat myös muun muassa älylasiyhteentoimivuutta, kasvojen tunnistusta ja maantieteellistä kartoitustekniikkaa. (Blom 2018.)

ARKit-tuotantoja varten tarvitaan Apple-tietokone, iOS-laite (iPhone tai iPad) riittävän uudella käyttöliittymällä ja sovellus, jolla tuotanto katsellaan (ARKit 2018). ARCore-tuotantoja varten tarvitaan Android tai iOS-laite, jossa on riittävän uusi käyttöliittymä, sovellus ja tietokone (ARCore 2018).

Molemmat, sekä ARCore että ARKit jakavat käyttäjilleen käyttöohjeita, vinkkejä, videoita ja valmiita koodinpätkiä jouhevaan ohjelman käyttöön ja uusien AR-kokemusten luomiseen. Myös kolmansien osapuolten tarjoamia tutoriaaleja löytyy verkosta runsain määrin. Ohjelmointiosaamisella on huomattava hyöty, joten aivan noviisille nämä ympäristöt saattavat olla

turhan iso haste tai ainakin vaativat tuntien harjoittelua. ARCore ja ARKit voidaan ottaa käyttöön maksutta.

9 LISÄTYN TODELLISUUDEN HAASTEET

Busel (2017) pohtii blogissaan, mitkä kuusi asiaa voivat olla haasteena tai jopa esteenä lisätyn todellisuuden omaksumiseksi kuluttajan jokapäiväiseen käyttöön lähitulevaisuudessa. Busel listaa haastavimmasta vähiten haastavaan siten, että haastavimpana tulee sosiaalinen torjunta, seuraavina huono kokemus, miniaturointiongelmat, digitaalinen väsymys, oikeudelliset kysymykset ja vähiten haastavana käyttötilanteiden vähyyys. (Busel 2017.)

Varsin karrikoiden Busel perustelee listaa, että oli AR kuinka uutta ja hienoa teknologiaa tahansa, käyttäjät eivät välttämättä halua kulkea tietokoneet kasvoillaan. AR-lasit voidaan kokea hankaliksi ja jopa sosiaalisesti haastaviksi. Toisena perusteena oli, että olipa kyseessä kuinka hieno AR-konsepti tahansa, huono resoluutio, epätarkka laitteen näyttö tai epämiellyttävä ihmisen ja tietokoneen välinen vuorovaikutus eivät lopulta täytäkään odotusta, mitä sen pitäisi olla. Buselin mielestä on myös selvää, että jokainen haluaa normaalien silmälasien kaltaiset toimivat AR-lasit. Tosiasiassa teknologia on paljon haastavampaa kuin ihmiset osaavat ymmärtää. Huolimatta johtavien yritysten parhaista ponnisteluista, komponentteja ei ole saatu riittävän pieniksi vielä näin lyhyessä ajassa. Paikkatietotekniikka, virtuaali- ja fyysisen maailman yhdistäminen, on Buselin mielestä yksinkertaisesti ajoittain liikaa. Ihmiset rakastavat laitteita ja älypuhelimiaan, mutta joskus on mukavaa kytkeytyä irti pelkkään todellisuuteen. Jatkuva virtuaalitieto on yksinkertaisesti uuvuttavaa. Tietosuoja ja turvallisuusongelmat voivat Buselin mielestä johtaa massiiviseen säätelyyn, horjuttaen samalla AR:n kehitystä. Viimeisenä Busel mainitsee käyttötilanteiden vähyyden, jolla hän tarkoittaa, että vaikka lisättyä todellisuutta pidetään viihdyttävänä ja hauskana pelaamisen kannalta, AR-teknologiaa ei kehitetä riittävästi oikeasti hyödyllisiin tarkoituksiin. Kehittäjät ja pelaajat saattavat pitää sitä mielenkiintoisena, mutta tavallinen kuluttaja ei koskaan näe tarvetta hankkia laitetta tai sovellusta. (Busel 2017.)

Lukkari (2018) kirjoittaa Tekniikka & Talous -lehden artikkelissa AR-lasien olevan vielä taloudellisesti hinnakkaita (Lukkari 2018). Hankinta niin yksityiskäyttöön kuin yritys ja koulumaailmaan vaatii perusteltua pohdintaa. Mitä rahalla saa vastineeksi ja kuinka pitkäksi aikaa? Lasien hankinta ei vielä takaa laadukkaan ja tarkoituksenmukaisen sisällön löytymistä. Sisällön tuottaminen on arvokasta ja hidasta. Mobiililaitteita käytettäessä törmätään yhtälailla taloudellisiin kysymyksiin, vaikkakin lähes jokaiselta löytyy tänä päivänä jonkinlainen älypuhelin omasta takaa tai työnantajan puolesta. Kysymyksiksi voi nousta, onko laite riittävän tehokas AR:n katseluun, kuka vastaa katselusovellusten lataamisesta laitteelle, tietoturva ja -suojakysymykset, sopivan sisällön löytäminen ja käyttöopastus.

Oppilaitosmaailmassa on huomioitavaa, että taloudellisten resurssien ohella kestää oma aikansa, ennen kuin lisätty todellisuus on osa arkista opiskelua. Mahlamäki-Kultanen kirjoittaa OPH:n vuonna 2017 julkaisemassa raportissa "Ammatillisen opetuksen digitalisaatio ja työelämäyhteistyö", että digitaalisen perusosaamisen ja perusvälineiden saatavuus on ammatillisten opettajien osalta keskimäärin hyvällä tasolla. Syvempi ja tasaisempi digiosaaminen, ja osaamisen syventäminen ovat haaste. (Ruhalahti & Kentta 2017, 5.) Taitojen karttumista tarvitaan niin AR-sisältöjen tuottamiseen, kuin niiden käytön tehokkaaseen ja aktiiviseen katseluun.

10 KYSELYTUTKIMUS

Tutkimuksessa luotiin kolmella maksuttomalla verkkopohjaisella AR-ohjelmistolla mahdollisimman samanlaiset AR-tuotannot. Ohjelmiksi valittiin Zappar, HP Reveal ja Roar. Testiryhmä kokeili kaikkia kolmea AR-tuotantoa, jonka aikana ja jälkeen vastasi kyselyyn (liite 1) sovelluksen käyttökokemuksesta. Kyselyn avulla haluttiin selvittää, millaisia eroja käyttäjä koki sovellusten välillä, millainen kokemus mobiiliin lisätyn todellisuuden käyttö on yleisesti ja yksittäisen sovelluksen kohdalla. Käyttäjältä kysyttiin, voiko AR-tekniikka soveltua käyttäjien mielestä välineenä tiedon jakamiseen, esimerkiksi opiskeltaessa uusia asioita. Käyttäjältä pyydettiin palautetta, miltä tabletin käyttö konkreettisesti tuntui esimerkiksi ergonomian kannalta. Ennen tutkimusta käyttäjälle kerrottiin yleisellä tasolla mitä lisätty todellisuus on ja mihin kysely liittyy. Käytettävien sovellusten toimintaa ei opetettu. Ohjeeksi annettiin napsauttaa kaikkia näytölle ilmestyviä elementtejä, ja rohkeasti tutkia mitä mistäkin löytyy. Kunkin sovelluksen käynnistäminen ohjeistettiin, muutoin käyttäjä oli oman kokemuserustan ja käyttötaidon varassa. Käyttötilanteet taltioitiin videolle. Käyttäjiltä pyydettiin lupa tilanteen videoimiseksi. Videoiden ja kyselytulosten avulla määriteltiin kolmen testissä mukana olleen ohjelman soveltuvuutta eri tyyppisten sisältöjen luomiseksi, millaisia asioita tulee huomioida käyttäjien ohjeistamisessa ja mitä käytettävyyden ja suunnittelun osalta on hyvä huomioida mobiili AR -tuotantoja luotaessa.

Jokaisella mobiili AR -ohjelmalla tehtiin kyselyä varten tuotanto, jossa annettiin esimerkki viidestä pääteemasta: 3D-elementti, linkkiesimerkkejä, video, kuvia ja ääni. Ihannetilanteessa käyttäjä selailee kaiken näytölle ilmaantuvan materiaalin omatoimisesti ilman ongelmia, onnistuu liikkumaan sovelluksessa ja löytää kaiken sovelluksen mahdollistaman materiaalin ja onnistuu sulkemaan sovelluksen.

10.1 Tutkimuksen kulku

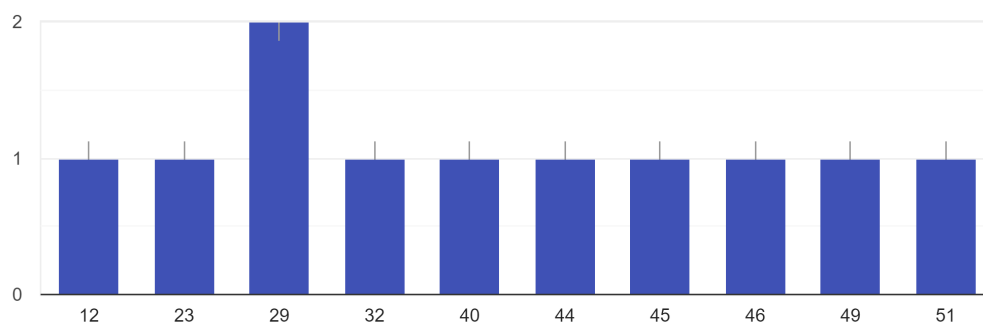
Tutkimuksessa tehtiin kolmen mobiili AR -sovelluksen testaus ja kysely. Kysely laadittiin Google Forms -sovelluksella (liite 1). Kyselyssä käytettiin

monivalinta, valintaruutu ja oma vastaus -vaihtoehtoja. Testiryhmään osallistuja vastasi alussa taustatietokyselyyn. Tämän jälkeen osallistuja tutustui tablet-laitteella kolmella eri ohjelmalla tehtyihin mobiili AR -tuotantoihin. Kunkin testauksen jälkeen osallistuja vastasi identtisiin kysymyksiin kulloisenkin sovelluksen käyttöön liittyen. Lopuksi osallistuja vastasi sovelluksia vertailevaan kyselyyn ja antoi palautetta tabletin käyttökokemuksesta myös ergonomian osalta ja numeerisen arvosanan kullekin sovellukselle. Sovellusten käyttö videokuvattiin. Osallistujia pyydettiin puhumaan ääneen, jotta käyttökokemukset ja tuntemukset saatiin tallennettua tarkasti.

Tutkimus toteutettiin satunnaiselle testiryhmälle. Testaajia oli 11. Osallistujien ikä vaihteli 12 – 51 ikävuoteen (kuvio 2).

Ikä

11 vastausta



KUVIO 2. Kyselyyn vastanneiden ikäjakauma

Tutkimuspaikkana toimi huone, jossa oli normaali hehkulamppuvalaistus, iso pöytä ja tuoleja. Testauksessa käytettävä tablet oli Samsung Galaxy Tab S4, jossa oli Android-käyttöjärjestelmä (versio 8.1.0) ja 10 tuuman näyttö. Tabletin pohjassa oli "tarratappi" helpottamaan tabletin kannattelua yhdellä kädellä.

Osallistuja sai käyttää tablettia joko seisten tai istuen ja vaihdella asentoa. Osallistujan ohjeistettiin testauksen aikana kallistamaan ja liikuttamaan

tablettia lähemmäs ja loitommas sekä kokonaan pois kohdekuvasta, josta sovellus lukee target-kuvan. Kohdekuva oli A4-paperille tulostettu värillinen vektorigrafiikkakuva. Zappar-sovellukselle paperissa oli sovelluksen oma "ZapCode" -target-kuva. HP Reveal-sovellukselle oli määritelty luettavaksi koko A4-paperin kokoinen kuva. Roar-ohjelmalle oli oma kuvansa. Kuvan pohjana oli sama Zapparin ja HP Revealin lukema kuva, joka oli kuitenkin sisällöltään riittämätön Roarin tunnistettavaksi, joten sille luotiin oma kuva lisättyllä grafiikalla (kuva 19).



KUVA 19. Testissä käytetyt target-kuvat

Osallistujaa pyydettiin napsauttamaan kaikkia näytölle ilmaantuvia elementtejä ja kertovan ääneen, mitä näistä tapahtui, mahdollisesti oletti tapahtuvan tai mitä ei mahdollisesti tapahtunutkaan. Videokuvasta havainnoitiin jälkepäin muun muassa käyttötapoja; miten osallistujat pitelivät tablettia, kehon asentoa ja sovelluksessa liikkumisen sujuvuutta, kuten napsautusten määrää ja eri sovellusten käytön aikana tulleita kommentteja, joita kyselyssä ei käynyt ilmi.

10.2 Kysymykset ja vastaukset

Kyselyssä oli viisi osaa (liite 1). Ensimmäisessä osassa selvitettiin vastaajan taustoja. Osissa 2, 3 ja 4 kysyttiin kunkin sovelluksen käyttökokemusta ja viidennessä vastaajaa pyydettiin vertailemaan sovellusten käyttökokemuksia keskenään sekä tabletin käyttöä muun muassa ergonomian kannalta ja antamaan numeerinen arvosana jokaiselle sovellukselle.

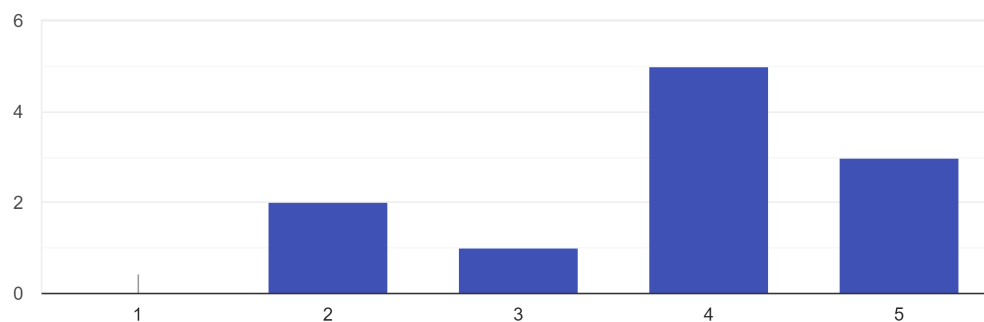
10.2.1 Taustakysely

Vastaajien taustakyselyssä kysyttiin ikää, sukupuolta, koulutustaustaa ja ammattia. Vastaajista nuorin oli 12-vuotias. Kolme vastaajista oli 20-29 ikävuoden välissä, yksi 30-39 ikävuoden välissä, viisi 40-49 ikävuoden välissä ja yksi 51-vuotias (kuvio 2). Ammateiltaan vastaajat olivat asiakkuuspäällikkö, koululainen, opiskelija, lähihoitaja, huoltoneuvoja, yrittäjä, postinkantaja, turvallisuuskonsultti, opettaja, työnjohtaja ja koulutus suunnittelija. Vastaajista kolme oli miehiä ja kahdeksan naisia. Koulutustaustoiltaan vastaajista 3 oli korkeakoulun, 7 toisen asteen käyneitä ja yksi perusasteen koululainen.

Kyselyssä kysyttiin, *kuinka kokenut älypuhelimien käyttäjä* vastaaja kokee olevansa asteikolla 1-5 (1 = ei lainkaan kokemusta, 5 = erittäin kokenut). Suurimmalla osalla oli mielestään hyvä tai erittäin hyvä käyttökokemus eikä kukaan kertonut olevansa vailla käyttökokemusta (kuvio 3).

Kuinka kokenut älypuhelimien käyttäjä olet?

11 vastausta

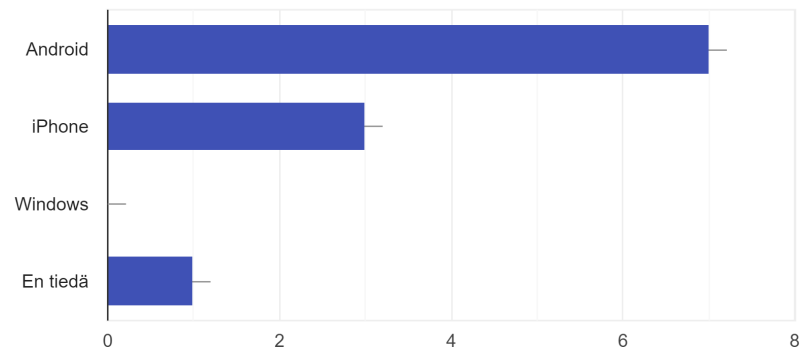


KUVIO 3. Tutkimukseen osallistujien älypuhelimien käyttökokemus

Kysyttäessä *osallistujien omien laitteiden käyttöjärjestelmiä*, osallistujat vastasivat käyttävänsä pääsääntöisesti Androidia sekä siviilissä että työkäytössä (kuvio 4 ja 5). Sekä siviilissä että työkäytössä Android oli käyttäjillä puhelinten yleisin käyttöjärjestelmä. Yksi vastasi "en tiedä". Tällä vastaajalla on siviilissä käytössään perinteinen näppäinpuhelin.

Mitä älypuhelinta pääsääntöisesti käytät siviilissä?

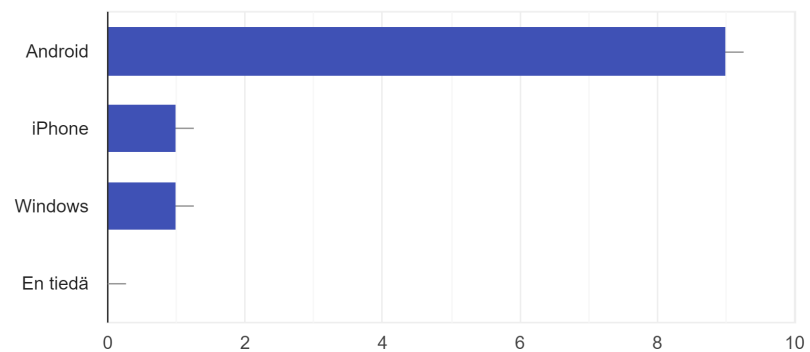
11 vastausta



KUVIO 4. Osallistujien älypuhelinten käyttöjärjestelmät siviilikäytössä

Mitä älypuhelinta pääsääntöisesti käytät töissä?

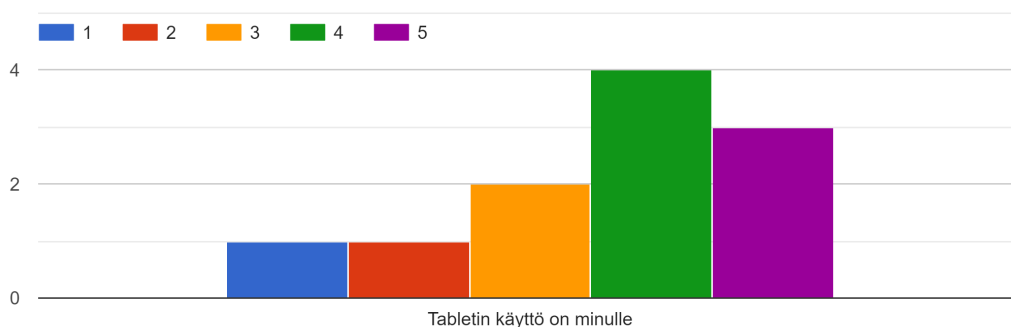
11 vastausta



KUVIO 5. Osallistujien älypuhelinten käyttöjärjestelmät työkäytössä

Kysyttäessä, *kuinka tuttua tabletin käyttö vastaajalle on* asteikolla 1-5 (1=ei lainkaan käyttökokemusta, 5=erittäin kokenut käyttäjä), vastaus noudatteli samantapaista linjaa älypuhelimien käytön kanssa. Yhdellä ei ollut lainkaan tabletin käyttökokemusta (kuvio 6).

Kuinka tuttua tabletin käyttö sinulle on?



KUVIO 6. Osallistujien tabletin käyttökokemus

Kysyttäessä *osallistujien aiempaa AR-käyttökokemusta* kuusi vastasi, ettei ollut koskaan aiemmin käyttänyt AR-sovelluksia ja viisi vastasi käyttäneensä jotain sovelluksia. Näistä viidestä neljällä oli kokemusta Pokemon Go -pelistä, kolme osasi nimetä Snapchat-sovelluksen valokuvaominaisuudet, jossa omaan kuvaan voi tuoda lisättyä todellisuutta, yksi mainitsi Instagramin ja yksi mainitsi yleisesti sosiaalisen median valokuvaominaisuudet osaamatta nimetä erityisesti mitään sovellusta. Näin ollen voidaan olettaa, ettei lisätty todellisuus ollut kovin tuttu asia testiryhmään osallistujille. Aihetta alustettiin hieman, jotta asiayhteys sovellusten ja testin välillä ei olisi täysin epäselvä.

10.2.2 Mobiili AR -sovellusten käyttökokemusvertailu

Osallistujilta pyydettiin palautetta jokaisen ohjelman käyttökokemuksesta. Käyttökokemus arvioitiin asteikolla 1-5 siten, että 1 oli heikoin ja 5 paras (kuvio 7). Kokemuksissa pyydettiin arvioimaan seuraavat asiat:

1. sovelluksen käynnistäminen
2. sovelluksessa liikkuminen
3. sovelluksen toimivuus
4. tekstin lukeminen
5. videon katselu

6. äänen kuuntelu
7. puhelun soittaminen
8. URL-linkin avaaminen
9. kalenterin toiminta
10. 3D-elementin näkyminen
11. sovelluksesta poistuminen

Kaikki osallistujat testasivat ensi Zappar-sovelluksen, tämän jälkeen HP Reveal- ja viimeisenä Roar-sovelluksen.

Sovelluksen käynnistäminen eli kuinka sovellus luki target-kuvan ja kuinka nopeasti AR-tuotanto avautui käyttäjälle, koettiin parhaimmaksi Zappar-sovelluksella. Viisi arvioi käynnistämisen erittäin hyväksi, kun HP Revealilla vain kaksi ja Roarilla ei yksikään. Roarin käynnistäminen koettiin erittäin huonoksi kahdeksan käyttäjän osalta. Zappar käynnistyy eli lukee kuvan välittömästi sovelluksen käynnistämisen jälkeen, minkä vuoksi se avautui käyttäjille nopeasti, mikäli kameran etsin löysi target-kuvan. Zappar ei tarvitse koko kuvan lukemista, vain kulloiseenkin tuotantoon yksilöidyn kuvion (ZapCode). HP Revealissa käyttäjä napsauttaa sovelluksen käynnistämisen jälkeen näyttöön ilmestyvää painiketta käynnistääkseen tunnistamistoiminnon. Koko kuva haetaan etsimeen, jonka tunnistamisen jälkeen materiaali avautuu näytölle. Roarissa sovelluksen käynnistämisen jälkeen käyttäjän tulee painaa sormella näytölle ilmestynyttä painiketta pohjassa, kunnes kuva on tunnistettu. Roar-ohjelmalle opetetun kuva tulee sisältää paljon yksityiskohtia, jotta tunnistus sujuu mahdollisimman sujuvasti.

Sovelluksessa liikkuminen koettiin parhaimmaksi Zapparilla. Yksi käyttäjä piti Roarissa liikkumista erittäin hyvänä, ja kommentoi perusteeksi, että sovelluksessa ei päässyt mihinkään, minkä vuoksi koki käyttämisen helpoksi. Zapparissa sisältö luodaan "sceneille" eli niin sanotuille näyttämöille. Tämän avulla sisältöä luodessa tekijän on helppo määritellä esimerkiksi painikkeille selkeät toiminnot, mille näyttämölle siirrytään, kun tiettyä linkkiä napsautetaan. HP Revealissa kaikki materiaali on yhdellä "näyttämöllä", ja mikäli jokin asia halutaan piilottaa käyttäjältä, tälle

annetaan komento "piilota" tai "näytä". Tästä johtuen käyttäjä myös palautui ulkoiseen linkkiin siirtymisen jälkeen alkutilanteeseen, eikä tilanteeseen, josta poistui, kuten Zapparissa. Roarissa ei ole edellä mainittuja mahdollisuuksia. Ainoastaan painiketoimintoon voi linkittää ulkoisen url-osoitteen.

Sovelluksen toimivuus koettiin parhaimmaksi Zapparilla ja heikoimmaksi Roarilla. Käyttäjät saivat Zapparilla kalenteritoimintoa lukuun ottamatta kaikki linkit auki. HP Revealissa esimerkiksi ääni käynnistyi automaattisesti Zapparista poiketen, kalenteritoiminto ei avannut HP Revealissa tietokkunaan ja kaikki linkit tuli sulkea manuaalisesti. Roarissa ei ollut lainkaan samoja toiminnallisuuksia, joten vertailtaessa muihin oli selvää, että toimivuus koettiin huonoksi. 3D-elementti oli ainoa toiminta, joka toimi Roarissa, mutta ei Zapparissa ja HP Revealissa.

Tekstin lukeminen koettiin selkeimmäksi Zapparilla. HP Revealissa ja Roarissa kokemus jakautui erittäin huonon ja erittäin hyvän välille, HP Revealin saadessa näistä kahdesta paremman arvosanan. Roarissa tekstin alle ei ollut mahdollista asettaa väritaustaa lukemisen helpottamiseksi. Syy miksi HP Revealissa lukeminen koettiin Zapparia huonommaksi, jäi epäselväksi. Mahdollisia syitä voi olla erilainen fontti, hieman erilainen tekstin sijainti näkymässä Zappariin verrattuna tai mahdollisesti Zapparin juuri hetkeä aiemmin tuoma hyvä käyttökokemus.

Videon katselu koettiin parhaimpana Zapparissa. HP Revealissa videon katselu onnistui kaikilta, mutta puutteena mainittiin, ettei videota voinut suurentaa koko näytön näkymäksi eikä ladata laitteelle kuten Zapparissa. Osalla HP Reveal -videokokemus kärsi siitä, että joillain käyttäjillä edellinen näkymä jäi näytöllä etualalle videon pyöriessä taustalla. Roar-ohjelmassa videokokemus koettiin yhtä lukuun ottamatta erittäin huonoksi. Videosta kuului vain ääni, mutta kuva ei näkynyt lainkaan.

Äänen kuuntelu koettiin parhammaiksi Zapparilla. Tässä käyttäjä pystyi soittamaan ääniklippiä halutessaan niin monta kertaa kuin halusi sekä myös pysäyttämään ääniklipin. Ääniklipille oli oma painike äänilinkin alla.

HP Revealilla kokemukset jakautuivat tasaisemmin hyvä ja huonon välille. Toiminto käynnistyi välittömästi äänilinkin napsauttamisesta, eikä ääni käynnistynyt uudelleen linkkiä napsauttamalla. Ääni kuului uudelleen vasta, kun sovelluksesta oli käyty ukoisessa linkissä ja palattu takaisin sovellukseen. Roarilla äänikokemus oli selvästi huonoin. Ääniklippi käynnistyi välittömästi sovelluksen latautuessa näytölle. Muutama käyttäjä koki tämän ominaisuuden hyvänä käyttökokemuksena. Näissä tapauksissa käyttäjät pitivät siitä, että ääni kuului ilman, että käyttäjän piti tehdä mitään.

Puhelun soittaminen jakautui kokemuksena niin hyvään kuin huonoon sekä Zapparissa kuin HP Revealissakin. HP Reveal koettiin parempana. Siinä yhteystietokuvakkeesta käynnistyi suoraan valinta puhelun soittamiselle. Zapparissa samasta kuvakkeesta aukesi yhteystietoikkuna, josta tuli osata napsauttaa puhelinumeroa soittaakseen tai ladatakseen yhteystieto puhelimen muistiin. Roarissa puhelun soittaminen ei ollut mahdollista ja käyttökokemus oli näin ollen myös erittäin huono.

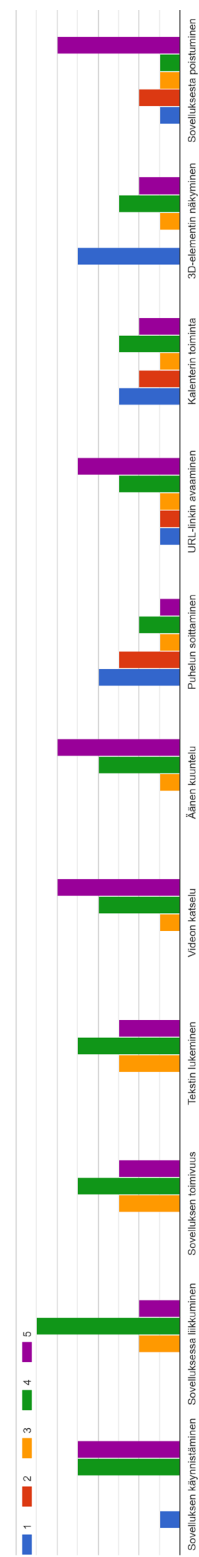
URL-linkin avaaminen onnistui kaikilla sovelluksilla. Paras kokemus toiminnosta oli Zapparilla. Kokemus koettiin silti huonoksi tai erittäin huonoksi jokaisella sovelluksella. Tämä johtui etenkin siitä, että osallistujilla oli vaihteleva kokemus Android-laitteiden käytöstä, ja URL-linkin avautuessa uuteena näkymänä, AR-sovellus jäi piiloon, ja käyttäjillä ei aina ollut osaamista palata vaivattomasti takaisin sovellukseen. HP Reveal palasi joka kerta alunäkymään, mikä ärsytti useimpia käyttäjiä. Roar hävitti sovelluksen näkymän kokonaan, ja se tuli lukea uudelleen. Tässä kohdassa yksi käyttäjä jätti testauksen kesken, sillä koki sovellukseen takaisin pääsyn liian vaikeaksi.

Kalenterin toiminta oli puhelun soittamisen ohella yksi huonoimmista kokemuksista kaikilla sovelluksilla. Zapparissa kaksi käyttäjää piti toimintoa erittäin hyvänä, kolme hyvänä, yksi keskivertona, kaksi huonona ja kolme erittäin huonona. Heistä vain viisi onnistui avaamaan kalenterin ja kaksi huomasi, miten kalenteritieto voidaan ladata laitteen omaan kalenterisovellukseen. HP Revealissa erittäin hyvää kokemusta ei ollut

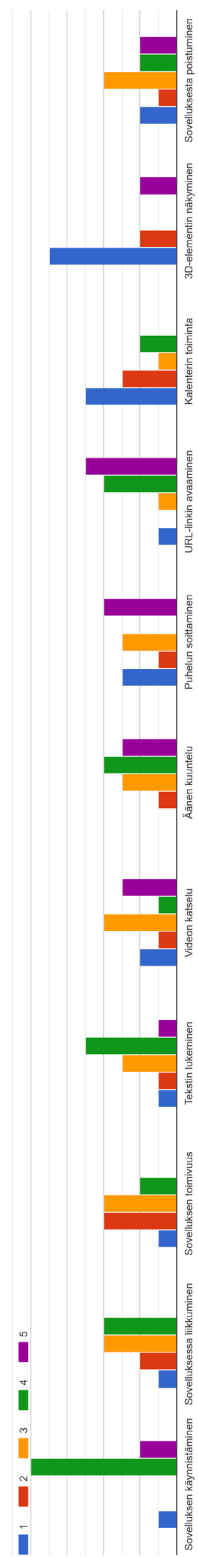
lainkaan. Täällä kalenteria ei saanut kukaan auki eikä ladattua. Roarissa kalenterikokemus koettiin erittäin heikoksi, sillä sitä ei ollut näkymässä lainkaan, johtuen sen puuttumisesta ohjelmasta. Käyttäjistä kukaan ei ollut aiemmin törmännyt vastaavaan toimintoon.

3D-elementti koettiin parhaimmaksi Roarilla. Muilla ohjelmilla elementtiä ei saanut näkymään. Siitä huolimatta vastauksissa kuitenkin näkyy myös positiivisia kokemuksia HP Revealissa ja Zapparissa. Tämä johtuu siitä, että käyttäjillä oli hyvin erilainen käsitys 3D-elementistä tai he vastasivat kysymykseen positiivisesti, sillä saivat linkin auki, jossa luki, ettei maksuttomaan ohjelmaan voi tuoda 3D-elementtiä (Zappar) ja HP Reveal:n kohdalla, ettei tuotantoa tehdessä ollut oikeanlaista konvertteria, jolla muuntaa 3D-elementti ohjelman kaipaamaan tiedostomuotoon. Osa käsitti liikkeeseen reagoivan varjostuksella varustetun tekstitaustan ja grafiikan olevan 3D:tä. Roarissa huonoja kokemuksia oli 3D:n osalta vähiten. Kokemus ei kuitenkaan saanut erittäin hyvää arviointia kuin neljältä käyttäjältä. Kommenteista kävi ilmi, että Roar-sovelluksessa näkyvä 3D-hahmo koettiin hankalaksi tarkastella. Koko Roarissa oleva materiaali liikkui herkästi ja jopa pyöri lukusuunnaltaan väärinpäin, kun käyttäjä halusi tarkastella lähemmin 3D-hahmoa. Roarissa zoomaaminen oli mahdollista, mikä puuttui ominaisuutena kokonaan Zappar ja HP Reveal -sovelluksista.

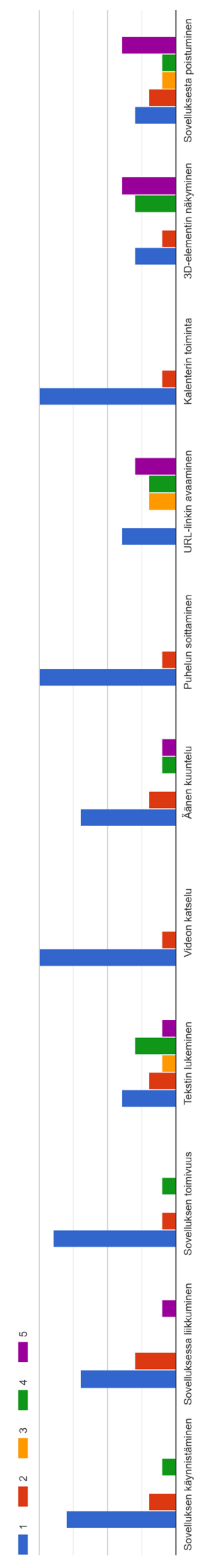
Anna palautetta käyttökokemuksesta (Zappar)



Anna palautetta käyttökokemuksesta (HP Reveal)



Anna palautetta käyttökokemuksesta (ROAR)



KUVIO 7. Käyttökokemusvertailu AR-sovelluksilla

Kysyttäessä, *saiko käyttäjä sovelluksen jokaisen linkin toimimaan*, Zapparissa yhdeksän yhdestätoista sanoi onnistuneensa kaikkien linkkien kohdalla. Kaksi epäonnistunutta linkin avaamista olivat Zapparissa puhelun soittaminen ja yhdessä lisäksi kalenteritoiminnon hahmottaminen eli tiedon lataamismahdollisuus laitteelle ja omaan kalenteriin. HP Revealissa käyttäjät sanoivat epäonnistuneensa kalenterin avaamisessa, mikä olikin odotettava vastaus, sillä sitä ei ollut HP Reveal-ohjelmistolla saatu tähän tuotantoon toimimaan. Mahdollisuus kyllä löytyy. Yksi käyttäjä ei saanut mitään linkkiä auki HP Revealissa, sillä hän kaksoisnapsautti linkkejä. HP Revealissa linkit oli määritelty avautumaan yhden napsautuksen avulla. Mahdollisuus kaksoisnapsautukseen oli olemassa vain HP Revealissa. Zapparissa kokemus ei häiriintynyt kaksoisnapsautuksesta huolimatta, vaan linkit avautuivat normaalisti. Roarissa kaikki kymmenen, jotka saivat Roar-sovelluksen käynnistymään, saivat myös sovelluksen ainoan linkin auki. Linkki vei ulkoiselle verkkosivulle.

Pyydettyäessä palautetta *mikä kussakin ohjelmassa jäi epäselväksi*, käyttäjät mainitsivat Zappar:n osalta muun muassa kalenterin ja puhelimen toiminnan, uloskirjautumisen sovelluksesta ja yksi mainitsi koko sovelluksen käytön epäselväksi. Perusteluna käyttäjä kertoi tämän olevan ensimmäinen AR-käyttökokemus.

“Aluksi kaikki epäselvää, sillä ensimmäinen käyttökokemus.”

HP Reveal:n osalta epäselvänä koettiin samat sovelluksesta uloskirjautuminen ja kalenteritoiminto kuin Zappar:ssa. Muutama esitti kysymyksen, oliko videota ja kuvia mahdollista suurentaa isommiksi tai koko näytön tilaan?

“Oliko video mahdollista saada koko näytön tilaan?”

“Oliko kuvia mahdollista saada isommiksi?”

Roar ei poikennut epäselvästä uloskirjautumisesta muiden sovellusten osalta. Verrattaessa kahteen aikaisempaan sovellukseen käyttäjät kokivat epäselvänä, oliko Roar:ssa mahdollisuus siirtyä linkkeihin niitä napsauttamalla, ja miten sovelluksessa liikuttiin.

“Eikö linkit toimineet vai oliko käyttäjässä vika?”

“Kokonaisuudessaan epäselvä, sillä mikään ei toiminut.”

Muita mahdollisia huomioita sovelluskohtaisesti kysyttäessä, käyttäjät vastasivat Zappar:n osalta, että ohjeistus videon suurentamiseksi näytölle jäi epäselväksi. Käyttö koettiin helpoksi, selkeäksi ja sopivaksi jopa aloittelijoille. Eräs käyttäjä mainitsi, että joutui alussa liikuttelemaan tablettia, jotta sai koko sisällön näkymään paremmin näytöllä. Lopulta oli helpompaa, kun käyttäjä siirtyi käyttämään sovellusta seisten ja paperin sai riittävän etäälle tabletista. Eräs käyttäjä mainitsi, ettei heti ymmärtänyt, että tablettia voi liikuttaa pois target-kuvan päältä. Tämän vuoksi tabletin kannattelu ja asento tuntui käyttäjistä todella työläältä. Muutamalla käyttäjällä heräsi kysymys, mihin AR-tuotantoja on tarkoitus yleisesti käyttää.

”Vaatii totuttelua, kylmiltään aika hankalaa, mutta jos on käyttänyt padia, niin sujuu varmaan paremmin.”

HP Reveal: kohdalla huomioitiin, ettei videota voinut ”pausettaa” tai suurentaa näytölle. Useampi käyttäjä mainitsi, että sovellus siirtyi aina alkutilaan eli ensimmäiseen näkymään, mikäli kävi sovelluksen ulkoisissa linkeissä. Eräs käyttäjä koki latautumisen HP Reavel:n osalta hitaaksi. Yhdessä kokemuksessa näkymä ikään kuin pätki ja heilui. Tämä johtui pitkälti siitä, että käyttäjä kadotti target-kuvan jatkuvasti etsimestä, ja näkymä vaihteli staattisen lukitun näkymän ja target-kuvaa seuraavan näkymän välillä. Häiritsevänä kokemuksena mainittiin, että olemassa oleva näkymä piti sulkea manuaalisesti ruksi-kuvakkeesta, koska muuten näkymä jäi taustalle, mikä teki kokemuksesta epäselvän. Eräs käyttäjä

mainitsi, että silmälasien käyttäjänä kuvan heiluvuus häiritsi. Yhtenä positiivisena kommenttina mainittiin, että aloittelijalle sovellus oli suhteellisen selkeä. Toisessa kommentissa sovelluksen käyttö taas koettiin sekavaksi.

"Aina kun siirtyy johonkin pois sovelluksesta, se palaa aloitussivulle."

Roar oli yleisesti kokemuksista heikoin. Useampi mainitsi sen sopivan hyvin yksinkertaisen asian esittämiseen. Positiivisena mainittiin 3D-elementin näkyminen. Sovelluksen käynnistäminen oli hankalaa kaikille käyttäjille.

"Hidas, ei päästänyt helpolla sisälle, painikkeet eivät toimineet. Heitti jokaisen linkin katselukerran jälkeen ulos ja taas piti käyttää sormitunnistetta."

"Helpompi käynnistys olisi hyvä, pitäisi olla helpompi liikkua sovelluksessa, linkkien toimivuus huono verrattuna muihin sovelluksiin."

Verratessa Zappariin ja HP Revealiin, käyttäjät mainitsivat, että eivät saaneet samoja linkkejä auki. Vain linkit-painike toimi ja meni suoraan ulkoiselle verkkosivulle. Palattaessa takaisin sovellukseen muutama käyttäjä ei saanut enää luettua target-kuvaa uudelleen, ja lopettivat sovelluksen testaamisen. Video oli näkyvillä heti etusivulla. Kukaan käyttäjistä ei saanut videota näkyviin. Ainoastaan videon ääni kuului. Äänitiedosto käynnistyi heti sovelluksen avautuessa itsestään, ei linkin kautta, kuten Zappar:ssa ja HP Reveal:ssa. Kalenteria ei ollut lainkaan. Tämä sovellus oli ainoa, missä oli oikea 3D kuva. Sovelluksessa muutamat kokeilivat 3D-elementin katselua lähemmin, ja kokivat suurentamisen ja liikuttelun hankalaksi.

"Hyvin herkkä, kun liikutteli sormilla ja ei alkuun auennut kunnolla."

Roar koettiin kolmesta ohjelmasta sekavimmaksi ja rauhattomimmaksi käyttää. Yksi käyttäjä piti ohjelmaa hyvänä. Perusteluna hän mainitsi, että mitä vähemmän toimintoja löytyy sen parempi. Tällä käyttäjällä ei ollut aiempaa kokemusta AR-sovelluksista eikä juuri lainkaan kokemusta tabletin käytöstä. Huomioitavaa on, että näkymä oli kaikissa luotu mahdollisimman samanlaisiksi, ja käyttäjillä oli ensimmäisenä ja toisena ollut käytössä sovellukset, joissa linkkipainikkeet veivät uusiin näkymiin ja toimintoihin. Käyttäjillä oli siis kokemus ja mahdollinen oletus, miten ohjelman tulisi toimia.

Käyttäjiltä kysyttiin *huomioita itse tabletin käytöstä* sovellusten käyttämisen aikana. Eräs vastasi, että käsi väsyi käytön aikana, ja piti huomioida tablettia kannattelevan käden asento. Tässä paperin liikuttelu pöydällä eri kulmiin auttoi, jolloin tabletin pystyi kääntämään kädessä hieman vinottain. Tabletinnäytön koko koettiin sopivan kokoiseksi. Eräs käyttäjä kommentoi, että tabletin asento vaikutti tekstin lukemiseen ja siihen kääntyikö AR-sisältö näytössä. Parhaiten sovellus koettiin toimivaksi vaakatasossa, jolloin tekstit ja yksityiskohdat erottuivat selkeimmin. Kannattelevan käden asentoa vaihtaessa jompikumpi käsistä saattoi mennä kameran etsimen eteen. Tällöin näkymä vaihteli edestaikaisin lukitun näyttökuvan ja target-kuvan mukaan. Tämä aiheutti nykivää näkymää, ja Roar:ssa sovellus vaati target-kuvan lukemisen uudelleen.

”Suhteellisen helppo ja yksinkertainen käyttää. Kuva vähän ehkä pätki ja nytkähteli, jos kuva katosi etsimestä. Näkymä hyppi koko näytön lukitustilan ja paperin muotojen mukaan riippuen, miten tablettia piti kädessä. Asentoa vaihtaessa käsi meni välillä kameran eteen.”

Eräs käyttäjä mainitsee, että toimivassa sovelluksessa käyttö oli miellyttävää ja helppoa, ja että 3D-kuvia ja -videoita olisi mukava katsoa enemmänkin. Sovellusta oli usean käyttäjän mielestä helpoin käyttää seisten. Eräs käyttäjä mainitsee, että pidempiaikainen käyttö aiheuttaa käsien tai niskan väsymistä. Hän koki, että käyttöasento oli sellainen, jossa joutui pitämään hartioita ja käsiä ylhäällä. Tämä käyttäjä käytti tablettia istuen. Vain yksi käyttäjä piti tablettia koko testauksen ajan

pystyasennosa. Hän mainitsi, että tämä oli kädelle paras asento. Tabletin paino todettiin muutamassa tapauksessa merkittäväksi asiaksi.

”Tabletti tuntuu turhan raskaalta käteen, mielummin haluaisi sille jonkun tuen, millä saisi tietokoneen näytön tyyllisen asennon.”

”Jos paperi olisi hieman pystyasennossa eikä pöydällä, voisi pitää tablettia luonnollisemmin kädessä.”

”Tabletin koko vaikuttaa käyttömukavuuteen. Iso tabletti painaa, mutta iso näyttö on hyvä ja tärkeä. Testaus tuli tehtyä seisten, en tiedä miten vaikuttaisi, jos olisin tehnyt testin istuen.”

Muutama käyttäjä mainitsi, kuinka näkymän nykiminen ärsytti. He kokivat huonona, että kun käsi väsyi ja tabletti sen mukana heilui ja näkymä seurasi liikettä, näkymässä olevat elementit olivat vaikeampia seuranta.

”Tabletti on herkkä, jos ei kokemusta käytöstä, kuvat vilisivät ja heiluivat, tuli epävarma tunne ja tunne ettei osaa.”

Käyttäjiltä kysyttiin, *mitä eroja käyttäjät huomioivat sovellusten välillä.* Seitsemän käyttäjää piti ohjelmia keskenään erilaisina tai hyvin erilaisina. Kaksi määritteli ohjelmat samanlaisen ja erilaisen välistä ja yksi samankaltaisina ja yksi hyvin samankaltaisena. Roar koettiin toiminnoiltaan todella suppeaksi. Zappar ja HP Reveal koettiin lähes samanoloisiksi keskenään, vaikkakin Zappar koettiin viimeistellymmäksi. Harmillisena pidettiin, ettei Zapparissa ja HP Revealissa ollut 3D mahdollisuutta. Käynnistyminen koettiin sovelluksissa erilaisiksi. Suurimmalla osalla Zappar jätti positiivisen mielikuvan, kun taas Roar jäi mieleen heikoimpana. Zapparissa linkkien toimivuus, elementtien näkyminen ja kokonaisuuden selkeys oli paras kokemus ja Roar:ssa heikoin.

”Zappar oli mielestäni paras sovellus ja toimivin. HP toimi kohtuullisen hyvin ja Roar ei toiminut ollenkaan, tai en saanut sitä toimimaan.”

”Zappar toimi parhaiten ja yksinkertaisesti, Roar oli surkein, mikään ei toiminut ensimmäisellä kerralla.”

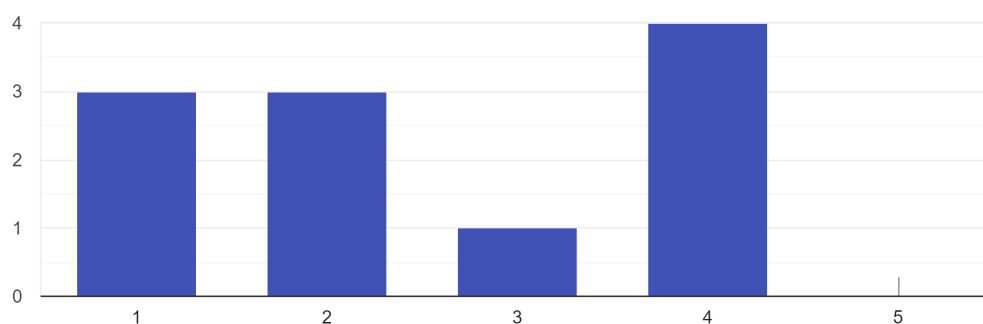
”Zappar toimi hyvin ja oli helppo käyttää. HP Reveal oli aika saman tyyppinen, mutta vaikeampi käyttää. Roar ei toiminut ollenkaan.”

”Osassa sovelluksissa oli helpompi liikkua (Zappar ja HP Reveal) ja käydä katsomassa eri toimintoja, vaikka sovellukset olivat minulle uusia, eikä käyttöohjeista tietoakaan.”

Kysyttäessä *kuinka todennäköisesti osallistuja käyttäisi AR-sovellusta jonkin asian opetteluun* asteikolla 1-5 (1=hyvin epätodennäköisesti, 5=hyvin todennäköisesti), kukaan ei kokenut, että käyttäisi AR-sovellusta hyvin todennäköisesti (kuvio 7). Neljä vastasi käyttävänsä AR-sovellusta todennäköisesti, yksi neutraalisti, kolme epätodennäköisesti ja kolme erittäin epätodennäköisesti jonkin asian opetteluun.

Kuinka todennäköisesti käyttäisit AR-sovellusta jonkin asian opettelussa?

11 vastausta



KUVIO 7. Kuinka todennäköisesti käyttäjä käyttäisi AR-sovellusta jonkin asian opettelussa

Käyttäjät kokivat positiivisina tietoisuuksien ja selittävien kuvien katselun AR:n avulla. Positiivisena koettiin paikasta riippumaton

käyttömahdollisuus. Eräs käyttäjä mainitsi käytön perusteltuna erityisesti terveydenhuollossa, jolloin voisi hyödyntää jonkin ihmisen fysiologisen toiminnallisuuden havainnollistamisen 3D:nä, kuten ruuansulatuselimistön toiminta. Eräs mainitsi positiivisena, että sovellukseen olisi helppo linkittää mielekkäitä aiheeseen liittyviä videoita ja linkkejä. Muutamalle käyttäjälle sovelluksen käyttö jonkin asian opetteluun ei tuntunut luontevalta, vaan pitäytyisivät mieluiten perinteisemmissä tavoissa.

”En oikein näe, että missä tilanteessa sen käyttäminen olisi tehokkaampaa kuin esim. tietokoneen tai kirjan.”

”Tabletit ei ole minun juttu, perinteinen kirja mieluummin.”

Tabletin käyttökokemuksen puute koettiin muutamien osalta syyksi, ettei näe AR:n käyttöä vielä omalla kohdalla sopivaksi tavaksi oppia uutta. He kuitenkin mainitsivat, että kokemuksen lisääntyessä, voisivat harkita AR:n käyttöä uudelleen.

”Liian haastavaa ja hidasta, kun ei ole kokemusta.”

”Liikaa muuttujia, ohjelmien käyttö hankalaa, pitää olla vahva käyttöosaaminen.”

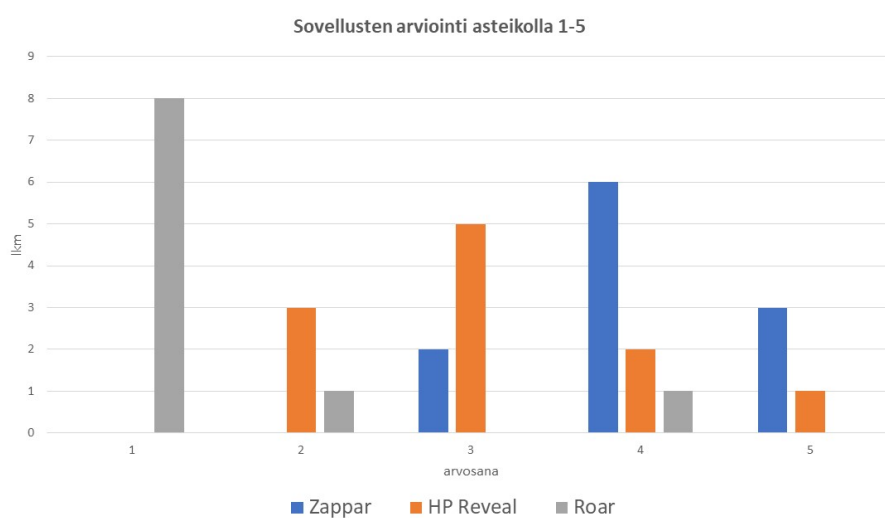
Käyttäjiltä kysyttiin, *mistä asioista käyttäjät pitivät* sovelluksia käyttäessä. Positiivisena asiana pidettiin erilaista ja uutta tapaa havainnollistaa asioita. Mainittiin, kuinka AR monipuolistaa tiedon esittämisen muotoja. Ei välttämättä tarvita mukana kannettavaa kirjaa. Tieto voidaan kuunnella, katsoa videolta tai kuvin ja siirtyä ulkoisiin linkkeihin. Sovelluksia voidaan katsella missä vain. Hyvänä mainittiin myös mahdollisuus päästä viemään tärkeä ajankohta ja tapahtuma suoraan omaan kalenteriin. Mielekkäimpänä koettiin 3D-mahdollisuus, jota toivottiin Roar:n lisäksi myös HP Reveal ja Zappar -sovelluksiin.

”Jos on kiinnostavaa sisältöä, niin on kiva katsoa esimerkiksi videoita.”

”Wikipedia-linkki oli hyvä, eli aiheeseen sopivat linkit lisätietoa varten.”

”Äänitehoste oli kiva.”

Pyydettyessä *numeerista arviointia* jokaisen sovelluksen osalta (1=tyydyttävä, 5=kiitettävä), sai Zappar parhaimmat arvosanat, seuraavaksi HP Reveal ja huonoimmat arvosanat sai Roar-sovellus (kuvio 8).



KUVIO 8. Sovellusten numeerinen arviointi asteikolla 1-5

10.3 Tutkimustulosten analysointi käyttäjän ja kehittäjän kannalta

Kolmesta sovelluksesta käyttäjille jäi positiivisin käyttökokemus Zapparin osalta. Toisena mahdollisena sovelluksena käyttäjät kertoivat voivansa käyttää HP Reveal -sovellusta. Ehdottomasti heikoin käyttökokemus oli Roarin kohdalla.

Sekä testiryhmän käyttökokemukset, että tutkimuksessa tehty AR-tuotanto puhuvat Zappar-ohjelman ja -sovelluksen puolesta valittaessa maksutonta mobiili AR -ohjelmistoa niin yksinkertaisten tietoiskujen kuin laajempien materiaalikokonaisuuksien esittämiseen lisätyn todellisuuden keinoin.

Puutteena voidaan pitää 3D-elementin lisäämismahdollisuuden puuttuminen.

Mobiili AR -sovellukseen luodun rakenteen tulee olla valitulle ohjelmalle sopiva. Roar ei taivu monimutkaiseen rakenteeseen, jossa käyttäjä voi liikkua näkymästä toiseen, toisin kuin Zappar ja HP Reveal. Roar sopii parhaiten yksittäisen sivun ja 3D-elementin esittämiseen. HP Reveal -tuotantoa tehdessä on jo hieman ymmärrettävä, miten koodausajattelu toimii. Siellä elementtejä piilotetaan ja näytetään, ei liikuta näkymästä toiseen. Rakenne on siis HP Revealissa hyvä pitää yksinkertaisena, jotta pystyy hallitsemaan kaikki tuotannossa olevat elementit. Zapparissa rakenteesta voi tehdä pienellä vaivalla monipuolisemman. Ohjelmassa luodaan erillisiä näkymiä ja niiden hallinta on varsin helppoa pienen harjoittelun jälkeen. HP Revealiin voidaan liittää samanlaisia toimintoja kuin Zappariin, sillä lisäksi, että HP Revealissa myös 3D-elementin tuominen onnistuu tietyssä tiedostomuodossa.

Ulkoasuun voidaan vaikuttaa parhaiten Zapparissa. HP Revealissa ja Roarissa ulkoasuun voidaan vaikuttaa eniten sijoitettujen elementtien visuaalisuuden kautta. Jos AR-tuotannon tekijällä ei ole vahvoja typografisia taitoja ja mahdollisuutta luoda materiaalia toisessa ohjelmassa, Zappar puoltaa valintaa. Painikkeet, muodot, värit, taustat ja tekstityylit ovat Zapparissa helpoiten muokattavissa.

Tutkimuksessa kävi ilmi, että sovelluksen ja laitteen käytön opastukseen on syytä kiinnittää huomiota ja tarvittaessa käyttää aikaa perehdytykseen. Testiryhmässä oli sekä kokeneita mobiililaitteen ja tabletin käyttäjiä, että täysin noviiseja. Jopa itseään kokeneena pitävillä oli ajoittain vaikeuksia liikkua sovelluksen ominaisuuksissa, etenkin jos toiminto vaihtui sovelluksen sisäisestä toiminnosta laitteen ominaisuuden käyttöön (puhelun soittaminen ja tiedon lataaminen kalenteriin). Videon avautuminen YouTube-linkiksi verkkosivulle ja sieltä palaaminen sovellukseen aiheutti päävaivaa. Mikäli käyttäjä oli tottunut sulkemaan ulkoisia linkkejä ja tunnisti tabletin omat painikkeet, ongelmia ei esiintynyt. Muutoin käyttäjä napsautteli siellä täällä ilman selkeää mielikuvaa, mitä

tehdä. Osa päätyi takaisin "vahingossa". Kommenteista kävi ilmi, että osa uskoisi pitävänsä sovelluksen käyttöä miellyttävämpänä, mikäli olisi osannut käyttää laitetta paremmin ja varmemmin. Käytön opastuksessa on hyvä kertoa, miten sovellus käynnistetään, miten elementtejä ja linkkejä napsautetaan päästäkseen jonnekin, miten elementtejä voi suurentaa näytölle tai mitä rajoituksia voi ilmetä, miten laite lukee tunnistettavan kuvan ja mitä tapahtuu, jos etsin kadottaa luettavan kuvan, millaisia mahdollisuuksia on ladata tietoa sovelluksesta laitteelle ja miten sovellus suljetaan. Tabletin käytöstä on hyvä tutustua äänen voimakkuuden säätöön, ja miten laite herätetään, mikäli näyttö sammuu.

Osa käyttäjistä koki pöytätasolla olevan paperin hankalaksi laitteen lukea. Käyttäjän istuessa pöydän ääressä, A4-kokoisen paperin mahdollistaminen tabletin etsimen näkymään aiheutti tilanteita, joissa käyttäjä joutui nostamaan käsiä korkealle, mikä väsytti käsiä ja hartioita. Tämä aiheutti joillain myös tilanteen, missä käyttäjä ikään kuin kurkotteli katseellaan tabletin näytön päälle, aiheuttaen jälleen epämiellyttävän tunteen hartioissa ja niskassa. Tähän voisi olla vaihtoehtona käyttää laitetta seisten tai kuvan 20 kaltainen teline, johon target-kuvan voi tukea. Telineettä voi siirreellä tasolla lähemmäs tai kauemmas tarpeen mukaan, ja näin laitetta voi pitää ergonomisesti miellyttävämmässä asennossa. Teline ajaa asian myös siltä osin, jos sisällössä on esimerkiksi video tai pitkä teksti luettavaksi. Tabletin voi asettaa telineeseen katselun ajaksi edellyttäen, että sovellus lukitsee näkymän näytölle katselun ajaksi.



KUVA 20. Teline target-kuvalle

Target-kuvan tulosteen kokoa pienentämällä voidaan saada vähennettyä ongelmaa, jossa paperin näkymä ei mahdu kokonaan näytölle. Etenkin lyhyet käyttäjät, jotka testasivat sovelluksia istuen, kokivat ongelmaksi kuvan mahduttamisen tabletin näyttöön. Etäisyys tabletin ja paperin välillä oli pienempi kuin esimerkiksi pitemmillä käyttäjillä, jotka seisoivat testauksen ajan. Heiltä ei saatu huonoa palautetta etäisyyden osalta, sillä etäisyys pöytätasalla olevaan paperiin ja kädessä pidettävään tablettiin oli suurempi, ja kuva näkyi etsimeen hyvin. Target-kuvan koko voi vaihdella esimerkiksi käyntikortin kokoisesta julisteeseen. Merkitsevää on, lukeeko sovellus kuvasta yksityiskohdan vai ison kokonaisuuden, ja kuinka etäällä käyttäjä luettavasta kuvasta on.

Huomioitavaa on, että tutkimuksen kaikilla käyttäjillä oli käytettävissä kaksi kättä. Tabletille tai älypuhelimelle tarvitaan apuväline, mikäli käyttäjällä ei ole käytössä molempia käsiä.

11 YHTEENVETO

Markkinoille on hurjaa vauhtia saapunut ja saapumassa lisätyn todellisuuden sovelluksia, katselulaitteita ja ohjelmistoja. Valinnanvaraa löytyy, odotukset ja tekniset vaatimukset ovat laitteille suuret, hinnat katselulaitteiden osalta korkeat, sisältöä vähän ja sitä kautta arvo kuluttajalle suhteessa käytettävään rahamäärään on huono. Siinä ehkä muutama tämän päivän olennaisimmista syistä sille, ettei AR ole vielä juurtunut kaiken kansan käyttöön. Tarvitaan edelläkävijöitä, yksilöitä ja yrityksiä, jotka rohkenevat ottaa teknologian käyttöön ja innovatiivisesti satsata erilaisiin mahdollisuuksiin yhdessä AR-kehittäjien kanssa. Tarvitaan innokkaita loppukäyttäjiä, joiden palautteen kautta sovelluksia ja laitteita voidaan kehittää. Tarvitaan kouluttajia ja opettajia hyödyntämään AR-teknologiaa yhdessä oppijoiden kanssa. Tarvitaan positiivisia kokemuksia innostamaan eri tahoja ja saamaan tätä kautta alaa kasvuun.

Tässä tutkimuksessa on tutustuttu markkinoilta löytyviin lisätyn todellisuuden katselulaitteisiin, verkkopohjaisiin AR-ohjelmiin, joilla voi maksutta luoda mobiili AR -tuotantoja ja valmiisiin AR-esimerkkeihin. Katselulaitteista markkinoilta löytyy jo AR-laseja, mutta hinnat ovat korkealla ja tavallisen kuluttajan saatavilla olevaa AR-sisältöä ei juurikaan ole. Kustannukset ja sisällön luomisen hankaluus jarruttaa myös harrastelijoiden ja oppilaitoskäytössä AR-lasien yleistymistä. Heille vaihtoehtona on mobiililaitteisiin sopivat AR-sovellukset ja -sisällön tuotanto-ohjelmat. Tutkimuksessa todettiin, että maksuttomilla AR-ohjelmilla voidaan varsin vaivattomasti luoda AR-tuotantoja mobiililaitteilla katseltavaksi. Myös katseluun tarkoitettut AR-sovellukset ovat ladattavissa loppukäyttäjille maksutta.

Tutkimuksessa tarkasteltiin kahdeksaa AR-sisällöntuotanto-ohjelmaa, joista valittiin lähempään tarkasteluun kolme. Näillä kolmella ohjelmalla tehtiin mahdollisimman samankaltaiset AR-tuotannot, joita testiryhmä kokeili, ja tämän jälkeen vastasi kyselyyn. Kyselyssä selvitettiin kokemuksia sovellusten käytöstä. Käyttökokemukset vaihtelivat sovelluksen mukaan. Zappar koettiin miellyttävimmäksi kokemukseksi,

seuraavaksi HP Reveal ja viimeisenä Roar. Käyttäjien kokemuksiin vaikuttivat muun muassa, miten sisältö näkyi, kuinka helposti ja nopeasti sisältö avautui laitteen näytölle, miten helposti tai vaikeasti käyttäjä pääsi liikkumaan sovelluksessa, käyttäjän laitekäyttötaidot yleisesti ja missä asennossa käyttäjä tutki sovelluksia.

Tutkimuksessa rakennettiin kaikille testattaville sovelluksille sisältö. Samalla tehtiin huomioita, millaisia ominaisuuksia ohjelmissa on, millaisille AR-tuotannoille ohjelmat soveltuvat rakenteeltaan parhaiten ja millaista osaamista tuotannon tekijöiltä vaaditaan. Suppeimmaksi osoittautui Roar ja monipuolisimmaksi Zappar. Isoksi puutteeksi maksuttomassa Zapparissa todettiin AR:lle niin ominaisen 3D-elementin liittämisen mahdottomuus. Mikäli 3D on ehdoton tarve esitykseen, HP Reveal on paras vaihtoehto. Se ei ole yhtä helppokäyttöinen tuotannon tekijälle, eikä salli yhtä sujuvaa rakennetta kuin Zappar, mutta on tutkimuksen kolmesta ohjelmasta 3D:n vuoksi varsin varteenotettava vaihtoehto.

Opetus- ja koulutuskäytössä pyritään löytämään aina uusia menetelmiä tiedon jakamiseksi ja siirtämiseksi, ja kannustamaan uuden teknologian hyödyntämiseen. Yritykset ovat kehittäneet oppimisstrategioita, joissa käytetään sekä luokka- että verkkopohjaisia oppimismenetelmiä. Tämä trendi on kasvanut voimakkaasti viime vuosina, eikä osoita merkkejä vähenemisestä lähitulevaisuudessakaan. Tarvitaan kiinnostuneita ja innostuneita opettajia, ohjaajia ja kouluttajia, jotka ottavat AR-tekniikan välineeksi opetukseen. Millä tahansa alalla tarvitaan innovatiivista ja kokeilevaa AR-tekniikan hyödyntämistä, jotta saadaan käyttökokemuksia, palautetta, mielipiteitä, keskustelua ja asian omaksuntaa. Tutkimuksessa todettiin, että AR voi tuoda lisäarvoa monille alueille, kuten mainontaan, koulutukseen, teknologiaan ja lääketieteeseen. Kuluttajalla on tutkimuksen mukaan jo mahdollisuus luoda varsin yksinkertaisesti ja maksutta omia AR-sisältöjä.

Kuluttajat ovat omaksuneet internetin käytön osaksi arkipäivää. Tuntuu jopa erikoiselta, jos jostain asiasta, tuotteesta tai yrityksestä ei löydy tietoa internetin avulla. Myös erilaisten sovellusten, ”Appien”, käyttö on

mobiililaitteiden käyttäjille varsin arkista, on kyse sitten huvista tai hyödystä. Mielenkiintoisia jatkokysymyksiä ja seurattavia aiheita ovat, missä vaiheessa lisätty todellisuus saavuttaa kuluttajan silmissä arkisen statuksen, tuleeko sitä tapahtumaan koskaan? Milloin laitteiden kapasiteetti on riittävä raskaiden AR-sovellusten toistamiseen vaivatta? Omaksutaanko AR käyttöön niin mobiililaitteilla kuin AR-laseillakin? Missä vaiheessa päästään eteenpäin ”muna vai kana” -tilanteesta ja sisältöä aletaan tuottamaan vauhdilla? Etenkin mielenkiintoiseksi jää seurata, milloin kuluttajat kiinnostuvat itse tuottamaan AR-sisältöä.

Ensimmäisenä tutkimuskysymyksenä esitettiin, millaisia maksuttomia verkkopohjaisia AR-palveluita markkinoilla on saatavilla, AR-tuotannon luomiseksi? Tähän löytyi vastauksia, joista poimittiin tarkempaan tarkasteluun kolme palvelua: HP Reveal, ROAR ja Zappar. Tutkimukseen ei kerätty kattavasti kaikkia saatavilla olevia palveluita, vaan mainitut palvelut valittiin tutkimuksessa tehtyjen hakujen osumamäärän perusteella. Mitä useammin ohjelma esiintyi Googlen-hakukoneen poiminnoissa, sitä ilmeisemmin se tuli valittua tutkimuksessa mainittujen kahdeksan ohjelman joukkoon: Arilyn, Blippar, EasyAr, HP Reveal, ROAR, Vuforia, Wikitude ja Zappar. Yhteistä kaikille ohjelmille on, että ne tukevat käyttöä Android ja iPhone-laitteille. Kaksi kahdeksasta mainitsee tuen myös Windows-laitteille. Kahdeksasta ohjelmistosta seitsemässä on saatavilla maksuton versio, joista kaksi ovat aikarajattuja Trial-versioita. Loput kuusi tarjoavat maksuttoman version erilaisilla rajoituksilla, kuten aktiivisten AR-tuotantojen lukumäärä, käytettyjen katselukertojen määrä ja palveluun ladattujen tiedostojen yhteiskoko. Näistä kaksi tarjoavat maksuttoman sovelluskehityspaketin, SDK:n, mutta ei lainkaan verkkopohjaista ohjelmistoa. Yhdestä ohjelmistosta, Arilyn, on saatavilla ainoastaan maksullinen versio.

Toisena tutkimuskysymyksenä oli, millaista osaamista tekijältä vaaditaan luomaan AR-sisältöä? Kolmen valitun ohjelman, HP Revealin, ROARin ja Zapparin käyttö onnistuu tietokoneelta, jossa on internetyhteys. Valituista ohjelmista löytyy maksuttomat versiot, jotka vaativat käyttäjätilin luomisen ja tämän jälkeen käytettävissä on ohjelmasta riippuen tietty lukumäärä AR-

tuotantoja. Ohjelmien käytön haltuunotto on kokeneelta mediasovellusten käyttäjältä mahdollista kokeillen, mutta kaikkiin ohjelmiin on myös saatavilla selkeät ohjeet. Ohjelmat ja ohjeet ovat saatavilla ainakin englanninkielisinä. Tämän tiedon pohjalta voi todeta, että kuka tahansa kielitaitoinen asiasta kiinnostunut pystyy halutessaan luomaan oman AR-tuotannon. Sisällön tuottamisessa käyttäjä voi tukeutua joko materiaalipankkeihin tai rakentaa kaiken alusta asti itse. Tutkittuihin kolmeen ohjelmaan pystyy viemään tietyin rajoittein erilaista sisältöä, kuten tekstiä, ääntä, kuvaa, videota ja 3D-malleja.

Kolmantena tutkimuskysymyksenä esitettiin, millaista osaamista, ohjelmistoja ja laitteita loppukäyttäjältä vaaditaan katsomaan valmis lopputulos? AR-laseilla katseltavaa materiaalia on loppukäyttäjälle vielä varsin vähän saatavilla. AR-lasit ovat hinnakkaita ja sisältöä on luotu pääasiassa yritys- ja koulutuskäyttöön. Suuret kuluttajaryhmät ovat päässeet tutustumaan lisätyn todellisuuden maailmaan helpoiten mobiili AR:n kautta. Mobiili AR:n katselu vaatii target-kuvan, mobiililaitteen, internetyhteyden ja oikean sovelluksen halutun AR-tuotannon katseluun. Tutkimuksessa havaittiin, että suurin osa ohjelmista tukee tuotantoja Android ja Apple-laitteille. Käyttäjäkyselystä saadun tiedon ja tutkimuksessa käytettyjen lähteiden perusteella voidaan todeta, että AR:n käyttökokemukset, tekniikka ja toimintaperiaate ovat vielä varsin vieraita laajassa käytössä, joka hidastaa käyttöönottoa. AR-teknologiaa ei pidetä vielä vakiotyökaluna, vaan pikemminkin työkaluna edelläkävijöille. Tarvitaan tietoa, esimerkkejä ja kokemuksia. Tottuneet mobiililaitteiden ja erilaisten sovellusten käyttäjät omaksunevat AR-tuotantojen käytön helposti. Käytön omaksumista edesauttaa muun muassa käyttäjää motivoiva sisältö, saatavuus, sovelluksen helppokäyttöisyys ja käyttöopastus. Haasteena voidaan pitää AR-sovellusten suurta määrää. AR-tuotantojen katseluun vaaditaan tietty sovellus. Pahimmassa tapauksessa käyttäjän on ladattava useita sovelluksia mielenkiintoisten sisältöjen katseluun. Laitteistolta vaaditaan hyvää suorituskykyä, jotta sovellukset toimivat sujuvasti ja kykenevät toistamaan raskaita 3D-malleja ja videoita. Pahimmassa tapauksessa sovellus ei avaudu lainkaan ja laite

jopa ylikuumenee käytössä. Internetyhteyden tulee olla riittävä, sillä mobiili AR -tuotannot ladataan laitteen näytölle verkon kautta. Etenkin 3D-tiedostot ja videot voivat olla tiedostokooltaan suuria.

Mainos-, markkinointi-, viihde- ja koulutusmateriaaleja luotaessa lisättyä todellisuutta voi käyttää tiedonjaon välineenä paikasta ja ajasta riippumatta. Näihin voidaan yhdistää monenlaisia elementtejä, jotka edesauttavat asian esittämistä useilla eri tavoilla, ja voi näin lisätä asian ymmärrettävyyttä. Tutkimuksen kyselyn käyttökokemuksista selvisi, että erinomaiseen AR-kokemukseen tarvitaan monen asian onnistumista. Onnistuminen on mahdollista, mutta se vaatii suunnittelua ja ennakoitua, kuten mikä tahansa tietotekninen kokemus.

LÄHTEET

3DBear. 2017. 3D-tulostuksen tulevaisuus. 3DBear [viitattu 2.10.2018].

Saatavissa: <https://3dbear.io/future-of-3d-printing>

Aisle411. 2018. Indoor navigation and AR [viitattu 25.6.2018]. Saatavissa:

<http://aisle411.com/>

Alatalo, Toni. PlaySign. Haastattelu ja sähköposti heinäkuu 2018.

AmmattiPEDA. 2013. Rikastettu oppiminen. OPH ja edu.fi [viitattu

19.7.2018]. Saatavissa:

http://www10.edu.fi/ammattipeda/?sivu=rikastettu_oppiminen.

ARCore. 2018. Supported Devices. Google [viitattu 3.8.2018]. Saatavissa:

<https://developers.google.com/ar/discover/supported-devices>

Arilyn. 2018. Arilyn Blog [viitattu 3.7.2018]. Saatavissa:

<https://blog.arilyn.com/tag/case-study>

ARKit. 2018. Apple Inc. [viitattu 23.7.2018]. Saatavissa:

<https://developer.apple.com/arkit/>

Augray. 2018. How Augmented Reality is revolutionizing the traveler's experience? [viitattu 29.7.2018]. Saatavissa:

<https://augray.com/blog/augmented-reality-in-tourism/>

Beck, R., Weber, S. & Gregory, R.W. 2012. Theory-generating design science research. 3 February 2012. Springer Science+Business Media, LLC 2012.

Blom, Adriana. 2018. ARCore vs. ARKit. Iflexion [viitattu 23.7.2018].

Saatavissa: <https://www.iflexion.com/blog/arcore-vs-arkit-better-building-augmented-reality-apps/>

Botre, Santosh. 2017. Basic ARKit Concepts. AR VR Journey [viitattu

24.7.2018]. Saatavissa: <https://arvrjourney.com/basic-arkit-concepts-95e845fbb0a1>

Busel, Matthew. 2017. The 6 biggest challenges facing augmented reality. Haptical [viitattu 19.10.2018]. Saatavissa: <https://haptic.al/augmented-realitys-biggest-threats-3f4726a3608>

Business Finland, Neogames ja FIVR. 2017. Mixed Reality 2017 -raportti.

Cassella, Dena. 2009. What is Augmented Reality (AR): Augmented Reality Defined, iPhone Augmented Reality Apps and Games and More. Digital Trends [viitattu 7.8.2018]. Saatavissa: <https://www.digitaltrends.com/gaming/what-is-augmented-reality-iphone-apps-games-flash-yelp-android-ar-software-and-more/>

CGI Suomi Oy. 2018. CGI tuo lisätyn todellisuuden hyötykäyttöön. CGI Suomi Oy [viitattu 11.7.2018]. Saatavissa: <https://www.cgi.fi/lisatty-todellisuus>

Cosson, Lucas. 2016. Hololens ja Softability – Rakennusalan sovellus Skanskalle. Softability [viitattu 29.7.2018]. Saatavissa: <https://softability.fi/blog/hololens-ja-softability-rakennusalan-sovellus-skanskalle/>

Dance Reality App. 2017. Dance Practice in Augmented Reality. Dance Reality LLC [viitattu 3.8.2018]. Saatavissa: <https://www.dancerealityapp.com/>

Dasey, Daniel. 2017. Try before you buy. IKEA [viitattu 24.7.2018]. Saatavissa: <https://highlights.ikea.com/2017/ikea-place/>

Destia Esite. 2018. FlyAR Oy [viitattu 18.7.2018]. Saatavissa: https://www.youtube.com/watch?time_continue=9&v=faWruTsEEo

FGI. 2017. FGI Pointcloud headset augmentation. Paikkatietokeskus. FlyAR [viitattu 18.7.2018]. Saatavissa: <https://www.youtube.com/watch?v=3gsYiwV216Q>

FlyAR. 2018. Augmented Reality Studio. Monipuolista ja interaktiivista Augmented Reality -tuotantoa [viitattu 12.7.2018]. Saatavissa:

<https://flyar.fi/>

Garzón, J., Pavón, J. & Baldiris, S. 2017. Augmented Reality Applications for Education: Five Directions for Future Research. L.T. De Paolis et al. (Eds.) AVR 2017, Part I, LNCS 10324. Springer International Publishing AG, 402–414.

Gullichsen, Frida. Digital Marketing & Sales. Arilyn, Robust North Oy. Haastattelu ja sähköposti heinäkuu 2018.

Hakkola, Kalle. 2017. SOLU – Soveltavaa taidetta ja luovaa tuotantoa. Turun ammattikorkeakoulun Taideakatemia Soveltava taide ja Luova tuottaja (YAMK) -koulutusten blogi [viitattu 24.6.2018]. Saatavissa:

<http://turkublogs.fi/solu/2017/05/03/lisatty-todellisuus-tulee/>

Hauser, Andreas. 2010. Wikitude World Browser. Wikitude [viitattu 7.10.2018]. Saatavissa: <https://www.wikitude.com/wikitude-world-browser-augmented-reality/>

HP Reveal. 2018. Community network. [viitattu 5.7.2018]. Saatavissa:

<https://aurasma.zendesk.com/hc/en-us>

IDF. 2018. Augmented Reality – The Past, The Present and The Future. Interaction Design Foundation [viitattu 9.10.2018]. Saatavissa:

<https://www.interaction-design.org/literature/article/augmented-reality-the-past-the-present-and-the-future>

ITFirms. 2017. Top 5 development tools for augmented reality. IT Firms [viitattu 8.9.2018]. Saatavissa: <https://www.itfirms.co/top-5-development-tools-for-augmented-reality/>

Jauhola, H-K. 2018. Softability esitteli älylaseja ja lisätyn todellisuuden käyttömahdollisuuksia palopäällystölle. Softability [viitattu 29.7.2018].

Saatavissa: <https://softability.fi/blog/softability-esitteli-alylaseja-ja-lisatyn-todellisuuden-kayttomahdollisuuksia-palopaallystolle/>

Joutsenvirta, T. & Kukkonen, A. (toim.) 2009. Sulautuva opetus – uusi tapa opiskella ja opettaa. Palmenia.

Kangasniemi, Hanna. 2016. Näin hologrammit tulevat osaksi elämäämme. Elisa [viitattu 29.7.2018]. Saatavissa:

<https://yksityisille.hub.elisa.fi/tulevaisuuden-hologrammit/>

Keränen, Matti. 2018. Turvallisuutta teollisuuden palveluihin. Tekniikka ja talous. Työ & ura.

Kickstarter. 2018. Spatial: Holographic AR Tabletop Gaming. Kickstarter [viitattu 15.10.2018]. Saatavissa:

<https://www.kickstarter.com/projects/1539770337/spatial-multiplayer-ar-tabletop-gaming>

Kohn, V. & Harborth, D. 2018. Augmented Reality – A game changing technology for manufacturing processes? Research paper. Twenty-Sixth European Conference on Information Systems (ECIS2018), Portsmouth, UK.

LIL. 2017. The Future of Retail. Lowe's Innovation Labs [viitattu 25.6.2018]. Saatavissa:

<http://www.lowesinnovationlabs.com/instorenavigation>

Liu, D., Dede, C., Huang, R. & Richards, J. 2017. Virtual, Augmented and Mixed Reality in Education. Smart Computing and Intelligence Serie. Singapore: Springer Nature.

Lowood, Henry E. 2018. Virtual Reality, Computer Science. Encyclopedia Britannica [viitattu 9.10.2018]. Saatavissa:

<https://www.britannica.com/technology/virtual-reality#ref884330>

Lukkari, Jukka. 2018. VR ja AR mullistavat huollon – "Helpdesk teleportataan lisätyn todellisuuden lasien käyttäjälle". Tekniikka & Talous. [viitattu 21.11.2018]. Saatavissa:

<https://www.tekniikkatalous.fi/tekniikka/ict/vr-ja-ar-mullistavat-huollon-helpdesk-teleportataan-lisatyn-todellisuuden-lasien-kayttajalle-6719882>

Ma, D., Gausemeier, J., Fan, X. & Grafe, M. 2011. Virtual Reality & Augmented Reality in Industry. New York: Springer Heidebery Dordrecht London.

Magic Leap Experiences. 2018. Experiences. Magic Leap Inc [viitattu 9.10.2018]. Saatavissa: <https://www.magicleap.com/experiences>

Magic Leap One. 2018. Magic Leap Inc [viitattu 7.8.2018]. Saatavissa: <https://www.magicleap.com/magic-leap-one>

Mahei. 2017. What's is Augmented Reality? Mahei [viitattu 29.7.2018]. Saatavissa: <http://www.mahei.es/ar.php?lang=en>

Masters, Ken. 2013. Tutkimusartikkeli: Edgar Dale's Pyramid of Learning in medical education: A literature review [viitattu 2.7.2018]. Saatavissa: <https://www.tandfonline.com/doi/full/10.3109/0142159X.2013.800636>

Mathew, Neil. 2018. Building an AR house manual for your Airbnb with ARKit + Placernote SDK Virtual Reality Pop [viitattu 24.7.2018]. Saatavissa: <https://virtualrealitypop.com/building-an-ar-house-manual-for-your-airbnb-with-arkit-placernote-sdk-99422fa6029f>

Medley, Joseph. 2018. Quickstart for AR on the web. Google Developers [viitattu 23.7.2018]. Saatavissa: <https://developers.google.com/ar/develop/web/quickstart>

Metavision. 2018. Bridge the gap between the virtual and the real with the world's most immersive AR experience. Meta Company [viitattu 24.7.2018]. Saatavissa: <http://www.metavision.com/>

Microsoft. 2018. Microsoft HoloLens Development Edition. Microsoft [viitattu 23.7.2018]. Saatavissa: <https://www.microsoft.com/fi-fi/p/microsoft-hololens-development-edition/8xf18pqz17ts?activetab=pivot%3aoverviewtab>

Mikrobitti. 2018. Lisätyn todellisuuden suurlupaus perustelee kallista hintaa – ”korvaa puhelimet, televisiot, kannettavat ja tabletit” [viitattu

- 20.11.2018]. Saatavissa: <https://www.mikrobitti.fi/uutiset/lisatyn-todellisuuden-suurlupaus-perustelee-kallista-hintaa-korvaa-puhelimet-televisiot-kannettavat-ja-tabletit/d0f2dd0d-3f51-3ad6-b1ce-ac05da99e65a>
- Mondly. 2018. Let's Talk. ATi Studios [viitattu 24.7.2018]. Saatavissa: <https://www.mondly.com/>
- MS HoloLens. 2016. Japan Airlines at Worldwide Partner Conference 2016. Microsoft [viitattu 24.7.2018]. Saatavissa: <https://www.youtube.com/watch?v=GjZgl2oDcwM>
- Muikku, J. & Kalli, S. 2017. The IMD Project. VR/AR Market Report. Digital Media Finland Oy.
- Mullen, Tony. 2011. Prototyping Augmented Reality. Canada: John Wiley & Sons, Inc. e-kirja.
- NCC. 2018. NCC siirtyy HoloLens-aikaan rakennusalan kärjessä. NCC AB [viitattu 23.7.2018]. Saatavissa: <https://www.ncc.fi/tarjontamme/nain-toimimme/digitaalinen-rakentaminen/hololens/>
- OPH. 2017. Kolme miljoonaa euroa peruskoulun kehittämiseen kokeilujen kautta [viitattu 19.10.2018]. Saatavissa: https://www.oph.fi/ajankohtaista/verkkouutiset/101/0/kolme_miljoonaa_euroa_kouluille_peruskoulun_kehittamiseen_kokeilujen_kautta
- PlaySign. 2018. AR use for building permit reviews [viitattu 12.7.2018]. Saatavissa: <http://www.playsign.net/ar-use-for-building-permit-reviews/>
- Poly. 2018. Uppoudu 3D-maailmaan. Google [viitattu 24.7.2018]. Saatavissa: <https://support.google.com/poly/answer/7562662?hl=en>
- ROAR. 2018. Roar [viitattu 24.7.2018]. Saatavissa: <https://theroar.io/>
- ROAR Blog. 2017. ROAR Adviser, Augmented Reality Platform and Shopping Adviser. Roar [viitattu 24.7.2018]. Saatavissa: <https://blog.theroar.io/>

Ruhalahhti, S. & Kentta, V. 2017. Ammatillisen koulutuksen digitalisaatio ja työelämäyhteistyö: "Opeilta ja ohjaajilta löytyy intoa uusille poluille". Opetushallitus. Raportit ja selvitykset 2017:18.

Salmi, H., Kaasinen, A. & Kallunki, V. 2012. Towards an Open Learning Environment via Augmented Reality (AR): visualising the invisible in science centres and schools for teacher education. *Procedia - Social and Behavioral Sciences* 45. Elsevier Ltd, 284 – 295.

SeeReal. Unique and patented technology solutions for real-time holography. [viitattu 29.7.2018]. Saatavissa:

<https://www.seereal.com/technology/>

Shelton, Brett E. 2002. Augmented Reality and Education. Current Projects and the Potential for Classroom Learning. *New Horizons for Learning*. Vol. 9 No 1.

Siltanen, Sanni. 2015. Developing augmented reality solutions through user involvement. Tietojenkäsittelytieteen laitos. VTT Science, 87.

Siltanen, Sanni. 2018. AR - Industrial reality seminar. VTT Research [viitattu 24.7.2018]. Saatavissa:

[https://www.vttresearch.com/Documents/Augmented Reality Industrial Reality 22March2018/Insights%20into%20use%20of%20augmented%20reality%20in%20industry%20-%20Siltanen%20KONE.pdf](https://www.vttresearch.com/Documents/Augmented%20Reality%20Industrial%20Reality%2022March2018/Insights%20into%20use%20of%20augmented%20reality%20in%20industry%20-%20Siltanen%20KONE.pdf)

SketchUp. 2018. The easiest way to draw in 3D. Trimble Inc. [viitattu 29.7.2018]. Saatavissa: <https://www.sketchup.com/products/sketchup-free>

Softability. 2018. X-Reality sovellukset. Softability [viitattu 10.7.2018]. Saatavissa: <https://softability.fi/studio/studio-palvelut/xr-sovellukset/>

Statt, Nick. 2018. Vuzix Blade AR glasses are the next-gen Google Glass we've all been waiting for. *The Verge* [viitattu 10.7.2018]. Saatavissa: <https://www.theverge.com/2018/1/9/16869174/vuzix-blade-ar-glasses-augmented-reality-amazon-alexa-ai-ces-2018>

Sumra, H. 2018. Best Google Cardboard apps: 25 top games and apps for your mobile VR headset. Wareable [viitattu 10.7.2018]. Saatavissa:

<https://www.wareable.com/vr/the-best-google-cardboard-apps>

Suominen, S., Takala, T., Sinerma, O. & FIVR ry. 2017. VR/AR Industry of Finland 2017. Tekes [viitattu 9.7.2018]. Saatavissa:

<https://fivr.fi/survey2017/>

Tech UTU. 2018. Augmented Reality Software Development Solutions.

Turun yliopisto [viitattu 1.7.2018]. Saatavissa:

[https://tech.utu.fi/ar/mrdb/tables/mrdb-table-ar-sdk/?sorts\[name_sort\]=1&perPage=100](https://tech.utu.fi/ar/mrdb/tables/mrdb-table-ar-sdk/?sorts[name_sort]=1&perPage=100)

Tecsynt Solutions. 2018. How Much Does Augmented Reality App Development Cost in 2018? A Medium Corporation [viitattu 20.11.2018].

Saatavissa: <https://medium.com/@tecsynt/how-much-does-augmented-reality-app-development-cost-in-2018-712d0441e829>

Teknavi. 2017. Esittelyssä lähitulevaisuuden hitti – näin toimivat AR-lasit - video. Teknavi [viitattu 10.7.2018] Saatavissa:

<http://teknavi.fi/elektroniikka/esittelyssa-lahitulevaisuuden-hitti-nain-toimii-ar-lasit>

Thomas, B., Close, B., Donoghue, J., De Bondi, P. & Piekarski, W. 2002. First Person Indoor/Outdoor Augmented Reality Application: ARQuake. Personal and Ubiquitous Computing. Volume 6, Issue 1, s. 75–86. Springer-Verlag London Limited.

Tihveräinen, Frans. Yrittäjä. FlyAR Oy. Haastattelut keväällä 2018.

Travis, Ben. 2017. Snapchat Lens Studio software will let you make your own AR lenses [viitattu 8.10.2018]. Saatavissa:

<https://www.standard.co.uk/tech/snapchat-lens-studio-will-let-you-make-your-own-ar-lenses-a3719776.html>

Vaishnavi, V., Kuechler, B. & Petter, S. 2004, päivitetty 2017. Design Science Research in Information Systems. Association of Information

Systems [viitattu 7.10.2018]. Saatavissa: <http://www.desrist.org/design-research-in-information-systems/>

Wild, F., Klemke, R., Lefrere, P., Fominykh, M. & Kuula, T. 2017. Technology Acceptance of Augmented Reality and Wearable Technologies. Teoksessa International Conference on Immersive Learning. Cham: Springer, 129-141.

Virtuaalimaailma. 2018. Re: VR/AR -uutiskirje [sähköpostiviesti]. Vastaanottaja Annukka Hupli. Lähetetty 13.8.2018.

Wolf, Connie. 2018. The History of Augmented Reality. Sutori [viitattu 7.10.2018]. Saatavissa: <https://www.sutori.com/story/the-history-of-augmented-reality>

Woodward, Charles. 2018a. Augmented Reality Applications at VTT [viitattu 9.10.2018]. Saatavissa: http://virtual.vtt.fi/virtual/proj2/multimedia/media/AR_at_VTT_2018.pdf

Woodward, Charles. 2018b. Industrial AR – Technology Opportunities and Challenges. VTT-tutkimusseminaarimateriaali maaliskuu 2018 [viitattu 9.10.2018]. Saatavissa: <https://varpu.info/wp-content/uploads/2018/09/Industrial-AR-Woodward.pdf>

VRS. 2017. Welcome to Virtual Reality Society (VRS). A one-stop information and news resource for virtual reality and its related technologies. Virtual Reality Society [viitattu 10.7.2018]. Saatavissa: <https://www.vrs.org.uk/>

Wu, H-K., Wen-Yu Lee, S., Chang, H-Y. & Liang, J-C. 2012. Current status, opportunities and challenges of augmented reality in education. Artikkel: Computers & Education 62 (2013) 41–49. Elsevier.

Vuforia. 2018. Ask Mercedes (USA). Vuforia Engine [viitattu 24.7.2018]. Saatavissa: <https://www.vuforia.com/case-studies/daimler.html>

Vuzix. 2018. Vuzix Blade Augmented Reality Smart Glasses for Enterprise. [viitattu 24.7.2018]. Saatavissa:

<https://www.vuzix.com/Products/Blade-Enterprise>

ZapBox. 2018. Mixed Reality for everyone. [viitattu 18.7.2018]. Saatavissa:

<http://www.zappar.com/zapbox/>

Zappar. 2018. We are an augmented reality platform and a creative studio, rolled into one. Zappar [viitattu 7.7.2018]. Saatavissa:

<https://www.zappar.com/>

AR vertailu

*Pakollinen

1. Ikä *

2. Sukupuoli *

Merkitse vain yksi soikio.

nainen

mies

3. Koulutus *

Merkitse vain yksi soikio.

perusaste

toinen aste

korkeakoulu

ylempi korkeakoulu / yliopisto

4. Ammatti *

5. Kuinka kokenut älypuhelimien käyttäjä olet? *

Merkitse vain yksi soikio.

1 2 3 4 5

Ei käyttökokemusta Käytän aktiivisesti

6. Mitä älypuhelimia pääsääntöisesti käytät töissä? *

Valitse kaikki sopivat vaihtoehdot.

Android

iPhone

Windows

En tiedä

7. Mitä älypuhelimia pääsääntöisesti käytät siviilissä? *

Valitse kaikki sopivat vaihtoehdot.

Android

iPhone

Windows

En tiedä

8. Kuinka tuttua tabletin käyttö sinulle on?

Valitse mielestäsi sopivin arvosana asteikolla 1-5 (1=ei lainkaan tuttua ja 5=erittäin tuttua)
Valitse kaikki sopivat vaihtoehdot.

	1	2	3	4	5
Tabletin käyttö on minulle	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

9. Oletko aiemmin käyttänyt jotain AR-sovellusta? *

Merkitse vain yksi soikio.

- Kyllä
- Ei

10. Jos vastasit KYLLÄ, kerro mitä sovellusta tai sovelluksia *

AR-vertailu Zappar 1/3

Kysytään Zappar-sovelluskokeilun jälkeen.

11. Anna palautetta käyttökokemuksesta (Zappar) *

Valitse jokaiselle väittämälle mielestäsi sopivin arvosana asteikolla 1-5 (1=heikko ja 5=erittäin hyvä)

Valitse kaikki sopivat vaihtoehdot.

	1	2	3	4	5
Sovelluksen käynnistäminen	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Sovelluksessa liikkuminen	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Sovelluksen toimivuus	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Tekstin lukeminen	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Videon katselu	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Äänen kuuntelu	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Puhelun soittaminen	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
URL-linkin avaaminen	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Kalenterin toiminta	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
3D-elementin näkyminen	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Sovelluksesta poistuminen	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

12. Saitko jokaisen linkin auki/toimimaan? *

Merkitse vain yksi soikio.

- Kyllä
- Ei

13. Mikäli vastasit EI, niin mikä ei toiminut?

3

14. Jäikö jokin toiminto epäselväksi, jos niin mikä?

15. Millaisia muita mahdollisia huomioita teit sovelluksen käytöstä ja toiminnasta?

AR-vertailu HP Reveal 2/3

Kysytään HP Reveal -sovelluskokeilun jälkeen.

16. Anna palautetta käyttökokemuksesta (HP Reveal) *

Valitse jokaiselle väittämälle mielestäsi sopivin arvosana asteikolla 1-5 (1=heikko ja 5=erittäin hyvä)

Valitse kaikki sopivat vaihtoehdot.

	1	2	3	4	5
Sovelluksen käynnistäminen	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Sovelluksessa liikkuminen	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Sovelluksen toimivuus	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Tekstin lukeminen	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Videon katselu	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Äänen kuuntelu	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Puhelun soittaminen	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
URL-linkin avaaminen	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Kalenterin toiminta	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
3D-elementin näkyminen	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Sovelluksesta poistuminen	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

17. Saitko jokaisen linkin auki/toimimaan? *

Merkitse vain yksi soikio.

Kyllä

Ei

18. Mikäli vastasit EI, niin mikä ei toiminut?

4

19. Jäikö jokin toiminto epäselväksi, jos niin mikä?

20. Millaisia muita mahdollisia huomioita teit sovelluksen käytöstä ja toiminnasta?

AR-vertailu ROAR 3/3

Kysytään ROAR-sovelluskokeilun jälkeen.

21. Anna palautetta käyttökokemuksesta (ROAR) *

Valitse jokaiselle väittämälle mielestäsi sopivin arvosana asteikolla 1-5 (1=heikko ja 5=erittäin hyvä)

Valitse kaikki sopivat vaihtoehdot.

	1	2	3	4	5
Sovelluksen käynnistäminen	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Sovelluksessa liikkuminen	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Sovelluksen toimivuus	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Tekstin lukeminen	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Videon katselu	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Äänen kuuntelu	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Puhelun soittaminen	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
URL-linkin avaaminen	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Kalenterin toiminta	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
3D-elementin näkyminen	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Sovelluksesta poistuminen	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

22. Saitko jokaisen linkin auki/toimimaan? *

Merkitse vain yksi soikio.

Kyllä

Ei

23. Mikäli vastasit EI, niin mikä ei toiminut?

5

24. Jäikö jokin toiminto epäselväksi, jos niin mikä?

25. Millaisia muita mahdollisia huomioita teit sovelluksen käytöstä ja toiminnasta?

Palaute kaikkien AR-kokeilujen jälkeen

Vastaa seuraaviin vasta, kun olet kokeillut kaikki kolme AR-sovellusta.

26. Millaisia huomioita teit itse tabletin käyttämisestä sovelluksien käytön aikana? *

Koitko jonkin asian hankalaksi/helpoksi, jos niin minkä? Muita huomioita.

27. Kuinka samanlaisesti tai erilaisesti sisältö näkyi eri sovelluksilla. *

Merkitse vain yksi soikio.

1 2 3 4 5

Hyvin samanlaisesti Hyvin erilaisesti

28. Jos koit AR-tuotannot erilaisiksi, mitä eroja huomasit?

Nimeä erot ja ohjelmat

29. Kuinka todennäköisesti käyttäisit AR-sovellusta jonkin asian opettelussa? *

Jos haluat, voit eritellä perusteluja ohjelmakohtaisesti seuraavassa kohdassa.

Merkitse vain yksi soikio.

	1	2	3	4	5	
Hyvin epätodennäköisesti	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	Hyvin todennäköisesti

30. Perustele miksi. *

31. Pidit AR-sovellusten käyttöä helppona *

Merkitse vain yksi soikio.

	1	2	3	4	5	
täysin eri mieltä	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	täysin samaa mieltä

32. Mielestäni sovellusten käyttö oli hyvin konstikasta *

Merkitse vain yksi soikio.

	1	2	3	4	5	
täysin eri mieltä	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	täysin samaa mieltä

33. Luulen, että useimmat oppivat AR-sovellusten käytön erittäin helposti *

Merkitse vain yksi soikio.

	1	2	3	4	5	
täysin eri mieltä	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	täysin samaa mieltä

34. Tunsin itseni hyvin varmaksi, kun käytin sovelluksia *

Merkitse vain yksi soikio.

	1	2	3	4	5	
täysin eri mieltä	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	täysin samaa mieltä

35. **13. Mistä asioista pidit sovelluksia käyttäessäsi? ***

7

36. **Minkä yleisarvosanan antaisit sovellukselle Zappar asteikolla 1-5? ***

Merkitse vain yksi soikio.

	1	2	3	4	5	
tydyttävä	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	kiitettävä

37. **Minkä yleisarvosanan antaisit sovellukselle HP Reveal asteikolla 1-5? ***

Merkitse vain yksi soikio.

	1	2	3	4	5	
tydyttävä	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	kiitettävä

38. **Minkä yleisarvosanan antaisit sovellukselle ROAR asteikolla 1-5? ***

Merkitse vain yksi soikio.

	1	2	3	4	5	
tydyttävä	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	kiitettävä

Palvelun tarjoaa

