

Lauri Ali-Hokka

360-videon julkaiseminen

Metropolia Ammattikorkeakoulu

Insinööri (AMK)

Mediatekniikan koulutusohjelma

Insinööriytyö

20.9.2016

Tekijä Otsikko	Lauri Ali-Hokka 360-videon julkaiseminen
Sivumäärä Aika	32 sivua 20.09.2016
Tutkinto	Insinööri (AMK)
Koulutusohjelma	Mediatekniikka
Suuntautumisvaihtoehto	Digitaalinen media
Ohjaaja	Lehtori Jonna Eriksson
<p>Insinööriyön tarkoituksena oli 360-videoiden tuottamiseen tarkoitettujen työkalujen tutkiminen ja tuotantojärjestelmän hankinta ja käyttöönotto. Tarkoituksena oli saada toimiva 360-videoiden julkaisemiseen käytettävä ratkaisu ammattikorkeakoulun käyttöön. Lisäksi insinööriyössä tutkittiin Vahana VR - ja Wowza-ohjelmistojen hyödyntämistä 360-videoiden suoratoistolähetysissä.</p> <p>Projektille oli tarve, koska oppilaitoksella ei ollut 360-videoiden julkaisemiseen soveltuvaa tekniikkaa käytössään. Projektin lopputuotteena syntyi demovideo Tekniikan museon ja oppilaitoksen yhteistyönä järjestämästä Museo kaupunginosan asukkaiden olohuoneena -seminaarista, joka järjestettiin Helsingin Viikissä.</p> <p>Insinööriyössä perehdyttiin 360-videon julkaisumenetelmiin ja suoratoistoratkaisuihin. Työ antaa pohjustusta oppilaitoksen tulevaisuuden tarpeelle tehdä 360-videoiden suoratoistolähetys verkkossa.</p> <p>Usealla yksittäisellä kameralla tuotetussa 360-videossa on tärkeää tehdä jokainen työvaihe tarkasti ja huolellisesti. Tämä näkyy lopputuotteen laadussa ja se on katsojille näin ollen miellyttävä katselukokemus.</p>	
Avainsanat	360-video, video

Author Title	Lauri Ali-Hokka Publishing of 360-video
Number of Pages Date	32 pages 20 September 2016
Degree	Bachelor of Engineering
Degree Programme	Media Engineering
Specialisation option	Digital Media
Instructor	Jonna Eriksson, Lecturer
<p>The purpose of the final year project was the inspection of 360-video publishing tools as well as purchasing and introduction of the production system. The goal was to achieve a working solution for making 360-videos for the school. The purpose was also to study how to utilize Vahana VR and Wowza software in live streaming of the 360-videos.</p> <p>There was a need for the project, because the school did not have proper technology for publishing 360-videos. A demo video was made as the final product for the project. The demo video was from The Neighborhood Livingroom project -seminar, which was made in collaboration with the school and the Helsinki Museum of Technology.</p> <p>The purpose of this project was also to study 360-video publishing and streaming methods. This project will work as a support when the school will start to make 360-video live streams in the future.</p> <p>When making 360-videos with multiple camera systems, every step in the progress has to be done very carefully and accurately. This will make the final product high in quality and it will be a pleasant viewing experience for the users.</p>	
Keywords	360-video, video

Sisällys

Lyhenteet

1	Johdanto	1
2	360-video	2
2.1	Taustaa	2
2.2	Laitteistot	2
3	Laitteistotarpeiden selvitys	6
4	Demovideon työstäminen	10
4.1	Kuvausprosessi	10
4.2	Jälkituotanto	12
4.3	Julkaiseminen	15
5	Julkaisualustat	16
6	Kehitysideat	26
7	Pohdintaa	27
	Lähteet	29

Lyhenteet

RTMP	Real Time Messaging Protocol. Protokolla audion, videon ja datan siirtämiseen verkossa.
fps	Frames per second. Videon kuvamäärä sekunnissa.
4K	Resoluutiostandardi, 4096 * 2160 pikseliä.
2K	Resoluutiostandardi, 2048 * 1080 pikseliä.
Mbps	Tiedonsiirtonopeus, miljoona bittiä sekunnissa.
HDMI	High Definition Media Interface. Audion ja videon siirtämiseen käytetty liitännästandardi.
SDi	Serial Digital Interface. Digitaalisen videon liitännästandardi.
RAID	Redundant Array of Independent Discs. Tekniikka, jossa käytetään useaa kiintolevyä, jotka toimivat yhden kiintolevyn tavoin.

1 Johdanto

Insinööriyön tarkoituksena on selvittää, millä työkaluilla pystytään tuottamaan ja julkaisemaan 360-videoita, jotka ovat mahdollisimman hyvälaatuisia ja helposti toteutettavissa. Lähtökohtana on Metropolia Ammattikorkeakoulun toive 360-videoiden tuotantotyökalujen tutkimisesta, käyttöönotosta ja lyhyestä demovideosta.

Tässä työssä pääpaino on usealla kameralla tuotetuissa 360-videoissa ja niiden julkaisemisessa.

360-videot ovat videoita, joissa käyttäjä pystyy vaihtamaan näkymää joko liikuttamalla laitetta tai ohjaamalla näkymää pään tai käden liikkeillä. 360-videossa jokainen suunta tallioitavasta kohteesta on videoitu.

Keskeisenä tutkimuksen aiheena on, miten saadaan otettua 360-videoiden valmistamiseen tarvittava teknologia Metropolia Ammattikorkeakoulun käyttöön. Tarve 360-videotekniikalle on suuri, koska 360-videot yleistyvät tasaiseen tahtiin eikä Metropolia Ammattikorkeakoululla ole vielä tarvittavaa teknologiaa käytössään niiden tuottamista varten.

Ennen varsinaista projektia määritellään, minkälaisia 360-videoiden kuvaamiseen tarkoitettuja ratkaisuja on markkinoilla ja mitä niistä tullaan ottamaan käyttöön. Projektia varten tehdään 360-video käyttäen useaa GoPro-kameraa yksittäisen 360-kameran sijaan.

Projektin aloitetaan selvittämällä, mitä jo olemassa olevia työkaluja Metropolia Ammattikorkeakoululla on ja miten niitä voidaan hyödyntää 360-videotuotannossa.

2 360-video

2.1 Taustaa

360-video muistuttaa panoraamakuvaa, jossa pelkän vaakatason lisäksi kuvaan on tallennettu myös suunnat ylös ja alas. 360-videossa jokainen kolmiulotteisen avaruuden suunta ylös/alas ja vasen/oikea tallennetaan samanaikaisesti videokameraa käyttäen. Tallennus voidaan tehdä joko yhdellä videokameralla tai usealla yksittäisellä videokameralla. Yleisimmät monikameratallennukset tehdään käyttäen joko kuutta tai seitsemää yksittäistä videokameraa.

Valmiin videotuotteen katselu on mahdollista jokaiseen tallennettuun suuntaan siltä kohdalta, missä tallennus on tapahtunut. Videoita katsellaan joko tietokoneella, älypuhelimella, tabletilla tai virtuaalilaseilla. Älypuhelimella ja tabletilla näkymä vaihdetaan liikuttamalla sormella näkymää haluttuun suuntaan tai laitteen asentoa kääntämällä. 360-videoiden katselua tukevat älypuhelimet ja tabletit tunnistavat asentonsa sisäänrakennetun gyroskoopin avulla. Sama tekniikka pätee myös virtuaalilaseilla katseltaessa: näkymää pystyy vaihtamaan päätä kääntämällä. Tietokoneella, esimerkiksi Youtubessa, videon näkymää pystyy liikuttamaan klikkaamalla hiirellä videota ja raahaamalla käsin näkymää haluamaansa suuntaan tai ohjaamalla näkymää haluamaansa suuntaan näppäimistön näppäimillä W, A, S ja D [9; 10].

2.2 Laitteistot

Tarve ja kiinnostus 360-videoihin on ilmaantunut viime vuosina virtuaalilasien kehityksen myötä. Viestintäyhtiöt ovat alkaneet panostaa 360-videoiden tuotantoon sen jälkeen, kun Google julkaisi Cardboard-nimisen vaihtoehdon virtuaalilaseille kesäkuussa 2014. Tämä ratkaisu lisäsi kysyntää ja kiinnostusta 360-videoita kohtaan alhaisen hintansa ja helppokäyttöisyytensä vuoksi. [1.]

Google Cardboard on virtuaalilasien kaltainen toteutus, joka ei itsessään sisällä teknologiaa, vaan se on pahvista taiteltava teline, johon asetetaan älypuhelin. Pahviteline asetetaan päähän virtuaalilasien tavoin, ja telineen tarkoituksena on suurentaa siihen asetetun puhelimen näytön näkymä katselijalle. Ratkaisu ei ole suunniteltu korvaamaan muita markkinoilla olevia virtuaalilaseja, vaan se on tehty halvaksi ratkaisuksi

360-videoiden katselua varten virtuaalilasien tavoin. [2.] Google Cardboard yhdistää mobiililaitteen ja virtuaalilasien 360-videoiden katselutekniikat. Puhelin tunnistaa asen-
tonsa gyroskooppinsa avulla, ja päähän asetettuna Google Cardboard luo käyttäjälle
virtuaalilasien kaltaisen kokemuksen, jossa katselija tuntee olevansa itse paikan päällä
videossa. Käyttäjä pystyy katselemaan videota eri suuntiin päätänsä kääntämällä.

360-videoiden yleistyminen on tuonut markkinoille myös lukuisia kameroita niiden te-
kemiseen. Suurimmassa osassa näistä kameroista helppokäyttöisyyden haittapuolena
on tuotettavan videon heikkolaatuisuus verrattuna usealla kameralla tuotettuun 360-
videoon. Riippuen käyttötavasta ja halutusta laadusta käyttäjillä on tällä hetkellä kohta-
laisesti valinnanvaraa 360-videon tuottamiseen tarkoitetuista laitteista. Yhtenä esi-
merkkinä helppokäyttöisestä 360-videon kuvaamiseen tarkoitettua kamerasta voidaan
mainita Ricohin valmistama Theta S, jolla saadaan kuvattua 1920 * 1080 pikselin reso-
luutioista videokuvaa [3]. Ricoh Theta S:n tarkoitus on olla pieni ja helppokäyttöinen
kamera yksinkertaisten videoiden tuottamista varten esimerkiksi sosiaaliseen mediaan.
Sen tuottaman videon tarkkuus on tosin pieni verrattuna esimerkiksi 12 GoPro Hero -
kameralla tuotettuun 360-videoon, jolla on mahdollista päästä 12000 * 6000 pikselin
resoluutioon [4]. Markkinoilla on myös ammattilaistason yksittäiskameroita, joilla saa
kuvattua ja tallennettua suoraan 360-videota ilman erillistä videon kokoamista ja rende-
röintiä. Ammattilaistason 360-videokameroiden hinnat ovat toistaiseksi kymmeniä tu-
hansia euroja, joten markkinat tavallisten kuluttajien keskuudessa ovat vielä suppeat.

Usealla kameralla kuvattu videomateriaali, josta 360-video tehdään, tulee ensin liittää
yhteen käyttäen siihen tarkoitettua tietokoneohjelmaa. Yleisimpiä ohjelmia ovat Kolor
Autopano tai Videostitch. Ohjelma kokoaa lähdevideot yhteen, englanniksi stitch, yh-
deksi isoksi videotiedostoksi. Mahdollisimman laadukkaan lopputuotteen saavuttami-
seksi lähdevideoiden tulee olla samanaikaisesti kuvattuja. Yksi tapa helpottaa saman-
aikaisuutta on käyttää kaikkia kuvaavia kameroita ohjaavaa kaukosäädintä, jolla kuva-
us voidaan käynnistää samanaikaisesti. Kaukosäätimen käyttökään ei takaa täydellistä
kuvien tarkkaa samanaikaisuutta, joten on parasta käyttää äänimerkkiä kuvauksen
alkaessa, esimerkiksi luja taputus. Tällä taputusäänimerkillä kokoamisohjelma pystyy
määrittämään tarkan yhteisen aloituspisteen jokaiselle lähdevideolle. Kuvassa 1 näkyy,
miten ilman tarkkaa synkronointia lopullisessa videossa saattaa esiintyä vääristymiä ja
haamukuvia videoiden välisissä saumakohtissa.



Kuva 1. Epäonnistuneesta synkronoinnista johtuva vääristymä [5].

Onnistuneen synkronoinnin jälkeen videosta tulee säätää horisontti videon käyttötarkoituksen mukaan. Horisontin tulisi kulkea tasaisena viivana näkymän vasemmasta reunasta oikeaan reunaan. Mitä tarkemmin horisontin saa suoristettua, sitä paremmalta lopputuote näyttää. Jos horisontti jää vinoon, julkaistun lopputuotteen näkymä on hieinan kallistunut, mikä ei ole miellyttävää katsella. Vaikutelma on kuin katselija seisoi kaltevalla alustalla.

Osa monikameratelineistä ei mahdollista aivan täydellistä 360 asteen videon kuvaamista, vaan videon alareunaan saattaa jäädä alue, josta ei ole videomateriaalia, nimeltään sokea piste. Yhtenä kamerateline-esimerkkinä mainittakoon valmistaja Freedomin malli F360 Broadcaster, jossa sokean pisteen alue on 40 astetta. [6.] Vaihtoehtoina on jättää kyseinen alue käsittelemättä, jolloin videon alareunassa suoraan alaspäin katseltuna on musta aukko (kuva 2). On myös mahdollista peittää videoton alue esimerkiksi grafiikalla, jolloin saadaan lopputulosta esteettisemmäksi (kuva 3). Grafiikka on mahdollista lisätä kokoamisohjelmassa ennen videon renderöintiä. Kuvat 2 ja 3 ovat kuvakaappauksia videosta, jossa käytössä olleen telineen malli on aikaisemmin mainittu Freedom F360 Broadcaster.



Kuva 2. Alue, josta ei ole videokuvaa. Ei peitetty grafiikalla.



Kuva 3. Alue, josta ei ole videokuvaa, peitettynä grafiikalla.

Ennen videon julkaisua tulee video renderöidä kokoamisohjelmalla. Renderöinti tehdään videoiden yhdistämisen, horisontin muokkaamisen ja mahdollisen grafiikan lisäämisen jälkeen. Videon renderöinti tarkoittaa käytännössä, että ohjelma rakentaa lopullisen videon tehtyjen säätöjen ja grafiikan lisäämisen mukaisesti. Ulostuleva video on yksi tiedosto, jossa jokaisen käytetyn kameran näkymä on esillä samanaikaisesti.

Lopullinen 360-videolle ominainen pallomainen muoto saavutetaan vasta videon toisto-ohjelmassa.

Tämänhetkisiä julkisia julkaisualustoja ovat Facebook ja Youtube. Julkaistaessa näille alustoille tulee ottaa huomioon videon suositellut laatuvaatimukset ennen niiden lataamista verkkoon. 360-videoiden tuki otettiin käyttöön Youtubessa ensimmäisellä vuosineljänneksellä 2015 ja Facebookissa saman vuoden syksynä [3].

Tuotettujen videoiden resoluutio ei tarkoita katsellessa esiintyvää näkymää, vaan koko videoalueen resoluutiota, joka ennen katselua luodaan pallon muotoiseksi katselupisteen ympärille. Katseltavan näkymän koko riippuu katselukentän leveydestä, joka on yleisimmin joko 120 astetta tai 90 astetta. Esimerkiksi 4K 360-videon näkymän resoluutio on 120 asteen katselukentällä 1365 pikseliä leveä ja 90 asteen katselukentällä 1024 pikseliä leveä [4].

Jotta Youtubeen ladattu video on 360-yhteensopiva, tulee kokoamisohjelmasta renderöityyn videoon syöttää metatieto. Metatiedolla tarkoitetaan tässä yhteydessä videon tietoihin syötettävää informaatiota, jonka Youtube tulkitsee ja generoi syötetystä videosta 360-yhteensopivan. Ilman metatietoa näkymä on samanlainen kuin kokoamisohjelmasta ulostuotetussa videossa, jossa 360-efektiä ei ole.

3 Laitteistotarpeiden selvitys

Metropolia Ammattikorkeakoululla oli tarve laitteistolle, jolla pystytään tuottamaan laadukasta 360-videota mahdollisimman tehokkaasti. Laitteistolla tuli olla myös valmius 360-videon reaaliaikaiseen verkkoon lähettämiseen. Päätös laitteiston valinnasta tehtiin keväällä 2016 markkinoilla olevan teknologian puitteissa. Tuotantotyökaluiksi valittiin kuusi kappaletta GoPro-toimintakameraa, jotka yhdistettiin 360-videotuotantoa varten suunniteltuun kameratelineeseen.

Testaus

Ennen lopullista laitteiston ostoa tuli testata, onko 360-videon tuottaminen kuudella GoPro-kameralla mahdollista.

Ensimmäisiä testejä varten käytössä oli

- 4 GoPro Hero 4 -videokameraa
- 2 GoPro Hero 3 -videokameraa
- 5 USB-kaapelia
- 2 64 gigatavun SD-muistikorttia
- 1 32 gigatavun SD-muistikortti
- 1 16 gigatavun SD-muistikortti
- 2 8 gigatavun SD-muistikorttia.

Kameratelineestä ei tässä vaiheessa ollut tehty vielä ostopäätöstä, ja ensimmäinen telineen kokeiluversio tehtiin muovailuvahasta (kuva 4), johon kamerat kiinnitettiin muovikelmua apua käyttäen. Ensimmäisenä kameratelinevaihtoehtona pidettiin 3D-tulostettua kameratelinettä. 3D-tulostamisen ongelmakohdaksi muodostui lopulta Metropolia Ammattikorkeakoulun käytössä ollut 3D-tulostustekniikka. Metropolian omistamalla 3D-tulostimilla ei olisi saanut tehtyä valmiista mallista kameratelinettä 3D-tulostimien tulostuskoon pienuuden vuoksi. Toisena vaihtoehtona harkittiin 3D-tulosteen tilaamista kolmannelta osapuolelta, mutta tulostuksen hinta osoittautui yhtä kalliiksi kuin valmiin kameratelineen ostaminen.

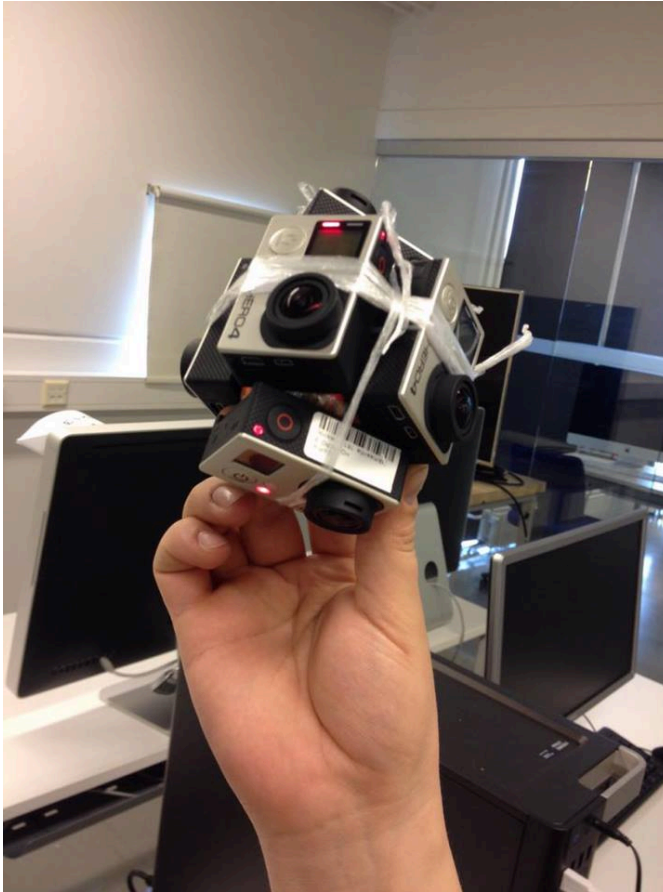
Kokoamisohjelmasta oli ladattuna ilmainen kokeiluversio. Päätös ohjelman hankinnasta tultiin tekemään vasta, kun ensimmäiset kokeiluvideot olisi saatu tuotettua ja ohjelmaa kokeiltua käytännössä.



Kuva 4. Ensimmäisen testin kamerakokoonpano ja teline.

Ensimmäisen kameratestin kuvausmateriaali ajettiin kokoamisohjelmaan, ja selvisi, että ainoastaan kahden kameran ottama video oli laatuvaatimuksiltaan ohjelman käyttöön sopivaa. Tästä huomattiin, että kameroiden asetukset eivät olleet yhteneväiset, vaan kuvan tarkkuudessa ja kuvanopeudessa oli eroavaisuuksia. Toista testikertaa varten kameroihin ohjelmoitiin yhdenmukaiset asetukset, kuvatarkkuudeksi 1920 * 1080 pikseliä ja kuvausnopeudeksi 30 ruutua sekunnissa. Ohjelmointia vaikeutti yhden Go Pro Hero 3 -kameran rikki ollut näyttö, ja se tuli ohjelmoida käyttäen älypuhelinä yhdistettynä kameraan langattomassa verkossa.

Asetusten muutosten jälkeen videon kokoamisvaiheessa ilmeni ongelmia. Tuotettu video oli lähellä vaadittua tasoa, mutta ongelmana olivat vääristymät lopullisessa videossa. Videoiden sijainnit eivät vastanneet kameroiden asentoja. Tämän jälkeen selvisi, että kokoamisohjelman valmistaja on asettanut minimivaatimukset kuvattavan videon laadulle. Myös kameroiden asennolla oli väliä: kameroiden sijaintia muutettiin siten, että ne olivat samanlaisessa asennossa kuin kaupallisissa kameratelineissä (kuva 5).



Kuva 5. Kameratelineen toinen prototyyppi kameran asennot muutettuna.

Viimeistä testiä varten kameroiden kuvausnopeus tuli nostaa mahdollisimman korkeaksi, jotta synkronointi kokoamisvaiheessa olisi mahdollisimman hyvä. Ongelmia tässä aiheutti kameroiden eroavaisuus toisistaan. Go Pro Hero 3 -kameroiden kuvausnopeutta ei voitu asettaa samoilla arvoilla kuin Go Pro Hero 4 -kameroissa, joten näiden kameroiden kuvamateriaali aiheutti lopullisessa videossa synkronointiongelmia (kuva 6). Kuvausnopeuden lisäksi kameroiden asentoa telineessä muokattiin kaupallista telinettä vastaavaksi. Näillä asetuksilla saatiin aikaan riittävää laatua oleva demovideo, jonka perusteella hankintapäätös kuudesta Go Pro Hero 4 -kamerasta ja Freedom 360 F360 Broadcaster -kameratelineestä tehtiin.

Alun perin ehdotus kameratelineen mallista oli valmistajan Freedom malli Freedom 360 Mount. Syynä ehdotukseen oli kameratelineen valmius kuvata täyttä 360 asteen videota. Päätös Freedom 360 F 360 Broadcaster -mallista tehtiin sillä perusteella, että Metropolia tekee jatkossa suoratoistolähettyksiä, joihin tämä kameratelinemalli on optimaalisin [6].



Kuva 6. Osa ensimmäisestä testivideosta.

Testivideo koottiin käyttämällä Kolor Autopano video Pro -ohjelmiston kokeiluversiota. Kokeiluversiossa oli muutamia rajoitteita: renderöidyn videon enimmäispituus kolmekymmentä sekuntia ja videossa oli myös vesileimoja [7].

4 Demovideon työstäminen

4.1 Kuvausprosessi

Demovideota varten kuvattiin Tekniikan museon ja Metropolia Ammattikorkeakoulun yhteistyönä toteuttama Museo kaupunginosan asukkaiden olohuoneena -projektin seminaari, joka toteutettiin Tekniikan museon tiloissa Helsingin Viikissä. Kalustona käytettiin kuutta Go Pro Hero 4 -videokameraa, Freedom 360-valmistajan F360 Broadcaster -kameratelineä ja kolmijalkaa, johon kamerateline kiinnitettiin.

F360 Broadcaster kameratelineeseen pystyy kiinnittämään kuusi Go Pro-kameraa, joista viisi osoittaa viistosti alaspäin ja yksi kamera ylöspäin. (Kuva 7.)



Kuva 7. Freedom360 F360 Broadcaster -kamerateline, jossa kamerat ovat kiinnitettynä [6].

Kameroita ohjattiin samanaikaisesti käyttämällä GoPron kauko-ohjainta. Kamerat olivat yhdistettynä kauko-ohjaimen langattomasti wifi-verkon kautta. Kauko-ohjaimen näytöltä pystyi tarkkailemaan reaaliajassa, montako kameraa oli yhdistettynä kauko-ohjaimen [36]. Kauko-ohjainta apuna käyttäen kuvaus saatiin alkamaan jokaisella kameralla yhtäaikaaisesti. Videomateriaalin synkronoitu aloitus helpottaa kokoamisohjelman kanssa työskentelyä. Kuvaamisen alussa kameroiden vieressä lyötiin käsiä yhteen, jotta saatiin myös aikamerkki kameroiden tallentaman ääniraidan kautta.

Jokaisessa kuudesta kamerasta käytettiin kuvausasetuksina 2,7K-resoluutiota ja 4:3-kuvasuhdetta. Kokoamisohjelman valmistajan Kolor Autopanin ehdottomana vaatimuksena oli kuusi kameraa sisältävän telineen kameroiden kuvasuhteena käyttää 4:3:a. [8.]

Kuvaamisvaiheessa ongelmaksi muodostuivat tilanteet, joissa yksi tai useampi kamera katkaisi yhteyden kauko-ohjaimen. Tällöin yhteyden katkaissut kamera lopetti kuvaamisen. Yhden kameran pysähtyessä muiden kameroiden kuvamateriaali on käyttökelvotonta pysähdyshetkestä eteenpäin, koska kaikkien kuuden kameran kuvamateriaali vaaditaan muodostamaan 360 astetta kattava videokuva. Tämänkaltaisessa tilantees-

sa kuvaavat kamerat pysäytettiin, luotiin kauko-ohjaimella yhteys uudestaan kaikkiin kuuteen kameraan ja kuvaaminen aloitettiin uudestaan kaikilla kuudella kameralla.

Akkujen kesto oli toinen kuvatessa kohdattu ongelma. Kuvauksien aikana jokaiseen kameraan jouduttiin vaihtamaan uusi akku. Vastaavanlaisten tilanteiden ehkäisemiseksi tulisi jokainen kamera kytkeä virtalähteeseen, jotta kamerat saisivat suoraan virtaa eikä prosessi olisi näin ollen pelkkien akkujen varassa. Akkuihin turvautuminen ei tämän projektin pohjalta vaikuttanut hyvältä vaihtoehdolta.

4.2 Jälkituotanto

Kuvattu materiaali siirrettiin kameroiden muistikorteilta työasemalle. Jälkityöstön selkeyttä helpotti tiedostojen nimeäminen kameroiden ja videon järjestysluvun mukaan. Esimerkiksi ensimmäisen kameran kolmas video nimettiin 1_3.mp4, toisen kameran kolmas video 2_3.mp4 ja niin edelleen.

Videoiden syöttövaiheessa kokoamisohjelmaan on hyvin tärkeää, että kuvatut videot ovat samalta hetkeltä. Muutoin ohjelma ei pysty vertaamaan videoiden sisältöä keskenään tai ymmärtämään synkronoinnin äänimerkkiä. Synkronoinnin äänimerkinä käytetty taputus osoittautui hyvin tehokkaaksi tavaksi saada tarkka ajoitus kaikille kuudelle videolle tarkan aloituskohdan merkitsemiseksi.

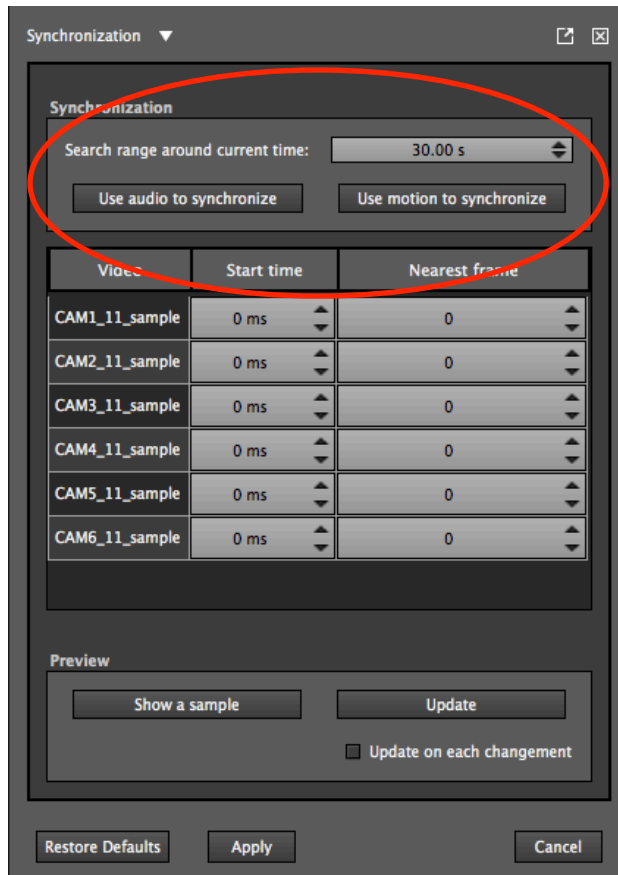
Tilanteet, joissa akun loppumisen vuoksi jokin kamera oli lopettanut kuvaamisen, pystyi korjaamaan siten, että muiden kameroiden video leikattiin pois juuri kuvaamatta jättäneen kameran pysähdyshetkestä eteenpäin. Näin kaikkien kuuden kameran videomateriaali saatiin tasapitkäksi ja ulos tuotettu 360 asteen video oli täyttä 360-videota videon loppuun asti.

Viimeisenä kuvatun videon ongelmana oli yhden kameran muistikortin tietojen vahingoittuminen. Tietojen vahingoittuminen aiheutti sen, että yhden kameran kuvamateriaalia ei saatu lainkaan lopulliseen videoon. Kuvan puuttuminen aiheutti lopullisessa videossa mustan aukon kameran sijainnin kohdalle (kuva 8). Aukko päätettiin peittää grafiikalla ja tekstillä esteettisyyden vuoksi. Grafiikka lisättiin videoon suoraan kokoamisohjelmassa.



Kuva 8. Grafiikalla ja tekstillä peitetty videon musta alue.

Videoiden yhdistämisen eli kokoamisen alkuvaiheessa ohjelmalle tuli osoittaa suurin piirtein se kohta, jossa synkronointia varten tehty äänimerkki kuului (kuva 9). Äänimerkin kohdan pystyi selvittämään kuuntelemalla yhden kuudesta samaan aikaan kuvattua videosta olevan ääniraidan ja syöttämällä tämän ajankohdan kokoamisohjelmalle. Ohjelma etsi tällöin kaikista kuudesta videosta kyseisen sekuntimäärän kohdalta kuuluvaa selkeää äänipoikkeamaa, joka tässä tapauksessa oli taputus. Toisena vaihtoehtona synkronoinnille voitiin käyttää kameran liikettä, mutta tässä projektissa liikkeen avulla tehtyä synkronointia ei käytetty. [11.]



Kuva 9. Kolor Autopano Video -ohjelman videoiden kokoamisen asetusvalikko [11].

Jos ohjelma ei tunnistanut annetusta kohdasta synkronointiäänimerkkiä, se antoi virheilmoituksen. Tilanteen korjaamiseksi vaihtoehtona oli osoittaa uusi kohta, josta ohjelma etsi äänimerkkiä, tai vaihtoehtoisesti osoittaa paikka manuaalisesti [11]. Edellä mainitut tilanteet eivät tosin toteutuneet tässä projektissa, koska kameroiden käynnistykseen käytetty kauko-ohjain käynnisti kamerat ajallisesti riittävän lähellä toisiaan.

Synkronoinnin jälkeen ohjelma osoitti näkymän, jossa kaikkien videoiden kuva näkyi yhdistettynä (kuva 10). Tässä vaiheessa videoiden horisontti tuli säätää mahdollisimman suoraksi. Horisontti suoristettiin klikkaamalla hiirellä näkymää ja raahaamalla siten, että esikatselussa näkyvä horisontti kulkisi tasaisesti näkymän reunasta reunaan. Jos horisontin jätti suoristamatta, lopullista videota katseltaessa näkymäkeskipiste vaikutti siltä, kuin katselija seisoi kaltevan tason päällä.



Kuva 10. Kokoamisen jälkeen näkyvä esikatselukuva. Kuvan horisonttia ei ole vielä suoristettu. Horisontti merkitty punaisella viivalla. [12.]

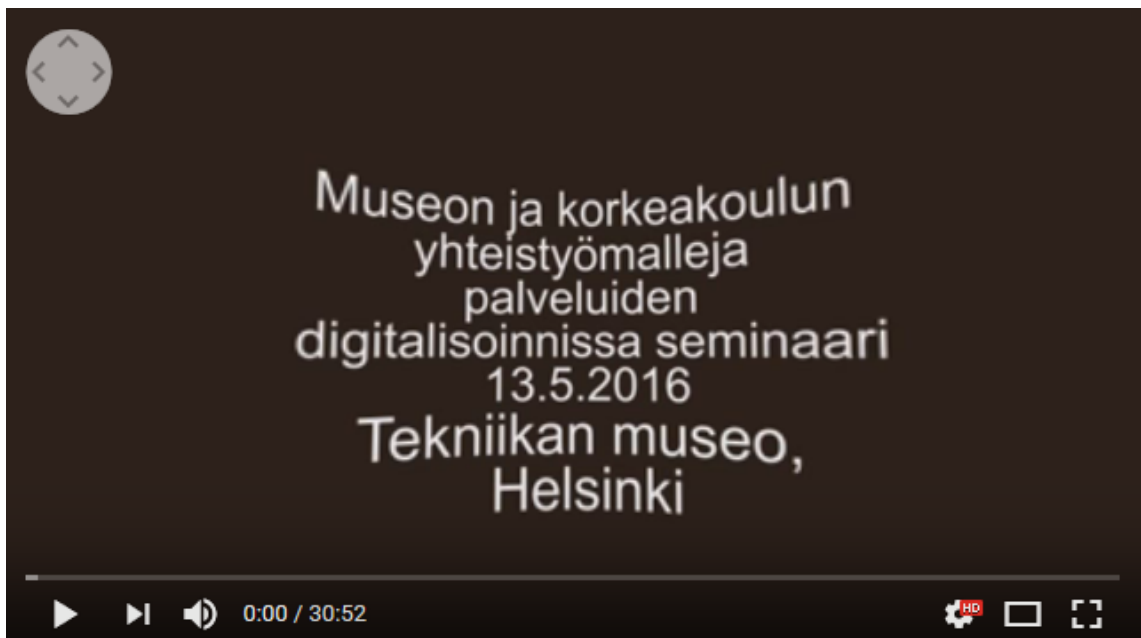
4.3 Julkaiseminen

Haluttujen korjausten jälkeen videot renderöitiin. Ohjelma rakensi kuudesta yksittäisestä videosta yhden ison videon, jossa olivat yhdistettynä kaikkien kameroiden näkymät. Renderöity video ei itsessään ollut käyttökelpoinen 360-katselemista varten. Video tuli ladata Youtubeen, joka tukee videoiden katselemista 360-muodossa. Ennen Youtubeen lataamista renderöityyn tiedostoon tuli lisätä metatieto [9]. Metatiedolla osoitettiin, mitä tietoa tiedosto sisältää [14]. Tässä yhteydessä metatiedon tarkoituksena oli kertoa Youtubeen katselusovellukselle videotiedoston olevan 360-asteen katseluun soveltuva video. Metatieto syötettiin tiedostoon käyttämällä 360 Video Metadata -nimistä ohjelmaa.

Ensimmäisen renderöidyn videon tarkkuus ei vastannut vaatimuksia. Youtubeen ladattaessa videon resoluutio ei ollut vaaditulla tasolla. Lähdevideon resoluutio oli oikea, mutta Youtube ei pystynyt esittämään videota 4K-resoluutiolla. Selvisi, että Youtubella

on tiettyjä vaatimuksia bittinopeuden suhteen. Ensimmäisen videon renderöinnin yhteydessä käytetty bittinopeus 3 Mbps oli aivan liian alhainen, joten seuraavaa renderöintiä varten bittinopeus nostettiin 40 Mbps:iin Youtuben suositusten mukaisesti [13].

Bittinopeuden noston avulla videon pystyi toistamaan Youtubessa 4K-kuvatarkkuudella. Vaaditun tarkkuuden saavuttamisen jälkeen tuli yhdistää kuvatut videopätkät yhdeksi isoksi kokonaisuudeksi. Videot yhdistettiin toisiinsa Adoben Premiere Pro -ohjelmassa. Ohjelmaa käyttäen videoiden väliin pystyi lisäämään myös välitekstejä, joiden luonti ei olisi onnistunut renderöintiohjelmalla. Välitekstit toistuivat 360-asteen näkymällä myös lopullisessa videossa (kuva 11). Adobe Premiere Prossa tuli asettaa syötettävän ja ulos tuotavan videon resoluutio ja kuvanopeus lähdevideoita vastaavaksi, jotta 360-videota varten oleva pohja olisi vaaditun mukainen.



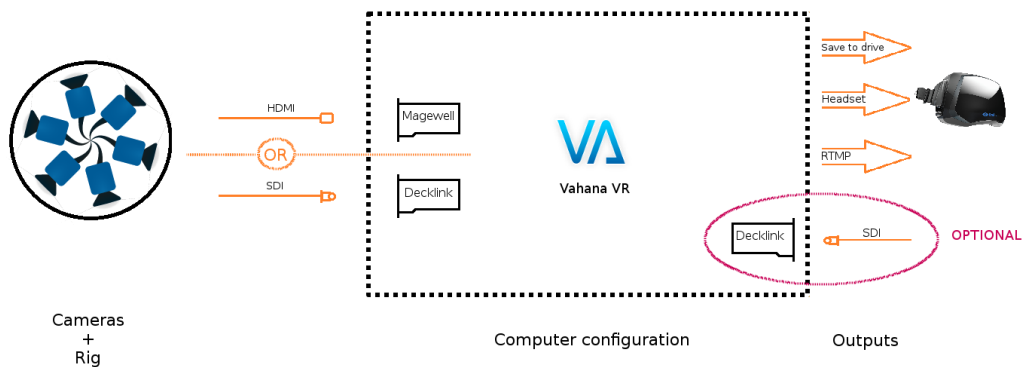
Kuva 11. Lopulliseen videoon lisätty väliteksti. Vääristymä johtuu 360-videon pallomuodosta.

5 Julkaisualustat

360-videoita pystyy julkaisemaan Youtuben lisäksi myös Facebookiin. Facebookiin julkaistavalla videolla on rajoituksia videon keston suhteen, toisin kuin Youtubella. Videon enimmäiskesto on rajoitettu 10 minuuttiin ja tiedostokoko enintään 1,75 gigatavuun [15].

Monikameratuotantoja pystyy myös julkaisemaan suoratoistona. Suoratoistojulkaisu eroaa tallennetusta videosta siten, että videoiden kokoaminen ja renderöinti suoritetaan reaaliajassa videolähetyksen aikana.

Vahana VR -niminen ohjelma tarjoaa ratkaisun monikameratuotannon vaatimaan reaaliaikaiseen kokoamiseen. Esimerkkiprosessina voidaan mainita monikameratuotanto käyttäen Freedom 360 -kameratelinettä ja kuutta Go Pro -kameraa. Yksinkertaistettuna prosessissa kameroista lähtevä video otetaan suoraan ulos kameroista käyttäen HDMI- tai SDI-kaapeleita. Ulos tuleva kuva ohjataan tietokoneelle, jossa reaaliaikainen kokoaminen suoritetaan (kuva 12). [16.] Vahana VR:llä pystyy kaappaamaan ja tallentamaan 2K- ja 4K-tasoisia 360-videota 30 fps-kuvanopeudella [28].



Kuva 12. Prosessikaavio reaaliajassa tapahtuvasta kokoamisesta [16].

Prosessista ulos tuleva 360-video voidaan näin ollen joko tallentaa myöhempää käyttöä varten tai ohjata eteenpäin suoratoistoa varten RTMP-protokollaa käyttäen [16].

Vuonna 2005 perustettu yhdysvaltalainen yhtiö nimeltä Wowza Media Systems on kehittänyt ohjelmiston, jolla reaaliajassa koottua 360-videota pystyy lähettämään suoratoistona katsojille verkossa. Wowzalla on kaksi sovellusta, joilla 360-videon streamaus reaaliaikaisesti verkkoon on toteutettavissa: vuonna 2014 markkinoille tullut Wowza Streaming Engine ja vuonna 2015 markkinoille tullut Wowza Streaming Cloud. Ohjelmistot eroavat toisistaan siten, että Wowza Streaming Engine toimii käyttäjällä paikallisesti esimerkiksi palvelimella, Wowza Streaming Cloud toimii puolestaan pilvipalveluna ja poistaa käyttäjän tarpeen omalle palvelinratkaisulle. [19.] Streaming Engine ja

Streaming Cloud ovat samankaltaiset ohjelmistot. Eroavaisuutena ovat lähetyksien kohdeohjelmistot ja lähdevideoiden vaatimustasot. Lähtökohtaisesti voidaan todeta, että Wowza Streaming Cloud on helppokäyttöisempi kuin Wowza Streaming Engine, mutta Wowza Streaming Cloud on suppeampi ominaisuuksiltaan. Ohjelmien ominaisuuksia on esitetty taulukossa 1. Wowza Streaming Enginen käyttöönotto vaatii tietyt vähimmäisvaatimukset järjestelmää käyttävältä palvelimelta:

- 3 gigahertsin neliydinprosessori
- 4 gigatavun keskusmuisti
- 2 kiintolevyä RAID 0 -tekniikalla
- Ethernet-verkko 1 gigabitti sekunnissa -tiedonsiirtonopeudella
- käyttöjärjestelmä Windows XP, Linux (kaikki ohjelmakokonaisuudet) tai Mac OSX 10.8
- Java Runtime Environment 8+ tai Java Development Kit 8+.

Wowza Streaming Cloudilla vastaavanlaisia vaatimuksia ei ole, koska järjestelmä toimii ulkopuolisella palvelimella eli pilvipalveluna. Näin ollen Wowza Streaming Cloudin käyttöönotto ei vaadi investointeja käyttäjän palvelininfrastruktuuriin. [26; 27.]

Taulukko 1. Kohdeohjelmistojen ja -laitteistojen vertailu [muokattu lähteistä 26 ja 27].

Wowza Streaming Engine		Wowza Streaming Cloud	
Soittimet	JW Player, Flowplayer, iOS-natiivisoitin, Android (HLS-yhteensopivilla soittimilla), Adobe Flash (HDS/HLS-yhteensopivat soittimet), QuickTime Player, Microsoft Silverlight, Apple Quicktime, VideoLAN, VLC, RealPlayer	Wowza Streaming Cloud Player (verkkosivulle upottamista varten), Wowzan isännöimä verkkosivu, JW Player, Flowplayer, iOS-natiivisoitin, Android (HLS-yhteensopivilla soittimilla), Adobe Flash (HDS/HLS-yhteensopivat soittimet), QuickTime Player	
Laitteistot	Matkapuhelimet ja tabletit, tietokoneet, pelikonsolit, IPTV/OTT-laitteet, älytelevisiot	Matkapuhelimet ja tabletit, tietokoneet, pelikonsolit, IPTV/OTT-laitteet, älytelevisiot	
Esimääritetyt palvelut ja hajautetut sisällönjakopalvelut	Facebook Live, Youtube, Icecast, SHOUTcast, Wowza Streaming Cloud, Wowza CDN, Akamai, Limelight Networks, Tata Communications, Mirror Image ja useimmat RTMP- tai RTSP/RTP-yhteensopivat suoratoistokohteet	Facebook Live, Youtube	

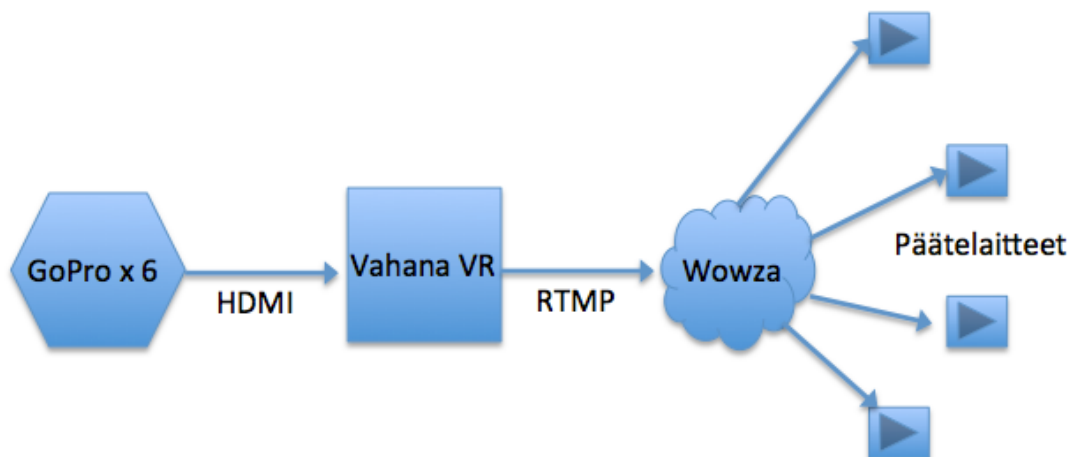
Wowza pystyy vastaanottamaan Vahana VR:llä reaaliajassa kootun videon ja ohjaamaan sen eteenpäin julkaistavaksi suoratoistona eri alustoille. Jotta Wowzasta lähetet-

tävä suoratoistolähetys toimisi mahdollisimman monella vastaanottolaitteella, kuten tabletit, älypuhelimet, PC:t ja virtuaalilasit, lähetyksessä voidaan käyttää laitteiden vaatimaa yhtenäistä pakkaustekniikkaa. Käytettävissä olevat lähetyksen streamaustekniikat ovat

- MPEG-DASH
- Apple HLS
- Adobe RTMP
- Adobe HDS
- Microsoft Smooth Streaming
- RTSP/RTP.

Wowzalla pystyy lähettämään useaa bittinopeutta samanaikaisesti. Tällä tavoin lähetykselaatu voidaan asettaa soveltuvaksi usealle erityyppiselle vastaanottolaitteelle. Wowzan soveltuvuus 360-videoiden suoratoistoon on tällä hetkellä optimaalinen, koska 360-videoiden katselualustoja on useita. [18.]

360-videon livelähetys voidaan tehdä joko suoraan Wowzalla tai käyttämällä Vahana VR:ää ja Wowzaa yhdessä. Tarve riippuu käytettävistä kamerakokoonpanoista. Esimerkiksi yksittäisellä kameralla, joka kuvaa ja kokoaa videon suoraan kamerassa, video voidaan ottaa ulos suoraan kamerasta käyttäen Ethernet-kaapelia ja nappaamalla kuvamateriaali suoraan Wowzaan ja Wowzasta suoratoistona eri alustoille (kuva 13).



Kuva 13. Suoratoistoprosessin kaavio [muokattu lähteestä 38].

Käytettäessä useaa kameraa, kuten projektissa käytetty 6 GoPro -kameran kokoonpano ja Freedom 360-kamerateline, kameroiden materiaali tulee ensin koota yhteen käyttäen Vahana VR:n tarjoamaa ohjelmistoa. Kameroiden videot pystytään ottamaan ulos käyttäen HDMI-kaapeleita ja syöttämällä ulos tuleva video tietokoneelle, jossa on Vahana VR -ohjelmisto. Tässä tulee ottaa huomioon tarvittavien HDMI-porttien määrä tietokoneessa. Tällä kokoonpanolla määrä on kuusi HDMI-porttia. Useimmissa tietokoneissa ei ole valmiina suuria määriä HDMI-sisääntuloportteja, mutta määrää voi laajentaa ostamalla erikseen videokortteja, joissa HDMI-portteja on useampia. GoPro-kamerat tulisi kytkeä myös verkkovirtaan. Tämä onnistuu kytkemällä kamerat USB-kaapelien avulla virtalähteeseen. Vahana VR -ohjelmassa saapuvien videoiden kuvanäkymä on yhdistettynä, ja ennen lähettämistä olisi suositeltavaa tarkistaa saapuvan videon näkymä ja suoristaa horisontti, jos on tarpeen. Vahana VR tukee seuraavia videon ulostulomuotoja:

- RTMP
- Youtube
- SDI
- HDD
- virtuaalilasit: HTC Vive ja Oculus Rift.

Video siirretään Vahana VR:stä Wowzaan käyttäen RTMP-tekniikkaa. Wowza Streaming Cloudilla uutta lähetystä luotaessa tulee valita kamera tai kooderilähteeksi "Other

RTMP”. Valintaa ”Push Stream” tulee myös käyttää, jolloin Vahana VR lähettää videota Wowzalle. Haluttujen asetusten jälkeen syötetään lähdeyhteyden tiedot, joista ensisijaisen palvelimen ”Primary server” ja suoratoiston nimi ”Stream name” tulee syöttää Vahana VR:ään. Vahana VR:llä luodaan uusi lähtevä suoratoisto valikosta Configuration -> Add new output -> RTMP Stream. Valikon kohtaan ”Stream URL” syötetään Wowzasta saadut ensisijaisen palvelimen nimi ja suoratoiston nimi. Nimet tulee syöttää muodossa [ensisijaisen palvelimen nimi]/[suoratoiston nimi]. Osoitteiden syöttämisen jälkeen Wowzasta voidaan käynnistää suoratoisto kohdasta ”Start Stream” ja Vahana VR:n lähtevän suoratoiston valikosta kohdasta streaming valinta ”off” tulee vaihtaa valintaan ”on”. Tämän jälkeen suoratoisto on käynnissä ja Wowzan luomista verkko-osoitteista pystyy katsomaan suoratoistoa halutuilla laitteilla. [38; 39].

Wowzaa käyttää tällä hetkellä noin 19 000 organisaatiota, esimerkiksi

- ESPN
- Walt Disney
- GS Neotek
- Facebook
- Major League Baseball Advanced Media (mlbam)
- Harvard university
- Boeing.

Wowza kykenee 360-suoratoiston lisäksi myös lähettämään suoratoistona tavallista 2D-videota ja verkossa toimivien IP-kameroiden (yleensä valvontakamerat) kuvaa. Muita palveluja ovat esimerkiksi suoratoistovideoiden lähetys ja reaaliaikainen videochat-sovelluksien tuki. Suoratoistovideolla tarkoitetaan videota, jota käyttäjä ei lataa tietokoneelleen, vaan saa katseluoikeuden etukäteen tallennettuun videoon määräajaksi. [25.]

Wowzalla julkaistuja suoratoistolähetystyksiä pystyy katsomaan esimerkiksi Youtubessa. Youtube tukee 360-videoiden suoratoistoa. Ensimmäinen 360-videon suoratoistolähetys Youtubessa tehtiin 20.4.2016 [17]. Wowzalla Youtubeen lähetettävän suoratoiston suositellut enkooderiasetukset ovat 1440p-resoluutio kuvasuhteella 16:9. Ennen 360-videon suoratoistoa tulee Youtubessa asettaa valinta kohtaan ”Tämä livestream on 360-asteen video”. Youtuben 360-videoiden suoratoistolähetystyksiä pystyy katsomaan

tietokoneella Firefox-, Chrome-, Opera- ja Internet Explorer -verkkoselaimilla. Älypuhelimilla, joissa käyttöjärjestelmänä on iOS tai Android, 360-livelähetyksiä pystyy katsomaan Youtube- ja Youtube Gaming -sovelluksia käyttäen. [29.]

Youtubeen ja Facebookiin ladattuja 360-videoita on mahdollista katsella myös virtuaalilaseilla. Virtuaalilasiens toimintaperiaatteena on näkymän tuominen suoraan silmien eteen. Katselukokemus on hyvin erilainen kuin perinteiseltä näyttöruudulta katseltuna. Kun näkymä tuodaan suoraan silmien eteen estämällä ulkopuolisen maailman näkemisen, katselijalle syntyy vaikutelma siitä, että hän on paikan päällä tapahtumien keskipisteessä. Todentuntuisen kokemuksen tehostamiseksi joissain virtuaalilasijärjestelmissä on mukana myös kuulokkeet, jotka luovat realistisen äänimaiseman esitettävän kuvan tueksi. Virtuaalitodellisuusnäkyään saattaa keskittyä niin perusteellisesti, että unohtaa muun maailman olemassaolon. Tässä asiayhteydessä tuntemukselle on oma termi, immersio. 360-videoiden katselussa virtuaalilasiens toimintaperiaate on sama kuin puhelimella katseltaessa. Puhelimella katseltaessa näkymää pystyy vaihtamaan liikuttamalla puhelinta, virtuaalilaseilla näkymää pystyy liikuttamaan päätä kääntämällä. [35.]

Edullinen ratkaisu 360-videoiden katseluun virtuaalilasiens kaltaisella tuotteella on Googlen tarjoama Cardboard (kuva 14). Käyttäjien on mahdollista valmistaa itse tai ostaa älypuhelimien kanssa toimiva virtuaalilasiratkaisu. Google Cardboardin teknologia on avointa lähdekoodia, joten kolmannen osapuolen valmistajat saavat myös kehittää ja rakentaa omia versioita lasaista. [2.]



Kuva 14. Google Cardboard avattuna. Edessä näkyy älypuhelin asennettuna laseihin. [33.]

Googlen Cardboard on hyvä ratkaisu silloin, jos haluaa kokea virtuaalilasien kaltaisen kokemuksen mahdollisimman edullisesti. Huonona puolena tässä ratkaisussa on videokuvan laatu, joka riippuu täysin käytettävän älypuhelimien näytön tarkkuudesta. Mikäli käyttäjä haluaa panostaa enemmän videon laatuun, markkinoilla on hieman kalliimpia ratkaisuja, kuten valmistaja Oculuksen malli Rift ja Oculuksen kanssa yhteistyössä valmistettu Samsung Gear VR. Gear VR on Cardboardin kaltainen, mutta telineeseen voidaan kiinnittää ainoastaan Samsungin puhelinmallit

- Galaxy S7
- Galaxy S7 edge
- Galaxy S6
- Galaxy S6 edge
- Galaxy S6 edge+
- Galaxy Note 5.

Samsung Gear VR:n resoluutio on 1280 * 1440 pikseliä silmää kohden, joka on hieman korkeampi kuin Oculus Riftin resoluutio 1080 * 1200 pikseliä silmää kohden. Oculus Rift on enemmän VR-sovelluksia, kuten pelejä, varten suunniteltu virtuaalilasijärjestelmä, kun taas Samsung Gear VR on parhaimmillaan 360-videoita katseltaessa (kuva 15). [20; 21].

Virtuaalilasit 21.3.2016 Virtuaalimaailma.fi	Google Cardboard	Samsung Gear VR	HTC Vive	Oculus Rift	Sony PSVR
Hinta	7€	n. 150€	n. 950€	n. 750€	n. 500€
Langaton	kyllä	kyllä	ei	ei	ei
Ohjaimet	ei	Kehitteillä	Käsiohjaimet mukana	Xbox ohjain, käsiohjaimet Q2 2016	Käsiohjaimet mukana
Liikkuminen VR -tilassa	ei	ei	5 x 5 m	1,5 x 1,5 m	1,5 x 1,5 m
Resoluutio	Riippuu puhelimesta	1280x1440	1080x1200	1080x1200	1080x960
Kuvataajuus	Riippuu puhelimesta	60	90	90	120
Peligrafiikan laatu	*	**	****	****	****
Parhaimmillaan	360 video	360 video	Pelit huoneen kokoisessa tilassa	Pelit istuen tai seisoen	Pelit istuen tai seisoen
Julkaisu	Myyntissä	Myyntissä	05/04/2016	28/03/2016	H1 2016
Vaatii toimiakseen	Älypuhelimien	Uudehkon Samsung puhelimen	Tehokkaan tietokoneen	Tehokkaan Tietokoneen	PS 4 pelikonsolin

Kuva 15. Virtuaalilasien ominaisuuksien vertailu [21].

Oculus Riftin ja Samsung Gear VR:n (kuva 16) erona on langattomuus. Oculus Rift (kuva 17) vaatii toimiakseen tietokoneen, ja lasien tulee olla myös kytkettynä piuhalla tietokoneeseen. Tietokoneeseen kytkemisen etuna on sijainnin seuraaminen. Pään liikkeiden lisäksi lasien sijaintia voi seurata käyttäen apuna kahta kameraa. Sijainnin seuranta ei toistaiseksi ole mahdollista älypuhelinpohjaisilla virtuaalilaseilla. Jos käyttäjä astuu eteen- tai taaksepäin, lasien videonäkymä ei liiku lähemmäksi tai kauemmaksi. [21.]



Kuva 16. Samsung Gear VR -virtuaalilasit [34].

Muita tietokoneeseen kytkettäviä virtuaalilaseja ovat muun muassa HTC Vive ja Sony PSVR. HTC Viven (kuva 17) kuvaresoluutio on 1080 * 1200 pikseliä silmää kohden. HTC Viven mukana tuleva Lighthouse-järjestelmä mahdollistaa käyttäjän liikkumisen 5 * 5 metrin kokoisella alueella, ja mukana tulevat myös samaa Lighthouse-järjestelmää käyttävät käsiohjaimet, joita voi käyttää eri VR-sovelluksien kanssa. Käsiohjaimet mahdollistavat jatkettun todellisuuden käyttäjän käsien liikkeille virtuaalimaailmassa. Lighthouse on Valve-nimisen yhtiön kehittämä järjestelmä, jossa lasersäteiden avulla mitataan virtuaalilasien ja käsiohjaimien sijaintia reaaliaikaisesti 3D-avaruudessa. Tämän avulla järjestelmä laskee käyttäjän sijainnin oikeassa maailmassa ja sijoittaa liikkeet reaaliajassa virtuaalimaailmaan. [22; 23.]

13.10.2016 julkaistava Sony PSVR (kuva 17) on Playstation 4 -pelikonsolille suunniteltu virtuaalilasijärjestelmä. PSVR-lasien resoluutio on 960 * 1080 pikseliä silmää kohden. Toisin kuin HTC Viven ja Oculus Riftin, jotka toimivat tietokoneella, Sony'n PSVR:n toimintavaatimuksena on Sony'n Play Station 4-pelikonsoli. Käyttövaatimuksiin kuuluvat myös Sony'n omat ohjaimet ja ohjaimien kameraseurantajärjestelmä. [24.]



Kuva 17. Vasemmalta alkaen piuhalla yhdistettävät Oculus Rift-, HTC Vive- ja Sony PSVR -virtuaalilasit [30; 31; 32].

Mielestäni pelkkien 360-videoiden katseluun kustannustehokkain vaihtoehto tällä hetkellä on Googlen Cardboard tai Samsung Gear VR. Tämänhetkisellä teknologialla tietokoneisiin kiinnitettävien virtuaalilasien käyttötarkoitus on mielestäni painottunut virtuaalisovellusten ja pelien suuntaan. Johdolla yhdistettävät virtuaalilasit tarvitsevat toimiakseen tehokkaan tietokoneen tai pelikonsolin, mikä luo myös tiettyjä rajoitteita ostopäätöksen tekemisessä.

6 Kehitysideat

Metropolia Ammattikorkeakoulun tavoitteena oli saada pohjaa ja tietämystä 360-videotuotantoja varten ja mahdollisuus saada tehtyä 360-videolivelähetyksiä tulevaisuudessa.

Projektia varten ostettu Freedom 360 -kamerateline on livelähetyksiä varten suunniteltu. Livelähetyksiä varten kameroiden on ehdottomasti oltava jatkuvassa virransyötössä, koska projektissa kameroiden akkujen kesto osoittautui isoksi ongelmaksi. Teline on tosin suunniteltu siten, että kameroiden vaatimat virtapiuhat pystyy kiinnittämään kameroihin ja ohjaamaan kameratelineen keskikohdan välistä virtalähteeseen. Kuvan syöttöä varten kameroihin tulee kiinnittää HDMI-kaapelit, jotka myös pystyy ohjaamaan telineen välistä. Projektissa käytetyssä telineessä kameroiden kiinnityksen voisi hoitaa toisenlaisella tavalla. Kamerat lukittiin telineeseen käyttäen ruuveja. Säättöä ja akkujen vaihtoa varten kamerat tuli irrottaa telineestä, joten tehokkaampana tapana voisi pitää pikalukituksia ruuvien sijaan. Kameratelinettä varten tulisi hankkia välikappale, jolla kameratelineen tuumakokoisen kierrekiinnityksen saisi sopivaksi millimetrimitä käytäville kolmijalkojen kierrekiinnityksille. Välikappaleen osto ei tullut kysymykseen projektin alkuvaiheessa. Epäsopivuus todettiin vasta ennen ensimmäistä kuvauspäivää.

Suoratoistoa varten tulee harkita myös ulkoisten videokorttien hankkimista, jotta kaikkien kuuden GoPro-kameran videomateriaalin saa siirrettyä reaaliajassa prosessoivalle tietokoneelle samanaikaisesti. Reaaliaikaista kokoamista ja renderöintiä varten tulisi investoida myös tarpeenmukaiseen ohjelmistoon, kuten Vahana VR:ään. Suoratoistolähetyksen jakelua varten tulisi harkita jakeluohjelmiston hankintaa.

7 Pohdintaa

Kun insinööriyö aloitettiin käytännössä nollapisteestä ilman minkäänlaista apua, kokonaisuus tuli selkeäksi ruohonjuuritasolta alkaen. Kokeilemalla, tutkimalla, epäonnistumalla ja onnistumalla projekti kuitenkin saatiin tuotua päätökseen vaatimusten mukaisesti. Lopputulos oli mielestäni erittäin hyvä siihen nähden, että alussa minulla ei ollut minkäänlaista kokemusta tai tietämystä 360-videoiden teosta. Ainoa kosketus 360-videoihin ennen projektia oli sosiaalisessa mediassa näkemäni muutama video.

Videoita tehtäessä on otettava huomioon hyvin monta pientä seikkaa. Videon tuotanto usealla kameralla vaatii muutakin kuin vain telineen ja useita kameroita. Voisi luulla, että 360-videon saa tuotettua laittamalla kameralat käyntiin, siirtämällä videot kokoamisohjelmaan, painamalla nappia ja lataamalla videon Youtubeen. Aikaa vievintä koko prosessissa on kuitenkin kuvattun videomateriaalin yhdistäminen ja korjailu.

360-videot ovat yleistymässä nopeasti. Projektia aloitettaessa, saatavilla oli vain muutamia 360-videoita katselua varten Facebook- ja Youtube-alustoilla, joten vertailukohtia oli vaikea löytää.

Alkuun pääsemiseksi ei tarvitse sijoittaa huomattavia rahamääriä 360-videoiden tuotantoteknologiaan. Helpoimmillaan 360-videon pystyy luomaan ostamalla kameral, joka pystyy kuvaamaan 360-asteen videokuvaa ja lähettämään kuvaamansa videon suoraan Youtubeen tai suoratoistopalveluun. Videoiden laatu tosin on suoraan verrannollinen videoiden teon yksinkertaisuuteen.

Projektiin ei sisällynyt 360-videoiden suoratoistoa. Yksinkertaisimmillaan 360-video suoratoistolähetyksen saa tehtyä yksittäiskameralla, joka kokoaa videon suoraan jo kamerassa. Uskon, että 360-videoiden suoratoisto yleistyy lähitulevaisuudessa yksittäiskamerajärjestelmien myötä. Teknologian kehittyessä usealla kameralla tuotetut

360-videot siirtyvät yksittäiskamerajärjestelmillä kuvattujen 360-videoiden tieltä. Mielestäni korkean laadun saavuttamiseksi monikameratuotanto on tehokkain vaihtoehto 360-videoiden julkaisemiseen hintansa ja videoiden laadun vuoksi.

360-videot sopivat mielestäni erittäin hyvin tilanteisiin, joissa yhdellä kameralla ei saa tallennettua koko tilanteen näkymiä ja tunnelmia. 360-video antaa eräänlaisen vapauden katsojalle keskittyä juuri siihen, mikä itseä eniten kiinnostaa. Esimerkiksi uutisten tuotanto 360-tekniikkaa käyttäen ei mielestäni ole paras tapa hyödyntää 360-videoteknologiaa. Uutisissa tapahtumat sijoittuvat yhteen pisteeseen ja loppunäkymä on käytännössä turhaa, ellei katselijaa kiinnosta juuri se, mitä studiossa uutisten aikana tapahtuu. Kiinnostavimmat 360-toteutukset ovat mielestäni paikoista tai tapahtumista, joihin kaikkien katselijoiden ei ole mahdollista aina fyysisesti päästä, esimerkiksi konserttitaltiointit artistin puolelta tai extreme-urheilulajit.

Olettaisin, että tulevaisuudessa 360-videot ottavat askeleen kohti 3D-tekniikkaa virtuaalilasien yleistyessä. 360 astetta kolmiulotteisena kuvaamisen mahdollistavia kameratelineitä on jo markkinoilla. 3D-tekniikka yhdistettynä 360-videoihin antaa jo todentuntuiselle videolle askeleen kohti realismia. Virtuaalilaseilla katseltuna tämänkaltaiset videot antavat hyvin aidon tunteen elämyksen.

Korkearesoluutioiset 360-videot vaativat paljon tallennustilaa. Tallennustilan lisäksi rajoitteina ovat myös tekniset rajoitteet isokokoisien videon toistamiselle. Voi olla, että tämänhetkisillä verkkonopeuksilla ja prosessointitehoilla 8K 3D 360 -videon esittäminen verkossa olisi vielä haastavaa, puhumattakaan kyseisen videon suoratoistosta verkossa.

360-videoiden taival on alussa. Sanoisin, että nyt käytössä olevia 360-videoiden teknologioita pidetään alkukantaisina lähitulevaisuudessa. Monikameratelineet ja usealla kameralla tuotetut 360-videot siirtyvät sivuun lähiaikoina ja markkinavallan ottavat yksittäiset 360-videokamerat, joita tuntuu tulevan koko ajan uusia versioita tätäkin työtä kirjoittaessa. 360-videotyökalujen kehitys näyttäisi juuri nyt olevan erittäin nopeaa.

Lähteet

- 1 Scott, Caroline. 2016. How to get involved in the rise of 360-degree video. Verkkodokumentti. <<https://www.journalism.co.uk/news/how-to-get-involved-in-the-rise-of-360-degree-video-/s2/a611715/>>. 19.2.2016. Luettu 7.6.2016.
- 2 Pänkäläinen, Tero. 2016. Miten Google Cardboard eroaa paremmista virtuaalilaseista? Verkkodokumentti. <<http://www.virtuaalimaailma.fi/google-cardboard-suomi/>>. 24.1.2016. Luettu 7.6.2016.
- 3 Pänkäläinen, Tero. 2016. 360 kamera videokuvaukseen - mikä on paras vaihtoehto? Verkkodokumentti. <<http://www.virtuaalimaailma.fi/360-kamera/>>. 17.5.2016. Luettu 7.6.2016.
- 4 McLaughlin, Justin. 2015. 4K VR 360° Video: What is it and how can I produce it?. Verkkodokumentti. <<http://www.360heros.com/2015/02/4k-vr-360-video-what-is-it-and-how-can-i-produce-it/>>. Luettu 7.6.2016.
- 5 Sciarappa, Jeremy. 2015. Getting Started with GoPro 360-degree Videos. Verkkodokumentti. <<http://jeremysciarappa.com/getting-started-with-gopro-360-degree-videos/>>. 11.9.2015. Luettu 10.6.2016.
- 6 F360 Broadcaster. 2015. Verkkodokumentti. Freedom F360. <<http://freedom360.us/shop/f360-broadcaster/>>. Luettu 10.6.2016.
- 7 Frequently Asked Questions - General. 2014. Verkkodokumentti. Kolor. <http://www.kolor.com/wiki-en/action/view/Frequently_Asked_Questions_-_General#>. Luettu 19.8.2016.
- 8 Autopano Video - Which settings to use with my GoPro. 2014. Verkkodokumentti. Kolor. <http://www.kolor.com/wiki-en/action/view/Autopano_Video_-_Which_settings_to_use_with_my_GoPro>. Luettu 25.8.2016.
- 9 Upload 360-degree videos. 2016. Verkkodokumentti. Google. <https://support.google.com/youtube/answer/6178631?hl=en&ref_topic=2888648>. Luettu 26.8.2016.
- 10 How to view 360 videos. 2016. Verkkodokumentti. Wild Atlantic Way. <<http://www.wildatlanticway.com/info-pages/how-to-view-360-videos/>>. Luettu 26.8.2016.
- 11 Autopano Video - Synchronization. 2014 Verkkodokumentti. Kolor. <http://www.kolor.com/wiki-en/action/view/Autopano_Video_-_Synchronization>. Luettu 26.8.2016.

- 12 Autopano Video - Color Correction. 2014. Verkkodokumentti. Kolor. <http://www.kolor.com/wiki-en/action/view/Autopano_Video_-_Color_correction>. Luettu 29.8.2016.
- 13 Recommended upload encoding settings. 2016. Verkkodokumentti. Youtube. <<https://support.google.com/youtube/answer/1722171>>. Luettu 30.8.2016.
- 14 Salminen, Airi. 2005. Metatiedot organisaatioiden sisällönhallinnassa. Verkkodokumentti. <<http://users.jyu.fi/~airi/papers/Metatietoartikkeli-2005.pdf>>. Luettu 31.8.2016.
- 15 Miten lataan 360 asteen videon aikajanalleni? 2016. Verkkodokumentti. Facebook. <<https://www.facebook.com/help/828417127257368>>. Luettu 1.9.2016.
- 16 Recommended Hardware Configuration. Verkkodokumentti. VideoStitch. <<http://support.video-stitch.com/hc/en-us/articles/213673238-Recommended-hardware-configuration>>. Luettu 2.9.2016.
- 17 Popper, Ben. 2016. Youtube introduces live 360 video, the gateway drug to virtual reality. Verkkodokumentti. <<http://www.theverge.com/2016/4/18/11450484/youtube-live-360-degree-video-announced-neal-mohan-interview>>. 18.4.2016. Luettu 2.9.2016.
- 18 Virtual Reality and 360-degree Live Streaming with Wowza. 2016. Verkkodokumentti. Wowza Media Systems, LLC. <<https://www.wowza.com/resources/videos#wowza-vr-demo>>. Luettu 9.9.2016.
- 19 Wowza History. 2016. Verkkodokumentti. Wowza Media Systems, LLC. <<https://www.wowza.com/company/wowza-history>>. Luettu 13.9.2016.
- 20 Gear VR. 2016. Verkkodokumentti. Oculus. <<https://www3.oculus.com/en-us/gear-vr/>>. Luettu 13.9.2016.
- 21 Pänkäläinen, Tero. 2016. Virtuaalilasit – esittelyssä 6 parasta mallia! Verkkodokumentti. <<http://www.virtuaalimaailma.fi/virtuaalilasit/>>. 31.8.2016. Luettu 13.9.2016.
- 22 Pänkäläinen, Tero. 2016. Miksi HTC Vive on paras VR-lasivaihtoehto 1000€ hinnalla? Verkkodokumentti. <<http://www.virtuaalimaailma.fi/htc-vive-pre-hinta/>>. 27.8.2016. Luettu 13.9.2016.
- 23 Buckley, Sean. 2015. This Is How Valve's Amazing Lighthouse Tracking Technology Works. Verkkodokumentti. <<http://gizmodo.com/this-is-how-valve-s-amazing-lighthouse-tracking-technol-1705356768>>. 15.5.2015. Luettu 13.9.2016.

- 24 Pänkäläinen, Tero. 2016. PlayStation VR – suosituin mutta ominaisuuksiltaan vaatimattomampi kuin kilpailijat?. Verkkodokumentti. <<http://www.virtuaalimaailma.fi/sony-playstation-vr-hinta/>>. 11.9.2016. Luettu 13.9.2016.
- 25 Software for On-premises and Cloud Streaming Infrastructures. 2016. Verkkodokumentti. Wowza. <<https://www.wowza.com/>>. Luettu 14.9.2016.
- 26 Wowza Streaming Engine Specifications. 2016. Verkkodokumentti. Wowza. <<https://www.wowza.com/products/streaming-engine/specifications>>. Luettu 14.9.2016.
- 27 Wowza Streaming Cloud Specifications. 2016. Verkkodokumentti. Wowza. <<https://www.wowza.com/products/streaming-cloud/specifications>>. Luettu 14.9.2016.
- 28 Vahana VR, the world's first live VR Video software. 2016. Verkkodokumentti. VideoStitch. <<http://www.video-stitch.com/live-vr/>>. Luettu 15.9.2016.
- 29 360-asteen live-videoiden enkooderiasetukset. 2016. Verkkodokumentti. Google. <<https://support.google.com/youtube/answer/6396222?hl=fi>>. Luettu 15.9.2016.
- 30 Ewald, David M. 2016. Oculus Rift Review: The Beginning Of The Age of VR. Verkkodokumentti. <<http://www.forbes.com/sites/davidewalt/2016/03/28/oculus-rift-review-the-beginning-of-the-age-of-vr/#291c2fc21793>>. 28.3.2016. Luettu 15.9.2016.
- 31 James, Paul. 2016. HTC Vive Review: A Mesmerising VR Experience, if You Have the Space. Verkkodokumentti. <<http://www.roadtovr.com/htc-vive-review-room-scale-vr-mesmerising-vr-especially-if-you-have-the-space-steamvr/>>. 5.4.2016. Luettu 15.9.2016.
- 32 Meer, Alec. 2016. PS VR vs PC VR, And Why It All Depends On Sony. Verkkodokumentti. <<https://www.rockpapershotgun.com/2016/06/17/psvr-vs-oculus-rift-and-vive/>>. 17.6.2016. Luettu 15.9.2016.
- 33 Burns, Chris. 2014. How Google Cardboard takes you on the VR stage with Paul McCartney. Verkkodokumentti. <<http://www.slashgear.com/how-google-cardboard-takes-you-on-the-vr-stage-with-paul-mccartney-12359329/>>. 12.12.2014. Luettu 15.9.2016.
- 34 Nafarrete, Jonathan. 2015. Samsung Releases Two New Gear VR Commercials. Verkkodokumentti. <<http://vrscout.com/news/samsung-gear-vr-commercials/>>. 15.12.2015. Luettu 15.9.2016.
- 35 Charara, Sophie. 2016. Explained: How does VR actually work? Verkkodokumentti. <<http://www.wareable.com/vr/how-does-vr-work-explained>>. 20.6.2016. Luettu 15.9.2016.

- 36 Smart Remote. 2016. Verkkodokumentti. GoPro. <http://cbcdn1.gpsta-tic.com/uploads/product_manual/file/370/Smart_Remote_UG_ENG_WEB_REVA.pdf>. Luettu 15.9.2016
- 37 Recommended Hardware Configuration For 4K Live Streaming. 2016. Verkkodokumentti. VideoStitch. <<http://support.video-stitch.com/hc/en-us/articles/213673238-Recommended-hardware-configuration-for-4K-live-streaming>>. Luettu 19.9.2016.
- 38 Sciarappa, Jeremy. 2016. How to Live Stream 360-degree videos (Vahana VR). Verkkodokumentti. <<https://www.youtube.com/watch?v=rDXbYDr4Pm8>>. 12.4.2016. Luettu 19.9.2016.