



Karelia-ammattikorkeakoulu  
Insinööri (AMK)  
Konetekniikka

# **Mastojärjestelmän tuote-esittely lisätyn todellisuuden keinoja käyttäen**

Leevi Myyry

Opinnäytetyö, marraskuu 2021

[www.karelia.fi](http://www.karelia.fi)



OPINNÄYTETYÖ  
Marraskuu 2021  
Konetekniikan koulutus

Tikkarinne 9  
80200 JOENSUU  
+358 13 260 600

Tekijä  
Leevi Myyry

Nimeke  
Mastojärjestelmän tuote-esittely lisätyn todellisuuden keinoja käyttäen

Toimeksiantaja  
Mastsystem Int'l Oy

#### Tiivistelmä

Tässä opinnäytetyössä on tarkoitus hyödyntää lisätyn todellisuuden työkaluja tuote-esittelyssä. Opinnäytetyön toimeksiantajana on Mastsystem Int'l Oy. Opinnäytetyössäni teen lisätyn todellisuuden (Augmented Reality) sovelluksen, jolla voi esitellä tuotteita messuilla. Työssäni hyödynnän Unity-ohjelmistoa ja Vuforiaa. Sovelluksen tarkoituksena on tuoda paperilla olevan kuvan päälle 3D-malli tuotteesta, kun katsotaan puhelimen tai tabletin kameran läpi paperilla olevaa kuvaa. Opinnäytetyöni alussa käsittelen lisätyn todellisuuden historiaa, käyttötapoja ja teknologiaa. Opinnäytetyöni lopussa kerron sovelluksen tekemisestä ja siitä mitä tulee ottaa huomioon, kun tekee lisätyn todellisuuden sovelluksen, joka hyödyntää Vuforiaa Unity-ohjelmistolla.

Kieli  
suomi

Sivuja 36

Asiasanat  
Lisätty todellisuus, Augmented reality, AR



THESIS  
November 2021  
Degree Programme in Mechanical Engineering

Tikkarinne 9  
80200 JOENSUU  
FINLAND  
+ 358 13 260 600

Author  
Leevi Myyry

Title  
Product Presentation of the Mast System Using the Means of Augmented Reality

Commissioned by  
Mastsystem Int'l Oy

Abstract

The aim of this thesis was to use augmented reality tools to present a product. This thesis was commissioned by Mastsystem Int'l Oy. On this thesis an application was made that uses augmented reality that can be used to present a product to a possible client at a fair. The tools used in this thesis are Unity and Vuforia. The application creates a 3D-model of a mast over picture when the camera of a phone or tablet is pointed at the picture. At the beginning of this thesis, I talk about augmented reality and its history, uses and technologies. At the end of this thesis, I talk about making an augmented reality app that uses Vuforia and Unity.

Language  
Finnish

Pages 36

Keywords  
Augmented reality, AR

## Sisältö

1	Johdanto .....	5
2	Lisätty todellisuus.....	7
2.1	Lisätyn todellisuuden historia.....	7
2.2	Lisätyn todellisuuden teknologiat.....	9
3	Lisätyn todellisuuden käyttökohteet .....	11
3.1	Lisätty todellisuus peleissä .....	11
3.2	Lisätty todellisuus teollisuudessa.....	11
3.3	Lisätty todellisuus markkinoinnissa ja myynnissä .....	12
3.4	Lisätty todellisuus terveydenhuollossa.....	13
3.5	Lisätty todellisuus ilmailu- ja puolustusteollisuudessa .....	14
3.6	Lisätty todellisuus ja turismi .....	16
3.7	Lisätty todellisuus arkkitehtuurissa .....	16
3.8	Lisätty todellisuus opetuksessa .....	16
4	Opinnäytetyössä käyttämäni lisätyn todellisuuden ohjelmat .....	17
4.1	Unity .....	17
4.2	Vuforia .....	18
5	Lisätyn todellisuuden sovelluksen tekeminen .....	20
5.1	Kohdekuvien valitseminen ja optimointi .....	20
5.2	Ohjelmien lataaminen .....	22
5.3	3D-mallejen tiedostomuoto .....	23
5.4	Sovelluksen tekeminen.....	25
5.5	Unityssa sovelluksen tekeminen yksinkertaistettuna .....	32
6	Yhteenveto.....	33
	Lähteet.....	35

## 1 Johdanto

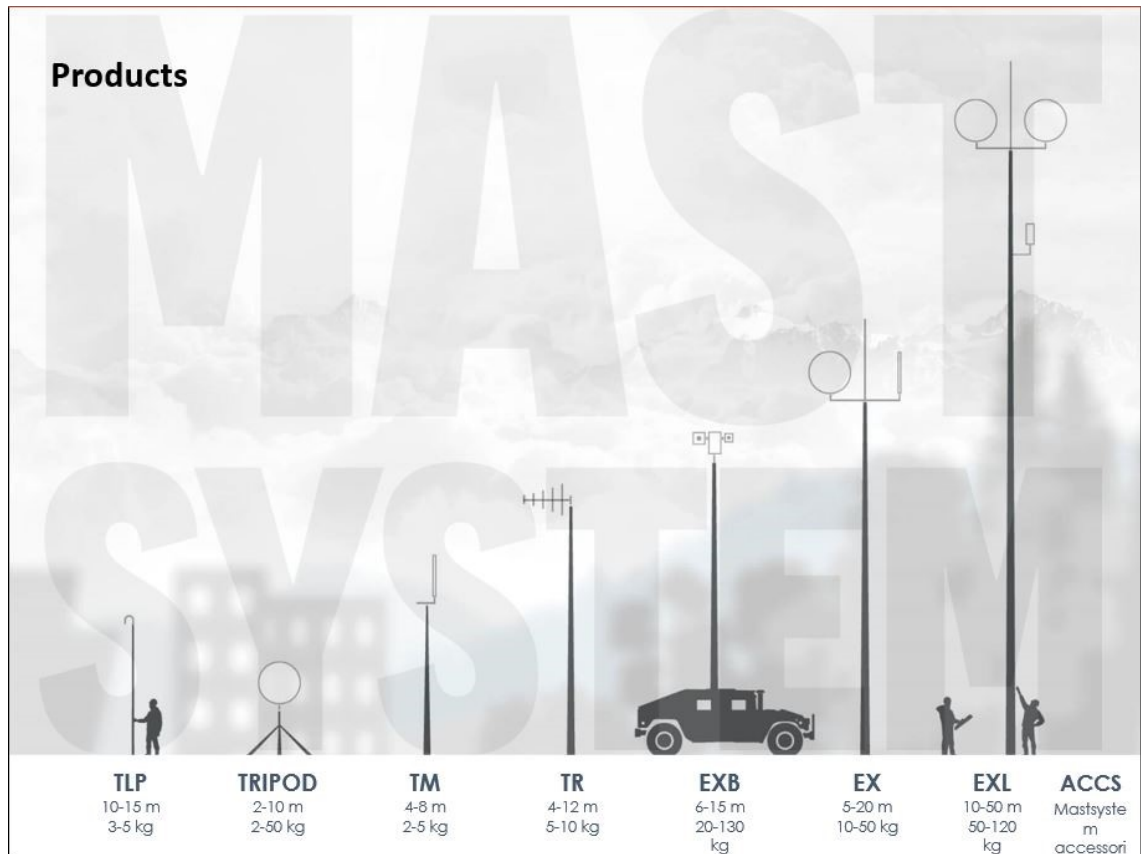
Opinnäytetyön toimeksiantaja on Mastsystem Int'l Oy. Mastsystem on valmistanut teleskooppisia mastoja Suomessa jo vuodesta 1984. Vuonna 2021 TransDigm Inc. osti Mastsystem Int'l Oy:n, joka oli vuodesta 2009 asti kulkenut nimellä Cobham Mast Systems. Mastsystem Int'l Oy toimii Joensuussa ja myy tuotteitaan yli 50 maahan.

Mastsystem valmistaa teleskooppisia mastoja puolustusteollisuuteen (kuva 1). Mastojen päähän voi asentaa esimerkiksi antennin, jonka välityksellä voi hoitaa kommunikointia. Mastsystem valmistaa useita erilaisia mastoja monenlaisiin käyttötarkoituksiin ja sääolosuhteisiin. Mastot ovat joko maahan tai kulkuvälineisiin kiinnitettäviä. Mastojen materiaaleina Mastsystem käyttää lasikuitu- ja hiilikuitulujitteisia komposiittimateriaaleja.



Kuva 1. Kuvassa EXL-masto (Kuva: Mastsystem Int'l Oy.).

Mastsystem valmistaa myös teleskooppisia nostopylväitä, joita voi käyttää esimerkiksi asentamaan tikkaat laivaan, jotta laivaan voisi nousta huomaamattomasti pelastustehtävissä. Mastsystem valmistaa myös mastoihin liittyviä lisätarvikkeita, kuten maston ajoneuvoon kiinnitysvälineitä (kuva 2).



Kuva 2. Kuvassa Mastsystem tuotteet (Kuva: Mastsystem Int'l Oy.).

Mastsystem Int'l Oy halusi, että opinnäytetyössä mieltäisin ja kehittäisin jonkinlaisen tavan, jolla he voisivat esitellä teleskooppisia mastojaan messuilla ilman, että heidän tarvitsee tuoda niitä paikan päälle. Mastsystem haluaa välttää mastojen viemistä messuille sen takia koska teleskooppiset mastot ovat painavia ja niiden viemisestä messuille muodostuu paljon kustannuksia. Lisätyn todellisuuden sovelluksella, jonka tein opinnäytetyöni käytännön osuudessa, he voivat jatkoissa esitellä tuotteitaan messutilanteissa ilman, että tuotteita pitää tuoda paikan päälle.

## 2 Lisätty todellisuus

Oxfordin englanninkielisessä sanakirjassa (Oxford English Dictionary 2021) lisätty todellisuus (augmented reality, AR) määritetään teknologiaksi, joka luo tietokoneella tehdyn kuvan käyttäjän näkökenttään todelliseen maailmaan ja luo näistä yhdistetyn näkymän. Lisätyn todellisuuden edelläkävijä Ronald Azuma määrittelee tutkimuksessaan ”A Survey of Augmented Reality” (Azuma 1997, 2), että lisätyssä todellisuudessa tulee olla nämä kolme asiaa: se yhdistää todellista ja virtuaalista maailmaa, se on vuorovaikutteinen reaaliajassa ja se käyttää 3D:tä.

Lisätty todellisuudella ja virtuaalitodellisuudella (virtual reality, VR) on paljon yhteistä historiaa toistensa kanssa, mutta ne eroavat toisistaan paljon. Virtuaalitodellisuus tuo käyttäjänsä täysin maailmaansa eikä käyttäjä ei näe ympäröiväänsä oikeaa maailmaa vaan tietokoneella luodun virtuaalimaailman. Lisätty todellisuus taas yhdistää oikean maailman ja virtuaalimaailman tuomalla virtuaalisia esineitä tai asioita oikeaan maailmaan. Lisätty todellisuus on kuin virtuaalitodellisuuden ja todellisuuden välimuoto. (Babilinski & Linowes 2017.)

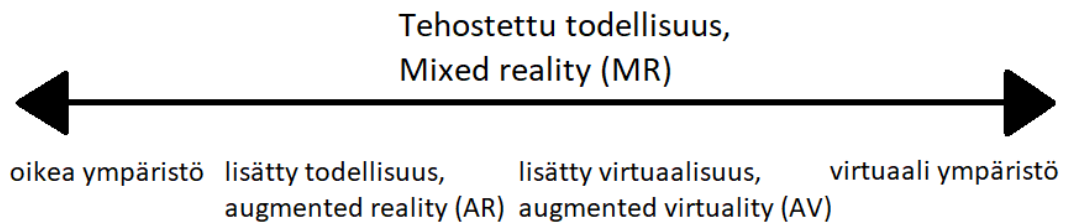
### 2.1 Lisätyn todellisuuden historia

Vuonna 1968 Ivan Sutherland valmisti ensimmäisen päähän laitettavan lisätyn todellisuuden näytön (head-mounted display), jota hän kutsui nimellä ”Sword of Damocles” ja joka hyödynsi linsseinä läpinäkyviä näyttöjä (see-through optics) ja pystyi jäljittämään pään asentoa ja liikettä. (Höllerer & Schmalstieg 2016.)

Vuonna 1974 Myron Krueger kehitti Videoplace-järjestelmän, jossa käyttäjistä tuli siluetit tietokoneen näytölle ja jossa käyttäjät pystyivät olemaan vuorovaikutuksessa toistensa kanssa näytöllä (Höllerer & Schmalstieg 2016).

Termiä lisätty todellisuus käytti ensimmäisen kerran Tom Caudell vuonna 1992. Tom Caudell käytti termiä viitaten työhönsä Boeing lentoyhtiöllä, jossa hyödynnettiin laseja, joissa on näyttö. Lasien näyttö näytti kaavioita siitä, miten johtoja tulisi asettaa, jotta työntekijöiden työ helpottuisi. 1993 Steve Feiner, Blair MacIntyre, ja Doreé Seligmann esittelivät KARMA-järjestelmän, joka toi laseihin, joissa on näyttö, tulostimen huolto-ohjeita. (Höllerer & Schmalstieg 2016.) Vuonna

1994 Paul Milgram ja Fumio Kishino määrittivät julkaisussaan ”A Taxonomy of Mixed Reality Visual Displays” tehostetun todellisuuden (mixed reality) jatkumon, joka sisältää kaiken todellisuuden ja virtuaalitodellisuuden väliltä. Tehostettu todellisuus (mixed reality) yhdistää oikeaa ja virtuaalista, ja lisätty todellisuus (AR) sekä lisätty virtuaalisuus (augmented virtuality, AV) kuuluvat tehostetun todellisuuden käsitteen alle. Lisätty todellisuus tuo virtuaalielementejä todelliseen maailmaan, ja lisätty virtuaalisuus tuo elementtejä oikeasta maailmasta virtuaalimaailmaan (kuvio 1). (Kishino & Milgram 1994.)



Kuvio 1. Pelkistetty kuvio tehostetun todellisuuden jatkumosta kaavio tehty Kishino & Milgram 1994 kaavion pohjalta.

Azuma (1997) on määritellyt, että lisätty todellisuus on vuorovaikutteinen reaali-ajassa, se käyttää 3D:tä ja se yhdistää todellista ja virtuaalista maailmaa (Azuma 1997, 2). Tämä määritelmä on nykyään yleisimmin hyväksytty määritelmä lisätylle todellisuudelle (Höllerer & Schmalstieg 2016).

Vuonna 1997 Steven Feiner, Tobias Höllerer, Blair MacIntyre ja Anthony Webster julkaisivat Touring Machine systeemin, joka GPS:n, lisätyn todellisuuden lasien, repussa olevan tietokoneen, tablet-tietokoneen ja sensoreiden avulla toimi yliopistokampuksen oppaana. Touring Machine oli ensimmäinen ulkona käytettävä lisätyn todellisuuden systeemi. (Höllerer & Schmalstieg 2016.) Kun systeemin käyttäjä katsoo laseilla yliopistokampuksen rakennuksia, hän näkee rakennuksen nimen sekä näkökenttensä yläosassa vasemmalta oikealle tekstit ”missä olen?”, ”osastot?” ja ”rakennukset?” ja näistä teksteistä voi tabletilla avata verkkosivut, joissa on infoa käyttäjän sijainnista, rakennuksista ja osastoista (Feiner, Höllerer, MacIntyre & Webster 1997, 2).



1999 Mark Billinghurst ja Hirokazu Kato julkaisivat ARToolKit avoimen lähdekoodin lisätyn todellisuuden ohjelmointialustan, joka oli ensimmäinen lisätyn todellisuuden ohjelmistokehityspaketti. ARToolKit mahdollistaa virtuaaliobjektien tuomisen kuvan päälle, kun kuvaa kuvataan kameralla. Webkameroiden yleistyminen vuosituhannen vaihteessa mahdollisti ARToolKit ohjelmiston suosion. (Höllerer & Schmalstieg 2016.)

Vuonna 2000 Ben Close, Phillip De Bondi John Donoghue, Michael Morris, Wayne Piekarski, John Squires, ja Bruce Thomas julkaisivat ARQuake nimisen lisätyn todellisuuden version pelistä Quake (Close ym. 2000). ARQuake on ensimmäinen lisätyn todellisuuden ulkoilmapeli, ja se tuo Quake-pelin virtuaalihahmot todelliseen maailmaan (Höllerer & Schmalstieg 2016).

Vuonna 2008 Tobias Langlotz, Dieter Schmalstieg ja Daniel Wagner esittelivät ensimmäisen puhelimen asennon seurantajärjestelmän älypuheliiniin, joka hyödynsi kuutta vapausastetta (6DOF). Edellä mainittua seurantajärjestelmää on hyödynnetty jatkossa, kun lisätyn todellisuuden sovelluksia on kehitetty älypuhelimille. (Höllerer & Schmalstieg 2016.)

## 2.2 Lisätyn todellisuuden teknologiat

Lisätyn todellisuuden ohjelmat puhelimella tai tabletilla hyödyntävät laitteen kameroita ja tuovat näytölle reaaliajassa olevaa videota, johon ohjelma lisää virtuaaliobjekteja. Puhelimen ja tabletin etuina lisätyn todellisuuden käytössä kameran ja näytön lisäksi on näiden laitteiden yleisyys ja laitteissa oleva GPS tai internet yhteys, joka mahdollistaa paikannustietojen saannin ja niiden hyödyntämisen sovelluksessa. Laitteissa olevat prosessorit CPU ja GPU mahdollistavat virtuaaliobjektien tuonnin näytölle reaaliajassa sekä laitteissa olevat sensorit mahdollistavat liikkeen kuuden vapausasteen suhteen. (Babilinski & Linowes 2017.)

Päässä pidettäviä näyttöjä (head-mounted display) on hyödynnetty lisätyn todellisuuden systeemeissä jo aiemmin mainitsemastani Ivan Sutherlandin Sword of Damocles-järjestelmästä asti. Päässä pidettävät lisätyn todellisuuden laitteet ovat monimutkaisia ja niiden suunnittelussa on tärkeää ottaa huomioon muun muassa kuvanlaatu, laitteen käyttömukavuus sekä laitteen paino. On tärkeää,

että päässä pidettävä laite on mahdollisimman kevyt, jotta sitä voi käyttää pidempiäkin aikoja. Kypärään rakennettu lisätyn todellisuuden laite on kestävämpi kuin laseihin rakennettu, mutta kevyet lasimalliset houkuttelevat kuluttajia enemmän koska niitä on mukavampi käyttää. Päässä pidettävissä lisätyn todellisuuden laitteet voidaan jakaa optinen läpinäkyvyyslinssi (Optical See-Through) ja videokuvalinssi (Video See-Through) tyyppeihin. (Höllerer & Schmalstieg 2016.)

Optinen läpinäkyvyyslinssit (Optical See-Through) itsessään sisältävät näytön, joka mahdollistaa niihin virtuaaliobjektien, kuvien ja videoiden tuonnin (2). Yksi esimerkki tästä on 1998 ilmestynyt Sony Glasstron PLM-S700, jonka linssien läpinäkyvyyttä pystyy säätämään (Sony 1998).

Videokuva (Video See-Through) hyödyntävissä lisätyn todellisuuden laitteissa kamera tai kamerat tallentavat kuvaa, johon yhdistetään virtuaaliobjekteja, ja tämä yhdistetty kuva näytetään käyttäjän silmien edessä olevalla näytöllä (Aukstakalnis 2016). Yksi esimerkki tästä on Oculus Rift-laseista muokattu prototyyppi AR Rift, joka kahdella kameralla tuo käyttäjän silmillä olevalle näytölle kuvaa siitä, mitä käyttäjän edessä on virtuaaliobjektien kera (Friston, Steed & Widya Adipradana 2017, 1–2).

Vuonna 1999 ilmestynyt ARToolKit oli ensimmäinen lisätyn todellisuuden ohjelmistokehityspaketti. Viimeisen 22 vuoden aikana on ilmestynyt useita uusia ohjelmistokehityspaketteja, jotka tuovat uusia tapoja kehittää lisätyn todellisuuden ohjelmia. Näistä hyviä esimerkkejä ovat Applen ARKit, Googlen ARCore sekä PTC:n Vuforia. Käytän opinnäytetyön käytännönsuudessa Vuforiaa ja siitä keron lisää myöhemmin opinnäytetyössä.

ARKit julkaistiin vuonna 2017 ja sillä voi tehdä sovelluksia iOS käyttöjärjestelmän omaaviin laitteisiin. Sillä voi lisätä virtuaaliobjekteja oikeaan maailmaan, siinä on kasvontunnistin ja se tunnistaa kuvia. (Artetxe González & Lopez Benito 2019.) Vuonna 2021 Apple julkaisi ohjelmistokehityspaketistaan uuden ARKit 5 -version. Sillä voi edellä mainittujen asioiden lisäksi muun muassa tunnistaa yli sata kuvaa kerrallaan, luoda lisätyn todellisuuden sisältöä, joka on paikakohtaista siten, että sovellus on käytettävissä vain jossain tietyssä paikassa kuten maamerkin luona. Sillä voi myös tunnistaa kolmet kasvot kerralla ja tuoda niihin lisätyn todellisuuden sisältöä. (Apple 2021.)

ARCore julkaistiin 2018 ja sillä voi tehdä sovelluksia iOS käyttöjärjestelmälle ja Android 8.1 käyttöjärjestelmälle tai tätä uudemmalta versiolla (Google 2021). ARCore hyödyntää liikkeen seuranta ja sen avulla arvioi puhelimen asentoa suhteessa ympärillä oleviin esineisiin, jotta virtuaalielementtien laittaminen tasolle onnistuisi mahdollisimman tarkasti (Artetxe González & Lopez Benito 2019).

### **3 Lisätyn todellisuuden käyttökohteet**

#### **3.1 Lisätty todellisuus peleissä**

Lisätty todellisuus tuo täydellisen välimaaston lasten leikkien ja perinteisten mobiilipelien väliin. Lisätyn todellisuuden pelit monesti yhdistävät fyysisen liikkumisen mobiilipelaamisen kanssa. Yksi esimerkki tällaisesta pelistä on Pokémon Go, joka vuonna 2016 ilmestyessään kasvoi maailmanlaajuisesti ilmiöksi (Babilinski & Linowes 2017). Pokémon Go -peliä on ladattu yli miljardi kertaa ja se on voittanut useita eri pelialan palkintoja (Google Play 2021). Puhelimen GPS:n avulla Pokémon Go tunnistaa, missä pelaaja on ja näyttää kartalla, missä lähi-alueella on Pokémon-hahmoja, joita pelaaja voi ottaa kiinni. Kun pelaaja on paikassa missä kartta näyttää Pokémon-hahmon olevan puhelimen kameran avulla näkyvä puhelimen näytöllä Pokémon-hahmo. (Babilinski & Linowes 2017.)

#### **3.2 Lisätty todellisuus teollisuudessa**

Teollisuusalalla lisätyn todellisuuden käyttö yleistyy koko ajan. Sitä voi hyödyntää muun muassa tuotteen visualisoinnissa ennen valmistusta. Visualisoinnin avulla tuotetta voi kehittää paremmaksi. Lisättyä todellisuutta käytetään myös kunnossapidossa ja huollossa. Lisätyn todellisuuden käyttötapoja huoltotehtävissä voi olla esimerkiksi AR-huolto-ohje, jossa näytetään videon tai 3D-mallien avulla askel kerrallaan, miten huolto hoidetaan. Lisätty todellisuus voi myös

tunnistaa jonkun osan huollettavasta kokonaisuudesta ja tuoda siihen liittyvää informaatiota näytölle. (Artetxe González & Lopez Benito 2019.)

Lisätyllä todellisuudella voi luoda virtuaalisen kopion tuotteesta tai systeemistä, joka hyödyntää automaatiolla tai sensoreilla saatua informaatiota ja kopioi sitä itseensä. Tätä virtuaalista kopiota voidaan sitten käyttää tuotteen tai systeemin simulointiin, analysointiin ja kokeisiin ja siten säästää kustannuksissa ja välttää riskejä mitä voisi tulla, jos näitä kokeita tehtäisiin oikealla tuotteella tai systeemillä. Näitä simuloiteja voidaan sitten käyttää systeemin parantamiseen. (Artetxe González & Lopez Benito 2019.)

Lisätyn todellisuuden avulla voidaan visualisoida koneita sekä kokonaisia teollisuuslaitoksia 3D-malleilla. Näitä 3D-malleja voidaan hyödyntää tuotteiden esitelyssä tai tuotteiden validointiprosessissa. Lisätyn todellisuuden avulla voidaan myös visualisoida tuotantolaitteiden paikkoja tehtaassa ja nähdä, mahtuuko laite mahdollisesti sille varattuun tilaan. (Artetxe González & Lopez Benito 2019.)

### **3.3 Lisätty todellisuus markkinoinnissa ja myynnissä**

Lisättyä todellisuutta on käytetty markkinoinnissa jo sen alkuvaiheista asti. Sitä voidaan käyttää tuotteen ominaisuuksien esittelyyn tai pelkästään tuotteen esittelyyn visuaalisesti. Ennen älypuhelimia lisättyä todellisuutta käytettiin markkinoinnissa muun muassa kauppakeskuksissa siten, että ihmisillä oli mahdollisuus nähdä itsensä isolla ruudulla erilaisten virtuaalielementtien ympäröimänä. Älypuhelimien yleistyttyä on avautunut paljon uusia tapoja käyttää lisättyä todellisuutta markkinoinnissa. Yritykset ovat voineet luoda erilaisia sovelluksia, joiden kautta asiakas voi olla vuorovaikutuksessa markkinoitavan tuotteen kanssa. Lisätyn todellisuuden käyttötapoja markkinoinnissa on esimerkiksi tuotekuvasto, joka näyttää lisätyn todellisuuden avulla 3D-mallin kuvastossa olevan kuvan päällä. Lisätyn todellisuuden käyttö markkinoinnissa menestyksekkäästi vaatii sen, että se on niin mielenkiintoista, että käyttäjät ovat valmiita lataamaan sovelluksen ja käyttämään sitä aktiivisesti. (Artetxe González & Lopez Benito 2019.)

Hyvä esimerkki mielenkiintoisesta ja toimivasta lisätyn todellisuuden sovelluksesta markkinoinnissa on Apple App Store kaupassa Ikean julkaisema IKEA Place sovellus, jonka avulla voi visualisoida, miten Ikean huonekalut sopisivat haluamaasi tilaan. Kaikki sovelluksessa olevat huonekalujen 3D-mallit ovat samankokoisia kuin samat huonekalut ovat oikeasti, joten sovelluksen avulla voi tehdä huonekaluostoksien teon helpommaksi (Ikea 2021).

Lisätyn todellisuuden avulla voidaan myös lisätä asiakastyytyväisyyttä ja vähentää tuotteiden palautusta. Lisätyn todellisuuden avulla voidaan visualisoida, miltä vaatteet näyttävät ostajan päällä ja siten ostaja voi tarkemmin miettiä, osatako tietyn vaatteen internetistä. Kaupoissa lisätyn todellisuuden avulla voi näyttää esimerkiksi asiakkaiden arvosteluja tuotteesta tai muuta lisätietoa tuotteesta. (Artetxe González & Lopez Benito 2019.)

### **3.4 Lisätty todellisuus terveydenhuollossa**

Yhdysvaltalainen Visionize-yritys on kehittänyt IRIS Vision System-ohjelman, joka tuo AR-laseihin tai puhelimen näyttöön suurennuslasimaisen kuplan, jonka kokoa voi säätää. Tämä ohjelma on hyödyllinen niille ihmisille, joiden näkökyky on heikko: ohjelman avulla heiltä helpottuu esimerkiksi lukeminen. Tämä on helppo ja edullinen ratkaisu ongelmaan, joka monilla ihmisillä on. (Aukstakalnis 2016.)

Evena Medical on kehittänyt lisätyn todellisuuden lasit, joilla näkee ihon läpi ja joiden avulla terveydenhuollon työntekijä voi nähdä mihin suoneen neulan laittaa. Vaikka verinäytteiden otto ja tiputukseen potilaan laittaminen ovat yleisiä toimenpiteitä ne ovat myös haastavia toimenpiteitä, joihin vaikuttavat monet erilaiset olosuhteet kuten potilaan nestehukka tai kylmästä johtuva verisuonten supistuminen. Pelkästään Yhdysvalloissa suoritetaan päivittäin yli 2.5 miljoona laskimopunktiota ja arviolta 40 prosenttia aikuisista ja 60 prosenttia lapsista tarvitsee useamman yrityksen ennen kuin suoni löydetään. Evena Medical on patentoinut lasien käyttämän valaistusjärjestelmän, joka infrapunavälillä näyttää laseissa olevalla näytöllä verisuonet ihon läpi. (Aukstakalnis 2016.)

Yhdysvaltalainen Vital Enterprises yritys on kehittänyt VitalStream-ohjelmistoalustan, jota voi käyttää erilaisten AR-lasien kuten Google Glass-lasien kanssa. VitalStream mahdollistaa AR-laseihin terveydenhuoltoon liittyvän tiedon tuonnin eri lähteistä ja sen avulla voi seurata esimerkiksi potilaan elintoimintoja leikkaussalissa ja siten parantaa käyttäjän tehokkuutta sekä tilannetietoisuutta. VitalStream hyödyntää AR-lasien kameraa ja sen avulla tallentaa videota operatiosta ja mahdollistaa kuvien jakamisen tiimin jäsenien kanssa. (Aukstakalnis 2016.)

Stanfordin Yliopisto teki vuonna 2014 tutkimuksen siitä, onko kirurgille hyötyä siitä, että hän näkee potilaaseen liittyvää tietoa VitalStreamin avulla operaation ajan näkökentässään. Tutkimuksessa kirurgiharjoitteluaan suorittavat osallistujat suorittivat kaksi erilaista leikkaussimulaatiota ja he suorittivat nämä käyttäen Google Glass-laseja, jotka näyttivät VitaStream ohjelmiston avulla potilaan elintoiminnot näytöllään sekä tavallisen elintoimintoja näyttävän näytön avulla. Molemmissa leikkaussimulaatioissa Google Glass-lasien osallistujien näkökenttään tuomasta datasta oli hyötyä, ja osallistujat huomasivat elintoimintojen muutokset aikaisemmin kuin käyttäessään tavallista elintoimintoja näyttävää näyttöä. (Aukstakalnis 2016.)

Lisätyn todellisuuden sovelluksilla on paljon potentiaalia terveydenhuollossa ja tulevaisuudessa uusia käyttötapoja tulee varmasti esille. Yksi suurimmista ongelmista, joita terveydenhuollon ammattilaiset kohtaavat, on informaation hallinta ja saaminen, joten lisätty todellisuus tulee olemaan osa terveydenhuollon kehitystä tulevaisuudessa. (Aukstakalnis 2016.)

### **3.5 Lisätty todellisuus ilmailu- ja puolustusteollisuudessa**

Ilmailu- ja puolustusteollisuudessa ympäri maailmaa on käytössä monenlaisia lisätyn todellisuuden teknologioita. Lisättyä todellisuutta hyödyntävät sotilaat, lentäjät ja astronautit, ja voidaan todeta, että lisätyn todellisuuden hyödyntäminen näillä aloilla on kustannustehokasta sekä parantaa käyttäjien suorituskykyä. NASA ja Yhdysvaltain puolustusministeriö ovat olleet tärkeässä roolissa lisätyn todellisuuden kehityksessä tukemalla yliopistojen tutkimusta sekä tukemalla

yrittäjiä jakamalla tietoa, tekemällä yhteistyötä sekä ostamalla teknologiaa. (Aukstakalnis 2016.)

NASA tutkii, miten voisi kehittää astronauttien ja maassa olevien ammattilaisten kanssakäymistä. Astronautit tarvitsevat pitkän koulutuksen jälkeenkin apua monien tehtäviensä suoritukseen. Kehitys lisätyn todellisuuden teknologioissa tuo uuden tavan kommunikoida astronauttien ja maassa olevien työntekijöiden kanssa ja Project Sidekick-projekti pyrkii tutkimaan, että onko tästä hyötyä. Projektissa hyödynnetään Microsoftin HoloLens-laseja tai vastaavanlaisia lisätyn todellisuuden laseja ja niiden avulla käyttäjä voi olla videopuhelussa asiantuntijan kanssa. Asiantuntija näkee laseista tulevan videokuvan avulla samat asiat mitä astronautti ja sen perusteella voi ohjata ja neuvoa astronauttia. Toinen projektissa oleva tapa käyttää laseja on se, että astronautti hyödyntää niihin ladattuja ohjeita siitä mitä, tehdä ja miten tehdään. (Aukstakalnis 2016.)

Fused Reality on Systems Technology yhtiön, kansallisen koelentäjäkoulun (National Test Pilot School) ja NASAn kanssa yhteistyössä kehittämä järjestelmä, joka yhdistää lisättyä todellisuutta ja virtuaalitodellisuutta ja sen avulla voi tehdä lentosimulaattorin mistä tahansa lentokoneesta. Järjestelmä koostuu kypärästä, jossa on näyttö (head-mounted display) ja kamera. Kameran videokuvaa analysoi algoritmi, joka pääättelee ikkunoiden ja tuulilasin paikat ohjaamosta. Ohjelma tuo kypärässä olevaan näyttöön tietokoneelta kuvaa, joka asettuu ikkunoiden ja tuulilasin paikalle. Fused Reality järjestelmässä on kaksi eri käyttötilaa joista toinen on virtuaalitodellisuusmainen ja toinen lisätyn todellisuuden tyyppinen. Lisätyn todellisuuden tyyppisessä käyttötilassa kypärässä olevalle näytölle tuodaan esimerkiksi toinen lentokone, kun taas virtuaalitodellisuusmaisessa käyttötilassa kaikki näytöllä näkyvä on tietokoneella luotua. Näillä käyttötiloilla voi toteuttaa erilaisia harjoitustilanteita ja simuloida monenlaisia lentäjien operaatioita pienemmällä riskeillä ja pienemmällä kuluilla. (Aukstakalnis 2016.)

Yhdysvaltojen armeija käyttää Nett Warrior -järjestelmää, jolla parannetaan tilannetietoisuutta. Nett Warrior yhdistää sotilaan radiopuhelimen Android-käyttöjärjestelmällä toimivaan älypuhelintyyppiseen laitteeseen, joka mahdollistaa erilaisen datan, kuten esimerkiksi kuvien, karttojen tai sotilaan sijainnin jakamisen radiopohjaisella yhteydellä. Nett Warrior järjestelmään on tarkoitus lisätä tulevaisuudessa lisätyn todellisuuden näyttö, joka auttaisi sotilaiden tilannetietoisuuden parantamisessa. Systemiin on jo kehitetty ohjelma nimeltä ARC4 ja

sen olisi tarkoitus tuoda näytölle dataa esimerkiksi siitä, minne joukkueen tulisi mennä ja miten pitkä matka sinne on, kommunikointia tiimin johtajan ja sotilaiden välillä ja tavoitteen muutoksesta. (Aukstakalnis 2016.)

### **3.6 Lisätty todellisuus ja turismi**

Älypuhelimien yleistyessä julkaistiin ensimmäisiä lisätyn todellisuuden sovelluksia turismiin liittyen. Museum of London julkaisi lisätyn todellisuuden sovelluksen vuonna 2010 joka näytti oikeita paikkoja kuvatessa sinne sijoittuvan historiallisen kuvan. (Artetxe González & Lopez Benito 2019.)

Lisätyn todellisuuden avulla voi puhelimen kameraa osoittamalla patsaaseen tai tauluun tuoda kohteesta infoa siitä, miten se on tehty tai infoa sen tekijästä sekä kylteissä olevaa tekstiä voi kääntää toiselle kielelle. On myös sovelluksia, jotka matkaopasmaisesti ohjaavat kaupungin läpi ja näyttävät mielenkiintoisia paikkoja siellä. (Artetxe González & Lopez Benito 2019.)

Lisätyn todellisuuden avulla voi myös tuoda rakennusten rauniot eloon. Pompejin rauniota katsoessa ARtGlass-lasit päässä raunioiden päälle muodostuu 3D-mallit siitä, millaiset rakennukset siinä aikaisemmin ovat olleet ja tämä teknologia mahdollistaa turistikierroksen historialliseen kaupunkiin. (ARtGlassGroup 2021.)

### **3.7 Lisätty todellisuus arkkitehtuurissa**

Arkkitehtuurikoulutuksessa hyödynnetään lisättyä todellisuutta tekemällä rakennusten tietomalleista lisätyn todellisuuden avulla vuorovaikutteiset. Missouri State University ja Floridan kansainvälinen yliopisto tutkivat yhteistyössä, miten opiskelijoiden tiimityöskentely ja ongelmanratkaisu taitoja voi kehittää lisäämällä opintoihin interaktiivisia luentoja, lisätyn todellisuuden näyttöjä ja rakennusten tietomalleja (BIM) yhdistävää opetusta. (Aukstakalnis 2016.)

### **3.8 Lisätty todellisuus opetuksessa**



Muun muassa lentämisen opettelemisessa ja arkkitehtuurin opiskelussa lisättyä todellisuutta hyödynnetään jo, mutta lisätyn todellisuuden teknologian kehittyessä ja kaupallistuessa on tullut edullisia lisätyn todellisuuden laitteita markkinoille kuten Microsoft HoloLens, joka mahdollistaa lisätyn todellisuuden käytön yleistymisen opetuksessa. Siitä, miten lisätyn todellisuuden teknologiota voi hyödyntää erilaisissa opetustilanteissa, ei ole paljoa tietoa, mutta se tiedetään, että teknologian lisääminen opiskeluun ei suoraan johda tulosten paranemiseen. (Aukstakalnis 2016.)

## **4 Opinnäytetyössä käyttämäni lisätyn todellisuuden ohjelmat**

### **4.1 Unity**

Lisätyn todellisuuden sovellusten kehitykseen Unity on pätevä muun muassa sen takia, että Unitylla voi tehdä sovelluksia usealla eri alustalle, kuten vaikka tietokoneelle tai puhelimelle. Unitylla voi hyödyntää useita lisätyn todellisuuden ohjelmia kuten Vuforiaa. Unity on pelimoottori, mutta pelien tekemisen lisäksi sitä voi käyttää sovellusten ja animaatioiden tekemiseen sekä kappaleiden visuaalisointiin. Unity sisältää paljon erilaisia työkaluja, joiden avulla voi suunnitella ja ohjata tehtävässä projektissa olevia animaatioita, visuaalista ulkonäköä, fyysikkää, valaistusta ja niin edelleen. Unityn suosioon vaikuttaa edellä mainittujen lisäksi se, että Unitya kehitetään jatkuvasti ja sinne tehdään jatkuvasti lisää sisältöä, jota kehittäjä voi hyödyntää. (Artetxe González & Lopez Benito 2019.) Unity tarjoaa ilmaisen lisenssin opettelua varten sekä lisenssin hinta skaalautuu yrityksen liikevaihdon mukaan. Alle 100 000 dollarin liikevaihdolla vuodessa voi käyttää ilmaista Personal versiota. Alle 200 000 dollarin liikevaihdolla vuodessa pitää käyttää 399 dollaria vuodessa per henkilö maksavaa Plus-versiota. Yli 200 000 dollarin liikevaihdolla vuodessa pitää käyttää joko 1800 dollaria vuodessa per henkilö maksavaa Pro versiota tai 4000 dollaria kuukaudessa maksavaa Enterprise-versiota, jota voi käyttää 20 ihmistä (taulukko 1).

	Personal	Plus	Pro	Enterprise
Yrityksen liikevaihto	alle 100000 \$	yli 100000 \$, mutta alle 200000 \$	yli 200000 \$	yli 200000 \$
Lisenssin hinta	Ilmainen	399 \$/ vuodessa	1800 \$/ vuodessa	4000 \$/ kuukaudessa
Lisenssin käyttäjämäärä	1	1	1	20

Taulukko 1. Taulukko, jossa määritelty Unity lisenssin hinnoittelua (Unity 2021).

## 4.2 Vuforia

Vuforian kehitti alun perin Qualcomm, ja PTC osti Vuforian Qualcommilta myöhemmin. Vuforia on yksi suosituimmista lisätyn todellisuuden ohjelmistokehityspaketeista ja se on myös suorituskyvyltään yksi parhaista kaltaisistaan. Vuforia vaatii lisenssin siihen, että Vuforiaa hyödyntävän sovelluksen voi julkaista, mutta Vuforiolla voi kehittää sovellusta ilmaiseksi ennen julkaisu vaihetta. Vuforian lisenssihintaa riippuu yrityksen liikevaihdosta. (Artetxe González & Lopez Benito 2019.)

Vuforian avulla voi tehdä lisätyn todellisuuden sovelluksia, joissa virtuaaliobjekti ilmestyy näytölle esimerkiksi silloin kun kamera tunnistaa kuvan, joka on litteä tai sylinterin ympärillä oleva, niin kuin pullon etiketti, tai silloin kun kamera tunnistaa esineen. Hyödynnän tekemässäni sovelluksessa Vuforian kuvan tunnistamista, koska mielestäni se on käytännöllisin tuote-esittelyssä ja mastojen esitteet sopivat hyvin kohdekuviksi (image target).

Kohdekuvan voi luoda käyttäen kuvaa, joka on pienempi kuin 2.25 MB, leveämpi kuin 320 pikseliä ja on joko PNG- tai JPG-muodossa. Kun kuva ladataan Vuforia Target Manageriin, tämä arvioi onko kuva hyvä ja kuvan piirteet pakataan tietokantaan (device database) jonka voi ladata ja asentaa Unityyn. Kohdekuvan laatuun vaikuttaa kuvan kirkkaus: liian kirkas tai tumma kuva on huonompi kuin hyvin valaistu. (Vuforia 2021.) Fyysiset kohdekuvat toimivat paremmin, kun ne on tulostettu paperille, joka ei taivu herkkään tai kun paperi on tasaisella pinnalla ja paperi ei ole kiiltävä pinnaltaan. Hyvä kohdekuva sisältää

tummia ja vaaleita kohtia, siinä on paljon yksityiskohtia eikä se ole liian symmetrinen tai toista jotain kuviota. (Vuforia 2021).

Vuforia tunnistaa kohdekuvat vertaamalla niiden piirteitä tietokannassa olevien kuvien piirteisiin. Vuforia Target Manager pisteyttää sinne ladattavat kuvat 0–5 tähdellä joista 5 tähteä on paras. Kohdekuvat, jotka ovat saaneet pisteiksi 0 tähteä eivät ole tunnistettavissa, 1–2 tähteä saaneet kuvat voivat olla tunnistettavissa, mutta niiden tunnistaminen on haastavampaa ja kamera helposti kadottaa kuvan, kun taas 4–5 tähteä saaneet kuvat ovat helposti tunnistettavissa ja vakaita. (Vuforia 2021.)

Vuforia tunnistaa teräviä piirteitä, jotka kuva-analysoija (image analyzer) merkkää keltaisilla rakseilla. Mitä enemmän keltaisia rakseja kuvaan tulee, sitä parempi kuva on (kuva 3). (Vuforia 2021.)



Kuva 3. Esimerkki 5 tähden kuvasta, jonka rajasin Mastsystems EXB-mastoestteestä ja jonka latsin Vuforia Target Manageriin. (Kuva: Mastsystem Int'l Oy.)

Kohdekuvan tunnistettavuuteen vaikuttaa myös sen kontrasti (kuva 4). (Vuforia 2021.)



Kuva 4. Pienensin aikaisemmasta 5 tähden kuvasta kuvanmuokkausohjelmalla kontrastia kuvan pikseleiden välillä ja 5 tähden kuva muuttui 1 tähden kuvaksi. (Kuva: Mastsystem Int'l Oy.).

## 5 Lisätyn todellisuuden sovelluksen tekeminen

Käytän opinnäytetyössäni Unitya, koska sen käyttöön liittyen löytyi helposti paljon opetusmateriaalia ja koska sillä voi tehdä lisätyn todellisuuden sovelluksia eri alustoille kuten Androidille, iOS laitteille ja erilaisille lisätyn todellisuuden lasseille. Tein sovelluksen Androidille, koska nyt korona-aikana ihmiset ovat ottaneet hygieniasiat uudella tavalla huomioon ja messuilla laitteet olisi hyvä puhdistaa joka kerta, kun joku käyttänyt niitä ja puhelin/tabletti on helpommin puhdistettavissa kuin lisätyn todellisuuden lasit. Valitsin Androidin myös sen takia, koska sen tyylinen sovellus, jonka teen, on kätevä puhelimella/tabletilla ja Android laitteet ovat edullisia. Valitsin Androidin alustaksi myös, jotta pystyn itse testaamaan sovellusta puhelimellani.

### 5.1 Kohdekuvien valitseminen ja optimointi

Jotta Vuforiailla voi tehdä kohdekuville tietokannan, jota voi myöhemmin käyttää Unity sovelluksessa, tein Vuforia käyttäjätilin. Vuforia mahdollistaa ilmaisen kehityslisenssin käytön ja lisenssistä maksaminen on vasta kun sovellus on käyttöönottovaiheessa. Kohdekuvina käytän Mastsystemin esitteistä mastoista, koska messuilla he voivat esitellä visuaalisesti mastoja lisätyn todellisuuden sovelluksen kautta ja myös helposti kertoa mastojen ominaisuuksista esitteen kautta ja koska esitteet ovat tehty paksulle paperille, joten ne sopivat hyvin kohdekuviksi. Pyrin rajaamaan mastoesitteitä kohdekuviksi siten, että rajaamani kohdekuva saisi Vuforia Target Managerissa neljä tai viisi tähteä pisteiksi (kuva 5).



Kuva 5. Sama esite rajattuna eri tavalla, vasemmalla oleva kohdekuva sai 3 tähteä ja oikealla oleva kohdekuva 4 tähteä pisteytyksessä. (Kuva: Mastsystem Int'l Oy.).

Lisäsin EX-, EXB- ja EXL-mastojen esitteet rajattuina Vuforia Target Manageriin ja sain rajaamalla jokaisesta neljän tai viiden tähden kuvan. Kun tietokannassa oli kaikki tarvitsemani kuvat, latastin sen tietokoneelleni ja valitsin latauskohdassa alustaksi Unity Editor (kuva 6).

## Download Database

17 of 17 active targets will be downloaded

**Name:**

vuforia\_demo

**Select a development platform:**

Android Studio, Xcode or Visual Studio

Unity Editor

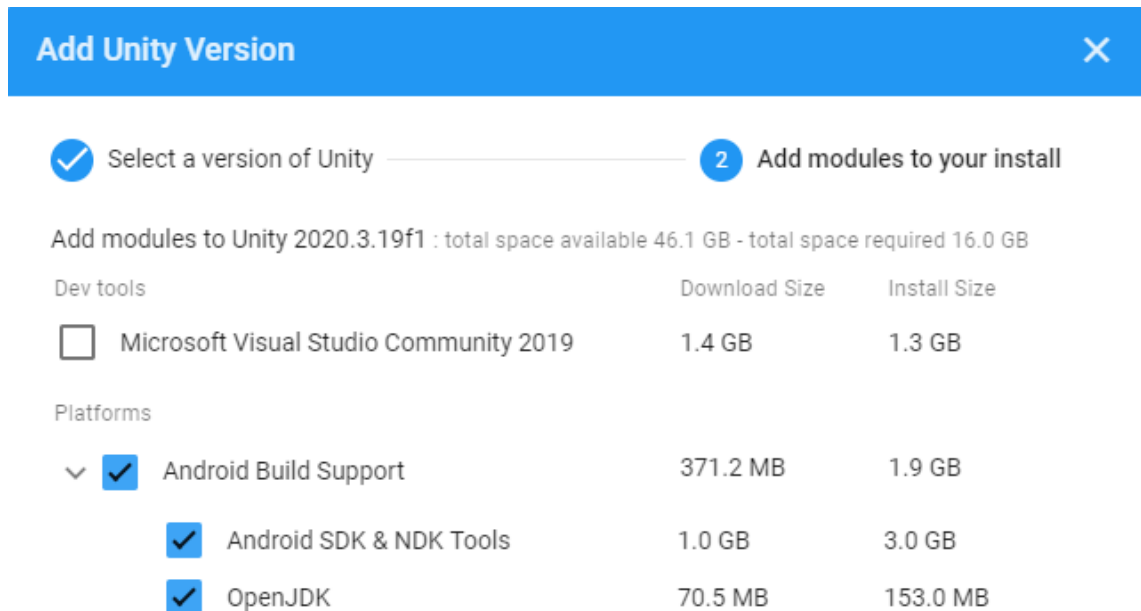
Cancel

Download

Kuva 6. Kuvankaappaus Vuforia tietokannan lataamisesta (Kuva: Leevi Myyry).

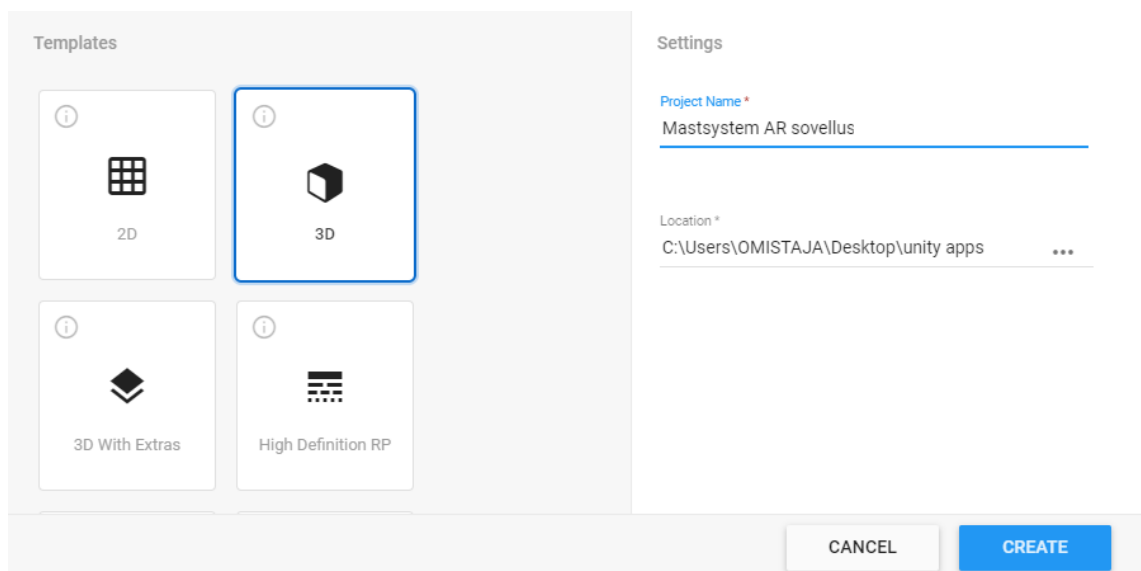
### 5.2 Ohjelmien lataaminen

Latasin ensin Unity HUB ohjelman ja sieltä latasin Unitysta version Unity 2020.3.19f1 ja sen mukana Android Build Support paketin. Android Build Support sisältää ohjelmistokehityspaketit Android SDK & NDK Tools ja OpenJDK joissa on työkaluja joilla voi tehdä Android sovelluksen (kuva 7). Latasin Unity 2020 version, koska 2021 versio ei ollut vielä vakaa silloin kun aloitin sovelluksen tekemisen



Kuva 7. Kuvankaappaus Unity HUB lataus kohdasta (Kuva: Leevi Myyry).

Kun Unity 2020 versio oli asentunut tietokoneelle, loin uuden projektin ja valitsin vaihtoehdoista 3D pohjan siihen, koska sovellukseni sisältää kolmiulotteisia mastoja (kuva 8).

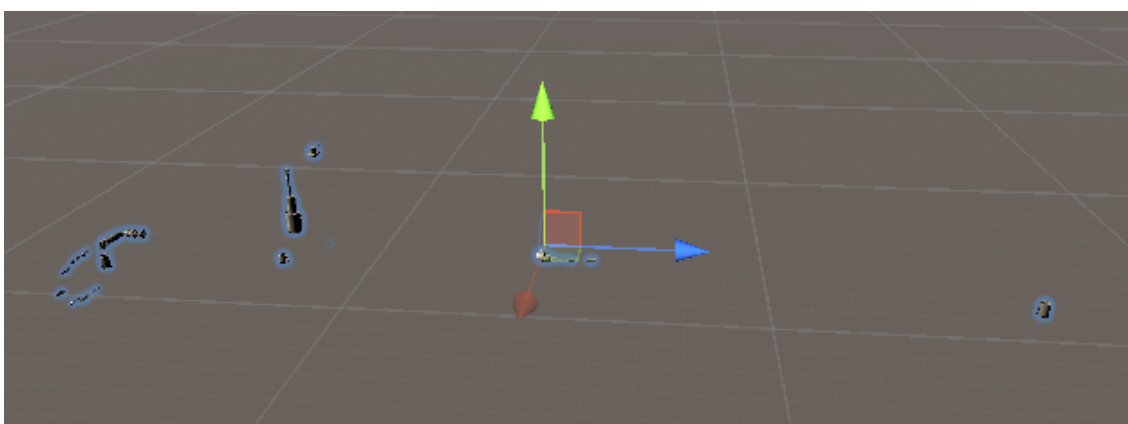


Kuva 8. Kuvankaappaus projektin luomisesta Unityyn (Kuva: Leevi Myyry).

Tämän jälkeen latsin Vuforia Engine 10.2 ohjelmistokehityspaketin Unity Asset Storesta ja asensin sen projektiin.

### 5.3 3D-mallejen tiedostomuoto

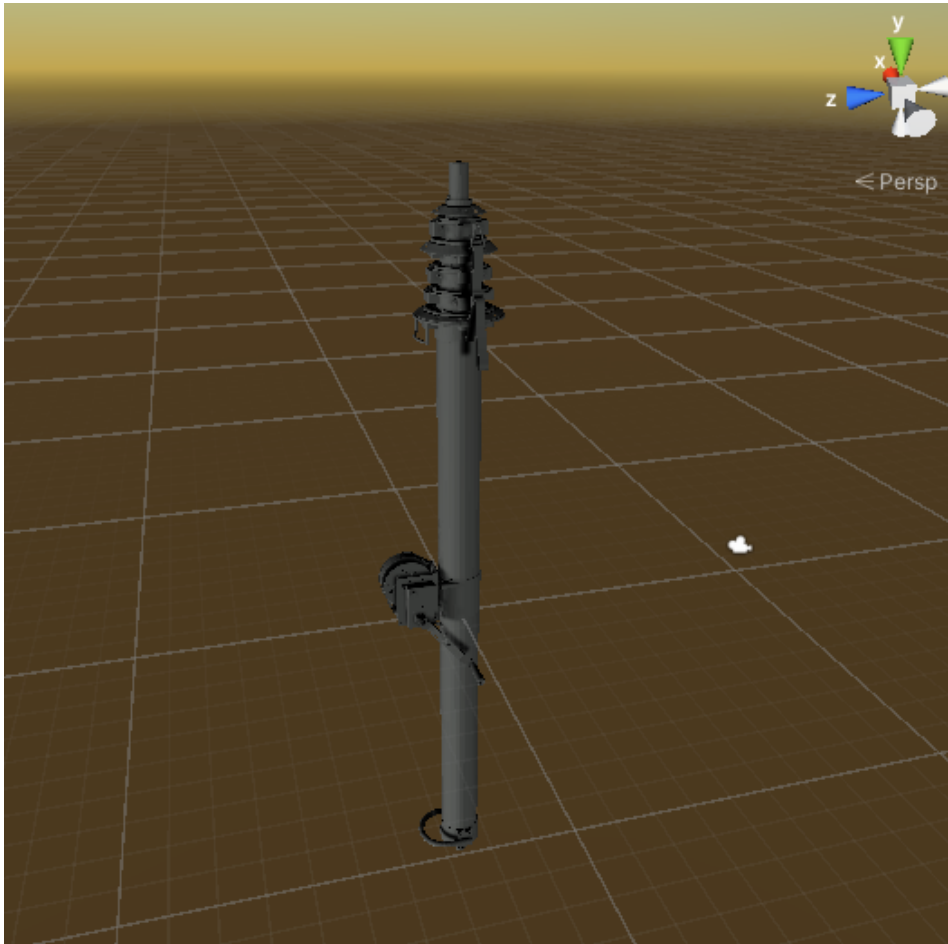
Mastsystem Int'l Oy oli lähettänyt minulle mastoista 3D-mallit, mutta mallit olivat STP muodossa ja Unity ei tue STP muodossa olevia tiedostoja. Minun tuli muokata tiedostot muotoon, jota Unity tukisi, jotta saisin lisättyä mallit projektiin. Unity voi avata 3D-malleja, jotka ovat DAE, DXF, FBX, ja OBJ muodossa. Tietokoneellani oli valmiiksi PTC Creo 3D-mallinnusohjelma, jolla kokeilin muuttaa mallit sopivaan muotoon. Edellä mainituista muodoista Creo voi tallentaa muotoihin DXF ja OBJ. Ongelmaksi muodostui se, että kun muokkasin Creolla mastot muotoihin DXF ja OBJ, muodossa DXF oleva malli ei näkynyt ollenkaan Unityssä ja muodossa OBJ oleva malli hävitti ison osan piirteistään (kuva 9).



Kuva 9. Kuvankaappaus siitä miltä OBJ muodossa oleva masto näytti Unityssä (Kuva: Leevi Myyry).

Osa 3D-malleista toimi ja näytti normaalilta OBJ muodossa, mutta koska en saanut korjattua viallista OBJ muodossa olevaa mallia päädyin kokeilemaan mallien muuttamista FBX muotoon. Koska Creo ei muunna FBX muotoon lataisin Blender-ohjelman. Latasin blenderin, koska se on ilmainen 3-mallinnusohjelma ja sillä voi tallentaa 3D-malleja FBX ja DAE muotoihin. Blenderilla ei voi avata 3D-malleja, jotka ovat STP muodossa, joten muokkasin mallit ensin Creossa STL muotoon. STL ottaa huomioon vain mallin geometriset piirteet, joten tässä kohdassa malleista hävisi värit. Värien puuttuminen itsessään ei tuota sovelluksen käyttöön ongelmaa, koska mastojen piirteistä saa selvää silloinkin, kun mastot ovat harmaita. Muokkasin mallit DAE ja FBX muotoihin ja siirsin ne Unityyn. Tässä vaiheessa malleissa ei ollut ulkoisesti eroa ja molemmat näyttivät hyviltä, joten päädyin käyttämään FBX muodossa olevia malleja (kuva 10).

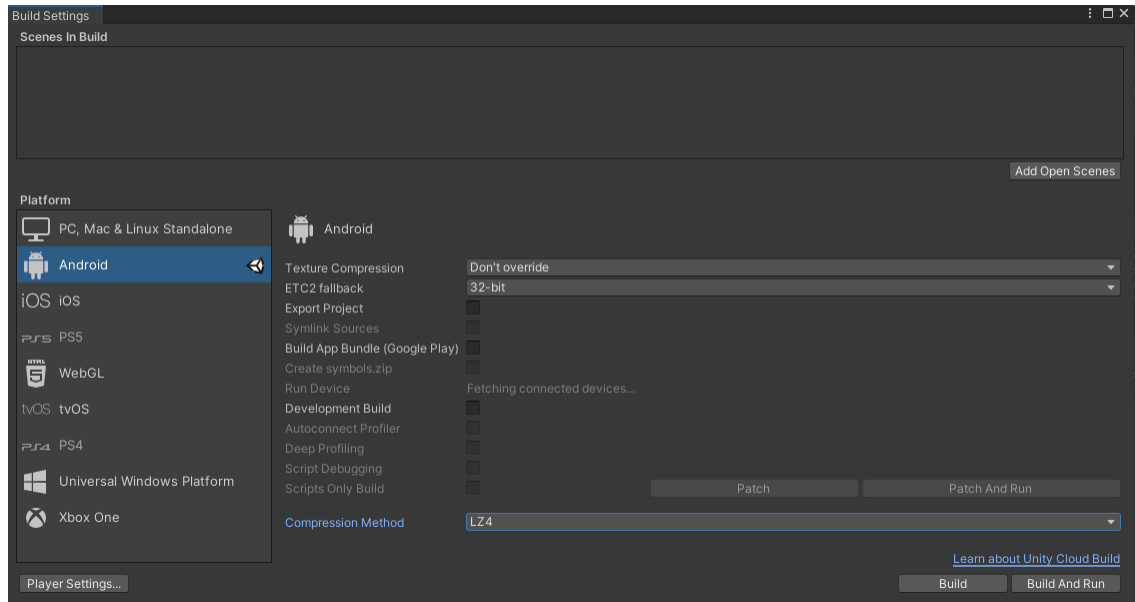




Kuva 10. Kuvankaappaus siitä miltä väritön masto näyttää Unityssa (Kuva: Leevi Myyry).

#### 5.4 Sovelluksen tekeminen

Kun olin saanut mastot toimimaan Unityssa pystyin jatkamaan siitä, mihin jäin aikaisemmin ja vaihdoin projektin alustaksi Androidin (kuva 11).

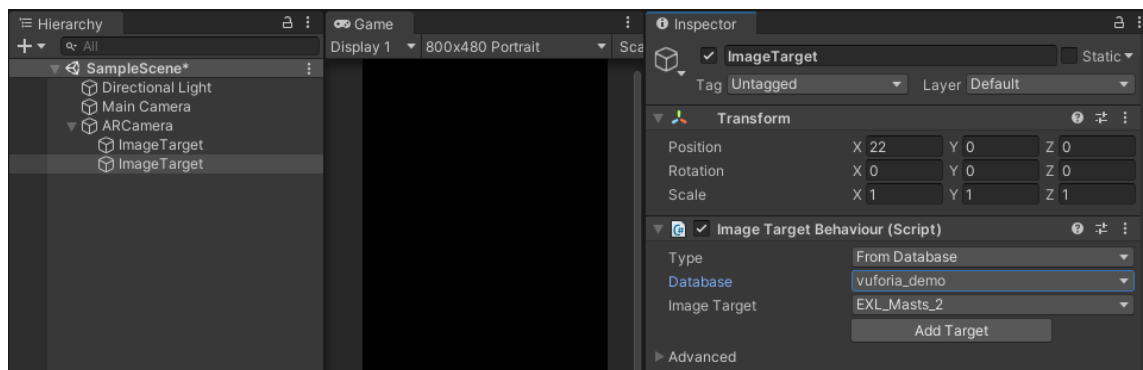


Kuva 11. Kuvankaappauksessa näkyy mille alustoille Unityssa voi tehdä sovelluksia tai pelejä (Kuva: Leevi Myyry).

Lisäsin projektiin Vuforia Enginen mukana tulleen lisätyn todellisuuden kameran, AR Camera, joka vaikuttaa nyt siihen, mitä näytöllä näkyy.

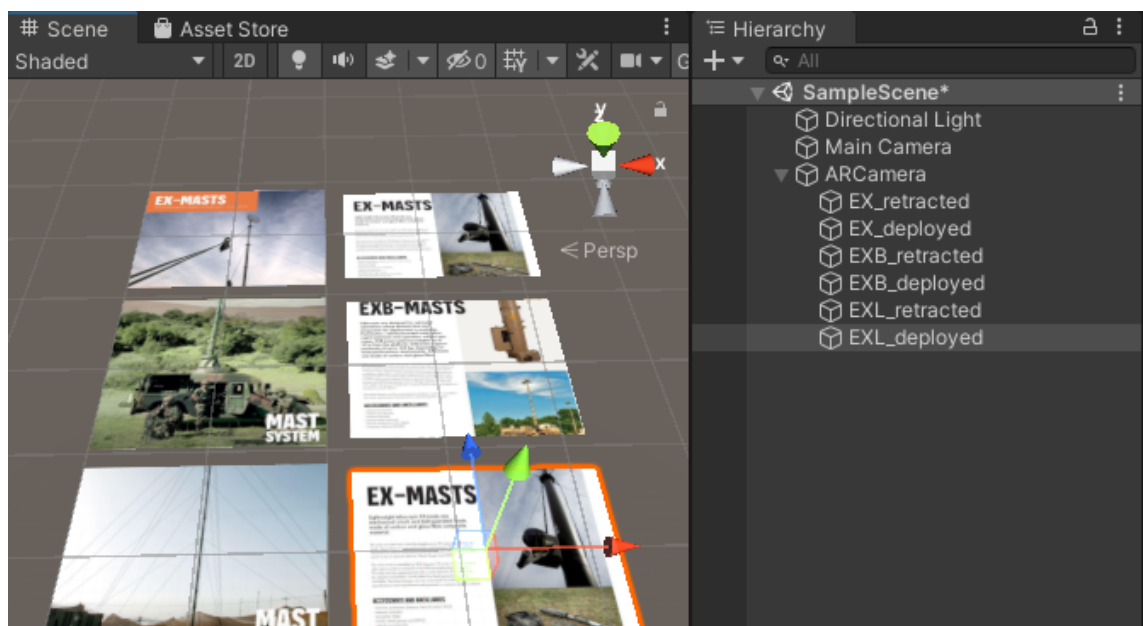
Lisäsin myös Vuforia Enginen mukana tulleen Image Target kohdekuvien muokaus- ja lisäämistyökalun AR Cameran alaiseksi hierarkiassa, jolloin Image Target vaikuttaa suoraan AR Cameraan.

Image Target työkaluun voi tuoda Vuforian tietokanta tiedoston, johon olin valinnut kohdekuvat, joiden päälle 3D-mallit mastoista tulisivat sovelluksessa. Asensin Vuforia Target Managerissa tehneeni tietokannan Unityyn ja tämän jälkeen pystyin valitsemaan Image Target työkalusta käytettäväksi tietokannan, jonka olin tehnyt (kuva 12).



Kuva 12. Kuvankaappauksessa näkyy AR Camera ja sen alaisena Image Target sekä Image Target työkalussa näkyy tietokannan valitseminen sekä sinne lataamani tietokanta (Kuva: Leevi Myyry).

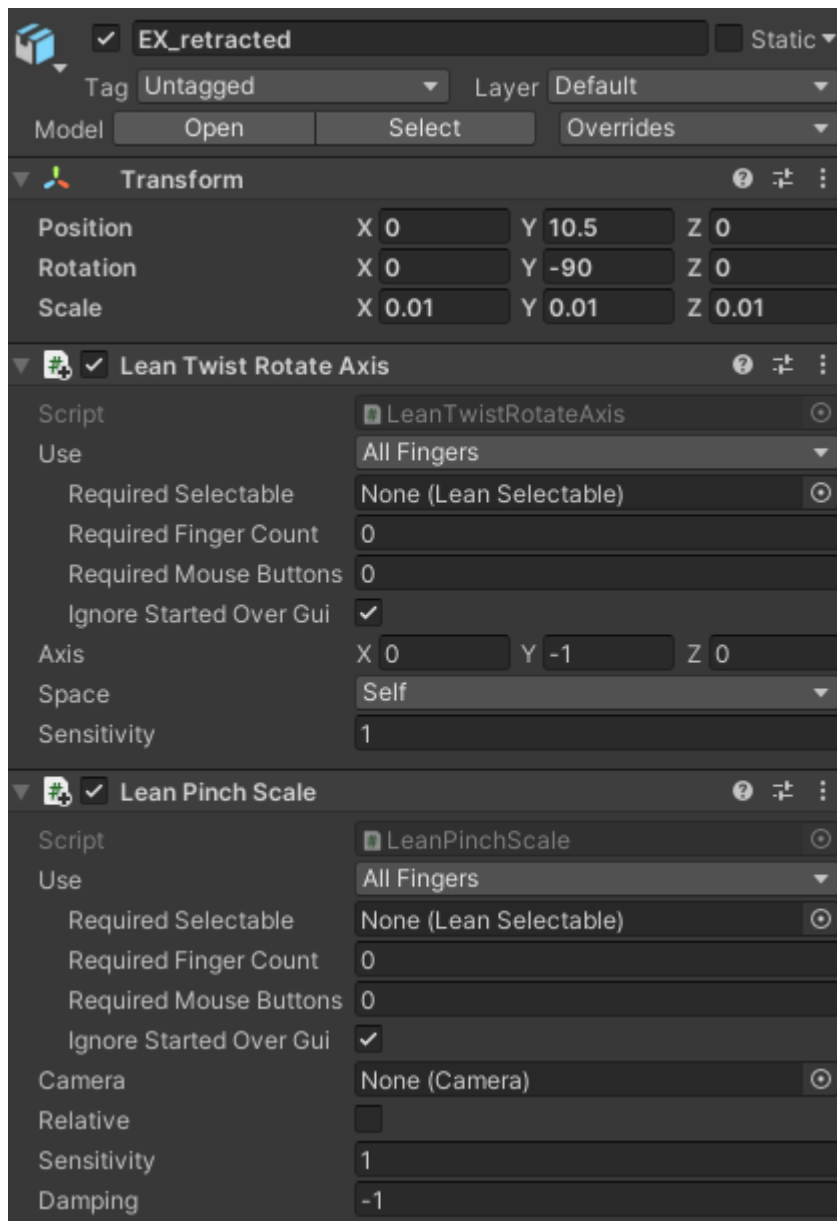
Tein kopiot Image Target työkalusta AR Cameran alle niin, että jokaiselle maston 3D-mallille olisi oma Image Target ja vaihdoin jokaiseen eri kohdekuvan. Nimesin uudelleen Image Target työkalut sen mukaan, että ne kohdekuvat, joille haluan maston nousevan kasassa, ovat nimetty muodossa mastonnimi\_retracted ja ne kohdekuvat, joille haluan maston nousevan pystyssä, ovat nimetty muodossa mastonnimi\_deployed. Asettelin kohdekuvat pois toistensa päältä Unity projektissani, jotta projekti olisi selkeämpi, mutta ne olisivat voineet olla päällekkäinkin eikä se olisi vaikuttanut sovelluksen toimintaan (kuva 13). Lisäsin myös Vuforia App Licence Key lisenssiavaimen projektiin, jotta sovellus toimisi.



Kuva 13. Vasemmalla kuvat, joiden päälle masto tulee kasassa ja oikealla kuvat, joiden päälle pystyssä (Kuva: Leevi Myyry).

Seuraavaksi siirryin mastojen mastojen 3D-malleihin. Lisäsin mastojen 3D-mallit FBX muodossa projektissa olevaan kansioon. Lisäsin kansioista mastot projektiin, skaalasin ne sata kertaa pienemmäksi, asettelin ne kohdekuviensa päälle ja sidoin ne Image Target työkalujen alaisiksi. Latasin Unity Asset Store kaupasta ilmaisen Lean Touch työkalun. Lean Touch mahdollistaa sen, että sovelluksessa olevien esineitä voi liikuttaa koskemalla puhelimen näyttöä. Loin uuden GameObject kappaleen projektiin, johon lisäsin komponenttina Lean Touch koodin hierarkiaan samalle tasolle AR kameran kanssa. Lisäsin Lean Touch työkalupaketissa tulleet Lean Pinch Scale ja Lean Twist Rotate Axis

komponentit mastoihin, jotta sovelluksessa voisin skaalata ja kääntää mastoja sormilla. Laitoin Lean Twist Rotate Axis kohdassa akseliksi, jonka ympäri kapale pyörii y-akselin, koska mastoissa vertikaalinen akseli oli y-akseli (kuva 14).

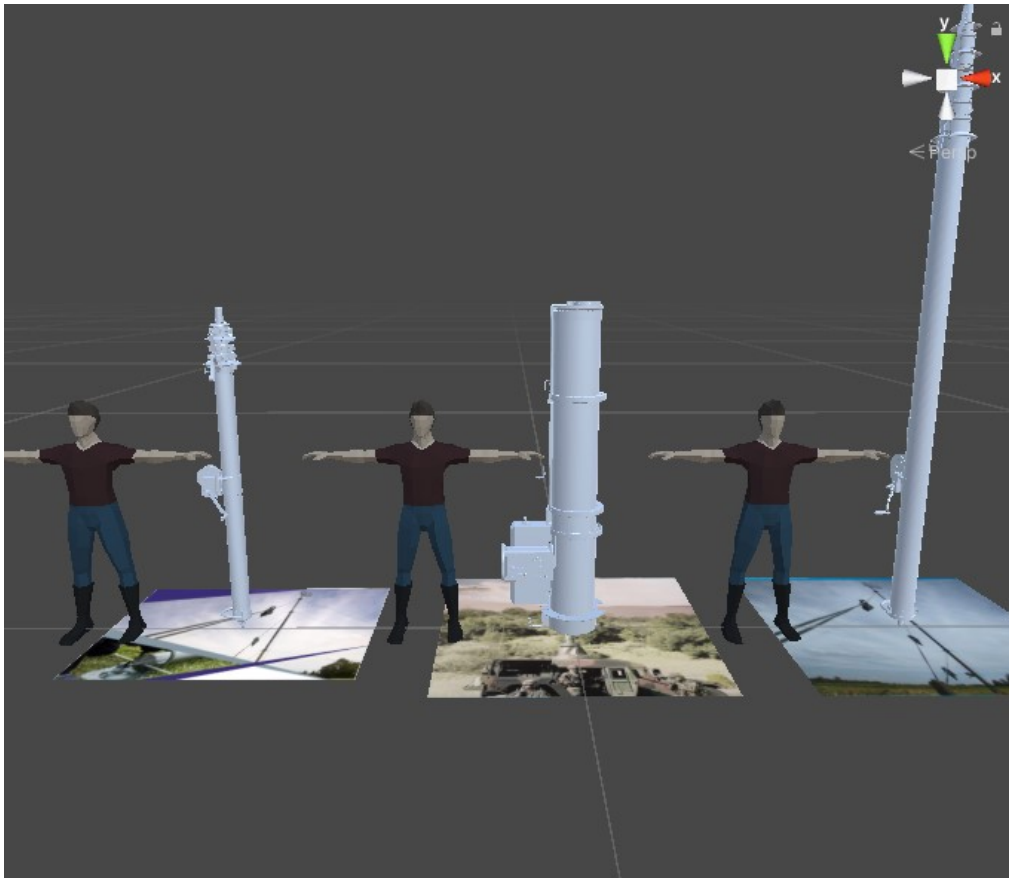


Kuva 14. Kuvassa näkyy komponentit, joiden avulla mastoa voi skaalata ja kääntää (Kuva: Leevi Myyry).

Tämän jälkeen yritin testata sovellusta, jolloin Unity valitti asetuksissa olevan ongelmaa. Vuforia toimii vain Android 6 Marshmallow versiolla tai sitä uudemmallalla versiolla, joten säädin asetuksista, että sovellusta voi käyttää Android 6 versiolla tai uudemmallalla. Unity myös valitti, että Vuforia yrittää hyödyntää ARCorea, mutta koska en käytä projektissani ARCorea laitoin asetuksista pois sen,

että Vuforia hyödyntäisi ARCorea. Kun testasin sovellusta ongelmien korjaamisen jälkeen mastojen pyöritys ja skaalaus onnistui halutulla tavalla.

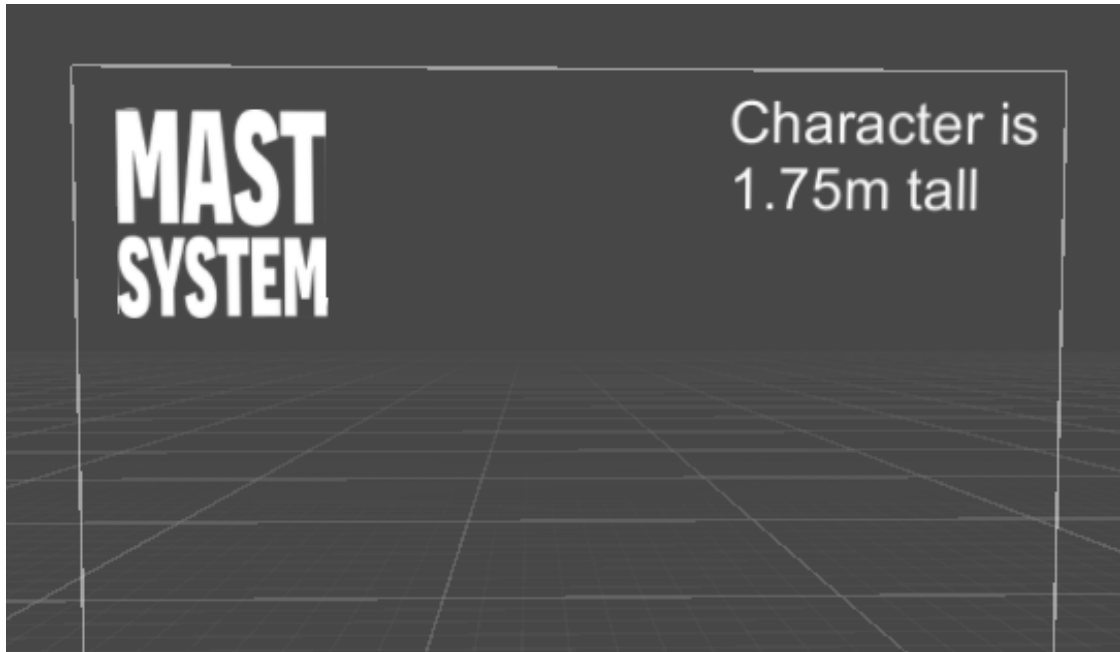
Latasin projektiin Unityn Asset Storesta ilmaisen ”Distant Lands Free Characters” nimisen hahmopakettin, koska Mastsystem halusi, että mastojen koosta saisi selvää sovelluksessa ja maston vieressä oleva ihmishahmo selkeyttäisi maston kokoa. ”Distant Lands Free Characters” oli mielestäni paras ilmaisista hahmopaketeista, koska siinä mukana tulevat hahmot ovat visuaalisesti vaatimattomia, joten ne eivät vie huomiota mastoilta ja hahmot eivät vie paljoa tilaa, joten sovellus ei hidastu niiden takia (kuva 15). Lisäsin ihmishahmot ensin kohdekuvien alaisiksi hierarkiassa, kuten mastotkin, mutta kun testasin sovellusta, mastot ja hahmot skaaloutuivat eri tahdissa. Korjasin tämän siirtämällä ihmishahmot mastojen alaisiksi hierarkiassa, jolloin mastot ja hahmot skaaloutuivat samaan tahtiin, ja hahmo pyörii maston y-akselin ympäri maston kanssa.



Kuva 15. Mastot kohdekuvien päällä ja ihmishahmot mastojen vieressä (Kuva: Leevi Myyry).

Mastsystem halusi myös logonsa sovellukseen, joten lisäsin sen näkymään näytön vasemmassa yläkulmassa ja ankkuroin sen kiinni näytön vasempaan

yläkulmaan niin, että se on siellä sovellusta käyttävästä laitteesta riippumatta. Lisäsin myös oikeaan yläkulmaan tekstin, jossa kerrotaan ihmishahmon pituus ja ankkuroin senkin niin, että kaikilla näytöillä teksti on näytön oikeassa yläkulmassa (kuva 16).



Kuva 16. Logo ja teksti ankkuroituina yläkulmiin (Kuva: Leevi Myyry).

Testasin sovellusta ja kasassa olevat mastot toimivat halutulla tavalla (kuva 17).



Kuva 17. Sovellus käytössä, EXL-masto kasassa (Kuva: Leevi Myyry).

EXL-masto on pystyssä ollessaan niin pitkä, että skaalasin sen pienemmäksi, jotta kun se ensin ilmestyy näytölle se näkyisi melkein kokonaan näytöllä ja sitten visualisoisi maston kokoa pystyssä (kuva 18). Koska EXL-masto pystyssä ollessaan on niin korkea ja ohut se ei ole optimaalinen tuote sovelluksella tuote-esittelyyn, mutta kasassa olevasta EXL-mastosta voi hyvin näyttää maston tärkeimmät piirteet ja pystyssä olevalla EXL-mastolla visualisoida maston kokoa.



Kuva 18. Sovellus käytössä, EXL-masto pystyssä (Kuva: Leevi Myyry).

## 5.5 Unityssa sovelluksen tekeminen yksinkertaistettuna

Yksinkertaistettuna vastaavanlaisen sovelluksen tekeminen vaatii Unityn, johon on asennettu Android Build Support joka mahdollistaa Android sovelluksen tekemisen. Tämän jälkeen luodaan uusi 3D-projekti ja ladataan ja asennetaan Unity Asset Store kaupasta tai Vuforian sivulta Vuforia Engine Unityyn ja Unity



Asset Store kaupasta Lean Touch työkalu. Tehdään Vuforian sivuilla kohdekuvien tietokanta, johon valitaan kuvat, joiden päälle halutaan 3D-mallin ilmestyvän ja ladataan tietokanta koneelle ja asennetaan se Unity projektiin. Vaihdetaan projektin sovellusalustaksi Android, vaihdetaan asetuksista, että sovellus toimii Android 6 tai uudemmalla käyttöjärjestelmällä, jotta Vuforia toimii, poistetaan asetuksista se, että Vuforia yrittää hyödyntää ARCorea ja lisätään Vuforia App Licence Key projektiin, jotta Vuforia toimii. Tämän jälkeen aloitetaan sovelluksen tekemisen. Ladataan 3D-mallit, joita käytetään projektiin FBX tai DAE muodossa. Lisätään projektiin AR Camera ja sen alaiseksi Image Target sekä luodaan uusi GameObject ja lisätään siihen komponentiksi Lean Touch koodi. Image Target työkalussa otetaan käyttöön kohdekuvien tietopankki mikä tehtiin aikaisemmin ja valitaan sieltä kuva kohdekuvaksi. Tuodaan Image Target alaiseksi 3D-malli, joka tulee kohdekuvan päälle, asettellaan se haluamalla tavalla ja lisätään siihen komponentit Lean Pinch Scale ja Lean Twist Rotate ja valitaan Lean Twist Rotate komponentissa akseliksi, jonka ympäri halutaan mallin pyörivän sama akseli, joka on mallissa vertikaalisena akselina. Testataan sovellusta.

## 6 Yhteenveto

Tein lisätyn todellisuuden sovelluksen, jolla voi esitellä tuotteita messuilla. Sovellus täyttää halutut vaatimukset, sen avulla voi näyttää mastojen eri puolia ja antaa kuvan siitä, millaisia mastot ovat. Koossa olevat mastot ovat sovelluksella helposti esiteltävissä, mutta pystyssä olevat mastot ovat sen verran pitkiä ja ohuita, että niistä ei saa tarkasti selvää, jos masto on kokonaan näytöllä ja jos masto on suurennettu niin, että yksityiskohdista saa selvää, koko masto ei näy näytöllä.

Käytin sovelluksen tekemiseen Unitya ja Vuforiaa, ja ne ovat mielestäni erittäin hyvät ohjelmat tällaisen lisätyn todellisuuden Android sovelluksen tekemiseen. Vuforian kohdekuvien valitseminen on tehty käteväksi, kun niihin tulee pisteitys sen mukaan, miten hyvin kuva toimii kohdekuvana ja sen avulla voi päättää, pitääkö kuvan kohdekuvana vai valitseeko jonkun paremman kuvan

kohdekuvaksi. Unity toimii pelien tekemisen lisäksi hyvin visualisointiin sopivan lisätyn todellisuuden sovelluksen tekemiseen ja Unity Asset Store tarjoaa paljon erilaisia työkaluja, joita voi hyödyntää sovelluksen teossa.

3D-mallien tiedostomuodon muuttaminen niin, että värit, säilyvät ei onnistunut minulta, mutta värit näkyvät hyvin esitteissä, joita käytin kohdekuvina. Harmaista mastoista saa selvää hyvin, joten värien puute ei ollut suuri ongelma.

Mastojen tiedostomuodon muuttaminen FBX muotoon vaati sen, että käytän Blenderia tiedostomuodon vaihtamiseen ja jotta sain avattua mallit Blenderilla, jouduin muuttamaan mallit STP muodosta STL muotoon. STL muodossa mallista jää jäljelle vain geometriset muodot ja värit katoavat kokonaan.

Opinnäytetyöhön haastetta muodostui koronatilanteesta, koska kirjastot olivat kiinni ja tiedonhaku vaikeutui. Tiedonhaussa ongelmaksi muodostui myös se, että monet lisättyä todellisuutta käsittelevät kirjat keskittyivät enemmän virtuaalitodellisuuden käsittelyyn. Unityn käytön opettelu myös oli haastavaa alkuun.

Opinnäytetyö toi paljon uutta tietoa minulle lisätystä todellisuudesta, jota emme olleet koulussa käyneet läpi ja opin myös 3D-mallejen tiedostomuodoista uutta.

## Lähteet

- Apple. 2021. More to Explore with ARKit 5.  
<https://developer.apple.com/augmented-reality/arkit/>. 29.9.2021.
- Aukstakalnis, S. 2016. Practical Augmented Reality: A Guide to the Technologies, Applications, and Human Factors for AR and VR. Boston: Addison-Wesley Professional.
- Artetxe González, E. & Lopez Benito, J. 2019. Enterprise Augmented Reality Projects. Birmingham: Packt Publishing.
- ARtGlass. 2021. Case Study Pompeii.  
<https://artglassgroup.com/work/pompeii-archaeological-park/>. 29.9.2021.
- Azuma, R. 1997. A Survey of Augmented Reality. Cambridge: MIT Press.
- Babilinski, K. & Linowes, J. 2017. Augmented Reality for Developers. Birmingham: Packt Publishing.
- Close, B., De Bondi, P., Donoghue, J., Morris, M., Piekarski, W., Squires, J. & Thomas, B. 2000. ARQuake: An Outdo or/Indo or Augmented Reality First Person Application. Piscataway: Institute of Electrical and Electronics Engineers Inc.
- Feiner, S., Höllerer, T., MacIntyre, B. & Webster, A. 1997. A Touring Machine: Prototyping 3D Mobile Augmented Reality Systems for Exploring the Urban Environment. Piscataway: Institute of Electrical and Electronics Engineers Inc.
- Friston, S., Steed, A. & Widya Adipradana, Y. 2017. The AR-Rift 2 prototype. Piscataway: Institute of Electrical and Electronics Engineers Inc.
- Google. 2021. ARCore supported devices.  
<https://developers.google.com/ar/devices>. 29.9.2021.
- Google Play. 2021. Pokémon GO.  
<https://play.google.com/store/apps/details?id=com.nianticlabs.pokemongo&hl=fi&gl=US>. 29.9.2021.
- Höllerer, T. & Schmalstieg, D. 2016. Augmented Reality: Principles and Practice. Boston: Addison-Wesley Professional.
- Ikea. 2021. Say hej to IKEA Place.  
<https://www.ikea.com/au/en/customer-service/mobile-apps/say-hej-to-ikea-place-pub1f8af050>. 29.9.2021
- Kishino, F. & Milgram, P. 1994. A Taxonomy of Mixed Reality Visual Displays. Tokio: Maruzen Co., Ltd.
- Oxford Learner's Dictionaries. 2021. augmented reality.  
<https://www.oxfordlearnersdictionaries.com/definition/english/augmented-reality>. 29.9.2021.
- Sony. 1998. Sony Announces New Personal LCD Monitor PC Glasstron  
[https://www.sony.com/en/SonyInfo/News/Press\\_Archive/199809/98-101/](https://www.sony.com/en/SonyInfo/News/Press_Archive/199809/98-101/). 29.9.2021.
- Unity. 2021. Choose the plan that is right for you.  
<https://store.unity.com/compare-plans>. 29.9.2021.
- Vuforia. 2021. Best Practices for Designing and Developing Image-Based Targets. <https://library.vuforia.com/objects/best-practices-designing-and-developing-image-based-targets>. 29.9.2021.
- Vuforia. 2021. Image Targets. <https://library.vuforia.com/objects/image-targets>.

29.9.2021.

Vuforia. 2021. The Physical Properties of Image-Based Targets.

<https://library.vuforia.com/objects/physical-properties-image-based-targets>. 29.9.2021.