

**LISÄTYN TODELLISUUDEN MOBIILISOVELLUKSEN PROOF-OF-  
CONCEPT -TOTEUTUS SAKO OY:N METSÄSTYSKIVÄÄRIN  
KÄYTTÖOHJEESTA**



Ammattikorkeakoulututkinnon opinnäytetyö

Tieto- ja viestintäteknikka, insinööri (AMK)

Kevät 2022

Henri Korkiamäki

Tieto- ja viestintäteknikka, insinööri (AMK)

Tekijä Henri Korkiamäki

Työn nimi Lisätyn todellisuuden mobiilisovelluksen proof-of-concept -toteutus Sako Oy:n metsästyskiväärin käyttöohjeesta

Ohjaaja Antti Laakso

Tiivistelmä

Vuosi 2022

---

Lisätty todellisuus eli Augmented Reality (AR) on digitaalisen median tuontia fyysiseen maailmaan tavalla, mikä saa sen näyttämään olevan osa todellista ympäristöä. Tämän oppinäytetyön tarkoituksena oli tutkia, voidaanko lisättyä todellisuutta hyödyntää Sako Oy:n tuotteiden markkinoinnissa. Tämä todennettiin toteuttamalla proof-of-concept -mobiilisovellus Sakon S20 metsästyskiväärin käyttöohjeesta käyttäen hyväksi lisättyä todellisuutta. Tämän työn toimeksiantajana oli Sako Oy. Sako Oy on suomalainen asevalmistaja, joka keskittyy pääosin metsästysaseiden valmistukseen.

Lisätyn todellisuuden ensimmäisiä ilmentymiä nähtiin jo 1960-luvulla, mutta nimensä tämä teknologia sai vuonna 1992, kun Boeing-yhtiö aloitti lisätyn todellisuuden hyödyntämisen lentokoneen valmistukseen liittyen. Nykyisin lisättyä todellisuutta hyödynnetään eniten mainonnan, viihteen ja sairaanhoidon alueilla sekä erilaisissa mobiilisovelluksissa.

Toteutetun mobiilisovelluksen suunnittelussa käytettiin projektinhallintaohjelmistoa, jotta rakennusvaihe olisi hallittu. Varsinainen sovellus toteutettiin Unity-ohjelmistolla. Unity on ilmainen pelimoottorihjelmisto, johon on sisäänrakennettu erilaisia työkaluja, jotka tekevät lisätyn todellisuuden sovelluksien kehittämistä sujuvaa. Valmis mobiilisovellus tuotiin Android alustalle.

Mobiilisovelluksen toteutuksessa keskeistä oli rakentaa helppokäyttöinen sovellus, jossa virtuaalinen S20 metsästyskivääri on mahdollisimman luonnollisen näköinen eri alustoilla ja valaistusolosuhteissa. Käyttöliittymän tuli olla yksinkertainen ja käyttöohjeeseen liittyvien animaatioiden tuli esittää selkeästi, kuinka ase toimii.

Johtopäätöksenä voidaan todeta, että mobiilisovellus täytti ne vaatimukset, jotka toimeksiantaja S20 -metsästyskiväärin käyttöohjeelle antoi. Syntyi käyttökelpoinen proof-of-concept -sovellus, jonka ratkaisuja voidaan hyödyntää mahdollisissa muissa lisätyn todellisuuden toteutuksissa. Sako Oy:ssä on jatkossa tarkoitus hyödyntää uusia teknologioita, kuten lisättyä todellisuutta, eri tarkoituksiin. Tuotteiden käyttöohjeet ovat yksi alue, jossa näitä teknologioita voidaan käyttää.

Avainsanat Augmented Reality, käyttöohje, lisätty todellisuus, Sako Oy, Unity.

Sivut 42 sivua



## Sisällys

1	Johdanto .....	1
2	Lisätty todellisuus .....	2
2.1	Mitä lisätty todellisuus on? .....	2
2.2	Historia .....	3
2.2.1	Sensorama .....	3
2.2.2	The Sword of Damocles .....	4
2.2.3	Videoplace .....	4
2.2.4	Lisätty todellisuus saa nimensä .....	5
2.3	Lisätyn todellisuuden käyttöalueet nykypäivänä .....	5
2.3.1	Markkinointi .....	5
2.3.2	Viihde .....	6
2.3.3	Sairaanhoito .....	7
2.3.4	Mobiilisovellukset .....	8
2.4	Lisätyn todellisuuden laitetypit .....	9
2.4.1	Heijastusnäytöt .....	9
2.4.2	3D-mainostaulut .....	10
2.4.3	Älylasit .....	11
2.4.4	Kädessä pidettävät laitteet .....	13
3	Sako .....	14
3.1	Sakon Oy:n markkinointi .....	14
3.2	Uusien digitaalisten palveluiden käyttäminen .....	15
4	Metsästyskiväärin S20 manuaalin toteutus .....	16
4.1	Suunnitteluprosessi .....	16
4.2	Käytetyt teknologiat .....	18
4.2.1	Unity .....	18
4.2.2	AR Foundation .....	19
4.2.3	Photoshop & Blender .....	20
4.3	Toteutuksen vaiheet .....	21
4.3.1	Sovelluksen pohja .....	21
4.3.2	Pinnan seuranta .....	23

4.3.3	Light Estimation.....	25
4.3.4	Käyttöliittymä.....	28
4.3.5	Aseen mallin tuonti projektiin.....	30
4.3.6	Animaatiot.....	32
4.3.7	Sovelluksen tuominen Androidille .....	35
5	Johtopäätökset .....	38
	Lähteet.....	39

## Kuvat

Kuva 1.	Henkilö käyttämässä Sensoramaa 1962 (Engadget, 2014).....	3
Kuva 2.	The Sword of Damoclesin kehittäjä Ivan Sutherland 1968 (Numerized, 2020). ..	4
Kuva 3.	Vasemmalla on oikea näkymä studiosta ja oikealla muunnettu versio, jossa on käytetty lisättyä todellisuutta hyväksi (Webster, 2020). .....	7
Kuva 4.	XVS on päässä pidettävä laite, jossa on läpinäkyvä näyttö. Laite tunnistaa työkalujen sijainnin reaaliajassa ja heijastaa kuvan potilaan selkään (Augmedics, 2021). .....	8
Kuva 5.	Google Translate sovellus Android alustalla (Google Play, 2021). .....	9
Kuva 6.	Auton lasiin heijastettu näyttö, joka näyttää kuljettajalle erilaista tietoa (Panasonic, 2021).....	10
Kuva 7.	Holografinen näyttö saa videokuvan näyttämään siltä, että se on osa ympäristöä (Light Field Lab, 2021).....	11
Kuva 8.	Sivuprofiilikuva Microsoft Hololens 2:sta. Laite on täysin langaton ja laitteen käyttöaika on akulla noin kolme tuntia (Microsoft, 2021).....	12
Kuva 9.	IKEAn oma lisätyn todellisuuden sovellus IOS alustalla (IKEA Place, 2021). .....	13

Kuva 10. Sako, Beretta ja Tikka logot (Sako, 2021). .....	14
Kuva 11. Kuva Trellon projektinhallinnasta, jossa kaikki projektin tärkeimmät vaiheet listattuna.....	18
Kuva 12. Lista kaikista teknologioista, joita AR Foundation tukee ja millä alustalla ne toimivat (Unity3d Documentation, 2021).....	20
Kuva 13. Erilaisia ikoneja Sako S20 käyttöohjesovelluksessa.....	20
Kuva 14. Asennettavat ARFoundation ja ARCore paketit.....	21
Kuva 15. AR Session Originin sisältö Unityn sisällä.....	22
Kuva 16. AR Camera Manager -komponentin sisältö. Tämä komponentti generoidaan automaattisesti, kun AR Camera peliobjekti luodaan.....	23
Kuva 17. Koodi, jolla tunnistetaan käyttäjän ympäristössä olevia pintoja. ....	24
Kuva 18. Indikaattorin asettaminen päälle, jos laite on tunnistanut pinnan oikein ja päivittää sen paikan ja rotaation. ....	24
Kuva 19. Kaikki eri vaihtoehdot Light Estimationille AR Camera Managerin sisällä. ....	25
Kuva 20. Esimerkki, siitä miten FrameChanged funktiota käytetään.....	26
Kuva 21. Lopuksi liitetään Unityn peliympäristön Directional Lightiin HDR Light Estimation skripti, joka juuri luotiin.....	27
Kuva 22. Lopputulos sovelluksessa, käyttäen Light Estimation teknologiaa. ....	27
Kuva 23. Esimerkki objektin ankkuroinnista, jossa objekti on kiinnitetty sovelluksen oikeaan alareunaan.....	28
Kuva 24. Esimerkki nappien listenereistä, jotka niille asetetaan sovelluksen käynnistyessä. Nappien painaminen toteuttaa sille asetetun funktion. ....	29

Kuva 25. Aiemmin kuvassa 24 näkyvän PlaceObject funktion sisältö. Kun käyttäjä painaa nappia, jolla asetetaan ase pöydälle, se toteuttaa yllä olevan funktion sisällön kerran.	29
Kuva 26. Canvas objekti peliympäristössä, jonka alla kaikki objektit mitä käyttöliittymään kuuluu.	30
Kuva 27. Esimerkki lipas-peliobjektista.	31
Kuva 28. Aseen tukkiin liitetty "Grip" materiaali.	31
Kuva 29. Aseen grip-materiaalin eri arvot.	32
Kuva 30. S20 asean eri komponentit ja kokoarvo.	32
Kuva 31. Esimerkki ruuvien irrotus animaatio näkymästä.	33
Kuva 32. Kuva "stock_screw_1" animaatio kohdasta sovelluksen koodissa.	34
Kuva 33. Osa animaatio sliderin koodista.	34
Kuva 34. Player asetuksissa sovellukselle asetettu minimi ja kohde API-taso.	35
Kuva 35. Kuva sovelluksen asetuksista, jossa on valittu IL2CPP skripti backend ja ARM64 CPU arkkitehtuuri 64-bittistä sovellusta varten.	36
Kuva 36. Kuvagalleria lopullisesta sovelluksesta.	37

# 1 Johdanto

Lisätty todellisuus eli Augmented Reality (AR) on digitaalisen median tuontia fyysiseen maailmaan tavalla, mikä saa sen näyttämään olevan osa todellista ympäristöä. Tätä tietokoneella tuotettua mediaa (teksti, kuva, video, 3D-malli, animaatio) katsellaan erilaisten näyttöjen, kuten tablettien, älypuhelimien tai AR-lasien avulla. Tämän opinnäytetyön tarkoituksena on tutkia mitä lisätty todellisuus on ja voidaanko sitä hyödyntää Sako Oy:n tuotteiden markkinoinnissa. Lisätyn todellisuuden hyödyntämismahdollisuudet todennetaan toteuttamalla proof-of-concept -mobiilisovellus Sakon S20 metsästyskiväärin käyttöohjeesta käyttäen hyväksi lisättyä todellisuutta.

Tutkimuskysymykset ovat:

1. Mitä on lisätty todellisuus ja mitkä ovat sen käyttöalueet?
2. Minkälainen mobiilisovelluksen toteutus voidaan tehdä kiväärin käyttöohjeesta hyödyntämällä lisättyä todellisuutta?
3. Soveltuuko lisätyn todellisuuden mobiilisovellus kiväärin käyttöohjeeksi?

Tutkimusmenetelminä ovat ensimmäisen pääkysymyksen osalta kirjallisuus- ja dokumenttitutkimus sekä haastattelut. Toisen ja kolmannen pääkysymyksen tutkimusmenetelmänä on suunnittelu ja mobiilisovelluksen case-toteutus.

Teoriaosuudessa käydään läpi lisätyn todellisuuden historiaa ja miten se näkyy nykYTEKNOLOGIASSA. Tässä osuudessa esitellään laitteistoa ja teknologiaa, joilla lisättyä todellisuutta on mahdollista hyödyntää. Lisäksi tutkitaan lisätyn todellisuuden sovelluksien hyödyntämisalueita yleisellä tasolla.

Sako Oy (Suojeluskuntain Ase- ja Konepaja Osakeyhtiö) on vuonna 1921 perustettu suomalainen asevalmistaja, joka keskittyy pääosin metsästysaseiden valmistukseen (Sako, 2021). Sako Oy:n henkilöiden haastatteluilla selvitetään Sako Oy:n markkinoinnin toimintaa ja miten uudenlaisen tekniikan, kuten lisätyn todellisuuden, käyttö nähdään Sako Oy:ssä nyt ja tulevaisuudessa.



Mobiilisovelluksen toteutusta kuvaavassa luvussa esitellään, miten Sakon S20 metsästyskiväärin käyttöohje toteutettiin lisättyä todellisuutta hyödyntämällä. Siinä kuvataan sovelluksen suunnitteluprosessi, toteutuksen vaiheet ja siinä käytetyt työkalut. Toteutuksen ongelmakohtia eri vaiheissa tuodaan myös esille.

Opinnäytetyö päätetään johtopäätöksiin, jossa annetaan vastaus siihen, soveltuuko lisätty todellisuus kiväärin käyttöohjeen toteutukseen. Arvio tehdään toteutetun mobiilisovelluksen toimivuutta tarkastelemalla.

## 2 Lisätty todellisuus

### 2.1 Mitä lisätty todellisuus on?

Lisätty todellisuus (engl. Augmented Reality) on variaatio virtuaalisesta todellisuudesta (engl. Virtual Reality). Lisätty todellisuus käyttää digitaalista tai tietokoneen tuottamaa tietoa, olipa se sitten kuvia, ääntä, videoita tai tekstiä, jota käyttäjä sitten katsoo esimerkiksi puhelimen näytön kautta. Lisättyä todellisuutta käytetään useimmiten visualisoimaan jotain toimintoa. Toisin kuin virtuaalitodellisuus, lisätty todellisuus näyttää käyttäjän näkemään todellisen maailman, jossa virtuaaliset objektit on asetettu tai yhdistetty ympäristöön. Toisin sanottuna lisätty todellisuus täydentää todellisuutta sen sijaan, että korvaa sen kokonaan. Lisättyä todellisuutta voidaan ajatella sekoituksena täysin synteettisen ja täysin todellisen välillä. (Kipper & Rampolia, 2012, s. 1)

Lisätyn todellisuuden määritelmään ja kuvaukseen perustuen, lisätyllä todellisuudella on oltava kolme ominaisuutta läsnä, jotta sitä voidaan kutsua oikeaksi lisätyksi todellisuudeksi:

- Se yhdistää oikeaa ja virtuaalista tietoa.
- On interaktiivinen reaaliajassa.
- Toimii ja sitä käytetään 3D-ympäristössä.

Lisätty todellisuus mahdollistaa sellaisten tietojen esittämisen visuaalisesti, joita käyttäjä ei muuten pystyisi havaitsemaan. Lisätty todellisuus ei ole vain yksi tekniikka. Se on yhdistelmä

useita tekniikoita, jotka toimivat yhdessä tuottaakseen digitaalista tietoa, jota voi visuaalisesti havaita. (Kipper & Rampolia, 2012, s. 3)

## 2.2 Historia

### 2.2.1 Sensorama

Lisätyn todellisuuden ensimmäinen ilmentymä oli 1962 -luvulla, kun elokuvaaja Morton Heilig sai valmiiksi prototyypin Sensorama laitteesta (Kuva 1). Sen piti vedota viiteen eri aistiin. Se sisälsi värinäytön, tuulettimet, tuoksusäteilijät, stereoäänijärjestelmän ja siirrettävän tuolin. Nämä eri elementit aktivoitiin valkokankaalle heijastetun elokuvan sekaan. Tämä toteutus on lähempänä virtuaalista todellisuutta, koska se immersoi käyttäjän virtuaaliseen ympäristöön, mutta se on kuitenkin ensimmäinen lähestyminen kohti lisättyä todellisuutta. (Numerized, 2020)

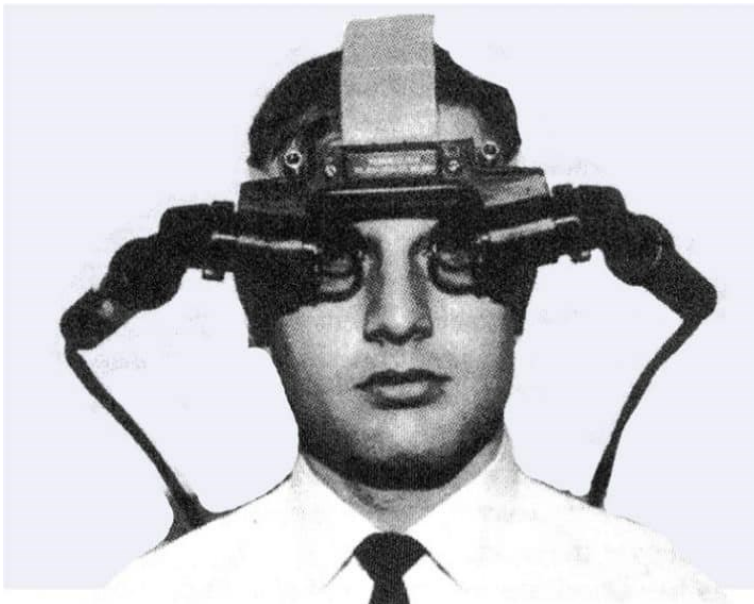
Kuva 1. Henkilö käyttämässä Sensoramaa 1962 (Engadget, 2014).



### 2.2.2 The Sword of Damocles

Vuonna 1968 Salt Lake Cityn yliopistossa Utahissa kehitettiin ensimmäiset päähän asetettavat lasit, joilla pystyi katsomaan kuvia kolmiulotteisina (Kuva 2). Tämä asennus oli niin raskas ja vaikuttava, että se sai lempinimen ”The sword of damocles”. Painava laite oli ripustettava kiinni kattoon ja käyttäjät oli kiinnitettävä laitteessa olevaan hihnaan, jotta käyttäjä saisi paremman immersion. Tämä teki käyttökokemuksesta melko epämiellyttävän. (Numerized, 2020)

Kuva 2. The Sword of Damoclesin kehittäjä Ivan Sutherland 1968 (Numerized, 2020).



### 2.2.3 Videoplace

1970-luvun puolivälissä Myron Krueger perusti keinoteollisuuslaboratorion nimeltä Videoplace. Hänen ajatuksensa oli luoda keinotekoinen todellisuus, joka ympäröi käyttäjiä ja reagoi heidän liikkeisiinsä ja toimintoihin ilman, että heidän tarvitsisi käyttää mitään lasveja tai hanskoja. Videoplace käytti projektoreita, videokameroita, erikoiskäyttöön tarkoitettuja laitteita ja näytöllä olevia silhouetteja käyttäjistä sijoittaakseen käyttäjät interaktiiviseen ympäristöön. (”Videoplace”, 2018)

## **2.2.4 Lisätty todellisuus saa nimensä**

Vuonna 1990 Boeing Computer Services Researchin työntekijää Tom Caudellia pyydettiin korvaamaan Boeingin nykyinen suuri vanerilevyjärjestelmä, jossa on kytkentäohjeet jokaiselle rakennettavalle lentokoneelle. Caudell ja hänen työtoverinsa David Mizell ehdottivat tämän tilalle rakennustyöntekijöille päähän asennettua näyttöä, joka näytti kaapeleiden sijainnin silmälasien läpi ja heijasti ne monikäyttöisille, uudelleenkäytettäville levyille. Sen sijaan, että jokaisen lentokoneen olisi käytettävä eri tauluja, työntekijät pystyivät käyttämään muokattuja kytkentäohjeita. Caudell ja Mizell loivat tälle tekniikalle termin lisätty todellisuus (engl. Augmented reality). (Mealy, 2018)

## **2.3 Lisätyn todellisuuden käyttöalueet nykypäivänä**

Monet teollisuudet ovat jo kehittäneet ja julkaisseet uuden sukupolven lisätyn todellisuuden sovelluksia, kun laitteet ja verkot ovat tulleet tehokkaammiksi. Tämä nopea eteneminen nykyajan teknologiassa on tehnyt lisätystä todellisuudesta helpompikäyttöistä ja avannut uusia mahdollisuuksia useille käyttötarkoituksille. (Furth, 2011, s. 24)

Vaikka lisätyn todellisuuden käyttämiseen on monta innovatiivista mahdollisuutta, esitellään tässä yhteydessä lyhyesti neljä aluetta, jossa lisätyn todellisuuden teknologiaa hyödynnetään laajemmin. Mainonta, viihde, sairaanhoito ja mobiilisovellukset Android ja iOS käyttöjärjestelmille ovat suurimmat alat, jossa lisättyä todellisuutta tällä hetkellä hyödynnetään. (Furth, 2011, s. 25-38)

### **2.3.1 Markkinointi**

Lisätty todellisuus on nouseva trendi markkinointi- ja myyntistrategioissa ja sen avulla brändit voivat tarjota asiakkailleen ainutlaatuisia kokemuksia. Suurimmaksi osaksi se tapahtuu mobiililaitteita hyödyntämällä. Mobiilisovelluksista on tullut yksi merkittävimmistä mediatyypeistä, jonka kautta kuluttajat ovat vuorovaikutuksessa tuotemerkkien kanssa ja tekevät ostopäätöksiä. (Smart Insights, 2020) Kun asiakkaat näkevät käytännössä miltä tuotteet näyttävät tai toimivat todellisessa ympäristössä ennen ostamista, heillä on

enemmän luottamusta ostopäätöksiinsä. Esimerkiksi Ikealla on laaja valikoima eri 3D-malleja huonekaluistaan, joita voi tarkastella mobiilisovelluksella ja asettaa huonekalut omaan huoneeseensa ennen ostopäätöksen tekemistä (Kuva 9). Ikea pystyy sovelluksen kautta keräämään tietoa siitä, mitä huonekaluja testataan eniten. (Porter & Heppelmann, 2017)

Tämän opinnäytetyön mobiilisovelluksessa on taustalla vähän samanlainen idea kuin Ikean sovelluksessa. Vaikka sovellus onkin käyttöohje, käyttäjä näkee kiväärin omassa ympäristössään ja pystyy katsomaan sitä tarkemmin ennen ostamista.

### **2.3.2 Viihde**

Viihde kattaa melko laajan määrän erilaisia alueita, kuten musiikki, elokuvat, live-tapahtumat ja pelit. Kaikissa näissä voidaan käyttää lisättyä todellisuutta jollakin hyödyllisellä tavalla. Todelliseen maailmaan lisätyt virtuaaliset kuvat kiehtovat kuluttajia. Jos viihdyttävään tapahtumaan lisätään lisätyn todellisuuden tehosteita, se saa katsojat varmasti kiinnostumaan siitä enemmän. (Morozov, 2020)

Hyvä esimerkki lisätyn todellisuuden toteutuksesta tehtiin Riot Gamesin järjestämässä Esports-pelin maailmanmestaruuskilpailuissa vuonna 2020. Pandemian takia yleisöä ei voitu kutsua paikalle, mutta järjestäjät halusivat silti tuottaa laadukkaan katsojaelämyksen. Katsojat, jotka katsoivat tapahtumaa Twitch- tai YouTube-livelähetyksien kautta, pystyivät näkemään, kun lavan tausta, jossa pelaajat pelasivat, muutettiin eläväksi kaupungiksi. Lisätyn todellisuuden avulla tätä studiolavaa laajennettiin sen ulkopuolelle käyttäen erikoiskameroita ja 32K resoluution LED-paneeleita (Kuva 3). (Webster, 2020)

Kuva 3. Vasemmalla on oikea näkymä studiosta ja oikealla muunnettu versio, jossa on käytetty lisättyä todellisuutta hyväksi (Webster, 2020).



### 2.3.3 Sairaanhoido

Terveysthuollon alalla lisätyn todellisuuden sovellusten lisääntyminen on kasvanut kirurgian, lääketieteen, kuntoutuksen ja koulutuksen alueilla. Iso kysyntä on ratkaisuille, jotka voivat parantaa nykyistä kliinistä käytäntöä. Lisätyn todellisuuden käyttämisellä haetaan nopeampaa ja halvempaa vaihtoehtoa näihin käytäntöihin. (Ferrari, Klinker, Cutolo, 2019, sivu 1.)

Esimerkkinä tästä on Augmedicsin Xvision Spine System (XVS) (Kuva 4), joka on ensimmäinen kirurgiassa käytettävä lisätyn todellisuuden navigointijärjestelmä. Xvision Spine mahdollistaa kirurgille visualisoida potilaidensa selkärangan 3D-anatomian leikkauksen aikana ikään kuin heillä olisi reaaliaikainen ”röntgenkuva”. Tämä auttaa kirurgia navigoimaan työkalujaan ja asettamaan implantteja tarkasti paikalleen katsellen suoraan potilasta ilman erillistä näyttöä. Järjestelmä on suunniteltu parantamaan kirurgien työn hallintaa ja visualisointia, mikä voi johtaa helpompaan, nopeampaan ja turvallisempaan leikkaukseen. (Augmedics, 2021)

Kuva 4. XVS on päässä pidettävä laite, jossa on läpinäkyvä näyttö. Laite tunnistaa työkalujen sijainnin reaaliajassa ja heijastaa kuvan potilaan selkään (Augmedics, 2021).

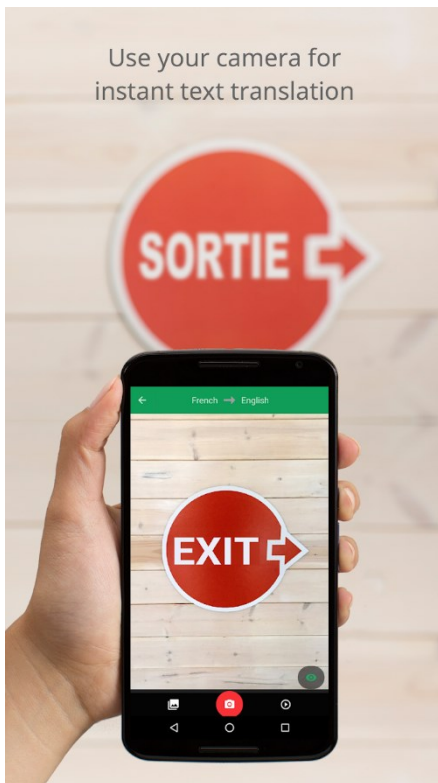


#### 2.3.4 Mobiilisovellukset

Mobiilisovelluksissa on loputtomat mahdollisuudet lisätyn todellisuuden käytölle. Lisätyn todellisuuden sovelluksista on tullut kasvava trendi sekä Android, että IOS käyttöjärjestelmillä. Android-käyttöjärjestelmä on tässä parempi, jos sovellus keskittyy enemmän käyttäjän ympäristöön ja sen kartoittamiseen. IOS taas toimii paremmin kasvon tunnistuksissa ja siinä, miten henkilöiden kehot vaikuttavat 3D-malleihin. Molemmat käyttöjärjestelmät kuitenkin toimivat kaikenlaisissa lisätyn todellisuuden sovelluksissa ja niiden eroavaisuudet ovat todella pienet.

Yksi uusimmista lisäyksistä Google Translate sovellukseen (Kuva 5) sekä Android- että IOS-laitteilla on erilaiset lisätyn todellisuuden ominaisuudet. Google Translate tarjoaa käyttäjille vaihtoehdon, jossa voi ottaa kuvan kylteistä, papereista tai muusta, jossa näkyy tekstiä. Lisätyn todellisuuden avulla sovellus muuttaa tämän tekstin halutulle kielelle. On myös mahdollista käyttää puhelimen videokameraa kuvaamaan tekstiä ja sovellus kääntää kielen reaaliajassa. (Google Play, 2021)

Kuva 5. Google Translate sovellus Android alustalla (Google Play, 2021).



## 2.4 Lisätyn todellisuuden laitetypit

Lisätyn todellisuuden laitteita on tällä hetkellä neljää päätyyppiä: Heijastusnäytöt (engl. Head-up display), holografiset näytöt (engl. Holographic display), älylasit (engl. Smart glasses) ja kädessä pidettävät laitteet. Monessa lisätyn todellisuuden sovelluksessa hienoa on se, että se ei vaadi erillistä laitteistoa, vaan sitä voi käyttää puhelimilla, tableteilla ja tietokoneilla. Seuraavissa alaluvuissa esitellään yllä mainitut laitetypit.

### 2.4.1 Heijastusnäytöt

Heijastusnäyttö (engl. Head-up display) on läpinäkyvä näyttö, joka esittää tietoa käyttäjän näytölle silmien edessä, joten käyttäjä voi katsoa koko ajan haluamaansa suuntaan. Isoin heijastusnäyttöjen käyttökohde nykypäivänä on hävittäjälentokoneissa, jossa näyttö tuottaa



lentäjälle erilaisia tietoja ilman, että sitä tarvitsee katsoa mittareista. ("Head-up display", 2021)

Panasonic Automotive kertoi vuoden 2021 alussa lisätyn todellisuuden heijastusnäytön tulevan ensimmäistä kertaa autoihin (Kuva 6). Heidän mukaansa se näyttää tiellä olevien kaistojen reunat, tiellä olevat esineet ja muut kuljettajille tärkeät tiedot. Järjestelmä käyttää hyväkseen tekoälyä ja jakaa tietoa kuljettajalle, kuten onko jokin tiellä oleva ajoneuvo, jalankulkija vai liikennemerkki. Panasonicin mukaan tämä tullaan näkemään autoissa todennäköisesti vuonna 2024. (Baldwin, 2021)

Kuva 6. Auton lasiin heijastettu näyttö, joka näyttää kuljettajalle erilaista tietoa (Panasonic, 2021).



#### 2.4.2 3D-mainostaulut

3D-mainostaulu on näyttötyyppi, joka käyttää valon diffraktiota luodakseen virtuaalisen kolmiulotteisen kuvan (Kuva 7). 3D-mainostaulut erottuvat muista 3D-näytöistä siinä, että ne eivät vaadi älylasien tai ulkoisten laitteiden apua, jotta katsoja voisi nähdä kuvan.

("Holographic display", 2021)

Mainostaulut ovat tehokkaita bränditietoisuuden lisäämisessä ja tuotteen tavoitavuuden parantamisessa. Mainostaulut tarjoavat visuaalisen kokemuksen. Yritys tavoittaa mainoksellaan runsaasti yleisöä ja tuote painuu kuluttajan mieleen paremmin. (Doit Vision, 2021)

Kuva 7. Holografinen näyttö saa videokuvan näyttämään siltä, että se on osa ympäristöä (Light Field Lab, 2021).



Mainostaulun näytöllä näkyy kaksi eri kuvaa. Nämä kaksi kuvaa on otettu kahdesta eri kulmasta. Sitten nämä kaksi kuvaa yhdistetään yhdeksi kuvaksi, jolloin näytölle syntyy kolmiulotteinen vaikutelma. Vasen ja oikea silmä katsovat näitä kuvia kahtena vähän erilaisena kuvana, joka luo tämän 3D-ulottuvuuden näytölle. Nämä näytöt eivät toimi kaikista katselukulmista yhtä hyvin. (Doit Vision, 2021)

### 2.4.3 Älylasit

Lisätyn todellisuuden älylaseja käytetään kuten tavallisia silmälaseja. Lasit yhdistävät virtuaalisen tiedon oikeaan maailmaan, joka näkyy käyttäjän näkökentässä. Lasit käyttävät useita teknologioita (esim. kamera, GPS, mikrofoni jne.) ja lisäävät niihin virtuaalista tietoa, joka heijastetaan käyttäjän lasien sisällä olevan pienen muovisen näytön läpi reaaliajassa.

Tätä laseissa käytettävää tietoa voidaan kerätä Internetistä ja/tai tallentaa älylasien sisäiseen muistiin. (Rauschnabel ym., 2015, s 5)

Edelläkävijä älylaseissa tällä hetkellä on Microsoftin kehittämä ”Microsoft Hololens 2” (Kuva 8). Microsoft kutsuu Microsoft Hololens 2:sta langattomaksi holografiseksi tietokoneeksi. Hololens 2 käyttää Windows Holographic käyttöjärjestelmää, joka on muunneltu versio Windows 10:stä. Hololens 2 pystyy reaaliajassa tekemään oikean maailman ympäristöstä 3D-mesh-verkon, jota se käyttää ympäristön paikantamisseurantaan. Hololens 2:n yksi pääominaisuuksista on käsien seuranta (engl. Hand tracking), jolla käyttäjä pystyy olemaan vuorovaikutuksessa esimerkiksi 3D-hologrammejen kanssa. Tämän lisäksi Hololens 2:n sisään on integroitu silmien seuranta (engl. Eye tracking).

Yksi iso hyöty Microsoftin älylaseissa muihin verrattuna on juuri sen käyttöjärjestelmässä. Windows Holographic käyttöjärjestelmä antaa käyttäjälle mahdollisuuden käyttää laseja ihan kuin käyttäisi tietokonetta. Tällöin voi esimerkiksi katsella kuvia, selata Internetiä selaimella (Microsoft Edge) tai hallita tiedostoja. (Microsoft, 2021)

Kuva 8. Sivuprofiilikuva Microsoft Hololens 2:sta. Laite on täysin langaton ja laitteen käyttöaika on akulla noin kolme tuntia (Microsoft, 2021).



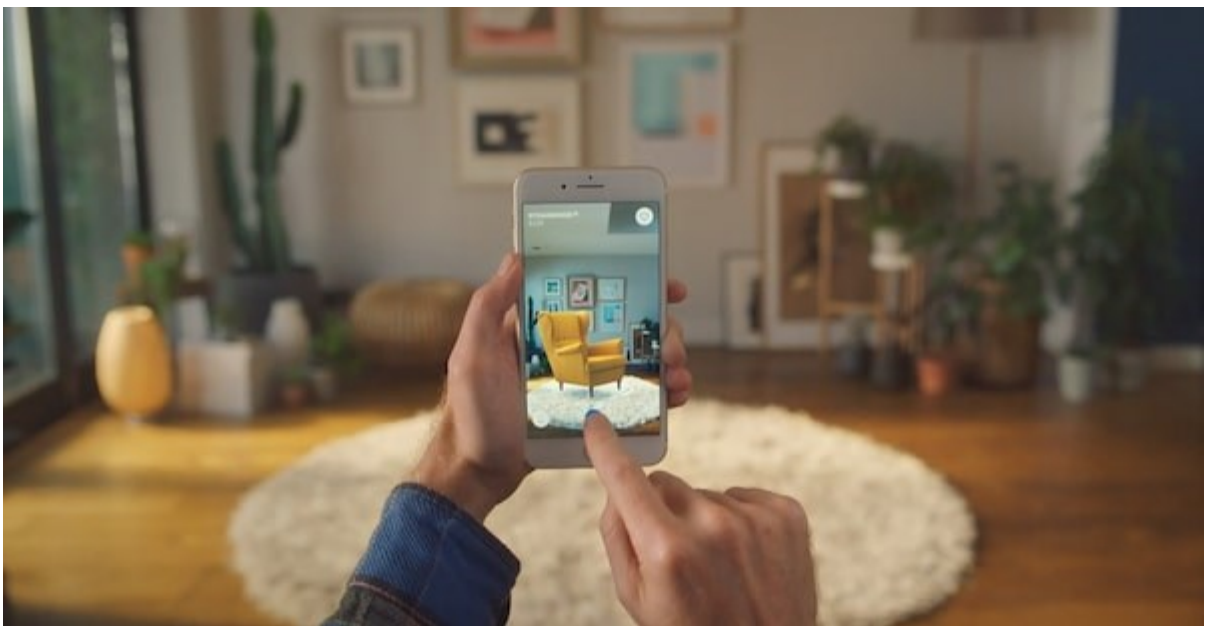
#### 2.4.4 Kädessä pidettävät laitteet

Kädessä pidettävät laitteet, joissa on kamera ja näyttö, kuten matkapuhelimet ja tabletit, näyttävät olevan ihanteellisia laitteita lisätyn todellisuuden sovelluksille. Nykypäivän laitteet täyttävät kaikki vaatimukset lisätyn todellisuuden käyttämiselle. Niissä on sensorit kosketuksen, liikkeen ja kuvan tallentamiseen. Tämä mahdollistaa fyysisen maailman paikantamisen, jota erilaiset sovellukset voivat käyttää hyväkseen. (Grandi ym., 2019, s 1)

Syy kädessä pidettävien laitteiden suosioon verrattuna muihin lisätyn todellisuuden laitteisiin on selkeä. Matkapuhelimet ja tabletit ovat jo iso osa ihmisten elämää, joten käyttäjien tarvitsee vain ladata haluamansa lisätyn todellisuuden sovellus laitteelleen. Huonona puolena näissä laitteissa on esimerkiksi äylaseihin verrattuna se, että käyttäjän täytyy katsoa näkymää pienemmän ruudun läpi. Tämä ei välttämättä tuo käyttäjälle parasta kokemusta ja rajoittaa toiminnallisuudet suurimmaksi osaksi kosketusnäyttöihin.

Esimerkki kädessä pidettävän laitteen sovelluksesta on IKEAn lisätyn todellisuuden sovellus, jossa on koko IKEAn huonekalu katalogi (Kuva 9). Näitä pystyy testaamaan omassa talossa ja katsoa miltä ne oikeasti näyttäisivät. (IKEA Place, 2021).

Kuva 9. IKEAn oma lisätyn todellisuuden sovellus IOS alustalla (IKEA Place, 2021).



### 3 Sako

Vuonna 1921 perustetulla Sakolla on monipuolinen ja kiinnostava historia. Sako oli alun perin Suomen suojeluskuntien ampuma-aseiden rakentamiseen ja huoltoon luotu yhtiö. Sakon valmistamat aseet olivat avainroolissa myös Suomen selviytymistaisteluissa toisen maailmansodan aikana. Sako tekee vieläkin yhteistyötä Suomen Puolustusvoimien kanssa ja valmistaa aseita eri maiden turvallisuusviranomaisille, mutta nykyään ehdottomana päätuote alueena ovat metsästysaseet ja patruunat. (Sako, 2021)

Vuodesta 2000 alkaen Sako Oy on kuulunut Italialaisen Beretta-konsernin omistukseen. Beretta-konserni on auttanut Sakoa kasvattamaan merkittävästi tuotantoaan ja myyntiään. Riihimäelle on muun muassa rakennettu uusi asetehdas vanhan tehtaan viereen ja asetutuotanto on tällä hetkellä vuositasolla yli 100 000 asetta. (Sako, 2021)

Sako Oy:n päätuotebrändit ovat Sako- ja Tikka-luodikot. Molemmat mallistot suunnitellaan ja valmistetaan Sakon tehtaalla Riihimäellä. Tikka kiväärit ovat vähän edullisempia verrattuna Sako kivääreihin ja ne ovat erityisen suosittuja Yhdysvalloissa. (Sako, 2021)

Kuva 10. Sako, Beretta ja Tikka logot (Sako, 2021).



#### 3.1 Sakon Oy:n markkinointi

Sakon markkinointia selvitettiin haastattelemalla sakon markkinointijohtaja Niina Saarta (henkilökohtainen tiedonanto 22.11.2021). Sakon markkinointia toteutetaan monella tasolla. Globaalia markkinointia tehdään keskitetysti ja toisaalta eri maissa olevat tuotteiden jakeluketjut toteuttavat paikallista markkinointia. Jakeluketjujen markkinointia tuetaan

ohjaamalla ja tuottamalla markkinointimateriaalia keskitetysti. (N. Saari, henkilökohtainen tiedonanto, 22.11.2021)

Markkinointia suunnitellaan ja toteutetaan pääasiassa Sakon brändien kautta. Muun muassa brändien eri tuotteiden lanseeraukset toteutetaan brändien markkinointikanavissa. (N. Saari, henkilökohtainen tiedonanto, 22.11.2021)

Markkinointikanavina toimivat Internetsivut, joita on eri tuotteille omansa. Sosiaalisen median pääkanavia ovat Facebook ja Instagram ja lisääntyvässä määrin myös YouTube. Näitä markkinointikanavia on sekä globaalilla tasolla että eri maiden jakeluverkostojen ylläpitämiä omia kanavia. (N. Saari, henkilökohtainen tiedonanto, 22.11.2021)

Sivustojen ja sosiaalisen median sisältö pyritään toteuttamaan siten, että ne ovat elämyksellisiä ja tuotteen kohderyhmille suunnattuja. Kohderyhmiä pyritään jatkossa tavoittamaan ja määrää kasvattamaan niin sanottujen liidien kautta, eli luomalla sähköpostijakelulistoja loppukäyttäjistä, joille suunnataan kohdennettua markkinointia. Kohderyhmiä halutaan tavoittaa paremmin myös vaikuttajamarkkinoinnin keinoin. (N. Saari, henkilökohtainen tiedonanto, 22.11.2021)

### **3.2 Uusien digitaalisten palveluiden käyttäminen**

Uusien digitaalisten palvelujen käyttämisestä Sakolla haastateltiin tuotekehityspäällikkö Miikka Tammista ja markkinointijohtaja Niina Saarta (henkilökohtainen tiedonanto 22.11.2021). Uusia digitaalisia palveluita ja tekniikoita otetaan käyttöön tulevaisuudessa sekä markkinoinnissa, että muutenkin tuotteisiin liittyen. Teknologioista AR ja VR tulevat jatkossa olemaan tärkeänä osana sekä markkinointia sekä myös esimerkiksi tuotteiden käytössä ja opastuksessa. Esimerkkeinä voidaan edelleen mainita AR teknologian käyttäminen kiinnostuksen ja huomion herättämiseksi eri tuotteisiin ja VR teknologian käyttö erilaisten teknisten yksityiskohtien esittämiseen. Erilaiset simulointityökalut tulevat myös tärkeäksi osaksi tuoteinformaatiota. (M. Tamminen, henkilökohtainen tiedonanto, 22.11.2021)

Jo käytössä olevien sovellusten edelleen kehittäminen uusia tekniikoita käyttäen on myös tärkeää. Esimerkiksi ballistiikkasovellus voitaisiin kehittää seuraavalle tasolle uusia menetelmiä käyttäen. Yhteisöllisten ominaisuuksien lisääminen palvelisi myös markkinoinnin tarpeita käyttäjien verkostoitumisen kautta. Käytössä oleva ampumasimulaattori on myös yksi esimerkki uusien teknologioiden käytöstä, jota voidaan edelleen laajentaa. (N. Saari, henkilökohtainen tiedonanto, 22.11.2021)

Sakon omien ja markkinoitavien eri brändien tuotteiden käyttäjät ovat kiinnostuneita myös uusista teknologioista. Erityisesti simulaattorit esimerkiksi jälleenmyyjien tiloissa voisivat olla kiinnostavia. Tuotteiden kokeilumahdollisuus todennäköisesti lisäisi asiakasmääriä. Jatkossa on kuitenkin löydettävä lisää uusien teknologioiden hyödyntämismahdollisuuksia sekä tuotteiden markkinoinnissa että tuotteiden käytössä. (N. Saari, henkilökohtainen tiedonanto, 22.11.2021)

## **4 Metsästyskiväärin S20 manuaalin toteutus**

Idea Sako S20 metsästyskiväärin käyttöohjeen toteutuksesta tuli Sakon tuotekehityspäälliköltä vuoden 2021 heinäkuun alussa. Tarkoituksena oli tehdä Sako S20 metsästyskiväärin käyttöohjeesta mobiilisovellus käyttäen hyväksi lisätyn todellisuuden työkaluja. Sako antoi tehtäväksi suunnitella ja toteuttaa proof-of-concept tyyppisen sovelluksen Android alustalle, joka näyttää yritykselle, miten hyödyllinen tämän kaltainen sovellus olisi heidän markkinoinnillensa ja jälleenmyynnille. Toteutuksen suhteen annettiin melko vapaat kädet ja sovelluksen valmistumisen eri vaiheissa tarkennettiin toimeksiantoa.

Seuraavissa luvuissa esitellään sovelluksen suunnitteluprosessi, käytetyt työkalut ja sovelluksen kehitysvaiheet.

### **4.1 Suunnitteluprosessi**

Suunnitteluprosessi alkoi kokouksella Sakon markkinointitiimin johtajan ja tuotekehityspäällikön kanssa. Kokouksessa käytiin läpi, mitä Sako haluaa lisätyn

todellisuuden mobiilisovelluksen sisältävän. Sako kertoi kolme pääasiaa, jota he halusivat proof-of-concept sovellukseen:

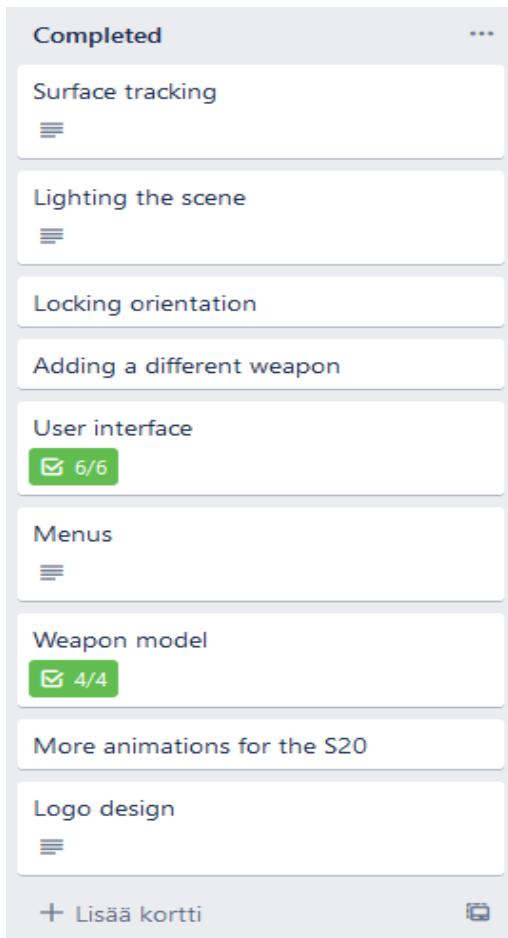
1. S20 kiväärin pystyy asettamaan pöydälle nappia painamalla.
2. Animaatio näyttää miten S20 kiväärin tukki irrotetaan.
3. Kivääriä pystyy skaalaamaan ja pyörittämään.

Kokouksen perusteella kartoitettiin sovelluksen erilaiset toiminnallisuudet, jotka lopputulokseen haluttiin tulevan. Mobiilisovelluksen toteutuksessa keskeistä oli rakentaa helppokäyttöinen sovellus, jossa virtuaalinen S20 metsästyskivääri on mahdollisimman luonnollisen näköinen eri alustoilla ja valaistusolosuhteissa. Käyttöliittymän tuli olla yksinkertainen ja käyttöohjeeseen liittyvien animaatioiden tuli esittää selkeästi, kuinka ase toimii.

Erilaisia suunnittelun työkaluvaihtoehtoja tarkasteltiin käyttötarkoitukseen parhaiten sopivan työkalun löytämiseksi. Käyttöön valikoitui Trello projektinhallintatyökalu, johon kirjattiin ylös kaikki toteutuksen vaiheet (Kuva 11). Näin ne oli helppo muistaa projektin aikana ja merkitä osat valmistuneeksi.



Kuva 11. Kuva Trellon projektinhallinnasta, jossa kaikki projektin tärkeimmät vaiheet listattuna.



## 4.2 Käytetyt teknologiat

### 4.2.1 Unity

Unity on suurimmaksi osaksi ilmainen monialustainen pelimoottori. Unityllä voidaan kehittää helposti monelle eri alustalle laadukkaita pelejä ja/tai sovelluksia. Vaikka Unity on suurimmaksi osaksi tarkoitettu pelien tekemiseen, on se myös mainio kehitysalusta lisätyn todellisuuden sovelluksille. (Unity3d Documentation. 2021.)

Unityyn on sisäänrakennettu erilaisia työkaluja, jotka tekevät lisätyn todellisuuden sovelluksien kehittämisestä sujuvaa. Lisäksi Unityllä on iso käyttäjäkunta, josta saa

tarvittaessa apua ja Googlen hakutuloksiakin on huomattavasti enemmän. Unityn käyttöä tässä projektissa tuki myös tutkijan aikaisempi osaaminen kyseisellä työkalulla.

Muita vaihtoehtoja sovelluksen tekemiseen olisivat olleet esimerkiksi Epic Gamesin kehittämä Unreal Engine pelimoottori tai Android Studio, jossa on hyvät työkalut Android pohjaisille sovelluksille.

#### **4.2.2 AR Foundation**

AR Foundationin avulla voi työskennellä lisätyn todellisuuden toteutuksissa usealla alustalla Unityssa. AR Foundationin paketti tarjoaa käyttöliittymän Unity-kehittäjille, mutta se ei toteuta itse mitään lisätyn todellisuuden ominaisuuksia ilman koodia. AR Foundationin avulla pystyy tekemään suhteellisen helposti lisätyn todellisuuden sovelluksia ja pelejä. (Unity3d Documentation, 2021)

Alustat, jota AR Foundation tukee ovat:

1. ARCore (Android)
2. ARKit (iOS)
3. Magic Leap (Magic Leap AR Headset)
4. Windows (Microsoft HoloLens)

(Unity3d Documentation. 2021.)

Projektin alussa käytettiin toista Unityn tukemaa työkalua Vuforia Enginea. Vuforiolla pystyy helposti saamaan alkuun lisätyn todellisuuden sovelluksia. Se tarjoaa valmiita työkaluja sovellusten kehittäjille, kuten Plane tracking ja 3D-mallin sijoitus Ground planen päälle ilman, että tarvitsee kirjoittaa yhtään koodia. Vuforia on kuitenkin tarkoitettu enemmän valmistus- ja teollisuussovelluksille ja tarjoaa paremman tietoturvan tämän tapaisiin sovelluksiin. Suurin syy Vuforian käytön hylkäämiselle tässä projektissa oli, ettei se natiivisti tukenut Light Estimation (kerrotaan tarkemmin sivulla 21) teknologiaa (Kuva 12). Kyseinen ominaisuus on AR Foundationissa valmiina ja se voidaan aktivoida kirjoittamalla muutama rivi koodia.

(Unity3d Documentation, 2021)

Kuva 12. Lista kaikista teknologioista, joita AR Foundation tukee ja millä alustalla ne toimivat (Unity3d Documentation, 2021).

	ARCore	ARKit	Magic Leap	HoloLens
Device tracking	✓	✓	✓	✓
Plane tracking	✓	✓	✓	
Point clouds	✓	✓		
Anchors	✓	✓	✓	✓
Light estimation	✓	✓		
Environment probes	✓	✓		
Face tracking	✓	✓		
2D Image tracking	✓	✓	✓	
3D Object tracking		✓		
Meshing		✓	✓	✓
2D & 3D body tracking		✓		
Collaborative participants		✓		
Human segmentation		✓		
Raycast	✓	✓	✓	
Pass-through video	✓	✓		
Session management	✓	✓	✓	✓
Occlusion	✓	✓		

#### 4.2.3 Photoshop & Blender

Projektin sovelluksen eri ikonien tekoon (Kuva 13) käytettiin Adoben Photoshop kuvankäsittelysovellusta.

Kuva 13. Erilaisia ikoneja Sako S20 käyttöohjesovelluksessa.



Blender 3D-mallinnusohjelmaa käytettiin vain Sakolta saadun S20 kiväärin 3D-mallin .stl tiedoston muuttamiseen .fbx tiedostomuotoon. Unity tukee parhaiten .fbx ja .collada tiedostomuotoja.

## 4.3 Toteutuksen vaiheet

### 4.3.1 Sovelluksen pohja

Saadakseen lisätyn todellisuuden työkalut käyttöön, on ensiksi asennettava Unityn sisään rakennettu ARFoundation -paketti ja sen lisäominaisuudet. Perustyökalut tarvitaan lisätyn todellisuuden sovelluksen tekemiseen. ARCore plugin on tarkoitettu Android pohjaisille sovelluksille ja ARKit plugin on iOS laitteille. (Kuva 14)

Kuva 14. Asennettavat ARFoundation ja ARCore paketit.

▶ AR Foundation	4.2.0 ⓘ
▶ ARCore XR Plugin	4.1.7 ✓
▶ ARKit XR Plugin	4.1.7 ✓

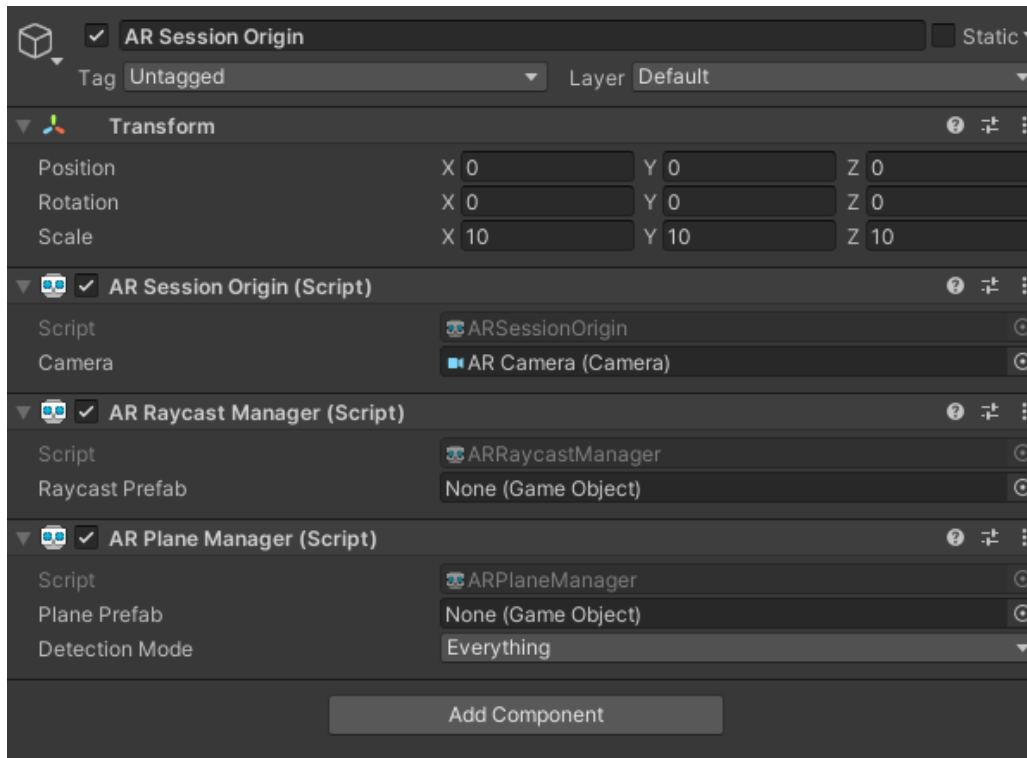
Seuraavassa vaiheessa lisätään Unityn näkymään ARSession peliobjekti. Tämä komponentti kontrolloi onko lisätyn todellisuuden ominaisuus käytetyllä laitteella päällä vai pois päältä. Tämän komponentin voi ottaa pois päältä ja laittaa uudelleen käyttöön myöhemmin. Järjestelmä yrittää silloin palauttaa ja ylläpitää aiemmin havaittuja ominaisuuksia. (Unity3d Documentation, 2021)

Toinen tärkeä peliobjekti, jonka sovellus tarvitsee toimiakseen, on AR Session Origin. AR Sessionin tarkoituksena on muuttaa kameran kautta saadut tiedot, kuten tasojen pinnat ja seurantapisteet lopulliseen sijaintiinsa, suuntaukseensa ja oikeaan mittakaavaan Unityn näkymässä. Laitteen kameran kautta saatua tietoa voidaan hyödyntää laittamalla tyhjiä peliobjekteja tasojen pintojen päälle. Tämän avulla voidaan asettaa esimerkiksi 3D-objekteja tasolle juuri siihen kohtaan mihin halutaan. (Unity3d Documentation, 2021)

AR Session Originia pystyy myös skaalaamaan helposti. Tämän peliobjektin oletus arvo on 1. Toteutetussa sovelluksessa skaalaksi laitettiin 10, joka on kymmenen kertaa pienempi verrattuna oletusarvoon. Koko valittiin, koska tällöin voitiin käyttää saatua 3D-mallia sen oletusarvoissa. Unity toimii epäloogisesti, jos malli on skaalattu liian pieneksi (mallin

materiaalit ja UV-kartoitukset menevät joskus sekaisin). AR Session Originin sisällä on Raycast Manager ja Plane Manger skriptit (Kuva 15). Raycast Manageria käytetään tunnistamaan ympäristön pintoja. Plane Manager asettaa peliobjekteja Raycast Managerin tietoja käyttäen eri ympäristön pinnoille.

Kuva 15. AR Session Originin sisältö Unityn sisällä.

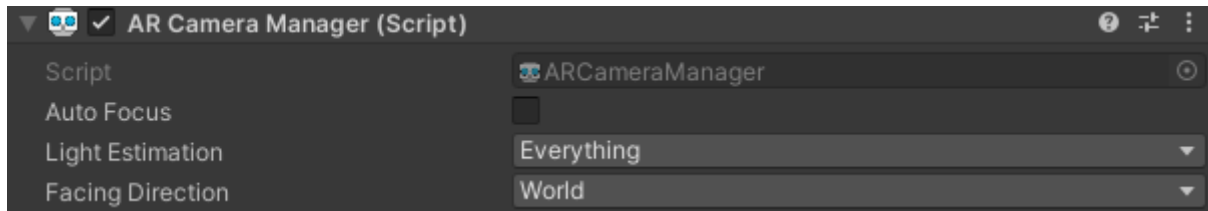


AR Session Origin myös sisältää AR Camera peliobjektin, joka korvaa Unityn oletuskameran. AR Camera käyttää käyttäjän valitseman laitteen kameraa liikuttaakseen kameraa Unityn peliympäristössä. (Unity3d Documentation, 2021) Laitteelta tarvitaan käyttöoikeudet, jotta kameraa voidaan käyttää. Sovellus kysyy oikeuksia kameran käyttöön, kun se käynnistetään ensimmäisen kerran.

AR Cameran sisällä on AR Camera Manager komponentti (Kuva 16). Tämä komponentti mahdollistaa Auto Focus, Light Estimation ja Facing Direction ominaisuudet kameralle. Auto Focus ominaisuus määrittää tarkentaako kamera automaattisesti vai ei ja se voidaan laittaa päälle tai ottaa pois päältä. Light Estimation (ks. Sivun 24) komponentti arvioi käyttäjän ympäristön valaistuksen ja valaisee peliympäristön näillä tiedoilla. Light Estimationissa on

viisi eri vaihtoehtoja, jotka voidaan laittaa päälle (Kuva 19). Facing Direction päättää, mitä kameraa sovellus käyttää. ”World” vaihtoehto käyttää puhelimen tai tabletin pääkameraa ja ”User” vaihtoehto käyttää etukameraa. (Unity3d Documentation, 2021)

Kuva 16. AR Camera Manager -komponentin sisältö. Tämä komponentti generoidaan automaattisesti, kun AR Camera peliobjekti luodaan.



#### 4.3.2 Pinnan seuranta

Pinnan seuranta (engl. Surface Tracking) luo peliobjekteja jokaiselle havaitulle tasolle käyttäjän ympäristössä. Esimerkkejä ympäristön piirteistä, jotka voidaan havaita tasoiksi, ovat vaakasuuntaiset pöydät, lattiat, työtasot ja pystysuorat seinät. Pinnan seurannan saa käyttöön liittämällä AR Plane Manager komponentin AR Session Origin peliobjektiin. AR Plane Manageriin voi määrittää tunnistustilan, joka voi olla vaaka-, pysty- tai molemmat. (Unity3d Documentation, 2021)

Sovellukseen tarvitaan indikaattori, joka on laitteen näytön keskellä ja kulkee eri pintoja pitkin. Tätä varten täytyy tehdä skriptitiedosto, joka kontrolloi, miten tämä indikaattori käyttäytyy AR Plane Managerin eri komponenttien kanssa (Kuva 17).

Kuva 17. Koodi, jolla tunnistetaan käyttäjän ympäristössä olevia pintoja.

```

1 reference
private void UpdatePlacementPose()
{
    //The center of the device used
    var screenCenter = sessionOrigin.camera.ViewportToScreenPoint(new Vector3(0.5f, 0.5f));

    //List of raycast objects where the ray hits a physical surface in the real world
    var hits = new List<ARRaycastHit>();

    //Allows to send a ray from some point on the screen to a real world surface
    raycastManager.Raycast(screenCenter, hits, trackableType);

    //If hits array has at least 1 item
    placementPoseIsValid = hits.Count > 0;
    if (placementPoseIsValid)
    {
        placementPose = hits[0].pose;

        //Turns the placement indicator related to the camera rotation so it always faces forward
        var cameraForward = sessionOrigin.camera.transform.forward;
        var cameraBearing = new Vector3(cameraForward.x, 0, cameraForward.z).normalized;
        placementPose.rotation = Quaternion.LookRotation(cameraBearing);
    }
}

```

Kuvan 17 koodilla on tehty ominaisuus, jolla yksinkertaisesti katsotaan, osuuko laitteen kameran kuvan keskusta johonkin käyttäjän ympäristössä olevaan pintaan. Tämä informaatio tallennetaan "placementPose" nimiseen listaan, josta sitä pystytään hyödyntämään ja päivittämään indikaattorin sijaintia ja rotaatiota pinnan muotoja pitkin (Kuva 18). Tämä koodi kutsutaan Unityn Update funktion sisältä 60 kertaa sekunnissa (tämä riippuu sovelluksen kuvataajuudesta).

Kuva 18. Indikaattorin asettaminen päälle, jos laite on tunnistanut pinnan oikein ja päivittää sen paikan ja rotaation.

```

private void UpdatePlacementIndicator()
{
    if(placementPoseIsValid)
    {
        placementIndicator.SetActive(true);
        //Updates the rotation and position of the placement indicator based on the position and rotation of the pose
        placementIndicator.transform.SetPositionAndRotation(placementPose.position, placementPose.rotation);
    }
    else
    {
        placementIndicator.SetActive(false);
    }
}

```

Kaikkea tätä dataa käyttämällä pystytään asettamaan Sakon S20 kivääri käyttäjän ympäristön valitsemaan pintaan, niin kuin se olisi siinä oikeasti. Kiväärin paikka ja rotaatio määritetään suoraan "placementPose" muuttujasta, joka kuvassa 17 näytettiin.

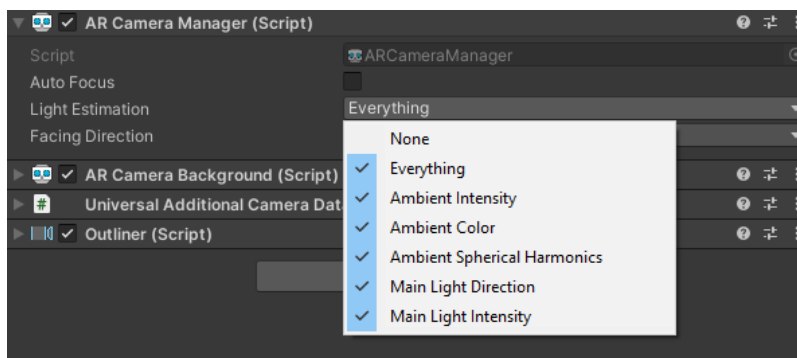
### 4.3.3 Light Estimation

Realistisen AR-kokemuksen luomisessa olennainen osa on saada ympäristön valaistus juuri oikeaksi. Jos virtuaalisesta objektista puuttuu varjo tai siinä on kiiltävä materiaali, joka ei heijasta käyttäjän ympäristöä, käyttäjät eivät saa täydellistä kokemusta objektista.

(Developers Google, 2022)

Tämän valaistusominaisuuden tuottamista varten on ARCoren sisään rakennettu Lighting Estimation API. Se analysoi käyttäjän laitteen kameradataa ja tarjoaa yksityiskohtaista tietoa käyttäjän ympäristön valaistuksesta. (Developers Google, 2022) Tätä dataa käytetään hyväksi valaisemaan Unityn peliympäristö mahdollisimman samanlaiseksi käyttäjän ympäristön kanssa, jotta pinnalle laitettu objekti näyttäisi realistiselta. Light Estimation API tarjoaa Unityn peliympäristöön seuraavat valotiedot: Varjot, ympäristön valot, varjostukset, heijastavat kohokohdat ja heijastukset (Kuva 19).

Kuva 19. Kaikki eri vaihtoehdot Light Estimationille AR Camera Managerin sisällä.



Kun oikeat valaistusasetukset on valittu, voidaan valaista Unityn pelinäkömön virtuaaliset kohteet. Jotta Light Estimation saadaan toimimaan reaaliajassa, pitää Unityn peliympäristön valaistusta muuttaa, kun kamera vastaanottaa uuden framen. Tähän tarpeeseen voidaan käyttää AR Camera Managerin `frameReceived`, joka ottaa kameran viimeisimmän framen tiedot ja asetta sitten seuraavan vastaanotetun framen arvon sen tilalle (Kuva 20).

(Developers Google, 2022)



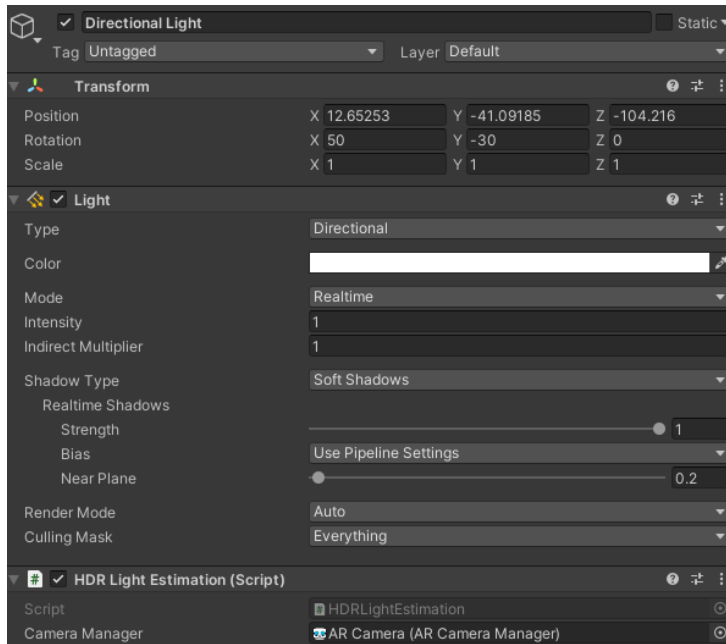
Kuva 20. Esimerkki, siitä miten FrameChanged funktiota käytetään.

```
Unity Message | 0 references
void OnEnable()
{
    if (m_CameraManager != null)
        m_CameraManager.frameReceived += FrameChanged;
}

4 references
void FrameChanged(ARCameraFrameEventArgs args)
{
    if (args.lightEstimation.averageBrightness.HasValue)
    {
        brightness = args.lightEstimation.averageBrightness.Value;
        m_Light.intensity = brightness.Value;
    }
    else
    {
        brightness = null;
    }
}
```

Informaatio ympäristön valaistuksesta on tallennettu ARCameraFrameEventArgs muuttujan sisälle, kun Light Estimation on aktivoitu Unityn peliympäristössä. (Developers Google, 2022) Kuvan 20 esimerkissä näkyy, miten kirkkautta säädetään silloin kun kamera vastaanottaa uuden framen (sovelluksen kuvataajuuden mukaan 60 kertaa sekunnissa). Tämä arvo katsotaan ARCameraFrameEventArgs muuttujan sisällä olevasta LightEstimationin arvoista. Tämän jälkeen kyseinen arvo asetetaan Unityn ympäristössä olevan Directional Light peliobjektin (kuvan m\_Light muuttuja) arvoksi. Samantapainen koodi pitää suorittaa kaikille Light Estimationin arvoille, joita halutaan sovelluksessa käytettävän. Sovelluksessa käytetään HDR Light Estimation esimerkkiä.

Kuva 21. Lopuksi liitetään Unityn peliympäristön Directional Lighttiin HDR Light Estimation skripti, joka juuri luotiin.



Kuva 22. Lopputulos sovelluksessa, käyttäen Light Estimation teknologiaa.



#### 4.3.4 Käyttöliittymä

Mobiilisovelluksen käyttöliittymä on toteutettu Unityn omalla UI-järjestelmällä. Se on GameObject pohjainen käyttöliittymäjärjestelmä, joka käyttää komponentteja ja pelinäkömää käyttöliittymän järjestämiseen, sijoittamiseen ja tyyliin. (Unity3d UI Documentation, 2021)

Jotta kaikki saadaan toimimaan käyttöliittymän sisällä, Unityn peliympäristöön täytyy lisätä Event System peliobjekti (Kuva 26.). Event System on tapa lähettää tapahtumia sovelluksen objekteille syötteen perusteella, olipa kyseessä näppäimistö, hiiri, kosketus tai mukautettu syöttö. (Unity3d UI Documentation, 2021)

Kaikki käyttöliittymän komponentit ovat Canvas peliobjektin sisällä, jota pystyy skaalaamaan haluttuun resoluutioon sovellukselle. Muut komponentit, jotka halutaan käyttöjärjestelmään, voidaan ankkuroida Canvasin reunoihin (Kuva 23). Ankkurointi kiinnittää objektin tiettyyn reunaan. Tämä objekti pysyy tässä samassa paikassa riippumatta sovelluksen resoluutiosta.

Kuva 23. Esimerkki objektin ankkuroinnista, jossa objekti on kiinnitetty sovelluksen oikeaan alareunaan.



Käyttöliittymän nappien toiminnallisuus toteutetaan ohjelmakoodissa asettamalle napeille listener-funktiot (Kuva 24), joilla tunnistetaan, onko käyttäjä painanut nappia. Tämän jälkeen toteutetaan napille asetettu funktio (Kuva 25).

Kuva 24. Esimerkki nappien listenereistä, jotka niille asetetaan sovelluksen käynnistyessä. Nappien painaminen toteuttaa sille asetetun funktion.

```
void Start()
{
    placeButton.onClick.AddListener(PlaceObject);
    removeButton.onClick.AddListener(RemoveObject);
    stockButton.onClick.AddListener(StockManual);
}
```

Kuva 25. Aiemmin kuvassa 24 näkyvän PlaceObject funktion sisältö. Kun käyttäjä painaa nappia, jolla asetetaan ase pöydälle, se toteuttaa yllä olevan funktion sisällön kerran.

```
private void PlaceObject()
{
    if (objectToPlaceCheck == false && shadowToPlaceCheck == false)
    {
        //Places the s20 rifle to the real world based on the placement pose rotation and position
        s20 = Instantiate(objectToPlace, placementPose.position, placementPose.rotation);
        s20_anim = s20.GetComponent<Animator>();

        // Find all subparts
        bolt_action = FindChildObject("bolt_action");
        bolt_action2 = FindChildObject("bolt_action_2");
        screw1 = FindChildObject("Brep 45");
        screw2 = FindChildObject("Brep 13");
        forend_bottom_screw1 = FindChildObject("Brep 49");
        forend_bottom_screw2 = FindChildObject("Brep 50");
        magazine = FindChildObject("Lipas");
        stock = FindChildObject("Stock");
        forend = FindChildObject("Forend");
        forend_screws = FindChildObject("Forend_screws");
        forend_bottom_screws = FindChildObject("forend_bottom_screws");
        rotate_forend = FindChildObject("rotate_forend");
        forend_inside = FindChildObject("forend_inside");
        forend_final_screw = FindChildObject("Brep 41");
        forend_final_kouru = FindChildObject("HUN_piippukouru_20190622");

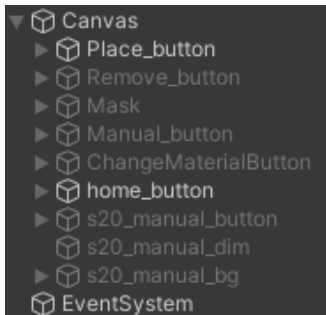
        koverrettu_pera = FindChildObject("Koverrettu_pera-----OIKEA-----1");
        under_barrel = FindChildObject("Brep 7");
        barrel_cover = FindChildObject("Brep 3");
        forend_material = FindChildObject("HUN_etutukki_20190608");
        koverrettu_pera2 = FindChildObject("Koverrettu_pera-----VASEN-----");

        shadow = Instantiate(shadowToPlace, placementPose.position, placementPose.rotation);
        placementIndicator.SetActive(false);

        placeButton.gameObject.SetActive(false);
        removeButton.gameObject.SetActive(true);
        changeMaterialButton.gameObject.SetActive(true);
        //Prevents duplicate instances
        objectToPlaceCheck = true;
        shadowToPlaceCheck = true;
    }
}
```

Kuvan 25 funktio asettaa Sakon S20 kiväärin indikaattorin (ks. sivu 21 Pinnan Seuranta) paikan ja rotaation. Tämän jälkeen funktio hakee kaikki S20 kiväärin komponentit, jotta niitä voidaan hyödyntää helposti tarvittaessa muualla koodissa. Lopuksi asetetaan näkymätön pinta, johon kiväärin varjo heijastuu ja laitetaan muutamat arvot "true" tilaan. Tällä estetään, että kivääriä ei voida asettaa kuin yhden kerrallaan.

Kuva 26. Canvas objekti peliympäristössä, jonka alla kaikki objektit mitä käyttöliittymään kuuluu.



#### 4.3.5 Aseen mallin tuonti projektiin

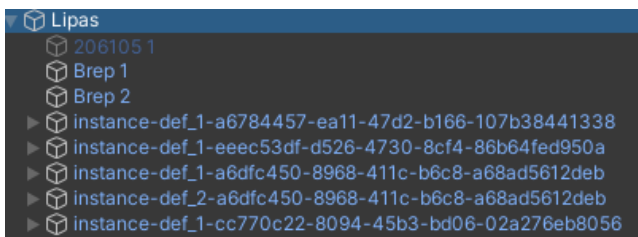
Sako antoi projektiin käytettäväksi 3D-mallin Sakon S20 metsästyskivääristä. Saadussa mallissa ei ollut valmiina tekstuureja, joten ne piti rakentaa. Lisäksi malli täytyi muuttaa Blender 3D -mallinnusohjelmalla muotoon, joka sopii parhaiten Unitylle. Projektissa käytettiin seuraavaa järjestystä asean mallin valmistelussa Unity -sovellukseen:

1. Muutettiin annettu tiedostoformaatti Blenderillä Unityn ympäristöön sopivaksi (.fbx).
2. Ryhmiteltiin asean eri osat siten, että niitä voitiin liikutella ja animoida helpommin Unityllä.
3. Asetettiin mallin kaikille eri osille materiaalit (textuurit, normaalikartat, metallipinnat)
4. Skaalattiin ase sopivan kokoiseksi sovellukselle ja asetettiin se halutulle paikalle Unityn -ympäristössä.

Unity tukee monia erilaisia tiedostoformaatteja 3D-malleille, mutta sisäisesti Unity käyttää .fbx-tiedostomuotoa, kun 3D-mallin tiedostoja tuodaan Unityyn. Paras käytäntö on käyttää .fbx-tiedostomuotoa aina kun mahdollista.

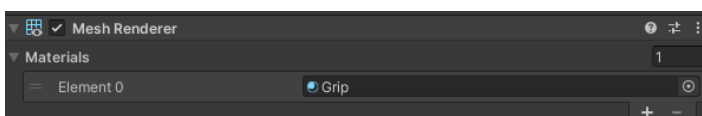
Aseen mallin eri osien ryhmittelyt voidaan tehdä, joko valitulla 3D-mallinnusohjelmalla tai vasta sen jälkeen, kun se on jo tuotu Unityn puolelle. Projektissa käytettiin jälkimmäistä vaihtoehtoa osien ryhmittelyyn. Lajittelu perustui siihen, mitä eri osia haluttiin animaatioissa liikutella. Koska aseessa on paljon pieniä osia, on tämä ryhmittely pakollista tehdä, ettei kaikkia osia tarvitse liikutella erikseen (Kuva 27). Jotta kaikki halutut osat saadaan johonkin tiettyyn ryhmään pitää Unityssä luoda tyhjä peliobjekti, johon kaikki ryhmään kuuluvat osat tuodaan sisään. Tämän jälkeen, kun liikuttaa juuri luotua peliobjektia, niin kaikki sen sisällä olevat osat liikkuvat mukana.

Kuva 27. Esimerkki lipas-peliobjektista.



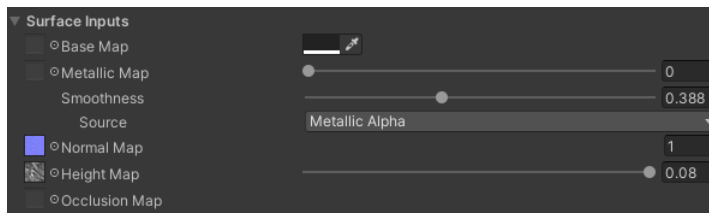
Projektissa kaikki tekstuurit aseelle toteutettiin Unityssä, koska ase ei ole tekstuureiltaan kovin monimutkainen. Ensimmäiseksi täytyy Unityssä luoda uusi materiaali ja muokata se halutun näköiseksi, jonka jälkeen se voidaan liittää aseeseen (Kuva 28).

Kuva 28. Aseen tukkiin liitetty ”Grip” materiaali.



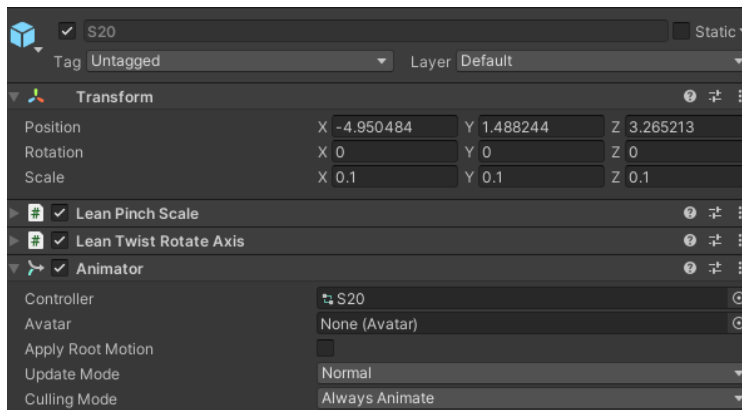
Unityssä on monta eri tapaa muokata materiaalin ulkonäköä. Projektissa käytettiin pääasiassa tätä ominaisuutta muuttamaan materiaalin metallisuutta, lisäämällä normaalikarttoja ja korkeuskarttoja värin vaihtoon (Kuva 29). Materiaaliin lisätyt normaali- ja korkeuskartat tuovat pintaan vaihtelevuutta ja saavat aikaan realistisen gripin ulkonäön.

Kuva 29. Aseen grip-materiaalin eri arvot.



Kun kaikki materiaalit on saatu asetettua aseelle, tarvitsee vielä muuttaa aseeseen koko Unityssä ja lisätä muutamat komponentit. S20 aseeseen liitetyillä Lean Pinch ja Twist skripteillä pystyy kiertämään ja skaalamaan aseita käyttäen sormia kosketusnäytöllä, kun sovellus on käynnissä (Kuva 30). Nämä kaksi skriptiä ovat hankittu valmiina paketin Unity Asset kaupasta.

Kuva 30. S20 aseeseen eri komponentit ja kokoarvo.



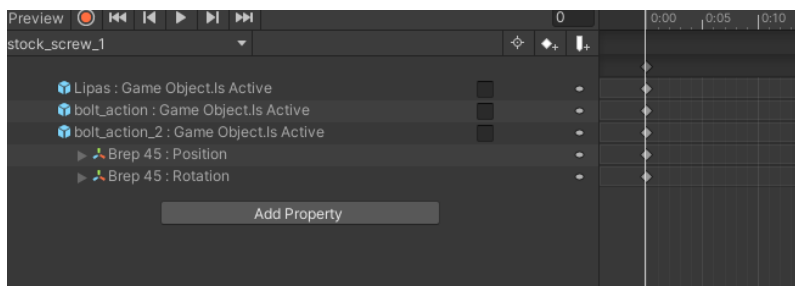
#### 4.3.6 Animaatiot

Unityn ympäristölle on monta eri tapaa tehdä animaatioita. Yksi tapa on tuoda valmiita animaatio klippejä 3D-ohjelmista, kuten 3DS Max, Maya tai Blender. Animaatiot, jotka tarvittiin tämän projektin toteuttamiseen, olivat tarpeeksi yksinkertaisia, jotta oli perusteltua käyttää Unityn omaa animaattoria. Animaatioikkuna Unityssä tarjoaa tarpeelliset työkalut keyframe-animaatioiden ja animaatiokaarien tekemiseen. (Learn Unity, 2022)

Animaatioiden tekoon käytettiin suurimmaksi osaksi keyframe-animaatioita ja Unityn animaattoria näiden animaatioiden järjestämiseksi. Keyframet toimivat laittamalla keyframe animaation alkuun ja sen jälkeen liikuttamalla aseensa osaa haluttuun paikkaan. Tämä tekee siirtymävaiheen näiden keyframejen välillä.

Animaation tekemiseen pitää ensin valita aseensa osa, jolle animaatio halutaan tehdä. Tämän jälkeen luodaan uusi animaatio-clip kyseiselle osalle valitsemalla ”Create New Clip” animaatio ikkunasta. Tämän jälkeen lisätään keyframet siirtämällä aseensa osaa uuteen paikkaan ja poistetaan näkyvistä osat, joita ei halua näyttää (Kuva 31).

Kuva 31. Esimerkki ruuvien irrotus animaatio näkymästä.



Kun animaatio clip on luotu, täytyy se aktivoida koodaamalla siihen kohtaan käyttöohjesovellusta, missä sen halutaan toteutuvan (Kuva 32). Sovelluksessa käytetään nuoli-ikoneja navigointiin, ja riippuen siitä, missä kohtaa ohjetta ollaan, sovellus toistaa kyseisen animaation.



Kuva 32. Kuva "stock\_screw\_1" animaatio kohdasta sovelluksen koodissa.

```
public Animator s20_anim;
case 3:
    s20_anim.speed = 1;
    s20_anim.Play("stock_screw_1");
    forend_Step3.SetActive(false);
    forend_Step4.SetActive(true);
    forend_Step5.SetActive(false);
    screw1.GetComponent<Outlinable>().enabled = true;
    screw2.GetComponent<Outlinable>().enabled = false;
    bolt_action.GetComponent<Outlinable>().enabled = false;
    bolt_action2.GetComponent<Outlinable>().enabled = false;
    break;
```

Kuvassa 32 on käyttöohjeen kohdan 3 animaatiokoodi. Animaatio-clip haetaan aseelle luodusta animaattorista ja toistetaan se Play-funktiolla, joka on Animator-classin sisällä. Animaatio-clipit toistavat itseään automaattisesti. Sovellukseen on myös lisätty animaatio-slider, jolla käyttäjä pystyy itse siirtymään animaatioissa siihen kohtaan mihin haluaa (Kuva 33).

Kuva 33. Osa animaatio sliderin koodista.

```
public void duringDrag()
{
    sliderInUse = true;
    ARCursor.instance.s20_anim.speed = 0;
    ARCursor.instance.s20_anim.Play(m_ClipName, 0, this.GetComponent<Slider>().normalizedValue);
}

@ Unity Message | 0 references
void Update()
{
    m_CurrentClipState = ARCursor.instance.s20_anim.GetCurrentAnimatorStateInfo(0);
    float myTime = m_CurrentClipState.normalizedTime % 1;

    if (!sliderInUse)
        this.GetComponent<Slider>().normalizedValue = myTime;
}
```

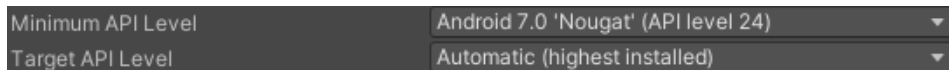
Sovelluksessa oleva animaatio-slider toimii vähän kuten YouTubein soitin ilman pause ja play näppäimiä. Kun käyttäjä päästää irti slideristä, jatkaa animaatio suoraan siitä kohdasta eteenpäin. Kuvan 33 koodissa näkyy, että aina kun slideriä liikutetaan, niin samalla päivitetään kohtaa missä animaatioissa ollaan. Animatorin sisäinen Play-funktio tunnistaa kyseisen animaatio-clipin nimen, joten se tietää, mitä animaatiota sillä hetkellä käsitellään. Sitten funktio liikuttaa kyseistä animaatiota arvojen 0 ja 1 välillä. Nolla on animaation alku ja

yksi on animaation loppu. Animaatio jatkaa eteenpäin siitä kohdasta mistä käyttäjä on irrottanut slideristä. Update-funktio päivittää jatkuvasti animaatio-sliderin arvoa, kun animaatio toistaa itseään.

#### 4.3.7 Sovelluksen tuominen Androidille

Kun lisätyn todellisuuden sovellusta tuodaan Android järjestelmään, täytyy ottaa huomioon muutama tärkeä asetus Unityssä, jotta sovellus toimisi mahdollisimman monella eri laitteella. Matalin API-taso lisätyn todellisuuden sovelluksille on Android 7.0 'Nougat', joten tämä pitää asettaa sovelluksen minimi API-tasoksi (Kuva 34).

Kuva 34. Player asetuksissa sovellukselle asetettu minimi ja kohde API-taso.

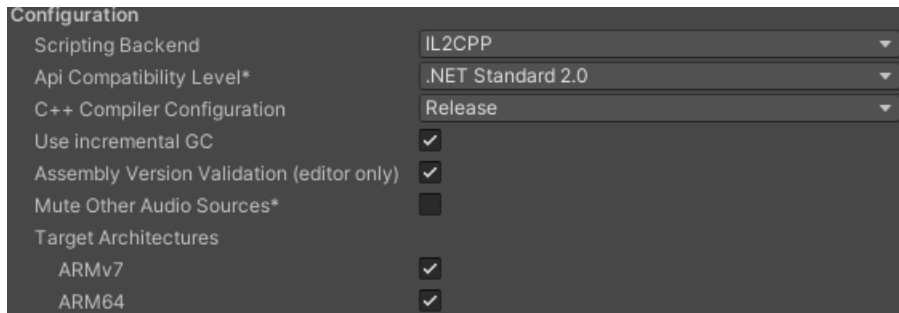


Toinen asetus, joka täytyy muuttaa, on skripti backend Mono asetuksesta IL2CPP:ksi (Kuva 35). Skripti backend määrittää, miten Unity kokoaa ja toteuttaa C# -koodia sovelluksessa. IL2CPP muuttaa C# koodin CIL muotoon ja siitä C++ muotoon. (Unity3d Documentation, 2022) IL2CPP:n valinnalla saadaan seuraavia hyviä ominaisuuksia:

- Se tukee useita erilaisia alustoja
- Se antaa mahdollisuuden muuttaa sovelluksen 64-bittiseksi versioksi, joka lisää suoritustehoa.

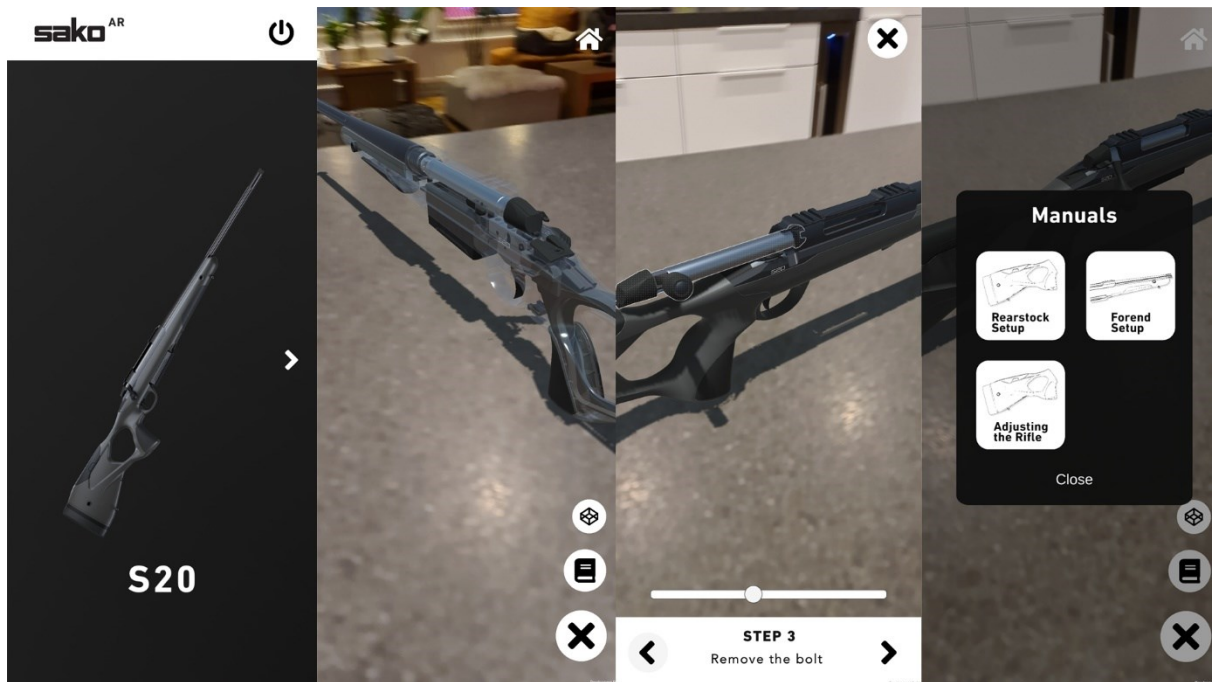
Ainoa huono puoli tässä on, että se lisää sovelluksen tuontiaikaa Androidille ja nostaa sovelluksen lopullista tiedostokokoa. (Unity3d Documentation, 2022)

Kuva 35. Kuva sovelluksen asetuksista, jossa on valittu IL2CPP skripti backend ja ARM64 CPU arkkitehtuuri 64-bittistä sovellusta varten.



Toteutettu mobiilisovellus on prototyyppi (Kuva 36), joten sitä ei julkaistu Googlen Play kauppaan, vaan se rakennettiin suoraan puhelimelle USB-johdon kautta. Puhelimessa tulee laittaa asetus USB tethering päälle.

Kuva 36. Kuvagalleria lopullisesta sovelluksesta.



Kuvassa 36 nähdään ensimmäisessä kuvassa sovelluksen aloitus näyttö, jossa voi selata manuaaleja eri aseille, joita voitaisiin lisätä tulevaisuudessa. Tämän jälkeen nähdään ase läpinäkyvällä materiaalilla, jonka voi nappia painamalla laittaa päälle ja pois. Kolmannessa kuvassa on lukon irrotus animaatio, jossa alhaalla animaatio slideri. Viimeisenä kuvana näkyy kaikki manuaali vaihtoehdot kyseiselle aseelle.

## 5 Johtopäätökset

Valmis mobiilisovellus esiteltiin Sako Oy:ssä markkinointiryhmälle loppukatselmointipalaverissa (loppukatselmointipalaveri 07.09.2021). Tässä loppukatselmoinnissa todettiin sovelluksen täyttävän annetut vaatimukset ja vahvistavan käsitystä lisätyn todellisuuden teknologian käytön hyödyllisyydestä kyseiseen käyttötarkoitukseen. Rakennettua sovellusta ja sen ratkaisuja voidaan hyödyntää jatkossa vastaaviin muihin toteutuksiin.

Lisätyn todellisuuden mobiilisovelluksen käytön kiistattomia hyviä puolia kiväärin käyttöohjeessa on sen havainnollisuus ja kiväärin ominaisuuksien selkeä hahmottaminen. Sovellus on yksinkertainen käyttää ja kulkee helposti mukana mobiililaitteessa. Huonoja puolia voi olla ainakin digitaalisiin laitteisiin tottumattomien käyttäjien tarpeiden huomioiminen ja huonoissa valaistus suhteissa sovelluksen käyttäminen. Koska ase ottaa valaistuksensa ympäristöstä, pitää sovellukselle tulevaisuudessa tehdä lisä asetuksia, jolla tämän ominaisuuden saa laitettua pois päältä.

Mobiilisovelluksen suunnittelussa ja rakentamisessa käytetyt työkalut täyttivät pääosin tehtävänsä hyvin. ARFoundation työkalu täytti kaikki vaatimukset, mitä sovellus tarvitsi. Tulevaisuudessa, jos Sako haluaa tehdä lisätyn todellisuuden toteutuksia laajemmin, voitaisiin ARFoundation sijaan käyttää Vuforia Engine työkalua. Projektissa tehdyn testauksen tuloksena huomattiin, että pinnan seuranta on paras tapa toteuttaa tämän tyylinen sovellus. Tämän tyyppisessä projektissa voisi käyttää myös kuvan seuranta (Image Tracking). Kuvan seuranta voisi toimia esimerkiksi fyysisessä manuaalissa, jossa käyttäjä voisi katsoa asetta kolmiulotteisena, kun osoittaa kännykän kameralla manuaalissa olevaan aseeseen. Kuvan seuranta tarvitsee oikeanlaisen valaistuksen, että se toimisi parhaiten.

Jatkossa lisätyn todellisuuden mobiilisovelluksien käyttöä voitaisiin laajentaa Sako Oy:n tarpeisiin monella eri alueella. Käyttöohjeet eri tuotteille, uusien tuotteiden lanseeraukset, tuote-esittelyt tapahtumissa ja asiakastilaisuuksissa ovat näistä esimerkkejä. Uudenlainen tapa esitellä tuotteita herättää varmasti mielenkiintoa potentiaalisissa asiakkaissa ja saattaa lisätä kiinnostusta Sakon tuotteisiin.

## Lähteet

Augmedics. (2021). *ABOUT AUGMEDICS*. Haettu 18.10.2021 osoitteesta

<https://augmedics.com/>

Baldwin, R. (2021). *Panasonic's Innovative Augmented-Reality HUD Could Be in Cars by 2024*.

<https://www.caranddriver.com/news/a35195014/panasonic-augmented-reality-head-up-display-cars-2024/>

Panasonic. (2021). *Panasonic Automotive Brings Expansive, Artificial Intelligence-Enhanced Situational Awareness to the Driver Experience with Augmented Reality Head-Up Display*

[kuva]. Haettu 21.11.2021 osoitteesta <https://na.panasonic.com/us/news/panasonic-automotive-brings-expansive-artificial-intelligence-enhanced-situational-awareness-driver>

Developers Google. (2022). *Realistically light virtual objects in a scene*. Haettu 2.02.2022

osoitteesta <https://developers.google.com/ar/develop/unity-arf/lighting-estimation/developer-guide>

Developers Google. (2022). *Get the lighting right*. Haettu 2.02.2022 osoitteesta

<https://developers.google.com/ar/develop/lighting-estimation#unity-ar-foundation>

Doit Vision. (2021). *What is a 3D digital billboard? How does it work?*

<https://www.doitvision.com/what-is-3d-digital-billboard/>

Engadget. (2014). *The sights and scents of the Sensorama Simulator* [kuva]. Haettu

20.10.2021 osoitteesta <https://www.engadget.com/2014-02-16-morton-heiligs-sensorama-simulator.html>

Ferrari, V., Klinker, G., Cutolo, F. (2019). *Augmented Reality in Healthcare*. *Journal of Healthcare Engineering*. Viitattu 17.8.2021.

<https://downloads.hindawi.com/journals/jhe/2019/9321535.pdf>

Furht, B. (2011.) *Handbook of Augmented Reality*. Springer Science & Business Media.

<https://books.google.fi/books?id=fG8JUdrScsYC&pg=PR3&dq=augmented%20reality%20use%20cases&lr&hl=fi&pg=PP1#v=onepage&q&f=false>

Google Play. (2021). *Google Translate*. Haettu 21.10.2021 osoitteesta

<https://play.google.com/store/apps/details?id=com.google.android.apps.translate&hl=en&gl=US>

Grandi, J. , Debarba, H. , Berndt, I. , Nedel, L. , Maciel, A. (2019). *Design and Assessment of a Collaborative 3D Interaction Technique for Handheld Augmented Reality*. Viitattu 27.10.2021

<https://www.artanim.ch/pdf/publications/86.pdf>

Greg, K. & Joseph, R. (2012). *Augmented Reality : An Emerging Technologies Guide to AR*.

Elsevier Science & Technology Books. <https://ebookcentral-proquest-com.ezproxy.hamk.fi/lib/hamk-ebooks/reader.action?docID=1073012>

Head-up display (17.10.2021). Wikipedia-artikkeli.

[https://en.wikipedia.org/w/index.php?title=Head-up\\_display&oldid=1050454187](https://en.wikipedia.org/w/index.php?title=Head-up_display&oldid=1050454187)

Holographic display (2021). Wikipedia-artikkeli.

[https://en.wikipedia.org/w/index.php?title=Holographic\\_display&oldid=1049728371](https://en.wikipedia.org/w/index.php?title=Holographic_display&oldid=1049728371)

IKEA Place. (2021). *IKEA Place* [kuva]. Haettu 25.10.2021 osoitteesta

<https://apps.apple.com/fi/app/ikea-place/id1279244498?l=fi>

Learn Unity. (2022). *Working with Animations and Animation Curves*. Haettu 15.02.2022

osoitteesta <https://learn.unity.com/tutorial/working-with-animations-and-animation-curves#>

Mealy, P. (2020). The History of Virtual and Augmented Reality. *Virtual & Augmented Reality For Dummies*. <https://www.dummies.com/software/the-history-of-virtual-and-augmented-reality>

[reality](https://www.dummies.com/software/the-history-of-virtual-and-augmented-reality)

Microsoft. (2021). About HoloLens 2. Haettu 27.10.2021 osoitteesta

<https://docs.microsoft.com/en-us/hololens/hololens2-hardware>

Morozov, M. (2020). *From Games to Music to Sports: How Augmented Reality is Changing Entertainment*. <https://jasoren.com/ar-entertainment/>

Numerized. (2020). *A brief history of Augmented Reality*. Haettu 20.10.2021 osoitteesta <https://numerized.com/augmented-reality/history-augmented-reality/>

Porter, M. & Heppelmann, J. (2017). Why every organization needs an augmented reality strategy. *A Manager's Guide to Augmented Reality*. <https://hbr.org/2017/11/why-every-organization-needs-an-augmented-reality-strategy>

Rauschnabel, P. , Brem, A. , & Ro, Y. (2015) *Augmented Reality Smart Glasses: Definition, Conceptual Insights, and Managerial Importance*. <http://tiny.cc/h38ruz>

Sako. (2021). *100 YEARS OF ACCURACY AND COUNTING*. Haettu 30.10.2021 osoitteesta <https://www.sako.fi/sako-history>

Smart Insights. (2020). *5 ways to use Augmented Reality in your marketing strategy*. <https://www.smartinsights.com/digital-marketing-platforms/augmented-reality/5-ways-to-use-augmented-reality-in-your-marketing-strategy>

Unity3d Documentation. (2021). *About AR Foundation*. Haettu 5.11.2021 osoitteesta <https://docs.unity3d.com/Packages/com.unity.xr.arfoundation@4.2/manual/index.html>

Unity3d Documentation. (2022). *Unity UI: Unity User Interface*. Haettu 5.02.2022 osoitteesta <https://docs.unity3d.com/Packages/com.unity.ugui@1.0/manual/index.html>

Unity3d Documentation. (2022). *IL2CPP Overview*. Haettu 23.03.2022 osoitteesta <https://docs.unity3d.com/Manual/IL2CPP.html>



Videoplace (28.10.2018). Wikipedia-artikkeli.

<https://en.wikipedia.org/w/index.php?title=Videoplace&oldid=866181169>

Webster, A. (2020). *How Riot used tech from the mandalorian to build worlds' astonishing mixed reality stage*. <https://www.theverge.com/2020/10/24/21529317/league-of-legends-world-championship-high-tech-stage-riot-mandalorian>